

# // Visioner i praksis

11 eksempler på innovation fra byggeriets  
praktiske hverdag



# // Visioner i praksis

Denne publikation formidler en opfølgning på de projekter, der er blevet præsenteret i forbindelse med initiativet Visioner i praksis. Målet er at sætte fokus på den innovation, som skabes ud af praksis og herved inspirere andre, der har visioner for en bedre renoveringspraksis i byggeriet.

Publikationen er udarbejdet af Bygherreforeningen og Smith Innovation, der sammen har ledet initiativet, og henvender sig til alle, der interesserer sig for innovation i byggeriet.

Visioner i praksis er støttet af Grundejernes Investeringsfond.

Grafisk layout: Smith Innovation

Fotos: Anne Prytz Schaldemose (s. 7,10-11,18-19,25,26-27,39,40-41,42-43,44-45, 46-47), Carsten Ingemann (s.53,55,56) samt casevirksomhederne.

Workshopforløbene, der ligger til grund for de valgte cases, er gennemført i sommeren 2015.

Tryk: Christensen Grafisk  
Printed in Denmark  
1. udgave, 1. oplag 2016  
ISBN: 978-87-995885-7-2

**VISIONER  
PRAKSIS**

**GI** GRUNDEJERNES  
INVESTERINGSFOND

**BYGHERRE  
FORENINGEN**

**Smith**

Tværgående innovation i byggeriet

# // Indholdsfortegnelse

Introduktion	6
<b>CASES</b>	<b>10</b>
Manual for håndtering af uforudsete situationer i byggeprocessen	12
Kvalitetssikring der er til at forstå	16
Dialog med praksis skaber grobund for bæredygtige løsninger	20
Fremtidens Hus er lavet af halm	24
Effektiv byggelogistik i praksis	28
Boligrenoveringer gav smil på læben i Frederikshavn	34
Bæredygtighed oversat til praksis	48
Beboervalg der fungerer i praksis	52
Digitalisering der når helt ind i byggeriets praktiske kerne	58
Slanke betonelementer letter monteringen på byggepladsen og energiforbruget i hjemmet	62
Renoveringslaboratorium sikrer sammenhæng mellem teori og praksis	66
Begrebsforklaring	70

# Introduktion



*"Vi gjorde ofte grin med at vi, håndværkere, var nødt til at bygge huset først, så ingeniørerne vidste, hvad de skulle tegne efter"*



Sådan skriver forfatteren, debattøren og mureren Mattias Tesfaye i indledningen til sin bog Kloge Hænder - et forsvar for håndværk og faglighed. Og selvom vi kan se det sjove i joken, så er den problemstilling, han tager op omkring praktikerfagernes prestigefald og manglende respekt granalvorlig. Vi har oplevet den på egen hånd med initiativet Visioner i praksis. Særligt i forhold til renovering er der et stort behov for større inddragelse af og respekt for praktikernes evne til at udvikle idéer til innovative løsninger, der bidrager til at løse byggeriets store udfordringer.

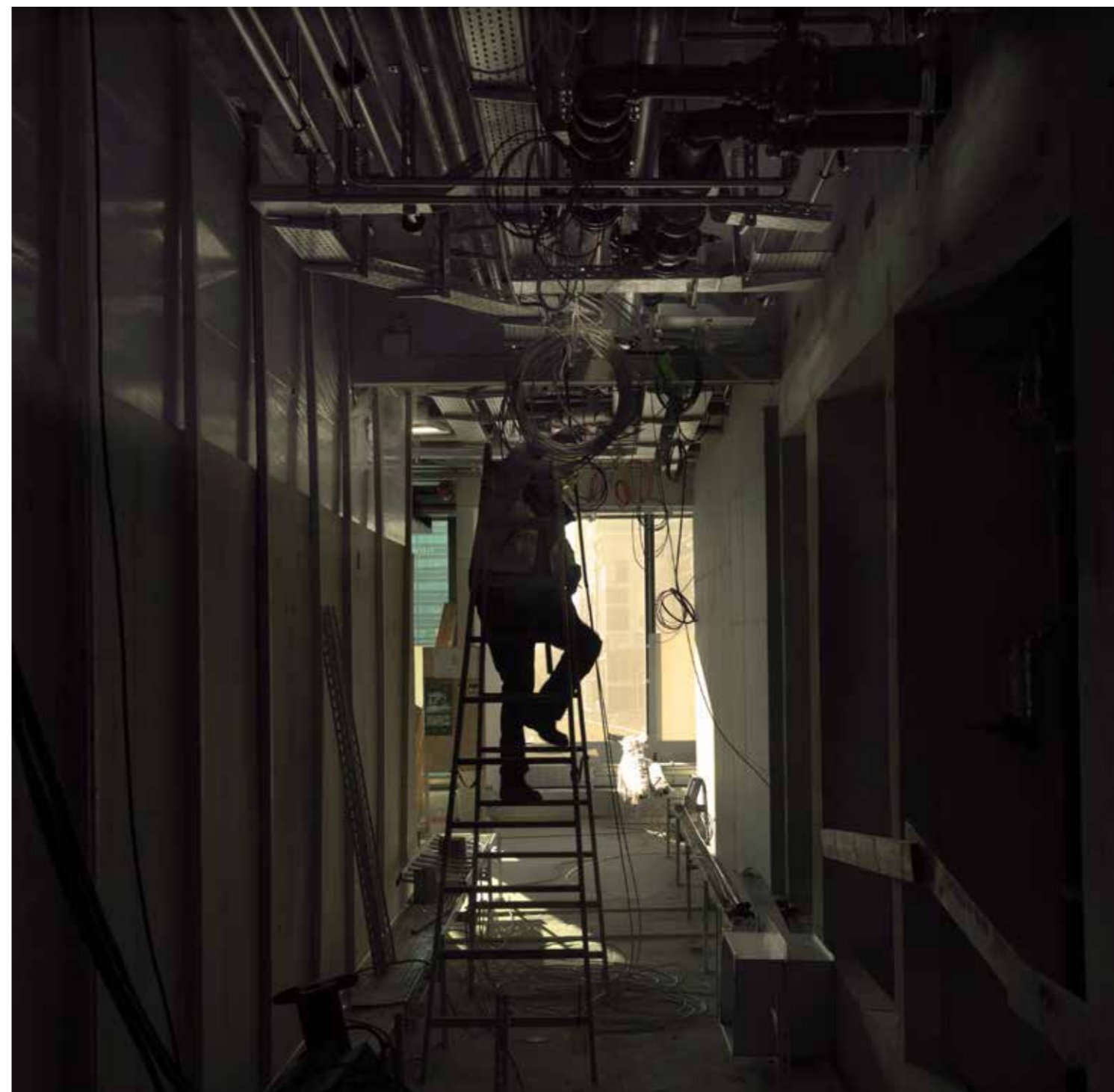
## **Man skal vide, hvad der er for at skabe nyt**

Mens markedet for renoveringsopgaver for længst har overhalet nybyggeriet, så er forståelsen for den kompleksitet, som renoveringsprojekter kræver, ikke fulgt med. Værdien af vores eksisterende bygningsmasse udgør ca. 4000 milliarder kroner. I de kommende år skal en stor del af disse bygninger renoveres og opdateres, så de bliver bæredygtige, klimasikre, energirigtige osv. i tråd med, hvad der er tidens væsentligste samfundsudfordringer og -dagsordener. Det er derfor en alvorlig sag, hvis den del af branchen, som er tættest på udfordringerne, holdes uden for indflydelse. Hvis mødet mellem tradition og fornyelse, eksisterende værdier og nye behov, skal lykkes, så skal man vide, hvad det er, man har med at gøre. Eller som en af vores deltagere i initiativet meget præcist sagde det: "Man skal kende det, der er, for at finde fornyelsen – ellers kan vi lige så rive alt det gamle ned".

## **Viden og innovation er bundet til praksis**

De praktikere, vi har mødt, oplever at blive holdt udenfor, når der på højere plan tales om produktivitsudfordringer, kvalitet og grøn omstilling i byggeriet. Men de mærker det også helt ud i skurvognen, når de, der tegner og designer også beslutter, hvordan byggeriet skal realiseres før (eller uden) at tale med dem, som faktisk skal gøre det. Og så ender grønne visioner og bæredygtige projekteringer med at blive realiseret for hurtigt, for billigt og i alt for dårlig kvalitet.

Som flere af deltagerne i Visioner i praksis har formuleret det, så hænger kreativitet, nytænkning og faglighed tæt sammen. Hvis byggeriet derfor skal udvikle sig, nytter det ikke noget at ignorere dem, der har deres dagligdag ude på byggepladsen, eller dem der sidder med hovedet dybt nede i CAD tegninger (se begrebsforklaring



s. 70) og tidsplaner. Det er her, det sker! Bygninger findes først i det øjeblik, man kan sparke til dem. Det handler om, at tingene fungerer i praksis. Det er det, vi skal måle dem på.

### **Masser af visioner i praksis**

Med denne publikation vil vi vise, at der er masser af visioner blandt byggeriets praktikere. Hvis blot de får lov at folde dem ud. Som vi beskriver gennem de cases, vi har taget med, så har alle de praktikere – hvad enten de er arkitekter, ingeniører, håndværkere eller entreprenører – vi har haft med i initiativet Visioner i praksis udtænkt løsninger, som har reddet hele byggeprojekter, og som ingen ville kunne tænke sig til uden den viden og løsningsparathed, som udspringer af praksis. Nogle af dem har startet deres egne udviklingsprojekter. Andre har taget ansvar i andres projekter, fordi de har oplevet, at metoder, planer og beregninger ikke stod mål med den opgave, der skulle udføres i praksis. Men alle er de modige og inspirerende, og de viser os og alle andre, at nye løsninger og gode idéer i høj grad skabes ude på byggepladsen – der, hvor de skal bruges i praksis.

### **Eksempler på byggeriets praksis**

Eksemplerne i denne publikation er blevet til gennem en række workshops, hvor vi inviterede praktikere fra byggeriet til at fortælle deres historier – til os og til hinanden. Derfor håber vi også, at vi ved at dele historierne med mange flere kan få skabt endnu flere gode eksempler på, hvordan stærke visioner kan blive udbredt i praksis. Målet med publikationen er altså at inspirere andre, der går rundt med visioner for en bedre renoveringspraksis. Og som ønsker at flytte byggeriet i nye retninger gennem praksis, hvad enten det er inden for nye materialer, nye digitale værktøjer, ved at inddrage brugerne på nye måder, ved at skabe nye systemløsninger eller ved at sætte nye standarder for bæredygtige byggeprocesser.

Derfor har vi også valgt eksempler, hvor løsningerne kan bruges udover det enkelte byggeprojekt, hvor de er blevet skabt eller tænkt som svar på en konkret problemstilling.

### **Praksis skal have en stemme**

Vi skal slippe idéen om praktikerne som én, der slår søm i, og i stedet fokusere på, at en praktiker benytter en logisk metode til at

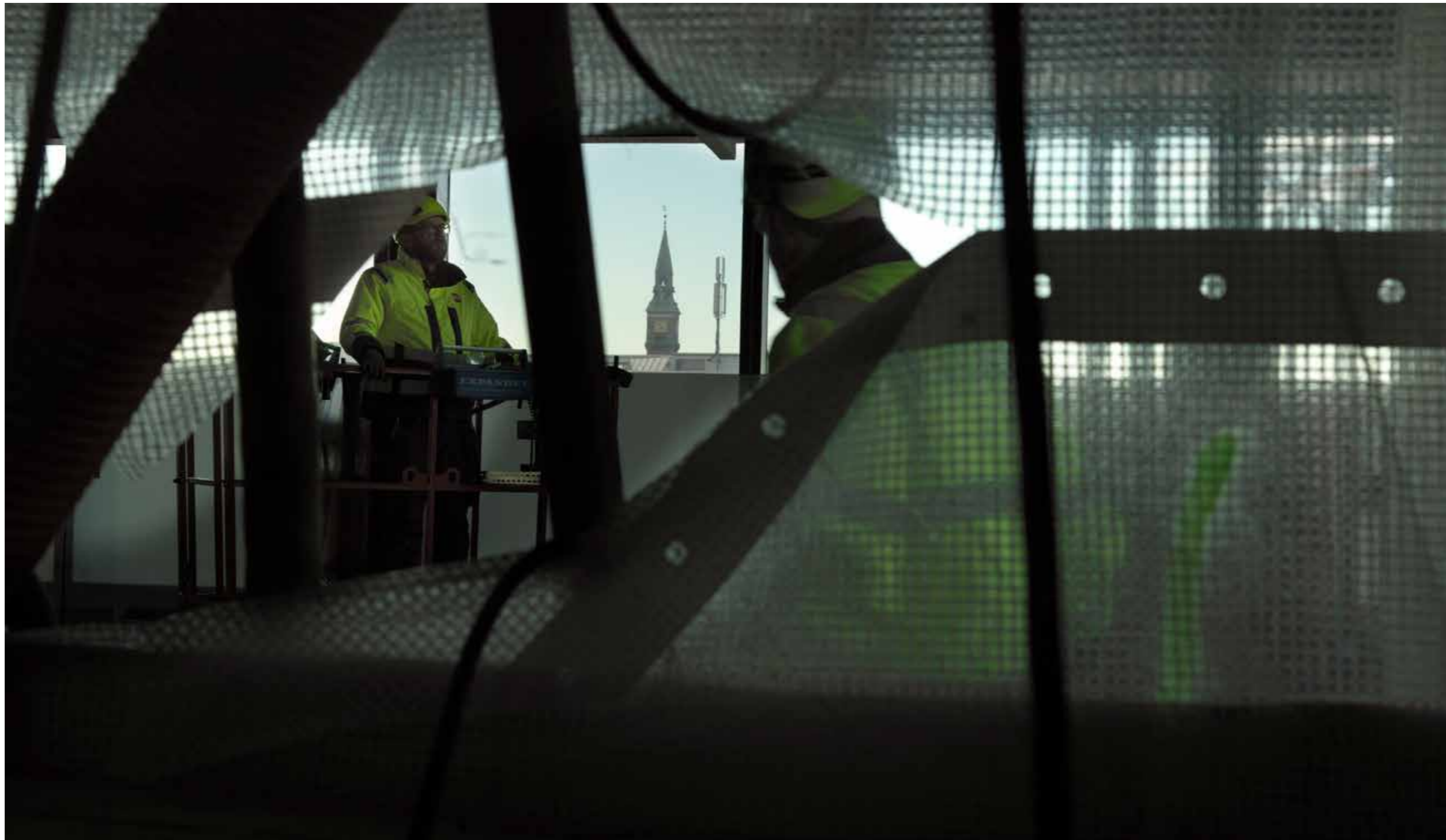
identificere et problem, udvikler idéer der kan løse problematikken og efterstræber en optimal løsning. Det er selvfølgelig ikke nok, men et afsæt i takt med en erhvervsskolereform og andre tiltag, der vidner om den gryende forståelse for, at det først er, når visioner møder praksis, at værdien bliver skabt. Visioner i praksis lægger sig i forlængelse af denne bevægelse, der ønsker at synliggøre praktikernes tavse indsigter; Med initiativer som RENOVER prisen, der har gjort en dyd ud af at hylde hele holdet fremfor blot arkitekterne, som det ellers traditionelt sker. Og med Skills som kårer både Danmarks mestre og verdensmestre i håndværk, ser vi en vilje til at give praktikerne stemme, som er bredt funderet på tværs af landsdele, aldersgrænser, private virksomheder og offentlige organisationer og inden for hele det politiske spektrum. Vi bliver alle fattigere, hvis ikke vi formidler praktikernes tavse indsigter. Både til praktikerne selv, til politikerne, til uddannelsesinstitutionerne og til alle os, der måske ikke lige kan se det, fordi vi ikke helt ved det; At værdien af Danmarks eksisterende bygningsmasse, hvad enten vi taler kulturel værdi eller kroner og øre, skyldes dem, der kan! Derfor denne publikation.

God fornøjelse!

Visioner i praksis er et initiativ i en række af projekter, som Grundejerns Investeringsfond (GI) støtter for at give renoveringsopgaven den plads og status, som den fortjener og har behov for. Målet med Visioner i praksis er at stille skarpt på alle dem, der er med til at sikre, at vi når hele vejen fra idé og skitse til kvalitetsfyldt og innovativ praksis.

Renovering fylder over 50 % af omsætningen i bygge- og anlægsbranchen og beskæftiger mere end 100.000 personer. Der findes mere end 2,5 millioner danske bygninger, som repræsenterer en værdi på ca. 4000 milliarder kroner. Det er to gange Danmarks samlede BNP. Den værdi skal sikres og udbygges ved at renovere godt og fornuftigt.

# CASES //



# Manual

## for håndtering af uforudsete situationer i byggeprocessen



"Hvis vi ikke havde løst problemet med monteringen, havde projektet slet ikke kunnet lade sig gøre. Og der er masser af andre projekter, hvor man vil løbe ind i de samme eller andre typer af problemer, og hvor der er behov for, at håndværkerne får lov til at finde løsninger" - John Børgesen, tømrerformand



### Kategori

Samarbejdsprocesser i byggeriet

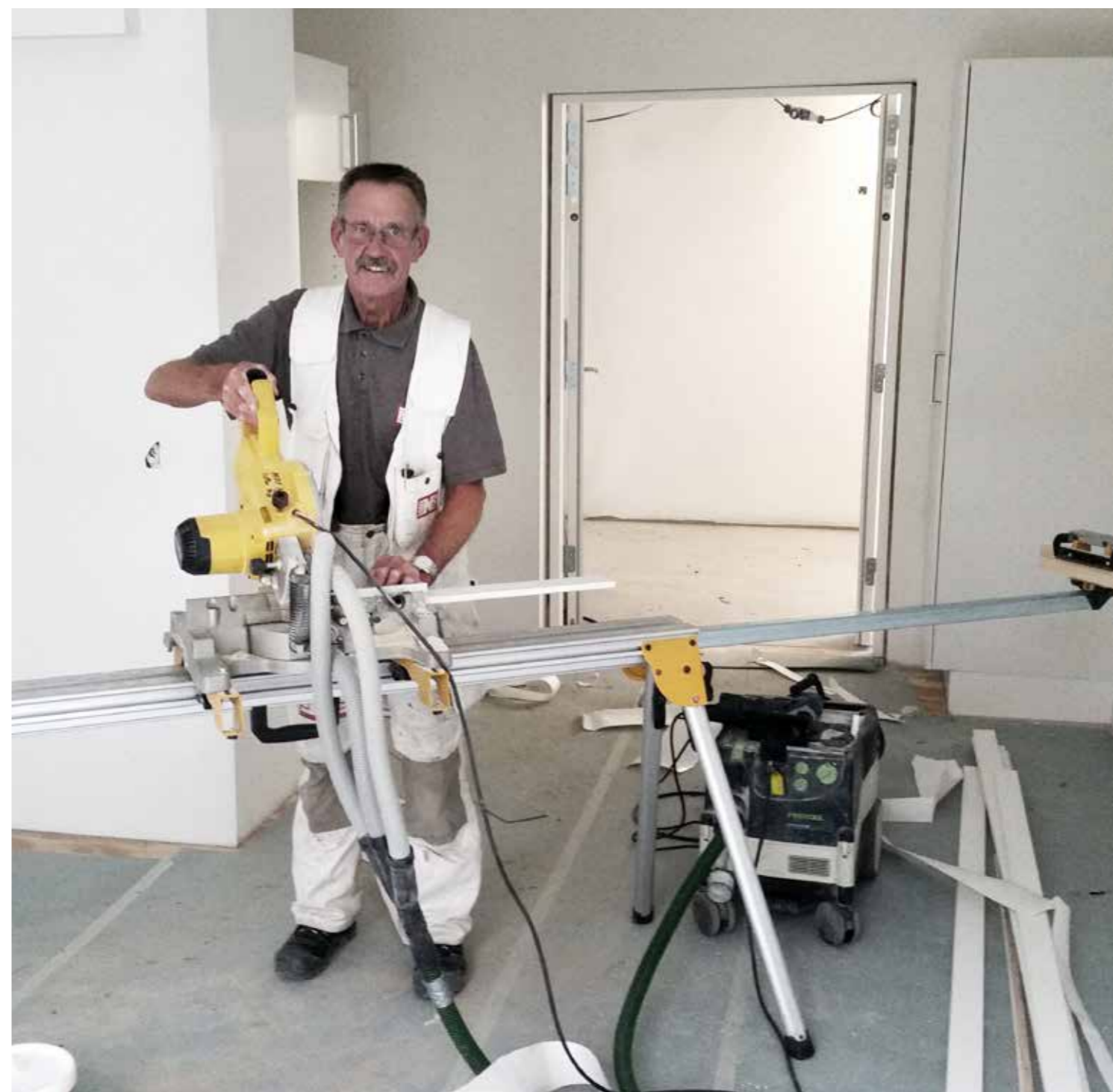
### Problemstilling

Når der sker noget uforudsigeligt, er reaktionstiden ofte det mest afgørende. Der skal helst findes en løsning her og nu! Men det er ikke altid, at de udførende på byggepladsen inddrages i at finde den rette løsning. Og dermed bliver deres tekniske viden og praktiske kompetencer og erfaringer ikke bragt i spil. Tidligt samarbejde mellem bygherre, rådgivere og udførende kan være med til at sikre, at u hensigtsmæssige situationer ikke opstår – eller at de bliver opdaget i tide. Men hvad gør man, når man ikke kan etablere et tidligt samarbejde på grund af udbudsreglerne? Kan man så gøre noget andet? Tømrerformand John Børgesen stiller skarpt på det, vi ikke kan se: det uforudsete.

### Casen

Forestil dig en etageejendom, hvor eksisterende facadeelementer skal erstattes med nye. Men facadeelementerne er monteret bag indeliggende altaner, så det er ikke muligt at hejse elementerne på plads. Det har man bare ikke taget højde for i projekteringen. Ude på pladsen finder håndværkerne dog selv på en metode, der løser problemet. Hvem har ansvaret, når sådan en situation opstår? Og er der et ansvar for kvalitetssikring, som falder mellem to stole? Det var denne situation, som satte tankerne i gang hos tømrerformand John Børgesen om at lave en manual for, hvordan man håndterer uforudsete situationer på byggepladsen. "Hvis vi ikke havde løst problemet med monteringen, havde projektet slet ikke kunnet lade sig gøre. Der er masser af andre projekter, hvor man vil løbe ind i de samme eller andre typer af problemer, og hvor der er behov for, at håndværkerne får lov til at finde løsninger", fortæller han. Derfor er han også træt af den manglende tillid og respekt, der er for, at det netop er de udførende, der er tættest på og tit bedst egnede til at løse de problemer, der opstår på byggepladserne.

John vil derfor anbefale, at der udarbejdes en praksisorienteret manual for, hvordan man håndterer uforudsete situationer på byggepladsen ved at indarbejde kvalitetssikring i processerne. På den måde kan man opdage eventuelle fejl i tide og undgå, at byggeprocessen går i stå. Fx fordi den projekterende ikke reagerer hurtigt nok. Målet er at minimere risikoen for fejl ved at uddelegere ledelse og ansvar – ikke bare for ens eget fag og proces, men for hele det samlede projekt. Hvis man i stedet for at opdele



*Skinneløsning der sikrede, at de nye facadeelementer kunne komme på plads bag altanerne.*



byggeprocesser efter fag, opdeler dem efter logisk rækkefølge, ville alle få et bedre overblik. Og ved at planlægge byggeriet mere logisk og indbygge kvalitetssikringen i processerne ville der blive mere plads til det gode håndværk og mindre kontrol og ansvarsflytteri, når fejlene opdages alt for sent.

#### **Innovationsaspekter**

BIM og VDC (se begrebsforklaring s.70) er digitale værktøjer, der kan simulere byggeprocessen, før man går i gang – og på den måde være med til at reducere risikoen for, at der opstår uforudsete situationer ude på pladsen. Men det er langt fra alle byggerier, hvor man bruger disse metoder, og der vil gå mange år, før det er standard på alle byggerier. Særligt på renoveringsprojekter hvor ressourcer til forundersøgelser, projektering og planlægning ofte foregår efter traditionelle procedurer. Derfor kan en manual være et effektivt og smart redskab i en overgangsperiode, indtil alle projekter præ-simuleres digitalt.

#### **Videndeling i praksis**

Manualen skal være let tilgængelig for brugerne og skal kunne udvikles og opdateres løbende. Den kunne derfor med fordel være digital og fungere via en app. Udviklingen skal ske på baggrund af de praktiske erfaringer, der bliver gjort ude på byggepladserne og gennem konkrete cases.

#### **Perspektiver**

En meget praksisorienteret manual for håndtering af uforudsete situationer i byggeprocessen kan være med til at skabe større respekt om rådgivernes og håndværkernes evne til hurtigt og

effektivt at løse de problemer, der opstår spontant. Og i sidste ende skabe en bedre kvalitet i byggeriet. Samtidig kan manualen være med til at skabe større klarhed omkring ansvarsfordeling i forhold til juridiske krav og aftaler.

#### **Samspil med andre initiativer**

En række af Værdibygs vejledninger samt den igangværende AB-revision (se begrebsforklaring s.70).

#### **Løsningens aktuelle stade**

Idé

#### **Kontaktinformationer**

B. Nygaard Sørensen A/S  
John Børgesen  
Stationsalléen 42, 2.  
2730 Herlev  
Tlf. 45 88 75 65  
www.bns.dk

#### **Mere info om casen**

Se også casen Kvalitetssikring der er til at forstå



# Kvalitetssikring

der er til at forstå



"Ingeniørbeskrivelserne kan ofte være komplicerede. Og for de mindre skrivestærke på pladsen kan det være svært at beskrive, hvad der er gjort og hvordan. Via billeder eller voicemail kan vi kvalitetssikre langt bedre end tidligere" - Jørgen Damkiær, entreprenør



## Kategori

Kvalitetssikring af byggeri

## Problemstilling

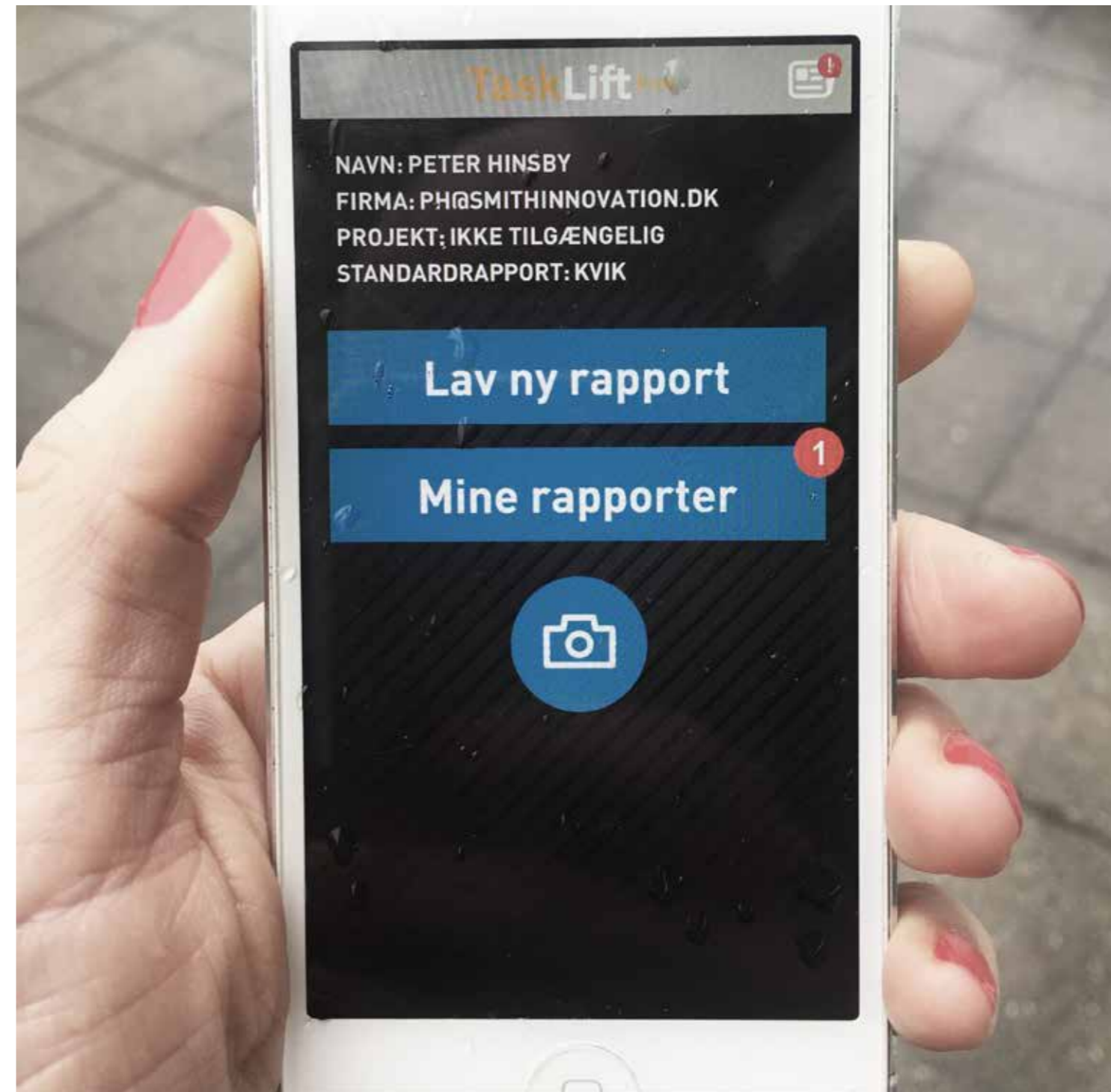
Kvalitetssikring af byggeri er en kompleks størrelse, og selvom der ligger formaliserede bestemmelser i kvalitetssikringscirkulærer og udviklede metoder som fx logbøger, er der stadig et stykke vej til, at kontrollen, opfølgningen og dokumentationen af kvaliteten i byggeriet er optimal – og dermed bidrager til synliggørelsen af værdiskabelsen. En række digitale værktøjer er kommet på markedet de senere år med henblik på at optimere kvalitetssikringen på en nemmere og mere intuitiv måde, som er tilpasset praktikernes hverdag.

## Casen

Tømrervirksomheden Egerbyg havde længe oplevet et behov for en forbedring af praksis omkring kvalitetssikring, da de stødt på det digitale værktøj TaskLift. Muligheden for blandt andet at billedokumentere via mobiltelefonen gjorde en stor forskel i forhold til de traditionelle og ofte meget omstændelige kvalitetssikringsprocesser. Men hjælpen var ikke en envejsaffære. Egerbyg brug af værktøjet i praksis satte tanker i gang. Og snart var Egerbyg en væsentlig medspiller i den videre udvikling af funktioner til applikationen. Ifølge entreprenør Jørgen Damkiær er kommunikationsværktøjet først og fremmest udviklet til at nedbryde eventuelle barrierer. "Med TaskLift kan vi sætte os ned sammen med rådgiveren og definere særlige "brændpunkter" i en byggesag. Det kan være nogle særlige forhold omkring spær, hanebånd eller kipsamlinger. Så tegner vi det sammen og aftaler, at det skal se sådan og sådan ud. Herefter udfører folkene på pladsen arbejdet og tager billeder af resultatet, som vi så kan matche med det aftalte", fortæller Jørgen Damkiær og fortsætter: "Ingeniørbeskrivelserne kan ofte være komplicerede. Og for de mindre skrivestærke på pladsen kan det være svært at beskrive, hvad der er gjort og hvordan. Ved at kvalitetssikre via billeder eller voicemail får praksis et sprog, som alle kan forstå helt intuitivt".

## Innovationsaspekter

TaskLift-applikationen er et blandt efterhånden mange digitale løsninger, der skal løse konkrete udfordringer i byggeriet. Ved at fokusere på dokumentation og brugervenlighed i et forholdsvist enkelt digitalt univers er applikationen velegnet til alle typer og størrelser af virksomheder, der har behov for at håndtere kvalitetssikring af udførte opgaver eller leverede ydelser med



Fra byggeriet af BLOX på Bryghusgrunden i København



dokumenterbart resultat. Værktøjets tilpasning til brugernes faglige kompetencer er med til at gøre byggeprocesser mere simple i en tid, hvor krav, regler og dokumentation har gjort byggerier langt mere komplekse.

#### Perspektiver

Et udviklingspotentiale kunne være at udvide applikationen med videodokumentation, der i særlige tilfælde vil kunne dokumentere løste opgaver flerdimensionelt (fx løsninger, der bevæger sig) som supplement til todimensionelle fotos. Ligeledes vil forskellige digitale tovejsfunktioner i kommunikationen mellem administrator og app-brugerne kunne forbedre kvalitetssikringsprocessen yderligere.

#### Samspil med andre initiativer

TaskLift er udviklet med henblik på at løse et generisk behov, men er i udgangspunktet en enkeltstående, specificeret applikation. Det vurderes dog umiddelbart, at værktøjet på sigt vil kunne spille sammen med andre digitale eller analoge systemer på markedet som fx bips' beskrivelsesværktøjer og Byggeskadefondenes eftersyns- og logbogssystemer.

#### Løsningens aktuelle stade

Applikationen er udviklet siden 2014 og videreudvikles i samarbejde med brugerne.

#### Videndeling i praksis

Metoden markedsføres som en kommerciel metode/applikation med brugerlicens som forretningsmodel.

#### Kontaktinformationer

Egerbyg A/S  
Jørgen Damkiær, entrepriseder  
Hvidovrevej 137  
2650 Hvidovre  
Tlf. 78 73 15 49  
[www.egerbyg.dk](http://www.egerbyg.dk)

TaskLift  
Asger Nordlund  
Flæsketorvet 68  
1711 København V  
Tlf. 26 83 11 70  
[asger@tasklift.com](mailto:asger@tasklift.com)  
[www.tasklift.com](http://www.tasklift.com)

#### Mere info om casen

[www.tasklift.com](http://www.tasklift.com)

# Dialog med praksis

## skaber grobund for bæredygtige løsninger

### Kategori

Bæredygtighed i byggeriet

### Problemstilling

Selvom bæredygtigt byggeri er i fremgang, så er det stadig svært at introducere nye bæredygtige materialer og produkter i byggeriet. Dels på grund af et komplekst regel- og producentstyret marked, men også fordi der kan opstå usikkerhed omkring, hvem der har ansvaret for nye materialer og produkters funktion og holdbarhed, når det færdige byggeri er afleveret. Problemet er ofte, at dem der beslutter, hvordan byggerier skal realiseres, oftest er nogle andre end dem, som skal gøre det i praksis. Nye løsninger og materialer, som stiller nye krav til eller påvirker hvordan realiseringen skal ske, benyttes derfor sjældent. Ved at gøre dialog om materialer og produkters egenskaber samt fordele og ulemper til et bevidst redskab, hvor også ansvarsforhold synliggøres og formaliseres i det konkrete byggeri, skabes der grobund for at afprøve nye og mindre afprøvede løsninger.

### Casen

På Bøgevej 9 i Roskilde ligger et hus, der har undergået en omfattende økologisk renovering. I dag fremstår det som en energi- og miljømæssig optimeret bolig, der er fremtidssikret. "Det handler ikke kun om at renovere et hus, så det er beboeligt nu og her. For mig er det et spørgsmål om at skabe et bæredygtigt forbillede og give huse en holdbarhed, der rækker flere generationer frem", fortæller Lars Jørgensen fra firmaet Egen Vinding og Datter, der har stået for renoveringen.

Arkitekten på projektet, Søren Olsen fra House Arkitekter, mener, at der er behov for en mere kritisk stillingtagen til valget af materialer og produkter, så der skabes en klar sammenhæng mellem visionen for byggeriet og de udførendes evne til at indfri den. Udfordringen består i at få en forståelse hos bygherren for ikke at vælge de billigste løsninger, men de bedste løsninger set på lang sigt og ud fra æstetiske og bæredygtige principper. God praksis i renovering lære af den måde, man løser restaureringsprojekter på. "Her er der dialog og en klar sammenhæng mellem visionen for byggeriet og de udførendes evne til at indfri denne. Det kan vi lære meget af. Traditionelt er håndværkere opdelt efter deres fag, materialer og værktøj. De kan derfor bygge hvad som helst, hvor som helst. Hos det specialiserede restaureringsteam falder materiale og fag sammen med slutprodukt, således at holdet tager ansvar for den



“Hos det specialiserede restaureringsteam falder materiale og fag sammen med slutprodukt, således at holdet tager ansvar for den færdige renovering og ikke den enkelte proces, som de har været del af. Det kan vi lære meget af, når vi renoverer bæredygtigt” - Søren Olsen, arkitekt

færdige renovering og ikke den enkelte proces, som de har været del af”, fortæller Søren Olsen og giver et eksempel: "Hvis man ikke ved, hvad man har med at gøre, risikerer man at lukke fugten inde i konstruktionen frem for at arbejde med diffusionsåbne løsninger. Vi har valgt at løse isoleringen på en måde, hvor al den fugt, der vil ud, også kan komme ud" Og vi har kun den ventilation, man kan få ved at åbne vinduerne - andet er ikke nødvendigt".

### Innovationsaspekter

Dialog i byggeprocessen er ikke i sig selv nyt. Det nye er at formalisere dialogen som et redskab til at fremme brugen af nye løsninger med klare(re) ansvarsforhold. Idéen om at få et tilbud fra håndværkerne på et gennemarbejdet forprojekt, hvorefter man aftaler, at prisen skal holdes, er en visionær nytænkning af multisjakked, som var kendetegnet ved at mestre flere fag, men specialisere sig i en bestemt bygningsdel. Herved træder faggrænser i baggrunden og slutproduktet synliggøres. Dette vil betyde, at man ved større renoveringer skal kunne trække på en gruppe håndværkere, som har vist, at de magter at gennemføre opgaven. Ikke nødvendigvis de billigste, men dem der gerne vil og har evnerne til at løse opgaven. Herved udnytter man håndværkerens praktiske viden til at opnå det bedste produkt til den rigtige pris. Ved at gøre dialog til et formelt redskab til partnerskabelse mellem beslutningstager (bygherre), rådgiver og entreprenør/udførende "tvinger" man de fornuftige og bæredygtige løsninger frem, som ud over de sundheds- og ressource- og miljømæssige aspekter også kan indbefatte fornyelse af arkitekturen i den eksisterende bygningsmasse.

### Perspektiver

Idéen om formaliseret dialog passer fint ind i den tværgående arbejdsmetode, integreret designproces, der netop er dialogbaseret. Lykkes det at anvende dialogmetoden konstruktivt, kan det bane vej for en større konkurrence på materiale- og produktmarkedet og implementering af flere bæredygtige løsninger i byggeriet.

### Samspil med andre initiativer

Værdibygs vejledninger om 'Samarbejde og kommunikation i renoveringsprocessen' og 'Risikohåndtering i renoveringsprocessen' samt uddannelsesinitiativer inden for Integreret Design Proces (se begrebsforklaring s.70).

### Løsningens aktuelle stade

Idéen er endnu ikke formaliseret og bygger primært på praktiske erfaringer med byggerier i mindre skala, hvor personlige relationer mellem de involverede parter har været bærende. Der findes så vidt vides ikke (nyere) forskning, der umiddelbart vil kunne understøtte den videre udvikling af metoden. Egen Vinding og Datter har lavet et andet hus med afsæt i erfaringerne fra Bøgevej.

### Videndeling i praksis

Skal dialogmetoden udvikles, formaliseres og implementeres som et konkret redskab, er det afgørende med videndeling i praksis, og at man involverer mange forskellige platforme i byggeriet fx uddannelser.

### Kontaktinformationer

House Arkitekter  
Refshalevej 163A, 1. sal  
1432 København K  
Søren Olsen  
Tlf. 28 35 64 72

### Mere info om casen

[www.housearkitekter.dk](http://www.housearkitekter.dk)  
[www.renover.dk/projektarkiv](http://www.renover.dk/projektarkiv)  
Se også casen Fremtidens Hus er lavet af halm

*Den økologiske renovering på Bøgevej i Roskilde er gennemført med fokus på økologiske materialer og bæredygtighed.*



# Fremtidens Hus

er lavet af halm

**Kategori** Bæredygtige materialer

**Problemstilling** Traditionelt set har udviklingen af byggematerialer været uhensigtsmæssig i forhold til bæredygtighed. Det er der tre overordnede årsager til: 1) de bliver lavet af ressourcer, som kun er naturligt forekomne i mindre mængder, og som ikke kan 'gendanne' sig selv. 2) produktionen er energikrævende og 3) de genererer miljøfarligt affald og har en række sundhedsskadelige effekter som fx afgang, der skader vores indeklima. Derfor er der behov for at udvikle nye bæredygtige materialer, produkter og komponenter til byggeriet. Halm synes at være et af svarene.

**Casen** I økolandsbyen Friland på Djursland finder man "Fremtidens Hus". Det er et to-etagers hus på cirka 70 m<sup>2</sup>. Og så er det opført i industrielt fremstillede halmelementer. Formålet med huset er at teste og demonstrere nye bæredygtige teknologier og byggelementer, der kan være et alternativ til konventionelle byggematerialer og komponenter. Huset er opført i bærende halmelementer, der kan erstatte betonelementer. Halmelementerne er udviklet og bliver produceret af Steen Møller og hans virksomhed Ingen Affald Udvikling ApS på Friland. "Efter at have arbejdet med halmbyggeri i 20 år ved jeg, at der er både økonomiske, indeklima- og energimæssige fordele ved at bygge i naturmaterialer. Men halm er et svært materiale at arbejde med for håndværkere og entreprenører, fordi det ikke passer ind, når man bygger på mål. Derfor kunne jeg se, at der var behov for at industrialisere produktionen af halmelementer, så det blev et standardiseret byggemateriale", siger Steen Møller. Derfor har han etableret en fabrik, hvor han blandt andet bruger vippebord, som er kendt fra betonindustrien, til at fremstille færdige halmelementmoduler til vægge, lofter og tage i elementbyggerier.

**Innovationsaspekter** Innovationen består i at industrialisere en produktion af halmelementer til elementbyggeri. Halm er et 100 % naturligt og nedbrydeligt materiale, der ikke er energikrævende at producere, og som ikke efterlader byggeaffald.

Et andet aspekt er, at halmbyggeri i dag er udfordret af, at man som entreprenør skal tage ansvaret for løsningerne, da der ikke findes anvisninger eller lignende på hverken metoder eller materiale. "Ved at komme med et færdigt element, fratages denne risiko



“Jeg introducerede en helt ny og konkret grøn praksis, fordi de udførende i dag står alene med ansvaret for halmløsninger, da der ikke findes anvisninger eller lignende på hverken metoder eller materiale” - Steen Møller, Ingen Affald Udvikling ApS

Fremstilling af standardiserede halmelementer til elementbyggeri



bygmesteren. Samtidig får man et vægelement, som kan samles med et fundament og et tag, som man kender det fra eksempelvis træelementer”, fortæller bygningsdesigningeniør Caroline Meyer White fra halm-entreprenør virksomheden Glarbo & White ApS, der har rådgivet i forbindelse med udviklingen af Fremtidens Hus. Hertil kommer at man som bygmester ikke skal kæmpe med materialets beskaffenhed, hvilket har været en stor barriere for udbredelsen af halmbyggeri. Med et færdigt industrielt produkt slipper man for at skulle finde og holde styr på materialerne.

#### Perspektiver

Byggeri med halm er allerede anerkendt som meget bæredygtigt. Men fordi der ikke er teknologi til at fremstille færdige halmelementer, er det et byggemateriale, som hidtil kun har været tilgængeligt for selvbyggere og enkelte pionérvirksomheder. Udfordringen er derfor at industrialisere produktionen af halmelementer, så det kan få alle fordelene ved elementbyggeriet og indgå i kendte byggesystemer. Ud over at have en række miljø- og indeklimamæssige fordele er halmelementerne desuden økonomisk konkurrencedygtige på pris. Hvis der kan opnås tilstrækkelig holdbarhed og bygbarhed i produktet, vil det på sigt kunne erstatte andre, mere miljøbelastende byggelementer.

#### Samspil med andre initiativer

Miljøstyrelsens projekt om Økologiske og Bæredygtigt Byggeri (afsluttet) og Foreningen Bæredygtige Byer og Bygninger-databasen [www.baeredygtigebygninger.dk](http://www.baeredygtigebygninger.dk)

#### Løsningens aktuelle stade

Benyttet på Friland. Metoden promoveres pt. i USA med henblik på eksportsalg.

#### Videndeling i praksis

Steen Møller er del af et både dansk og internationalt vidensmiljø omkring affaldsfrie byggemetoder. Desuden kommer der studerende og andre fra hele verden til Friland for at blive lært op i hans byggetekniske metoder.

#### Kontaktinformationer

Ingen Affald Udvikling ApS  
Steen Møller  
[steenfriland@gmail.com](mailto:steenfriland@gmail.com)

Foreningen for Fremtidens Hus  
Friland, 8410 Feldballe  
Morten Overgaard  
[overgaard@hum.aau.dk](mailto:overgaard@hum.aau.dk)

#### Mere info om casen

[www.livogland.dk](http://www.livogland.dk)  
[www.test-din-baeredygtige-loesning.dk](http://www.test-din-baeredygtige-loesning.dk)

# Effektiv byggelogistik

## i praksis



"Vi har fået en erkendelse af, at det er afgørende for en økonomisk rationel og optimeret logistik, at chaufførerne – altså dem der rent faktisk kommer ude på byggepladserne – inddrages og får mulighed for at tage ansvar" - Niels Haldor Bertelsen, seniorforsker, SBI



### Kategori

Logistik på byggepladsen

### Problemstilling

Renoveringsopgaver kræver et konstant flow af byggematerialer ind og ud fra byggepladsen. Eksisterende konstruktioner skal skilles ad, gamle materialer skal sorteres og køres væk som affald og nye materialer skal køres ind. Alt i alt millioner af tons af materialer, utallige kørsler og massevis af destinationer. Det hele skal ske på rette tidspunkt og uden brist i processen, som kan sætte byggeriet i stå. Alligevel indgår logistik og transport sjældent i den samlede planlægning af byggeriet, hvorfor det kan foregå mere eller mindre ukoordineret. Derfor er der et betydeligt potentiale for produktivetsforbedringer, hvis man kan forbedre og optimere logistikken i forhold til at reducere antallet af transporter og levere de rette materialer på rette tid og sted. På en byggeplads i Helsingør er man kommet tættere på en løsning.

### Casen

Byggepladser er normalt som en lørdag formiddag i storbyen. Alle leder efter de samme få parkeringspladser og spilder dermed både tid og penge. Det var derfor et overraskende syn, som mødte byggelederen fra Enemærke & Petersen, da han på en af Helsingørs største byggepladser, renoveringen af Vapnagaard, på et tilfældigt tidspunkt registrerede otte lastbiler med containere køre frem og tilbage i et gnidningsfrit flow. Det fik ham til at spørge, hvem der egentlig styrer den logistik, det kræver at opretholde det nødvendige flow, hvor alle materialer fjernes og leveres på rette tid og sted. "Det gør chaufførerne selv", lød svaret fra svende og leverandører, hvilket gav anledning til det næste spørgsmål: "Hvorfor fungerer det?" Han indkaldte derfor ledelsesansvarlige og chauffører fra containerfirmaet, City Container og byggecentret, Johannes Fog samt sjakformænd fra de forskellige fagentrepriser til et fælles møde for at høre deres erfaringer med at koordinere flowet af materialer ind og ud fra byggepladsen.

"Den dialog blev en øjenåbner for, hvordan tingene fungerer i teorien, og hvordan de fungerer i praksis – altså på tværs af ledelse og praktikere og på tværs af fag. Og en erkendelse af at det er afgørende for en økonomisk rationel og optimeret logistik, at chaufførerne – altså dem der rent faktisk kommer ude på byggepladserne – inddrages og får mulighed for at tage ansvar", siger Niels Haldor Bertelsen, der er ansvarlig for projektet 'Effektiv



*Logistik og særligt chaufførerne på pladsen bør inddrages i planlægningen af byggerier.*



byggelogistik i praksis' som er et forsknings- og udviklingsprojekt med Statens Byggeforskningsinstitut som projektholder. Projektet skal bl.a. indsamle praktiske erfaringer med affaldshåndtering og bortskaffelse fra byggesager, og her er Vapnagaard, der med 1.742 boliger er Helsingørs største bebyggelse – og dermed også en stor renoveringsopgave med 250 håndværkere på sagen i tre år, en rigtig god case.

Det viste sig fx, at det var en chauffør fra byggecentret, der hjalp sin distributionsansvarlige til at forstå, at en leverance af så mange læs af brædder til tagkonstruktioner ikke leveres på én byggeplads, men fordeles på utallige mindre "byggepladser" svarende til det antal opgange og bygninger, der er i bebyggelsen. Den distributionsansvarlige blev herefter nysgerrig og besøgte byggepladsen for med egne øjne at se logikken i chaufførens disponering. Dermed var chaufførens input helt afgørende for at optimere logistikken i forhold til at opnå en bedre kapacitetsudnyttelse.

"Både entreprenørerne, byggecentret og containerfirmaet arbejder med logistik i praksis, men der sker ikke nødvendigvis en koordinering parterne imellem og mellem de enkelte fagentrepriser i forhold til at effektivisere kørslerne. Det er derfor gennem de tværfaglige møder og samarbejde mellem parterne – og på tværs af ledelse, chauffører og håndværkere, at der skabes værdi, og det bliver økonomisk rentabelt", siger Niels Haldor Bertelsen.

Som eksemplet fra Vapnagaard viser, er byggeledelsens åbenhed og tillid til, at chaufførerne selv får lov til at styre og tage ansvar for logistikken med til, at tingene fungerer i praksis. Og det kræver, at materialeleverandørerne og containerfirmaerne er en del af byggepladsen og deltager på byggemøderne og ikke bare nogle, der kommer på besøg udefra en gang imellem. "Logistik er så komplekst, at IT-systemer ikke løser det alene. Der er brug for tværfagligt samarbejde og åbenhed for og krav til, at chaufførerne får lov til selv at tage ansvar og styring", slutter Niels Haldor Bertelsen.

#### **Innovationsaspekter**

Udvikling og effektivisering skabt gennem tværfagligt samarbejde og fælles dialog med inddragelse på tværs af faggrupper og på tværs af organisatoriske niveauer.

#### **Perspektiver**

Optimeret byggelogistik skaber mere produktive byggepladser med omkostningsbesparelser til transport og logistik. Flere af den slags eksempler samt business cases, der synliggør gevinsten ved optimeret byggepladslogistik, kan skabe en holdningsændring hos bygherrer, rådgivere og entreprenører omkring indskrivning af krav til integration af transport og logistik i kravspecifikationerne til byggeriet fra både bygherrer og rådgiver. Viden og erfaringsopsamling fra 'Effektiv byggelogistik i praksis' samt konkrete cases kan samtidig sætte fokus på effektiv byggelogistik som led i byggeriets uddannelser.



#### Samspil med andre initiativer

Et af mange initiativer, der har til opgave at udvikle byggeriets produktivitet.

#### Løsningens aktuelle stade

'Effektiv byggelogistik i praksis' er et igangværende forsknings- og udviklingsprojekt, der indsamler praksis fra en række byggesager. Projektet løber frem til udgangen af 2017 og forventes fortsat herefter.

#### Videndeling i praksis

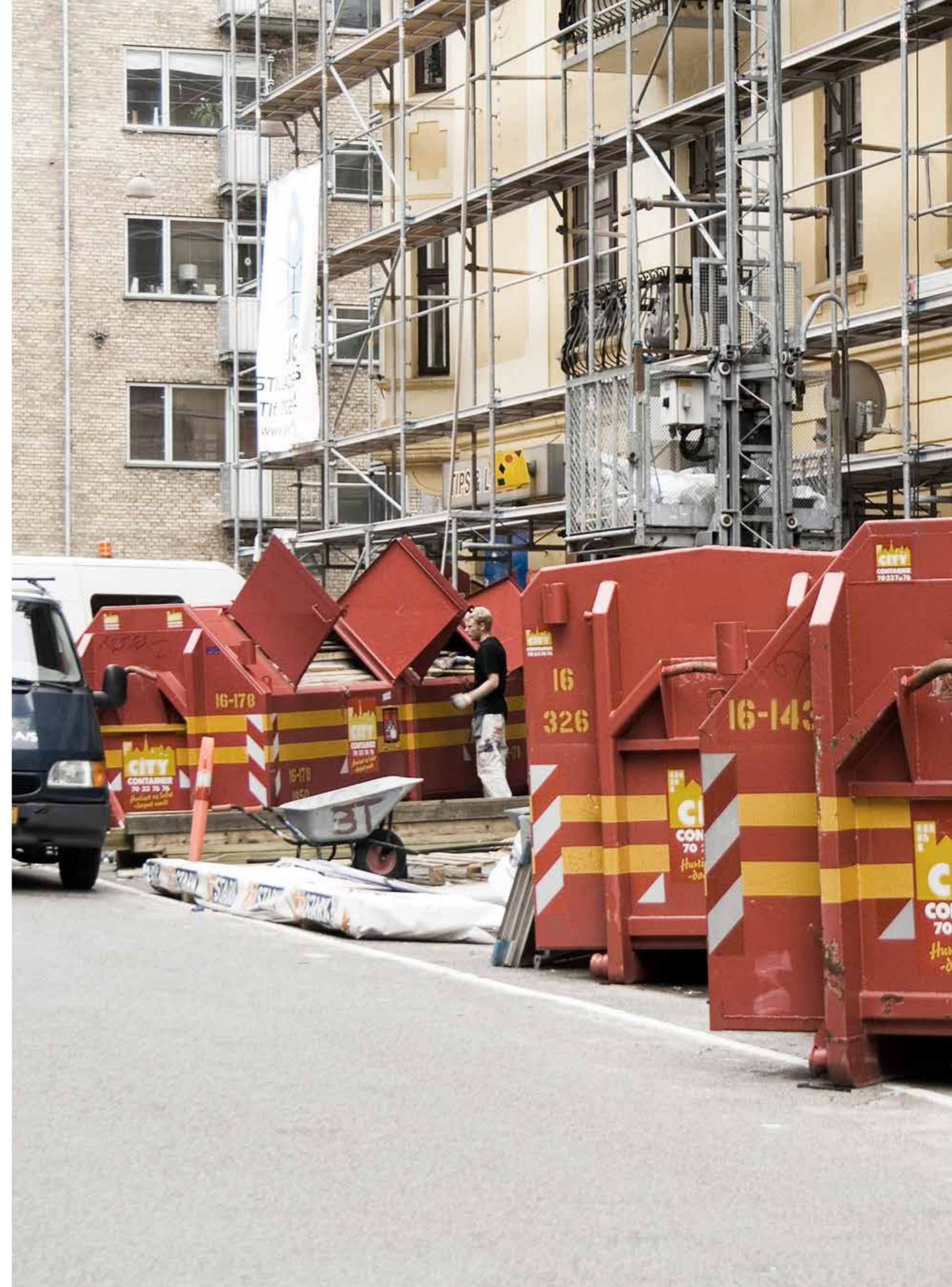
Erfaringer og anbefalinger fra 'Effektiv byggelogistik i praksis' bliver samlet i en vejledning som supplement til SBI anvisningen 'Introduktion til byggelogistik'. Parallelt arbejdes der på at overføre erfaringerne til uddannelsessystemet i samarbejde med konstruktør- og erhvervsskoler, hvor kompetencer inden for logistik bliver en del af den fremtidige uddannelse. Endelig arbejdes der også på, at en samarbejdende ledelsesform beskrives som fremtidigt udbudskrav på byggesager.

#### Kontaktinformationer

Niels Haldor Bertelsen, Seniorforsker  
Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet  
Tlf. 99 40 23 53  
nhb@sbi.aau.dk

#### Mere info om casen

'Effektiv byggelogistik i praksis', Statens Byggeforskningsinstitut



# Boligrenoveringer

gav smil på læben i Frederikshavn

## Kategori

Energioptimering og brugeradfærd

## Problemstilling

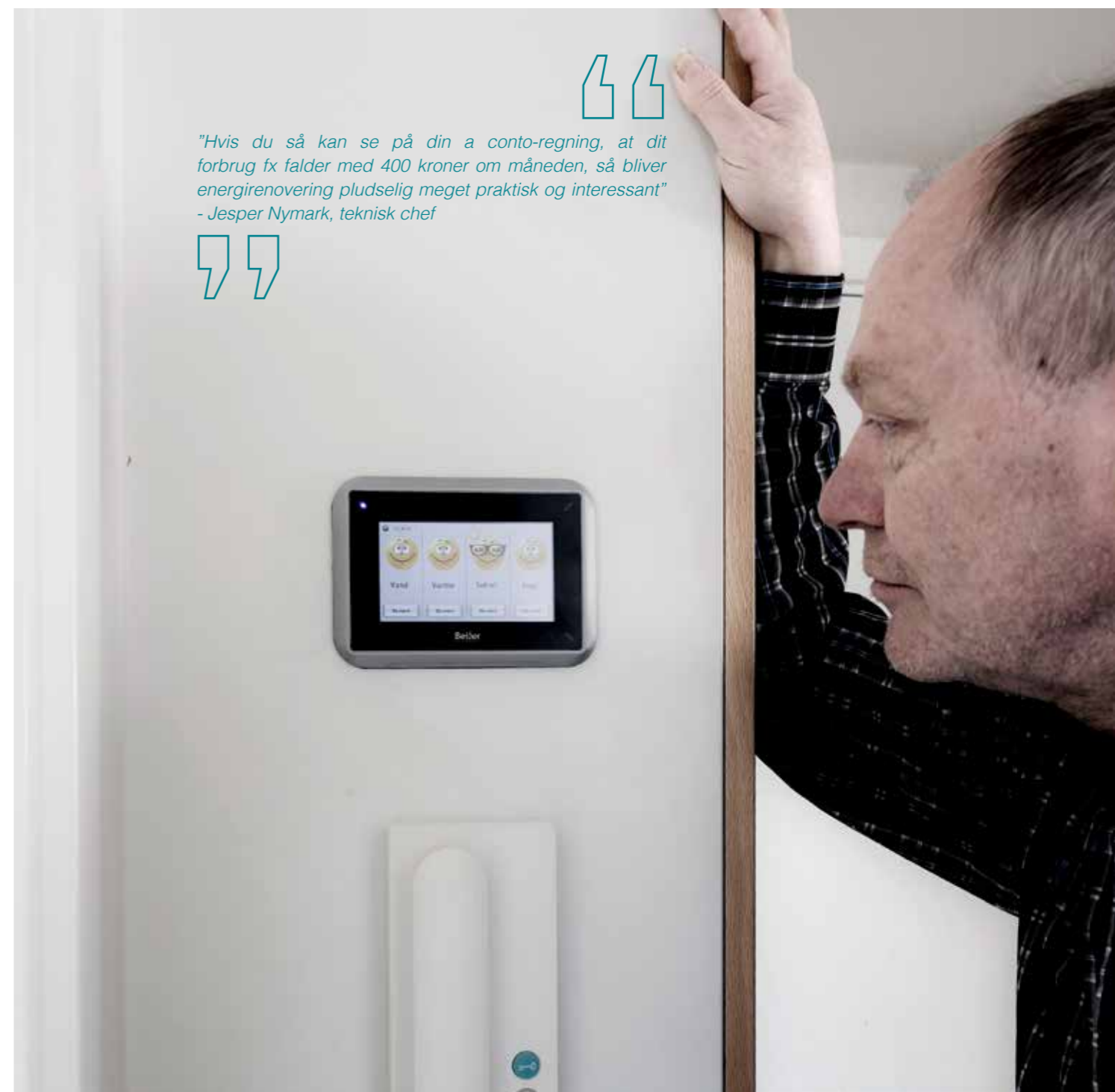
Trods store teknologiske indsatser for energieffektivisering i byggeriet har det vist sig svært at bringe det samlede energiforbrug mærkbart ned. Det er en stor udfordring at nå de beregnede mål, når bygningerne tages i brug. Beboerne skal vænne sig til en række nye vaner, når de flytter ind i nyrenoverede lejligheder. Udluftning, varmestyring og nye daglige rutiner skal sikre, at de får et godt og sundt indeklima i deres boliger, og at de lovede energibesparelser holder. Men den øvelse kræver mere end blot et brev eller en pjece. I Frederikshavn har man udviklet et redskab, som effektivt skaber incitament til at spare på energien uden at veksle besparelserne til nyt forbrug.

## Casen

"Vi havde jo lovet beboerne i Højbo besparelser inden renoveringen blev vedtaget, men hvis man som beboer ikke ændrer sin adfærd, kan besparelsen udeblive", begynder Jesper Nymark, teknisk chef i Frederikshavn Boligforening og fortsætter: "Skal man have beboerne til at interessere sig for en energirenovering, kommer man ikke afsted med at servere en færdig teknisk løsning." Derfor har boligforeningen introduceret et smileypanel i alle lejligheder, hvor beboerne kan følge deres energiforbrug på tæt hold. Smileypanelerne indikerer hele tiden, om beboeren får penge tilbage eller kan forvente en ekstra regning, når måneden er omme. På den måde bliver beboere, som slet ikke interesserer sig for energi, optaget af at forholde sig til deres egen adfærd i boligen. Lidt ligesom at få en regning hver dag i stedet for de kvartalsvise opgørelser. Har man brugt lidt for meget én dag, kan man holde det op mod resten af ugen eller måneden og sørge for, at man rammer forbruget eller ligger under. Og det gør de fleste ifølge Jesper Nymark: "Hvis du så kan se på din a conto-regning, at dit forbrug fx falder med 400 kroner om måneden, så bliver det pludselig meget interessant", siger Jesper Nymark.

## Innovationsaspekter

Innovationen i Frederikshavn Boligforenings energipolitik ligger i høj grad i inddragelse af beboerne med fokus på energirigtig adfærd ved hjælp af pædagogisk information og synliggørelse af forbruget. Der findes en del tekniske løsninger i dag, som er i stand til at følge og vise ens forbrug i noget nær realtid. Men boligforeningens løsning var en af de første og udmærker sig stadig ved sit simple



*"Hvis du så kan se på din a conto-regning, at dit forbrug fx falder med 400 kroner om måneden, så bliver energirenovering pludselig meget praktisk og interessant"*  
- Jesper Nymark, teknisk chef



brugerdesign og sin evne til at forbinde data. Det er langt fra nogen nem opgave at få så mange systemer til at spille sammen. Boligforeningen har søgt hjælp i andre brancher for at lykkes med smileypanelet. Et kommunikationsbureau har stået for visningen og et offshore firma, der normalt leverer løsninger til containerskibe, har sørget for at forbinde de forskellige data.

#### Perspektiver

Forskellige tests af effekten af synliggørelse af energiforbruget for beboerne forskellige steder i Danmark har vist, at det er vanskeligt at fastholde interessen blandt beboerne på længere sigt. Perspektivet er ellers reelt nok, og det må forventes, at det i takt med ændringer i lovgivningen om etablering af fjernaflæste målere på sigt vil være almindeligt, at beboerne kan følge deres energiforbrug på tæt hold, og at det samtidig bliver mere udbredt at interessere sig for forbrugseffekterne – ikke mindst de økonomiske. Muligheden for at følge sit forbrug i noget nær realtid synliggør en masse omkring ens adfærd og fejl i systemet, som man ikke kunne se førhen. Nye beregninger viser fx at op mod 20 % af vores forbrug går til stand-by strøm.

#### Samspil med andre initiativer

AlmenNet-relaterede udviklingsprojekter under temaet 'Energirenovering og Energiadfærd' og pilotprojekt på privat udlejnings-ejendom, Wilkenbo, under temaet 'Energirenovering for lejere'.

#### Løsningens aktuelle stade

Synlig- og bevidstgørelsen af beboernes energiforbrug i Højbo skal ses i sammenhæng med, at bygningen er selvforsynende med energi ved hjælp af en kombination af el-produktion fra solceller, varmepumper i tilknytning med jordvarmeanlæg og CTS-overvågning- og styring, og at bygningen generelt er energioptimeret i forhold til både varme- og elforbrug. Energirenoveringen blev afsluttet i 2013, og allerede i 2014 var energiforbruget reduceret væsentligt. Varmeforbruget med hele 85-90 %. Det forventes, at bygningen som helhed fortsat vil have et lavt energiforbrug, der er godt hjulpet af dedikeret driftspersonale og høj grad af beboerinvolvering.

*Renoveringen af ejendommen  
Højbo i Frederikshavn var  
nomineret til RENOVER prisen i  
2015*



#### Videndeling i praksis

Løsningen med BoligEnergiSkole og smileypanel eksponeres på [www.frederikshavnboligforening.dk](http://www.frederikshavnboligforening.dk) og [www.godboligenergi.dk](http://www.godboligenergi.dk) og er desuden blevet omtalt i flere medier, heriblandt Dagbladet Politiken og [www.renover.dk](http://www.renover.dk) – sidstnævnte særligt i forbindelse med nomineringen til RENOVER prisen i 2015.

Frederikshavn Boligforening har rigtig mange interesserede besøgende som gerne vil høre om boligforeningens energipolitik og de opnåede resultater. Løsningerne og resultaterne præsenteres desuden ofte i workshops, seminarer og events i regi af fx AlmenNet og Energiforum Danmark samt i udlandet, hvor boligforeningen som repræsentant for Energibyen Frederikshavn fremlægger de opnåede resultater og ikke mindst smileypanelet og erfaringerne med brugeradfærd.

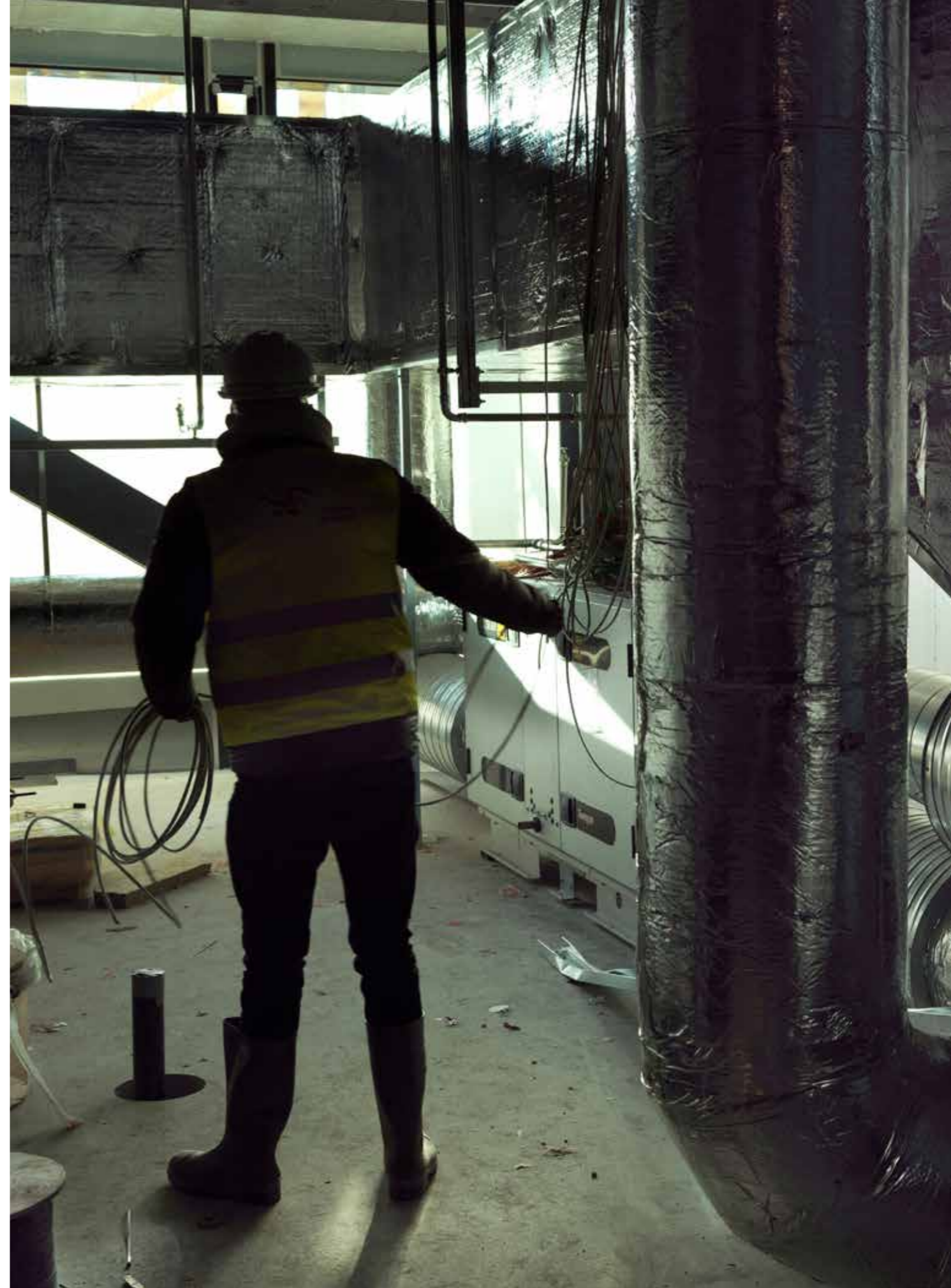
#### Kontaktinformationer

Jesper Nymark, Teknisk chef  
Frederikshavn Boligforening  
Tlf. 96 20 19 58  
[jesper@fbmail.dk](mailto:jesper@fbmail.dk)  
[www.frederikshavnboligforening.dk](http://www.frederikshavnboligforening.dk)

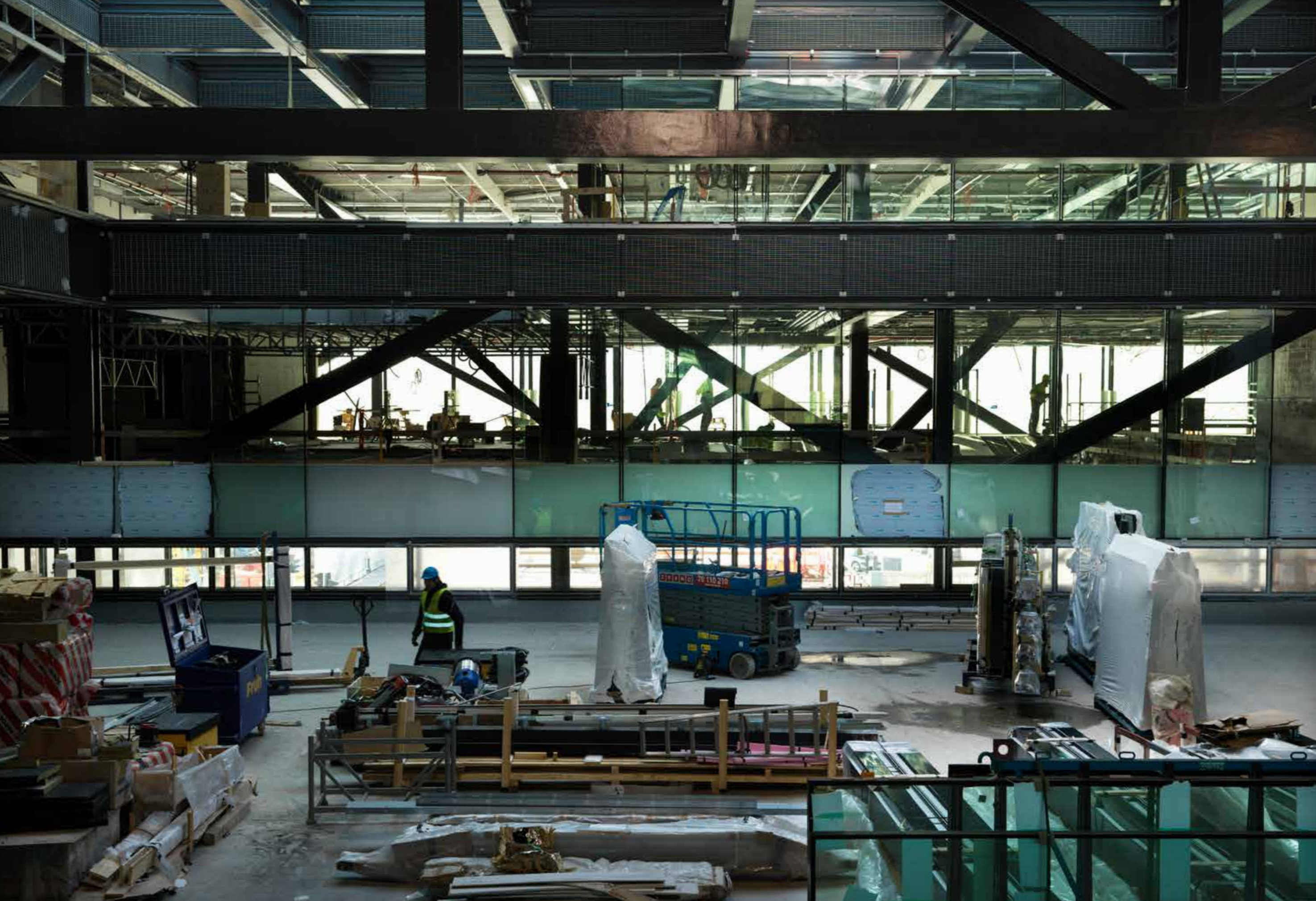
#### Mere info om casen

[www.godboligenergi.dk](http://www.godboligenergi.dk)  
[www.renover.dk/projektarkiv](http://www.renover.dk/projektarkiv)

*På de næste sider vises billeder  
fra byggeriet af BLOX på  
Bryghusgrunden i København*













# Bæredygtighed

oversat til praksis



"Bæredygtighed i byggeriet bliver alt for ofte en teoretisk og abstrakt størrelse. Så taler man om grøn omstilling, et fossilfrit samfund og at byggeriet står for 40 % af al energiforbrug. Men bæredygtighed er noget man skaber i praksis" - Jesper Ring, direktør



## Kategori

Bæredygtighed i byggeriet

## Problemstilling

Bæredygtigt byggeri er endnu ikke konventionelt i Danmark, og der er behov for at skabe større bevidsthed blandt byggeriets aktører om, hvilke parametre og beslutninger, som fører til mere bæredygtige løsninger – men også om konkrete redskaber til design, ledelse og dokumentation af bæredygtigt byggeri. "Vi ville med BDB-metoden skabe et løsning, der kunne gøre bæredygtighed forståeligt hele vejen fra design til implementering og drift" siger Jesper Ring, direktør i BDB-metoden (Bæredygtighed i Byggeriet).

## Metoden

"Vi ønskede helt overordnet at gøre bæredygtighed mere enkelt og konkret" fortæller Jesper Ring og uddyber: "Der findes efterhånden en del certificeringsordninger, men der gælder for dem alle, at det bliver til alt eller intet, og så ender det med, at kun prestigebyggerierne certificeres." BDB metoden består af en række værktøjer til design og realisering af bæredygtighed i byggeri- og anlægsprojekter, og det er bygherren eller brugerne, der definerer, hvilke bæredygtighedsparametre, der har størst betydning for dem og hvad der skal holdes fokus på. "Med metoden ville vi sætte bæredygtighed i system og sikre overblik i byggeprocessen – og så var det vigtigt at skabe et fælles sprog for alle interessenter, fra bygherre til slutbruger." En af metodens fordele er, at den indeholder et design-, beregnings- og dokumentationsværktøj, der sætter tal på bæredygtigheden. "Med BDB-metoden er bæredygtighed endelig blevet meget konkret", fortæller Kirsten Thøgersen fra Boligselskabet PrivatBo, som skulle have fornyet Østergården i Københavns klimakvarter på Østerbro. "Med screeningen af projektet i sin helhed fik vi identificeret de steder i projektet, hvor vi kunne få mest bæredygtighed for et begrænset budget."

BDB-Metodens værktøjer består af ti koncepter, der udgør metodens grundelementer. De ti koncepter danner samtidig baggrunden for al kommunikation, herunder beskrivelsen af visioner og kvalitetskrav samt målfastsættelsen til byggeriet. Koncepterne gør det muligt at kommunikere med alle uanset baggrund og på et præcist og operationelt grundlag: Geografi, hovedgreb, struktur, LCA-energi, materialer, vand, LCC-økonomi,



indeklima, sikkerhed og proces (se begrebsforklaring s.70). "BDB-Metodens ti koncepter er meget tydelige og overskuelige, og gjorde bæredygtighed forståeligt for os," fortæller rektor Thomas Jørgensen, fra Borupgaard Gymnasium, som fik kortlagt sin nuværende grad af bæredygtighed; dernæst visionerne og en prioriteret handlingsplan for de næste fem år med både tekniske og blødere parametre

#### Innovationsaspekter

BDB-Metoden tager udgangspunkt i den gængse måde at tænke byggeri på, men systematiserer arbejdsgange ved at 'nedbryde' projektet i delelementer for at skabe et strategisk overblik, samtidig med at den styrker kvalitetssikringen og fokuset ift. bæredygtighed i både projekt og resultat. Dette er tydeligt med Borupgaard Gymnasium, hvor man havde brug for en mere systematisk og forståelig tilgang til bæredygtighed i den daglige drift. Brugerinddragelsen, der er blevet fremhævet i forbindelse med Visioner i Praksis, er et væsentligt led i designet og gennemførelsen af bæredygtige projekter – et led som BDB-Metoden integrerer systematisk.

"Vores vision om at gøre bæredygtighed enkelt, konkret og tilgængeligt har båret frugt, også i mindre projekter. Som nu på Borupgaard Gymnasium, hvor en gruppe ildsjæle fik et konkret værktøj i hænderne; en plan der betyder, at deres ideer og visioner om bæredygtighed rent faktisk bliver til noget i de kommende år." siger Jesper Ring

#### Perspektiver

BDB-Metoden kommer commercialiseres i dag af de parter, der har stået for udvikling, test og implementering. Metodens innovative greb og åbne tilgang til standarder og partnerskaber er samtidig med til at skabe troværdighed for hele branchen omkring involveringen. Dertil bidrager BDB-Metoden til at skabe et godt og validt grundlag for en behovs- og efterspørgselsanalyse blandt brugerne, samt at fastlægge og realisere bæredygtighedsvisionen i det endelige design.

#### Samspil med andre initiativer

Bygger som udgangspunkt på de samme parametre som DGNB-ordningen (se begrebsforklaring s. 70) og er derfor fuldt kompatibel med certificeringsordningen – men er principielt åben for alle internationale ordninger og vurderingskriterier.



*BDB-Metoden nedbryder byggeprojektet i delelementer for at skabe et strategisk overblik, samtidig med at metoden styrker kvalitetssikringen og fokus på bæredygtighed i både projektering og praksis.*

#### Løsningens aktuelle stade

BDB-Metoden er i dag på vej i markedet på en digital platform, der styrker kernen af innovation kommercielt og genererer brugererfaringer til den videre udvikling - samtidig med at BDB-Metoden stiller de grundlæggende begreber og hovedværktøjer til rådighed for stadig flere interessenter i branchen, både i og uden for Danmark.

#### Videndeling i praksis

Metoden markedsføres som en kommerciel metode, med tiden også på licens via en digital platform. Parterne bag udbyder bl.a. undervisning i brug af metoden i samarbejde med branchen, samt rådgivning i bæredygtighedsledelse og bæredygtig projektering via Juul & Hansen Arkitekter og DOMINIA AS Rådgivende Ingeniører.

#### Kontaktinformationer

BDB-metoden ApS  
Ved Vesterport 6, 3. sal  
1612 København V  
Tlf. 33 43 45 34  
info@bdb-metoden.dk

#### Mere info om casen

[www.bdb-metoden.dk](http://www.bdb-metoden.dk)

# Beboervalg der fungerer

i praksis



"Vi udviklede et digitalt skema, som bygherren herefter udfyldte i dialog med beboerne. De udfyldte skemaer fungerede som dokumentation af beboernes valg, og papirprint af beslutningen blev opsat i hver lejlighed af hensyn til håndværkerne, der skulle udføre løsningerne og bidrog på denne måde til kvalitetssikringen af byggeriet" - Peter Henneberg, projektchef



**Kategori** Procesoptimering

**Problemstilling** Særligt i almene boligejendomme renoveres der ofte kollektivt, dvs. at alle boligerne i en afdeling renoveres inden for samme projektramme i modsætning til den private udlejningssektor, hvor boligrenoveringen ofte sker mere ad hoc. Den kollektive renoveringsproces indebærer en række fordele med gentagelser, men er samtidig udfordret af, at beboerne har en række individuelle ønsker i forhold til fx køkken og bad. Sætter man fx de forkerte fliser op på badeværelset koster det utilfredse beboere, mistet tillid til boligforeningen og tid og penge for entreprenøren. I Tilst blev en simpel idé til et simpelt værktøj med stor værdi i praksis.

**Casen** Det var lettere i gamle dage. En Ford T kunne kun fås i en farve: sort - og det var ikke bare farven, der var givet. Bilen fandtes kun i en version. Sådan er det ikke længere. I dag vil folk gerne sætte deres personlige præg på tingene. Og det er jo fuldt forståeligt ifølge projektchef Peter Henneberg fra Enemærke & Petersen, der var involveret i en større renoveringsopgave i bebyggelsen Langkærparken i Tilst ved Aarhus. "Vi kan jo ikke 100 % skræddersy boligerne til hver enkelt, men de får efterhånden ret mange valg, som vi så skal holde styr på", fortæller han og fortsætter: "Derfor udviklede vi et digitalt skema, som bygherren herefter udfyldte i dialog med beboerne. De udfyldte skemaer fungerede som dokumentation af beboernes valg, og papirprint af beslutningen blev opsat i hver lejlighed af hensyn til håndværkerne, der skulle udføre løsningerne og bidrog på denne måde til kvalitetssikringen af byggeriet".

Byggeledernes konkrete behov for at få og holde styr på alle beboerønskerne og den efterfølgende logistik, når ønskerne skulle implementeres i de enkelte lejligheder, førte altså til udviklingen af en light udgave (Excel ark kombineret med papirprint) af en tilvalgsmodel med alle de på forhånd besluttede, tilladte elementer eller komponenter, som beboerne havde mulighed for at vælge imellem og kombinere.

*Boligblok i Langkærparken i Tilst som var nomineret til RENOVER prisen i 2013.*



### Innovationsaspekter

Idéen om digitale konfigurationsmodeller i byggeriet er ikke i sig selv ny. Konceptet kendes fra adskillige køkkendesigns fra Ikea over HTH til Multiform. I nyere tid kendes konceptet fra Altan.dk. Simpelt i den konkrete løsning, og entreprenørens fokus på byggeproces frem for massekonfiguration som ren salgskanal, er innovativ og godt tænkt i den konkrete sag. Et andet innovationsaspekt kunne være at sikre overførsel af konfigurationsdataene til driftsværktøjer, så driftsorganisationen kan (gen)bruge det skabte overblik. I den konkrete case lever de udfyldte skemaer videre i afdelingens fysiske driftsmapper og vil i princippet kunne overføres til digital form, når driftsorganisationen er klar hertil.

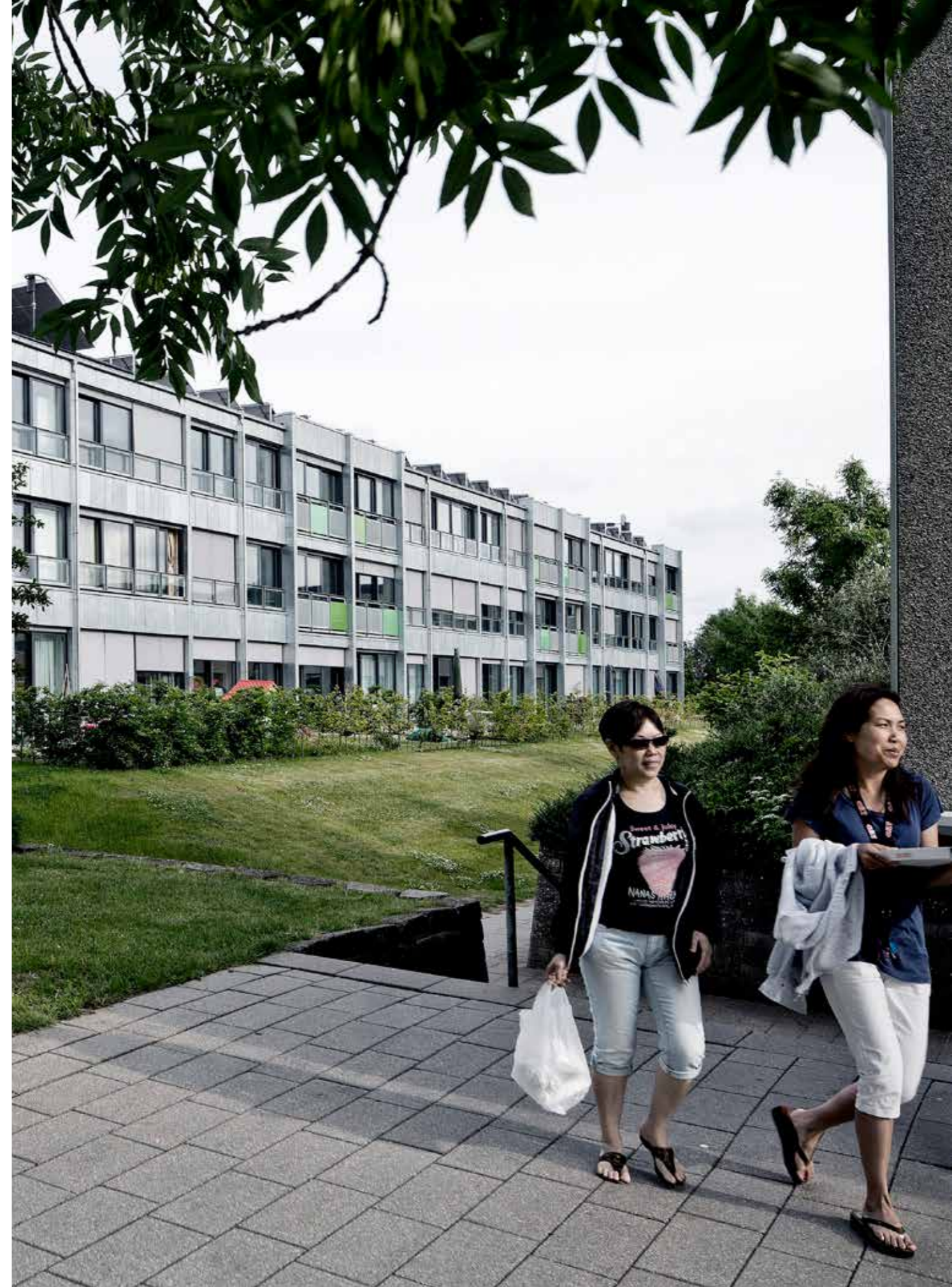
### Perspektiver

Der ligger perspektiver og et langt fra udnyttet potentiale i at udbrede anvendelsen af konfigurationsmodeller i byggeriet – både med hensyn til indkøbsaftaler, byggeproces og driftsoptimering. Det gælder især i forhold til den eksisterende bygningsmasse, hvor udsigten til fuld integration af BIM (se begrebsforklaring s.70) i såvel byggeri som drift er lang. En anden klar fordel er, at konfigurationsmodeller "tvinger" projekterende, producenter og udførende til tidlig dialog, eftersom materiale og retningslinjer for udførsel må aftales på forhånd. I større byggeprojekter som fx Langkærparken vil konfigurationen af beboervalg i fremtiden kunne styres via BIM, der på sigt kan forventes at få fuld integration med driftssystemer. Den mere simple metode, der er beskrevet her, vil dog fortsat være anvendelig i de byggeprojekter, hvor bygherren ikke er tvunget til eller ønsker at arbejde med BIM, fx fordi der er tale om et mindre projekt, eller fordi driftsorganisationen ikke er gearet til at håndtere BIM-data og derfor ønsker en mere enkelt model.

### Samspil med andre initiativer

Initiativer, der forsøger at bygge bro mellem projekterings- og udførelsesmodeller og driftsmodeller/værktøjer.

*Boligblok i Langkær-parken i Tilst som var nomineret til RENOVER prisen i 2013.*





#### Løsningens aktuelle stade

Den afprøvede metode ligger fortsat på idéstadiet, men er simpel og kan tages i anvendelse og videreudvikles af alle, der kan se en fordel i at skabe overblik over og implementere komplekse valgmuligheder. Som nævnt lever de anvendte skemaer videre i driften af Langkærparken.

#### Videndeling i praksis

Da idéen og metoden ikke er formaliseret, og dermed ikke har et konkret ejerskab, vil videndelingen primært ske gennem praksisfællesskaber og samarbejder om konkrete byggerier.

#### Kontaktinformationer

Enemærke & Petersen A/S  
Edwin Rahrs Vej 82  
8220 Brabrand  
Peter Henneberg, Projektchef  
Tlf. 91 37 68 01  
phe@eogp.dk

AL2bolig  
Langkærvej 2F  
8381 Tilst  
Per Kinly, Projektleder  
Tlf. 60 29 41 44  
pk@AL2bolig.dk

#### Mere info om casen

[www.al2bolig.dk](http://www.al2bolig.dk)  
[www.eogp.dk/referencer](http://www.eogp.dk/referencer)

*Den nye skiferfacade som en boligblok i Langkærparken i Tilst fik ved en energirenovering. Blokken var nomineret til RENOVER prisen i 2013.*

# Digitalisering

der når helt ind i byggeriets praktiske kerne

## Kategori

Samarbejdsprocesser i byggeriet

## Problemstilling

Når man begynder et nyt byggeprojekt, samler man samtidig en masse forskellige aktører, der kommer med hver deres kompetencer, arbejdsmetoder og måder at kommunikere på. Og for det meste er det ikke forskellen i måden, vi arbejder på, men derimod forskellen i måden vi kommunikerer på, der skaber forsinkelser i byggeprocessen. Det sker, fordi de forskellige fag kun tager ansvar for deres egen del af processen frem for at tage ansvar for og kommunikere sammen om det færdige byggeri.

## Casen

Ved at bringe digitaliseringen helt ind i byggeriets praktiske kerne har man i forbindelse med udvidelsen af Panum-komplekset i København fået optimeret kommunikationen mellem byggeriets aktører. Den nye Mærsk Bygning, der er en udvidelse af Panum-komplekset ved Københavns Universitets Sundhedsvidenskabelige Fakultet på Nørrebro i København bestående af 42.700 m<sup>2</sup> fordelt på 15 etager. En bygning, der skal danne rammer for biomedicinsk forskning med laboratorier, auditorier og undervisningslokaler samt blandt andet en stor cykelkælder, kantine og nye grønne områder. Men det er også rent byggeteknisk et komplekst projekt med mange involverede parter – og derfor også et svært sted at teste nye online kommunikationsværktøjer. Men det var lige præcis, hvad Juul & Nielsen valgte at gøre med den digitale projektstyrings- og kommunikationsplatform GenieBelt.

Der arbejdede over 30 forskellige sjak på Mærsk Bygningen. Flere fag betyder flere faggrænser, og det skaber usikkerhed om, hvornår ens arbejde er færdigt. "Der er sket en eksplosion af fagligheder og specialister i byggeriet. Men i takt med, at vi specialiserer os, bliver det også sværere at tale sammen på tværs. Hvis vi derfor kan få alle til at 'tale samme sprog', mindsker vi risikoen for fejl og konflikter. Og i sidste får vi færre forsinkelser af byggerierne", fortæller Tommy Nielsen, direktør i Juul & Nielsen, der stod for kompletteringsentreprisen på Mærsk Bygningen.

## Innovationsaspekter

Byggeriet har i mange år arbejdet med digitalisering af kommunikation i form af fx bygningsmodeller baseret på egenskabsdata (BIM), dokumenthåndtering (projektweb) og processimuleringer



"Der er sket en eksplosion af fagligheder og specialister i byggeriet. Hvis vi derfor kan få alle til at 'tale samme sprog', mindsker vi risikoen for fejl og konflikter. Og i sidste ende får vi færre forsinkelser af byggerierne" - Tommy Nielsen, direktør



Værktøjet GenieBelt supplerer den direkte kommunikation på byggepladsen.



(VDC) (se begrebsforklaring s.70). Idéen med GenieBelt er dog at bringe den digitale kommunikation helt ind i byggeriets "praktiske kerne" og skabe korte kommandoveje i forhold til fx uforudsete udfordringer og dynamisk tidsplanstyring. Og dermed gøre digital kommunikation til et konkret redskab, der kan optimere byggeprocessen.

Digital kommunikation kan bidrage til at sammenkoble byggeriets (del)processer og optimere digitaliseringen i hele byggeriets værdikæde.

#### Perspektiver

Ved at involvere og give hurtig feedback til de udførende på byggepladsen kan byggeprocessen blive mere produktiv, og fejlene redigeres.

#### Samspil med andre initiativer

Byggeriets (generelle) digitalisering

#### Løsningens aktuelle stade

Afprøvningen af GenieBelt nåede ikke sit fulde potentiale på Mærsk Bygningen på grund af byggeriets kompleksitet og størrelse og de mange involverede virksomheder. Alligevel var konklusionen, at der var brug for færre møder og byggepladsbesøg og mindre papir, og at der var hurtigere kommunikation og hurtigere løsning af fejl. Samtidig var det 'fælles sprog' og bedre overblik med til at styrke den enkeltes faglige stolthed og ejerskab til det samlede projekt og skabe en

større følelse af samarbejde. Og i kroner og øre er vurderingen, at værktøjet vil sikre besparelser på mellem 2-4 %.

#### Videndeling i praksis

GenieBelt foretager aktiv videndeling gennem LinkedIn-gruppen 'Future of construction and contech'.

#### Kontaktinformationer

Juul & Nielsen A/S  
Tommy Nielsen, Wael Adlouni og Martin van der Watt  
Erhvervsvej 15  
2600 Glostrup  
Tlf. 43 42 13 11

GenieBelt  
Vesterbrogade 2B,  
1620 København V  
Ulrik Branner  
Tlf. 30 65 43 90

#### Mere ino om casen

[www.geniebelt.com](http://www.geniebelt.com)  
[www.juul-nielsen.dk/projects/maersk/](http://www.juul-nielsen.dk/projects/maersk/)

# Slanke betonelementer

letter monteringen på byggepladsen og energiforbruget i hjemmet

**Kategori** Proces- og produktoptimering

**Problemstilling** Store dele af den eksisterende boligmasse skal renoveres og energioptimeres i løbet af de næste 10-15 år. Mange – især almene boligbyggerier fra 1960'erne og frem – er bygget i præfabrikerede betonelementer med blottede facader og utilstrækkelig isolering efter nutidens standard. Rent byggeteknisk er betonfacaderne ofte forvitrede, ligesom der også arkitektonisk er potentiale for forbedringer. Stædighed og utallige afprøvninger førte til udviklingen af slanke betonelementer til fordel for både montører og beboere.

**Casen** En gennemgribende renovering af boligbebyggelsen Rosenhøj i Viby Syd ved Aarhus har blandt andet betydet, at områdets boligblokke har fået ny facadebeklædning. Renoveringen er et led i en større helhedsplan for området, og det betyder blandt andet, at boligblokkene skal have forskellige facadeudtryk. På otte af bebyggelsens i alt 23 eksisterende boligblokke har man monteret og afprøvet et nyt facade- og energirenoveringssystem i højstyrkebeton. Connovate's renoveringssystem består af færdigproducerede og isolerede paneler, der er produceret kompakte med en kerne af højeffektiv isolering, hvilket sikrer maksimal isoleringsevne ved en minimal elementdybde. Der opnås herved en slankere og mere velisoleret løsning med mere lysindfald og udsyn end ved alternative løsninger.

Panelerne ophænges på et nyt og enkelt system, der formonteres på facaden og er justerbart i alle 3 dimensioner. For de uorganiske paneler giver det en effektiv og hurtig montage, der ikke er afhængig af vejret, og som kan klares uden brug af stillads. Dertil er systemet designet med et fugesystem i rustfri stål, der holder i bygningens levetid uden vedligehold i modsætning til traditionelle fuger. Fugerne kan efter endt brug i bygningen nedtages og genanvendes i et nyt byggeri. Der er mange æstetiske muligheder med hensyn til overflader, farver og detaljløsninger ved renoveringsopgaverne. "Højstyrkebeton er allerede brugt i byggeriet, blandt andet til trapper og altaner, men det er nyt at tænke det ind i selve bygningskroppen og bruge det til isolerede flader. Det gør det attraktivt i forhold til bæredygtigt byggeri, fordi man kan få velisolerede bygninger men med tyndere vægge, hvilket giver et mindre bruttoareal og bedre lysforhold i bygningen", siger Karsten Bro, salgs- og innovationschef



"De fleste problemstillinger i byggeriet er alt for komplekse til, at man kan tænke sig til det rette resultat på forhånd. Udvikling uden praksis giver derfor ikke mening. Vores beton er blevet til gennem utallige forsøg i en tæt vekselvirkning mellem afprøvning og omtanke" - Karsten Bro, salgs- og innovationschef



De slanke beton-  
elementer er nemme  
at håndtere i praksis.



i Connovate. Connovate har brugt mange år og ressourcer på at udvikle en højstyrkebeton med de rigtige egenskaber. Det har især været en udfordring at udvikle en beton med de rigtige egenskaber i forhold til brand. Der var dog intet magisk over jagten på opskriften, som har krævet stor praksisviden og disciplin. "De fleste problemstillinger i byggeriet er alt for komplekse til, at man kan tænke sig til det rette resultat på forhånd", udtaler Karsten Bro. "Udvikling uden praksis giver derfor ikke mening. Vores beton er blevet til gennem utallige forsøg i en tæt vekselvirkning mellem afprøvninger og nye idéer."

#### Innovationsaspekter

Med udviklingen af den nye højstyrkebeton kan Connovate også ved anvendelse af kun 1/3 beton i forhold til traditionelle betonsandwichelementer producere meget slankere og lettere elementer med samme styrke og brandegenskaber. Ifølge Karsten Bro er de innovative aspekter ved renoveringspanelsystemet:

1. Unikt slanke paneler med lav vægt (80 kg/m<sup>2</sup>), der gør transport og montage konkurrencedygtigt
2. Færdigmonterede facader med høj isoleringsevne uden kuldebroer
3. Vejrrobust montage uden brug af stillads
4. Uorganiske materialer
5. Mulighed for unikke overflader og æstetiske detailløsninger
6. Reduktion i byggetid, produktionstid
7. Fugesystem i rustfri stål med bygningslevetid

#### Perspektiver

Perspektiverne i optimerede byggesystemer til renovering er, at processeneffektiviseres og kvaliteten forbedres. Procesoptimeringen gør systemet konkurrencedygtigt og giver potentielt bygherren en bedre økonomi ved både reduceret varmekonsum og meget lave omkostninger til drift og vedligehold. Fugesystemet i rustfrit stål er i princippet uopslideligt og forbereder byggeriet på en mere bæredygtig fremtid, hvor byggerier let kan skilles ad og de enkelte komponenter bruges igen og igen i nye byggerier.

#### Samspil med andre initiativer

Initiativer, der forsøger at bygge bro mellem projekterings- og udførelsesmodeller.

#### Løsningens aktuelle stade

På markedet

#### Videndeling i praksis

Generel markedsføring

#### Kontaktinformationer

Connovate  
Karsten Bro, Salgs- og innovationschef  
Tlf. 30 95 00 30  
kb@connovate.com

#### Mere info om casen

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

# Renoveringslaboratorium

sikrer sammenhæng mellem teori og praksis

## Kategori

Samarbejdsprocesser i byggeriet

## Problemstilling

Traditionelle byggeprocesser kan have en tendens til suboptimering og ansvarsfraskrivelse rådgiverne imellem. Et af problemerne er at man finder ud af hvordan byggerier skal realiseres, før man involverer dem som skal udføre det og beslutter hvilke materialer de skal levere det med. Derfor er der behov for nye samarbejdsformer, der kan optimere ydelser og leverancer. Og hvor der tages samlet ansvar til fordel for bygherre, slutbrugere og klima.

## Casen

Tre innovative virksomheder har skabt et renoveringslaboratorium, hvor alle i byggeriets værdikæde kan teste visioner og løsninger af inden man går i gang. Idéen udspringer af et projekt med tre opgange med i alt 32 lejligheder i Ryesgade 30 A-C på Nørrebro i København. Ejendommen blev i 2013 totalrenoveret med nyt bad, køkken, nye installationer, samt 4 nye tagboliger. Også facaden er blevet renoveret med respekt for det oprindelige arkitektoniske udtryk. Ryesgade 30 er på mange måder så veludført et eksempel på hvordan man kan renovere ældre etageejendomme at projektet vandt RENOVER prisen i 2013.

Selvom projektet omhandlede 32 lejligheder skyldes succesen særligt én lejlighed. Testlejligheden blev realiseret forud for hovedprojektet med henblik på at afprøve forskellige løsninger inden for isolering, vinduer, dagslys og ventilation. Den gav slutbrugerne et praktisk bud på, hvad de kunne glæde sig til og et løfte om, at beregninger på fx varmebesparelser var mere end ren teori. "Vi skaber en slags renoveringslaboratorium hvor vi prøver tingene af i praksis. Her kan brugerne også mærke forskellen, og nyde lysindfaldet og den forbedrede luftkvalitet.

På mange byggesager laves en grøn projektering, men enkeltelementerne er ikke afstemt med hinanden som helhedsløsninger og brugerne involveres ikke i processen – og så holder beregningerne ikke. På den måde ender man med at bygge luftkasteller, der ikke holder i praksis, fordi der er for stort skel mellem dem der tegner og designer renoveringer og dem der udfører og leverer løsningerne," forklarer Niels Jakubiak Andersen fra e+, der er en tværfaglig platform, som kombinerer



*"På mange byggesager laves en grøn projektering, men der anvendes typisk ikke grønne materialer eller produkter – og så holder beregningerne ikke. På den måde ender man med at bygge luftkasteller, der ikke holder i praksis, fordi der er for stort skel mellem dem, der tegner og designer renoveringer og dem, der udfører og leverer løsningerne" - Niels Jakubiak Andersen, adm. direktør*



Prøvelejligheder i Ryesgade 30 gav mulighed for at teste løsninger i praksis. Projektet vandt RENOVER prisen i 2013.



viden fra innovationsprojekter med erfaringer fra realiserede renoveringsprojekter for at sikre størst mulig værdi for bygherrer og slutbrugere og klima.

#### Videndeling i praksis

De involverede virksomheder bruger videndeling af deres forretningskoncept som en del af deres markedsføring. e+ indsamler og deler således løsninger, erfaringer og erkendelser på en åben vidensplatform ud fra et ønske om åbenhed i forhold til samfundet og som en del af forretningsstrategien. e+ har desuden en række videnssamarbejdspartnere blandt videninstitutioner, leverandører og producenter.

#### Innovationsaspekter

Løsningen med testlejligheder er et af i alt 5 procesværktøjer, der er udviklet med støtte fra offentlige midler og tæller en række producenter, rådgivere og videninstitutioner. De øvrige værktøjer er Dialog, Screening, Kommunikation og Scenarier. Et af formålene med viften af udviklingsprojekter, som parterne har deltaget i igennem den seneste årrække er at få praktikerne og producenterne med indover fra start, så man kan tilbyde den samlet set bedste helhedsløsning til bygherrer. Ved at formalisere den tværgående samarbejdsproces i et egentligt forretningskoncept forpligter parterne sig på at samarbejde om konkrete løsninger og dermed dele de risici og erfaringer, der er forbundet dermed. Det kan det både udvikle det fælles forretningskoncept og virksomhedernes selvstændige forretning.

#### Perspektiver

Forpligtende samarbejde mellem mindre virksomheder i byggeriet synes at være en oplagt mulighed, da den danske byggebranche er kendetegnet ved at have mange små virksomheder, der isoleret set mangler innovationskraft. Samarbejdet kan formaliseres på forskellig niveau – fra en fælles, formaliseret forretningsmodel til mere uformelle og 'løse' netværks- og vidensfællesskaber.

#### Samspil med andre initiativer

Konceptet bag e+ er udviklet i samspil med sideløbende støttede udviklingsprojekter som "Procesværktøjer til 360 graders indeklima og energirenovering" (Markedsmodningsfonden) og "Energirigtig og brugervenlig bygningsfornyelse" (Boligministeriet).

#### Løsningens aktuelle stade

Forretningskonceptet er formaliseret og implementeret i praksis.

#### Kontaktinformationer

e+ a/s ejes af parterne:  
Krydsrum Arkitekter  
Rönby.dk  
Ekolab

Niels Jakubiak Andersen, Adm. direktør  
Tlf. 28 60 20 09  
nja@e-plus.dk

#### Mere info om casen

[www.e-plus.dk](http://www.e-plus.dk)

# Begrebsforklaring

## **AB-revision** Almindelige Betingelser

AB-systemet består i dag af tre sæt frivillige standardaftalevilkår ABR 89, AB 92 og ABT 93. Revisionen af AB-systemet forventes at blive afsluttet med en høring og en afsluttende konference.

De frivillige aftaledokumenter vedrører den konkrete aftale mellem parterne, f.eks. en bygherre og en entreprenør, og gælder kun, hvis parterne bliver enige om, at aftaledokumenterne skal gælde for den konkrete entreprise.

Kilde: Trafik- og Byggestyrelsen, [www.trafikstyrelsen.dk](http://www.trafikstyrelsen.dk)

## **BIM** Bygnings Informations Modellering

Er en proces, der tilsigter at opbygge digitale, objektbaserede bygningsmodeller med relationer mellem dataobjekterne samt mellem objekternes geometri og øvrige egenskabsdata.

Kilde: Byggeriets Begreber, [www.byggerietsbegreber.dk](http://www.byggerietsbegreber.dk)

## **CAD** Computer Aided Design

Begrebet anvendes i praksis både om digital tegning og om en egentlig digital modellering.

Kilde: Byggeriets Begreber, [www.byggerietsbegreber.dk](http://www.byggerietsbegreber.dk)

## **DGNB** Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

Tysk bæredygtighedscertificering, der blev lanceret i en dansk version i 2012 ved en bearbejdning af de tyske kriterier, så de er blevet tilpasset danske standarder, praksis og lovgivning.

Kilde: Green Building Council Denmark, [www.dk-gbc.dk](http://www.dk-gbc.dk)

## **IDP** Integreret Design Proces

IDP har til formål at sikre sammenhængende løsninger mellem form, funktion, konstruktion og energiforbrug i hele byggeprojektet. IDP anvendes som arbejdsmetode fra programmering til aflevering af byggeriet og med efterfølgende erfaringsopsamling.

## **LCA** Life Cycle Analysis

En livscyklusvurdering, også kaldet LCA, kan give et billede af et byggeris potentielle miljøpåvirkning. De miljøpåvirkninger, der indgår i LCA'er opstår i hovedtræk i forbindelse med fremskaffelse af råvarer, produktion af byggematerialer, energi- og ressourceforbrug ved drift og vedligehold, samt ved bortskaffelse og genanvendelse af bygningsdele og byggematerialer.

Kilde: Trafik- og Byggestyrelsen, [www.trafikstyrelsen.dk](http://www.trafikstyrelsen.dk)

## **LCC** Life Cycle Costing

Totaløkonomisk analyse, også kaldet LCC, hviler principielt på et totalomkostningsprincip, hvor alle relevante omkostninger og indtægter er inkluderet. Helhedstænkningen skal sikre, at kvaliteten og de langsigtede konsekvenser af valg af løsninger vurderes.

Kilde: Trafik- og Byggestyrelsen, [www.trafikstyrelsen.dk](http://www.trafikstyrelsen.dk)

## **PROJEKTWEB**

Projektwebløsninger gør det muligt for bygherrer, rådgivere, entreprenører og leverandører at dele dokumenter på tværs af virksomheder, herunder aftaler, beskrivelser og tegninger.

## **VDC** Virtual Design and Construction

Digital simulering af et byggeri forud for selve opførelsen. VDC adskiller sig fra traditionel planlægning og projektering ved at integrere økonomi, tid og drift i simuleringen.