



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY  
DENMARK

## Modulforsøg ved transformation af tomme bygninger til lejeboliger

*Evaluering af fire kommuners modulforsøg støttet af Bolig- og Planstyrelsen*

Bertelsen, Niels Haldor

*Creative Commons License*  
Ikke-specificeret

*Publication date:*  
2022

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Bertelsen, N. H. (2022). *Modulforsøg ved transformation af tomme bygninger til lejeboliger: Evaluering af fire kommuners modulforsøg støttet af Bolig- og Planstyrelsen*. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. BUILD Hæfte

### General rights

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

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

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



# BUILD

# HÆFTE

## Modulforsøg ved **transformation** af tomme bygninger til lejeboliger

Evaluering af fire kommuners modulforsøg støttet af Bolig- og Planstyrelsen



Faxe Sygehus bygning 19.



Mern Station, © Peter Ib Rasmussen.



Fabers Fabrikker, © Arkitektskolen Aarhus.



Hjørring Station.

## INDLEDNING OG MODULFORSØG

### Indhold

Indledning og modulforsøg	2
1. Formål og opfyldelse	4
2. Udvikling af modulsystemer	6
2.1 Rumdelere og skabsvægge	6
2.2 Mobile vægge og køkkener	8
2.3 Hus i hus konceptet	10
2.4 Demonterbart modulhus	12
3. Transformationsproces	14
4. Egenskaber og økonomi	16
5. Innovation med evaluering	18
6. Formidling og perspektiver	20

BPST og de fire kommuner forventer, at modulforsøgene bidrager til en helheds-løsning af de to udfordringer og en videreudvikling af de fire modulsystemer. Systemerne er fremtidssikrede og kan omdannes til forskellige beboergrupper. Modulforsøgene har været innovative, og der er udviklet nye løsningsmodeller, som kan få en generel nytteværdi for byfornyelse, kommuner, boligforeninger og byggeriets parter.

### Tekniske evalueringsrapporter

Modulforsøgene er beskrevet i:

- [Modulforsøg på Faxe Sygehus, bygning 19, 2. sal. BUID 2022:15.](#)
- [Modulforsøg på Fabers Fabrikker i del af fabrikshal. BUID 2022:16.](#)
- [Modulforsøg på Hjørring Station, 1. sal. BUID 2022:17.](#)
- [Modulforsøg på Mern Station og nye modulhuse. BUID 2022:18.](#)

Dette hæfte er bygget op, så der i hvert af kapitlerne 1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3, 4, 5 og 6 er beskrevet 9 forskellige læringseksempler. De er et sammendrag af kapitel 8.4 fra de fire evalueringsrapporter, og de er målrettet læring, formidling og perspektivering om byfornyelse til de forskellige aktører, for hvem det er relevant.

Dette hæfte er en opsummering af fire evalueringsrapporter, der beskriver fire forsøg med modulsystemer i eksisterende byggeri, der alle er bevaringsværdige. Der beskrives, hvordan man transformerer eksisterende byggeri til moderne lejligheder ved hjælp af modulsystemer, og hvilke læringer det har resulteret i.

Modulforsøgene er et resultat af, at Bolig- og Planstyrelsen (BPST) udmeldte 30 mio. kr. i 2016 fra puljen 'Forsøg med modulsystemer'. Kommunerne Faxe, Vordingborg, Faaborg-Midtfyn og Hjørring fik efter ansøgning støtte til deres modulforsøg. De er nu afsluttet og rapporteret i fire BUILD-evalueringsrapporter.

### Formål med modulforsøgene

BPST's formål er, at forsøgene skal skabe nye smarte løsninger til to store udfordringer for yderområderne:

- Anvendelse af tomme bygninger.
- Behov for billige lejligheder.

### Modulforsøg på Faxe Sygehus

Faxe Kommune har gennemført modulforsøg på det nedlagte Faxe Sygehus. 2. sal i den bevaringsværdige bygning 19 er transformeret til midlertidige lejeboliger for unge udsatte med behov for social støtte. Der er udviklet et modulsysteem af mobile vægge, køkkener og baderum koblet på installationer under vægbænke. Læs om modulsystemet i kapitel 2.2.

### Modulforsøg på Mern Station

Vordingborg Kommune har gennemført renovering af de bevaringsværdige stationsbygninger på den nedlagte Mern Station. De har udviklet et nyt demonterbart modulhus på 64 m<sup>2</sup> med 10 m<sup>2</sup> hems. 4 lejligheder i stationsbygningen og 2-6 modulhuse kan indrettes til midlertidige lejeboliger for beboere med behov for social støtte. Læs om modulsystemet i kapitel 2.4.

### Modulforsøg på Fabers Fabrikker

Faaborg-Midtfyn Kommune har gennemført modulforsøg på nedlagte Fabers Fabrikker i Ryslinge. Del af bevaringsværdig fabrikshal er transformeret til 4 attraktive lejeboliger udlejet af privat udlejer til pendlere og lokale. Der er udviklet et modulsysteem kaldet 'Hus i Hus' konceptet i den rå fabrikshal. Læs om modulsysteemet i kapitel 2.3.

### Modulforsøg på Hjørring Station

Hjørring Kommune har gennemført modulforsøg på den bevaringsværdige Hjørring Station. 1. sal er renoveret til 9 attraktive midlertidige hjem for pendlere. Der er udviklet boligmoduler af rumdelere og skabsvægge, og der er etableret udlejningsforeningen Stationsboliger Hjørring, som er støttet af erhvervslivet. Læs om modulsysteemet i kapitel 2.1.



Fabers Fabrikker, © Arkitektskolen Aarhus.



Tom fabriksal ppå Fabers Fabrikker.

# 1. FORMÅL OG OPFYLDELSE

BPST har opsat formål og forventninger til kommunernes modulforsøg og de 30 mio. kr. i støtte fra forsøgspuljen. De fire kommuner har suppleret dem med specifikke formål og visioner for deres egne modulforsøg. En vigtig opgave er at specificere formålet i starten og at vurdere opfyldelsen i de efterfølgende faser.

## Specificering af formål

Både ved transformationer af tomme bygninger til lejligheder og gennemførelse af modulforsøg er opfyldelse af formål en væsentlig overordnet styringsopgave. Den kan bruges til at holde forsøgsprocessen på sporet og til at vurdere erfaringer og resultater.

Den første opgave er at samle de ydre og indre formål, som både kan sætte rammer for transformations- og forsøgsforløbet, og hvordan der kan følges op på dem i processen. De ydre formål er fx BPST's og lokalområdet formål, og de indre formål gælder enkelte forsøgsforløb.

## Opfyldelse af formål

De næste opgaver er at vurdere opfyldelsen af formålet i en trinvis evaluering for hver fase for udvalgte temaer, som løbende rapporteres, fx efter aktivitetsmodellen, aktivitetsmodellen, som er vist nederst på side 5.

Det kan fx ske for fase A, Programmering; fase B, Projektering; fase C, Bygning og aflevering; og fase D, Drift og anvendelse. Fase D er ikke inkluderet i disse forsøg.

### Formål for modulforsøgene

- **Tomme bygninger** er en udfordring for yderområder. De kan være bevaringsværdige og en kulturarv, som har brug for en nænsom renovering. De kan få en ny funktion som lejligheder og skabe nyt liv og gavnlige effekter for lokalområdet.
- **Billige lejligheder** etableres fx som midlertidige lejligheder centralt i kommunen, som er fleksible og mobile, som fx kan omdannes til flygtningeboliger, og som kan indgå i områdefornyelsen.
- **Nyt modulsystem** udvikles som en helhedsorienteret, fleksibel og fremtidssikker løsning med høj arkitektonisk værdi. Det skal bygge på en innovativ model, digital planlægning og produktion og afprøves som demonstrationsprojekt.
- **Egenevaluering** af processen afprøves på en eller flere eksempler, og de evalueres løbende af fx BUILD. Økonomien opdeles i transformation, modulforsøg og husleje. Forsøget skal generere nytteværdi for andre af byfornyelsens aktører og formidles til dem.



Stationsbygningen på Mern Station er fra 1920, © Peter Ib Rasmussen.



Mern Station blev nedlagt til 1961, og der blev bygget en fabrik, som blev fjernet, © Peter Ib Rasmussen.

Erfaringerne samles i en rapport for hvert modulforsøg, som kan formidles til andre byfornyelser og deres aktører.

Vurderingen kan fx ske i udvalgte temaer, som er gennemgående for de enkelte faser. I modulforsøget er det fx sket i følgende 4-6 temaer:

- Krav: 1) Rammer & 2) Beboere.
- Produkt: 3) Arkitektur & 4) Konstruktioner og egenskaber.
- Proces: 5) Plan- og byggeproces og samarbejdet om udvikling.
- Økonomi: 6) Omkostninger delt i renovering, forsøg og husleje.

Build har i de 4 evalueringsrapporters kapitel 8.3 vurderer, hvordan modulforsøgene har opfyldt deres formål. I dette hæfte er det samlet for udvikling af de 4 modulsystemer i kapitel 2, for transformation af

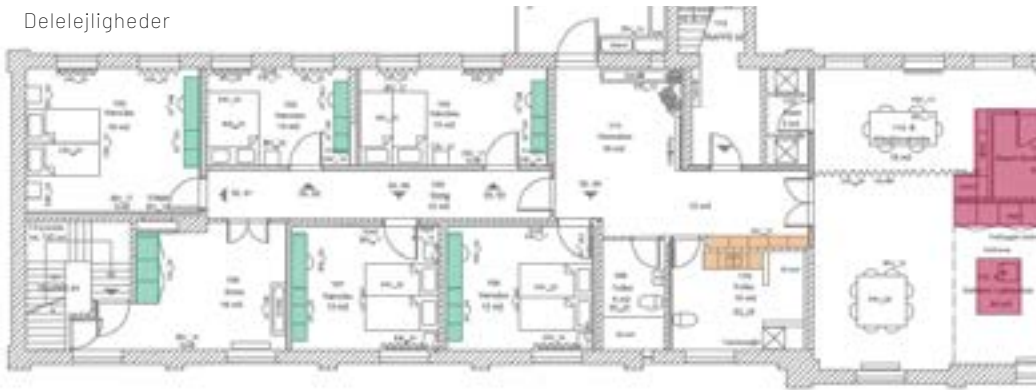
tomme bygninger til lejligheder i kapital 3, og for evaluering i kapitel 4, 5 og 6. Det er sket som 9 læringseksempler, som er hentet fra de 4 evalueringsrapporters kapitel 8.4.

### Faxe-eksempel på opfyldelse af formål

“Etagen er indrettet til billige boliger, som omfatter 3 typer bofællesskaber med social støtte herunder flygtninge. Boligerne kan tilpasses skiftende behov ved brug af et mobilt modulsystem. Kommunen er herved blevet mere forandringsparat til at imødegå uforudsete behov og honorere fremtidens skiftende behov.”







Plantegning af 2. sal på Hjørring Station, © JAJA Architects.

## 2. UDVIKLING AF MODULSYSTEMER

Første læringseksempel er vist i kapitel 1, og de 4 næste læringseksempler er vist her i kapitel 2 for hver af de 4 modulsyste-mer. Se nærmere om læringseksempel for transformationsprocessen i kapitel 3, om egenskaber og økonomi i kapitel 4 og om evaluering og innovation i kapitel 5.

### 2.1 Rumdelere og skabsvægge

I modulforsøget på 1. sal i stationsbygningen i Hjørring er der udviklet og afprøvet boligmoduler af rumdelere og skabsvægge. Man har i modulforsøget i store træk fastholdt den oprindelige rumopdeling for de tre arealområder: Delejligheder, fællesrum og små boliger. Se plantegningen øverst.

I supplement hertil har man ønsket, at boligmodulerne udvikles og afprøves som skræddersyet masseproduktion af forskellige typer, og de er placeres, som vist i plantegning øverst på siden.

Det blev drøftet, hvordan modulerne kunne flyttes gennem de små døråbninger, og hvordan man bruger 3D-opmåling og -printning til produktion. Tidligt blev det aftalt, at fokus skulle lægges på en enkel modulopbygning og samarbejdet mellem arkitekt og håndværker, som kan bruge CNC-fræser. Det er vigtigt, at tidsforbruget minimeres, og at processens trin forstås enkeltvis og i sammenhæng.

### Erfaringer med boligmoduler

Visionen for boligmodulerne er fasthold i udførelsen. CNC-leverandøren blev udskiftet for at undgå mellemhånd og sikre lokal forankring og en god produktionskompetence. "Det tætte samarbejde mellem arkitekt og leverandør er vigtig for processen", fortæller arkitekten.

Boligmodulerne er udført i lyse træplader og virker fint som rumdelere. De underbygger samtidig helheden i transformationen og bygger på varme farver, der bidrager til at skabe hyggelige og indbydende rum.

Udviklingen af boligmodulerne er tilpasset den lille volumen på Hjørring Station, da det ikke var muligt at udføre boligmodulerne i en industriel serieproduktion. Et planlagt modulforsøg på Sindal Station blev aflyst pga. økonomi, hvorfor modulforsøget i denne omgang blev afsluttet.

Det er BUILD's vurdering, at afprøvnin-gen kalder på en opfølgning. Det foreslås fremadrettet, at leverandør bliver involveret i evalueringen, og at den digitale og industrielle produktion afprøves og dokumenteres for at efterviser proces, kvalitet og økonomi.



Visualisering af byggeriet, © JAJA Architects.



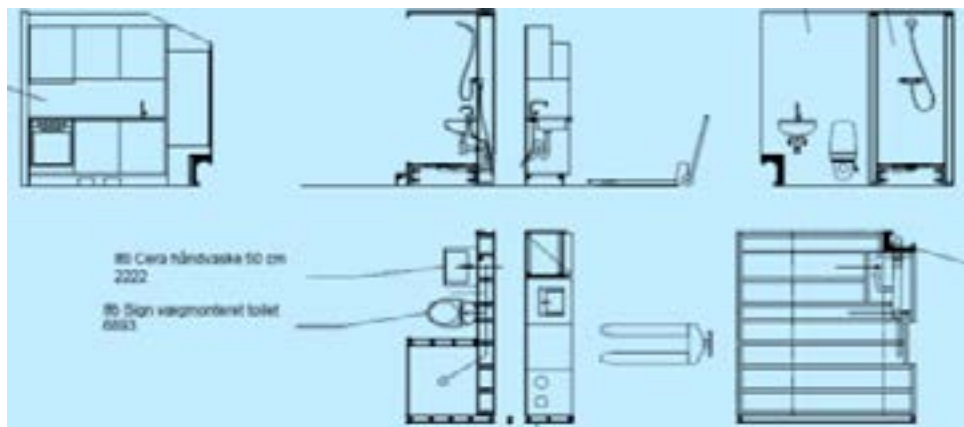
Let skillevæg i delejlighed.



Rummøbel i fællesrum.



Køkkenmodul i fællesrum.



Arkitektskitse af væg-, køkken- og baderumselementer, © Your House.

## 2.2 Mobile vægge og køkkener

I modulforsøget på 2. sal i bygning på det nedlagte Faxe Sygehus er udviklet og afprøvet et modulsystem af mobile inder-vægge, køkkener og baderum koblet til installationer i vægbænke.

Det er besluttet at adskille køkken- og baderumselement i to smallere elementer, som nemmere kan flyttes. Samtidig er der udført en større døråbning i ny karnap i gavlen med udvendig brandtrappe. Den passer godt til bygningens stil. Der er valgt at fjerne de tværgående vægge, for at skabe størst mulig fleksibilitet, men det fjernede vindstabiliteten. Den er genskabt ved stålafstivninger i taget til 0,5 mio. kr. jf. ingeniørprojektet.

### Erfaringer med mobile elementer

Vægelementernes overflader er i birkefiner og samlingerne dækkes af trælister. Tilslutningerne til den øvrige konstruktion udføres på stedet med varierende listehøjde. Køkken- og baderumselementer tilsluttes vand, afløb og el, der fremføres over gulv i vægbænke. Herved kan elementerne flyttes vilkårligt langs ydervægge mellem vinduerne med radiatorer under dem.



Moduler kan flyttes gennem dør i ny karnap.

I baderummet medfører det, at gulvniveauet i brusenichen hæves med et trin på 29 cm, og at handicaptilgængeligheden er fravalgt. Klargøringen af etagen kostede 75 % af budgettet, mens resten er udført af modulproducent til 1,1 mio. kr.

Projektgruppen i Faxe peger på, at en omdannelse til ny indretning er hurtig og billig, men det betinger, at denne viden om fleksibilitet gives videre til driftsfolkene også om 10 og 20 år.



Installationsbænk til venstre og vægge af birkefiner.



29 cm trin op til brusenichen.

### Kommunens formål med udviklingen:

*"Planen er at indrette visse værelser og lejligheder med mobile vægge, således at rumantal, rumstørrelser samt køkken- og bad/wc-faciliteter kan tilpasses det aktuelle behov.*

*Når værelser / lejligheder slås sammen, skal overskydende køkkener kunne køres væk til brug et andet sted eller bruges igen på et senere tidspunkt i samme lejlighed.*

*Tanken er at udvikle et modulkøkken på hjul med fleksible rør og tilkoblingsmuligheder.*

*Boligerne skal kunne omdannes til målgrupperne:*

- *Ungehybler, ingen fællesfaciliteter, men mulighed for et aktivitetsrum.*
- *Gruppetilbud, værelser med fælles køkken og fælles toilet/bad.*
- *Familiebehandling, 2-3-værelses lejlighed."*

Forslag til indretning med væg-, køkken- og baderumselementer af 2. sal i bygning 19.



Plantegning, © Your House.



Råt rum i gammel fabriksshal.



2 mock-ups i fabrik.



Parametrisk model for Hus i Hus koncept, © Arkitekt skolen Aarhus.



Nyt vinduer med lysning og vægpaneler i birkefiner.

### 2.3 Hus i Hus konceptet

I modulforsøget i en gammel fabriksshal på Fabers Fabrikker i Ryslinge er der afprøvet et indvendigt modulsystem kaldet 'Hus i Hus' konceptet.

Konceptet er centralt for transformationen af fabriksbygningen til attraktive lejligheder. Det kan minimere indgrebet i den eksisterende ydre konstruktion, og det kan give stor fleksibilitet ved indretningen af de moderne lejligheder til forskellige typer beboere.

En parametriske metode er udviklet til design af de enkelte moduler og deres tilpasning til den aktuelle bygning. Modulerne ønskes udført ud fra 3D-opmåling og i en industriel produktion. Senere viste det sig, at 3D-modellen primært blev anvendt til fastlæggelse af mængder og priser, og til at give et godt beslutningsgrundlag.

*"I dette forsøg står udgifterne ikke mål med besparelserne. Desuden måtte den industrielle produktion opgives, fordi teknologien ikke er tilstrækkelig fremskredt, og fordi produktionsvolumenet er for lille for den type producenter",* udtaler udviklingsteamet.

Der er fremstillet 3 mock-ups af vindueslysninger på Fabers Fabrikker: Kompositløsning af kalk og polystyren, krydsfinerløsning fremstillet på snedkerværksted og pladsopbygget lysningsløsning. Udviklingsteamet valgte de to første løsninger fra, fordi deres størrelse

og vægt gav problemer, når de skal ind i bygningen.

Pladsopbyggede moduler blev derfor valgt, og modulsystemet er udført som normal håndværksmæssig udførelse på stedet. Men det modulære udtryk, den moderne indretning og de lyse birkefineroverflader er bibeholdt.

Dette valg skete også pga. manglende økonomi i projektet. *"Det kan fx have årsag i, at der er brugt mere tid på beskrivelse af modellen end på dens konvertering og anvendelse i praksis",* udtaler udviklingsteamet.

### Erfaringer med Hus i Hus

Den eksisterende ydre klimaskærm yder beskyttelse mod regn og andet vejrlig. Der er dog problemer med tilpasning af modulerne i lysningerne. Der er et hulrum mellem ydervæggen og den isolerede Hus i Hus indervæg, som ventileres mekanisk. *"Det beskytter de organiske materialer mod skimmelvækst, da der ikke bruges dampspærre",* udtaler udviklingsteamet. Samtidig bruges spalten til udluftning af forurening fra undergrunden. Spalten afsluttes i side med perforerede stålplader.

Modulsystemet er fleksibelt, helhedsorienteret og med høj arkitektonisk værdi. Designmetoden er afprøvet på den konkrete tomme fabriksbygning, mens den industrielle produktionsmetode med 3D-støtte ikke er afprøvet.

BUILD anbefaler, at modulsystemet færdigudvikles i andre modulforsøg, at det dækker flere af byggeriets faser inklusive industriel produktion helt frem til drift og vedligehold, og at det dokumenteres på flere byggerier uden udvikling. Det begrundes med, at de opnåede erfaringer ikke direkte kan overføres til normalt byggeri fra dette ene forsøgsbyggeri, som har fået udviklingsstøtte.



Hulrum til udluftning af forurening fra undergrund.



Plantegning, © Arcgency.



Hus i Hus lejlighed og rått fabriksrum.





Facadeopstalter af modulhus 1, © Lykke + Nielsen Arkitekter.

#### 2.4 Demonerbart modulhus

I modulforsøget på Mern Station er udviklet og afprøvet et demonterbart modulhus på 64 m<sup>2</sup> med 10 m<sup>2</sup> hems. Der er opsat 2 huse på det gamle baneterræn med plads til 4 huse mere.

Modulsystemet er en videreudvikling af Mønhuset [www.moehuset.dk](http://www.moehuset.dk), og det er opbygget af 60 cm bredde isolerede kassetter af industrielt tilskårede træplader. Modulhus 1 er leveret som enkeltdele, som er samlet af håndværkere på byggepladsen. Modulhus 2 er leveret som 184 færdige kassetter fra fabrik, som er monteret med kran på byggepladsen. Efter monteringen beklædes de med ønskede indvendige og udvendige overflader. Modulhuset er 5,0 m bredt, 12,8 m langt og har et bruttoetageareal på 64 m<sup>2</sup> og en hems på 12 m<sup>2</sup>. Flere indretninger er mulige.

Modulhusene er udvendig beklædt med malede stålplader, tagflader er mørkegrå med reference til pakhusets tagpaptag, og facader er malet teglørde med reference til stationsbygningens murværk. De har eget køkken og baderum og et haveområde mod vest. En af boliger bliver handicapegnet. Huset og terrassen er hævet over terræn, som sikring mod § 8-forurening fra undergrund.

#### Erfaringer med modulhuset

Udviklingen er gennemført i trin, så man løbende kan lære af de høstede erfaringer. Først blev en 1:1 mock-up af en

sektion af modulhuset opstillet i arkitektens modelværksted. Herefter blev modulhus 1 opført af krydsfinerelement isoleret med PIR-plader, som blev samlet på byggepladsen. Til sidst blev modulhus 2 opført af OSB-plader isoleret med blød alternativ isolering, som blev samlet på fabrik og monteret med kran fra lastbil på byggepladsen. Herved blev træelementerne beskyttet mod vejrlig, og processen blev både hurtigere og billigere. For hus 1, 2 og 3 drejer det sig om følgende pris: 1,95 mio. kr., 1,30 mio. kr. og 1,10 mio. kr.

Det har vist sig at være en rigtig beslutning at opføre ét modulhus ad gangen, da man derved kan drage nytte af de indhøstede erfaringer. Uventede udgifter i det samlede budget medførte dog, at der kun blev råd til 2 modulhuse i første omgang.

Indretningen kan tilpasses forskellige boligbehov for enlige samt små og store familier med og uden behov for social støtte. Fællesområder inde i og mellem stationsbygningerne kan give et fællesskab med borgerne i Mern by, da de også kan benytte dem. Viser det sig senere, at behovet flytter i kommunen, kan en eller flere modulhuse demonteres og flyttes til en anden placering. Det er muligt, da udvendig og indvendig beklædning er samlet med skruer ligesom træelementerne. Dette er med henblik på demontering og flytning i dele.



Modulhus 1 med hævet hus og terrasse pga. § 8 krav, © Peter Ib Rasmussen.

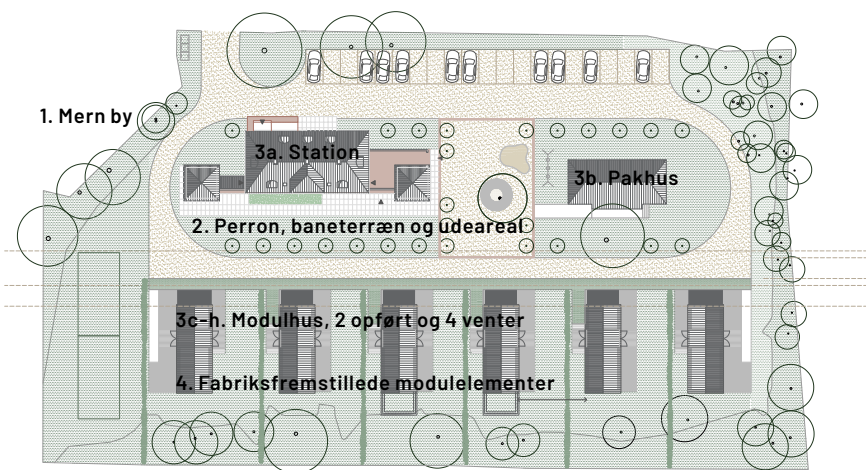


Samling af tagelement på byggepladsen, © Peter Ib Rasmussen.



Modulhus 1 opført af træmoduler udført på stedet skal beskyttes mod vejrlig, © Peter Ib Rasmussen.





Skalaeksempel fra Mern Station, © Lykke + Nielsen Arkitekter.

### 3. TRANSFORMATIONS PROCES

Dette 6. læringseksempel er om transformationsprocessen, som gennemføres parallelt med udviklingen af modulsystemet, jf. kapitel 2. Formålet med løsninger til de to udfordringer om tomme bygninger og billige lejeboliger er vurderet her.

#### Aktiviteter, samarbejde og skala

I modulforsøgene er anvendt den ovenover viste aktivitetsmodel, som ud over formålet er opdelt i faser, temaer og erfaringer. Faserne bygger på kapitel 4 i 'Drejebog: Bygning af små billige boliger' SBI 2017:12. I BUILD's vejledning til egnevaluering anvendes denne model både i transformations- og forsøgsprocessen, og den ses i kapitel 2 og 3 i evalueringsrapporterne. Ansvarsfordeling og samarbejde kan aftales ud fra denne model, og i kapitel 4 beskrives læringseksempel om temaer. Aktivitetsmodellen kan anvendes på de enkelte fysiske skalatrin i modulforsøget samt skabe en helhedsforståelse for 1, 4 eller flere modulforsøg.

#### A Byggeprogram og B projektering

I byggeprogrammet fastlægges krav til transformationen, og i projekteringen specificeres de, så de er mulige at bygge efter. De to aktiviteter er vist efter hinanden, men i praksis gennemføres de tidsmæssigt med et overlap, som kan være forskelligt

for hvert fysiske skalatrin. I transformationer med udvikling og forsøg skal aktiviteterne balanceres. Fx må foranalyser, modeludvikling, hovedprojektering ikke stjæle timer fra detailprojektering og planer for udførelse af det aktuelle byggeri. Så vil udførelsen og det færdige resultat blive svækket.

#### Fysiske skalatrin:

1. By-, område- og lokalplaner.
2. Ejendomme, matrikler og udearealer.
3. Bygninger, etager, rum og bygningsdele.
4. Materialer, byggevarer og -systemer.

#### Skalaeksempel fra Mern Station

1. Mern by
2. Perron, baneterræn og udeareal
- 3a. Station
- 3b. Pakhus
- 3c-h. Modulhus, 2 opført og 4 venter
4. Fabriksfremstillede modulelementer



Installatør samler ventilation på kipløft i Mern.



Lille familie er flyttet ind på Fabers Fabrikker.

#### C Udførelse og præfabrikation

Udførelsen omfatter arbejdet på byggepladsen og på værksteder samt præfabrikation og systemleverancer. Den skal overholde de angivne krav og specifikationer under fase A og B. Resultatet skal beskrives 'as-built', som drifts- og vedligeholdelsesvejledning og dokumenteres. Dette materiale overdrages ved afleveringen til fase D og følges op på ved 1- og 5-års eftersyn.

#### D Boligdrift, udlejning og formål

Transformationen i de 4 modulforsøg er til billige lejeboliger, hvilket derfor trækker arbejdet i modulforsøgene. BUILD anbefaler derfor, at man i kommende modulforsøg inkluderer en evaluering af fase D og udlejning.

I Faxe og Vordingborg er indrettet henholdsvis 19 og 23 små billige boliger. Disse er til beboere med særlige sociale behov for midlertidige boliger og støtte ift. Servicelovens § 110. I Faaborg-Midtfyn er indrettet 5 attraktive lejligheder til lokale og pendlere, som udlejes af privat udlejer. I Hjørring er indrettet 9 små midlertidige hjem til pendlere, som udlejes af lokalforeningen 'Stationsboligerne Hjørring' støttet af erhvervslivet.

Formålet med transformationen til lejeboliger er opfyldt i alle modulforsøg. Erfaringer er bl.a., at man fra starten bør planlægge udlejning og drift.

#### Totalrådgiver sagde om Fabers Fabrikker:

"Der er brugt flest kræfter og penge på beskrivelse af principmodellen og ikke på konverteringen til praktisk projektering, fabrikation og udførelse. For at få modulforsøget færdigt var totalrådgiver nødsaget til at forenkle resten af processen."

Faser	Formål, leverancer og især				
	A. Byggeprogram	B. Projektering	C. Bygning og præfabrikation	D. Drift og vedligeholdelse	E. Eftersyn
1) Planlægning					
2) Boligudvikling					
3) Arkitektarbejde					
4) Konstruktionsarbejde					
5) Procesbaseret arbejde					
6) Drift og vedligeholdelse					
7) Evaluering og læring					
8) Tidsplanlægning					
9) Tidsplanlægning					



## 4. EGENSKABER OG ØKONOMI

Dette 7. læringseksempel er om de 6 temaer i aktivitetsmodellen, som bedømmer de enkelte faser og på tværs af dem. De kan bruges for hvert fysisk skalatrin og kan sammendrage 1, 4 eller flere modulforsøg.

### Tværgående bedømmelsestemaer

De 6 valgte temaer bruges til at vurdere modulforsøget. De bygger på kapitel 3 og figuren øverst til venstre fra 'Dre-jobog: Bygning af små billige boliger' SBI 2017:12. I modulforsøget er valgt at dele 'Boliger' i 2 temaer: Tema 3, Arkitektur og bevaringsværdi og tema 4, Konstruktioner og fysiske egenskaber. Tema 1 sætter kravrammerne, og tema 6 sætter de økonomiske rammer. Målet er tilfredse beboere, som behandles i tema 2, Plan- og byggeprocessen med samarbejdet, og i tema 5 skabes det fysiske resultat – boligen. Den bedømmes efter tema 3 og tema 4. Efterfølgende fremdrages de væsentligste læringer fra modulforsøgene.

### Tema 1, Krav og tema 2, Beboere

I alle modulforsøg er væsentlige rammekrav sammendraget, og forskellige beboergruppers behov er fastlagt. Det er væsentligt at lære, hvordan man prioriterer, synliggør, justerer og hvordan de opfyldes gennem processen, som en succesparameter.

### Tema 3, Arkitektur og bevaring

I formålet og i modulforsøgene er der lagt vægt på den gode arkitektur, som BUILD vurderer er overholdt. I formålet er sat fokus på anvendelse af tomme bygninger, men alle modulforsøg har skærpet det og valgt at se på bevaringsværdige tomme bygninger. Alle bygningerne er blevet fint foranalyseret og flot renoveret med stor respekt for bygningernes kulturværdi. Øverst på side 17 er Mern Station vist som et eksempel, men i virkeligheden burde alle 4 modulforsøg vises. Kan det flotte resultat skyldes, at forsøget er styret af arkitekter, eller der lægges mest vægt på visuelle egenskaber?

### Tema 4, Egenskaber, BR og KS

Alle udviklingsteams har beskrevet tilstanden af de tomme bygninger og forslag til renoveringen af bygningsdele, rum og installationer på en god måde. Dårligere står det til med det sidste vurderingskriterie i tema 4, som kan ses i infoboksen på næste side.

En væsentlig læring er, at man ud over en overordnet beskrivelse også bør beskrive talmæssige fakta for de enkelte egenskaber. Fx bør de anvendte BR-krav tydeligt angives og suppleres med modulforsøgets egne. Kraven bør desuden være specificeret for de aktuelle bygningsdele, rum og bygninger,

Renoveret bevaringsværdig Mern Station, © Peter Ib Rasmussen.

Fabers Fabrikker sikres mod grundforurening.

samt hvordan de ønskes dokumenteret. Slutteligt bør der ligge en dokumentation af, hvordan krav og specifikationer er overholdt og løbende kvalitetssikres. I forsøgene er indretning og lysforhold beskrevet, men der mangler overblik, som vist i evalueringseksemplet til højre

men der er primært behov for et overblik, der er målbart i forhold til husleje og udviklingsgevinster.

### Tema 5, Samarbejde og forurening

Under tema 5, Proces og samarbejde er en vigtig læring, at samarbejdet kan forbedres, og at forurening efter § 8 registrering kan håndteres tidligere. En træning i tværfagligt samarbejde og forståelse for hinandens fagligheder kan hjælpe på det første. To modulforsøg havde forurening fra undergrund, og to modulforsøg skulle håndtere farlige stoffer i bygningen, hvilket nemt blokker for tidsforløbet.

### Tema 6, Økonomi og husleje

I vejledningen ønskes omkostningerne delt som følger i hele processen:

- Boliger ekskl. udvikling.
- Vurdering af forbrug og D&V.
- Huslejen pr. boligtype og støtte.
- Effekt på kommunens økonomi.
- Udvikling og besparelser.

Build forslår, at fremtidige modulforsøg dokumenteres på sammenlignelig måde for de enkelte faser i disse punkter. Det er fint med regneeksempler,

### 5 evalueringskrav efter BR:

"Hvilke egenskaber er der for den færdige bygning og dens bygningsdele i forhold til Bygningsreglementets (BR) mindstekrav for henholdsvis: 1) Indretning 2) Indeklima 3) Konstruktioner 4) Installationer og 5) Byggesagsbehandling."

### Fra BUILD's evaluering af tema 4 i fase C:

"Det vil være godt med en oversigt over dokumentation af egenskaber i forhold til BR og andre krav og få svar på: Er krav i byggetilladelsen overholdt, er ibrugtagning ansøgt, og er der krav heri?"





Mern-udviklingsteam præsenterer mock-up.



Faber-udviklingsteam diskuterer mock-up.

## 5. INNOVATION MED EVALUERING

I evalueringen af modulforsøgene er angivet, at en bedre og mere systematisk styret innovations- og evalueringsproces ville have gavnet resultatet. Dette 8. læringseksempel foreslår, at kommende modulforsøg forbedrer det med fokus på fx udviklingsteam, industrialisering, effektivisering, evaluering, innovationskompetence med stadig læring.

### Samarbejdet i udviklingsteam

BUILD anbefaler, at der etableres et udviklingsteam til modulforsøget, som styrer innovations- og forsøgsprocessen ud fra aktivitetsmodellen, og som gennemfører egenevalueringen og samarbejdet. Udviklingsteamet bør bestå af forskellige kompetencer fra de aktuelle lag i organisationen, og de bør arbejde sammen med projektgruppen, som har ansvar for transformationsprocessen.

### Industrialisering og 3D-model

I alle modulforsøg skulle en industriel produktion af elementer ud fra 3D-model skabe en billigere transformation. Arkitekterne udarbejdede digitale 3D-modeller og beskrev produktionselementer. For Mern Station og Fabers Fabrikker blev der udført forskellige 1:1 mock-ups af elementvarianter. Nogle modulforsøg lagde desuden op til 3D-opmåling, som skulle konverteres til 3D-produktion og fremme 'manufacturing on demand'.

Visionerne rakte ikke så langt i praksis. 3D-opmåling blev primært brugt til at fastlægge mængder og støtte til beslutninger, men ikke til industriel produktion. Faghåndværkerne blev ikke inddraget i planlægningen af udviklingen, og først sent i processen blev værkstedsproduktion afprøvet som trin mod en fabriksproduktion.

På kommende modulforsøg anbefaler BUILD, at der lægges en realistisk plan for både tid, penge og forbedringer, og at der afprøves flere overgangstrin til fabriksproduktion. De kan fx indeholde værkstedsproduktion, produktions-mock-up og testproduktion frem mod industriel produktion. Samtidig anbefales en løbende dokumentation af besparelser og vurdering af prognoser for omkostningsmål og stykomkostninger.

### Stadig effektivisering af proces

Der er i ingen af modulforsøgene lagt vægt på en systematisk og stadig effektivisering med sammenligning til konkurrerende systemer. En sådan strategi, som minder om evolution, giver ofte store besparelser for små investeringer. BUILD anbefaler, at man også benytter denne strategi i fremtidige modulforsøg.

### Evaluering og dokumentation

Som det er beskrevet under flere af de foregående kapitler, bygger

*"Med modulsystemer rationaliseres og standardiseres løsningerne, men med inddragelsen af digitale redskaber åbnes der op for, at industrielle modulprodukter tillige kan individualiseres."*

modulforsøgene på en vejledning i løbende egenevaluering, som følger aktivitetsmodellen i kapitel 3, og som kan optimere både transformations- og forsøgsprocessen. De enkelte udviklingsteams er ikke vandt til at bruge et sådant system internt og som grundlag for en uvildig 3. parts evaluering. Det anbefales derfor som krav ved fremtidige modulforsøg.

### Innovationskompetence og læring

Modulforsøgene skal jf. formålet bygge på en innovativ model og gennemføres som demonstrationsprojekt, og de skal generere nytteværdi for andre aktører i byfornyelsen. BUILD har udtrykt, at hvis udviklingsteams træner en bedre innovationskompetence, kan de få mere succes med modulforsøgene. BUILD anbefaler, at kommende udviklingsteams hæver deres kompetence i innovation og egenevaluering inden og under modulforsøget. De 4 udviklede modulsystemer, jf. kapitel 2, kan understøttes af det. Ligeledes kan de øvrige læringseksempler bruges på tværs af dem og på kommende modulforsøg:

- Formål og opfyldelse, kap.1.
- Transformationsproces, kap.3.
- Egenskaber og økonomi, kap.4.
- Innovation med evaluering, kap.5.
- Formidling og perspektiver, kap.6.



Mern Station udvendig før renovering.



Mern Station indvendig efter renovering.





Fire modulforsøg er gennemført!

-

Hvad gør vi nu?

## 6. FORMIDLING OG PERSPEKTIVER

Det 9. og sidste læringseksempel har til formål, at samle erfaringerne fra 1, 4 eller flere modulforsøg og formidle dem til andre af byfornyelsens aktører, så de bliver inspireret til at bruge disse og indlægge dem i en langsigtet perspektivering med forandring.

### Formidling – Hvad er opnået?

De enkelte modulforsøg har formidlet deres visioner i lokalområdet, og i starten har BPST og BUILD informeret på landsplan fx gennem netværket 'Bolit 2.000 – Erfaringer for 2016-18' SBI 2019:12. Med baggrund i formidlingshæftet o.a. er der nu behov for en formidling af resultaterne på regionalt plan. Hovedresultater er:

- 4 tomme bevaringsværdige bygninger er transformeret til lejeboliger med høj arkitektonisk værdi.
- 4 modulsystemer af rumdelere, mobile køkkener og baderum, Hus i Hus koncept og demonterbart modulhus er udviklet og afprøvet.
- En egnevaluering og en uvildig vurdering viser fine resultater, men også noget, der bør arbejdes videre med i 9 læringseksempler.

### Uddannelse – Hvad bør læres?

En vigtig læring er, at erfaringer ikke umiddelbart kommer til nytte for andre i byfornyelsen uden en efterfølgende målrettet indsats. Her er formidling ikke nok, idet der også er behov for en målrettet uddannelse både på byggepladser, i virksomheder og i uddannelsessystemet. Her kan de 9 viste læringseksempler være en start.

### Perspektiv – Hvad kan forbedres?

Hvis de 4 modulforsøg skal have en større effekt end transformation af 4 tomme bygninger til omkring 35 billige boliger, så forslår BUILD:

- Erfaringer fra de 4 modulforsøg formidles målrettet regionalt.
- Erfaringer fra BPST's andre forsøg samordnes til nye forsøg.
- Behov for transformation af tomme bygninger og billige lejeboliger formidles som mål for forsøg.
- Metode for innovation, forsøg og evaluering formidlers og læres.
- Tværfaglig uddannelse og -materiale om modulforsøg udvikles.
- Lovgivning og støtte til bygningsfornyelsesforsøg synliggøres.

TITEL: MODULFORSØG VED TRANSFORMATION AF TOMME BYGNINGER TIL  
LEJEBOLIGER  
EVALUERING AF FIRE KOMMUNERS MODULFORSØG PÅ FAXE SYGE-  
HUS, MERN STATION, FABERS FABRIKKER OG HJØRRING STATION

ÅR: 2022

FORFATTER: NIELS HALDOR BERTELSEN

FOTO: NIELS HALDOR BERTELSEN, CLAUS BECH-DANIELSEN OG PETER IB  
RASMUSSEN

UDGIVER: INSTITUT FOR BYGGERI, BY OG MILJØ (BUILD),  
AALBORG UNIVERSITET  
A.C. MEYERS VÆNGE 15, 2450 KØBENHAVN SV  
E-POST: BUILD@BUILD.AAU.DK  
WWW.BUILD.DK

DER GØRES OPMÆRKSOM PÅ, AT DENNE PUBLIKATION ER OMFAT-  
TET AF OPHAVSRETSLOVEN.

PROJEKTET ER STØTTET AF BOLIG- OG PLANSTYRELSEN

[WWW.BUILD.DK](http://WWW.BUILD.DK)