

# Fyrtårne

– indblik i den bæredygtige byggeproces



Denne casesamling er udarbejdet af Værdibyg og Smith Innovation og udgivet af Værdibyg.

Smith Innovation har gennemført interviews med holdene bag de enkelte byggeprojekter og sammenfattet refleksionerne samt den tværgående opsamling. Interviewene er gennemført i perioden januar-april 2022.

Casesamlingen henvender sig til både bygherrer, rådgivere og udførende, der ønsker inspiration til, hvordan bæredygtigt byggeri planlægges, tilrettelægges og udføres i praksis.

Casesamlingen er støttet af Realdania og Grundejernes Investeringsfond.

## FOTOGRAFI

### Sara Kulturhus

Jonas Westling  
TRYCK JWE  
David Valldeby  
Åke Eson Lindman  
Patrick Degerman

### Børnehuset Svanen

Jonathan Grevsen

### Genbrugscenter Stablen

Arkitema (renderinger)  
Inhouse Studios

### Føldballe Friskole

Henning Larsen  
Elka van Bragt

### Almene boliger Lisbjerg Bakke

Village Gallery  
Helene Høyer Mikkelsen  
Vandkunsten  
Claus Bjørn Larsen

### Parkeringshuset Indfaldet

MT Højgaard  
Roskilde Kommune

### Ejerforeningen Ørsteds Haver

Hampus Berndtson

### Powerhouse Brattørkaia

Ivar Kvaal/Powerhouse.no  
Synlig.no/Powerhouse.no

### Coverfoto

Ivar Kvaal/Powerhouse.no

København 2022



Denne casesamling præsenterer en række eksempler på byggeprojekter, der alle har været gennem en byggeproces, som på forskellig vis har ført til et vellykket byggeri med en høj grad af bæredygtighed.

Formålet med casesamlingen er at inspirere byggeriets praktikere til at bygge mere bæredygtigt og finde plads til nytænkning og innovation ved at give indblik i fyrtårnsprojekters bæredygtige byggeproces.



Introduktion	7
Metode og læsevejledning	8
Gode råd til dig der vil realisere det næste bæredygtige fyrtårnsprojekt	9
<b>Sara Kulturhus</b>	
Når kommunal strategi inspirer til at nå nye højder	10
<b>Børnehuset Svanen</b>	
Den grimme ælling blev til en smuk svane	18
<b>Genbrugscenter Stablen</b>	
Genanvendelsesgrad på 65 pct. som pejlemærke	26

## **Feldballe Friskole**

Materialevalg der skaber vild energi 32

## **Almene boliger Lisbjerg Bakke**

Frontløber i brugen af DGNB 40

## **Parkeringshuset Indfaldet**

Når jordbalance får det til at spille 48

## **Ejerforeningen Ørstedes Haver**

Fællesskab og enighed som afsæt  
for den gode proces 56

## **Powerhouse Brattørkaia**

Når CO<sub>2</sub> styrer byggeprocessen 62





Bygninger bygges for og af mennesker. Byggeri er aldrig én persons værk, men oftest en uhyre kompleks samling af adskillige fagfolks kompetencer og ekspertiser. Og jo mere avanceret – jo mere bæredygtigt – et byggeri er, jo mere kompleks bliver processen. Samtidig er bæredygtigt byggeri et fagområde i udvikling, noget andet end det ”vi plejer”. Og derfor er den bæredygtige byggeproces ofte endnu mere kompliceret og for mange et ukendt og usikkert farvand at begive sig ud i.

Med denne casesamling ønsker vi at give en række eksempler på, hvad en bæredygtig byggeproces kan indeholde og på den måde afmystificere dét at bygge bæredygtigt. For selvom de otte cases er meget forskellige og har løst vidt forskellige udfordringer, så er der en række fællesnævner for, hvordan de er lykkedes med at bygge bæredygtigt.

Vi ønsker således at inspirere dig, der arbejder som bygherre, rådgiver eller entreprenør, til at bidrage til den bæredygtige omstilling ved at øge og realisere bæredygtighedsambitionerne i dit næste byggeprojekt.

## Fællestræk ved den bæredygtige byggeproces

Fyrtårnsprojekterne i denne casesamling varierer alle i deres karakter, størrelse og tilgang til bæredygtighed. Alligevel er det slående, at der er en række fælles træk ved den byggeproces, der ligger forud for det færdige byggeri.

Alle projekterne er kendetegnet af en tydelig vision, som har levet gennem hele processen. Den har været helt afgørende for, at byggeriet i sidste ende er blevet til et fyrtårnsprojekt – dvs. et projekt, som kan inspirere og vise vejen for andre. Tilsvarende går det igen, at bæredygtigt byggeri kræver en fælles indsats på tværs af hele værdikæden – for man kan ikke bygge bæredygtigt alene. Flere af projekterne fortæller, hvordan alle på holdet har givet lidt ekstra, fordi det ikke har været muligt at gribe efter de vante løsninger.

På det tekniske område ser vi, at bæredygtigt byggeri fordrer en høj grad af materialeforståelse. I flere af projekterne har materialerne været valgt på forhånd som en ramme for designprocessen. Her har det været afgørende for især de projekterende at sætte sig grundigt ind i materialernes egenskaber, så byggeriets design og løsninger kunne spille bedst muligt sammen med de valgte materialer.

## Innovation i processen

Der tegner sig et samlet billede af, at den innovation og nytænkning, der har fundet sted i fyrtårnsprojekterne, primært vedrører processen og sammensætningen af løsninger fremfor udviklingen af helt nye teknologier eller materialer. Langt størstedelen baserer sig på bygningskomponenter og materialer, som er velkendt i byggeriet – nogle har måske bare været glemt for en periode.

Budskabet er derfor, at det godt kan lade sig gøre at bygge bæredygtigt med de løsninger, vi kender i dag. Nytænkningen skal finde sted i processen, dvs. i måden vi organiserer og tilrettelægger byggeprojektet, og i måden vi bygger de enkelte komponenter sammen.

# Metode og læsevejledning

Fyrtårnsprojekterne er udvalgt ud fra et ønske om at vise forskellige tilgange til bæredygtigt byggeri. Du vil derfor kunne finde eksempler på byggerier, som er DGNB-certificerede, Svanemærkede eller har andre internationale certificeringer. Du finder også eksempler på byggerier, som har haft deres bæredygtighedsfokus i materialevalget og byggeriets klimaaftryk og endnu andre byggerier, som har fokuseret på genanvendelse af byggematerialer.

Derudover vil du møde en bredde i form af både danske og internationale projekter, renovering og nybyg samt forskellige typer af byggerier og bygherrer.

Hvert byggeprojekt er blevet undersøgt gennem en semistruktureret samtale, hvor der så vidt muligt har været deltagelse fra både bygherre, rådgiver og entreprenør.

Alle projekterne er opført på almindelige markedsvilkår og efterlever gældende lovgivning, dog har nogle projekter fået dispensation på udvalgte områder.

De enkelte fyrtårnsprojekter er beskrevet med primært fokus på de særlige kendetegn ved byggeprocessen. Faktuelle forhold omkring byggeriet og de involverede parter fremgår af faktaboksen, hvor også projektets vinkel på bæredygtighed er angivet.

## Interviewdeltagere

### SARA KULTURHUS

**Robert Schmitz**  
Ansvarlig arkitekt  
White Arkitekter

**Vegard Brå**  
Projektchef  
HENT

**Robert Andersson**  
Projektleder  
Martinssons Træleverancer

### GENBRUGSCENTER STABLEN

**Anne Dorthe Christensen**  
Projektleder  
Horsens Kommune

**Michael Meldgaard Thomsen**  
Projektleder  
tidligere COWI, nu  
OJ Rådgivende Ingeniører

### ALMENE BOLIGER LISBJERG BAKKE

**Allan Werge**  
Direktør  
AL2bolig

**Morten Sort Mouritsen**  
Adm. direktør  
Hustømrrerne

**Søren Nielsen**  
Arkitekt  
Vandkunsten

**Bo Pedersen**  
Ingeniør  
MOE

### EJERFORENINGEN ØRSTEDS HAVER

**Christopher Carlsen**  
Arkitekt MAA, indehaver  
Tegnestuen LOKAL

### BØRNEHUSET SVANEN

**Helen Glindvad Kristensen**  
Projektleder  
Gladsaxe kommune

**Rasmus Krag**  
Afdelingschef  
Tscherning

### FELDBALLE FRISKOLE

**Peter Tegner Matz**  
Projektleder  
Henning Larsen Arkitekter

**Lars Keller**  
Leverandør  
EcoCocon

**René Jakobsen**  
Tidl. skoleleder  
Feldballe friskole

**Svend Nielsen**  
Afdelingsleder  
Entreprenør Høgh og Sønberg

### PARKERINGSHUSET INDFALDET

**Klaus Kellermann**  
Bygherrerådgiver og  
bæredygtighedsansvarlig  
Roskilde Kommune

**Sabina Holstein**  
Specialkonsulent,  
Roskilde Kommune

### KONTOREJENDOM POWERHOUSE BRATTØRKAIA

**Rune Stene**  
Adm. direktør  
Powerhouse



# Gode råd til dig der vil realisere det næste bæredygtige fyrtårnsprojekt

1. **Hav bæredygtigheden som en central del af projektets vision** – og hav en klar strategi for, hvordan visionen realiseres, som alle i projektet kender.
2. **Bygherren skal være aktiv i fastholdelsen af byggeriets bæredygtighedsmål** – bl.a. ved at være involveret i de centrale beslutningsprocesser.
3. **Find balancen i samarbejdet på tværs af byggeriets værdikæde.** Et bredt og tværfagligt samarbejde er altafgørende – men samtidig skal samarbejdsprocessen planlægges og ledes, så f.eks. dobbeltprojektering undgås.
4. **Vær åben for forskydninger i design- og beslutningsprocesserne** – og hvem der inddrages hvornår. Når materialerne får en anden plads i hierarkiet, er der f.eks. behov for konstruktionsingeniører i den tidlige designfase. På samme vis kalder genbrug og genanvendelse af materialer på en tæt kobling mellem nedrivning og design.
5. **Slut med at gøre ”som vi plejer”!** Når det bæredygtige byggeri lykkes, er det fordi, alle på projektholdet har leveret noget andet end de gængse løsninger. I stedet har der været en løbende og åben dialog om, hvordan de bedste løsninger kan findes i fællesskab.
6. **Kend rammerne uden at lade dem ramme dig.** Det er væsentligt at vide, hvad der kan lade sig gøre i projektet inden for de gældende rammer. Samtidig kan det være nødvendigt tidligt at gå i dialog med myndighederne, så de også kan få vished og tryghed i en ny praksis med plads til nytænkning og innovation.

# Sara Kulturhus

## Når kommunal strategi inspirerer til at nå nye højder

Når man arbejder sådan et sted og på sådan et projekt, så føler man, at man arbejder sammen med alle indbyggerne. For huset er hjertet i den videre udvikling af byen.

— Robert Schmitz, White Arkitekter.

### FAKTA OM SARA KULTURHUS

Et multifunktionelt hus, der indeholder stadsbibliotek, museum, to gallerier, seks scener, hotel med 205 værelser, conferencefaciliteter, restauranter, spa, m.m.

**Bygherre**  
Skellefteå Kommune  
Sverige

**Arkitekt**  
White Arkitekter

**Totalentreprenør**  
HENT

**Udbudsform**  
Partnering

**Realiseret**  
2021

**Areal**  
20 etager med et samlet areal på 30.000 m<sup>2</sup>

**Materialer**  
2.600 m<sup>3</sup> glulam og 10.700 m<sup>3</sup> krydslamineret træ er blevet anvendt

**Priser**  
Achitectural Review  
MIPIM Future project Award 2018  
Nomineret til WAF 2018  
MIPIM Awards 2018 m.fl.

**Bæredygtighed**  
Certificeret: Guld i Miljöbyggnad  
Bygningens træmaterialer binder ca. 9.000 tons CO<sub>2</sub>  
Alt træ er fra en radius på 100 km fra byggeriet og er blevet bearbejdet i lokalområdet





## Bæredygtig skyskraber i træ og krydsfiner

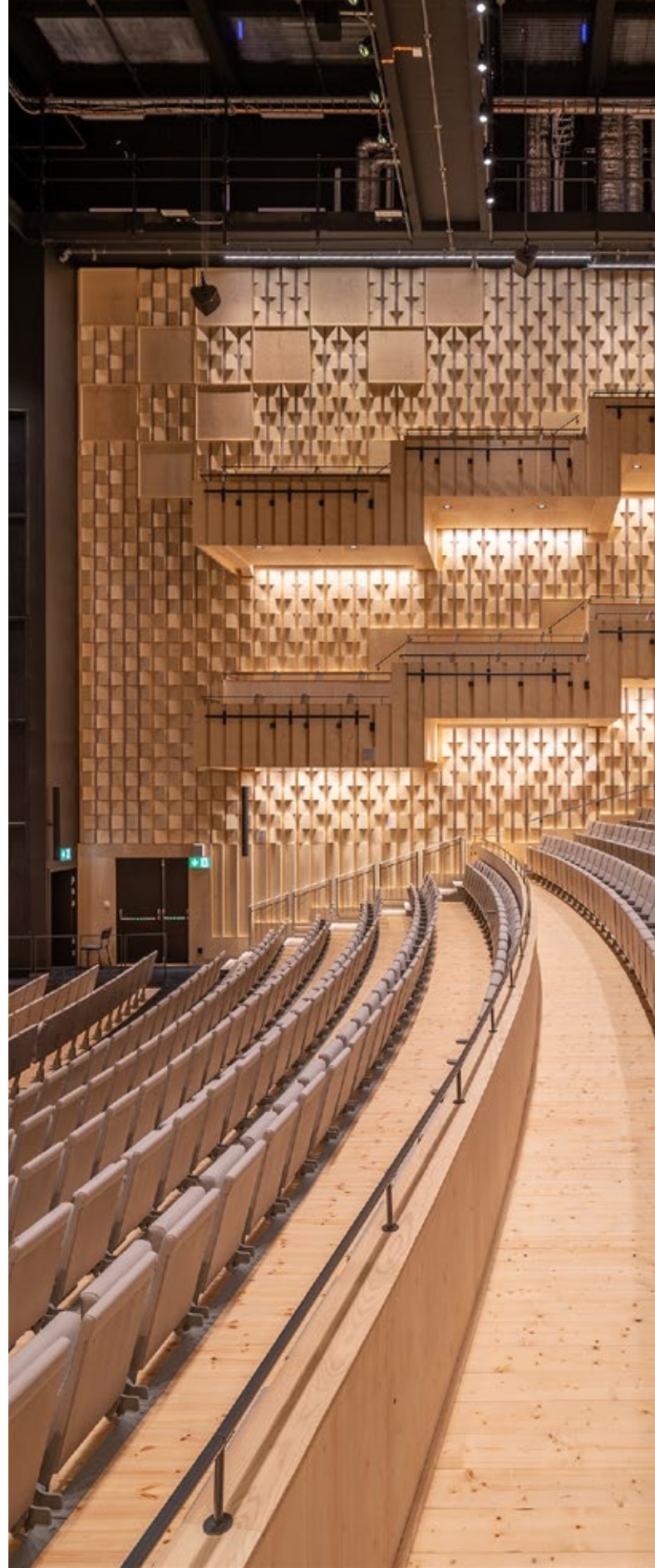
Skellefteås nye fyrtårn går under navnet 'Sara' og er et multifunktionelt træhus i 20 etager, færdigbygget i 2021. Husets konstruktion og al beklædning er i træ fra de lokale skove. Sara er et af frontløberbyggerierne, når det gælder "plyscrapers", dvs. højhuse i træ og krydsfiner\*.

Ideen til kulturhuset har sit udspring i Skellefteå Kommunes strategiske indsats for at blive en mere attraktiv by og kommune. I dag er der ca. 71.000 indbyggere, og målet for 2030 er at nå et indbyggertal på 100.000. Kultur, oplevelser og besøg spiller en central rolle for at drive udviklingen fremad, og det blev besluttet politisk, at et markant byggeri skulle være en del af strategien.

## Stærk forankring i kommune og by

Den politiske beslutning om at bygge et kulturhus blev taget i 2015. Fra 2015 til 2018 var der en omfattende borgerinddragelsesproces, hvor ideerne til kulturhuset blev formet. Projektet er derfor velforankret i kommunens mere langsigtede strategi. For husets arkitekter har netop dét været afgørende for en positiv proces – ikke mindst fordi der har været et gennemarbejdet program, som processen har kunnet tage afsæt i, foruden en meget engageret bygherre.

"Når man arbejder sådan et sted og på sådan et projekt, så føler man, at man arbejder sammen med alle indbyggerne. For huset er hjertet i den videre udvikling af byen," udtaler Robert Schmitz fra White Arkitekter, som har været ansvarlig arkitekt på projektet.



\* Krydsfiner hedder "plywood" på engelsk, deraf navnet "plyscrapper"





### **Ambitiøs træbyggestrategi**

Skellefteå Kommune har siden 2014 fulgt en træbyggestrategi for at nedbringe CO<sub>2</sub>-udslippet og ca. 50 byggerier er siden bygget i træ. Målsætningen er at øge andelen af træbyggeri, både som synligt byggemateriale og som bærende materiale i bygningskonstruktioner. Træ skal så vidt muligt bruges som byggemateriale i kommunen, hvor der i de kommende år forventes investeringer for ca. 100 mia. SEK og en betydelig vækst i byggeriet. Træbyggestrategien er en central indsats, der også kobles til andre indsatser for bæredygtig udvikling, bl.a. kommunens energiplan og sundhedsstrategi.

Det vindende forslag fra White Arkitekter er inspireret af Skellefteås lange tradition for at bygge i træ. Udbudsreglerne gjorde det ikke muligt at stille som krav, at kulturhuset skulle bygges i træ, men netop pga. træbyggestrategien var det helt oplagt at foreslå træ som byggemateriale.

**2.600 m<sup>3</sup> glulam og 10.700 m<sup>3</sup>  
krydslamineret træ er blevet  
anvendt i projektet.**





## Design og byggeprogram

Sara består af to forskellige konstruktionssystemer for hhv. kulturhuset og hotellet, som er udviklet af White Arkitekter i samarbejde med bygningsingeniøren Florian Kosche. Den laveste del af bygningen består af en præfabrikeret trækrop med korslimet træ og limtræ. Rammer i træ og stål muliggør en åben planløsning, der kan huse et vidt spænd af aktiviteter og funktioner. Fleksible og foldbare vægge skaber mange muligheder, alt efter hvilke aktiviteter der skal være i huset.

I den indledende designfase var udfordringerne bl.a. at forstå spændvidde og statik. Desuden har der været mange krav til logistik. Det har kaldt på et tættere samarbejde end normalt, fortæller Robert Schmitz: ”Vi var mere involveret i konstruktionen, fordi det var træ. For os som arkitekter betød det, at vores samarbejde med konstruktører og ingeniører kom til at fylde mere end tidligere. Men ellers mødte vi ikke udfordringer, der var meget anderledes end andet byggeri.”

Ved at bruge lokalt træ blev transporten af byggematerialer reduceret med ca. 80 pct., og vægten af det træ, der skulle transporteres, er vurderet til at være fem gange mindre end beton.

## Justeringer i byggeprogrammet

I byggeprogrammet blev huset indledningsvist tænkt i 16 etager. Under projekteringen ændrede byggeriet sig til 19 etager, og så endte det på 20 etager, da en hotelkæde på et relativt sent tidspunkt besluttede sig for at investere i projektet. På den måde skete der sent i processen forandringer i selve tanken om, hvordan huset skulle drives. Det betød, at der måtte omprojekteres, forklarer projektchef Vegard Brå fra totalentreprenøren HENT:

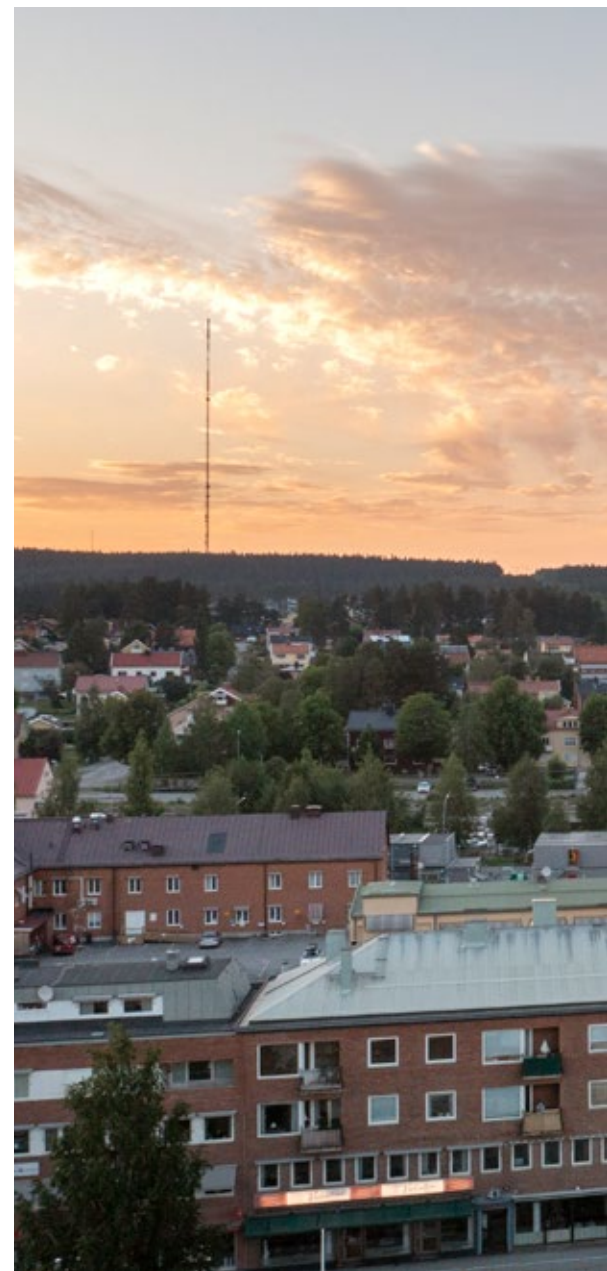
”Når man har et byggeri i stål og beton, så kan man bedre håndtere den type ændringer, men når det er i et træbyggeri, så skal der projekteres om igen, fordi man bl.a. ikke ved, hvor meget træet kan bære. Det gælder om at have mindst muligt re-work, når man arbejder i træ.”

## Stærk ”We-følelse”

Det har været vigtigt og nødvendigt for alle parter – ikke mindst for bygherren – at få skabt et stærkt, kompetent og engageret team til at gennemføre projektet.

”Det har været afgørende, at kommunen som bygherre har været meget tæt på byggeprocessen. Kommunen havde tre projektledere, der var meget involverede og fulgte projektet meget tæt. Der opstod en meget stærk ’We-følelse’,” forklarer Vegard Brå.

En særligt givende indsats var at få etableret et projektkontor: ”Inden vi kom ind, rejste kommunen ned til Stockholm for at holde projekteringsmøder hos White. Men da vi kom ind, vurderede vi, at det gav rigtig god mening at få sat et projektkontor op i Skellefteå. Vi skulle bygge et ret stort team, hvoraf mange var lokale – ikke mindst leverandører og lokale konsulenter fra WSP. Og da vi så på den totale pakke, virkede det som det helt rigtige at have et kontor her. Vi satte det faktisk som et krav at få et lokalt projektkontor op. Det var lidt en kamp, men det gjorde, at vi fik et rigtig godt forhold til kommunen og de andre lokale samarbejdspartnere,” fortæller Vegard Brå.





Alt træ er fra en radius på 100 km fra byggeriet og er blevet bearbejdet i lokalområdet



Bygningens træmaterialer binder ca. 9.000 tons CO<sub>2</sub>.



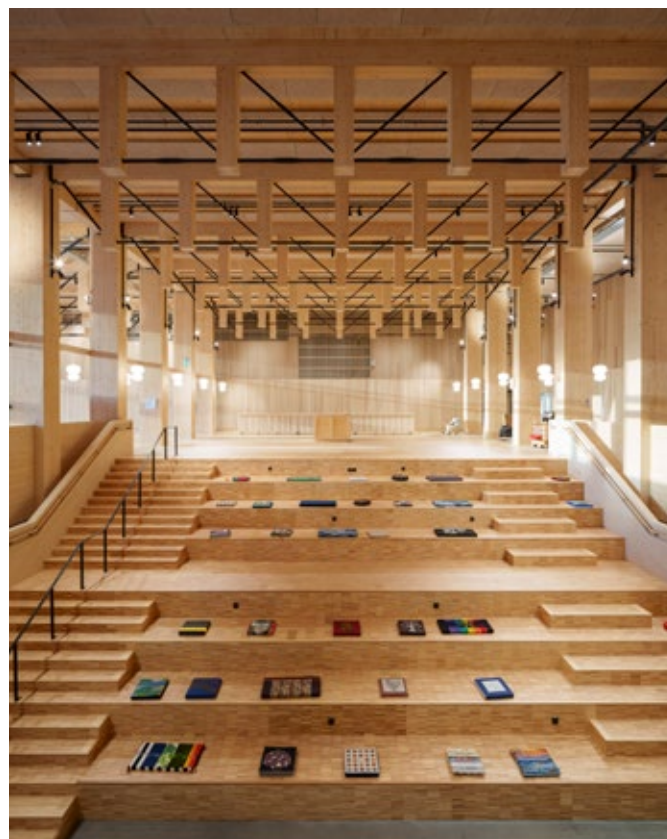
## Læring om både træ og team

Ifølge Robert Schmitz fra White Arkitekter, har projektet bevist, at det kan lade sig gøre at bygge store, komplekse huse i træ. ”Vi har lært at arbejde med materialet. Vi har arbejdet ud fra træets egenskaber, men egentlig med ret traditionelle appliceringer og skabt løsninger, som også kan bruges på mange andre typer projekter,” fortæller Robert Schmitz.

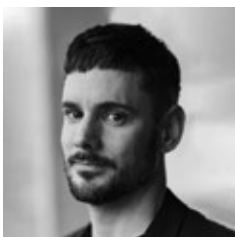
Også i forhold til at arbejde innovativt med træbyggeri inden for de givne rammer og kunne håndtere de udfordringer, der opstår undervejs, har der været vigtig læring i projektet. ”Det at turde og udfordre det satte – det er det, som driver os fremad. Det er et innovativt byggeri, men man skal heller ikke løfte alt til topniveau. Derfor er det også vigtigt at have en gruppe, som kan realitetsorientere sig og sammen vurdere, hvad vi egentlig kan klare inden for de rammer, som vi har – ikke mindst når det gælder innovation. Det at bygge sådan et hus har mange udfordringer. Vejr, vind og især fugt-håndtering er udfordrende. Der er ikke en håndbog, der giver alle svarene. Det er ret vigtigt at få det gennemtænkt. Det er både os som udførende og montørerne, der sammen skal finde en god løsning, for man kan ikke arbejde med træ i al slags vejr,” fortæller projektchef Vegard Brå.

For at få det til at lykkes, er det ifølge Vegard Brå essentielt at få sammensat et team med forskellige erfaringer, snarere end et team med mange erfaringer: ”Da vi startede, så var der ikke nogen, der havde bygget stort i træ, helt i træ og højt i træ. Det er vigtigt at få bredden i kompetencer,” fortæller projektchefen.

Og så kræver det også medarbejdere med en særlig indstilling at få et så innovativt byggeri til at lykkes: ”Man kan ikke bare tage ”konservative” med i projektet, men netop dem, som er klar til at udfordre eksisterende byggemetoder og tankesæt. At få det til at gå op i en højere enhed, gør selvfølgelig at projektledelsen fungerer godt,” afslutter Vegard Brå.



**Robert Schmitz**  
Ansvarlig arkitekt  
White Arkitekter



**Vegard Brå**  
Projektchef  
HENT



**Robert Andersson**  
Projektleder  
Martinssons Træleverancer



Det at turde og udfordre det satte – det er det, som driver os fremad. Det er et innovativt byggeri, men man skal heller ikke løfte alt til topniveau. Derfor er det også vigtigt at have en gruppe, som kan realitetsorientere sig og sammen vurdere, hvad vi egentlig kan klare inden for de rammer, som vi har – ikke mindst når det gælder innovation.

— Vegard Brå, projektchef, HENT.

# Børnehuset Svanen

## Den grimme ælling blev til en smuk svane

Det er jo en omvendt måde at tænke en bygning på. Hvad er det for materialer, der kan høstes, og som vi tror på kan genanvendes? Og hvordan kan de så passe ind i en ny bygning?

— Helen Glinvad Kristensen, arkitekt i Gladsaxe Kommune.

### FAKTA OM BØRNEHUSET SVANEN

#### Bygherre

Gladsaxe Kommune

#### Samarbejdspartnere

NIRAS

Tscherning

Ason A/S

Aksel V. Jensen A/S

Rådgivende Ingeniører

og Lendager

#### Areal

270 m<sup>2</sup>

#### Bæredygtighed

Svanemærket

Afprøvning af den frivillige  
bæredygtighedsklasse







## To parallelle projekter

Børnehuset Svanen består egentlig af to sideløbende projekter, og den klassiske lineære måde at forstå en byggeproces er derfor på mange måder utilstrækkelig her. Der er både tale om et nedrivningsprojekt af Gl. Gladsaxe Skole fra 1937 og byggeri af det nye Børnehus 'Svanen'.

Som led i at gøre FN's verdensmål for bæredygtig udvikling til en del af kommunens egen udvikling, er det i Gladsaxe Kommune en politisk beslutning, at alle nyopførte børnehuse skal Svanemærkes. Børnehuset Svanen er det tredje børnehus, der nu er blevet Svanemærket. Til forskel fra de to andre byggerier, er Svanen blevet certificeret med recirkulerede materialer. Et Svanemærket hus med en så høj andel af recirkulerede materialer, gør huset unikt. Det har krævet en tæt dialog mellem kommunen og organisationen bag Svanemærket – særligt om hvordan der sikres dokumentation for de materialer, der anvendes. Huset er også en del af evalueringsprocessen for den frivillige bæredygtighedsklasse.

## Samtænkt nedrivnings- og byggeproces

En grundig ressourcekortlægning var første skridt for at kunne vurdere, hvad og hvor meget materiale der potentielt kunne genbruges fra Gl. Gladsaxe Skole, fortæller Helen Glinvad Kristensen, arkitekt, Gladsaxe Kommune: "Det er jo en omvendt måde at tænke en bygning på. Hvad er det for materialer, der kan høstes, og som vi tror på kan genanvendes? Og hvordan kan de så passe ind i en ny bygning?"

Vurderingen var, at der generelt var et lavt PCB-indhold i materialerne og altså god mulighed for at genbruge betydelige mængder materialer.

I udbudsmaterialet var det afgørende at beskrive, hvilken vision kommunen som bygherre gik efter. Det blev omsat til meget konkrete billeder og beskrivelser af f.eks. hvor meget en sten må gå i stykker, før den skal kasseres.



I alt er ca. 6.000 tons materialer fra den gamle skole genbrugt og genanvendt i Børnehuset Svanen.







## En omhyggelig nedrivning

For entreprenøren Tscherning har udfordringen været, at man normalt kan nedrive meget med maskine og relativt lidt med håndarbejde. Når tingene skal tages ned og bevare deres oprindelige kvalitet, dimensioner og styrker, så er det afgørende, at det tages ned i hånden. Det gør det også vanskeligt at prissætte opgaven. ”Specielt facadepladerne overraskede os – de var ret svære at håndtere, både pga. længde og nogle af de skruer, der var brugt til at montere dem med. De var blevet møre. Når man piller i det, så finder man ud af, at kvaliteten er lidt for dårlig, og så har vi selvfølgelig en dialog med bygherre om det,” fortæller Rasmus Krag, bæredygtighedschef i Tscherning.

Behovet for en omhyggelig nedrivningsproces forudsætter, at mand-skabet, som er på opgaven, får en god forståelse for, hvorfor nedrivningen rent faktisk foretages. Det spiller ind på hvem, der bliver sat på opgaven, forklarer Helen Glinvad Kristensen: ”Hvis nu der var skiftet personer undervejs, så havde man jo ikke historikken for, hvorfor man nu skal hive de materialer ud. Hvorfor gør vi det her? Det er vigtigt, at dem, der er på, ved, hvad det, der bliver nedtaget, skal bruges til senere.”

For nedriveren har det også betydet, at man har gjort sig nogle overvejelser ift. udvælgelsen af medarbejdere til opgaven. ”Vi har været mere omhyggelige med at udvælge, hvem der skulle være på projektet. Vi har nogle gutter, der er rigtig gode til at rive ned og ånder og lever for det. Det er måske ikke lige dem, der skal være på sådan et projekt. Det skal nogle, der har nogle lidt mere håndværksagtige skills og også kan se værdien i det,” fortæller Rasmus Krag, bæredygtighedschef i Tscherning.

Det har været vigtigt for både bygherren og entreprenøren, at det var medarbejdere med den rette indstilling og kompetencer, der blev sat på opgaven.













## En luftig tidsplan

Det lykkedes i stort omfang at genbruge betonen på den tidligere skole, hvorimod spærkonstruktionen mod forventning ikke kunne genbruges. Der kom generelt flere materialer ud på materialepladsen end man havde håbet på. I alt forblev ca. 6.000 tons materialer på pladsen. Det har sparet CO<sub>2</sub> på transport væk fra pladsen og i forhold til produktion af nye materialer. Det lykkedes også at rense mursten på pladsen, hvilket har optimeret genanvendelsen i stedet for, at rensningen skulle foregå et andet sted.

En klar læring i projektet er, at der kommer uforudsete ting, men at der samtidig var lagt ekstra luft ind i tidsplanen, hvor tempoet kunne sættes ned, hvis det blev nødvendigt. På et tidspunkt i forløbet blev der fundet slagger, men netop pga. luften i tidsplanen forsinkede det ikke projektet.

## Sammenhæng mellem nedrivning og byggeri

Det var afgørende for at skabe koblingen mellem nedrivning og nybyggeri, at der kunne etableres en materialeplads, hvor de byggematerialer, som skulle recirkuleres i det nye byggeri, blev opbevaret: ”Det har været en forudsætning for, at projektet lykkedes så godt, at bygherren havde ejerskabet over materialerne, og at de kunne opbevares på pladsen. Ellers skulle man have fragtet materialet et andet sted hen og håndteret det der,” udtaler Rasmus Krag.

Ifølge Helen Glindvad Kristensen mangler der generelt en kobling mellem nedrivning og nye byggerier og mellem cirkulær nedrivning og lovgivning: ”Hvis vi skal videre med det her, så bliver vi nødt til at have en kobling mellem vores nedrivningsverden og vores byggeverden. Det er et problem, hvis der ikke er en fælles forståelse. Der er stadigvæk en tendens til, at man siger, at ”det er lidt mere besværligt”, ”at det kræver mere arbejde”, når vi taler nedrivning på den her måde. Men det gælder også ift. lovgivning, hvor tingene ikke er særlig godt koblet. Det her projekt viser, at hvis vi kan få de tunge fraktioner til at blive genanvendelsesfraktioner, så er vi nået et stort stykke vej.”

## Indstillingen hos parterne er helt afgørende

Udover at der er en række forudsætninger for, at koblingen mellem nedrivning og nybyggeri kan skabes, så er indstillingen hos parterne også afgørende, mener Rasmus Krag. Han fremhæver vigtigheden af, at parterne går ind i projektet med en indstilling om, at det selvfølgelig skal lykkes, er fleksible og prøver at se tingene fra hinandens perspektiv.

”Der er jo nogle gange nogle lidt traditionelle skel, hvor man bare kigger på, hvad der står i materialet – ”her er min grænse, og det her er dit, og det her er mit” og så bliver der ikke noget samarbejde. Så går det nemt op i konflikter. Så vil sådan noget her ikke kunne lykkes. Der er nogle samarbejdsformer i byggeriet, som man skal bryde op og gøre på en anden måde,” afslutter Rasmus Krag.



**Helen Glindvad Kristensen**  
Projektleder  
Gladsaxe Kommune



**Rasmus Krag**  
Afdelingschef  
Tscherning



Vi har været mere omhyggelige med at udvælge, hvem der skulle være på projektet. Vi har nogle gutter, der er rigtig gode til at rive ned og ånder og lever for det. Det er måske ikke lige dem, der skal være på sådan et projekt. Det skal være nogen, der har nogle lidt mere håndværksagtige skills og også kan se værdien i det.

— Rasmus Krag, bæredygtighedschef i Tscherning.

# Genbrugscenter Stablen

## Genanvendelsesgrad på 65 pct. som pejlemærke

Målsætningen om en grad af genbrugsbrugs-materialer på 65 pct. i byggeriet af Stablen kommer fra vores affaldsplan. Det mente vi også kunne lade sig gøre med Stablen. Men vi vidste måske ikke helt, hvad vi talte om – vi tænkte bare: ”Hvor svært kan det være!

— Anne Dorte Christensen, miljømedarbejder i Horsens Kommune.

### FAKTA OM GENBRUGSCENTER STABLEN

Genbrugshus på genbrugs-pladsen i Horsens

**Bygherre**  
Horsens Kommune

**Rådgiver**  
COWI  
Arkitema  
Upcycling Forum

**Byggestart**  
Afventer

**Bæredygtighed**  
65 pct. genbrugte eller  
genanvendte byggematerialer





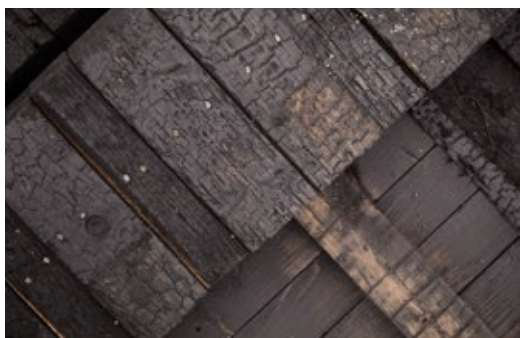


## Cirkulær økonomi 1:1

Stablen er et genbrugshus, der skal opføres ved genbrugspladsen i Horsens og vise nye veje mod den grønne omstilling. Formidling af viden om affald og genbrug af byggematerialer er det gennemgående tema i huset.

Byggeriet skal være et håndgribeligt eksempel på cirkulær økonomi i praksis. Visionen er, at borgere og virksomheder, som afleverer materialer på genbrugspladsen, kan se, at de indleverede materialer benyttes til nyt og bæredygtigt byggeri.

Huset skal indeholde faciliteter til modtagelse af genbrugsmaterialer, et genbrugsbyggemarked og et formidlingslokale. Formidlingslokalet skal bl.a. indeholde et lager, hvor skoler og daginstitutioner kan hente overskudsmaterialer fra lokale virksomheder, med det formål at lære børn og unge om genbrug.





Der er arbejdet med miljø-screening, ressourcekortlægning og materialepas for at sikre, at materialerne fra nedrivningerne egner sig til byggeriet og er uden problematiske stoffer.

Stablen består af tre bokse i hver sit genbrugsmateriale og med fleksible og varierende funktioner. På den måde demonstrerer huset i sig selv potentialerne ved genbrug og genanvendelse.

## 65 pct. genbrugsmaterialer

Huset skal fungere som et anker i Horsens Kommunes Ressourceplan 2019-2030 ved at danne rammen om mange af de aktiviteter og indsatser inden for affald og cirkulær økonomi, der er vedtaget i planen. Målet er 65 pct. genbrug af husholdningsaffald. Det har smittet af på ambitionerne for huset, hvor samme andel af byggematerialerne skal være genbrugte eller genanvendte.

Den ambitiøse målsætning for genanvendelse af byggematerialer var et godt, men måske også lidt optimistisk, bud, forklarer Anne Dorte Christensen, miljømedarbejder i Horsens Kommune: ”Vores ressourceplan handlede i høj grad om at løfte hele affaldshierarkiet fra genanvendelse til genbrug. Vi syntes derfor, at det var naturligt at arbejde med genbrug i det hus. Målsætningen om en grad af genbrugsbrugsmaterialer på 65 pct. i byggeriet af Stablen kommer fra vores affaldsplan, hvor der skal genanvendes 65 pct. af husholdningsaffaldet. Det mente vi også kunne lade sig gøre med Stablen. Men vi vidste måske ikke helt, hvad vi talte om – vi tænkte bare: ”Hvor svært kan det være!”

Der er allerede indsamlet større mængder genbrugsmaterialer, som er projekteret ind i Stablen. Derudover betyder anlæg af en ny omfartsvej, at en del ejendomme skal rives ned. Det er tænkt ind i de materialer, som Stablen skal bygges af.

## Et skub til branchen

For rådgiverholdet var der stor interesse i at opnå større erfaring med cirkulært byggeri og gå ind i et projekt med et særligt højt ambitionsniveau, der samtidig var overskueligt i omfang. Desuden bød de ind, fordi de så en mulighed for at påvirke byggebranchen:

”Vi ville gerne skubbe lidt til branchen. Ingeniører er jo ret konservative, så vi kunne godt tænke os at skubbe lidt til vores kollegaer. Vi kiggede hinanden i øjnene og regnede med, at det her kunne vi godt! De 65 pct. var ambitiøst, det vidste vi godt, men vi havde ikke regnet igennem på forhånd, om det egentligt var muligt. Vi har aldrig lavet noget, der var så ambitiøst. Derfor har projektet også haft stor bevågenhed internt i både COWI og Arkitema,” fortæller Michael Meldgaard Thomsen, projektleder, tidligere COWI, nu OJ Rådgivende Ingeniører.

## Materialer styrer design

I Stablen planlægges der med genbrug af bærende betonsøjler og betonbjælker, som hentes fra en nedlagt skole i Herning. Upcycling Forum var med i det vindende team og har haft til opgave at finde materialerne.

Med et projekt, hvor materialerne i høj grad bestemmer designet, har det været vigtigt at få fundet materialerne tidligt, forklarer Michael Meldgaard Thomsen: ”For at vi kan lægge designet fast, er det vigtigt at finde materialerne fra start. Vi var oppe og kigge på skolen i Herning i den indledende fase. Vi byggede Stablen op om de spændvidder og det søjlebjælkesystem, som skolen i Herning var bygget op om. Vi havde håbet, at vi kunne få alle bjælker, søjler og facadeelementer fra det projekt. Desværre viste det sig, at de var i dårlig kvalitet, da vi begyndte at pille dem ned. Vi fik slet ikke det, som vi havde håbet på.”

Tilgangen gør designfasen i byggeriet anderledes end normalt, og der er også gået mere tid med omprojektering, fordi der bl.a. skal vurderes bæreevne, når et nyt materiale bringes ind i byggeriet:

”Arkitekterne bliver jo låst meget mere fra start, end de er vant til. Og vi skulle have konstruktionsingeniørerne med allerede i designfasen, hvor de ellers aldrig er med. De skal jo vide, hvilken belastning der skal ned igennem bjælkerne. Så det var langt, langt tidligere end normalt at lave beregningerne. Der bliver meget omprojektering. Det er tungt, og der går nogle flere timer til det,” fortæller Michael Meldgaard Thomsen.



## Forvent dispensationer

Når der arbejdes med genbrugsmaterialer, så skal det som udgangspunkt forventes, at der kræves dispensation. Her bliver en god dialog med kommunens byggesagsbehandlere vigtig:

”Det er jo ikke sådan, at man kan slå op i en bog og læse, hvordan man skal gøre det her. Så det er meget dialogpræget, hvor vi f.eks. skal vise, at her afviger vi fra lovgivningen. ”Kan I acceptere det”? På den måde skal vi som rådgivere – og det gælder også bygherren – levere en del dokumentation, som producenter normalt leverer,” fortæller Michael Meldgaard Thomsen.

Mange materialer har kommunen kunne høste fra deres egen genbrugsplads. Men fordi man sjældent ved, hvor materialerne stammer fra, og hvad de potentielt kan indeholde af skadelige stoffer, har det krævet en ekstra indsats:

”Vi har arbejdet med miljøscreening, ressourcekortlægning og materialepas for at sikre, at materialerne fra nedrivningerne egner sig til byggeriet og er uden problematiske stoffer. Vi har også lavet en procedure for, hvordan genbrugsmaterialer fra genbrugspladsen vurderes og screenes, så vi sikrer, at der ikke er problematiske stoffer i de genbrugsmaterialer, vi bruger fra genbrugspladsen,” fortæller Anne Dorte Christensen, miljømedarbejder, Horsens Kommune.

## Samarbejde på tværs er et must

Samarbejde på tværs er et must i et projekt som Stablen, og der er behov for, at alle er med fra dag ét, netop fordi der er mange ubekendte faktorer. F.eks. oplevede rådgiveren, at der fra starten skulle sættes en lang række møder op, så alle parter blev involveret tidligt – lige fra bygherre, til sagsbehandlere, arkitekten og konstruktionsingeniøren: ”Vi havde f.eks. hurtigt møde med kommunens byggesagsbehandlere for at finde ud af, hvad der skulle til for at få godkendt en genbrugt betonbjælke. Vi havde aldrig prøvet det før, og det havde de heller ikke,” fortæller Michael Meldgaard Thomsen.

Gennem arbejdet med Stablen har de involverede parter fået en meget større forståelse for hele processen omkring cirkulært byggeri, og hvor afgørende samarbejde mellem parterne er for at lykkes: ”At alle har den rette indstilling, og at man får arbejdet rigtigt sammen – det er bare altafgørende. Hvis man får sammensat et hold, hvor der bare er én, der ikke vil samarbejde, så kommer det ikke til at ske,” fortæller Michael Meldgaard Thomsen.



**Anne Dorte Christensen**  
Projektleder/miljømedarbejder  
Horsens Kommune



**Michael Meldgaard Thomsen**  
Projektleder  
tidligere COWI, nu  
OJ Rådgivende Ingeniører



**Ingeniører er jo ret konservative, så vi kunne godt tænke os at skubbe lidt til vores kollegaer. Vi kiggede hinanden i øjnene og regnede med, at det her kunne vi godt! De 65 pct. var ambitiøst, det vidste vi godt, men vi havde ikke regnet igennem på forhånd om det egentligt var muligt. Vi har aldrig lavet noget, der var så ambitiøst.**

— Michael Meldgaard Thomsen, projektleder, tidligere COWI, nu OJ Rådgivende Ingeniører.

# Feldballe Friskole

## Materialevalg der skaber vild energi

Det har haft en ret vild energi, det her projekt. Der har været en utrolig tillid mellem arkitekt og bygherre, og det er måske en af de vigtigste parametre for en god proces.

— Peter Tegner Matz, arkitekt hos Henning Larsen Architects.

### FAKTA OM FELDBALLE FRISKOLE

**Bygherre**  
Feldballe Friskole

**Rådgiver**  
Small Planet/EcoCocon

**Arkitekt**  
Henning Larsen Architects

**Entreprenør**  
Høgh & Sønberg

**Indviet**  
Februar 2021

**Areal**  
250 m<sup>2</sup>

**Bæredygtighed**  
Deltager i afprøvningen af den frivillige bæredygtighedsklasse

Brug af biobaserede byggematerialer







## Vild energi!

I den nyopførte tilbygning til Feldballe Friskole ved økolandsbyen Friland på Mols er de tunge materialer som beton og tegl udskiftet med lette bio-baserede materialer. Bygningen skal være en prototype på et fremtidigt skolebyggeri af træ og halm og er samtidigt et af 31 projekter, der deltager i afprøvningen af den frivillige bæredygtighedsklasse.

Ideen til tilbygningen udsprang ikke af en ambition om at bygge bæredygtigt, men af et helt konkret behov for et fysik- og kemilokale på skolen til de største klasser. Tankerne om at bygge tilbygningen bæredygtigt opstod mere eller mindre tilfældigt, da den daværende skoleleders svoger, Lars Keller, arbejdede i firmaet EcoCocon og boede i økolandsbyen. Da først EcoCocons moduler af halm blev præsenteret for skolens ledelse og bestyrelse, voksede energien i projektet, og de første ideer blev hurtigt formet.

Peter Tegner Matz, som er arkitekt hos Henning Larsen Architects, husker tydeligt, at der var et stort og smittende engagement hos både byggeudvalg, skoleleder og Lars Keller: ”Vi arbejder normalt med professionelle bygherrer, men det har jo været sindssygt sjovt og lidt af et vakuum at være i. Det har haft en ret vild energi, det her projekt. Der har været en utrolig tillid mellem arkitekt og bygherre, og det er måske en af de vigtigste parametre for en god proces.”

Som arkitekt finder han, at det har været inspirerende, at processen er blevet vendt på hovedet, da han allerede på forhånd vidste, hvad der skulle bygges med:

”For os har det jo været en megasjov opgave, fordi vi netop vidste, hvad vi skulle bygge med – halmelementerne fra Lars. Så vi begyndte at undersøge, hvad man kan med de elementer, inden vi gik i gang med arkitekturen. Det er jo det, som kan være rigtig sjovt – at man vender tingene rundt, og at man ikke tegner et hus, før man ved, hvad det er, man vil lave huset af,” fortæller Peter Tegner Matz.

Bygningens vægge er bygget op af elementer lavet af sammenpresset halm i trækassetter.



Tilbygningen til friskolen huser fysik- og kemilokaler.





## Byggeprocessens dogmer

Tidligt i designprocessen blev der lavet en Livscyklusvurdering (LCA), som viste, at der kunne opnås en positiv CO<sub>2</sub>-profil, dvs. at mere CO<sub>2</sub> kan indlejres i bygningen, end der forbruges på at producere og forarbejde materialerne. For at holde den ambition igennem byggeprocessen og sikre en rød tråd i de mange ideer fra både arkitekt, leverandør og bestyrelse, blev der formuleret fem dogmer:

- Konstruktion af biomasse
- Mulighed for at skille bygningen ad igen
- Godt indeklima
- Fri for skadelige stoffer
- Genbrug af lokale materialer

Hver gang en ny idé kom op, eller når der på anden måde var behov for at tage en overvejelse i byggeprocessen, fungerede dogmerne som guidelines og sikrede, at der ikke blev gået på kompromis med ambitionerne.

”Vi ville f.eks. helst ikke have maling i bygningen, men da det på et tidspunkt var helt grelt med økonomien, så blev det bl.a. overvejet at få sort maling, almindelig mineraluld i væggene og tagpap. Men så blev det jo banket helt tilbage til et sommerhus! Så dogmerne var vores egne benspænd, så vi kunne holde snor i projektet,” fortæller Peter Tegner Matz.

Dog viste det sidste dogme sig vanskeligt at efterleve, da de anvendte halm-bats fra EcoCocon er produceret i Litauen.









## Som at stå ude i naturen – bare indendørs

Et NOTECH-system fra Carlo Volf med naturlig ventilation er integreret i facaden. Systemet bygger på behovsstyret hybridventilation og et facade-integreret filter af ålegræs. Det har skabt et helt unikt indeklima, der ifølge fysiklæreren på skolen er ”som at stå ude i naturen, bare indendørs.”

Løsningen med naturlig ventilation forudsatte en dispensation fra Syddjurs Kommune, hvilket i sig selv krævede videndeling om de tekniske sider af sagen og et godt samarbejde: ”Det handler meget om, hvilke folk der er på sagen. Og Syddjurs Kommune spillede godt med. En rigtig vigtig læring er, at du skal kende materialet, men også at du skal have en rigtig god idé om, hvordan bygningen skal ventileres,” fortæller Peter Tegner Matz.

## Ny viden til rådgiveren

Henning Larsen Architects gik i høj grad ind i projektet for at lære – og for efterfølgende at bygge videre på og med den nye viden:

”I bund og grund er vi gået ind i det, fordi vi gerne vil optimere på det her felt. Og lære at bygge på en anden måde. Det har jo åbnet øjnene for mig og andre kollegaer. Det har givet en grundviden på tegnestuen om, hvad man kan. Vi er ved at opskalere på det nu. Jeg får mindst ét spørgsmål om dagen relateret til projektet, som jo er blevet almen viden for mig, men det er det ikke for mine kollegaer,” fortæller Peter Tegner Matz, arkitekt, Henning Larsen Architects.

## Ejerskab og de rette personer skaber fremdrift

Byggeriet er i høj grad drevet frem af ”god energi” og lokalt ejerskab:

”Vi rejste væggene selv, og det var jo også sådan, at alle håndværkere havde børn på skolen. Vi ville egentlig ikke ud i en situation, hvor det var forældrene, der hang på det, men det gjorde vi så alligevel. Og vi endte faktisk med at blive lidt stolte af det, for det viste hvor stort et engagement, der er i det her byggeri”, fortæller Lars Keller, EcoCocon.

René Jakobsen, der er den tidligere skoleleder på Feldballe Friskole, hylder også det store engagement. Han er overbevist om, at samarbejdet mellem materialeleverandøren og arkitekterne har været helt afgørende for, at byggeriet er blevet realiseret: ”Hvis ikke at især Lars [fra EcoCocon] og Peter [fra Henning Larsen Architects] havde været der, så ved jeg ikke helt, hvordan det var endt.”



**Peter Tegner Matz**  
Projektleder  
Henning Larsen Arkitekter



**Lars Keller**  
Leverandør  
EcoCocon



**René Jakobsen**  
Tidl. skoleleder  
Feldballe friskole



**Svend Nielsen**  
Afdelingsleder  
Entreprenør Høgh og Sønberg





I bund og grund er vi gået ind i det, fordi vi gerne vil optimere på det her felt. Og lære at bygge på en anden måde. Det har jo åbnet øjnene for mig og andre kollegaer. Det har givet en grundviden på tegnestuen om, hvad man kan.

— Peter Tegner Matz, arkitekt hos Henning Larsen Architects.

# Almene boliger Lisbjerg Bakke Frontløber i brugen af DGNB

Vi talte meget om bæredygtighed og blev en smule bekymrede for bare at sige, at der skulle bygges ”bæredygtigt”. For så ville vi få en masse forskellige bud på det. Og var det bygherren eller arkitekten, der skulle definere, hvad der er bæredygtigt?

— Allan Werge, direktør i AL2bolig.

#### FAKTA OM LISBERG BAKKE

Byggeriet er en del af Aarhus Kommunes udviklingsprojekt Den nye by i Lisbjerg

#### Bygherre

Den almene boligorganisation AL2bolig

#### Arkitekt

Vandkunsten

#### Ingeniør

MOE

#### Entreprenører

Bravida  
Poul Pedersen  
Hustømmerne

#### Indviet

Marts 2018

#### Bæredygtighed

DGNB Guld







## Hvordan definerer man bæredygtighed?

Det fire etager høje træbyggeri Lisbjerg Bakke er resultatet af den åbne arkitektkonkurrence ”Fremtidens bæredygtige almene bolig”, som By- og Boligministeriet udskrev i 2013. I forbindelse med en række workshops arrangeret i regi af konkurrencen var ”bæredygtighed” højt på dagsordenen. Men spørgsmålet var, hvordan man kunne definere bæredygtighed på en meningsfuld måde? Og hvem skulle egentlig afgøre, hvordan byggeriet blev bæredygtigt?

Det var nogle af de overvejelser, som man ifølge Allan Werge, direktør i AL2bolig, gjorde sig:

”Vi talte meget om bæredygtighed og blev en smule bekymrede for bare at sige, at der skulle bygges ”bæredygtigt”. For så ville vi få en masse forskellige bud på det. Og var det bygherren eller arkitekten, der skulle definere, hvad der er bæredygtigt?”

På det tidspunkt var DGNB relativt nyt i Danmark, men man endte med at beslutte sig for, at byggeriet skulle DGNB-certificeres. Der var også store kommunalpolitiske ambitioner for bydelen Lisbjerg, hvilket var afgørende for bæredygtighedsambitionen. ”Vi havde en hel dag, hvor vi gennemgik DGNB-matricen, og det var der mange nye ting i. Så vi prioriterede DGNB-matricen igennem, og det var dér, at vi lagde ambitionsniveauet for byggeriet,” fortæller Allan Werge.

## Dokumentation og tørretider

Byggeriet blev udbudt i storentrepriser med aptering, teknik og råhus og med forventning om DGNB Guld-certificering. Leverandørerne skulle vænne sig til de ekstra krav til dokumentation, som følger med en DGNB-certificering: ”Vi skulle dokumentere med vejesedler og andet, der skulle scannes ind. Det var noget mere tungt, end vi var vant til,” fortæller Morten Sort Mouritsen, adm. direktør, Hustømreren.

Under byggeriet mødte entreprenøren bl.a. udfordringer med etagedækkene, som havde en tørretid på ca. 25 dage, hvilket var længere tid end normalt. Den type risiko vil altid eksistere i forholdet mellem rådgiver og entreprenør, men da opgaven var udbudt som storentreprise, var risikoen i dette tilfælde placeret hos entreprenøren.

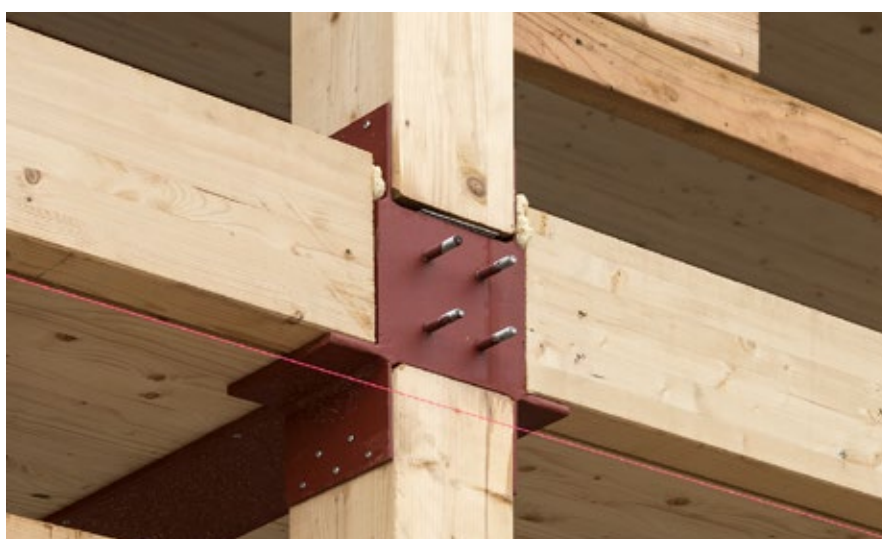
Ambitionen om at opnå DGNB Guld var med til at drive og fastholde centrale beslutninger i projektet, bl.a. træ som facademateriale.







Projektet er opført som et søjle-bjælkesystem i limtræ, der giver stor fleksibilitet i indretningen og anvendelsen af bygningerne.













## Krav om sprinkling fordyrede projektet

Brandsikkerheden for træbyggeriet stillede særlige krav til sprinkling på grund af facaderne i træ, som ilden ville kunne løbe hen ad. Kravet blev imidlertid erkendt sent i projektet og betød, at der måtte projekteres om. Det resulterede bl.a. i nedhængte lofter, og at der skulle findes plads til sprinklerrør. Det viste sig at blive en betydelig udfordring, som fordyrede projektet. Hvis sprinkling fra starten var blevet indregnet, havde man formentlig kunnet gennemføre projektet til prisen.

Konsekvensen af de øgede udgifter til sprinkling betød, at der måtte undværes køkkener og skabe i lejlighederne, for at overholde rammebeløbet. ”Vi var ude og spare 10-12 pct. efter licitation. At ende med at bygge et byggeri uden køkkener for at holde på bæredygtigheden - det gør vi ikke en gang til,” siger Allan Werge.

Undervejs blev det overvejet at erstatte træfacaderne med billigere pandeplader, der i DGNB ville score lige så meget på bæredygtighed. Kommunen og stadsarkitekten holdt imidlertid fast i udtrykket med træbeklædning, og derfor blev sprinklingen nødvendig.

## Flere udfordringer – men ikke pga. bæredygtighed

Andre udfordringer relaterede sig ikke direkte til byggeprocessen, men kom til at påvirke projektets tidsplan og økonomi. En udfordring var, at infrastrukturen i området langt fra var gjort klar, da byggeriet skulle i gang. Fordi infrastrukturen ikke var lavet, kunne der ikke gives et vejnavn, hvilket var en forudsætning for fjernvarme og strøm til grunden. Som erstatning måtte to store dieselgeneratorer forsyne byggepladsen med strøm og varme.

Selvom der har været udfordringer undervejs, og samarbejdet på pladsen også har været under pres, vurderer Allan Werge ikke, at det i væsentlig grad kan henføres til, at der var tale om et træbyggeri: ”Der er ikke noget, hvor man kan sige, at det er fordi, at der bygges i træ. Konflikterne og problemstillingerne ligner alle andre sager. Men så snart der skal laves byggepladsforlængelse, er byggebranchen ikke særlig pæn, og så bliver det noget usikkert,” fortæller den administrerende direktør.

Især de klare krav, der blev stillet indledningsvist, har været afgørende for, at der er blevet holdt sammen på bæredygtighedsambitionerne og at projektet er kommet i mål.

## Stor tilfredshed hos beboerne

Beboerne er ifølge bygherren meget tilfredse med at bo i byggeriet. Bl.a. har en astmatiker sagt, at han aldrig har haft det så godt som i dette byggeri. En fordel for boligorganisationen og fraflyttende beboere er, at det er billigt at flytte igen, da der ikke skal males. Kommer beboerne til at lave huller i trævæggene, kan det hurtigt klares med træpropper eller lud.



**Allan Werge**  
Direktør  
AL2bolig



**Morten Sort Mouritsen**  
Adm. direktør  
Hustømmerne



**Søren Nielsen**  
Arkitekt  
Vandkunsten



**Bo Pedersen**  
Ingeniør  
MOE





Der er ikke noget, hvor man kan sige, at det er fordi, der bygges i træ. Konflikterne og problemstillingerne ligner alle andre sager. Men så snart, at der skal laves byggepladsforlængelse, så er byggebranchen ikke særlig pæn, og så bliver det noget uskønt.

— Allan Werge, direktør i AL2bolig.

# Parkeringshuset Indfaldet

## Når jordbalance får det til at spille

Der er ingen tvivl om, at den absolut vigtigste læring – det er dialogen. Der er ingen, der vil hinanden ondt i den her branche, men hvorfor går det så galt så ofte?

– Klaus Kellermann, bygherrerådgiver og bæredygtighedsansvarlig i Roskilde Kommune.

#### FAKTA OM PROJEKTET

Indgår i EU-projektet  
CityLoops

**Bygherre**  
Roskilde Kommune

**Arkitekt**  
Mangor & Nagel

**Entreprenør**  
MT Højgaard Design  
& Engineering,  
Astron A/S

**Indviet**  
September 2021

**Bæredygtighed**  
”Design for disassembly”  
Fokus på jordbalance







## Mere end et parkeringshus

”Indfaldet” er det første af i alt tre parkeringshuse, der opføres på Musicon – Roskildes kreative bydel, hvor barren er sat højt i forhold til at afprøve nye metoder inden for byggeri og byudvikling. Huset er et boltet stålhus bygget efter principperne om ”design for disassembly”.

Visionen har været at skabe et hus, der på én gang er iøjnefaldende og samtidig tilpasset de kreative omgivelser. ”Et hus i bevægelse, hvor liv og aktiviteter kan udspille sig i nye omgivelser, der giver hel ny betydning til begrebet parkeringshus”, som det hedder i rådgivningens præsentationsmateriale.

## Inddragelse højt prioriteret

Da Roskilde Kommune skulle i gang med processen om at udvikle parkeringshuset, var fællesskab og inddragelse nøgleord, som afspejler to stærke værdier i kommunen og især på Musicon.

”Ret tidligt i processen blev vi klar over, at vi skulle have et parkeringshus, der kunne bruges til andet end blot at parkere i. Det mandede ud i, at vi havde udbudsmateriale, hvor vi havde krav om, at der skulle være faciliteter til parkour-udøvelse, motorcykelværksted og taghavefællesskab,” fortæller Klaus Kellermann, fra Roskilde Kommune, som er projektleder for Parkeringshuset Indfaldet.

Ideen var fra start, at den øverste etage skulle bruges til aktiviteter. Beregningerne viste imidlertid, at det ville være mere rentabelt at lave en forskydning af grundplanet med otte meter i længden, hvor der kunne være andre aktiviteter. Det endte med at blive et krav i udbudsmaterialet.



Parkeringshuset skal indeholde både parkour-faciliteter og motorcykelværksted.





Inden udbud holdt Roskilde Kommune inddragelsesmøder med naboer og udviklere i området. Kravet om maksimal begrønning på parkeringshuset, som senere blev skrevet ind i udbuddet, var en direkte udløber af inddragelsesmøderne. Den tidlige inddragelse betød også, at naboerne fra start var medspillere i stedet for modspillere.

I udbudsmaterialet stilledes også krav om ”design for disassembly”, hvilket betød, at de bydende skulle aflevere en komplet manual for adskillelse af huset efter endt brug. Der var også krav om anvendelse af genanvendt beton og krav om jordbalance på hele projektet. En ambition om total genanvendelse af byggematerialer blev ikke fulgt, bl.a. fordi det var vanskeligt at fremskaffe de store mængder stål, som var nødvendige for at bygge parkeringshuset.

### På forkant med jordforurening

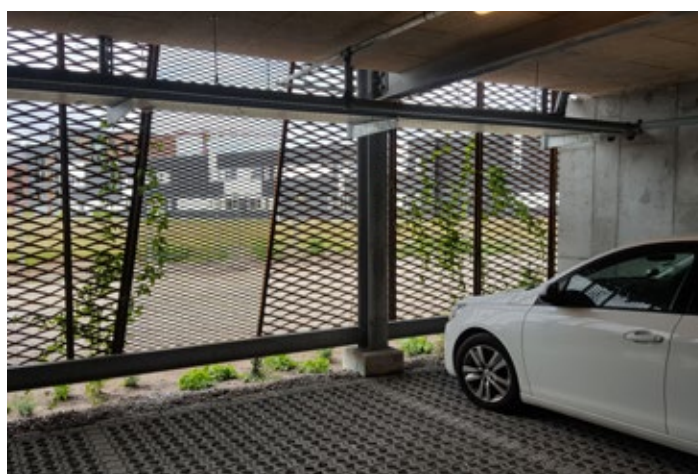
For at være på forkant med de forventede jordforureningsproblemer på grunden valgte Roskilde Kommune at analysere området grundigt inden udbud. Kommunen gennemførte en komplet §8- og §19-proces\* før udbud, hvilket senere i forløbet fjernede en stor risiko for entreprenørernes arbejde. Denne tilgang skabte medspil fra start, fortæller Klaus Kellermann:

”Det gjorde, at vi til alle de bydende kunne sige, at projektet var under forudsætning af godkendt §8 og §19, hvilket jo fjernede en stor risiko for deres arbejde. Dermed fik vi medspillere på de risikobetonede jordarbejder, som typisk ligger i starten af byggefasen. Og vi fik en dialog med totalentreprenøren om netop jordbundsforholdene og jordbalancen. Det viste sig faktisk at være et af de bæredygtighedstiltag, der fik størst effekt på huset.”

Da kommunen fra start havde flaget, at der var hindringer i jorden i form af betonrester, kunne der laves en fælles plan for, hvordan der skulle handles, når der blev fundet beton i jorden. Aftalen blev, at når entreprenøren fandt beton, kunne han grave det fri. Omfanget kunne vurderes sammen med kommunen, og betonstykkerne kunne så bortskaffes og lægges udenfor byggepladshegnet. Kommunen sørgede herefter for nedknusning af betonen, der så kunne bruges af entreprenøren som bundsikringsmateriale i parkeringshuset. Desuden blev en del brugt som tilslagsmateriale til støbning af ny beton.



Entreprenøren har været tovholder for en inddragelsesproces, hvor brugere og borgere har kunnet bidrage til projektet.



\* §8 henviser til jordforureningslovens, som kræver kommunal tilladelse til byggeri og gravearbejde på forurenede grund. §19 henviser til miljøbeskyttelsesloven, som kræver kommunal tilladelse til genanvendelse af jord

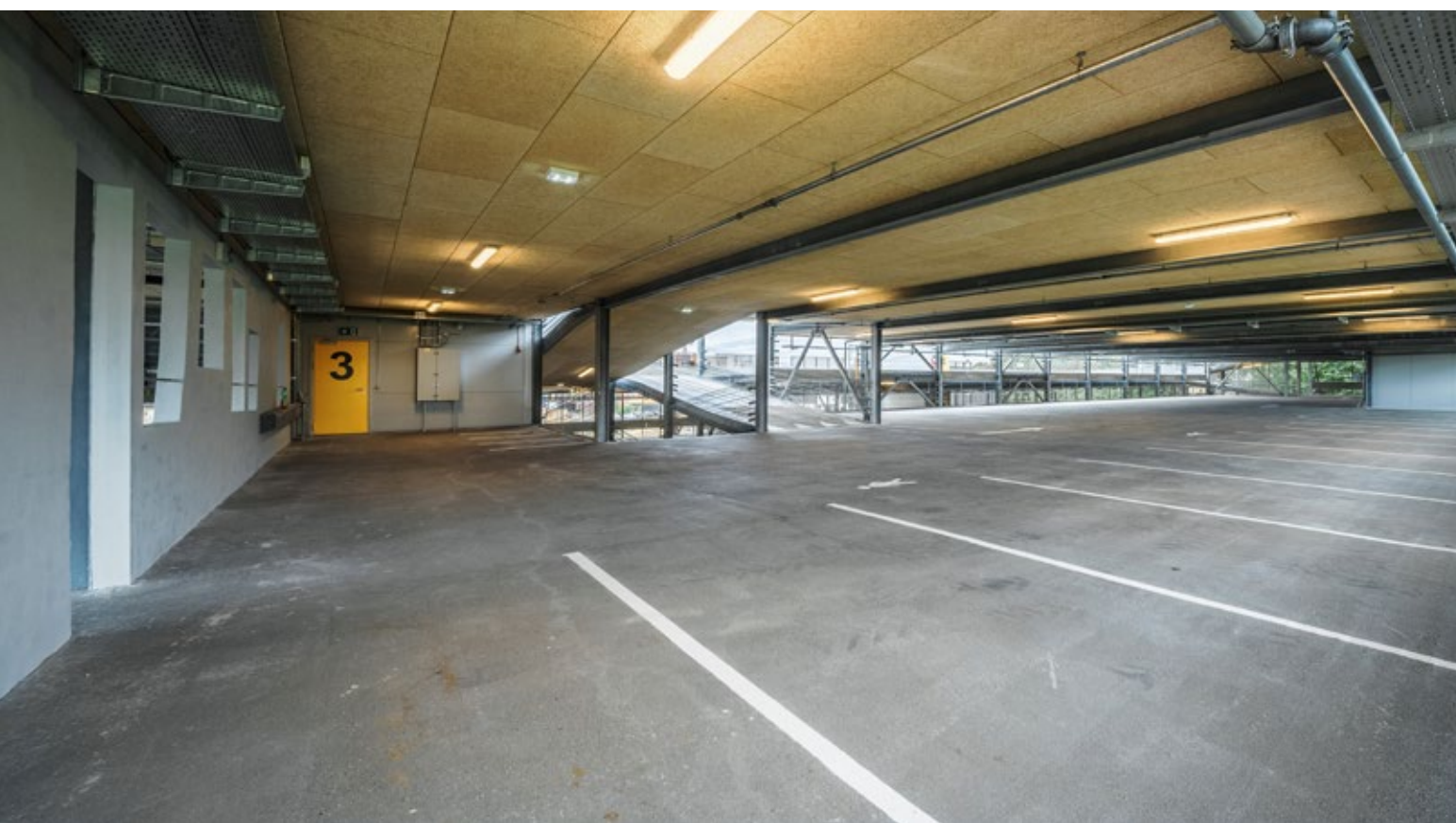
”Vi opnåede, at en typisk konfliktfyldt situation blev vendt til en positiv case for alle. Entreprenøren fik uden hindringer fritgravet de områder, som han skulle fundere og pælefundere i. Entreprenøren havde alt sit bundsikringsmateriale uden at skulle tilkøre det udefra, og vi havde sparet alle omkostninger i forbindelse med bortkørsel af betonrester og tilkørsel af nye materialer. Entreprenøren havde holdt sin tidsplan og var tilfreds. Så det var en god businesscase, og i forhold til bæredygtighed sparede vi også en del CO<sub>2</sub>,” fortæller Klaus Kellermann.

### **Entreprenør kørte inddragelsesproces**

Brugerinddragelse på et meget aktivt niveau var et vigtigt tildelingskriterie i udbuddet, netop fordi huset skulle rumme andre aktiviteter end blot parkering. Roskilde Kommune havde indlagt krav om to bruger- og borgerinddragende møder, hvor også kommende brugere kunne komme på banen. Netop med parkeringshuse kan inddragelse være svært at håndtere, da de typisk er ”ejerløse” og ikke har en brugergruppe, som kan kontaktes og inddrages. Entreprenøren blev flankeret af Roskilde Kommunes medarbejdere, og Musicon-sekretariatet bidrog med at finde de rigtige aktører til inddragelsesprocesserne.

”Det var en meget socialt båret proces, som vi tog entreprenøren med ind i. Vi bad ham om at være tovholder på inddragelsesprocessen og det fungerede rigtigt godt. Det betød, at vi ikke fik nogle parter i den proces, som bare kunne læne sig tilbage og sige, at det der var bygherrens dumme idé,” fortæller Klaus Kellermann.

For Roskilde Kommune var det i udbuddet et vigtigt udvælgelses-kriterie, at entreprenøren overbevisende kunne vise, hvordan de ville køre inddragelsesprocessen. Den vindende entreprenør, MT Højgaard, afleverede bl.a. personanalyser på alle deres nøglemedarbejdere. Fordi projektet var budt ud som omvendt licitation, blev der sat fokus på kvalitet og ikke pris. Dermed signalerede Roskilde Kommune, at processen blev vægtet særdeles højt.







Ambitionen om at skabe jordbalance, hvor der hverken skal fjernes eller tilføjes jord til byggepladsen, har fyldt meget i processen.



Verdensmålene har dannet grundlag for, at projektet er "designed for disassembly".

## Indre koblinger og FN's Verdensmål

Det har været en vigtig læring i den kommunale administration, at det kræver en god kobling mellem teknisk forvaltning og kulturforvaltningen at inddrage brugere meget tidligt i udviklingsprocessen. ”Alt det byggetekniske, det skal vi nok bemande i teknisk forvaltning. Men en forbindelsesofficer i en anden forvaltning vil være en god ting. Så kan jeg sige, at jeg nok skal tage ansvaret for det med pengene, men I må gerne tage processen, når vi har bygget huset og hjælpe foreningerne og de frivillige med at komme videre,” siger Klaus Kellermann.

Den politiske ambition om at følge FN's Verdensmål er et af omdrejningspunkterne for ambitionerne om både inddragelse, samarbejde og brug af byggematerialer, fortæller Klaus Kellermann: ”Verdensmålene fylder faktisk mere, end man skulle tro. I Roskilde Kommune har vi valgt ikke kun at kigge på de brede, bløde mål, men faktisk udvalgt fire verdensmål, som vi har forsøgt at tage med i vores ejendomsstrategi. Det er nr. 4, 8, 12 og 17. Vi går ned tekstspecifikt og ser på, hvad der giver mening for os. Og dem her har vi omsat til byggetekniske krav, som vi kunne videreføre direkte i program materialet.”

Mål nr. 8 og specifikt delmålet 8.4. om ansvarligt forbrug og mål nr. 12, delmål 12.5, 12.6, 12.7 og 12.8 om cirkulær økonomi, er forbindelsen til ambitionen om ”design for disassembly”. Mål 17 og særligt delmål 17.17 om partnerskaber er linket til tilgangen om samarbejde, dialog og partnerskab.

”Vi understøtter partnerskabstanken, og det gør vi ved at åbne op for vores ideer og økonomi for dem, der er med i processen, og så forventer vi, at de gør det samme. Og det virker,” siger Klaus Kellermann.

## Den største læring sker gennem dialog

”Der er ingen tvivl om, at den absolut vigtigste læring – det er dialogen. Der er ingen, der vil hinanden ondt i den her branche, men hvorfor går det så galt så ofte? Det er jo, fordi vi dækker os ind i en masse krav, regler og garantier og alt muligt andet, der gør, at vi binder hinanden på hænder og fødder.

Der skal være en villighed til at være lidt mere løs i den her struktur og placere et ansvar lidt mere flydende. I stedet for altid at have et rådgiveransvar for bestemte ting og et totalentreprenøransvar for noget andet – skal man blot have en åben dialog om, hvor risiko og ansvar bor mest hensigtsmæssigt. Det er kraftigt befordrende for samarbejdet,” fortæller Klaus Kellermann.



**Klaus Kellermann**  
Bygherrerådgiver og  
bæredygtighedsansvarlig  
Roskilde Kommune



**Sabina Holstein**  
Specialkonsulent  
Roskilde Kommune





**Der skal være en villighed til at være lidt mere løs i den her struktur og placere et ansvar lidt mere flydende. I stedet for altid at have et rådgiveransvar for bestemte ting og et totalentreprenøransvar for noget andet – skal man blot have en åben dialog om, hvor risiko og ansvar bor mest hensigtsmæssigt. Det er kraftigt befordrende for samarbejdet.**

— Klaus Kellermann, bygherrerådgiver og bæredygtighedsansvarlig i Roskilde Kommune.

# Ejerforeningen Ørstedes Haver

## Fællesskab og enighed som afsæt for den gode proces

Bæredygtighed var ikke så hypet dengang. Det var noget vi kom med – bl.a. muligheden for at få nedbragt varmetabet og styrke fællesskabet. Der var jo ikke noget konkurrenceprogram, hvor krav om bæredygtighed var med.

– Christopher Carlsen, arkitekt MAA, indehaver af Tegnestuen LOKAL.

#### FAKTA OM ØRSTEDS HAVER

**Bygherre**  
E/F H. C. Ørstedvej 25-27  
og Salling Group

**Arkitekt**  
Tegnestuen LOKAL

**Ingeniør**  
Henneby Nielsen og COWI

**Rådgiver**  
CEJ Ejendomsadministration

**Entreprenør**  
Amstrup & Baggesen

**Indviet**  
2020

**Areal**  
5.000 m<sup>2</sup>

**Priser**  
Vinder af Renoverprisen 2021

**Bæredygtighedstilgang**  
Renovering med fokus på  
fællesskab og begrønning





MAX  
30  
KM

**Netto**  
40 gratis p-plas

**ALLE SKAL  
HAVE RÅD**



## Idé og initiativ

Målet om en facaderenovering, der kunne løfte den æstetiske fremtoning markant, var den primære motivation, da ejerforeningen Ørstedes Haver tog kontakt til en række arkitekter, som en beboer kendte gennem sit personlige netværk. Ejerforeningen søgte efter alternativer til den traditionelle systemleverance på en facadeløsning med glaspaneler, som kan sættes ind mellem svalegangsværnet og dækket mellem etagerne.

Der blev sat to hovedkriterier for renoveringen: Dels afskærmning mod støjen fra den trafikerede vej, og dels at der ikke skulle kunne komme vand ind på svalegangene, da det om vinteren medfører frostskafer på betonen.

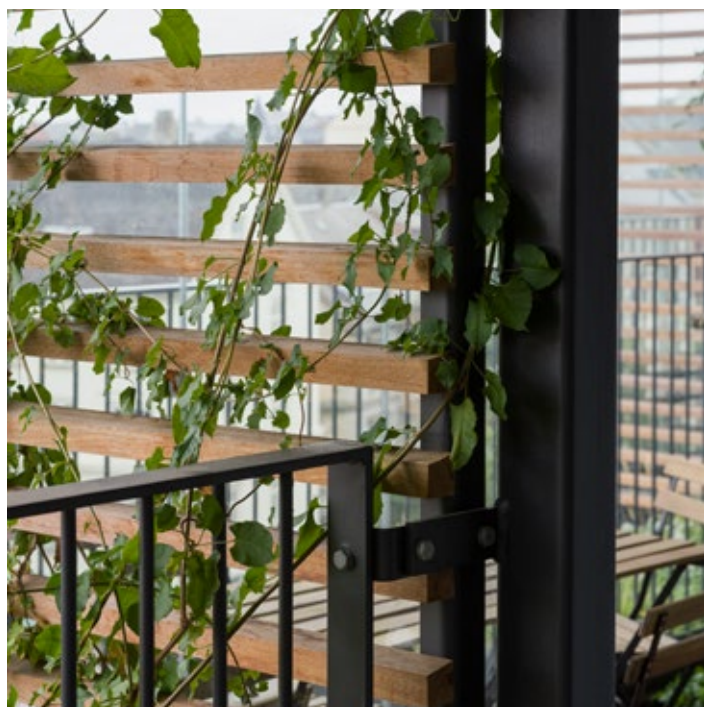
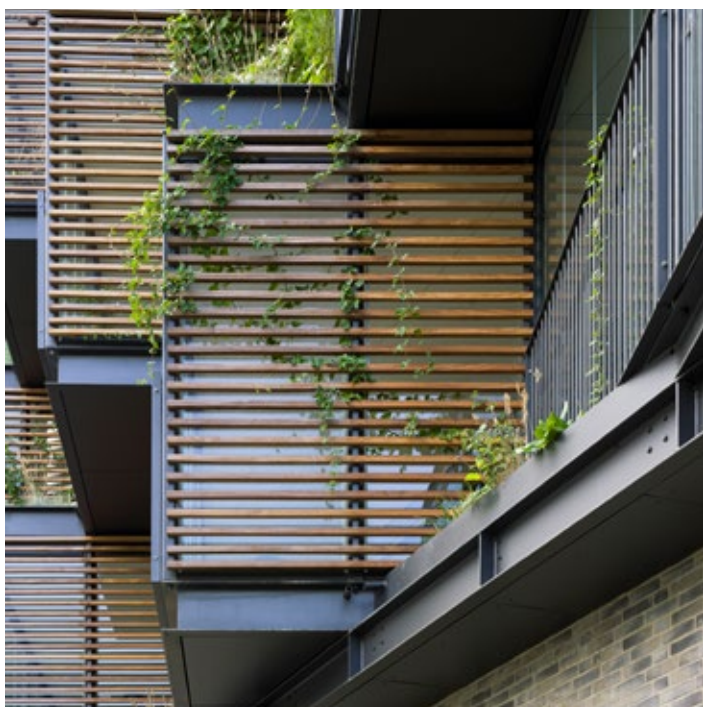
## Opholdsrum ud mod trafikeret vej

Den nystartede tegnestue LOKAL vandt opgaven og brugte samtidig opgaven til at definere, hvad tegnestuen skulle fokusere på: ”Tegnestuen var helt ny, og vi var ved at finde ud af, hvad vi skulle lave. Det skulle være noget med fællesskab og bygningsintegreret begrønning.

Vi fik den idé at foreslå et sekundært opholdsrum for beboerne, men vi var selvfølgelig først usikre på, om det ville fungere ud mod en trafikeret vej og mod øst,” fortæller Christopher Carlsen, arkitekt MAA, indehaver, Tegnestuen LOKAL.



At skabe rum for fællesskaber og bygningsintegreret begrønning har været de primære visioner for projektet.







Christopher Carlsen og hans kolleger vurderede, at svalegangen kunne bevares, og at der kunne laves opholdsarealer ved en udvidelse på den anden side af svalegangen. Det krævede, at der blev lavet en vinkling i facaden, som samtidig ville gøre, at sollyset kunne trænge ind. Forskydningerne i facaden og begrønningen ville samtidig bryde den langstrakte facade og gøre op med den industrialiserede æstetik, som beboerne ville væk fra. Det var den æstetiske forvandling og dermed også mulighed for en betydelig forøgelse i ejendommens værdi, som LOKAL præsenterede, der blev det afgørende i ejerforeningens beslutning om at vælge LOKALs forslag. Det var i mindre grad en ambition om bæredygtighed.

”Bæredygtighed var ikke så hypet dengang. Det var noget vi kom med – bl.a. muligheden for at få nedbragt varmetabet og fællesskab. Der var jo ikke noget konkurrenceprogram, hvor krav om bæredygtighed var med,” forklarer Christopher Carlsen.

### Medfinansiering fra Salling Group

Enstemmighed blandt beboerne i de 45 lejligheder i ejerforeningen blev afgørende for, at forvandlingen af Ole Hagen-bygningen kunne lade sig gøre. Salling Group var interesseret i at købe den del af stueetagen, hvor der tidligere havde været tankstation og i stedet etablere en Netto. Det skabte mulighed for medfinansiering fra Salling Group til renoveringen.

For at få plads til en Netto, var der behov for at inddrage 40-50 m<sup>2</sup> af fællesarealet i baggården, hvilket ifølge vedtægterne krævede enstemmighed blandt beboerne. Hjulpet af et attraktivt tilbud om medfinansiering fra Salling Group til facaderenoveringen, blev der skabt fuld opbakning blandt ejerne til projektet.



Det krævede enstemmighed blandt samtlige beboere at få Salling Group med i projektet.



## Villavej-stemning

Den nye facade er blevet monteret i den originale, kraftige betonbjælke over den åbne stueetage. Værnene langs svalegangen er blevet fjernet, og der er lagt nyt trægulv. Hver lejlighed har fået samme størrelse uderum udenfor deres hoveddør. Dermed er der skabt mulighed for et nyt fællesrum, der bliver flittigt brugt, samtidig med at beboerne også har mulighed for at bruge altanen ud mod gården, hvis de ønsker at være mere private. I forbindelse med renoveringen er der også lavet en populær tagterrasse på ca. 300 m<sup>2</sup>, men scoopet er primært opholdsarealet udenfor boligen.

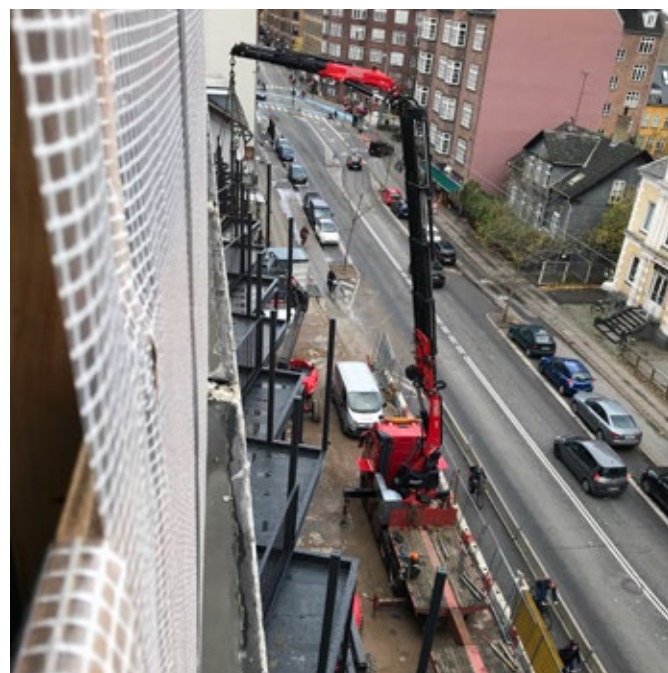
”Lidt storladent sammenligner vi det med en villavej, hvor børnene bare løber ude i svalegangen og leger. Min vens datter, der bor der, har lært at køre på cykel derude. Jeg ved ikke hvordan de har gjort det, men de har også slået katten af tønden derude. Så en del fællesskab er der blevet plads til,” fortæller Christopher Carlsen.

## Nye regler om brand udfordrer

De løsninger til at håndtere brand, som rådgiverne fandt frem til i dialog med beredskabet, ville i dag have været vanskelige at få gennemført på helt samme måde. Den nye lovgivning om brand, der er kommet til siden projektet blev færdigt, ville have givet udfordringer, fremhæver arkitekten:

”Vi har fået ny lovgivning om brand siden, og der er mange af de løsninger, som man tidligere kunne tale sig frem til med et brandberedskab, taget ud af ligningen. I det her projekt var det vigtigt, at udgifterne ikke blev for høje, hvis man skulle få alle 45 beboere til at blive enige. Skal vi ud at lave nye flugtveje, sprinklingssystemer, ABDL-systemer, osv. så bliver det meget kostbart. Det er blevet sværere at udføre – desværre,” fortæller Christopher Carlsen

De nye regler gør det blandt andet svært at mobilisere et så stærkt fællesskab, som det der har drevet renoveringen af Ørsteds Haver: ”Vi har lignende opgaver, men nu er det ikke længere beboerdrevet, fordi up-front-udgifterne er så høje, og teknikken i at skulle løse al brand er noget, som skal være drevet af en professionel bygherre. Står du med en bygning, der er 50-60 år gammel og skal argumentere ud fra nutidens standarder, så bliver det rigtig svært,” afslutter Christopher Carlsen.



**Christopher Carlsen**  
Arkitekt MAA, indehaver  
Tegnestuen LOKAL





Lidt storladent sammenligner vi det med en villavej, hvor børnene bare løber ude i svalegangen og leger. Min vens datter, der bor der, har lært at køre på cykel derude. Jeg ved ikke hvordan de har gjort det, men de har også slået katten af tønden derude. Så en del fællesskab er der blevet plads til.

— Christopher Carlsen, arkitekt MAA, indehaver af Tegnestuen LOKAL.

# Powerhouse Brattørkaia

## Når CO<sub>2</sub> styrer byggeprocessen

Det er på en måde mere end et byggeri. Det er et signal om, at det godt kan lade sig gøre, og at vi allerede nu har teknologien til at løse morgendagens udfordringer. Al teknologi i huset er velkendt. Innovationen ligger i processen, ikke i teknologien.

— Rune Stene, adm. direktør, Powerhouse.

**FAKTA OM  
POWERHOUSE  
BRATTØRKAIA**  
Kontorbygning i  
Trondheim, Norge

**Arkitekt**  
Snøhetta  
**Entreprenør**  
SKANSKA  
**Areal**  
18.000 m<sup>2</sup>

**Bygningens årlige  
energiproduktion**  
Ca. 485.000 kWh

**Bæredygtigheds certificering**  
BREEAM Outstanding







## Mere end et byggeri

Powerhouse Brattørkaia på havnefronten i Trondheim er den største plusenergi-bygning i Norge. Den er bygget efter "Powerhouse-standard", dvs. at bygningen i sin levetid vil generere mere energi, end der er brugt i både byggefasen, til byggematerialer, i driftsfasen og når bygningen skal bortskaffes efter de beregnede 60 års levetid.

Bygningen generer dobbelt så meget elektricitet, som den har behov for, og kan dermed levere vedvarende energi til nabobygninger, opladning af biler, busser og både. Arkitekturen er formet af den mest optimale brug af sol og naturlig ventilation.

"Det er på en måde mere end et byggeri. Det er et signal om, at det godt kan lade sig gøre, og at vi allerede nu har teknologien til at løse morgendagens udfordringer. Al teknologi i huset er velkendt. Innovationen ligger i processen, ikke i teknologien," fortæller Rune Stene, adm. direktør, Powerhouse.

Huset i Trondheim stod færdigt i 2019 og er flagskibet i porteføljen på indtil videre fire byggerier, som norske Powerhouse Alliance har stået bag. Alliancen har eksisteret i 12 år og består af entreprenøren SKANSKA, arkitektvirksomheden Snøhetta, udvikleren Entra, rådgiveren Asplan Viak og den grønne tænketank ZERO. Samarbejdet er baseret på frivillighed og alliancen har ingen ansatte, men tre arbejdsgrupper på tværs af de deltagende virksomheder – én med koncept og innovation, én med kommunikation og én med nye projektmuligheder. Powerhouse Alliance har indtil videre udviklet fire byggerier i Norge, og et femte boligbyggeri er på vej.

## Hvad er et Powerhouse?

Det er Parisaftalens mål om maksimal temperaturstigning på 1,5 grad, som styrer Powerhouse-byggerierne. Da Parisaftalen blev vedtaget, valgte virksomhederne bag Powerhouse at ændre deres fokus fra energieffektivitet og reduktion af kilowatt-timer til reduktion af CO<sub>2</sub>.

I dag måles alle udslip knyttet til materialer, til byggefasen (herunder de maskiner, der anvendes) og til energi i driftsfasen i 60 år samt energi til afhændelse af bygningerne efter 60 år. Hvis et byggeri skal være "Powerhouse Paris Proof", skal det derfor holde sig stramt til Parisaftalens målsætninger.

## CO<sub>2</sub> styrer processen

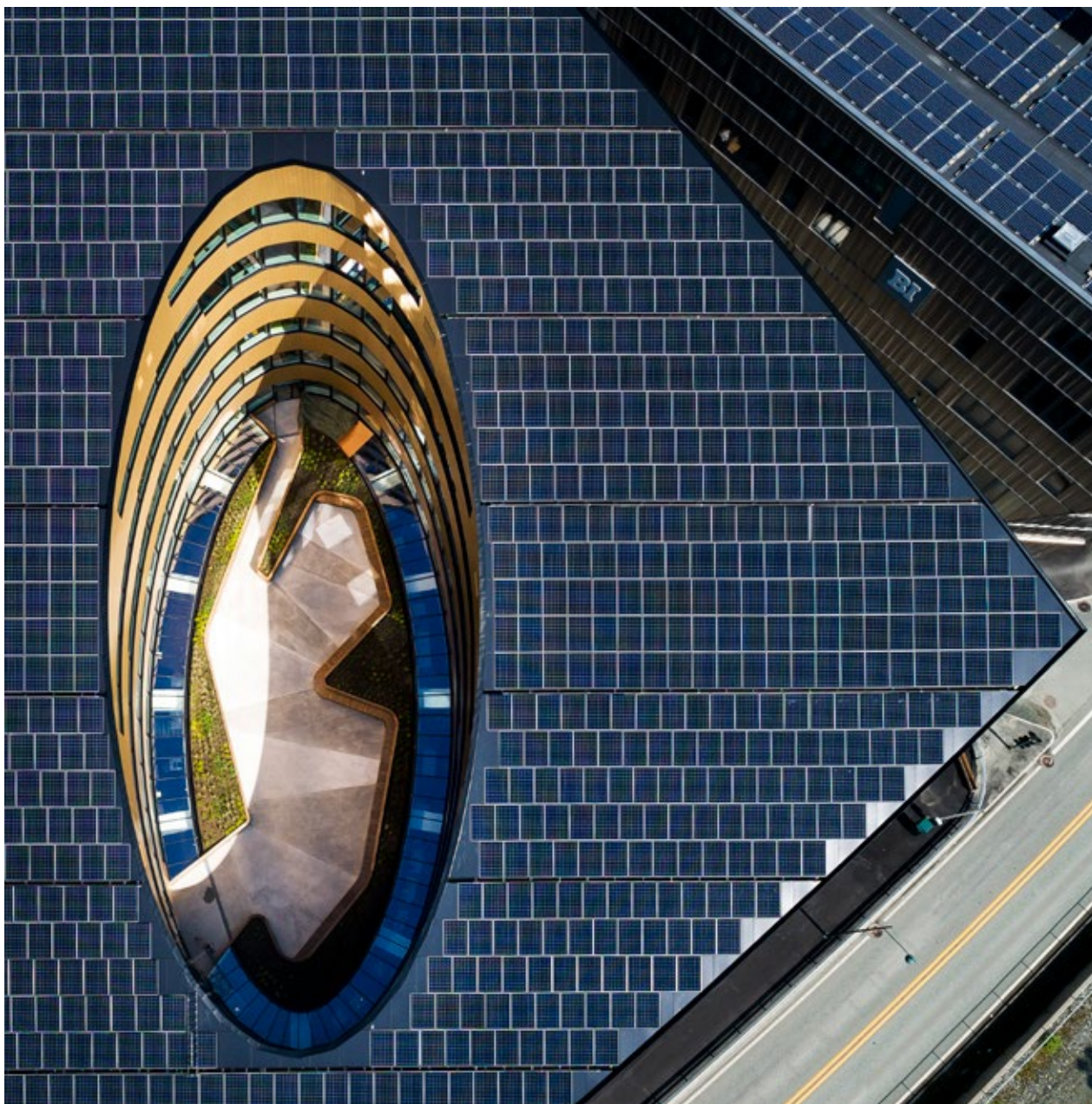
I en traditionel udviklingsproces er tid, omkostninger og kvalitet de tre nøgleparametre. Men hos Powerhouse er CO<sub>2</sub> en helt afgørende fjerde parameter, forklarer Rune Stene:

"En vigtig læring i de 12 år, vi har været i gang, er, at man bliver nødt til at have en anden proces, når man bygger klima- eller energiambitiøst. Det traditionelle fokus på omkostninger, tid og kvalitet er ikke tilstrækkeligt. Man bliver nødt til at have CO<sub>2</sub> med som den fjerde dimension fra dag ét. Det kan ikke komme ind på et senere tidspunkt i projektet. Der er for meget besluttet og bestemt. Samtidig må CO<sub>2</sub> have tilsvarende størrelse og tyngde som kvalitet, tid og omkostninger. Her får man nogle interessante udslag i projektet. Gode diskussioner og ikke mindst helt nye skill-set blandt deltagerne."

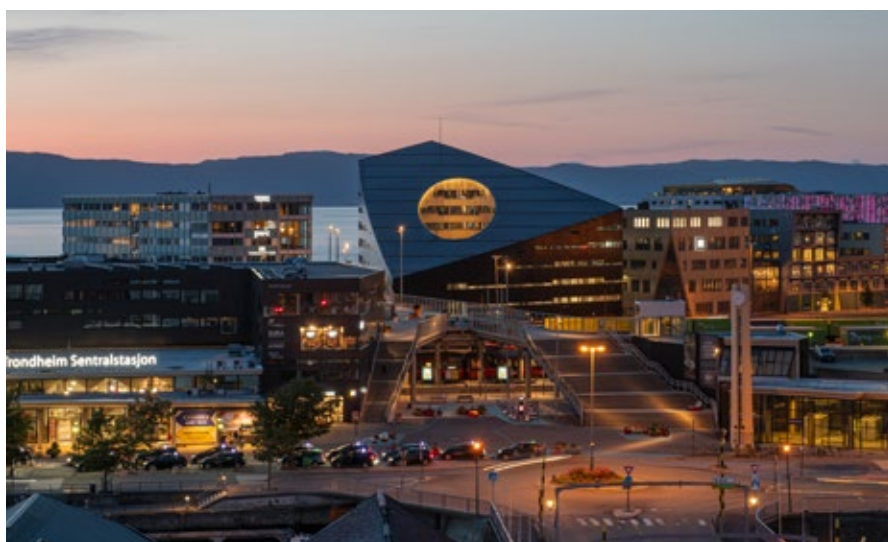




CO<sub>2</sub> udgør en ligeså væsentlig dimension for projektet som tid, økonomi og kvalitet.

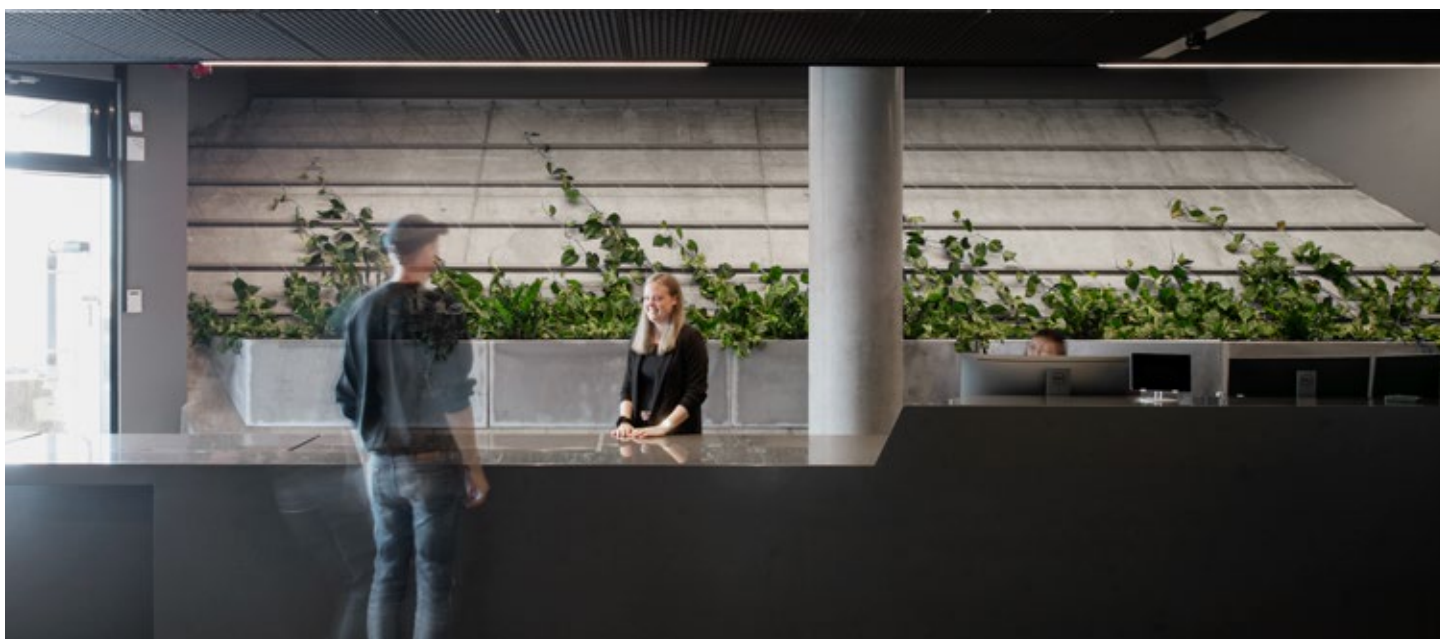


Powerhouse Brattørkaia genererer mere energi, end der bruges til at bygge, drifte og bortskaffe det.









## Klimaregnskab fra dag ét

Et Powerhouse byggeri skal performe efter planen – ellers er det ikke et Powerhouse. Derfor begynder udviklingsprocessen for et byggeri med en workshop, hvor der helt indledningsvist startes et klimaregnskab. Det betyder, at alle senere ændringer i design, materiale, m.m. bliver opgjort og holdt op imod Paris-kurven og klimaregnskabet.

Det er helt afgørende, at entreprenøren også er med i den allerførste workshop, både for at beskrive bygbarheden og omkostninger, men også for at optimere videndelingen i hele processen. Klassiske udfordringer i byggefase kan dog ikke undgås, men der gøres en stor indsats for at begrænse dem:

”Vi er blevet ganske gode i den tidlige fase, hvor alt er muligt og intet koster noget. Det er i gennemførelsen, at vi har oplevet udfordringer, bl.a. den traditionelle konflikt mellem entreprenør, arkitekt og bygherre. Den er fortsat potentielt til stede. Den er ikke usædvanlig sammenlignet med andre byggerier,” fortæller Rune Stene.

## Fælles risikopulje

En metode har været fælles risikoafdækning, hvor bygherre og entreprenør hver har lagt 1 mio. NOK i en fælles pulje, som man tager af, hvis der dukker ting op, som ingen kunne have forudset: ”Hvis det viser sig, at bygningen ikke performer, som det var projekteret, så tager vi af den fælles pulje til tilpasninger (...) Der er jo i dag så mange bygninger, der projekteres til energiklasse A, men når de så går i drift, er energiforbruget måske 50 pct. højere. Og det er absolut ikke i orden,” forklarer Rune Stene.

Det næste Powerhouse er et boligprojekt i Trondheim med ca. 200 boliger. Projektet havde byggestart i sommeren 2022 og skal også være et plus-energihus efter Powerhouse Paris Proof-standard. Et af de innovative tiltag er en ny forretningsmodel, hvor taget på bygningen allerede er blevet solgt til det lokale energiselskab, der ejer solceller på taget i 30 år og sælger energien til beboerne til en fast abonnementspris baseret på lejlighedsstørrelse.

I de kommende år forventer Powerhouse Alliancen at udvikle flere koncepter, særligt indenfor renovering, genbrug og ”design for disassembly”.



**Rune Stene**  
Adm. direktør  
Powerhouse





En vigtig læring i de 12 år, vi har været i gang, er, at man bliver nødt til at have en anden proces, når man bygger klima- eller energiambitiøst. Det traditionelle fokus på omkostninger, tid og kvalitet er ikke tilstrækkeligt. Man bliver nødt til at have CO<sub>2</sub> med som den fjerde dimension fra dag ét.

— Rune Stene, adm. direktør, Powerhouse.











simonsen  
vogelwing

pwc

TORGHATTEN