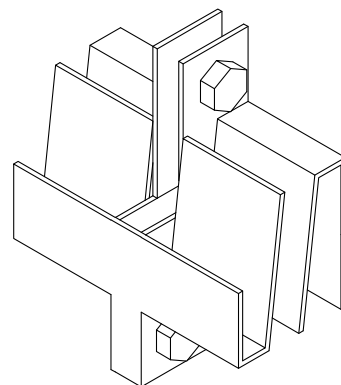
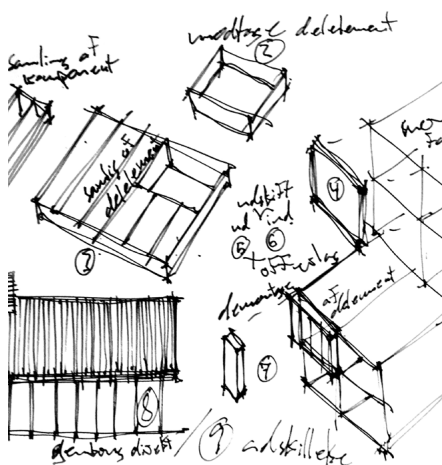
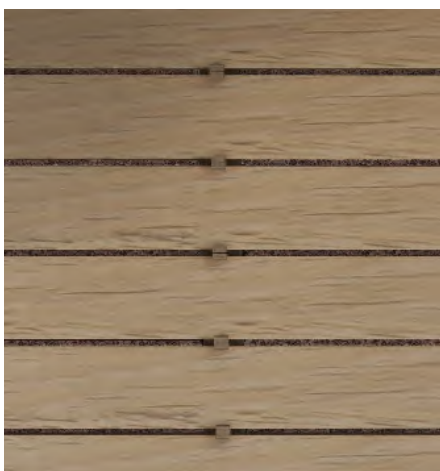


IDÉKATALOG

over designstrategier for
design for disassembly
i præfabrikeret byggeri

Et InnoSpire-projekt



PUBLIKATIONEN ER UDGIVET AF:

InnoBYG - Innovationsnetværket for bæredygtigt byggeri
www.innobyg.dk

CINARK - Center for Industriel Arkitektur, Institut for Bygningskunst og Teknologi, Kunstakademiets Arkitektskole
www.kadk.dk/cinark-center-industriel-arkitektur

© CINARK 2018

REDAKTION

Ulrik Stylsvig Madsen (hovedforfatter)

Line Kjær Frederiksen (grafisk redaktion)

BIDRAGSYDERE

CINARK; Ulrik Stylsvig Madsen, Line Kjær Frederiksen. Kandidatprogrammet SET (vejledere); Anne Beim, Nathan Romero Muelas, Uffe Leth, Ulrik Stylsvig Madsen, Peter Sørensen. Henning Larsen Architects; Pelle Munch-Petersen. Tegnestuen Vandkunsten; Søren Nielsen, Line Tebering, Katrine West Kristensen. Lendager Group; Nikolaj Callisen Friis, Jørn Kiesslinger. GXN: Casper Østergaard Christensen. Kasper Guldager Jensen. Krydsrum Arkitekter; Niels Jakubiak Andersen, Hasse Sandell, Klaus Dyhr. Søren Jensen Rådgivende Ingeniørfirma; Jon Vedersøe Strunge, Sabine Mols Slaijkær. Arkitektstuderende fra KADK kandidatprogrammet Settlement, Ecology & Tectonics; Emil Bruun Meyer, Joachim Makhholm Michelsen, Sanna Movafagh, Sidsel Petersen, Johan Emil E. Vindnæs, Rebecka Petersen, Christine Ussing, Rasmus Shatter Strøyberg, Tim Bruun, Rasmus Boysen Feddersen, Sara Sonne Glatz, Andreas Iltad, Casper Skrøder Rasmussen Ravn, Helene Skotte Wied, Julie Zepernik Jensen, Agnes Garnow, Marie Morsing, Oliver Holm Lehrmann, Oliver Juul Mogensen, Magnus Fasmer Henum, Mette Tange, Kim Pörösei, Nathalie Wathne, Lena Barka, Camille Tan, Thea Berg, Marianne Gjørtz. DTU; Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Studerende; Konstantinos Koukouloupoulos, Frederik Kastrup, Joachim Andersen, Jonathan Magnes, Rasmus Nøddegaard.



Det Kongelige Danske Kunstakademi Skoler
for Arkitektur, Design og Konservering

CINARK
center for industriel arkitektur



INTRODUKTION	4
Om Idékataloget	6
HENNING LARSEN ARCHITECTS	8
Introduktion	10
Nye facader til Ballerupplanen (1)	12
Nye facader til Ballerupplanen (2)	16
KRYDSRUM ARKITEKTER	20
Introduktion	22
Den demonterbare kvist	24
GXN INNOVATION	30
Introduktion	32
Et adskilleligt konstruktivt system (1)	34
Et adskilleligt konstruktivt system (2)	40
LENDAGER GROUP	44
Introduktion	46
Adaptive facader	48
Adaptive altaner	52
TEGNESTUEN VANDKUNSTEN	56
Introduktion	58
Adaptiv facadebeklædning	60
Adaptiv indvendig aptering	64
Facader af genbrugsmaterialer	68
SØREN JENSEN RÅDGIVENDE INGENIØRFIRMA	72
Introduktion	74
Plug and play - ventilation	76
DTU BYG	80
Introduktion	82
Designing buildings for disassembly	84
Installations in a House designed for disassembly	88
RELEVANT LITTERATUR	90

INTRODUKTION



OM IDÉKATALOGET

Dette idékatalog samler materialet fra anden fase af InnoSpire-projektet Design for disassembly i præfabrikeret byggeri. Denne del af projektet har været udformet som et intenst innovationsforløb, der har samlet videninstitutioner og erhvervsvirksomheder om udviklingen af konkrete designstrategier, der indarbejder design for adskillelses tænkning og løsninger i det industrialiserede byggeri. Gennem udvikling af disse designstrategier og idéforslag er det ambitionen at drive udviklingen inden for byggeriet fremad ved at skabe konkrete bud på fremtidige løsningsmodeller og dermed styrke den fælles referenceramme.

Idékatalogets strategier peger derved direkte mod InnoSpire-projektets overordnede mål, som er at bidrage aktivt til at reducere forbruget af materialeressourcer i byggeriet gennem et øget fokus på mere direkte genbrug af byggelementer og –komponenter. Mere direkte genbrug indenfor byggeriet vil sikre en fastholdelse af den indlejrede værdi i de givne elementer både set i et økonomisk, miljømæssigt og kulturelt perspektiv.

InnoSpire-projektet samler vidensinstitutionerne CI-NARK – Center for industriel arkitektur ved Kunstakademiets Arkitektskole og DTU Byg i et tæt samarbejde med relevante erhvervsvirksomheder. Projektet er opdelt i tre faser:

1. Første fase udgør en kortlægning af udfordringer og potentialer indenfor feltet med udgangspunkt i erfaringer fra projektets erhvervsparter.
2. Anden fase fokuserer på udviklingen af konkrete designstrategier, der indarbejder DfD-løsninger i det industrialiserede byggeri.
3. Tredje fase samler og formidler designstrategierne, så de kan danne inspiration for udviklingen af byggeriets praksis.

Udviklingen af dette idékatalog markerer afslutningen af projektets tredje fase og kan dermed ses som afslutningen på det samlede projektforsøg.

6 erhvervsparter og 29 studerende

Designstrategierne i dette idékatalog er udviklet som et tæt samarbejde med de 6 erhvervsparter, som har været involveret i InnoSpire-projektets anden fase, og 29 studerende fra kandidatprogrammet SET – Settlement, Ecology & Tectonics ved Kunstakademiets Arkitektskole. De 6 erhvervsparter GxN Innovation, Tegnestuen Vandkunsten, Lendager Group, Krydsrum Arkitekter, Henning Larsen Architects og Søren Jensen Ingeniørfirma har gennem deres erfaringer indenfor feltet udpeget en række problematikker, som de finder væsentlige i forhold til udviklingen af byggeriet med fokus på design for adskillelses tænkning. Disse problematikker har dannet udgangspunkt for et intenst innovationsforløb i efteråret 2017, hvis resultat er det materiale, som findes i dette katalog. Parallelt med forløbet har studerende fra DTU Byg studeret og analyseret udfordringerne med at integrere design for adskillelses principper i byggeriets praksis, og deres arbejde med anbefalinger til nye måder at arbejde på er også med i kataloget.

8 ugers innovationsforløb med en bred vifte af strategier

I oktober og november 2017 har de 29 studerende været koblet sammen med de 6 erhvervsparter i teams om udviklingen af konkrete designstrategier indenfor de problematikker, som erhvervsparterne havde udpeget. I det 8 ugers intense forløb har de studerende siddet sammen med arkitekter og ingeniører ude hos virksomhederne og udarbejdet strategierne. Da forløbet har været en del af de studerendes studie, er materialet løbende blevet diskuteret i deres vejledningsgrupper. På den måde er materialet i dette idékatalog resultatet af en særlig måde at udvikle viden på, der forener forskning/innovation, undervisning og erhverv.

Strategierne i dette idékatalog spænder over en bred vifte af problematikker fra behovet for nye standarder i byggeriet, der sikrer, at elementer kan genbruges direkte, til en diskussion af brugerens muligheder for at påvirke deres egen bolig og endelig vores fælles kulturarvs betydning for de løsninger, som vi vælger. På den måde spejler strategierne den kompleksitet, som en omlægning af byggeriet til et cirkulært flow af ressourcer rummer. Kataloget giver derfor ikke noget entydigt svar på, hvordan vi løser de problemer, som vi står overfor. Derimod peger det på en række ideer til, hvordan vi kan løse forskellige delproblematikker indenfor det komplekse felt. Herved bygger kataloget en fælles viden op, som kan danne inspiration for den fremtidige udvikling indenfor byggeriet.

Idékatalogets opbygning

Opbygningen af dette katalog følger en meget enkel struktur, hvor hver af de 6 erhvervsparter har et afsnit

med de strategier og løsningsforslag, som de har været med til at udvikle. Hvert afsnit starter med en kort introduktion til de problematikker, som erhvervsparterne har peget på og en kort præsentation af de løsningsforslag, som arbejdet har ført med sig. Derefter kommer selve forslagene. Efter erhvervsparternes strategier kommer et afsnit med de projekter, som er udviklet i regi af DTU Byg. Til slut i kataloget findes en liste med relevant litteratur, som kan anbefales for dem, der vil dykke dybere ned i feltet.



HENNING LARSEN ARCHITECTS



HENNING LARSEN ARCHITECTS

NYE FACADER TIL BALLERUPPLANEN

Projektet tager udgangspunkt i tegnestuens erhvervs-ph.d.-projekt om et nyt facadeparadigme med fokus på genbrug og design for adskillelse. I det projekt arbejder arkitekt Pelle Munch-Petersen både med at gentænke konkrete facadeløsninger og på at forstå, hvordan organiseringen af byggeriets processers har indflydelse på, hvordan ressourcebesparende tiltag bliver indarbejdet i tegnestuens projekter. Tegnestuens bidrag til dette idékatalog tager udgangspunkt i disse diskussioner og kobler dem til udviklingen af et konkret projekt i Ballerup, der er en del af tegnestuens involvering i projektet Re+Bus. Projektet er et strategisk partnerskab på tværs af byggeriets værdikæde med fokus på bæredygtige strategier for renovering af den eksisterende bygningsmasse.

Materialet er udarbejdet i tæt samarbejde med de studerende Emil Bruun Meyer, Joachim Makholm Michelsen, Sanna Movafagh og Sidsel Petersen, der på to hold har udviklet hver deres strategi for nye facader i Ballerupplanen. I forløbet er de 4 studerede blevet vejledt af Uffe Leth og Nathan Romero Muelas fra kandidatprogrammet SET.

En kritisk diskussion af byggeriets fasemodel

Arbejdet med facaderenoveringerne i Ballerup retter et kritisk fokus på byggeriets fasemodells betydning for mulighederne for at indarbejde design for adskillelsesstrategier i byggeriet. Fasemodellen medfører en arbejdsproces, hvor byggeriets detaljering først kommer i spil i slutningen af projekteringen af et givent projekt. Derved kan der opstå en kløft mellem det overordnede greb og løsningen af projektets detaljer. Projektet søger at gøre op med dette ved at introducere detaljeringen i de første dele af projektudviklingen, så hovedkonceptet for projektets facadeløsning udvikles i en konstant dialog med detaljeringen. På den måde bliver forløbet en form for laboratorium, hvor tegnestuen tester potentialerne i at flytte beslutningerne om byggeriet detaljering helt frem til de tidligere faser i processen. Dette stiller ikke bare spørgsmål ved byggeriets fasemodel, men er også en kritisk stillingtagen til tegnestuens egen måde at praktisere og udvikle projekter på.

Manifest og "materialepyramide" som arbejdsredskaber

De to hold har udviklet et manifest, hvis omdrejningspunkt har været at introducere design for adskillelsesprincipper tidligt i udviklingsforløbet. Her har holdene klart defineret, hvilke problematikker, der skal arbejdes med i projektet. På den måde bliver manifestet et værktøj til at styre retningen i udviklingsprocessen, ligesom manifestet sikrer, at man ikke mister fokus i løbet af processen. Sideløbende med udviklingen af manifesterne har de to hold opbygget en fælles "materi-

alepyramide", der med inspiration fra den klassiske madpyramide kortlægger materialers CO2-fodaaftryk. Materialerne i bunden af pyramiden har et lille fodaaftryk og kan derfor bruges i store mængder uden problemer. Kommer man længere op i pyramiden, skal materialerne bruges med omtanke og i begrænsede mængder. Sammen med manifestet har materialepyramiden fungeret som arbejdsredskaber i udviklingen af de konkrete løsningsforslag.

To strategier for nye facader til bebyggelse i Ballerup

De næste sider præsenterer de to konkrete forslag til nye facadeløsninger til en udvalgt almen boligbebyggelse i Ballerup. Materialet er resultaterne af arbejdet med at gentænke design og projektudviklingsprocessen med udgangspunkt i de to arbejdsredskaber manifest for design for adskillelse og materialepyramiden. Dette har ført til to løsningsforslag, der begge er baseret på præfabrikerede træelementer, der ankommer til byggepladsen, som store flagelementer, som let kan hejses på plads. Dette sikrer, at beboerne ikke skal genhuses i forbindelse med facaderenoveringen.

Facadeelementer er i begge forslag underinddelt i en række delekomponenter, som enkelt kan skilles fra hinanden. Komponenterne samles på en måde, der afspejler et hierarki i forhold til de enkelte komponenters levetid, så de mest udsatte elementer monteres sidst. Dette sikrer en meget enkel adgang til de mest udsatte elementer, der ligger yderst i facaden. Langt størstedel-

en af materialet i de nye facader er træ med et positivt CO2-fodaaftryk og kun i forbindelse med samlingsdetaljerne er der brugt rustfrit stål. Den valgte detaljering sikrer, at bygningens enkeltkomponenter om nødvendigt kan udskiftes over tid, og at man i fremtiden kan afmontere og genbruge elementerne enten i deres helhed eller som delkomponenter i nye projekter.

Arbejdet med de nye facadeelementer bygger for begge grupperes vedkommende på en bevidst tektonisk strategi om at synliggøre alle samlingsdetaljerne, så man umiddelbart kan aflæse, hvordan facaden kan adskilles. På den måde bliver konstruktionen selvforklarende, og man behøver ikke tegningsmateriale for at forstå dens logik.

NYE FACADER TIL BALLERUPPLANEN (1)

EMIL BRUUN MEYER & JOACHIM MAKHOLM MICHELSEN

DEL 1: Manifest /Design for Disassembly

Vi skrev et manifest som en katalysator for opgaven. Vi definerede vores forståelse af DFD, som et dynamisk værktøj, snarere end et statement. Vi brugte det til at skærpe vores renoveringsopgave og definerede nogle regler at arbejde ud fra. Ligeledes da vi dykkede ned i opgaven, gav den nye inputs tilbage til vores manifest og derfor har vi revideret den løbende gennem forløbet. Alle tre delopgaver forløb sideløbende med hinanden, frem for at udarbejde hver enkel del, hver for sig.

Vi endte med at dele manifestet op i to dele: ét manifest på tre punkter og en manual til at gøre manifestet brugbart og håndgribeligt.

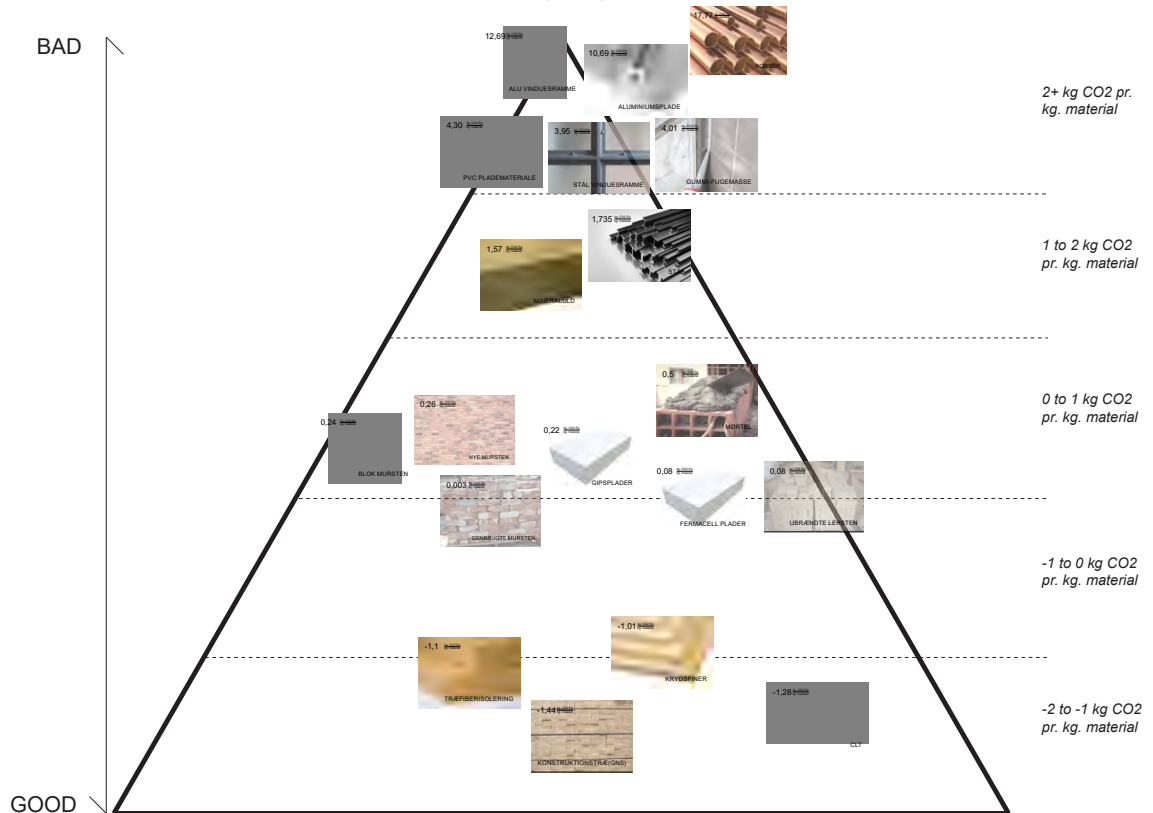
DEL 2: Materialepyramiden

Materialepyramiden var det andet bånd for vores opgave. For at DFD skal kunne give mening og byggematerialerne indgå i en recirkulation, er det vigtigt ikke kun at kunne adskille men også at tage aktiv stilling til de byggematerialer, der indgår i byggeriet.

Her skulle vi på en let måde ved brug af materialepyramiden kortlægge de "gode og dårlige" byggematerialer, set ud fra brugen af CO2 under forarbejdning. Dette er en yderst forsimplet tilgang, men giver som tommelfingerregel god mening, da dette tal som udgangspunkt er repræsentativt for den generelle klassificering af materialet.

BUILDING MATERIAL 'FOOD-PYRAMID'

GWP ANALYSIS - BASED ON EPD'S (ISO 15804) PHASE A1-A3 PRODUCTION



For at mindske miljøbelastningen ved at bruge mindre CO2 tunge materialer, er det primært materialer fra bunden af pyramiden der vælges at arbejde videre med.

MANIFEST

1. SKAB SAMSPIL MELLEM TEKNIK & ÆSTETIK

DEN ÆSTETISKE ROLLE I BYGGERIET SKAL ALTID HAVE SAMME PLADS SOM BYGNINGENS TEKNIK. DET ER I SIDSTE ENDE ARKITEKTURENS KVALITET, DER AFGØRER OM EN BYGNING BLIVER STÅENDE.

2. TÆNK BYGNINGEN I LAG

DET ER VIGTIGT AT TÆNKE BYGNINGEN SOM ADSKILTE LAG, JO FÆRRE JO BEDRE. JO MERE ADSKILT DE ER, JO NEMMERE ER DET AT VEDLIGEHOLDE OG FORNY BYGNINGEN MED TIDEN.

3. BRUG SUNDE MATERIALER

FIND GODTE ALTERNATIVER TIL NUTIDENS GÆNGSE PRODUKTER. BRUG SOM UDGANGSPUNKT ALTID NATURPRODUKTER MED EN KORT BEARBEJDNINGSPROCES.

MANUAL

1. STANDARDELEMENTER

EN MINDRE GRAD AF SPECIFIKKE LØSNINGER I BYGNINGSELEMENTET GIVER STØRRE MULIGHED FOR AT KUNNE AFSÆTTES OG DERVED GENBRUGES I ANDEN SAMMENHÆNG.

2. REVERSIBLE SAMLINGER

STRÆB EFTER AT SAMMENSÆTTE BYGNINGENS KOMPONENTER PÅ MEST REVERSIBEL VIS. DERVED KAN DER MULIGGØRES EN EVT. ADSKILLELSE.

3. BYG ROBUST

STRÆB EFTER EN ROBUST OG FLEKSIBEL BYGNING, DER KAN OPTAGE FREMTIDENS BEHOV. KVALITETEN AF BYGNINGENS HELHED MA STÅ HØJEST I EN ARKITEKTONISK TÆNKNING.

4. MINIMER MATERIALER

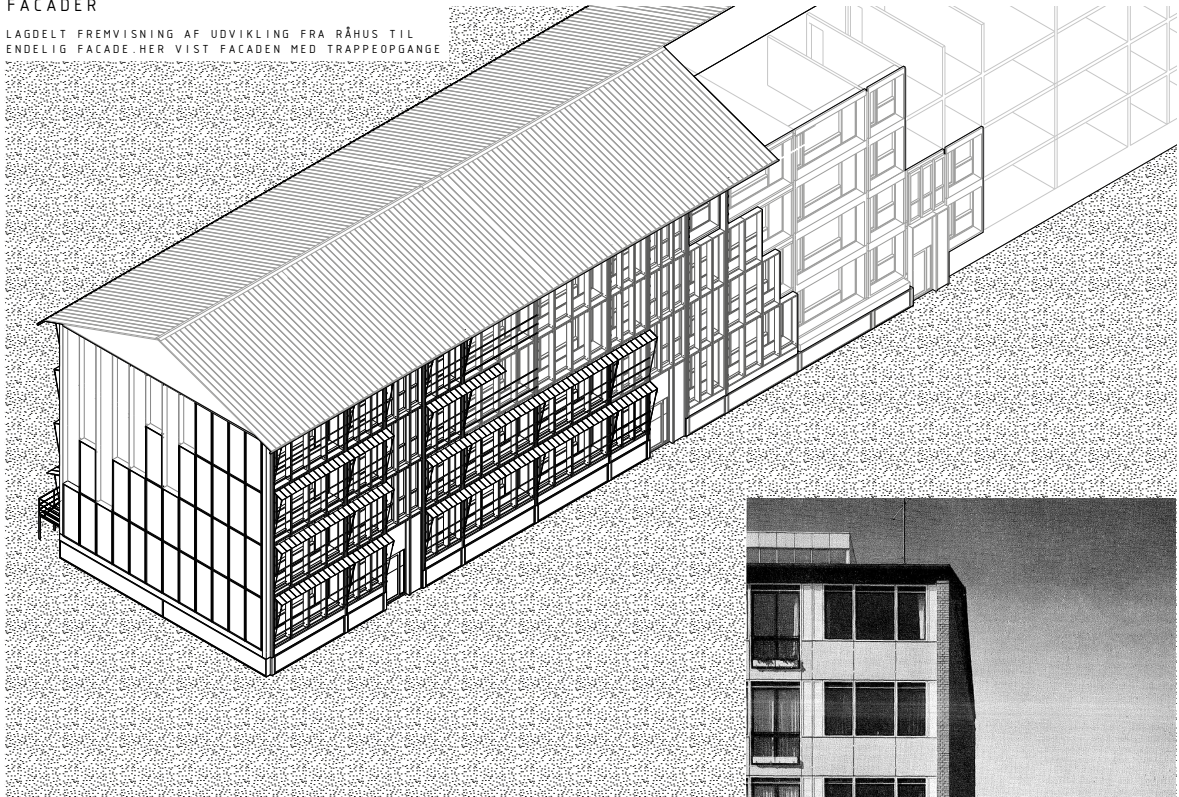
SØRG FOR AT MINIMERE BRUGEN AF FORSKELLIGE MATERIALER. BRUG HELST HOMOGENE MATERIALER OG IKKE SANDWICHELEMENTER ELLER KOMPOSITTER.

5. ENKELTHED I KONSTRUKTION

JO MERE RATIONELT ET BYGGERI ER, JO NEMMERE ER DET AT TILPASSE SIG FREMTIDENS PROBLEMSTILLINGER, SÅSOM BL.A. ADSKILLELSE.

FACADER

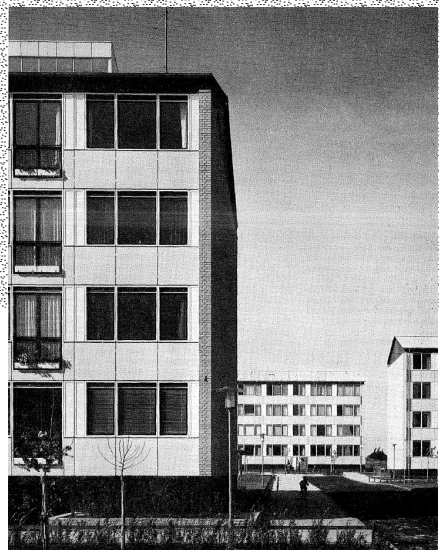
LAGDELT FREMVISNING AF UDVIKLING FRA RÅHUS TIL ENDELIG FACADE. HER VIST FACADEN MED TRAPPEOPGANGE



DEL 3: Skitsering og projektudvikling

Opgaven gik ud på at udvikle en facaderenovering og transformation af en konkret bebyggelsesplan fra 1960'erne. Vi brugte de første uger på at afprøve forskellige koncepter og ideer. En vigtig del af vores proces var at pendulere i skalaer fra detalje til konceptuelt greb. Endnu en gang viste det sig for os, at vores metode og tilgang affødte nye elementer - både hvad angår delopgaverne imellem, men også skalaerne imellem. Projektet blev på sin vis udviklet ud fra et større konceptuelt greb, der kunne bearbejde hele bygningen. Dog to dette greb form ud fra en konkret detaljeskitsering, der viste sig at være robust nok til at kunne optage forskellige ændringer. Detaljeskitseringen var på den måde determinerende for, hvorledes projektet udviklede sig.

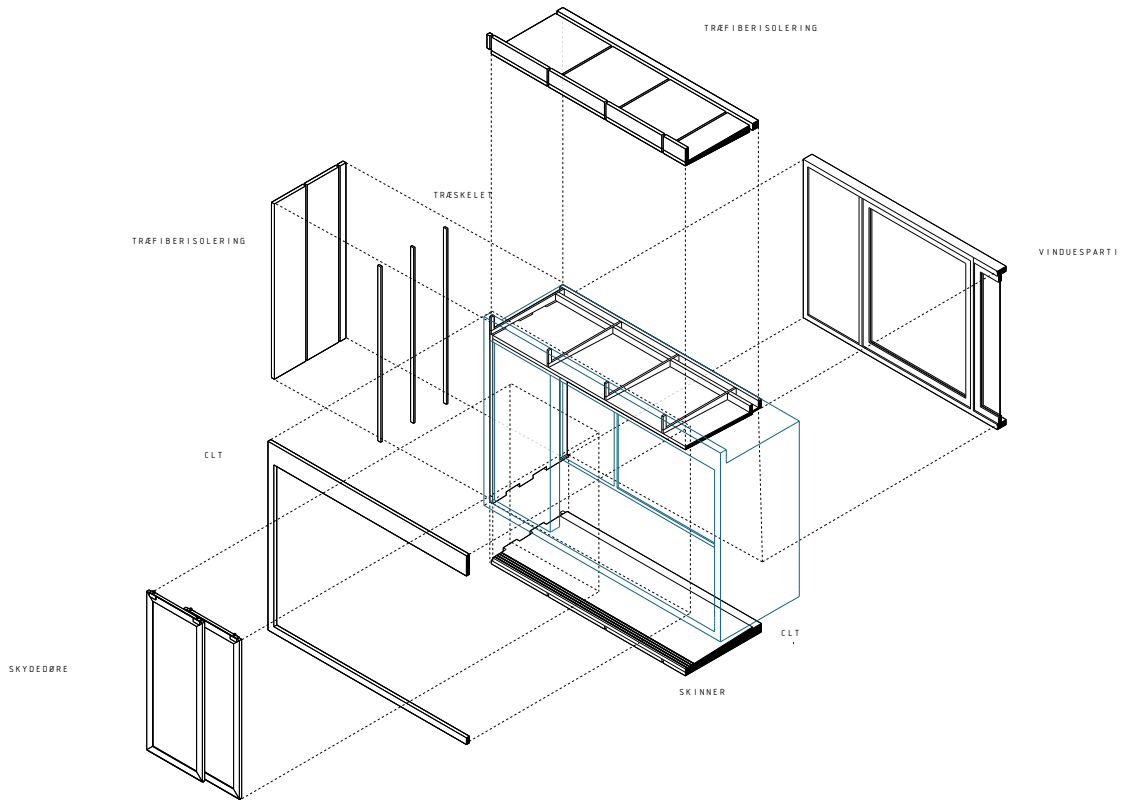
For at danne et overblik i vores proces og holde os selv op på at bruge DFD i skitseringsfasen arbejdede vi med et matrix, hvori vi fra uge til uge kategoriserede vores forsøg.



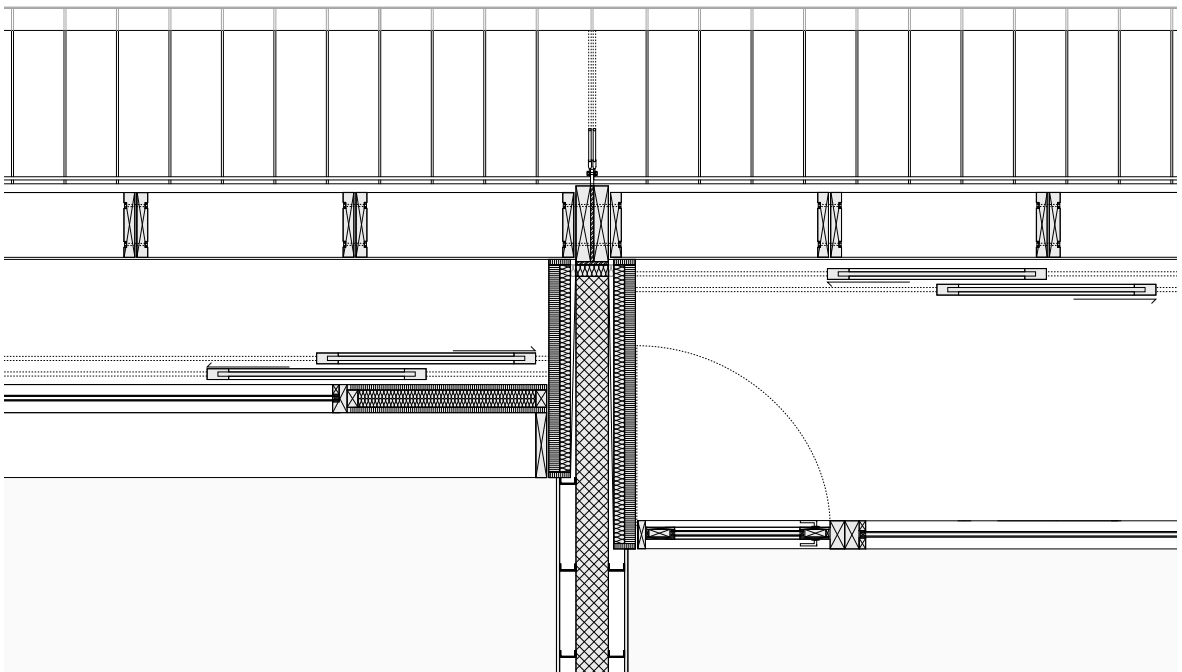
Ballerupparken før og efter



FACADEMODULET

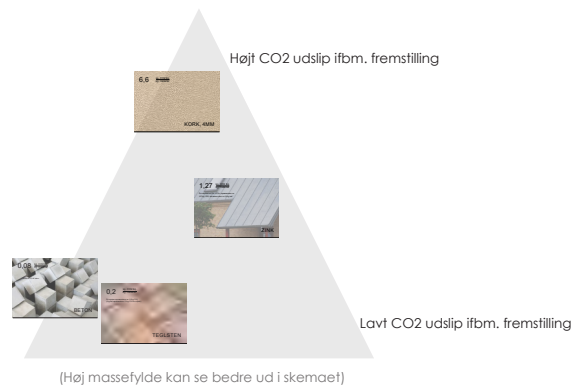


DETALJE PLAN SNIT



NYE FACADER TIL BALLERUPPLANEN (2)

SANNA MOVAFAGH & SIDSEL PETERSEN



INTRODUKTION

Den første uge blev vi introduceret til DFD som metode og vi påbegyndte en visualisering af materialernes CO2 aftryk. Vi fik også opgaven stillet; som bestod i at indtænke DFD samt materialeviadem, i en facaderenovering af et montagebyggeri i Ballerup fra 1964. Opgaven var altså forholdsvis fri, og vi kunne selv vælge fokus.

DFD

Vi læste tekster om DFD (*Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building* og *Design for Deconstruction* og blev af vores vejleder, Pelle Munch-Petersen, introduceret til hans syn på DFD og hvordan han mener det kan anvendes. Vi begyndte at notere muligheder/afgrænsninger.

BALLERUP

Vi blev introduceret til montagebyggeri i forbindelse med opgaven og læste videre i: Modul og Montagebyggeri, Henrik Nissen og Ballerupplanen, Særtryk af Byggeindustrien 1962.

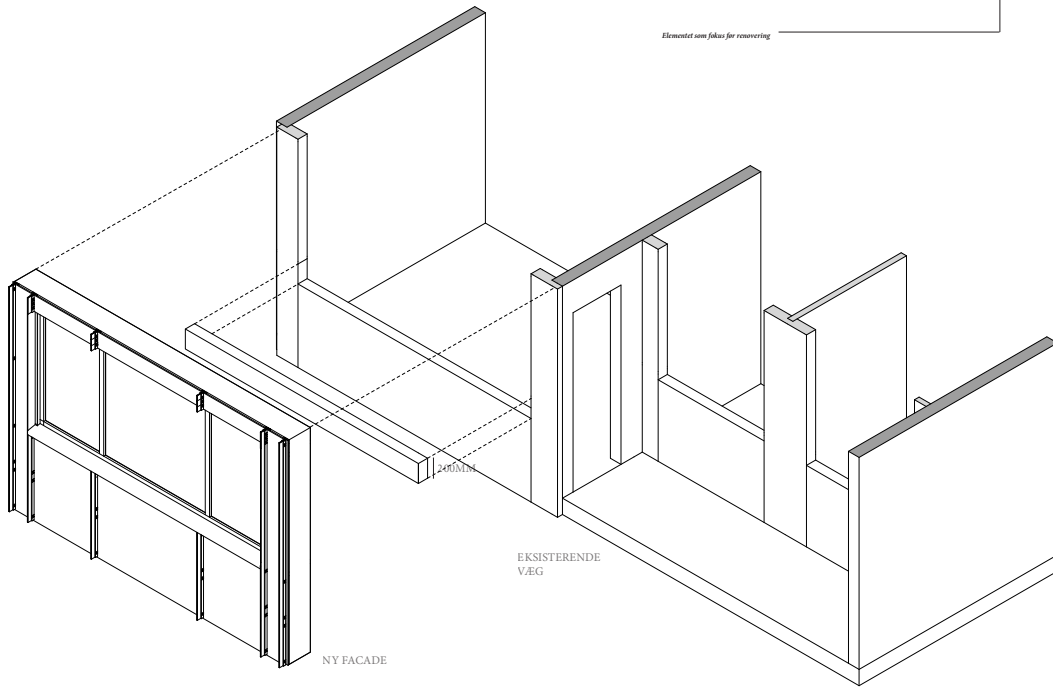
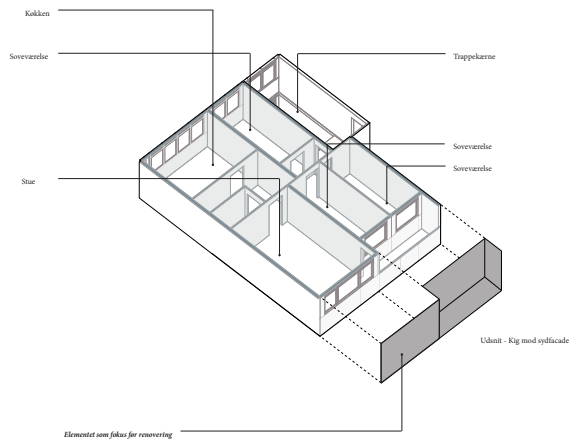
MANIFESTET

Vores nye viden og diskussioner af DFD skulle sammenfattes i et manifest, med punkter for hvad vi fandt var essentielt. Dette manifest skulle danne grundlag og fokus for den videre løsning af opgaven vedr. facaderne i Ballerup.

MATERIALETREKANT

Som nævnt, begyndte vi at udprinte billeder af materialer, og fandt deres CO2 udslip ifb. produktion, og placerede det på trekanten alt efter hvor meget eller hvor lidt det udleder.

Tanken var at det øverste i trekant-en udleder mest, og omvendt, sådan at det længst ned kan man roligt bruge meget af, men jo højere oppe i pyramiden, jo mere bør man tænke sig om, fordi det har en større miljømæssig konsekvens. Her diskuterede vi, at hvis noget holder længe er det måske i orden at bruge ét materiale frem for et andet, men at det hele tiden er en afvejning af miljø, holdbarhed og æstetik.

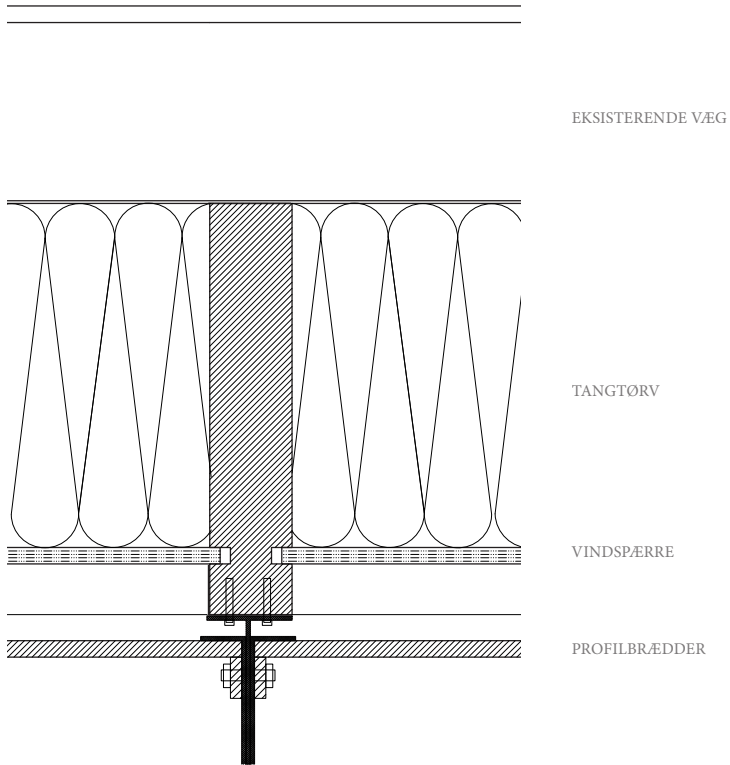


Det præ-fabrikerede element

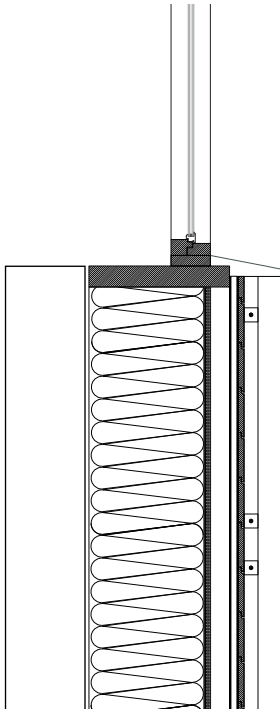
Manifest

- | | |
|--|--|
| <p>OPFØRELSE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opførelse bør ske ved en bæredygtig struktureret og gennemtænkt byggeprocess projektering, fra idé til det færdige projekt. | <p>STRUKTUR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bygningsstrukturen bør være transformerbar rational og uafhængig af program. |
| <p>MATERIALE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hensigtsmæssige valg af materialer ift. lang levetid, miljøpåvirkning, og adskillelse af hele elementer. • Materialer med kortere levetid, bør med få ressourcer let kunne udskiftes. | <p>ENERGI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Et lavere energiforbrug bør tilstræbes i konstruktion, såvel som areal. Et lavere energiforbrug bør også opnåes ved mindre bygningsareal pga. opvarmning. |
| <p>LEVETID</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materialernes og installationers levetid, bør følge tilgængelighed og udskiftsbarhed. | <p>GEN-ANVENDELSE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genanvendelse bør også ske gennem strategisk planlægning, og udvælgelse af bevaringsværdigt materiale. |

Træfacaden

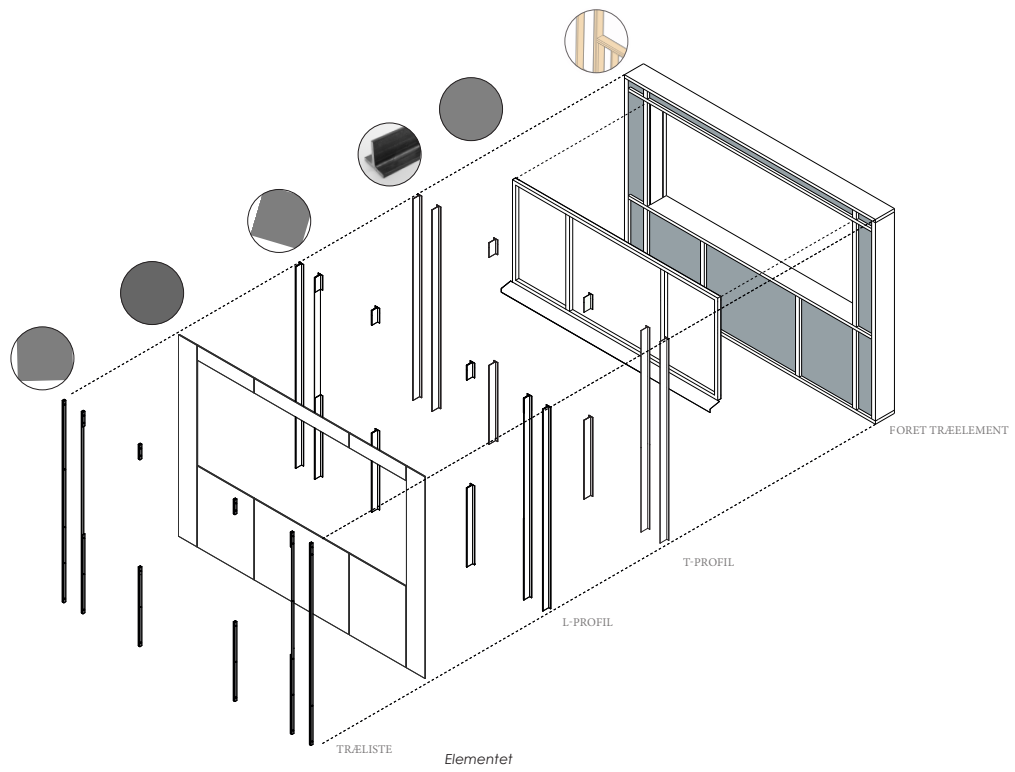


EKSISTERENDE VÆG NYT FACADEELEMENT
(plade i stedet for planker)



Opstalt af facade





Opstalt af facade





KRYDSRUM ARKITEKTER



KRYDSRUM ARKITEKTER

DEN DEMONTERBARE KVIST

Krydsrum Arkitekter har fokuseret på transformationen og videreudviklingen af den eksisterende bygningsmasse siden tegnestuen blev etableret i 2007. Særligt tegnestuens arbejde med at udvikle tagboliger i København, har høstet megen anerkendelse for dets evne til at fortætte byen ved at udnytte potentialerne i byens mange ubeboede tagetager. Det er derfor også oplagt, at tegnestuens bidrag til idékataloget har fokus på udviklingen af en demonterbar kvist til boligbebyggelsen Østergården på Østerbro. I udviklingsarbejdet har fokus ligget både på design for adskillelses strategier og på at udvikle en løsning, som kunne tilpasse sig de bevaringsværdige bygninger, som kvisten skal være en del af.

Den demonterbare kvist er udviklet som et samarbejde mellem arkitekterne hos Krydsrum Arkitekter og de fire studerende Johan Emil Vindnæs, Rebecka Petersen, Christine Ussing Og Rasmus Shater Strøberg. I forløbet er de studerede blevet vejledt af Uffe Leth og Nathan Romero Muelas fra kandidatprogrammet SET.

At bygge til vores kulturarv

Østergården er en karrébebyggelse tegnet af Kay Fisker og C. F. Møller i 1932. Med sine klare funktionalistiske træk og den fine bearbejdelse af facaden og dens altaner fremstår bebyggelsen som et vigtigt eksempel på tendenserne indenfor arkitekturen i perioden og er dermed en del af vores fælles kulturarv. Hvordan fastholder man denne fortælling, når man i dag ønsker at udnytte tagetagen til boliger og dermed skal tilføje nye elementer i form af kviste og tagvinduer? Det spørgsmål har været udgangspunktet for arbejdet med udviklingen af den kvist, som bliver præsenteret på de næste sider. Krydsrum arkitekter havde allerede inden dette projekt udviklet deres forslag til transformationen af bebyggelsens tagetage. Materialet her i idékataloget er derfor en videreudvikling af dette materiale med særligt fokus på kvisten som et præfabrikeret element, der ankommer færdigt til byggepladsen, hvor det hejses på plads som et samlet element. Ideen er, at dette element kan demonteres i sin helhed og flyttes til en anden bebyggelse, hvis dette behov skulle opstå en gang i fremtiden.

Det stedsspecifikke kontra det standardiserede

Arbejdet med udviklingen af den demonterbare kvist balancer mellem to yderpunkter. På den ene side skal den konkrete løsning tilpasses den særlige karakter, som den bevaringsværdige bebyggelse Østergården har, på den anden side skal kvisten have en generel udformning, der gør, at den vil kunne indgå i en anden

bebyggelse i fremtiden. Dette dilemma har ført til et byggesystem bygget op af lag med forskellige grader af permanens. Selve den bærende rammekonstruktion og det isolerende lag i kvisten er de mest permanente dele af elementet. Den ydre og indre aptering af kvisten i form af facadebeklædning, udformningen af altanens gelænder, vinduespartiet samt indre vægbeklædning er derimod mere fleksibel. Dette gør, at elementet, hvis det i fremtiden skal flyttes til en anden bygning, kan hejses ned i sin helhed og transporteres til en produktionshal, hvor man kan reparere eller udskifte dele af apteringen, inden elementet køres ud og hejses på plads et nyt sted.

Den nuværende aptering af kvisten er tilpasset bebyggelsen Østergården med en ydre facadebeklædning af zink, et altandørsparti med koblede rammer udformet med udgangspunkt i de eksisterende vinduespartier i ejendommen og en indre vægbeklædning af genbrugte brædder fra de nedtagne skillevægge i loftrummet. På den måde tilpasser kvisten sig stedets særlige karakter og historie.

Inspiration fra traditionelle håndsværksdetaljer

I udarbejdningen af kvistens detaljering har en af de store udfordringer været, hvordan den fastgøres til den eksisterende tagkonstruktion. For at løse dette har gruppen udviklet et særligt princip, hvor den nye kvist fastgøres til den eksisterende tagkonstruktion ved hjælp af store trædyvler. Som man kan se på illustrationen på de

foregående sider, bliver disse dyvler en markant del af kvistens udtryk indvendigt i lejligheden. Brugen af en gammel traditionel træsamling skaber en særlig karakter, der er med til at formidle overgangen mellem nyt og gammelt. Hvis kvisten skal demonteres er trædyvlen nem at udbore og fjerne, så kvisten kan løftes ned igen. Et andet princip, som der har været arbejdet med i forhold til den indvendige aptering, er brugen af små samlingsbeslag til fastgørelse af brædderne vægbeklædningen. Dette gør det enkelt og nemt at udskifte beklædningen i forhold til den enkelte brugers ønsker og behov.

I arbejdet med at udvikle kvisten har der været stor fokus på materialer med et lavt CO₂-fodaftryk. Dette har ført til en bærende konstruktion i træ og brugen af organiske isoleringsmaterialer så som træfibre og kork. Det eneste sted, hvor man har valgt at bruge et materiale med et højt CO₂-fodaftryk er i facadebeklædningen, hvor valget er faldet på zink. Dette er sket for at tilpasse sig ejendommens særlige karakter, og fordi zink er meget vejrbestandigt. Da det er vanskeligt at komme til kvistens facadebeklædning efter, at den er fastgjort til taget, har det været en høj prioritet at vælge et meget robust vedligeholdelsesfrit materiale.

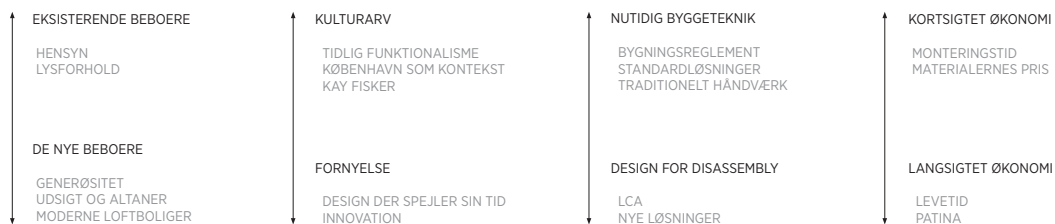
DEN DEMONTERBARE KVIST

JOHAN EMIL E. VINDNÆS, REBECCA PETERSEN
CHRISTINE USSING & RASMUS SHATTER STRØYBERG



Opstalt Østergården med nye kviste

Opgavens sammensætning



Design for disassembly - værdisætning

KULTURARV

REVERSIBELT PROJEKT

- Bevar oprindelig konstruktion
- Skonsam montering
- Synlige og forståelige samlinger

TID / ØKONOMI

REDUCER MONTERINGSTIDER

- Let at hækte på og av kvisten
- Synlige og ukomplicerede samlinger
- Prefabrikering
- Færre delelementer

MILJØ / ØKONOMI

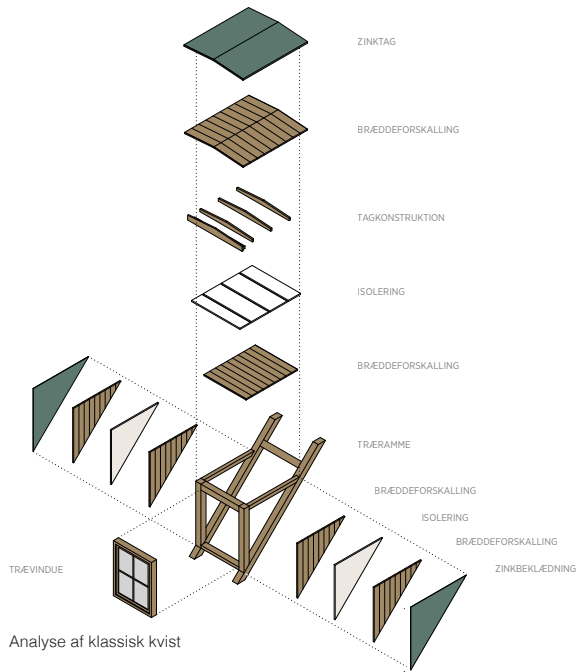
REDUCER MÆNGDEN AF MATERIALE

- Spinklere konstruktioner
- Færre materialer
- Længere levetider
- Reducer spild

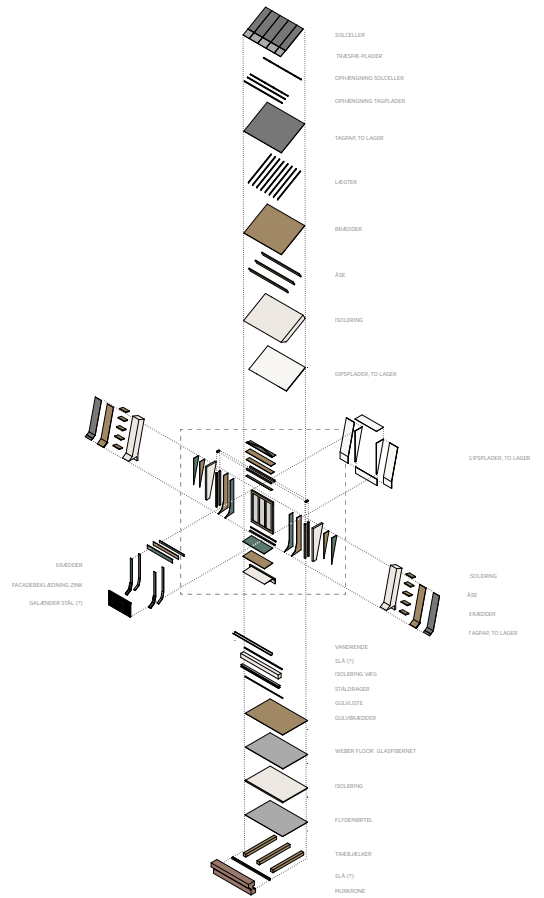
CO₂

REDUCER CO₂ (LCA)

- Bæredygtige materialer
- Kortere transporter
- Genbrugsmuligheder
- Længere levetider

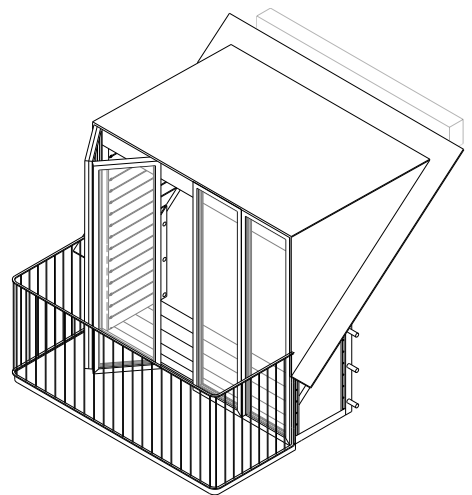
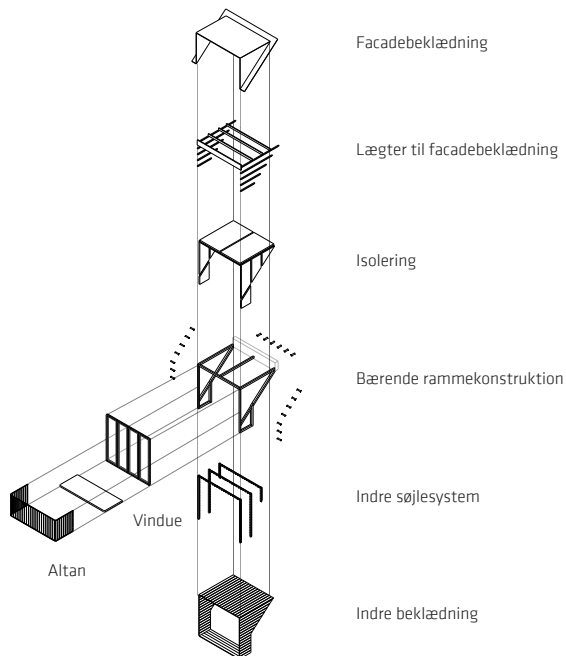


Analyse af klassisk kvist

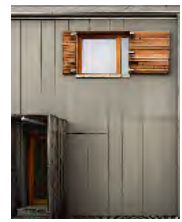


Analyse af reference fra Krydsrum's kvist-byggeri på Rymsgade, København

Udvikling af demonterbar kvist



FACADEBEKLÆDNING TIL KVIST



1. Træbeklædning

+ Lavt CO₂-aftryk
Samme material som kvistens konstruktion

- Fremmed materiale
Kort levetid eller ubæredygtig behandling?
Vedligeholdelse

2. Skærmtegl

+ Lidt vedligeholdelse
Lang levetid
Kan matches til taget

- Relativt højt CO₂-aftryk
Relativt dyrt

3. Genbrugte tagsten

+ Meget lavt CO₂-aftryk
Naturlig del af bygningen
Økonomisk
Lidt vedligeholdelse

- Ukonventionelt

4. Zink eller Kobber

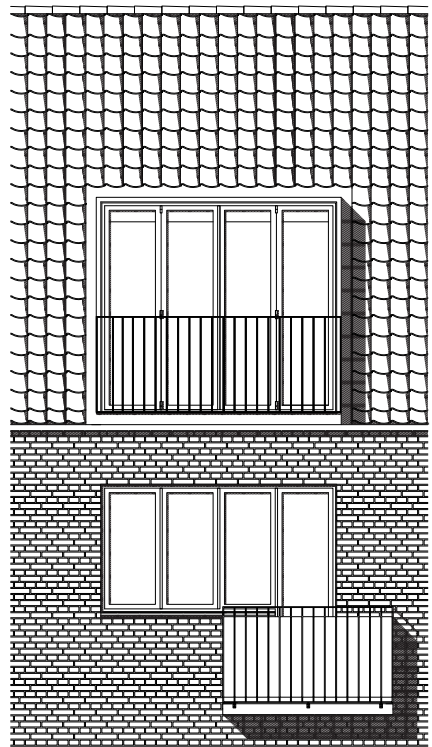
+ Æstetisk
Lav vedligeholdelse
Går at genbruge eller købe brugt?

- Højt CO₂-aftryk
Dyrt
Fremmed materiale

5. Cementfiber

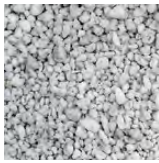
+ Billigt
Vedligeholdelsesfrit?

- CO₂-aftryk?
Fremmed materiale
Svært at genbruge



Modelbillede

Opstalt



KORK

Fordele

- velegnet til termisk isolering & isolering mod kulde, vibration og lyd.
- Isolator absorption effektivt mod fugt og svamp.
- Expandert kork har ca. de samme K og U værdier som de i dag hyppigst anvendte isoleringsprodukter, dog med en langt bedre = lavere vandabsorption og langt højere = bedre termisk forsinkelse (thermal delay) end f.eks. sten-, glas- og mineraluld.
- Isolering med kork er velegnet til grant byggar hvor fokus på miljø og bæredygtighed er i højsædet
- lang holdbarhed
- korkplader består kun af kork, der er ingen tilsætningsstoffer
- Kork er brandhæmmende og udfører ikke giftige gasser ved forbrænding.
- Holdbart og let at vedligeholde.
- Hurtigt og nemt at montere.
- De tekniske parametre forbliver uændrede over tid.
- Genanvendelig. 7
- Kork er fast på at være uforøgængelig, så materialet er regneren- bært på to niveauer. Dels kan der altid plantes flere træer, og dels kan den allerede eksisterende kork genanvendes i en even- cy- cing-proces i stedet for at blive downgraded. Dermed er der en rigtig god totaløkonomi i kork, når hele livscyklussen regnes med. 8

Ulemper

- pris

PERLITE

Fordele

Perlite er et naturligt produkt, der er lavet af vulkanske bjergarter fra Grækenland og Tyrkiet. Det isolerer godt, og er tilmeldt brandsikkert, og så kan mikroorganismer som svamp ikke leve i det, og det kan ikke rådne. Perlite indeholder ikke fibre og er derfor også godt for indoklimaet.

Ulemper

Perliteisolering er ikke ligeså miljøvenligt som de andre alternative materialer, da det skal kruses og opvarmes, og det kræver energi. Desuden er det dyrt og støvet. 1

HØR

Fordele

Her er lavet af naturlige bæredygtige fibre fra planter. De mange fibre gør, at det har en rigtig god isoleringsevne.

Ulemper

Her er desværre brandbart, og det er derfor nødvendigt at tilsætte brandhæmmende kemikalier, der skader miljøet. Hørsisolering lægges på som måtter, og er svære at skære til. 1

PAPIR OG TRÆFIBER GRANULAT / ULD

Fordele:

- Ingen revner eller tommer efter udlæggelse af isoleringsarbejdet
- En komprimeret isoleret konstruktion formodes at blive mere luft- og lyd tæt
- Det er lettere at isolere i varierende tykkelser på ulævnt underlag end ved anvendelse af isoleringsmåtter. Det kan især være en fordel, fx ved renoveringer
- Ingen restproblemer som ved anvendelse af isoleringsmåtter
- Mindre miljøbelastning ved produktion og bortskaffelse
- Dampspærrer kan i nogle tilfælde undværes

Ulemper:

- Papirisolering har en tendens til at falde sammen ved indblæsning.
- Når der blæses løs papirisolering ud på fx et loft, kan man forvent- le, at det sætter sig 15-20%. Det tages der højde for ved at lægge et tykkere lag materiale end den ønskede isoleringstykkel. Når der blæses ind i lukkede konstruktioner, fx hulmure, søger man for, at isoleringen bliver komprimeret.

Ved stor vandublevning kan både papir- og træfibreisolering falde sammen, og dermed vil isoleringsevnen blive mindre. Man bør derfor ikke anvende papirisolering som hulmursisolering, hvis muren er særligt udsat for skælgregn.

Bortskaffelse:

- Papir- og træfibreisolering kan genbruges eller genanvendes som jordforbedringsmiddel, brændes eller deponeres på en godkendt losseplads.
- Hvis der er tilsat bor-salte eller aluminiumforbindelser, skal papirisoleringen sendes til den kommunale forbrænding eller deponeres, som fx mineraluld.

TRÆFIBERPLADER

Fordele

- Højeffektiv isolering selv ved meget tynde plader
- meget lav varmledning
- nemt at håndtere og tilpasse

Ulemper

- bortskaffelse?
- produktion?
- kemt?
- genanvendes hvordan?

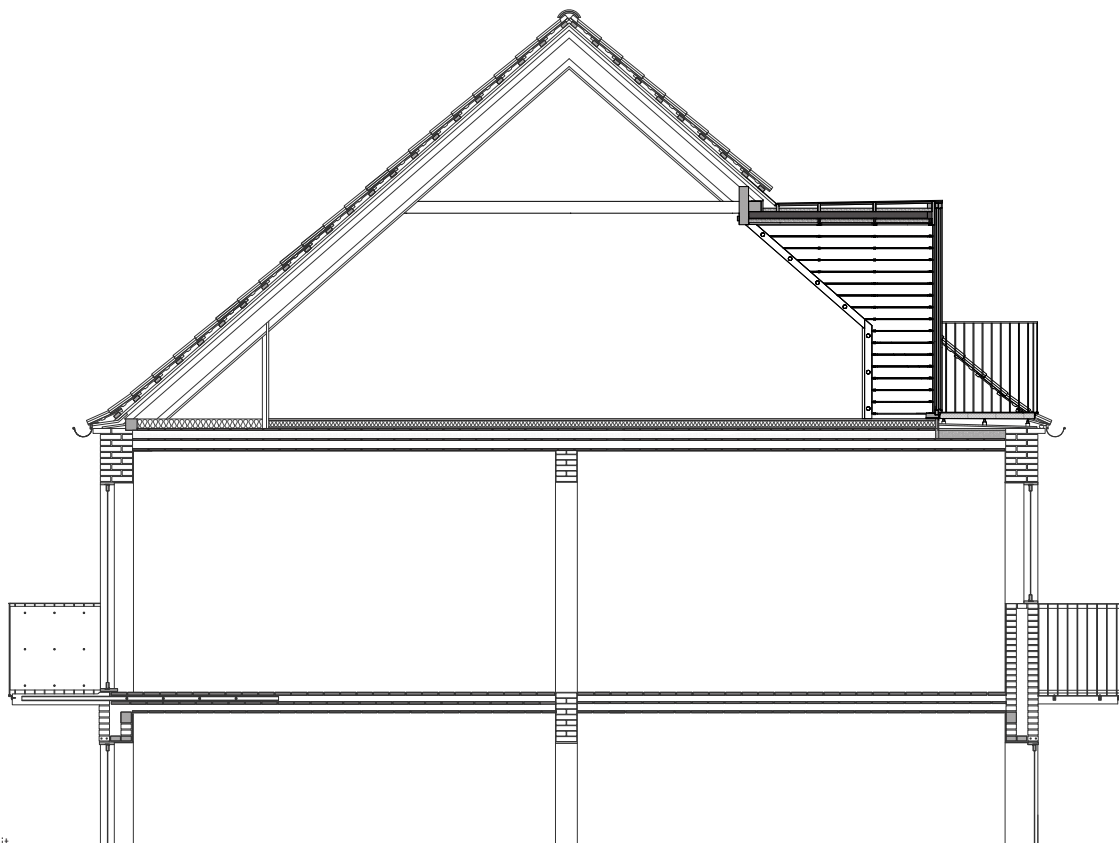
SØGRÆS

Fordele

Ålgræs eller søgræs, også kaldet tangisolering, er et godt og bæredygtigt materiale, som har en god isoleringsevne. Saltet fra havet imprægnerer helt naturligt tangen mod svamp og giver en god brandmodstand. Søgræs eller ålgræs indeholder ingen tilsætnings- stoffer.

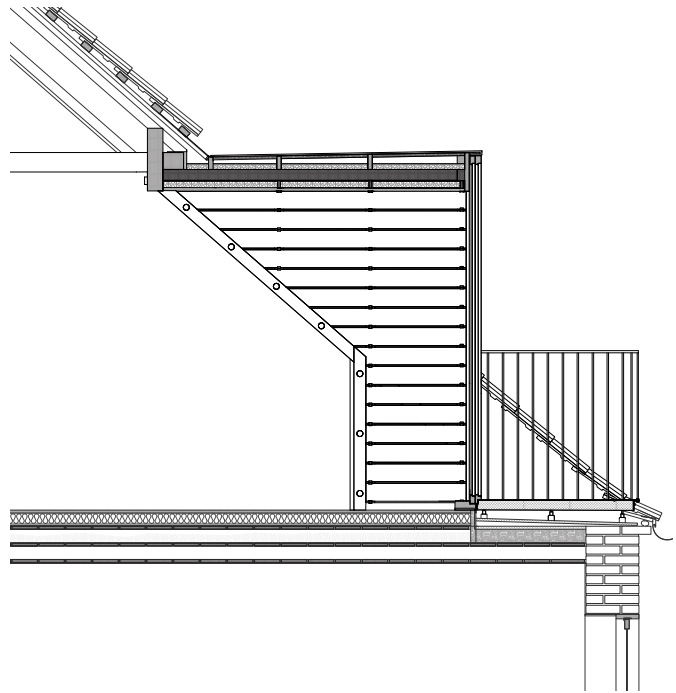
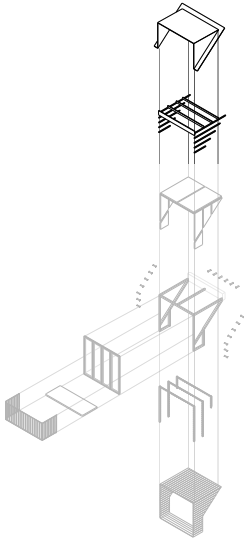
Ulemper

Ålgræsset ved de danske kyster er i tilbageværet, og der skal rigtig store mængder lang til at isolere et hus.

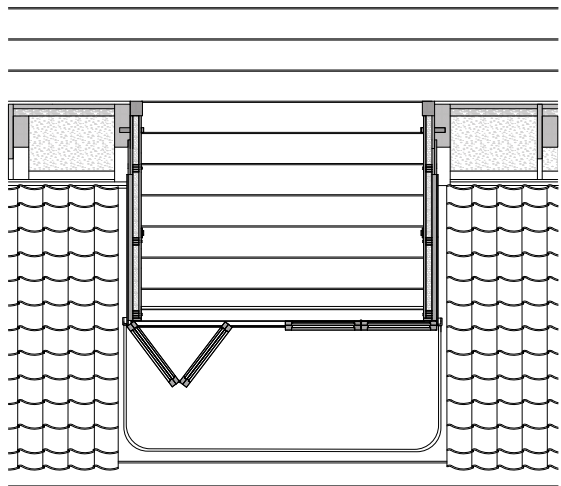
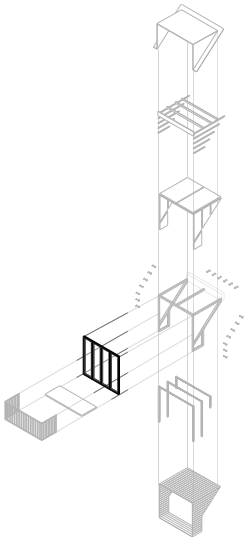


Snit

Facadebeklædning

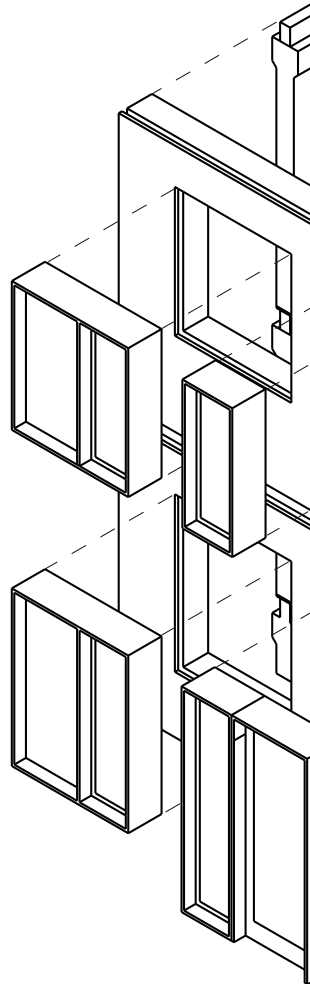


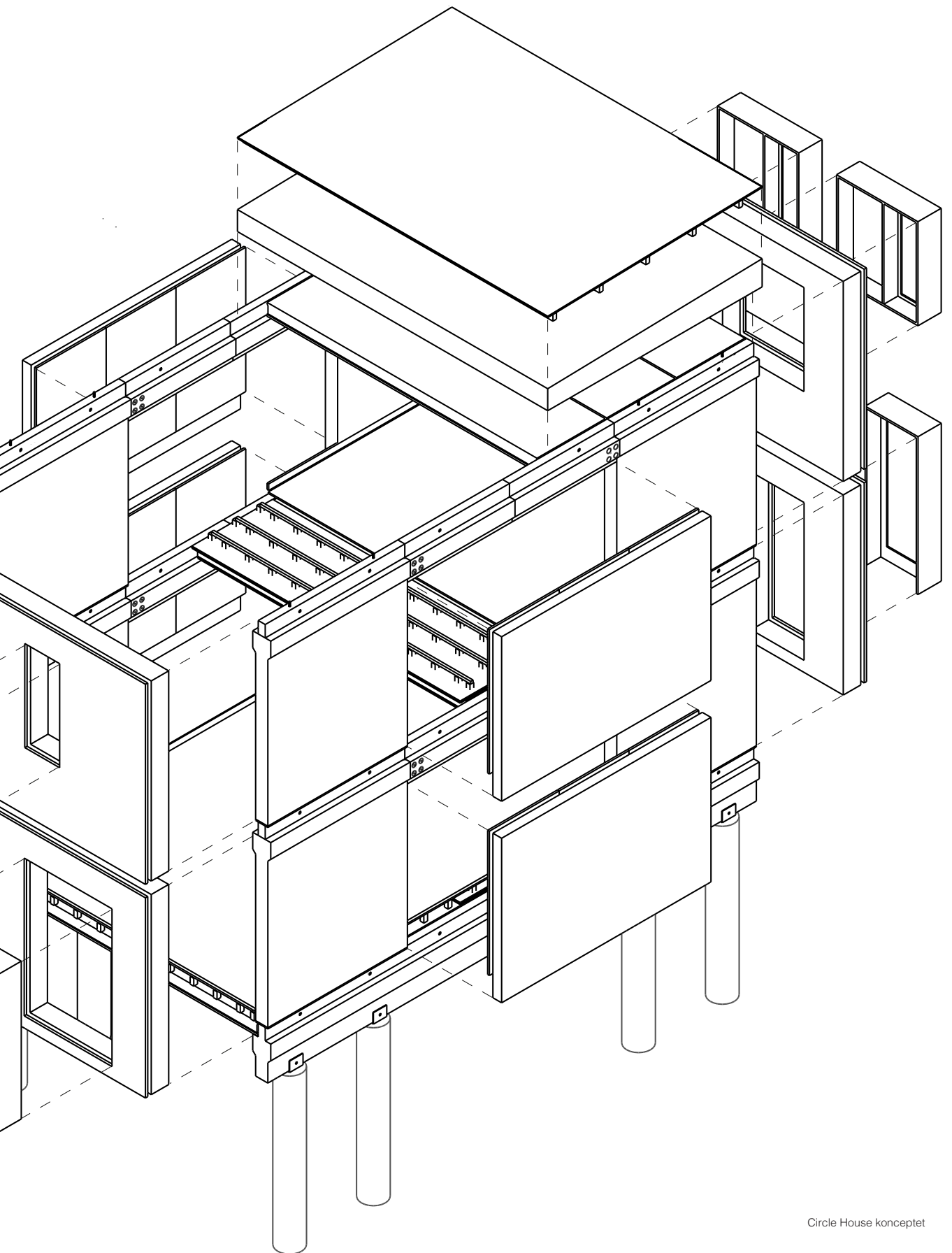
Koblede vinduer





GXN INNOVATION





GxN INNOVATION

CIRCLE HOUSE – ET ADSKILLELIGT KONSTRUKTIVT SYSTEM

Circle House projektet samler 23 parter på tværs af byggeriet i et tæt samarbejde om udviklingen af nye byggekoncepter med udgangspunkt i en vision for fremtidens cirkulære byggeri. Projektets omdrejningspunkt er udviklingen af et konkret alment boligbyggeri for Lejerbo i Lisbjerg uden for Århus. Her er tre af de førende tegnestuer indenfor feltet: GxN Innovation, Lendager Group og Tegnestuen Vandkunsten gået sammen i den til lejligheden oprettede Fællestegnestue. Under dette navn har de i samarbejde udviklet et byggekoncept, som bygger på vid- en fra hvert af de 3 tegnestuer. Konceptet bygger på design for adskillelses principper og er dermed til at sætte rammerne for fremtidens cirkulære byggeri.

Dette bidrag til idékataloget er en kritisk diskussion af Circle House konceptets konstruktive system set i forhold til dets fleksibilitet og evnen til at møde forskellige fysiske kontekster. Bidraget er udviklet i et samarbejde mellem arkitekter hos GxN Innovation og de studerende Tim Bruun, Rasmus Feddersen, Sarah Sonne Glatz, Andreas Iltad og Casper Ravn. De studerende har været opdelt i to hold, der hver har udviklet strategier for en udvidelse af det konstruktive systems fleksibilitet. I forløbet er de 5 studerede blevet vejledt af Anne Beim og Nathan Romero Muelas fra kandidatprogrammet SET.

Circle House konceptets konstruktive system

I udviklingen af råhusets byggesystem har Fællesteg- nestuen valgt at tage udgangspunkt i betonelementet, som er det byggesystem, der typisk anvendes både indenfor den almene sektor og i byggeriet generelt. For at gøre byggesystemet mere cirkulært har opgaven været at reducere antallet af de forskellige typer be- tonelementer i systemet til 6 elementer (2 vægskiver, 2 dæk og 2 typer bjælker). Reduktionen af elementtyper skal sikre, at der arbejdes med få standardelementer med så generelle formater, at de i fremtiden vil kunne bruges i andre byggerier. I modsætning til den gængse samlingsmetode indenfor betonkonstruktioner, hvor ele- menterne støbes sammen, spændes elementerne i Circle House sammen ved brug af mekaniske samlinger i rustfrit stål. Samlingerne støbes efterfølgende ind i kalk- mørtel, der sikrer dem mod brand, men som let kan spules væk, når og hvis elementerne i fremtiden skal skilles ad igen. På den måde skabes en design for adskilles løsning, der sikrer, at betonelementer kan få en levetid, som rækker ud over det enkelte byggeri.

En kritisk diskussion af det konstruktive systems fleksibilitet

Det materiale, som præsenteres på de følgende sider, er en videreudvikling af principperne for Circle Houses konstruktive system. Her diskuteres, hvordan systemet kan gøres mere fleksibelt ved at tilføje yderligere typer af betonelementer, der gør systemet i stand til at møde forskellige typer af byggegrunde i byen og på landet og

til at skabe et en større variation i typen af boliger. Materialet skal derfor ses som en kritisk diskussion af, hvordan byggesystemet kan udvides, så det tilbyder et større felt af muligheder.

De nye løsningsforslag kortlægges og diskuteres ud fra de fire parametre: fleksibilitet, anlægsøkonomi, genanvendelsespotentialer og miljøpåvirkninger, hvilket gør det muligt at diskutere hvilke potentialer, som de forskellige forslag byder ind med. Derudover angives det ved hvert af forslagene procentuelt, hvor stor en del af løsningen, der bygger på de 6 oprindelige betonelementtyper i konceptet, og hvor stor en del der bygger på det udvidede sortiment af typer.

To strategier for en udvidelse af det konstruktive systems fleksibilitet

På de næste sider vises de to holds forskellige strategier for, hvordan man med tilføjelse af nye elementtyper eller ved en gentænkning af byggesystemets grundstruktur kan gøre det mere fleksibelt og udvide det felt af mulige løsninger, som systemet tilbyder. Begge strategier arbejder med at tilføje nye elementer i form af skiver, bjælker eller søjler.

De nye byggesystemer udvikles og afprøves i forhold til forskellige kontekster og analyseres alle efter den samme skematik med fokus på de 4 parametre: fleksibilitet, anlægsøkonomi, genanvendelsespotentialer og miljøpåvirkninger. Dette gør, at man kan sammenligne

muligheder og begrænsninger ved de enkelte løsningsforslag både med Circle Houses oprindelige konstruktive system og indbyrdes mellem de nye løsningsforslag.

ET ADSKILLELIGT KONSTRUKTIVT SYSTEM (1)

TIM BRUUN & RASMUS BOYSEN FEDDERSEN

Systemets byggeklodser

Den bærende konstruktion i Circle House består af 6 byggeklodser. 2 skiver, 2 dæk og 2 bjælker.

De enkelte dele samles med Peikko mekaniske SUMO samlinger for væggene, mens dækkene ligger af på skivernes konsoller. Vægge og bjælker samles med indeliggende konsoller, som boltes sammen.

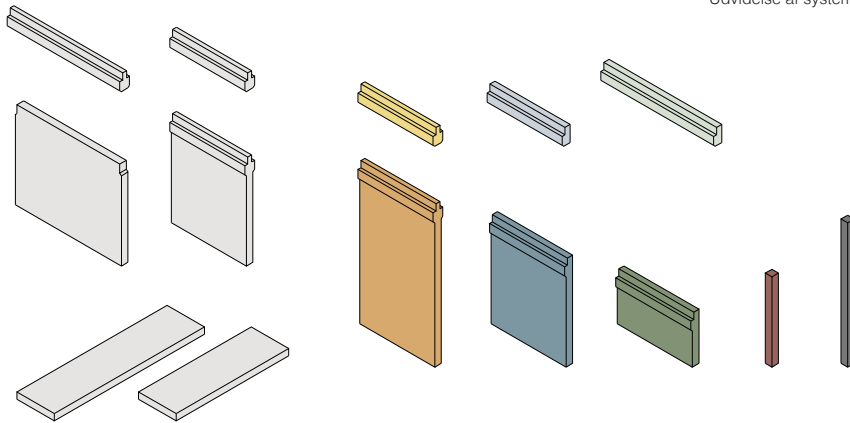
Systemet består hovedsageligt af et vægelement, et dækelement og en bjælke.

I punkthuset indgår yderligere et vægelement omkring kernen og et dækelement i det midterste fag.

Herudover er der endnu et bjælkeelement i fundamentsbjælken.

Undersøgelsesspørgsmål

- Kan byggesystemet optimeres yderligere f.eks. i forhold til minimering af materialeforbrug (CO2 reduktion)?
- Hvad tilbyder byggesystemet i forhold til fleksibilitet i planløsninger (boligtypologier, ændringer i familiestrukturer mv.)?
- Hvori består det generiske og det specifikke i systemet – hvilke dele går igen i begge bygningstyper højhus / rækkehus og hvilke dele er optimeret til den hver af bygningstyperne?
- Hvad er grundprincipperne i byggesystemet – er det et skive- eller søjlesystem og hvad er dets indre logik (levetid) i forhold til at skulle være fleksible, demonterbare løsninger?
- Kunne man udvikle råhussystemet, så man får et sæt byggeklodser, der kan bruges til flere boligtypologier?

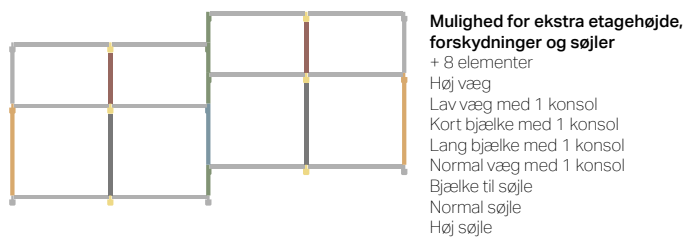
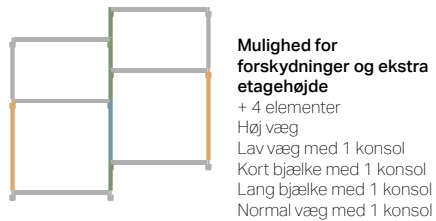
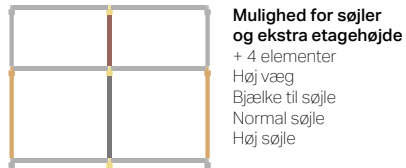
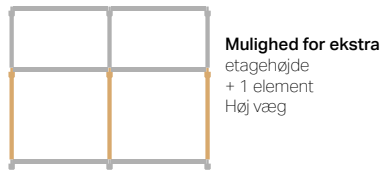
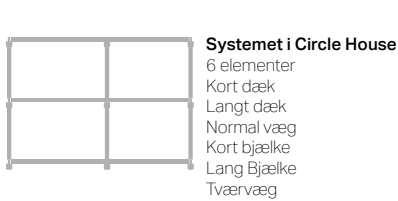


Elementer i Circle House

6 elementer

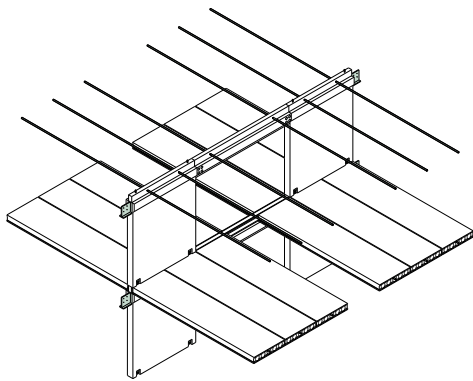
Ekstra elementer for udvidet fleksibilitet

+ 8 elementer = 14 elementer



Circle House

Bærende skillevægge + bjælker



System af bærende skillevægge og bjælker 1:100

Antal elementer i systemet
7

- Samlinger
- Væg 4 stk
 - Bjælke 2 stk

Fleksibilitet



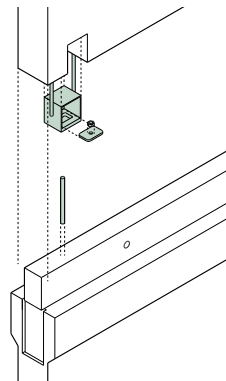
Anlægsøkonomi



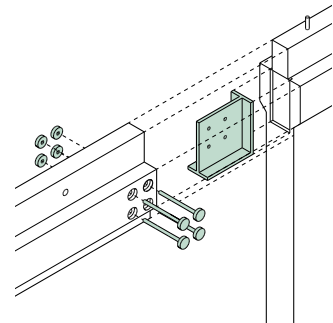
Genanvendelse



Miljø



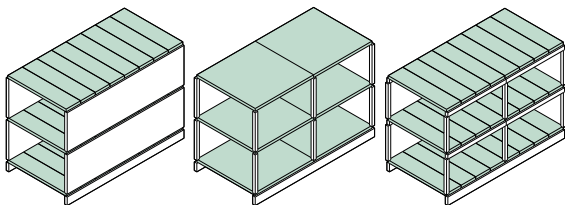
Vægsamling 1:20



Væg-bjælkesamling 1:20

Byggesystemer

1. Bærende skillevægge
2. Søjle-plade
3. Søjle-bjælke



Vi har valgt at kigge på 3 byggesystemer i forhold til at undersøge begrænsninger og potentialer i forhold til DfD. Når de enkelte elementer samles med mekaniske samlinger, giver det en række udfordringer i forhold til samlinger.

Muligheder i forskellige systemer

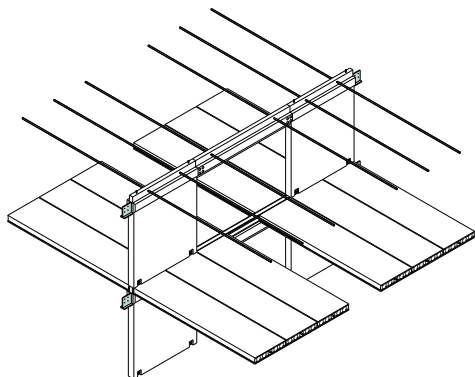
Vi har undersøgt muligheden for at benytte os af et andet byggesystem, end det valgte i Circle House for at opnå en større grad af fleksibilitet.

Et søjle-plade system giver stor fleksibilitet i forhold til retninger, forskudte etager forskellige højder osv. Men systemet har en række udfordringer i forhold til DfD. Det samme gælder søjle-bjælke systemet. Der opstår nogle krævende samlingspunkter og udfordringer i forhold til at stabilisere. Man vil skulle indføre en sekundært system som stabiliserende element.

En udfordring i alle 3 systemer er de tunge dæk. Lette dæk ville gøre knudepunkterne nemmere. Det giver på den anden side en række udfordringer i forhold til lydisolering i mellem lejligheder og udfordringer i forhold til brand.

Et udvidet system

Bærende skillevægge + bjælker



System af bærende skillevægge og bjælker 1:100

Antal elementer i systemet
11

Samlinger

- Væg 4 stk
- Bjælke 2 stk

Fleksibilitet



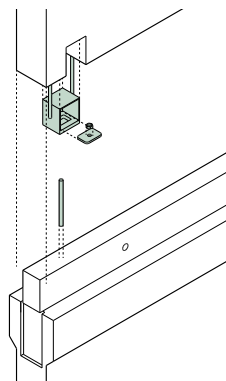
Anlægsøkonomi



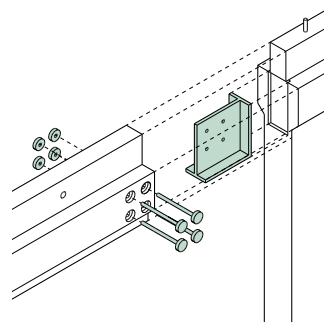
Genanvendelse



Miljø

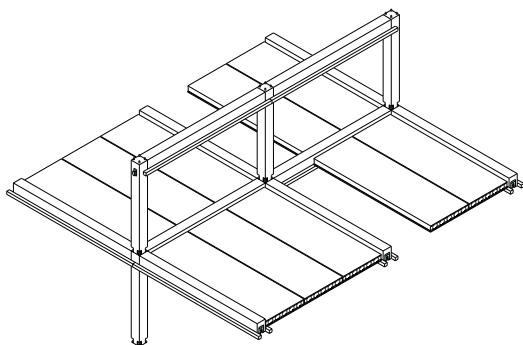


Vægsamling 1:20



Væg-bjælkesamling 1:20

Søjle-/Bjælkesystem



System af bærende skillevægge og rammer 1:100

Antal elementer i systemet
3

Samlinger

- Bjælke 2 stk
- Søjle 2 stk (flere hvis der er bjælker i flere retninger)

Fleksibilitet



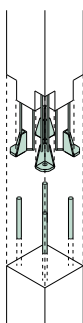
Anlægsøkonomi



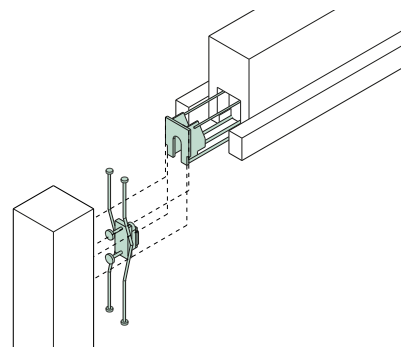
Genanvendelse



Miljø



Søjlesamling 1:20



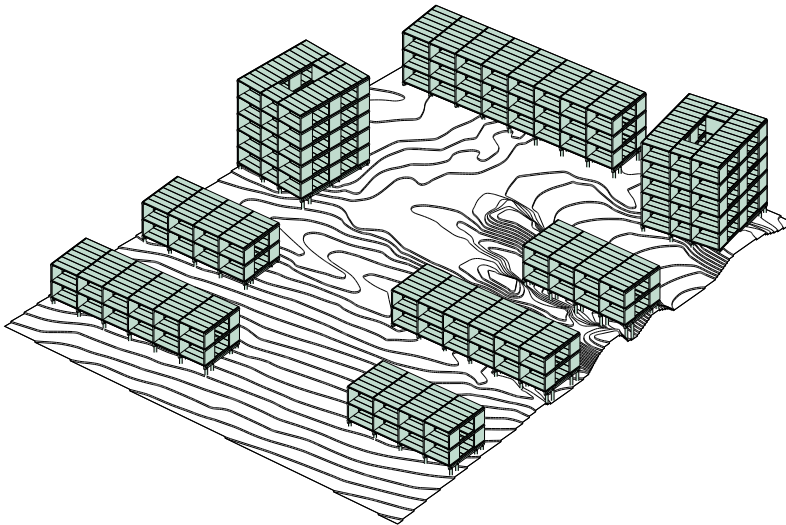
Søjle-bjælkesamling 1:20



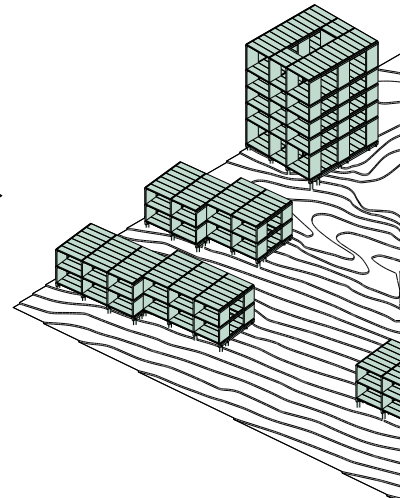
Circle House



Et udvidet system



4.870,21 m² brutto
0,35 elementer/m²



4.870,21 m² brutto
0,35 elementer/m²

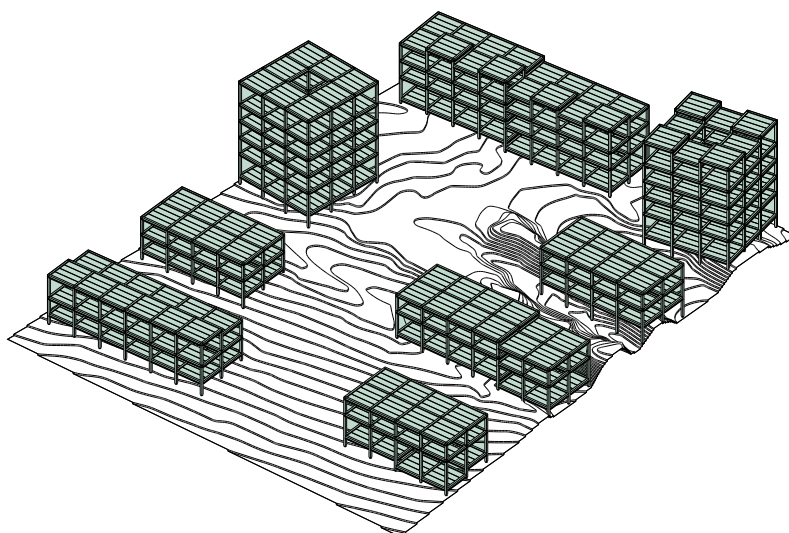
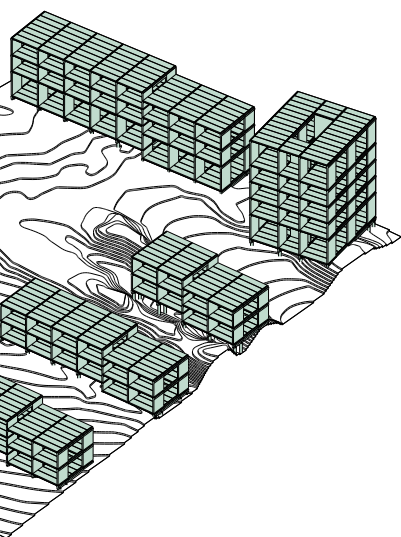
0,88 % flere elementer
2,61 % mere volumen
1,98 % flere samlinger

Fleksibilitet	●
Anlægsøkonomi	● ● ● ●
Genanvendelse	● ● ● ●
Miljø	● ●

Fleksibilitet	● ●
Anlægsøkonomi	● ● ● ●
Genanvendelse	● ● ● ●
Miljø	● ●

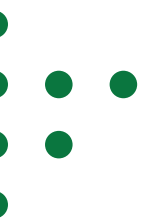


Søjle-/bjælkesystem



5.791,08 m² brutto (15,9 % mere areal)
0,42 elementer/m²

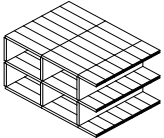
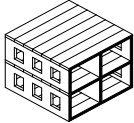
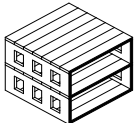
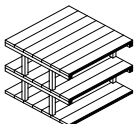
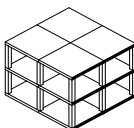
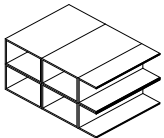
30,12 % flere elementer
17,49 % mindre volumen
7,07% flere samlinger



Fleksibilitet	●	●	●	●
Anlægsøkonomi	●	●		
Genanvendelse	●	●	●	●
Miljø	●	●	●	

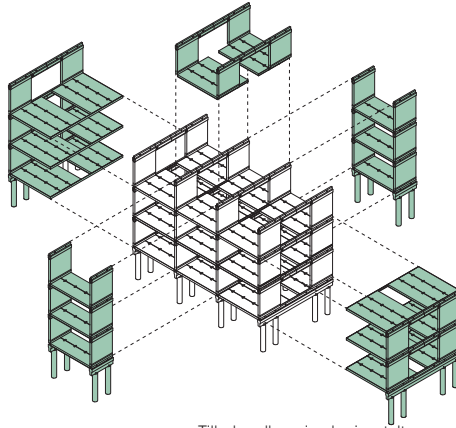
ET ADSKILLELIGT KONSTRUKTIVT SYSTEM (2)

SARA SONNE GLATZ, ANDREAS ILSTAD &
CASPER SKRØDER RASMUSSEN RAVN

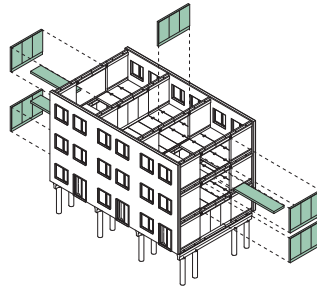
	ANVENDELIGHED Statiske ydre og indre rammer	FORANDERLIGHED Statisk ydre men flytbare indre rammer	UDVIDELIGHED Udvidelige ydre rammer
	X		X
	X		
		X	
		X	X
		X	X
	X		X

Byggesystemer

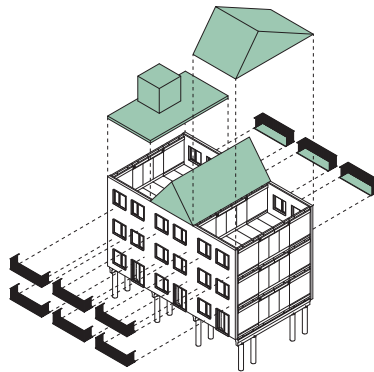
Uddrag af fleksibilitetsstudie af Circle House



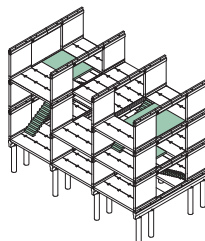
Tillade udbygning horisontalt og vertikalt



Tillade forskellige rumformer
Tillade ændringer i rumstørrelser



Tillade påbygninger
Tillade forskellige tagformer og overbygninger



Tillade ændring af rumhøjder
Tillade integrering af forskellige rumformer

Sammenligningsgrundlag

% - estimat af anlagt areal udgjort af Circle House byggesystemet

	Eksisterende	Tilføjelser
Elementer		
Rumligheder		

	☹	☹	☺	☺	☺
FLEKSIBILITET	●	●	●	●	●
ØKONOMI	●	●	●	●	●
GENANVENDELSE	●	●	●	●	●
MILJØ	●	●	●	●	●

Storbyen



Landsbyen



Landskabet



CIRCLE HOUSE I TRE FORSKELLIGE KONTEKSTER

I vores videre analyse besluttede vi os for at teste Circle House byggesystemet ved at placere det i tre forskellige typer af kontekst, med hver deres typologier og karakteristika.

På den måde fik vi italesat de allerede undersøgte begrænsninger og muligheder i systemet, samtidig med at vi pegede fremad og illustrerede hvorledes Circle House råhuselementerne, kunne indgå i nye sammenhænge i deres videre levetid.

Yderligere udviklede vi et sammenligningsgrundlag for hver af de tre sites, der kort beskrev hvilke elementer og rumligheder, som blev tilført Circle House. Vi beskrev også, i hvor høj grad vi anbefalede at benytte Circle House systemet i forhold til de ønskelige stedsspecifikke behov og typologier. Disse udviklede strategiske tilgange blev slutteligt rated ud fra bestemte parametre fra 1 - 5, hvor 5 er bedst, og satte dermed eksempler i en større kontekst.

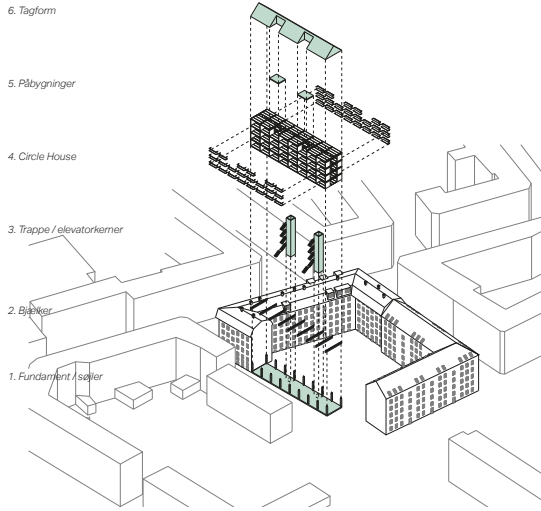
SAMMENLIGNING

Som et grundlag for at kunne sammenligne Circle House i de tre kontekster, har vi udviklet et skema for at illustrere hvilke bygningsdele som er brugt, og hvordan de forskellige løsninger påvirker fleksibilitet, økonomi, genanvendelse og miljøpåvirkning.

I skemaet kommer det også frem hvor meget af det oprindelige Circle House system, der er anvendt i de forskellige kontekster.

Skemaet er et overordnet pointsystem og giver os et generelt billede af hvordan de forskellige forslag scorer i forhold til hinanden.

- storbyen

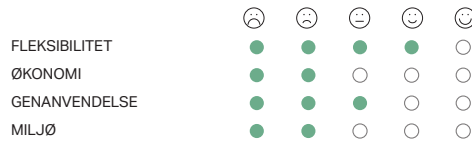
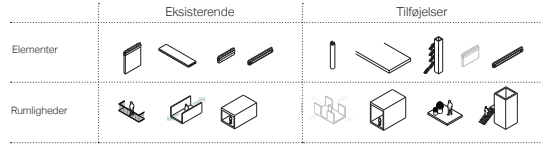


67 % Circle House byggesystem

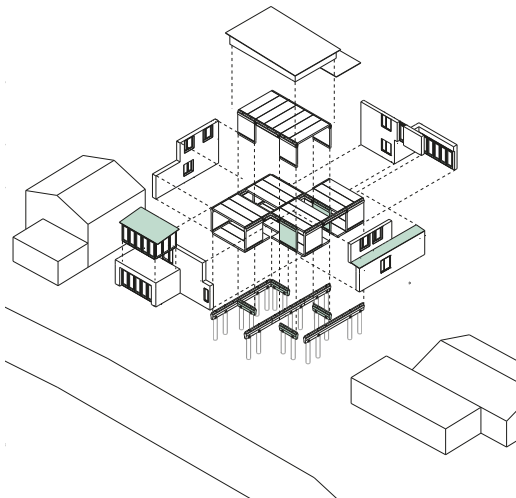


LEIGHED I ET PLAN ■
LEIGHED I TO PLAN ■

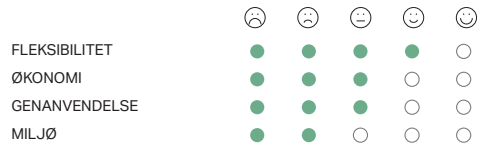
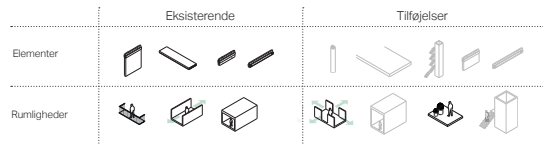
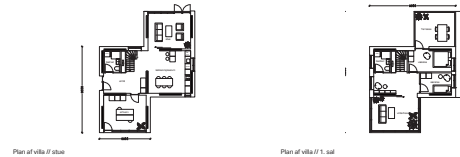
Princip for bærende system



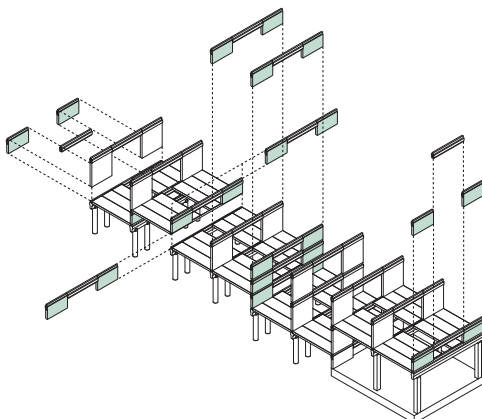
- landsbyen



90 % Circle House byggesystem



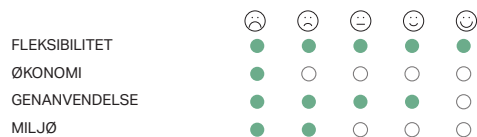
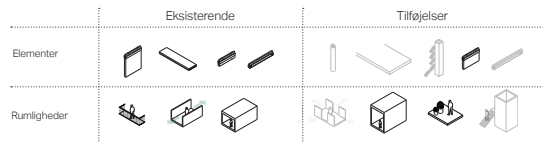
- landskabet



80 % Circle House byggesystem



Circle House erne til at optage terrænet i dag





LENDAGER GROUP



LENDAGER GROUP

CIRCLE HOUSE – ADAPTIVE FACADER OG ALTANER

Circle House projektet samler 23 parter på tværs af byggeriet i et tæt samarbejde om udviklingen af nye byggekoncepter med udgangspunkt i en vision for fremtidens cirkulære byggeri. Projektets omdrejningspunkt er udviklingen af et konkret alment boligbyggeri for Lejerbo i Lisbjerg uden for Århus. Her er tre af de førende tegnestuer indenfor feltet: GxN Innovation, Lendager Group og Tegnestuen Vandkunsten gået sammen i den til lejligheden oprettede Fællestegnestue. Under dette navn har de i samarbejde udviklet et byggekoncept, som bygger på vidnen fra hvert af de 3 tegnestuer. Konceptet bygger på design for adskillelses principper og er dermed til at sætte rammerne for fremtidens cirkulære byggeri.

Denne del af idékataloget er udviklet som et tæt samarbejde mellem arkitekter hos Lendager Group og de fire studerende Casper Philip Ebbesen, Mathias Skjold Larsen, Helene Skotte Wied og Julie Zepernik Jensen. De studerende har arbejdet i to hold, der har fokuseret på henholdsvis udviklingen af et adaptivt facadesystem af præfabrikerede trækassetter og et adaptivt selv bærende altankoncept. I forløbet er de 4 studerede blevet vejledt af Anne Beim og Nathan Romero Muelas fra kandidatprogrammet SET.

Circle Houses facadeelementer

I Circle House konceptet er facaderne tænkt som lette trækassetter, der monteres på bygningens bærende råhusstruktur af betonelementer. På den måde kan facaden ses som et let isolerende lag, som pakkes omkring den tunge konstruktion i beton. Trækassetterne ankommer til byggepladsen som store præfabrikerede elementer fuldt udstyret med vinduer og døre, som hejses på plads og fastgøres på råhuset af beton. Kassetterne fastgøres med en stålkonsol til betonkonstruktionen og kan derfor i fremtiden afmonteres og flyttes til et andet byggeri.

De to løsningsforslag i dette idékatalog diskuterer det facadesystem, som er udtænkt til Circle House, ved at se på, hvordan man kan reducere antallet af elementtyper samtidig med, at der skabes et stort og rigt felt af mulige variationer af facaden.

Adaptive Facader

Fokus for det første af de løsningsforslag, som vises på de næste sider, er udviklingen af et adaptivt facadesystem, der består af kombination af 5 delelementer: tre bredder af lukkede elementer (600, 900 og 1200 mm) og to typer af vindueselementer: et fast og et gående parti. Det gående parti kan vendes, så det enten består af en dør med et fast vinduesparti over eller et højt vindue med det faste vinduesparti som brystning. Dette beskedne antal delelementer kan frit komponeres med hinanden og skaber derved et stort felt af variations-

muligheder i opbygningen af facaden. Facadeelementerne er lette trækassetter, som produceres på fabrikken, hvorefter det transporteres til byggepladsen, hvor det hejses på plads med en kran. For at reducere antallet af løft med kranen og dermed gøre byggemetoden økonomisk rentabel, samles delelementerne på fabrikken til et samlet facadeelement med en bredde på op til 4500 mm. Når og hvis der er behov for det i fremtiden, kan de enkelte delelementer tages ned enkeltvis. Det giver en stor fleksibilitet over tid og gør det muligt at udskifte elementer med kortere levetid eller at udskifte et lukket facadeelement med et åbent vindueelement (eller omvendt). Ud over selve facadeelementerne knytter der sig til systemet en række sekundære elementer så som altaner, solafskærmning, espalier til beplantning m.fl., der kan hægtes på facaden efter behov. Samlet set skaber dette muligheden for, at facaden kan udvikle sig over tid og både løbende vedligeholdes og tilpasse sig de forskellige brugeres ønsker og behov.

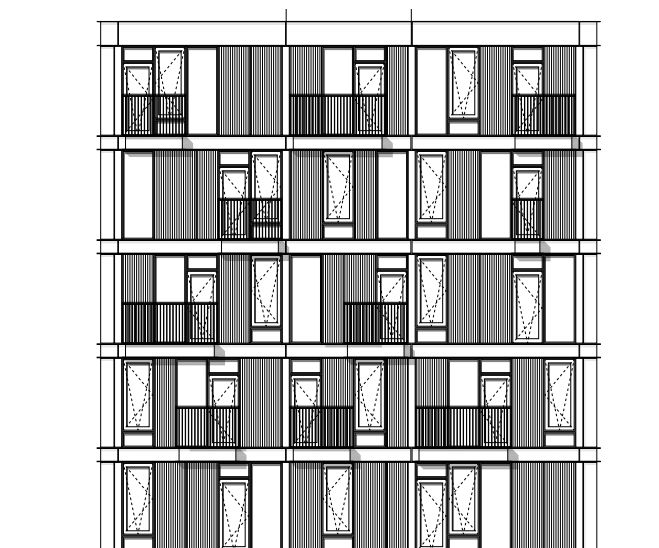
Udviklingen af facadesystemet har taget udgangspunkt i Circle House konceptet, men er tænkt som et generelt system, som lige så godt kan bruges på andre projekter. Ambitionen med projektet er at skabe et system, der bygger på en begrænset mængde nye standardstørrelser for facadeelementer inden for fremtidens byggeri. Dette vil gøre det muligt på en enkel og let måde at flytte elementer fra den ene til den anden bygning.

Adaptive Altaner

Fokus for det andet projekt er udviklingen af et nyt altansystem, der ligger uden på facaden som en selvstændig konstruktion. Det har været et omdrejningspunkt for udviklingen af systemet at bruge få komponenter og få typer af materialer, inddrage levetidsbetragtninger og arbejde med synlige samlinger. Dette har ført til en enkel trærammekonstruktion, der består af trærammer i fuld etagehøjde, der på en meget enkel måde bygges sammen lodret og dermed kommer til at danne en form for stigereol i hele bygningens udstrækning. I rammestrukturen kan man lægge trædæk, som danner selve altanerne. Trærammerne stabiliseres dels af trædækkene og dels ved at være fastgjort til bygningens facade. Systemet består ud over trærammerne og trædækkene af sekundære elementer så som gelænder til altanerne og espalier til beplantning. Samlet set danner facadesystemet en meget åben struktur, som kan forandre og udvikle sig over tid. Nye altaner kan sættes op, og gamle kan tages ned alt efter brugernes behov og ønsker. På denne måde er systemet meget adaptivt, da den grundlæggende konstruktion muliggør altaner i hele facadens udstrækning. Altansystemet vil også egne sig til at tilføje altaner på eksisterende bygninger, da det er selvbærende og derfor ikke er afhængigt af, om den eksisterende konstruktion vil kunne bære en altan. Altansystemet vil kunne nedtages helt og eventuelt flyttes til en anden bygning, hvis det viser sig, at der ikke længere er behov for det.

ADAPTIVE FACADER

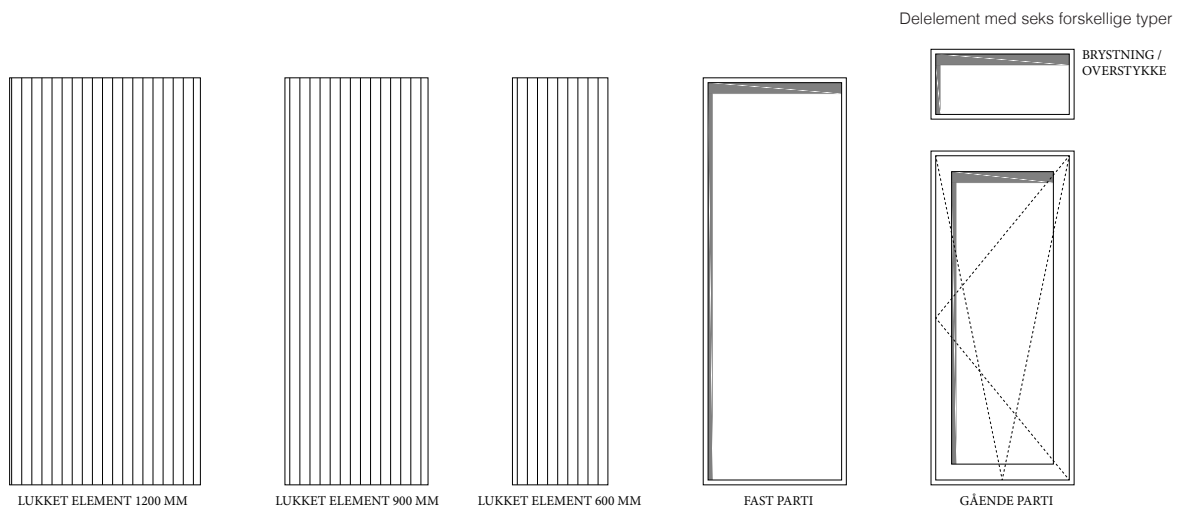
CASPER PHILLIP EBBESEN & MATHIAS SKJOLD LARSEN



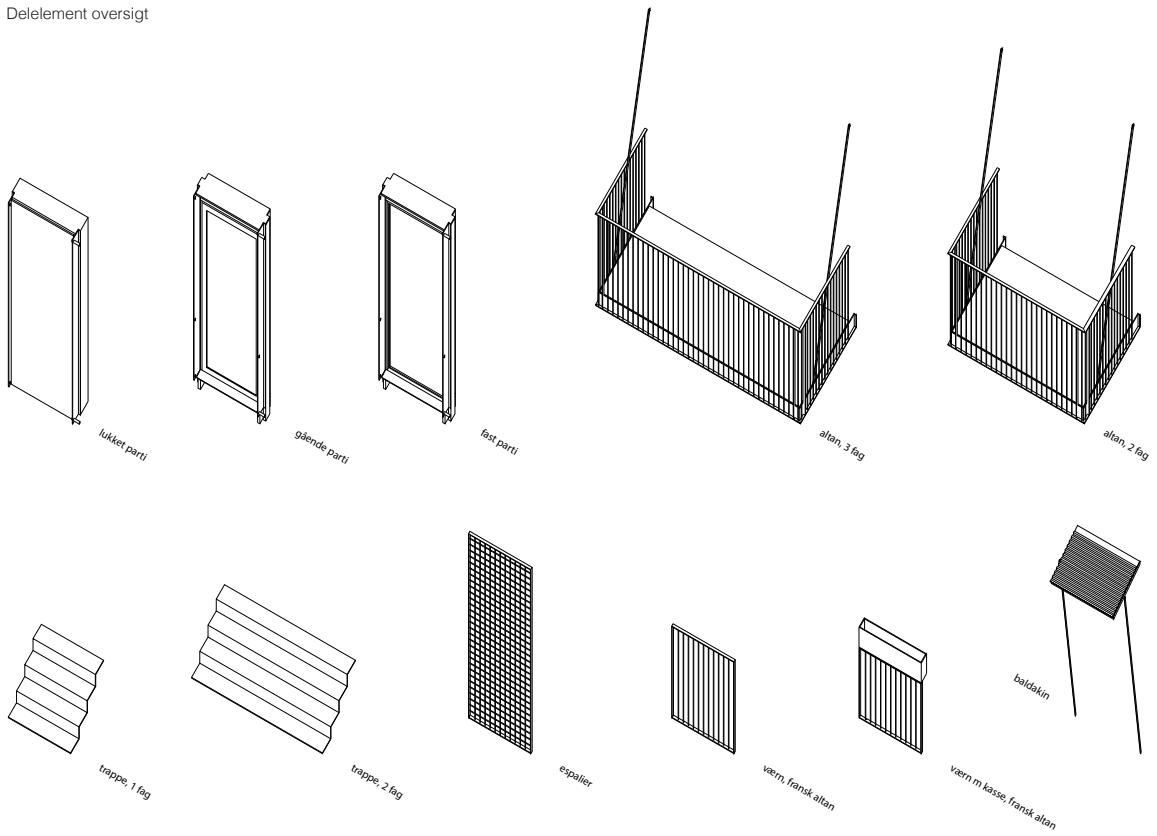
Facader sammensat af facadeelementer

	Bygningsdel	Facadeelement	Delelement	Komponent
	ydervæg	samlede delelement	vindue / kassette	krydsfiner / skrue
Æstetik				
Montage / demontage	<p>Minimer brugen af forskelligt værktøj for fjernelse af befæstelse.</p> <p>- skift af værktøj tager tid.</p> <p>Befæstelse skal være let at demontere.</p> <p>Fastgørelser skal være let tilgængelig.</p>	<p>Minimer brugen af forskelligt værktøj for fjernelse af befæstelse.</p> <p>- skift af værktøj tager tid.</p> <p>Befæstelse skal være let at demontere.</p> <p>Fastgørelser skal være let tilgængelig.</p> <p>Design dele til stabilitet under demontering.</p> <p>- manuel demontering er hurtigere med et solidt grundlag.</p>	<p>Minimer brugen af forskelligt værktøj for fjernelse af befæstelse.</p> <p>- skift af værktøj tager tid.</p> <p>Befæstelse skal være let at demontere.</p> <p>Fastgørelser skal være let tilgængelig.</p>	<p>Minimer brugen af forskelligt værktøj for fjernelse af befæstelse.</p> <p>- skift af værktøj tager tid.</p> <p>Befæstelse skal være let at demontere.</p> <p>Fastgørelser skal være let tilgængelig.</p>
Opbygning		<p>Minimer antallet af fastgørelsesmidler</p> <p>- størstedelen af tidsforbruget ved adskillelse går til demontering af fastgørelsesmidler.</p> <p>Design så modulært som muligt, gennem adskillelse af funktioner.</p> <p>- tillader service, opgradering eller genbrug.</p>	<p>Minimer antallet af fastgørelsesmidler</p> <p>- størstedelen af tidsforbruget ved adskillelse går til demontering af fastgørelsesmidler.</p> <p>Hvis to komponenter ikke er kompatible, gør dem da nemme at adskille.</p>	<p>Minimer antallet af fastgørelsesmidler</p> <p>- størstedelen af tidsforbruget ved adskillelse går til demontering af fastgørelsesmidler.</p> <p>Minimer antallet af dele.</p> <p>- reducer adskillelse</p>
Materialer			<p>Anvend genbrugte materialer.</p> <p>- stimuler markedet for brug af genanvendte produkter.</p>	<p>Minimer antallet af forskellige materialetyper</p> <p>- simplificere genbrugsproces</p> <p>Anvend materialer der kan genbruges.</p> <p>- minimer affald for at øge materialers levetid.</p>

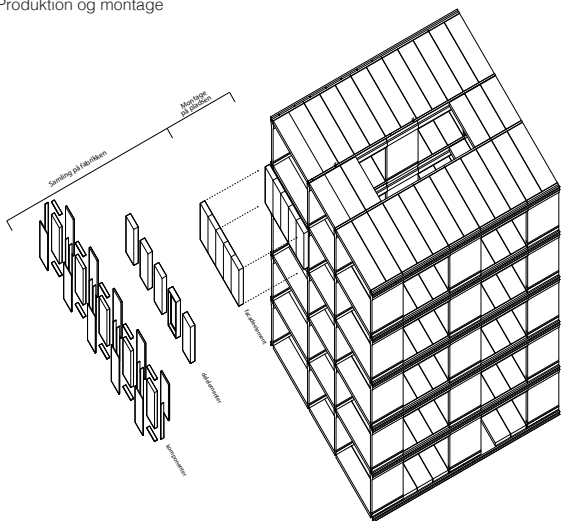
Et matrix som forsøger at belyse hvor Design for Disassembly er relevant i studiet af facadekassetten. Lavet i fællesskab med Helene Skotte Wied & Julie Zepernik Jensen.



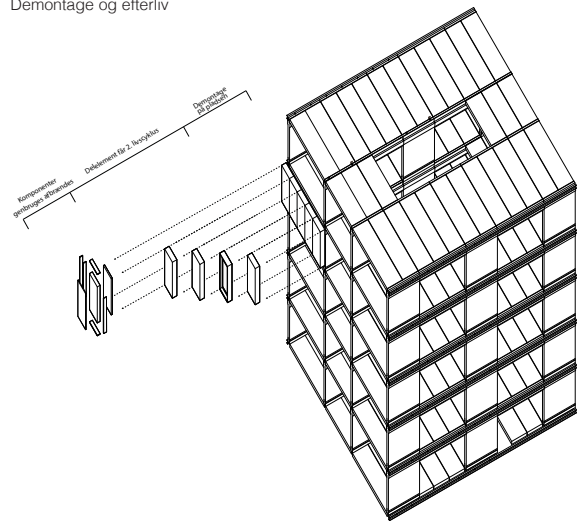
Delelement oversigt

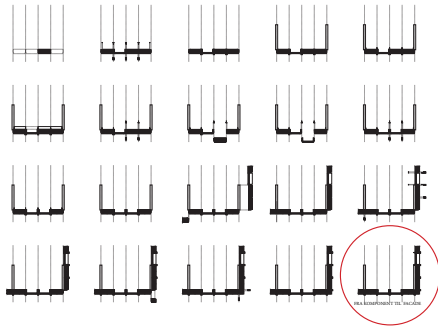


Produktion og montage

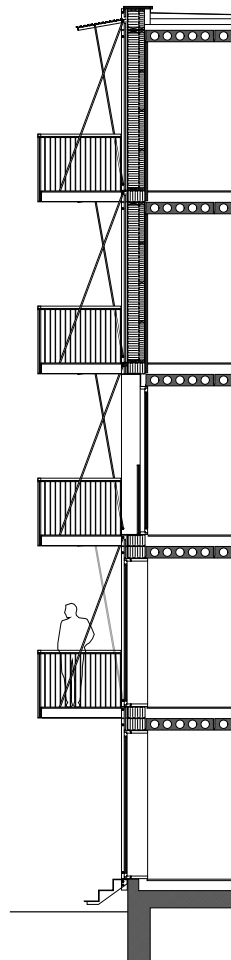
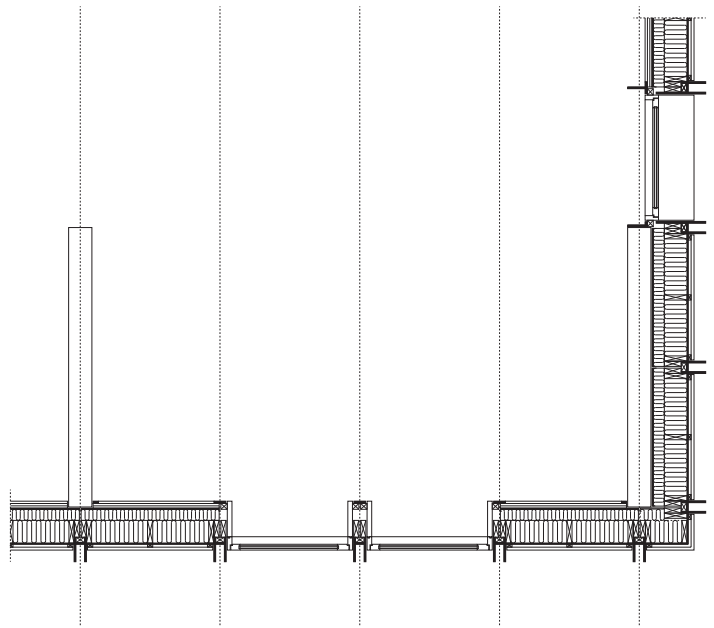


Demontage og efterliv





Fra komponent til facade



Facade - opstalt og snit

ADAPTIVE ALTANER

HELENE SKOTTE WIED & JULIE ZEPERNIK JENSEN



Isometri af ny facade

Design for disassembly
Definition og interessefelt

Generelt

- Minimer antallet af materialetyper
- Minimer antallet af dele
- Genanvendelighed
- Produktionskæde

Kassette

- Opbygning af kassette
- Modularitet
- Fastgørelsesmidler

Indvendig komplettering

- Æstetik
- Beklædning
- Let udskiftelig
- Universel
- Adaptiv
- Fleksibel
- Permanent
- Robust
- Statisk

Udvendig komplettering

- Æstetik
- Adaptivt ophængningssystem
- Beklædning



Få komponenter



Få materialer



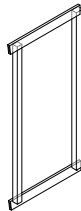
Levetider



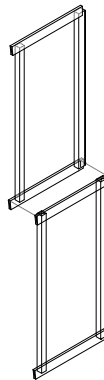
Synlige samlinger

Projektet: "Træramme" konstruktion

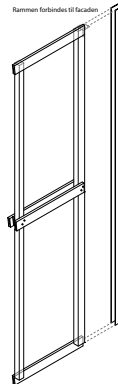
Den enkelte ramme



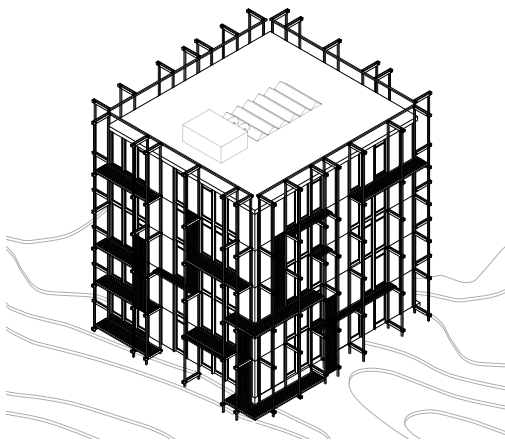
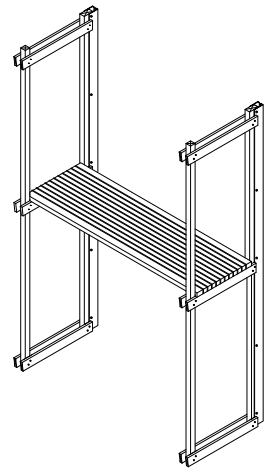
Rammerne forbindes



Rammen forbindes til facaden

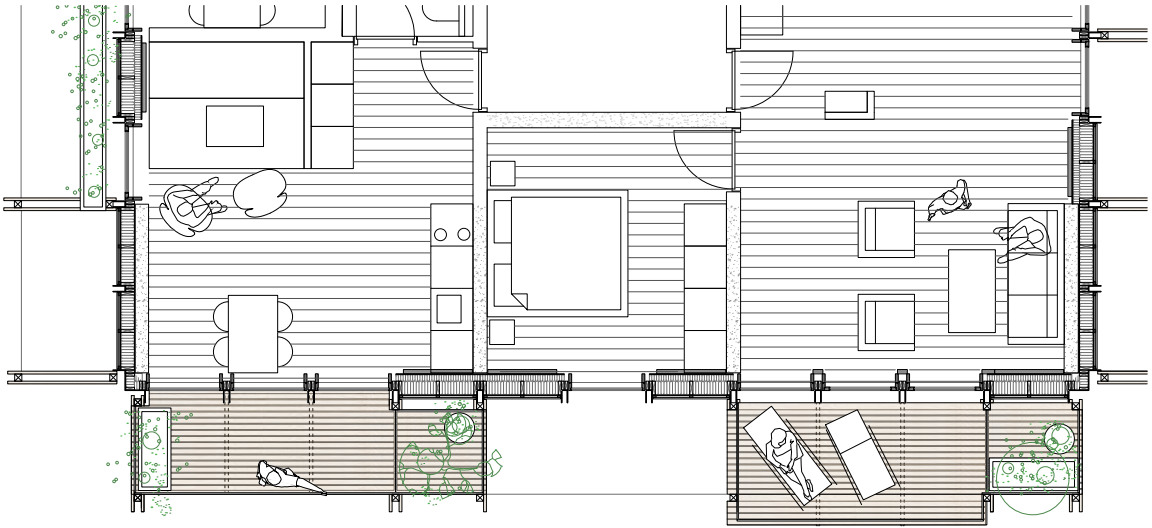


Den færdige konstruktion

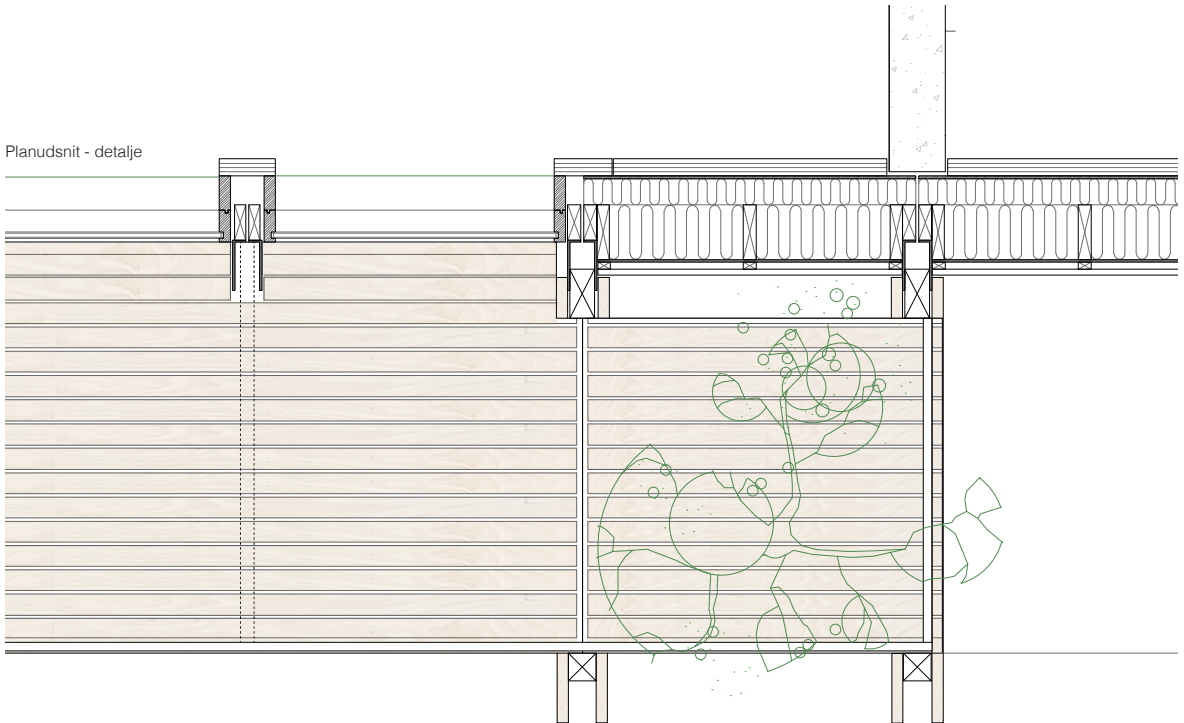


Isometri af punkthus med ny facade

Planudsnit



Planudsnit - detalje







TEGNESTUEN VANDKUNSTEN



TEGNESTUEN VANDKUNSTEN

CIRCLE HOUSE – ADAPTIV FACADE BEKLÆDNING OG ADAPTIV INDVENDIG APTERING
MUSICON – FACADER AF GENBRUGSMATERIALER

Circle House projektet samler 23 parter på tværs af byggeriet i et tæt samarbejde om udviklingen af nye byggekoncepter med udgangspunkt i en vision for fremtidens cirkulære byggeri. Projektets omdrejningspunkt er udviklingen af et konkret alment boligbyggeri for Lejerbo i Lisbjerg uden for Århus. Her er tre af de førende tegnestuer indenfor feltet: GxN Innovation, Lendager Group og Tegnestuen Vandkunsten gået sammen i den til lejligheden oprettede Fællestegnestue. Under dette navn har de i samarbejde udviklet et byggekoncept, som bygger på vid- en fra hvert af de 3 tegnestuer. Konceptet bygger på design for adskillelses principper og er dermed til at sætte rammerne for fremtidens cirkulære byggeri.

Tegnestuen Vandkunsten præsenterer i dette idékatalog tre projekter.

De første to projekter videreudvikler Fællestegnestuens ideer for Circle House. Det ene projekt retter fokus på en adaptiv facadebeklædning og det andet på et adaptivt indvendigt apteringssystem. Disse to projekter er udviklet i tæt samarbejde med de studerende Agnes Garnow, Marie Morsing, Oliver Holm Lehrmann, Oliver Juul Mogensen og Magnus Fasmer Henum.

Det tredje og sidste projekt, som præsenteres her i kataloget, tager udgangspunkt i udviklingen af nye genbrugsstationer til bydelen Musicon i Roskilde.

Her har arkitekter fra Vandkunsten i samarbejde med de studerende Mette Tange, Kim Pörösei og Nathalie Wathne udviklet et facadesystem, der bygger på genbrug af materialer fra lokalområdet.

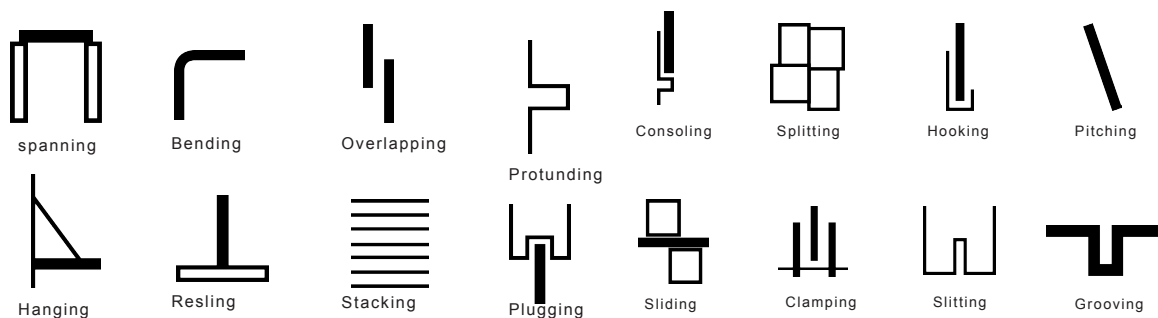
I forløbet er de 8 studerede blevet vejledt af Søren Nielsen og Ulrik Stylsvig Madsen fra kandidatprogrammet SET.

Ornament og fornyelse

Fælles for udviklingen af de 3 projekter hos Vandkunsten har været et særligt fokus på ornamentets og tektonikkens betydning i arkitekturen. Tesen har her været, at en artikulation af samlingsdetaljen kan føre til et særligt tektonisk motiv, som både formidler samlingsdetaljens logik til den daglige bruger, og som samtidig bliver et dekorativt element i bygningens arkitektur. Hermed argumenteres der for, at ornamentet igen vil få en betydningsfuld plads i arkitekturen. Et vigtigt redskab i arbejdet med disse problemstillinger har været det "tektoniske alfabet" udviklet af Søren Nielsen. Alfabetet kortlægger de grundlæggende karakteristika, der kendetegner forskellige samlings- og byggeprincipper så som stabling, hængsling, ophængning osv.

Circle House - Adaptiv facadebeklædning

Dette løsningsforslag fokuserer på udviklingen af en alternativ til facadebeklædning af Circle House med et særligt fokus på design for adskillelse og beklædningens evne til at tilpasse sig og udvikle sig over tid. Løs-



ningen tager udgangspunkt i den lette facade bygget op af trækassetter. Efter at de præfabrikerede trækassetter er monteret på råhuset, kan monteringen af selve facadebeklædningen begynde. Dette system består af tre delelementer. Først monteres et række lodrette ophængningsskinner på trækassetterne (disse kunne i princippet også være monteret off-site, inden kassetterne blev transporteret til byggepladsen), derefter fastmonteres en række specielt udviklede beslag i skinnerne. Til sidst kan selve facadepladen monteres i beslagene. Nøglen til systemets fleksibilitet ligger i beslaget, hvor facadepladerne klemmes fast uden at beskadige pladen. Beslaget er designet til at tage plader af forskellige tykkelser, hvilket gør det muligt at arbejde med forskellige materialetyper i facaden. Beslaget sikrer både, at facadepladerne kan genbruges i nye projekter, da de ikke er beskadiget med huller og at facaden kan vedligeholdes og fornyes over tid på en meget enkel måde.

Circle House - Adaptiv indvendig aptering

Omdrejningspunktet for dette forslag er den indvendige aptering af Circle Houses råhus i beton. Som en kontrast til betonens råhed arbejdes der med et panelvægssystem, der henter sin inspiration fra den klassiske arkitekturs interiørelementer stuk, panelvæg og fodliste. Panelsystemet har en meget enkel opbygning og består af tre hoveddele. En fodliste i træ, der indeholder føring af el og andre kabler. Et panel i træ, stål, stof eller andet relevant materiale. Dette panel fasthold-

es af en særlig træliste, der indeholder en række huller, hvori brugerne selv kan montere sekundære elementer så som hylder, borde, køkkenelementer m.m. På den måde kommer systemet til at bestå af en række lag med forskellig permanent. Til hvert lag knyttes muligheden for at understøtte forskellige funktioner, og der er sideløbende med udviklingen af systemet udarbejdet en række scenarier for, hvordan forskellige brugere vil udnytte systemets potentialer over tid.

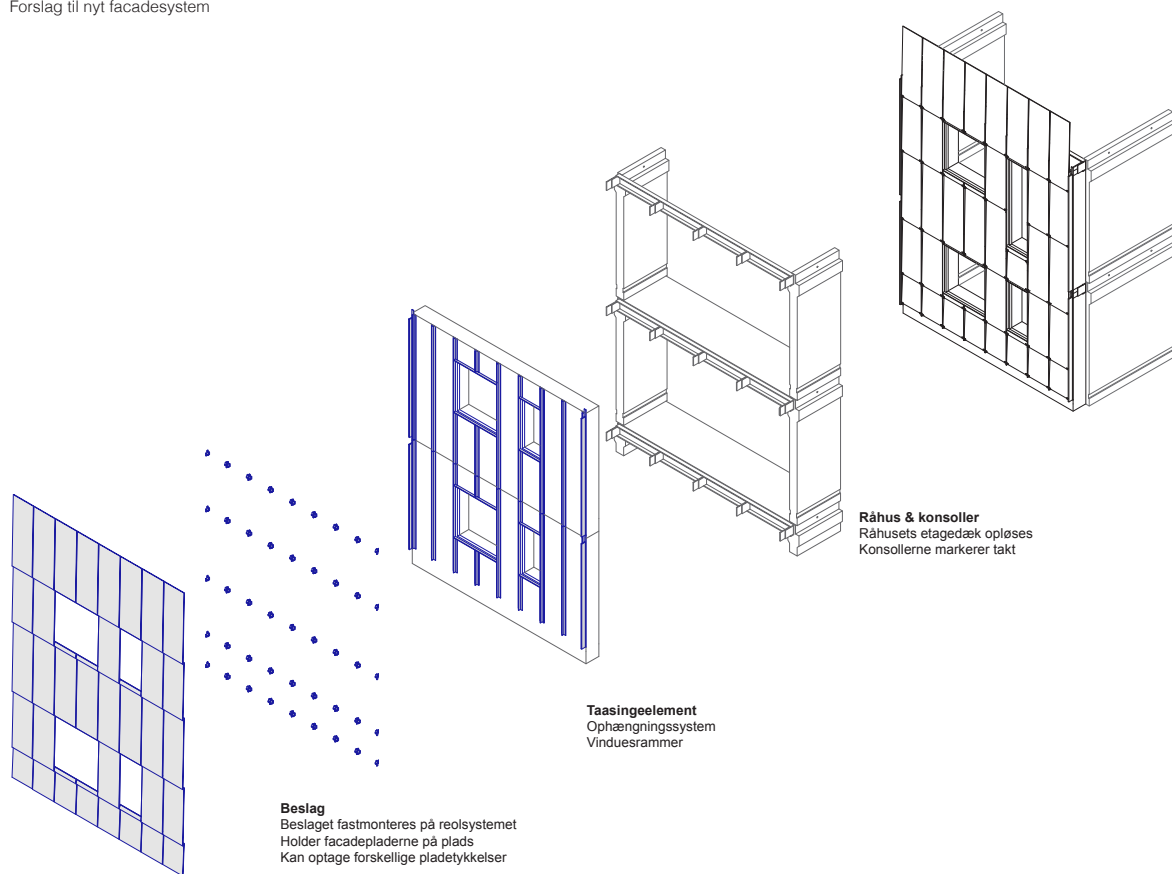
Musicon – facader af genbrugsmaterialer

Det sidste forslag fokuserer på genbrug af eksisterende materialer i bydelen Musicon til udarbejdelsen af facaderne på bydelens nye genbrugsstationer. Udviklingen af facadeløsningerne tager sit udgangspunkt i en kortlægning af materialerne fra de bygninger i området, som skal nedrives. Ud fra dette blev de 3 materialer: trapezplader, steni-facadeplader og tagrender udvalgt til en afprøvning af systemet i en til en i form af en mock-up af facaden. I den endelige løsning fastgøres tagrenderne til et bagvedliggende træskellet med en enkel metalsamling, hvor et stykke fladt metal bukkes omkring tagrender og dermed holder den fast. Denne samlingsmetode gør det muligt at samle forskellige længder af tagrender til en sammenhængende facade, hvor de ombukkede samlinger danner et tydeligt ornament. Samlingen sikrer, at tagrender ikke beskadiges og kan derfor tages ned og bruges i nye sammenhæng, når det bliver aktuelt.

ADAPTIV FACADEBEKLÆDNING

AGNES GARNOW & MARIE MORSING

Forslag til nyt facadesystem



Facadeplader
Afskærmer for vind og vejr
Klemmes fast i beslaget uden huller og kan
derved genanvendes i sin oprindelige form

Beslag
Beslaget fastmonteres på reolsystemet
Holder facadepladerne på plads
Kan optage forskellige pladetykkelser

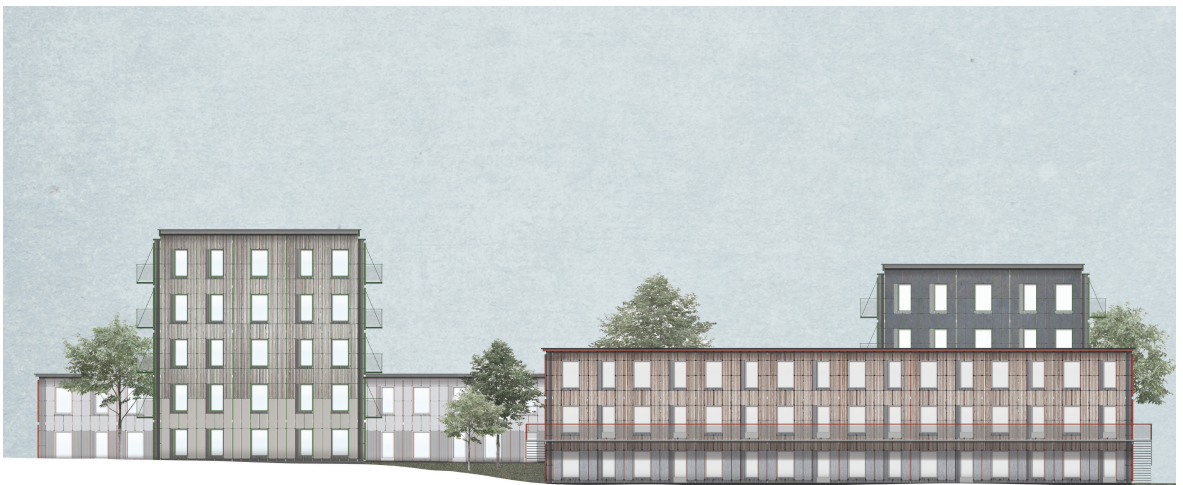
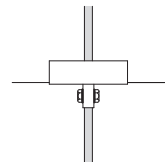
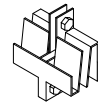
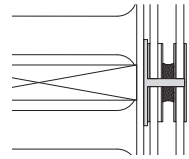
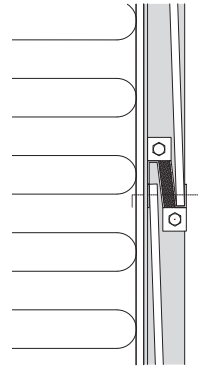
Taasingeelement
Ophængningssystem
Vinduesrammer

Råhus & konsoller
Råhusets etagedæk opløses
Konsollerne markerer takt

Eksempler på forskellige facadebeklædninger



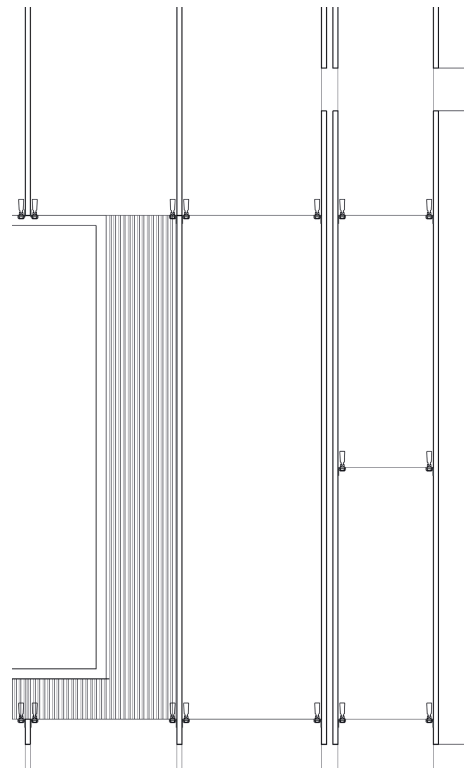
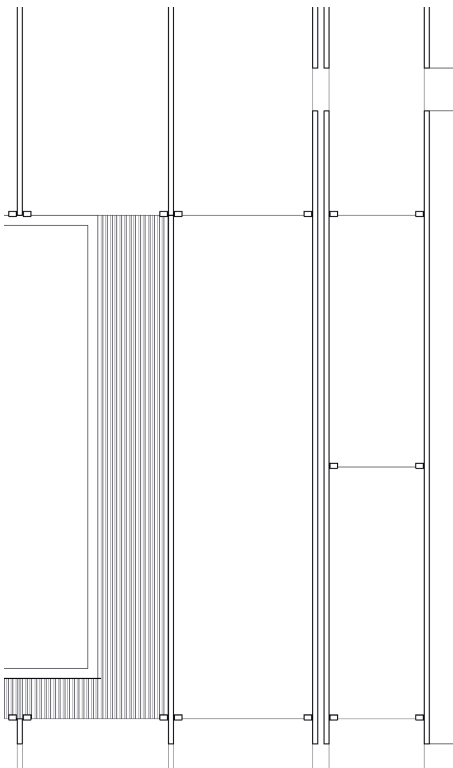
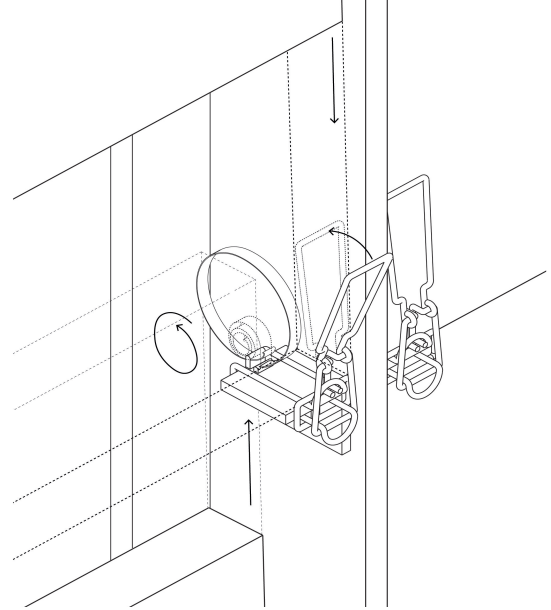
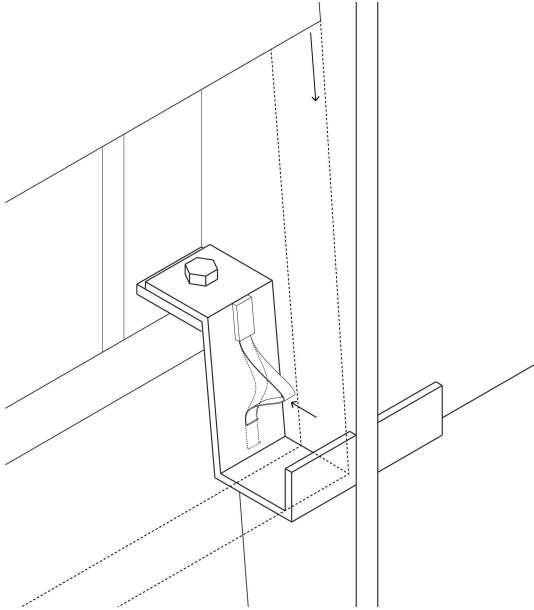
Beslaget



Opstalt

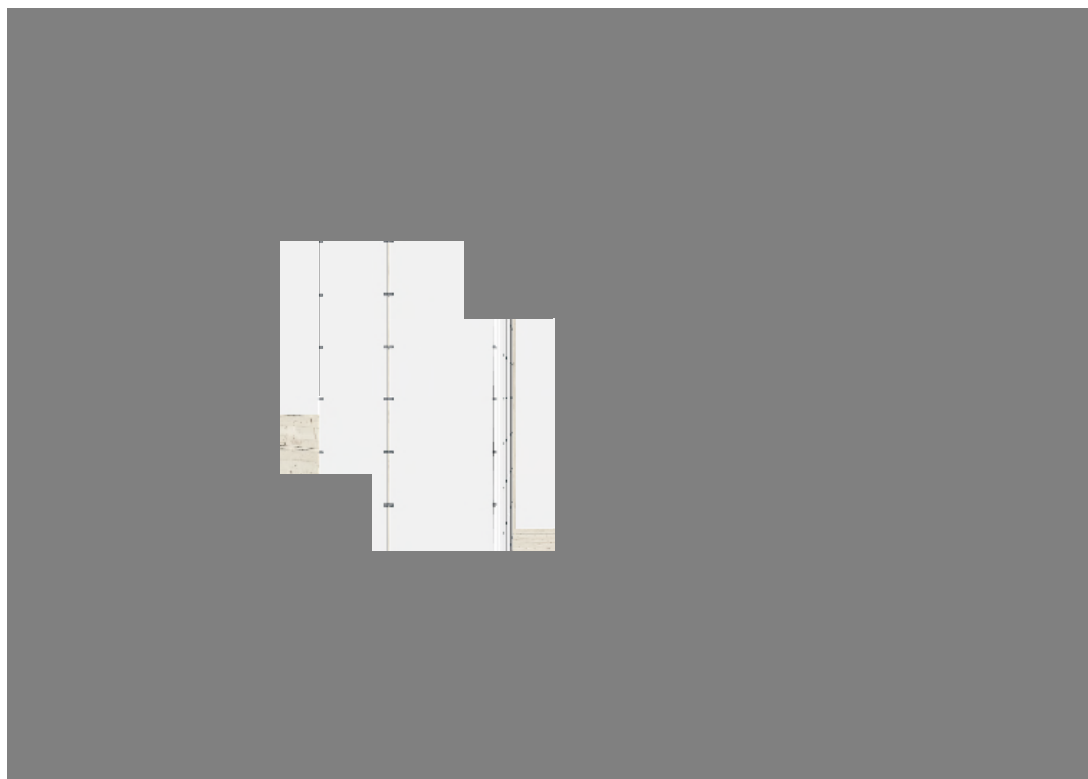


Forslag til videreudvikling af beslag der kan optage pladebeklædning med varierende tykkelser. Isometri og opstalt



ADAPTIV INDVENDIG APTERING

OLIVER HOLM LEHRMANN, OLIVER JUUL MOGENSEN
& MAGNUS FASMER HENUM



Circle Houses oprindelige interiørkoncept

Maleri af Vilhelm Hammershøi

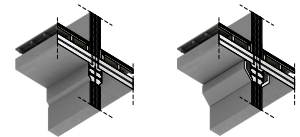
Model for det adaptive apertingskoncept



STUK

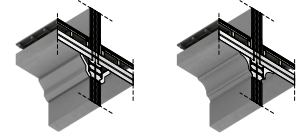
PERMANENT

Lampeudtag
Udsugning
Trappetrinskjuler
Lysbryder



FLEKSIBELT

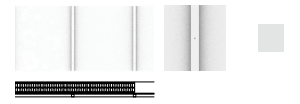
Placering af lampe
Tekstil
Potteplante hanger
Billeder
Gardin



PANEL

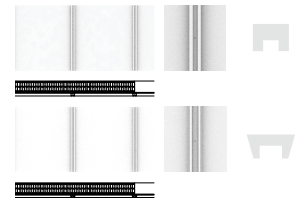
PERMANENT

Monteringslisten
Vægoverfladen
Stikkontakt
Køkken



FLEKSIBELT

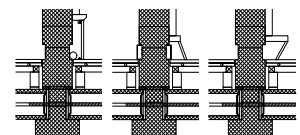
Køkken
Seng
Bænk
Billede
Spejl
Smudsplade
Gardin



FODLISTE

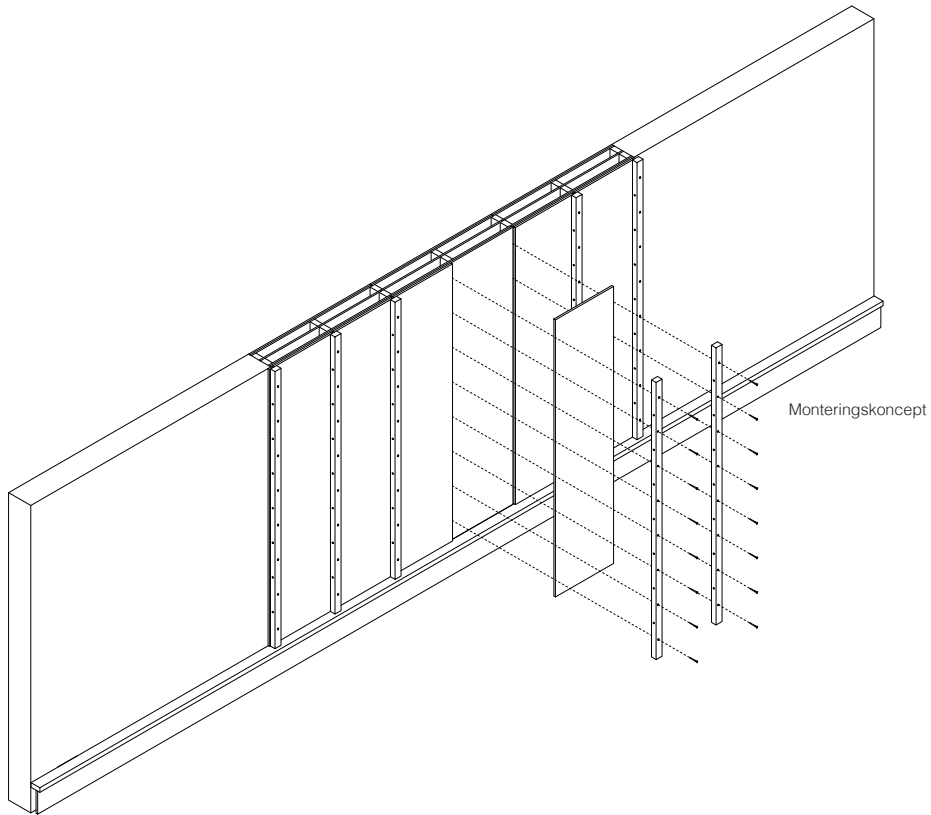
PERMANENT

Installationer
Stikkontakter
Køkken
Kraftstik
Støvsuger



FLEKSIBELT

Køkken
Seng
Bænk
Billede
Spejl

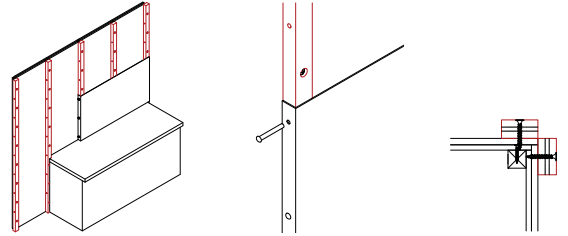


Monteringskoncept

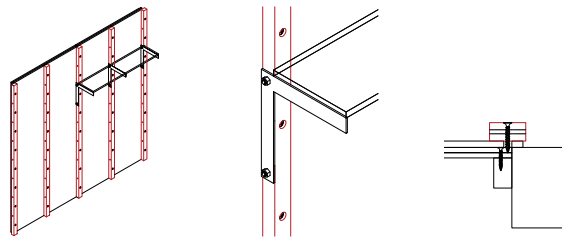
SCENARIER

2019	2022	2028	2035	2041	2049
<p>Karen og Søren flytter ind. Søren er snedker og går straks i gang med at etablere hylder og skriveborde præcis som det har været intentionen.</p> <p>Efter 2 år og træpanele i omkring køkkenet er ved at være godt beskikket og ikke rigtig kan vaskes rent, vælger Søren at tage dem ned og erstatte pladebeklædningen i køkkenet med stål.</p> <p>3 år efter indflytningen får Anders tilbudt hans forældres hus, og den lille familie der snart bliver til 3 flytter ud af lejligheden.</p>	<p>I oktober flytter Mette og Anders og deres to børn, Kasper & Natalie ind. De specialbyggede hylder som Søren selv har etableret i lejligheden har været færdig til at overtage- og de sættes derfor op i børneværelserne. Generelt har de ikke noget problem med de let gulede krydsfiner-plader i lejligheden, men beslutter at vende pladerne i spisestuen, der er ekstra medtaget.</p> <p>Stålpulver i køkkenet fungerer stadig fint og Mette og Anders er enige om det giver god mening at lade det være.</p> <p>1 år efter indflytningen opstår et behov for en hjemmearbejdsplads, da Anders starter og som freelance it-konsulent. Han får derfor en ven af familien til at bygge og udtænke et skrivebord der kan foldes ud fra væggen, men som også kan foldes væk igen når arbejdssteden ophører. Samtidig vendes de resterende plader i hjemmet.</p> <p>Efter 6 år i lejligheden og diverse små forbedringer, bliver lejligheden pludselig for lille, da familien finder ud af at den planlagte efterfølger</p>	<p>John og Hanne, et pensioneret lærerpar flytter inde fra Århus for at komme ud fra byen og tætte på marker og det åbne landskab.</p> <p>John har en kort overgang undervist i sløjf på folkeskolen på Trøjborg, og masser af fritid til at gå og sætte lejligheden i stand, han går derfor i gang med rum for rum at sætte pladerne af, og får luget overfladerne efterfølgende.</p> <p>Hanne har igennem mange år undervist i håndarbejde, og har som John en hel del fritid at kaste ind i lejligheden. Hun giver sig i kast med et af værelserne for at lave det til hendes lille syværksted. Herfra udvikler hun et smidigt system med snore og skind-lommer som kan hæftes til lejlighedens lister. Da naboerne ser opfindelsen, går det hurtigt og snart har beboerne fra både punkthusene og rækkehusene købt systemet af Hanne.</p> <p>Efter 7 år i lejligheden falder John bort, og kun et halvt år senere dør Hanne.</p>	<p>Arkitekten Johannes, flytter i sommeren 2035 ind sammen med sin kæreste Sarah. Da deres datter Anvi har fødselsdag allerede en uge efter indflytningen, når familien ikke at restaurere lejligheden.</p> <p>Efter et par år i lejligheden får Johannes lejligheden for at skrive en erhvervs-PhD. PhD'en støttes af Real Danis og er et samarbejde mellem Arkitektkolen Århus og Tekstilproducenten Kvadrat. PhD'en får ved afleveringen titlen "Det tekstile hjem". Hjemmet bliver under skriveperioden til et laboratorium, og hjemmet byder nu på et væld af tekstil løsninger - alt fra hængeskjæve til flettede stole. Igennem stort set alle faser er blevet beklædt med tekstil.</p> <p>Efter 8 år i lejligheden, får Zara tilbudt en fast kontrakt ved New York City Ballet - og familien forlader lejligheden og medbringer kun kunststykker og deres tøj.</p>	<p>I slutningen af 2041 er en del af lejlighederne i så dårlig forfatning at man ser sig nødsaget til at renovere mange af lejlighederne.</p> <p>Dette giver mulighed for at lægge lejligheden sammen med en af nabolejlighederne. I den kæmpesstore lejlighed flytter Familien Langhorn, der består af mor Tanja og far Peter, og børnene Sofie, Amalie & Hans. Lejligheden størrelse giver mulighed for at Peter mor på 76 kan flytte ind og få hendes egen aldering i lejligheden.</p> <p>Alle lejlighedens panelvægge er nu malet hvide, og mange af listerne i lejligheden er blevet graderet til det nye design som sættes op i de nye rækkehuse der bygges i udkant- en af Lisbjerg.</p> <p>Familien bliver boende i 8 år før de bliver tvunget til at flytte fra lejligheden, men tilbydes en ny lejlighed i Circle House 2, kun 2 kilometer derfra.</p>	<p>Året er 2049 og det cirkulære byggeri kan efter omkring 30 år ikke længere stå på Lisbjerg Bakke. Da Alternativet er kommet til magten på Christiansborg beslutter de at om-lægge området til landskabsreservat.</p> <p>Da jordens ressourcer nu er mere knappe end nogensinde pga de knap 15 milliarder mennesker der nu bor på kloden, begynder man at adskille huset for at flytte det til Sjælland hvor det vil fungere som plejehjem, for det stadig stigende ældre befolkning.</p>
 <p>Pladerne i køkkenet udskiftes til stålpulver efter 2 år, og listerne indtages med hjemmebyggede hylder, som supplement til standard.</p>	 <p>Pladerne i spisestuen vendes ved indflytning, og et særligt fold ud skrivebord tegnes og bygges. Efter et år vendes de resterende plader.</p>	 <p>Alle plader i lejligheden tages ned og slibes ned og ludebehandles. Få steder udskiftes lister og plader til nye. De kasserede plader bliver til hylder og borde i forskellige lejligheder.</p>	 <p>Hele lejligheden boksledes i et lag tekstil, og der indbygges lys som fader i hele lejligheden.</p>	 <p>Lejligheden bliver lagt sammen med nabolejligheden og alle lister i lejligheden pudses ned. Mange af pladerne kan ikke længere slibes ned, og bliver derfor malet.</p>	 <p>Hele circle house skilles ad, og flyttes til Sjælland hvor elementerne bruges til at bygge et plejehjem.</p>

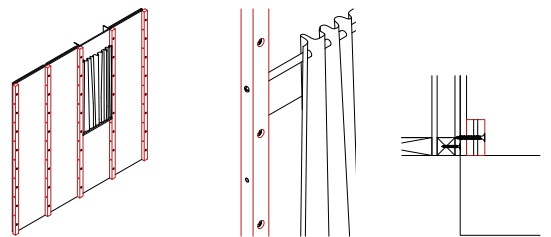
Indervæg



Lejlighedskele

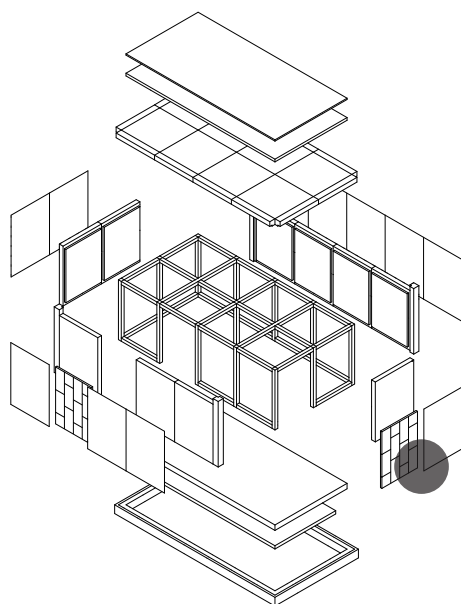
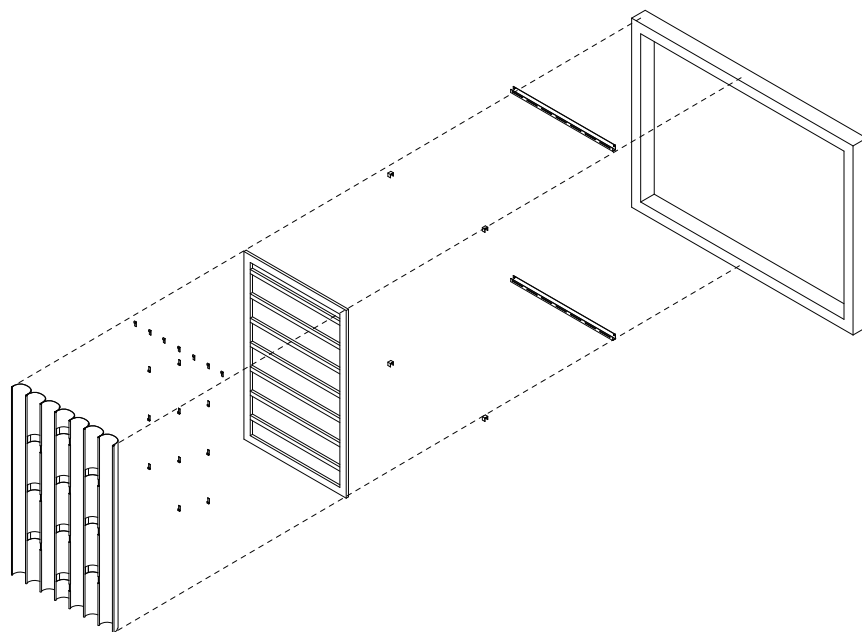


Ydervæg



FACADER AF GENBRUGSMATERIALER

METTE TANGE, KIM PÖRÖSEI & NATHALIE WATHNE



Aksonometri af affaldsskuret på Musicon, som det oprindelig er tænkt. Facaderne udviklet i dette projekt skal kunne sættes uden på et træskelet som dette. Derudover er der frihed i materialevalg og tektonik .



Visualisering af affaldsskurene beklædt med tagrender

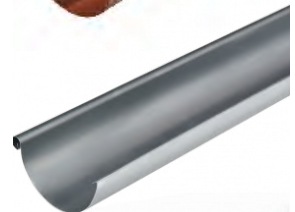
Oversigt over tagrendematerialer



Aluminium tagrende



Kobber tagrende



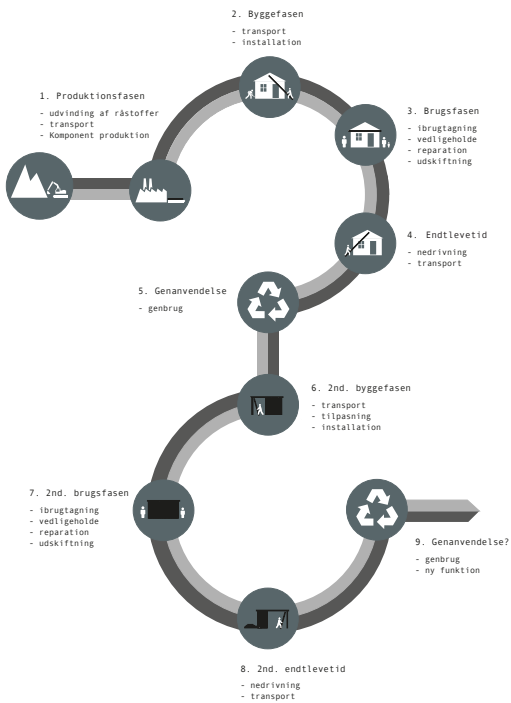
Zinc tagrende



Plast tagrende



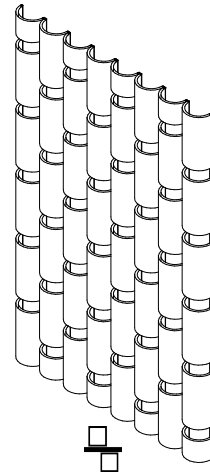
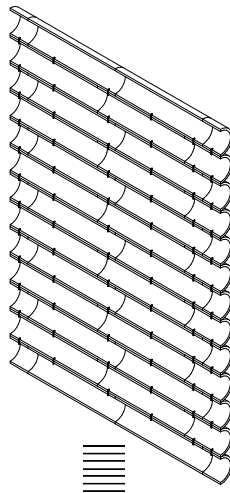
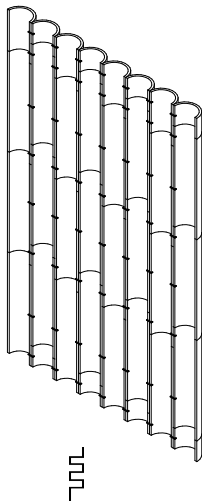
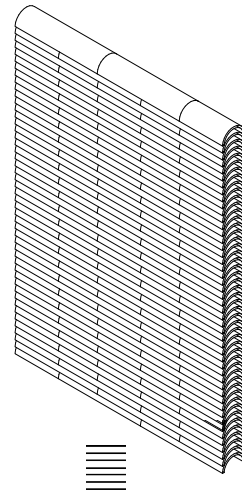
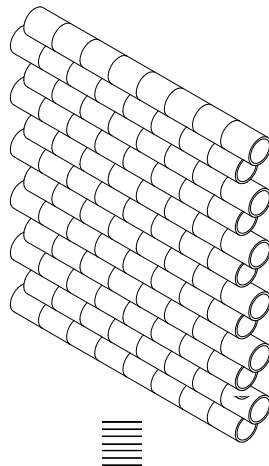
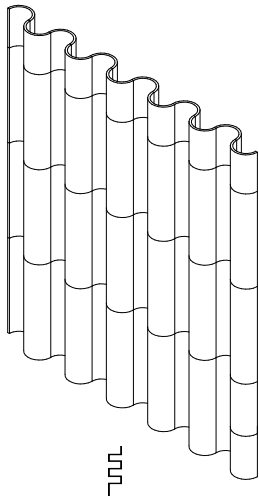
Træ tagrende

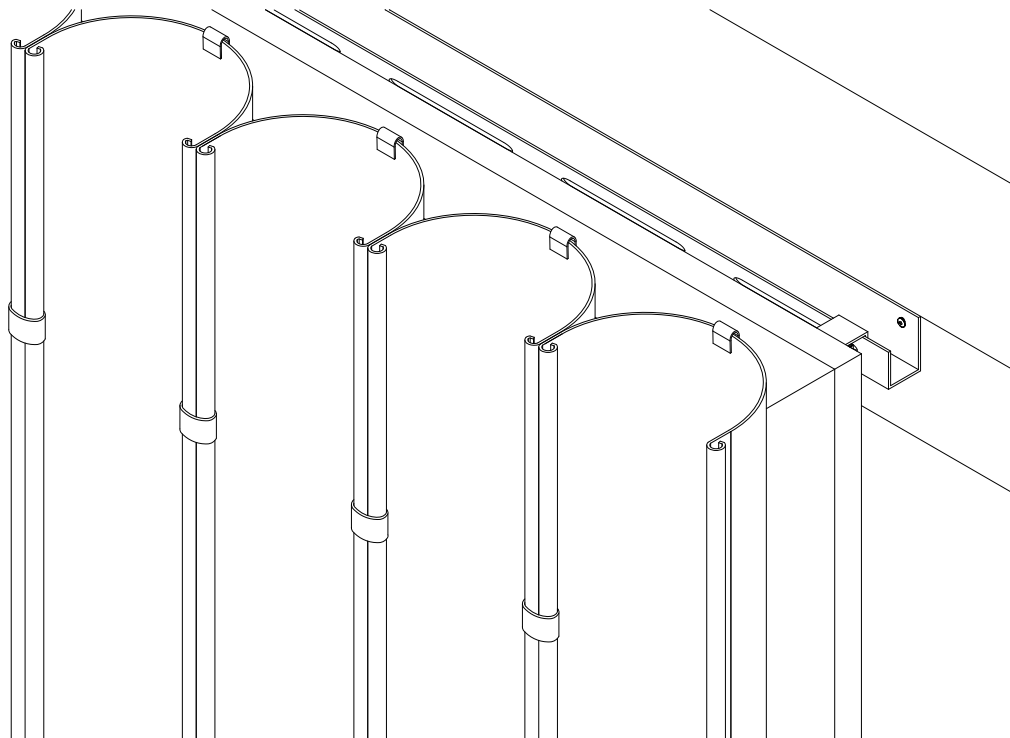




Fremstilling af 1:1 mock-up forsøg

Undersøgelser af monteringsprincipper





Tegning af det valgte monteringsprincip og hvilke tektoniske principper det indeholder

Visualisering af hvordan Lundgaard & Tranbergs Axel Torvers kunne have set ud beklædt med tagrender.





**SØREN JENSEN
RÅDGIVENDE INGENIØRFIRMA**



SØREN JENSEN RADGIVENDE INGENIØRFIRMA

PLUG AND PLAY - VENTILATION

Søren Jensen rådgivende ingeniører har i deres bidrag til idékataloget fokuseret på udviklingen af nye ventilationssystemer, der gør det enklere at omstrukturere indretningen af for eksempel kontormiljøer. Når de har valgt at fokusere på netop ventilationssystemet, skyldes dette deres erfaring med at arbejde med dette felt og deres forståelse for hvilke udfordringer, der findes i forhold til design for adskillelse i de løsninger, som findes på markedet i dag. Materialet til idékataloget er for det første udviklet gennem en afsøgning af eksisterende produkter på markedet. For det andet er materialet udviklet gennem et samarbejde med udvalgte aktører om videreudviklingen af nye koncepter med fokus på plug and play principper med udgangspunkt i ventilationssystemer med rørføring i tekstil.

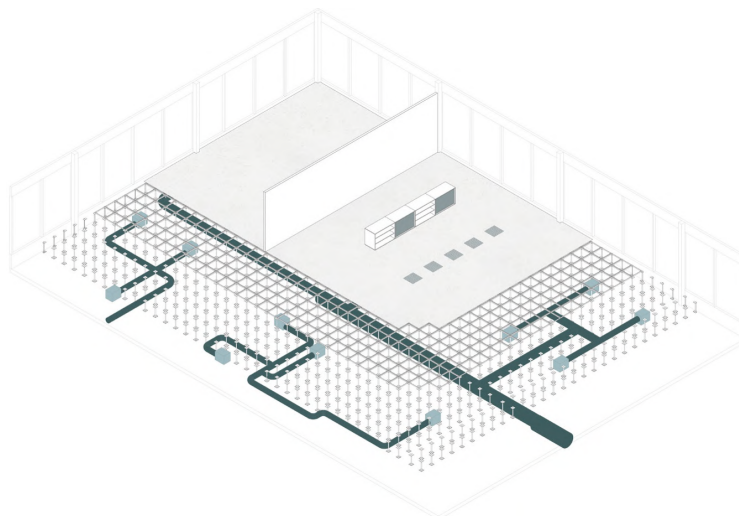
Det materiale, som præsenteres på de næste sider, er udviklet i et tæt samarbejde med ingeniører fra Søren Jensens indeklimateam og de 4 studerende Lena Barka, Camille Tan, Thea Berg og Marianne Gjortz. I forløbet er de studerede blevet vejledt af Søren Nielsen og Ulrik Stylsvig Madsen fra kandidatprogrammet SET.

Design for Disassembly set i et livstidsperspektiv

Projektet sætter fokus på Design for Disassembly (DfD) i brugsperioden. Ofte taler man om DfD på konstruktion- og bygningsdele i klimaskærmen, men det er sjældent, at man interesserer sig for de tekniske bygningsdele, der indbygges i bygningerne og som enten har hhv. en kortere konstruktiv (når materialet er nedslidt) samt teknisk levetid (når den teknologiske udvikling løber fra løsningen eller behovet ændres, men materialerne ikke er slidt). Der ligger altså et stort cirkulært potentiale ved at anvende DfD tilgangen til komponenter, der udskiftes i løbet af bygningers levetid.

Plug and play ventilationsudtag i gulvet

Udgangspunktet for arbejdet med projektet har været et ventilationssystem, hvor indblæsningen sker fra gulvet i stedet for fra loftet. Dette gøres muligt med en speciel gulvopbygning, hvor gulvet er hævet, så der opstår et hulrum til føring af de relevante rørsystemer. Denne løsning skjuler rørføringerne (der ellers ville have siddet i loftet) og skaber muligheden for nemmere at flytte lette skillevægge i bygningen. Efter en afsøgning af de forskellige produkter på markedet faldt valget på en rørføring i tekstile rør, som skaber en mere fleksibel struktur, der nemt kan ændres og udbygges over tid. Dette kan ske ved at lyne nye elementer på eller fjerne elementer, der ikke længere har en funktion. Arbejdet med de tekstile løsninger går igen i detaljeringen af de 3 forskellige løsninger til udblæsningsenheder, som kan



kobles på ventilationssystemet. Princippet er her, at der etableres det ønskede antal udtag i gulvet. I disse kan man så koble den ønskede form for udblæsningsenhed i form af en ventilationsrist, en ventilationsvæg eller et ventilationsmøbel. Efter behov kan man udskifte udblæsningsenheden, så nye muligheder og rumligheder opstår. På denne måde bygger konceptet på en plug and play tankegang.

Ventilationsristen

Den måske enkleste form for udblæsningsenhed er ventilationsristen, her blæses luften ud gennem en rist i gulvet. Udfordringer har her været at udvikle et filter, så man nemt kan opsamle og fjerne det skidt, som falder ned gennem risten, uden at det kommer ind i udluftningskanalen. I samarbejde med producenten Fibertec har holdet hos Søren Jensen udviklet en mock up for en filterløsning, der let kan støvsuges og tages op, hvis den skal vaskes.

Ventilationsvæggen

I dette løsningsforslag integreres udblæsningen af luft som en del af en let indervæg. Udblæsningen sker her gennem tekstilbeklædte felter i væggen, hvor der er arbejdet med samme type af tekstil som i rørføringen under gulv. Denne løsning giver mulighed for at udblæse luften over et større areal og vil derfor reducere trækgener. Derudover bidrager stoffelterne i væggen til at give den en særlig karakter samtidig med, at den også virker akustikregulerende. Felterne kan indbygges

i lukkede vægfelter og i kombination med store glasfelter, hvor stoffelterne kan fungere som en form for brystring.

Ventilationsmøblet

Den sidste form for udblæsningsenhed arbejder med at integrere udblæsningen af luft som en del af et møbel. Igen sker udblæsningen gennem et felt af tekstil, der vil kunne integreres både i et siddemøbel, en reol, en plantekasse eller en lav rumdeler/skranke. Til sammen danner de forskellige udblæsningsenheder et katalog af mulige løsninger, der kobler behov for indblæsningen af luft sammen med andre væsentlige funktioner i bygningen. Her sikrer plug and play konceptet, at de forskellige enheder kan udskiftes i takt med, at nye behov og ønsker om indretning af lokalerne opstår.

PLUG AND PLAY - VENTILATION

LENA BARKA, CAMILLE TAN, THEA BERG & MARIANNE GJØRTZ

OPPGAVEBESKRIVELSE

Prosjektets formål er, at styrke ressourceoptimeringen i byggeriet ved at udpege, analysere og konkretisere potentialerne i utviklingen af nye præfabrikationsmetoder, der bygger på Design for Disassembly (DfD) prinsipper.

Prosjektets overordnede mål er, at bidrage aktivt til at reducere forbruget af materialeressourcer i byggeriet gennem et øget fokus på direkte genanvendelse af byggematerialer og -elementer, der sikrer en fastholdelse af den indlejrede værdi både set i et økonomisk, miljømæssig og kulturelt perspektiv. Det søges opnået gennem udvikling af konkrete designstrategier der styrker den eksisterende viden inden for feltet samt øger fokus på nye arbejdsmetoder / organiseringsformer.

Prosjektet vil afdække hvilke nye typer af aktører og nye tværfaglige samarbejdsmodeller, der er nødvendige i udviklingen af nye modeller / arbejdsmetoder med fokus på cirkulær genanvendelse af byggematerialer, -elementer inden for det industrielle byggeri Gennem udvikling af designstrategier og idéforslag med fokus på

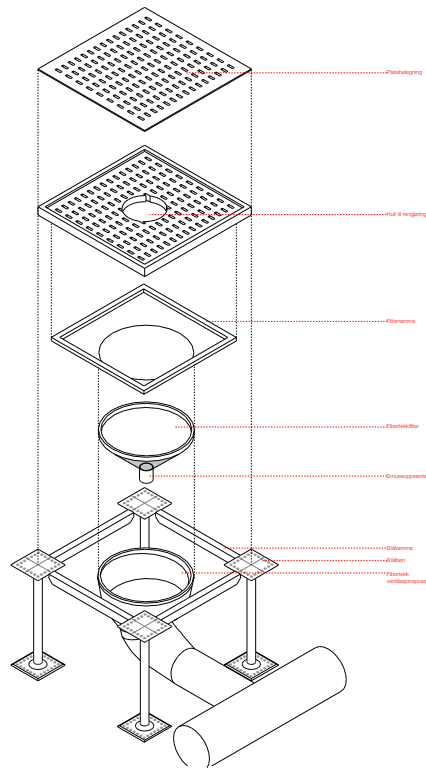
DfD principper - er det ambitionen at drive udviklingen inden for byggeriet fremad ved at skabe konkrete bud på fremtidens byggeri og dermed styrke den fælles referenceramme.

KORT OM VENTILASJON

- Vi bruker hele 60-90% av vår tid innendørs.
- Luften innendørs kan være 50 ganger mer forurenset enn luften utendørs.
- Det er beregnet at 50% av all sykdom er et resultat av dårlig inneklime.
- Forbedring av inneklime på kontorer og klasserom kan forbedre produktiviteten opp til 10%.
- Forskning viser at annenhver danske, som jobber innendørs, er misfornøyd med inneklime. En romtemperatur på over 25C og over 1000 ppm CO₂, vil oftest føre til hodepine og tretthet mot slutten av arbeidsdagen.

Denne katalogen skal vise et utvalg av modulsystemer som tar for seg forskjellige ventilasjons permeabiliteter i både gulv, vegger og møbler. Hovedfokuset har vært å utvikle moduler som passer godt med de eksisterende systemgulv platene på 60x60 cm.

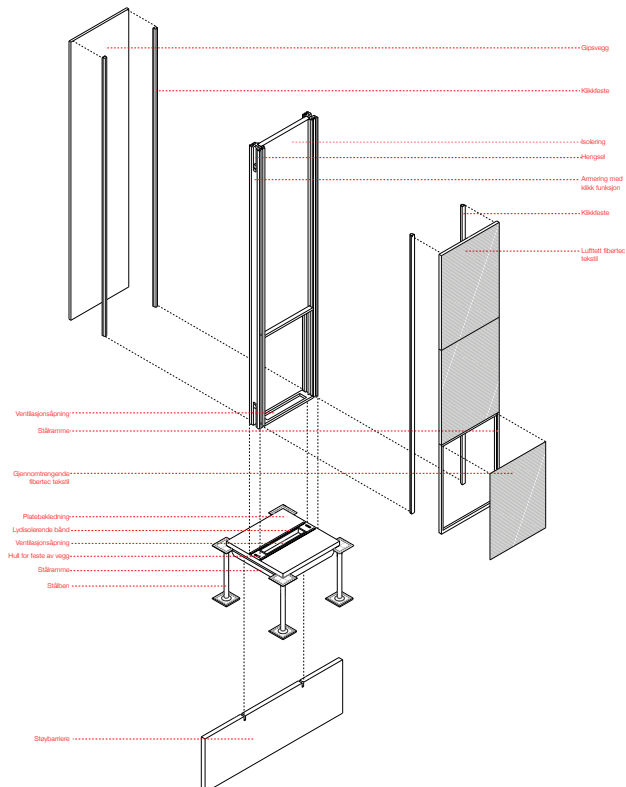
Eksploderet isometri af ventilationsrist i gulv



Visualisering af interiør med ventilationsrist i gulv



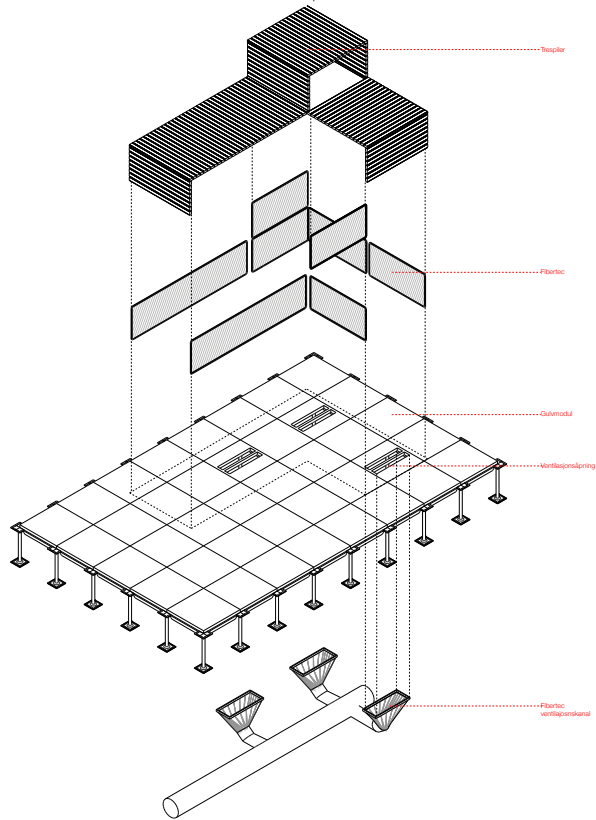
Eksploderet aksonometri af ventilation i vægmodul



Visualisering af interiør med ventilation i vægmodul



Eksploderet aksonometri af ventilation i møbel



Visualisering af interiør med ventilation i møbel





DTU BYG



DTU BYG

AT DESIGNE BYGNINGER TIL ADSKILLELSE

I 2017 har en række bachelor- og kandidatstuderende på DTU Byg været tilknyttet InnoSpire-projektet. De har i deres opgaver diskuteret og analyseret forskellige problematikker i relation til udfordringen med at indarbejde design for adskillelsesprincipper i byggeriet. De studerende har deltaget i InnoSpire-projektets workshops og har været i løbende dialog med flere af de involverede virksomheder. På DTU Byg er det lektor Lotte Bjerregaard, som har været en del projektet. Det er derfor også hende, der har vejledt de studerende i udviklingen af deres opgaver.

Til i idékataloget har vi udvalgt 2 af studieprojekterne fra DTU Byg, der på hver deres måde beskriver strategier for, hvordan man kan indarbejde design for adskillelses tænkning indenfor byggeriet. Konstatinos Koukouloupoulos arbejder i sit projekt med en generel diskussion af tommelfingerregler for design for adskillelse i byggeriet. Gruppen Frederik Kastrop, Joachim Andersen, Jonathan Magnes og Rasmus Nøddegaard har derimod en mere fokuseret vinkling på problematikken, hvor de ser på design for adskillelse i relation til bygningens installationer.

I forløbet er de 5 studerede på DTU blevet vejledt af Lotte Bjerregaard.

Designing buildings for disassembly

I sit speciale undersøger Konstatinos Koukouloupoulos udfordringer indenfor byggeriet i forhold til implementeringen af design for adskillelses principper. Ud fra disse studier udvikles en række tommelfingerregler for hvilke parameter, som man skal være særligt opmærksom på i forhold til implementeringsprocessen. Det er disse tommelfingerregler, som præsenteres her i idékataloget. Reglerne er sat op i en skematik, der inddeler genbrugspotentialt i de 4 skalaer: genanvendelse af materialer, genfremstilling af komponenter, direkte genbrug af komponenter og direkte genbrug eller re-lokalisering af bygningen som helhed. Skemaet viser i hvilke af de 4 skalaer, hver af reglerne er mest aktuel. Samlet set danner tommefingerreglerne en vigtig checkliste i forhold til arbejdet med design for adskillelse, der opsamler og referer til de primære kilder indenfor feltet.

Installations in a House designed for disassembly

I deres rapport undersøger Frederik Kastrop, Joachim Andersen, Jonathan Magnes og Rasmus Nøddegaard, hvordan man kan koble design for adskillelses principper med strategier for integrering af energieffektive installationer i byggeriet. Ud fra en række casestudier, blandt andet i samarbejde med Søren Jensen Rådgivende Ingeniører, har de udviklet en liste af anbefalinger med parametre, som man skal særligt opmærksom på, når man arbejder med design for adskillelse i forhold til energieffektive installationer. Det er disse anbefalinger, som præsenteres her i kataloget.

DESIGNING BUILDINGS FOR DISASSEMBLY

KONSTATINOS KOUKOULOPOUSLOS

The following is an excerpt from Konstantinos Koukoulopoulos' master thesis: "Designing Buildings for Disassembly - Challenges, Guidelines and Environmental Performances", DTU. Supervised by lektor Morten Birkved and lektor Lotte Bjerregaard Jensen.

"4 Results

4.1 Rules of Thumb

In this chapter, the "Rules of Thumb (RoT)" regarding implementation of DfD in buildings is presented.

In the next sub-chapters the general guidelines, a range of guidelines for common structural frames and installations, and the existing assessment tools regarding DfD are presented respectively.

4.1.1 General Rules of Thumb

In the next pages of this chapter the general RoT are demonstrated in the following Tables:

Materials Table 11

Connections Table 12

Components Table 13

Building Table 14, 15

Each guideline is assessed for its contribution on any of the desired EoL scenarios as several guidelines contribute to more than one. The desired EoL scenarios are the "recycling hierarchy" and are presented again in Figure 18. It is important to mention again here that material reuse and component reprocess and remanufacture are in the same category according to this systematization.

Similar to Crowther (2001), the contribution of a guideline to the EoL scenarios was assessed to be:

- "Highly relevant •". When the guideline is mandatory ("Don't use hazardous materials" for "Material recycling") or makes critical difference for a specific EoL scenario ("Manageable weight and size of materials and components" for "Material reuse")

- "Relevant •". When the guideline would be often significantly helpful towards a scenario and even mandatory under circumstances ("Accessibility to connections" could be mandatory for "Material recycling" only for different materials). Furthermore it could be significant but only for a limited range of materials ("Chemical bonds weaker than materials connected" for "Material reuse" as for brick walls.

- Not normally relevant.

Guidelines are presented in a loosely hierarchical way, based on the frequency that they are mentioned in the literature, the importance that is attributed to them and on the range of their application.

Table 11: Rules of Thumb for Design for Disassembly regarding the materials. The reason, the references and the corresponding levels in the Hierarchy of Recycling. Bullets demonstrate ● high relevance and ●¹ relevance.

No	Rule	Material recycling	Component remanufacture	Component reuse	Building reuse & relocation	Reason	Literature
Materials							
1	Avoid toxic and hazardous materials	● ¹	● ¹	●	●	Health issues of materials in their first life may get worse in the next ones	[Crowther (2000c), Gaisset (2011), Guy and Ciarimboli (2006), Sassi (2006), Lewis (2017a)]
2	Use only high quality materials, both in aesthetic and duration terms	● ¹	● ¹	●	●	materials must be able to be reused and encourage markets to reclaim them	[Morgan and Stevenson (2005), Sassi (2002), EPA (2008), Guy and Ciarimboli (2006), Nordby (2009b)]
3	Use purer materials with no secondary finishes or coatings	● ¹	● ¹	●	●	Finishes and coatings often contaminate the material and reduce recycling potential. Preferably use materials with an appropriate own finish or having finishes that can be easily removed	[Crowther (2000c), Sassi (2002), Crowther (2000a), Jensen and Sommer (2016)]
4	Provide permanent and standard identification of material type	● ¹	● ¹	●	●	Standard international markings are used by manufacturers to identify material types. Similar markings, in some form of barcode, that include more information such as structural capacity would raise the confidence for reusing components	[Crowther (2000c), Crowther (1999a), Sassi (2002), Thormark (2001), Durmisevic and Brouwer (2006)]
5	Minimize different types of materials	● ¹	● ¹			Simplify sorting on site the process and reduce transport to different re-processing plants	[Crowther (1999a)]
6	Use recycled and recyclable materials	● ¹				Strengthening the recycled material market would encourage the development of new recycling technologies and the enlargement of the support network	[Crowther (2000a), Thormark (2001)]

39

¹ Crowther (2001)

Table 12: Rules of Thumb for Design for Disassembly regarding the material and component connections. The reason, the references and the corresponding levels in the Hierarchy of Recycling. Bullets demonstrate ● high relevance and ●¹ relevance.

No	Rule	Material recycling	Component remanufacture	Component reuse	Building reuse & relocation	Reason	Literature
Connections							
7	Use mechanical connections (Reversible fixations) instead of chemical ones for components and different materials	● ¹	● ¹	● ¹	● ¹	Mechanical connections enable disassembly without any damages and avoid the contamination for the recycling process	[Vandkunsten A/S (2016), EPA (2008), Morgan and Stevenson (2005), Crowther (1999b), Gaisset (2011), Guy and Ciarimboli (2006), Sassi (2008), Durmisevic and Brouwer (2006), Thormark (2001)]
8	Accessibility to connections	● ¹	●	● ¹	● ¹	Allows disassembly while minimizing damages	[Crowther (1999b), Crowther (2000c), Vandkunsten A/S (2016), Morgan and Stevenson (2005), Gaisset (2011), Guy and Ciarimboli (2006), EPA (2008), Durmisevic and Brouwer (2006), Sassi (2008), Sassi (2002), Crowther (2000a)]
9	Minimize the different types of connectors		● ¹	● ¹	● ¹	Standardisation of connectors needs fewer types of tools and even if this lead to overdimension in some cases, it can save time during assembly and disassembly processes and make them affordable. Also reduces needs for sorting and transportation to re-processing plants	[Crowther (2000c), Gaisset (2011), EPA (2008), Crowther (1999a), Sassi (2006)]
10	Make chemical bonds weaker than the materials or components that are being connected (where appropriate)	●	●			When chemical bonds are weaker than materials or components, they can break during disassembly prior to components. For example mortar must be weaker than bricks	[Crowther (2000a)]

40

¹ Crowther (2001)

Table 13: Rules of Thumb for Design for Disassembly regarding components. The reason, the references and the corresponding levels in the Hierarchy of Recycling. Bullets demonstrate ● high relevance and • relevance.

No	Rule	Material recycling	Component remanufacture	Component reuse	Building reuse relocation &	Reason	Literature
Components							
11	High generality, homogeneity, modularity and uniformity of components with orthogonal geometries			●	●	Components less devoted to one application can be easily reused and be used in a new function	[Vandkunsten A/S (2016), EPA (2008), Crowther (2000a)]
12	Document life expectancy of components, synthesis and strength			● ¹	● ¹	These data are crucial for the optimal reuse of the components	[Vibæk (2017), Morgan and Stevenson (2005), Guy and Ciarimboli (2006), Crowther (2000a), Rios et al. (2015)]
13	Manageable weight and size of materials and components	● ¹	● ¹	● ¹	● ¹	To ease disassembly and changes without the need of crane-lifts	[Crowther (1999b), Gaisset (2011), Vandkunsten A/S (2016), Guy and Ciarimboli (2006)]
14	Use prefabricated components			● ¹	● ¹	Off site production offer can improve quality, minimize waste during production and significantly decreases the impacts on the site	[Horswill (2017), ?, Guy and Ciarimboli (2006), Rios et al. (2015)]
15	Use prefabricated sub-assemblies	•	•	•	•	Subassemblies can be reused as modular units, assist efficient separation off-site and transportation	[Guy and Ciarimboli (2006), Durmisevic and Brouwer (2006)]
16	Minimize component types and parts used		• ¹	● ¹	● ¹	To ease disassembly, sorting on site, resource mining and decrease need for transport to different re-processing plants	[Crowther (1999b), Sassi (2002), EPA (2008), Vandkunsten A/S (2016)]
17	Minimize mechanical degradation (cutting, penetration, carving)		•	•	•	To increase component reusability and to minimize waste	[Vandkunsten A/S (2016)]
18	Most reusable / recyclable parts must be the most accessible	•	•			To assist their reclaiming	[Crowther (2000c)]
19	Allow for ease cleaning and maintenance	•	•	•	•	This can increase service life, reusability and recyclability of some materials and components	[Crowther (2000c)]

¹ Crowther (2001)

Table 14: Rules of Thumb for Design for Disassembly regarding the building, as synthesized by layers and systems, and its construction and deconstruction process Part 1/2. The reason, the references and the corresponding levels in the Hierarchy of Recycling. Bullets demonstrate ● high relevance and • relevance.

No	Rule	Material recycling	Component remanufacture	Component reuse	Building reuse relocation &	Reason	Literature
Building 1/2							
20	Hierarchical assembly of structurally independent layers according to the functional and technical life-cycles			•	•	Allows minimal interference with components that have longer lifespan and easier accessibility to the parts that are changed more often	[Crowther (1999b), EPA (2008), Vandkunsten A/S (2016), Brand (1994), Durmisevic (2006), Fletcher (2001a), Vandkunsten A/S (2016), Nordby (2009b), Jensen and Sommer (2016)]
21	Maximize simplicity and clarity in the design. Use standard column grid and floor-to-floor height.			• ¹	• ¹	To "accommodate the various subsidiary grids used in building design, such as cladding grid, and enable modularity of components. Also assists construction/ deconstruction.	[EPA (2008), Gaisset (2011), Sassi (2002), Crowther (2000a), Addis and Schouten (2004), Fletcher (2001a)]
22	Create a detailed "deconstruction plan", as-built drawings and adaptations during lifetime	•	•	•	•	Dismantling is "reversed building process" and stability could create safety issues. Also mishandling of valuable and reusable materials can be avoided.	[Morgan and Stevenson (2005), Guy and Ciarimboli (2006), Crowther (2000a), Guy and Shell (2011), Thormark (2001)]
23	Use low technology solutions and standard tools and practices	•	• ¹	• ¹	• ¹	To make disassembly quicker and easier and to increase financial benefits, while making affordable a higher level of disassembly	[Crowther (1999b), Crowther (2000c), Sassi (2002), Crowther (2000a), Thormark (2001)]
24	Parallel assembly and disassembly	• ¹	• ¹	• ¹	•	Helps the local exchange of components, saves time during assembly and disassembly, saves time and money as this makes repairing parts easier and makes alterations easier	[Sassi (2002), Durmisevic and Brouwer (2006), Crowther (1999b), Vandkunsten A/S (2016), Guy and Ciarimboli (2006)]
25	Disassembly points must be clearly identifiable		• ¹	• ¹	• ¹	To make easier the disassembly process	[Sassi (2002), Crowther (2000a)]

¹ Crowther (2001)

Table 15: Rules of Thumb for Design for Disassembly regarding the building, as synthesized by layers and systems, and its construction and deconstruction process Part 2/2. The reason, the references and the corresponding levels in the Hierarchy of Recycling. Bullets demonstrate ● high relevance and • relevance.

No	Rule	Material recycling	Component remanufacture	Component reuse	Building reuse & relocation	Reason	Literature
Building 2/2							
26	Design buildings adaptable to a range of occupancy patterns, making services and service routes easily identified, accessed and maintained			•	●	Maximizing flexibility of spatial configuration can preserve the building as a whole as there are less interventions and decreases need for changes in the building	[Morgan and Stevenson (2005), Durmisevic (2006), Jensen and Sommer (2016), Fletcher (2001a)]
27	Reduce interrelated dominance among functional and physical levels			•	●	Fast changing functional levels can lead to demolishing slower changing physical levels	[Durmisevic (2006)]
28	Consider overdesigning structural frame and foundations			●	•	To increase the potential of reusing a structural element despite weakening (due to wholes or else) and can accommodate future expansion of the building	[Addis and Schouten (2004), Guy and Ciarrimboli (2006), Horswill (2017)]
29	Include the needed extra time from the start of the project to fully incorporate DfD	•	•	•	●	As a new way of designing and building all the relevant changes and issues must be considered from the beginning	[Morgan and Stevenson (2005)]
30	The project team and the client must be on board with the DfD idea from the beginning	•	•	•	●	DfD must be decided and considered from the very beginning of the project	[Morgan and Stevenson (2005)]
31	Initial briefing and training regarding DfD must also take place and contractors must be audited	•	•	•	●	Most professionals in the building industry aren't quite familiar with the DfD practises	[Morgan and Stevenson (2005)]
32	Spare parts shall be stored on site				● ¹	To make easier replacements of damaged components and minor alterations	[Crowther (2000a)]

¹ Crowther (2001)

INSTALLATIONS IN A HOUSE DESIGNED FOR DISASSEMBLY

FREDERIK KASTRUP, JOACHIM ANDERSEN,
JONATHAN MAGNES & RASMUS NØDDEGAARD

The following is an excerpt from the report “Energy Effective Integration of Installations in a House Designed for DfD (Design for Disassembly)” by Frederik Kastrup, Joachim Andersen, Jonathan Magnes og Rasmus Nøddegaard. Supervised by lektor Lotte Bjerregard Jensen and student Jonas Nyholm.

6 Recommendations

Based on the case study and investigated possibilities within the design for disassembly environment of building services, the following list propose recommendations in order to achieve building projects with higher value of circularity:

• Plan in early design phase

In the beginning of the project, think of how the flexibility of the spaces and interface between components can be integrated. All subsystems must be planned in the programming or design phase.

• Use larger component sizes

By enlarging the components used in the building it will be easier to reuse when removing it and implementing it in another building.

• Make fittings and connections accessible

Have easy access to fittings and connections to repair leakage or expand the installations and make enough room for tools.

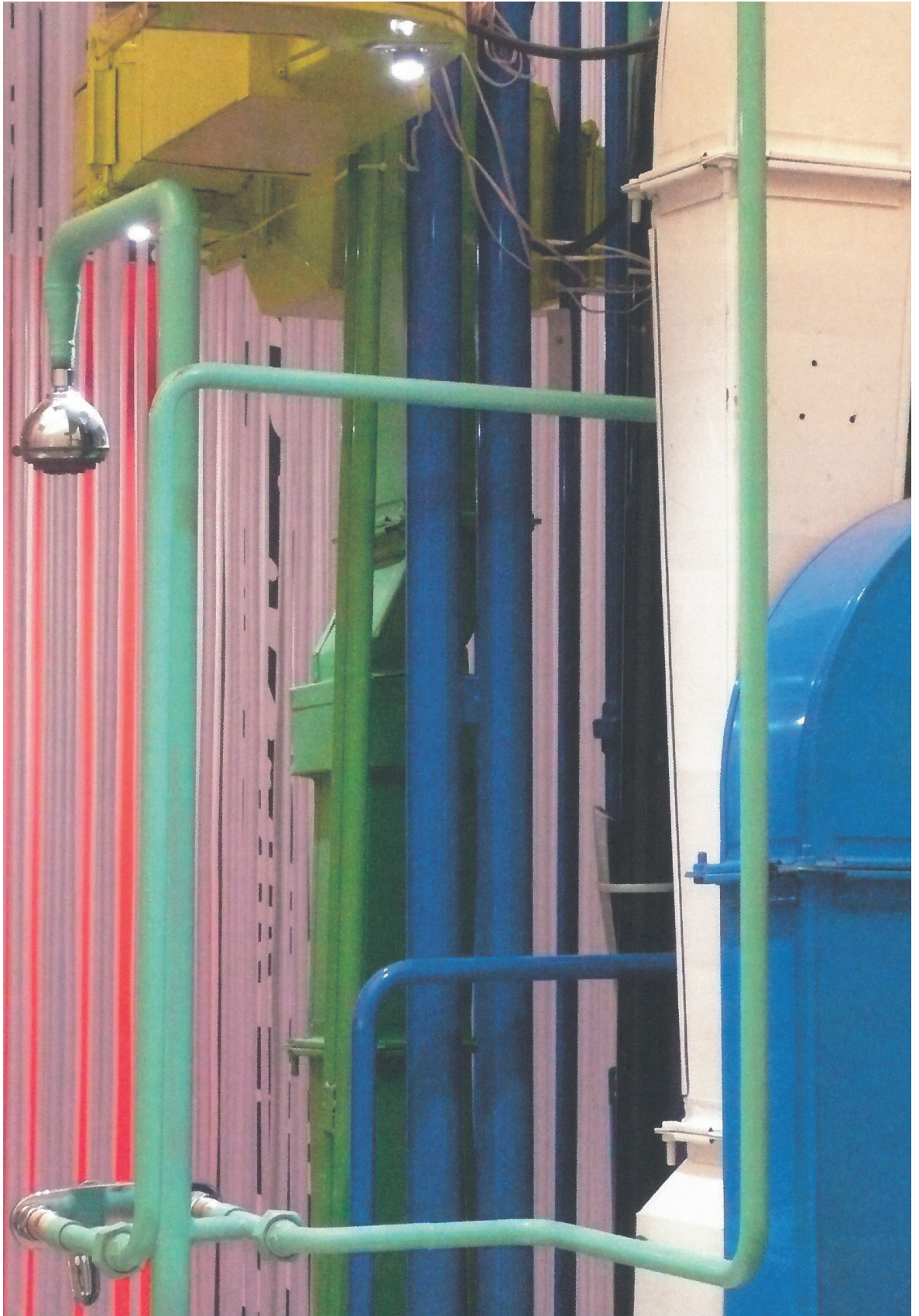
• Use mechanical fittings and connections

Fittings and connections shall be of mechanical type to make pipes and ducts reusable.

• Create a material catalogue and maintenance plan

Having a material catalogue makes it possible to keep track of installation components and its constituents, thus, when components are taken back the supplier can ensure the quality when the components are sold again or recycled with other purpose. The maintenance plan ensures that the right components are applied when anything is broken or needs replacement.

Design for disassembly is necessary to limit the use of resources and instead reuse what has already been implemented. This requires a larger focus on materials, their connections and their service life, while planning ahead for the end-of-life phase.”



Installation på Venedig Biennalen 2008 Foto. Anne Beim

RELEVANT LITTERATUR

Anne-Mette Manelius & Vandkunsten Architects

Rebeauty – Nordic Built Component

Tegnestuen Vandkunsten, 2016

Anne Sigrud Nordby

Salvageability of Building Materials, Criteria and Consequences of Designing Buildings to Facilitate Reuse and Recycling

NTNU, 2009

Bill Addis

Building with Reclaimed Components and Materials

Routledge, 2006

William (Bill) Addis & Jørgen Shouten

Principles of design for deconstruction to facilitate reuse and recycling

CIRIA, 2004

Kasper Guldager & John Sommer

Building a Circular Future

GXN, 2016

Ken webster

The circular economy: a wealth of flows

Ellen MacArthur Foundation, 2015

Line Kjær Frederiksen & Ulriks Stylsvig Madsen

Idékatalog over nye designstrategier for genanvendelse

CINARK/InnoBYG, 2016

Mark Gorgolewski

Resource Salvation – The architecture of reuse

Wiley Blackwell 2018

Philip Crowther

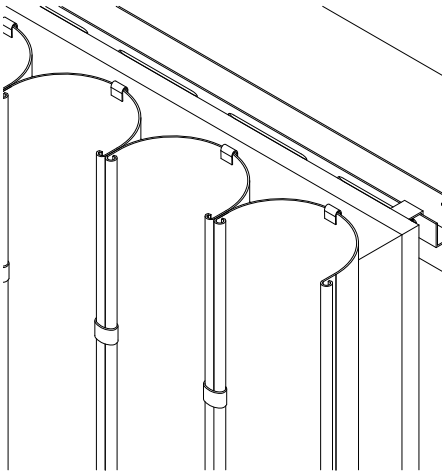
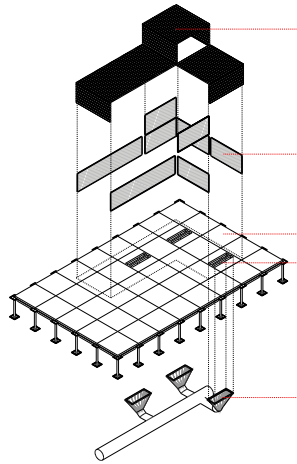
Design for Disassembly – Themes and Principles

RAIA/BDP Environment Design Guide, 2005

Philip Crowther

Developing Guidelines for Designing for Deconstruction

BRE (Building Research Establishment), 2000



Det Kongelige Danske Kunstakademis Skoler
for Arkitektur, Design og Konservering
Arkitektskolen

