



**Boligbyggeri**  
fra 4 til 1 planet  
**4>1** 

Casesamling fra indsatsens  
to åbne calls “Sustainable  
Solutions” og “Next  
Generation Architecture”

**Tekst og analyse**  
Smith Innovation

**Layout**  
Smith Innovation

**Fotos**  
Smith Innovation  
(Med mindre andet angivet)

**ISBN nr.**  
978-87-999792-2-6

**Udgivelsesår**  
2022

**Udgivet af Realdania og VILLUM FONDEN**  
1. udgave, 1. oplag



Denne publikation er udgivet som led i indsatsen "boligbyggeri fra 4 til 1 planet". Bag indsatsen står den filantropiske forening Realdania og VILLUM FONDEN.

Publikationen sammenfatter indsigter på tværs af de modtagne forslag fra de åbne calls Next Generation Architecture og Sustainable Solutions og dertil knyttede jurymøder. Ansvar for den tværgående analyser og de holdninger, den udtrykker, påhviler dog alene Smith Innovation.



Smith



# Indhold

<b>01</b> Forord	5
<b>02</b> Introduktion	6
<b>03</b> Processen	9
<b>04</b> Temaer	11
• Materialer	12
• Indeklima	18
• Forbundet til naturen	19
• Tilbage til fremtiden	20
• Det store i det små	23
• Fællesskab, familieformer	24
• Et nyt landskab	26
• Klimakrise	28
• Bæredygtig omstilling	29
• Biologiens tidsalder	31
• Vægten af et kilo	32
<b>05</b> Jury	34
<b>06</b> Vinderforslag	37
<b>07</b> Øvrige forslag	83
• Call: Sustainable Solutions	85
• Call: Next Generation Architecture	147





Stig Hessellund, projektchef i Realdania  
Jurmøde 31. august 2022

# 01 Forord

Af Stig Hessellund og Michael K. Rasmussen  
på vegne af hhv. Realdania og VILLUM FONDEN

Indsatsen Boligbyggeri fra 4 til 1 planet er sat i verden med en klar målsætning om at reducere klimaaftrykket fra nybyggede boliger med 75 procent. Så langt ned kommer vi ikke ved at bygge, som vi plejer eller lave løbende forbedringer. Vi har brug for helt nye løsninger, metoder, materialer og tilgange.

En sådan målsætning kalder i den grad på innovation, og derfor har Realdania og VILLUM FONDEN indgået partnerskab for med fælles indsats at kunne adressere de nuværende udfordringer og bidrage til løsninger for i sidste ende at skubbe dansk boligbyggeri i en markant grønnere retning.

Med indsatsen to åbne calls "Sustainable Solutions" og "Next Generation Architecture" har vi forsøgt at række ud til alle byggeriets aktører - lige fra arkitekter og rådgivere til produktudviklere, producenter og udførende - og dermed inddrage det bredest mulige udsnit af værdikæden. Før vi bliver i stand til at bygge boliger med et radikalt reduceret klimaaftryk, må vi på den ene side gentænke materialer og byggeteknik, og på den anden side gentænke boligens udformning og vores idealer om det gode boligliv. Derfor har vi struktureret de to calls, så de belyser samme problematik, men med hver sin tilgang - dels en produkt-nær løsningstilgang, dels en mere konceptuel og arkitektonisk tilgang.

Boligbyggeri fra 4 til 1 planet har også fokus på videreudvikling og opførelse af de bedste, visionære løsninger. Vi har derfor søsat en konkurrence, der præmierer de 6 vindere af "Next Generation Architecture" med midler til yderligere detaljering samt opførelse af 3 af forslagene i pavillon-form. Pavillonerne vil efterfølgende blive udstillet i hjertet af København, som i 2023 både er udnævnt som international arkitekturhovedstad og værtsby for UIA (International Union of Architects) World Congress, der hvert tredje år samler arkitekter fra hele verden.

Dette idékatalog præsenterer af alle indsendte forslag under de to førnævnte calls. Samlingen af de mange forslag er i sin bredde en unik status på udviklingen af klimavenligt byggeri både nationalt og internationalt, samtidig med at det forhåbentligt kan være en inspirationskilde til kommende bolig-byggeprojekter i både stor og lille skala. Idékataloget kan forhåbentlig udgøre en del af fundamentet for bæredygtige nye boliger, der er til at betale og som er opført med respekt for de ressourcer, vi har til rådighed på vores planet.

Det har været inspirerende at studere alle forslagene fra så alsidig en skare af aktører inde for byggeriet - et ansøgerfelt bestående af alt fra etablerede spillere til start-ups og studerende. På vegne af indsatsen sender vi en stor tak til alle ansøgere, der har været med til at bidrage til idékataloget.

God læselyst.

# 02

## Introduktion

**Byggeriets fremtid er jordnær. Helt bogstaveligt. Vi skal gå fra gravede til groede byggematerialer. Og skabe bygninger, der fuldt ud indgår i naturens kredsløb før, under og efter, de er i brug – af jord og træ er du kommet, til jord og træ skal du blive. Det er, lidt sat på spidsen, det billede af byggeriets fremtid, som forslagene fra Sustainable Solutions og især Next Generation Architecture tegner.**

Forslagene peger dermed - både i sine løsninger og sin tænkning – på en fremtid, hvor byggeriet og dets tilblivelse er væsensforskellig fra det, vi kender i dag. Blikket er langt – også bagudrettet. Det er en gennemgående opfattelse i forslagene, at de sidste 100 års udvikling i byggeriet ikke har bragt os på den grønne gren; den bæredygtige omstilling kræver, at vi vender tilbage til og genfortolker materialer, byggeteknikker og måder at leve på udviklet i en før-moderne tid og dermed i en tid, der som nu, er kendetegnet ved bevidstheden om knappe ressourcer. Vi skal både i biologisk og fysisk forstand samt historisk og mental forstand vende tilbage til vores rødder.

Det kan lyde tilbageskuende, men som forslagene vidner om, rummer det resourcefunderede blik på materialer, funktioner og boformer muligheden for en arkitektonisk frisættelse, der i alle tilfælde

er tankevækkende og i de fleste tilfælde vellykket. Forslagene påpeger også, at det er i mødet mellem traditionen og nye produktionsvilkår, at mulighederne opstår. Mere bæredygtighed handler ikke om mindre rum til udfoldelse. Tværtimod kan bæredygtige valg og den bæredygtige adfærd understøtte og blive understøttet af nye fællesskaber i boligområdet. Den sociale og miljømæssige bæredygtighed er tæt forbundne. Måske "less" faktisk er "more".

Udgangspunktet for denne konkurrence har været bæredygtigt boligbyggeri. Det er derfor naturligt, at det er her de fleste af forslagene har sit fokus. Særligt enfamiliehuset i en kompakt version med defunktioner og fleksible udvidelsesmuligheder til varierende livssituationer har haft forslagsstillernes interesse i Next Generation Architecture.

Men som en række af forslagene også kredser om, finder den bæredygtige omstilling sted på flere skalatrin og rækker dermed ud over den enkelte boligs udformning.

Det øgede fokus på groede byggematerialer sætter spørgsmålstejn ved, om vi bruger vores samlede jordarealer rigtigt i dag – udvikling af landbruget og byggeriet bliver i en biobaseret fremtid tæt forbundne. Andre forslag rejser spørgsmålet om vi overhovedet kan tillade os at inddrage nye arealer

til bebyggelse; måske alt nybyggeri fremadrettet handler om fortætning snarere end fortrængning.

Tilsvarende er der brug for at se bygningens forbrug af vand, el og varme som en del af større forsyningsystemer; her samler en stor del af forslagene sig om mulighederne for lokale, evt. off-grid-baserede forsyningsløsninger, mens mulighederne for optimering af det samlede energi- og vandsystem gennem digitale "smarte" løsninger i mindre grad behandles.

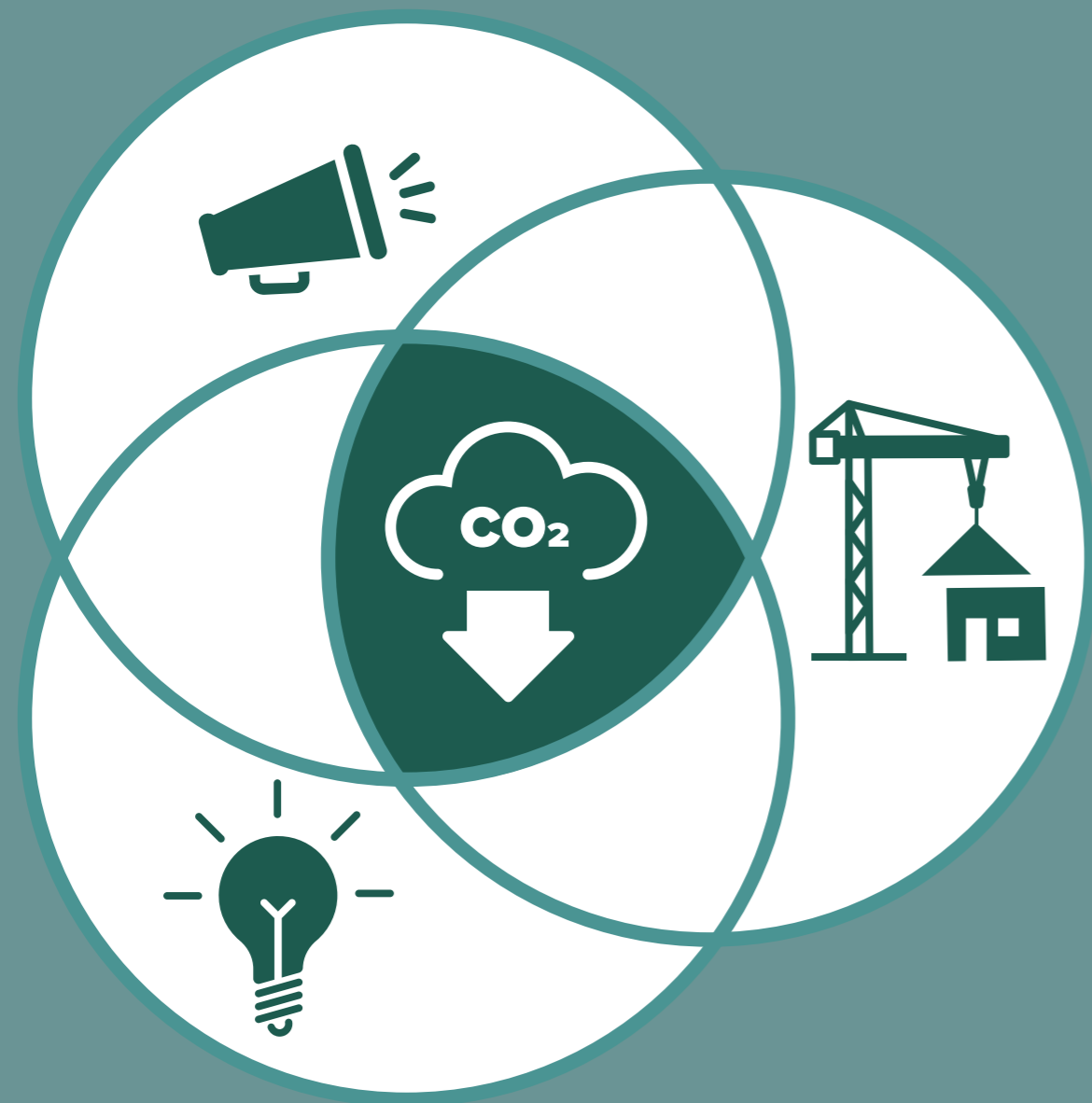
Endelig kredser en række forslag om nødvendigheden af at forstå vores udfordring med global opvarmning som del af et større krisebillede. Vi skal både reducere klimabelastningen og bygge boliger, der kan fungere, når vejret og vandstandene ændres. Andre forslag ser særligt på koblingen mellem at mindske klimaaftrykket og skabe bedre vilkår for naturens mangfoldighed både gennem en mere skånsom arealanvendelse og ved valg af materialer, der helt bogstaveligt inviterer naturen indenfor.

En central præmis for "4 til 1 planet"-initiativet har været ønske om at anviser veje til et boligbyggeri, der markant reducerer klimaaftrykket, og som bruger og køber samtidig finder attraktivt. Forslagene anviser flere veje til, hvordan hensynet til planeten og pengebogen kan gå hånd i hånd. Først og frem-

mest viser de, at en arkitektur, der har materialet og knappe ressourcer som sit udgangspunkt, er alt andet end nøjsomt i sit udtryk og materialitet. Et andet greb er at pege på muligheden for færre, men bedre kvadratmeter – en ambition, der ikke er i tråd med den generelle markedstendens mod stadig større boliger, men som alligevel virker troværdig i kraft af de opholdskvaliteter, der ifølge forslagene kan tilvejebringes i den kompakte bolig. Muligheden for en rationalisering, eventuelt i form af prefab, af de biobaserede løsninger er en tredje strategi til, hvordan det bæredygtige valg kan gøres økonomisk overskueligt.

Udfordringerne er forbundne – det er det, bæredygtighed handler om. Og samtidig skal man starte et sted. De 71 indsendte forslag i Next Generation Architecture og 42 indsendte forslag i Sustainable Solutions giver hver sit bud på, hvor forandringen starter, og hvad der driver den. Det er samtidig et udsagn om de muligheder, der kan (og skal) opstå, når både helhed og del, tænke- og handlemåder, gentænkes med jordens ressourcer som den absolutte målestok.





# 03 Processen

I foråret 2022 lancerede Realdania og VILLUM FONDEN indsatsen Boligbyggeri fra 4 til 1 planet med en klar målsætning: Klimaaftrykket fra nybyggede boliger skal reduceres med 75 procent. En så ambitiøs målsætning kræver en bred undersøgelse af radikalt nye tilgange til fremme innovation inden for arkitektur, materialer og produktion.

Derfor inviterede indsatsen alle byggeriets aktører fra arkitekter og rådgivere til produktudviklere producenter og udførende til at komme med deres bud på løsninger, produkter, eksempler og designs, som kan inspirere det danske boligbyggeri til at gå i en markant grønnere retning. Det blev gjort i to åbne calls:

Call'et Next Generation Architecture opfordrer fremtidens arkitekter, ingeniører og andre fritænkere til at komme med bud på visionære helhedsgreb for boligbyggeri, hvor et radikalt lavere klimaaftryk og overkommelige priser er de altafgørende designkriterier.

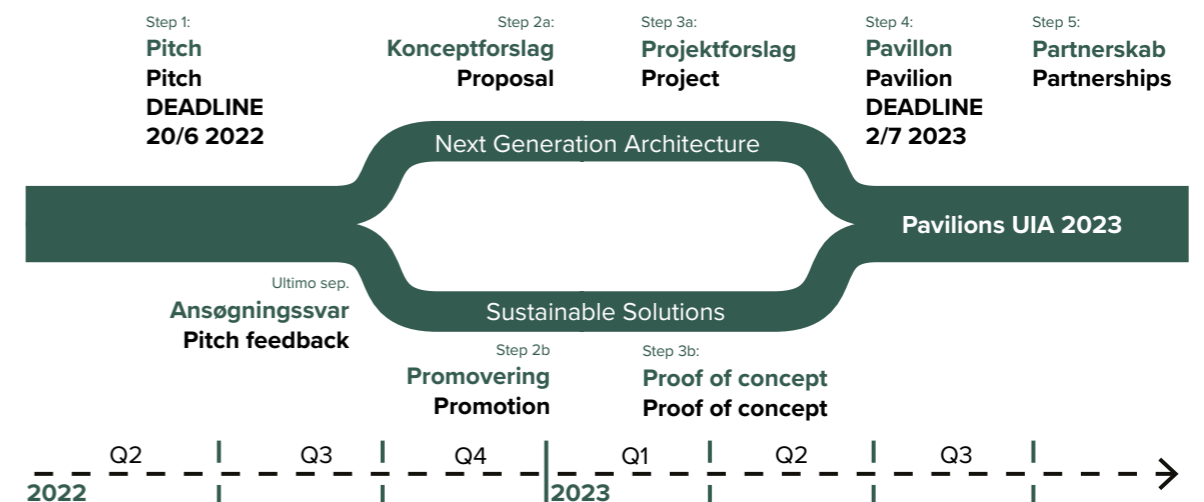
Call'et Sustainable Solutions efterspørger opfinderes, producerenters og udførendes bedste bud

på nye materialer, produkter og metoder, der markant kan reducere bygningers klimaaftryk.

Ved indsendelse har ansøgerne forholdt sig til og besvaret følgende kategorier: Løsningen, innovation, inspiration og planetære grænser. Dette er samtidig strukturen for opslagene i dette idékatalog, hvor forslagene er gengivet som modtaget uden efterfølgende redigering/bearbejdning.

De to calls er en indledende innovationsfase, der identificerer, modner og accelererer idéer og løsninger til CO2-reducerende boligbyggeri. Fasen opfølges af et demonstrationsspor, hvor boligbyggerier med lavt klimaaftryk udvikles og opføres i samarbejde med førende bygherrer, virksomheder og eksperter.

Herudover udstilles flere af vinderforslagene under UIA2023 Kongressen, som foregår i København. Tre pavilloner ved Københavns inderhavn bliver dels et udstillingsvindue til de mange besøgende samtidig med at fungere som en videreudvikling og yderligere konkretisering af vinderforslagenes idéer og løsninger.





Vinderforslag: DBI - Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut  
"ReSource – Forædling af byggeaffald til nyebyggematerialer"

# 04 Temaer

Følgende afsnit er en tværgående læsning af alle indsendte forslag. Det er et forsøg på at tematisere de mange projekter og deres individuelle fokusområder og på den måde give et overblik over forslagernes innovationsfokus, materialefokus, og hvordan de forholder sig til byggeriet. Tematiseringen er inddelt i delafsnit:

- Materialer
- Indeklima
- Forbundet til naturen
- Tilbage til fremtiden
- Det store i det små – er mindre bedre?
- Fællesskab, familieformer og foranderlige boliger
- Et nyt landskab
- Klimakrise
- Bæredygtig omstilling
- Biologiens tidsalder og skrøbelighedens styrke
- Vægten af et kilo

# Materialer

## Biogene materialer – et sporskifte fra det gravede og genbrugte til det groede

”Fremtidens bolig er bygget i biobaseret materialer i alle de dele, hvor det er muligt og giver mening. Biogene materialer er byggeriets hurtigste og mest effektive måde at sænke CO2-udledningen på”. Sådan indleder Core home (#17) deres ansøgning. Men ordlyden kunne være taget fra mange andre ansøgninger, for interessen for biobaserede materialer og øvrige materialer, der ikke i samme grad beror på knappe ressourcer og fossile produktionsprocesser, er overvældende. Og det handler om meget mere end at bygge i træ.

I følgende tabel har vi – for de ansøgninger, hvor byggematerialet er i fokus – skønnet, hvilke materialer forslagene i Next Generation Architecture primært arbejder med. Som nævnt er interessen for biobaserede materialer stor. Og markant større end interessen for øget brug af genbrugsmaterialer. Det er også værd at hæfte sig ved bredden i de biobaserede materialer. Ubrændt ler og jord har samme bevågenhed som træ, og interessen for at bygge med halm, græs og tækkerør følger lige efter i en palette, der også tæller hamp, tang, muslingeskaller og øvrige

dyrkede materialer eller materialer, der forekommer i rigelige mængder og ikke kræver omfattende bearbejdning inden anvendelse (her alle medtaget som ”biobaserede” materialer).

Ser man på produktansøgningerne til Sustainable Solutions vidner det tilsvarende om en stor interesse for biobaserede materialer. Dog er der her mere vægt på træ som biobaserede materialer, ligesom forbedringer i af eksisterende ”konventionelle” materialer (fx plast) også fylder relativt mere. Fremtidens arkitektur og fremtidens materialer synes ikke at være helt i balance.

Nogle forslag kredser særligt om at følge mulighederne i et enkelt biobaseret materiale til dørs og lade det være strukturerende for det samlede forslag. Andre forslag ser i højere grad på, hvordan biobaserede løsninger kan kombineres både med hinanden og med mere gængse løsninger. Grænsen mellem de to kategorier – monoløsningen og hybridløsningen – er flydende, men har alligevel dannet udgangspunkt for opdelingen i følgende afsnit, der først ser på forslag defineret overvejende ved et enkelt materiale og senere ser på kombinationsløsninger.

### STAMPET LERJORD – ET TRADITIONELT MATERIALE I NY SAMMENHÆNG

En række forslag kredser om potentialet i at genoptage traditionen for at bygge vægkonstruktioner i stampet lerjord – en byggeskik der ifølge forslag 41, ”Det cirkulære typehus”, har været ”[...] brugt i byggeriet hundredvis af år, men siden starten af 1900 tallet er materialet næsten gået i glemmebo-

gen til fordel for beton.”

Den ubrændte lerjord rummer den åbenlyse fordel, at den er mindre energiintensiv at fremstille end den brændte ler, teglen. Samtidig muliggør den brugen af jord med et lavere lerindhold og kan således laves af overskudsjord fra teglproduktion eller de store mængder jord, der graves op i forbindelse med bygge- og anlægsarbejder. Som det pointeres i forslag 58, ”Think Earth”, er det u hensigtsmæssigt, at vi i dag både bruger ressourcer på først at køre jorden væk og siden køre nye materialer til byggepladsen – hvorfor ikke bare bruge jorden lokalt til at bygge med?

Lerjord er et hydroskopisk materiale, det vil sige, at det optager fugt. Dette kan i kombination med dets store termiske masse være en fordel i forhold til at udjævne temperatur- og fugtsvingninger og skabe et godt indeklima. Men det gør også materialet sårbart i forhold til vejrlig og stiller store krav til, at fugten holdes på et niveau, der ikke fremmer sundhedsskadelig svampevækst. Materialet kalder på en arkitektur, hvor lerjorden enten primært bruges indvendig (forslag 78, Natur Rækkerne) eller hvor der arbejdes med beskyttende tagudhæng (eksempelvis forslag 49, Lerjordshuset).

En anden udfordring ved lerjordsbyggeriet er, som det påpeges i forslag 49, at ”stampet lerjordsbyggeri har ikke gennemgået større udvikling og befinder sig stadigvæk på et præindustrielt udviklingsniveau i Danmark”, hvorfor der er brug for at udvikle ”moderne hjælpemidler som mekaniske stampere og nyere forskallingste-

knologi”. Forslag 41 ”Fleretages byggesystem i stampet jord” og 58 ”Think Earth” peger ligeledes på behovet for masseproduktion og udviklingen af et byggesystem, der øger volumen og mindsker prisen ved lerjordsbyggeri. Forslag #30, ”Teglskaller på facadeisolering” går en helt anden vej i forhold til at reducere energiforbruget ved at producere tegl. Løsningen her er at erstatte det murede byggeri med teglskaller, der klæbes direkte på et isoleringsmateriale enten af mineraluld eller PIR-isolering.

Muligheden for at genaktivere traditionen for at bygge med lerjord synes således nøje forbundet med muligheden for at nytænke produktionsmetoderne, håndværket og byggeskikken i en hjemlig sammenhæng.

### TRÆBYGGERI MED OMTANKE

Modsat lerjordsbyggeri, har byggeri i træ gennem en årrække været genstand for stor interesse i dansk og ikke mindst skandinavisk sammenhæng. Hvor forslagene om lerjord kredsedes om muligheden for at (gen)introducere og øge brugen af dette materiale, fokuserer forslagene om træbyggeri mere på, hvordan brugen af træ kan optimeres og bruges klogt. Der ligger blandt forslagsstillerne således en klar erkendelse af, at træ er en knap ressource med mange anvendelsesmuligheder i og uden for byggeriet. Så selv om træ binder CO2, er målet for byggeriet ifølge forslagsstillerne ikke at bruge mest muligt af det. Også biobaserede materialer er knappe – træerne vokser ikke ind i himlen så at sige.

Ønsket om at reducere brugen af træ til de formål, det er særligt velegnet til

ligger eksemplvis til grund for forslag 100, der undersøger mulighederne for at lave ”et 2 etagers hus med stampet lerjord” - med indpudsede stråbats til isolering - som den bærende struktur. Forslag 78 ”Naturrækkerne” arbejder ligeledes med en tung indervæg i stampet lerjord, hvor træskellet alene bruges til at bære tag og være ramme for biobaserede facadekassetter. Sammen med forslag 108, ”T-frame, fremtidens bindingsværk”, og forslag 66 ”Skovens oversete ressourcer”, peger det på interessen for at genoptage bindingsværket og dermed vende tilbage til en byggeskik, der grundet ressourceknaphed oprindeligt blev indført som et alternativ til at bygge i rent træ.

Andre forslag ser på muligheden for at øge, hvor meget af det fældede træ, der kan bygges med. Ifølge forslag 94, ”Reconwood House”, er det kun 30-40% af træets masse, der i dag brugs som byggemateriale. Forslaget arbejder derfor med, hvordan det gennem computerunderstøttet projektering og produktion bliver muligt også at benytte de korte trælængder i bærende konstruktioner samt skabe træelementer, der som legoklodser løbende sættes sammen på ny, sådan at materialets levetid forlænges. Forslag 66 ”Skovens oversete ressource”, foreslår, at små stammer (der i dag primært bruges til flis) bruges til lave massivtræelementer, der foruden at sikre en høj udnyttelsesgrad også fremmer en rationel opførelse. Elementerne i massivt træ i dette forslag udnyttes, at træ i forskellige udtørningsgrader arbejder forskelligt, hvilket muliggør, at de kan samles uden skruer eller lim. Rundtømmer,

men her som en rammekonstruktion, udgør også en del af forslag 84, ”Den biomangfoldige bolig - fra afgrøder til biomaterialer”. Som forslaget påpeger, vil multifunktionel skovdrift muliggøre større udbytte fra skovene – og bringe nogle andre træsorter frem i lyset som byggemateriale, fx poppel og birk eller hybridlærk, der i dag fjernes mellem de store træer ved traditionel skovdrift. En ændret byggeskik handler med andre ord ikke bare om at udnytte det fældede træ bedre. Det handler også om at muliggøre skove med plads til større forskellighed.

Træ er også udgangspunktet for forslag #54, ”Fremtidens biogene byggesystem”. Målet er udvikle et byggesystem i træ og træbaserede materialer med en nyudviklet kuldebrosafbryder mellem for og bagvæg som et centralt innovativt element, der muliggør bedre isolering og/eller slankere, pladsbesparende facader. CO2-reduktion opnås dermed både gennem materialerne, øget isolering og behovet for at opføre færre kvadratmeter. At færre kvadratmeter er en del af løsningen, genfinder man også i forslag #95, ”Højeffektiv isolering”, der arbejder polymerbaserede isoleringsmaterialer.

Sammentænkning mellem træ og ”det industrielle” i form af et standardiseret byggelement finder vi også i forslag 73 #Elementbyggeri med 3-lagsplader”. Med inspiration fra industrihaller ser forslaget på muligheden for at lave simple 3-lags krydslimede træplanker som modsat øvrige CLT-konstruktioner (cross laminated timber) ikke er bærende, men som stadig giver store formater, en afstivende funktion,



dampbremse og ikke mindst en færdig indvendig overflade, og dermed ifølge forslagsstillerne er et konkurrencedygtigt alternativ til konventionelle træskel-vægge ikklædt eksempelvis gips.

Forslag #52, "CLT-byggeri i Danmark trods byggekultur, der peger mod (klima-)tungt byggeri" omhandler ligeledes barriererne for brugen af krydslimede trækonstruktioner. Som forslaget redegør kan CLT anvendes som bærende elementer og udgør dermed et CO2-attraktivt alternativ til "tunge" råhuse i beton. Løsningen muliggør dækelementer på op til 16,5 X 3,5 meter, der er lette at transportere og hurtige at montere og samtidig er forberedt på adskillelse og genbrug. Men, som forslagsstilleren, CLT Danmark, er inde på, er dansk byggeri vant til at arbejde med tunge materialer og der er derfor brug for en kulturændring i byggeriet. Beslægtet hermed finder man også ansøgning #42, "Det bæredygtige træhus nu og i fremtiden", der ønsker at udvikle og fremme kendskabet til træbyggeriets muligheder gennem forbedring af eksisterende produktionsmetoder såvel som nye tiltag i form af robotteknologi og selvbyggerkoncepter.

Forslag #11 "Biobaserede konstruktionssløsninger til byggebranchen" fra Nordic Wood Industries kredser ligeledes om, hvorfor træbyggeri ikke er særlig udbredt i Danmark til trods for, at løsningerne findes og har fundet udbredelse i de øvrige nordiske lande. Målet er her "[...] at udvikle vores løsninger, så man undgår helt plastik og beton i bygninger. Vi ønsker at kunne anvende vores dæk i træ som fundament og terrændæk løsning og opbygge vores

elementer uden dampspærre". Som i forslag #52 peges der altså her på muligheden for at mindske brugen af beton også i de bygningsdele, hvor der stilles høje krav til brand, bæreevne og modstandsdygtighed mod fugt. Men bygherrerne er ofte skeptiske, hvorfor forslaget ønsker "at udvikle præ-accepterede løsninger på tag- og vægelementer, som kan anvendes i byggebranchen uden risici."

Håndtering af (bekymringen for) fugt i træbyggeri er også omdrejningspunkt for #14, "Enabling wood in construction by removing the moisture barrier", hvor en specialudviklet sensor muliggør hyppige og billige målinger i trækonstruktioner.

Men træ er ikke bare et byggemateriale og en måde at lagre CO2 på. Det har også selvstændig værdi, som det påpeges i forslag #109 "A Tree for Every Household" der viser hvordan det levende træ i forskellige konfigurationer kan være enfamiliehusets fysiske omdrejningspunkt som bringer naturen tæt på – hvilket, som det påpeges, ikke mindst har vist sig at have afgørende betydning under pandemier.

Træet kan også være en inspirationskilde til, hvordan et hus funktion tænkes. Dette er tydeligt i forslag #40 "House of Leaves", hvor træet og bladets interaktion med omgivelserne er afsættet for at tænke byggeriet som en række "biologiske skaller", hvor boligens vante former dekonstrueres til fordel for konstruktioner med maksimal tilpasning til og udnyttelse af den omkringliggende naturs energikredsløb.

Træ er ikke bare træ.

### HURTIGVOKSENDE BYGGEMATERIALER – FX HAMP OG HALM

Groede materialer rummer den dobbelte fordel, at de lagrer CO2 i bygningens levetid samtidig med at de ofte kan benyttes uden omfattende energikrævende bearbejdning (fx brænding eller smeltning). Særligt interessante bliver hurtigvoksende materialer med begrænset alternative anvendelser så som hamp og halm.

Forslag #106 "House of Hemp", er som navnet angiver en undersøgelse af, hvor langt man kan komme med at bruge hamp som byggemateriale i alle primære bygningsdele. Hamp er her ikke tænkt bare som et isoleringsmateriale; det er også hovedmaterialet i facadeplader, gulve, ydertag, inventar med mere.

Forslag #107 "Byggesystem til fleksibelt hempcretehus", arbejder med et et-lags prefab byggeelement udført i "hempcrete" (hamp tilsat kalk), der sammen med dør- og vinduespartier vil kunne udgøre den samlede facadeopløsning i et byggeri i 2 (muligvis flere) etager. Tanken er med andre ord, at det ved hjælp af hampcretens materialeegenskaber er muligt at opbygge en "et-materiales" væg, der både udgør den bærende væg, indervæg og ydervæg, hvorved komplicerede, fordyrende og svært genbrugelige flerlags-konstruktioner kan undgås. Forslaget er beslægtet med forslag #103 "Pavillon of the sun", der ligeledes peger på en 2-etagers cirkulær bygning bestående af få elementer: vinduer, en passiv ventila-

tionsløsning med ålegræs som filter og et biobaseret facadeelement, som beskyttes af altaner hele vejen rundt om bygningen. Det særlige ved forslag #103 er dets optagethed af, hvordan der drages størst mulig nytte af solens lys og passiv varmelagrning døgnet og året rundt, hvilket i kombination med ønsket om at minimere materialeforbruget peger i retning af runde bygninger som bl.a. kendes fra den tidlige modernisme.

Hvor forslag #107 handler om en étlags væg i hamp, undersøger samme forslagsstiller i forslag #102 muligheden for at producere en "Brandsikker Hempcrete Facadeplade", hvor hampen indgår som et af flere materialer i en let facade bestående af flere biobaserede materialer.

Forslag #53 "Halmværk", ser nærmere både de ind- og udvendige muligheder ved at bygge i halm: "Vi bruger halm, som er det primære byggemateriale i vores bæredygtige bolig [...]. Eftersom halmen kan lægges i flere lag, kan vi arbejde skulpturelt med husets vægge, og skabe rum på begge sider. På den måde vender huset begge veje og interagerer med det omkringliggende landskab. Indenfor laver vi nicher som fx rummer soveværelse og bad. Udenfor skabes rum, som kan indtages af dyr- og planteliv."

Forslag #19 "The biohacking pavillion" samt forslag #22 "Low Carbon Block" - fra samme forslagsstiller - anviser, hvordan klimaskærmen kan opbygges af halmballer; et materiale, der - som det påpeges - er meget af i landbrugslande som Danmark og Ukraine (hvor forslaget har sine rødder). Blok-

ken er holdt i små dimensioner med lav væg og derfor til at samle manuelt på pladsen ved hjælp af simple værktøjer. Kombinationen af simple materialer, simpel tilvirkning og simple samlinger peger på muligheden for lokal produktion og selvbyg, som kan minimere transport og skabe job lokalt.

Forslaget er på idéplanet tæt på forslag #70 "Bygninger skal gros - af hurtigt fornybare ressourcer" fra Ecocon, der nu er udviklet til et stadie, hvor det står over for en større udrulning (udpeget som vinder i Sustainable Solutions).

I kategorien over løsninger baseret på hurtigvoksende planter kunne man også placere ansøgning #38 "Træform". Materialet er her træsorten paulownia, der ifølge forslagsstiller vokser i plantager i Sydeuropa med vækstrater, der muliggør skovning hvert 8. år og som nu også testes i plantager i Nordeuropa. Træet er selvsagt mindre hårdt end langsomt voksende træsorter, men i kombination med andre træsorter og en gennemtænkt konstruktion bliver det muligt at lave "træbyggeriets svar på murstenen", der udgør den færdige væg ude og inde, og som er let at bygge med.

Endelig er forslag #36 "Nænsomt forarbejdede produkter af dansk ålegræs" (udpeget som vinder i Sustainable Solutions), et godt eksempel på, hvordan CO2- og kvælstofabsorberende "restmaterialer" fra havet kan indsamles og gøres til et eksklusivt byggeprodukt.

**KOMBINEREDE LØSNINGER**  
Skiftet fra konventionelle byggema-

aterialer til groede byggematerialer giver en naturlig optagethed af, hvad de "nye" materialer kan – og det er derfor ikke overraskende, at flere af forslagene har et enkelt materiale som det dominerende omdrejningspunkt. Samtidig er der også flere forslag, der peger på at bruge materialerne målrettet det, de er bedst til, og at der er fordele i at tænke i kombinationsløsninger.

Forslag #101 "En lille bolig i tækkede teglblokke", påpeger således: "Der bliver forsket i og udviklet meget på de rene biobaserede lette byggesystemer baseret på træ, halm, jord mv., men vi tror, der er et potentiale i også at skabe innovation inden for de traditionelle og mere robuste materialer som tegl og ser samtidig et stort potentiale i at kombinere det brændte ler med tækkede tagrør."

Strå og tækketraditionen er også en inspirationskilde for forslag #33 "Stråhusets foranderlige boliger". Her indgår restprodukter fra halm og strå i et præfabrikeret isolerende facadeelement, der hægtes på et bærende søjlebjælkesystem, der ligesom dæk, tag, trapper m.m. er udført i limtræ.

Forslag #78 "Naturrækkerne", arbejder med kombinationen af en indvendig ryggrad i stampet jord, en rammekonstruktion i tømmer lagt af på ryggen samt lette biobaserede isoleringspaneler i halm/hamp/græs indsat i rammekonstruktionen. Forslag #71 "Gaia", foreslår tilsvarende et "et modulært søjle-bjælke-system af træ og lette biobaserede elementer med danske bioressourcer.

Forslag #28, ”Prefabrikerede og biobaserede vægelementer i hamp og bambus” samt forslag #31, ”Demonstration og sammenligning af biobaseret og traditionel byggeskik”, begge indsendt af start-up-virksomheden Hamboo, foreslår at kombinere hamp, som kan dyrkes på brakmarker, med styrkeegenskaberne fra bambus, som har mange af de samme egenskaber som træ, men vokser betydeligt hurtigere. Resultatet er ifølge forslagsstillerne et præfabrikeret vægelement, der kan konkurrere med konventionelle sandwichelementer. Forslaget peger dermed på værdien i at kombinere materialernes forskellige egenskaber samt arbejde med biobaserede materialer, der kun i begrænset omfang beslaglægger værdifuld landbrugsjord.

Forslag #111 ”Felted Earth” (filtet jord), går produktionsmæssigt mere ultraditionelt til værks. Her indarbejdes robotfiltet uld i de 3D printede lervægge, hvorved den stampe jordfacade tilføres styrke og modstandsdygtighed over for vejrliget. Tanken er altså, at moderne produktionsmetoder tillader de traditionelle materialer at blive udnyttet optimalt. Leret kan printes i former, hvor det kun skal tage tryk og ikke træk, ulden kan ”som goretex” indlægges de steder, hvor lerjorden er særlig udsat.

Kombinationsmulighederne er mange. Ovenstående vidner om, at vi med de biobaserede materialer har fået – eller genopdaget – et større materialealfabet, som vi nu skal lære at sætte sammen. Vi skal stave til bæredygtighed på ny.

En del af det nye bæredygtigheds-

alfabet handler naturligvis om, hvor materialerne kommer fra - at de dyrkes frem for at basere sig på virgine ressourcer og energi, der hentes op fra undergrunden. Men materialerne knytter også an til bestemte måder at bearbejde dem på og bygge med dem på. Materialerne kalder på en bestemt håndtering og arkitektur (fx den overdækkede facade). Der arbejdes med en anden produktionsforståelse (lave temperaturer, færre materialer, reversible materialesammensætninger), andre funderingsløsninger (skruefundamenter og huse, der står ovenpå og ikke i jorden), reversible samlinger samt andre måder at håndtere og påskønne det foranderlige på. Biobaserede materialer handler om meget mere end materialet.

## Genbrug og genanvendelse

En klar eksponent for mulighederne i at mindske ressourcebelastning og CO2-aftrykket gennem øget genbrug finder man i forslag #77 ”Home of waste”. Forslaget tager afsæt i, at der efterhånden er ved at være opbygget betydelige materialebanker for returnerede materialer og foreslår, at man i stedet for at designe huset for at finde materialerne efterfølgende, lader genbrugsmaterialerne være udgangspunktet for designet. Projektet bygger på tidligere erfaringer med produktion af skure i rene genbrugsmaterialer med de kvaliteter, der foruden den mindskede miljøbelastning også giver æstetisk og socialt i form af frivillige fællesskaber omkring indsamlingen.

Forslaget er i sit afsæt dermed direkte relateret til forslag #12, om ”Arkitekt-tegnede skure af genbrugsmaterialer” (udpeget som en af vinderne i Sustainable Solutions).

Fællesskaber til håndtering af restaf-fald udgør også et centralt element i det indiske forslag #110 ”The Resource Generator”, hvor bygningen fysisk og socialt organiseres med henblik på at muliggøre, at affald og aflagte byggematerialer kan sorteres, fremvises og genbruges af andre beboere i nærmiljøet. Målet er at skabe ordnede rammer om, hvad der ifølge forslagsstilleren sker uformelt på gadeplan i Indien, hvor ”[...] throughout the day, what is perceived as waste quickly becomes a resource for the neighbors, rag pickers, animals eventually circulating back into use.”

Genbrug er også udgangspunktet for forslag #15 ”New house one - industrielt præfabrikeret boligkoncept med nye løsninger”, hvor boliger skabes i og mellem genbrugte mandskabsvogne, som det også kendes fra containerbyggeri. I kombination med et betonfrit fundament og systemer til genbrug af vand og varme viser projektet, og de referenceprojekter det står på, at der findes alternativer til det grundmurede murstenshus, som ifølge forslagsstilleren har haft en dominerende rolle, måske for dominerende rolle, i dansk boligbyggeri siden middelalderen.

Forslag #27 ”ReWood”, handler om at genbruge de store mængder genbrugstræ i korte længder, der ellers kasseres ved nedrivning, til at lave en æstetisk facadeløsning. Træet indsam-

les på genbrugsstationer, brændes og olieres efterfølgende, hvilket både er med til at konservere træet uden tilsætning af miljøfremmede stoffer og giver det et markant ”eksklusivt” udtryk, der gør det velegnet som facadematerialer. ReWood kan arbejde med fraserede træstykker helt ned til 65 cm i længden, mellem 19 til 50 mm. i tykkelsen og har bredder fra 30 til 400 mm. Forslag #96 ”Superwood - Sustainability & marketing coordinator”, arbejder tilsvarende med at kunne udnytte deres fraserede brædder i produktionen af facadebeklædning samt i øvrigt imprægnerer træet med minimal brug af imprægneringsmiddel og tilrettelægge en proces og værdikæde med en ”cirkulær tankegang for øje”.

Forslag #35 ”Cirkulære fliseløsninger” aktiverer fliserester fra byggeriet (typisk de fliser, der bliver til overs hos forhandler eller på det enkelte byggeprojekt). Det sker i form af designkollektioner, der CAD-tegnes, skæres digitalt med CNC-styret vandstråleskæring og leveres på monteringsnet, så det er let at sætte op. Projektet er potentielt spændende som eftervisning af, at det med nye projekterings- og produktionsmetoder er muligt rationelt at genbruge selv små restfraktioner og lave et højforædlet produkt.

Andre forslag arbejder med at neddele de indsamlede returmaterialer og bruge dem i produktionen af ”nye” produkter.

To forslag ser nærmere på muligheden for genanvendelse af de omfattende mængder pap og papir, der indsamles

bl.a. fra stadig flere pakketransporter. I forslag #5 ”Construction boards from recycled packaging” arbejdes der med at lave en byggeplade, der i mange henseender minder om spånplader, men har et betydeligt mindre klimetryk samt øvrige fordele i forhold til akustik, fugtresistens m.m. Forslag #63 ”The Paperhouse” undersøger, hvordan de omfattende mængder af papir- og papaffald kan bruges til at udvikle et samlet byggekoncept med papir som det gennemgående materiale. Målet er at udvikle en trekantet papirbyggek-lods, der både indgår i det konstruktive system, udgør tag og facade, er isolerende og udgør indervægge/lofter. Som det bemærkes, er ”Papir som bygge-materiale langt fra nogen ny idé. I Japan har man traditionelt anvendt papir i flere århundreder i form af ”Shoji” skærme – et fleksibelt skydepanel, der fungerer som døre/vinduer/indvendige vægge”. Dette i kombination med nye muligheder for at gøre papir brand- og vandafvisende åbner op for en hidtil uset genbrug af papir og pap i byggeriet enten i midlertidigt eller permanent byggeri.

Forslag #13 ”Ressource, forædling af byggeaffald til nye byggematerialer” (udpeget som vinder i Sustainable Solutions), tager fat i udviklingen af alternativer til cement i byggematerialer. Konsortiet bag ansøgningen er lykkedes med at bruge fraktioner fra affaldsstrømme (fx urensede teglsten) til at lave en geopolymer, der ifølge ansøger har et 80% lavere CO2-aftryk end Portland-cement samt et markant mindsket forbrug af jomfruelige naturressourcer. Anvendelsen af geopolymeren tænkes i første omfang som erstatning for cementbindinger

i akustik- og facadeplader, men både materialevolumen fra ”urban mining” af byggeriets affaldsressourcer og markedet for geopolymerer forventes på sigt at være langt større nationalt og globalt.

I forslag #4 ”Fra askeaffald til askebeton som brandhæmmende element” arbejdes der ligeledes med at bruge restproduktioner (askeaffald) i produktionen af hærdede byggematerialer. Konkret er målet at lave en ”askeplade”, det vil sige et præfabrikeret element bestående af askeaffald, cement, mineraler og vand.

Forslag #21 ”100% recycled EPS” beskriver det allerede omfattende arbejde, der gøres for at indsamle ekspanderet polystyren (også kendt som Flamingo®) og lade det være udgangspunktet for produktion af nye isoleringsprodukter til byggeriet og emballage. Med henvisning til produktets EDP'er peger forslagsstiller på, at det kan spare 50% CO2 sammenligning med almindelig oliebaseret EPS.



# Indeklima

## Naturlig ventilation og åndbare huse

Tæt koblet til ovenstående materialeovervejelser arbejder flere forslag med alternativer til mekanisk ventilation. Ønsket er gennemgående at undgå huse, som kun kan fungere ved hjælp af dyre og energikrævende ventilation-sanlæg for i stedet at bruge naturligt aftræk og udnytte de biobaserede materialers fugt- og varmeakkumulerende egenskaber.

I argumentationen for at bruge lerjord fra Juul og Frost (#58, #60) fremhæves det fx "Det er et hydrofilt materiale, der meget hurtigt kan optage og afgive fugt, hvilket hjælper med at stabilisere fugtindholdet i luften i bygningen og beskytter bygningens øvrige materialer. Ler kan effektivt lagre varme, har markante akustiske og lydæmpende egenskaber, og kan dertil binde lugt og absorbere toksiner fra andre materialer", hvorfor de er "[...] overbeviste om, at nærmere tekniske studier vil pege i retning af potentielle besparelser på omfanget af bygningers tekniske løsninger og udstyr."

Forslag #78 "Naturrækkerne" ønsker "[...] at optimere brugen af naturlig ventilation. Hertil designes husene efter termiske principper i en naturlig ventilering, hvor lerjordens massefyldte oplagrer varme i løbet af en dag, der afgives i aften og nattetimer. Dette giver en konstant jævn varmegenvinding og rentabel energiramme. Brugen af naturlig ventilation vil direkte afsløres i NaturRækkens design, hvor luftens cirkulation faciliteters og optimeres herved for at sikre, så vidt muligt, neutral drift."

Forslag #17 "Build by nature konsortiet" argumenterer tilsvarende for,

at "fremtidens bolig har et naturligt reguleret indeklima, som er passivt og tilpasset menneskets komfort. Brugen af biobaserede materialer og andre ikke fornybare naturlige materialer som ler og kalk resulterer i en bygning, der kan ånde. Naturen løser selv spidsbelastninger i form af fugt ved at kunne absorbere, transportere og frigive fugt til omgivelserne uden mekanisk hjælp – det diffusionsåbne byggeri."

En løsning, der både forbedrer indeklimaet og varmeregningen, er omdrejningspunktet for forslag #34 "4 til 1 planet". Forslaget er en videreudvikling og samtænkning af Ventilationsvinduet med øvrige bygningskomponenter, der er særlig velegnet til renovering. Løsningen, der eftermonteres på den eksisterende klimaskærm, består foruden af Ventilationsvinduet af en "solvæg" med faseskiftende materiale (PCM), en aftræksvarmepumpe, elektronisk styring, solceller og batterikapacitet. Målet for forslagsstiller er at gøre husets evne til at optage solens energi så effektiv, at det kan fungere uden tilslutning til el- og varmenettet.

Også forslag #105 "Notech – en indeklimaløsning med naturen i centrum" arbejder med systemløsninger til at optimere både energiforbrug og indeklima. Løsningen kan let og arkitektonisk gennemarbejdet indbygges i facaden, således at der opnås mulighed for naturlig ventilation i hvert enkelt rum. Løsningen betjener sig som noget nyt af ålegræs som filter.

Perspektiverne i de forskellige indeklimastrategier er spændende. Samtidig er det oplagt, at der generelt stadig mangler udviklingsarbejde og doku-

mentation, der kan sikre, at temperatur og fugt holdes på et niveau, der er godt for både bygning og mennesker. Balancen mellem "det naturlige" og "det sunde og komfortable" indeklima er hårfin.

# Forbundet til naturen

## Ikke nødvendigvis forsynings-selskabet

Interessen for lokale og ofte "low-tech"-løsninger viser sig også i en række af forslagenes tilgang til, hvordan boligerne forsynes med vand, varme, og el.

Forslag #112 "Z Home" har således til formål at "[...] eliminate the energy demands for heating, cooling and power needed for water heating and cooking by using natural forces from sun and wind together with household bio-waste." Forslag #40 "House of leaves, living house" arbejder tilsvarende med, at bygningen som en plante tilpasser sig døgnets cyklus og åbner op og lukker i alt efter tilstedeværelsen og behovet for at bruge solenergien omkring boligen. For forslag #82, "Gro Huse" handler det om at bygge modulære flytbare huse, der kan følge med ejeren, og hvor ejerskabet til grund og hus adskilles. Selvforsyning - også hvad angår vand, varme, el og kloakering - er en vigtig brik heri.

Dette peger samlet set i retning af "stand alone"-løsninger, hvor boligen kan fungere helt uden opkobling til eksterne forsyningsnet. Andre forslag arbejder i højere grad med løsninger, der kombinerer central og decentral forsyning.

Forslag #3, "Farvede Solcellemoduler" viser, hvordan bygningens behov for ekstern energiforsyning kan mindskes ved hjælp af solceller, der i form og farve kan indpasses og eventuel være en integreret del af bygningskærmen (udpeget som vinder i Sustainable Solutions). Lignende tilgang finder man også i forslag #2, der arbejder med "Skræddersyede solcellefacader, der usynligt integrerer elproduktionen i en

dynamisk, holdbar, vedligeholdelsesfri og kosteffektiv facade til nybyg og renovering."

Forslag #9, "Teradan IBEES" foreslår en løsning bestående af styring og et batterianlæg, der muliggør, at strøm automatisk købes, når elprisen er lav. Ved hjælp af data om forbrugsmønstre er det ifølge forslaget muligt at forudse behovet for tøjvask, opvaskemaskine m.m., hvilket muliggør at lagre præcis den mængde strøm, den enkelte husstand har brug for.

Forslag #7 "4-1 planet - også med vandet" og forslag #43 "Recirkulerende bruser, der sparer 80% vand og 70% energi" tager begge fat i, hvordan vand- og energiforbruget ved brusebade kan reduceres gennem sensorstyret recirkulering af vandet. Forslag #89 "Module1 en kompakt toilet- og badløsning" opnår vandbesparelse ved at tilbyde et integreret toilet- og badmodul, hvor brusevandet bruges til toiletskyld. Forslag #18 "Upcycling water in Atacama Desert" tager på en større global skala fat på, hvordan bedre genbrug af gråt og sort spildevand kan være til at give alle, også de stadig flere, der flytter til byer med ringe infrastruktur, adgang til vand.

Samlet set peger disse forslag på, at vi næppe kommer i mål alene ved at reducere energiforbruget indlejret i materialer såvel som i bygningers drift. Der vil også være brug for, at bygningerne aktivt producerer energi og minimerer behovet for opkobling til vand- og kloakforsyning. Forslagene vil generelt gerne være tættere på naturen, ikke altid forsynings-selskabet.

Hvorvidt og i hvilke sammenhænge små, lokale systemer er at foretrække frem for større, sammenhængende systemer er fortsat et åbent spørgsmål. Er små anlæg altid de mest resourceeffektive, når energi til drift og byggematerialer indtænkes?

Forslag #59, "Fri Energi" vender energisparelogikken på hovedet og stiller spørgsmålene: "Hvad nu hvis, vi havde al den vedvarende energi, vi skulle bruge – og mere til, hvis bygninger ikke behøvede at have vægge af 500 millimeters tykkelse, hvis ressourceoptimering lå i lette og optimerede bygninger, hvis konstruktioner, vinduer, isolering og installationer kunne reduceres, og ikke maksimeres, i materialeforbrug." Forslag #108 "T-frame - fremtidens bindingsværk" argumenterer tilsvarende for, at en lettere reduktion af klimaskærmens tykkelse stadig kan sørge for en tilstrækkelig isoleringstykkelse i forbindelse med vedvarende energi til opvarmning.

Tanken om rigelige vedvarende energi kan måske synes lidt fjern her på vej ind i vinter og energikrise. Men på lang sigt kan argumentet jo godt vise sig rigtigt, hvilket, som forslag #59 "Fribyg" argumenterer for, vil skabe et behov for også i overført betydning at "sætte energien fri" og lade andre knappe ressourcer end energi være styrende i vores regelsæt. Grænserne for, hvilke planetære grænser der er de mest presserende at fokusere på, vil være i fortsat bevægelse.

# Tilbage til fremtiden

Det nye udfolder sig altid på et tapet af det bestående. Det gælder også tanker om boligbyggeri med minimalt klimaaftryk. Derfor er spørgsmålet nok ikke så meget hvordan forslagene frigør sig fra, men mere forholder sig til traditionen. Hvilke skuldre er det, man vælger at stå på? Hvad fastholdes og hvad fornyes? Her synes forslagene at falde i tre kategorier alt efter, om det er det førindustrielle, det industrielle/moderne eller de nyeste digitale produktionsteknologier, der er forbilledet.

## Det før-industrielle - en "ny" byggeskik

Forslagene vidner gennemgående om en interesse for at reaktivere materialer og byggemåder, som modernismens og industrialiseringens idealer og praksisser fik trængt ud på et sidespor. Det er, som forslagsstillerne mere eller mindre eksplicit kredser om, svært at forestille sig, at vi kan basere fremtidens bæredygtige løsninger på den modernitets- og ressourceforståelse, som har kendetegnet samfundet og herunder byggeriet de sidste 100 år; den periode, hvor den menneskelige belastning af kloden for alvor er accelereret. Referencerammen for byggeriet ønskes med andre ord udvidet fra modernisme til middelalder, fra 100 til 1000 år.

Forslagene rækker langt tilbage for at se langt frem. Det historiske blik gælder alle skalatrin: måden vores land dyrkes på (mindre monokultur), hvordan vores byer udvikles på (mere

omdannelse, mindre nybyg), måden vi bor og lever på (flere fællesfunktioner og måske færre kvadratmeter), indeklima (naturlig frem for mekanisk ventilation), samlinger (der kan skilles ad) og, sidst men ikke mindst, materialerne (lokale og mindre forarbejdede).

Forslag #79, "Re-gen Architecture" taler for at "kigge på traditionel byggeskik i Danmark og udlandet [...] formet efter sin tids klimatiske forhold, nære ressourcer og givne restprodukter" og lade "[...] projektet inspirere og formgive efter naturligt fremkomne ressourcer i Danmark." Lokale og historiske materialer er to sider af samme sag.

Forslag #108, "T-frame, fremtidens bindingsværk", ser tilsvarende "Bindingsværket [som] en direkte vej tilbage til rødderne, hvor vi producerer vores egne fornybare ressourcer til de fleste af de nødvendige byggematerialer." Det danske bindingsværkshus, norske laftehus og svenske stolpverkhushus er også inspirationskilden bag forslag #66, "Skovens Oversete ressource"; en byggeskik, som ifølge forslagsstiller giver huset rytme i sit udtryk, er bygbar og åben for forandringer over tid.

Forslag #78, "Naturrækkerne" ønsker "[...] igennem rationalisering, optimering og præfabrikation at afsløre og udfolde uforløste potentialer for basale materialer og traditionelle håndværk i nutidigt byggeri". Forslaget arbejder dermed med at definere en bæredygtig byggeskik i en blanding mellem genfortolkning og nytænkning - træ som samles gennem "[...] effektiviserede anvendelser af naglede træsamlinger", isolering der leveres som

præfab, men som "[...] grundlæggende (finder) sin inspiration i principper for både bindingsværk og tidligere tiders tanghuse."

Forslag #50, "Villa" taler i den mindre skala for at genintroducere skodder til at minimere varmetab og i varmere lande undgå overophedning. I en større skala arbejder forslag #82 "Grohuse" "[...] med reference til traditionelle stråttækte bondehuse med gårdsplads, kombineret med et moderne udtryk".

## Det industrielle

Samtidig synes der blandt forslagsstillerne også at være en klar bevidsthed om, at det gamle skal møde det nye – at der i dag er andre muligheder og vilkår for bygningers funktioner og tilblivelse. Vores krav til sundhed, indeklima og komfort er (heldigvis) blevet højere. Produktionsmetoder og lønningerne har udviklet sig markant, og der er derfor inspiration at hente – også fra de sidste 100 års udvikling i byggeriet.

Forslag #32, "Det Hollistiske hus" er således "[...] inspireret af modernismens opgør med de bærende ydermure og arbejder med en bærende søjledæk-løsning, som muliggør skiftende og ikke-bærende facader samt en fri grundplan, som muliggør skiftende funktioner og transformation over tid. Alle byggeriets komponenter er modulære og koblet mekanisk, så de kan skilles ad og genbruges." Den industrielle tanke om byggeri som "montage" bliver her mere en produktionslogik drevet af ønsket om hurtigt og billigt

byggeri; det bliver (også) en bevidst strategi for bygningers sammensætning og senere adskillelse, som falder godt i tråd med tidens cirkulære krav.

En anden klar eksponent for at lade biobaserede materialer og biodiversitet gå hånd i hånd med arven fra modernismens frontløbere finder vi i forslag #80 "The nexgen house". Forslaget "[...] seeks to be an environmental evolution of Buckminster's work" og arbejder ligesom Corbusier med hævede boliger, hvor der er plads til om ikke en kofanger, så en ko under huset. På materialesiden arbejdes der med en ny generation af industrielt fremstillede teglfacader, der som plantekrækker kan rumme en øget biodiversitet.

Andre forslag kredser mere eksplicit om behovet for at finde nye produktionsmetoder til fortidens materialer.

Forslag #104, "Godt selskab – mere at være sammen om" ønsker i forbindelse med træbyggeri at "[...] undersøge de industrielle muligheder og deres betydning for at gøre det skalerbart og dermed ramme en pris, der kan imødekomme et så stort marked som muligt."

Forslag #6, "Paydel" fra Iran argumenterer ligeledes for, at der er brug for præfab til at sikre billigt og ressourceeffektivt byggeri. Samtidig skal de lette, flade præfabrikerede moduler til gulve, vægge og lofter muliggøre fleksible kombinationer så "[...] users can easily disassemble the modules that make up their home and reconnect them after moving to another area" fx i tilfælde af jordskælv.

I hjemligt regi arbejder forslag #99,

"Klimakassen - rejsen mod det modulære typehus i træ til en klimaudfordret verden" for en fortsat udvikling af præfabrikerede typehuse med et lavt klimaaftryk.

Tilsvarende ønsker forslag #26, "Momo – det sunde habitat" "[...] at udvikle et optimeret installationsmodul, der indeholder bad- og køkken, samt plads til varmekilde og teknikskab, typisk de byggeteknisk mest komplicerede og omkostningstunge dele af et byggeri". De industrielle tanker om præfab, modularitet og systemleverancer kombineres her med ønsket om at udvikle en forretningsmodel, så installationsmodulet kan forhandles separat og bruges som grundmodul i et nybyggeri, eller som opgraderingsmoduler til en eksisterende bygning. Forslag #8, "Reblock" arbejder med muligheden for at udvikle træbaserede, modulære byggeklodser, der som legoklodser let kan sammensættes til bærende og isolerende råhus-vægge i tæt-lavt byggeri. I kombination med blandt andet løsuldisolering som papir- eller træisolering, fundering på skruefundamenter vil det med dette byggesystem ifølge forslagsstiller være muligt at opnå betydelige reduktioner i klimaaftrykket.

Forslag #24, "Housing construction from 4 to 1 planet" kan med sine tanker om en sekskantet præfabrikeret boliggenhed (svarende til den, man finder hos bistader) også ses som eksponent for en tilgang, der handler om industrialisering med målsætningen om at sikre "[...] speed, ease, price and minimum carbon footprint."

Behovet for at undersøge potential

i industrielle produktionsmetoder, der tillader volumen og ressourceeffektiv produktion synes langt fra udtømt - også selv, når/hvis modernismens formsprog ikke længere er udgangspunktet.

## Nye produktionsformer – "industri 4.0"

Hvor nogle aktiverer industrielle produktionsforståelser, er der andre, der arbejder med en række nye produktionsstilgange baseret på parametrisk design, sensorer, kunstig intelligens, fuldautomatisk produktion (bl.a. 3D printere) etc. Et gennemgående argument er, at denne såkaldte "Industri 4.0" tilgang er særlig velegnet til at håndtere den øgede varians i biobaserede materialer, samt at det gennem optimeret design muliggør en ekstrem nøjsom brug af de mest ressourcebelastende materialer.

Forslag #94, "recon wood house" afsøger mulighederne for at øge udnyttelsesgraden af træ ved hjælp af ny teknologi. I et konventionelt set-up er det ressourcekrævende at projektere og bygge med træ i forskellige længder og projektering, men ved hjælp af parametrisk design er det i dag muligt at projektere avancerede bærende konstruktioner bestående af mange forskelligartede "træklodser", som efterfølgende kan samles rationelt i et samspil mellem robotter og digitalt understøttede arbejds gange.

# Det store i det små

## – er mindre bedre?

Forslag #111, "Felted Earth" (filtet jord) er et andet eksempel på, hvad der kan opstå i mødet mellem nye produktionsteknologier og historiske byggematerialer. En 3D-printer, der kan arbejde med ubrændt ler giver mulighed for at formgive huset i buede former, som gør, at huset alene skal håndtere tryk og ikke træk hvorved armeringsjern eller tilsvarende kan undgås. Lervæggene iklædes efterfølgende en robotfiltet "uldtrøje" der på samme måde som "Goretex" gør lerfacaden robust og beskytter den mod vejrliget. Projektet viser med andre ord, hvordan nye produktionsteknologier og genemtænkte materialesammensætninger gør det muligt at løse nogle af de udfordringer der er ved biobaserede løsninger (her at ler ikke er godt til at håndtere trækkræfter eller vand).

3D-print er også udgangspunktet for forslag #23, "3D-print af fremtiden grønne vådrum i 1:1 med carbon capture-teknologi", hvor det foreslås brugt til at lave vådrummet, som er et teknisk svært og en materialemæssig CO2-tung del af huset. Dette kan ifølge forslaget ske ved hjælp af "carbon capture" teknologier, hvor CO2 indfanges og indgår i printmaterialet til vådrummet. Forslag #10, "Minimass: creating low-carbon, low-cost, 3D printed concrete beams for the construction industry" målretter printteknologien mod et andet område, hvor der er basis for at reducere mængden af anvendt beton betydeligt: bærende bjælker. Ved hjælp af printteknologien bliver det muligt at placere betonen netop der, hvor der er brug for styrken, sådan at den samlede materialemængde kan reduceres. Forslag #1, "3d-printet byggeri – rejsen mod en bæredygtig fremtid i byggeriet", giver derimod et

bud på en proces, hvor hele byggeriet printes i beton.

Forslag #51, "Building rocks" ser på muligheden for at bruge scannere og kunstig intelligens til at muliggøre, at vi igen kan bruge marksten af forskellig størrelse i fundamenter. Idéen er, at markstenene scannes, og en computer efterfølgende selv beregner, hvordan stenene kan stables til et bygbart og holdbart fundament.

Forslag #68, "Powers of scale" tager de digitale redskaber med ind i designprocessen med ønsket om at skabe evidens i CO2-beregningerne. Med afsæt i forslagsstillers portefølje af stadig flere huse med lave CO2-emmissioner er målet at udvikle et parametrisk designværktøj, der hele tiden kan følge og forbedre CO2-aftrykket også i de tidlige designfaser. Tilsvarende arbejder forslag #113, "Online tilgængelige programmer til beregning af bæredygtig polypropylen fiberarmering i betonkonstruktioner" også med at bruge digitalisering til at minimere brugen af CO2-belastende materialer, her i form af et online beregningsprogram, der fremmer brugen af plastfiberarmering af beton; en metode, der sparer både brug af beton og armeringsjern.

Udgangspunktet for 4 til 1 planet initiativet har været ønsket om at reducere CO2 aftrykket per kvadratmeter bolig. Samtidig er det oplagt, at antallet af byggede kvadratmeter per person også påvirker byggeriets samlede aftryk. En lang række forslag undersøger på muligheden for at reducere det byggede areal uden tab af oplevede kvaliteter. Ved at gøre de små rum mindre og de store rum mere rumlige, gennem funktionsoverlap og delefunktioner behøver småt ikke at være småligt. Som forslag #104, "Godt selskab, mere at være sammen om" siger det: "Vi skal bo på mindre arealer, uden at vi går på kompromis med den arkitektonisk kvalitet. Boliger skal imødekomme nye familie og arbejdsformer. Og en ny tørst efter nye formere for fællesskaber". Eller som forslag #57 (udpeget som vinder i Next Generation Architecture) udtrykker det i sit manifest for "den planetært rimelige bolig" skal vi "kvarte ressourcetæren" både ved at ændre byggeteknik og boformer.

Forslag #71, "Gaia", (udpeget som vinder i Next Generation Architecture) arbejder med "Den boligkvalitative kvadratmeter", og viser hvordan man gennem delte funktioner kan reducere de enkelte rums størrelse markant uden funktionstab – ifølge forslaget er det muligt at opnå 30-40 procents reduktion for de forskellige rumtyper i forhold til nuværende gennemsnitsstørrelser.

En række forslag indsendt af studerende ved DTU (74/81/83/85/86/87/90/92/93) nyfortolker det japanske 9-tsubo huskoncept; oprindeligt udviklet for at skabe små, men rummelige boliger i et økonomisk

trængt efterkrigsland. Der arbejdes med en kvadratisk grundplan på knap 30m2 og dobbelthøje rumligheder med mulighed for indskudte private zoner; ofte bygget med biobaserede materialer og en ambition om mindre afhængighed af forsyningsnettet.

I forslag #65, "Det skalerbare biogene hus" er husene bygget op som smalle længehuse med en bredde på kun 5 meter med henblik på at få gennemlyste opholdsrum med god kontakt til det udvendige på begge sider af huset. Ligesom i 9-tsubo husene arbejdes der med åbne planløsninger og stor rumhøjde (til kip), der ifølge forslaget bidrager til følelsen af at være i et "eksklusivt rummeligt" hus til trods for husets relativt lille areal. Forslagets grundmodul er på 48 m2, som rummer de nødvendige funktioner (køkken, bad, ophold, soveværelse) for den lille familie – i takt med, at behovene stiger, kan der lægges yderligere moduler på i forlængelse eller forskudt på grundmodulet.

Et tiny koncept, der skærer helt til benet i forhold til arealoptimering, finder vi i forslag #67, "Turtle house", hvor et enkelt fællesrum omkredses af små nicher og private zoner. Løsningen er tiltænkt markedet for fritidshuse (som ifølge forslagsstillerne er hastigt voksende), og viser hvordan varianter for køkken, soveværelse, badeværelse som perler på en snor kan sammensættes til utallige kombinationer rundt om fællesrummet. Den mindste viste boligenhed er på bare 22m2. Konceptet baserer sig, som 9 tsubo-forslagene, på inspiration fra Japan, men får her sin egen bearbejdning og udtryk. Forslaget er en videreudvikling af "flowerhouse", hvor forslagsstillerne

lader et cirkulært, beplantet gårdrum være sommerhusets samlingspunkt, der minimerer behovet for store byggede rummeligheder. Uagtet at begge forslag omhandler fritidshuse, som i sig selv ikke bidrager til at reducere det byggede areal, er forslagens brug af generøse fælles ude- og inderum til at minimere det byggede areal tankevækkende.

Forslag #82 "Gro Huse" taler for, "[...] at vi skal ned på et areal, der passer til vores reelle behov samt bedre udnyttelse af kubikmeterne!". Pointen synes igen at være "færre kvadratmeter", bedre kubikmeter/rummeligheder".

For forslag #79, "Re-gen architecture" handler behovet om at minimere det byggede areal og skabe en "kompakt stedsspecifik arkitektur" også om at holde den samlede pris nede for nye generationer af biobaserede materialer, der til en start må forventes at være dyrere at fremstille end konventionelle materialer.

Generelt kan man måske undre sig lidt over, at ønsket om at minimere boligens areal især omhandler enfamiliehusene. Som forslag #17, "Build by nature konsortiet" pointerer, mindsker dobbelt- eller rækkehuse både varmetabet og materialeforbruget i sammenligning med det fritliggende hus. Såfremt målet er at reducere ressourceforbruget, vil det have været logisk om flere forslag havde beskæftiget sig med etagebyggeriet. Hvordan ser ovenstående overvejelser om "tiny houses" ud, når de oversættes til "tiny apartments"? Som forslag #71, "Gaia" påpeger er der betydelige muligheder for funktionsoverlap og delefunktioner ikke bare i - også mellem boligerne.

# Fællesskab, familieformer og foranderlige boliger

Ovenstående overvejelser om boligernes udformning og størrelse synes med andre ord tæt koblet til tanken om nye former for fællesskaber samt boliger, der i højere grad afspejler bredden og foranderligheden i vores familieformer. Delefunktioner er ikke bare en ressourcemæssighed nødvendighed, det er også en måde at styrke fællesskabet på. Fællesskaber, der både er en kvalitet i sig selv, men som også kan understøtte det bæredygtige valg. Boliger i varierende størrelser handler ikke bare om at spare dyrebare kvadratmeter, det handler også om at skabe boliger, der i størrelse og gørelse passer til andet end børnefamilien. Forslag #64, "Residential genesis" (udpeget som vinder i Next Generation Architecture) påpeger således, er der en overrepræsentation af boliger til børnefamilier i forhold til den generelle sammensætning af husstande og stadig flere familietyper.

Som forslag #82, "Grohuse" er inde på skaber bæredygtighedskrisen også "[...] samfundsmæssige og økonomiske kriser og social ustabilitet. Dette skal fremtidens huse også give et svar på!". Forslaget arbejder med et basismodul på 45 m<sup>2</sup> til fire mennesker, der kan udvides, enten i gavl eller på siden i forberedte vinduespartier. Med modulsystemet kan en familie koble ekstra rum, kontor og orangeri efter behov og dermed mulighed for at beholde huset livet ud. Modulerne kan flyttes, hvilket åbner op for "[...] et mere fleksibelt boligmarked, hvor man kan købe huset, men ikke beliggenheden - eller omvendt". Forslaget sigter altså mod at reducere boligudgifterne og boliggælden både ved at reducere antallet af spildte kvadratmeter samt

ved i mindre grad at knytte boligerne til bestemte, dyre lokationer. Muligheden for at danne fællesskaber lokalt, og dermed være mindre afhængig af at bo i det rigtige postnummer, bliver dermed også en måde at styrke både den sociale og økonomiske bæredygtighed på.

"Foranderlige boliger" arbejdes der også med i forslag #33, hvor et søjlebælt-system i limtræ giver muligheder for at variere boligernes størrelse og ruminddeling rundt om etagehusets trappe- og installationskerne (også i limtræ); den enkelte bolig har ingen indvendig ruminddeling bortset fra toilet, så beboerne selv kan indrette og inddele rummene i deres bolig.

Forslag #61, "Arkitektur med naturen" præciserer fællesskabets nuancer i deres forslag til en tæt-lav bebyggelse: "Fællesskabet skal etableres i større eller mindre klynger med mere eller mindre fælles muligheder. Fællesskabet skal rumme mange forskellige muligheder for at bo, der afspejler den mangfoldige måde, vi sammensætter vores familie på i dag. Det er som udgangspunkt tæt-lav bebyggelse, men andre former skal også tænkes ind. Det kan være alt fra at dele vaskemaskine, boremaskine, debiler, gæstehuse og andre praktiske muligheder til at have fællesspisning, arbejdsdage o.lign."

Forslag #112, "Z Home" er et indisk bud på byggeri, hvis bæredygtighed i høj grad beror på samspillet mellem fysisk og social organisering; fx kombinationen af sociale "affaldslaug" og fysiske steder til at opbevare de byggematerialer, der bliver til overs,

når lejlighederne i bygningskompleksets rammestruktur løbende udvides og indskrænkes alt efter beboernes familiesituation. Forslaget er også interessant i sin påpegnings af, at behovet for at håndtere mange forskellige familieformer på ingen måde er unikt dansk.

Bygninger handler også om adfærd. Bygningen skal ikke bare være bæredygtige i sig selv, en "[...] lige så afgørende faktor er den påvirkning, som boligen kan inspirere i beboernes livsstil" som forslag #57, "Manifest for den planetært rimelige bolig" pointerer. For, som det fremhæves, er vi "[...] nødt til at tænke cirkulært i alle skalaer og alle aspekter af tilværelsen. Vi vil se kritisk på normer for boligens dag-til-dag-ressourcebehov, og udfordre hvorvidt disse kan optimeres. Hvad hvis spildevandet fra køkkenvasken dyrkede afgrøder til fødevarerbrug? Eller hvad hvis vandet fra toiletvasken løb videre ned i cisternen?"

I samme ånd taler forslag #44 for "at det byggede boligmiljø skal motivere mennesker til engagement og ejerskab for på denne måde at udvise en bæredygtig adfærd. Interessen for disse tiltag er stigende, blandt andet gennem nye kollektivistiske tanker om bofællesskaber på kryds og tværs, delefunktioner m.m."

Gennemgående vidner forslagene således om en stor interesse for samspillet mellem bygninger og fysiske fællesskaber. Måske lidt overraskende er der ikke så mange forslag der belyser betydningen af digitale fællesskaber og digital understøttelse af bæredygtige købsbeslutninger. Set

over en bred kam er forslagene i Next Generation Architecture og Sustainable Solutions meget analoge – digitale netværks samspil med biologiske og sociale netværk fylder ikke meget.

Her skiller forslag #26, "MoMo – det sunde habitat" sig ud. Forslaget arbejder med "en digital overbygning, eller parallelverden, hvor MoMo-universet kan bruges som en ressource både for brugerne og MoMos egen organisation. MoMoverse skal fungere en brugerdrevet innovationsplatform, hvor MoMo-konceptet kan folde sig ud, blive evalueret og udviklet løbende i dialogen mellem brugerne og MoMos forskere inden for sundt, bæredygtigt byggeri og adfærd. Lige så vel som vi i dagens samfund udvikler en digital tvilling, vil MoMo-husene udvikle et digitalt liv. Et vigtigt element i vores løsningstilgang er således også udviklingen af den digitale dimension af MoMo-konceptet. Vores vision er, at beboerne skal opfatte MoMo-huset som et ekstra familiemedlem, som fordres med omsorg i form af data igennem MoMo-husets digitale tvilling i MoMoverse". Dette digitale univers, hvor bygning og bruger kobles tæt giver også mulighed for "[...] at sammenholde simulerede data med indsamlet data fra de byggede huse og vil bidrage til at gøre os klogere på, hvordan fx brugeradfærd påvirker det faktiske energiforbrug i en bolig."

Et andet eksempel på, hvordan digitalisering kan bruge til at understøtte både kundevalg og produktion finder man hos forslag #76, "Greenday", der har "[...] et stort fokus på digitalisering og præfab, hvilket betyder, at kunderne kan designe og bestille deres

hus online. Målet er desuden "[...] at byggemodulet er så let at håndtere, at det kan samles af "ikke-håndværkere" og uden maskiner og stort udstyr", hvilket blandt andet giver mulighed for at grupper uden for arbejdsmarkedet kan engageres.

Det digitale kan med andre ord give brugeren en stemme og indflydelse, der ellers kan være svær at gøre gældende ind i byggeriets værdikæde. Og dermed måske være med til at fremme en bæredygtig omstilling.



# Et nyt landskab

## Fortætning eller fortrængning

Initiativet "4 til 1 planet" efterspørger løsninger til nybyggede boliger med et lavt klimaaftryk. Men, som flere forslag kredser om, hvad nytter det at løse det problem, hvis vi bare bruger løs af en af vores andre knappe ressourcer på jorden: arealanvendelse. Forslagene her stiller sig kritisk an i forhold til at inddrage nye arealer til boligbyggeri, og foreslår fortætning snarere end fortrængning som strategi. Forslagene sætter ikke nødvendigvis spørgsmålstegn ved, om der er brug for at tilpasse og ændre vores udbud af (blandt andet) boliger, men påpeger, at mulighederne for at "føje til" og "ind i" i den eksisterende bygningsmasse er rigelige til, at vi ikke behøver at øge byggeriets samlede arealanvendelse.

Forslag #64, "Residential Regensis" (udpeget som vinder i Next Generation Architecture) arbejder med tanken om "podning" – ligesom et træ kan podes med nye grene, evt. fra andre træsorter, vil eksisterende bygninger også kunne podes med bygninger med et andet dna og dermed tilføre bygningen nyt liv og undgå, at mere jomfruelig jord beslaglægges. Konkret anviser forslaget løsninger til podning af tage, gavle, og adgangsveje og angiver dermed løsninger både for den tætte by og forstaden.

Forslag #84, "Den biomangfoldige bolig - fra afgrøder til biomaterialer" taler om behovet for at "Vi skal bygge

ind i mellem, ved siden af og oven på eksisterende bygninger og infrastruktur og på arealer, der ikke kræver et usynligt betonhus under jorden (fundament) for at kunne holde et let hus over jorden."

En interessant dimension ved disse forslag er, at de også rummer løsninger for en fortsat udvikling af allerede tætte byer. Nytænkning af vores boliger handler ikke kun om renovering i byen eller nybygning i oplandet. Den handler også om nybygning i såvel som indbygget i byen. Forskellen mellem "renovering" og "nybyg" er måske mindre fast i fremtidens fortætninger.

## Areal-anvendelse og system-omlægninger

Andre forslag sætter spørgsmålstegn ved vores nuværende arealanvendelse på et mere systemisk niveau. Det er ikke nok at se på husene enkeltvis eller se på byggebranchen isoleret. Det er en samlet omoplægning på tværs af sektorer, hvis målene om at fremme biodiversitet, mindske arealanvendelse, skaffe flere groede CO2-lagrende materialer skal nås.

"Alt er forbundet" som Peter Kjær Arkitekter pointerer i titlen til forslag #56 og han fortsætter "Hvis vi skal leve og bygge inden for de planetære grænser, skal vi se meget bredt på hele vores samfund fra natur over landbrug til vores byer". Hans forslag

arbejder derfor med en gentænkning og sammensmeltning af "at dyrke" og "at bygge", hvor landbruget flytter ind i boligen i form af vertikal farming og boligproduktionen flytter i skoven, hvor fremtidens byggematerialer skal hentes. Optagetheden af at mindske presset på det dyrkede areal ser man også i forslagens arbejde med at udnytte hele træet - også fraskåret og de længder, der normalt er for korte til byggeret. Forslaget sigter bredere end klima, og givet et bud på, hvordan byggeriet kan bidrage til at fire af de af Stockholm Resilience Centre udpegede livsbærende systemer kan bringes i balance: klima, biodiversitet, brug af jorden og landet samt kredsløbet for kvælstof og fosfor."

Forslaget italesætter dermed direkte den kamp om land, der kommer, når behovet for dyrkede materialer til byggeriet øges: "landbruget optager allerede 60% af Danmark, det belaster vores biodiversitet og optager den plads, hvor vi gerne vil dyrke biogene byggematerialer."

Skiftet fra at bruge landbruget til at dyrke afgrøder til at dyrke byggematerialer har også været udgangspunktet for forslag #84, "Den biomangfoldige bolig - fra afgrøder til biomaterialer". Forslaget belyser, hvad der oplagt kan dyrkes på markerne, og hvordan lavbundslande kan udtages og omformes til såkaldt multifunktionel skovdrift - det vil sige skov, som kan kombineres med dyredrift, opholds-kvaliteter, energiproduktion fra vindmøller m.m. – der både fremmer biodiversitet og øger udbyttet af byggeegne materialer. Som forslag #56 "Alt er forbundet" er forslagsstillerne

her ligeledes optaget af, at løsningen af den planetære klimaudfordring samtænkes med de tilsvarende planetære hensyn, hvad angår arealudnyttelse og kvælstof-fosfor balancen. Med afsæt heri, foreslås en tæt-lav-bebyggelse, hvor bærende rammekonstruktioner i rundtræ ikklædes elementer baseret på især hamp.

Forslag #47, "den indre by" ser på koblingen mellem byggeri og transport, og foreslår "ny tænkning i bybebyggelse, hvor boliger, pladser, industri og handel tænkes sammen i en masterplan, hvor transport er elektrisk og effektiv, men nænsom. Samme forslagsstiller arbejder i forslag #48 i den mindre skala med relationen mellem bebyggelse og landskab: "Ved at etablere en beplantning på en bestemt måde rundt omkring huset, kan der skabes en vindprofil, som er uden hvirvler (laminar) og som dermed yder huset beskyttelse og mindsker behovet for energikrævende opvarmning."

Gen- og samtænkningerne mellem at bo og gro er også omdrejningspunktet for forslag #98, "Økosamfundet Egeskoven", som har fokus på "permakultur, fælles bæredygtigt landbrug og nytænkende, eksperimentelt byggeri. Visionære, CO2-neutrale boliger af selvbyg og medbyg, opføres med visionære byggematerialer og -metoder, som udvider vores gældende praksisser inden for bæredygtigt boligbyggeri."

Landskab og fællesskab som vejen til mindre, mere bæredygtige boliger arbejdes der også med i forslag #61, "Arkitektur med Natur". Her er "landskabet afgørende for placering og indretning af bygninger, og der

tages udgangspunkt i at udnytte alle eksisterende økologiske nicher som muligheder for udvikling af byer.



# Klimakrise

## – Forebyggelse og tilpasning

Forslagene i Next Generation Architecture sigter mod at reducere klimaaftrykket og dermed modvirke global opvarmning. Samtidig er det en erkendelse hos flere af forslagsstillerne, at den globale opvarmning ikke kan undgås, og at klimaet er i bevægelse, og at vi må tage dette med ind i vores udformning af fremtidens byggeri.

Som forslag #71, "Gaia" siger det: "Vores klima har ændret sig, og fremtidige klimaforandringer er uundgåeligt - også selvom vi opnår klimaneutralitet. Der kommer mere nedbør, mere sol, kraftigere vindstød og højere temperaturer, og det påvirker biodiversiteten. Klimaproblemerne bliver kraftigt forværret af, at nutidens boliger projekteres med gamle klimadata, der afspejler fortiden og ikke fremtiden."

På et praktisk plan er flere af træproducenterne optaget af, hvordan fugt i træbyggeriet håndteres. Bekymringen om fugt - med deraf følgende nedbrydning af træet og vækst af uønskede svamesporer - er ifølge forslagsstillerne en udbredt bekymring blandt bygherrerne, hvilket (ofte uberettiget) forhindrer træbyggeriets udbredelse i Danmark. Som navnet angiver, arbejder forslag #14, "Enabling wood in construction by removing the moisture barrier" med en fugtsensor, der kan måle fugtindholdet i trækonstruktioner både i opførelse og drift. Forslag #11, "Biobaserede konstruktionsløsninger til byggebranchen" (indsendt af Nordic Wood Industries) taler ligeledes om behovet for "at udvikle præ-accepterede løsninger på tag- og vægelementer, som kan anvendes i byggebranchen uden risici." For som de pointerer: "I takt med klimakrisen forventes sti-

gende temperatur og mere regn samt hård vind i fremtiden, og derfor er det essentielt at få undersøgt, hvordan man kan bygge mere i træ uden at gå i kompromis med bygningsfysikken. Herunder sikre os, at konstruktionen bl.a. ikke bliver udsat for fugtskader og har en lang levetid."

Biobaserede materialer kan være med til at modvirke den globale opvarmning. Men de har det ikke altid let med de klimaændringer, vi forventeligt står overfor. Ligesom træ, skal eksempelvis også stampede lerjordsvægge udføres med omtanke for at kunne tåle vejrliget herhjemme.

På et mere grundlæggende plan undersøger forslag #20, "A home by the Sea, from the Sea", hvordan klimaændringer kan være afsættet for at gentænke forholdet mellem havet og byen: "By moving with the water, instead of trying to barricade against it, we can build resilient amphibious housing and floating housing typologies along the coastline, utilizing bio-based materials from the sea itself." Forslaget arbejder konkret med boliger, der kan hæve sig, når vandet stiger samt med en materialepalette præget af havets materialer (fx muslingeskaller og tang).

Forslag #37, "Paradis", argumenterer for, at der i fremtiden kan være behov for globalt at inddæmme større lavtliggende ø- og kystområder for at sikre sig mod havvandsstigninger. Et paradys midt i en alt andet end paradysisk verden.

# Bæredygtig omstilling

## – Fra pilotprojekter til almindelig praksis

"4 til 1 planet"-initiativet har med denne konkurrence efterspurgt nytænkning. Især i Next Generation Architecture har vi ønsket at se forslag, der var overbevisende i sin helhedstænkning snarere end i sin detaljerede køreplan for en endelig realisering af idéerne. Det er i det lys ikke så overraskende, at mange af forslagene har samlet sig om det fysiske løsninger og arkitekturen - hvordan skal boligerne bygges, hvad skal de laves af osv.

Samtidig er det velkendt, at det er krævende at nå i mål med nye løsninger i byggeriet, også selv om både arkitektur, konstruktioner, materialevalg er tænkt godt igennem. Nye løsninger skal indføje sig i de praksisser og logikker, der er udviklet med afsæt i konventionelle løsninger; konventionelle løsninger som tilmed produceres i stor skala og derfor prismæssigt er svære at hamle op med til en start for nye produkter. Nye løsninger er enten ukendte eller behæftet med risici for køberne, hvorfor det kan være svært at få gang i efterspørgslen. Projekteringsredskaber såvel som bygningsreglement er gearret til at håndtere de konventionelle løsninger, hvorfor det kan være svært at overbevise rådgivere og myndigheder om brugen af eksempelvis nye materialer eller indeklimastrategier. Hvad siger forslagene om, hvordan disse omstillingsprocesser både af produktion, markeder og godkendelse kan hjælpes på vej?

Pris er for forslag #79, "Re-gen architecture" en afgørende udfordring at forholde sig til, hvis øget brug af biobaserede materialer skal sikres: "Bæredygtig arkitektur skal være for

alle, og derfor skal projektet være økonomisk forankret." Dette kræver "[...] standardisering af bæredygtige produkter. Således vil prisen for bæredygtigt byggeri på sigt også kunne konkurrere med konventionelle byggeprodukter." Et andet ben i at kunne konkurrere med gængse byggerier er at bygge færre kvadratmeter med bedre kvalitet.

At byggeriet står over for en større opbygning af leverancekæder, materialeudvikling og markedspladser målrettet biobaserede materialer vidner forslag #25, "Bio Hub – fra dansk landbrug til 100% danske byggeprodukter." Forslaget undrer sig over, at der i dag næsten ikke produceres biobaserede byggematerialer i Danmark til trods for, at vi er et landbrugsland med mange biobaserede restprodukter og stort know-how om, hvordan nye materialer kan bygges. En Bio Hub, der samler trådende, både hvad angår råvareproduktion, forskning, uddannelse af landmænd, start-ups, eksport og salg er derfor ifølge forslagsstilleren et næste oplagt skridt.

Forslag #88, "EcoModul360", indsendt af entreprenør og husbyggerfirmaet JDH-Byg, viser nogle af de emner, man skal arbejde med, hvis en eksisterende produktion skal omstilles. Som led i ambitiøs plan om at opnå absolut bæredygtighed i produktionen foreslår JDH-Byg i lighed med mange af de øvrige forslag et byggekoncept baseret på biobaserede materialer, naturlig ventilation, off-grid mulighed m.m. Men forslaget går videre og diskuterer, hvilke krav det stiller til certificering og code-of-conduct for de materialer og leverandører der benyttes. Og

påpeger dermed behovet for, at det ikke bare er bygningerne, men hele forsyningskæden, der gøres bæredygtig. Opgaven kan synes omfattende, men som det også fremhæves, løfter det målbart arbejdsglæden for de ansatte – så også hvad medarbejderrekruttering og -fastholdelse kan bæredygtige boliger være en vigtig del af en bæredygtig forretning.

Et andet eksempel på omstilling af eksisterende husproduktion finder man i forslag #99, "Klimakassen, rejsen mod det modulære typehus i træ." Målet er at "[...] demonstrere markedspotentialt ved at kunne levere modulært konstruerede højkvalitetstypenhuse til gennemsnitlige huspriser" med et livscyklus CO<sub>2</sub>-aftryk på under 5 kg til en start og med mulighed for yderligere reduktion i senere produktmodeller. Forslaget tager udgangspunkt i Scandibys modulproduktion, som gennem en række tiltag optimeres med henblik på CO<sub>2</sub>-reduktion og øvrige bæredygtighedsparametre: gennemgående brug af træ, systematisk rationalisering af byggeprocesser og materialevalg med afsæt i miljøvaredeklarationer, dampbremser frem for dampspærre sedumtag til at fremme biodiversitet, ventilationsvinduer og varmepumper til energieffektivt at sikre godt indeklima, en hurtig og energieffektiv byggeproces, en digital tvilling af bygningen, der gør det lettere at drifte boligen og dokumentere ændringer i dens levetid.

Et andet spørgsmål er, om omstillingen til biobaseret materialer kan gå hurtigt nok. Eller om der er brug for fortsat at optimere konventionelle løsninger som en vigtig forudsætning for at kunne levere i den skala og til den pris, som

# Biologiens tidsalder

## - og skrøbelighedens styrke

efterspørges globalt. Det spørgsmål har forslag #97, "House of plastic", indsendt af Plastindustrien på vegne af en række medlemsvirksomheder, et klart svar på: "Konsortiet bag dette pitch mener, at der let kan opstå knaphed på bæredygtige biogene materialer, og at der ikke er nogen vej uden om de syntetiske, menneskeskabte polymermaterialer: plast." Som det påpeges af forslagsstiller, har plast ikke bare udgjort en hjørnesteen i menneskers velfærdsløft verden over; der er også genstand for en væsentlig bæredygtig omstilling i forsyningskæden, i produktionen gennem vedvarende energi og i tilbagetagningsordninger, der mindsker affald og presset på at bruge nye fossile råvarer.

Forslaget fra Plastindustrien giver et indblik i den omfattende omstilling der finder sted også inden for de såkaldt konventionelle materialer og appellerer til en nuanceret og informeret diskussion af veje til en planetær fremtid. Som det fremføres i forslaget, er det, ligesom for de biobaserede materialer, i høj grad "[...] konventioner, bygningsreglement og fordomme", der står i vejen for bæredygtige løsninger; også når det kommer til anvendelsen af plast.

Med skiftet fra det gravede til det groede følger også en anden tidsopfattelse med. Vi skal arbejde med materialer der hurtigt gror og kan absorbere CO2 uden at beslaglægge for store arealer for længe af gangen. Og vi skal vende os af med tanken om, at byggematerialer skal holde evigt. Som #72, "Fragile", rammende formulerer det: "Vestlig arkitektur indskrives ofte i en tidsskala, der minder om geologiens. Den brændte ler og den støbte beton minder os (både poetisk og fysisk) om, hvordan jordens stenarter er formet i en kombination af langsomme tektoniske skift og varme fra jordens indre. Samtidig er vi opfostret med, at vi skal "forskanse os" mod naturen. Vi bygger for at beskytte os mod de mest ekstreme tilfælde, vores klode kan kaste efter os."

Tilsvarende overvejelser om et nødvendigt opgør med tanken om det uforanderlige som forudsætningen for, at vi kan reparere forholdet mellem mennesker og andre artsfæller, finder vi i forslag #39, "Artsfællesskaber". Boligen skal ikke længere beskytte os mod naturen, men aktivt være del af og bidrage til de energistrømme, som er forudsætningen for alt liv. Og som i forslag #72, "Fragile" peges der på behovet for at undersøge grænsefladerne mellem biologi, arkitektur og teknologi. Som det illustreres i forslag #39, rummer mødet mellem levende væv af biomateriale og de almindelige faste rammer for boligbyggeri uudforskede muligheder for dynamiske grænsedragninger og skabe et fællesskab alle arter imellem.

Begreber som "symbiotisk levedygtighed", "nedbrydning", "komposter-

bare materialer" og "artsfæller som medplanlæggere" blive her centrale arkitektoniske virkemidler i en verden, hvor der ikke kan eller bør skelnes mellem mennesker og andre livsformer. Det er, som forslag 72 formulerer det, nødvendigt at udskifte geologien med biologiens tidsalder - foranderligheden er en kvalitet og forfaldet et muligt "æstetisk virkemiddel".

En oplagt udfordring, eller genstand for videre undersøgelse om man vil, er, hvordan denne nedbrydning og foranderlighed balanceres med ønsket om sunde boliger, der yder beskyttelse mod vejr og vind. Hvordan undgås det eksempelvis at lerfacaden vaskes væk eller bygningens bærende funktioner kollapse? Denne problematik er udgangspunktet for forslag 29, "Biomembran 1.0", der ønsker at udvikle et biobaseret alternativ til bitumenmembranen for en af de mest udsatte elementer i klimaskærmen, det flade tag; en udfordring, de er helt bevidste om: "Det kan forekomme fortvivlende for nogen at undersøge en bionedbrydelig membran, som skal etableres på et sted, hvor bygningen er mest eksponeret for vejrlig. Men vores løsning appellerer mod et paradigmeskift, hvor det ikke er levetidstabeller, der afgør stedfæstelse af produktet." Helt i tråd med tankerne om biologiens tidsalder er målsætningen, at membranen skal holde fem år før den udskiftes – en kort levetid, der ikke er et problem, men snarere end kvalitet ifølge forslagsstillerne: "Hvad hvis det er gavnligt, at der kommer en tagteknikker ud, hvert femte år for at "høste" det gamle tag, til glæde for naturen. Samtidigt sørges der for at taget bliver undersøgt for utætheder forholdsvis

hyppigt. Det vil ligne en abonnementsordning, og det er vi allerede vant til." En central pointe her er altså, at byggeriet vil have meget at vinde ved korte livscyklusser, hvor huset løbende opgraderes, hvilket foruden integration i naturens kredsløb vil give anledning til hurtigere udviklingscyklusser for produkter og forretningsmodeller, hvor byggeriet bliver en løbende service snarere end et dyrt engangskøb.

Eller som det udtrykkes i indledningen til det i alle skalaer meget gennarbejdede forslag #71, "Gaia": "Vi skal se verden som en helhed! Klimakrisen kræver nytænkning og innovation, der går på tværs af boligbyggeriets fastlåste standardløsninger, og som sammentænker vores levende cyklusser."

# Vægten af et kilo

2,5 kg/CO<sub>2</sub> per bygget m<sup>2</sup> over en 50-årig livscyklus har været udgangspunktet for denne indsats. Det er et markant spring fremad i forhold til ikke bare det generelle niveau for nybyggede boliger, men også i sammenligning med de bedste kendte eksempler i ind- og udland.

Men hvad tænker forslagsstillerne egentlig om målsætningen? Er den for ambitiøs eller uambitiøs? Og hvad med de øvrige planetære grænser?

Forslag #71, "Gaia" ønsker at reducere mere end 4 til 1 initiativet – målet må for dem at se være klimaneutralitet. Forslaget anviser en strategi for, hvordan byggeriet i seks trin kan gå fra business as usual samlet til denne målsætning samt angiver, hvorledes byggeriet kan medvirke til at forbedre de øvrige livsbærende systemer.

Forslag #56, "Alt er forbundet" og forslag #84, "Den biomangfoldige bolig" peger i deres forslag til arealoplægninger på, hvordan byggeriet bør være med til at bringe ikke bare CO<sub>2</sub>-udledninger i balance, men også bør sikre, at hensynet til biodiversitet, klodens arealanvendelse samt kvælstof-fosfor cyklussen tilgodeses.

Forslag #57, "manifest for den planetært rimelige bolig" sætter i bevidst dogmefilmsstil barren højere- eller lavere om man vil: "2,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/p.a. er en ambitiøs og nødvendig grænseværdi at fastsætte, men vi ser nødvendigheden af en mere grundlæggende dogmatik til at sætte retningen. Hvis vi fortsat bygger større pr. person, bliver 2,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/p.a. symptombehandling. Hvilke værdier er

mest meningsfulde for vores hjem – og hvilke kan udelades eller deles om? Vi skal turde gentænke hele værdikæden fra bolig til bruger." I optikken her er det hele tilgangen til forbrug, der er forkert. Og det handler om andet og mere end at nå et givent CO<sub>2</sub>-niveau.

Forslag #64 "Residential regeneration" formulerer samme hovedpointe således: "I dag kan vi ved hjælp af upcycling og biogene materialer skabe boliger med et footprint under 2,5 kg. CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> pr. år. Men det bringer os ikke fra 4 til 1 planet. Derfor foreslår vi en ny bygningsstrategi, der substantielt og bioetisk tager stilling til, hvordan vi bor og lever sammen med naturen omkring os – becoming by living together." Og de fortsætter: "Der er brug for en gennemgribende omstilling, en adskillelse af vækst og ressourceforbrug. For byggeriet betyder det, at vores ageren på tværs af værdikæderne må tages op til revision. Det er ikke nok at lave en ny boligtype. Der kræves nye vaner, nye typologier, nye byggemetoder – en ny tektonik."

2,5 kg CO<sub>2</sub> er et godt sted at starte. Men det er ikke slutmålet. Budskabet fra disse ansøgninger er, at vægten skal ned og hensynet til de øvrige livsbærende systemer skal op. CO<sub>2</sub>-aftryk er ikke det eneste, der vægter i byggeriets bidrag til en bæredygtig fremtid.



Udvælgelse af vinderforslag  
Jurymøde 31. august 2022 hos Realdania



# 05 Jury

Til at bedømme de indsendte forslag er der ned-sat en jury med repræsentanter fra alle led af værdikæden og med kompetencer inden for den udførende del samt forskning. Juryen bestod af:



**ELISABETH HEIMDAL WÆRSTED**  
Business Development Manager,  
HusCompagniet

- Med et brugerfokuseret blik for
- Innovativ produktudvikling
  - Nye materialer
  - Indeklima og rumakustik



**MICHAEL K. RASMUSSEN**  
Projektleder på vegne af VILLUM  
FONDEN

- Med et strategisk blik for
- Purpose-drevet forretning
  - Innovation og transformation
  - Branding og marketing



**STEFFEN E. MAAGAARD**  
Koncernkompetencechef, MOE

- Med et holistisk blik for
- Helhedsorienteret syn for miljømæs-sig og social bæredygtighed
  - Bygbarhed og skalerbarhed
  - Viden om materialers bygnings-fysiske egenskaber



**TRINE LYNG MADSEN**  
Bæredygtighedschef, MT Højgaard  
Holding

- Med et strategisk blik for
- Bæredygtighed og forretningsudvikling
  - Forandringsprocesser
  - Bæredygtighedsrapportering



**LINDA HØIBYE**  
Green Impact Director,  
Danmarks Grønne Investeringsfond

- Med en miljøingeniørs blik for
- Livscyklusvurdering
  - Strategisk bæredygtighed
  - Bæredygtige investeringer og finan-siering



**TORBEN VALDBJØRN RASMUSSEN**  
Ph.d. og senior forsker, BUILD, Aalborg  
Universitet

- Med en materialeforskers blik for
- Udvikling af nye byggematerialer og komponenter
  - Byggematerialers egenskaber og anvendelse samt deres ydeevne og holdbarhed i funktionen
  - Dokumentation, bygningsreglement og standarder



**LARS AUTRUP**  
Direktør, Akademisk Arkitektforening,  
repræsentant for UIA 2023

- Med en arkitekts blik for
- Værdiskabelse gennem arkitektur
  - Bæredygtighed gennem helhed-stækning
  - Fornyelse gennem arkitektkonkur-rencer



**OLLI FISCHER**  
Investeringsdirektør, NREP

- Med et kommercielt blik for
- Ejendomsinvesteringer
  - Kunde- og markedstendenser
  - Billige og bæredygtige boliger



**STIG HESSELLUND**  
Projektchef, Realdania

- Med en arkitekts blik for
- Absolut bæredygtighed
  - Nye lavenergimaterialer og byg-geteknik
  - Filantropi og innovation



**CECILIE MAZANTI KRISTIANSEN**  
Senior projektleder/kampagneleder,  
Bolius

- Med et kommunikativt blik for
- Datadrevne indsigter om dansk-ernes boligforhold
  - Forandringskabende formidling om at bo bæredygtigt
  - Kampagner med gennemslagskraft



**PELLE MUNCH-PETERSEN**  
Arkitekt MAA, Ph.d., Adjunkt, CINARK,  
KADK

- Med en arkitekts blik for
- Absolut bæredygtighed
  - Materialepyramiden
  - Materialer og arkitektonisk helhed



Lars Autrup, Arkitektforeningen  
Jurmøde 31. august 2022

# 06

## Vinderforslag

Følgende afsnit gennemgår de 11 vinderforslag i de to call "Sustainable Solutions" og "Next Generation Architecture". Hver forslag efterfølges af en individuel udtalelse fra juryens dommerbetænkning.

Hvert forslag er markeret med følgende ikoner, som indikerer:



De seks udvalgte arkitektprojekter er:

- Matter of Space og Niche Arkitekter "Halmværk"
- Tegnestuen Lokal og Aaen Engineering "Manifest for den planetært rimelige bolig"
- Henning Larsen samt Djernis & Bell "Residential regeneration"
- CF Møller Architects "Gaia – life cycles within boundaries"
- Reværk "Naturrækkerne"
- Rønnow Arkitekter, LETH & GORI og CINARK "En lille bolig i tækkede teglblokke"

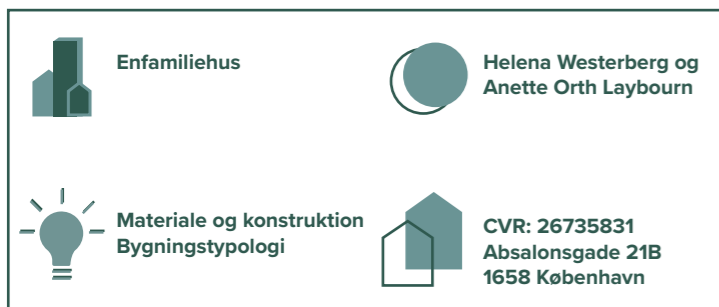
De fem udvalgte løsninger er:

- EcoCocon Danmark ApS "Bygninger skal gros af hurtigt fornybare ressourcer"
- Søuld ApS "Nænsomt forarbejdede produkter af dansk ålegræs"
- Næste Byg ApS "Arkitekttegnede skure af genbrugsmaterialer"
- DBI – Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut "Ressource – forædling af byggeaffald til nye byggematerialer"
- Dansk Solenergi ApS "Solceller som nyt byggeelement uden æstetiske begrænsninger"



# Matter of Space

## HalmVÆRK



### LØSNINGEN

Vi bruger halm som er det primære byggemateriale i vores bæredygtige bolig. Halm er et billigt og lokalt tilgængeligt byggemateriale, der har optaget CO2 under sin vækst, og som fortsat lagrer CO2 i husets levetid.

Eftersom halmen kan lægges i flere lag, kan vi arbejde skulpturelt med husets vægge, og skabe rum på begge sider. På den måde vender huset begge veje, og interagerer med det omkringliggende landskab. Indenfor laver vi nicher som f.eks. rummer soveværelse og bad. Udenfor skabes rum som kan indtages af dyr- og planteliv.

Huset har en synlig bærende trækonstruktion som interagerer med det indbyggede inventar. Træet fungerer både konstruktivt og som et dekorativt og livgivende element.

Naturligt lys fra alle fire verdenshjørner og fra himlen, giver en god forbindelse til naturen rytme og årstidernes skiften.

I designprocessen undersøger vi også hvor lille en komfortabel bolig kan være, gennem at gentænke de forskellige rums udformning og arealforbrug. Når vi inddrager omgivelserne som en del af boligen, opleves den større end de kvadratmeter den består af.

På taget planter vi en have af vilde blomster, i samarbejde med en taggartner, der tiltrækker insekter og sommerfugle og understøtter den biologiske mangfoldighed.

Vi har fokus på at bruge så få materialer som muligt, for at minimere CO2, både i tilvirkningsprocessen og under transporten. Udover halm og træ, bruger vi andre naturlige materialer, som marksten, kalkpuds og lerpuds, der nemt vil kunne adskilles, genbruges eller forgå i naturen.

### INNOVATION

#### Halm

Vi bruger halm som det primære bygningsmateriale. Halmen lægges i et eller flere lag som vi efterfølgende arbejder med skulpturelt for at skabe større og mindre rum. Huset lukker sig ikke om sig selv, men inviterer til ophold på begge sider. På den måde bliver den indre og ydre side ligeværdige. Den bærende trækonstruktion er synlig, og bliver brugt både funktionelt, dekorativt og som en del af husets inventar.

I pagt med naturen

Boligen inviterer og integrerer med naturen på flere måder. De tykke halmvægge bliver udformet på en måde hvor de åbner op for muligheden for at forskellige dyr kan søge ophold i dem. I samarbejde med eksperter på området bliver det lavet rum og udhulinger til dyr og fugle. Det kunne f.eks. være til den truede flagermus, pindsvin eller svaler

På taget er der plantet en have. Her trives sommerfugle, bier og insekter. Farverne skifter sammen med årstiderne. Haven bliver anlagt i samarbejde med en taggartner. Det grønne tag

opsuger regnvand og fungerer som et foderkammer for fugle.

Få kvadratmeter – oplevelsesrige rum

I udformningen af boligen gentænker vi vores gængse indretningsvaner, og overvejer hvordan vi kan bo på færre kvadratmeter uden at miste de rumlige oplevelser og den funktionalitet vi gerne vil have i en bolig. Soveværelset er blevet til en niche, hvor man ikke bliver forstyrret, men med kig op til himlen. Inventar skal ikke skiftes ud, men er integreret i husets konstruktion. Uderum er let tilgængelige og opleves som en del af boligen. Konceptet indeholder også muligheden for at addere rum hvis der senere er brug for flere kvadratmeter

### PLANETÆRE GRÆNSER

Vi vil skabe et hus som interagerer og lever med sine naturlige omgivelser.

Vi anvender udelukkende lokale materialer og ressourcer, som er transporteret på CO2 minimal vis.

Vi vil bruge byggematerialer, som har optaget CO2 i deres vækst. Vi ønsker at skabe et hus som forsat optager CO2 i sin levetid.

Ved at anvende ganske få materialer reduceres CO2 fra transporten fra tilblivelsen fra materialet til stedet. Vi vil arbejde med 7 primære materialer, hvoraf størstedelen af byggematerialerne nemt vil kunne adskilles, genbruges eller forgå i naturen:

- Marksten
- Træ
- Halm
- Kalk
- Ler
- Vinduesglas
- Grønt tag

Der skal anvendes rene materialer uden kemi og andre skadelige stoffer for mennesker og miljø.

Fundamentet etableres med marksten, hvorpå et isoleret terrændæk opføres. Boligen vil være hævet og sikret ved skybrud, men samtidig give bo-, ly- og læsteder for dyr. Boligen skal efter endt brug kunne fjernes uden at efterlade andre spor end marksten.

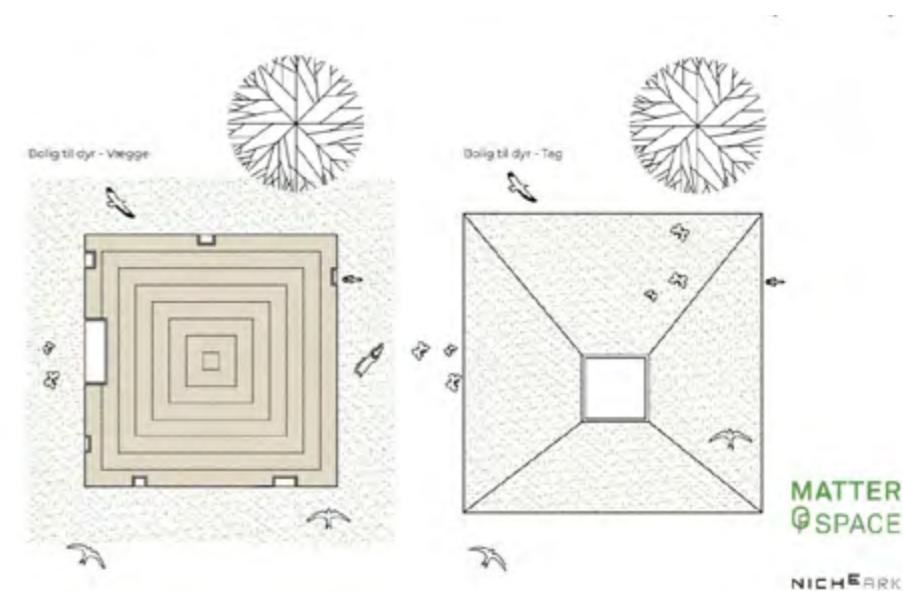
Konstruktion, vinduesrammer, inventar opbygges af træ eller genbrugstræ afhængigt af tilgængelighed og CO2 beregning.

Nyt træ skal naturligvis stamme fra bæredygtigt skovbrug, men transport til stedet skal inddrages som parameter. Der skal genplantes nye træer for at erstatte de anvendte.

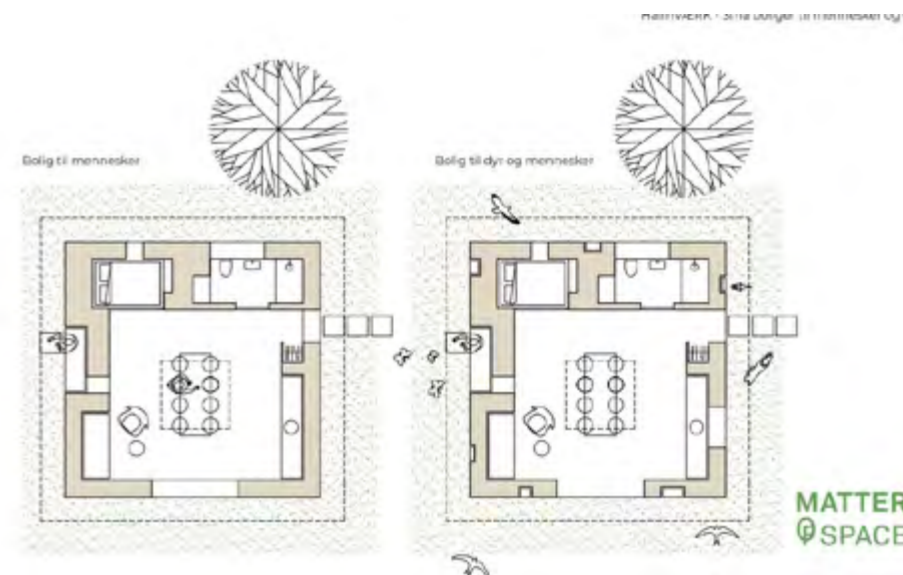
Energi, varme og vand skal i videst mulige omfang høstes, lagres og genanvendes.

Taget opbygges med isolering i halm begrønnet i et passende vækstlag tilpasset forskelligartede planter.

Udover at opsuge regnvand, CO2 og rense luften vil taget have en afkølede effekt på nærmiljøet.



MATTER  
@SPACE  
NICHARK



MATTER  
@SPACE

Vi vil designe for at der opstår biotoper og biologiske nicher helt tæt på, i og ved bygningen. Dette vil ske på taget, i væggene og i fundamentet samt i de nærmeste omgivelser ved hjælp af terrænbearbejdning. Alt dette for at skabe artsrigdom og højere biodiversitet.

#### INSPIRATION

Vores idé er at skabe en lille smuk bolig af naturlige og sunde materialer, som interagerer med naturen. Vi har kigget på, og blevet inspireret af, traditionelt dansk byggeri, hvor man har bygget de nødvendige rum af de materialer man kunne finde lokalt.

På trods af de senere års fokus på bæredygtigt byggeri er de danske boliger er blevet større og større. Vi vil gerne skabe en lille bolig hvor alle funktioner er gennemtænkt og optimeret, og hvor der i stedet for mange m<sup>2</sup> er skabt en rigdom i rumlighed, og hvor den omkringliggende natur bliver en del af boligen. På den måde er den oplevede bolig ikke begrænset til de m<sup>2</sup> der ligger indenfor husets fire vægge.

Det vilde og utæmmede plante- og dyreliv har det svært i Danmark, og derfor føler vi os inspireret til at skabe plads og mulighed for at dyr og planter kan flytte ind i vores bolig. Boligen skal ikke tage noget fra naturen, men i stedet gøre plads til mere og vildere natur.

Byggematerialerne er billige, men den arbejdskraft og den omsorg der bliver brugt når man bygger boligen

er indlejret i materialerne i evig tid. På den måde fungerer boligen som et batteri hvor man bliver ladet op.

Materialerne er sunde og naturlige. Halmen er et simpelt og ligetil byggemateriale. Træet er stærkt og smukt, både som konstruktionsmateriale og til inventar. Det dufter godt, giver et godt indeklima og kan formes på uendelige måder.



## Dommerbetænkning

Som de øvrige vinderforslag er forslag 53, Halmværk kendetegnet ved evnen til at løse flere udfordringer på en gang. Som navnet angiver, er halm her det primære materiale. Halm er et hurtigt voksende lokalt produceret restmateriale, der i et landbrugsland som Danmark er meget af. Materialet er derfor oplagt at bruge for at binde CO<sub>2</sub> og reducere brugen af nyindvundne materialer.

Halmvægge er kendetegnet ved at være forholdsvis tykke. Forslag 53 gør denne egenskab til en fordel. Ved at arbejde skulpturelt med halmen og den bærende trækonstruktion etableres der opholdszoner, nicher og inventar indenfor, der gør den kompakte bolig attraktiv. Forslaget anviser dermed en meget direkte kobling mellem arealoptimering og de valgte materialer. På ydersiden arbejdes der tilsvarende med, at husets opbygning kan indtages af dyr- og planteliv, og at huset dermed er i tæt kontakt med det omkringliggende landskab. Hvor en traditionel klimaskærm handler om at holde naturen ude, arbejder forslaget med en bevidst flydende overgang, der kan øge biodiversiteten og vores værdsættelse af den.





Forslaget udmærker sig alt i alt ved at anviser, hvordan materialevalget og en ønsket nærhed til natur kan skabe en kompakt, attraktiv bolig med et minimalt fodaftryk.



# Tegnestuen LOKAL + Aaen Engineering

## QUARTER PIE PAVILION - Manifest for den planetært rimelige bolig



 Ikke oplyst	 Rasmus Svane Høj
 Materiale og konstruktion Redefiner tænkemåde	 CVR: 36972017 Vesterbrogade 20, 1. th 1620 København

### LØSNINGEN

I Danmark opbruger vi hvert år fire gange vores kvote af jordens ressourcer, og hver dansker bor gennemsnitligt på hele 53 m<sup>2</sup>. Disse tal er kun steget med velfærdssamfundets udvikling, men er næppe lineært forbundne med hverken livskvalitet eller velfærd. Til gengæld er de planetært uforsvarlige! Løsningen bliver at kvarte boligens ressourceærte, og derved foreslå, hvordan vi kan bidrage til at gå fra fire til én planet.

Vi er nødsaget til at genoverveje vores forståelse af 'hjemmet'. Skal vi beskæftige os troværdigt med et helhedsgreb for en (økonomisk) bæredygtig bolig, så lad os fra start introducere en helt central refleksion: Kan vi overhovedet have en målsætning for CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> uden samtidig at stille krav til CO<sub>2</sub>/person? Vi må kigge grundigt på hvordan vi bygger, men også hvorfor vi bygger.

'Boform' (CO<sub>2</sub>/person) og 'konstruktion' (CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/p.a.) er derfor ligeværdige økologiske spor at afsøge! Deres samspil vil danne arkitekturen af vores forslag, og samtidig løsningen for, hvordan vi går fra fire til én planet.

I sidste ende er vores mål at bruge projektet til at udlede ti bud for boligarkitekturens fremtid, som vi vil udstille sammen med pavillonen. Fem for hvert spor. Et manifest for den 'planetært rimelige bolig'.

Hvorfor? 2,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/p.a. er en ambitiøs og nødvendig grænseværdi at fastsætte, men vi ser nødvendigheden

af en mere grundlæggende dogmatik til at sætte retningen. Hvis vi fortsat bygger større pr. person, bliver 2,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/p.a. symptombehandling. Hvilke værdier er mest meningsfulde for vores hjem – og hvilke kan udelades eller deles om? Vi skal turde gentænke hele værdikæden fra bolig, til bruger, til brug.

Pavillonen vil være vores personlige eksempel. lagttagernes overvejelser bliver projektets succes. Hvad er det bedste ved mit eget hjem? Hvad er det vigtigste?

Lad UIA-plattformen facilitere paradigmeskiftet for vores byggekultur! Først former vi vores boliger – så former de os.

### INNOVATION

Innovationsbegrebet er for os tohovedet, og vi ser både fremad, men også bagud. Som fagfolk er det vores opgave at arbejde begavet med kontekstens betingelser, og i moderne byggeri glemmer vi ofte hvor meget vi kan lære af fortiden. Vi ser al grund til at bryde med den tilgang i nærværende opgave. Vi har ikke råd til at vente på, at teknologien kommer os til undsætning.

For byggebranchens store akilleshæl i kampen mod klimauret er netop tendensen til at blive betaget af tilsyneladende nært forestående mirakelprodukter. Vi udskifter A med B, og så kan vi fortsætte ufortrødent, men ender derfor op i status quo. Teknologien har for vane at blive en forenklet sovepude, med hvilken vi opnår god samvittighed,

men uden at ændre vores livsstil og forbrugsvaner.

Det er for letkøbt, synes vi, og innovationen kan i vores forslag ikke hænges op på teknologien alene. Med det sagt, er vi selvfølgelig åbne over for brug af innovative, fornybare materialer, og vil aktivt inddrage producentlaget. Pavillonens succeskriterie er rent byggeteknisk at vise nye, kloge sammenkoblinger mellem det visionære og det vernakulære. Sådan ser vi fremtiden for den gode arkitektur.

Men vi er også nødt til at overveje boligens systemiske værdikæde. Vi må tage nogle radikale beslutninger på vegne af boligens program. Vi vil lægge op til hvordan diskutabile funktioner kan overgå til deleøkonomi, og hvordan vi kan forestå en mere cirkulær energihåndtering. Velkendte eksempler inkluderer regnvandsopsamling, kompostering, genbrug af spildevand, lokal dyrkning af afgrøder samt varmeopsamling i den termiske masse. Innovationselementet skal kort sagt være et 360 graders holistisk oplæg til en boligmasse, vi kan være bekendt, og vi vil ikke lægge søvnløse over, om eksemplet provokerer. De medfølgende ti dogmers rolle vil være at sikre, at man i fremtiden netop kan disponere både anderledes og etisk inden for samme rammer.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Den regnetekniske idé går i al sin enkelthed ud på at reducere boligens samlede CO<sub>2</sub>-aftryk fra fire til én planet, via fra en dobbelt-halvering af

CO<sub>2</sub>-udledningerne i forhold til henholdsvis konstruktion og boform.

Konstruktionens CO<sub>2</sub>-udledning måles i CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/år. Denne skal halveres relativt til branchegennemsnittet for nybyggeri på ca. 10 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/år. Dette ved en prioritering af biobaserede, lokale materialer af høj kvalitet og levetid, kombineret med rationelle, materialebesparende byggesystemer.

Boformens CO<sub>2</sub>-udledning måles i CO<sub>2</sub>e/person. Denne skal ligeledes halveres relativt til branchegennemsnittets arealudnyttelse på 53 m<sup>2</sup> pr. person ved at gentænke boligens behov, funktioner og indretning. Vi vil foreslå en ny boform, hvor mindre kan gøre det og mere er delt; en boform, som inspirerer til samarbejde og sameksistens, og danner de fysiske rammer for en cirkulær og jordnær livsstil. Kombinationen af de to spor bliver en pavillon hvis samlede CO<sub>2</sub>-udledning er blevet dobbelt-halveret relativt til branchegennemsnittet; fra en hel tærte til en kvart.

Men vi stopper ikke dér, for bygningsens CO<sub>2</sub>-udledning er blot en brik i det større puslespil, der er overholdelsen af Paris-aftalen. En lige så afgørende faktor er den påvirkning, som boligen kan inspirere i beboernes livsstil. Vi er nødt til at tænke cirkulært i alle skalaer og alle aspekter af tilværelsen. Vi vil se kritisk på normer for boligens dag-til-dag-ressourcebehov, og udfordre hvorvidt disse kan optimeres. Hvad hvis spildevandet fra køkkenvasken dyrkede afgrøder til fødevarerbrug?

Eller hvad hvis vandet fra toiletvasken løb videre ned i cisternen?

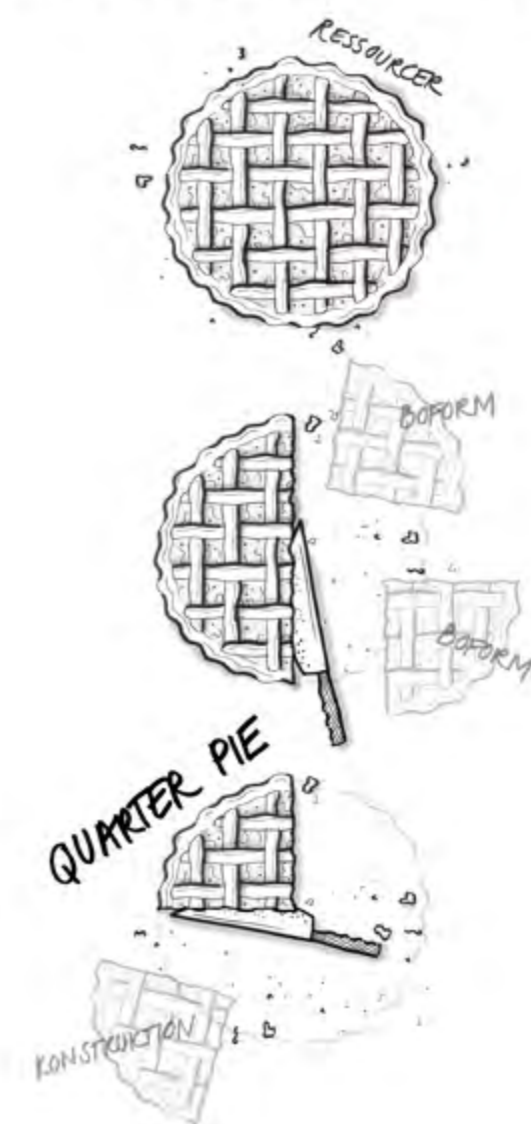
Endelig skal det nævnes, at klimaforandringer jo blot er en af de ni planetære grænser, hvis overholdelse alle er essentielle for den langsigtede beskyttelse af planeten, og sikringen af fremtidige generationers levevilkår. I vores kortlægning af pavillonens påvirkninger vil vi derfor kigge bredere end blot på CO<sub>2</sub>, og udfordre hvordan pavillonen kan udgøre et positivt bidrag til de øvrige planetære grænser.

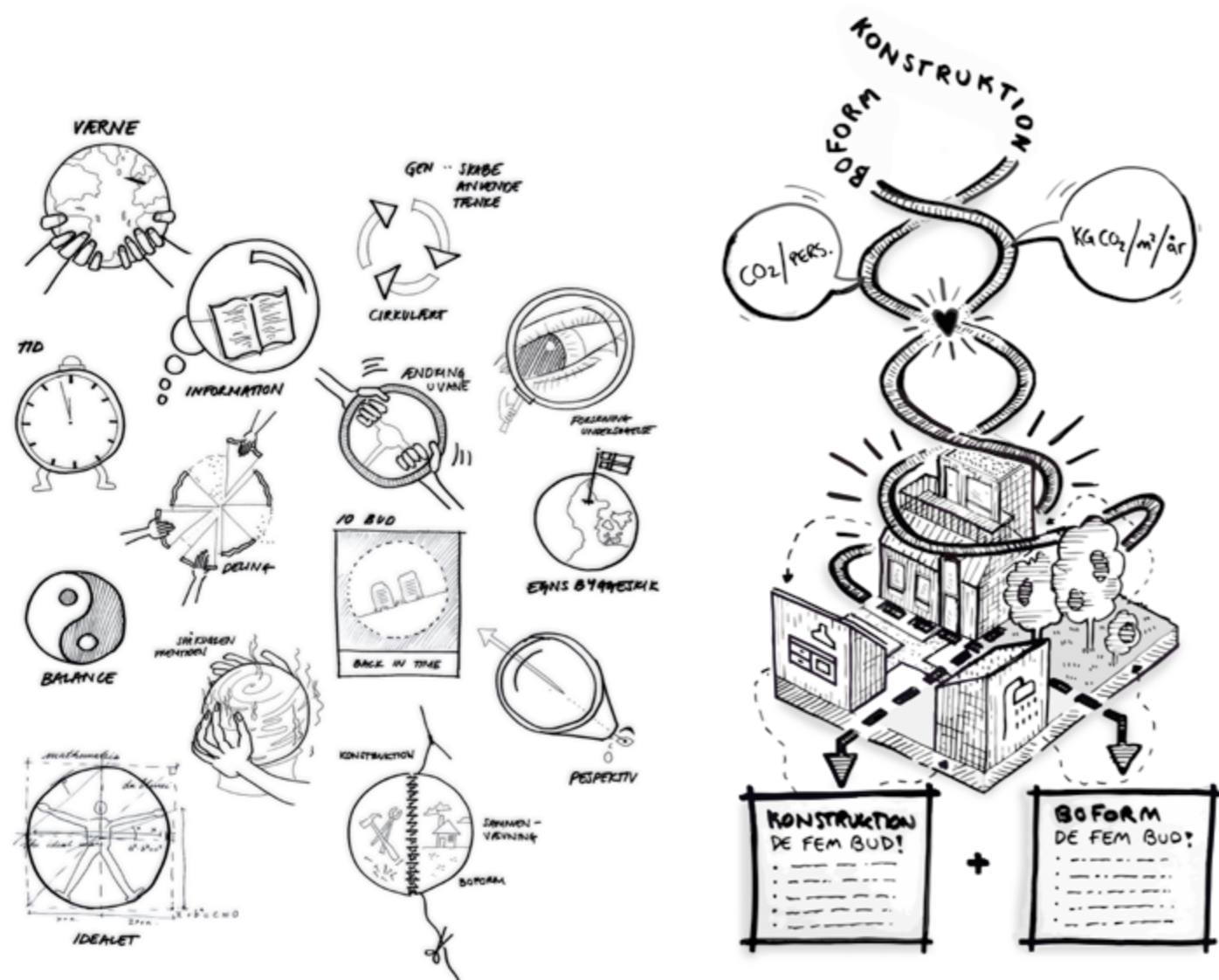
### INSPIRATION

Det er ingen hemmelighed, at vi finder stor inspiration i de konsekvenser, som de danske dogmebevægelser i filmkunstens og gastronomiens verden har haft på den globale scene.

Dogme95's navnkundige "kyskhedsløfter" var for filmbranchen en milepæl, som flyttede hovedfokus tilbage på historiefortælling,

### VI KVARTER RESSOURCETÆRTEN!





## Dommerbetænkning

Nogle gange er spørgsmålene vigtigere end svarene. Hvordan kan måden, vi bygger og bor på flettes sammen til en ny helhed? Hvad er det vi bygger, og ikke mindst hvorfor bygger vi? Hvad forstår vi ved "hjem", og hvordan bidrager det til livskvalitet og velfærd? Dette er en række af de spørgsmål forslag 57 slår an i sin påpegning af, at vi både skal halvere vores boligforbrug (m2 per person) og vores ressourceforbrug (CO2 per m2), hvis vi skal gå fra fire til én planet.

Målet for forslaget er at udlede ti bud for boligarkitekturens fremtid; fem bud for boformerne og fem bud for konstruktionerne. Inspirationen er hentet fra dogmereglerne for dansk film og det nye nordiske køkken samt deres ambition om det lokale og det ærlige. Forslaget pointerer, at vi har brug for et tilsvarende paradigmeskift inden for byggeriet: Vi kommer ikke i mål, hvis vi alene fokuserer på ny teknologi og nye materialer; mindst lige så afgørende er det at etablere en forståelse for, hvordan vi ved at dele funktioner og se boligen som del af et større ressource-system kan skabe mere hjemlighed på færre kvadrater.

Forslaget præmieres for sit høje ambitionsniveau og sin præcise italesættelse af nødvendigheden i at forstå bæredygtighed både som fysik (boligen) og mening (hjemmet). Forslaget er åbent i sin karakter med potentiale til at vække nysgerrighed og forandring både hos borgere og fagprofessionelle.

skuespil og tematik. Forlorne behov for at sminke sig med specialeffekter og overfladiske actionkneb var strengt forbudt. Tilbage til essensen! Tilsvarende ændrede Det Nordiske Køkken-manifest i 2004 det globale fødevarermarked radikalt med sit laserfokus på lokalitet, ærlighed, renhed og årstid.

Således mener vi at tiden er mere end moden for arkitekturen til at facilitere et lignende paradigmeskifte. Vi kan ikke længere bygge efter forgodtbefindende, men må bygge ærligt og kritisk til en ressourcebegrænset fremtid. Fælles for de nævnte eksempler er netop, at forandringen startede i avant-

garden, men langsomt forplantede sig gennem hele fødekæden. Vi mener, at en radikal pavillon på UIA er den helt rigtige scene for et lignende greb.

Ifølge antropolog Mark Vacher er hjemmet "noget man gør". Hans forskning viser, at hjemmet først og fremmest består i en følelsesmæssig tilknytning til boligen, men ikke i ejerskabet i sig selv. Du kan købe en bolig, men ikke et hjem. Vi ser det som et interessant skisma at arbejde ud fra, når vi skal foreslå en radikal boform i økonomisk rækkevidde for alle. I det hele finder vi det inspirerende at tænke boligen som noget nyt og andet end det sædvan-

lige investeringsprospekt, der kendetegner vor tid. Er boligen et produkt – eller et biprodukt?

Grundpillerne for det harmoniske bosted på jorden er ly, mad, drikkevand, energi samt skralde- og spildevandshåndtering, siger 'biotekten' – det vil han kaldes – Michael Reynolds. Så kan vi optimere CO2-værdikæden med disse parametre inden for boligens fire vægge? Og hvor lidt program skal derefter tilføjes, før vi skaber et godt og arkitektonisk skønt hjem?







Vi er interesserede i, hvordan dyrkning af biogene materialer og beplantning kan bidrage til opsugning af atmosfærisk CO2 ('the drawdown effect'). Nytænkende koncepter som det 'symbiocæne', Gaiteorien og planternes visdom er dybt relevante for at udvikle systemer, der er regenererende og drager omsorg for vores planet.

digitalt i en database, og ved hjælp af denne kortlægning kan materialerne efterfølgende fordeles.

Denne nye industri med fokus på at fremme cirkulær anvendelse af det allerede producerede (fx Kingo, P. Olsen, Upcycling Forum, Circle Bank) er med til at ændre dagsordenen på vej mod

at reducere ressourceforbruget fra 4 til 1 planet.

Med os som forvalter kan det byggede miljø indgå i sameksistens med planeten om at passe på en fælles fremtid samtidig med at det øger livskvaliteten for os mennesker.

Landsforeningen Økologisk Byggeri har i 25 år sat fokus på at fremme miljøvenligt byggeri, der nænsomt indtager sin tid på Jorden. Foreningen deler sin viden og har stor erfaring inden for 'jordnære' byggematerialer, bevaring af historiske byggeteknikker og minimering af uønskede stoffer.

Høst af byggematerialer inkluderer også anvendelse af materialer fra selektiv demontering. I Danmark er man ved at etablere en velfungerende logistik for dette: Materialer 'høstes', renses og registreres



## Dommerbetænkning





Hvordan kan vi bygge til, frem for at bygge nyt? Udgangspunktet for forslag 64 er, at byggeriet ikke kan blive ved med at tage mere, end det giver. Og at det derfor ikke er holdbart, at vi fortsat inddrager nye arealer til at bygge på. Som alternativ strategi arbejder forslag 64 med tanken om "podning" – at der på eksisterende bebyggelser både i den tætte by og i forstaden kan tilføjes nye boenheder på gavlen, taget, indkørslen m.m.

Fortætningen reducerer ikke bare presset på frie arealer. Den tilføjer også den eksisterende by nye kvaliteter. Forslaget arbejder med biobaserede materialer med et lavt klimaaftryk og potentialet til at fremme natur og naturoplevelse i og mellem husene. Tilsvarende muliggør podningen også, at boligsammensætningen bringes i balance med nuværende livs- og familieformer.

Forslaget præmieres for at anvise, hvordan boligbehov og fornyelse af den eksisterende by kan kombineres og skabe en varieret, naturnær by med et minimalt klimaaftryk. Bindningen i den eksisterende bygningsmasse gøres her til et aktiv, og de anviste løsninger til at skabe bæredygtige, tidssvarende boliger har relevans også for tæt bebyggede kommuner.

# C.F. Møller Architects

## GAIA - Life Cycles within Boundaries

 Rækkehus/tæt lav Etagebyggeri	 Rob Marsh
 Materialer og konstruktion Indeklima og forsyning Bygningstypologi Adfærd og fællesskab Redefinere tænke måder	 CVR: 29244391 Europaplads 2, 11. 8000 Aarhus C.



### LØSNINGEN

Vi skal se verden som en helhed! Klimakrisen kræver nytænkning og innovation, der går på tværs af boligbyggeriets fastlåste standardløsninger, og som sammentænker vores levende cyklusser.

### LIFE OF PEOPLE

Vi tager inspiration i den nordiske funktionelle tradition indenfor boligbyggeri. Vi tegner gode, funktionelle boligrum, hvor boligens udformning skaber livskvalitet - og vi sparer på plads med en optimal indretning. En del af den sparede plads bruger vi på fællesfunktioner. Det skaber liv på tværs af boligbebyggelsen og hjælper med at minimere ressourceforbruget. Vores bofællesskab med mini-boliger og fællesfunktioner skaber livskvalitet med social, miljømæssig og økonomisk absolut bæredygtighed.

Vores boligrum bruger faste modulstørrelser, der understøtter fleksibilitet i forhold til design, produktion, brug og upcycling. Vores funktionelle moduler kan sammensættes til etageboliger, rækkehuse og parcelhuse, som kan tilpasses husstandsstørrelsen. Den modulære tilgang sikrer, at beboerne kan være med til at designe og bygge deres egne boliger.

### LIFE OF BUILDING

Vores konstruktive løsning minimerer klimaaftrykket under hele livscyklusen. Vi bruger et modulært søjlebjælke-system af træ og lette biobaserede elementer med danske biressourcer. Det minimerer ressource-

forbrug, øger fleksibilitet i design- og brugsfasen samt understøtter cirkularitet. Søjle-bjælke-systemet og de lette elementer præfabrikeres ved brug af robotstyrede produktionsanlæg for at minimere spild. Elementerne leveres direkte til byggepladsen og er lette at samle - også for selvbyggerne.

### LIFE OF PLANET

Vores klima har ændret sig, og fremtidige klimaforandringer er uundgåeligt - også selvom vi opnår klimaneutralitet. Der kommer mere nedbør, mere sol, kraftigere vindstød og højere temperaturer, og det påvirker biodiversiteten. Klimaproblemerne bliver kraftigt forværret af, at nutidens boliger projekteres med gamle klimadata, der afspejler fortiden og ikke fremtiden. Vores boliger er derfor tilpasset fremtidens klimaforhold. Vi bruger det til at skabe nye arkitektoniske muligheder, hvor mennesker kan interagere med naturen på nye måder med mere udtalt sanselighed i synergi med omgivelserne.

### INNOVATION

Vi bruger innovation til at integrere kendte løsninger på tværs i et nytænkende samspil.

### DEN BOLIGKVALITATIVE KVADRATMETER

Vi er inspireret af den nordiske funktionalisme fra 1930'erne og bruger funktionsanalyser for at undersøge hvor meget plads, der er brug for, samt hvordan rummene udformes bedst. Vi starter med typiske boligrum og estimerer, hvor stor en del af boligarealet, vi

kan minimere. En del af den sparede plads bruger vi på fællesfunktioner, der skaber fællesskab på tværs af boligbebyggelsen. Vores miniboliger er billigere at bygge og drifte.

Den sparede plads bygger vi ikke. Vi skaber mere kvalitet med mindre plads i forhold til gængse boliger, så vi bruger den boligkvalitative kvadratmeter til at måle vores boligforbrug!

### DESIGN FOR (DIS)ASSEMBLY.

Vi bruger en modulbaseret søjlebjælke-system af træ til de bærende konstruktioner med en høj grad af funktional fleksibilitet over levetiden. Vægge, dæk mv. er lette, præfabrikerede træelementer af biobaserede og upcycledede materialer. Vi bruger en digital proces fra design til produktion ved brug af mass-customization og præfabrikation.

Vi bruger dyvler af hårdtræ til trækonstruktionernes samlinger. Det minimerer behovet for stålsamlinger, og giver en nemmere adskillelsesproces og bedre cirkularitet. Vi bruger differentierede levetider med bærende konstruktioner med en levetid på 150 år samt ikke-bærende elementer med kortere levetider, der nemmere kan udskiftes.

### KLIMATILPASNING

Overophedning er det altoverskygende indeklimaproblem i nye boliger ifølge Realdania/Bolius. Det skyldes, at nutidens boliger projekteres med fortidens klimadata, så vi kan håndtere

klimaforandringer. Vi udformer vores boliger med fokus på varme, lys og luft. Det giver et bedre indeklima, hvor beboerne kan interagere med omgivelserne.

Fremtidens klima bringer mere nedbør. Vi undgår flade tage og indvendige nedløbsrør, og vi bruger grønne tage til at forsinke regnvandet og fremme biodiversitet. Vi bruger skruefundamenter, så vi kan løfte vores boliger væk fra oversvømmelser.

### PLANETÆRE GRÆNSER

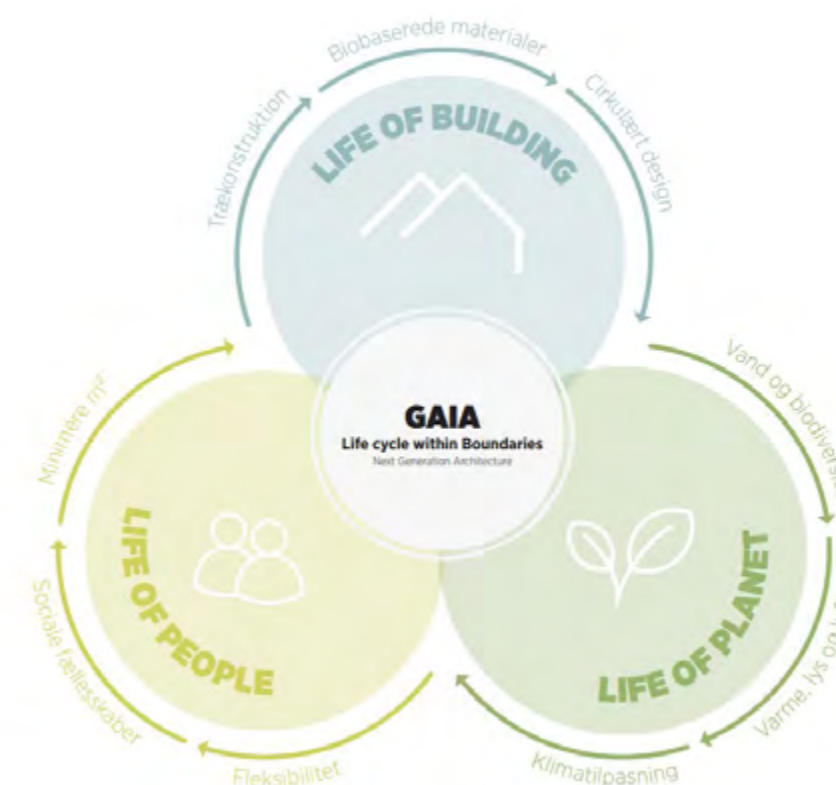
Vi vil gerne reducere yderligere end 4 til 1. Vi vil opnå klimaneutralitet!

### FREMTIDENS BOLIG MED DEN BOLIGKVALITATIVE KVADRATMETER

Data viser, at boligforbrug pr. person stiger med større husstandsstørrelser - det gælder for eksisterende og nye boliger. Det skaber et unødvendigt overforbrug! Vores funktionsanalyser viser, at vi kan skabe gode, funktionelle boliger med god livskvalitet og plads til en optimal og funktional indretning. Med større husstande kan vi faktisk minimere boligforbrug pr. person. Erfaringer fra flere bofællesskaber viser, at ca. 15-20% af boligarealet kan deles via fællesfunktioner. Vi omregner fællesarealerne til kvadratmeter pr. person med et større areal for flere, større husstande.

Det vi bygger (miniboliger + delte funktioner) pr. person giver den boligkvalitative kvadratmeter. Det som typiske boliger fylder pr. person giver den gængse boligkvadratmeter. Forskellen mellem de to svarer til det, som ikke skal bygges, og som derved kan spares væk til gavn for økonomien og planeten. Med en gennemsnitlig husstandsstørrelse på 2,1 personer kan vi estimere, at den boligkvalitative kvadratmeter er 35% mindre end den gængse boligkvadratmeter!

**BÆREDYGTIGE LØSNINGER: FRA UHOLDBART OVERFORBRUG TIL BALANCEREDE LØSNINGER**  
Vi bruger seks trin til at opnå klimaneutralitet, og vi underbygger processen med state-of-the-art dokumentation, erfaringer fra Swedish Green Building Councils NollCO2-certificeringssystem og klimaberegninger med LCA:ARK, vores parametriske 'front-end' til LCAbyg.





De seks trin er:

1. Business as Usual: 10,0 kg CO2/m2 år
2. Mini-bolig + delte arealer: 6,5 kg CO2/m2 år
3. Træbyggeri + biobaserede materialer: 3,7 kg CO2/m2 år
4. Cirkularitet: 3,1 kg CO2/m2 år
5. Lavenergi: 2,8 kg CO2/m2 år
6. Vedvarende energi + klimaneutralitet: 0,0 kg CO2/m2 år

#### ABSOLUT BÆREDYGTIGHED

Vores boliger forbedrer alle andre planetære grænser, uden at det skaber negative problemer for de sociale grænser. Vores analyser er baseret på Danmarks performance i forhold til absolut bæredygtighed fra Good-life-projektet.

#### INSPIRATION

##### FÆLLESSKABER

Vi er inspireret af den lange danske tradition med bofællesskaber, hvor nye måder at leve og dele har skabt øget livskvalitet og et mere holdbart samfund. Gennemgående emner for alle bofællesskaber er balancen mellem de private og de fælles arealer, og sammensætningen af husstandsstørrelse og beboernes aldersprofiler.

##### MODULÆRT BYGGERI

Vi er inspireret af udviklingstendenser indenfor modulært byggeri. Efter den første industrialiseringsbølge i 1960'erne, kom der kritik af de ensformige boligløsninger. Fokus fra 1970'erne var på mere fleksibilitet og brug af lette, præfabrikerede systemløsninger. Det sikrer, at beboerne

har større muligheder for at præge boligernes indretning og giver bedre byggekvalitet.

##### CIRKULÆRT DESIGN

Vi er inspireret af tidens fordybelse for det cirkulære: detaljen og materialiteten. I spændingsfeltet mellem arkitektur og materialer er der opstået innovative løsninger, der rækker ind i fortiden og fremtiden. Produkter der upcycler fortidens materialer, så de bliver genbrugt i en ny æstetik. Vi ser frem til, at de mange nye inspirationsskilder får mulighed for at udvikle sig yderligere i samarbejdet mellem 'Next Generation Architecture' og 'Sustainable Solutions'.

##### BIOBASEREDE MATERIALER

Vi er inspireret af den genfundne tendens, der udvikler sig med stor hast i takt med at ressourceknapheden har rodfæstet sig: de biobaserede, fornybare materialer. Disse har de seneste årtier været tilegnet mindre projekter, der tog udfordringen op med gængse byggemetoder. Vi ser nu en udvikling, hvor de biobaserede materialer vinder stærkere og bredere frem. Vi vil tilbage til naturen og det levende.

##### TILPASNINGSEVNE

Vi er inspireret af de arkitektoniske og bymæssige initiativer, hvor der tages højde for klimaets foranderlighed. I stedet for at se boliger som 'maskiner til at bo i', ser vi større muligheder i at komme i dialog med naturens kræfter og udvikle arkitektoniske og landskabelige løsninger, der udnytter naturens potentialer.



## Dommerbetænkning

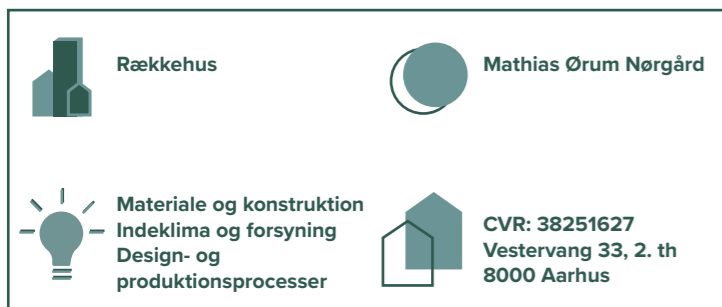
Forslag 71 er et samlet program for byggeriets omstilling snarere end et afgrænset boligkoncept. Forslaget er genombearbejdet i alle skalaer, og der anvises løsninger for alle bygningstypologier, der peger i retning af samlet aftryk på 0 kg CO2 per bygget kvadratmeter.

Forslaget udforsker muligheden for at udvikle den nordiske boligtradition ved en samtidig gentænkning af adfærd ("life of people"), konstruktion og materialer ("life of building") og bygninger, der minimerer og samtidig tilpasser sig og skaber livskvalitet i et klima under forandring ("life of planet"). Forslaget udmærker sig blandt andet ved at anvise, hvordan en kompakt, attraktiv bolig kan se ud i etagebyggeriet.

Forslaget præmieres for sit høje ambitionsniveau og sin systematiske belysning af, hvordan målene kan nås med relevans for alle bygningstypologier.

# ReVærk

## Natur Rækkerne



### LØSNINGEN

ReVærks vision er, at skabe sammenhæng imellem gennemtænkte sunde og naturlige løsninger, og hjem, der oplevelsesmæssigt danner merværdi i hverdagen — Naturlig Arkitektur.

Med projektet ønsker tegnestuen at give sit bud på fremtidens rækkehusbebyggelse baseret på naturlige materialer og præ-industrielle håndværk. Løsningen er imidlertid ikke tilbageskuende, men en anvisning til hvorledes udviklingen af de enkelte dele, samlet i den rette byggetekniske anatomi, kan kvalificere fremtidens miljørigtige boligbyggeri.

Løsningen er grundlæggende baseret på 3 materiale- og håndværksspor for et boligrækkekonceptet Natur Rækkerne. De er; den bærende stampele lerjordsvæg (optimeret), den traditionelle trækonstruktion (rationaliseret) og den biobaserede isoleringskassette (præfabrikeret).

I Natur Rækkerne benyttes den stampele lerjord som indeliggende tunge vægge, der danner lodrette lejlighedsskel imellem de enkelte boliger i bebyggelsen. Med sin ubrændbarhed iscenesættes her materialets naturlige funktionelle egenskab. På samme vis er lerjordsrygraden en afgørende del af husets opvarmning og ventilation. Ved placering under gennemgående tagvinduer udnyttes materialets termiske lagring og bliver en del af den samlede løsning med husets naturlige ventilation.

Brugen af den traditionel tømmerkonstruktion rummer kvaliteter og po-

tentialer til at udgøre en central del af Natur Rækkerne miljø optimerede bygningsanatomi. I projektet er trækonstruktionen en del af gentænkningen af den samlede klimaskærm, hvor denne friholdes for den udenpå liggende isoleringslag.

I forlængelse heraf kommer ideen om den biobaserede isoleringskassette, som har rod i gamle tavli bindingsværket. Grundtanken er at adskille isolering og bærende konstruktion fra hinanden og skabe præfabrikerede kassetter udelukkende i biobaserede materialer. Overvejsler om tidsaspekt i produktion, opførelse, økonomi, vedligehold og recirkulering styrende tematikker.

Med projektet er det således ønsket igennem rationalisering, optimering og præfabrikation at afsløre og udfolde uforløste potentialer for basale materialer og traditionelle håndværk i nutidigt byggeri. En tilgang, der på én gang tager favntag med byggebranchens nuværende praksis og på samme tid sigter mod at definere fremtidens naturlige bedre byggeskik.

### INNOVATION

Igennem tegnestuens projekteringsarbejde, har det været et naturligt behov at arbejde parallelt med fysiske eksperimenter af materiale- og bygningsdelsløsninger målrettet udforskning i naturlige materialer og deres anvendelse i byggeriet.

Dette har motivet ønsket om at definere en grundlæggende byggeskik for brugen af de naturlige materialer og

håndværk - en forenet bygningsanatomi.

Med det afsæt kredser udviklingen om følgende innovationer for hver af de 3 materiale- og håndværksspor:

- Den bærende lerjordsrygrad (optimeret)

Den stampele lerjords trykstyrke muliggør byggeri i flere etager, med en række både historiske og nutidige referencer. Dog indbefatter dette ofte en meget tyk murebygning for at kompensere for materialets begrænsede trækstyrke. Igennem indeværende projekt ønskes det at udfolde, hvorledes naturlig og mekanisk styrkelse af den stampele lerjord kan kompensere for materialets manglende trækstyrke. Herved udvides muligheden for materialets anvendelse som et bærende bygningsselement.

- Den traditionelle trækonstruktion (rationaliseret)

Med projektet arbejdes med hvorledes fabrikationen af traditionelle tømmerkonstruktioner og -samlinger igen brug af rationaliserede teknikker kan indpasses i fremtidens boligbyggeri. I Natur Rækkerne skal det fremvises hvorledes de gamle teknikker kan valideres i moderne byggepraksis og endog sikre projektets rentabilitet. Den indeliggende placeringen af trækonstruktion peger endvidere på en nytænkning, hvor den sikrer muligheden for at observere hvordan konstruktionen arter sig over tid, vedligeholde denne og i sidste ende adskille den ved ønske om genanvendelse andet sted.

- Den biobaserede isoleringskassette (præfabrikeret)

Motiveret af ønsket om at skabe ideelle løsninger til isolering af indvendigt liggende tømmerkonstruktion, er kassette-tanken opstået. Ideen er et selvstændigt modul, der uafhængigt af den bærende konstruktion skal kunne udskiftes, vedligeholdes og tilpasses. Ved at bygge isoleringskassetterne af biobaserede, hurtigtvoksende materialer optimeres endvidere det samlede materialeforbrug. Ved præfabrikation nedbringes dertil risikoen for byggefejl og nedbringes tidsforbrug i byggefasen - optimering af byggeøkonomi.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Der er mange faktorer at tage i betragtning, når materialer og løsninger skal vælges. Definerende for Natur Rækkerne, er materialernes produktion, håndterbarhed, vedligehold, nedtagning og recirkuleringsmuligheder. Natur Rækkerne miljøprofil sikres ved den gennemgående brug af naturlige materialer og løsninger, hvor hvert lag spiller sin selvstændige rolle – som en del af den byggede helhed. De konkrete løsninger, der sandsynliggør Natur Rækkerne minimale klimaaftryk er: Brugen af naturens egne ressourcer Ved valget af fornybare og hurtigtvoksende naturmaterialer, som træ, halm, hamp og græs, og måden disse bliver til byggematerialer på, samt lerjorden, som ved simpel opgravning, formning og stampele bliver til en bærende vægkonstruktion, prioriteres gennemgående valg af materialer der lagrer CO2 og dermed sikrer husets miljøprofil.

Minimal indgriben i naturen Ved minimal indgriben i jordlaget, er Natur Rækkerne direkte fodaftryk nøje afvejet, så lerjordens tyngde er funderet på et nødvendigt tungt stribefundament, imens det lette gulvdæk og facadevægge placeres på skruefundament. Udover at skåne den omkringliggende natur, bevirker den funktionstilpassede fundering også en åbenlys besparelse af beton. Optimering af naturlig teknologi I Natur Rækken ønskes det at optimere brugen af naturlig ventilation. Hertil designes husene efter termiske principper i en naturlig ventilering, hvor lerjordens massefyldte oplagrer varme i løbet af en dag, der afgives i aften

og nattetimer. Dette giver en konstant jævn varmegenvinding og rentabel energiramme. Brugen af naturlig ventilation vil direkte afsløres i Natur Rækkerne design, hvor luftens cirkulation faciliteters og optimeres herved for at sikre, så vidt muligt, neutral drift. Natur Rækkerne som forgang Natur Rækkerne, vil, set i helhedsperspektiv, være i lokal sameksistens med naturen og en øget biodiversitet i omgivelserne. Hertil er det motivet, at projektet med sine naturlige materialer, simple forarbejdninger og løsninger, skal afsløre sin bæredygtighedsfunktion og give den enkelte beboer forståelse for og inspirere til den miljøvenlige adfærd.





## INSPIRATION

Natur Rækkerne er et resultat af en samling af praktiske undersøgelser, projekterfaringer, tanker og inspiration – alle baseret på forståelsen af basale og naturlige materialer.

- Den bærende stampe ler-jordsvæg (optimeret). Igennem sit arbejde har ReVærk siden etablering arbejdet med udvikling af den stampe lerjord. Senest som en af legatmodtagerne af Dreyers Fond's legat #Materialer sammen med kunstner Kasper Friis Kjeldgaard, hvor ReVærk er i gang med at undersøge og nytænke hvordan lejorden kan styrkes igennem materialeoptimering og mekaniske forstærkninger. Den samlede erfaring med lerjordens muligheder og begrænsninger danner inspirationskilde til projektets byggedel i lerjord og optimeringen af denne. I tilføjelse hertil hentes stor inspiration i arbejder af både Richard Lepastrier, Bolthausen Architekten og Martin Rauch. Alle arkitekter og udførende, der på hver deres måde har arbejdet med at perfektionere såvel materialets forarbejdning som iscenesættelsen af dets funktionelle kvaliteter i den byggede helhed.
- Den traditionelle trækonstruktion (rationaliseret). ReVærk's tidligere projekt Friluftshuset danner i karakter og opbygning reference til brugen af trækonstruktioner. Her er benyttet indeliggende konstruktion og tænkningen af projektet har opstartede udviklingsarbejder med ønsket om at rationalisere byggesys-

temet og forbedre de indlejrede principper om design for adskillelse. Herudover danner tegnestuens projektarbejder med effektiviserede anvendelser af naglede træsamlinger afsæt for projektet. Her danner projektet Fårenes Ly præcedens.

- Igangværende rationaliseringer af tømmerkonstruktion. Både i forlængelse af ReVærks arbejde med Friluftshuset og efterfølgende konstruktionsudvikling ifm. Projektet Ny bydel i Auernakke v. Nyborg, er tanken om det reversible, præfabrikerede isoleringselement igangsat.



Motivet i projekterne og det løbende arbejde, er at forbedre muligheden for løbende vedligehold og sidenhen genanvendelse. Løsningen finder grundlæggende sin inspiration i principper for både bindingsværk og tidligere tiders tanghuse.

## Dommerbetænkning

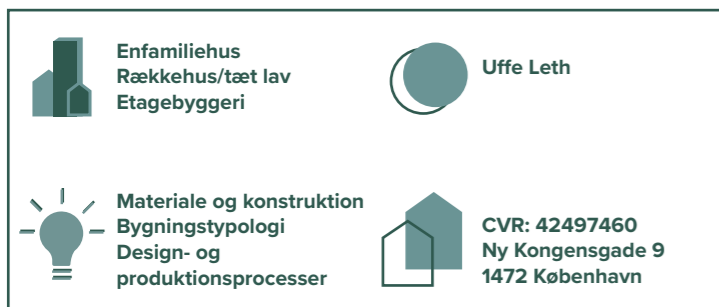
Hvad egner de forskellige biobaserede materialer sig bedst til? Med (gen)introduktionen af groede byggematerialer kredser mange forslag i Next Generation Architecture om at finde balancen mellem på den ene side hensynet til boligens funktionelle og tekniske egenskaber og på den anden side ønsket om at bruge få, klimavenlige materialer forberedt til adskillelse. Forslag 78 viser, hvordan egenskaberne for lerjord, træ og biobaserede isoleringsmaterialer i samspil kan skabe et rækkehus af høj æstetisk og funktionel kvalitet.

Forslaget vidner om en praksisbaseret, konsekvent og samtidig pragmatisk tilgang til brugen af naturligt forekommende lokale materialer, og hvordan det omsættes til at skabe attraktive boliger. Evnen til pragmatisk at skabe overbevisende helheder ud fra få delelementer viser sig også i produktionstilgangen, hvor forslaget kombinerer optimering af håndværket med præfabrikerede industrielle løsninger, der minimerer omkostninger og ressourceforbrug.

Forslaget præmieres for ved en gennemtænkt sammensætning af få biobaserede materialer at skabe en æstetisk, rationelt produceret bolig med lavt klimaaftryk og godt indeklima.

# Rønnow Arkitekter, LETH & GORI, CINARK

## En lille bolig i tækkede teglblokke



### LØSNINGEN

Decarbonisering af boligbyggeriet er en kerneopgave i et land med verdens måske højeste boligarealforbrug og et af de højeste CO2 aftryk pr. indbygger. Vi har sammensat et team af arkitekter, forskere, materialeproducenter og håndværkere med henblik på at skabe et smukt og bæredygtigt bud på fremtidens boligbyggeri. Den løsning vi vil fokusere på at skabe, hviler på to ben; minimering af boligens arealforbrug og udvikling af et byggesystem der reducerer CO2 aftrykket betydeligt.

Vi vil skabe et eksempel på en lille bolig med markant mindre areal end nutidens standard. Vi tror på at en reduktion af boligareal ikke behøver være på bekostning af livs- eller boligkvalitet - måske tværtimod. Små boliger kan rumme store kvaliteter, udfoldelsesmuligheder og fællesskaber. Vi har ikke lagt os fast på en bestemt boligtype vi vil undersøge, men fokus vil være på mindre boliger som fungerer i sammenhæng med andre boliger, f.eks. et flerfamiliehus, rækkehus, etagehus eller lignende hvor der er mulighed at skabe deles om rum eller faciliteter som gør at boligen kan reduceres i areal.

Ved at kombinere vores erfaringer som arkitekter, forskere, håndværkere og materialeproducenter vil vi skabe et nyt bud på et byggesystem med et minimalt CO2 aftryk og lang levetid. Vores udgangspunkt er at undersøge en ny byggeteknik baseret på ler og tækkerør, som er nogle af de mest traditionelle og stedbundne materialer

man overhovedet kan finde i en dansk kontekst. Ved at kombinere isolerende teglblokke (poroton) med tækkerør kan vi opnå en ekstremt robust og diffusionsåben konstruktion som både er velkendt og velegnet til at skabe gode og sunde boliger. Undersøgelsen står på skuldrene af vores historiske bygningskultur og traditionelle håndværksmæssige og byggetekniske løsninger, men rækker også ind i en fremtid hvor vi skal være i stand til at bygge gode sunde boliger med et langt mindre CO2-aftryk.

### INNOVATION

Tegl og tækkerør er materialer som vi har bygget med i årtusinder, men som af forskellige årsager har det svært i dagens byggeri. For tegls vedkommende ligger en af udfordringerne i et højt energiforbrug i produktionsfasen, men dette arbejdes der ihærdigt på at ændre. Egersund Wienerberger har været i gang med omstillingen i en årrække, et arbejde der både omfatter nye produkter der reducerer materialeforbruget og omstilling af produktionen til vedvarende energi. For de tækkede konstruktioners vedkommende er de nye regler og dokumentationskrav ift. brand en udfordring, men også her bliver der arbejdet på nye løsninger, f.eks. et MUDP-projekt som CINARK og Tækkelauguet m.fl. har arbejdet på der indebærer brandsikring af tækkede konstruktioner med lerimprægnering.

Det innovative i vores projekt ligger dels i at implementere disse og andre nye løsninger, men også i at kombinere de to materialer i et helt nyt byggesys-

tem og en ny type bolig. Der bliver forsket i og udviklet meget på de rene biobaserede lette byggesystemer baseret på træ, halm, jord mv., men vi tror der er et potentiale i også at skabe innovation indenfor de traditionelle og mere robuste materialer som tegl og ser samtidig et stort potentiale i at kombinere det brændte ler med tækkede tagrør. Ved at udnytte den konstruktive styrke og mulighed for fortsat teknologisk optimering af de isolerende teglblokke og kombinere dette med biogene materialer, som tagrør på ydre overflader, er det muligt at skabe langt mere bæredygtige konstruktionsløsninger end de nu gængs anvendte. Projektet søger hermed at skabe en ny bæredygtig byggeskik med rod i historiske byggetekniske løsninger og materialer. Det er en bro til vores allesammens historie, men også en bro til en fremtid hvor vi fortsat kan realisere vores boligdrømme uden at forbruge flere ressourcer end jordkloden kan bære.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Begrænsning af byggeriets CO2 aftryk er en opgave som vi tager meget alvorligt. For os handler det om at skabe bygninger der minimerer CO2 forbruget på både kort og lang sigt. Så det handler både om at skabe bygninger der benytter sig af materialer med et lavere CO2 aftryk, men også at arbejde med rum, detaljer og byggetekniske løsninger der er smukke, robuste og langtidsholdbare.

Når vi diskuterer fremtidens boligbyggeri, kan vi ikke antage at vi alle er

parate til fuldstændig at ændre vores ønsker og drømme til den gode bolig. Hvis vi kan bygge lidt bedre, lidt mindre og med et lavt CO2 aftryk behøver vi måske ikke ændre vores drømme og vaner fuldstændig. Og hvis vi så samtidig kan udvikle nye boformer hvor vi bor tæt, deler mere og understøtter nye naboskaber og fællesskaber kan vi måske både

øge kvaliteterne af vores boliger og reducere vores forbrug markant.

Vi tror på at vi kan reducere boligens areal og hermed finde en fornuftig CO2 besparelse på 30-50%. Og vi tror på at vi kan skabe et byggesystem med et markant lavere CO2 aftryk end traditionelle konstruktionsmetoder. Vores beregninger, baseret på CINARKS materialepyramide (fase A1 – A3), viser at der er et stort CO2 besparelsespotentiale i byggesystemet (se vedlagte materialepyramidediagram), og vi har desuden

en forhåbning om at dette kan optimeres yderligere i dialog med aktuel forskning og udvikling af materialer og produktionsprocesser. Så vores foreløbige undersøgelser peger på at vi kan komme i mål med et projekt der, som et fysisk bygget eksempel, dokumenterer at vi kan skabe Boligbyggeri fra 4 til 1 planet.

### INSPIRATION

Projektet bygger videre på forskning, udvikling, projekter og undersøgelser vi i teamet har været i gang med i en længere årrække.







## *Dommerbetænkning*

Forslag 101 viser kvaliteten i at kombinere konventionelle og biobaserede materialer. Tegl og tagrør sammensættes til et rationelt byggesystem med mulighed for at indfri krav til isolering, styrke og brand. Forslaget viser, hvordan et traditionelt byggemateriale, tagrør, kan tilpasses nutidens krav og samtidig skabe boliger med et markant arkitektonisk udtryk.

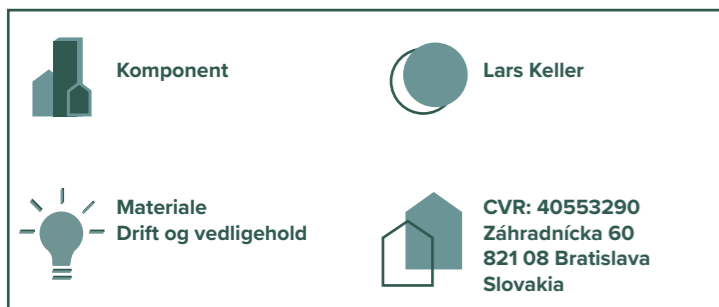
Boligerne er tænkt med overdækning, der beskytter stråfacaderne. Indvendigt arbejdes der med store fællesrum og små private zoner, hvilket muliggør en markant reduktion af det bebyggede areal.

Forslaget præmieres for sin overbevisende sammenhæng mellem materiale og det samlede arkitektonisk greb og for gennemtænkte biobaserede materialesammensætninger, der skaber et ønskværdigt udtryk og samtidig kan indfri gældende regler.



# EcoCocon Danmark

## Bygninger skal gros - af hurtigt fornybare ressourcer - EcoCocon



### LØSNINGEN

EcoCocon er en ydervægløsning, hvis konstruktive og isolerende kerneelement består af 98% biogene materialer, hovedsageligt halm..

EcoCocon (EC) erstatter 1 til 1 eksisterende ydervægløsninger.

EC er selv bærende op til fem etager, kan anvendes som let plug-in facade, og kan benyttes i langt de fleste slags byggerier.

EC står på skuldrene af mange års udviklingsarbejde indenfor de grønne græsrodder både nationalt og internationalt.

Løsningen er udviklet mhp at føre de reelt bæredygtige materialer ind i en kommerciel, skalerbar virkelighed. Løsningen bæres af et europæisk netværk af partnere, med forhandlere i de fleste lande.

I Europa har vi nu ca 30.000m2 facade realiseret. I Danmark har vi nu 14 byggerier, herunder to friskolebyggerier, et to etagers parcelhuse, en række parcelhuse, og et par tinyhouses.

EC har fremragende klimaegenskaber. Men også de byggetekniske egenskaber er ganske gode, inklusive isolering, lyd, komfort, afgangning, lufttæthed og fugthåndtering.

Det store netværk som driver produk-

tet bidrager til en hastig innovation og en hurtig applicering i forskellige kontekster.

I Holland har Ballast Nedam fx netop valgt EC til at udgøre grundstammen i deres bæredygtige flagskib. I England var det et EC hus der forrige år vandt titlen som årets passivhus. I Finland har det offentlige skarpt kig på EC til institutionsbyggeri.

I Danmark har vi det sidste halve år haft fokus på at kunne levere (og montere) en helvægløsning til større projekter, således at udviklere og entreprenører reducerer deres tilbageholdenhed.

Vi står nu på tærsklen til at banke på hos typehusfirmaer og udviklerne.

EC produceres pt i Litauen. Et produktionsanlæg er under projektering i Slovakiet.

Vi ser et meget stort og visionært potentiale i et samarbejde med dansk landbrug der vil kunne gøre dansk landbrug til leverandør af et bæredygtigt byggemateriale til den store omstilling.

### INNOVATION

Det afgørende nye i denne løsning er, at det er lykkedes at komme i mål på de parametre der hidtil har været sværest at løse ift kombinationen klima & byggeri.

Der er tale om et produkt:

- som er skalerbart og reelt inden for en kort årrække kan erstatte en betydelig andel af det fremtidige nybyggede bygningsvolumen, nemlig stort set alle ydervægge.
- som har glimrende bygningssegenskaber, herunder isolering, luftlydisolering, varme- og fugtbuffering.
- som for 98% vedkommende er biogent og scorer rigtig fint i A1.
- som for 65% volumens vedkommende er strå fra landbruget, hvilket findes i rigelige mængder, og ved national produktion derved kan score fint i A2.
- hvortil der kun behøves en usædvanligt lille mængde procesenergi, bla. slet ingen varmetilførsel, og dermed scorer rigtig fint i A3.

Ydermere er produktet bygbart.

Det er optimeret ift moderne præfabbyggeri.

Det er umiddelbart tilgængeligt for tømrer- og entreprenørvirksomheder. De dele der skal håndteres / skrues sammen er de 27% som er regulært C24-tømmer, og som tømrerstanden allerede er klædt på til at håndtere.

Og som sagt inviterer denne løsning helt oplagt til, at landbruget kan blive en positiv bidragyder til den bæredygtige omstilling, da landbruget bliver producent af primær-ressourcen. Ikke blot på papiret, eller som greenwashing. Men reelt.

### PLANETÆRE GRÆNSER

EcoCocon er meget stærk ift CO2:

#### KLIMA

Råmaterialerne halm og træ vokser vha sollys, fotosyntese og indtag af CO2 og vand. Forarbejdningen sker uden varmetilførsel eller tørring. Isoleringsevnen og lufttætheden er høj, driftsenergi behovet tilsvarende lav. Levetiden er lang. De biogene materialer udsættes ikke for vejrliget, og deres levetid har ved korrekt anvendelse ikke noget udløb. EC er baseret på Design til Adskillelse. Når en bygning evt skal fjernes kan den skilles ad og enkeltdele anvendes 1:1 i nye byggerier, hvorved CO2-en kan bevares i byggematerialerne så langt øjet rækker.

Det smukke ved EC er dog, at den på alle planetære grænse-parametre er et positivt alternativ til de nuværende energitunge løsninger.

#### BIODIVERSITET og AREALANVENDELSE

Vi anvender med vilje hurtigt fornybare biogene ressourcer. Indtil det nationale fødeindtag er omlagt til at være rent vegetarisk, vil der være rigelige mængder halm til rådighed, og selv derefter vil der formodentligt være nok til at erstatte alle ydervægge i dansk byggeri med EC. Derfor skal der ikke inddrages mere landbrugsjord via braklagte jorder, lavbundsgrunde, eller fældes skov.





Derved er EC nænsom ift arealanvendelse og dermed biodiversitet.

#### VAND & FORURENING

Der anvendes hverken vand eller kemi til forarbejdningen. Halmen tilføres ikke brandhæmmer. Der tilføres ingenting. Der er blot tale om presset halm i en trækassette.

Kigger man udover de planetære grænser og til den politiske virkelighed, så ser vi et meget interessant scenarie for os:

- i vores øjne er en høj CO2-beskatning det vigtigste værktøj
- der er pt ikke politisk vilje til at indføre beskatningen overfor de største udledere. Der argumenteres dels med lækage, dels med arbejdspladser.
- lækage-argumentet er ganske enkelt forkert.
- og arbejdsplads-argumentet kan vendes rundt, for ved omstilling til EC vil vi se en stor vækst i arbejdspladser, vel at mærke arbejdspladser som kan forankres strategisk rundt omkring i landet.

#### INSPIRATION

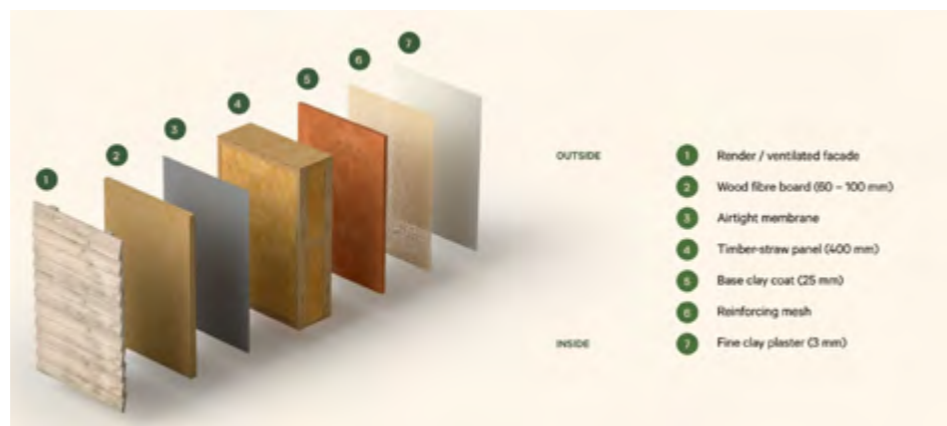
\* Brundtlandrapporten.

\* NASAs billede Pale Blue Dot samt grafen for verdens befolkning over de sidste 10.000 år – den herfra afledte erkendelse af at vi lever i et lukket kredsløb hvor kun sollys tilføres dagligt.

\* +20 års erfaring med bæredygtigt byggeri.

\* Engagement i bæredygtigt byggeri rundt om vi verden, bla USA, Irland, Letland, Tyskland, Spanien, Norge, Finland, Australien, Mongoliet, og en deraf afledt indsigt i, at biogene løsninger er globalt tilgængelige, og faktisk historisk dominerende.

\* Erfaring fra konventionelle byggepladser og erfaring med omfanget af destruktive praksisser ift materialevalg, ressourceforbrug og affaldshåndtering.



## Dommerbetænkning

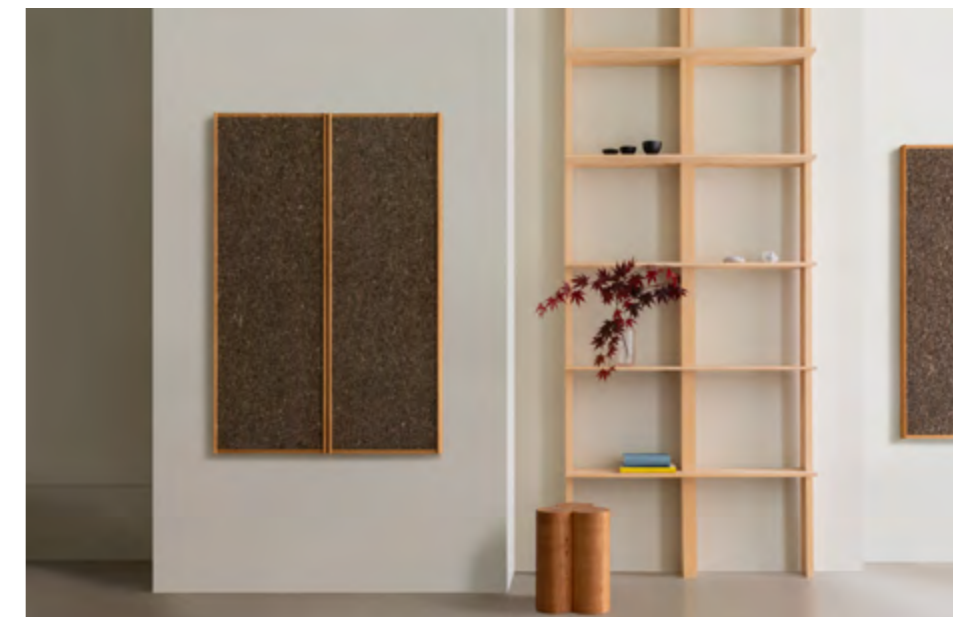
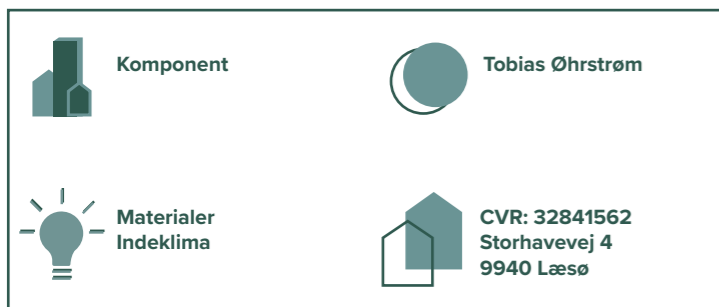
Knaphed på biobaserede byggematerialer må forventes. Ikke mindst for træ, der vokser langsomt og som har mange alternative anvendelser. Der er brug for løsninger, der baserer sig på hurtigt voksende CO2-lagrende afgrøder og restprodukter.

Ecocon viser, hvordan et hyppigt forekommende restprodukt i Danmark, halm, kan udgøre kernen i en skalerbar, standardiseret ydervægsløsning til byggeri i flere etager. Materialer forarbejdes uden tilførsel af varme og kemi, og de præfabrikerede elementerne kan uden omfattende ekstra konstruktioner opfylde bygningsreglementets krav til isolering, brand m.m.

Forslaget præmieres for udviklingen af et rationelt godkendelsesegnet byggesystem baseret på et hyppigt forekommende restmateriale, der ellers ikke finder stor anvendelse i byggeriet.

# Søuld

## Nænsomt forarbejdede produkter af dansk ålegræs



### LØSNINGEN

Søuld er en leverandørvirksomhed, der står bag udviklingen af funktionelle akustikprodukter til design og byggeindustrien baseret på havplanten ålegræs, der skyller ind på de danske kyster i betragtelige mængder hvert år. Ved hjælp af moderne produktionsteknologi fremstilles faste måtter af ålegræs.

Søulds har to lanceret to akustikmåtter: En uden specificeret brandklasse og en med brandklasse C-s1,d1. De har henholdsvis akustikklasse A og B(MH). Det vil sige at produkterne har en høj funktionalitet, samt de tests der skal til for at de kan indgå i byggeprojekter.

I løbet af vinteren 22/23 kommer Søuld til at lancere en hårdere måtte, der opnår brandklasse B-s1,d0, hvilket vil åbne op for de helt store salg, hvor Søuld i princippet må anvendes til at beklæde 100% af overfladerne i et rum.

Bæredygtighed og dokumentation af bæredygtighed udgør en stor del af Søulds DNA. Derfor er der blevet lavet en EPD på begge produkter (resultaterne beskrives nærmere nedenfor). Desuden har produkterne opnået Cradle to Cradle certifikat på guldniveau, hvilket dokumenterer at produkter er designet til at indgå i den cirkulære økonomi. Dansk Indeklima Mærkning er under udarbejdelse.

Som en del af Søulds forretning sælges måtterne også i forskellige premium designløsninger. Søulds mest solgte løsning er en snedkerproduceret

træramme, der fåes i flere træsorter. Den nyeste løsning er en modulær monteringsløsning, der består af lette birketræsbeslag, der giver rum for at måtternes karakteristiske overflade står frem.

Flere designløsninger udarbejdet og snart salgsklare i stor skala. I løbet af vinteren 22/23 vil Søuld lancere et systemloft, der f.eks vil kunne anvendes i kontorbyggeri.

### INNOVATION

Processen bag Søulds produkter er enkel, og den teknologi, vi anvender er ikke ny. Ålegræsset neddeles til mindre fibre, blandes med en miljøvenlig brandhæmmer og et polymerbaseret bindemiddel i en såkaldt AirLaid proces og bindes til faste måtter ved hjælp af varme. Kombinationen er enkel, men innovativ. Ålegræsfibrene giver produktet en varmeisolerende, varmelagrende, fugtighedsregulerende og lydabsorberende struktur. Polymeren bruges som bindemiddel og giver styrke og stivhed mens flammehæmmeren giver brandbeskyttelse.

Søulds produkter er primært lavet af ålegræs, hvilket tydeligt fremgår i produkternes visuelle udtryk. Mange byggematerialer er så forarbejdede, at materialekarakteren og oprindelsen er forsvundet. Vores er spændende, fordi det har så stærk en relation til, hvor det kommer fra – havet. På trods af bearbejdningen formår ålegræsset at bevare sin karakter og sine egenskaber. Karakteren er blandt andet stofligheden og farvespillet, der opstår

i kraft af de forskellige fibers gradueringer af rød, brun, sort og nuancer ind imellem. Farver, der bliver endnu mere fascinerende med patina, der opstår over tid i takt med eksponering for lys. Tilføj dertil en grov overfladestruktur, der udløser ønsket om at komme tættere på og mærke naturen i produktet.

Mange af de materialer der anvendes i den moderne byggeindustri, stammer fra energitunge produktionsformer, kræver store ressourcemængder at fremstille og kan sjældent genanvendes eller recirkuleres tilbage til naturens kredsløb. Vores produkter er baseret på brugen af ålegræs; et naturligt, ikke-giftigt og CO2-bindende materiale, der med moderne teknologi kan forarbejdes og omdannes til værdifulde ressourcer i form af CO2-besparende og miljøvenlige byggematerialer. Derved stimulerer vi opbygningen af en lokal råvareresource, indkapsler store mængder CO2 i byggeriet og skåner miljøet for udledning af en masse CO2.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Søulds produkter har et negativt klimaaftryk i produktionsfasen, fordi ålegræs optager mere CO2 end vi udleder i vores skånsomme produktion, hvilket er dokumenteret i vores EPD. I faserne A1-A3 (produktion) er aftrykket fra Søulds produkter -3,6 kg CO2 eq/m2. I Søuld arbejder vi på at udarbejde et take-back-system, hvor vi kan genbruge ålegræsfibrene igen og igen, så den bundne CO2 ikke frigives.

Forsuring af havene sker i høj grad som en afledt effekt af den øgede mængde CO2 i luften, der optages i havet og danner syre. Et lavt CO2-aftryk betyder dermed også et lavt aftryk på forsuring af havene.

Søuld har et ODP-aftryk (ozone depletion potential) på 0,0000000000642 kg CFC eq/kg i produktionsfaserne, hvilket ca 1% af aftrykket fra produkter baseret på mineraluld.

Kvælstofcyklussen er en af de planetære grænser, som allerede er overskredet. Søuld er med til at adressere denne udfordring, ved at fjerne ålegræs, og dermed kvælstof, fra havene, der i dag lider af et overskud af kvælstof, bl.a. fra landbrug.

Der anvendes ikke ferskvand i produktionen af Søuld. Det er medvirkende til at Søuld har højeste score på Water Stewardship i vores Cradle to Cradle certificering.

Søulds produktion optager kun landjord når ålegræsset skal tørres, hvilket foregår på hømarker. Dermed har Søuld et meget nænsomt aftryk på afskovning som konsekvens af global øgning af dyrkningsarealer.

Ålegræs er vigtigt for biodiversiteten i havene, hvor det gror. I Søuld anvender vi derfor kun de ålegræsblade, der flyder i land, så de naturlige habitater ikke forstyres. Vi er i løbende dialog med førende forskere, for at sikre os at vores ålegræshøst er nænsom.







Kemisk forurening: Søuld har et Cradle-to-Cradle Health certifikat på højeste niveau, fordi produkterne ikke indeholder skadelig kemi.

#### INSPIRATION

Bygningsarven fra de historiske læsøske tangtage er et righoldigt 'arkiv' over bæredygtige og robuste løsninger, som blev udviklet, før verden fik massiv adgang til billig og 'uendelig' energi. Ålegræs har historisk set været anvendt som tagdækning, isolering og polstring, men er i dag en glemt og overset ressource.

I lyset af de aktuelle klimaudfordringer kan ålegræs derfor ses som et meget 'moderne' produkt, på trods af at det er blevet brugt til at tænge tage med på Læsø siden 1600-tallet. Med andre ord kan det at bygge med ålegræs blive

et unikt dansk bidrag til en samlet anstrengelse for at gentænke de måder, vi designer og bygger med.

Søuld handler om et glemt bæredygtigt materiale med ældgamle, danske rødder, der med ny teknologi er blevet omdannet til smukke, designede akustikprodukter, der imødekommer nutidens æstetiske og tekniske krav – uden at gå på kompromis med sikkerheds-, sundheds- og miljøstandarder.

Vi mener, at det er nødvendigt at 'disrupte' den etablerede byggebranche med bæredygtige byggematerialer, der udfordrer hele den måde som branchens forsyningskæder og arbejdsmetoder er bygget op på. Tidligere generationers byggeskik kan rumme svar på nogle af de spørgsmål, vi stiller os selv i dag, men svarene blev

måske glemt, da industrialiseringen af byggeriet tog fart. Der er overalt i den vestlige verden en stigende bevidsthed om, at gevinsterne ved mange af de højt forædlede byggematerialer måske har været for kortsigtede og har efterladt en regning, som nu skal betales.

Med en række funktionelle produkter fremstillet af naturens overskudslager, ønsker vi at demonstrere mulighederne i at gå tilbage til den 'ufrivilligt bæredygtige tid' og specifikt vise, hvad ålegræs kan i en moderne bæredygtig kontekst. Målet er at demonstrere, at vores produkter er et reelt alternativ til byggematerialer baseret på sten-, plastik-, og glasuldsfibre, der kræver store mængder energi til forarbejdning.



## Dommerbetænkning

Hvordan bliver det bæredygtige valg uimodståeligt? Hvornår bliver det bæredygtige "noget ekstra" og ikke bare "det nødvendige"? Forslag 36 fra Søuld viser, hvordan et CO<sub>2</sub>- og kvælstoflagrende naturligt forekommende materiale fra havet, søgræs, kan medvirke til at skabe smukke, akustikdæmpede rum.

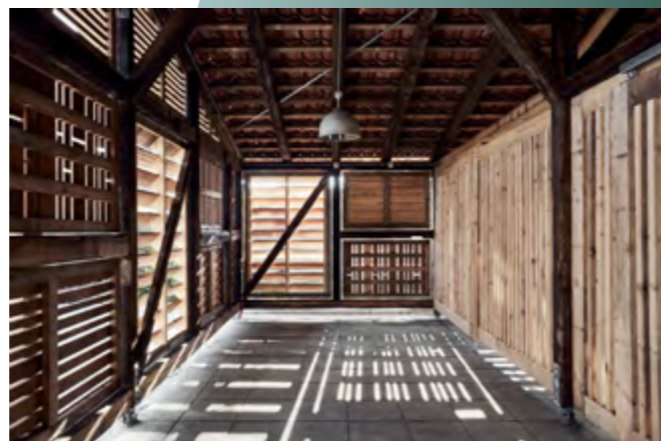
Søuld har gennem en årrække arbejdet med udviklingen af ålegræsbaseerede plade- og isoleringsløsninger til byggeriet. Det afgørende nye er, at det er lykket at udvikle en hård plade med en forventet høj brandklasse (B-s1,d0), hvilket vil tillade en konstruktiv brug af pladerne i hele rummet.





Forslaget præmieres for udviklingen af et smukt akustikregulerende produkt til lofter og vægge baseret på et hyppigt forekommende naturmateriale, der ellers ikke finder stor anvendelse i byggeriet.



# Næste BYG

## Arkitekttegnede skure af genbrugsmaterialer



 <b>Tilbygning m.m.</b>	 <b>Niels Jakubiak Andersen</b>
 <b>Nedrivning og genbrug</b>	 <b>CVR: 41237163 Finervej 7 4621 Gadstrup</b>

### LØSNINGEN

Vi leverer arkitekttegnede skure af genbrugs- og upcycledede materialer som færdig idriftsatte løsninger til professionelle ejendomssejere.

Dette inklusive de nødvendige byggetilladelser, godkendelser og FCS certificering med dokumentation og sporbarhed af materialerne til kundernes bæredygtighedsdokumentation.

Vores løsninger er smukke og inspirerende, også som rum til sortering af ejendommenes affald. Vores første kunder melder tilbage at Næsteskurene giver deres brugere en stærkere bevidsthed om vigtigheden af genbrug, og at det konkret fører til en forbedret affaldssortering.

Det er også cykelskure, opholdsrum og depotrum for skoler/klubtilbud hvor Næsteskurene samtidig kan være undervisningsrum. Det er sociale rum for boligforeningerne og de skaber bedre samarbejde mellem driftspersonalet og beboerne. Næsteskurene er byttecentre og fællesrum for fastelavn og loppemarkeder for fremtiden.

Vi skal i Danmark bygge alle skure af affald og frasorterede materialer og dermed vise vejen til en total omstilling af byggebranchens ressourceforbrug.

Vores ambitioner at vi - netop med skure - kan skabe vejen til en cirkulær omstilling af hele byggebranchen som i øjeblikket genererer 30% af al vores affald i Danmark.

Skure i dag bygges i dag efter gamle lineære forbrugsprincipper og med nye materialer, dvs. både CO2 tung stål og nyt træ der burde bruges til andre formål end skure.

Skure opføres i dag til kun en bestemt funktion og har sjældent hverken æstetisk eller social værdi for fællesskabet omkring dem.

Fremtidens skure skal baseres på cirkulære principper hvor vi bruger affaldet som ressourcer.

De skal være multifunktionelle, smukke og bidrage til at forbedre det sociale liv omkring skurene.

Det tilbyder vi med Næsteskure.

### INNOVATION

Det unikke er både vores produkt, men i høj grad også vores værdikædesamarbejde, der muliggør at levere vores produkt til en konkurrencedygtig pris og i store mængder.

Vi leverer meget mere end et skur.

Vi leverer dokumenterbar bæredygtighed, højere kvalitet end øvrige skure, smukkere løsninger og en ramme for ændret social adfærd forbedrede udeområder i større ejendomskomplekser.

Vi samarbejder pt. med 3 af Danmarks største nedrivere der nedtager materialer fra nedrivningerne til genbrug.

Vi har samarbejdsaftale med Danmarks

største private affaldsselskab RGS Nordic der udsorterer, afrenser og lagerfører materialerne ud fra vores efterspørgsel, samt aftaler om at vi bl.a. fra Kebony aftager af kasserede terrassebrædder mv. fra trævareindustrien

Dette gør vores set-up både konkurrencedygtigt og Cirkulært-LEAN.

Vi er ved at opbygge digitale informationsmodeller og systemer der tillader os at genbruge store dele af vores designløsninger samtidig med at vi skræddersyer løsningerne og leverer et unikt projekt til kunden.

Det sikrer en effektiv vej fra første tegning til fejlfri produktion og effektiv montage. Det vil fremover også styre vores materialelager til design effektivitet og sikre kortest mulig lagertid for materialerne.

Det vi ikke selv er bedst til som fx genbrugte lamper med LED, skruefundamenter, grønne tage mv., har vi faste aftaler med de dygtigste i Danmark til at levere.

Men vi tager det samlede ansvar overfor kunden og leverer kvalitetssikring og garantier på samme niveau som det øvrige marked, og arbejder med at gå videre og give kunden mulighed for at købe 30 årig garanti.

Samtidig tager vi socialt ansvar og har ambitioner om at skabe en arbejdsplads hvor man også vil udvikle sit menneskelige potentiale. Det har vi allerede vist gennem vores samarbejde

med forskellige lokale jobcentre, hvor vi nu har ansat 3 tidligere flygtninge fra Syrien samt en i flex-jobstilling.

Nu er vi ved at blive B-CORP certificerede.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Der er over 10 mio. m2 skure i Danmark og hvert år bygges der 500.000 m2 skure, svarende til et marked på 2,5 mia. dkk om året og et årligt klimaaftryk på over 40.000 tons Co2 eq i stål og trykimprægneret / malet træ.

Byggebranchen i DK genererer 5 mio. Tons affald om året, af dette ca. 200.000 Ton er træaffald, hvoraf mindst de 100.000 Tons kan genbruges frem for at blive til biobrændsel.

Vi bør som samfund bruge de CO2 tunge materialer der hvor det er mest kritisk og hvor CO2 investeringen har mest effekt. Derfor bør vi anvende begrænsede mængder stål og beton, samt nyt træ og i stedet bruge genbrugsmaterialer. Ikke mindst fordi at det netop ved skure er muligt at skabe højere kvalitet end markedskonformen med genbrugsmaterialer, og samtidig levere løsninger der overholder alle bygningsreglementets krav.

Vi sparer i følge LCA beregning hhv 0,48 og 3,1 kg CO2/m2 ifht hhv. skure i nyt malet træ og stålskure.

Skurenes evne til at "nudge" for bedre adfærd skaber ringe i vandet og har med deres æstetiske og sanselige

tilstedeværelse potentiale til at blive en katalysator for mere bæredygtig adfærd i lokale miljøer. Skurene forsøger samtidig at skabe en ny æstetisk og kulturel bevidsthed om vores allesamens forgængelighed. En bevidsthed om livets gang - og de næste generationer - der forhåbentlig kan føre til en stærkere ansvarsfølelse omkring jordens ressourcer.

En fysisk manifestation af næsteklærlighed.

### INSPIRATION

Vores løsning er udsprunget af innovationsforløbet "Circular Construction Challenge" hvor vi med støtte fra Realdania fik udviklet samarbejder, forretningsmodel og afprøvet løsninger i gennem Bootcamps faciliteter af Dansk Design Center m.fl. I dette forløb indgik en hel vifte af fremragende eksempler og personligheder inden for både de-

sign, impact-investering, storytelling til stor inspiration for vores arbejde. Vores løsninger er både inspireret af andre innovative men enkeltstående projekter og cases hvor der er anvendt genbrug i byggeriet bl.a. af Lendager og tegnestuen Vandkunsten. Men vi er også ifht særligt det forretningsmæssige stærkt inspirerede af virksomhederne Vipp, Altan.dk og et typehusfirma som Huskompagniet.

Det at udvide værditilbuddet, oplevelsen og ikke mindst betalingsvilligheden omkring en kategori som fx Altan.dk har banet vejen for på altaner, et stærkt brand som Vipp på relativt simple affaldsspande, men også at skabe et ekstremt effektivt set-up til leverance af mindre byggeri i stor skala som Huskompagniet er lykkedes med, inspirerer os fortsat meget i udviklingen af vores forretning og værditilbud.







## *Dommerbetænkning*

Som det påpeges i forslag 12 fra Næste BYG, er byggebranchen storleverandør af restaffald – 5 millioner tons affald, heraf 200.000 tons træaffald, bliver det til hvert år. Restprodukterne er ofte svære at bruge i selve byggeriet, da materialerne er udokumenterede og af varierende kvalitet. Næste BYG løser problemet ved at bruge genbrugstræet i opførelsen af skure og øvrige sekundære bebyggelser, hvor kravene til materialer og deres godkendelse er mindre.

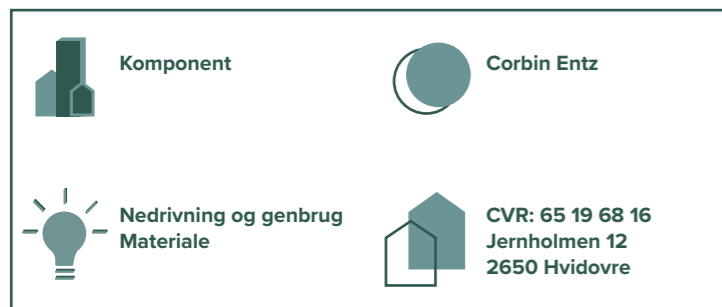
Det færdige resultat er multifunktionelle, smukke skure, der viser genbrugets æstetiske potentiale. Bæredygtigheden bliver synlig og attraktiv og bidrager dermed formentlig til en bredere bæredygtig adfærdspåvirkning. Løsningen er muliggjort ved et omfattende samarbejde mellem nedrivere og udførende og med aktivering af de lokale jobcentre.

Forslaget præmieres for at anvende genbrugsmaterialer inden for en bygningstypologi, hvor materialets egenskaber funktionelt og æstetisk kommer til sin fulde ret. Forslaget skal også fremhæves for sit fokus på social bæredygtighed og muligheden for at påvirke bæredygtige valg også uden for byggeriet.



# DBI - Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut

## ReSource – Forædling af byggeaffald til nye byggematerialer



### LØSNINGEN

Vi upcycler affaldsressourcer til at danne et skalerbart alternativ til cement i byggematerialer!

Konsortiet bag ReSource-projektet består af kommercielle partnere med stærke grønne ambitioner på tværs af affaldssektoren (RGS Nordic) og byggebranchen (Komproment og Troldekt). Projektet drives af Dansk Brand- og Sikringsteknisk Institut (DBI) og er i samarbejde med DTU.

Løsningen. I innovative udviklingsforløb har DBI sammen med Troldekt og Komproment succesfuldt erstattet cement i byggematerialer ved at genanvende affaldsressourcer gennem en proces kaldet geopolymerisering. I vores geopolymer produkt indgår upcycledede affaldsprodukter (fx tegl, bioaske og glas), der omdannes til et bindemiddel med et op til 80 % lavere CO2-aftryk end Portland-cement samt et markant mindsket forbrug af jomfruelige naturressourcer.

Geopolymerer er et bindemiddel, der typisk består af aluminiumsilikat-holdige råvarer (prækursor), som danner en uorganisk polymer-binder ved reaktion med en basisk aktivator. I de fleste commercialiserede geopolymerer produkter består prækursoren bl.a. af kalcineret ler, som giver funktionelt gode, men dyre, løsninger med et relativt højt CO2-aftryk. Dette er hovedårsagen til, at udbredelsen i praksis er begrænset. Vores prækursor er primært sammensat af fraktioner fra affaldsstrømme (fx tegl) fra byggeriet,

som i dag er sværere at afsætte til genanvendelse, og som resulterer i et lavt samlet CO2-aftryk.

I den næste fase af projektet har konsortiet søgt MUDP-midler til at skabe en sammenhængende, cirkulær værdikæde på tværs af affalds- og byggebranchen. Ved at udvikle et unikt pilotanlæg, der upcycler affaldsressourcer og producerer geopolymer-mix vil vi erstatte cement i høj kvalitets byggematerialer som Komproments facadetegl og Troldeks akustikplader. Med et 4 til 1 forløb ser vi gode muligheder for at få den nødvendige viden og input til at sikre at vi designer en attraktiv løsning, der kan realiseres til den rette pris og med det rette CO2- og ressourceaftryk.

### INNOVATION

Projektets unikke bidrag til at skabe en mere bæredygtig byggebranche består både i en affaldsbaseret erstatning for cement og i udviklingen samt etableringen af produktionsanlæg og en cirkulær forsyningskæde - der ikke eksisterer i dag - hvor fx udtjente tegl nedrives til fremstilling af geopolymer-bindemiddel til nye tegl, der på sigt hjemtages og igen indgår i en cirkulær proces. Projektets løsning skal samlet set muliggøre en effektiv og værdiskabende upcycling af lokale affaldsressourcer til produktion og salg af bæredygtige byggevarer, der efterspørges af arkitekter og bygherrer på det danske og internationale marked.

Der er en stigende international interesse for at udvikle byggematerialer,

der gennem geopolymerisering erstatter cement. Teknologien bliver brugt i alt fra bygninger til tandproteser, omend stadig i begrænset omfang. Vores løsning adskiller sig fra lignende løsninger, da det udvikles med en holistisk tilgang, hvor der tages højde for lokale forsyningskæder, bæredygtighed, æstetik og tekniske egenskaber mens vi hele tiden arbejder med at designe de konkrete produkter med afsæt i slutbrugernes behov.

På kort sigt forventer vi at demonstrere potentialet i at omdanne affald til et bæredygtigt alternativ til cement for to konkrete anvendelsesområder - akustikplader og facadetegl. I forbindelse med fremstilling af akustikplader vil vi demonstrere store CO2-besparelser ved at anvende geopolymer-mix som erstatning for hvid Portland cement. Restlevetiden af Danmarks beholdninger af byggekritiske ikke-fornybare råstoffer som sand, ler og grus, reduceres år for år. Knapthed på ressourcer kræver nye løsninger. Urensede teglsten, der i dag har ringe værdi og anvendelse, skal forædles, så sandet og leret kan bruges til at producere nye tegl. På facadetegls-området vil projektet derfor åbne mulighederne for en helt ny satsning på et unikt bæredygtigt produktprogram baseret på upcycling af nedrevet tegl, som kan erstatte traditionelle løsninger baseret på fx ler, skifer eller beton og medføre væsentlige klima- og miljømæssige fordele.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Vores løsning bidrager til 4 til 1 målsætningen gennem en markant reduktion af både CO2-aftrykket og ressourceforbruget i produktionen af nye byggematerialer og en mere effektiv genvinding og forvaltning af lokale (affalds) ressourcer.

Hvis cementindustrien var et land, ville det være den tredje største CO2-udleder i verden med 6-9% af den årlige globale udledning. Hertil kommer de mange problematikker relateret til overudnyttelsen af ikke-fornybare naturressourcer og lokale økosystemer i fremstilling, anvendelse og bortskaffelse af cement. CO2-udledningen af kridt-baseret cement forekommer dels fra den kemiske proces, hvor kalcium-karbonat i kridt nedbrydes til bl.a. CO2 ved temperaturer over 550 grader. Dette udgør omkring 60% af udledningen af CO2 fra kridtbaseret cement. Den anden store del af udledning af CO2 sker gennem afbrænding af fossile brændsler, idet cementen opvarmes til 1400-1500 grader. De CO2-mæssige fordele ved at erstatte cement med geopolymer-mix relaterer sig både til anskaffelses- og produktionsfasen, idet råvarerne primært kommer fra genanvendt affald, samtidig med at fremstillingen sker med energi fra vedvarende kilder. Set i sin helhed har geopolymer-mix et op til 80 % lavere CO2-aftryk i forhold til Portland-cement og potentiale for at opnå et endnu lavere aftryk.

Cementproduktion er baseret på kridt, men for at fremstille fx en facadetegl

skal cementen blandes med fine og grove aggregater som sand og grus, som sammen danner beton. Når vi producerer affaldsbaseret geopolymer-mix til at fremstille facadetegl, erstatter vi ikke kun cementen, men også en del af aggregaterne med affaldsressourcer. Resultatet er, at vi kan mindske ressourceforbruget for hvert ton geopolymer-baserede facadetegl med op til 260 kg kalksten, 400 kg sand, 400 kg grus og 50 kg ler sammenlignet med cementbaserede facadetegl. I Danmark producerer vi knap 10 mio. tons beton om året, hvilket gør løsningspotentialer for at mindske forbruget af ikke-fornybare naturressourcer ganske betydelige.

### INSPIRATION

Vores erfaringer med at udvikle geopolymer-baseret produkter trækker tråde tilbage til 2017 hvor DBI opstartede et projekt med Ørsted, der handlede om at finde genanvendelsesmuligheder for bioaske fra forbrændingsanlæg. Det ledte til InnoBooster-projekter med Komproment og Troldekt, hvor vi siden 2020 har produktudviklet og erstattet cementen i deres facadetegl og akustikplader. RGS Nordic er sidenhen blevet en del af konsortiet og spiller en vigtig rolle i vores arbejde med at skabe et stærkt samarbejde på tværs af værdikæden, så underudnyttede affaldsressourcer finder en fornyet værdi i byggeriet.

Vi samarbejder dagligt med aktører på tværs af branchen og henter inspiration fra producenter, tegnestuer og entreprenører, der brænder for gode



ideer, der kan gøre en reel forskel for klima, miljø og mennesker. Vi er motiveret af at udvikle en løsning, der både er til at betale og er radikalt bedre for planeten. Derfor er vi bl.a. inspireret af virksomheder hvis produkter hjemtages ved enden af deres livscyklus og indgår i nye byggeprodukter. Den slags cirkulære initiativer kræver nytænkning og et inspirerende mod.

Komproment tror på at vores løsning i fremtiden vil gøre det muligt at genanvende deres egne tegl til produktion af nye. Derfor har de for nylig igangsat dialogen om at indgå i et ambitiøst cirkulært samarbejde med den tyske bygherre Moringa om på sigt at hjemtage deres facadetegl fra HafenCity Hamburg-projektet. Moringa's højhus-projekt er baseret på vuggetil-vugge princippet og som en del af designet bruges der genanvendelige og sunde materialer, der på sigt kan skilles ad og anvendes på ny. Moringas inspirerende vision, er at byggebranchen udvikler sig til en cirkulær økonomi, som ser bygninger som en slags 'materialelagre'. I stedet for at producere affald og betale bortskaffelsesomkostninger ved slutningen af livscyklussen, skal der genereres økonomisk merværdi ved at bevare ressourcerne og bruge dem til nye projekter.





## *Dommerbetænkning*

Cement er i dag et dominerende materiale i byggeriet og står for en betydelig del af branchens CO<sub>2</sub>-belastning. Forslag 13 arbejder med at erstatte cement i byggematerialer ved at genanvende affaldsressourcer så som tegl, bioaske og glas. Restprodukterne kan ifølge forslaget omdannes til et bindemiddel med op til 80% lavere CO<sub>2</sub>-aftryk end konventionel cement samtidig med, at brugen af jomfruelige ressourcer reduceres.

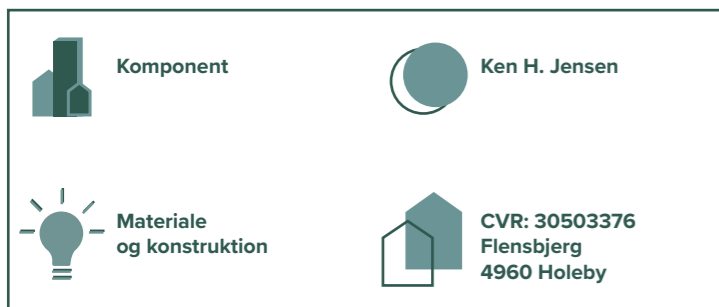
Forslaget er stadig på et tidligt stadie, men udvikles i et partnerskab med kompetencer fra forskningsinstitutioner, affalds- og byggesektoren samt aktører, der arbejder med test og godkendelser. Det virker derfor sandsynligt, at konsortiet vil kunne lykkes med at omsætte principperne til en binder, der kan indgå i kommercielle produkter. Aktuelt arbejdes der med at bruge binderen i akustik-plader og facadetegl, men det langsigtede markedspotentiale er langt større.

Forslaget præmieres for at samtænke cirkulære og klimamæssige udfordringer og anvise en vej til at substituere en af byggeriets klimatungeste materialer uden funktionstab.



# Dansk Solenergi

## Solceller som nyt bygge element, uden æstetiske begrænsninger



### LØSNINGEN

Vi har udviklet et komposit der i bedste fald, lader 98-89% sollyset passere igennem, samtidigt med der opnås en vilkårlig homogen farver på modulet, kompositet er patenteret af Dansk Solenergi

### INNOVATION

Solenergi giver arkitektonisk frihed

### FARVEDE SOLCELLEMUDULER UDEN BEGRÆNSNINGER

Vi kan nu præsentere et revolutionerende gennembrud med vores deres patenteret nyhed: CFR - Farvede solcellemoduler, der overskrider alle tidligere begrænsninger.

I kraft af de æstetiske og arkitektoniske muligheder, de farvede solcelle-

moduler repræsenterer, er der lagt op til en helt ny og meget energieffektiv arkitektur, som ikke kender nogen grænser. Alle typer facader og tage m.m. kan udgøre et aktivt element i energiforsyningen, samtidig med at arkitekturen har helt frie tøjler. Der er lagt op til en symbiose mellem teknik og æstetik af helt nye og uanede dimensioner.

### FORDELE:

Lystransparens på op til 98% og hermed enestående høj effektivitet  
Nye æstetiske designmuligheder  
Udvider i vid udstrækning solcellemodulernes anvendelsesområder.  
Yderligere info. Se <https://danishsolarenergy.com>

### PLANETÆRE GRÆNSER

Anvendelsen af solceller er en vigtig bidrager til den grønne omstilling, af klimamæssige og sikkerhedsmæssige årsager

### INSPIRATION

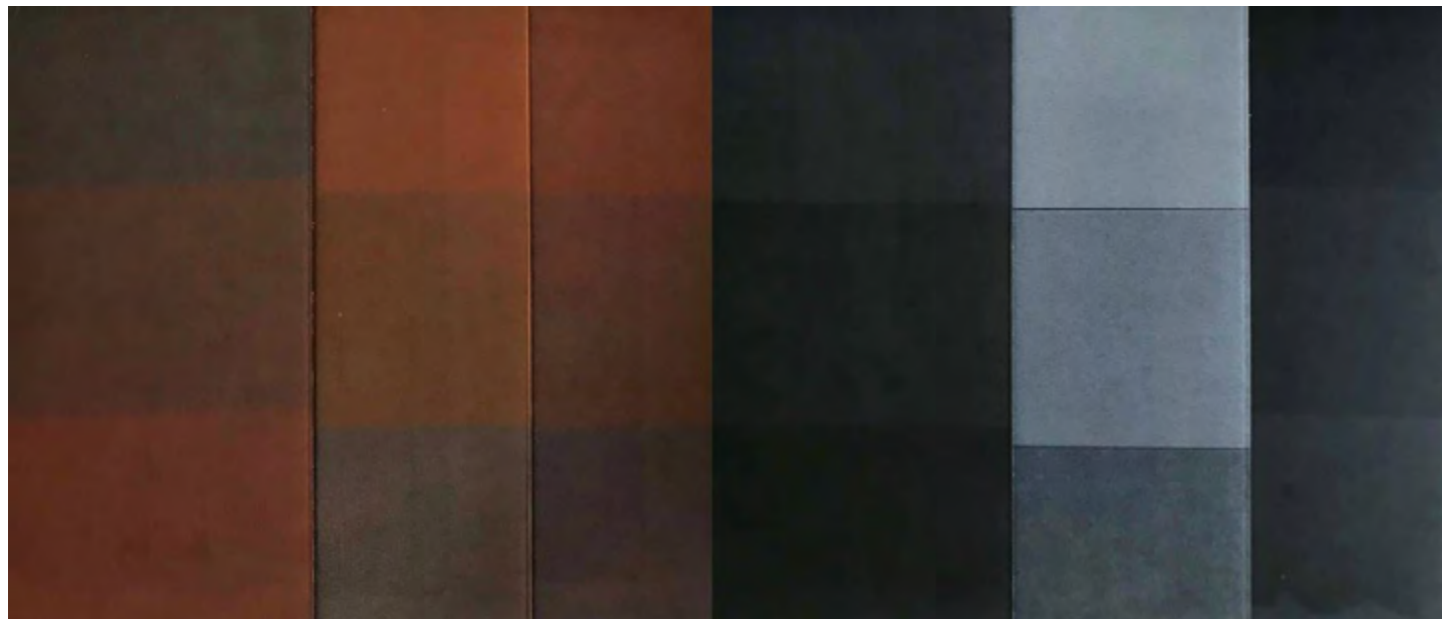
Lave en bedre verden ved anvendelse af solceller.

Solceller har primært haft 2 store udfordringer.

1. Prisen, denne er faldet med en faktor 10 siden 2007
2. Æstetikken, som denne løsning byder ind med







## *Dommerbetækning*

Vedvarende energiproduktion er et vigtigt element i at nå klimamålene. Dansk Solenergi har udviklet et solcellemodul med høj udnyttelsesgrad, som kan leveres i alle farver og dermed lettere integreres i alle tag og facader. Det gør det lettere at bidrage til energiproduktionen uden at skæmme bygninger eller optage jordarealer med vigtige alternative anvendelsesmuligheder (fx dyrkning af bioba-serede byggematerialer).

Den bedre indpasning i bygningen åbner også op for, at solceller kan indgå aktivt i konstruktionen og eksempelvis udgøre den ydre tagflade. Dermed mindskes det samlede materialeforbrug. På et mere overordnet niveau medvirker den lokale energiproduktion til en mere robust energiforsyning med et mindsket transmissionstab.

Forslaget præmieres for at arbejde med vedvarende energikilders æstetiske udtryk, således at energiproduktion kan vinde indpas i byen og friholde jordarealer.



# 07

## Øvrige forslag

Der har selvsagt været mange forslag, som ikke er gået videre som vinderforslag. Ikke desto mindre giver det samlede ansøgerfelt et unikt billede af udviklingen inden for klimavenlige løsninger, der kan anvendes ifm. boligbyggeri. Derfor har vi valgt at medbringe alle indsendte forslag som en del af publikationen. Der er inspiration at hente blandt forslagene uanset omfanget af ens kommende byggeprojekt. Forslagene er inddelt efter de to åbne calls, som ansøgere har indsendt i hhv. "Sustainable Solutions" og "Next Generation Architecture".

God fornøjelse.



Forslag: Studio Eika ApS, Elementbyggeri med 3-lagsplader



I det følgende afsnit kan du læse en lang række forslag til materialer, produkter og metoder, der minimerer CO<sub>2</sub>-aftrykket ved både opførelse, drift, genanvendelse m.m. ifm. boligbyggeri. Opfindere, producenter, udførende og øvrige virksomheder fra byggeriets værdikæde har indsendt en bred palette af forslag til næste generation af lav-karbon løsninger.

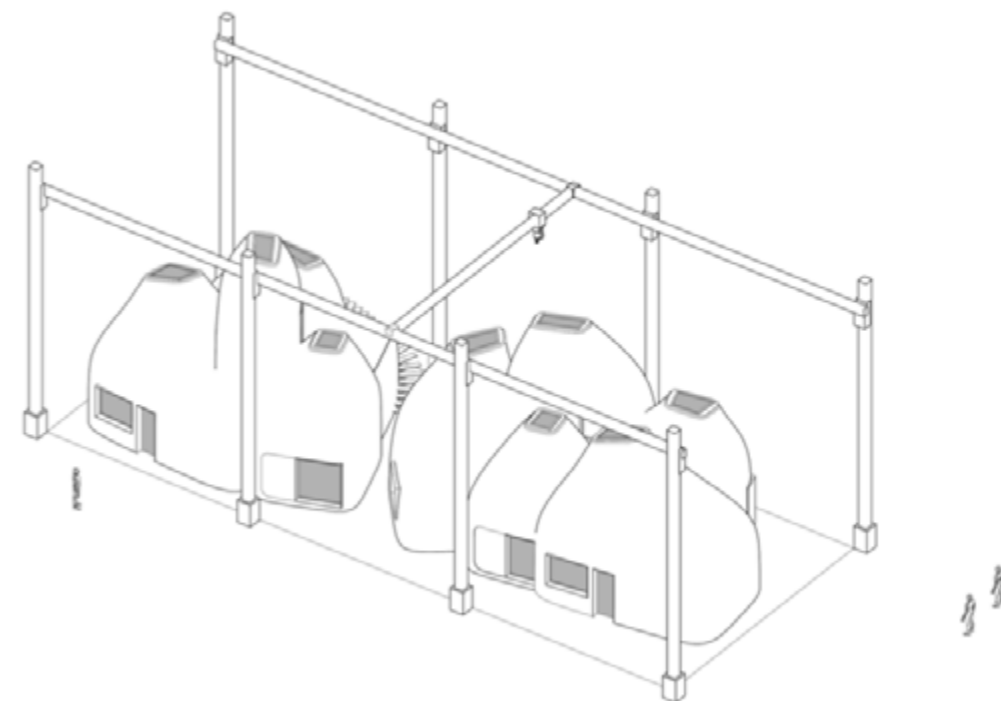
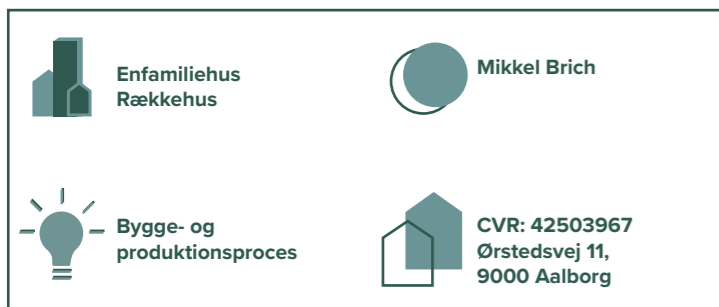
Call'et "Sustainable Solutions" har eftersøgt løsninger, der reducerer klimaaftrykket over hele produktets tilblivelse, brug og genanvendelse. Vurderingen af de indkomne forslag har taget afsæt i den europæiske standard for livscyklusvurderinger (EN 15978) omfattende primært den indlejrede energi i materialer og produkter (A1-A3), men også ressourcer brugt i byggeprocessen (A4-A5), driftsressourcer fra brugen af bygninger (B1 til B7), håndtering af produkterne efter endt levetid (C1-C4) samt deres genanvendelse (D).

Det har ikke været et krav, at der var gennemført LCA-beregninger for de indsendte løsninger. Samlingen af de mange forslag er tænkt som et idékatalog målrettet bygherrer, som kan hente inspiration til kommende projekter. Af samme grund har call'et også efterspurgt løsninger, der teknisk er (næsten) færdigudviklede og eventuelt afprøvet i lille skala, men hvor test og godkendelser, produktions- og salgsskema samt afprøvning i fuld skala endnu mangler. Forslagene er listet i tilfældig rækkefølge.



# 3DCP Group A/S

## 3D-printet byggeri - rejsen mod en bæredygtig fremtid i byggeriet



### LØSNINGEN

Det er vigtigt at vi fortsat i Danmark er en vidensnation, og at vi tør gå forrest i den teknologiske udvikling - også indenfor byggeriet.

Sidste store byggerevolution var i 1960'erne da man opfandt elementbyggeriet, hvilket drastisk ændrede måden vi har bygget på siden da. Dog har der ikke, siden den gang, været tilsvarende paradigmeskift i byggeriet, indtil nu. 3D-print har potentialet til at blive en game-changer indenfor byggeindustrien. Teknologien åbner op for nye løsninger, der gør det muligt at skabe mere spændende leve-rum uden at omkostningerne stiger markant. Byggeprocessen er desuden både mere effektiv og skånsom for miljøet.

For printeren er det lige så nemt at lave en firkantet væg, som en buet væg, eller for den sags skyld en bølget væg. Den er med andre ord ikke begrænset af den traditionelle boksgemetri som konventionelle byggemetoder er i mursten, beton-elementer eller plader.

Det åbner derfor en lang række døre for arkitekterne, til at tænke ud af boksen og tænke mennesket ind - uden at det behøver at blive dyrere. Samtidig fjernes størstedelen af de mandetimer som er involveret i byggeriet, mens alle tunge, repetitive og nedslidende løft foretages af en robot - således vi skåner vores arbejdsstyrke fra at blive tidligt nedslidt. I fremtiden skal vi bygge med vores hoveder og ikke

med vores hænder!

I sommeren 2021 printede 3DCP Group en testbolig, som står i centrum af Holstebro. Prototypen har snart stået i et år, gennem alt slags vejr, hvilket bekræfter formodningen om, at teknologien er moden til opskalering.

### INNOVATION

3D-print af bygninger er en gentænkning af måden man bygger på. Denne nye metode medfører en lang række fordele, men selvfølgelig også nogle udfordringer som skal løses.

De største fordele er;

1. Man opnår en større designfrihed end ved konventionelt byggeri. En 3D-printer er ligeglad med om den skal lave en lige, en buet eller en bølget væg - prisen er den samme. Derfor muliggør 3D-print at man kan bevæge sig væk fra firkantede "skotøjsæsker" og begynde at skabe mere inspirerende og organiske leverum.

2. Optimering af materialeforbrug kombineret med minimalt spild. 3D-print additiv proces, som kun tilføjer den præcise mængde materiale der er behov for. Således kan materialeforbruget reduceres med 70% sammenlignet med et tilsvarende elementbyggeri.

3. Byggeprocessen går hurtigere og sandsynligheden for at der sker fejl mindskes. Automatiseringen af byggeriet medfører at flere traditionelle håndværksfag og processer smelter sammen. Dermed kan de forskellige

håndværksfag udføre deres arbejde mere eller mindre i takt med at printer-en bygger huset op.

4. Tunge og repetitive løft fjernes, for således at undgå at nedslide arbejdsstyrken. Det er en robot som bygger huset, dermed skal bemanningen i højere grad kvalitetssikre og arbejde intellektuelt end der skal udføres hårdt fysisk arbejde.

5. Antallet af mandetimer brugt i byggeriet kan reduceres med over 90%, hvilket selvsagt har en indflydelse på de omkostninger der er forbundet med byggeriet (Fazal, 2022).

6. Byggeprocessen udleder, samlet set, 32% mindre CO2 end sammenligneligt konventionelt byggeri, med potentiale for yderligere signifikant reduktion - teknologien er trods alt i sin begyndelse (Batikha, 2022).

### PLANETÆRE GRÆNSER

Den miljømæssige bæredygtighed er et vigtigt aspekt i det 3D-printede byggeri. Et komparativt studie har vist, at 3D-printet byggeri har potentiale til at reducere den samlede byggetid med 95% samtidig med at byggeriet, på nuværende stadie, udleder 32% mindre CO2 end et gennemsnitligt konventionelt byggeri (Batikha, 2022).

Der er næppe nogen tvivl omkring, at teknologien har potentialet til at rykke status quo i en grønnere retning, dog er teknologien så ny og udbredelsen så begrænset, at der er langt imellem studier som nøjagtigt kvantificerer

bæredygtigheden af byggeriet - jf. citat nedenfor.

"The study of 3DCP technology and its environmental impact is very limited thus far, only recently gaining global attention. Despite the limited contributions in this field, several works have been published investigating the environmental impact of 3DCP versus conventional construction methods. In particular, the work of Reference [6] indicates that the use of 3DCP lowers the GWP (Global Warming Potential) by approximately 85.9%, as compared to the pre-cast method, which is associated with high volumes of concrete and steel reinforcement." (Masad, 2020).

Teknologien viser altså gode, grønne takter, selvom vi er på et meget tidligt stadie. Internt i 3DCP Group arbejder vi aktivt på at erstatte grus med genanvendte materialer. Vi kan i vores printmasse i dag, komfortabelt, anvende 25% genanvendte materialer. Det kan være materialer som eksempelvis nedknust tegl eller nedknust beton. Vi eksperimenterer samtidig med betonblandinger hvor vi anvender op mod 33% genanvendte materialer.

Samtidig er vi i dialog med DTU, som er langt med udviklingen af en bio-baseret printmasse (som også vil fungere i det danske klima), hvilket viser gode takter.

Beton skal altså ses som springbrættet til at udvikle teknologien, hvorefter der vil ske adoption af bæredygtige og bio-baserede printmaterialer. Men allerede på nuværende stadie kan vi anvende beton med mere omtanke end tidligere.

### INSPIRATION

Hos 3DCP Group er vi motiveret af at gøre en forskel - især på den lange bane. Vi har en målsætning om, at vi inden 2030 printer med 100% bæredygtige printmasser, og til en pris der er lavere end den vi ser i det konventionelle byggeri i dag.





Vi tror på, at vi med vores løsning kan have en positiv effekt på både den miljømæssige-, sociale- og økonomiske bæredygtighed i byggesektoren. Det er det som driver os!





# SOLARLAB.DK ApS

## Skræddersyede solcellefacader

 <b>Komponent</b>	 <b>Anders Smith</b>
 <b>Helhed og aptering</b>	 <b>CVR: 34720975 Industrivej 8, 8260 Viby J</b>



### LØSNINGEN

Skræddersyede solcellefacader, der usynligt integrere elektricitetsproduktionen i en dynamisk, holdbar, vedligeholdelsfri og kosteffektiv facade til nybyg og renovering. Ventilert regnskærm der integrerer høj kvalitets PV teknologi usynligt i den skræddersyede beklædning til tage og facader, som er langtidholdbar og forberedt til cirkulær ressource økonomi efter et langt operationelt liv hvor den betaler for sig selv mange gange både miljømæssigt og økonomisk. Integrerer velafprøvet teknologi og montage teknologi i et super fleksibelt system der tillader komplet arkitektonisk integration uden at gå på kompromis arkitektonisk. Med on-site energi produktion i regnskærmen eliminerer vi et materiale og erstatter det med et mere holdbart som ydemere tilbyder nye arkitektoniske muligheder og kan sikre energi uafhængighed, forudsigelig energi priser og sænkede vedligeholdelses omkostninger



### INNOVATION

Som den eneste leverandør i verden tilbyder vi et komplet system med skræddersyede paneler, montage system, elektrisk system og monitorings system hvilket eliminerer projekt risiko og sikrer en optimeret løsning der er let at designe, montere og servicere. Produceret med vedvarende energi i EU/DK og ud fra primært recirkulære materialer tilbyder vi et løsninger der i eksisterende genbrugssystemer opnår 96% geninvinning lavt miljø aftryk og produktion. Den brede designfrihed koblet med det efterprøvede og komplette system, samt høj ydeevne og

lange levetid på 50 til 80 år..sansynligvis længere... er enestående og gør vores løsninger efterspurgt verden over.

De strukturelle farver kan ikke falme og sikrer en holdbar facade der altid vil være smuk og højt ydende...også om 100 år hvor facaden teknologisk stadig vil kunne producere gratis elektricitet

### PLANETÆRE GRÆNSER

Det lave reelle miljøaftryk der betaler tilbage med fossilfri elektricitet, den lange holdbarhed, den lave ved-

ligeholdelse, samt at vi producerer produkter forberedt til en cirkulær økonomi gøre det muligt med vores facade systemer at kompensere fuldt for bygningen miljøaftryk i dets levetid og vi har allerede dokumenteret dette på to bygninger i Norge

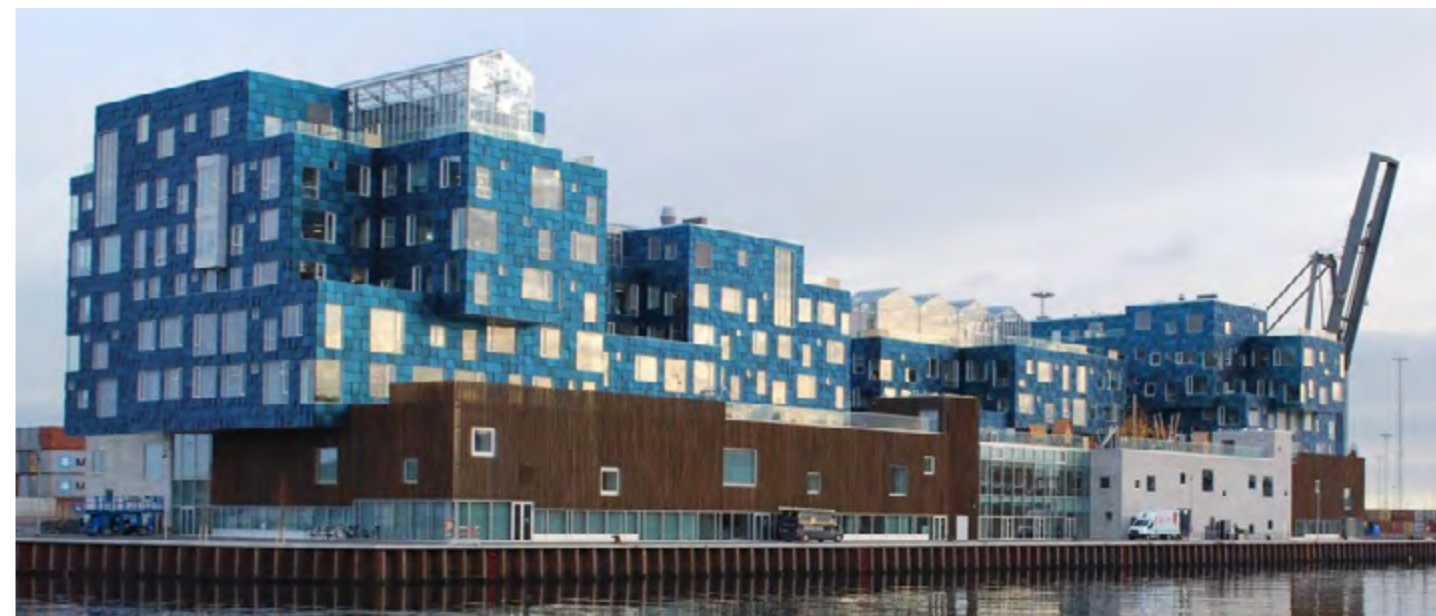
### INSPIRATION

Traditionelle PV paneler som er en arkitektonisk 'øjebæ' og umuliggør udnyttelsen af flade tage til sociale aktiviteter og miljøforanstaltninger som regnsvands bremsning, biodiversitet og mikroklima.

Vi har fra starten indset og fokuseret på at lave komplette løsninger fordi det var det der anses som den største hindring at skulle opfinde paneler/overflader/størrelser, montagesystem der overholder bygningsreglementer og

elektrisk sådet er sikkert for brandfolk, samt monitorings system der kræves for at kunne servicere systemet...til hvert projekt.


Vi indså også straks at dette ikke kunne standardiseret fordi vi ikke ønsker at leve i en Lego verden, men derimod at fastholde den arkitektoniske kvalitet og urbane integritet... samt at der kræves enog meget stor design frihed for at opnå dette samt sikre at der kan installeres på alle typer og størrelser af bygning samt i ethvert klima.








# Careero

## Fra askeaffald til askebeton som brandhæmmende element

**Komponent**

**Diana Saleh**

**Materiale Nedrivning/ genanvendelse**

**CVR: 40995307  
Tornsangervej 4, 1. mf,  
2400 København**



### LØSNINGEN

Aske er et allerede eksisterende og gratis affaldsprodukt, som kan genbruges til brandbeskyttelse. Alt aske bliver endt med at blive smidt ud, og det ender ofte i jorden. Asken har desuden en indflydelse på jordens PH-værdi hvilket skader jordens fertilitet.

Jeg ved at askeaffald er brandhæmmende, hvilket fik mig til at kigge nærmere på mulighederne indenfor området. Igennem min research udviklede jeg idéen bag dette projekt, jeg afprøvede igennem diverse prototyper med direkte ild og tændt kul, og skrev derefter resultaterne ned.

Selve produktet består af askeaffald sammensat med beton, cement, mineraler og vand, der røres sammen og derefter fyldt i bestemte rammer for at fastholde deres form under hærdning. Jeg er nu kommet til en god opskrift og har udviklet min ide til det endelige produkt som vil beskytte mange menneskers liv. Løsningen er en askeplade, et præfabrikeret element.

### INNOVATION

Innovationen ligger bag den bæredygtige og cirkulære ide som har værdi for både samfund og mennesker: Anvendelsen af et lokalt overskuds materiale som aske som vil løse på et konkret problem, er et projekt som gavner klima, mennesker og men vi ved at elementet vil have et stort potentiale i det danske marked. Askepladen vil have det samme koncept som gipspladen som anvendes til

brandsikre konstruktioner i Danmark. Askepladen brand certificeres på et tidspunkt, vil den med sikkerhed tiltrække nysgerrige bygge entreprenører fordi den vil potentielt være billigere med også mere bæredygtig end gipspladen.

Pilot Projekt i Libanon:

I inspirationen feltet nævner jeg at jeg har arbejdet i det humanitære område, og derfor har jeg snakket med en del NGO'er som jeg har tidligere arbejdet for om at designe et projekt hvor vi installerer disse plader i den teltet som er lavet af træ konstruktion. Det er specielt udviklet projekt som skal implementeres i Libanon. Formålet med dette projekt er ikke kun at beskytte de udsatte flygtninge med også høste værdifulde erfaringer inden for prototypen. Som så skal præsenteres til nøglepersoner fra en række af virksomheder, offentlige institutioner og myndigheder samt brancheforeninger. Som en professionel i byggebranchen så ved jeg at de danske byggeiværksættere og entreprenører er konservative, når det kommer til at implementere nye byggelementer. Hovedtankerne herom skyldes frygten for at elementet ikke modstår specifikke krav. Derfor og udover certifikationer som jeg kan få på elementet så har vi et ægte projektet som vi kan måle på.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Askebeton projektet har en overordnet målsætning om at reducere mængden af beton i betontyper og at finde løsninger. Ved udvikling af prototypen skal der opfylder følgende miljømål:

at reducere CO2-emissionerne med 20%-30% at nyttiggøre askeaffald tilslag svarende til 20%-30% af betonens samlede vægt

### INSPIRATION

Problemet og behovet

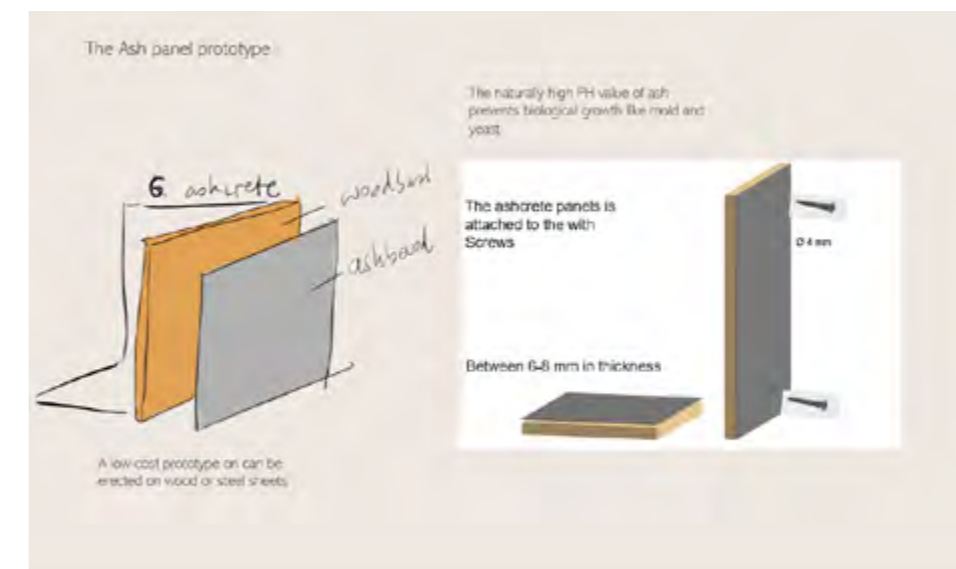
En af de største bekymringer, som humanitær medarbejder, i en flygtningelejr er brandudbruddene. Lejrenes telte er forstærket med brandfarlige emner som træ, krydsfiner, bildæk og plastik, og hvert år er der brande der slår ihjel, giver alvorlige brandskader og efterlader flygtningene uden tag over hovedet. Alt for ofte var vi som medarbejder vidner til livsfarlige ildebrænde i flygtningelejrene i Libanon. Der blev dedikeret budgetter og ressourcer til arbejdet med eftervirkningerne, personligt oplevede jeg ikke noget egentligt arbejde til forebyggelsen.

På KEA studerer jeg bygningskonstruktør og allerede på mit første år, lærte jeg primært omkring brand og brandforebyggelse. Jeg blev fascineret af mulighederne og blev derfor optaget af hvor meget det danske reglement var så god til at sætte rammer for brandsikkerhed og energi optimering af energiforbrug.

### Cirkulært byggeri



### Effekt og resultat









# Recoma

## Construction boards from recycled packaging



 Komponent	 Max Rosenberg
 Materiale Nedrivning/genanvendelse	 CVR: 5593239774 Norra Kringelvägen 13 28141 Hässleholm Sverige

### THE SOLUTION

In short, we are saving waste from incineration and giving it new life in the form of sustainable construction material (boards). Our recycling/manufacturing process is associated with 10-20 times less emissions than alternative end-of-life scenarios for this type of waste, and the product is associated with 5-10 times less emissions than competing products (wooden, gypsum and cement-fibre boards). We can take back cut-offs and demolition waste (from our product) and recycle over and over again in a circular solution.

The boards' properties are in many ways similar to the wooden equivalents (OSB, Plywood), with some additional desirable properties:

- Moisture and mold resistant
- Superior noise insulation
- No VOC emissions or formaldehydes
- 100% recycled and recyclable

It is strong enough to hold 65 kg+ per screw. But mainly, our process provides the board with a smooth paper surface that can be used for finishing the wall with any surface treatment, just like a gypsum board (paint, tiles, wallpaper, plastering/puttying). As such, it can replace 2 layers of traditional boards in many applications.

It is CE marked, undergoing a second round of testing at the moment to update the performance declaration. It has also received high grades in the local Swedish building product certifications (Sunda Hus, Basta, Byggvar-

ubedömningen), and we have recently published our EPD with a GWP of 0,42 kg / m<sup>2</sup> A1-A3 at 12mm thickness.

### INNOVATION

It is the first and only technology that can offer 100% material recycling of multi-material paper-based packaging products, with the potential of saving many thousands of tonnes of waste from incineration. We begin production at a capacity of 4000 tonnes per year (equals around 130,000 boards at dimensions 12x1200x2500mm). We are now building our factory in Hässleholm (Skåne) and producing very limited amounts that we use to market the product in Sweden, Denmark and Norway.

The product itself comes with a small carbon footprint and is recyclable over and over again (our EPD considers incineration at end-of life as we can't claim the benefit of material recycling twice).

The product works as any wooden board and can also replace gypsum and cement-fibre boards in many applications, offering the market a low-carbon alternative where it is much needed.

### PLANETARY BOUNDARIES

From the perspective of the architect/contractor, it allows for a 5-10 times reduction in carbon emissions from construction boards in a project, and a promise of recyclability.

From the planetary perspective, the benefit is much greater, our process

generates about 4,4 kg of CO<sub>2</sub>e emissions per 100 kg material. Incineration is associated with 100+ kg CO<sub>2</sub>e for the same amount (not counting energy production), and paper mill recycling 40+ kg CO<sub>2</sub>e (which always involves at least 25% of the material being incinerated).

We use 0 water or other additives in our process, and contribute to no harvesting of natural resources or manufacturing of virgin materials, which all competing materials are doing. Likewise, the product is made from 100% recycled food grade packaging, resulting in a healthy indoor climate safe to live and breathe in.

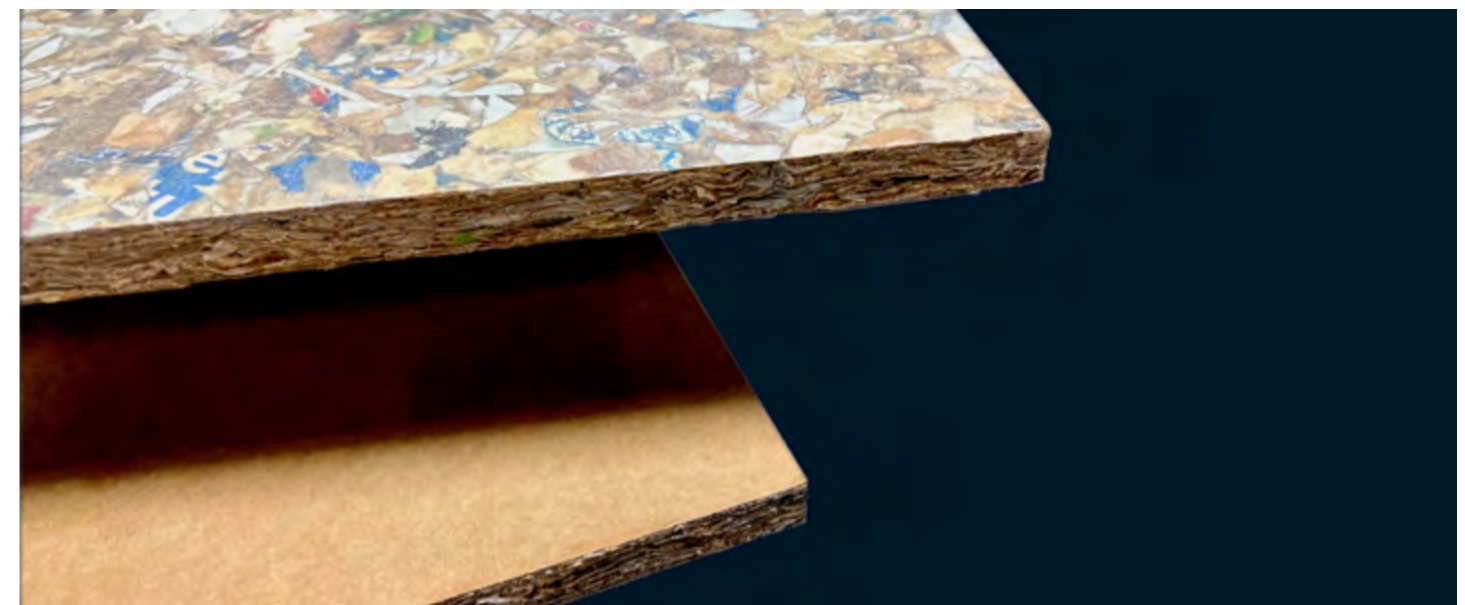
Our ambition is to scale to 20,000 tonnes capacity until 2025. Our facilities, permits and peripheral technology are all scaled to handle this amount.

### INSPIRATION

The inspiration for the founding team (who have little to no connections to the construction industry) was mainly the shocking revelation of how much of the world's emissions and waste generation results from the building sector. We identified room for improvement, but also identified the industry as quite conservative so in addition to making something great for the planet, we wanted to be able to offer a product that was attractive both in terms of function and price as well.

The team is very varied in terms of personalities and experiences, we are four people with backgrounds stretch-

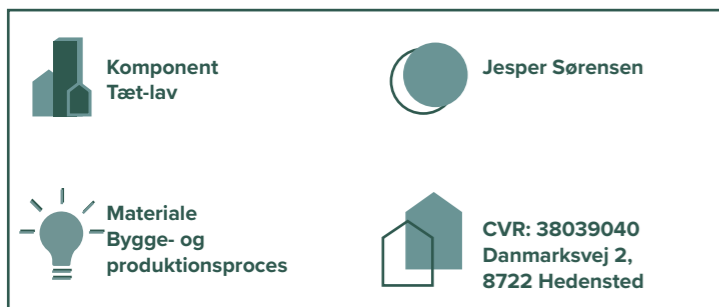
ing from psychology to economy and logistics management. We deem ourselves to cover the critical functions of the company at this stage. While we often view our lack of experience into the construction industry as a disadvantage, we also know that we have entered this world without any tunnel vision and definitely thinking outside the box.





# REXCON system ApS

## ReBLOCK



### LØSNINGEN

ReBLOCK systemet er fremtidens cirkulære og CO2-lagrende byggesystem til opbygning af bærende og isolerende råhus-vægge i tæt-lavt beboelsesbyggeri. ReBLOCK systemet består af træbaserede, modulære 'byggekloster', der kan sammenbygges efter kundeønske og behov, uden at det har indflydelse på eller begrænser systemkomponenternes fremtidige anvendelsesmuligheder. Alle systemkomponenter er nemlig modulære som lego klodser og designet for adskillelse. Hvilket muliggøre en nem fremtidig adskillelse af råhus-byggeriet. Samtlige systemkomponenter kan derfor skabe værdi gentagende gange i fremtidige byggerier.

ReBLOCK systemet er udviklet så det opfylder de byggetekniske krav i Bygningsreglementet. Systemet er en Plug-and-Play løsning der samler 3 arbejds gange i 1 arbejds gang under opbygning, hvilket medfører at det også minimere byggetiden i et byggeprojekt.

Når systemet er opbygget som råhus konstruktion, er det klar til at blive beklædt både udvendigt og indvendigt, samt til indblæsning af isolering i systemets hulrum. I kræft af ReBLOCK systemets tekniske egenskaber, kan systemet beklædes med et utal af beklædningstyper. Her er ReBLOCK systemet kompatibelt med en bred vifte af brugerbehov og varierende kundeønsker. Mht. isolering, så er ReBLOCK sys-

temet designet til indblæsning af løsuldisolering, som fks. papir- el. træfiber isolering. Isoleringstyper som også kan anvendes igen og igen fra byggeri til byggeri og på den måde 'følge' ReBLOCK systemet i gentagende genanvendelsesfaser.

Ved at designe for adskillelse, sikre vi at flest mulige ressourcer kan genanvendes fra projekt til projekt, eller om man vil, fra generation til generation, i byggeriet. ReBLOCK systemets komponenter kan ligeledes, services og vedligeholdes helt ned på komponent niveau. Alt er sammensat ved hjælp af skrueforbindelser, så vi på den måde nemmere kan servicere og opretholde produkterne på et så højt og værdiskabende niveau som muligt fra brugsfase til brugsfase. I REXCON's pipeline udvikles et tilsvarende cirkulært og modulært gulv- og tag-system til råhusbyggeriet.

### INNOVATION

ReBLOCK systemet er udviklet som et bærende og cirkulært byggesystem der kan facilitere en CO2-lagring. ReBLOCK systemet er udviklet således at det kan fladpakkes under transport og oplagring. Denne egenskab er med til at reducere transport omkostninger og emissions udledninger i forbindelse med leverance. Alle komponenterne i ReBLOCK systemet er ligeledes udviklet således at de kan leveres inden for rammerne af en EUR-palle. Og fordi de kan leveres inden for rammerne af en EUR palle, lettes håndteringen generelt, da behovet for kran og elementtransporter elimineres.

Nu kan træbaserede, komplette råhus konstruktioner pludselig leveres kun ved hjælp af EUR-paller. En EUR palle kan fks. indeholde 22,7 kvadratmeter vægssystem til et rå-hus. Så på bare 6 EUR-paller kan der leveres et komplet rå-hus system til et hus på 140 kvadratmeter. Hvilket for nuværende markedsløsninger kræver flere lastbil transporter.

ReBLOCK systemet er udviklet som en Plug-and-Play løsning, hvilket betyder at komponenterne blot stables som legoklodser og fastskrues til et sammenhængende rå-hus system, kun ved hjælp er 4 skruer pr. ReBLOCK. Det er derfor også usandsynligt hurtigt at bygge med, ca. 12 kvadratmeter pr. mandetime.

I genanvendelsesfasen er det de samme 4 skruer der skal afmonteres pr. ReBLOCK. Så er ReBLOCK'n klar til afmontering, fladpakning og stabling på en EUR palle igen. Og på den måde er det nemt at holde ReBLOCK's i et kredsløb. ReBLOCK systemet skal altså ikke forarbejdes eller downcycles for at kunne finde anvendelse eller skabe værdi i byggeriet igen. Her muliggøre det cirkulære design en direkte 1:1 genanvendelse.

ReBLOCK systemets CO2-lagrende egenskaber består i den isoleringstype som systemet er udviklet til at indholde. Nemlig træfiber isolering. Træfiber isolering er kendt for sine CO2-lagrende egenskaber. Og således kan man oplagre CO2 inde i ReBLOCK systemet kerne. Hvorfra det afventer senere

genanvendelse i følgeskab med ReBLOCK komponenterne.

### PLANETÆRE GRÆNSER

ReBLOCK systemet er udviklet med afsæt i at det skulle være så træbaseret som muligt. Dels på grund af træ's tekniske og gavnlige egenskaber for bla. indemiljøet i et byggeri, men også fordi at det er en fornybar ressource. Med en global befolkningstilvækst på ca. 1% pr. år og et tilsvarende øget forbrug af klodens ressourcer, så vi det kun for naturligt at udvikle produktet på baggrund af en fornybar ressource kilde. At vælge træ som hoved ressource i produktet, bestyrkes kun yderligere af dets CO2-lagrende egenskaber. En beregning af ReBLOCK systemets CO2eq via [www.materialepyramiden.dk](http://www.materialepyramiden.dk) viser at når systemet isoleres med træfiberisolering og beklædes indvendigt med træbeklædning og indvendigt med en fibergips plade. Så har hver kvadratmeter vægareal et aftryk på -61,2kg CO2eq i faserne A1-A3.

I faserne A4-A5 er transport behovet minimeret med en faktor 4.5 pga. systemets flat-pack egenskaber, ydermere er kran assistance under byggeriet elimineret grundet komponenternes lave egenvægt.

I faserne B1-B7, vurderes systemet at være lige så driftsvenligt som traditionelt træbyggeri af Teknologisk Institut. Hvis behovet skulle opstå, så kan ReBLOCK systemets delkomponenter udskiftes enkeltvis, selv under drift, grundet de mekaniske samlings

principper. Energimæssigt er systemet fuldt på højde med markeds krav, startende ved 0,125W/m<sup>2</sup>k og helt ned til 0,089 W/m<sup>2</sup>k.

Mht. faserne C1-C4 & D, så er ReBLOCK systemet designet for adskillelse. Og som ved leverancen af systemet, kan alle komponenter fladpakkes igen og på den måde nemt flyttes og genbruges anden steds. Her gentager det minimale transportbehov sig igen. Skulle det vurderes at et komponent er nået sin sidste brugsfase, så kan det adskilles og fraktions sorteres ned på komponent niveau, da alt er sammenholdt ved skrueforbindelser. Om ovennævnte egenskaber er med til at nedbringe et byggeriets samlede aftryk til 2,5kg CO2/m<sup>2</sup>/p.a. vides ikke grundet for mange variabler i byggeriet under ReBLOCK systemet.

### INSPIRATION

Udviklingen af ReBLOCK systemet er pågået med erfaringer fra byggebranchen. Erfaringer som strækker sig på tværs af værdikæden, fra både producent ledet, men også med erfaringer fra det udførende, rådgivende og projekterende led i branchen. Inspirationen til udviklingen ReBLOCK systemet er bla. hentet fra Lego klodser og hele den modulære tankegang der er omkring disse, samt de cirkulære egenskaber som LEGO klodsen bla. har. Og hele tanken om at et produkt er designet til at det kan bruges igen og igen uden forarbejdning. Og samtidig er det så fleksibelt i kraft af sin størrelse og geometri, at den samme byggekloster kan indgå i et

utal af byggeprojekter, på tværs af anvendelsesområder. Den samme brede multi-funktionalitet som lego klodsen har, mener vi selv at være lykkedes med i ReBLOCK systemet.





Ydermere er der hentet inspiration fra møbel industrien. Særligt omkring hvordan mange producenter her benytter sig af flat-pack, for at optimere på logistik. ReBLOCK systemets flat-pack egenskaber er tilmed optimeret således at alle komponenter i systemet kan levers inden for rammerne af en EUR-palle. Det er med til at lette al håndtering af systemet ved levering. Og fra én brugsfase til en anden brugsfase. Da ReBLOCK systemet kan fladpakkes igen og igen efter hver brugs fase.





# Net Zero Projects ApS

## minimass: creating low-carbon, low-cost, 3D-printed concrete beams for the construction industry

 <b>Komponent</b>	 <b>Andrew Coward</b>
 <b>Bygge- og produktionsproces</b>	 <b>CVR: 42769975 Nordborggade 5, 4. th, 8000 Aarhus</b>



### THE SOLUTION

Minimass is a new prefabricated concrete beam which replaces any other type of structural beam. 3D printing is used to precisely place the minimum materials – concrete in compression, steel in tension – with no waste.

Minimass can provide savings of up to 70% of embodied carbon and savings of up to 50% of material costs, compared to equivalent beams. By using 3D printing, we are also reducing labour costs and boosting construction productivity.

It is relevant for both buildings (for example: industrial, commercial, office, cultural typologies) and bridge construction. The saw-tooth nature of the elevation allows easy integration of services within the depth of the beam. The design approach uses graphic statics, inspired by the great engineers of the past. Standard design code methods, such as Eurocode 2 or ACI 318, are used to validate the strength and stiffness in the usual way, meaning that special certification is not required.

Simple details and standard components make this a robust design. The tension capacity is provided by standard post-tensioning cables, with standard post-tensioning anchors. These beams could be made using traditional methods e.g. pouring concrete into formwork. However, the new technique of 3D printing unlocks the potential of this design by allowing the fabrication of these beams at a fraction of the cost of traditional means.

Full scale destructive testing has been carried out on a series of prototype beams. This was completed recently at the concrete laboratory at DTU. A technical paper with full details of the testing, co-authored with DTU, is in the process of being written.

3D printing also has the advantage of scale: any length/width/depth of beam can be produced for the same printing cost – without expensive steel moulds or wasteful timber formwork. Therefore, mass customization becomes a possibility for the construction of beams.

<http://minimass.net>

### INNOVATION

Patents have been granted (in UK) for both the geometry of the design as well as the manufacturing process. The innovation is to take a cutting-edge technology such as 3D printing and apply it in a new way to an existing problem. By designing the beam such that it transfers load using axial forces only – tension and compression – and by positioning the right materials in the right places, we can optimize the quantity of material.

By forcing the concrete to remain in compression, it can be designed as largely unreinforced, vastly reducing the quantity of steel required.

### PLANETARY BOUNDARIES

By significantly reducing materials, minimass directly lowers the embodied carbon of the beam as a structural element – by up to 70%. By reducing

the mass of the product, it also significantly reduces the number of transport journeys required to deliver the pieces (because more beams can be transported by the same lorry within the weight restrictions). This reduces the traffic on the roads and the emissions associated with transport.

At the same time as reducing carbon, the design reduces cost, incentivizing Clients, designers and engineers to use the product, embedding low-carbon design and freeing up funding to be used elsewhere.

In addition to the primary saving in embodied carbon, by using less material, minimass also contributes to the reduction of a series of primary inputs. For example, reducing the quantity of concrete reduces the water consumption of the concrete industry and reduces the negative effects of the extraction of natural resources e.g. sand dredging or gravel mining.

In terms of LCA, this design addresses the product stages, A1-A5. However, it also addresses the reuse/recycling stage (D). This is because the materials are largely kept separate from each other. If the beam is to be demolished then the steel cable can be withdrawn and reused/recycled. The concrete can be easily crushed for further reuse. Alternatively, the beam can be strengthened to prolong the life.

### INSPIRATION

I have spent over 15 years as a structural engineer designing buildings. In that time, I have been involved in a lot of R+D for 3D printing with concrete. The problem has always been how to integrate steel reinforcement in the concrete that is being printed. No one has solved this problem yet. I have sat in meetings where I have tried to persuade other stakeholders that the answer is to design new types of element that do not need embedded steel reinforcement. Two years ago, I decided to do it myself and prove that it was possible. Minimass is the result of that two year process of design, sketching, calculation and development.

I took inspiration in particular from two fields. The first is the technique of graphic statics, pioneered in the mid-19th century but largely forgotten since the advent of powerful computers. This method gives us the ability to quickly create specific geometries suited to taking direct tension and compression forces.

The second source of inspiration comes from the world of bridge construction. Bridges are often simply very large beams – an example would be Pont du Truc de la Fare, in the south of France. It is a prestressed concrete bridge with an external steel cable – similar to minimass but at a much larger scale, using a different mix of materials and techniques. The static principles, however, are the same.

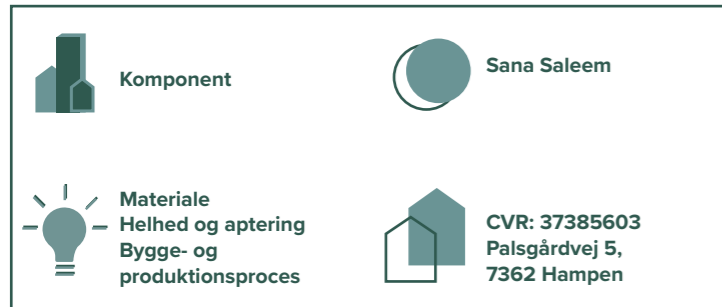




# Nordic Wood Industries A/S

## Biobaserede konstruktionsløsninger

– uden at gå i kompromis med bygningsfysikken



### LØSNINGEN

Træ som byggemateriale er dokumenteret for værende afgørende i byggeindustrien for at reducere klimaaftrykket fra bygninger og nå regeringens klimamål i 2030.

Vi tilbyder idag byggebranchen træbaserede løsninger, som spær og færdige elementer til både klimaskærmen og indvendige vægge og dæk isolerede med celluloseisolering. Færdige elementer giver en hurtig og nem byggeproces, hvor der kan spares på stilladsarbejde og tømre timer på byggepladsen. Nordic Wood Industries løsninger sendes direkte på byggepladsen, hvor det bliver kranet og monteret på pladsen.

Vi ønsker at udvikle vores løsninger, så man undgår helt plastik og beton i bygninger. Vi ønsker at kunne anvende vores dæk i træ som fundament- og terrændæk løsning og opbygge vores elementer uden dampspærre - uden at gå på kompromis med bygningsfysikken. Vi ønsker at udvikle præ-accepterede løsninger på tag- og vægelementer, som kan anvendes i byggebranchen uden risici.

### INNOVATION

Det afgørende i vores løsning er, at vi bruger træ som grundlæggende byggemateriale. I takt med større efterspørgsel i markedet, ønsker vi at udvikle vores nuværende løsninger, så de bliver endnu mere klimavenlige. Træ er en fornyelig ressource, der optager CO<sub>2</sub> under dets vækst og fortsat lagre CO<sub>2</sub> under sin levetid i byggeri-

et. Ved bortskaffelse kan træet genanvendes til energiproduktion, indgå som en naturlig del af naturens økosystem, eller genanvendes til nyt produkt. Det kræver lavt energiforbrug, og dermed lavt CO<sub>2</sub> udslip, under fremstilling af træ og træbaserede løsninger.

Nordic Wood Industries bruger træ som enten er PEFC eller FSC certificerede.

Vi oplever i dag at flere ønsker at bygge uden dampspærre og vil helst undgå beton i deres byggeprojekter. Træbyggeri forventes at have en levetid på minimum 70 år, mens en dampspærre, som bygges ind i konstruktionsdelene, forventes en levetid på 30 år. Dermed er der stor interesse i at undvære dampspærre i byggeri for både undgå fugtskader og ikke mindst spare en hel arbejds gang, som kan forbedre totaløkonomien i byggeprojekterne.

Dernæst viser flere LCA-beregninger, at når der bygges med træ, ligger det største CO<sub>2</sub> aftryk i fundamentet/terrændæk løsningen, da det fortsat er baseret på beton. Denne problemstilling ønsker vi at eliminere ved at tilbyde vores træbaserede dækløsning som fundament.

Dermed ønsker vi at udvikle vores træbaserede løsninger, så de kan anvendes uden dampspærre og som fundament, som erstatning til beton. I LCA-beregninger fylder både plastik og beton massivt i CO<sub>2</sub> aftrykket for bygninger og ved at eliminere disse

to materialer, vil man kunne reducere markant på CO<sub>2</sub> udledningen og nemmere kunne opnå de fremtidige klimakrav.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Iflg. undersøgelse og måling fra BUILD institut, rapport "Klimapåvirkning fra 20 træbyggerier", har boliger i træ 50% lavere klimabelastning end gennemsnitsbolig i andre byggematerialer. Kontorbyggeri i træ har omkring 70% lavere klimabelastning end gennemsnittet. Derudover viser BUILDs undersøgelse at klimabelastningen kan reduceres yderligere ved brug af andre biobaserede byggematerialer i byggeriet, f.eks. papirisolering i stedet for mineraluld.

Konklusionen fra rapport "Klimapåvirkning fra 20 træbyggerier" fortæller desuden at klimapåvirkning kan sænkes ved at øge træ i terrændæk, øge mængden af biobaserede materialer, optimere brug af materialeboksmoduler/fladeelementer, byg tæt samt mindsk arealet af terrændæk, reducer vinduesarealer og optimer tagkonstruktionen. Nordic Wood Industries løsninger kan opfylde minimum 3 af de nævnte vigtige parametre.

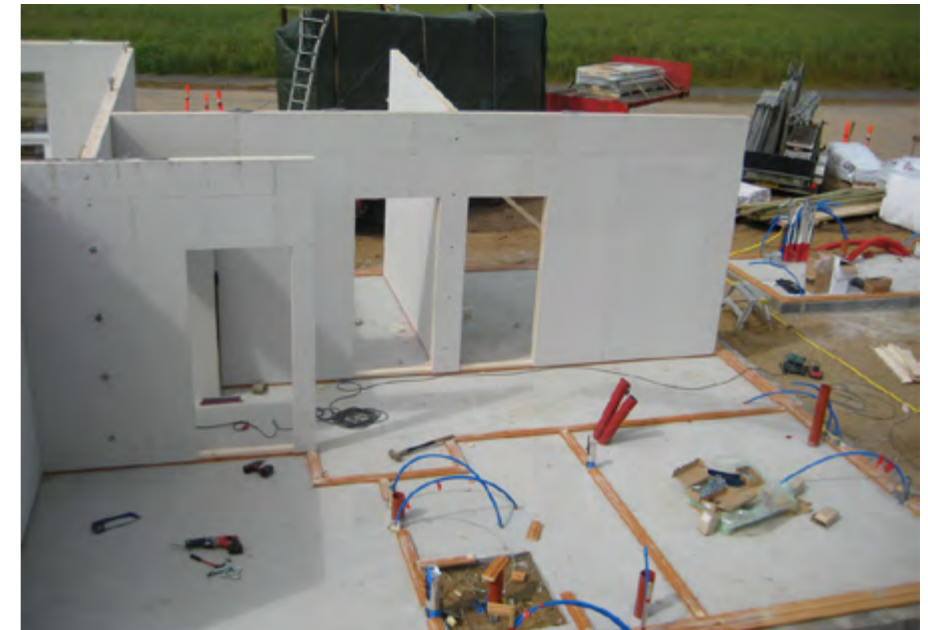
Derfor kan Nordic Wood Industries løsninger reducere klimaaftrykket fra bygninger og bidrage til at nå målet på de 2,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år.

### INSPIRATION

Nordic Wood Industries er inspireret af vores nabolandes erfaringer og viden om brug af træ som byggemateriale. Man er langt foran med træbaserede bygninger i Norge og Sverige, hvor vi i Danmark mangler en del viden og erfaringer for at kunne gennemføre større træbyggeri.

Som eksempel er det nye oplevelsescenter for Volvo i Göteborg en kæmpe inspiration for os for at udvikle vores løsninger til større byggeri: Henning Larsen bag 22.000 kvm træramme om Volvo-oplevelsescenter - Building Supply DK ([building-supply.dk](http://building-supply.dk)).





Derudover er vi inspirerede af VillaZero som arbejder med fundament løsninger i træ: <https://www.trae.dk/artikel/kvinder-vil-have-trae-i-fundamentet/>.





# Woodsense ApS

## Enabling wood in construction by removing the moisture barrier

 Komponent	 Jeppe Rasmussen
 Drift og vedligehold Bygge- og produktionsproces	 CVR: 40984518 Lyngbyvej 11 2100 København



### THE SOLUTION

Woodsense has developed a system to monitor moisture related health in wooden constructions and predict future damages using machine learning. The system consist of wireless sensors measuring wood moisture content, humidity and temperature. The data is upload in real time to our platform, where local weather data is added to enrich the information and help explain the measurements.

The system has multiple use cases over the span of the buildings first 10 years of life. In the construction phase, it is used to digitalize the moisture handling strategy, which is becoming a bigger and more important part of the building process, as we try to use more biobased materials into our buildings. When the building turns into maintenance, the sensors are placed in critical locations to monitor the health of the construction and prevent mold or rot. Roughly 70% of building damages happens in the building envelope, which is typically hard to reach manually. It's therefore so important to monitor these areas, especially the first years of the buildings life, as approximately 70% of damages claims are identified within the first five years.

Besides just monitoring, our system analyses the measured data in several ways. Locally it uses anomaly detection to detect external influences that has made an impact. It also analyses the trend of the curves, to predict if the trend can develop into something problematic over time.

The last analysis that we do currently, is a comparison over our whole data-base, to see if sensors placed in similar locations in other buildings perform differently.

### INNOVATION

The real innovation is in our data analysis. Currently there are no other companies in the world (that we know of) who goes beyond data collection in wooden construction. Our goal is to not only become a monitoring system, but to build an intelligent, predictive system that can prevent costly damages. By doing so, we will naturally remove one the greatest barriers for building in wood.

On a smaller innovation scale, we make the sensors far more user friendly to mount and setup, to meet the challenge that many stakeholders are involved in the construction process. To change habits of the working force, it's important that we become an easy to implement tool that help out the manual workers too, not just the decision makers away from the construction site.

### PLANETARY BOUNDARIES

1) An estimated 10% of the revenue in the construction sector in Denmark goes to repairing damages in building. Of all building damages, approximately 75% are water related. By changing the way we find both actual and potential damages, we can save immense amounts of CO2 used on new building materials and construction emissions.

2) It is a fact that we need to change which building materials we use. The material with the highest potential for mass adoption and mass production is wood. The challenge is that the system around the construction sector isn't geared for making this material change. We lack knowledge and experience.

This leads to several negative outcomes:

- The contractors will charge higher prices to build in wood, in order to meet the higher risk.
- The insurance industry will also ask for higher premiums and are in general working against higher risks due to their business nature.
- Unfortunate cases where the lack of experience result in damages, which leads to negative publicity for changing into new materials. This despite the real problem was the execution, not the material.

Bottomline, our system is a risk management tool that can have a positive impact on all three challenges the system faces. Handling of moisture on the construction site is the largest concern according to 41% of stakeholders in the industry and is therefore actively blocking the decisions to build in wood.

By changing the way we work with moisture, we will change the system and the decision making.

### INSPIRATION

The vision for the company wasn't created on the back of a big epiphany. The first of our founders, Jeppe Rasmussen, wanted to build a startup contributing to solving the climate crisis. From here on it basically became a funnel for distilling where most impact could be made.





It became clear that the building sector was probably the largest emitter of all sectors. One of the solutions to lower emissions was to build in wood and the barriers to do so seemed to be handling fire, acoustics and moisture. Whereas fire and acoustics seemed solvable in the engineering department, no one had found a great solution for moisture handling. Realising that all moisture handling was more or less manual, and with no ongoing monitoring after project delivery, using an IoT solution such as sensors seemed to be a way to approach the challenge.





# Puri Global ApS

## Upcycling Water in Atacama Desert

 Byskala  
 Nina Louise Jensen  
 Forsyning  
 CVR: 42142867  
 Øster Søgade 22  
 1357 København



### THE SOLUTION

This project solution will implement a sewer system where grey and black water coming from households and public buildings can be separated at the source. Up to 100 % of the grey water recovered is then recycled for irrigation and creation of urban green spaces in Antofagasta in the North of Chile. Recycling greywater applying an existing, relatively simple, cheap and safe water treatment technology (reverse osmosis + UV light) we reach the Chilean legislative water standard for subsurface irrigation of recreational urban spaces, also we avoid evaporation. Source-separation is an installation of a double pipes- and drainage system (one for blackwater and one for greywater) which is part of the building's installation design before construction, as well as a small treatment plant and a basin for water storage, preferably underground. From here, the water is pumped out into an irrigation system with a drip function, which is automatically regulated via sensors.

Antofagasta is located on the coast of Atacama desert, one of the driest places on Earth, making it one of Chile's districts/cities with the least access to green areas, a reality that is due to the desert condition added to the low availability of water resources for its maintenance. Rainfall occurs in the summer months and does not exceed 100 mm per year.

The World Health Organisation [1] recommends the availability of a minimum of 9 m2 of urban green space (UGS)

per individual with an ideal UGS value of 50 m2 per capita. These statistical values correlate with a number of UGS standards, including: linkages between sustainable cities and better health. Antofagasta has only 1,6 m2 green urban spaces available per inhabitant.

[1] UGS: Health Indicators of Sustainable Cities in the Context of the Rio+20 UN Conference on Sustainable Development. WHO; Geneva, Switzerland: 2012.

### INNOVATION

The innovation in this project is to use greywater for irrigation of UGS in Mediterranean and desert geographies, according to the tools of architecture, planning, landscape, and social matters. Every person in Chile uses at least 150 litre of water per day, where 70 percent is grey wastewater (shower, laundry, cooking, cleaning) and 30 percent is black wastewater (toilet flush). For example: a building with 1000 residents produces 10 m3 of greywater per day which can be used for irrigation and maintenance of 1 hectare UGS per day.

In Antofagasta 90% of the tap water supply is desalinated seawater produced at the local desalination plant in Antofagasta run by a Chilean company Aguas Antofagasta.

Desalination of seawater is a costly process both economically and environmentally since it requires high energy consumption, (per m3 = US\$3,10. As an example, Antofagastas new park at

the city's seaside, Parque Croacia, has the size of 10.000 m2 with grass. Last year's water bill included irrigation cost with desalinated seawater of 90.000 DKK per Month.

Instead of leading the wastewater from households directly back into the sea after use, we will reuse the greywater locally in the area where it is produced and collected and create extra value; stimulating green urban environments that improve quality of life: well-being, social equity and health. The logic is that residents 'produce their own water' for irrigation of their green neighborhoods with almost no cost. It also allows for planning green urban infrastructure e.g. semi-private community gardens and public parks with cheap affordable maintenance. Source-separation makes it possible to collect the less dirty greywater and clean it with cheap, simple membrane technology that requires little maintenance, at the same time promoting circular solutions, water awareness and sustainable production and responsible management.

### PLANETARY BOUNDARIES

To produce 1 m3 of desalinated seawater it requires 4 kWh per m3. To recycle greywater requires only 6% of the energy spent compared to the desalination process. In the North of Chile, Aguas Antofagasta plans to expand its desalination capacity both in the regional capital Antofagasta and the municipality of Tocopilla. With 2 seawater desalination plants, with a production capacity of 1,056 and 9 litres/second (l/s). Expanding desalination capacities

of the whole country require increase in energy production, and our innovation can help to save energy in water production.

The unprecedented severity of a major drought plaguing Chile has resulted in exceptional coping measures. As the drought enters its 13th year, authorities in the Santiago metropolitan region have announced a water rationing plan that will last at least 12 months and will involve almost all districts of the capital city and its six million residents.

With big megacities drying out and facing climate change we need a water revolution and changes to be adopted throughout all sectors, including agriculture, industrial production and the government itself. To change the Chilean public policy of greywater use to include agriculture will create a huge potential, since 70% of Chile's water use goes to agriculture.

Planetary benefits of implementation of circular water innovations are 90% energy saved in water production, and CO2 capture in increasing UGS (biodiversity, healthy soil, trees and plants).

### INSPIRATION

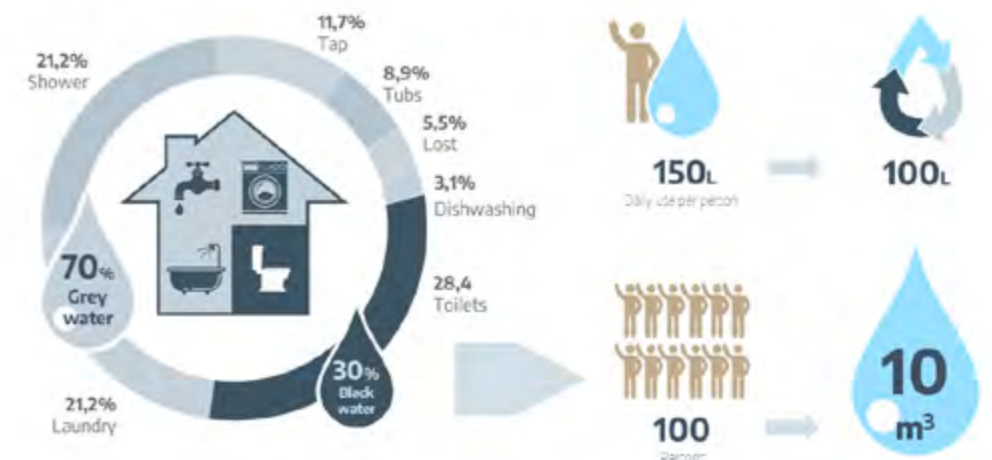
Our inspiration comes from projects all over the world by our close

Swedish partner of collaboration IVL, Swedish Environmental Research Institute, who has great expertise and capacity in water purification and holistic approach. One example to mention is their involvement in the project RecoLab in Helsingborg. A pilot recovery plant for sustainable management of waste water and food waste. A showcase and test bed for innovative and new sustainable use of water and waste. By connecting buildings to three pipelines, grey waste water (bath, shower and washing water) is separated from black water (toilet waste), and food waste is ground and separated by macerators. This results in a number of environmental benefits: Less contaminated food waste leads to more biogas production and clean, certified bio-fertilizer for agriculture. Vacuum toilets decrease water usage

and enable recovery of macronutrients such as phosphorus, nitrogen, potassium and sulphur. The recovered nutrient products (struvite and ammonium sulphate) are turned into tailor-made fertiliser pellets, which is a major step in reducing the need for fossil-based fertilisers. Efficient heat recovery from source-separated grey water reduces energy consumption.

Up to 80% of grey water can be recovered to drinking water quality. The Reco Lab is a good example of Swedish sustainable city planning philosophy, focusing on minimising energy consumption, resources and waste and changing the perspective to view waste as a resource. Another cornerstone is strong collaboration between the municipality, universities, companies and civil society.

### Recycle 100% of the greywater



# BEWI Denmark A/S

## 100% recycled EPS – GreenLine



	Komponent		Marc Storm Andersen
	Materiale Nedrivning/genanvendelse		CVR: 31867304 Østerled 30 4300 Holbæk

### LØSNINGEN

100% recycled EPS (ekspanderet polystyren) materiale. Vejen mod kulstof-neutral EPS (også kendt som Flamingo® for danskerne) er bedre og lettere end nogensinde.

BEWI's GreenLine er 100% fremstillet med genanvendt EPS, og kan bidrage til at nå kundernes bæredygtigheds-mål. Vi indsamler brugt EPS/Flamingo® fra egne kunder og genbrugsstationer, som vi genanvender og genbruger i GreenLine – der både kan anvendes til bygningsisolering og emballage.

### INNOVATION

Vi er med til at indsamle af brugt EPS (Flamingo®) fra industri (fiskekasser, tekniske produkter og emballage) og omdanne det til ny EPS isolering, hvilket vi gør på egne fabrikker i BEWI. Det vil sige vi er med til at lukke loopet for EPS ved at indsamle, ekstrudere og genanvende materialet til ny EPS-råvare, som kan anvendes til nye produkter.

EPS er et imponerende materiale da det bibeholder sine førsteklases egenskaber selvom det genanvendes igen og igen. Det betyder derfor også at vores GreenLine-serie har den samme fremragende kvalitet som vores andre løsninger, samtidigt med at den gør en forskel for klimaet og bæredygtighedsmålene i bygninger og slutbrugeren.

Det faktum at GreenLine EPS er CE-mærket, er et bevis på materialets høje kvalitet og at det opfylder de

samme krav som almindelig EPS.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Ved at skifte fra almindelig oliebaseret EPS til 100% recycled EPS kan der spares 56% CO2 (hvilket der er evidens for i sammenligningen mellem de to vedhæftede EPD'ere).

For hvert kilo indsamlet og genanvendt EPS/Flamingo® spares miljøet for 5,1 kg. CO2 sammenlignet med hvis vi sendte det til afbrænding.

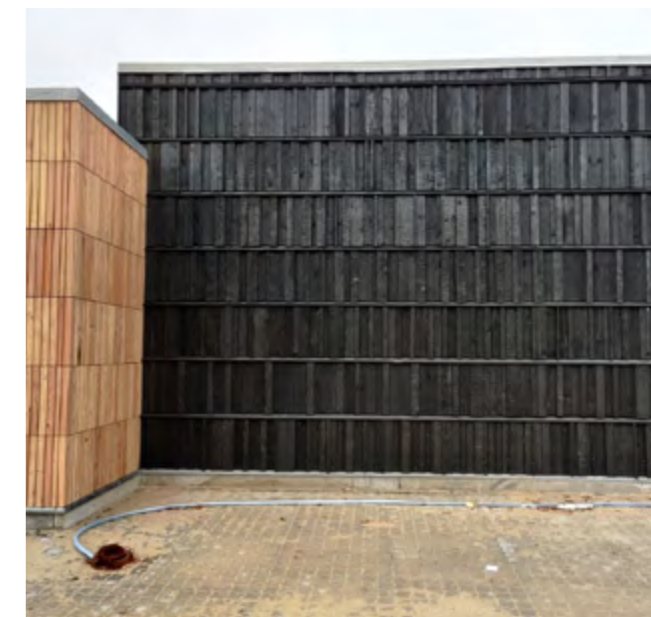
### INSPIRATION

Vi ved at vi skal genbruge flere af jordens ressourcer mere end én gang, og BEWI oprettede derfor i 2018 en division der kun arbejder med indsamling og genanvendelse af plast, hovedsagelig fra egne kunder og samarbejdspartnere, men også genbrugspladser. BEWI Circular – som denne division kaldes – indsamler og komprimerer, samt smelter EPS til PS pellets, der kan anvendes til produktion af nye EPS råvarer.

Herudover vidste vi, at slutbrugere og kunderne begyndte at efterspørge genanvendte materialer, både når det kommer til byggeindustrien men også andre i industrier.

# BurntWood ApS

## ReWood



	Komponent		Anders Mølgaard Jensen
	Materiale Nedrivning/genbrug		CVR: 41275634 Mondrupsvej 8 8260 Viby J

### LØSNINGEN

Vi laver verdens mest bæredygtige facademateriale – ReWood – som består af standardiserede facadeelementer lavet af 100% genbrugstræ.

Vi har fundet en løsning, hvor vi har en udtømmelig kilde af genbrugstræ, fordi de forskellige dimensioner, længder og farver ikke er en hindring for produktionen, men i stedet bidrager til det færdige arkitektoniske udtryk. Genbrugstræets forskellige dimensioner sammensættes i facadeelementer til en levende arkitektonisk struktur. Elementerne kan laves af træstykker helt ned til 65 cm i længden. Vi bruger træ, der er mellem 19 mm til 50 mm i tykkelsen og bredder fra 30 mm til 400 mm. Det vil sige, at vi kan udnytte hovedparten af det træ, der bliver afleveret på genbrugsstationen.

ReWood er et standardiseret skalerbart produkt, som passer direkte ind i byggeindustrien. Det kan produceres i store mængder, som gør, at vi kan være med i de helt store byggeprojekter, hvor DGNB og CO2 tæller.

Vi er stolte af at have udviklet et produkt, hvor vi genanvender træ, som allerede har fundet dets vej til genbrugsstationen. Vi samarbejder med både kommuner, genbrugsstationer, entreprenører og sociale virksomheder, og vi har lavet konstellationer, der sikrer, at produktionen af ReWood også er bæredygtig i økonomisk forstand for alle involverede parter.

Vi oplever efterspørgsel på maskiner til ReWoodproduktion i udlandet, og vi ønsker at skalere vores forretning op, så vi kan være leverandører af maskiner og know-how til hele Europa. For at kunne gøre dette har vi brug for kloge hoveder og midler til at udvikle forretningskonceptet samt maskiner, der kan eksporteres til udlandet.

Vi har store ambitioner, og vi sigter efter at få udbredt vores grønne produkt til hele Europa.

### INNOVATION

Det afgørende nye er, at vi gør genbrugstræ lettilgængeligt, og at det passer direkte ind i byggeindustrien. Ved at producere facadeelementer af genbrugstræ i stor skala kan det bruges til store byggerier, hvor der er krav til CO2-aftryk. Genbrug og den sociale del af ReWood passer også godt ind til DGNB byggerier.

Den hurtige montering samt drypnæsen gør ReWood holdbar og billig, så det passer ind i fremtidens byggeri (se vedhæftede monteringsvejledning).

### PLANETÆRE GRÆNSER

Da ReWood er lavet af genbrugstræ, redder og opbevarer hver m2 ca. 20 kg CO2.

Vi har målt et projekt med 2 tons træaffald blive omdannet til 137 elementer på 13 til 15 kg. Ved at anslå at 1 m3 træ (omkring 700 kg) opbevarer omkring 1 ton Co2, gør 2 tons træ, der genbruges i stedet for at bruge nyt træ, det muligt at opbevare næsten 3 tons (2856g) Co2.

### INSPIRATION

ReWood-løsningen blev udviklet efter et møde med folk fra Randers genbrugsplads, der gerne ville finde en løsning på deres affaldstræ.





# KUCHERAVY architecture

## Low Carbon Block



### THE SOLUTION

The basic element of the design is Low-Carbon Block (LCB). LCB is a single building element for building envelop - walls, slabs, roofs.

Low carbon block consists from:

- Pressed Rye straw as insulation core
- Vapor membrane
- Wood or plywood structure frame
- Fire protection boards
- Screws
- External finishing from modified (or even salvage) wood

### INNOVATION

1. Size, weight and affordable natural materials of low carbon construction system. The basic element of the system is a Low Carbon Block with dimensions of 0.625 x 0.45 x 0.5 (width x height x wall thickness, m), weighing only 25 kg. The sizes and weight allow to build a single family, 1 level, low carbon house from natural materials by at least 2 people with screwdrivers.
2. Low carbon blocks construction system allows to create small manufacturing in building area to reduce the A4 Transport LCA Stage and create additional job options.

### PLANETARY BOUNDARIES

Product stage (A1-A3): 82 % materials (by the weight) of Low-Carbon Block are from the basement level of The Construction Material Pyramid <https://www.materialepyramiden.dk> and have negative GWP kg CO<sub>2</sub> eq /m<sup>3</sup> at A1-A3 LCA stages. 1 Low-Carbon Block (25 kg) reaches GWP= -11.1 kg CO<sub>2</sub> eq

(A1-A3 module). Average 150 m<sup>2</sup> residential house for a family of 4 person needs nearly 2 300 LCBs.

Construction stage (A4-A5): Local small-media sizes manufacturing could reduce the A4 Transport LCA Stage. A5 Installation LCA Stage are also improved by easy installation process of LCBs.

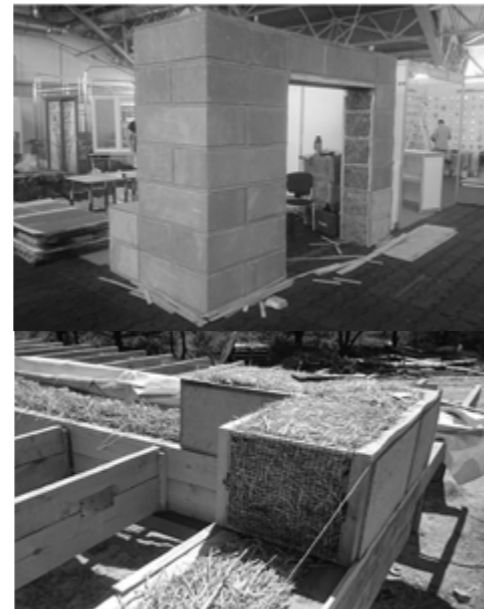
Use stage (B1-B7): low energy producing, blocks U-value 0.118 W/Km<sup>2</sup> (including thermal bridges), easy to refurbish and replace wood facade elements will reduce GWP significantly at this level.

End of Life (C1-C4): no glue connections, natural materials, optimal quantity of screws balance the End of Life Stage.

Reuse, recovery, recycling potential (D): natural materials allow to create real cradle-to-cradle system.

Simple calculations which demonstrate potential on how Low Carbon Buildings could reduce impact on the environment:

1. Rye and winter cereal mixtures area in Denmark was 120.00 thousand ha in December of 2022, according to the EUROSTAT.
2. It means that 100 000 tons of straw could be used for buildings.
3. Nearly 5 650 houses of 150 m<sup>2</sup> could be built from low carbon rye straw blocks in Denmark.
4. 847 500 m<sup>2</sup> of residential could be



built in Denmark next year with 2.5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> emissions instead of 10 CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. It means that Denmark could reduce 6 630 tons CO<sub>2</sub> emissions (from 8 750 to 2 120 tons of CO<sub>2</sub>).

5. European Union: 2 063 480 ha of Rye / 17 000 000 m<sup>2</sup> of buildings potential / 127 500 000 tons of CO<sub>2</sub> reduction

See more calculations at Next Generation Architecture Application: "Biohacking Pavilion".

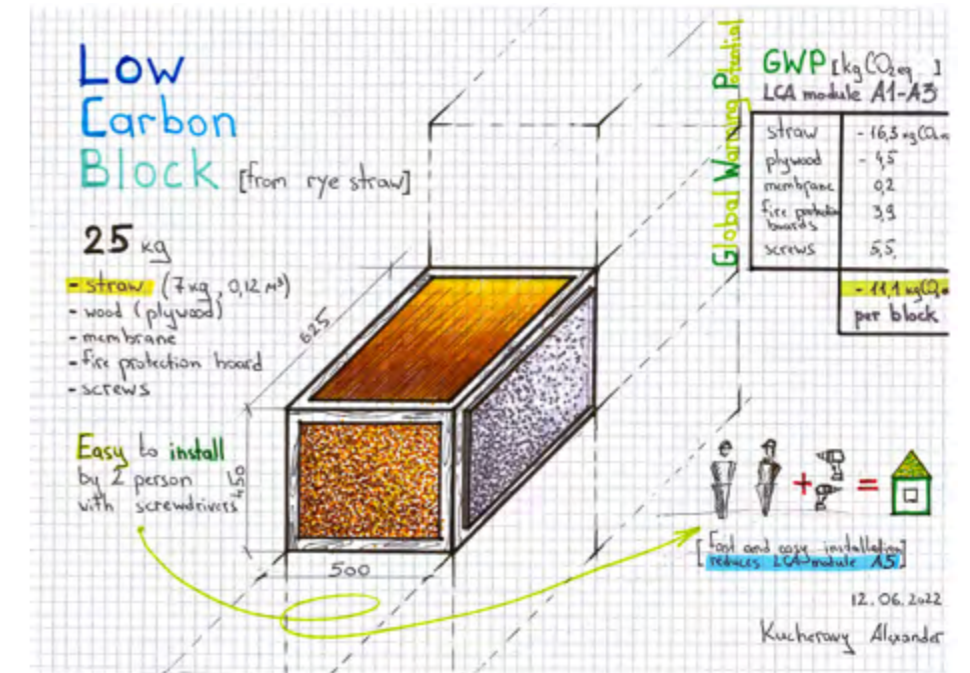
### INSPIRATION

Climate changes and the War in Ukraine are my inspiration today, unfortunately. I believe that low-carbon, energy-efficient and sustainable technologies will play crucial role in Green Recovery of Ukraine from the consequences of war. We need fresh food, energy, clean water, healthy and affordable buildings (a lot) without negative impact on the environment.

Risk of a hunger and climate changes stimulate to pay much more attention for sustainable agriculture of grains: wheat, rye and winter cereal mixtures, etc.

Every year we have a straw from agriculture in any case. Let's upcycle it and use as a building material for new generation of biohacking architecture and sustainable society. It is time to solve the problems, not create.

Our team are realized The 1st Active House in Ukraine in 2015 when the war



has already begun in Ukraine: <http://kuchera.archi/optimahouse>. In this project we have reached 7.0 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> and won an Active House Award 2017 (Bornholm, Denmark).

The Green Renovation projects is also realized in Kyiv in 2022 and received international Active House Label in Rotterdam: <http://kuchera.archi/active-house-apartments>

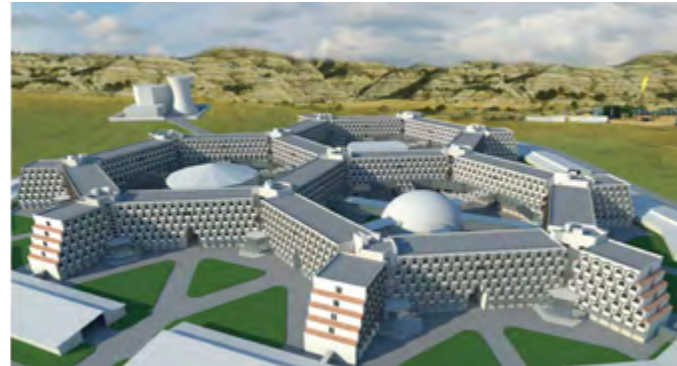
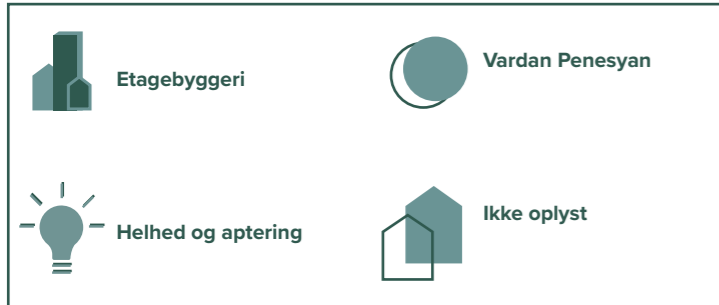


So, we know how to reach the Sustainable Development Goals even in unpredictable conditions and crisis.



# VARDAN PENESYAN AND PARTNERS

## Housing Construction from 4 to 1 planet



### THE SOLUTION

Our solutions are to create residential cells like bee hives. This is not just a form but has a completely functional justification. My solution is patented; patent N- 376 U "Residential cell and construction of a prefabricated building" dated 25.09.2014. Republic of Armenia

The main positive factors of the proposed project proposals are; speed, ease, price and minimum carbon footprint.

Speed - is factory-made elements which can be quickly assembled.  
 Lightness - is the absence of the need to create floor panels (reinforcement, concrete, their manufacture) this is a saving of materials, products and processes with a minimum carbon footprint. This also affects the speed.  
 Price - is the expected low cost based on the above factors.  
 Financial concept 300-1500 \$/ sq. m  
 Minimum carbon footprint - the proposed solutions reduce the impact on the climate, on the existing ecology during their construction, use and processing of the entire product.

### INNOVATION

The main element is a residential cellular cell. Fast and high-quality assembly of elements, previously prepared at the factory. The proposed conceptual solution allows you to have;

- minimum zero cycle. Spot, pile foundations.
- minimum building - maximum housing development.

- preservation of the existing ecology.
- you can build on stressed terrain where it is difficult to erect other structures
- high-rise buildings
- one-story buildings
- small and large residential complexes.
- residential superstructures.
- different size types for different housing requirements.
- use of various materials; concrete, metal, glued beams, wood and other.

The design of the cell is simple; these are wooden side walls -diaphragms, External and internal walls and triangular floor design, which provides the necessary rigidity and sound insulation, creating space for the installation of internal communications and not only. When implemented in hot climate zones, the triangular floor space provides inter-story ventilation. It can be carried out in any climatic zone.

### PLANETARY BOUNDARIES

We are confident that the implementation of the proposed housing option will reduce the impact on the climate when creating, using and processing the entire product.

No need to create floor panel materials (reinforcement, concrete) this is a saving of materials, products and processes with a minimum carbon footprint. In the proposed variants, the main element is wood, wood products. It is also important to ensure a minimum carbon footprint.

Unfortunately, we are not ready to substantiate fundamentally how our solution contributes to achieving the goal of 2.5 kg of CO2/m2/year and how it affects other planetary boundaries. But intuitively we feel that the proposed solutions will lead to the desired result.

### INSPIRATION

The appearance of the Capsule Hotel overnight stays in Japan led to the idea of creating a more comfortable version of a compact overnight stay. Residential cells resembling beehives suggest that good-doing workers rest in it.

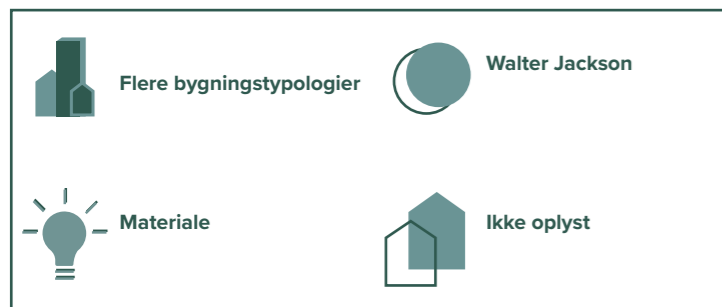
After the devastating Typhoon Haiyan in the Philippines in 2013, the idea was ripe to make similar large-sized residential cells to create normal living conditions. Given the structure of the structure, it was proposed to attach cables to the docking nodes that should be attached to concrete bases. It's like in the stories about Gulliver, where the midgets chained Gulliver's head to the ground and he couldn't move. This should ensure the resistance of the structure to a hurricane and protect it from destruction during an earthquake and landslides. The triangular space of the floor should provide through ventilation, which is important for this climatic zone.





# VIA University College

## BIO HUB - Fra dansk landbrug til 100% danske byggeprodukter



### LØSNINGEN

Today I am involved in two BIO project, one with We Build Denmark called Bwio Constructions and the other with Realdania called Wood: Up High.

On both projects I have spent many hours to design constructions that I consider will have a chance to pass so called "functional" fire tests. If they pass then with the rules in chapter 5 of BR18, Danish fire officers will (once educated) be able to approve these constructions for use in Danish building projects.

In this process I have investigated all the BIO products that are available in Denmark to find that all of these products are actually imported to Denmark!

None are produced in Denmark. Which means transport costs and CO2 emissions in LCA calculations.

This is very strange when we consider that Denmark is both a farming country and also a high technological country.

Over the last month and with the help of Stig, I have established a network of partners who like me wish to change this.

I therefore apply for 500 hours (at 400 kr./hour) over the next 6 months to conduct a detailed business plan for a Danish BIO HUB. I require these hours so as to be bought free from my teaching with VIA. I also require professional help from the experts behind this 4 to 1 call, so as to realise this plan.

One of the initial project partners is Søren Banke CEO rom Green Care, Søren has contact to Danish farmers, who are prepared to invest in this project.

Another partner is Mette Jørgensen from Guldborgsund. Mette wishes that this BIO HUB VISON be built in her municipality. In addition Mette wishes a demonstration BIO house project to designed and built this year.

### INNOVATION

Der er mange planter, der kan vokse i Danmark, som kan bruges til byggeprodukter. Lad os bare tage hamp som et af disse.

Hvis vi skal have en bæredygtigt produktion af hamp, er det af afgørende betydning at vi udnytter alle dele af planten.

Fra hampeplanten vi kan få: hampeskærver til byggeprodukter, fibre til tekstil samt olie. Rest produktet er støv til biogasanlæg. Fordeling er 60% skærver 25 fibre og 15 støv.

Andre plantefibre som: Træuld, tand, græsuld mv. kan produceres med samme anlæg som til hamp. Derfor ville det være naturligt at det er med i den business plan.

Som en anden del af den Business model analyse, vil partnere arbejde med genbrug af byggematerialer til at nyttiggøre resttræ fra nedrivning og bland dette i en mix med plantefibre som hamp. Horbelev og Guldborgsund

er partnere for dette. De ønsker at bygge et demonstrationsprojekt med denne hamp blanding til opførsel af et mini hus i Nykøbing Zoo.

Da biodiversitet er en faktor, vil partnere komme med et demonstrations eksempel for landmænd på hvordan vi kan i dag skaber fødevarer i et lukket system, hvor fisk og planter til føde produceres og restproduktet som er gødning kommer tilbage til hamp markerne.

Hoved fokus for den Business model analyse er dog design og konstruktion af en BIO HUB, hvor danske plantefibre bliver leveret og produktionsvirksomheder bruger det FÆLLES anlæg til at producere deres individuelle byggeprodukter. F.eks. HAMPBYG.dk som også har ansøgt dette 4 til 1 call, vil være i stand til at bruge anlægget i stedet for at importere rå plantefibre fra Holland.

### PLANETÆRE GRÆNSER

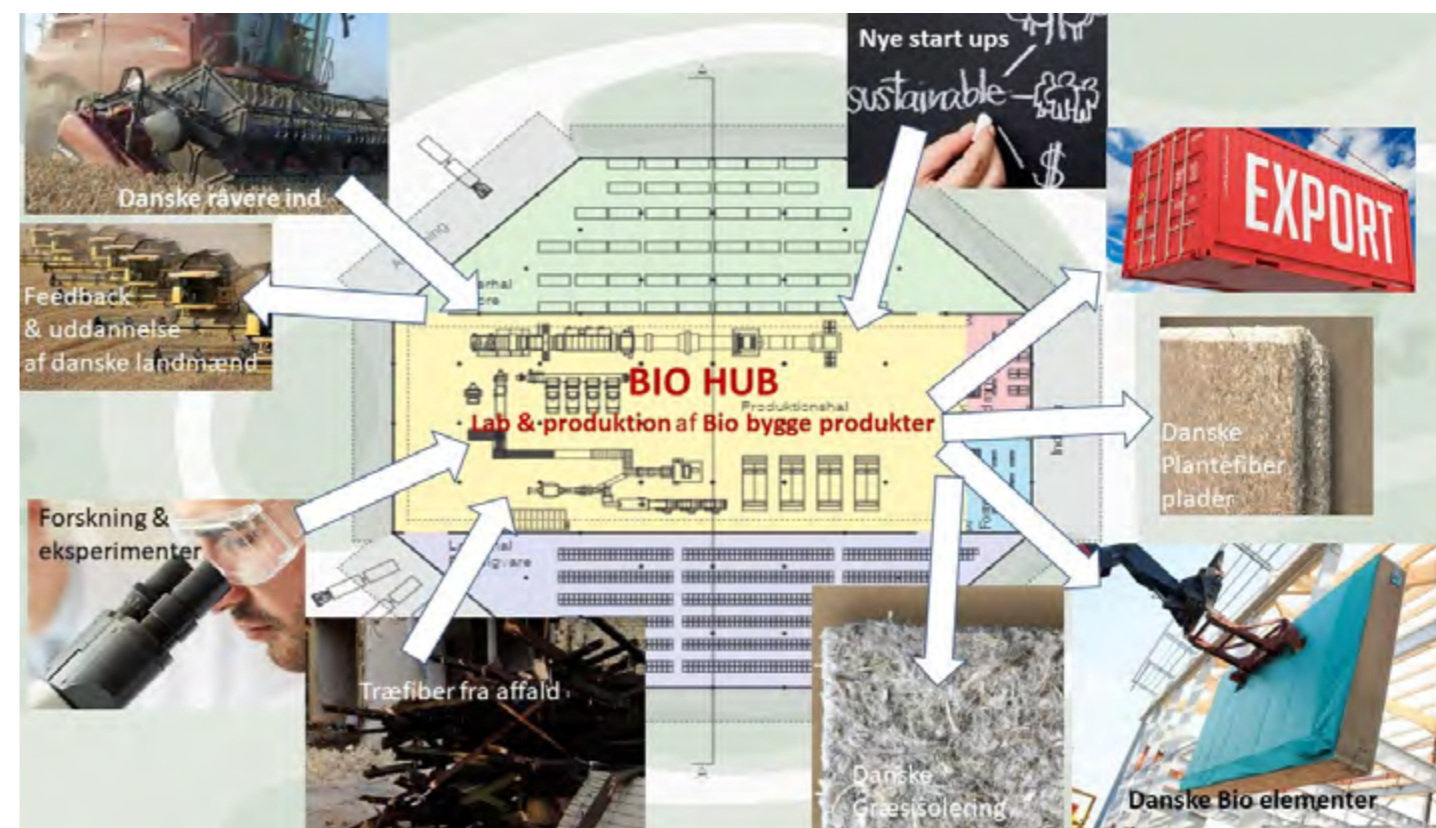
Vi skal have pillet C (kulstoffet) ud af CO2, der kan ske via plantedyrkning.

Der bindes ca. 5 gange så meget CO2 i plantefiber, som der udledes i form af CO2-æk. på grund af dyrkningen. Bindingen af CO2 i afgrøden indgår dog hverken i LCA-analyser eller i det nationale klimaregnskab, da det antages, at det bundne CO2 frigives igen relativt hurtigt i forbindelse med afgrødens anvendelse til fode.

### INSPIRATION

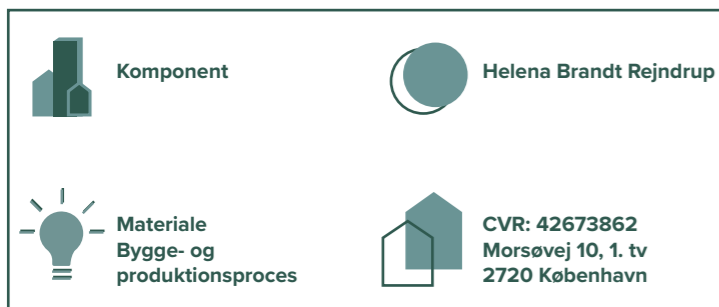
Med de nye CO2 krav, hvad skal byggebranchen bygge med?

Hvis de kan gøre det og eksportere det til Danmark, så kan vi gøre det selv! (.. og eksportere det!)



# HEMBOO ApS

## Præfabrikerede og biobaserede vægelementer i hamp og bambus



### LØSNINGEN

Byggebranchen forurener stort i CO<sub>2</sub>-regnskabet med et aftryk på 38% af global CO<sub>2</sub>. Hoveddelen af udledningen kommer fra materialer, hvor cement produktion alene udgør 7% af den globale CO<sub>2</sub>. Samtidig gør vores betonforbrug, at vi løber tør for sand og grus. I Region Sjælland løber vi tør for sand og grus til byggeriet allerede i 2032.

Vi har udviklet en løsning til CO<sub>2</sub> aftrykket og ressource manglen i vores meget forurenende byggeindustri, som gør det nemt, hurtigt og besparende at bygge bæredygtigt. Specifikt har vi udviklet et præfabrikeret vægelement af hamp og bambus i en højde op til 3 meter og længde alt efter behov. Det er et alt-i-et vægssystem, som er bærende og isolerende, og som er brandsikkert og diffusions åbent. Elementet installeres i boligen, som ydervæg og skal blot beklædes eller pudses efter installation.

HEMBOO elementet er udviklet med basis i at kunne erstatte et sandwich-element af beton, mineraluld og mursten. Og dermed er det designet med de samme egenskaber som denne sammensætning.

Materialerne er allerede anvendt i andre sammenhænge; hamp i hampebeton i pladsstøbte projekter eller byggeblokke og bambus som meget hårdføre gulve, beklædning og spændende bambuspælskonstruktioner. Vi forbedre hampebetonens anvendelse ved at præfabrikere, og dermed mini-

mere arbejdstid på byggepladsen og forbedre kvaliteten ved at producerer under kontrollerede forhold. Og vi tilføjer en anvendelsesmetode for bambus ved at omdanne dette til bambuskonstruktioner, som endnu ej er anvendt eller standardiseret i Europa endnu.

Udover de store klimafordele, vil vores element på sigt konkurrere prismæssigt med konventionelle løsninger, hvilket gør at den binder ind i eksisterende logikker i byggeriet for at intensivere et skift mod mere bæredygtige materialer.

### INNOVATION

Hovedinnovationen at vi tager materialer med et meget lavt CO<sub>2</sub> aftryk, som pt er anvendt til nicheprojekter og konverterer dem til et format der er nemmere at anvende og som kan passes ind i byggerier i stor skala. Nemlig præfabrikerede vægelementer i op til 3 meters højde, som installeres med lignende metoder som traditionelle materialer. Ved at kombinere hamp og bambus, med hampebetonens brandsikkerhed og dampgennemtrængelighed og bambus' styrke, åbner vi op for en fremtid, hvor vi kan efterleve de stramme krav fra bygningsreglementet og vil kunne bygge etagebyggerier i biobaserede materialer helt op i 5 etagers højde. Og dermed give biobaserede bygge-materialer bedre grund for en bredere anvendelsesmetode.

Og derudover introducerer et nyt konstruktions materiale til markedet: bambus. Der grundet dets høje CO<sub>2</sub>

optag, dets høje styrke og det at bambussen kan høstes efter kun 5-7 år, dermed er et materiale der kan håndtere hurtigere skift i branchen, og som kan dække det stigende behov for CO<sub>2</sub> reducerende materialer. Bambus kan anvendes på samme måde som træ, men mangler tests der påviser, at materialerne opfører sig på så lignende vis, at de kan anvende samme standard. Vi har testet enkelte af disse aspekter og allerede nu kan vi se en sammenhæng. Dette vil give branchen helt nye muligheder inden for alternativer til trækonstruktioner, som kan anvendes i højderne.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Sammenlignet med typisk brugte sandwichelementer (beton, mineraluld, mursten) har vores element en +85% CO<sub>2</sub>-besparelse ifølge vores cradle to gate LCA. Desuden kan hampebeton nemt nedbrydes og genanvendes i ny hampebeton. Ydermere arbejder vi kun med skrue samlinger og kalkbindere, som dermed giver rig mulighed for genanvendelse af hele elementer. Med vores vægelementers relativt lave vægt, som kun er 20% af betonelementer giver dette lavere transportomkostninger og langt mindre CO<sub>2</sub> under transport.

Kan vi udskifte beton vægelementer i boligejendomme, og på sigt etageadskillelser med samme system, vil vi kunne påvirke ressourceforbruget i op til 95% af alle boliger i Danmark. Og dermed påvirke bremse behovet for sand og grus til beton.

Materialerne vi anvender er begge

vedligeholdelsesfri under deres vækst. Hampen kan sås i brakåret på marker og skal ingen pesticider bruges for at gro. Hamp kan gro i Danmark, men grundet solmængden i landet er det i mindre mængder end andre steder i Europa, og hampen fås derfor pt. fra Frankrig eller nærliggende lande. Vi ved dog, at der er flere landmænd som begynder at så hamp i landet, og på sigt forventer vi at få forsyninger herfra.

Bambus er ligeledes en fantastisk plante, som kan bruges til at genoprette land der er udtømt for næring og derfor ej længere er hjemsted for planteliv. Grundet bambus' rodsystem som kan nå meget langt ned og trække næring op, kan planten give grund for at andre planter kan gro i området. Og grundet dets hurtige vækst, vil denne forandring kunne ske hurtigt. Denne metode er allerede anvendt flere steder i verdenen, hvor det har genoprettet jorden og givet mennesker der bor i området nye former for indkomst. Bambus kommer primært fra tropiske klimaer, grundet et stort vandbehov, og der er naturligvis nogle gode transportvalg der skal tages.

### INSPIRATION

HEMBOO idéen er baseret på mit og Elsa Maria Iuliano's speciale projekt på DTU. Elsa og jeg er begge ingeniører fra bygningsdesigns linjen, hvor Elsa specialiserede sig i indeklima og bæredygtige materialer og jeg i statisk analyse. Og ved at kombinere vores evner, fik vi udviklet og optimeret HEMBOO vægelementet baseret på beregninger, simuleringer og tests på DTU.

Vores inspiration og motivation kom primært fra et ønske om at forandre en alt for CO<sub>2</sub> tung byggebranchen, som primært er dikteret af beton og Rockwool. Hvor den traditionelle byggebranche afholder mange nye og gamle biobaserede materialer for at komme på markedet, da kravene til materialer er skrevet til fordel og på basis af de CO<sub>2</sub> tunge materialer. En branche som trods dette, er fuld af mange arter biobaserede byggematerialer der anvendes i nicheprojekter. Og som har været omkring i mange år; hampebeton i 40 år, stråtage i mange 100 år, som senere er blevet til stråvægs-elementer. Derfor har vores anden inspirationskilde at forsøge at udvikle produktet på basis af måden der bygges på i dag, med præfabrikerede elementer. Samt hvordan kravene i bygningsreglementet er opbygget, og dermed skabe en bedre mulighed for vores produkt og biobaserede materialer.

Under specialet kom vi frem til mange forskellige versioner af vores vægelement, men

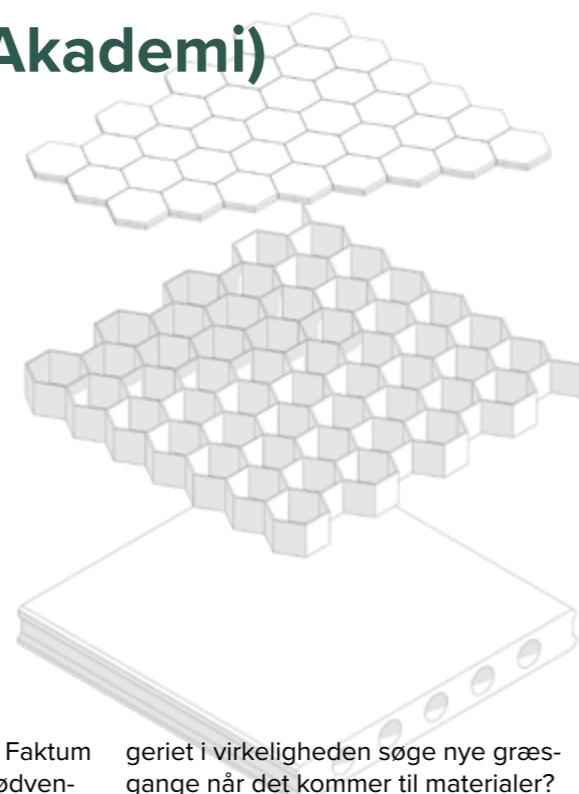
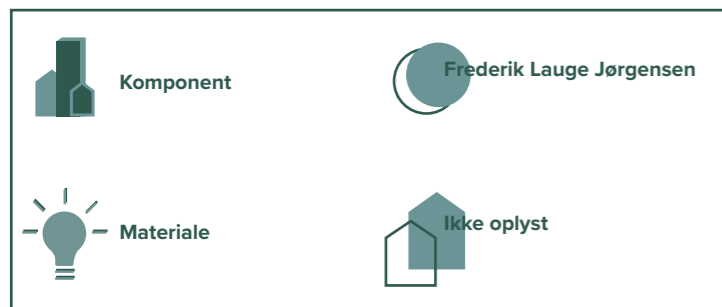
i sidste ende var det materialernes egenskaber og elementets bygbarhed som skabte det endelige resultat. Materialernes egenskaber var inspirationen til opbygningen, vores mål var at anvende materialernes egenskaber bedst muligt. Hampebetonens brandsikkerhed, diffusionsåbenhed, akustiske egenskaber og muligheden for at støbe materialet gav belæg for et præfabrikeret element. Og hvor bambussens styrke, holdbarhed og utrolig lille deformation ved påvirkning af fugt gjorde det oplagt at anvende i denne sammenhæng, for at have længst levetid og bedst styrke muligt.





# Studerende (Det Kongelige Akademi)

## Biomembran 1.0



### LØSNINGEN

ifm. med vores kandidat prøver vi at gøre op med bitumenmembranen på det flade tag. I stedet for at udvinde finitte materialer har vi forsøgt at udvikle et produkt ud fra en strategi, hvor henfald fra æbler, tang, mælkeproduktion og plantekompost anvendes. Løsningen er en bionedbrydelig membran som naturen i sidste ende selv nedbryder. Det kan forekomme fortvivlende for nogen at undersøge en bionedbrydelig membran, som skal etableres på et sted, hvor bygningen er mest eksponeret for vejrlig. Men vores løsning appellerer mod et paradigmeskift, hvor det ikke er levetidstabeller der afgøre stedfæstelse af produktet.

Tankevækkende er det, når en af vor tids måske største spørgsmål, der anfægter vores omverden, ligger i litteraturen fra 1962. Den amerikanske marinebiolog Rachael Carson beskriver om menneskets store opfindelse, som var født af krigsindustrien; opfindelsen og brugen af insekticider i landbruget der forårsagede stor skade på en komplekse og livsgivende økosystemer, heriblandt mennesket selv. Vi begyndte at sprøjte med herbicider, pesticider, insekticider, etc. for at kunne avle store mængder af bestemte plantearter. Uden yderligere undersøgelser for, hvilke konsekvenser det havde for økosystemerne omkring, begyndte vi også at dræbe jorden. "Uden jord, vil platner som vi kender dem ikke kunne gro og uden planter vil ingen dyr kunne overleve (mennesket inkluderet). Hvis agrikulturbaseret liv er afhængig af jorden, så er jorden,

omvendt dybt afhængigt af liv". Faktum er, at vi allerede var klar over nødvendigheden for økosystemer i balance, for 60 år siden. Går vi næsten 160 år tilbage, beskriver den tyske zoolog Ernst Haeckel for første gang økologi som definerede læren om naturens husholdning. Økologi beskriver relationen mellem organismer og mellem organismer og deres omgivelser. Det er et redegørende værktøj i biologien der gør det muligt at italesætte økosystemer. Mennesket lever trods alt blandt disse systemer og er en unægtelig del af det.

### INNOVATION

Det mest kontroversielle, er vores benchmark for produktets levetid. Da det er en bionedbrydelig membran er vores postulat at membranen vil kunne holde i 5 år.

Hvis vi antager at denne biomembran kan holde fem år før den skal udskiftes, skal der appelleres til en adfærdsændring. Hvor vi nu er vant til lange levetidstabeller for vores materialer og produkter, bør vi måske kigge omvendt på dette aspekt. Hvad hvis det er gavnligt at der kommer en tagteknikker ud, hvert femte år for at "høste" det gamle tag, til glæde for naturen. Samtidigt sørges der for at taget bliver undersøgt for utætheder forholdsvis hyppigt. Det vil ligne en abonnementsordning og det er vi allerede vant til.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Det er veldokumenteret at klodens ressourcer ikke står mål med mængden af materialer der produceres. Skal byg-

geriet i virkeligheden søge nye græsgange når det kommer til materialer? Incitamentet om biobaserede materialer fodrer et mere holistisk syn. Det kalder på andre fagområder. Måske har byggeriet nok aktører i forvejen. Men hvis biobaserede produkter skal optimeres og effektiviseres til vores bygninger, kræver det en ekspertise som ligger i naturvidenskaben.

Det er dokumenteret at 96 procent af alle nulevende dyrearter på vores klode består dels af arten Homo Sapiens og dels af domesticerede dyr. Det efterlader fire procent til den vilde dyrebestand, som biosfærens økosystemer er dybt afhængige af. Dem må vi ikke miste og det er vores ansvar at passe på disse arter.

I Tyskland har man mistet 75 procent af den flyvende insektmasse. Denne insektmasse består i høj grad af bestøvere som udgør en stor rolle for økosystemer og fødekæder. En mindre del af massen bestod af rovdyr som mindskede hændelsen for planteædende insekter i at hærge agrikulturen. Måske er dette et resultat af vores adfærd og måden vi producerer på. Vores branche er ikke undtaget, da bygninger optager land. Vi bliver nødt til at finde en måde at understøtte naturen på. Vi fører rovdrift på naturen og det er selvmord.

Videnskabelig evidens viser en irreversibel og katastrofal udvikling af de planetære grænser. Heriblandt grænserne for biodiversitet. Irreversibel fordi arter uddør og katastrofal

fordi eksistensgrundlaget for vores art er dybt afhængig af en bred biodiversitet.

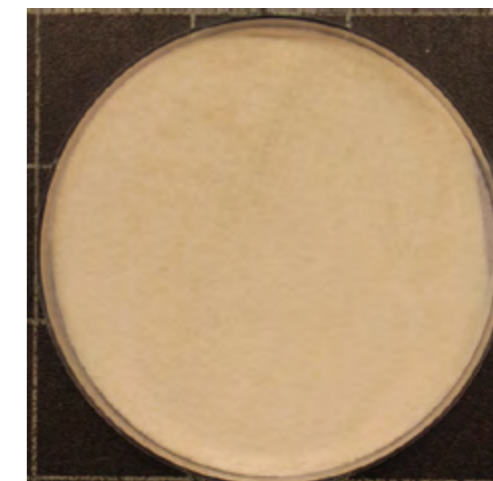
### INSPIRATION

Den største inspiration udspringer fra amerikansk forskning fra MIT. Neri Oxman og hendes research team fra Media Lab har udviklet en pavillon, Aguahoja som består af nedbrydelige biopolymer.

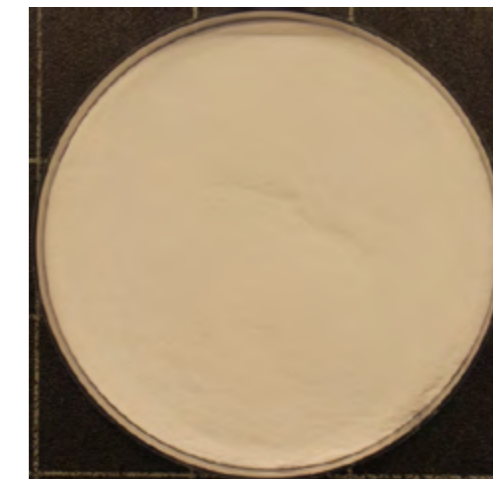
Johan Rockstöm for at sætte linsen i perspektiv med han research omkring de planetære grænser.

International Agency for Research on Cancer har nu skabt evidens for at opvarmet arbejde med bitumen er sundhedsskadeligt for mennesker. Det er også dokumenteret at bitumen i sin komplekse form er tumorfremkaldende ved berøring.

Rachel Carson og hendes formidable formidlingsevner i Silent Spring fra 1962. Vi kan stadig drage parraller til de produkter vi fremstiller idag og de miljøskadelige produkter der blev lanceret i efterkrigstiden.



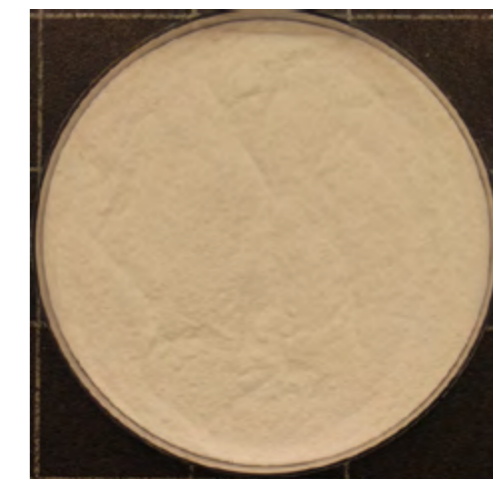
Pektin



Cellulose



Calcium Laktat







Sodium alginat



# Briiso ApS

## Teglskaller på facadeisolering

 Komponent	 Lars Andersen
 Materiale	 CVR: 26666422 Møllebakken 18 4200 Slagelse



### LØSNINGEN

Teglskaller påsat direkte på isoleringsmateriale af enten mineraluld eller PIR-isolering, med udvendige fugeriller, der gør det nemt, let og hurtigt at bygge med. Med denne metode optimere du din facades tykkelse, og dermed slanker du boligens bruttoareal. Eksempelvis har en traditionel facade med u værdi på 0,11 og bestående af isolering og mursten en tykkelse på 428 mm. Metoden med teglskaller og eksempelvis pir isolering og med samme u-værdi er på 211 mm. Altså en besparelse 217 mm tykkelse. En besparelse der udløser færre byggematerialer i tagkonstruktionen, mere uberørt jordareal.

### INSPIRATION

Briiso har siden 2014 solgt dette innovative system, som er testet på teknologisk og Dansk brand institut. Systemet er afkodet og optimeret ud fra standarder og procedurer fra England, nederlandende og Tyskland. Her har lignende systemer været brugt i mange år.



### INNOVATION

Selve byggemetoden. Ved at erstatte en mursten med kun en 14 mm teglskalle, og samtidig bevare den klassiske danske traditionelle byggestil med tegl looket.

Systemet med isoleringen der har udvenderigeriller(hylder) er et let system, hvor man placerer teglskallen på og på den måde sikrer en ensartet montage, selv for en ikke øvet murer.

### PLANETÆRE GRÆNSER





Ved kun at bruge 14 mm teglskalle frem for en mursten der er 108 mm, spares der ressourcer hele vejen rundt lige fra:

- A1-A3
- Lerforbrug
- Brænding af teglskaller/mursten
- Transport til byggepladsen



# CLT Denmark A/S

## CLT byggeri i Danmark trods byggekultur der peger mod (klima-) tungt byggeri.

 Komponent	 Per Thomas Dahl
 Materiale Helhed/aptering Bygge- og produktionsproces	 CVR: 40845577 Meterbuen 3 2740 Skovlunde



### LØSNINGEN

CLT anvendes til råhuskonstruktionen i en bygning. Altså den bærende del. CLT er væg- og dækelementer der kan være op til 16,5 x 3,5 meter store. De udskæres præcist med minimale tolerancer og giver fantastisk lean byggeprocesser. CLT kan anvendes som en skjulte byggekomponenter eller som visuelle overflader indvendigt i bygningen. CLT anvendes til alle former for byggerier.

CLT anvender minimalt forbrug af procesenergi ved fremstilling, men oplagrer modsat en masse CO2 i selve produktet.

### INNOVATION

For der Danske marked er CLT innovativt. Kulturen i DK er rettet mod tunge konstruktioner. Mange entreprenører føler de træder på usikkert territorium når de hører om CLT. Tunge materialer virker mere trygge for disse entreprenører.

Der er masser af emperi og viden om CLT og byggeprocesser med CLT i andre lande og fra få danske entreprenører. Implementeringsopgaven er meget en kulturel og kommunikativ opgave, som dette program kan hjælpe med.

Ved at bygge med CLT får man et yderst klimavenligt produkt. MEN man får også mere lean byggeprocesser, kortere byggetid, ingen udtørring, osv. osv. Alt sammen er med til at effektivisere byggeriet til fordel for klima og kvalitet.

Endelig skal digitalisering anføres. CLT er yderst velegnet til VDC og BIM-samarbejder. Bl.a. fordi det er så industrielt produceret. Dette er også med til at optimere byggeprocesserne.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Når man bygger med træ er der helt klare fordele.

- lavt forbrug af energi ved fremstilling
- effektiv transport idet det er ca. 20% vægt i forhold til beton.
- mere lean byggeprocesser med bl.a. lettere kran, færre transportere, hurtigere byggetid, osv.
- ingen udtørring og minimalt forbrug af energi på byggepladsen.
- Lagring af CO2 i CLT-elementerne
- mulighed for adskillelse og genbrug
- etc.





Udover ovennævnte er der også forholdet om fornybare ressourcer. Ved træbyggeri sætter man en kvist i jorden - og byggemateriale opstår af sig selv. Man skal ikke grave store huller i jordkloden og udvinde materialer som snart er opbrugt. Dette er en evighedsmaskine som er gunstig for jordkloden.

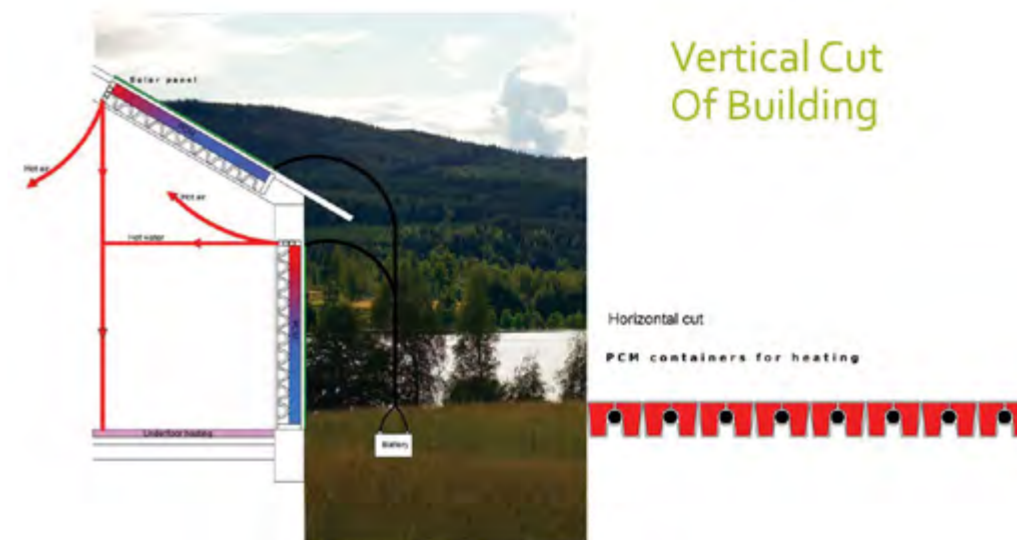
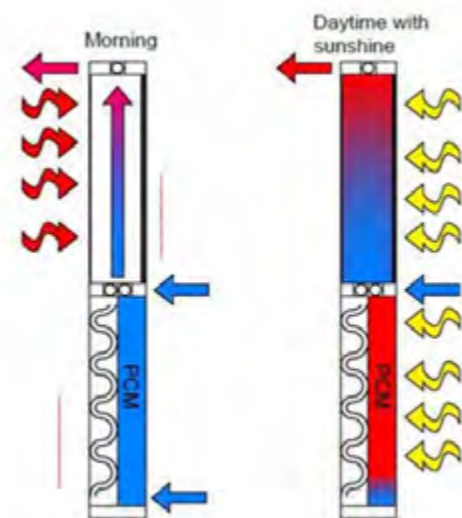




# Energy Flow Wall ApS

## Energy Flow Wall

 <b>Komponent</b>	 <b>Poul Horn</b>
 <b>Forsyning og installationer</b>	 <b>CVR: 43319663 Brandshøjevej 3 6430 Nordborg</b>



### LØSNINGEN

Energy Flow Wall aps (EFW) udvikler, markedsfører og sælger en energi- og indeklimaløsning. Løsningen sparer 40% energi i et nybygget hus i den form det har nu. Efter færdigudvikling forventes systemet, at kunne spare yderligere så huset bliver Off the Grid. Samtidig med energibesparelser, vil systemet sikre optimal indeklima i alle rum. EFW kan bestå af Ventilationsvinduer, Solvæg med faseskiftende materiale (PCM), en aftræksvarmepumpe, elektronisk styring, solceller og lagerkapacitet.

Al energi på jorden har oprindelse i solen, og kan drifte et hus. Solvæg med PCM er et patenteret nyt produkt som opsamler energi fra solen i løbet af dagen og afgiver det igen i løbet af natten til forvarmning af husets ventilationsluft eller via væskebåret system til en lagertank. Aftræksvarmepumpe er kendt. Den udnytter energien i huset til opvarmning og til varmt brugsvand. Samtidig sikrer den sammen med Ventilationsvinduer og Solvæg at huset får tilført frisk forvarmet luft. Elektronisk styring sikrer det perfekte indeklima i alle rum samtidig med at styringen også kontrollerer aftræksvarmepumpens reducerede drift når den ikke skal udnyttes fuldt ud.

Organiske Solceller kan placeres på Solvæg, som så producerer el til drift af ventilatorer, varmepumpe og andre strømforbrugende komponenter i huset. Resten af el produktionen kan lagres i batteri, anvendes til at optimere energien i lagertank eller sendes ud på

forsyningsnettet.

Lagertank kan udføres på mange måder men det vil være optimalt at bygge en "kælder" under huset hvor energi fra sommeren kan lagres. Løsningen med Ventilationsvinduer og Solvægge med PCM har opnået Proof of Concept i to lejligheder i Frederikshavn. Besparelse på opvarmning, 39%. Reduktion af fugt fra 59% til 46%. Reduktion af Co2 fra 1700 PPM til 650. Målingerne er udført i Oktober 2021 og tallene for fugt og Co2 er gennemsnitstal. Se vedhæftede måleresultater.

### INNOVATION

Energy Flow Wall er Solvæg med PCM, Styring af energi og indeklima på rum niveau, Solceller til dr Innovationen ift af systemet mm, er placeret på byggeelementerne. Lagerbeholder til at lagre overskydende energi. Solvæggen med PCM vil kunne bruges på facader såvel som tagbelægning. Beholderne til PCM inde i Solvæggen har også et rørsystem gennem PCM så varmen kan overføres til et lager element med væske. Ligeledes kan disse rørkonstruktioner bruges til at køle PCM ved at lede væske gennem jord eller andet medie inden væsken passerer PCM beholderne Intelligent Energi og indeklimastyring kan styre alle påvirkninger i huset samtidig med at det kan styre aftræksvarmepumpen og ventilationskilden. Det intelligente er at styringen automatisk indretter sig efter beboernes vaner. Der er udviklet organiske Solceller som kan leveres i alle RAL farver og dermed vil være et arkitektonisk islæt i husets design.

Tilmed kan de organiske Solceller påmonteres Solvæggen så belægningen har den tæthed som passer til at solen både kan sende energi til produktion af el og til opvarmning af PCM. Ved at afkøle Solcellerne når man leder luft eller væske igennem Solvæggen, optimeres Solcellerne ydeevne. Organiske Solceller har mindre CO2 aftryk end silicium baserede. Lagerkapacitet for varme kan etableres under huset i en "kælder" eller på andre tilsvarende måder i vægge eller bærende kerner i huset. Lageret kan etables eks.v. i brugte palletanke som forbindes i serie og fyldes med vand, grus og slangesystemer til både at modtage varme og at afgive den igen. Genbrugsmaterialer eller simpelt lager under hus hvis ikke der hæves på pæle, eller i en kombinationsløsning Bygningen bygges på jordskruer og "kælderkonstruktionen kan være egetræ eller stål. Gulvet kan være glas-skum. Væggene kan være Glasskum eller bæredygtig PIR. Ved genbrug af mursten eller betonknus kan det samlede CO2-aftryk minimeres, sammen med et stort materialelegbrug.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Der bygges med bæredygtige produkter som træ og træfiberisolering. Facader kan være træ, brugte mursten eller evt glas som har holdbarhed på flere hundrede år. Der tages højde for at "lagerkælder" og huset ikke indeholder beton eller mineraluldsisolering men at der anvendes materialer som let kan adskilles og genanvendes Laboratorie målinger, feltmålinger og beregninger fra test og beregnings-

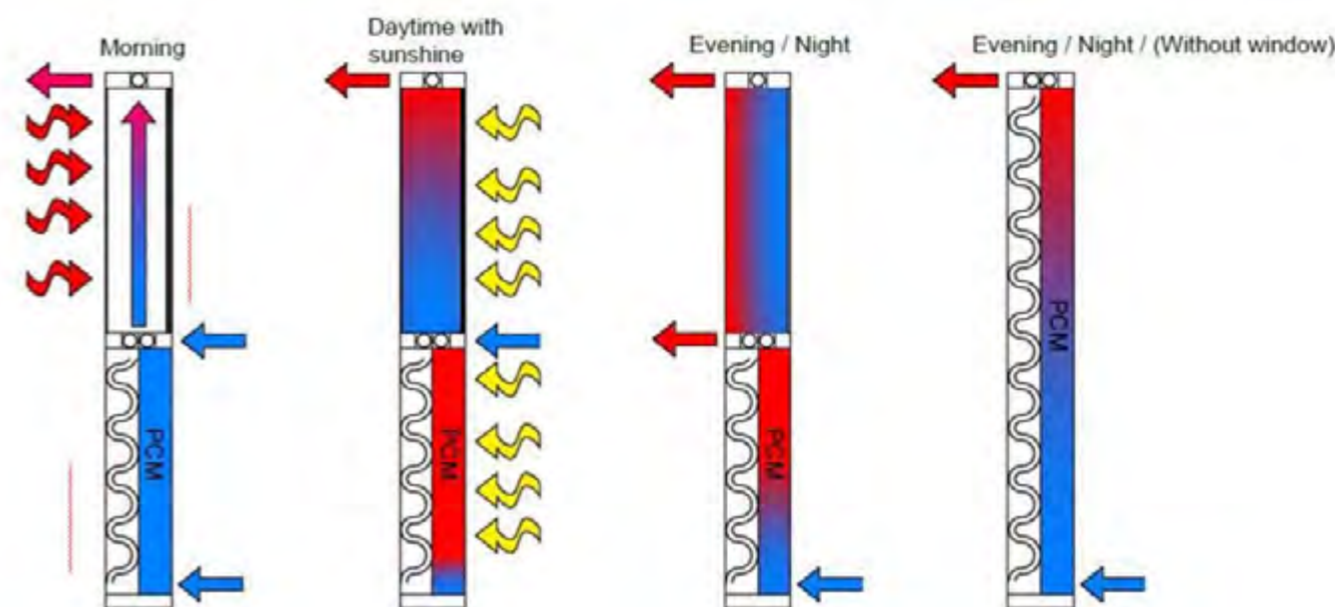
forsøg ved BUILT Aalborg Universitet kontrolleret af professor Per Heiselberg, viser alle at Energy Flow Wall i Danmark sparer 40% energi i et konventionelt bygget hus efter BR 18, når traditionel ventilation, lavenergivinduer og varmeforsyning erstattes af Energy Flow Wall systemet. Tilsvarende vil samme hus kunne spare 60% i f.eks Paris, grundet de store solmængder og mere behov for køling. Dertil kommer lagring af varme fra sommerens overskud og udnyttelse af Solvæggenes facader til produktion af El. Forventet samlet besparelse 50-60% på årsbasis. Ved kun at anvende bæredygtige byggematerialer reduceres huset Carbon Foot Print med 60% og ved yderligere optimeringer som brug af genbrugsmaterialer, vil der over en meget kort årrække kunne opnås større besparelser end de 75% som

sigtes på i nærværende konkurrence **INSPIRATION** Hensigten er at Energy Flow Wall etableret i flere huse indenfor rimelig afstand skal kunne nå til lokal Off the Grid i den forstand at flere huse, f.eks indenfor et fjernvarmeområde skal kunne være et samlet Off the Grid byggeri. Forsyningsforbindelserne findes allerede.

Modsat skal der ved etablering af store energilandskaber, etableres kæmpe forbindelsessystemer. Meget apropos den foreløbige beslutning om at etablere en kæmpe vindmølleområde i Nordsøen hvor forsyningsforbindelserne til det Tyske marked ikke findes Husenes tage kan anvendes til placering af Energy Flow Wall, modsat at etablere marker med Solceller hvor varmen ikke udnyttes. Især er industri

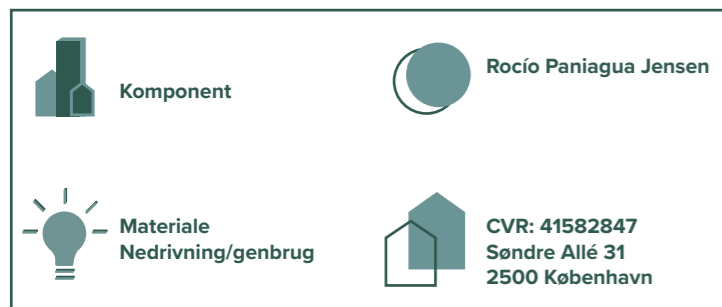
og landbrugets tage åbenlyse steder at placere lokale fælles energi produktioner. Mulighederne er mange men hoved temaet er at energi skal produceres lokalt og ikke transporteres over lang afstand. Ved at implementere farvede Solceller til nuværende byggestil eller til eksisterende byggeri, kan husenes design fremmes samtidig med at husene får positiv energibalance. Modsat som det bliver praktiseret nu hvor Solceller er blå eller sorte.

Den største hurdle for at få dette til at lykkes er samtidigt at sikre de store nationale energi infrastrukturer også driftes og sikres betaling i form af afgifter og andet, således at også statens indtjenings provenu opretholdes. Her arbejdes med forskellige modeller til denne økonomiske del.



# Dewdrop Tiles ApS

## Cirkulære fliseløsninger



### LØSNINGEN

Dewdrop Tiles producerer unikke, cirkulære vægfliseløsninger, som bliver lavet med fliserester fra byggeriet, der ellers var endt som affald. Vi leverer kollektioner i moduler med en høj æstetisk værdi til en konkurrencedygtig pris. Dewdrop Tiles designes, CAD-tegnes, skæres digitalt med CNC-styret vandstråleskæring (waterjet) og leveres på monteringsnet, lige til at sætte op for håndværkeren.

Ca. 10% af de fliser som importeres til Danmark, ender som byggespild i form af fragmenter eller restpartier, der ikke er tilstrækkelige til at bygge nyt med. I 2019 blev der importeret ca. 4 mio. m<sup>2</sup> fliser (Eurostat) - så potentialet er stort. Flisespildet har forskellige dimensioner og egenskaber. I dag bliver flisespildet bortskaffet og knust for derefter at blive brugt som f.eks. vejfyld. Her skal byggevirksomheden betale et bortskaffelsesgebyr for at komme af med dem. I stedet beder vi virksomhederne om at aflevere disse rester, som vi sorterer og systematiserer i vores lager.

Dewdrop Tiles produkter kan laves af mange forskellige typer materialer, idet vandstråleskæreren kan skære i både keramiske fliser eller i natursten som bl.a. marmor eller granit. De nye flisedesigns kan gentages i forskellige materialer, som kombineres indenfor de egenskaber, materialet har (tykkelse, anvendelsesmulighed, farvekombinationer, tekstur). Forskeligheden er samtidigt et udtryk for unikhed og giver en ekstra værdi til produktet.

Dewdrop Tiles' skalerbare løsninger skal være til at betale for de fleste. Produktet vil kunne sælges pr. m<sup>2</sup> til en konkurrencedygtig pris. Lignende mosaikfliser som er på marked i dag, koster mellem 1.500 kr. og helt op til 18.000 kr. pr m<sup>2</sup>. Dewdrop Tiles fliseløsninger kan i dag sælges fra 1.000 kr.pr. m<sup>2</sup>. Når produktionen bliver fuld automatiseret, vil produktet kunne sælges til 750 kr. pr m<sup>2</sup>.

Produktet vil kunne sælges til private kunder i flisemarkeder, typehus-firmaer samt i badeværelsesforretninger. Derudover vil den kunne sælges til byggeprojekter igennem arkitekter, byggefirmaer eller større bygherrer.

### INNOVATION

Dewdrop Tiles er "first mover" indenfor udnyttelse af fliser som restfraktion, og gør det på en måde, som er både højteknologisk og yderst miljøvenlig. Vores produktions-flow er baseret på 4 hovedelementer: 1. Et digitalt og fysisk materialelager, 2. Et digitalt designmatch værktøj, der automatiserer match mellem vores modulerede designs og materialerne på den mest effektive måde, 3. CNC-styret vandstråleskæring og 4. Montering på armeringsnet samt gør klar til at komme på salgshylderne.

Derudover er det innovative i projektet et produktions-flow, som bruger digital designmatch, der automatiserer match mellem de tilgængelige, valgte materialer og et bestemt design. Designmatch værktøjet håndterer flisernes mange variabler og vil betyde en stor



tidsbesparelse og dermed en optimal flow i produktions-setup. Den digitaliserede produktion muliggør samtidig sporbarhed i materialet fra indsamling til det færdige produkt, hvor de registrerede egenskaber, her bl.a. CO<sub>2</sub>-besparelser, følger med og bliver leveret videre ved salg.

Med CNC-styret skæring er det muligt at opnå en udnyttelsesgrad på mindst 80% af de materialer, som bruges i vores fliseløsninger. For at minimere skæringen af brugbare overflader har vi designet en Basis kollektion (minimum viable product). Basis kollektionen produceres i moduler, som bygger på ensartede former i standard dimensioner, som er kompatibel med standard fliser således, at den kan blive kombineret med andre fliseprodukter og dermed giver mulighed for at genbrug fliserestpartier 1:1.

Materialeindsamling opdeles overordnet set i to typer flisespild: A. Materialer med dokumentation fra fabrikanten: Bruges til fremstilling af vægløsninger da de ikke behøver specifikation om særlige tekniske egenskaber. Denne materialefraktion består af større fraskæringer og løse fliser, som leveres af byggefirmaer m.m. B. Materialer hvor dokumentation fra fabrikanten følger med: Disse kan bruges til bl.a. gulvløsninger, hvor der er behov for dokumentation af særlige tekniske egenskaber som for eksempel skridsikkerhed. Denne materialefraktion består af restpartier fra fliseforhandler, hvor dokumentationen følger med.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Vi bruger den del af flisefractionen, som umiddelbare ikke kan genbruges, og omdanner den til "nye" fliseløsninger. På den måde vil materialet kunne bruges igen til det samme formål – altså som flise.

LCA-analyse er pt. under udarbejdelse. Her skønnes det allerede, at der ligger et betydeligt besparelspotentiale af affaldsmængder og CO<sub>2</sub> udledning, ved netop at reducere disse affaldsmængder og erstatte den miljøtunge produktionsproces af nye fliser med en miljøvenlig upcycling af eksisterende ressourcer, som har stort set uendelig holdbarhed. I stor skala vil idéen kunne desuden bidrage til de planetære grænser med at spare naturskadede processer, som præger fliseproduktionen ved bl.a. ekstraktion af ler og tung kørsel.

Hvis vi antager at flisespild udgør 10% af de fliser, som importeres til Danmark (ca. 4 mio. m<sup>2</sup> om året iflg. Eurostat), vil en indsamling af 20% af dette flisespild give teoretisk set en potentiale materialefraktion på 80.000 m<sup>2</sup> fliserester, som vil kunne benyttes som grundmateriale til løsningen. Ved mindst 80% udnyttelsesgrad vil 50% af byggespildet kunne omdannes til 160.000 m<sup>2</sup> "nye" fliseløsninger, hvilket vil potentielt betyde en affaldsreduktion (og en mindre import) på ca. 2.900 tons pr. år (10% spild ved installation af de nye produkter er fratrukket).

Produktet vil således bidrage med en væsentlig CO<sub>2</sub> besparelse i forhold

til at bruge andre fliser på markedet og på den måde vil være med til at løfte målet om at nå 2,5 CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år. Iflg. generiske tal for klinkeproduktion udleder 1 kg fliser 0,95 ton CO<sub>2</sub>. Hvis man trækker CO<sub>2</sub> udledning fra egenproduktionen fra, vil resultatet være lig med den CO<sub>2</sub> besparelse idéen kan generere. Det antages at CO<sub>2</sub> udledning af egen produktion er meget lav da vi ved, at waterjet har en meget lav miljøbelastning med et el-forbrug på 0,036 kWh og 1,9 liter vand pr. minut ved skæring.

### INSPIRATION

Det er ambitionen, at Dewdrop Tiles' cirkulære fliseløsninger skal bidrage med bedre ressourceudnyttelse af fliser som restfraktion. Motivationen for projektet stammer fra at konstatere ressourcepildet i sanitetsfraktionen på containerpladsen, hvor fliserester blandes med toiletrester, porcelæn og meget andet. Ved at anvende gamle traditionelle teknikker fra mosaikkunst og forene dem med miljøvenlig teknologi, er vi i stand til at redde værdifulde, langtidsholdbare ressourcer og få dem tilbage i værdikæden. Desuden er modellen inspireret af Gentræ projektet, som har formålet at få resttræ tilbage i værdikæden.

Produktets mønstre har en reference til naturen, hvor de neutrale nuancer fra byggerester kan spille sammen på unikke måder. Dette bidrager til boligen med en sanselig dimension, hvor det taktile kommer i spil og er med til at give boligen en personlig karakter. De forskellige designs tager udgangs-

punkt i de materialer, der er på lager således, at der er tale om dynamiske kollektioner, der skifter i takt med der indsamles nye materialer.

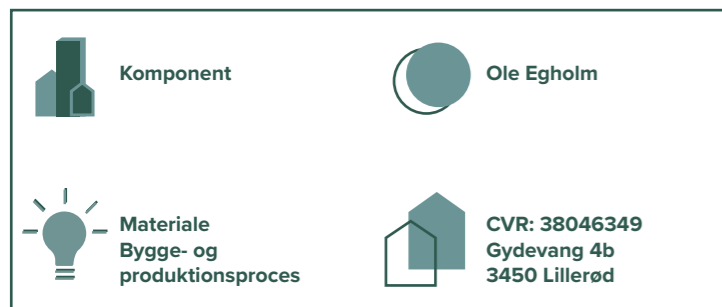
Dewdrop Tiles' Cirkulære fliseløsninger baserer sig på værdikædesamarbejde. Erfaringer fra Bornholm (fra andre projekter) har vist, at øen er egnet til at blive brugt som mindre-skala laboratorium. Dette på grund af dens størrelse, infrastruktur og tætte netværk, hvor skalerbare løsninger kan afprøves inden de bliver skaleret op til nationalt niveau. Ambitionen er dog, at løsningen på sigt etableres på Sjælland således, at vi nemmere kan forsyne hele Danmark.

Vi vil også gerne inspirere andre og udbrede konceptet udenfor Danmarks grænser. Konceptet kan nemlig eksporteres til andre lande, hvor der etableres lokale forsyningskæder i hvert enkelt geografiske område.



# Arkitektfirmaet Ole Egholm

## Træform



### LØSNINGEN

Den grundlæggende idé bag projektet "Træform" er præfabrikerede byggelementer i træ, som designmæssigt lægger sig mere op ad murstenen end de præ-fabrikerede, vægstøre elementer, som typisk anvendes i elementbyggeri. En træform-væg består af præ-fabrikerede kassetter med et indvendigt bræddelag, et hulrum med lodrette afstandsstopper og et bræddelag som udgør klimaskærmen. Vægelementer samles i forbandt, og systemet inkluderer præ-fabrikerede loftselementer der monteres mellem bjælkespær. Træform er udviklet og afprøvet i et netop afsluttet innovationsprojekt støttet af Realdania og Boligfonden Kuben, og en 22m<sup>2</sup> stor proof-of-concept demonstrator er opført med succes.

Træform elementer har et stærk arkitektonisk udtryk, og tillader træbyggeri som er klimamæssigt fordelagtigt fordi elementerne er bygget i paulownia-træ, der vokser i plantager i Sydeuropa med vækstrater der muliggør skovning hvert 8. år. Træsarten testes i øjeblikket også i plantager i Nordeuropa. Den høje vækstrate gør at træsorten optager markant mere CO<sub>2</sub> end andre træsorter indenfor samme tid og dyrket areal. Dertil er træet er yderst formstabil, vejer ca. det halve af fyr og gran, har høj homogenitet, høj isolans og er med få knaster der skal bearbejdes.

Det er dermed meget hurtigt at bygge med elementerne og løfteudstyr er ikke nødvendigt. Med den beskedne

modulstørrelse på 700x700mm skabes der en lav vægt på det enkelte byggeelement. Der er variationsmuligheder for det lag af elementer der udgør klimaskærmen, og Træform inkluderer loftsmodule og mange forskellige løsninger på knudepunkter (væg-glas samling, forskellige hjørnedetaljer, murkronedetalje, vinduesdetaljer mv.), der kan fungere som universelle løsninger i alle projekter, der anvender Træform moduler. Således vil det være hurtigt at projektere nye byggerier med helt anderledes program, form og størrelse.

Træet der udgør klimaskærmen termobehandles, hvilket er en ugiftig varme-tryk proces. Det er eftervist at virkningen på træet medfører en meget lang levetid for elementerne uden yderligere træbeskyttelse.

### INNOVATION

Det afgørende nye i Træform-byggesystemet er at det er et "træbyggeriets svar på murstenen": Et præ-fabrikeret element som kombinerer de bedste egenskaber ved Paulownia med andre træsorter og/eller cellulosebaserede isoleringsmaterialer. Det er innovativt at der ikke skal monteres flere lag med mange forskellige materialer for at opnå en færdig væg. Der skal ikke tilføres yderligere lag (plader, vindspærre, dampspærre, spartling, maling, træbeskyttelse) som det er tilfældet i traditionelle træskelethuse. Dette samtidig med at systemet kan samles til en arkitektonisk robust helhedskonstruktion, som kan give arkitekter og ingeniører helt nye

designmuligheder og skabe CO<sub>2</sub> 'negative' konstruktioner med sundt indeklima.

Dermed er det muligt at skitsere og projektere byggerier, som har stor arkitektonisk frihed men samtidig kan bygges hurtigt og rationelt. Træform laves i unikke modulære enheder, så fremtidig tilpasning og udvikling kan ske uproblematisk. Systemet kan udvides med tilhørende elementer som tilbyder lette løsninger på indervægge og tekniske installationer. Over tid kan opbygges en infrastruktur omkring brugte elementer samt døre og vinduer produceret i Træform-modulmålet der og dermed kan monteres i alle byggerier, der er opført som Træform. Derudover er de største innovationer for Træform at elementerne er så simple og lette at bygge med. Både fordi elementerne er meget lette og derfor kan håndteres uden løfteudstyr, og fordi selve monteringen er ukompliceret og meget hurtig. Desuden er elementerne diffusionsåbne, og uden dampspærre. For at skabe en tæt konstruktion indblæses træfiberisolering efter alle elementer er monteret, så isoleringen pakker sig ud i alle hulrum i vægge og over loftselementer. Træform består af lette gulvkassetter i finér og konstruktionstræ samt vægge og loftselementer indenfor samme byggesystem, hvor eksisterende prefab-løsninger tilbyder næsten udelukkende vægelementer. Træ som byggemateriale løser således en så stor del af byggeriet som muligt.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Paulownia vokser ultra hurtigt, hvor det kan fældes som tømmer efter bare 8 års vækst. I det hidtil leverede træ har vi observeret afstande mellem årringe i træet typisk på 2-3 cm. Med denne vækstrate optages store mængder CO<sub>2</sub>. Træet er yderst let (280 kg/m<sup>3</sup> hvor fyr og gran vejer 450-500kg/m<sup>3</sup>), hvilket giver direkte fordele som et strukturelt isoleringsmateriale og indirekte fordele ved at reducere energi der anvendes til transport, konstruktion og opbygning. Træform muliggør dermed en væsentlig accelereret indlejring af CO<sub>2</sub> i arkitekturen, samtidig med at det påvirker alle led af byggeprocessen positivt. Grundet den hurtige vækst produceres der mere materiale hurtigere og på mindre areal. I et større klimamæssigt perspektiv kan Træform vise vejen for opskaleringen af CO<sub>2</sub>-absorberende præ-fab byggerier, og føre til etableringen af værdikæder, der gør det rentabelt at etablere skovbrug i udviklingslande som alternativ til skovfældning og landbrug. Paulownia træet har også vist sig at vokse godt i krydsbeplantning, hvilket betyder at plantager der før var anvendt til andre sorter/afgrøder hurtigt kan omplantes til arealer med træer.

Indledende beregninger viser, at når en muret væg eller betonvæg med stenuldsisolering udleder ca. 80 til 90 kg CO<sub>2</sub>, så udleder en tilsvarende trævæg med stenuld ca. 0-5 kg CO<sub>2</sub> og en væg opbygget af Paulownia har en negativ CO<sub>2</sub>-udledning (dvs. optag af CO<sub>2</sub>) på -80 til -90 kgCO<sub>2</sub>.

Selv med indregning af forbrændingsmotor transport mellem oprindelsessted og produktionsfacilitet, fabrikation, transport til byggeplads og opsætning fjerner Paulownia mere CO<sub>2</sub> fra atmosfæren end gængse materialer i eksisterende byggeprincipper. Dette skal dog kvalificeres/kvantificeres gennem professionelt udført LCA analyser.

### INSPIRATION

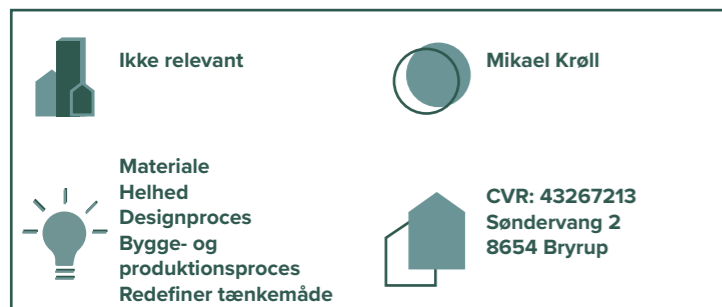
Projektets arkitektoniske inspiration kommer primært fra andre modulære byggeprincipper, hvoraf murstenen nok er den mest succesfulde i at kunne danne rammen for stærke arkitektoniske udtryk and adaptabilitet til en lang række forskellige byggerier. Inspirationen til projektet er også den materialekrise, arkitekturen står i. Det koster 410 kg CO<sub>2</sub> at producere 1 m<sup>3</sup> beton, 235 kg CO<sub>2</sub> at producere 1 m<sup>3</sup> mursten. Dertil kommer transport af det tunge materiale til byggepladser og brug af maskiner til håndteringen. Konstruktionstræ (Rødgran) absorberer omvendt 45 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>3</sup> og er let at transportere og opstille. Det har givet en række interessante projekter/produkter med træelementer. Fælles for disse tiltag er dog anvendelsen af konventionelt konstruktionstræ og varierede sammensætninger i forskellige kassettesystemer, der typisk er begrænset til vægkonstruktioner. Yderligere er de fleste restriktive og dermed vanskelige for arkitekter og ingeniører at anvende kreativt og skabe et rigt arkitektonisk udtryk. En begrænsning der ikke er i murværksarkitekturen, idet murstenen er baseret på mindre enheder med enkel geometri. Der mangler materiale-

og geometrimæssige innovationer, der kan skabe fremtidens byggelementer. Projektet forholder sig til – og adresserer direkte - de fordele og ulemper vi har identificeret i andre innovative byggesystemer der fokuserer på præ-fabrikation og brug af træ. Konkret kan nævnes: Brickawood, Majamaja, WasteTimberBlocks, Rexcon Reblock, EcoCocoon, TEWO og U-build.



# Foreningen "Træfagsmestre for kvalitet og bæredygtighed"

## Det bæredygtige træhus nu og i fremtiden



### LØSNINGEN

Vi ser som Træfagsmestre arkitektur og tekniske løsninger under et. Vi fokuserer på mental og fysisk sundhed, og det er i det ærinde vi med CO2-reducerende løsninger vil udvikle forslag til Sustainable Solutions.

Vi vil illustrere vores bud på fremtidens bæredygtige byggeri i 3 små pavilloner, der hver især demonstrerer hver sit niveau af bæredygtighed i et realistisk perspektiv.

#### Niveau 1 - Optimalt bæredygtigt

byggeri der kan gennemføres med godkendte materialer og løsninger der er kendt på markedet i dag. Eksempler på afgørende elementer: Konstruktioner skal simplificeres og operationer skal reduceres og optimeres. Der skal bygges i biobaserede materialer der er fugthåndterende og CO2-lagerende uden brug af beton og fugtmembraner m.m. Der skal bygges klimasikkert på stålskruer uden kontakt til undergrunden, uden beton, fugt- og radonsikring. Anvendelse af lokalt producerede og ikke transporttunge materialer. Ventilationsvinduet simple teknologi skal anvendes. Der skal anvendes konstruktiv træbeskyttelse.

#### Niveau 2 - Optimalt bæredygtigt

byggeri med nye løsninger, og med de godkendte materialer der er på markedet i dag. Eksempler på afgørende elementer: Samling af trækonstruktioner uden brug af lim, metal, søm, skruer og beslag. Klassiske samlingssmetoder som tapper, fingersamlinger og svalehaler udført med hjælp af

CNC-teknologi. Brug af træsom. Motivere genbrug ved allerede i planlægningsfasen, at designe konstruktioner, så de anvendte materialer enklere kan genbruges.

#### Niveau 3 – Optimalt bæredygtigt byggeri med fremtidens visionære materialer og løsninger.

Eksempler på afgørende elementer: Digital produktion og Robotteknologi Planlægnings- og byggeprocesser optimeres bl.a. ved simplificering og standardisering af konstruktioner. Selvbygger koncepter (tildannede samlesæt). Udvikling af solceller i glasarealer – Løsning med grafen folie i almindelig vinduesglas.

### INNOVATION

Vi vil gerne forenkle byggemetoder, og samle de bedste løsninger i det samme byggeri. Vi vil byde ind med et projekt til "Boligbyggeri fra 4 til 1 planet", der dækker begge programmets to retninger "Next Generation Architecture" og "Sustainable Solutions". Vi vil her udvikle et nyt fremadrettet træhus-koncept der bygger på hundrede års erfaringer med træbyggeri samt den nyeste teknologi og viden om bæredygtigt byggeri. Vores mål er at blive udvalgt i begge kategorier og lave et helhedsorienteret bygbart koncept.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Vi vil ved primært at anvende biogene materialer, og enkle samlingsdetaljer samt maximere genbrug reducerer CO2 aftrykket radikalt. Samtidig reducerer vi forbrug af mineralske materialer

der bruger relativt meget energi ved produktion og ved recycling.

### INSPIRATION

UNESCO har udnævnt København til arkitekturhovedstad i 2023, med bæredygtigt byggeri som hovedtema. Dette giver verden mulighed for at få indblik i ikke kun dansk arkitektur, men også hvordan den går hånd i hånd med vore stolte håndværkertraditioner. Vi bor i en region af verden hvor bæredygtig skovdrift i mange generationer har sikret god balance og levering af kvalitetstræ til både bygninger og skibe. Dertil en samfundsstruktur med store sociale udviklingsmuligheder, og trods det bygger vi idag med miljø- og klimatunge byggemetoder som ofte medfører usunde boliger.

Træfagsmestre for Kvalitet og Bæredygtighed ønsker derfor at udfordre de nuværende byggemetoder, som står for 40 % af energirelateret Co2-udledning, og vi vil udforske hvilke problemløsninger arkitekter, byggerådgivere og håndværksmestre kan udvikle sammen, når de har flere generationers erfaring med biogene byggemetoder. AAU-Build skiver i deres undersøgelse, at 99% af bygninger opført i Danmark er 4 etager og derunder. Samtidigt beskriver de, at over halvdelen udgøres af enfamiliehuse. I dag er der et afgangspunkt i vores bygge-lovgivning, som gør det lettere at bygge med større andel biogene byggematerialer i enfamiliehuse. Derfor ser vi et stort potentiale i udforskningen af muligheder der tager udgangspunkt i netop enfamiliehuse.

## FLOW-LOOP ApS

### Recirkulerende bruser der sparrer 80% vand og 70% energi



### LØSNINGEN

LOOP recirkulere badevandet mens du bader. Ved at recirkulere badevandet spares op til 80% vand og 70% energi. Du afgør selv om du vil recirkulere og du recirkulere kun dit eget badevand. Før og efter hvert bad gennemfører systemet en renseproces, som holder systemet rent og sikre at der ikke deles vand mellem badende.

Når bruseren er tændt aktiveres og deaktiveres recirkulation ved at træde på Flow Loops patenterede afløb. Afløbet kan skabe et reservoir på gulvet på 5-20 mm (efter behov). Når bruseren recirkulere suges vandet op fra gulvet gennem et indsugningsstykke. I indsugningsstykket er et forfilter der holder alle større partikler tilbage. Derefter pumpes vandet gennem et mikrofilter der fjerner alle synlige partikler. Et luftgab adskiller det recirkulerede vand fra vandforsyningen. Det recirkulerede vand blandes med varmt vand fra vandforsyningen for at kompensere for temperaturtabet. Når bruseren recirkulere kommer der ca 10 l recirkuleret vand pr minut som blandes med ca 2 l varmt vand. Inden man får vandet over sig UV-belyses vandet for at uskadeliggøre evt bakterier og vira.

Flow Loops recirkulerende bruser leverer et vand flow der er 50% højere end en vandspare-bruser, det er således sammenligneligt med et rain shower (12 l/min) og giver en fantastisk badeoplevelse.

Vandflow og temperatur styres som

på en normal bruser. LOOP har både hånd- og hovedbruser. LOOP skal have skiftet filter en gang om måneden og køre en renseproces hver 14. dag.

### INNOVATION

LOOP er den første recirkulerende bruser i verden der kan installeres i såvel nybyg som eksisterende byggeri. Nøglen til det er at vi suger vandet op fra gulvet og ikke fra afløbet. Flow Loop har patent på vores afløbsrist som opstemmer vandet på gulvet og som muliggør at recirkulere direkte fra gulvet. Det patenterede afløb skaber et lavt vandreservoir på 5-20 mm på gulvet.

LOOP forener to umiddelbart modstridende interesser: 1) høje vand og



energibesparelser og 2) højt vandflow (rain shower/komfort). Det kan LOOP fordi vi recirkulere vandet. Hvor et normalt 8 minutters bad bruger 70-100 liter bruger LOOP ca 20 liter.

### PLANETÆRE GRÆNSER

15% af en husstandsenergiforbrug går til opvarmning af badevand og 30-40% af en husstandsvandforbrug går til badning.

LOOP kan reducere vand og energiforbruget ved badning med op til hhv 80% og 70% uden at kompromitere badeoplevelsen. LOOP reducerer CO2 udledningen/bad med ca 450 g afhængig af energikilde.

Tager man en familie på 4 i en bolig på 150 kvm så bliver den årlige CO2 reduktion på 4,38 kg/CO2/m2/p.a. En light Life Cycle Assessment viser at de ekstra ressourcer der bruges til at producere LOOP i forhold til en traditionel bruser er sparet hjem i løbet af det første år.

### INSPIRATION

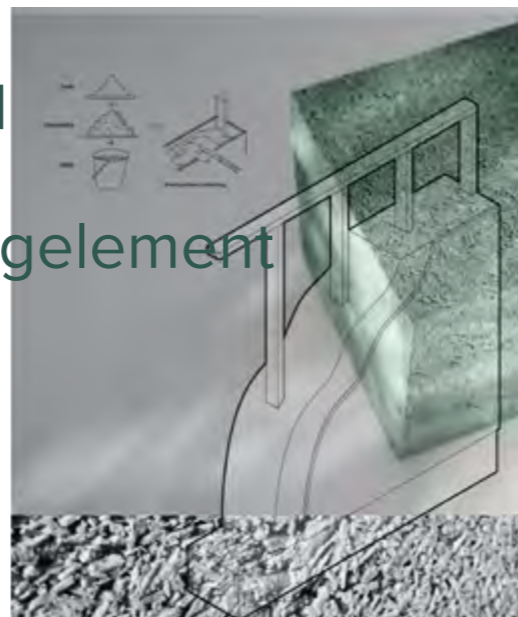
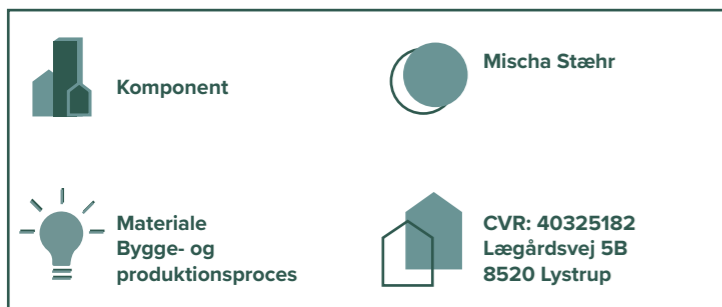
Flow Loops team er dedikeret til en bæredygtig verden. Recirkulation og genbrug af ressourcer ligger i vores DNA. Den recirkulerende bruse-teknologi reducerer energiforbruget voldsomt da der ikke skal opvarmes så meget vand. Den relative reduktionen i energiforbruget er på niveau med varmepumper og LED-belysning som på hver deres område har drevet store energibesparelser de sidste mange år.



# Hampbyg ApS

## Hvordan byggeprocessen med hempcrete kan optimeres?

### - udvikling af præfabrikeret vægelement



#### LØSNINGEN

Formålet med projektet er, at udvikle og fremstille en prototype af et hempcrete-vægelement. Som et bud på fremtidens biogene og bæredygtige byggematerialer skal prototypen vise, hvordan hempcrete både er skalerbart og kan effektiviseres til brug i større byggeprojekter.

Hempcrete beskrives bedst som et biogent isoleringsmateriale, der består af hampeskærver, naturlig hydraulisk kalk (NHL) og vand. Komponenterne blandes sammen til en våd masse, hældes i en forskalling og stemples omkring en bærende konstruktion.

Et vigtigt aspekt af at bygge med biogene byggematerialer er det sunde indeklima. Hempcrete er fri for kemikalier og har en naturlig åndbarhed, som passivt regulerer fugt og forhindrer skimmeldannelse.

Luftlommerne der fanges mellem og i skærverne, har en naturligt isolerende effekt. Sammen med kalkens faste masse fungerer hempcrete både som isolering og energieffektiv termisk varmeregulering.

Den porøse struktur fungerer også eminent til at absorbere lyd og kan derfor nemt bruges i både inder- og ydervægge. Kalken der blandes i støbematerialet omslutter hampeskærverne og beskytter byggeriet mod brand og skadedyr.

Derudover absorberer hamp CO<sub>2</sub> fra atmosfæren under dyrkningen,

hvilket formindsker byggeriets totale CO<sub>2</sub>-emission. Hempcrete betegnes derfor som et miljømæssigt bæredygtigt materiale.

Kigges der på hvordan hempcretebyggeri bliver udført i Europa i dag, kan man se, at byggerierne oftest bliver støbt på stedet (også kaldet In-situ). Det foregår således at hempcrete bliver lagt på i lag og opbygges vertikalt omkring en bærende konstruktion. Metoden er tidskrævende, opslidende og dyr i løntimer.

Projektet lyder derfor på at drage nytte af byggebranchens nuværende metoder, og opbygge hempcrete-vægelementet i vandret position, så et større areal kan støbes på én gang. Opsummeret skal vægelementet kunne fungere som en biogen erstatning til traditionelle vægelementer.

#### INNOVATION

Ved brug af et støbebord og et hejsesystem kan vægelementet, efter støbning, hurtigt og nemt blive løftet af bordet og kørt til tørring, inden det sendes ud på byggepladsen. Denne metode ses bla. på betonelementfabrikker, hvis faciliteter tænkes, at kunne bruges til fremtidig, opskaleret produktion i Danmark.

Designet af elementet vil omfatte udvikling af en passende form til den bærende konstruktion, så vægelementet både kan fungere strukturelt og kan hejse problemfrit. Hertil er tiltænkt en trækonstruktion for, at fortsat gøre brug af biogene materialer. Derudover

arbejdes der på, at finde den mest effektive metode til, at forskalle og stampe hempcrete mens den bliver støbt.

Undervejs i projektet vil al dokumentation blive ajourført, så vægelementet i fremtiden kan standardiseres efter blandingsforhold, densitet og tørretid.

Løbende formidling af materialet er en vigtig del af processen i udviklingen. Sådan tænker vi, fordi ganske få i Danmark med byggefaglig baggrund har kendskab til brugen af biomaterialer.

På trods af det, ser vi at brugen af hempcrete, over de seneste 5 år, har udviklet sig eksponentielt. Det kan ses i lande som Australien og USA samt flere lande i Europa som Belgien, Tyskland og Holland, hvor flere og flere hempcrete tiltag begynder at dukke op. Et sådant indblik gør det tydeligt, at Danmark skal være med på den bølge fra start, så vores nabolande ikke overhaler den produktion.

Præfabrikation af hempcrete vil ikke bare effektivisere byggeprocessen men vil også kunne bane vej for standardisering og certificering af biogene materialer for senere at kunne få en miljøvaredeklaration (EPD).

#### PLANETÆRE GRÆNSER

Ifølge Danmarks klimapartnerskaber udgør byggeindustrien 35% af alt affald produceret i Danmark årligt. Eftersom hempcrete er biobaseret og fri for miljøskadelig kemi, kan materialet knuses

og komposteres eller udnyttes til andre formål efter brug, hvilket skaber et lukket cirkulært system.

Hempcrete er et monolitisk materiale og udgør hele vælgkonstruktionen fra inderst til yderst bortset fra den bærende konstruktion. Den simple opbygning i vægelementet gør det let at skille ad og effektivt at affaldssortere. Dertil er det fleksibelt at arbejde med, da der let kan bygges til eller skæres fra, hvilket gør levetiden på materialet længere.

Det skal dog siges, at hempcrete på nuværende tidspunkt, deponeres på samme vis som fibercement. Vi arbejder løbende på at ændre disse forhold i takt med, at bio-affaldssortering bliver mere udbredt i kommunerne.

Den industrielle hamp kan lagre mellem 9 og 13 tons CO<sub>2</sub> pr. hektar i følge EIHA (European Industrial Hemp Association), hvilket formindsker det samlede CO<sub>2</sub> regnskab for byggeriet væsentligt. Blandingen af hempcrete kan foregå på el-drevne maskiner, som tilmed formindsker kulstofudledninger.

Dertil vil HampByg, som lokal producent, forsøge at formindske transportlængden til forbrugeren, med en vision om, at få flere afgrøder samt forarbejdning af industriel hamp til byggeri i Danmark.

Skærverne fra den industrielle hamp,



der bruges til hempcrete, er, ved den rigtige forarbejdning, blot et biprodukt af andre brugsformer ved hampeplanten herunder hampetekstiler.

10 mio. Kr blev i 2020 afsat fra Innovationsfonden til et projekt kaldet hemp4tex, med formål om at anskaffe sig et forarbejdningsanlæg til at skille fibre (barken) fra stænglen som danner skærverne til hempcrete. Som virksomhed øjner vi et potentiale for at få produceret dansk byggehamp og er derfor gået i dialog med både bioøkonomer og flere danske landmænd.

#### INSPIRATION

Boligbyggeri har altid fyldt meget i Dansk arkitekturhistorie. I 60'ernes Danmark skete der et byggeboom hvor 450.000 parcelhuse pludselig skød op over en periode på 20 år. I den periode var beton et af de mest lettilgængelige og tids-effektive byggematerialer som kunne løse problemet med hurtigt at opføre boliger i en tid hvor disse var mest eftertragtede.

Betonindustrien har været hurtig til at omstille sig og skabe nye løsninger der tilpasser sig tidens behov bla. med præfabrikering af vægelementer. Men - hvad der dengang havde sine fordele har i dag sine konsekvenser. I dag er vores forbrug af sand (som bruges

i beton) nemlig så stort, at jordens naturlige gendannelse ikke længere kan følge med. Endvidere udleder cementfremstilling store mængder af CO<sub>2</sub> i fremstillingsprocessen. Derfor har vi brug for omstilling fra lettilgængelige ressourcer til fornybare ressourcer.

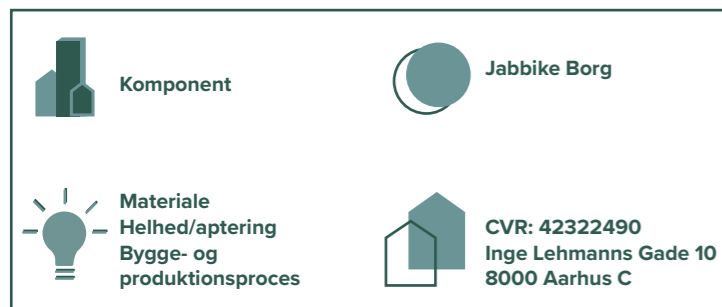
Allerede fra 2023 træder de nye LCA-krav i kraft. Her håndhæves det, at der skal tages stilling til fremstilling og afskaffelse af byggematerialer samt at byggeri over 1000 m<sup>2</sup> ikke må udlede mere end 12 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> om året. Med inspiration fra den førhen hurtige omstilling i betonindustrien ser vi i HampByg et potentielt marked for, at gøre de effektive løsninger både sundere og grønnere så vi i Danmark kan leve op til fremtidens bæredygtige bolig efterspørgsel.



# ACERA Tech ApS

## Global Nature System (TM)

### - Fremtidens biogene byggesystem



#### LØSNINGEN

Global Nature System (GNS) er et byggesystem i træ og træbaserede materialer, udviklet med udgangspunkt i 40 års erfaring med biogent privat boligbyggeri ud fra et Cradle-to-Cradle princip. Systemet består af vores IP-sikrede byggestruktur (Engineered Wood Element), Global Nature Element™, der er en sandwich bjælke med en kuldebrosafbryder der 1) reducerer vægtykkelsen og 2) giver en lavere U-værdi end konventionelle byggesystemer. I tillæg til GNE er der lavet en grundkonstruktion i det bærende og isolerende lag i udelukkende biogene materialer (træ og træbaserede), uden nogen form abiotiske komponenter (dvs. plastik, PU-lim, høje mængder af VOC'er, skum eller deslige). Alle overflader på selve grundkonstruktionen er fleksibelt udskiftelige, og hele Global Nature System™ er konstrueret med udgangspunkt i Design-for-Adskillelse.

Alle materialer benyttet er bionedbrydelige ved End-of-Life, men vi sikrer samtidig også med sammensætningen af materialerne i konstruktionen, at de kan genanvendes i nye livscyklusser efter endt brug. Således har vi en hypotese om at den samlede recirkuleringsmængde i hele GNS ligger mellem 90-98 %.

Vi afventer desværre stadig produktbilleder fra fotografen, som eftersendes efter modtagelse.

#### INNOVATION

Der er tre overordnede innovative elementer i vores konstruktion: 1) Vi har

sammen med en limproducent udviklet vores egen biolim for at kunne holde alt biobaseret og diffusionsåbent. Limen er testet sammen med GNE på Teknologisk Institut forår 2022 (Vi afventer stadig slutrapport) 2) Med GNS reducerer vi vægtykkelsen i en privatbolig med 15 %, hvilket giver 4-5 indvendige m2 mere i en privatbolig på 150 m2 i DK. 3) GNS kan adapteres til fleretagersbyggeri, med indledende vurdering af ingeniør op til 20 etager.

Det betyder altså at det kan fungere på samme niveau som LVL og CLT benyttes i dag ELLER i tillæg, for lavere U-værdi og højere isoleringsevne. I tillæg har vi 4) fjernet dampspærre og erstattet med en biobaseret dampbremse og 5) hele konstruktionen er diffusionsåben.

#### PLANETÆRE GRÆNSER

Der er lavet (indledende) LCA på GNS af to kandidatstuderende i LCA-Byg (EN15978) ved Aalborg Universitet og oversat af AAU BUILD-professorer forår 2022 til 4 kg. CO2/m2/p.a. (50 år betragtning) i et komparativt studie blandt i alt 5 byggemetoder. 2 nye metoder, hvoraf GNS er den ene og de andre tre afarter af konventionelle byggemetoder, hvoraf den ene er den benyttet af én af de største typehusvirksomheder i DK, som viser reduktion på mere end 70 % pr. m2. Beregningen er lavet for GNS med recirkuleringsprofil ved brug af ca. 39 % generisk data og 61 % EPD'er. Over sommeren skal vi bygge vores egen LCA-model og vi forventer efter læringen fra AAU, at kunne nedbringe



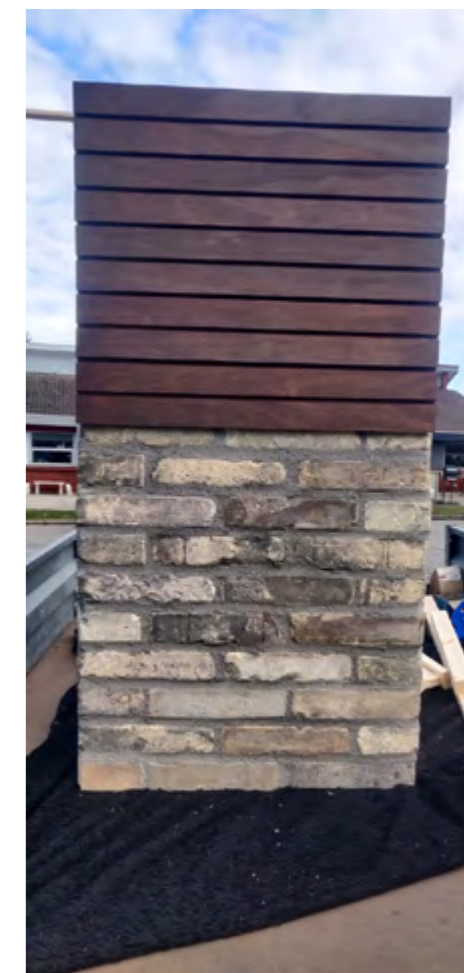
CO2 betragtningen på 4 kg. signifikant, når vi har egen dokumenteret recirkuleringsprofil og får flere EPD'er tilgængelige.

Vi benytter udelukkende FSC certificeret træ og i vores forretningsmodel har vi i tillæg sikret os beplantning af skov minimum tilsvarende ressourceforbrug pr. bolig bygget.

#### INSPIRATION

GNS er udviklet med udgangspunkt i 40 års erfaring med biogent boligbyggeri. Der er bygget med en lignende metode (også egen opfindelse) på +35 cases i hele norden i perioden 1998-nu.

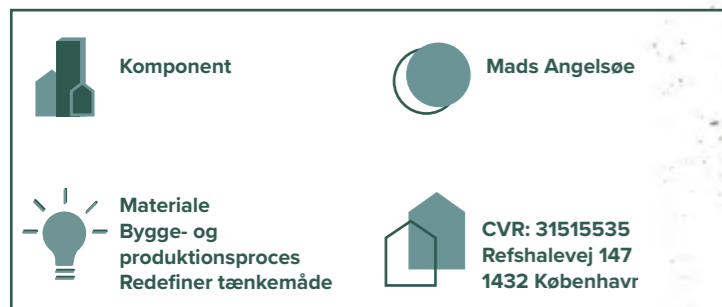
Disse er alle bygget 1) diffusionsåbne 2) mindre energitab (minimering af kuldebros) igennem konstruktionen og 3) fleksibilitet i arkitektur; der skal kunne bygges med det æstetiske udtryk, som der ønskes. Dette er samme tekniske grundprincipper for ACERA og GNS, hvortil vi har bygget 4) minimering af ressourceforbrug – vi mener ikke der skal benyttes flere materialer end dem der er behov for. 5) Design-for-adskillelse – ingen brug af søm, skum eller andre abiotiske fastningsmuligheder, der ikke kan adskilles, nedbrydes naturligt og/eller recirkuleres, 6) Cradle-to-Cradle dokumentation – fuld recirkuleringsprofil iht. EN15978. Læs mere om ACERA under uploads "ACERA\_Intro", hvor der også er en intro til de principper vi arbejder med, og i tillæg et bud på et kommercielt eksempelhus.





# Juul Frost Arkitekter

## THINK EARTH!



### LØSNINGEN

Bygningsindustrien står foran en kæmpe udfordring. Dens nuværende ressourcer er begrænsede og dens teknikker er skadelige for klima, natur og mennesker. Nytænkende metoder til udviklingen af byggeri med ler kan blive en del af løsningen.

Vores løsning vil sætte fokus på en reduktion af vores forbrug af ressourcer i form af rum og byggematerialer ved at tilbyde cirkulære boliger i cirkulær byggeteknik.

I 2002 udviklede og realiserede Juul Frost Arkitekter projektet Bedre Billigere Boliger. Et fremsynet projekt, der anviste et optimeret og fleksibelt boligkoncept med, der viste vejen for økonomisk tilgængelige boliger for alle med en anlægspris på under halv pris af sammenligneligt boligbyggeri. Byggeriet blev udført i trækonstruktion med afsæt i arkitektbranchens Charter '99 om brug af "Grund-Rum".

Behovet for at udvikle små, billige og fleksible boliger er ikke blevet mindre. Her tyve år senere er der stadig behov for både bedre, billigere, men også mere bæredygtige boliger! Vores ambition er at udvikle konceptet Bedre Billigere Bio-Boliger - vi kalder det 4B.

Vi vil udvikle et boligsystem som er kompakt, billigt, fleksibelt og opføres af lokale ressourcer: Stampet ler!

Ler er et af menneskehedens ældste byggematerialer. Ca 1/3 af verdens

befolkning bor i huse af ubrændt ler. Siden industrialiseringen er byggeri med ler kommet af mode på vores breddegrader men oplever for tiden en renaissance og over hele kloden udvikles moderne arkitektur med materialet ler (<http://terra-award.org>).

Herhjemme har bæredygtighedsdagordenen rettet byggeriets fokus på især anvendelse af træ som byggemateriale. Dansk træ er en begærnet ressource da kun 14,6% af Danmarks areal er skov, ca. 90% af Danmarks skovareal er fredet, hvor der skal genplantes ved fældning.

Jord og ler er fortsat en overset ressource. Det ønsker vi at ændre, da vi i Danmark har ler som et naturligt forekommende materiale, i langt højere grad end træ.

### INNOVATION

Vi ønsker at anvise et alternativ til anvendelse af træ som konstruktionsmateriale, da træ i den danske byggeindustri fortrinsvis stammer fra udenlandsk produktion og derfor skal transporteres over lange afstande.

Boligkonceptet 4B opføres af derfor af overskudsjord. Vi betragter jord som en cirkulær ressource på lige fod med andre byggematerialer. Jord indgår i materialestrømmene og kan langt hen ad vejen behandles på samme måde som andre materialer.

Det nye ved konceptet er i virkeligheden gammelt. Også i Danmark har man historiske erfaringer med mate-

rialet og herhjemme er der igennem tiderne opført ca. 4.000 bygninger i ubrændt ler.

I Danmark graves der årligt 15 millioner tons overskudsjord op i forbindelse med byggeri og anlægsarbejder. En stor del af den overskudsjord er morænejord indeholdende ler, som gør det velegnet til brug i miljø- og klimavenligt byggeri. For eksempel benyttes det til fremstilling af stampe vægge, komprimerede lersten, lergulve, lerpuds og andre produkter med en række egenskaber der er gode for både kloden, håndværkeren og indeklimaet. (Kilde: Nordic Council of Ministers. Report 2021:535)

### PLANETÆRE GRÆNSER

Overskudsjord udgør i dag en stor belastning i kraft af CO2 emission og dyr kørsel ved transport. CO2 udledningen forbundet med jordkørsel i 2019 var 24.416 tons, = ca. 3% af bygge- og anlægssektorens samlede udledning (kilde: Roskilde kommune). Jorden anvendes i dag primært som opfyld, land fill, ved anlæg af veje og som støjvolde.

Energiforbruget til produktionen af lersten udgør 1/7 af den energi, der anvendes til produktion af brændte mursten. (Kilde: egenvinding.dk)

Ved at anvende lokale jordressourcer som konstruktionsmateriale, reduceres energibehovet markant, idet der ikke indgår brænding som ved tegl og beton samt at behovet for transport af byggematerialer reduceres markant.

Fleere nuværende grusgrave er ved at være tømt for sand og grus, mens behovet for sand de kommende år ventes at stige markant. I 2018 foretog ingeniørvirksomheden Niras en ny fremskrivning af, hvornår regionerne ville løbe tør for grus, og her lød det, at Region Sjælland ville løbe tør i 2032. Andre prognoser peger på at Danmark som helhed løber tør for disse ressourcer om ca. 30 år.

Konstruktioner i ler har en høj teknisk performance. Det er et hydrofilt materiale, der meget hurtigt kan optage og afgive fugt, hvilket hjælper med at stabilisere fugtindholdet i luften i bygningen, og beskytter bygningens øvrige materialer. Ler kan effektivt lagre varme, har markante akustiske og lyddæmpende egenskaber, og kan dertil binde lugt og absorbere toksiner fra andre materialer. Samtidig klarer ler sig godt i en livscyklusvurdering, da forarbejdningen kræver langt mindre energi end kalk og cement.

Vi er overbeviste om at nærmere tekniske studier vil pege i retning af potentielle be-

sparelser på omfanget af bygningers tekniske løsninger og udstyr.

(Kilde: Lerjord som Byggemateriale. BUR rapport 1993)  
(Kilde: Lerjord i en sund dansk byggekultur, Cinark 2021)

### INSPIRATION

Hos JFA har vi fulgt udviklingen i anvendelse af ler i udenlandske referenceprojekter og studeret det i praksis i Tyskland, Schweiz, Østrig og Frankrig. I de seneste år er der i disse lande etableret forskningsmiljøer og udført diverse byggeri af veletablerede aktører.

Samtidig er der beslægtede aktiviteter i gang på andre kontinenter. Materialets globale perspektiver kalder på at styrke samarbejder i teori og praksis i et globalt netværk. Udviklingen af industrialiserede lerkonstruktioner i Danmark er relevante at udveksle med nogle af de afrikanske lande, som Danmark har donor-programmer hos.

Vi finder det essentielt, at Danmark deltager i denne internationale udvikling og noterer os at der er ved at samle sig et lille forskningsmiljø på Arkitektskolerne, DTU og KEA. En udvikling som også vi deltager i og er en del af.







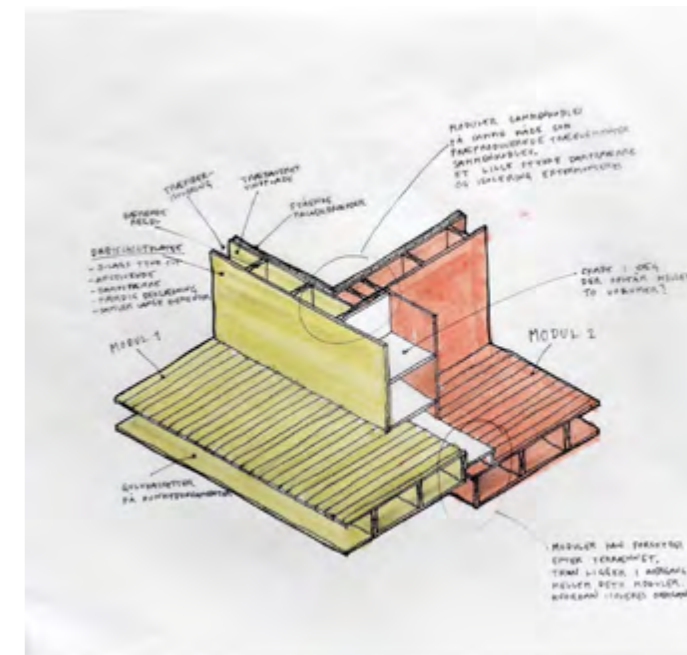
Reference: Haus Rauch, Schlins (A). Martin Rauch med Roger Boltshauser, 2008.



# Studio Eika ApS

## Elementbyggeri med 3-lagsplader

 <b>Komponent</b>	 <b>Ikke oplyst</b>
 <b>Materiale</b>	 <b>CVR: 42410470 Blågårdsgade 24 1. tv, 2200 København</b>



### LØSNINGEN

Ud fra vores erfaringer med CLT- og trækonstruktioner, ønsker vi at udforske de konstruktive og æstetiske potentialer i et materiale som er relativt ukendt i Danmark, nemlig det som kan oversættes til 3-lagsplade. En 3-lagsplade består af 3 lag krydsslime-de træplanker efter samme princip som CLT (cross-laminated timber). I modsætning til konventionel CLT er 3-lagsplade ikke bærende, men til gengæld har den samme egenskaber mht. store formater, afstivende funktion, dampbremse og ikke mindst færdig indvendig overflade.

Vi har undret os over hvorfor dette produkt ikke findes i Danmark hvor træ-byggebranchen enten sværges til konventionelle træskelet-vægge eller har en blind kærlighed til konventionel CLT. Vi tror på et mere nuanceret



billede, der arbejder med det bedste fra træskellet og skiver.

Undersøgelserne drejer sig om hvordan 3-lagsplade kan benyttes i bæredygtig elementbyggeri af træbaserede materialer der i en enkel og rationel byggeteknik, kan konkurrere med gængse byggemetoder. Projektet søger at tage det bedste fra forfintet træbyggeri og industriel elementbyggeri i en arkitektur der afspejler elements natur og træets taktilitet. Projektet indskrives sig i den igangværende introduktion af CLT til Danmark, men tager en kritisk vinkel til fordele og ulemper ved både konventionel CLT og 3-lagsplader, i forhold til materialeoptimering, preproduktion og bæredygtighed.

### INNOVATION

Vi har med et kritisk blik erfaret at konventionel CLT måske ikke altid er en helt rationel måde at bygge på, og i værste fald kan føre til materialespild. Modsat støbte og stablede konstruktioner hvor åbninger skabes som et negativt volume, så produceres en CLT-væg, ved først at sammenlimes som en stor plade, hvorefter huller skæres ud med et stort potentielt spild til følge.

CLT har desuden en ringe isoleringsværdi sammenlignet med en træskel-etvæg der har en mindre andel af træ og dermed en højere isoleringsværdi. Hvis træskeletvæggens isoleringsevner og materialeoptimering kunne kombineres med CLT-konstruktionernes evne til at præproduceres i

store formater, så kunne man skabe en ny og mere raffineret måde at lave elementbyggeri på. Disse elementer kunne kombineres med konstruktive rammer som man fx bruger i industrielt hal-byggeri, bare i en smukkere og mere generøs udgave.

I forhold til boligbyggeri, så indeholder element-systemet, den egenskab at det kan adskilles og ændres med tiden. Denne egenskab er især afgørende inden for boligbyggeri, hvor behov historisk har ændret sig drastisk, og det derfor kun er bygninger der kan facilitere disse ændringer som overlever.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Element-systemet indeholder muligheden for at blive adskilt og ændret med skiftende behov. Mange bygninger nedrives fordi de ikke kan imødekomme nuværende behov, mens de bygninger som kan facilitere ændringer kan holde i århundreder. Derfor er en bygnings evne til at blive adskilt og ændret ligeså vigtig som selve materialernes Co2-aftryk.

Element-systemer består af udelukkende træbaserede materialer, inkl. den bærende konstruktion, indvendig beklædning, dampbremse, isolering (som dog vil dog kunne erstattes af andre biobaserede isoleringsmaterialer), vindplade og udvendig beklædning.

Vi tror, at hvis man skal gøre byggebranchen bæredygtig så handler det ikke om kun om at den synlige overflade er et naturmateriale eller om

at udskifte beton-elementer 1-1 med CLT-elementer. Bæredygtigheden ligger i lige så høj grad i en materialeoptimering, og i at bruge materialernes konstruktive egenskaber klogt. 3-lagsplader har netop disse egenskaber og kan benyttes i byggeri af betydelig størrelse. Det handler således ikke kun om at bruge bæredygtige materialer, men også at optimere disse, så vi bruger så lidt materiale som muligt og kun bruger materialer der hvor deres egenskaber er velegnede. Hvis alle byggerier i fremtiden skal bygges i træ, så er vi nødt til at optimere konstruktionerne, da der ellers ikke vil være træ nok.

Vi møder mange potentielle kunder som er meget interesseret i bæredygtige produkter, men fordi de bæredygtige materialer stadig koster mere, så ender de ofte med at blive sparet væk, da hensynet til kvadratmeter ofte vinder i sidste ende uanset de oprindelige intentioner. Derfor tror vi på at skære konstruktionen helt ind til benet og benytte 3-lagsplader i et bæredygtigt elementbyggeri der kan tilpasses variende behov og rumligheder. Vores element-system, skal således tilbyde økonomiske, bæredygtige og fleksible byggerier til den almene bygherre.

### INSPIRATION

Ideerne er inspireret af dels vores egne undersøgelser med rammekonstruktioner i træ og skivekonstruktioner i CLT, men også af måden som elementbyggeri af fx industrihaller udføres på.

Industrihallerne består af en simpel

konstruktiv ramme, hvorpå de præ-producerede element-kassetter monteres på. Bag den konstruktive ramme optages tolerancer i et mellemrum, og i dette mellemrum, kan dampspærre også sammenkøbes hvorefter mellemrummet isoleres.





Dette er en hurtig og rationel måde at bygge på, men eksisterer stort set kun i uinspirerende industribyggeri, og består som regel af ubæredygtige materialer som stål, gips og ikke-organiske isoleringsmaterialer. Vi ønsker at tage denne rationelle byggeteknik, og bruge i en bæredygtig og spændende arkitektur hvor elementerne står smukt fremt.

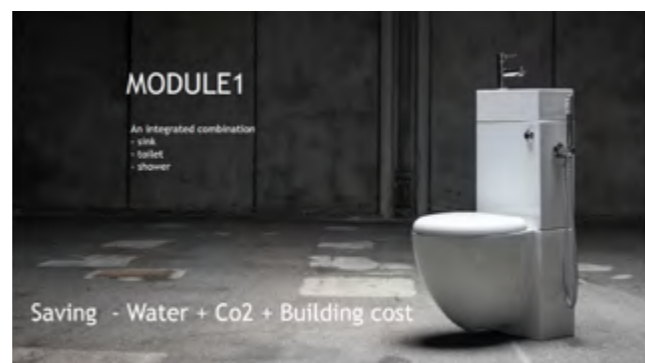




# Viable Vision ApS

## MODULE1 en kompakt toilet og badløsning

 Komponent	 Mads Nedergaard
 Forsyning	 CVR: 42777129 Marienlyst Alle 37 3000 Helsingør



### LØSNINGEN

MODULE1 er en kompakt toilet og badløsning, som kombinerer toilet, håndvask og bad funtionalitet i én og samme enhed. MODULE1 giver et fuldt funktionelt badeværelse på kun 1 m2 kontra et normalt kompakt badeværelse på 3 m2. Derved reduceres mængden af byggematerialer og den indlejrede CO2 med 1 ton pr. m2. Derudover så genbruges vandet ved håndvask ned i toiletskyllet og sparer på vores vandressourcer og reducerer CO2 ved transport af grundvand og spildevanf. MODULE1 opbygges af et komposit materiale og reducerer derved også CO2, kontra den normalt anvendte energikrævende keramik. Ved helt generelt at bygge mindre badeværelser, introducerer MODULE1 en ikke uvæsentlig besparelse for bygherre på 20.000 - 30.000 DKK pr. m2 pr. badeværelse, og giver derved yderligere økonomisk motivation.

### INNOVATION

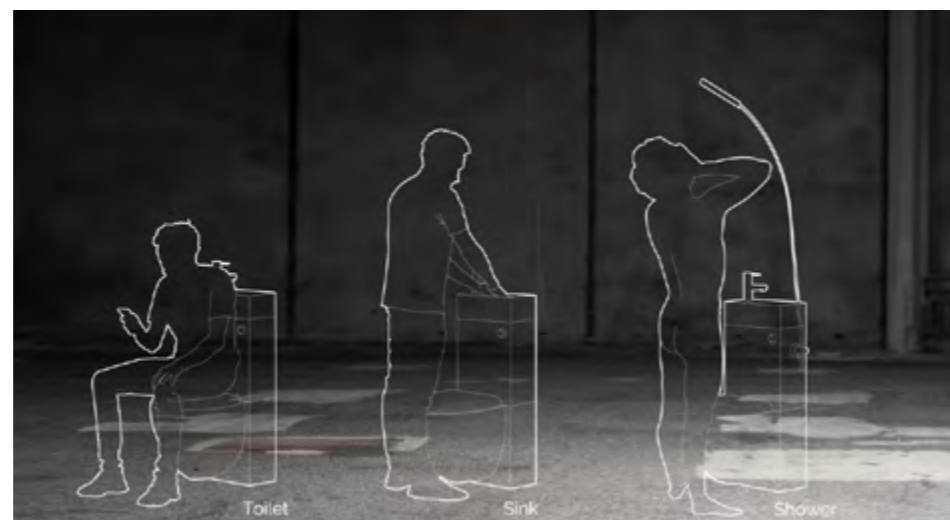
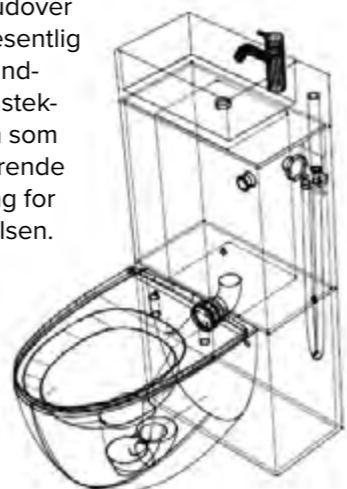
MODULE1 introducerer et komplet badeværelse på kun 1 m2, og bidrager til løsningen på den globale urbanisering, og optimerer samtidig vandgenbruget, så vi sparer på vores sparsomme vandressourcer.

### PLANETÆRE GRÆNSER

MODULE1 giver et fuldt funktionelt badeværelse på kun 1 m2 kontra et normalt kompakt badeværelse på 3 m2. Derved reduceres mængden af byggematerialer og den indlejrede CO2 med 1 ton pr. m2. Derudover så genbruges vandet ved håndvask ned i toiletskyllet og sparer på vores vandressourcer og reducerer CO2 ved transport af grundvand og spildevanf. MODULE1 opbygges af et komposit materiale og reducerer derved også CO2, kontra den normalt anvendte energikrævende keramik.

### INSPIRATION

Det er ikke en ny læsning at kombinere en håndvask og et toilet på lidt plads, men MODULE1 er både designmæssigt samt vandbesparende optimeret og sætter derfor en helt ny standard for dette segment at bygge mindre og mere effektivt. Derudover er en væsentlig faktor vandrensningsteknologien som har afgørende betydning for udbredelsen. Mange modeller har ikke vandrensning.



# Superwood A/S

## Sustainability & Marketing Coordinator

 Komponent	 Sofie Mora Kristensen
 Materiale	 CVR: 26434602 Palsgårdvej 3 7362 Hampen



### LØSNINGEN

Dét, Superwood kan, er at vi vha. genanvendt CO2 gennemimpregnerer vores facadebeklædning i nordisk gran, uden tungmetaller og med minimalt brug af imprægneringsmiddel. Resultatet af imprægneringsprocessen er smukke profiler uden det grønne skær, man kender fra trykimprægneret træ. Vi har udviklet en række forskellige profiler i samarbejde med de dygtige arkitekter fra AART Designers, og profilerne fås både i transparente og heldækkende farver lige fra sand til sort.

### INNOVATION

Med afsæt i virkeligheden, og med en god portion sund fornuft, kigger vi altid fremad, eksperimenterer og flytter hele tiden standarden for, hvor holdbart, bæredygtigt og smukt vores produkt kan blive. Det er bl.a. derfor, vi har startet projektet Verdens Næstbedste Bræt op. Konkret upcycles vores fraserede brædder - en ressource, der ellers potentielt kunne blive brugt til afbrænding i produktion til energi, og dermed udlede unødvendigt CO2 i atmosfæren.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Superwoods profiler opbevarer 678,6 kg CO2 / 1 m3, jf. vedhæftede EPD. Det er vel at mærke når energiudslippet fra produktionen er medregnet + transport fra savværkerne. Derfor bidrager Superwood positivt på målsætningen om at nå 2,5 kg CO2/m2/p.a. Obs. Nye tal på vej: siden denne beregning har vi flyttet vores produktion til DK og energieffektiviseret,

hvorfor vi kan forvente at det relative CO2-optag vil være højere i den EPD, der udarbejdes i sommeren 2022. Vi arbejder kun med PEFC og FSC certificeret træ, og sikrer således at der plantes mere end der bliver fældet, ligesom skovningen ikke går på kompromis med biodiversiteten. Vi benytter ingen vand i imprægneringsprocessen, som foregår i et lukket anlæg uden udvaskning til undergrunden. For at forlænge holdbarheden på grantræet benyttes en minimal mængde biocider i imprægneringsprocessen, som derfor har en impact på kemisk forurening - vi holder os selvfølgelig indenfor biocidforordningen, og de mængder der anvendes svarer til 1:100 del sammenlignet med konventionel trykimprægnering.

### INSPIRATION

Når vi høster, forædler og afsætter verdens bedste byggemateriale, træ, gør vi det på den mest miljøvenlige måde tilgængelig. Hele vores proces og værdikæde er på både skabt med en cirkulær tankegang for øje – og vi optimerer konstant. Vi arbejder i helheder, konkrete, tidsafgrænsede og målbare målsætninger og tænker relevante Verdensmål ind i vores arbejde – med fokus på både klima, affald, produktion og socialt ansvar.

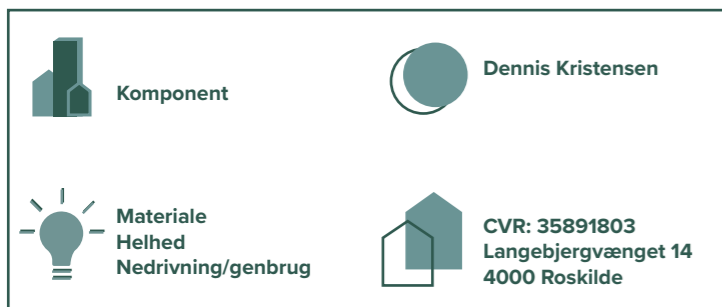
Inden 2030 vil vi gerne have opnået en azolfri produktion.





# Kingspan Insulation ApS

## Højeffektiv Isolering



### LØSNINGEN

Kingspan tilbyder nogle af markedets førende isoleringsprodukter med meget lav lambda-værdi, som gør det muligt at bygge tyndere væg-, tag- og gulvkonstruktioner, og dermed opnå mere plads samt en bedre isoleringssevne end traditionelle isoleringsløsninger på markedet. Modsat traditionelle løsninger består produktet af en fiberfri kerne, og vejer kun 35 kg/m<sup>3</sup>, hvilket bidrager særdeles positivt til arbejdsmiljøet.

Brugen af vores produkter kan ikke alene være med til at reducere CO<sub>2</sub> udledningen som følge af den høje isoleringsevne, det kan også være med til at reducere den samlede konstruktion, hvorved man kan spare på andre byggematerialer og mindske materialespild, hvilket igen fører til mindre CO<sub>2</sub>-fodaftryk.

### INNOVATION

Den væsentligste forskel mellem højeffektiv og traditionel isolering er tykkelsen. Ved at vælge Kingspans isolering kan du bygge tyndere væg-, tag- og gulvkonstruktioner. Nogle yderligere kvadratmeter eller højere til loftet kan skabe betydelig merværdi, både ved nybyggeri og renovering. Herudover kan der i flere tilfælde også bygges flere enheder på byggefeltet grundet den tyndere isolering.

Danmark har nogle af verdens strammeste energikrav til især nye bygninger, men også når det gælder renovering. Hvis du f.eks. ønsker at erstatte den eksisterende isolering i din

bygning vil det oftest være mineraluld med en lambda klasse 0,050 W/(m·K). Det betyder, at hvis du bruger vores isolering vil isoleringsværdien være op til 2,5 gange bedre end den du allerede har, og du kan med et tyndere lag isolering nemmere opnå kravene i bygningsreglementet.

De fleste ved ikke, hvordan tykkelsen af ydervæggen har stor indflydelse på mængden af dagslys der kommer ind. Ved at bruge Kingspans højeffektive isolering, i f.eks. facaden, kan du næsten halvere tykkelsen af din vægkonstruktion og derved opnå mere dagslys. Det reducerer energiforbruget og øger indeklimaet og komforten. I mange tilfælde giver isoleringspladerne mulighed for at efterisolere en bygning uden at skulle øge højden på tagkonstruktionen eller bredden på ydervæggen. Dette sparer tid og bevarer samtidig bygningens arkitektoniske udtryk.

Herudover vil der udledes langt mindre CO<sub>2</sub> ved transporten af produktet, idet produktet fylder ca. halvdelen af de traditionelle produkter på markedet. Pladerne indeholder ikke skadelige stoffer, er nemme at håndtere, tilpasse og montere. I kraft af den hårde kerne kan isoleringspladerne ikke forskydes eller falde sammen.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Derudover har Kingspan et ambitiøst bæredygtighedsprogram på globalt plan, der har som målsætning at mindske verdens udledning af CO<sub>2</sub> med 45 % inden 2030, som det er

bestemt i Parisaftalen, og dermed bidrage til at få opfyldt FN's mål om bæredygtig udvikling. Vi har netop udgivet vores årlige Planet Passionate rapport, som uddyber alle de forskellige tiltag vi gør for at opnå de mål. Det handler blandt andet om mål såsom at øge vores direkte brug af vedvarende energi til 60 % inden 2030 og øge genereringen af vedvarende energi på vores fabrikker for blot at nævne et par stykker.

Derudover har vi netop åbnet en ny fabrik i Sverige, som netop er et eksempel på et af vores mål i vores Planet Passionate bæredygtighedsstrategi. Dette er en fabrik, der producerer sin egen grønne energi. Designet afspejler bæredygtig tænkning i alle detaljer, fra gulv til loft.

På lokalt plan i Danmark var netop denne fabrik "skyld i", at vi vandt Byggeriets klimapris i 2020. Igen i år var vi nomineret i kategorien "Energiprisen" med introduktionen til det tekniske isoleringsprodukt, Kooltherm Rørisolering i Danmark, et produkt der er en del af vores Kooltherm serie. Kooltherm Rørisolering vil give rådgivere og entreprenører bedre mulighed for at opfylde isoleringskravene, da Kooltherm Rørisolering giver maksimum isolering på minimum plads, forbedrer bygningens energieffektivitet, reducerer CO<sub>2</sub>-udledningen og sænker driftsomkostningerne.

Sidst men ikke mindst har vi også taget de første skridt i vores rejse mod cirkularitet med projektet "King-

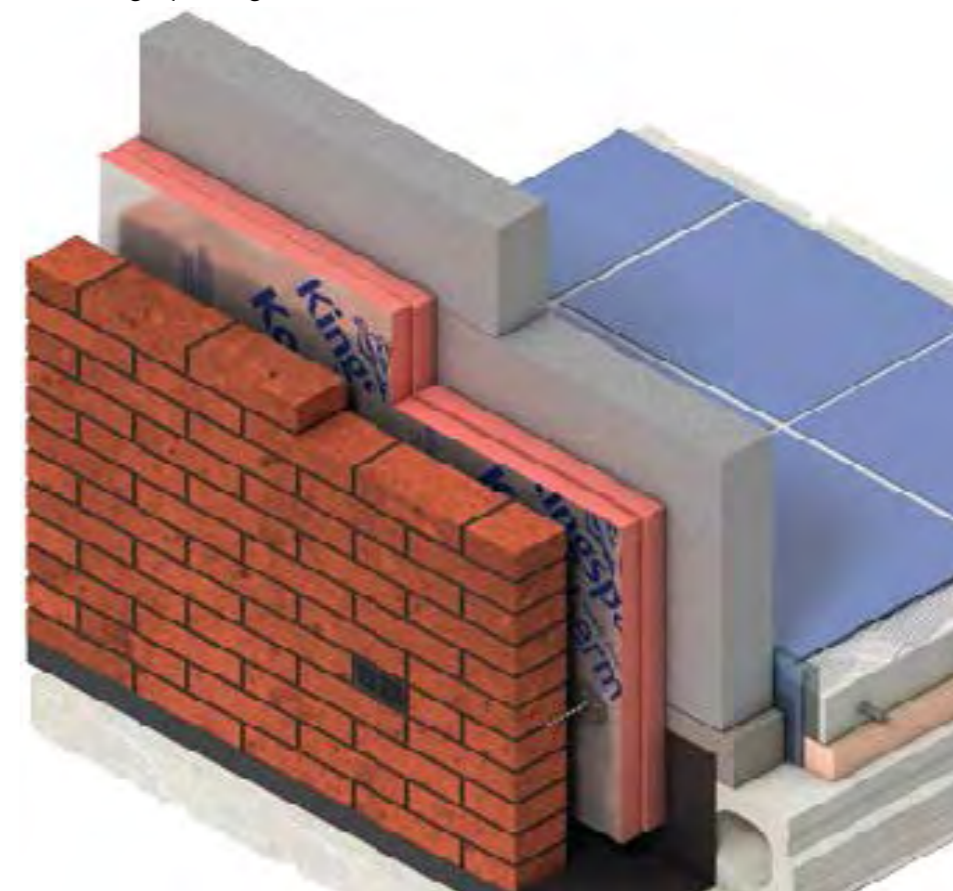
span LIFECycle Product Circularity Framework", som går ud på at bevare jordens ressourcer, beskytte vores naturlige miljø og fremstille produkter på en måde, der er genanvendelige og regenererende. Men det betyder, at man skal se på hvert trin af et produkts livscyklus. Derfor har vi udviklet vores eget LIFECycle Product Circularity Framework, som implementerer cirkularitet i hvert trin.

### INSPIRATION

Fremtidens bæredygtige bygninger skal levere mere end nogensinde før. De skal bekæmpe klimaforandringer ved at maksimere energieffektiviteten gennem overlegen termisk ydeevne, mens de inkorporerer produkter, der har et lavt CO<sub>2</sub> udslip gennem hele dets livscyklus. Brug af mindre energi er ikke nok; bygninger skal også producere deres egen vedvarende energi. Hos Kingspan mener vi, at alt dette er muligt, og at bygninger med højeffektive produkter og digitalisering også kan levere mere værdi.

Desuden er klimaforandring det enkeltstående største problem, som verden står overfor i dag. Den CO<sub>2</sub>, der anvendes til at fremstille, bygge og bortskaffe byggematerialer – vil være ansvarlig for halvdelen af hele CO<sub>2</sub>-aftrykket i nye byggerier fra i dag til 2050. Byggebranchen er også ansvarlig for anslåede 30 % af alt deponeret affald i verden. Derfor vil vi som global producent gerne tage ansvar. Planet Passionate er Kingspans ambitiøse, 10-årige, globale bæredygtighedsprogram, der har som målsæt-

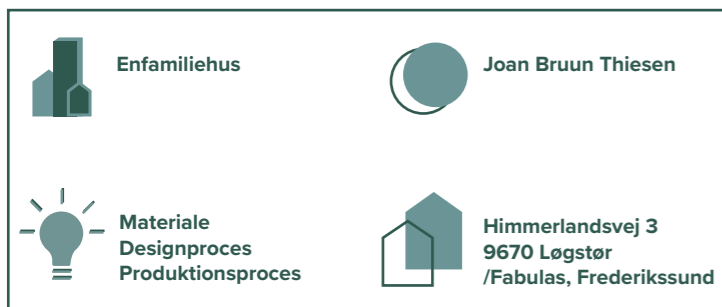
ning at påvirke tre store globale problemer: klimaforandring, cirkularitet og beskyttelse af vores naturlige verden. Vores mission er at fokusere på vores produkter og tjenester for at udvikle løsninger, der understøtter cirkularitet lige fra designstadiet og frem til afslutningen på et produkts levetid. I 2008 lancerede vi desuden Kingspan Lighthouse – et fuldstændig CO<sub>2</sub> neutralt prototypehus der allerede på det tidspunkt var forud for sin tid ift. bæredygtighed, CO<sub>2</sub> udledning, bygbarhed og tilpasning til det moderne





# Scandi Byg a/s, Fabulas, Frederikssund Komm.

## Klimakassen - rejsen mod det modulære typehus i træ til en klimaudfordret verden



### LØSNINGEN

Klimakassen er et prototypehus, det første resultat af et nyt modulært, strømlinet og klimatilpasset typehus-koncept. Klimakassens målsætning er at demonstrere markedspotentialet ved at kunne levere modulært konstruerede højkvalitetstypenhuse til gennemsnitlige huspriser.

Der er tale om typehusboliger, karakteriseret ved at kunne standardisere fremstillingen af høj kvalitet, klimavenlige tiltag, lavt CO<sub>2</sub>e aftryk og stor beboervenlighed i samme præfabrikerede pakke. Klimakassen vil som udgangspunkt få et livscyklus-CO<sub>2</sub>-aftryk på  $\leq 5$  kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/år, men vil sigte målrettet efter at sænke CO<sub>2</sub>e aftrykket yderligere som byggemodulprocessens konstruktionsfaser og materialevalg skærpes yderligere.

Viser det sig Klimakassens CO<sub>2</sub>e er  $\geq 5$  kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/år, vil man i løbet af husets opstillingsperiode (3-5 år), qua installation af et omfattende sensorfang i bygningens superstruktur (vægge, gulve og loft + opstillet vejstation nær bygningen) og opfølgende samarbejde mellem bygherre, entreprenører og samarbejdspartnere, behændigt kunne identificere hvilke områder der hensigtsmæssigt kan forbedres på, og udvikles yderligere, når Klimakassens kommercielle moduler lanceres efterfølgende.

Der er tale om bolig-mæssig nytænkning, hvad angår loftkonstruktionens materialesammensætning, da der ikke anvendes dampspærre, men

i stedet anvendes en dampbremse i form af OSB-plader. Boligens superstruktur opføres i træ, har et Sedumtag mhp. at skabe en boligintegreret niche for biodiversitet, er omgivet af en terrændækkende træterrasse, med en 'overfrakke' af skifer og tegl, opført på skruefundamenter.

Endvidere arbejder løsningen også med ventilationsvinduer (inspireret af de gamle russervinduer) der i kombination med en højeffektiv udsugningsvarmepumpe, borger for at opnå et optimalt ventileret, og mindre partikel-forurenede indeklima.

Byggeprocessen og boligens moduler, adskiller sig fra gængse anlægsprocesser på flere måder, dels ved at produktionsfasen foregår indenfor på fabrik hos Scandi Byg A/S i Løgstør, hvilket sikrer den højeste grad af resurseffektivitet ift. anvendelse af byggematerialer, og dels vil boligens reelle produktions- og opstillingsfaser, reduceres drastisk, således hele byggeprocessen, fra bar mark til nøglefærdig bolig, reelt set varer 1 måned i alt.

### INNOVATION

Klimakassens modulaspekt i kombination med træ som primært konstruktionsmateriale, samt erstatning af dampspærre med en OSB-plade der agerer dampbremse, mhp. opnåelse af en åndbar konstruktion hvor vi ikke risikerer at indelukke konstruktionsfugt, er nyt i bolig-løsningen.

Brugen af træ, som det primære

konstruktionsmateriale, vil gøre det muligt at anvende en højere grad af naturens materialer, produceret på planetens egne organiske principper, til at opnå dobbelt klimaeffekt, dels vil man få mulighed for at opmagasinere kulstof og CO<sub>2</sub> i boligens superstruktur i lange perioder på industriel skala og dels vil man kunne bruge bygningssmaterialerne på andre måder igen, når boligen afvikles ved enden af sit liv, eller sælges videre, eller bliver til komponenter i materialebanker.

Modulaspektet i Klimakassen, medfører rationaliseringsmuligheder ift. materialevalg i byggeprocesser, ændring af ineffektive arbejdsgange på byggepladsen, giver mulighed for løbende udskiftning af materialer der ikke længere lever op til miljøkrav eller mangler miljøvaredeklaration, og ikke mindst kapacitetsopbygger evnen til at fremstille en stor volumen af fleksible, højkvalitets lav-CO<sub>2</sub>e-typehus moduler i træ, effektivt og miljøvenligt.

Modulprocessen separerer og kortlægger komponentdele til Klimakassen og det gør det muligt, i løbet af projektet (3-5 år) at fremstille en "digital tvilling", dvs. et digitalt baseret, interaktivt, virtuelt og visuelt modstykke, til alle boligens systemer (VVS, elektriske installationer, varmepumper, bærende struktur, m.v.). En medfølgende digital tvilling, vil betyde at køber/ejer/bruger/håndværker/myndighed fra boligens overdragelse indtil boligen tages ned igen, kan tilse, forvalte og dokumentere ændringer på boligen over dens levetid.

Ligeledes er boligens modulære opbygning, et omfattende innovationsmotiv, fordi modulernes grundgeometri bør anskues som standardiserede byggeklodser. Denne fleksible standardisering vil muliggøre optimering og effektivisering af boligens materialeforbrug og udtryk, med mindre materialepild til følge. Standardiseringen vil bidrage markant til præcision i bestilling af byggematerialer fra leverandører og forbedring af boligens klimaaftryk og CO<sub>2</sub>e-performance, samt medføre fremskridt ift. boligkvalitetsaspekter, indeklima, livability parametrikker, o. lign.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Målsætningen at ramme et lavt CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/år for fremtidens boliger er et centralt ledemotiv Klimakassen stiller skarpt på ift. at holde sig inden for de planetære grænser.

Bygningen vil som prototype ikke kunne nå ned på 2,5 CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/år eller under, men vil udlede meget lidt eller ingen CO<sub>2</sub> i drift. De langsigtede målsætninger for Klimakasse-typehus-klassen, er at fintune konstruktionen, således typehusenes CO<sub>2</sub>e-fodspor sænkes til nær CO<sub>2</sub>e neutralitet.

Overordnet set, forholder Klimakassens modulbaserede bolig-løsning sig til klimaaflastningsforanstaltninger der bidrager til minimering og formildelse af boligens negative påvirkning af bygningens nærmiljø og som kan give beboere indsigt i, og oplevelser med, biodiversiteten omkring dem.

Accepteres samtidig præmissen om klimaforandringernes nærtstående komme, og den accepterer vi, må man nødvendigvis også fokusere på design og opførelse af modstandsdygtige boliger/boligsystemer, således designet assistere beboere med at mindske deres personlige klimapåvirkning, her fremhæves tre af disse designtiltag:

A. Klimakassen indeholder mikro-nicher for lokal biodiversitet, i form af grønne tage og hævede terrændæk, der vil tilføje en biologisk dragt under bygningens terrændæk og ø-effekter på hustaget for det lokale miljø. Begge vil de understøtte plante- og dyrelivet nær de biotoper boligen placeres i. Det vil bidrage positivt til FN's bæredygtighedsmål # 11 og 15.

B. Klimakassen anvender sensorfang og proptech i boligen; fugtmålere i vægge, gulv og loft, samt ift. forskel-

lige indeklima kategorier (CO<sub>2</sub>-niveau, Afgasning, Fugt, Temperatur, m.v.) – proptech og sensorfang, koordineres, med henblik på at forbedre forståelse af den vekselvirkning der foregår ml. inde- og udeklima i boligen. Det understøtter FN's bæredygtighedsmål # 9, 11 og 12.

C. Klimakassen udstyres endvidere med anvendelsesbesparende features, eksempelvis Orbital Shower teknologi i vådrum, der reducerer vandforbrug i badet markant, og LivingBetter-konceptets energi- og indeklimaløsning, der udmærker sig ved både at være støj-dæmpende og energibesparende. Dette adresserer FN bæredygtighedsmål # 3, 6, 7, 9, 11 og 12.

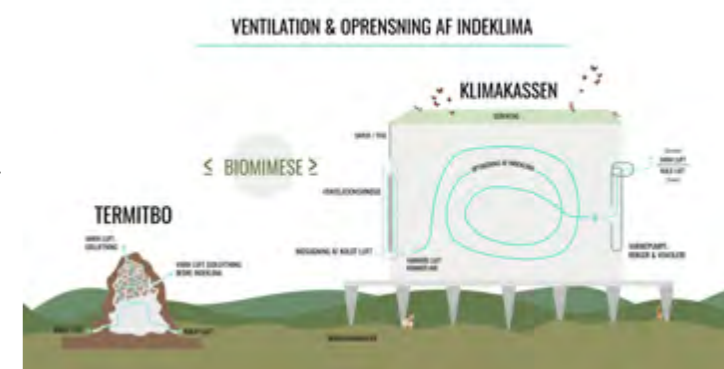
### INSPIRATION

A) Efterlignelse af naturens funktion-principper (Biomimese) – Mønstring af byggedesign baseret på funktionelle naturækvivalenter. På et makroplan har byggebranchen ift. typehuskoncepter sjældent konstrueret bygninger, boliger og strukturer baseret på naturens ækvivalenter og principper. Der er imidlertid stort potentiale i at tage ved lære af naturens design på dette område. Dette forandrings- og lærings-potentiale søger Klimakassen at indfange i designkonceptet. Klimakassen tilstræber anvendelse af delelementer som er funktionelt biomimetiske og naturefterlignende (eks. Ventilationsvinduet, Sedumtag & Klimakassens byggemodulsystem). Inspiration til designet er hentet fra diverse økosystematiske cyklusser; årstidernes gang, klodens vand- og kulstofcyklusser, samt fra naturlige strukturer (termitbo og biologiske øhaver for biodiversitet) og processer som energibesparelse og naturlig ventilation.

B) Balance og integration – Integration naturlige cyklusser og balancering mellem bestandighed og foranderlighed. Ved at forfølge

ønsket om at nærme sig økosystemers funktionalitet og finde ind til et boendhedsdesign der nærmer sig cirkularitet, har vi frembragt et fleksibelt og mestendels bionedbrydeligt byggesystem, der bruger fleksible udskiftningssmuligheder og inklusion af biologiske mikro-nicher, til aktivt at indpasse konstruktionen som infrastruktur i den omgivende naturs funktion og tilbyde planter og dyr habitater at leve i, i pagt med det generationelle menneske.

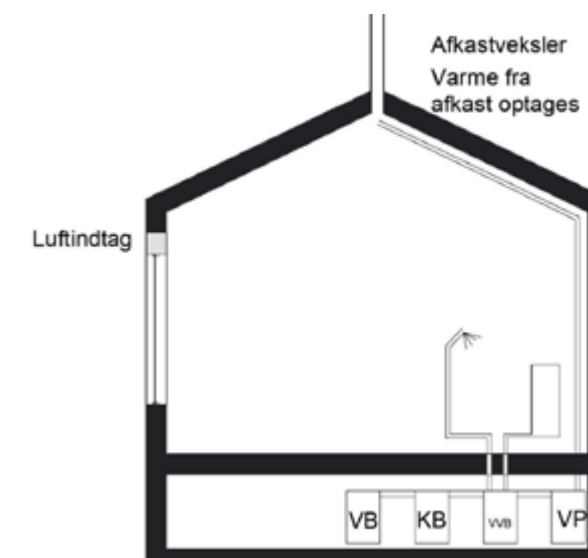
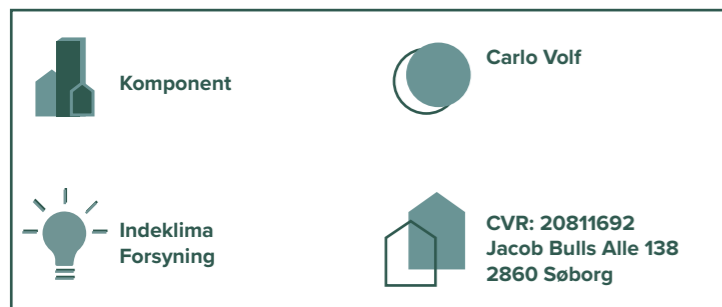
C) Kulturel evolution – den konstruktive videregivelse af nye indsigter fra ét menneske til det næste, fra én generation til den næste. Mennesket har alle stunder haft en særlig evne til at transferere vunden indsigt fra en generation til en anden. Denne implicitte kulturarv, har været drivmiddel for nærmest alle større fremskridt af blivende karakter i menneskets historie, fra mestringen af ilden til genteknologi. Klimakassen har været vores mulighed for at skabe et byggesystem der både kan være reflektivt og generationsvenligt, samt udvise hensyn på både kort og lang sigt jf. bygningens indledede evne til, via et internt og eksternt sensorfang og en kommende digital tvilling, at dokumentere sin egen performance.



# Carlo Volf Arkitekter

## NOTECH

– en indeklimaløsning med naturen i centrum



### LØSNINGEN

NOTECH er en facadebaseret og teknologineutral indeklimaløsning, baseret på naturlig ventilation. NOTECH kan frit anvendes som henholdsvis facadeelement og vindueselement og er uafhængig af vindueselementet.

NOTECH er en arkitektonisk indeklimaløsning der søger at drage nytte af naturligt lys, naturlig ventilation og naturlige materialer. Systemet er testet og udviklet i samarbejde med Teknologisk Institut og WindowMaster. NOTECH er baseret på et nyt, innovativt filter i ålegræs, der sørger for friskluft indtag via facader. Aftræk kan ske på to måder:

- Ved naturlig, passiv ventilation via afkast (opdrifts- og tværv ventilation)
- Via aftræk via højtydende udsugningsvarmepumpe der samtidigt kan benyttes til varmekilde

NOTECH kan opfylde BR-krav som en teknologi-neutral løsning der har reducerede anlægs- og driftsomkostninger og anvender naturlige materialer med indlejret CO<sub>2</sub> i en integreret, intelligent indeklimastyring, ikke kun til fordel for indeklimaet men også for klimaet. NOTECH systemet er robust og har lang levetid og minimal vedligeholdelse (ingen/få filterskift).

Systemet fungerer som behovsstyret, naturlig ventilation, dels som passiv natkøling i sommerperioden og dels som pulsventilation/erstatningsluft for udsugningsvarmepumpe i vinterperi-

oden/fyringsperioden. Løsningen gør det muligt at placere facadebaseret ventilation frit, helt uafhængigt af vinduespartier, alt efter arkitektur/planlægning af rum og uafhængigt af valg af vinduer/vinduesleverandører. Løsningen muliggør højtransmittante rudetyper uden typiske problemer med overtemperaturer, idet NOTECH kan køle bygningen om natten. Løsningen er samtidigt en støjsvag indeklimaløsning, der er ingen støjende inde- eller udedele og løsningen er nem at integrere i både nybyg og renovering af eksisterende boliger.

Løsningen er uafhængig af vindueselementer og vinduesleverandører og kan frit kombineres med eksisterende typer vinduer på markedet, både 2-lags vinduer og 3-lags vinduer.

NOTECH løsningen betyder at der ikke er behov for nedsænkede lofter og det betyder mindre samlet CO<sub>2</sub>-forbrug til materialer og mere robust byggeri med et bedre, mere robust indeklima (med øget loftshøjde – større rumvolumen, højere vindueshøjde og bedre dagslys).

### INNOVATION

Det afgørende nye i løsningen er at NOTECH er uafhængigt af vinduet og at løsningen er baseret på luftindtag sker passivt via et nydesignet filter i ålegræs. Kombineret med at langt de fleste dele og komponenter i NOTECH er CO<sub>2</sub>-lagrende, biobaserede materialer som træ og ålegræs, betyder det at NOTECH er et af markedets mest robuste og bæredygtige ventilation-

sløsninger. Der ikke er behov for lange, komplicerede rørføringer, der er ikke behov for nedsænkede lofter, dyre filterskift og omfattende vedligeholdelse.

Samtidigt giver ålegræsfilteret flere indeklimamæssige fordele. Filteret gør at støj udefra reduceres markant og, at luftindtag fordeles over et større areal som reducerer trækgener. Herudover er NOTECH systemet indbrudssikkert og kan frit ventilere bygningen i perioder hvor der ikke er nogen hjemme så beboerne kan opleve, at komme hjem til en frisk og velventileret bygning hvad enten de kommer fra arbejde eller fra ferie.

Intelligent regulerede facadeindtag sikrer det nødvendige luftskifte ved behovsstyring. Styringen sker via 24 V og betyder at den rette mængde luft tilføres - konfigureret sker via CO<sub>2</sub> og temperaturer, hvilket gør at systemet kan leve op til BR18 krav. I facadeindtaget sidder et ålegræsfilter, som dels renser udeluften, reducerer støj udefra, reducerer trækgener, isolerer samt har gode akustiske egenskaber.

Løsningen er ny fordi den benytter et naturligt, grobart materiale, nemlig ålegræs. Ålegræs kan lagre mere CO<sub>2</sub> end f.eks. skov kan, idet lagringen sker i sedimentet under havets overflade. Ålegræsset er Guld-cerificeret i Cradle to Cradle.

NOTECH systemet er sommer- og vinterstyret og drager nytte af naturlig ventilation som passiv køling i sommer-

perioden (udenfor fyringssæson) og solens passive varme til opvarmning i vinterperioden (fyringssæson). Når ålegræsfilteret ikke er i brug til ventilation kan filtret bidrage med isolering til klimaskærmen, når luften står stille når der ikke er behov for ventilation.

### PLANETÆRE GRÆNSER

NOTECH bidrager ved at være 100 % baseret på naturlige materialer - bortset fra styringen - og dermed belaster klimaet minimalt i form af indlejret CO<sub>2</sub> i byggematerialer. Dels bidrager løsningen til at reducere CO<sub>2</sub> til drift, vedligeholdelse, igennem ingen/færre filterskift, mindre elforbrug til ventilation og opvarmning p.g.a. højtydende udsugningsvarmepumpe. Løsningen kan tilpasses ud fra to overordnede principper for ventilation. Henholdsvis sommerventilation og vinterventilation. I sommerperioden vil løsningen primært fungere som naturlig ventilation og ikke bruge energi. I vinterperioden vil løsningen give mulighed for pulsventilation og tilkobling af assisterende udsugningsvarmepumpe med varmegenvinding, her leveret systemet erstatningsluften. På den måde kan varmen fra rummet nemt og enkelt udnyttes til både varmt brugsvand og opvarmning/gulvvarme og på den måde bidrage til, at nå 2,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/pr år målet.

På materialesiden og indlejret CO<sub>2</sub> i bygningsmaterialer, sparer NOTECH op mod ca. 95 % af CO<sub>2</sub>-forbruget til materialer, alene på ventilationsdele i forhold til konventionel, mekanisk ventilation. Fordi systemet er facade-

baseret, vil der herudover være store materialemæssige besparelser i form af ingen nedsænkede lofter og ingen øget råhus-højde for, at give plads til luftkanaler som hos konventionel, mekanisk ventilation.

Herudover bidrager løsningen i kraft af det gode indeklima, idet løsningen har flere indeklimamæssige fordele:

- Filter reducerer trækgener ved naturlig ventilation
- Filter renser udeluft
- Filter reducerer støj udefra ved naturlig ventilation
- Filter isolerer bygning når der ikke er ventilationsbehov
- Filter giver laminar air flow (LAF)
- Filter giver Ingen driftsstøj
- Filter har gode akustiske egenskaber

Afledte fordele:

- God dagslyskvalitet, mulighed for 2-lags vinduer med høj lystransmittans
- Behovsstyring
- Ingen synlige rør, ingen tekniske installationer
- Mere indlejret CO<sub>2</sub>, mindre CO<sub>2</sub> aftryk
- Robust, arkitektonisk løsning
- Mindre vedligeholdelse af NOTECH-filter (færre filterskift)
- Mulighed for integreret, intelligent indeklimastyring med højtydende udsugningsvarmepumpe

### INSPIRATION

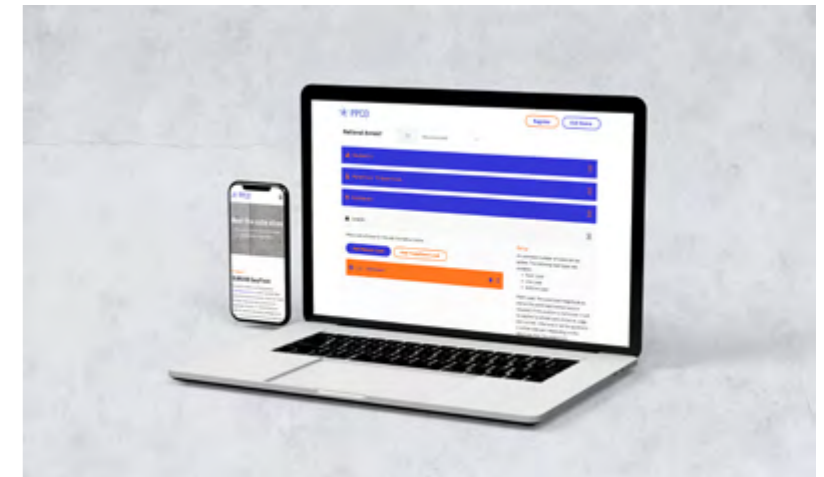
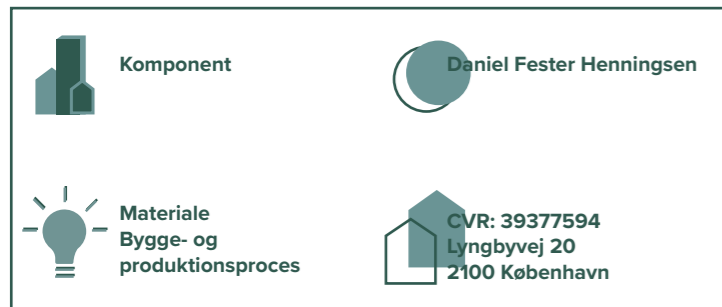
Historisk set har naturlig ventilation været eneste form for ventilation, men i takt med stramninger fra særligt BR06 og BR10 har naturlig ventilation mistet terræn i Danmark. Det har betydet at vi i dag bruger mange materialer, resourcer og midler til at etablere et godt indeklima.

NOTECH løsningen er motiveret af denne udvikling og ser på om intelligent, behovsstyret naturlig ventilation kan blive fremtidens mest bæredygtige ventilationsform. I takt med at BR18 er lempet og fra 2021 ikke længere stiller direkte funktionsbaserede krav til mekanisk ventilation med varmegenvinding, og i stedet giver øget mulighed for teknologineutralitet, åbnes op for anvendelse af nye og innovative ventilationsløsninger som for eksempel NOTECH i byggeriet. Vi håber med denne ansøgning, at kunne få lov til at vise potentialet i intelligent, behovsstyret naturligt ventilation, baseret på naturlige materialer.



# Polypropylene Concrete Designs ApS

## Online tilgængelige programmer til beregning af bæredygtig polypropylen fiberarmering i betonkonstruktioner på [www.ppcd.dk](http://www.ppcd.dk)



### LØSNINGEN

PPCD (Polypropylene Concrete Designs) har udviklet markedets første online tilgængelige beregningsprogrammer til beregning af polypropylenfiberarmerede betonkonstruktioner. Programmerne vil overordnet give kunderne følgende fordele:

- Bæredygtige betonkonstruktioner
- Hurtigere beregninger
- Automatisk og forsikret dokumentation

Anvendelsen af polypropylenfiberarmering er en væsentligt grønnere løsning, sammenlignet med konventionel stålarmering, idet man opnår en CO<sub>2</sub>-besparelse på mere end 60% på armeringen, samt mulighed for genanvendelse. Dertil kan polypropylen ikke korrodere, hvilket medfører at eksponeringsklasserne jf. standarden for betonkonstruktioner (DS/EN 1992-1-1 DK NA:2021) kan reduceres, hvilket bevirker at betonstyrken og dermed cementindholdet i de pågældende betonkonstruktioner kan reduceres. Ved anvendelse af polypropylenfiberarmering bliver den samlede CO<sub>2</sub>-udledning derfor markant reduceret. Dette gør kunderne attraktive ift. DGNB-certificering og grøn profil hos bygherrerne. Idet beregningsprogrammerne er online og tilgængelige for alle, medvirker det dertil, at ikke kun PPCD anviser det CO<sub>2</sub>-besparende alternativ, men at alle, der anvender beregningsprogrammerne, nationalt og internationalt, fremmer bæredygtige byggerier. Foruden det bæredygtige aspekt vil kunderne kunne optimere deres arbejdsproces og tidsforbrug markant. Firmaer anvender ofte forskellige pro-

grammer eller forsimplede regneark til at udføre f.eks. geotekniske og betontechniske beregninger separat. På PPCD's platform er alle relevante eftervisninger samlet ét sted. Dertil findes alle kundens beregninger og projekter på en overskuelig database. Dermed kan alle medarbejdere i større virksomheder tilgå beregningerne med henblik på bedre samarbejde og kontrol. Programmerne er lavet med det formål at gøre design af betonkonstruktioner så effektivt og hurtigt som muligt. Beregningsprogrammerne er online og derfor vil nye funktioner og opdateringer være tilgængelige med det samme, uden at skulle downloade den seneste version. Kundernes forskellige efterspørgsler og behov kan derfor hurtigt implementeres og yderligere effektivisere deres arbejdsproces. Dokumentationen er forsikret og autogeneres med alle de relevante informationer, figurer, grafer og beregninger, klar til at blive fremsendt til den pågældende myndighed; kommune eller certificerede rådgiver, med henblik på at opnå byggetilladelse.

### INNOVATION

Der findes et væld af tilgængelige programmer i den rådgivende ingeniørbranche til statiske beregninger og dimensionering af konstruktionselementer, men få af dem regner på fundamenter, og ingen af dem regner på fiberarmerede betonkonstruktioner. Flere leverandører og distributører af fiberarmering har dog interne beregningsprogrammer, men disse regner kun på terrændæk (dvs. ikke primært bærende konstruktioner), og så er

de ikke offentligt tilgængelige. Disse konkurrenter er primært Bekaert, KrampeHarex og ArcelorMittal inden for stålfibre, og BASF og Mapei inden for polypropylenfibre. Dertil er stålpriserne højere – og især efter det seneste års prisstigninger – end dem for polypropylen. PPCD udfører statiske beregninger af en type polypropylenfiberarmering ved navn DURUS EasyFinish. Idet DURUS EasyFinish fiberarmeringen har de bedste styrkeparametre på markedet i forhold til øvrige polypropylenfiberarmeringstyper, skal der anvendes færre af disse fibre i betonen. Anvendelsen af polypropylenfibre er derfor både generelt finansielt fordelagtigt sammenlignet med stålarmering, men også sammenlignet med andre polypropylenfiberarmeringstyper.

Slutligt er polypropylenfiberarmering også miljømæssigt fordelagtigt sammenlignet med stålarmering, og idet der anvendes færre fibre sammenlignet med andre polypropylenfiberarmeringstyper, er DURUS EasyFinish også miljømæssigt fordelagtigt sammenlignet med øvrige polypropylenfiberarmeringstyper. PPCD tilbyder derfor ikke kun de eneste online programmer til beregning af bærende fiberarmerede betonkonstruktioner, men de eneste online programmer til beregning af de mest bæredygtige og finansielt fordelagtige bærende betonkonstruktioner.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Den fiberarmering PPCD anviser i de statiske beregninger, ved projektering af specifikke opgaver, og som anvendes i de online beregningsprogrammer, en polypropylenfiberarmering ved navn DURUS EasyFinish. Producenten af denne fibertype (ADFIL) har fået udarbejdet en miljøvaredeklaration (EPD) af Linda Højbye. Miljøvaredeklaration er udarbejdet iht. EN 15804:2012+A2:2019, og inkluderer således den samlede CO<sub>2</sub>-udledning for hele livscyklussen (Cradle to Grave).

Ved at sammenligne typiske anvendelsesområder (statisk ubestemte konstruktioner, såsom stribe- og punktfundamenter, samt terrændæk) ses en reduktion i CO<sub>2</sub>-udledningen på mere end 60% (ofte op imod 90%) på armeringen ved sammenligning af en løsning med polypropylen fiberarmering, og en løsning med konventionel stålarmering eller stålfiberarmering. Idet polypropylenfibre ikke kan korrodere, kan man tilmed reducere eksponeringsklassen (jf. DS/EN 1992-1-1 DK NA:2021) i visse tilfælde, hvormed betonkvaliteten og dermed cementindholdet kan reduceres. Dette medvirker til en yderligere markant øget CO<sub>2</sub>-besparelse. Ved anvendelse af polypropylenfiberarmering er der således ikke blot en CO<sub>2</sub>-besparelse på armeringen, men på den samlede løsning. Ved anvendelse af polypropylenfiberarmering bliver den samlede CO<sub>2</sub>-udledning derfor markant reduceret. Dette gør kunderne attraktive ift. DGNB-certificering og grøn profil hos

bygherrerne.

Dertil er det blevet undersøgt, at betonen kan nedknuses til en bestemt størrelse, hvorved fiberarmeringen løsriver sig fra betonen. Føres det nedknuste materiale gennem et vandbad vil polypropylenfiberarmeringen flyde oven på vandet, og kan således udvindes og genanvendes.

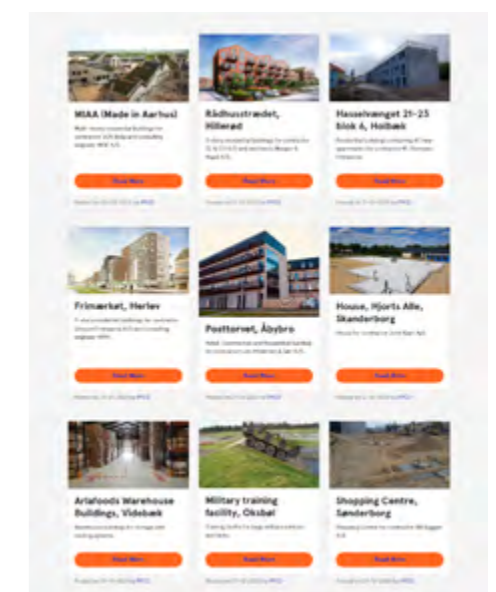
Slutligt er der blevet udført et accelereret holdbarhedsforsøg jf. ISO 13438:2018, som viser at fibre har den påkrævede holdbarhed, selv efter 100 år. Polypropylenfiberarmeringen vil således ikke altid have brug for at blive genanvendt, da de polypropylenfiberarmerede betonkonstruktioner vil kunne bruges og genbruges i mange år. Idet beregningsprogrammerne er online og tilgængelige for alle, medvirker det dertil, at ikke kun PPCD anviser det CO<sub>2</sub>-besparende alternativ, men at alle, der anvender beregningsprogrammerne, nationalt og internationalt, fremmer bæredygtige byggerier. Dette bidrag til at gøre byggeriet bæredygtigt er ubegrænset.

### INSPIRATION

Sammenlignet med konventionel stålarmering, og set i lyset af branchens generelle konservatisme, er fiberarmering, og her især polypropylenfiberarmering et relativt nyt produkt. Ikke desto mindre er fiberarmering blevet anvendt i især terrændæk som svindarmering i ca. 30 år. Med standardiserede forsøg (DS/EN 14651 + A1:2007) er det nu muligt at konkretisere fiberarmeringens

reelle bæreevne, samtidigt med at den grundlæggende teori er blevet fastlagt (fib Model Code 2010 og prEN 1992-1-1 Annex L). Dette har derfor gjort det muligt at anvende fiberarmering i bærende konstruktioner alene, eller i kombination med konventionel stålarmering, afhængigt af det statiske system.





Selvom fiberarmering efterhånden har en del års erfaring, og dokumenteret bæreevne, er udviklingen og standardiseringsarbejdet ikke hurtigt nok, specielt i den bæredygtighedskrise vi står i. PPCD er derfor stærkt motiverede på at påvirke udviklingen af standardiseringsarbejdet, mens vi samtidigt vil presse markedet til at vælge en mere bæredygtig løsning, som allerede er tilgængelig. Dette pres skal lægges via vores programmer.



# CPH Village

## Brandsikker hempcrete facadeplade



 <b>Komponent</b>	 <b>Michael Plesner</b>
 <b>Materiale</b>	 <b>CVR: 38923110 Refshalevej 161F 1432 København K</b>

### LØSNINGEN

Et 5-7mm hempcrete facadeplade-system. Hempcrete er har brandkode EURO B-s1,d0. Det gør det muligt at lave et CO2 light facade system der kan være med til at sikre bygninger mod brand og på den måde også være med til at løse en af de største barrierer for mere biobaseret byggeri: brand. Løsningen kan især være anvendelig i kategorien "lavt og tæt byggeri".

### INNOVATION

At hempcrete bruges som facader. Normalt bruges hempcrete som et fuldmurssystem, men der er begræns-

ninger ved at bruge hempcrete på denne måde. Som facadesystem kan hempcrete i højere grade bredes ud i den danske byggebranche herunder i modulbyggeri og i etagebyggeri.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Brandkrav til facadebeklædninger i Danmark gør at det oftes er energitunge materialer som stål, beton og brændte sten der bruges som facade.

Et alternativ til de energiintensive beklædninger er træ. Ønsker man træfacader i større mængder så skal disse dog oftes brandimpregnes med

mindre man vil/kan have stor afstand mellem bygningerne. Brandimprægnering har nogle ulemper, herunder pris, mulighed for udvask og i visse tilfælde kemi.

Derudover skal der af æstetiske årsager findes nogle alternativer til træ så vi kan have en varieret by.

### INSPIRATION

Ideen er inspireret af vores tidligere byggerier hvor vi i flere situationer ikke har fundet CO2 lette alternativer til facader og dermed er endt med metalfacader.







Forslag: Thi & Dencker Arkitekter ApS, Lerjordshuset

# Call: Next Generation Architecture

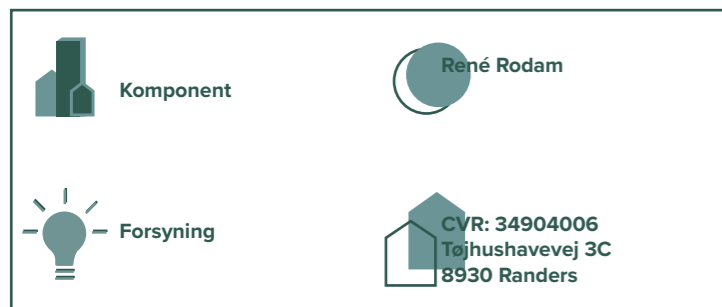


Call'et "Next Generation Architecture" har rakt ud til næste generation af arkitekter, ingeniører og designere med henblik på at udvikle og udfolde visionære boligkoncepter til en fremtid, hvor alle har råd til en bolig og planetens CO<sub>2</sub>-grænser på 2,5 kg/m<sup>2</sup>/p.a. respekteres. De indsendte forslag spænder bredt, men kredser alle om helhedsgreb for boligbyggeri med minimalt CO<sub>2</sub>-aftryk.

Forslagene i dette call er på mange måder en gentænkning af både idéerne og idealerne såvel som de teknologier og praksisser, som boligbyggeriet er funderet i – hvordan kan helheden såvel som delene, det ønskelige og det mulige kombineres på nye meningsfulde måder? En del af svaret finder du på de følgende sider. God fornøjelse.

# RODAMS HOLDING ApS

## Teradan IBESS



### LØSNINGEN

For at nå folketingets mål om at reducere udledningen af CO2 med 70% inden 2030, skal alle sejl sættes til. Dette er baggrunden for at vi har tænkt ud af boksen og udnytter en gennemtestede teknologi på en helt ny måde. Således at vi hurtigst muligt kan komme i gang med at nedbringe udledelsen af CO2, men også samtidig udnytte den overkapacitet af grøn vedvarende energi, på de tidspunkter af døgnet, hvor taksterne på strøm er lavest.

Denne metode kaldes Energy Arbitrage og er en yderst effektiv metode til at nedbringe af omkostninger til strøm i din bolig. Samtidig er systemet med til at nedbringe udledning af CO2, da vi udnytter den overkapacitet der er i elnettet. Du kan i vores beregner se, hvor meget CO2, du spare miljøet for, ved at installere et intelligent Teradan IBESS batterianlæg i din bolig.

Teradan IBESS er et effektivt bæredygtigt strømopbevaringssystem til din bolig. Det består af et yderst effektivt batterianlæg, hvor IBESS helt automatisk og Intelligent køber strøm for dig når elprisen er lav, hvorefter du kan bruge den igen, når prisen er høj.

### INNOVATION

Det innovative i det nye IBESS, er at den helt automatisk og intelligent, forudser hvornår du har behov for strøm. IBESS benytter sig nemlig af data fra dit forbrugsmønster til at forudse, præcist hvornår du har behovet, til eksempelvis at vaske tøj, støvsuge eller

vaske op i opvaskemaskinen.

Dermed skal du aldrig bekymre dig om tidspunkter på døgnet eller benytte forskellige "timere" for at styre dit strømforbrug. Dette tager IBESS sig nemlig af helt automatisk. Du kan via en app opsætte IBESS til at monitorer dit strømforbrug og dermed klarlægge hvordan dit fremtidige elforbrug sandsynligvis vil blive og således "indkøber" IBESS strøm efter dette mønster. IBESS kan således revolutionere den måde energi kan oplagres og bruges i fremtiden. Du skal ikke spare på strømmen, men købe den på rette tid og bruge den fornuftigt igen!

### PLANETÆRE GRÆNSER

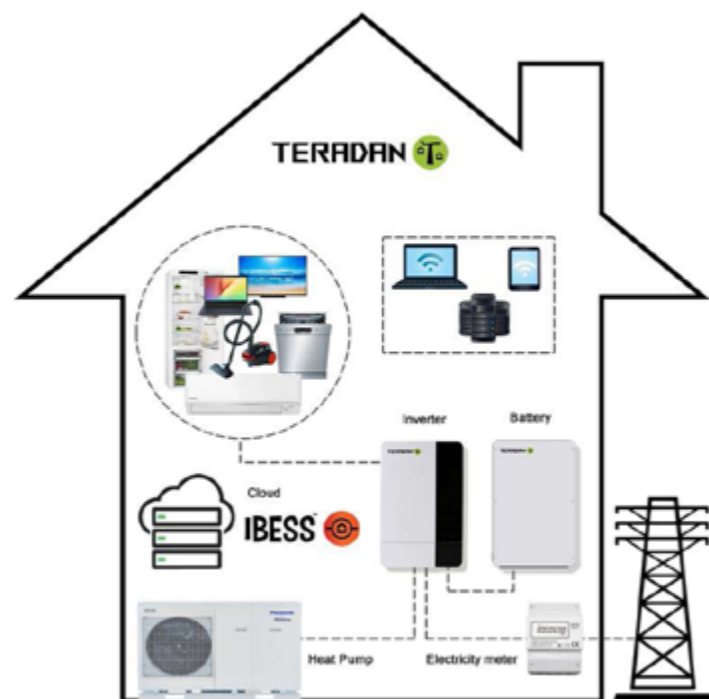
Vindmøller producerer strøm, når det blæser, men vinden blæser ikke altid, når vi har mest brug for energien. Når der er meget vind, må Danmark sælge overskudsenergi billigt til udlandet. Og når det ikke blæser kommer strømmen fra andre energikilder – og købes i udlandet.

En økonomisk rentabel og miljøvenlig metode til energilagring skal sikre en

mere stabil forsyning af strøm fra vindmøller. Det er en vigtig opgave i forhold til den grønne omstilling, hvor Danmark i 2050 har et mål om at være helt uafhængig af fossile brændstoffer. Derfor arbejder forskere og globale virksomheder over hele verden på at udvikle løsninger, så vi kan lagre den vedvarende energi, indtil vi skal bruge den.

Det er et faktum, at vores vind- og solenergi skaber et uudnyttet potentiale ved at levere mere strøm, end der er behov for uden for spidsbelastningstiderne.

Øvelsen er IKKE at spare... Men at købe strømmen på det helt RIGTIGE tidspunkt, når den er billigst!

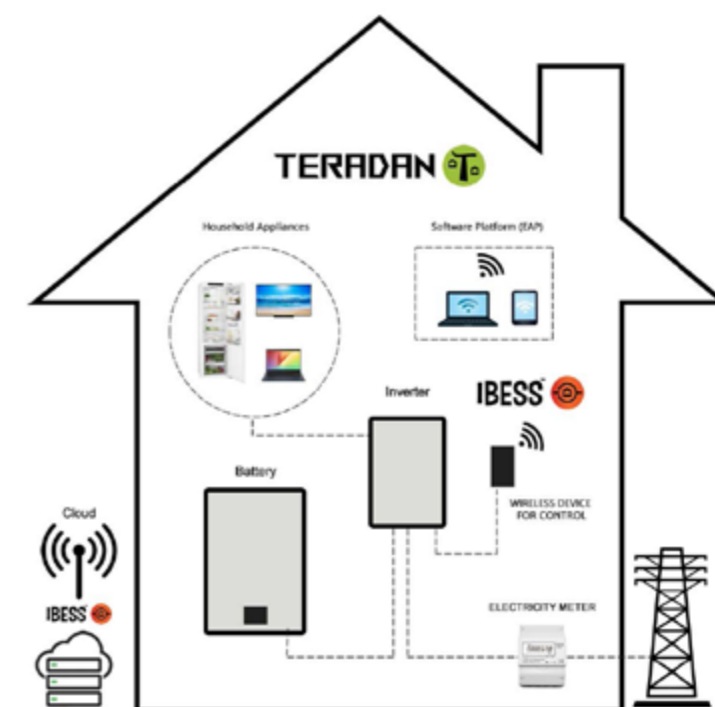


Det er et faktum, at vores vind- og solenergi skaber et uudnyttet potentiale, ved at leverer mere strøm, end der er behov for uden for spidsbelastningstiderne. Dette sker ofte om natten hvor prisen på strøm falder væsentlig i forhold til dagsprisen. IBESS køber strømmen for dig når den er billigst eller når den er 100% grøn!

### INSPIRATION

For få år siden ville det ikke være rentabelt med et strøm lageringssystem til almindelige boliger, da enhedsprisen på etablering af et almindeligt batterianlæg, ville overstige besparelsen af strøm. Men da priserne på batterierne er kontinuerligt faldende og energipriserne er stødt stigende, samtidig med at vi benytter os af intelligente lade algoritmer, således er det nu blevet muligt at etablere et IBESS batterianlæg til en yderst fornuftig pris. Således kan en almindelige husstand nu, via et Teradan Energilån, nemt finansiere anlægget over en periode på eksempelvis 10 år og samtidig have et yderst fornuftigt overskud på både energi- og budgetkontoen hver eneste måned!

Vi mener, at vi nu er så langt i udviklingen at det, inden for kort tid, vil være muligt at opsætte et rentabelt "Intelligent batteri energi lagrings system" (IBESS) i enhver husstand i Danmark. Teradan vil gå målrettet i spidsen for udviklingen og eksekveringen af et kompatibelt strømlageringssystem inden udgangen af 2022.









# CoreHome ApS

## Build by Nature Konsortiet



 Rækkehus	 Jonas Bengtson
 Materiale Indeklima Bygningstypologi	 CVR: 42664723 Adresse ikke oplyst

### LØSNINGEN

Fremtidens bolig er bygget i biobaserede materialer, i alle de dele hvor det er muligt og giver mening. Biogene materialer er byggeriets hurtigste og mest effektive måde at sænke CO2 udledningen på. De biobaserede materialer, gør det også nemmere at implementere "Design for Adskillelse" princippet, da konstruktionerne er konstrueret på en sådan måde at det er muligt at skille bygningen ad, og derved genanvende så meget som muligt.

Fremtidens bolig er også pladsoptimeret, så vi ikke bygger unødigt stort, men sikre at de færre kvadratmeter er bedst udnyttet. Denne optimering skal være drevet af fokus på funktionalitet og humanisme, og ikke drevet af en spekulativ økonomisk optimering hvor værelser bliver reduceret til en størrelse hvor børn ikke kan vokse op, uden familien skal ud og købe sig til mere plads. Ligeledes skal den være fleksibel, tænkt, designet og bygget til at kunne transformeres/omdannes senere hen således at det der bygges i dag også kan bruges om 50-100 år.

En bygnings møde med jorden er også det sted, hvor en stor del af et byggeris CO2 aftryk ligger. Så jo mindre et fodaftryk en bygning kræver, jo mindre fundament er der brug for. Lige meget om det er skruefundamenter eller det mere traditionelle randfundament. Som en naturlig afledt konsekvens af ovenstående er fremtidens bolig, derfor heller ikke i ét plan, da der her bruges det største mulige antal ressourcer på at skabe etivent volumen.

Fremtidens boliger arbejder med en tæt/lav typologi, også selv om det er enkeltstående huse. Et én-families hus vil derfor som standard være i 1,5-2 etager, designet og bygget på en måde der nemt muliggør at der kan sammenbygges med endnu et hus i to af dets facader og derved blive til en rækkehus typologi i fremtiden.

### INNOVATION

Fremtidens bolig har et naturligt reguleret indeklima som er passivt og tilpasset menneskets komfort. Brugen af biobaserede materialer, og andre ikke fornybare naturlige materialer som ler og kalk, resultere i en bygning der kan ånde. Naturen løser selv spidsbelastninger i form af fugt ved at kunne absorbere, transportere og frigive fugt til omgivelserne uden mekanisk hjælp – det diffusionsåbne byggeri. Ubrændt ler, kalk og træ- og plantefibre er fra naturens side designet til at kunne håndtere fugt af sig selv – problematikkerne opstår når mennesket introducerer syntetisk, petrokemiske og ikke åndbare materialer i denne ligning. Fremtidens bolig indeholder ikke disse materialer både af hensyn til bygningens helbred, men ligeså af hensyn til menneskets helbred.

Ventilation af bygningen er fokuseret på styring af CO2 niveauet i luften indendørs. Denne forurening af luften skyldes menneskets udånding og aktivitet – men det kræver ikke konstante mekaniske løsninger for at sikre en god luftkvalitet. Passive luftindtag i klimaskærmen, kombineret med et gennemgående højt rum (trappe

forbindelsen i huset) hvor der sidder automatisk styret tagvinduer er alt hvad der er brug for at sikre en tilstrækkelig tilførelse af frisk luft. Denne skorstenseffekt kræver et absolut minimum af energi for at være fuldt automatiseret.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Ved at bruge biobaserede materialer, alle de steder hvor det er muligt og giver mening. Udnytter vi ikke kun de biogene materialers evne til at indlejre CO2 fra atmosfæren, men også at produktet er produceret af råmaterialer fra fornybare ressourcer. Hver gang et materiale der ikke stammer fra fornybare ressourcer, beton, stål, glas, plastik mm., erstattes af et biobaseret materiale, sikre vi fremtidige generationers mulighed for tilgang til råstoffer som sand, grus, ler og olie. Disse ressourcer er vigtige at have tilgang til i hundredvis af år, da der stadig er mange steder eller produkter, der også i fremtiden vil have brug for en vis tilgang til disse. Samtidig med at det er en fornybar ressource, er de biobaserede byggematerialer ofte kompostabel, når vi ønsker at de skal være dette. Derved sikre vi os, at vi ikke bygger fremtidens affald, som er besværlig at skille sig af med. Men nemt kan indgå i jordens cyklus igen.

Såfremt at de biobaserede materialer dyrkes, høstes/fældes og produceres forsvarligt, kan de være en del af løsningen på den biodiversitetskrise verden også befinder sig i, og her kan fremtidens boligbyggeri være en del af løsningen gennem en øget efterspørgsel på disse produkter.

### INSPIRATION

Build by Nature Konsortiet består af Tegnestuen nikolova/aarsø ApS, Rådgiverfirmaet CoreHome ApS samt Entreprenøren Canbyg ApS. Tilsammen har vi en stor passion og erfaring for at bygge med biobaserede byggematerialer.

nikolova/aarsø (n/a) er en ung arkitekt og design tegnestue, der specialiserer sig i at tænke, designe og skabe i biobaserede materialer. Stiftende partnere Alexandra Nikolova & Jonas Aarsø har begge 10 års erfaring som arkitekt fra flere internationalt anerkendte tegnestuer, inden stiftelse af egen tegnestue. n/a's mission er at accelerere transitionen i arkitektur og design til en bæredygtig fremtid uden at gå på kompromis med kvalitet og kreativitet.

CoreHome designer, udvikler og projekterer projekter med biobaseret og klimavenlige materialer, hvor der optimeres og udvælges materialer i forhold til deres klimaaftryk og egen-skaber bl.a. igennem LCA-analyse. Derudover rådgiver vi, i hvordan man sammensætter og konstruerer, gode og holdbare løsninger med disse materialer.






Canbyg er etableret i 1981 og er en velrenommeret samt etableret tømmersnedkerviksomhed, som igennem flere år, har bygget flere byggerier, med biobaseret og åndbare konstruktioner. Ved at inddrage en entreprenør i projektet, med erfaring inden for denne byggemetode, sikre vi de gode og byggbare løsninger. Samt at vi optimerer projektet, så det ville være muligt at opføre dette i større skala, til ca. 12.000 kr./m2 ex moms, hvilket vil

gøre det attraktivt for mange offentlige og private bygherre i fremtiden.

Vi har bygget en institutions bygning på 200 m2 hvor det er lykkedes os at bringe CO2 aftrykket ned på 4,2 kg/m2 pr. år. Hvilket er et fantastisk resultat, men bare ikke godt nok. Derfor har vi analyseret projektet, og fundet frem til de steder hvor vi skal optimere, for at sikre at vi kan bygge med et CO2 aftryk på under 2,5 kg/m2 pr. år.

Kontakt personer på projektet:  
Nikolova/Aarsø:  
Arkitekt - Jonas Aarsø  
CoreHome:  
Bygningsdesigningeniør - Jonas Bengtson  
Canbyg:  
Tømmermester - Leon Hoffbeck




- 1 koncept baseret på 5 principper:
-  Reducere CO2-udledningen fra selve byggeriet
  -  Minimere vores forbrug af jordens ressourcer
  -  Biobaseret, naturlige og sunde materialer
  -  Godt indeklima og åndbare bygninger
  -  Design for adskillelse




# Studio Kathryn Larsen

## A home by the sea from the sea







**Enfamiliehus**



**Kathryn Elizabeth Larsen**



**Materiale  
Bygningstypologi  
Redefinere tænke måder**



**CVR: 84298979  
Adresse ikke oplyst**

### THE SOLUTION

As sea level rise increases due to climate change, we need to build flood-resilient buildings. According to Climate Change Post, for the highest risk climate change estimates, projections show sea level rise at 68cm in Copenhagen. Peak storm surges may increase by up to 0,6m by 2050.

There are two ways to adapt to these conditions: fighting the water, or letting it in and embracing it. By moving with the water, instead of trying to barricade against it, we can build resilient amphibious housing and floating housing typologies along the coastline, utilising bio-based materials from the sea itself. The design can be built as a free-floating piece of architecture. Or it can be built as a moored, amphibious typology, that rises and falls with the tide.

### INNOVATION

The new-build design is made up of pre-fab wood elements that can be disassembled, allowing for the housing to move or be taken apart, instead of being demolished. While the base of the housing is a more permanent construction, the rest of the housing is designed with seaweed and shell-based clay and lime plasters over a wood-and-seagrass construction, for a healthy, breathable home. The plaster can easily remove from the wood elements to allow for disassembly, and dry clay plaster can be infinitely re-used again, if just wetted. To help prevent rot, the natural construction is installed on a plinth, and utilises roof overhangs.

Floating and amphibious housing typologies have yet to be fully explored in Copenhagen, beyond projects like Urban Rigger. This is a concept that has a large potential to be further developed and refined for a Danish context – from single family housing to apartment complex design.

In summary, the resulting project, thus, makes use of design for disassembly, circularity, and bio-based principles in combination for a well-rounded approach.

### PLANETARY BOUNDARIES

Instead of relying on polluting materials, we will use materials from the sea itself in construction - local, bio-based materials, that may be able to reduce the carbon footprint of the building. For example, materials like seagrass and wood have a negative carbon footprint when used locally in construction. Mussel shells also have shown promise to replace the need for hard-packed polystyrene insulation in terrain and roof deckings.

Concrete is only utilised in foundation or floating platforms. Preliminary testing by Studio Kathryn Larsen has shown it is possible to replace up to 50% of the cement in the concrete with shell dust - by heating the shells from 200-800 degrees celsius. This is significantly lower than the 1450 degrees celsius required to make cement from limestone. We can use shell waste and integrate it into the building process, as well as the lime plasters used externally.

### INSPIRATION

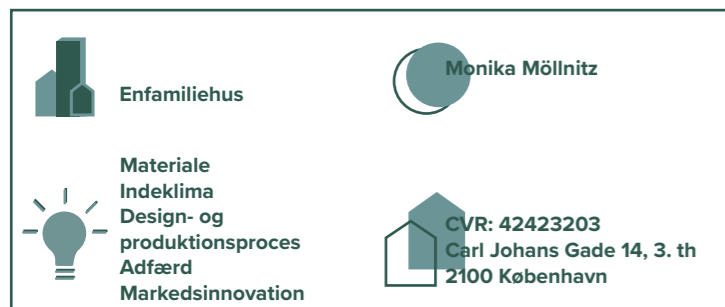
The precedents for floating housing projects are based on Dutch and Danish projects, like the Amphibious houses of Maasbommel, Urban Rigger, and housing boat designs. The precedents of using shells in construction comes from the utilisation of shell-based quicklimes in the Faroe Islands and in the US coastal cities. Seaweed was used as a glue for Danish paints and Japanese constructions, and seagrass as insulation in houses around the world. The construction system with seagrass is based similarly on traditional straw-bale building, as testing by Studio Kathryn Larsen has shown seagrass to be similar in application properties to hay.





# MoMonest ApS

## MoMo - det sunde habitat



### LØSNINGEN

MoMo skal være det sundeste byggeri på markedet. Sundhed er vores tilgang til bæredygtigt byggeri, både i den fysiske og digitale verden. Sundhed fungerer som vores kompas ift. det overordnede designkoncept, herunder materialevalg, produktions- og byggemetoder, drift og vedligehold, demontering og genbrug, samt ift. udviklingen af vores digitale platform, MoMoverse.

### Bæredygtig produktion

I MoMo-modulet kombinerer vi kvaliteten og detailrigdommen forbundet med traditionelt træbyggeri med præcisionen og produktionskapaciteten i industrielt byggeri. Vores målsætning er, at MoMo skal levere maksimal arkitektonisk kvalitet til et minimalt CO<sub>2</sub>-fodaftryk og til en konkurrencedygtig pris. MoMo er et industrielt produceret, gennemdesignet bygningsmodul i få, sunde materialer. MoMo skal også være et skoleeksempel på, hvordan man kan bruge den industrielle byggeproces for at opnå en mere skånsom og socialt bæredygtig byggebranche.

### Modulbyggeriets potentiale

I løbet af de seneste år har vi udviklet et modulsystem med forskellige boligmoduler, som kan konfigureres alt efter brugerens behov. Men MoMo-konceptet kan også bruges til at udvikle nye, bæredygtige boformer. Vi ønsker at udvikle et optimeret installationsmodul, der indeholder bad- og køkken, samt plads til varmekilde og teknikskab, typisk de byggetekniske mest komplicerede og omkostningstunge dele af

et byggeri. Tanken er, at installationsmodul kan forhandles separat og bruges som grundmodul i et nybyggeri, eller som opgraderingsmodul til en eksisterende bygning.

### Digital overbygning

MoMo har en digital overbygning, eller parallelverden, hvor MoMo-universet kan bruges som en ressource både for brugerne og MoMos egen organisation. MoMoverse skal fungere en brugerdrevet innovationsplatform, hvor MoMo-konceptet kan folde sig ud, blive evalueret og udviklet løbende i dialogen mellem brugerne og MoMos forskere inden for sundt, bæredygtigt byggeri og adfærd. Ligeså vel som vi i dagens samfund udvikler en digital tvilling, vil MoMo-husene udvikle et digitalt liv. Et vigtigt element i vores løsningstilgang er således også udviklingen af den digitale dimension af MoMo-konceptet.

### INNOVATION

Det digitale koncept MoMo-konceptets høje design-standard sætter blot rammen for MoMos bæredygtige husejerbevægelse. Vores vision er at beboerne skal opfatte MoMo-huset som et ekstra familied medlem, som fordres med omsorg i form af data igennem MoMo-husets digitale tvilling i MoMoverse. MoMoverse vil fungere både som en testplatform og som en vidensbase, hvor brugerne bidrager med værdifulde data og brugerdrevet innovation. I udbytte får de adgang til viden fra MoMos bæredygtighedseksperter. I projektudviklingsfasen kan de digitale

MoMo-moduler bruges dels som et udvidet projekteringsværktøj, dels som et digitalt laboratorium, hvor nye løsninger kan afprøves og evalueres. MoMo-konceptet giver god mulighed for at sammenholde simulerede data med indsamlet data fra de byggede huse og vil bidrage til at gøre os klogere på hvordan fx brugeradfærd påvirker det faktiske energiforbrug i en bolig.

### Det fleksible koncept

MoMo-konceptet indeholder en høj grad af fleksibilitet både i produktions- og brugsfasen. MoMo-modulerne kan købes enkeltvis og sættes sammen på forskellige måder. Tanken er, at den lokale tømrermester kan bestille et installationsmodul i den lokale trælast, få den leveret og løftet på plads. Resten af bygningen kan enten bestå af andre MoMo-rummoduler, eller af en konstruktion bygget på stedet. MoMo-modulerne kan stødes på en eksisterende bygning, og bidrage til at fremtidssikre den eksisterende bygningsmasse.

Modulerne kan byttes eller sælges via MoMoverse, hvorefter de nemt kan skilles ad, transporteres og kobles sammen med andre MoMo-moduler for at følge med i husejernes skiftende behov på forskellige tidspunkter i livet.

### Det teknologiske koncept

Robotteknologien i produktionen af MoMo-modulerne fungerer som et dogme i designprocessen. Samtlige løsninger - fra den overordnede geometri til de mindste samlinger - udvikles i tæt samarbejde med fabrikant-

en. Derved kan vi sikre at detailgraden holdes på et meget højt niveau og at de gode, bæredygtige løsninger ikke KAN spares væk, da de udgør en intergreret del af modulet.

### PLANETÆRE GRÆNSER

#### Materieledogme

Vores materieledogme er at bruge så få og så rene materialer som muligt. Huset består primært af træ og genbrugt stål. Ingen beton, da huset står på skruefundament, ingen lim eller skum. Målet er at bruge få sammensatte materialer og at i videst mulige omfang undgå laminerede og limede produkter, samt overfladebehandlinger såsom lak og maling. Vi ønsker at udvikle et byggesystem, hvor traditionel dampspærre kan undgås. MoMo-modulet tænkes produceret i massivt træ, med enkelte forstærkninger i stål. Derved kan vi opnå en bygning med et sundt indeklima med få kemikalier.

#### Livscyklusanalyser

Sideløbende med udviklingen af MoMo-modulerne bliver der udarbejdet LCA-beregninger på samtlige løsninger i modulerne. I de indledende LCA-beregninger har vi fokuseret på sundhed i materialevalg. Som fremgår af vores illustrationsbilag er sæbebehandlet massivt træ et bæredygtigt og sundt alternativ til både beton- og CLT-konstruktioner.

#### Kontrol i produktionskæden

Hvert eneste komponent i MoMo-modulet kan kontrolleres og certificeres som et led i produktudviklingen og i samarbejde med fabrikken. Da et MoMo-hus i princippet kan leveres færdigt fra fabrik kan vi styre og kontrollere hvert eneste komponent, som huset består af. Et MoMo-modul vil derfor kunne leveres færdigcertificeret til højeste certificeringskrav inkl. udførlig dokumentation for samtlige komponenter, som modulet består af.

#### Optimering af ressourceforbrug

I fabrikshåndteringen kan vi udvikle nye måder hvorpå vi kan genbruge materialer og optimere ressourceforbrug. For eksempel vil vi arbejde på at minimere spild af brædder ved at bruge de kortere længder til forskellige facadeløsninger, inventar og opklodsning. Eftersom vi bruger træ af høj kvalitet, skal målet være at der ikke går en eneste bræddestump til spilde i produktionen.

### INSPIRATION

#### Grønland

Det grønlandske landskab og det byggede miljø på Grønland som arkitektonisk afsæt. Stokværkshusene fra 1700-tallet som et eksempel på nordisk byggeskik som havde en markant fordel, da de nemt kunne skilles ad, sejles til og genopføres på Grønland. De fleste stokværkshuse på Grønland er bevaret den dag i dag, men kun få af dem står på deres oprindelige placering.

#### Selvbyggertradition

MoMo-konceptet henter energi fra selvbyggertraditionen, som vi ønsker at formalisere og gøre bredt tilgængelig. Den chilenske tegnestue Studio Elemental, har lagt fire af deres almene boligprojekter ud til fri afbenyttelse på nettet. Idéen om

MoMo-modulet som et startmodul, som er til at betale og kan kompletteres med ganske få kvadratmeter for at fungere som en bolig, minder om de principper, Studio Elemental har udviklet i en række boligprojekter, hvor den installationstunge halvdel af huset er bygget ved overtagelsen. Beboerne kan efterfølgende bygge den anden halvdel færdig efter behov og økonomisk evne.

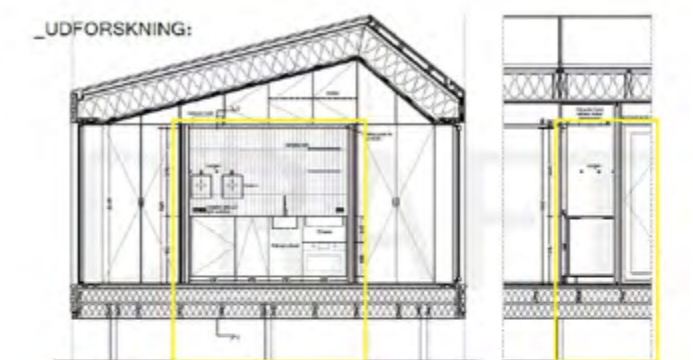
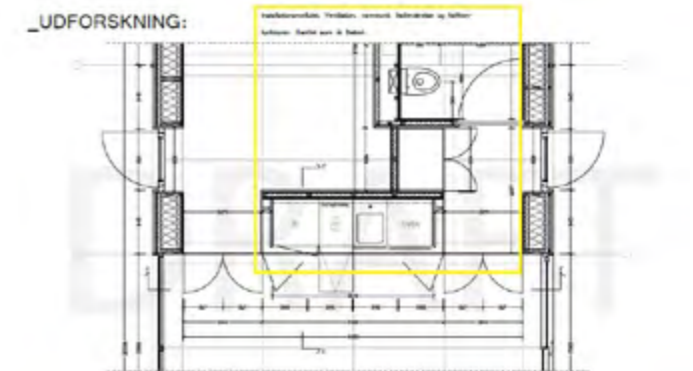
En anden formaliseret selvbyggerutopi er Däckshuset af Friberger, opført i Göteborg 1960. Den bærende dæk/søjlestruktur, samt trappeopgange med lodrette føringsveje udgjorde rammen hvori beboerne selv fik bygget deres huse på de udstykkede grunde på 1, 2. og 3. sal.

Fremtidens bolig-mønstre MoMo-modulet tager afsæt i fremtids-

forskning vedrørende fremtidens bolig-mønstre. Vi bliver færre pr. husstand samtidigt som vi bliver flere mennesker på jorden. Et kompakt MoMo-hus kan levere livskvalitet på en forholdsvis lille udstykning. Vores ønske er, at MoMo skal være med til at skubbe til udviklingen af nye bolig- og ejerformer, og bidrage til en mere kollektivistisk og demokratisk byggeproces.

#### Det bæredygtige arbejdsmiljø

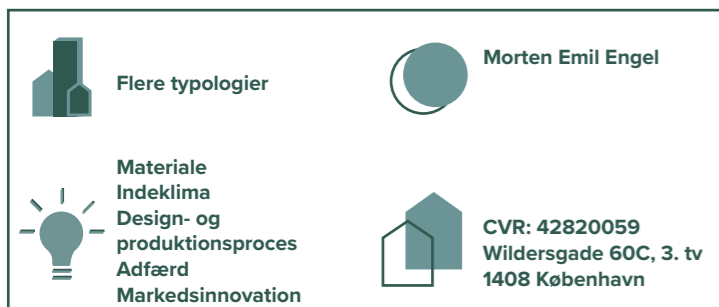
Produktionen af et MoMo-modul slider ikke på menneskekroppen, da det produceres på fabrik og monteres ved hjælp af kraner. Apterung af modulerne sker indenfor i velindrettede fabriksbygninger, hvor enhver proces er ergonomisk gennemtænkt. Et inkluderende arbejdsmiljø, hvor alder og fysisk styrke er underordnet.





# MEE Studio ApS

## Det holistiske hus



### LØSNINGEN

Vores løsning er holistisk og adresserer de sædvanlige parametre som energiforbrug til drift og indlejret CO2 i materialerne. Vi går dog et skridt videre ved at foreslå ændret adfærd for bygningens brugere der fordrer nye bæredygtige vaner.

Vi er inspireret af modernismens opgør med de bærende ydermure og arbejder med en bærende søjle-dæk løsning som muliggør skiftende og ikke-bærende facade samt et frit grundplan som muliggør skiftende funktioner og transformation over tid. Alle byggeriets komponenter er modulære og koblet mekanisk så de kan skilles ad og genbruges. Indvendige rum defineres af flytbare vægge og enkelte brandsikrede kerner opført i ikke-brandbare lav-CO2 materialer. Facaden konstrueres af påhængte facademoduler som nemt monteres og udskiftes samt tilpasses lokale forhold, æstetik, solorientering, og ønsker til materialitet. Hermed er skabt et ultimativt adaptive byggesystem. Med denne løsning fødes bygningen med et lavt CO2-fodafttryk men løsningen afværger også udledning ved nedrivning da den radikalt kan skifte funktion, konfiguration eller sågar placering i fremtiden.

Udover byggeteknikken stiller vi spørgsmål ved nuværende levevis og de ressourcer vi dagligt forbruger men ikke tænker meget over som for eksempel vand og elektricitet som vi kan mindskes dramatisk.

Vi reducerer også mængden af de mange tekniske installationer og komponenter i vores bygninger som har en høj indlejret CO2 og drift. For eksempel skiller vi os af med ventilationsanlægget til fordel for naturlig ventilation.

Vi reducerer også antal vaskesøjler og foreslår at deles om disse så der udlede mindre CO2 ved deres produktion. Deleøkonomien spiller derfor en rolle i vores forslag. Det samme gør "nudging" som går på at ændre ubæredygtige vaner. Det skal være nemt at sortere sit affald, tage cyklen i stedet for bilen eller dyrke sine egne krydderurter på taget så de ikke skal flyves ind fra eksempelvis Marokko. Nudging skal bygges derfor ind i arkitekturen.

### INNOVATION

Projektforslaget har flere afgørende løsninger. Byggesystemet tilbyder ultimativ fleksibilitet i forhold til konfiguration og re-konfiguration. Alle komponenter er præfabrikerede af materialer med et lavt eller negativt CO2-aftryk hvor der fokuseres på regionale og lokale materialer herunder Trædæk i DLT eller CLT, stråisolering i facadeelementerne, stampet lerjord til bærende og brandsikrede kerner, natursten til bærende søjler, hempcrete som hele facadeelementer eller bærende kerner.

Dette er bare et udpluk af mulige materialer da byggesystemet ikke er begrænset til bare et materiale som beton eller træ, men kan tilpasses behov i det specifikke projekt. Facadepartier kan designes med indbyggede

fotovoltaiske paneler eller en regnskærm af upcycledede materialer som kan udskiftes i moduler når behov ændrer sig over tid.

Fælles for de foreslåede materialer er et lavt CO2 aftryk men også at de er sunde naturlige materialer uden VOC afgang samt materialer der skaber et godt indeklima i forhold til fugt, temperatur, akustik og sanselighed så de understøtter en sund livsstil.

Husets tekniske installationer optimeres så forbrug af ressourcerne vand, varme og elektricitet mindskes via nye, smarte men allerede eksisterende teknologier. Noget så simpelt som at opsamle regnvand til toiletskyl sparer mange hektoliter vand om året. Huset har smarte løsninger der er med til at sænke ressourceforbrug og forurening uden at det opleves som en ulempe eller fravalg for brugerne.

Huset tilbyder en deleøkonomisk livsstil i form af delte services og rummene til disse designes attraktivt så oplevelsen bliver spændende og kvalitativ. Tagfladen frigøres da vi undgår et stort ventilationsaggregat. Dette muliggøre en levende grøn have der er sammenlagt for styrke biodiversitet. Haven er et sted hvor brugerne kan dyrke grønt, plukke blomster, se på sommerfugle og høste honning fra bikuber. Arealer til parkering og servicering af cykler med værksted, trykluft og gratis lapperej nudger beboerne til at prioritere cykeltransport fremfor forurenende transport.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Der arbejdes med både biogene materialer med et negativt CO2 aftryk samt med geologiske materialer (natursten, jord, kalk mm) med et lavt CO2 aftryk. Vi anvender regionale og lokale materialer for at mindske CO2 udledning under transport og samtidig opbygge en ny byggekultur baseret på de materialer der er til stede regionalt så de ikke skal transporteres ind fra hele verden. Lokal materialeproduktion vil være en vigtig del af den grønne omstilling.

Vi fravælger kældere for at undgå de højt-udledende konstruktioner i beton. Fundamenter etableres som pæle- eller skruefundamenter da det primært er et let hus og da der ikke skal udgraves til kældere skal der heller ikke køre diesel lastbiler gennem byen for at deponere jord. Større fundamenter etableres i granit eller opmures ved brug af materialer som Biolith fra Biomason.

Bærende konstruktioner udføres med ubrændbare og stærke materialer som natursten eller stampet lerjord men kan også opføres i træ som brandbeklædes hvis det er nødvendigt. Ikke-bærende vægge udføres i hempcrete, træskelet med ler- eller hampplader, pressede stråmoduler med lerpuds, korkbyggesten og så videre. Energiforbrug mindskes ved at have et velisoleret og tæt hus med termisk masse der aktiveres af passiv opvarmning fra solens stråler, ventilationsvinduer der opvarmer luften og fotovoltaiske paneler der genererer det meste af bygningens elektricitet. Der benyttes naturlig ventilation til køling og luftskifte fremfor mekanisk ventilation. Derudover sænkes forbruget på vand og elektricitet via smarte installationer og genbrug af vand. Ikke mindst sænkes forbruget af maskiner og hårde hvidevarer i boligen ved fx. at dele vaskesøjlen med naboen og der arbejdes med yderligere former for deleøkonomi der adresserer den indlejrede CO2 der er i alt løsøre i vores bygninger. For eksempel kan man klarer sig med færre boligkvadratmeter hvis der er et fælles gæsteværelse eller arbejdsværelse der kan lejes efter behov.

### INSPIRATION

Vi er selvfølgelig meget optaget af at skabe en robust byggekultur der er sanselig, bygget med gode materialer, har en lang holdbarhed på tværs af generationer og danner fremragende rammer for livet.

Forslaget er inspireret af modulært byggeri, passivhuse, modernismens frie grundplaner og facade og huset tænkt som et økosystem. Men vi er også inspireret af 'usede' løsninger som normalt overses af arkitekterne. For eksempel toiletterne.

I forhold til vandbesparelser er det oplagt at genbruge regnvand til toiletskyl, men vi foreslår ydermere at vand fra brusebadet opsamles i en tank bag bruseren (link) og derefter bruges til at skylle toilettet. Der anvendes et radikalt og innovativt toilet fra Laufens der sepererer urin ud (link). Hermed afledes mindre beskidt vand til rensningsanlæggene og urinen forarbejdes til gødning (link) hvilket medfører store CO2 besparelser. Toiletcisterner skyller med en vandbesparende en-knaps cisterner fra EcoBeta (link) som mindsker vandforbruget med mellem 20 og 50%. I forhold til strøm benyttes et smart el-system der mindsker forbrug af el. Dette gøres for eksempel ved at alle elektriske apparater slukkes automatisk når de ikke er i brug for at mindske standby-strøm. Visse processer kan også foregå når strømmen er grønnet fx. igangsætning af robotstøvsuger, opvaskemaskine mm.

I den grønne taghave kunne vi forestille os høns der lever af bioaffald som så ikke skal køres bort i diesellastbiler men bruges lokalt. Hønsene lægger friske æg hver dag og beboerne får en hverdag hvor de er i tættere kontakt til naturen og producerer nogle af deres egne fødevarer. Det nedsætter CO2 fodafttrykket men også stressniveauer da det er et bevist resultat af at være i kontakt med dyr. De grønne tagflader er med til at køle byen gennem fordampning fra planterne og de regenerere byens biodiversitet i form af planter, insekter, fugle og smådyr.





# Zahra Majdi & Nahid Gilamirrod

## House of Leaves, Living house



### THE SOLUTION

The main issue focuses on the two parts, reducing the carbon production of the building by 75% and cost-effectiveness design.

1. The proposed solution to reduce the carbon of the building is the use of biological shells inspired by the function of plant leaves as a mutual protector from within the territory and conversion of carbon to oxygen, as well as balancing climatic conditions and climatic protection for the building.
2. In the cost-effectiveness section, the focus is on the use of recyclable materials, the design of structures that be collected and reused with long life, and the optimal use of renewable energy sources.

### INNOVATION

Turning a house (carbon factory) into a carbon burning factory. In the current situation where buildings not only destroy the natural ecosystem of the earth and inflict irreparable damage on it, in this project by redefining the constructed building, the house is considered a living thing.

### PLANETARY BOUNDARIES

The solution to this problem and the design process can be a primary source of inspiration for other designers in this field. By eliminating part of the construction process (recycling and reusing the structure and shell, etc.) and thus reducing the carbon produced, the building as an independent and living creature provides oxygen and burns carbon in its territory.

### INSPIRATION

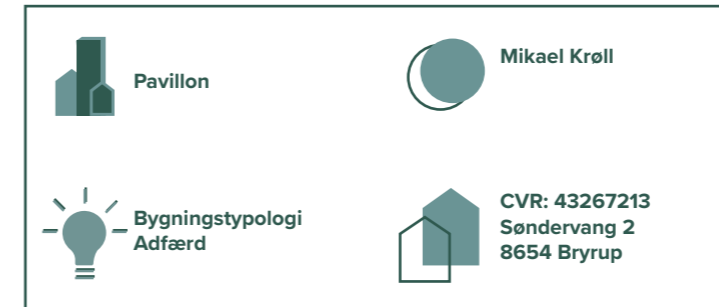
The House of leaves written by Mark Z. Danielewski was the first source of inspiration. This book has been a significant work and template in postmodernist literature and has deconstructed the usual structure of the books. Therefore we take a different look at the structure of the existing house that become carbon factories, as green building and as neutral as possible in this field and ecosystem.

The second source of inspiration was the mechanism of plant photosynthesis and the function of the Mimosa pudica plant (shameplanet) in repulsion mode when feeling the danger and physical touch. This mechanism has been inspiring in the design of the structure and shell of the building.



# Foreningen "Træfagsmestre for kvalitet og bæredygtighed"

## Det bæredygtige træhus nu og i fremtiden



### LØSNINGEN

Vi ser som Træfagsmestre arkitektur og tekniske løsninger under et. Vi fokuserer på mental og fysisk sundhed, og det er i det ærinde vi med CO2-reducerende løsninger vil udvikle forslag til Sustainable Solutions.

Vi vil illustrere vores bud på fremtidens bæredygtige byggeri i 3 små pavilloner, der hver især demonstrerer hver sit niveau af bæredygtighed i et realistisk perspektiv.

### INNOVATION

Det byggede boligmiljø skal motivere mennesker til engagement og ejerskab for på denne måde at udvise en bæredygtig adfærd. Interessen for disse tiltag er stigende, blandt andet gennem nye kollektivistiske tanker om bofællesskaber på kryds og tværs, defunktioner m.m.

Vi mener der er behov for at følge med disse nye bølger på det fysiske plan. Boligerne skal ikke begrænse men motivere mennesker den vej de og samfundet gerne vil.

Så det nye i vore tanker er at følge hurtigere med de stadig ændrede behov på det fysiske plan.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Ved at kunne tilbyde mennesker de rette fysiske rammer vil bæredygtig brugeradfærd kunne stimuleres i en endnu mere bæredygtig retning. "Når du bor i et CO2 neutralt hus vil du nemmere tænke i at sortere dit affald eller dele med dine naboer" og visa versa.

Der skal altså spilles på en selvforstærkende synergi mod CO2-reducerende adfærd.

### INSPIRATION

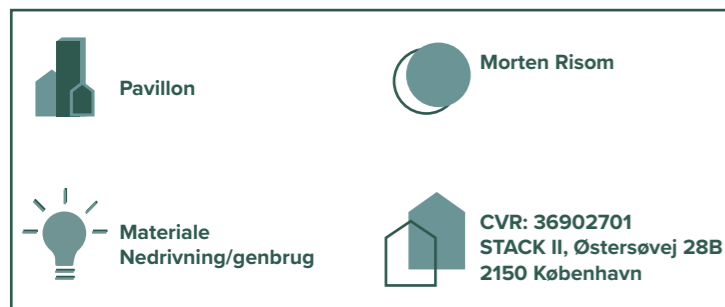
Vores inspiration kommer fra mange års tæt dialog med Træmestrenes kunder. Vi bliver oftere og oftere spurgt til bæredygtige løsninger. Vi følger af samme grund den faglige samfundsdebat og ser ofte himmelråbende afstand mellem behov og ønsker.

Vi følger ligeledes med i den løbende fælleseje af viden, og senest har vi ladet os inspirere af Statens Kunstfond og Realdanias Boliglaboratorium – "Sådan skal vi ændre boligbyggeriet sammen". Her ser vi fine tiltag som vi gerne, med vores erfaringer og denne ansøgning, vil bygge videre på.



# Morten Risom

## Home of Waste



### LØSNINGEN

Dogmet er simpelt; kan man bygge et hus udelukkende af direkte genbrug?

Arkitekter og ingeniører er vant til at have designfriheden til selv at definere dimensioner på tømmer og materialiteten på facaden etc.

Vi vil med dette projekt give os selv det ultimative benspænd at alle materialer - fra skruer til tagspær - skal være overskud, afskær eller genbrug.

### INNOVATION

Vi vender designprocessen rundt; og bygger med hvad der er tilgængeligt, i stedet for at producere ud fra et på forhånd defineret design.

Vi følger desuden princippet om 'den absolut bæredygtige bolig'. Denne konkluderer at hver verdensborger på nuværende tidspunkt kan få 7-10,4 m<sup>2</sup> bolig, såfremt alle skal dele ressourcerne ligeligt og såfremt ressourcerne udnyttes som de gør i dag (Møller & Sander, Den absolut bæredygtige bolig, 2018).

På baggrund af dette princip vil vores demo-bolig som vil være beregnet til 2 personer, være maks 20,8 m<sup>2</sup>.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Størstedelen af en bygnings CO<sub>2</sub>e forbrug er indlejret i de materialer, der benyttes til dets opførelse, så længe der primært anvendes virgine råmaterialer (Birgisdóttir & Madsen, Bygningers indlejede energi og miljøpåvirkninger, 2017).

Ved i stedet at anvende genbrug, vil der udelukkende være en årlig CO<sub>2</sub>e udledning fra drift og vedligehold.

Kombinationen af ovenstående samt det lave antal kvadratmeter, moderne energiteknologi og fokus på ressource- og energioptimering i driften af boligen, forventer vi at kunne nå et CO<sub>2</sub>e forbrug på max 50 kg pr år over hele boligens levetid.

### INSPIRATION

Morten er head of Material Innovation hos a:gain ApS, hvor han arbejder med udvikling af affald til byggematerialer.

Dette har givet ham indgående forståelse for muligheder og udfordringer af de mest gængse byggematerialer, samt et indblik i hvor meget affald der er tilgængeligt lokalt og globalt: [www.again.dk](http://www.again.dk).

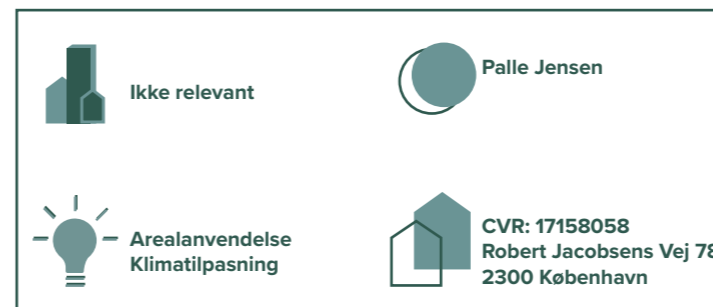
I Mortens tidligere rolle hos Lendager Group har han desuden stået for udviklingen og opførelsen af 'Wasteland'-udstillingen i bl.a. Oslo og Milano, som netop præsenterer hvordan affald kan transformeres til arkitektur: <https://lendager.com/project/wasteland-exhibition/>

Derudover er projektet en del af 'NaTurHusene' på Hyllegaard Høje i Hvalsø, hvor vi sammen med en række aktører udfordrer og udforsker bæredygtige boformer. Her vil (dele af) konstruktionen på vores demo-bolig finde sted: [https://hyllegaardhoje.com/kort/\\_naturehouses/hyllegaard-hoeje-naturhusene.pdf](https://hyllegaardhoje.com/kort/_naturehouses/hyllegaard-hoeje-naturhusene.pdf).



# IDEA

## Paradis



### LØSNINGEN

Ved hjælp af byggeri skaber man en barriere, så en katastrofal havstigning kan holdes ude af et stort område.

### INNOVATION

Da det må forudses, at vi med stor sandsynlighed IKKE når at bremse den katastrofale havstigning, er det vigtigt at prøve at holde liv i så meget beboeligt areal, som muligt.

Da det først og fremmest er de dele af jorden, som ligger lavt, som bliver påvirket, er det relevant at starte der. Et område ved Filippinerne kan omkranses med en høj mur konstrueret af sorterede sten, som med AI er udvalgt til med minimale tilskud af beton, at kunne danne en sammenhængende mur på 10 m højde, som kan holde havstigningen ude.

Muren bliver i samme størrelsesorden som "Den kinesiske mur" og kan bringes til at omkranse et meget stort område, som bliver i stand til at fortsætte som om intet var hændt. En slags Paradis midt i krisen.

### PLANETÆRE GRÆNSER

En forskel i vandstand på f.eks. 10 m kan bruges til at udjævne produktionen fra svingende vind- og solenergi og dermed gøre kul og olie mindre nødvendig. Man pumper vand ud når der er vindenergi eller solenergi. Når der ikke er VE, lader man vandet strømme ind i søen via turbiner, som genererer strøm.

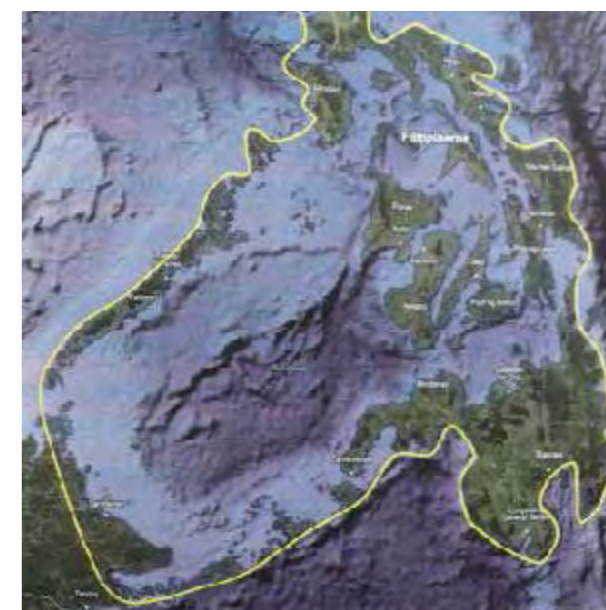
### INSPIRATION

Projektet er i familie med en plan om at lave en Kattegat forbindelse mellem Sjællands Odde og Djursland (uden om Samsø).

Forbindelsen realiseres ved hjælp af den dansk udviklede RUF teknologi. Her kan en kollektiv enhed (maxi-ruf) bruges dels til attraktiv og hurtig kollektiv trafik, dels til om natten at transportere overskudsjord ud langs linien, hvor det dumpes og gradvis danner en dæmning som rager mere end 10 m op over vandet.

Sammen med en tilsvarende dæmning ved Helsingør/Helsingborg, kan man derved holde hele Østersøområdet fri for katastrofale havstigninger. Den samme transportform kan i en overgangsfase transportere gammeldags biler fra Sjælland til Djursland. Den kollektive maxi-ruf kan skifte sin passager kabine ud med et lad for en bil.





En sluse løsning ved Helsingør vil være nødvendig af hensyn til skibsfarten. Til gengæld vil det kunne skabe indtægter fra en ny slags Øresunds told.





# IDEA

## Den indre by

 Ikke relevant	 <b>Palle R Jensen</b>
 Arealanvendelse Transport	 <b>CVR: 17158058</b> Robert Jacobsens Vej 78 2300 København



### LØSNINGEN

"Den indre by" er en ny tænkning i bybebyggelse, hvor boliger, pladser, industri og handel tænkes sammen i en masterplan hvor transport er elektrisk og effektiv men nænsom.

### INNOVATION

En by uden veje, men med pladser hvor livet kan blomstre i frisk luft og uden risiko for færdselsuheld. Transport organiseres i et eller flere lag under pladserne ved hjælp af det dansk udviklede RUF DualMode system. Det skaber en ny form for kollektiv transport, hvor alle har et sæde og hvor virus smitte kan forhindres. Systemet er meget fleksibelt, så der undgås at spilde energi ved tomkørsel. En trekantet monorail sørger for stor sikkerhed og komfort samt meget lav støj. Anlægsomkostninger for et RUF system er langt lavere end for en traditionel metro, da der ikke skal graves, men blot gives plads i bygningskroppen. På pladserne går man eller bruger den meget attraktive dansk udviklede transport teknologi, der hedder GANGEREN. Den er god til at færdes blandt gående, da den er stabil selv ved stilstand. Den kan foldes sammen på 2 sek. Og stilles lodret, hvor den kun fylder 1/5 af en almindelig cykel. Når der ikke er osende biler blandt bygningerne, kan man skabe fantastisk attraktive byrum (byen mellem husene (Jan Gehl)), hvor livet kan leves intenst og uden frygt for påkørsler. Det er svært at konvertere eksisterende byer til denne tilstand, men ved nye byggerier, som f.eks. Lynetteholmen, kan det gøres.

Ved at tænke by kroppen som en lagkage, kan man løse en række grundlæggende problemer. Man kan placere produktion i bunden, så den spildvarme produktionen udvikler, kan bruges som gulvvarme i boliger og på pladser. Man kan få en meget effektiv transport infrastruktur, ved at placere den lige under opholdsniveauet. Med et RUF DualMode system er det muligt at skabe et effektivt net af skinner og knudepunkter, som vil gøre transport effektiv og elektrisk uden at genere livet mellem husene.

### PLANETÆRE GRÆNSER

De byer vi kender kræver megen energi til opvarmning og afkøling. Ved at organisere byen som "Den indre by", behøves hverken energi til opvarmning (det sørger produktions laget for) eller nedkøling, da solen kun lukkes ind efter behov. Belysning organiseres ved hjælp af et mix af sol fra spejle på taget og store effektive LED paneler, som desuden kan have mange andre funktioner (lyskunst). Reklamer bør undgås, da der ikke skal opfordres til forbrug. Da de enkelte boligblokke ikke står alene, men udgør en samlet krop, er der ikke brug for at de kan modstå stormvejr og kraftig nedbør. Det gør at kravene til byggeriet kan skrues noget ned. Taghaver overdækket af solceller vil kunne bidrage til både bio diversitet og energiforsyning. Der er ingen parkeringspladser i byggeriet. Besøgende må parkere udenfor og bruge RUF og Gangeren som intern transport. Gangbesværede kan udnytte et luftpude system kaldet PM (Personal Mover). Det benytter sig af trykluft fra rør lige





under overfladen på særlige strækninger. Når en person står på en plade, blæses der luft op under pladen, som flyder let og lydløst henover den glatte overflade ved hjælp af en luftpude. Brandbiler kan ikke få adgang til de indre pladser, men midt på hver plads, er der en multifunktions enhed, som dels fungerer som elevator til beboerne, dels kan udføre brandslukning hurtigt og effektivt. Enheden fungerer ved hjælp af den meget veludviklede hydraulik teknologi kendt fra gravkøer o.lign.

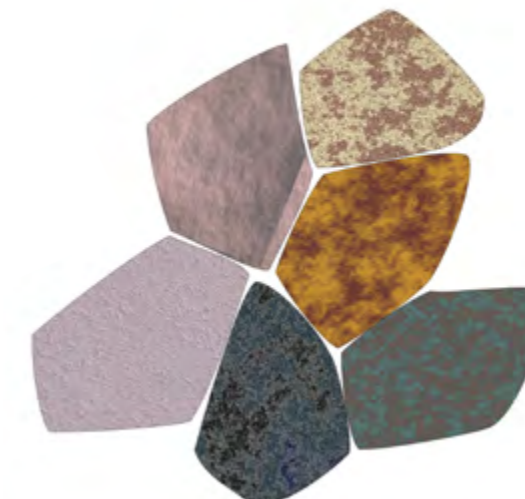
### INSPIRATION

En mulig organisering af by kroppen er ved at benytte det princip, som matematikeren Sir Roger Penrose har skabt, hvor han har bevist at tre specielle klodser kan stables, så de dækker planen uendeligt og uden at gentage sig selv. Jeg har selv eksperimenteret med klodserne og kan bekræfte at man kan lave store og sammenhængende strukturer ved hjælp af kun 3 klodser. Pladserne fremkommer der, hvor man ikke har placeret en klods. De vil altså få helt deres egen karakter. Man kan lære af 8-tallets fantastiske stisystem og evt. skabe en alternativ gangmulighed i 2.sals højde eller på skrå. Ved at supplere med lodrette haver og moderne lyskunst, kan pladserne blive meget spændende opholdssteder til glæde for beboere og gæster. I tilfælde af virus udbrud, kan man i høj grad hindre spredning ved at kontrollere adgang til de enkelte byrum. Man behøver ikke en total lockdown.

# IDEA

## Building Rock

 Komponent	 <b>Palle R Jensen</b>
 Design- og produktionsprocesser	 <b>CVR: 17158058</b> Robert Jacobsens Vej 78 2300 København



### LØSNINGEN

Ved at udnytte de enorme muligheder, der ligger i AI (Artificial Intelligence), vil det være muligt at skabe nogle byggeklodser, som kan være hovedelementet i fremtidige byggerier, og som skaber minimal CO2 udledning. Ved at tage udgangspunkt i eksisterende sten, er det muligt at stable dem intelligent, så de kan erstatte mange betonelementer i specielle byggerier. Stenene scannes til 3D filer og resultatet lagres digitalt. En kraftig computer gennemgår alle mulige kombinationer og vælger den mest effektive.

### INNOVATION

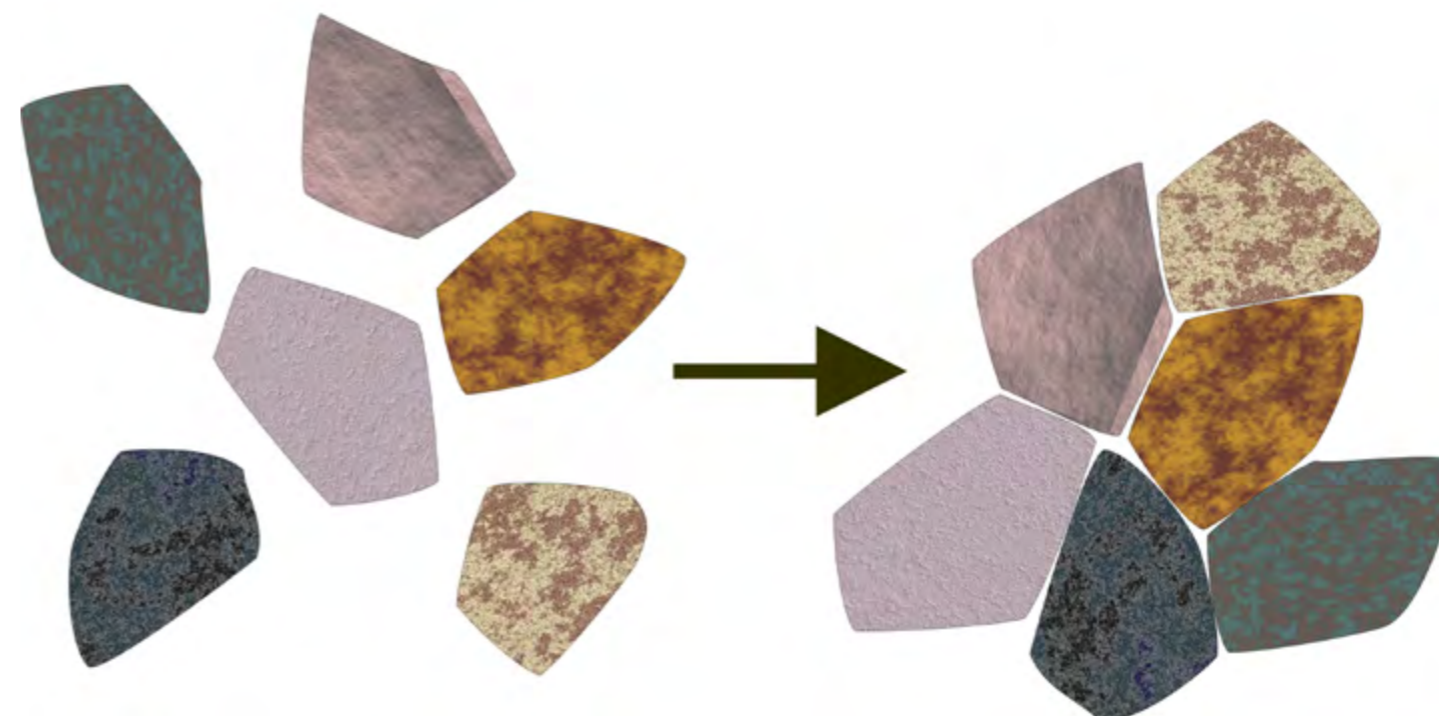
I forhold til, hvordan man i gamle dage brugte enorme mængder af tid på at finde sten, der passer sammen, er det nu muligt at gøre det økonomisk attraktivt via AI.

### PLANETÆRE GRÆNSER

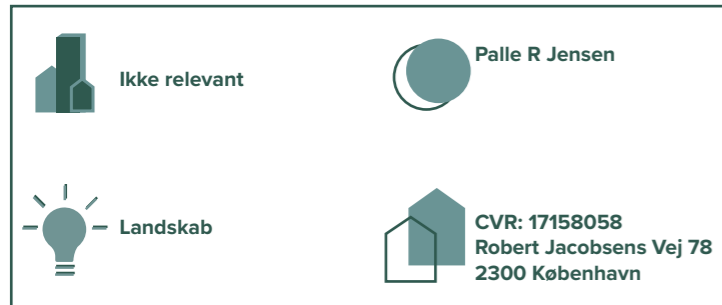
Cement forbruget skal reduceres mest muligt. Der er masser af velegnede sten på globalt plan.

### INSPIRATION

Kirkebyggeri og borge er ofte udført på basis af stablede sten. Æstetikken i disse bygninger er langt flottere end en betonvæg.



# IDEA LAMINAR



## LØSNINGEN

En bolig, som ligger ude på landet er ofte udsat for kraftig vind og dermed afkøling. Det kræver ekstra energi til opvarmning.

## INNOVATION

Ved at etablere en beplantning på en bestemt måde rundt omkring huset, kan der skabes en vind profil, som er uden hvirvler (laminar).

Det virker som om der er vindstille omkring huset, selv om det stormer henover huset.

Det kræver en nøje planlagt beplantning, som er tættest ved jorden og bliver gradvist tyndere jo højere op man kommer.

Det kan også skabes uden planter og dermed fungere ens uanset årstiden. Æstetisk er planter nok at foretrække.

## PLANETÆRE GRÆNSER

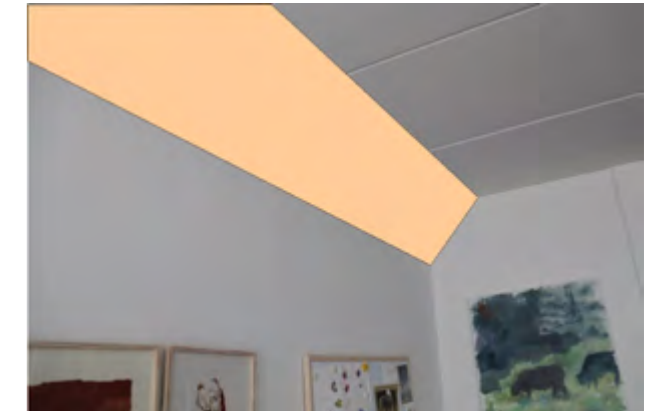
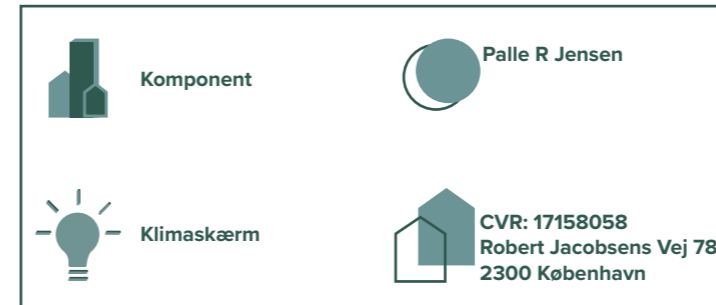
Ude på landet er fjernvarme ikke en mulighed og derfor bruges der megen olie til opvarmning af disse huse. Beplantningen vil også være gunstig for biodiversiteten.

## INSPIRATION

Erfaringer fra min kolonihave siger mig at det vil virke.



# IDEA Villa



## LØSNINGEN

Mange enkeltstående villaer har et stort energiforbrug og da de ofte ikke er koblet til et fjernvarmenet, betyder det olie eller gas og dermed CO2 udslip.

To enkle greb kan forbedre situationen og samtidig forbedre kvaliteten af boligen.

1. Forskydelige isolerende skodder, som dækker vinduerne når der ikke er nogen i rummene indenfor. Det vil reducere varmetabet markant og samtidig hindre indbrud i villaen. I lande med aircondition vil de modvirke indtrængen af varme.

2. Isolering af de øverste 50 cm af ydervæggene indefra ved hjælp af en kileformet enhed. Luft temperaturen i en stue er højest tæt på loftet og dermed slipper megen energi ud til omgivelserne. Da denne del af rummet sjældent bruges, vil en isolerings kile ikke genere, men den vil effektivt nedsætte varmetabet til omgivelserne.

## INNOVATION

Energiforbruget nedsættes uden at brugsværdien mindskes.

## PLANETÆRE GRÆNSER

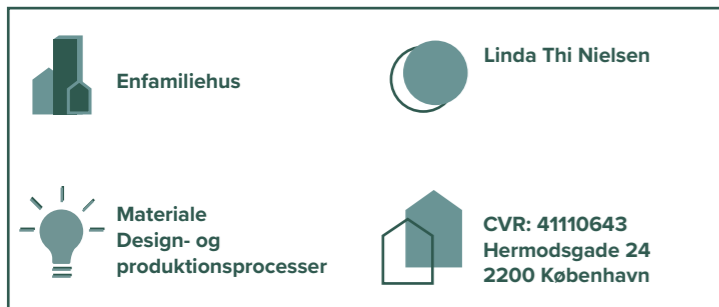
Da der er mange enkeltstående villaer i den udviklede del af verden vil selv et lille bidrag være væsentligt.

## INSPIRATION

Boligindretning i 8-tallet.



# Thi & Dencker Arkitekter ApS Lerjordshuset



## LØSNINGEN

Lerjordshuset er et bæredygtigt boligkoncept med fokus på at minimere udledningen af drivhusgasser, som overvejende baserer sig på en løsningstilgang med fokus på anvendelse af stampet lerjord. Lerjord i ubrændt form – og i særdeleshed som bærende bygningselement – er relativt ukendt i moderne dansk arkitektur, hvilket kan tilskrives produktionsmæssige udfordringer, der historisk set har begrænset byggeteknikkens udbredelse.

For stapede lerjordskonstruktioner kan finde anvendelse i dansk byggeri, må byggeteknikken gennemgå en modernisering, men indsatsen kan udgøre en enorm gevinst for reduktionen af materialers klimabelastning i byggeriet. Lerjordens ressourcegrundlag er stort, og konstruktionernes naturlige råmaterialer forbliver uforurenet, og kan derfor tilbageføres direkte til det oprindelige miljø ved nedrivning. Lerjordskonstruktionerne har under optimale omstændigheder et begrænset klimaaftryk, både under produktionen, i levetiden og efter endt levetid.

Opbygningen af stapede lerjordsvægge foregår ved, at lerjordsblandinger tilsat vand komprimeres lag på lag i forme til den ønskede murhøjde. I denne proces bindes lerminerale sammen, hvorved der opnås en trykfasthed med tilstrækkelig styrke som bærende bygningselement. Vand er essentiel i denne opbygning, men er omvendt lerets største svaghed. Lerets forbindelser opløses, og væggene

eroderer uden tilstrækkelig beskyttelse fra vind og vej; men med de rette forholdsregler kan lerjordsvægge holde i århundreder.

I bilagene præsenteres vores skitseforslag på et enfamiliehus på lerjord, der ved at skabe afstand til vejret sikrer beskyttelsen af væggene. Med inspiration fra dansk byggeskik består boligkonceptet af en modulær hybridkonstruktion af stampet lerjord og træ. Igennem denne enkle opbygning skabes en fleksibilitet, hvor boligerne både kan variere i størrelse og finde bred anvendelse i andre boligkoncepter.

Den samlede løsning fokuserer på minimere den totale CO<sub>2</sub>-udledning til 1/4 med lerjord som nøglefaktor. Vi ønsker at dokumentere levedygtigheden gennem både teoretiske (LCA-)analyser og en praktisk gennemført realisering for at udbrede løsningen på markedet, samt for at understøtte manglende data for lerjordshuse i Danmark.

## INNOVATION

Lerjordsbyggeri har været anvendt i årtusinder verden over, herunder også i en periode i Danmark i det 19. århundrede. I løbet af industrialiseringens tidsalder blev byggeskikken tilsidesat til fordel for mere effektive byggeteknikker som eksempelvis beton. Stampet lerjordsbyggeri har ikke gennemgået større udvikling, og befinder sig stadigvæk på et præindustrielt udviklingsniveau i Danmark.

Traditionelt har man opbygget lerjordsvæggene manuelt og ved brug af

træforskalling og træredskaber. Det indebærer en langsom og arbejdsintensiv proces: At flytte lerjord i formene, og lag efter lag komprimere den fugtige jord med håndkraft. Sidenhen har de få, som praktiserer stampet lerjordsbyggeri i Danmark, fundet anvendelse af moderne hjælpemidler som mekaniske stampere og nyere forskallingsteknologi.

Østrigeren Martin Rauch, som er grundlægger af virksomheden Lehm Ton Erde, anses som Europas førende producent af stapede lerjordskonstruktioner, og har udviklet løsninger på den manglende effektivisering i produktionen med et modulbaseret byggesystem. Virksomheden besidder et produktionsapparat, som fuldt automatiseret udfører stapede lerjordsmoduler, hvilket har medvirket til en markant sænkning af omkostningerne og forøget ensartethed af produktets kvalitet. Rauch har igennem talrige byggerier bevist anvendeligheden af teknologien i praksis.

Med inspiration i denne udvikling har Thi & Dencker Arkitekter indgået et partnerskab med Region Hovedstaden, DTU, Vejdirektoratet, Holbøll, TSG Grusgrave og Remco Ressourcecenter med formålet at udvikle et lignende produktionsapparat til byggeriet i Danmark under rådgivning af Martin Rauch. Første testforløb tager udgangspunkt i at opbygge en støjbarriere i stampet lerjord langs en motorvejstrækning ved brug af et specialbygget mobilt og fuldt automatiseret produktionsapparat.

Til en begyndelse må lerjordsbyggeriet

opføres delvist traditionelt, men vi mener, at vi parallelt med den produktionsmæssige udvikling, må bestræbe os på at gøre lerjordsbyggeriet attraktivt og øge byggebranchens fortrolighed med teknikken igennem konkrete og realiserede arkitektoniske eksempler inspireret af danske traditioner og håndværk.

## PLANETÆRE GRÆNSER

Fordelene ved brug af stapede lerjordskonstruktioner er den minimale forarbejdning under byggeprocessen, tilgængeligheden af materialet, minimering af transport, den termiske masse og dermed lave energiforbrug under levetiden, og at materialet kan tilbageføres direkte i naturen efter endt levetid. Dermed belaster denne byggemetode i minimal grad de planetære grænser.

Den danske forekomst af lerjord er af typen morænelerjord, som er dannet under den seneste istid. Morænelerjord er den mest almindelige jordart i Danmark, og der er derfor, ligesom i resten af verden, et stort ressourcegrundlag. Lerjorden behandles oftest som et overskudsmateriale, og ved byggeri indebærer det betragtelige økonomiske og klimamæssige omkostninger at bortskaffe overskudsjorden. Derfor er det fordelagtigt at opføre konstruktioner af den samme jord, der eksempelvis udgraves i forbindelse med kælder og fundament,

og transport kan derfor udelades fra bygningens miljøpåvirkning. Selv med transport medregnet har stapede lerjordskonstruktioner en lav klimamæssig belastning.

I vores forslag på en hybridkonstruktion af stampet lerjord og træ, består materialeforbruget primært af to forskellige bæredygtige og cirkulære ressourcer af henholdsvis mineralisk og biogen oprindelse. Trækonstruktionerne bidrager i bæredygtig henseende med at binde kulstof, som oplagres i byggematerialet i dets levetid. Trækonstruktioner egner sig desuden godt til modulbyggeri, og har gode muligheder for demonterbarhed. Principielt har trækonstruktioner en veldokumenteret positiv klimaeffekt, hvis det implementeres hensigtsmæssigt i byggeriet, og vi ser derfor træ som et oplagt supplerende byggemateriale til stampet lerjord.

Med de bærende elementer i lerjord og træ skaber vi en basis for at opnå 2,5 CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/p.a., og vi vil videre undersøge biogene løsninger i øvrige bygningsdele; herunder tag, isolering og fundament.

## INSPIRATION

Vi har i de seneste år gennem fondsstøttede undersøgelser afsøgt mulighederne for at implementere stapede lerjordskonstruktioner i moderne dansk byggeri. Vi har undervejs

studeret både danske og udenlandske traditioner, ressourcemæssige forudsætninger, produktionsmuligheder m.fl. Senest har vi med støtte fra Boligfonden Kuben og Dreyers Fond iværksat en undersøgelse om stampet lerjordsbyggeris arkitektoniske kvaliteter gennem konkrete skitseforslag. Det er i høj grad de erfaringer, vi har opbygget igennem de seneste års specialisering, vi baserer vores løsningstilgang på.

Derudover oplever vi, at mange af 'lerjordspionererne' har en udpræget open source-tilgang med et oprigtigt ønske om at støtte udbredelsen af stampet lerjord. Vi deler samme tilgang, og har ligeledes givet og modtaget rådgivning og indledt samarbejder med praktiserende producenter med ekspertise i lerjordsbyggeri, herunder Martin Rauch.

Vi har på baggrund af research i danske bygningstraditioner opdaget mange sammenfald mellem lerjordsbyggeriet og historiske danske byggeskikke, der potentielt kan bidrage til udviklingen af moderne løsninger. Vi har bl.a. fundet inspiration i bindingsværksbyggeriet, der særligt materiale- og håndværksmæssigt rummer relevante metoder til behandling af lerjord.

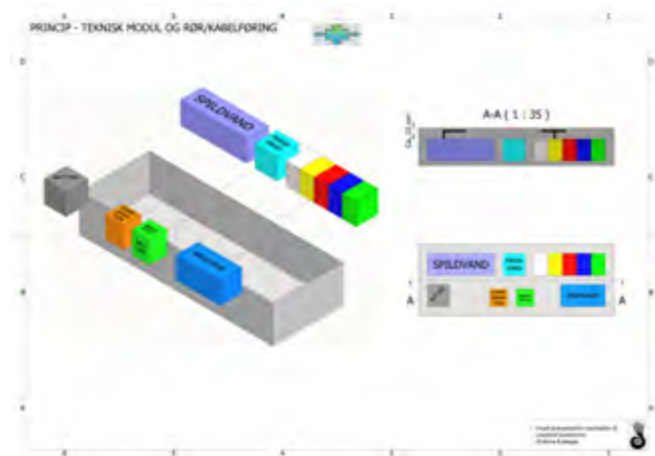
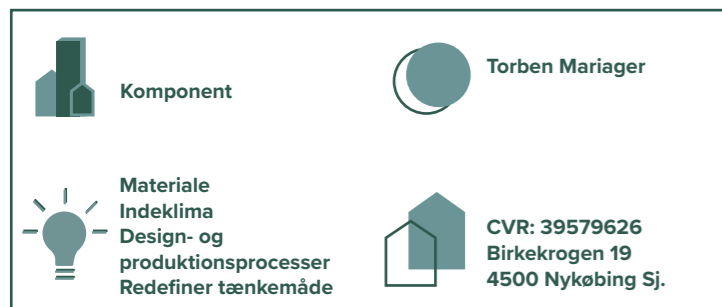
Den grundlæggende inspiration for vores løsningstilgang tager i særdeleshed udgangspunkt i det arbejde,

som Martin Rauch har udrettet både produktionsmæssigt og byggeteknisk de seneste årtier. Det overordnede sigte med vores iværksatte projekter, har været at afsøge, hvordan man kan overføre disse byggetekniske principper til en dansk kontekst, og derpå bidrage med udviklingen af en specifik dansk lerjordsbygningskultur med afsæt i danske arkitekturtraditioner og klimatiske forudsætninger.



# ClimatopiaFlex

## Den fleksible bolig for livet



### LØSNINGEN

Byggesystemet er justerbar vertikalt, og flytbar horisontalt. Intentionen er at opnå en optimal fleksibilitet, der gør det muligt at forbedre boligen løbende uden materialetab, og at den kan anvendes under forskellige skiftende klimatiske forhold, samt flyttes efter behov/nødvendighed.

Opdelt i enkeltmoduler med separate funktioner. Antal moduler tilpasses en persons aktuelle livssituation.

Hvert modul er opdelt i et nedre standard teknikmodul og et øvre funktionsmodul. Teknikmodulet er indholdsmæssigt tilsvarende opbygget efter modulbehov (spildevand, energibevaring, kommunikation etc. – se tegning) der traditionelt er "spredt" rundt i en bolig i vægge, gulve, rum, loft ect. Teknikmodulet kan anvendes på alle øvre funktionsmoduler uanset om det anvendes til bolig, sundhedsklinik, kontor etc.

Alle vægge - indre som ydre - kan flyttes/fjernes/påsættes efter behov. Alle delelementer kan udskiftes løbende i takt med erfaringer på driften, nye bæredygtige materialer, og beboernes erfaringer med anvendelse.

De udvendige sider af modulet har en konstruktion, hvor den ønskede personlige arkitektoniske visuelle fremtoning gør, at modulerne ikke vil fremtræde med et ensformigt udseende. Se mere på [www.climatopiaflex.org/boligen](http://www.climatopiaflex.org/boligen)

### INNOVATION

Modulerne kan placeres såvel på land som vand – og kan justeres i højden og flyttes hvis det kræves/ønskes. Værdier går ikke tabt – eller – er ikke stavnsbundet til en matrikel.

Byggesystemets enkeltdele kan optimeres løbende med de udfordringer klimaet sætter for en bolig f.eks. udfordringer med fugt p.g.a. temperaturstigninger og højere luftfugtighed.

Alt kan udskiftes uden at boligen skal "splittes ad". Al teknik/kabelføring er samlet i teknikmodulet/"fundamentet" hvorfra kabel- og rørføring kan fremføres uhindret – og ændres – når nye behov gør det påkrævet uden yderligere anvendelse af materialer.

Boligen kan fungere off-grid. 46% af klodens befolkning lever off-grid, men hvordan er fremtidsudsigterne for os der i dag lever på en fast matrikel.

### PLANETÆRE GRÆNSER

I princippet bygges der kun et boligmodul pr. person for hele livet. Byggeri af nye boliger kan herved reduceres væsentlig. En persons tilgang til sin livsstil fra en "traditionel" til en mere bæredygtig vil være, at det er muligt at ændre på det materielle behov i takt med erkendelsen af hvad der skal til for at leve op til en klode i balance.

Boligen kan tages med "under armen" uanset om man f.eks. flytter hjemmefra hen på et kollegie, på et alderdomshjem, flytter sammen – eller – er klimaf-

lygtning med et midlertidigt nødvendigt ophold før en sikker destination kan findes. Materialeforbruget reduceres dermed radikalt og er samtidig baseret på – som endemål – udelukkende at bestå af biogene materialer.

Der bygges lokalt og anvendes destinationens naturbaserede materialer i det omfang det er muligt, hvorved transport minimeres. Genanvendelse optimeres. Lokal cirkulær økonomi etableres.

Målet er, at boligtypen kan medvirke til at gå fra en minimalt CO2 producerende enhed til at kunne akkumulere CO2.

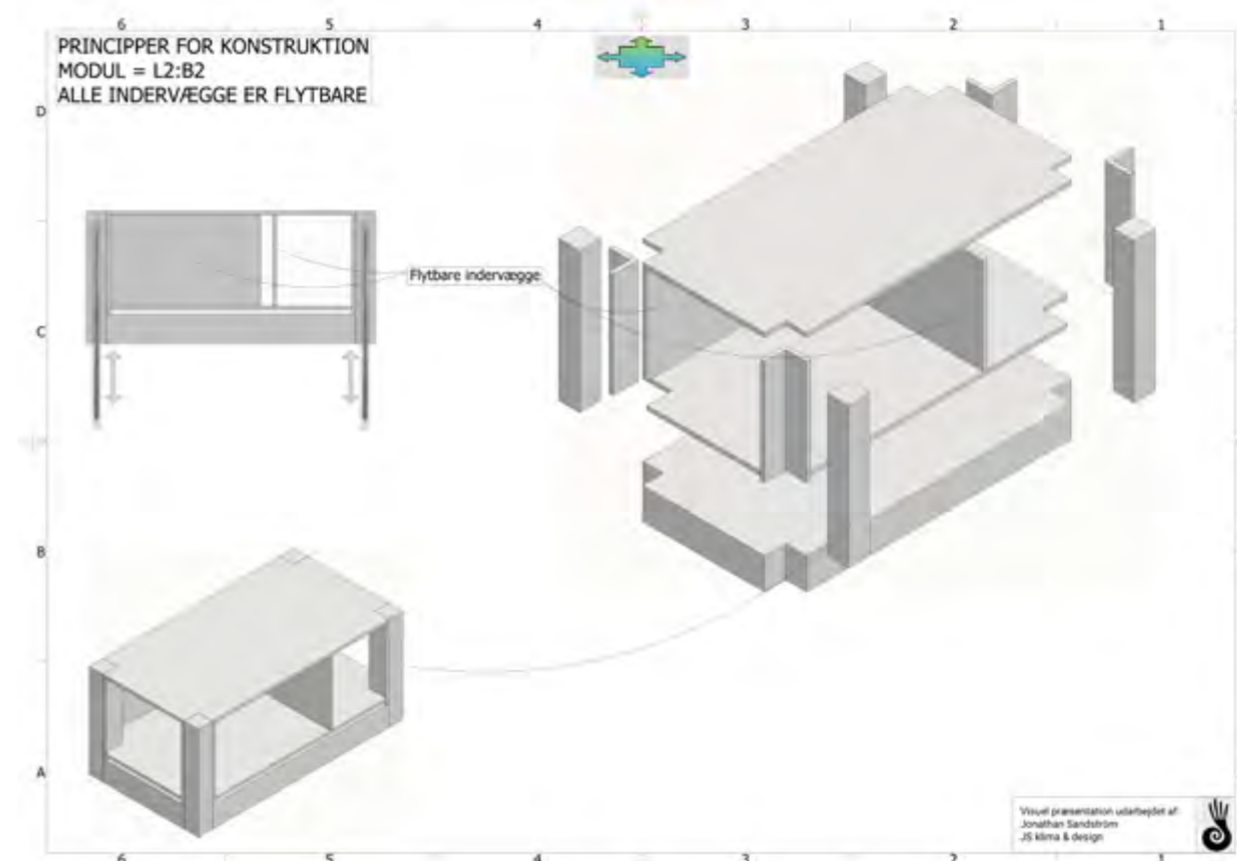
### INSPIRATION

Ingen kender sin egen matrikels fremtid. Kraftige vejrfænomener og klimaforandringer bliver matriklens nye fremtid. Denne fremtid er for andre allerede virkelighed mange steder på kloden. Trods klimaatlaser og andre offentlige digitale værktøjer om vejr, klima mm der løbende justeres – så er det ikke muligt at kunne fastlægge hvad forandringerne konkret har af betydning på hver enkelt matrikels placering.

Disse fremtidsudsigter kræver en bæredygtig avoid-strategi, og en ekstrem fleksibilitet til fremtidens bolig og byggemasse.

Inspirationen er kommet ud af observationer og refleksioner på virkeligheden og utallige rapporter: KU rapport "Byerne og det stigende havvand" 2019, FRI "Byggeriet 2035 – en foresight analyse" 2018, KLs "Et robust Danmark" 2012, Kystdirektoratet

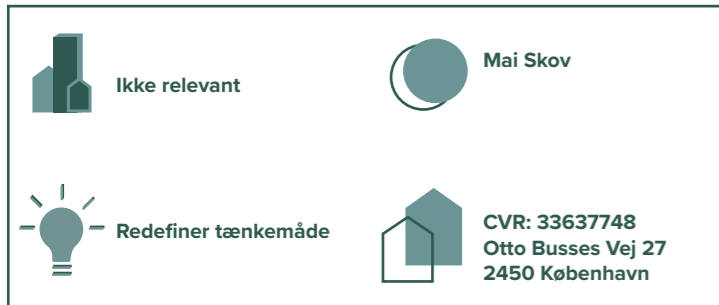
"Kortlægning af erosion og oversvømmelser" 2016, BUILD rapport "Biogene materialers anvendelse i byggeriet" 2022, FN IPCCs rapporter m.fl. Hertil kommer de nye udfordringer med pandemier, som også sætter krav om nye fleksible boligindretninger.





# LENDAGER ARKITEKTER ApS

## Fribyg



### LØSNINGEN

Hvad nu hvis, at vi havde al den vedvarende energi vi skulle bruge – og mere til, hvis bygninger ikke behøvede at have vægge af 500 millimeters tykkelse, hvis ressourceoptimering lå i lette og optimerede bygninger, hvis konstruktioner, vinduer, isolering og installationer kunne reduceres, og ikke maksimeres, i materialeforbrug. Hvad nu hvis, at bæredygtighed ikke defineres i mere – men i mindre-forbrug. Dette er et klart og tydeligt svar på den globale ressourcekonsumering og ressourcemangel.

Hvilken betydning vil det have for energirammerne, bygningsreglementet og eksisterende kultur, værdier og normer i byggebranchen? Hvilken æstetik skabes ud af denne nyopfundne kontekst og tæthed i bygningerne og hvilke potentialer har det på indeklima og velbefindende? Kan denne frihed skabe løsninger, som svarer på de planetære grænser? Et projekt som opererer og udvikles i frie rammer, modsat prædefinerede begrænsninger.

Fribyg er derfor et byggeri der opfordrer til at tænke og designe frit og som samtidig søger at motivere branchen til at komme med begavede og funktionelle løsninger på fremtidens boligbyggeri. Hvem ved, måske kan Fribyg bidrage til ændre byggeriets rammer og løfte bæredygtige målsætninger, der kan føre til reduktion af CO2, energiforbrug og ressourcekonsumering og samtidig øge indeklimaforhold, velbefindende og komfort.

Derfor er Fribyg en vision om at skabe mere ved brug af færre ressourcer i frie rammer; hvor reversible principper og regenerativ tilgang til ressourcer danner udgangspunkt for et fremtidig boligbyggeri, som er bæredygtigt inden for de planetære grænser, samt fleksibelt og tilpasningsdygtigt over for både nutidige og fremtidige behov, funktioner og samfundsmæssige forandringer, vi ikke kan forudsige i dag.

### INNOVATION

Fribyg er et visionært projekt, som søger at skabe ny viden om bæredygtig arkitektur og praksis med afsæt i boligbyggeriet, ved at udfordre nutidige rammer og regelværk, for dermed at kunne gentænke måden vi bygger, tænker og praktiserer bæredygtigt på. Det stigende fokus på den grønne omstilling både i byggereglementet og energikrav, søger at fremme et bæredygtigt byggeri, men samtidig skaber initiativerne en slagside, da de høje krav udgør en rigid struktur, hvor det er svært for nytænkning, der for alvor kan skubbe dagsordenen, at blomstre op. Innovationen i Fribyg er derfor et simpelt greb på en kompleks og højaktuel problemstilling: et boligkoncept, der viser helt nye muligheder for bæredygtighed både i form af dets minimale materialeforbrug, materialevalg og lette konstruktionsprincipper, alt dette muliggjort med udspring i tanken om, at vi gentænker nuværende regulativer rammer og energiforsyning i forhold til bæredygtighed og praksis. Derfor er Fribyg et visionært inspirations- og visionsprojekt, der udover at adressere CO2-forbrug og

ressourceknaphed muliggøre at bygge boliger indenfor planetens grænser. Det minimale materialeforbrug kombineret med selvforsyning af fri energi gennem vedvarende energikilder, reducerer omkostninger til opførelse og drift, hvilket muliggøre at kunne bygge billigere boliger, som flere har råd til at leve i. Det sociale aspekt af bæredygtighedsbegrebet er derfor lige så vigtigt at forholde sig til, hvis vi skal kunne bygge gangbare samfund, der understøtter inklusion og lighed.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Vi bliver stadigvæk flere mennesker på jorden som skal have et hjem, og det kræver at det byggede miljø yderligere ekspanderes. CO2-udledning er en afgørende faktor at forholde sig til i vores boligbyggeri, men mindst ligeså vigtigt er det at udvikle og vise foregangseksempler, der kan bidrage til at øge ambitionsniveauet i nuværende mål, således de i højere grad forholder sig til mulighedsrummet i form af vores planets ressourcer og et livscyklus-CO2-aftryk på 2,5 kg/m<sup>2</sup>/p.a.. Det er ingen hemmelighed at byggeindustrien har enorme og omsiggribende konsekvenser for vores planet, og derfor er byggesektoren også en vigtig del af løsningen, da vi gennem ændringer af vores praksis omkring byggeriet har mulighed for at påvirke globale systemer af materialestrømme.

Konceptet i Fribyg er at anspre nye rammer for udviklingen af bæredygtig boligarkitektur til at have en langt mindre ressourcemæssigt aftryk end i dag,

men projektet bidrager på flere niveauer ved at skabe en kaskadeeffekt; lette bygninger afføder lette konstruktioner, som kræver færre materialer, og er lettere at skille ad samt transformere, hvilket gør dem robuste og fleksible og dermed muliggøre en længere levetid. De nævnte eksempler er direkte afledte effekter i den lokale kontekst hvor boligbyggeriet er lokaliseret, men for at udrulle forståelsen af bæredygtighed som begreb, må vi forstå hvorledes lokale handlinger er en del af globale strømme. Ved drastisk at reducere materialeforbruget i byggeriet kan vi også bidrage til at bremse rovdraft på arealudnyttelse, naturressourcer og biodiversitet.

### INSPIRATION

Det er let at nå til enighed om, at vi skal bygge mere bæredygtigt, men i dag i praksis er der stadigvæk et stort hul mellem vision og realitet. Viljen er der men strukturen til at understøtte handling mangler, hvis vi for alvor skal rykke på bæredygtighedsdagsordenen og opnå mærkbare effekter. I langt de fleste tilfælde er bæredygtige intentioner og innovative ideer ikke nok til at bane vej for nye projekter, der kan videreudvikle bæredygtighedsbegrebet i arkitekturen. Der er en lang række af barrierer der bremser innovationen – og et stort og tilbagevendende problem er risiko og ansvar. At udvikle og ikke mindst implementere løsninger, som bryder med bæredygtighed inden for de fastlagte rammer stoppes af regulativer og retningslinjer, hvis formål er at gavne samt garantere et sikkert og sundt byggeri, men deres

velmenende hensigt ender i praksis ofte med at have en negativ effekt på graden af bæredygtighed og innovation i de udførte projekter. Dermed har inspirationen til dette projekt dybe rødder i erfaring fra praksis.

Island er en anden vigtigt inspirationsskilde for visionsgrundlaget i Fribyg og konceptet om fri energi. I dag stammer 99,9 % af den energi som produceres på Island fra vedvarende energikilder, såsom vandkraft, geotermiskraft samt vindkraft. Det betyder at over 90% af Islands bygninger bliver opvarmet med geotermisk vand, der gennem et nationalt rørsystem, lignende vores fjernvarmenet, føres ud til forbrugerne (Iceland National Energy Authority).

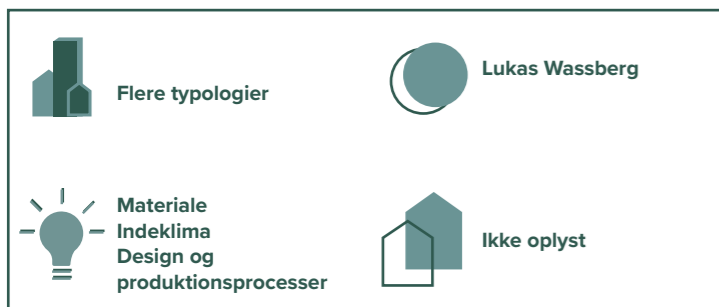


Det resultere bl.a. i at det er billigt både for miljø og Islændingenes egen økonomi at forbruge energi til opvarmning og komfortbehov. Netop disse principper og potentiale i fri energi kombineret med reduceret materialeforbrug til opførelse af bygninger, har været en stor drivkraft bag idéen.



# Lukas Wassberg

## Skovens oversete resurse



### LØSNINGEN

Siden modernismen har arkitekter ofte behandlet materialer som overflader der beklæder en ønsket form. Materialernes oprindelse og samfundsmæssige påvirkning var mindre interessant. Forslaget vender dette forhold på hovedet og spørger ”hvordan kan vi skabe arkitektur fra de resurser vi har omkring os?”

Løsningen er et bud, på hvordan vi kan skabe sunde og billige boliger af biogene resurser der findes i rigelige mængder, men som i dag tilskrives lav eller ingen værdi. Fokus er på at udnytte udtyndningstræ fra dansk skovbrug, som i dag afbrændes, samt biomasse fra invasive planter. Til at opføre boligerne er der udviklet et nyt byggesystem, ”Stave & Ribbe”, bestående af en synlig massivtræskive samt en let træstolpe/bjælke.

Boligen skal minde beboeren og nabolaget om den uundgåelige omstilling, ikke som en formaning om at leve spartansk, men som et håbefuldt eksempel på at radikale løsninger også kan indebære øget kvalitet. For at understrege denne oplevelse, og bryde med de grå og brune nuancer, der ofte associeres med bæredygtighed, arbejdes der med farver, kvalitet og dagslys.

Løsningen udnytter materialernes iboende egenskaber og en lav grad af forarbejdning, til at skabe arkitektoniske, sanselige virkemidler, fx i vægoverfladens skyggespil og lysten til at berøre.

Byggesystemet er diffusionsåbent og ventileres med varmepumpe der generer varme fra udblæsningsluften, ved at suge frisk luft gennem vægpaneller. Det er ikke kun fordelagtigt for husets konstruktion og varmeregningen, men skaber et sundt indeklima hvor tærskelværdier for fugt, CO2 og temperaturer ikke overskrides. For at sikre et stabilt indeklima bruges ler til udvalgte gulve og vægtavl.

En samfundskurve der skal vendes, er antallet boligkvadratmeter per person, men fremfor at foreslå minimale boliger, som en minimal andel af befolkningen kan forventes at acceptere, foreslås en boligstørrelse indenfor ’det mulige kunst’.

Fokus i denne pitch er ikke en gennemarbejdet plantegning, men på hvordan vi kan bygge.

### INNOVATION

Boligkonceptet samler innovative teknikker/materialer/principper, som på forhånd er mere eller mindre kendte, men indeholder også helt nye løsninger. Det afgørende nye er byggesystemet ”stave & ribbe” som er udviklet til konkurrencen. Ligesom Brettstapel/CLT, kan ’stave’ være bærende og samtidigt udgøre det synlige lag, eller beklædes med forskellige materialer. Ligesom I-bjælker, kan ’ribbe’ benyttes som bærende gulvbjælke/vægstolpe/spær.

Det, der skiller byggesystemet fra andre moderne trækonstruktioner, kan sammenfattes i fire punkter:

**Råvarer:** Byggesystemet består af danske træressurser der i dag afbrændes, og udnytter dermed biomasse fra eksisterende produktionsskove. Da disse træstammer ellers var fliset og brændt, lagres den CO2 der ellers var udledt. Råvaren til isoleringen er defibreret ved fra invasive planter som gyvel/rynket rose/glansbladet hæg.

**Produktionen:** I produktionen er der fokus på en lav grad af forarbejdning og en ambition om at samle delene uden lim og/eller skruer. Ved at arbejde med ikke helt udtørrede træstammer, og samle disse med oventørrede rundstokke, vil træstammerne klemme fast om rundstokkene, i det træet svinder.

**Æstetikken:** Til forskel fra CLT har ’stave’ den arkitektoniske fordel, at der kan skabes forskellige udtryk/spil i overfladen afhængig af hvordan træstammerne/stavene skæres til, orienteres i vægelementet og evt slibes/høvles/ludes/sæbebehandles.

**Prisen:** Da byggesystemet udnytter en resurse, der ellers ville sælges i form af flis, er råvareprisen væsentligt lavere per m3, end for de tykkere stammer der afsættes til savværkerne. Fx koster en 3m Ø12-14cm stamme af rødgran blot 6kr. I råvareudgifter til det bærende træ (eksl. rundstokke) koster ’stave’ 17kr/m2 og ’ribbe’ koster 2kr/m. Råvareudgiften (ekskl. høst og forarbejdning) til isoleringen er minimal, da denne består af invasive arter såsom gyvel og glansbladet hæg.

Byggesystemet er udviklet til at opføres på jordskruer, hvilket bevirker at biogene materialer kan substituere beton, jern og polystyren i terrændækket. Med et ventileret terrændæk slipper man desuden for radongas og opstigende jordfugt.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Det er et stort fremskridt at samfundet nu vurderer bygninger i et livscyklusperspektiv, og at byggeriets parter dermed kan træffe mere bæredygtige valg. Dog er beregningsgrundlaget noget misvisende, da den bagvedliggende data ikke tager højde for konsekvenserne af vores valg. Når vi i disse år baserer vores materialevalg på baggrund af LCA, må forbruget af biogene materialer forventes at stige betragteligt. Efterspørgslen på fremfor alt træ vil sandsynligvis stige markant. Så længe skovproduktionen foregår bæredygtigt, er det ikke nødvendigvis et problem når landbrugsjord omlægges til produktionsskov, men vi bliver nødt til at behandle spørgsmålet i et globalt perspektiv, hvor biodiversitet og fødevarerforsyning også tænkes med. Da konsekvenserne ikke medregnes, er der en vis usikkerhed i LCA og muligvis performer konventionelt processeret træ ikke helt så godt, som vi bliver foranlediget til at tro. For at kunne levere 1 del varigt gavtræ kræves 4 dele træ, hvoraf 3 dele afbrændes.

Ved at bygge med uudnyttede, danske træressurser flytter vi biomasse fra forbrænding til lagring, vi begrænser udledninger forbundet med transport, vi beslaglægger ikke mere landareal og vi understøtter det nationale klimaregnskab. Med en løsning hvor terrændækket desuden kan opføres af biogene materialer, fremfor beton, jern og polystyren stiger den totale træandel væsentligt.

Alt i alt burde der være gode forudsætninger for at boligkonceptet udleder mindre end den ønskede grænseværdi og som respekterer de øvrige planetære grænser.

Med hensyn til opvarmning, viser forsøg med NOTECH-ventilationsløsningen, som vel at mærke kan opføres med 2-lags vinduer fremfor de mere resursekrævende og dyrere 3-lags vinduer, gode resultater fra testbyggerier. 2-lags vinduer er desuden et bedre valg med hensyn til dagslyskvalitet og

optag af D-vitamin. Boligkonceptet handler ikke om at løse et isoleret problem, men prøver at tænke på alle led; fra skovbunden til indeklimaet og tilbage til jorden, når materialerne engang skal forgå.

### INSPIRATION

Idéen om at bruge udtyndningstræer fra skovbruget som bærende byggemateriale, er opstået i forlængelse af et semesterprojekt ved Arkitektskolen-Århus. Her var mit ønske at skabe en arkitektur af det vi kan finde lokalt, og som ikke allerede udnyttes. Her undersøgte jeg også potentialet ved bygge med biomasse fra invasive arter.

Arbejdet med at udvikle ’ribbe’, og derefter ’stave’, hentede først inspiration fra I-bjælker, hvor andelen træ er minimeret. Selvom ’stave’ kan ligne en bjælkekonstruktion på højkant, en forsimplet udgave af Brettstapel eller traditionelle stavkonstruktioner, kommer idéen ikke bevidst fra disse kilder, men fra en designproces hvor de tynde, tre meter lange træstammer har været selve udgangspunktet. Idéen til at arbejde med ’klemmeeffekten’ kommer fra et sløjdkursus i friskt træ, hvor man uden lim opnår stærke samlinger.

Form- og planmæssigt henter boligkonceptet inspiration fra førindustrielle byggeskikke såsom det danske bindingsværkshus, norsk lathus og svenske stolpverkhuse, hvor man byggede huse i fag med ens afstand mellem de bærende dele. Udover at give huset rytme i sit udtryk, er metoden yderst bygbar og tillader omprogrammering indenfor et sæt ’spilleregler’. Fremfor at skabe en hyperspecifik plan, efter de ønsker en bygherre måtte have i dag, tænkes bygningen åben for forandringer over tid.

Erfaringen fra at arbejde med træ og ønsket om at bygge uden at belaste kloden, stammer fra flere års interesse indenfor bæredygtigt byggeri. Først som tømrer, herefter som selvbygger af et halm/ler-hus, og nu som studerende ved Arkitektskolen-Århus. Så sent som i 2021 tegnede og byggede jeg et atelier hvor fokus var højest mulige træandel og lavt budget.

Derudover har jeg igangsat arbejdet med FBK og Svanemærkning af større byggeprojekter som tidligere ansat ved tegnestuen Arken. I årenes løb

har jeg ikke blot afprøvet materialer og teknikker med egne hænder, men også løbende opsøgt viden gennem rejser, faglitteratur, samfundsdebatten og byggefaglige rapporter.

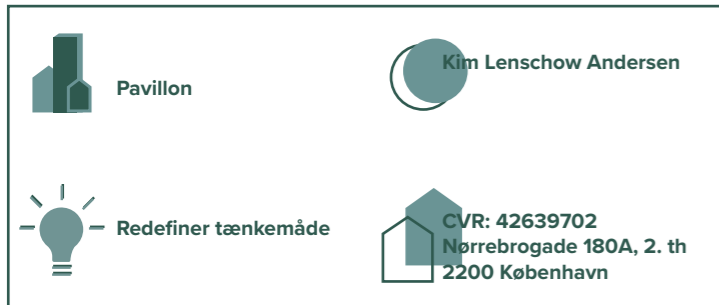






# Office Kim Lenschow ApS

## Fragile Architecture



### LØSNINGEN

#### Nye tider

Boligkonceptet er en arkitektonisk og kunstnerisk udforskning af de materialer, som vores boliger består af.

Vestlig arkitektur indskrives ofte i en tidsskala, der minder om geologiens. Den brændte ler og den støbte beton minder os (både poetisk og fysisk) om, hvordan jordens stenarter er formet i en kombination af langsomme tektoniske skift og varme fra jordens indre. Samtidig er vi opfostret med, at vi skal "forskanses" imod naturen. Vi bygger for at beskytte os imod de mest ekstreme tilfælde, vores klode kan kaste efter os.

Vores subjektive kvalitetsforståelse af materialer er formet herefter, og vi bygger helst med materialer, vi i denne sammenhæng værdsætter højt – metaller, sten, beton, tegl – fordi de ikke forgår, de varer "evigt".

I lyset af klimakrisen har dette ført til et nyt paradoks i arkitekturen, som forværrer vores aftryk på kloden, og som forvirrer såvel arkitekt som forbruger. Vi bliver ved med at bygge noget, der ligner, at det kan holde i lang tid, men som i virkeligheden ikke kan. Eller vi bygger noget, der kan holde i meget lang tid, men som hurtigt bliver brugsmæssigt forældet og un-desireable. Laminater, der ligner sten på en plade af opskummet polyurethanskum, er lige så skadelige for vores planet, som de er for den menneskelige forståelse af vores materielle verden. Eller modsat; et "tidløst" køkken i metal og granit, der udskiftes hver gang en le-

jlighed skifter ejer. For at imødekomme planetens grænser skal vi undersøge måder at bygge på en anden måde med andre materialer. Vi skal bygge mere med naturens materialer eller med regenerative materialer, som enten sætter skånsomme fodaftryk på kloden, eller som er fuldstændig cirkulære. Disse nye regenerative materialer skriver sig ind i en anden tidsskala, som vi skal beherske og forstå for at kunne implementere dem i arkitekturen.

### INNOVATION

Arkitekturen set i en biologisk tidsskala. Konceptet ønsker at udfolde denne nye tidsforståelse inden for arkitekturen og starte en diskussion om, hvor lang tid bygninger, bygningsdele og inventar skal kunne holde. Hvor lang tid skal bygningens klimaskærm og konstruktion holde? Hvor lang tid behøver et køkken at kunne holde?

Konceptet bygger på en forståelse af at den måde, vi bygger boliger og deres indretning, skal forstås igennem mange forskellige levealder og tempi. En bygnings bærende konstruktion skal for eksempel holde længere end møblerne, som står inde i den samme bolig.

Konceptets innovative grundspørgsmål er, hvordan nye regenerative biomaterialer kan gøre denne forståelse mere eksplicit i arkitekturens udtryk. Kan det faktisk at udvalgte materialer bliver nedbrudt over tid blive et kvalitetsstempel i stedet for en hæmsko?

Praktikaliteten i at noget går i stykker med vilje er som sådan svært at sælge. Kernen i det innovative aspekt er derfor at udfordre disse nye materials semiotiske værdi og desirability, og samtidig udforske deres tekniske og fysiske egenskaber som byggematerialer. I projektet ønsker vi at forstå arkitekturen i en biologisk tidsskala.

Boligen som studieobjekt. I konceptet ses boligen som en slags "primitive hut" – den ultimative case-study for hvordan vi skal leve og bo. Boligen er en grundtype inden for arkitektur, der omhandler de mest basale nødvendigheder for at skabe læ, ly og varme. Det er ikke hensigten at genopfinde boligens rumlige struktur eller at udfordre eksisterende boformer men snarere at stille skarpt på materialers nødvendige levetid i de respektive brugsområder. Kan et køkken udføres i nedbrydelig bioplast? Konceptet kan forstås som et eksperimentarium i ukonventionelle byggematerialers holdbarhed.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Boligkonceptet bidrager til at nå målet om reducerede udslip ved at ændre på, hvilken belastning byggeriets materialer ligger på klimaet. Materialernes klimapåvirkning er slet ikke reguleret i dag, og en ændring af, hvilke materialer vi bruger, vil give en stor lettelse på bygningers CO<sub>2</sub>-aftryk.

Ved brug af biologisk baserede og regenerative naturmaterialer formindskes CO<sub>2</sub>-udledning markant i produktionsfasen, da mange biobaserede

materialer optager og lagrer CO<sub>2</sub> i byggefasen, fordi materialerne ofte er lette og kan findes lokalt. I bygningens levetid vil biobaserede materialer, der er bedre kalibreret i forhold til bygningsdelens levealder, radikalt formindske den mængde af skadelig affald, vi producerer.

### INSPIRATION

Boligkonceptet udspringer af tidligere opførte projekter, samt igangværende undersøgelser af biobaserede materialer i arkitekturen.

I projektet "Between Birch" udforskede vi hvordan vi igen kan bygge i lette og bæredygtige materialer. Husets fundament er skruepæle, og stort set alle materialer ud over tagdækning og facader er organiske.

I projektet "Throne of Fragility" udforskede vi bioplast, og måder at arbejde med bioplast lavet af almindelig stivelse igennem en tektonik, der var bevidst skrøbelig. Projektet eftersøgte at vende forestillingen om, at noget skal kunne

holde længe på hovedet, og arbejdede med forfald og nedbrydning som et tektonisk og æstetisk virkemiddel.

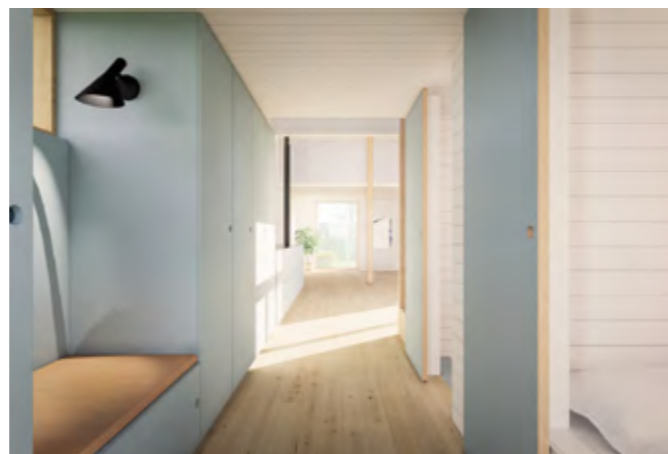
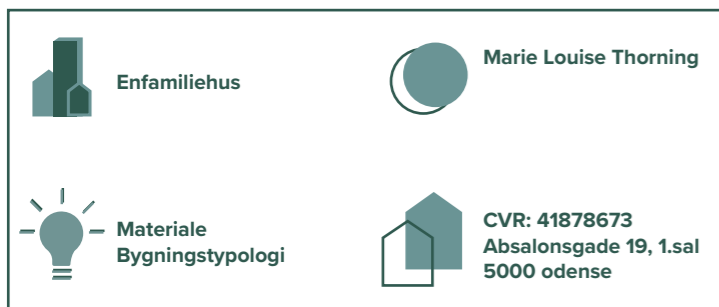
I et igangværende projekt i samarbejde med Natural Material Studio (støttet af Dreyers fond) søger vi at udvikle nye bionedbrydelige kompositmaterialer til brug i arkitekturen baseret på materialer fra reststrømme i trævareindustrien.

Ud over egne erfaringer er teoretikeren Stewart Brands koncept om, at bygninger skal tænkes i lag, der udskiftes i forskellige tempi, er grundlæggende for forståelsen af boligkonceptet. Konceptet trækker også på Marc-Antoine

Laugier's definition af "the primitive hut" og Gottfried Semper's fire elementer af arkitektur – Hearth, Roof, Enclosure og Mound – som de primære dele et hus eller en bolig består af.







## LØSNINGEN

Klimakrisen er skabt af et stigende forbrug af materialer, energi og fødevarer, og dette eksplosive forbrug har lagt pres på jordens ressourcer samt resulteret i stigende materiale priser. Denne forbrugsmæssige tilgang til ressourcer kræver ikke blot en omstilling af hvordan vi i praksis bygger, producere og innovere arkitektur, men også at vi skaber boliger med økonomisk og socialt bæredygtigt afsæt. Med dette boligkoncept vil vi udforske hvordan vi kan arbejde med billige bæredygtige boliger på nationalt plan.

Formgivning af eksempel byggeriet Re-Gen Architecture bygger på tre grundprincipper;

1. Re Generation – Kompakt stedsspecifik arkitektur med fokus på fornybare materialer og kvalitet på færre kvadratmeter. Boligen formgives ud fra præmissen om udelukkende at anvende indenlandske ressourcer med fokus på æstetisk diversitet i biomassen, samt arkitektonisk traditionel byggeskik med fokus på detaljen, konstruktive principper og planløsningen. Ved at fokusere på lokale materialer understøtter projektet i samme ombering omtanke for social økonomisk bæredygtighed.

2. Re Generate – Udformningen af detaljer med fokus på adskillelige og genanvendelige elementer i konstruktion og inventar. Som del af den cirkulære økonomi er det afgørende at vi i lang højere grad skaber løsninger med fokus på genanvendelse.

3. BioGenic Material – For at opnå et byggeri der opfylder målet om 2,5 kg/m<sup>2</sup>/p.a. er det helt afgørende at anvende biogene materialer, der kan lagre kulilte. Den vedhæftede figur 1 viser en simpel udregning hvorledes man ved at udskifte konventionelle byggematerialer med biobaserede byggematerialer kan reducere kulilteforbruget i byggeriet markant. For at accelerere den grønne omstilling og fordre en diverse materiale sammensætning, er det nødvendigt at være opmærksom på brugen af hurtigt voksende indenlandske materialer, såsom græs, halm, tomat, tang og ålegræs.

Med inspiration og læring fra traditionel byggeskik i Danmark, skal eksempel byggeriet skabe viden om byggeriets klimaaftryk, brugen af materialer og økonomisk

## INNOVATION

Bæredygtig arkitektur skal være for alle, og derfor skal projektet være økonomisk forankret. Ved at sætte fokus på biobaseret ressourcer og hvilken betydning omlægningen fra konventionelle materialer til bæredygtige materialer har for miljøet, vil dette også fordre standardisering af bæredygtige produkter. Således vil prisen for bæredygtigt byggeri på sigt også kunne konkurrere med konventionelle byggeprodukter, men vi skal starte et sted.

Et andet ben at stå på, i at skabe billige bæredygtige boliger, er arkitektens formgivning af boligen. Vi skal i fremtiden designe kompakte stedsspecifikke boliger, således at vi reducerer

mængderne, får mere kvalitet på færre kvadratmeter, minimere bygningens aftryk og skaber plads til naturen.

Som led i formidling af projektet er ideen at udvikle letforståelig viden om projektets ressourcer, og synliggøre hvordan vi anvender vores ressourcer og hvilket aftryk det har på klimaet. Lige såvel som vi kan læse hvad en pakke rugbrød indeholder af ingredienser og næring, er ideen at oplyse om de enkelte ressourcers materiale sammensætning, dets klimaaftryk og pris og til sammenligning hvad tilsvarende konventionelle byggematerialer indeholder. Hvert element i bygningen markeres med en QR-kode som informerer om materialets faktuelle indhold og klimaaftryk samt fortællingen gennem produktion. Således skaber vi en bevidsthed for forbrugeren om hvad det egentligt vil sige at vælge bæredygtigt og denne bevidsthed påvirker at vi i lagt højere grad træffer det bæredygtige valg. Fortællingen om materialet skaber samtidig en forståelse for baggrunden, andet end at være en metervare på hylderne i byggemarkedet.

## PLANETÆRE GRÆNSER

Med de tre grundprincipper om kompakte stedsspecifikke boliger, biogene materialer og genanvendelse, kan vi opnå målet om 2,5 kg/m<sup>2</sup>/p.a. og skabe et eksempel på hvordan vi kan omdanne forskning til praksis.

Vigtigt i overvejelserne om materialevalg er de plantærer grænser i forhold til produktion og afskaffelse af

ressourcerne. Grundlæggende er det vigtigt at anvende lokale ressourcer og fordele materialeforbruget på forskellige biogene emner. Boligen formgives efter danske forhold og det biogene materiale der er tilgængeligt. Det kan eksempelvis være træ, halm, tækerør, hør, hamp og marin biomasse som ålegræs, tang og muslingeskaller. Samtidig ønsker vi at implementere en større æstetisk diversitet i vores biomasse og vise de mange muligheder i en holistisk kontekst. Særligt hurtigt voksende fornybare ressourcer, som kan lagre store mængder kulilte vil have særligt fokus i boligen. På den vis kan vi langt hurtigere accelerere den bæredygtige omstilling, end hvis vi eksempelvis kun fokusere på træ som tager længere tid om at vokse og anvendes til byggemateriale.

For at sikre genanvendelse er det vigtigt at bearbejde detaljen i sammensætningen mellem materialer. På den måde kan vi i langt højere grad sikre genanvendelse og materialets cirkulære økonomi. Kan huset skilles ad og placeres i en anden kontekst eller omdannes til nye designs, kan vi forlænge materialets liv.

## INSPIRATION

I vedhæftede dokumenter er teoretisk og praktisk inspiration for projektet. Gennemgående er for inspirationen er lokale biobaserede ressourcer, simpel byggeskik og viden som informerer den bæredygtige formgivning.

Der forlægger meget viden om bæredygtige initiativer og innovationer. Projektet er en platform for at implementere og afprøve denne viden. Som tidligere beskrevet er det afgørende at indtænke økonomi i formgivning og konstruktion, da hensigten er at kunne skalere projekt og direkte anvende løsningen i den virkelige verden.

Når vi kigger på traditionel byggeskik i Danmark og udlandet, er byggeriet formet efter sin tids klimatiske forhold, nære ressourcer og givne restprodukter. Eksempelvis er Læsø tang huse formgivet efter det ålegræs som i sensommeren skyller op på land og er en gratis ressource. Vi vil lade projektet

inspirere og formgive efter naturligt fremkomne ressourcer i Danmark og nye innovationer som tager afsæt i lokale ressourcer.

Teoretiske kilder:

Rasmussen, T. V. (2022). Biogene materialers anvendelse i byggeriet. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet

GXN og Responsible Assets. (2021). Circle House Lab Green Paper 01.

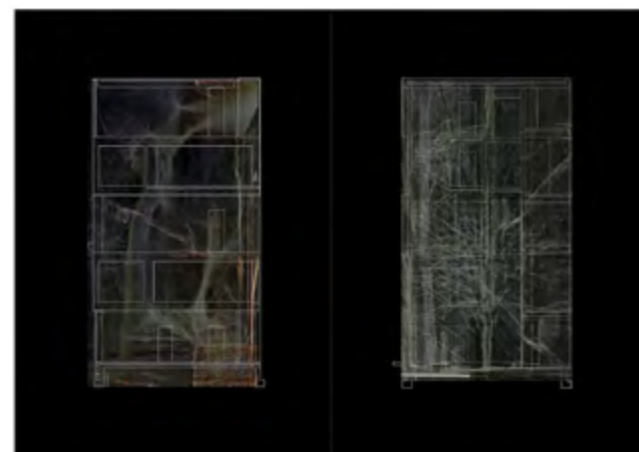
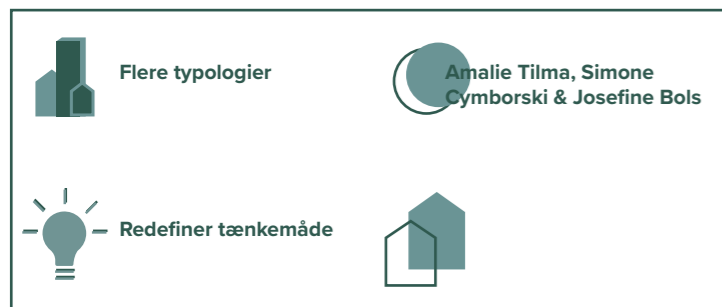
Arup. From principals to practice: First step towards a circular built environment. 2018

The exploded View Beyond Building. <https://www.youtube.com/watch?v=ubq0pr4C8yQ>



# Studerende (DTU)

## Artsfællesskaber



### LØSNINGEN

Vores forslag til et helhedgreb for boligbyggeri skal forstås som et visionært værk, der forsøger at diskutere menneskets empatiske tilknytning til øvrige arter på et givent sted. Udviklingen af boformer har gennem tiden betydet at grænserne mellem menneske og miljø trækkes tydeligere op og vi har gennem tiden distanceret os fra vores omgivelser, i takt med at komforten stiger og vores vægge bliver tykkere. Projektet har til formål at gentænke boformer i et forsøg på at styrke netop denne forbindelse og tilknytning til samme. Vores genfortolkningen af boligen, handler ikke om at gå tilbage til en tidligere livsstil, men nærmere troen på at vi må lære af fortiden for at kunne tilpasse os fremtiden.

Det afgørende element i vores forslag er at udfordre vores nutidige grænsetrækninger og bestræbe os på et mere hensigtsmæssigt forhold til andre levende arter på jorden. Ved at omfavne det transformative aspekt i vekslingen mellem vind og vejr, er tanken at skabe hjem der ikke bare omfavner miljøet, men også skaber jordforbindelse gennem materialitet, taktilitet og sanseraktivering. Vores løsning springer ud fra en helhedssøgende tilgang, hvor vi betragter arkitekturen som et redskab til at styrke vores tilknytning til landskaberne vi bebor.

### INNOVATION

Målet er at betragte materialer og artsfæller som medplanlæggere i boligbyggeriet og bidrage til en mere dynamisk grænsesætning. Boligkon-

ceptet skal kunne rumme uregelmæssigheder, som opstår i dialogen mellem det kontrollerede og ukontrollerede. Konceptet er en undersøgelse af hvordan et socialt artsfællesskab gensidigt understøtter hinandens livsvilkår og indgå en mere symbiotisk leve-dygtighed, som kan styrke vores arts tilknytning til jordens landskaber i en moderne og nutidig kontekst.

Spørgsmålet opstår: Hvordan kan vi skabe en urban boform, som skærper vores opmærksomhed på vores omgivelser, i stedet for at skærme os fra den?

### PLANETÆRE GRÆNSER

Der strømmer energi gennem de steder vi bor. Solenergi, vand og vind, blot for at nævne et par. Disse elementer er livsgivende, men traditionelt set også faktorer i vores omgivelser som vi har skærmet os for. Arkitektens opgave er at 'høste' energien fra disse energistrømme, der ellers ville passere os, og lagre den i boligen.

Konceptet ønsker i et planetært perspektiv at reparere forholdet og forbedre det levede miljø mellem mennesker og andre livsformer. Materiale udvikling vil være en stor del af projekt med fokus på organiske og komposterbare komponenter.

'Embodied Energy' er et engelsk begreb, der beskriver den energi, der er brugt direkte til at fremstille et materiale, som både kan være fremstillet af mennesker, eller et som naturen har frembragt. Næringsstoffer som findes

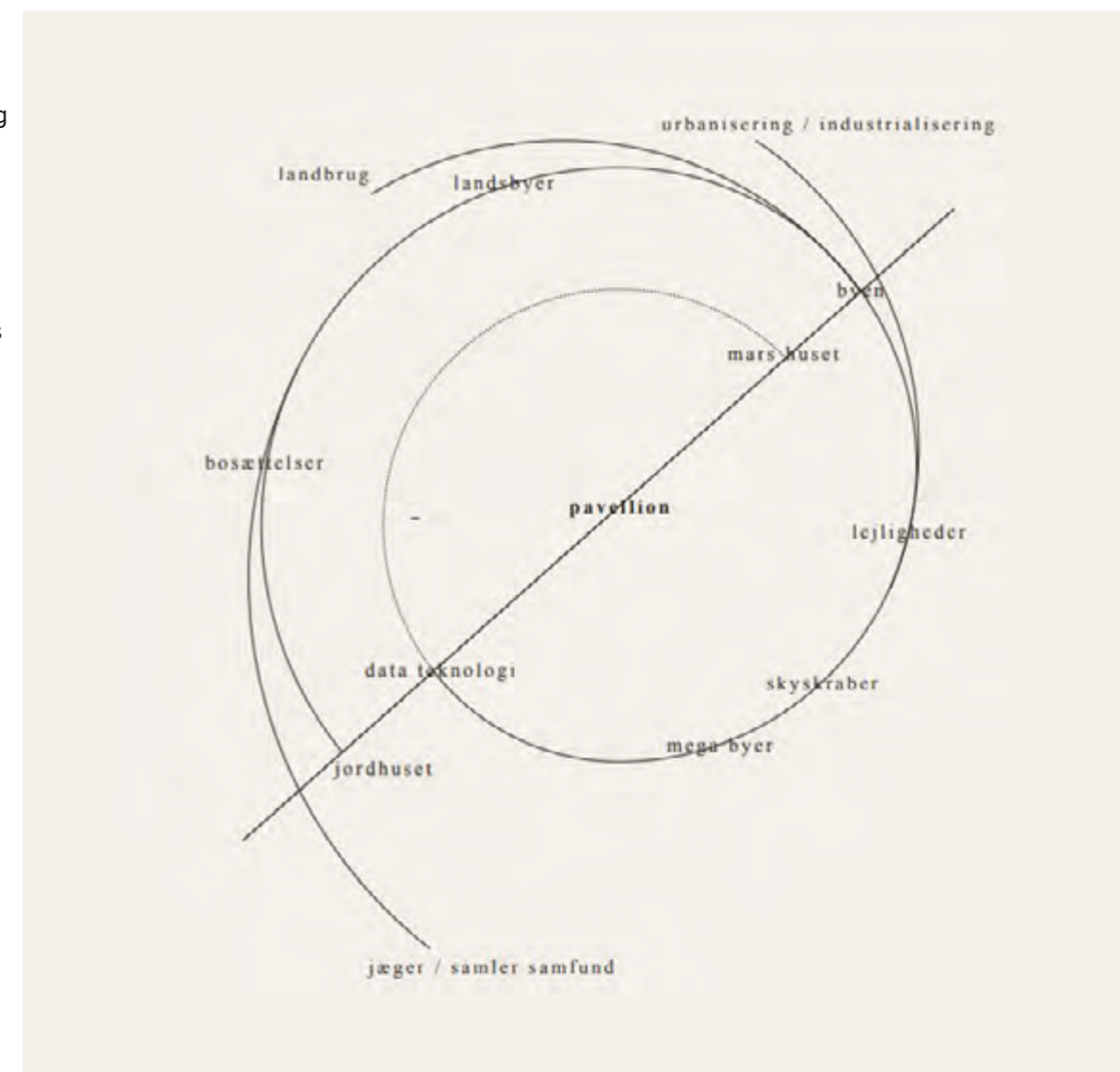
i møg fra dyr eller i urin og fækalier fra et komposttoilet repræsenterer også et materiale relateret til energiforbrug og må udnyttes bedst muligt. Ligesom urskoven, der holder på alle sine næringsstoffer og cirkulerer dem lokalt, må vi indtænke og udvikle byggesystemer, der holder på energien. Med udgangspunkt i cirkulær systemtænkning, tror vi på at vi kan nærme os målet om at respektere plantens grænser for CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/p.a.

### INSPIRATION

Det er på et usikkert fundament, at vi begås i verden. Et fundament, hvor sprækker begynder at vise sig i temperaturforandringer, uddøende arter, forurening, og andre trusler. Verden sættes ud af balance. Som et stort dominospil - på tværs af skala og dimensioner - er en række bevægelser sat i gang. Brik for brik bevæger vi os i et fald, hvor mange livsformer, inklusiv vores egen, risikerer at vælte med. I et verdensbillede, hvor alt kan opdeles og rationaliseres, søger vi strategiske løsninger om rigtige svar, hvor brikker håndteres isoleret. Men som i dette metaforiske billede, kan én ensom dominobrik ikke spille alene, det er et begrænset syn på verden. Der findes ikke enkle svar og løsninger. Vi har overset forbundetheden, som er hvad problemerne falder under i et komplekst sammenspil. "Nothing is connected to everything. Everything is connected to something" (Haraway, D. 2016. 'Staying with the Trouble'. S. 31).

Økologi er sammenhænge, ikke ultimatummer, og når bæredygtighed

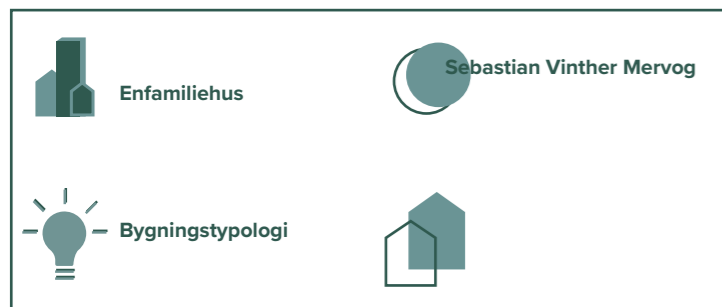
reduceres til 1 size fits all, så negligeres de øko-kulturelle netværk verden består af. Vi har distanceret os fra jordens forhold i en sådan grad, at vi står på kanten til et afgørende skifte, hvor vi er blevet gjort opmærksomme på, hvordan vi påvirker verden. Dette åbner op for en udfoldelse af nye muligheder, løsninger og gentænkning af vores forståelse og omgang med verden. Heri syner sig et skifte, men hvordan ser det ud? Skal vi kravle tilbage i jordhulen? Eller skal vi bosætte os på Mars? Dette projekt er hverken ensomt, isoleret eller frakoblet, men binder sig op på netværk, solidaritet og jordforbindelse.





# Studerende (DTU)

## Small sustainable family house for 3



### LØSNINGEN

Det mest afgørende element i vores bolig, er at det er bygget som en minimal bolig. Vi skaber dermed et godt familie hus til 53 kvadratmeter beboeligt areal og et fodaftryk på 43 kvadratmeter. Vores andre designparametre har været, at skabe et bæredygtigt hus, huset skal være bekvemt og huset skal være statisk fornuftigt.

Boligen er i stor grad bygget af bæredygtige materialer, eller materialer som er genvendelige eller genanvendt. Bygningen har en meget lav energiramme, på omkring 9 kilowatttimer pr kvadratmeter om året, hvilket kvalificerer huset til lavenergi energirammen ift BR20. Det er sket ved at have et mindre transmissionareal ift beboeligt areal, samt brug af fjernvarme og solceller. Det gør huset utroligt billigt i drift, samt meget miljøvenligt i drift.

Det har også været en prioritet, at skabe store rummelige fællesarealer, uden at gå på kompromis med størrelsen på de private arealer. Så vores hus er disponeret meget effektivt, da vi har plads til 2 soveværelser af 9 kvadratmeter hver, med et stort køkkenalrum samt hems.

Indeklimaet er også yderst behageligt, da vi ikke har noget overtemperatur i nogle af vores rum, da der er rig mulighed for naturlig ventilation, ved åbning af de mange vindues partier. Det gør også vi ikke skal bruge mekanisk ventilation. Yderligere skaber det også et meget flot dagslys inde i vores bolig, da de mange fordelte vindues

arealer, har et højt lys indfald, da det har en g værdi på 0,66.

Vores hus er bygget efter 9-tsubo stilen, hvor vi har nogle dobbelthøje arealer i vores køkkenalrum på stueplan, samt en stor sammenhæng mellem stueplan og første salen. Vi har dog også nogle private soveværelser, som er velisoleret ift lyd, som hjælper med at skabe private arealer, hvis man har brug for stilhed eller alene tid.

### INNOVATION

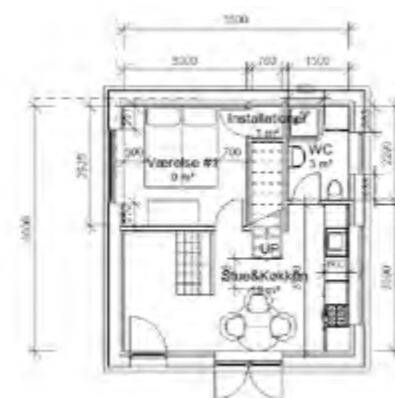
Det afgørende nye i vores boligkoncept, er kombinationen af 9-tsubo stilen med nye cutting edge technology, som er med til at forstærke det bæredygtige ved 9-tsubo stilen.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Vores løsning bidrager ved at bruge genvendelige materialer og ved at have en meget lav energiramme.

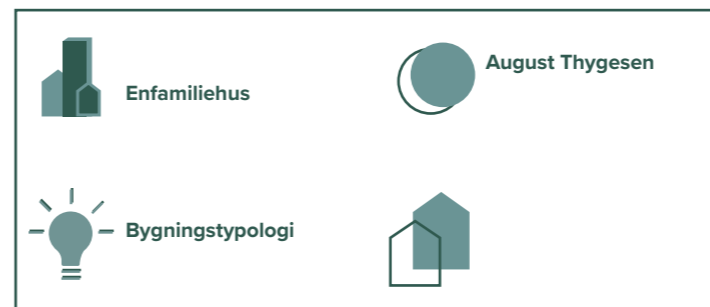
### INSPIRATION

Vi har en meget stor inspiration fra 9-tsubo stilen, men også andre tiny houses omkring i verdenen.



# Studerende (DTU)

## Living for the future



### LØSNINGEN

Boligen skal have et samlet brugsareal på ca. 50 m2 og skal udføres i to etager for at minimere energitabet i forhold til areal og overfaldeareal.

Huset skal bygges i genbrugelige materialer, der gerne skal kunne bruges igen uden videre bearbejdning og store mængder spild. Dette vil bidrage til nedsættelse af CO2-udledningen i fremtiden, samt mindre ressourcebruget og -fremstillingen i fremtiden.

### INNOVATION

Det primære formål med byggeriet er at bygge et enfamiliehus, der i selve byggeprocessen har meget lav CO2-udledning. Det betyder derfor ikke nødvendigvis at huset skal være et lavenergihus. Dog er det naturligt at sørge for at boligen bruger så få ressourcer til drift og brug som muligt. Dertil kan der tages følgende initiativer:

Huset skal bygges som en lav- eller nulenergihus. Huset skal selv producerer tæt på lige så meget energi, som der bruges til driften og brugen, derfor skal vægge, tag, gulv og vinduer, skal have så lav en U-værdi som mulig, for at mindske energitabet fra huset.

Det skal være muligt at bygge huset som et "off-grid"hus, da dette vil muliggøre placering alle steder hvor huset kan holde til at blive bygget. Ud over at muliggøre placeringer flere steder, giver et off-grid hus mulighed for selv at være herre over hvad der sker med vores affald og ressourcer. Bruger

man for eksempel en regnvandstank, kan man undgå at bruge drikkevand til tøjvask, toiletskyld og vanding af planter. Toiletskyld udgør 25 procent af drikkevandsforbruget, og er derfor et sted der kan spares mange ressourcer. Huset skal bygges så den kan modstå det danske vejr. Dette mindsker behovet for vedligeholdelse og yderligere brug af ressourcer.

### PLANETÆRE GRÆNSER

De følgende materialer og løsninger vil forsøges at bruges i den endelige løsning. Listen med muligt materialer er ikke færdig.

- Fundament - I byggeriet skal der benyttes skruefundamenter. Disse kan efter brug, skrues op igen og genanvendes til et andet byggeri. Mulige produkter kan komme fra Dansk skruefundamnet eller Bayo's skruefundamenter. Valget er taget, da det fjerner behovet for at flytte store mængder jord og samtidig undgår brugen af beton.
- Isolering - I byggeriet skal der benyttes træfiberisolering. Dette valg tages da CO2-aftrykket på træfiberisolering er lavere end på konventionel isolering. Samtidig er træ-fiberisolering også produceret af et restmateriale, og dette hjælper på en livcyklusvurdering af materialet.
- Konstruktion - I byggeriet af boligen skal de konstruktive elementer så vidt muligt være lavet af træ. Til bjælker kan der benyttes STEICO's I-bjælker, men den vigtigste parameter er at bruge de materialer med

- den laveste CO2-aftryk.
- Indvendig beklædning - den indvendige beklædning ønskes at være træ i form af f.eks. Troldekt eller Norto Bech. Dette skal benyttes for at opnå en bedre akustik og sænke CO2-aftrykket.
- Tagbeklædning - I byggeriet af boligen skal der bruges solceller. Disse dækker størstedelen, hvis ikke hele tagfladen. Der skal derfor bruges en relativ simpel tagdækning under solcellerne. Denne tagdækning kan være tagpap, men der burde stræbes efter den mest bæredygtige løsning.

### INSPIRATION

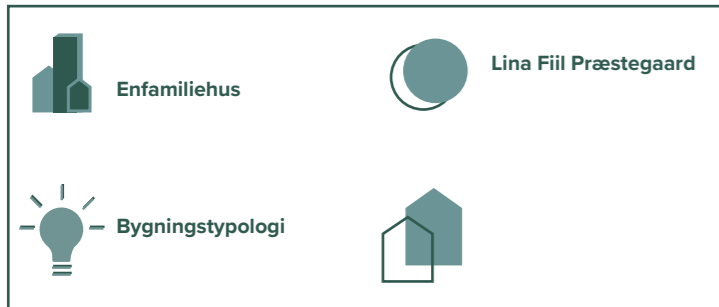
Husets design skal være baseret på 9-Tsubo huset, der blev designet i Japan i 1954 af Makoto Masuzawa. 9-Tsubo har et bebyggelsesareal på ca. 30 m2, der svarer til en kvadrat på 5, 5 x 5, 5 meter. Huset er kubisk i sit ydre design, og har ofte en hems/1. etage med et åbent område.





# Studerende (DTU)

## All in one



### LØSNINGEN

Vores løsning er en minimalbolig på 50 kvm, der viser at bæredygtighed ikke nødvendigvis betyder, at man skal gå på kompromis med komforten. Boligen indeholder store fleksible rum, hvor to voksne og et barn kan bo.

Naturen inviteres ind i boligen gennem store vinduer og en altan, der vender mod morgensolen i øst.

Selvom der er store vinduer, overholdes lavenergirammen stadig.

### INNOVATION

Udover at vores bolig er på kun 50 kvm, hvilket er betydeligt mindre end et gennemsnitligt enfamiliehus, så har vi haft stort fokus på valg af materialer. Vi har f.eks. valgt en facadebeklædning af thuja-træ, bambusgulv, papirisolering og konstruktion af konstruktionstræ.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Vi bruger materialer, der er så lidt forarbejdet som muligt. Derfor har vi valgt konstruktionstræ, så det kan nedbrydes naturligt eller genbruges. Vi har også valgt et skruefundament, så man kan fjerne bygningen uden at det efterlader spor ligesom betonfundamenter kan gøre.

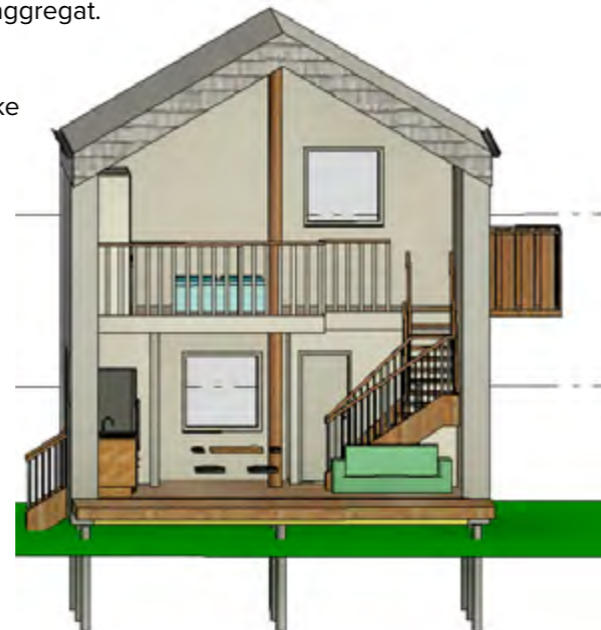
Som vores primære varmekilde har vi en luft til vand varmepumpe. Derudover har vi solceller på taget. Taget har en hældning på 30 grader, der gør det optimalt med solceller.

Som ventilation har vi ventilationsvin-

duer, da dette er et lille hus, der ikke har behov for et ventilationsaggregat.

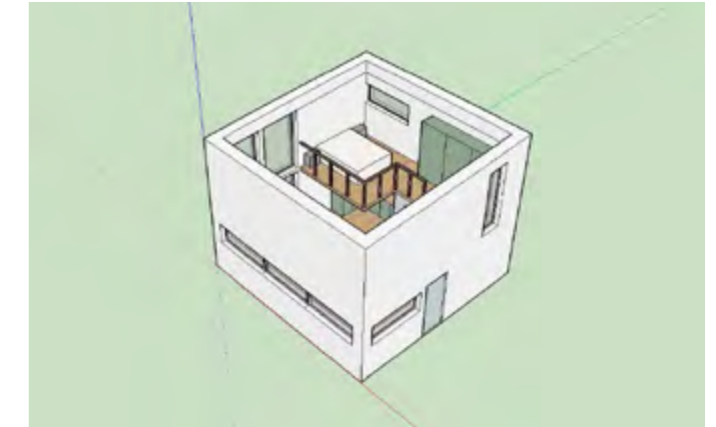
### INSPIRATION

Vi er inspireret af det japanske 9 tsubo house, der også er et lille hus.



# Studerende (DTU)

## Den grønne kube



### LØSNINGEN

Hovedelementerne for vores byggeri er at skabe et grønt alternativ til typehuse. Vi vil skabe en bolig, der både i produktionen, driften og bortskaffelsen er bæredygtig.

Med dette menes, at vi gennem produktionen vil fokusere på materialer, der er organiske og langtidsholdbare. Materialerne skal være produceret lokalt for at undgå CO2 udledning grundet transport.

Driften skal være mest mulig selvforsynende, hvilket opnås ved solceller.

Yderligere vil vi opsamle regnvand. Bortskaffelsen skal kunne forgå ved at genanvende materialerne og forhåbentlig upcycle.

På denne måde vil vi skabe et nyt mindset om, at småt er godt og inspirere til fremtidig byggeri.

### INNOVATION

Det der gør netop vores hus særligt er alle de alternative og nytænkte koncepter.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Igen alternative løsninger og have Co2 i tankerne i alle beslutninger.

### INSPIRATION

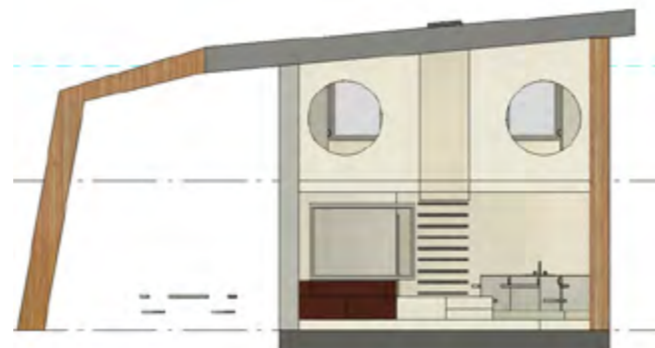
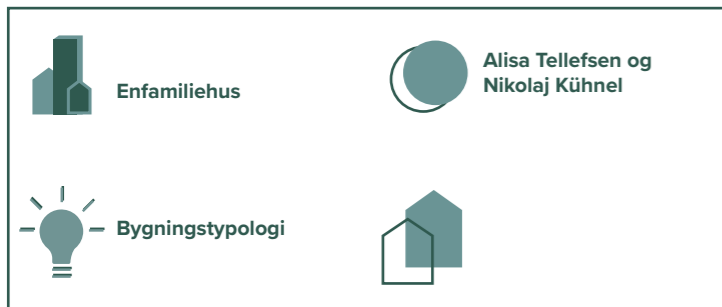
Tsubohouse





# Studerende (DTU)

## Geo Shinsaka



### LØSNINGEN

Løsningen er at udforme en minimal bolig, der beviser at det er behageligt at bo på færre kvadratmeter, samt inkludere bæredygtige byggematerialer og byggemetoder.

### INNOVATION

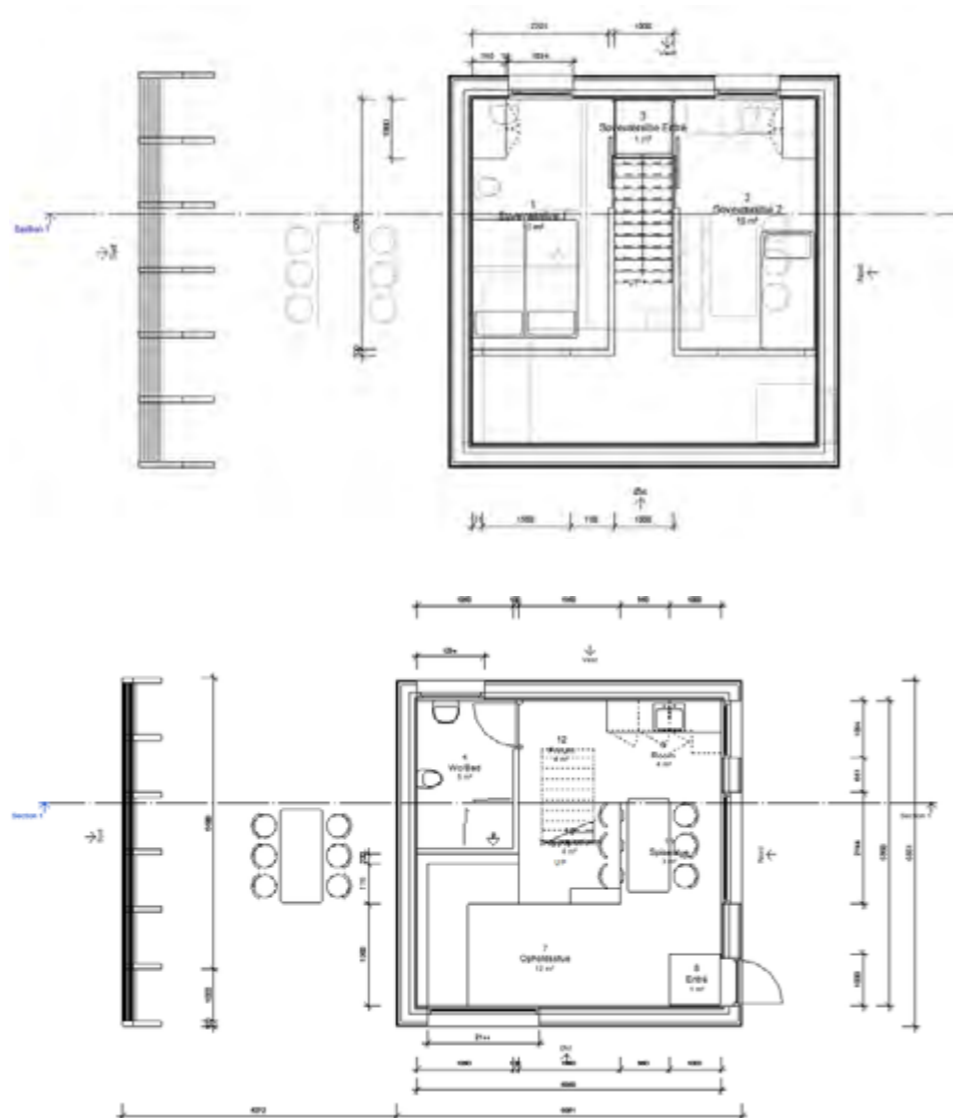
Fra vores japanske inspiration har vi haft fokus på at udforme en planløsning som ikke går på kompromis med eksempelvis: bæredygtighed, privatliv, hjem og design. Eksempelvis med vores trappe/møbelmodul der udnytter det begrænset grundareal til flere funktioner end bare en trappe og fremhæver vores 9-tsubo koncept. Maksimering af åbenhed ved planløsningen er også i fokus. Vi vil også gerne opdele boligens klimaskærm ved at opdele huset og taget. Taget skal ligge som en varm hånd over boligen. Ved at opdele boligen og taget er, at man kan tilpasse sig lokationen. Eksempel kan sedumtag benyttes i København, da det kan holde på vand og aflaste det gamle kloaksystem og isolere boligen

### PLANETÆRE GRÆNSER

Først ved minimere boligarealet, så der ikke skal bruges lige så meget CO2 til at opvarme boligarealet. Dernæst vil bæredygtige der kan opfylde cradle to cradle princippet. Eksempelvis lokalt træ kan genanvendes samt forbrugt at CO2 på at "lave materialet" er CO2 negativ. Lokale og bæredygtige materialer. Til sidst vil vi anvende eksempelvis solceller til at kompensere for det almene CO2-forbrug i boligen.

### INSPIRATION

Til udformningen af Geo Shinsaka har vi fundet inspiration fra det japanske bolig koncept 9-tsubo som er en grundplan på cirka 30 m2.



# Studerende (DTU)

## Sustainable Cube



### LØSNINGEN

Genanvendte materialer og minimalisme er de afgørende tiltag i boligkonceptet.

### INNOVATION

Det afgørende nye er benyttelsen af en aflagt vindmøllevinge, der benyttes som tagkonstruktion.

### PLANETÆRE GRÆNSER

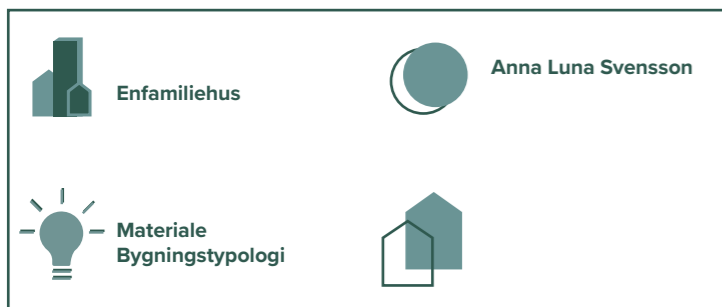
I hele projektet er der indtænkt genanvendte og langtidsholdbare materialer.

### INSPIRATION

Boligens indretning er udarbejdet med inspiration fra boligkonceptet 9-tsubo. Pointen er, at skabe en bolig på 50 kvadratmeter, som stadig opfylder kravene til en moderne og funktionel bolig. Fra miljø ministeret har vi fået inspiration til at konstruerer en tagbeklædning, som er lavet af en aflagt vindmøllevinge.



# Studerende (DTU) Fremtidens typehus



## LØSNINGEN

De afgørende elementer i vores løsningstilgang er at skabe fokus og udnytte planetens naturlige evne til at skabe varme, lys, energi, vand og byggematerialer samt designet som minimalbolig.

Gennem et gennemtænkt design er boligen skabt til at optimere den naturlige ventilation. Naturlig ventilation vil bidrage til et behageligt indeklima og et fornuftigt energiforbrug. Boligen er konstrueret i den materiale CLT som er et limtræs materiale og derfor produceret af træ som findes i naturen.

## INNOVATION

Tankegangen bag designet af boligen er at skabe komfortable rammer på så få kvadratmeter som muligt og designe boligen således, at den i brug ikke kun vil udlede minimalt CO2 men også vil udnytte den energi og de ressourcer som planeten allerede producerer.

Boligen er konstrueret i materialet CLT som på nuværende tidspunkt er et relativt nyt limtræs materiale. Fordelen ved CLT i netop denne sammenhæng, er den alsidighed i konstruktionen da materialet har en høj bæreevne og i modsætning til mange konstruktionsmaterialer, skaber et godt indeklima af sig selv.

## PLANETÆRE GRÆNSER

I vores design af bolig, har vi taget udgangspunkt i at være så selvforsynende som muligt ift energi, da vi synes at det er netop dette område der har størst

betydning når det kommer til bæredygtighed. Samtidig ønsker vi også at boligen skal være så bæredygtig som muligt i brug, hvilket vi vil opnå ved at benytte egen energikilde.

Til dette har vi valgt at benytte os af integrerede solceller der kan dække det energibehov der er i boligen, samtidig med at overskydende energi samles og lagres i et batteri til senere brug. I forbindelse med dette har vi valgt at vores varmforsyning består af en luft til vand varmepumpe, der leverer varme til boligen gennem gulvvarme samt varmt brusvand.

## INSPIRATION

Til vores inspiration har vi taget udgangspunkt i 9 tsubo house af Makoto Masuzawa. Her er minimalisme og det dobbelthøje rum med til at skabe ro og rumlighed på de få kvadratmeter. Her er det også en del af udfordringen at skabe "rum" til det private og det fælles ved at påvirke sanserne med lys og andet.

I vores proces har vi arbejdet med hvordan vi skulle få optimalt lys fra en stor vinduesfacade uden at gå på kompromis med indeklimaet, her har vi taget inspiration fra Lewerentz Flower kiosk.



# Studerende (DTU) All in 1



## LØSNINGEN

Vores bolig er en minimalbolig, der fokuserer på at få det meste ud af et lille areal. Boligen er 50 m2 og er beregnet til to mennesker og evt. et lille barn. Vi har formået at installere alle de nødvendigheder der er i et hus. Det er gjort ved at indrette toiletet under trappen, vi ved at det ikke er meget plads, men vi ved også at det kan lade sig gøre at leve med et toilet på 2 m2. Der er køkken, stue, spisebord, seng og masser opbevaring.

## INNOVATION

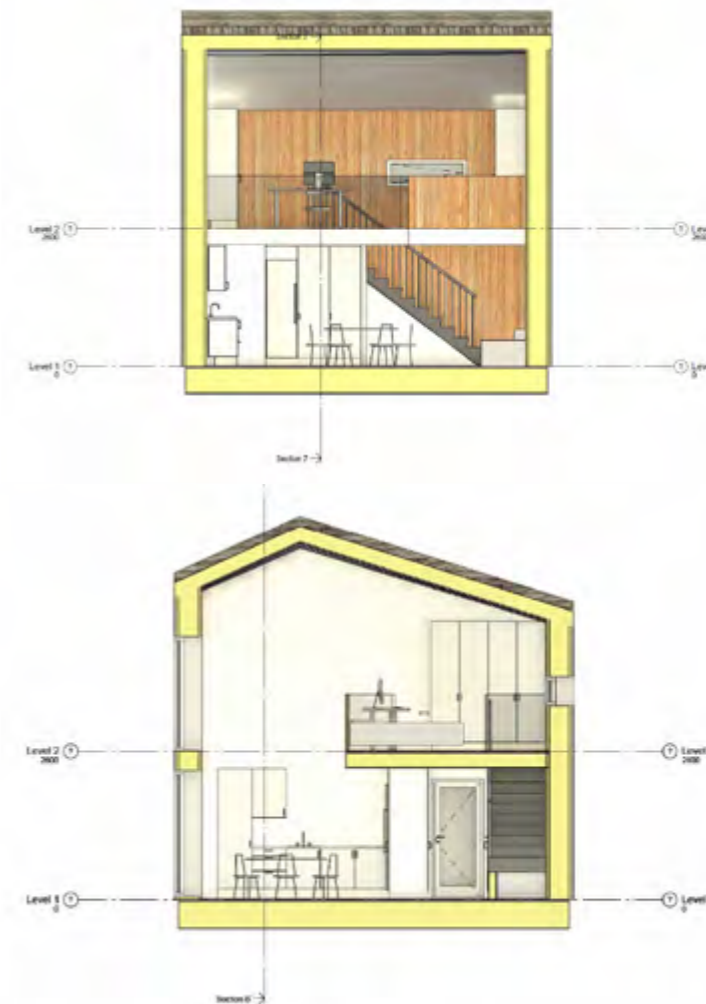
Det afgørende nye i vores koncept er at vi benytter biogene materialer som tang/ålegræs som isolation i alle væge, tag og terrændæk.

## PLANETÆRE GRÆNSER

Det er et krav at huset er CO2 neutralt. Derfor er der en målsætning om at alle produkter til byggeriet er produceret i Skandinavien eller Nordeuropa, således at CO2 aftrykket mindskes ved transport. Ydermere er der en målsætning om at benytte de mest bæredygtige produkter til byggeriet. Det tages med i overvejelserne at et hus er bæredygtigt hvis det holder i flere 100 år, og dette kan kun opnås hvis der investeres i nogle ordentlige materialer. Der er valgt materialer som er genbrugt, materialer der findes i naturen som basalt og ålegræs, disse bruges til beklædning samt isolering i vores hus. Tilmed er vi materiale-besparende, sådan at vi ikke bruger mange forskellige materialer og har fokus på at bruge så lidt som muligt.

## INSPIRATION





Vi er inspireret af det japanske 9 tsubo house som netop er en lille bolig med alt det nødvendige. Vi er også inspireret The Surf Shack, tiny house som opererer med åbne rum, hvor man får en oplevelse af at lidt plads føles som meget.





# Studerende (DTU) Teeny Tiny House



 Enfamiliehus	 Lillian Alansari
 Bygningstypologi	

## LØSNINGEN

Idéen bag bygningens design er at beboelsesområdet er af kubisk form. På blot de 50 m<sup>2</sup> ønsker vi at skabe en oplevelse af rummelighed og åbenhed. Ved at tilføje store vinduespartier formår vi at lysne rummet op og opnår en høj dagslysfaktor. I den sydlige facade har vi et stort glasparti med udgang til en stor afskærmet terrasse som flugter den sydlige- og østlige facade.

Formålet med byggeriet har været at udvide opholdsområdet ved at tilføje en afskærmet terrasse som man kan opholde sig på. Denne terrasse afskærmer for den kraftige vestlige vind samt afskærmer for solen i den sydlige facade idet bygningens tag har en lille hældning.

Da der ikke er mange m<sup>2</sup> at gøre godt med inde i selve bygningen, har en terrasse-løsning været en nødvendighed for at skabe et bæredygtig og komfortabelt ophold.

Derudover er bygningens udformning skabt med flest mulige funktioner som beriger livskvalitet og sikre et bæredygtigt byggeri.

## INNOVATION

Bæredygtigt Tiny house.

## PLANETÆRE GRÆNSER

Vores løsning bidrager til at nå 2,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> ved at vi så vidt som muligt anvender bæredygtige materialer som bl.a. er genanvendelige og naturlige. De skal helst være transporteret fra en kort distance, så man i så fald mindsker CO<sub>2</sub> spor i form af transport.

Vi ønsker at bruge langtidsholdbare materialer og bruger derudover træ som er PEFC-certificeret (ordning for bæredygtigt skovbrug) eller FSC-certificeret.





Bygningen skal være mindst mulig, så man anvender alle kvadratmeter optimalt. Ved at lave et mindre byggeri, bruges færre materialer og mindre energi, mm. som gør byggeriet bæredygtigt.



## INSPIRATION

Byggeriets arkitektur er inspireret af 9 Tsubo Home af Makoto Masuzawa i Japan 1954. Huset skal være af kubisk form med 2 etager. Formålet med huset er at det skal være beboeligt for 2 voksne og evt. et barn. Af denne grund skal huset være funktionsdygtigt og rumme alt det nødvendige inventar, interiør og rum som der kræves for at menneskene/familien kan trives. Huset skal så vidt muligt være præfabrikerede, så bygningsdelene blot samles på stedet.

# CPH Village Toetagers hus i stampet lerjord

 Enfamiliehus Rækkhus	 Michael Plesner
 Materiale Design- og produktionsprocesser	 CVR: 36203161



## LØSNINGEN

Vi vil lave et hus i 2 etager hvor at den bærende struktur laves i stampet lerjord og hvor isoleringen er stråbatts. Det er materialer som vi kan forsyne os med fra lokale kilder i store mængder.

## INNOVATION

Det afgørende nye er, at den bærende struktur laves i stampet lerjord og at det gøres i 2 plan med et etagedæk.

## PLANETÆRE GRÆNSER

Ubrændt ler kan produceres og anvendes med et meget lavt CO<sub>2</sub> aftryk som erstatning for beton, stål, mursten eller træ.

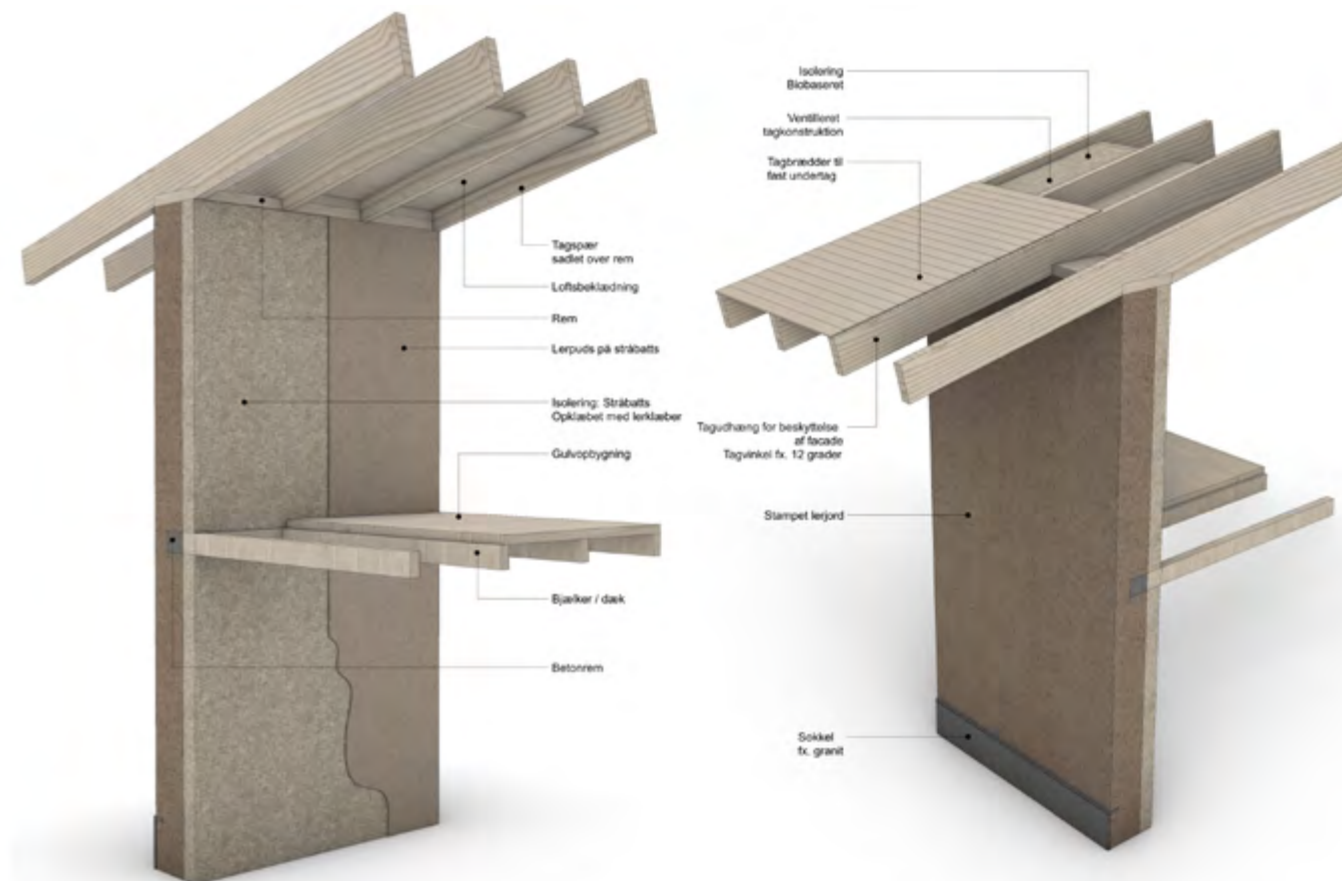
Træ kan også produceres og anvendes med et lavt CO<sub>2</sub> fodaftryk. Dog har træerne andre vigtige egenskaber, der gør at vi også skal begrænse vores forbrug af denne ressource. Én ting er at optage CO<sub>2</sub> og samtidigt vurderes skovene vigtige i forhold biodiversitet.

Af samme årsag er der ønsker om at øge andelen af urørt skov i Danmark.

Det handler om at bruge træet der hvor det har største fordele.

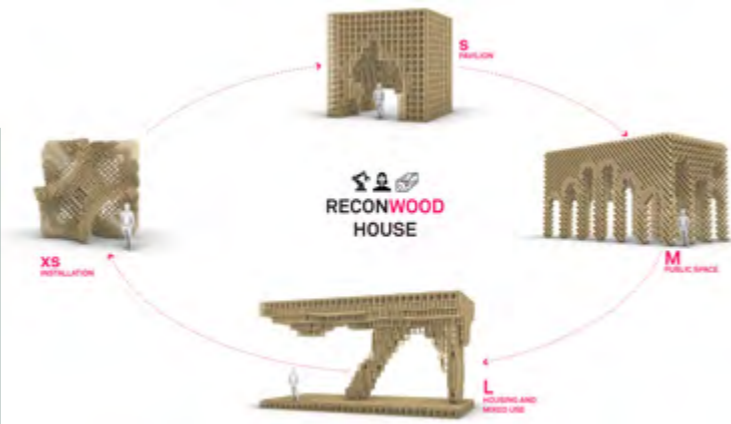
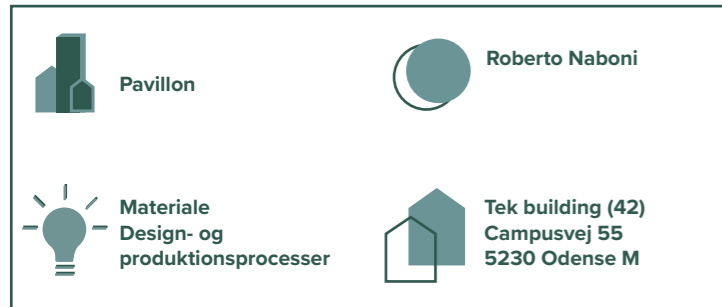
## INSPIRATION

Martin Rauchs arbejder og bog "bauen mit erde", hvor der er en samling konstruktionsbeskrivelser.



# SDU CREATE

## ReconWood House



### THE SOLUTION

Building houses of the future has as its primary goal neutralization of CO<sub>2</sub> and no material other than wood can help us achieve that. Wood is renewable carbon storage (50% of its material make-up), lightweight structural material, with unparalleled aesthetic and performance characteristics. However, when wood decays, the carbon content stored from growth is inevitably released back into the environment. One tree requires approximately 40-150 years to grow and absorb carbon dioxide before it is harvested for construction purposes. And still, only 30-40% of its mass can be used effectively as a building material. In parallel, wood structures are typically designed and built for a life span of 30-50 years. Providing sustainable future housing means extending this material life-cycle and offsetting the release of CO<sub>2</sub> back to the environment. Our project, ReconWood interprets this material circularity principle into a new architectural paradigm: Re-Configurable Wood House. What if we could re-use all of our wood building material for more than hundreds of years with the flexibility of achieving different types of buildings? ReconWood aims at demonstrating a flexible, affordable solution for wood architecture that is beyond circularity and simply reuse but can come in different shapes and evolve in time, allowing for growth and change as a family develops through generations. Our system, ReconWood, is designed to be built by collaborative robots. We use a construction system made

of discrete wood elements, which are designed for reversible robot re-assembly. On the other hand, a human-in-the-loop exchanges data with robots and has an active role in the design and building of this novel and truly digital wood architecture. Aided by Mixed Reality and immersed in the construction process, real-time decision-making and open-end design are enabled for humans.

### INNOVATION

ReconWood House involves several innovative features to re-think our houses in an affordable and carbon-sustainable way: Reconfigurable wood structures - ReconWood House uses wood as a sustainable structural material based on a reconfigurable wooden frame system, allowing complete flexibility in designing architectural spaces and freedom in structural design. The system is based on robot-friendly reversible joinery with engineered three-dimensional interlocks, which allow for its automated assembly, disassembly and re-assembly. This innovative system is specifically designed for re-assembly and enables material circularity in the construction of houses. One construction kit, any wood material - The construction system of ReconWood House is conceived for use with various and mixed local wood sources. Our digital design algorithms compute optimised timber frame structures using any wood material ranging from engineered wood, sawn wood or reclaimed wood. While the design of the individual building blocks is the

same, their distribution within the structure, connectivity strategy and density patterns are generated to reach an optimised structural and internal layout, where the reusability of building blocks is assured.

ReconWood Material Bank - The health, lifecycle, and structural performance data for each individual block are stored in the ReconWood Material Bank. Through the use of QR codes, construction blocks are assigned a digital imprint which allows for constant tracking and data analysis in time. Collaborative human-robot design and construction - We developed and demonstrated a small production factory where collaborative robots equipped with cameras and proprietary assembly tools are used to assemble and disassemble structures of any complexity as an open-end and adaptive process. Robots interact with non-expert builders through the use of a Mixed Reality headset. Data-driven design algorithms, real-time decision-making by humans and automated robotic reconfiguration of building blocks introduce novel digital loops where humans and robots design and build together simply and effectively.

### PLANETARY BOUNDARIES

The houses of the future will necessarily be very different from the ones of today. By 2050, the field of construction will have to provide homes for 2 billion more people while at the same time committing to drastic reductions in the exploitation of natural resources (currently 42.4 Mt/Year), to neutralisation of emissions (40% of global CO<sub>2</sub>),

and elimination of waste reduction (30% of total EU's waste).

To neutralise our impact on the planet, we need to use our best materials and technologies. The worldwide forest ecosystem represents an incredible resource in this mission, with 7.6 billion tonnes/year of absorbed CO<sub>2</sub>. Wood is the only renewable building material available to us for reducing carbon emissions on a planetary scale. However, as the demand for construction timber increases, it creates an inevitable pressure on the world's forests. At the same time, it is noted that land-use change such as deforestation accounts for 25% of global anthropogenic emissions of carbon dioxide. To maintain a balanced supply of timber from sustainable forests, the building industry must adopt a radical change and consider practices that reduce the impact on forestry and carbon emissions in general.

In this sense, the ReconWood system will: Positively impact on climate change by capturing CO<sub>2</sub> in the building blocks for longer, by extending the material life-cycle. Our ReconWood construction elements will be reused a large number of times in different constructions, reducing CO<sub>2</sub> by sequestration. Impact the land-system change by rethinking the way we build with wood. By reusing the building blocks many times and extending their life cycle, we will reduce the pressure on the forest system and allow for their sustainable growth. Use robots as a key enabling technology to allow automated design/

engineering and diffused assembly and disassembly of wood housing.

### INSPIRATION

In 2019 we realised that no robot was able to build wood structures fully. We decided to change that and started developing research on Robotic Timber Re-Assembly, an area where to date, we are pioneers. We created research combining mixed influences, from the modularity of a LEGO system, the tradition of Japanese wood joinery, and the availability of Industry 4.0 technologies. The inspiration for this project comes from the following work we developed in the last three years:

Design, simulation and robotic assembly of reversible timber structures - In this journal paper, we introduced the complete automation of robotic assembly. We developed a robot tool to assemble wood elements through bolted connections.

Robotic Reversible Timber Beam - This is a milestone prototype built with our proprietary technology. We implemented a computational workflow that designed topologically optimised wood structures out of a reversible construction kit made of a few elements. Cyber-Physical Robotic Process for Re-Configurable Wood Architecture. Closing the circular loop in wood architecture - In this conference paper, we demonstrated the advancement of our robotic cell. We introduced camera visions to help a robot monitor and correct the construction process in real-time. This made our robot timber

assembly and disassembly resilient to material imperfections and tolerances. Thanks to camera vision capabilities, our robot gained the capacity to disassemble structures autonomously. Robotic Assembly of Timber Structures in a Human-Robot Collaboration Setup - In this journal paper, we demonstrated that non-expert users could instruct a robot to assemble wood elements with complex joinery. This technology makes robots available to help everyone without being an expert programmer. A reversible connection for robotic assembly of timber structures - With this journal paper, we present the engineering process behind developing our wood joinery elements, which enable the complete reusability of timber structures in time.









# Egeskoven under etablering

## Bæredygtigt boligbyggeri i Økosamfundet Egeskoven, Egebjerg



 Enfamiliehus Rækkehus	 Nicholas Jarnvig Farr
 Materiale Indeklima Adfærd Redefiner tænke måde	 CVR: 39442779 Egeskoven 1 2600 Glostrup

### LØSNINGEN

Økosamfundet Egeskoven har fokus på permakultur, fælles bæredygtigt landbrug og nytænkende, eksperimentelt byggeri. Visionære, CO2-neutrale boliger af selvbyg og medbyg, opføres med visionære byggematerialer og -metoder, som udvider vores gældende praksisser inden for bæredygtigt boligbyggeri.

### INNOVATION

Husene opføres i naturmaterialer som halm, ler og træ. Ved at eksperimentere med genbrugsmaterialer minimeres behovet for anvendelse af nye ressourcekrævende materialer. Andelshaverne vælger selv om de vil opføre selvbyg, medbyg eller nøglefærdige huse med opfindsomme, bæredygtige arkitektoniske løsninger.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Bygningerne opføres med en bred vifte af byggematerialer og byggeteget, der gør det muligt at opføre CO2-neutrale bygninger. Samtidig bliver der mulighed for en høj grad af selvforsyning og 'hjemmearbejde', hvilket mindsker behovet for transport og dermed også modvirker en øget CO2-udledning.

### INSPIRATION

Inspireret af andre økosamfund som Fri&Fro, FN's Verdensmål og Geopark Odsherred vil bygningerne i Egeskoven fungere som eksempler og inspiration til, hvordan det er muligt at nedsætte de mængder energi og affald, som byggesektoren står for i





dag, med boliger, der forbedrer vores miljø og klima.

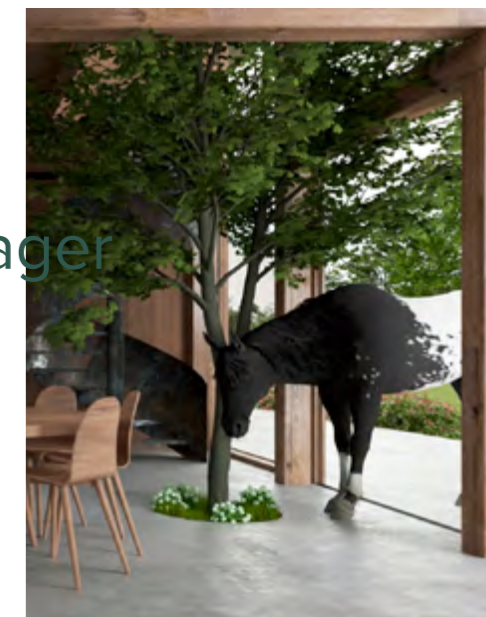
Inspiration til byggekoncepter hentes fra gamle håndværkstraditioner og nye konstruktionsdesign, der kan anvendes til at genbruge materialer til fx bærende konstruktioner, facader, m.m.



# Erik Juul Architects

## Godt Selskab - mere at være sammen om, sammen om mere! Boliger der giver mere end de tager

 Enfamiliehus	 Erik Juul
 Materiale Design- og produktionsprocesser	 CVR: 18344246 Adresse ikke oplyst



### LØSNINGEN

Vi skal bo på mindre arealer, uden at vi går på kompromis med den arkitektoniske kvalitet. Boliger skal imødekomme nye familie og arbejdsformer. Og en ny tørst efter nye former for fællesskaber. Og de skal give mere end de tager. Både i form af energi, ressourceforbrug og biodiversitet. I mindre gårdhavehuse kan man produceres grøntsager på tagene og i gårdhaven. På tagene integreer diverse HVAC og solceller. Husene opføres i bio-baserede byggematerialer så som træ, træfiberisolering, hempcrete, som dels binder CO2, men som også kræver et minimum af energiforbrug i produktionen. Samtidig vil begge byggematerialer være med til at øge biodiversiteten. En anden global udfordring.

### INNOVATION

Præfabrikation, og dermed skalerbarheden er forudsætningen for at den grønne omstilling i byggeriet kan ske hurtigt. Derfor undersøger vi mulighederne for en rationel industriel fremstilling af boliger, der primært er produceret af lokale (nordiske) byggematerialer. Sammen med det danske træfiberisolerings firma WoodFiber, og en element fabrik, ønsker vi at integrere isoleringsproduktion, sammen med produktion af elementer og rumstore moduler, på den samme elementfabrik. Dette vil bl.a. reducere transport omkostninger og affaldsproduktion. Der igangsættes lokal produktion at hamp til de såkaldte hempcrete blokke.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Der tages udgangspunkt i en lokal hamp og træ produktion, mhb. på reduktion af transportomkostninger, affaldsproduktion. Og de vil være med til at binde CO2 og forøge biodiversiteten. Energiforbruget i produktionen leveres af egne vindmøller og solceller.

### INSPIRATION

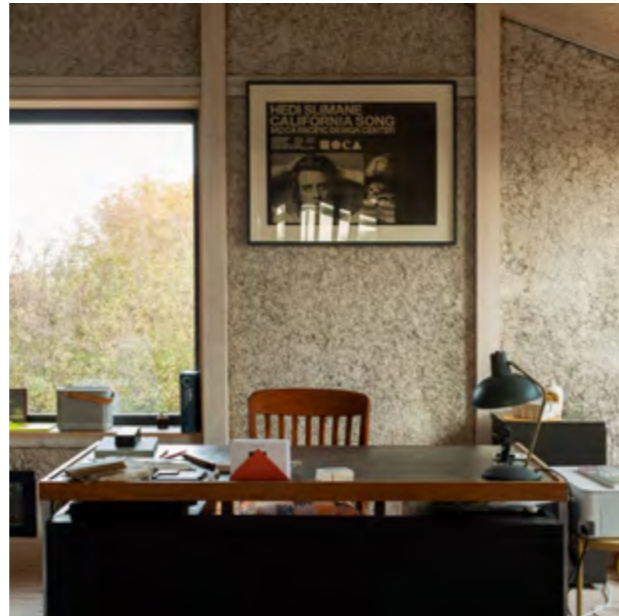
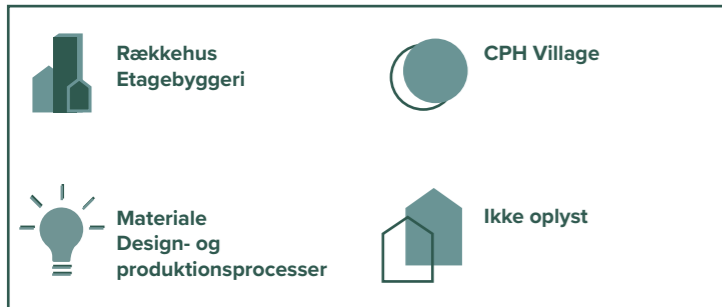
Jeg har arbejdet med bæredygtigt træbyggeri i en del år. Både her hjemme og i Canada. Og jeg tegnede det første FSC certificeret sommerhus i 2014, der også var isoleret med træuld. I 2019 modtog jeg et arbejdslegat fra Statens Kunstfond til undersøgelse af træ arkitektur.





# CPH Village

## Byggesystem til fleksibelt hempcretehus



### LØSNINGEN

Hempcrete er et biogent materiale der støbes i forme. Vi vil bruge dette til at støbe større hempcrete vægelementer med 600mm tykkelse som kan hejses på plads og udgøre både bærende væg, indervæg og ydrevæg; en ét materiales væg.

Vi forestiller os et hus lavet af tre elementer der står ved siden af hinanden:

1. Hempcrete elementer som beskrevet oven for.
2. Vindue/dørelement
3. Naturlig ventilation element.

De tre elementer kan kobles i mange forskellige kombinationer. Fx. 2 hempcrete elementer, så et vindues element og så et naturligt ventilationselement.

Vi har vedhæftet et eksempel hvor de tre elementer kombineres til en rund bygning der kan indrettes fleksibelt.

### INNOVATION

At støbeforme hempcrete blokke til ét element der kan hejses på plads (lige som betonelement) og kobles med to andre elementer: vindues element og naturligt ventilations element.

Denne simplicitet og montagefordel skal få prisen på at bygge med hempcrete ned.

### PLANETÆRE GRÆNSER

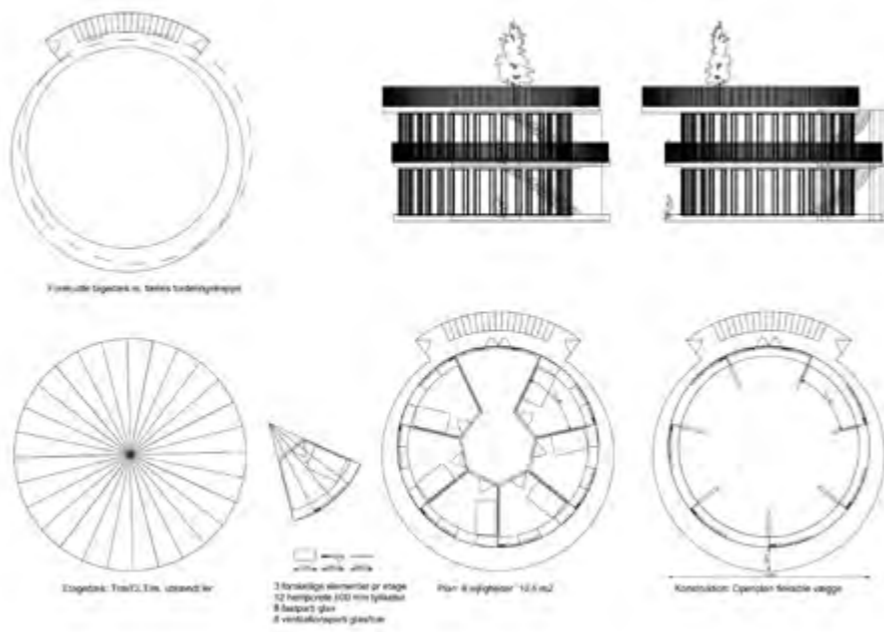
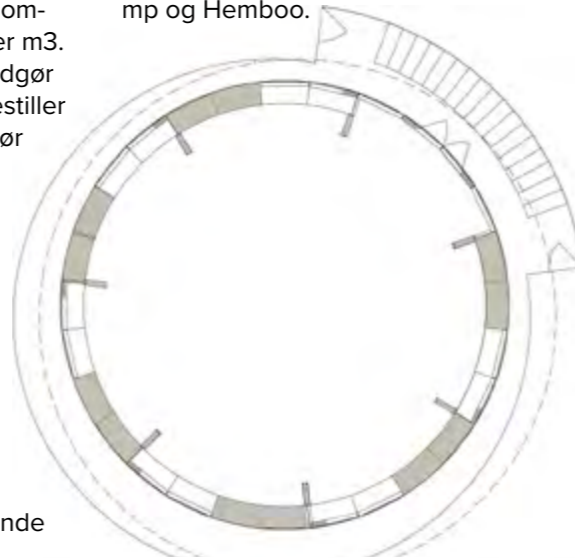
Hamp optager en del CO<sub>2</sub> og høsten og bearbejdning af hamp er relativt energilet. Der skal blandes kalk i hampen for at den opnår sin anvendelighed som byggemateriale men selv

hvis man tager højde for produktionen af kalk, så kommer de fleste online studier frem til at hempcrete er CO<sub>2</sub> negativ med spænd der går fra omkring 100 till 300 kg per CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup>. Vi forestiller os elementer der udgør ca. 1 m<sup>3</sup> stykket. Da vi også forestiller os at hempcrete elementet udgør hele væggen, altså at der kun er ét lag i væggen, så øges sandsynligheden for at det kan genanvendes ved bygningens endte levetid.

### INSPIRATION

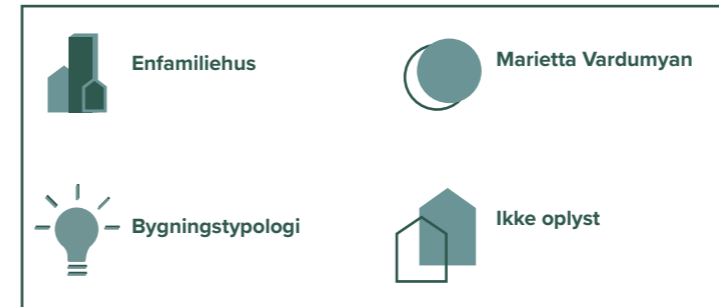
Vores motivation er at lykkedes med at lave så simpel en vægkonstruktion som overhovedet muligt; en ét lags væg. Det er fordi at vi i vores nuværende

bygninger ofte har langt flere lag. Helt op til 8-9 forskellige lag. Vi har haft samtaler med Havnens Hænder, Isohemp og Hemboo.



# Marietta Vardumyan

## A Tree for Every Household



### THE SOLUTION

The project name "A Tree for Every Household" speaks for itself. I use a set of schemes designed to support or create an environment that meets the needs of modern society. I choose simple forms and minimal housing sizes and dimensions, thus reducing the use of resources and keeping in mind that minimalist spaces must satisfy all the needs and desires of their users.

My approach to design is aimed at reducing the impact on the environment and financial resources. This approach is realized by keeping the footprint of the designed house to a minimum, with living spaces that are versatile and functional. The humanity of the project should not be limited to the comfort of the residents. In my approach, I try to avoid monotony and add more variety. And also in terms of living diversity, residents will be able to understand that they can take care of the planet with their homes.

### INNOVATION

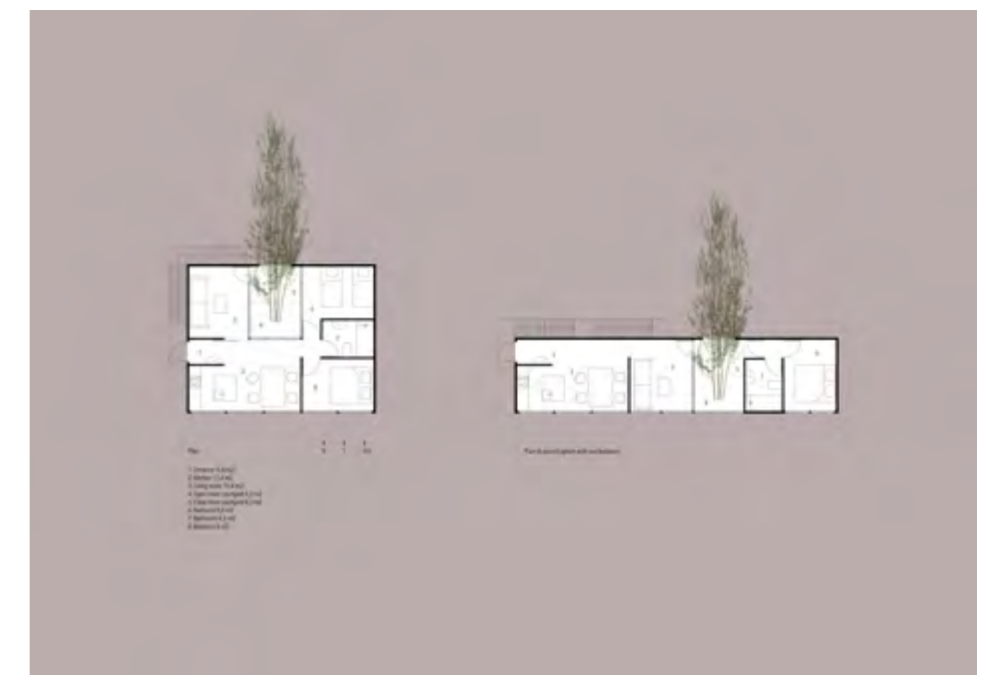
The designed housing has a small garden inside the house and on the roof. Thus the solution is more self-contained than a garden close to home. The roof can then be used as an additional resting place for the residents. The designed house is also modular, which should make it more economical and, subsequently, environmentally friendly. Trees planted in the inner courtyard can increase biodiversity.

### PLANETARY BOUDARIES

Each house is planted with a tree species with a high internal carbon dioxide absorption capacity in the form of bonded carbon. For example, hardwoods: aspen – up to 3.6 t CO<sub>2</sub>/ha, birch – up to 3.3 t CO<sub>2</sub>/ha. Roof gardens can also reduce energy consumption for air conditioning and heating thanks to the insulating properties of the ground soil, which in turn reduces energy consumption and carbon dioxide emissions.

### INSPIRATION

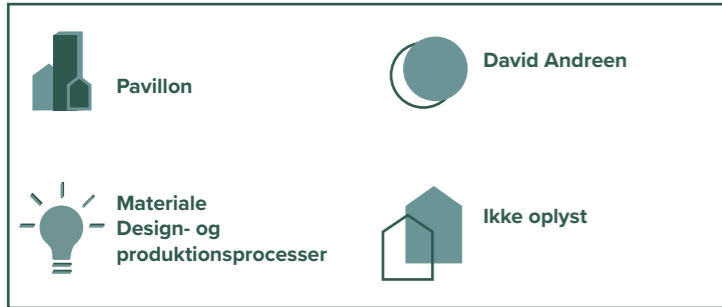
Staying away from other contacts during the quarantine and COVID-19 pandemic, I really wanted to get a piece of nature without leaving home. Due to the environmental and financial issues we face today at the dawn of a new pandemic era, the desire for more freedom has motivated me to follow more simple and efficient ways of living. I was also inspired by trends and projects in green architecture.





# bioDigital Matter lab, Lund University

## Felted Earth



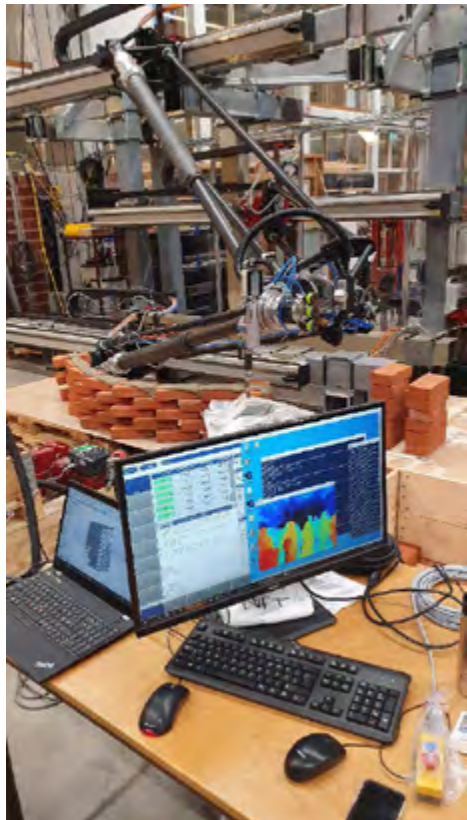
### THE SOLUTION

Innovation in technology and design has brought back many vernacular materials as powerful responses to the sustainability crisis. These materials are mostly locally sourced and involve very little processing. Through the capabilities of computational design tools and advanced simulation, the performance of these materials can be enhanced through the use of intelligent geometry. One such material is unfired clay, which has demonstrated its potential in combination with advanced construction techniques such as 3d printing, as seen in the works by Ron-

ald Rael of New Mexico, IAAC in Spain, and WASP in Italy. When faced with the wetter climate of Northern Europe, clay needs to be protected from excessive moisture, as this weakens the material and leads to erosion. Conventional coatings such as cement based render are not as flexible as the clay, which will shrink and expand with the cycles of the weather and climate. In our proposal, we will instead use another natural material to protect from water and erosion: felted wool.

We propose to construct houses (and a pavilion) from locally sourced, 3d printed clay. The structures will be designed using vaulted forms, optimising the force loads to rely on compression - adapting to the material characteristics and avoiding the use of metal reinforcement. Global shape as well as smaller patterns will adapt to the requirements imposed by water runoff.

The clay structure will be covered by a layer of felted wool, applied using a robotic felting tool capable of following the undulating forms of the printed structure. The felted fibres integrate into the clay surface, forming a fine, 3-dimensional mesh that protects the clay and sand particles from being washed away. The hydrophobic nature of the wool prevents water from penetrating into the clay, while allowing water vapour to pass out, not unlike a Gore-Tex textile.



### INNOVATION

3D printed clay buildings have already been demonstrated by both academic and semi-commercial actors, but they represent a yet-to-be-realized commercial opportunity for truly sustainable construction. In order for such houses to gain widespread use in Northern Europe, the wet climate must be taken into account. In our proposed solution felted wool, another local, organic and low-processed material, is used to complement the properties of clay and mud construction. It provides a barrier against water and erosion, while exhibiting the flexibility to move with and adapt to the clay.

In conventional construction, the use of clay and felted wool would be prohibitively complex. In our solution, the use of digital design and fabrication strategies enables in-situ fabrication of the built structures, overcoming these limitations. For the fabrication, we intend to use the mobile robotic solutions existing at the Construction Robotics Center at Lund University. Starting in a determined geometric design, the process relies on adaptive fabrication. This is where the robots have integrated machine vision and force feedback sensors that make it possible to adapt to the unpredictable nature of the construction process and the natural materials.

Materials such as clay and felt achieve their final shape and stability through mechanical integration and drying, and contrary to many conventional construction materials there is no chemical

curing involved. As a consequence, the materials can be altered, modified, and reused. This allows for damages or wear to be readily corrected, for buildings to change and adapt over time, and to be either reused or returned to the natural environment at the building's end of life.

### PLANETARY BOUNDARIES

Naturally occurring, low-processed materials such as clay and wool have several significant advantages over industrial, highly processed materials: They can be locally sourced and require no centralised processing, thus reducing transportation; they are inherently carbon neutral; they are inherently circular due to the material properties and at the end of their use in construction they seamlessly return to the natural environment.

In global contexts, earthen buildings have a positive sustainability impact due to their thermal mass which is well suited for arid environments where the temperature varies strongly over the daily cycle. It is also in these climates that we will see the most construction happening over the coming decades, as urbanisation, population growth and economic growth is very strong. The thermal buffering inherent of earthen buildings reduces the need for both heating and cooling, greatly reducing the CO2 emissions of the use stage. In the global south, the combination of digital design and fabrication with low processed, local materials also brings the distinct advantage that they do not necessitate the fabrication of massive centralised infrastructures. These infrastructures, e.g. in the form of roads, factories, mines, and harbours, carry immense costs in terms of both CO2 emissions and biodiversity loss.

In Scandinavian contexts, earthen buildings are more complicated, partly because of the already existing infrastructures and partly because of the necessity of insulation over thermal mass. However, if used intelligently and in combination with other construction principles, they have the potential to reduce resource consumption, energy use, and transport in the construction phase, and to facilitate circularity in the built environment. By demonstrating how such structures can find a place in the highly developed construction industry here, we can lead by example, providing sustainable

technical solutions and promoting their acceptance and adoption across the world.

### INSPIRATION

The housing approach and pavilion is and will be developed by a team based at the bioDigital Matter lab at Lund University together with the Center for Construction Robotics. Between us we have extensive experience with digital fabrication, computational design, natural materials, large scale 3d printing, and robotics. We also have access to advanced equipment that makes the fabrication of the proposed pavilion possible. This includes a mobile robotic platform capable of on-site 3d printing, machine vision, and tool-based manipulation (e.g. felting). Over the past decade we have developed and worked on multiple projects that include challenges and techniques similar to those proposed in this approach.

In terms of external inspiration and precedent, we base our approach on vernacular architectural traditions, where a rich heritage exists across the world - earth and clay have historically

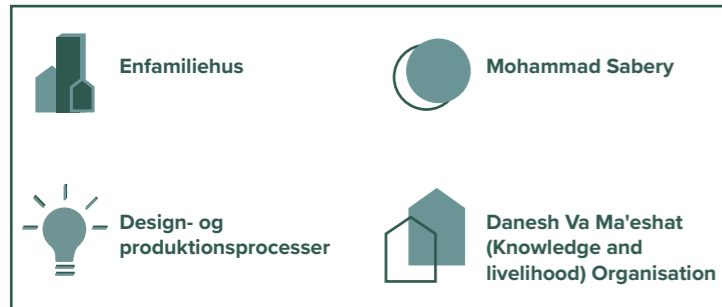
been some of the most available and performative materials used in the built environment. These techniques and materials have largely disappeared from contemporary construction, at a significant cost to the environment. Several actors have worked on reintroducing the materials in combination with advanced digital technologies that allow us to complement the material potential with modern performance and efficiency. These include the Italian 3d printing manufacturer WASP (e.g. the Tecla house), the Institute for Advanced Architecture (IAAC) in Barcelona, and Rael San Fratello of California. Researchers such as Block Research Group have explored how intelligent geometries enable the use of weaker and more sustainable materials.

The approach itself has been developed in the course of a master's thesis project by Katie Heywood, a member of our team. This is where the concept of robotic felting on 3D printed clay was first developed, and an early proof of concept has been developed that includes material testing, robot programming, small scale prototyping, and design concepts.





# Danesh Va Ma'eshat PeyDal



## THE SOLUTION

Today's architectures are prefabricated and non-prefabricated, each of them in turn has major drawbacks. Prefabricated architectures always have limited designs, which in many cases are not compatible with the needs of users and the environmental conditions of the construction site. Non-prefabricated architecture also has a longer and more expensive construction period and usually provides lower safety for users because they do not use new materials. In designing this product, I have tried to bring together the advantages of all these construction methods, in addition to providing new features, and eliminate their drawbacks.

PeyDal is a set of prefabricated light-weight structural modules that can be easily placed in different positions and form a modern space for you. With PeyDal, design restrictions no longer make sense in prefabricated architecture, and it is only the creativity of individuals that determines the number of designs.

PeyDal can be considered the beginning of a new era in the construction industry because it eliminates need for the presence of technical experts, various materials and heavy equipment at the construction site, greatly reduces construction costs and time, and increases the safety and flexibility of homes.

The easy process of connecting the modules to each other and their light

weight along with easy transportation, make it possible to build safe houses in remote areas and increase human safety against natural disasters such as earthquakes.

All of this means: PeyDal will create a huge change in the shape of our tomorrow's homes.

## INNOVATION

Compared to non-prefabricated buildings, prefabricated buildings generally have more up-to-date materials and technology and more principled execution, but companies which operates in the field of prefabricated structures, to reduce the cost of molding and workshop equipment, They are doomed to limit their proposed designs, which in many cases do not meet the needs of customers. In this design, we replace a complete prefabricated architecture with a set of prefabricated floor, wall and ceiling modules that have the ability to be arranged in various modes; We seek to enable the implementation of various plans and architectures in prefabricated house and reduce its implementation costs to expand the use of safe, light and up-to-date buildings in the community.

(This project is a global invention in the field of construction of prefabricated housing. So far, the process of permanent patent in Iran (No. 105749), provisional patent in the United States (No. 63256534) has been done.)

## PLANETARY BOUNDARIES

Nearly a third of the world's carbon footprint is currently in the construction

industry; The use of old manufacturing methods and the impossibility of reusing materials are the factors that have made this industry one of the most polluting industries in the world today.

This plan enables the reuse of materials produced for the building, simplification and lightening of components (to prevent the use of heavy polluting equipment in the construction site) and the use of electricity for heating and cooling (instead of using fossil fuels), brings the possibility of a significant reduction in the impact of this industry on current land pollution.

## INSPIRATION

In terms of simplifying the construction process, the community of building designers will expand in an unprecedented way. In this situation, architecture students and all those who have learned to work with 3D software, can provide their designed models to other users through PayPal intelligent system and earn money from it. In fact, PeyDal does not offer just construction method, but will change the whole architectural structure. The relationship between the employer and the architect, the structure of the construction industry, and the income of design students are all issues that will change fundamentally as PeyDal grows.

PeyDal is the newest method of building a house and offers the highest purchase value to users. Because by spending equal cost compared to other construction methods, along with beauty and high flexibility, it creates

much more safety. The use of LSF system in the structure and recombinant polymer concrete in the foundation along with the innovations used in the design, has significantly reduced the weight of PeyDal houses to less than 10% of today's houses; This means the incomparable safety of PeyDal against earthquakes and other lateral forces entering the house.

Easy separation and connection of modules from each other is the main impact of PeyDal on the technical knowledge available in the construction industry. This means that unlike the rigid structure of today's homes, PeyDal users can easily disassemble the modules that make up their home and reconnect them after moving to another area. Another impact of this

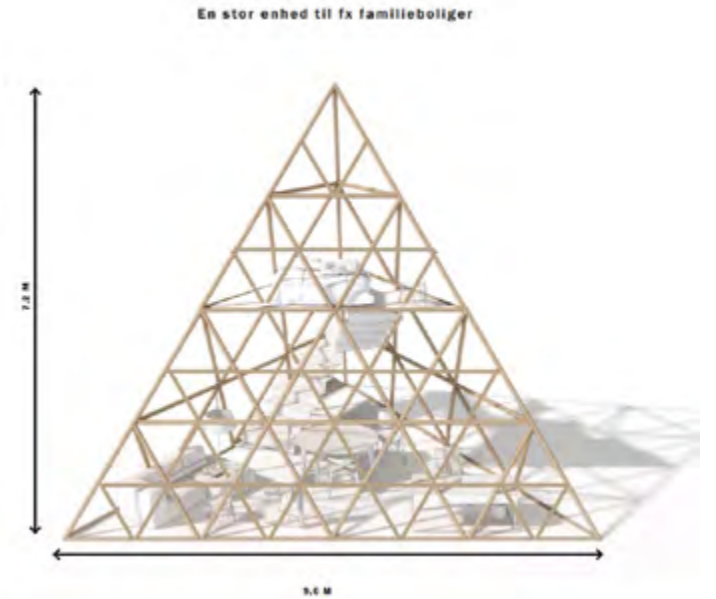
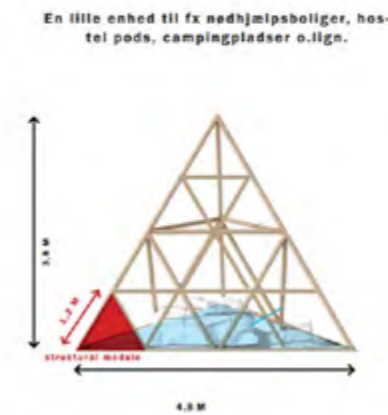
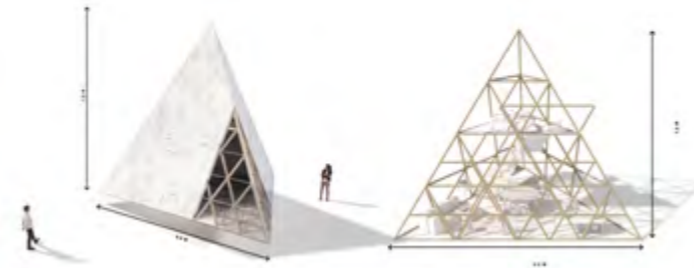
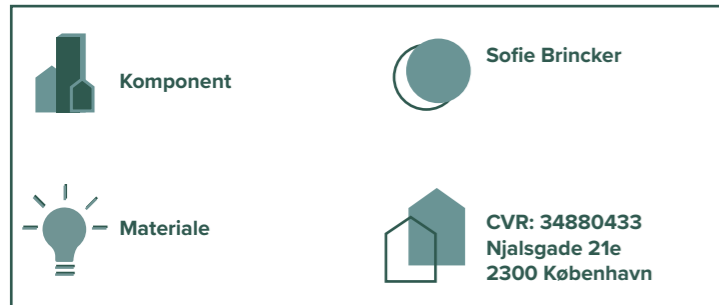
feature is the unique flexibility that is given to today's homes; This means that over time and changing family conditions, the user can easily expand the design of the house to provide more space for its residents.





# WE ARCHITECTURE ApS

## The Paperhouse



### LØSNINGEN

Papir og pap er affaldsprodukter vi producerer i enorme mængder. I 2019 producerede vi samlet i Danmark 665 tons papir og pap affald. Til sammenligning producerede vi samme år 49 tons plastaffald. Papir og pap udgør således en af de største affaldsmængder vi producerer i Danmark.

Papir- og papfraktionen er en let tilgængelig ressource. Vi indsamler den i vores affaldssortering, så strukturen til både indsamling, ren sortering og videresalg er etableret. Derudover er papir- og papaffald den affaldsfraktion som er rene og nemmest at genanvende. Ydermere udleder produktionen af papir meget lidt CO2 og hvis der behøves nye papirfibre, kommer de fra træer – en 100% fornybar ressource.

Pap og papir er som skabt til byggeindustrien. Det er et fuldt fleksibelt materiale, det vejer meget lidt og så er det hurtigt og relativt let at producere samt nemt at opbevare. Dertil kommer, at det har store æstetiske værdier, da det har en naturlig tekstur, det kan farves i alle tænkelige farver og bøjes i alle tænkelige forme.

Visionen er, at udvikle et byggekoncept i genanvendt papir og pap, således der ikke skal produceres nye produkter til byggeindustrien, men at vi i stedet benytter os af ressourcer, der allerede er i brug og tilgængelige.

Byggekonceptet baseres på en byggekloids der opfylder følgende kriterier:

- Byggeklodsen skal bestå af 100% papir/pap.
- Byggeklodsen skal udgøre både 1) det konstruktive system, 2) tag/facade, 3) isolering og 4) indervægge/lofter - så et hus næsten udelukkende kan opføres med papir-byggeklodsen.
- Byggeklodserne skal være modulare, dvs. de med stor lethed skal kunne 1) skilles ad og sammensættes på ny og 2) sammensættes på et antal af måder (fuld fleksibilitet).
- Byggeklodserne skal udlede et minimum af CO2 under fragt, dvs. de skal 1) veje så lidt som muligt og 2) kunne flatpackes.

### INNOVATION

Papirklodsen består af komponenter og materialer, der allerede er fuldt tilgængelige på det Europæiske marked – nemlig pap- og papirprodukter af genbrugt papir / pap. Det betyder, at hele forsyningskæden bag allerede er på plads, hvorfor byggekonceptet hurtigt og effektivt vil kunne sættes i produktion.

Det innovative består i at udvikle selve byggekloidsen. Idéen her er at udforme byggekloidsen som en trekant, da trekanten er den konstruktivt stærkeste form. Det muliggør at byggekloidsen i sig selv udgør den konstruktive løsning. Samtidigt er trekanten en modular form, der kan sammensættes på et antal af måder, hvilket resulterer i stor fleksibilitet. De trekantede byggekloids kan sammensættes til helt små enheder (fx nødhjælpsboliger i

krigszoner), de kan sammensættes til medium store enheder (fx ungdomsboliger/hostels) eller de kan sammensættes til store boliger (familieboligen) og endda etagebyggeri / højehuse.

Idéen er, at den trekantede byggekloids består af kun 3 materialer:

1. En konstruktiv trekant bestående af 3 identiske sider, der måler 1200 x 300 x 40 mm. Siderne består af kraftige papplader med et mellem-lag af bikubeformet struktur fx Ficus Pax AAA. Pappladerne er 10 gange stærkere end normal pap og kan bære op til 2 tons.
2. En både indvendig og udvendig skal (tag/facade samt indervægge/lofter), der består af Paper Factor – et allerede fuldt udviklet og testet papmaché-produkt, der er behandlet uden brug af giftige kemikalier så det hverken kan brænde eller blive vådt. Paper Factor er et naturprodukt der har store æstetiske samt indeklimamæssige fordele som fx god akustik og ingen afgasning (det skal ikke males).
3. Et indvendigt mellemlag af papirisolering. Der findes allerede flere forskellige typer papirisolering som fx papiruld. Dog vil vi hellere i stedet undersøge muligheden for at isoleringen også vil kunne flatpackes ved at anvende samme type pap/papir struktur, som man allerede kender fra flere sammenklappelige papirmøbler.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Indledende LCA-analyser viser at vi kan nå målet på 2,5 kgCO2/m2/år, da papir og pap har negative CO2-aftryk i faserne A (produktion) og C+D (End of Life samt næste produktsystem). I livscyklusfasen A har papiret og pappen et negativt CO2 aftryk, da pap og papir er baseret på CO2-absorberende træ. I faserne C+D kan byggekonceptets moduler genanvendes og indgå i andre systemer enten som direkte trekantede klodser eller genanvendes på etablerede fabrikker der i forvejen genanvender pap og papir. Fundamentet i et byggeri udgør erfaringsmæssigt ca. 30% af CO2-aftrykket. Vores byggekonceptet indeholder et let genbrugeligt fundamentssystem med skruefundamenter og/eller punktfundamenter. Således minimeres betonforbruget ift. et traditionelt linjefundament. Terrændækket løftes over jorden og kan således opbygges i papir, pap eller træ.

Der findes endnu ikke miljøvarerdeklerationer på hverken Paper Factor eller Ficus Pax, men generiske data fra Ökobau databasen viser, at byggepap og papiruld, som minder om vores materialer, har negative CO2-aftryk i faserne A og D – se illustration.

Analyser af overfladearealet kontra gulvarealet viser, at vores byggekoncept ved en tresidet-pyramide-form har 8% færre kvadratmeter overfladeareal (klimaskærm) ift. et traditionelt rektangulært boksbyggeri også på 40 m2 bruttoetageareal. Fordelen ved pyramideformen og trekanterne ift. et

boksbyggeri, er at gitterkonstruktionen i sig selv er stærk og dermed kan fundamentet materialeoptimeres.

Energikoncept: Luft-vand varmepumpe og solceller på den ene trekantede sydside med en hældning på 55 grader (tæt på de 45 grader der er optimal hældning) er medvirkende til lavt CO2-aftryk. Ventilationen forestiller vi os er hybrid dvs. intet el-forbrug om sommeren.

Vores forslag er en let konstruktion, som er nem at producere og indeholder et minimum af mængder og typer. Byggekonceptet er simpelt og nemt at transportere og kræver ikke tunge fabrikker og lastbiler. Således arbejder vi indenfor de planetære grænser, se illustration.

### INSPIRATION

Papir som byggemateriale er langt fra nogen ny ide. I Japan har man traditionelt anvendt papir i flere århundreder i form af "Shoji" skærme – et fleksibelt skydepanel, der fungerer som døre / vinduer / indvendige vægge. Inspireret heraf har man derfor særligt i Japan i årevis arbejdet med at nyfortolke papiret i bygningskunsten. Mest kendt er måske den prisvindende Japanske arkitekt Shigeru Ban, der har opført en lang række papirkonstruktioner og prisvindende papirbygninger.

I Danmark har vi ikke arbejdet med papiret som byggemateriale i nævneværdigt omfang. Vi har en anden byggeskik, der beror på tungere byggekomponenter såsom mursten og

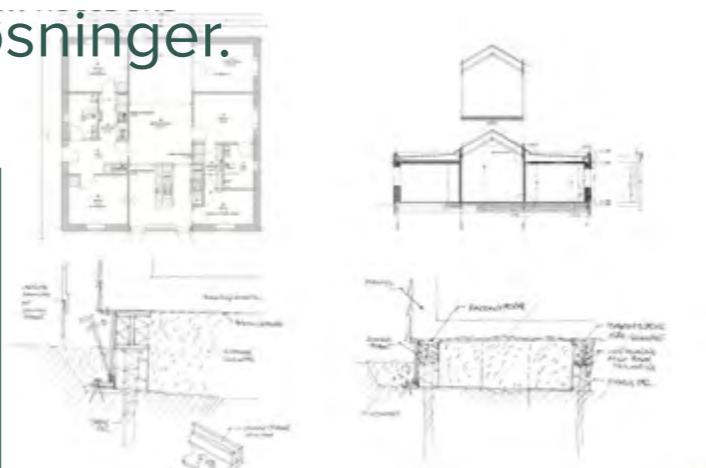
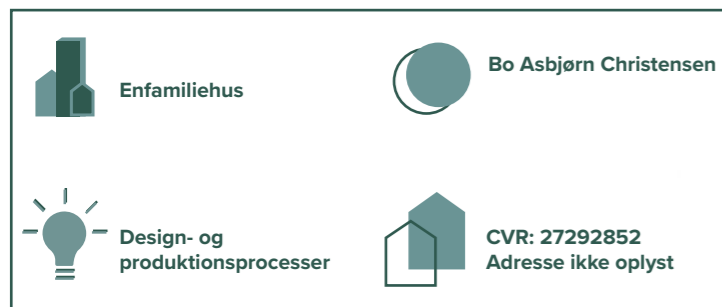
betonmoduler, som langt størstedelen af vores boliger består af. Visionen er derfor at omsætte papiret til en modular form den danske byggeindustri hurtigt vil kunne adaptere til og som ikke kræver særlige arkitekttegnede løsninger. Et system en dansk tømrer eller murer relativt nemt vil kunne arbejde med. Måske endda så let forståeligt, at det potentielt kan samles med samlevejledninger, som "gør-det-selv" huse.

Trekantformen trækker referencer til andre kendte strukturer man forbinder med papir - korthuset. I papirhuset anvendes det selvsamme konstruktive system som man kender fra korthuset, hvor trekanten – bestående af relativt tynde skiver papir - sammensættes til en form der bliver stærkere og stærkere, jo flere trekanten der tilføjes.

Byggesystemet trækker også referencer til de flamingoklodser (Styrpor /Polystyren), som er stormet frem i boligbyggeriets et-planshuse de seneste år. Flamingoklodserne er dog et skidt materiale for bæredygtigheden. De er lavet af plastic som kommer fra olie (en ikke fornybar ressource) og flamingoen kan ikke genbruges igen på andre måder end som hel klods. Hvis en klods går i stykker, er der ikke andre alternativer end at brænde eller deponere den. Vi vil i stedet udvikle et system, som kan konkurrere med disse, men som er langt mere bæredygtige.

# ARKITEKTFIRMAET BO CHRISTENSEN ApS

## New House One - Industrielt præfabrikeret boligkoncept med nye løsninger.



### LØSNINGEN

De to helt afgørende elementer er; - Fuld industriel tilgang til produktion af boligheder og nye løsninger.

Industrielt tilgang til produktion. "Byggeskik" inden for dansk boligbyggeri, bygger i høj grad på en evolutionær tilgang, hvor man groft sagt blot har videreudviklet på middelalderens grundmurede murstenshus. Det grundmurede hus har en række udfordringer mht. opfyldelse af nyeste krav til optimale konstruktion, klimabelastning- og i øvrigt helt umuligt at præfabrikerer.

Som projekttitlen antyder er der tale om en ny boligtype, hvor man har startet forfra mht. hvilke konstruktioner og konstruktionsprincipper der er optimale - og hvor der kun er tale om reelt en boligtype og størrelse. "Indholdet" i langt de fleste nybyggede boliger er ens mht. rumdisponeringer, blot med en variation i udtrykket, så en boligtype/størrelse vil i rigtig mange tilfælde kunne tilfredsstille behovet hos en stor del af boligkøberne. Ved kun at lave en type opnås en meget stor rationalitet i produktionen og man vil også kunne producere boligheder med en høj- og fejlfri kvalitet – idet mange fejl typisk sker ifm. variationer.

### Nye løsninger

De nye løsninger er udviklet dels for at optimere/minimere forbrug - og som både en nødvendighed og for en optimering i forhold til, at kunne producere bolighederne fuldt industrielt. Vi vil her blot nævne et par af løsninger som indgår.

Genbrug af varme og vand – 30% besparelse på "fjernvarmeregningen" og 25% på vandregningen. Nyt betonfri fundament/"terrændæk" til den industrielle præfabrikerede bolig - udført med lokalfremstillet terrænisolering udført af grundbrugsmaterialer.

### INNOVATION

En ny tilgang til at bygge boliger, hvor man har tænkt helt forfra uden at skele til hvad man normalt ville gøre – og hvor der både er tænkt lavt klimafølsomt ifm. etablering og drift. Samt gentænkt indretningen, således, at denne opfylder eller nemt kan tilpasses, så man tilgodeser en meget stor del af de behov der er til en bolig livet igennem. Med afsæt i den måske lidt klassiske indretning med en forældre- og børneafdeling, vil huset kunne ændres til andre behov, når børnene er flyttet hjemmefra, til enten at være en egoist bolig for to med plads til diverse hobby eller måske med mulighed for udlejning af "børneafdelingen" til f.eks. B&B.

Dette gør også, at det ikke er nødvendigt at foretage tilbygninger og større ombygninger - og endelig vil huset ifm. overdragelse til en ny (ung) familie nemt kunne reetableres til den oprindelige indretning passende til det behov som en "startup" familie har behov for.

Endelig forventes den industrielle tilgang til produktionen af huset, sammen med at der er få eller ingen variations- og tilvalgsmuligheder, at man kan sænke prisen i forhold til

mere traditionelt opførte boliger. Den industrielle tilgang til produktion gør at man kan få den samme rationalitet ind boligproduktionen, som ifm. øvrige industriprodukter, som f.eks. bilproduktion. Til illustration af dette, er det vores påstand at en almindelig bil ville koste flere gange mere end det faktisk er tilfældet, hvis stadig producerede bilen på samme irrationelle måde som producerer/opfører bygninger. Bilproduktion er reelt blot en samling/montage af præfabrikerede (standard) komponenter, som er tilpasset specifikt til det sted hvor der skal monteres. Således er det også en del af NewHouseOne konceptet, at flest mulige af materialer/komponenterne er præfabrikeret – således at de blot skal monteres.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Umiddelbart har vi brugt vores erfaringer fra bl.a. etableringen af Innovest – Skjern (tildelt DGNB Guld) og vores to koncepthuse og herudover vores forhåbentligt sunde fornuft og intuitive tilgang til at udtænke løsninger som umiddelbart tilsyneladende mindsker klimaaftrykket både ifm. etablering og drift. Men vi forstiller os, såfremt vi kommer i betragtning, at vi kan få hjælp og sparring til at "gennemregne" de løsninger, vi allerede har valgt, samt give projektet en ekstra granskning for yderligere optimering og verificering af de valgte løsninger – også set i forhold til de planetære grænser, inden for de 9 del komponenter, man specifikt tilgodeser; Klima, Biodiversitet, Forbrug af ferskvand, Forurening af luft med partikler, Nedbrydning af ozonlaget,

Forsuring af havet, Udslip af reaktivt kvælstof og fosfor til miljøet, alle former for menneskab forurening.

Mht. et nedsat forbrug er det lige for mht. bæredygtighed - og ifm. opførelse/produktion har vi fokus på hvorledes man dels kan genbruge eller upcycle materialer til boligen - og hvor der bruges nye materialer, tænker vi i, hvorledes de på sigt i størst muligt omfang kan genbruges, når boligen evt. skal nedbrydes/demonteres. Selve det at man producerer bolighederne industrielt på en (samle)fabrik, vil have en meget stor positiv effekt mht. bæredygtighed. Dels flytter man ikke unødvendigt med materialer og mandskab til byggepladsen og man udgår også at producere en mængde affald (læs fraskær, spild mv.) på byggepladsen, som så i bedste fald sorteres og køres på genbrugspladsen. Spild og affald minimeres også ifm. at man kun har en boligtype med få valgmuligheder.

### INSPIRATION

Erfaringerne og inspirationen er kommet ud af en indgående interesse for bæredygtighed i alt almindelighed, samt fra Innovest og vores 2 husprojekter udført i eget regi.

### 300 % selvforsynende contianerhus.

Huset er udført med basis i 6 brugte skibscontianer, der både udgår det som primært bærende system og den primære ruminddeling, hvor contianerne fremstår som med originale overflader. Sandwichisoleringselementer der er brugt i gulv, tag og facaderne er også genbrugte.

Huset er forsynet med ca. 160 m<sup>2</sup> solceller som via varmelager (vand) og batteripakke gør huset helt selvforsynende – ja faktisk produceres der beregningsmæssigt også energi nok til to naboboliger. Beregningsmæssigt (2021 priser) så er der en årlig besparelse/indtægt på ca. 25.000,- mht. forbrug. Huset er knap færdigt og vi opsamler data for verificering af om vores indledende energiregnskab holder – hvilket det indtil videre faktisk gør.

### Upcyclingshus udført med afsæt i 2 stk. brugte kontorpavilloner.

De anvendte pavilloner er delvis færdigombygget før transport til byggepladsen, hvorfor vi også har fået nogen erfaring med de udfordringer der består i transport af præfabrikerede moduler og ikke mindst blevet udfordret på hvorledes man laver et

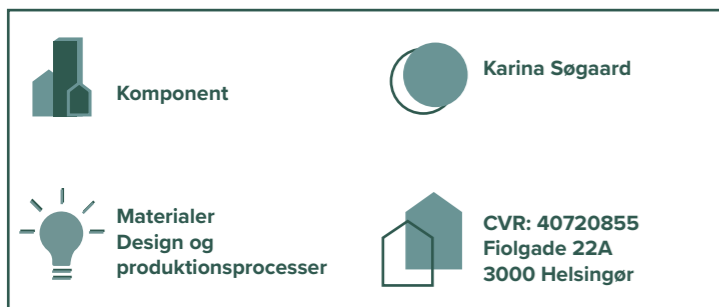
"fundament" som er rationelt og som passer den denne type byggeri. Ud af læringen og (dyrebare) erfaringen fra disse to byggerier, har vi udviklet det nye koncepthus NewHouseOne.





# KSARK ApS

## 3D print af fremtidens grønne vådrum i 1:1 med carbon capture-teknologi



### FREMTIDENS GRØNNE VÅDRUM MED CARBON CAPTURE-TEKNIK



#### LØSNINGEN

3D print af fremtidens grønne vådrum i 1:1 med carbon capture-teknologi. CO2 som fremtidens grønne ressource i byggebranchen.

Ny teknologi omdanner CO2 til basale kemiske byggesten, som let og enkelt kan bruges til at lave nye, brugbare produkter. Den mulighed kan vi bruge i byggebranchen til at løse boligbyggeriets største klimabelastende elementer: Terrændæk, tag og i sær vådrum.

Enfamiliehuset er en populær boform i Danmark.

Der er ca. 1.2mio enfamiliehuse i hele DK og der bygges i stigende grad flere hvert år.

Det er derfor et vigtigt led i den grønne omstilling at vi finder en grøn måde at bygge boliger på.

CO2 er en ressource, som vi har i næsten uendelige mængder. Hvis vi finder ud af, hvordan man bedst kan udnytte den, kan CO2 erstatte de mest klimabelastende elementer i nutidens boligbyggeri.

Løsningen er nu ikke længere væk end at vi kan række ud efter den og tage den til os.

Så, her kommer min pointe - og ide - til en bæredygtig løsning på et af boligbyggeriets helt tunge klimabelastende områder: vådrummet:

3D print af fremtidens grønne vådrum i 1:1 med carbon capture-teknologi.

#### INNOVATION

Ambitionen er at udvikle et bæredygtigt vådrum til fremtidens boligbyggeri.

Vådrummet er boligens akilleshæl i forhold til bæredygtighed.

For at vådrummet kan leve op til gældende byggelovgivning er vådrummet tæppebombet med materialer som ligger nederst i materialepyramiden – og så er det hele klistret sammen med kemiske membraner og cementholdige masser.

Hvilket gør vådrummet ekstremt klimabelastende ved etablering og det gør det fuldstændig umuligt at genbruge de anvendte materialer senere hen.

Derfor bør vi som branche ikke overse et lille rum med stor betydning for det samlede billede af hvad en bæredygtig bolig er og kan blive.

#### PLANETÆRE GRÆNSER

Det er ikke nok at nedbringe udledningen af CO2, hvis Danmark – og resten af verden – skal nå de ambitiøse mål på klimaområdet. Negativ udledning er vejen frem, og her er lagring og genanvendelse af CO2'en til f.eks. grønt plastmateriale helt afgørende og en oplagt mulighed til at løse problematikken omkring vådrum.

Mange tror, at hvis vi holder op med at bruge olie, gas og kul, er vi reddet. Men det er ikke nok. FN's Klimapanel fokuserer på, at hvis vi skal opretholde det klima, vi har i dag, skal vi til at rense atmosfæren for den CO2, vi har udledt i årtier. Vi er nødt til at lave det,

der hedder negativ udledning. Og en af de måder, man kan gøre det, er ved at fjerne CO2'en fra atmosfæren.

Mange forskere beskæftiger sig med dette på globalt plan. Det gør man blandt andet på grundforskningscentret CADIAC (Carbon Dioxide Activation Center) på Aarhus Universitet, hvor forskere udvikler på anvendelse af kulstof-byggesten kunne være polymerer i form af plastik. I dag er udgangsstoffet for plastik råolie, så plastindustrien står over for samme udfordringer med begrænsninger i mængden af fossile brændstoffer.

Man kan indfange CO2 – den teknologi er udviklet. Men i stedet for at lagre den i depoter, kan man nu også konvertere CO2'en, så den kan genanvendes, og dermed er det muligt at fremstille et syntetisk råstof, i form af plast.

#### INSPIRATION

I de sidste 20 år har jeg arbejdet på at bygge klimavenlige enfamiliehuse og sommerhuse for private bygeherre. Det har været en lang udviklingsrejse i at finde de mest grønne løsninger, men også en undersøgelse af de barrierer som er svære at bryde for at bygge rigtig bæredygtige boliger.

Jeg ser derfor projekt '4 til 1 planet' som en mulighed for at flytte disse barrierer for fremtidens boligbyggeri.

De 3 barrierer der forhindrer byggebranchen mest i at bygge ægte grønne boliger er:

1. Terrændæk (grønneste løsning p.t. er skruefundament med dæk i trækonstruktion)
2. Tæthed af tag (grønneste løsning p.t. er træfiberplade med vandafvisende overflade som er diffusionsåben)
3. Vådrum (som består af CO2 tunge materialer og membraner som gør det ekstremt svært at genbruge materialerne senere hen)

Vedr. Terrændæk og tag, så ser jeg at projektet 'Living Places' af MOE og EF-FEKT udviklet for 4 til 1 planet er kommet frem til de samme ovenstående løsninger for terræn og tag.

Men til min forfærdelse gik det op for mig at vådrum i 'Living Places' løses på samme uambitiøse måde som foreskrevet i dansk byggelovgivning.

Det skal og må vi lave om på.

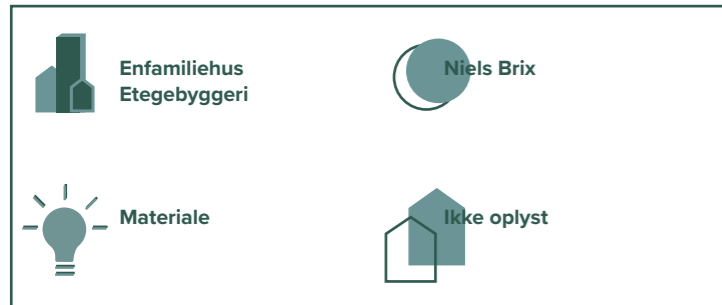
Derfor vil jeg gerne dele min ide til en bæredygtig løsning på boligbyggeriets helt tunge klimabelastende punkter: vådrummet, og på sigt forhåbentlig også til terræn og tag.





# Niels Brix

## Det Cirkulære Typehus



### LØSNINGEN

Typehusindustrien omsætter i Danmark hvert år for milliarder af kroner. Men kvaliteten af de mange nybyggede typehuse har desværre ikke fulgt med tiden og derfor trænger denne boligkategori til gevaldigt løft, hvad angår design, byggeteknik, materialevalg og ressourceforbrug.

Ideen med det cirkulære typehus er at gøre bæredygtige kvalitetsboliger tilgængelige for så mange mennesker som muligt så vi kan minimere ressourceforbruget og CO2 udledningen i byggeriet. Ved at tage ved lære af historien og kombinere ældre byggetraditioner med moderne teknologi kan vi skabe næste generation af bæredygtig boligarkitektur.

### INNOVATION

Ved at gentænke den måde typehuse produceres på i dag, er der mulighed for at skære en betydelig del af byggeriets samlede ressourceforbrug og CO2 udledning ned. I det cirkulære typehus er konstruktioner og byggematerialer inspireret af den historiske byggeskik vi har i herhjemme og i udlandet.

- Alle bærende vægge er lavet af stampet lerjord, der er et smukt og åndbart materiale.
- Taget er båret af træspær og oven på det er der et stråtag der holder vandet ude og isolere mod kulden.
- Hele huset er båret af et fundament af syltsten, som vi kender det fra mange ældre kirker og herregårde.

Derudover er alle samlinger konstrueret efter princippet design for disassembly, således at huset kan skilles af i rene materialestrømme efter endt brug og genanvendes. Ved at kombinere en moderne masseproduktion af typehuse, med den håndværksmæssige respekt for byggematerialerne, kan vi få sunde, ressourcebesparende kvalitetsboliger der er til at betale.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Det cirkulære typehus er opført med byggematerialer der kan føre direkte tilbage til naturens eget kredsløb. Når bygningens levetid er overstået, kan alle de konstruktioner der ikke ønskes genbrugt, skilles ad i rene materialestrømme og ligges tilbage i naturen hvor de vil formidde efter kort tid. Derved reduceres ressourceforbruget betydeligt da bygningens materialer kun er til "låns".

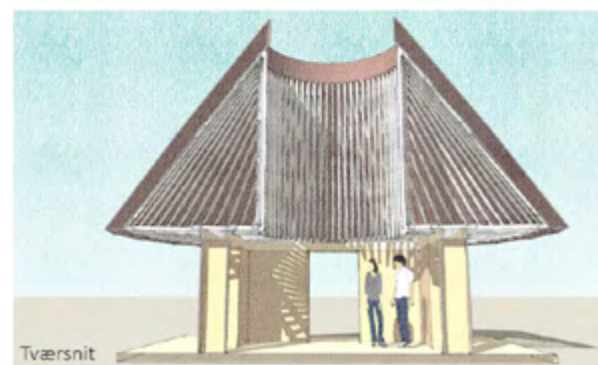
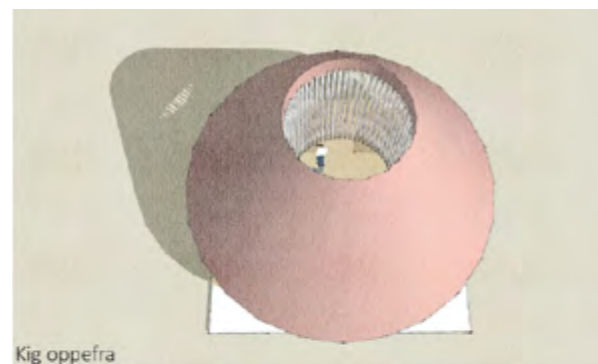
De materialer der er brugt i "det cirkulære typehus, har alle en meget lav forarbejdningsgrad, der under produktionen udleder et minimum af CO2.

### INSPIRATION

Det sidste års tid har jeg sammen med min kollega Johan Jeppesen udviklet et flere etagers byggesystem af stampet lerjord der skal udstilles på ICSA konferencen 2023 på Aalborg universitet. Dette arbejde at givet

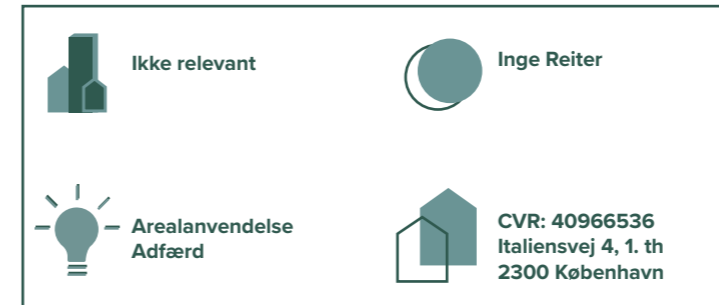
inspiration til at udvikle Det Cirkulære Typehus. Mine inspirationskilder har blandt andet været:

- Det åndbare hus, der er udarbejdet af entreprenørselskabet Egen vinding og datter. Dette hus blandt andet et smukt stråtag samt åndbare konstruktioner.
- Martin Rauchs arbejde med udvikling af stampede lerjordselementer i Østrig.
- Søren Vadstrups arbejde med historiske bygninger for center for bygningsbevaring.



# JORD

## Arkitektur med naturen



### LØSNINGEN

Helt overordnet, så er kvalitet, fællesskab, minimalisme og en sammensmeltning mellem landskab og bygninger de afgørende elementer i løsningstilgangen.

Her er landskabet afgørende for placering og indretning af bygninger, og der tages udgangspunkt i at udnytte alle eksisterende økologiske nicher som muligheder for udvikling af byer. Desuden designes bygninger efter at optage mindst mulig plads i landskabet, så der frigøres arealer til natur, husdyr og til arealer for leg og bevægelse.

I boligerne skal der udover integrationen i landskabet, efterstræbes sjæl og kvalitet, så bygningerne bidrager til at de rodfæstes i landskabet og bliver en lige så naturlig del af landskabet som vores gamle kirker. Man skal simpelthen have lyst til at passe på dem og bevare dem over tid.

Derudover skal de designes, så man udnytter viden om økologiske byggeprincipper mest muligt og på denne måde reguleres f.eks. huset klima primært gennem sol og vind.

Fællesskabet skal etableres i større eller mindre klynger, med mere eller mindre fælles muligheder. Fællesskabet skal rumme mange forskellige muligheder for at bo, der afspejler den mangfoldige måde vi sammensætter vores familie på i dag. Det er som udgangspunkt tæt-lav bebyggelse, men andre former skal også tænkes ind.

Det kan være alt fra at dele vaske-maskine, boremaskine, delebiler, gæstehuse og andre praktiske muligheder til at have fællesspisning, arbejdsdage o.lign

### INNOVATION

Det afgørende nye er, at bygningernes størrelse skal minimeres drastisk uden at det rammer livskvaliteten. I dag er gennemsnittet vist omkring 200 m2 for en familie på fire. Dette skal halveres, så der bliver frigivet plads til fællesskabet i form af mere natur og muligheder for fysisk udfoldelse i nærområdet. Derudover skal en reduktion i bygninger gerne afspejles i omkostninger, så det bliver muligt for familier at arbejde mindre og have mere tid til familien og fællesskabet omkring hjemmet.

Desuden skal boligerne og indretningen af boligerne nuanceres, så der bliver plads til alle de forskellige familieformer vi har i dag. Ligeledes skal det være nemmere at flytte internt rundt alt efter de behov man har på de forskellige stadier i ens liv



### PLANETÆRE GRÆNSER

Det helt afgørende er at boligarealet minimeres og bygningernes levetid forlænges. Men også at der skabes det nødvendige fællesskab for at deleordninger overhovedet kan fungere. På denne måde frigøres den enkelte familie for at anskaffe sig en masse ting, som kun har praktisk betydning og det giver mulighed for at arbejde mindre og på denne måde køre mindre i bil o.lign frem og tilbage på arbejde.

Så der vil være en masse sideeffekter i at tænke 'Less is more'

### INSPIRATION

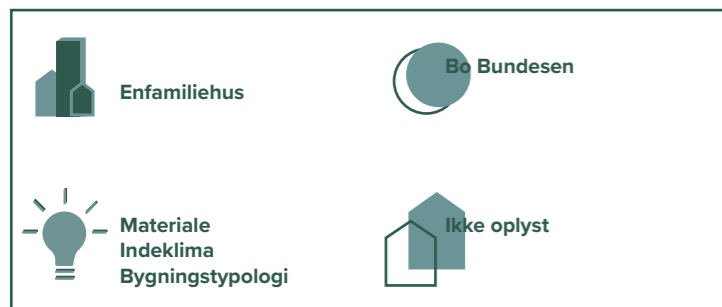
Den er inspireret af andre, der bruger landskabet som grundlag for placering af bygninger bruger de ressourcer, og de 'frø' der er på stedet som grundlag for en udvikling.

Derudover er den inspireret af folk, der arbejder med 'levende huse' altså huse, der reguleres gennem materialer og designprincipper mere end teknologi. Begge dele kan integreres, men det ene skal ikke udelukke det andet.



# Bo Bundesen i samarbejde med arkitekt Christian Schjøll

## Det skalerbare biogene hus



### LØSNINGEN

Vi vil skabe et nyt alternativ til de eksisterende typehus-koncepter der dominerer husbyggeriet i dag, med særlig fokus på bæredygtighed og arkitektur.

#### Skalerbart hus:

Vi har udviklet et arkitektonisk koncept for et skalerbart hus, der kan tilpasses individuelle behov og udvides over tid, hvis behovet ændrer sig. Dvs. at man i princippet, hvis man f.eks. er enlig eller et ungt par kan starte med en mindre bolig og så senere gradvist udvide, hvis behovet ændrer sig til noget større f.eks. en familiebolig eller måske et generationshus. Det skalerbare koncept betyder samtidigt at husene kan varieres på et næsten uendeligt antal måder og dermed sikre stor variation i udtrykket.

#### Bæredygtighed:

Med det skalerbare koncept sætter vi også fokus på at bo bedre på færre men godt udnyttede kvadratmeter og på den måde også bidrage til at holde ressourceforbruget nede. Husene er i videst muligt omfang bygget af biogene materialer. Tag, facade, konstruktion og isolering er baseret på træ der stammer fra bæredygtigt dansk skovbrug.

Vi har også fokus på at skabe det bedst mulige indeklima. Vægge og tag er udført som diffusionsåbne konstruktioner der tillader huset at "ånde" og dermed på en passiv måde bidrager til et godt indeklima. Indervægge fremstår som naturlig træbeklædning i gran

helt fri for skadelig kemi. Træbeklædningen bidrager også til en grundlæggende god akustik i husets rum.

Kontakt mellem ude og inde samt rumlige oplevelser: Husene er bygget op som længehuse med en bredde på kun 5 meter. Det giver gode muligheder for gennemlyste opholdsrum med god kontakt til det udvendige på begge sider af huset. Den tætte kontakt til det udvendige understøttes yderligere af vinduesåbninger i kippen. Åbne planløsninger og rumhøjde til kip sikrer rumlig kontinuitet og bidrager til følelsen af at være i et "eksklusivt rummeligt" hus til trods for husets relativt lille areal.

### INNOVATION

Skalerbart hus: Vi har udviklet et arkitektonisk koncept for skalerbart hus, der kan tilpasses individuelle behov og udvides over tid når behovet ændrer sig. Dvs. at man i princippet, hvis man f.eks. er enlig eller et ungt par kan starte med en mindre bolig og så senere gradvist udvide, hvis behovet ændrer sig til noget større f.eks. en familiebolig eller måske et generationshus. Det skalerbare koncept betyder samtidigt at husene kan varieres på et næsten uendeligt antal måder og dermed sikre stor variation i udtrykket.

#### Bæredygtighed:

Med det skalerbare koncept sætter vi også fokus på at bo bedre på færre, men godt udnyttede kvadratmeter og på den måde også bidrage til at holde ressourceforbruget nede.

Husene er i videst muligt omfang bygget af biogene materialer. Tag, facade, konstruktion og isolering er baseret på træ der stammer fra bæredygtigt dansk skovbrug.

Vi har også fokus på at skabe det bedst mulige indeklima. Vægge og tag er udført som diffusionsåbne konstruktion der tillader huset at "ånde" og dermed på en passiv måde bidrager til et godt indeklima. Indervægge fremstår som naturlig træbeklædning i gran helt fri for skadelig kemi. Træbeklædningen bidrager også i sig selv til en grundlæggende god akustik gennem hele huset.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Vi vil bidrage til at nå klimamålene ved i videst muligt omfang at erstatte alle de mest klimabelastende byggematerialer med biogene materialer. Læs mere om dette under rubrikken "Løsningen". Derudover har vi fokus på at reducere det samlede ressourceforbrug ved at minimere boligernes størrelse uden at gå på kompromis med funktionalitet og oplevelse af rum. Det gør vi bl.a. ved maksimere udnyttelsen af pladsen med optimerede og åbne planløsninger. Derudover tilstræber vi at materialerne er i videst muligt omfang stammer fra lokale kilder.

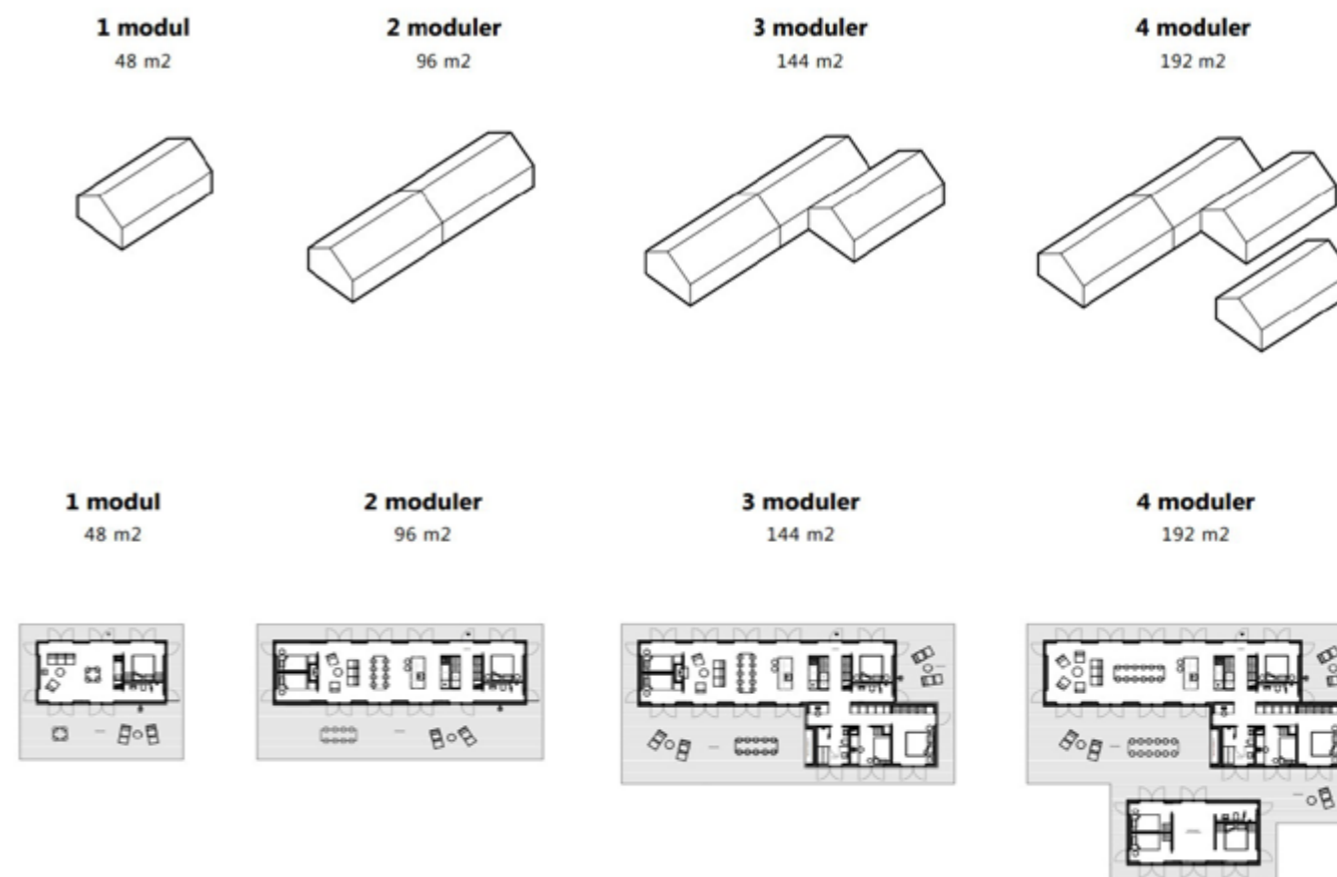
### INSPIRATION

Vores inspirationskilder spænder vidt og bredt fra de historiske nordiske langhuse bygget af træ der har rødder helt tilbage til vikingetiden og frem til moderne koncepter for modulært byggeri, herunder bl.a. Jørn Utzon's

"Espansiva" koncept for et økonomisk byggesystem.

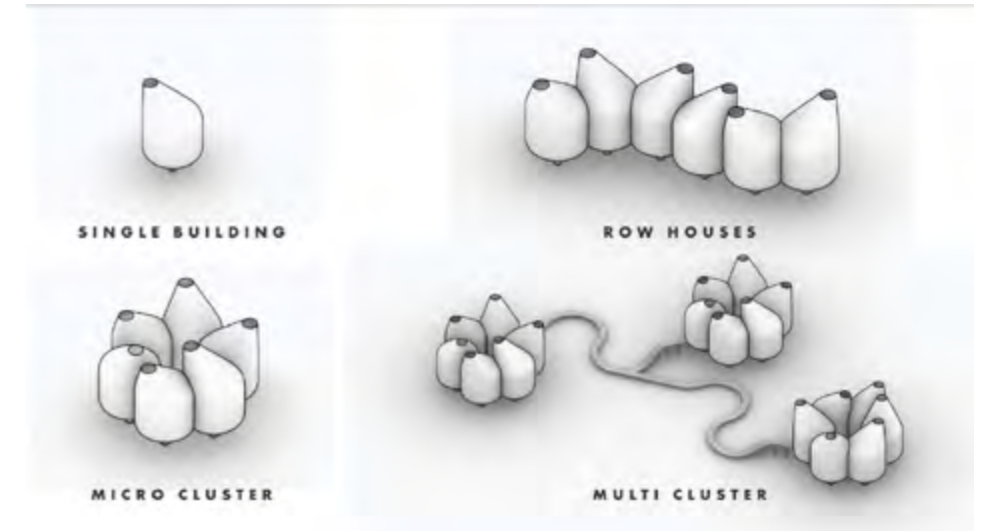
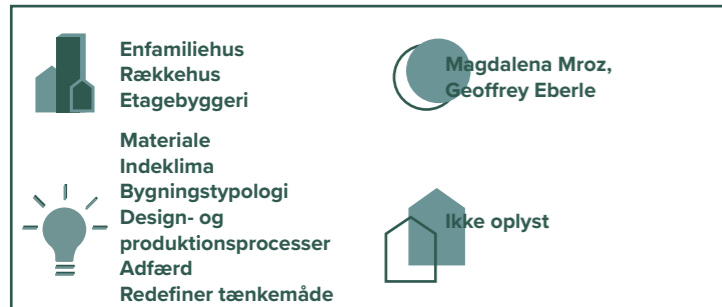
Derudover har vi i dialog med flere forskellige producenter der fokuserer på udvikling og produktion af biogene byggematerialer opsamlet viden og opnået et godt overblik over de muligheder der allerede eksisterer på dette område i dag og søger løbende

at bringe dem i spil i vores koncept, så vi samlet set kan opnå et tæt på 100 % biogent huskoncept. Vi er også i dialog med producenter der arbejder med opvarmingsløsninger der er baseret på fornybar energi og søger i det hele taget løbende at være med til at afprøve og udvikle koncepter for mere klimavenlige opvarmingsløsninger i vores huskoncept.



# Atelier Entropic sl

## The Nexgen House



### THE SOLUTION

What if, as a society, we asked not how to limit our destruction to the planet through development, but to reverse it? And not just on one parameter, but on every aspect relevant? This is the philosophy of holistic regenerative design, a philosophy which is the natural evolution of the environmental movement and a pronounced departure from the limitations of sustainability. The Nexgen Home design combines holistic regenerative design concepts, through the use of the organic circular economy construction techniques, ecological habitat panels, and passive temperature control and ventilation systems.

Our chosen design parameters, were for a building which, 1) Would not interfere with the potential ecological habitats of the ground floor 2) All parts either in their constituent format or the construction as a whole including foundations to be re-usable after the buildings lifetime 3) To be a net carbon store 4) To be modular both in construction and potential urban organization 5) To run primarily of passive energy and 6) To expand the capacities of nature through bio-habitats within the façade system.

When we build buildings today, much of our construction and by extension GHG emissions are built underground, in the foundations. Our buildings carve out the landscape, replacing nature with concrete, dynamism for monotony. What if, our buildings, could instead float above the ground, liberating once

again the ground floor for nature, and human dwellings above? The Nexgen Home, challenges our very notions, of what a building can be, by rethinking core concepts of urbanism, architecture, and our relationship to the natural world. The mono-pedal design is born through first principle methodologies, analysing each elemental need of human habitation, and rethinking without influence from tradition, strategic principles in which to construct the home of the future.

### INNOVATION

Everything in the project adheres to circular economy strategies including the foundation design, which replaces a traditional slab construct with an innovative steel pile foundation, which can be removed and reused after the buildings life-time. The floating design raises entirely new possibilities for land-use, offering new types of hybrid land usage. Residential can now co-habitate for instance with agriculture spaces used for livestock, and natural parks, without impact. The potential this may have on alleviating pressure on the housing market could have real positive impact for the new generations who have experienced an unaffordable housing market. Instead of thinking, how can we limit our impact on the bio-system, we asked ourselves what if we could actively contribute to the fauna and flora? The floating design alone, solves problems which human construction has had for millennia, namely displacing natural spaces for instead human spaces. And so we asked, what if both

nature and human spaces where simultaneously possible? The raised design solves this by not creating the traditional barriers of today's construction techniques, but instead allowing for wildlife to forage for food, migrate, and socialize without hinderance. The bio-active ceramic facade panels, a product we have been designing and testing for the last year, innovatively combine basic tiles and bio-habitat tiles together in one system, allow for user control on the magnitude of ecosystem philanthropy they wish to peruse in a given project. The key innovation in this technology is by making bio-active facades affordable through a range of financing to the every-day consumer, something which was previously out of reach for most. The impact therefore of smaller packages of habitats on a societal scale, could radically outweigh the existing habitat facade design through sheer numbers alone.

### PLANETARY BOUNDARIES

Today, operational energy has decreased due to regulatory pressure, on such a scale, that in some buildings operational energy is equalling the embodied energy of a building. Ironically though, as the focus on operational energy has become dominant in our industry, embodied energy on average has increased to accommodate more sophisticated and energy efficient buildings. Key enabling technologies, particularly in wood, offer alternative material strategies which can now function to sequester carbon, meaning a building has the potential to be car-

bon negative, before people begin to use it, when built correctly and transportation distances minimized. With the potentials in offsetting GHG emissions in the embodied construct versus the operational energy over a lifetime, the two with today's technology can be approximately equal, making for a holistic carbon neutral building. Our primary objective was to include Organic Circular construction techniques on every level, meaning recycling parts or the whole building is possible. Eventually, if no longer wanted, the vast majority of the building could one-day be disposed in the ground without releasing toxins. To do this, we focus primarily on wood construction for the structural members, and make a concession with our steel pile foundation, but that which can be re-used for another construct at a later stage.

The design is primarily focused on passive heating and cooling techniques, and secondly through local energy generation and district energy sharing. The tall cone shape of the roof enables stack ventilation, whilst the green facades help to reduce heat in summer, and in winter when the leaves have fallen away, the facade is once again exposed to the sun. Solar tiles, allow for local

electricity generation, and underfloor heating is powered by the energy-efficient air source heat pump and also takes advantage of the thermal mass of the ceramic floor tiles.

### INSPIRATION

In 1930, Buckminster Fuller completed the construct of his first Dymaxion Home, a project which sought to lower the cost of housing for the nation through mass production, and ease of transport. Taking from the principles of this design, and the iconic stem which support the project, The Nexgen Home seeks to be an environmental evolution of Buckminster's work. The dymaxion home was ahead of its time, utilizing stack ventilation (albeit reinforced with mechanical fans), to control the temperature of the home. Where The Nexgen Home fundamentally

departs in philosophy is through the principled usage of organic materials such as wood and clay, and of the recognition for ecological habitats. Covid has pushed a new zeitgeist towards looking to the countryside as the de facto desirable place to be, where now more people are looking to work from home but surrounded by nature. This brings us to our second inspiration, that of Frank Lloyd Wright's, Broadacre City. Broadacre City, like the historic garden city concepts anticipated human dwellings whereby city, nature and agriculture would merge as one. However, the Nexgen philosophical underpinnings are not to excessively spread human development, as this in turn can incur environmental damage and economic inefficiency, but rather to utilize existing land more dynamically.



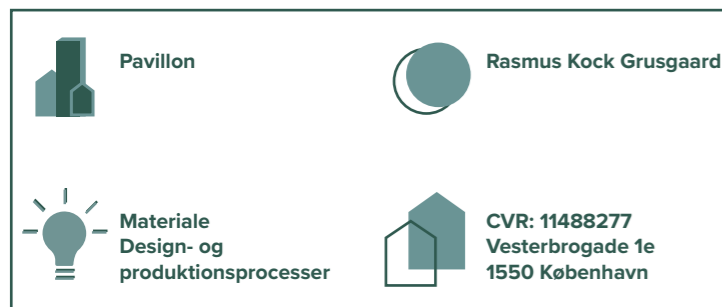






# PLASTINDUSTRIEN I DANMARK

## Planetary Plastic House



### LØSNINGEN

Forestil jer en arkitektonisk vellykket pavillon udført i 99% plast, møbleret med designede produkter i genanvendt plast – og hvor der er redegjort for hvordan dette netop er fremtidens bæredygtige byggeri.

Mange vil lade sig provokere eller som minimum studse over at netop plast skulle være det bæredygtige valg til byggeriet, idet begrebet bæredygtighed ofte fortolkes som løsninger i biogene materialer, træ, tang, naturtekstiler og beslægtede naturmaterialer. Det paradigme ønsker projektet at udfordre. Konsortiet bag dette pitch mener at der let kan opstå knaphed på bæredygtige biogene materialer og at der ikke er nogen vej uden om de syntetiske, menneskeskabte polymermaterialer: plast.

Plast har, i alle de anvendelser hvor dets egenskaber passer til udfordringen, ført til en forbedret bæredygtighedsprofil. Samtidig har plastmaterialernes lave pris og lette formbarhed ført til at mange flere mennesker kan få forbedret deres levestandard. I disse år er plastbranchen, og vores samfund, under omstilling hen imod cirkulær økonomi. Det betyder at genanvendelse, genbrug og design af plastmaterialer har allerhøjeste prioritet og at genanvendt plast er tilgængeligt som ressource i støt stigende grad og leder efter gode anvendelser. Samtidig foregår en omstilling af forsyningskæden, så plastens råmaterialer leveres fra fornybare kilder, genanvendte ressourcer

og power-to-x, fx luftens CO<sub>2</sub>. Dette pitch er indsendt af Plastindustrien på vegne af de danske plastproducenter, der arbejder strategisk med udvikling af produkter og materialer til byggeriet. Heriblandt findes alt fra strukturelle dele til bygninger, fx kompositter, plader og sandwichpaneler over bygningskomponenter fx markedsledende producenter af vinduer og profiler, rør og installationsmateriel, til membraner, isoleringsproducenter, belægninger og overflader.

Samlet set giver det mulighed for et ekstraordinært forsøgsbyggeri, hvor alt forsøges lavet af syntetiske materialer, og kun i de enkelte tilfælde hvor der ikke eksisterer en løsning af polymerer, anvendes andre materialetyper.

### INNOVATION

Det afgørende nye er at 'Planetary Plastic House' er udført – så vidt muligt – af genanvendte syntetiske materialer. Og at komponenter og konstruktioner er udviklet og designet med henblik på 100% genbrug og genanvendelse. Dette pavillonprojekt er et wake-up call! Vi mener ikke der er nogen vej uden om en seriøs drøftelse og undersøgelse af plast i fremtidens byggeri – hvis vi skal nå en signifikant ændret bæredygtighed i byggeriindustrien og imødekomme flere menneskers behov for boliger. Særligt i udviklingslande og i lande ramt af krig og med store behov for genopbygning bliver man nødt til at anvende en industriel tankegang og materialer, der fungerer godt til massefremstilling. I vores del af verden er vi forvænte med

traditionelle mineralske, metalliske og biogene materialer, og holder af deres æstetik og materialemæssige kvaliteter. Men hvis det globale boligbehov skal løses uden at udtømme alle naturressourcer er det nødvendigt at tage de syntetiske materialer alvorligt og aktivere deres potentialer i byggeriet. Plast findes allerede i byggeriet, men i 'Planetary Plastic House' ønsker konsortiet at undersøge flere nye ting. Hvad der sker når formgivere, arkitekter og designere, arbejder tæt sammen med plastindustriens forsyningskæde og realiserer de potentialer, dette kan give. En afgørende ny ting er nemlig at lade formgiverne med industrien i en proces hvor de funktionelle krav løses samme med udviklingen af en ny æstetik for byggeri med plast og bæredygtighed. Opfattelsen af at plast i byggeriet er underlødigt, særligt når det kommer til udseende, skyldes at alt for mange af løsningerne er udviklet af industriens teknikere, uden inddragelse af professionelle æstetikere, arkitekter og designere. Fabrikproduceret byggeri finder allerede sted i et vist omfang, men vi ønsker at gå endnu videre ad denne vej, uden dog at sætte byggeriets end-of-life muligheder over styr. Planetary Plastic House vil kunne genbruges eller genanvendes 100%.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Plastmaterialer findes i mange variationer, men fælles for dem alle er at der arbejdes målrettet for at forbedre deres bæredygtighed, at holde dem inden for de planetære grænser. Plastråvareindustrien omstiller deres

produktion med henblik på at udfase fossile råvarer og erstatte disse med genanvendte ressourcer fx hustaindsamlet plast, biologisk rest- og affaldsmateriale samt løsninger hvor power-to-x leverer plast fra samme proces som anvendes til fx bæredygtig flybrændstof. Dette betyder at verdens største råvareindustri allerede er i fuld gang med at omstille produktionen til at holde sig inden for de planetære grænser. Det nye i dette projekt, bliver derfor, at undersøge hvad der sker når denne industri og disse materialer anvendes i byggeriet – i første omgang uden rigid hensynstagen til konventioner, bygningsreglement og fordomme. Vi kræver at alle deltagende parter redegør for deres bæredygtighedsstrategi. Ikke blot som EPD, men også hvordan deres løsning fungerer i en tæt værdikædeintegration. De fleste af materialerne leveres allerede med tilhørende LCA data – det vil vi udbrede til alle materialer. Vi kræver endvidere at alle dele er fremstillet af genanvendt materiale, eller at producenten har en plan for at opnå dette. En variant af dette er at visse dele af byggeriet fremstilles og designes med henblik på direkte genbrug.

Sidst men ikke mindst er vi fuldt bevidste om plastmaterialernes iboende udfordringer. For eksempel må øget byggeri i plast ikke føre til øget plastforurening i naturen. Plastmaterialerne skal naturligvis også være sikre i en indeklimamæssig forstand og ikke frigive farlige kemiske stoffer. Samlet set vurderer vi at disse udfordringer er mindre i forhold til de potentielle bæredygtighedsgevinster. Og eftersom arbejdet med at reducere plastforurening og substituere farlig kemi, med bæredygtige alternativer, allerede har høj prioritet i industrien, vil dette arbejde ligge til grund for denne pavillon og ikke være nogen forhindring for projektets gennemførelse.

### INSPIRATION

Overordnet set er løsningen inspireret af plastmaterialernes evne til at demokratisere produkter og industrier og udbrede levestandard. Alle steder, hvor plast anvendes, får flere mennesker glæde af de løsninger, som leveres af de ekstremt effektive menneskeskabte materialer. Som eksempel på industrier kan nævnes bil-, skibs- og flyindustrien. En anden industri er emballage til fødevarer, der i disse år

undergår en meget stor omstilling hen imod at blive formgivet med genanvendelse for øje. Dette sker hånd i hånd med at samfundet omstilles til at kunne håndtere indsamling og oparbejdning af disse materialer. Her har plastindustrien koordineret et meget stort samarbejde i værdikæden, så design for recycling er blevet 1. prioritet. Dette har resulteret i en designguide for plastemballage og noget tilsvarende efterspørger industrien inden for byggevarer. Design for disassembly og design for recycling er derfor stærk inspiration.

Endvidere er det digitale byggeri, BIM og stærk inddragelse af de industrielle processer inspiration for projektet. Hvad sker der når formgiverne får direkte adgang til industriens værktøjer til at tildele og konfigurere byggevarerne og komponenterne? Additiv manufacturing er en variant af dette,

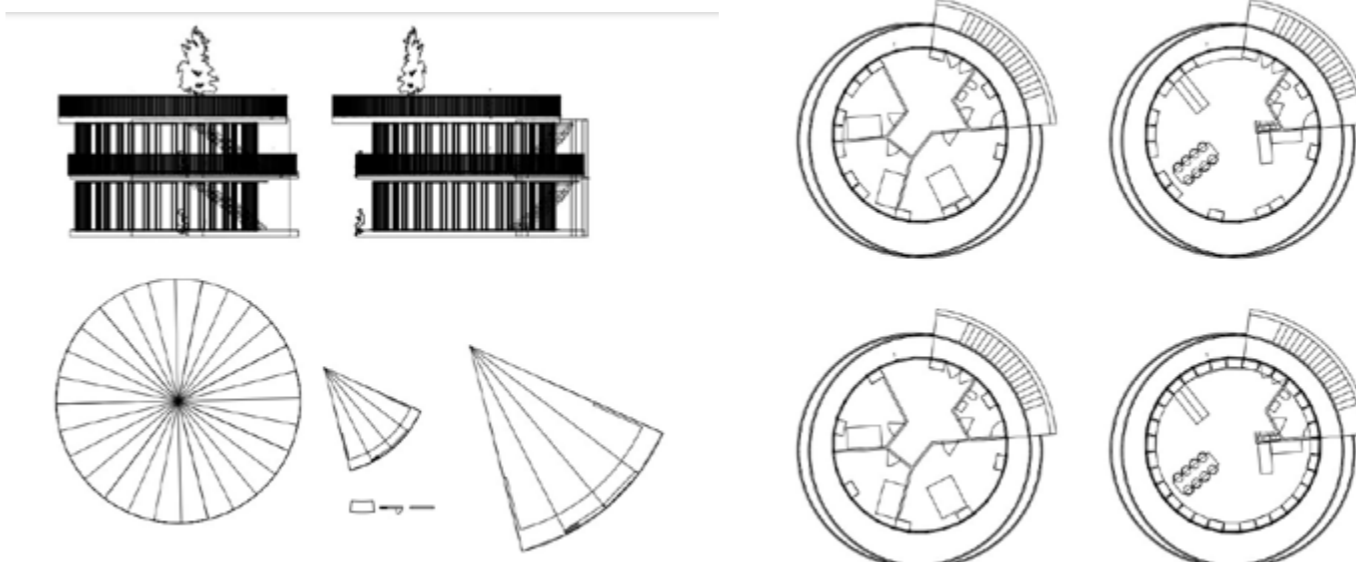
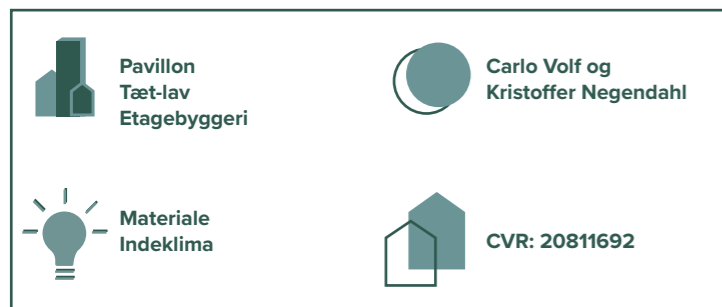
men dette kan udvikles så også andre processer, der normalt er låst af industrien, kan styres af formgiveren ved at lade denne påvirke produktionen i en stærk værdikædeintegration. Yderligere er allerede eksisterende 'produkt-konfiguratorer' en inspiration for projektet. En deltager i konsortiet tilbyder at konstruktioner, så store som parkeringshuse, kan tilpasses i et onlineværktøj. Denne digitale tilpasning til kundens behov under anvendelse af hele det industrielle apparat og dets processer inspirerer projektet. Sidst men ikke mindst er projektet inspireret af de mange kreative, smukke løsninger og produkter, der i disse år vinder priser og stor udbredelse. Eksempelvis kan nævnes plastrmøbler i genanvendte råvarer, byggematerialer i øl-fustager fra, produkter og byggekomponenter i plast fra så forskellige kilder som gamle fiskenet, husholdningsaffald og kunstgræsbaner.





# Carlo Volf Arkitekter

## Pavillon of the Sun



### LØSNINGEN

Projektet tager udgangspunkt i en enkel grundform, der samtidigt optimerer både dagslys og areal/facade-forholdet, i en rund, cirkulær form. Et afgørende element i løsningen er at omforme denne symmetriske grundform til en asymmetrisk facade og bygning, der bedre balancerer sollyset igennem vandrette udhæng og lodrette facader.

Forslag til 3 elementer for byggeriet  
Projektet tager i den forbindelse udgangspunkt i anvendelse af tre enkle byggelementer til opbygning af facader i pavillonen:

- Facadeelement (biobaseret isoleringsmateriale,  $U=0.13$ )
- Ventilation/åbningselement (glasparti/redningsåbning/NOTECH ventilationsåbning,  $U=0.8$ )
- Fastpartielement (glasparti,  $U=0.8 - 1.12$ )

De enkelte elementer kan frit samles, adskilles og genanvendes 1:1. Fundamentet er punktfundament, der anvendes ikke beton (jordskrue) således, at site og natur hverken varigt ødelægges eller omformes. I etagedæk og vandrette adskillelser benyttes flere lag af krydsfinerplader boltet sammen. Sand/grus anvendes som lydisolering/isolering mod trinstøj ovenpå plader, i sandet monteres varmeslanger til gulvvarmen. Strøer kan lægges som man vil gøre på terrasser således, at gulvet er løftet op fra sandet v.h.j.a. fikserede punkter/opkødsning. Alt kan adskilles. Isolering er indblæst træfiber i det gennemgående facade element.

Forslag til 3 Dogmer for byggeriet:

#### 1. Byg til ombyg

- alt skal skilles ad igen
- det skal være ligeså enkelt at pille bygningen fra hinanden som at bygge den
- med bygningen følger en "skil-ad-manual"
- materialer skal ikke bearbejdes, de skal forblive hele
- mekaniske samlinger, ingen lim

#### 2. Byg elementært

- simpelt, enkelt og uden dikkedarer
- få materialer
- ens størrelser
- standarder for det hele
- igen og igen og igen, mange gentagelser
- synlige gennemskuelige detaljer

#### 3. Byg naturligt

- rene rå materialer som træ, sand, ler, glas og stål
- naturlig ventilation med fokus på store luftskifter
- naturligt lys med store, høje vinduespartier kombineret med passiv køling i facade
- et lavenergihus kan også være lavpraktisk

### INNOVATION

Pavillon of the Sun er et nyt byggekoncept der drager nytte af naturens ressourcer på flere forskellige niveauer. Dels lysmæssigt, dels indeklimatektonisk og dels materialemæssigt. Lysmæssigt drager byggeriet nytte af sollyset ved at balancere sollyset over de forskellige årstider. Arkitekturen

skaber på samme tid passiv køling af facaden i sommerperioden og bedre udnyttelse af sollyset og solvarmen i vinterperioden. I sommerperioden sker passiv køling på to måder og i to planer:

- 1) Horisontal fysisk afskærmning via udhæng mod henholdsvis SØ og SV
- 2) Vertikal afskærmning i facade igennem asymmetriske, differentierede facader der kan balancere solindstrålingen fra de forskellige verdenshjørner (Ø, S, V og N).

Rent indeklimatektonisk bygger Pavillon of the Sun på naturlig ventilation igennem NOTECH elementer placeret med flere ventilationselementer for hver etage. Luftindtag sker passivt via et nydesignet filter i ålegræs. Samtidigt betyder filtret at støj udefra reduceres markant og, at systemet helt indbrudssikkert kan ventilere bygningen i perioder hvor der ikke er nogen hjemme så beboerne kan komme hjem til en frisk og ventileret bygning hvad enten de kommer fra arbejde eller ferie. Indeklimaet er reguleret intelligent og systemet renser udeluften, reducerer støj udefra, reducerer trækgener, samtidigt med at det har gode akustiske egenskaber.

### PLANETÆRE GRÆNSER

Løsningen bidrager med til at nå 2,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> pr år målet gennem biobaserede byggematerialer, design for disassembly og driftssikkert og sundt indeklima. Ved at minimere facaden i forhold til grundareal opnås to ting; dels et mindre facadeareal med mindre

materialeforbrug og CO<sub>2</sub> aftryk og dels en mindre klimaskærm med et mindre energitab pr m<sup>2</sup>. Samtidigt betyder den runde form at arkitekturen drager bedre nytte af dagslyset og skaber et mindre fodaftryk i det byggede miljø.

Indeklimamæssigt bygger Pavillon of the Sun på passiv, naturlig ventilation (NOTECH). I kombination med en højt ydende L-V varmepumpe der kan levere gulvvarme til bygningen. Gulvvarmen føres i slanger lagt i oppumpet sand/strøelse under gulvene i bygningen. Projektet integrerer NOTECH ventilation (vinder af Dansk Design Pris 2021) og vil vise at termisk masse i gulvene, kombineret med natkøling i sommerperioden, kombineret med pulsventilation med erstatningsluft til L-V varmepumpe i vinterperioden er en indeklimatektonisk sund og bæredygtig løsning.

Arkitekturen i Pavillon of the Sun reducerer klimaaftrykket ved hver af de fem faser i LCA. I produktfasen (A1-3) sker det ved at reducere materialemængden på grund af den runde bygningsform og relativt lille facade i forhold til arealet. I Byggeprocessen (A4-5) sker det ved, at der kun er tre forskellige facade-elementer og et enkelt etagedæk som består af en træ ramme med sammenboltede krydsfinerplader og indblæst sandlag. I brugsfasen (B1-7) sker det ved passive indeklimatektoniske tiltag kombineret med højtydende udsugningsvarmepumpe. I efter endt levetid (C1-4) betyder det enkle monteringsystem med synlige samlinger, og jordskrue-

fundamentet at alle elementer kan genanvendes 1:1. Det påvirker igen genanvendelsesfasen (D) således at ingen deponi er nødvendig og, at alt kan genanvendes til nye facader på nye måder og med nye arkitektoniske udtryk, baseret på de tre facadeelementer.

### INSPIRATION

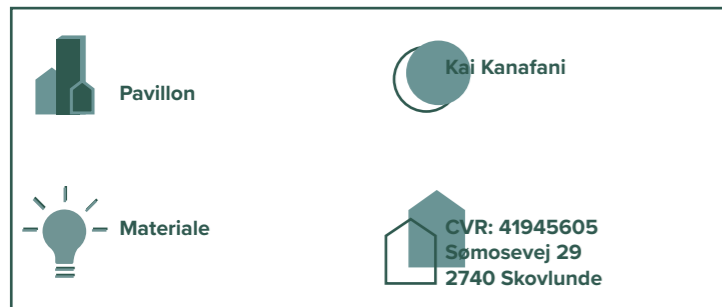
Løsningen er inspireret af enkelte boliger fra Modernismen i 1930'erne, der alle var opført på et tidspunkt hvor byggematerialer var dyre og svære at få fat i. Dengang blev deres form rund, bl.a. motiveret af, at den runde form sparede byggematerialer (dengang typisk mursten) i forhold til mere firkantede bygninger og løsninger.

Set i lyset af at byggeriet i dag står for ikke mindre end 38 pct. af den samlede danske CO<sub>2</sub>-udledning og i lyset af, at byggematerialer i dag udgør helt op til 50-75 procent af den samlede CO<sub>2</sub>-belastning fra bygningen i bygningens totale levetid, er det både inspirerende og nødvendigt at genbesøge den runde bygningsform. Denne gang med henblik på (igen) at mindske facadeareal i forhold til bruttoareal for at mindske og reducere materialeforbruget og byggematerialerne. Men i dag også for, at mindske klimaaftrykket fra byggeriet ved, at mindske den indlejrede CO<sub>2</sub> i byggematerialer. Samt sidst men ikke mindst for, at reducere varmetabet igennem facaderne ved, at vælge en form der giver et optimalt forhold imellem et stort areal og en lille facade. Nemlig den runde, cirkulære form.

I projektet vil vi gerne betone de tre dogmer; at bygge naturligt, at bygge simpelt og at have fokus på adskillelsesdelen og designe de tre elementer med henblik på 1:1 genanvendelse. I projektet ønsker vi at demonstrere og dokumentere de forskellige faser, fra fremstilling af de enkelte tre grundelementer, montering og drift ved hjælp af naturens kræfter, til udvikling af "skil-ad-manual". I projektet vil vi have fokus på dokumentation af processerne; fra opsætning til nedtagning – og ønsker at genopføre pavillonen udenfor København, i Aarhus og i Ålborg (udenfor projektet) for, at vise hvordan pavillonen kan adskilles og samles igen og hvordan udtryk og facade kan tilpasses on site til nye omgivelser, uden tilpasning og spild af materialer.

# Kai Kanafani

## T#FRAME- Fremtidens bindingsværk



**LØSNINGEN ER I KONCEPTFASE  
OG UDVIKLES TEKNISK OG  
ARKITEKTONISK I NÆSTE STOP.  
INGEN BILLEDER PÅ NUVÆRENDE  
TIDSPUNKT**

### LØSNINGEN

T#FRAME er den nødvendige videreudvikling af det kendte historiske bindingsværk ved at udnytte dets potentiale og tilpasse det nutidens forhold. Fordelen med bindingsværket er dens universalitet med hensyn til de mange former for bygninger, som er muligt at bygge, nemt monterbare og demonterbare samlinger, selv-stabiliserende rammekonstruktion og materialebesparelse.

I modsætning til den præindustrielle bondesamfund opvarmes de fleste bygninger ikke med klimaneutral biomasse, men med en indblanding af fossile brændsler. Derfor skal bygninger have en vis isoleringsstandard, som ikke kan tilvejebringes med datidens slanke bindingsværk. Samtidig er kvadratiske tværsnit ikke optimale til tværbelastning som i bjælkelag til dæk og tag.

Konstruktionsmetoden er primært egnet for 1- og 2-etagers boligbyggeri, som de fleste danskere bor i forvejen i. Løsningen er at udvikle et bindingsværk med éns tværsnit på cirka 50x200 mm til vægge, dæk og tage. Den lave dimension er koblet til en forsimpning af de tekniske krav til byggeri, som er med til at øge materialemængden uforholdsmæssigt. En lettere reduktion af klimaskærmens tykkelse kan stadig sørge for en tilstrækkelig isoleringstykkelse i forbindelse med vedvarende energi til opvarmning. De akustiske egenskaber vil blive lidt ringere end dagens standard svarende til ældre byggeri. I

særlige tilfælde fx lejlighedsskel i rækkehus, kan lydisoleringen forbedres ved ubrændte lerblokke og tungere træuldsisolering.

Et nyt koncept nedbringer de nødvendige samlinger til kun 4-5 forskellige typer. Samlingerne er nemme at montere, afmontere og består universelle ståledele som bolte, ankre og maskinskruer. Dybt siddende skruer og søm undgås.

### INNOVATION

Siden oldtiden over vikingetiden, middelalderen og industrialiseringen er der blevet brug mindre og mindre træ i dansk byggeri. I takt med rydningen af de danske skove, fremstillingen af mursten og senere moderne byggematerialer blev produktion af byggematerialerne afkoblet fra de lokale, biologiske kredsløb. Dette var kun muligt gennem brug af billig fossil energi og udtømning af råstoffer samt global handel og arbejdsdeling. Bindingsværket er derfor en direkte vej tilbage til rødderne, hvor vi producerer vores egne fornybare ressourcer til de fleste af de nødvendige byggematerialer. Dette gælder selvfølgelig ikke kun for Danmark, men kan i høj grad skaleres til de alle regioner på vores breddegrader.

Stor koncentration af mennesker i megacities med højhuse ansues ikke som løsning, men snarere årsag til problemet, da store byer kræver en ineffektiv centralisering af transport og materialeflow. Derimod har regionale decentrale byformer, digitalt koblet til det globale netværk, fordele i lokal

produktion og nærværende samfund. Det foreslåede T#FRAME koncept skal være omdrejningspunktet i en ny lav, hvis nødvendigt tæt-lav, bosætningsform, som forener jordnære boformer med en tilsvarende lette og adaptive konstruktionsmetode.

Den mest markante nyhed er ikke et hidtil uset materiale, men at UNDLADE at bruge alle mulige materialer i forskellige kombinationer, dimensioner og kvaliteter. En forsimpning af bygningsreglementet for mindre byggeri er også nødvendigt for at billiggøre denne klima-optimale boform til flere mennesker og ikke kun velhævende forstadsfamilier. Derimod er det usandsynligt at det høje og tætte urbane etagebyggeri kan optimeres tilsvarende omkostningsslet.

T#FRAME tillader en fri kombination af rumforhold og -størrelser, herunder tredimensionale rumlige forbindelser á la Adolf Loos og Le Corbusier. Den standardiserede modularisering kan frigøre planlægningskapacitet til de forhold, som virkelig giver større arkitektonisk kvalitet og livsmuligheder i stedet for de dyre beregninger af tekniske krav.

### PLANETÆRE GRÆNSER

T#FRAME forener de væsentlige krav til et absolut bæredygtigt byggeprincip:

1. SUFFICIENS reducerer påvirkninger via gentænkning af menneskelige behov og deraf afledte tekniske byggekrav. Det modulære princip er fleksibelt overfor boformer og

beklædning afhængigt af klimaforhold. Krav til fx brand og akustik skal reduceres for at udnytte bindingsværkets potentiale som bærende ramme, som udfyldes og beklædes med demonterbare komponenter, helst i naturmaterialer som ubrændt ler, plantefibre og sten.

2. EFFICIENS optimerer ressource/funktionsforholdet. Et let træskelet anvender træ optimalt i henhold til sine styrker. Sammenlignet med beton/mursten, stål og CLT har træ det bedste styrke/vægtforhold, er tilgængeligt i store mængder og kan transporteres nemt. Trætømmer kan let bearbejdes med lave påvirkninger og løftes manuelt. Letbyggeri reducerer styrkekrav ned til fundamentet med yderligere besparelser. Tømmer i universelt format demonterbare samlinger er nemme at (gen-)bruge og udskifte som det historiske forbillede
3. KONSISTENS betyder at anvende biologiske kredsløb, kun suppleret med tekniske kredsløb temporært og uden varig miljøpåvirkning. Bindingsværkets behandlede træ cirkulerer i i et kaskadepincip, hvor brugsværdien holdes højt gennem direkte genbrug, efterfulgt af lavere funktioner.

### INSPIRATION

Min tilbagelæggende forskning i historiske byggemetoder i Norden (bl.a. i Frilandsmuseet) og Centraleuropa, strukturalismens udvikling af en modulær arkitektur, økologisk byggeri i naturmaterialer efter passive principper (brug af den naturlige bygningsfysik med et minimum af mekaniske anlæg) og min forskning i livscyklusvurdering på Aalborg Universitet.



# Amit Kurien

## BH- the resource generator



### THE SOLUTION

Denmark, like the world faces an ever-growing problem of waste and landfill /incineration needs that contribute to massive carbon generation and destruction of valuable resources. What if we perceived waste as a resource?

What if we designed our buildings as a part of the larger ecosystem? The Design titled BH- (abbreviation for Building System Habitat Negative, also named after Bothvar and Hjalti from Danish folklores) can be understood as an operative agency of two systemic components

#### 1. The Building system

- Quantifying waste: The primary goal of the unit is to allow for quantifying waste generation hence relaying a sense of awareness and reduction.
- Reducing and reusing waste: Household waste is a major contributor to the global carbon emissions. By organizing these systems considering maintenance we can create
- Resource generation: waste generated is maximized as a resource to the site and the neighbors thus contributing to a circular ecosystem.

#### 2. H- The housing unit

- Spatial planning Wastage: the housing unit undergoes multiple tenancies over time. As a result, the space occupied must be understood as one that can be flexible and adaptable by different occupants over different periods of time. To tackle the unit is designed as series

of spaces accommodating buffer grids for expansion across x and y direction also anticipating increased occupancy, varying lifestyles and changing storage needs, that are often ignored. This results in lesser waste/demolition and more efficient usage, reducing carbon generation

- Wastage of energy: Passive design strategies have been incorporated to reduce increased heating dependencies due to loss.
- Material wastage: By standardizing material proportions, we are able to reuse/replace the components over time as per need thus allowing for reuse beyond the life of the unit.
- BH- functions as a resourceful ecosystem contributing a positive effect on our environment by focusing on careful handling of waste.

### INNOVATION

BH- positions itself as strong harbinger for a collective renewed approach towards our product and waste approach. In contrast to bespoke applications with minimal impact per user per unit area, BH- is a unified agency for resource generation and positive habitats for the stakeholders. We are custodians and not owners of our nature.

### Waste as a resource

If what we consider as 'waste' can be reconfigured to be looked upon as resource, we can reduce our impact on the built environment. This becomes the strongest concept of BH-. BH- strongly looks at reusing available 'waste' materials to incorporate into

a habitable space that generates a positive impact to the surrounding environment. To do so, BH- uniquely celebrates the systemic components as cyclic agencies for reduction and reuse.

### A collective approach

A singular approach towards creating a low carbon footprint home is not the apt solution. The idea of a collective ecosystem of resource generating buildings with a far wider network of effect can create a possible reversal of our past destruction. Carbon emission tackling requires multiple stakeholders and design becomes the medium of implementation beyond ideation. BH- is one such proposal that aims at inspiring the local community to play an active role with building being a medium of effect.

### F(t)

The effect of Time is generally ignored during the proposal stage thus not anticipating regular changes / improvements/ deteriorations over time. Generally imagined as an absolute proposal, designers must move beyond to perceive changes over time. BH keeps into consideration the varying occupancy, changing habitational needs, maintenance checks and aggravated waste generation over time.

### PLANETARY BOUDARIES

BH- operates on reducing the overall plastic composition by employing these as plastic concrete bricks. FSC certified wood is also used majorly The real deal with BH- happens with

the systemic operational elements that reduce the dependency on foreign treatment thus releasing the pressure on national networks.

### INSPIRATION

Hailing from the developing country of India where resources are a luxury, one is acquainted with the concept of 'Jugaad' a colloquial hindi term which refers to frugal, non-conventional solutions. This concept extends the life of a material or an object beyond its designed intended use by appropriating it. This leads to a trickle down usage where one man's waste is another person's resource. This became the crucial element to relook the issue of carbon gases and waste.

A typical example on a typical Indian street: household garbage are disposed off in the nearby dump. Subsequently throughout the day, what is perceived as waste quickly becomes a resource for the neighbors, rag pickers, animals eventually circulating back into use. An ecosystem based on perception of 'resource' rather than 'waste'.

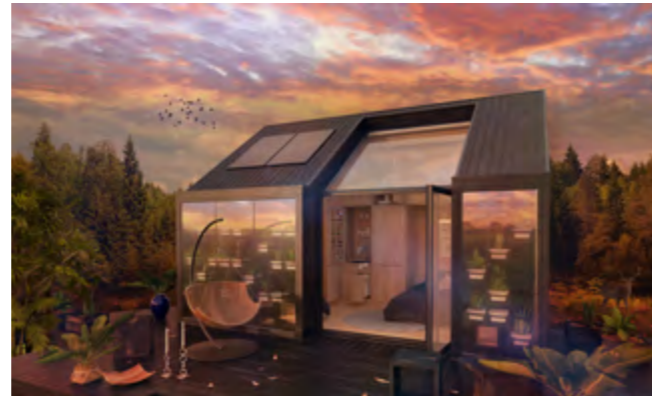
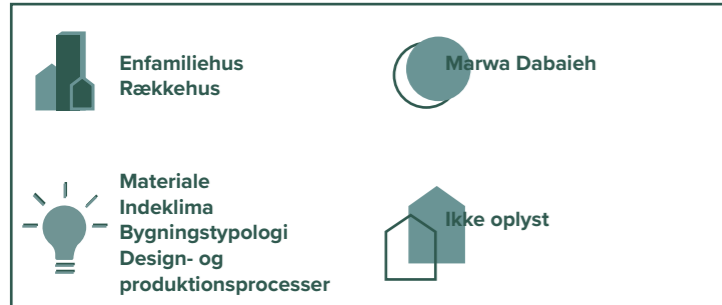
### Danish folklore

A local inspiration for the project also resides in the folklore of Bothvar and Hjalti where each stretches their perspectives in the company of the other. Similarly, the components of the design are approached as two mechanisms in unison can help relook the act of building as an act of creation rather than destruction.



# Marwa Dabaieh

## Z home



### THE SOLUTION

The 'Z home', target zero negative print on the environment is the idea of this project. A return to nature design concept for designing a residential unit towards a negative carbon and positive energy future. Construction time, building cost and environmental impact are the main triggers that this project is trying to challenge. The project aimed at designing and constructing a 32 m2 demo eco-cycle home prototype reaches a nine 'Z' target (i.e. '9Zs'), meaning carbon, zero toxic emissions, zero energy, zero waste, zero material cost, zero labour cost if you do it yourself, zero indoor air pollutants and zero impact on the environment after the building demolition. The house main components (roof, walls and floors) together with interior furniture are to be built out of plant-based materials (mainly straw, reed, jute, kenaf and wood). The house will be equipped with passive and eco-cycle systems aim at closing the loop so the building will be self-sufficient with no waste outcome or harmful impact on the environment nor the occupants. The house innovative design intends to eliminate the energy demands for heating, cooling and power needed for water heating and cooking by using natural forces from sun and wind together with household bio-waste. Such innovative passive and eco-cycle architectural design solutions is expecting to perform beyond the current energy efficient buildings and should roughly save up to 40 % of the household energy compared to the current international and Danish standards for energy efficient

housing. The house design also is planned to be energy self-sufficient using renewable energy sources and to produce more energy than the house consumes to transport the excess back to the grid for later use in case there is a deficiency in energy production.

### INNOVATION

The project has several innovation ideas. First the 9 Z targets that are achieved collectively. Second the time of construction which is only 7 working days with the help of only 3 amateur persons. The house construction needs only screw drivers. The eco-cycle systems coupled with passive systems is novel to achieve the cooling, heating, natural ventilation, and daylight goals at no cost using zero energy supply. The house used three main passive systems for cooling and heating which are Trombe wall, green wall and earth air heat exchanger (the later used shallow geothermal). The house has an earth fridge that is powered with shallow geothermal. The house can function off grid and on grid alike. It can be used as row house or multi start up to 4 floors with the same wall thickness. The house construction is fireproof up to 90 minutes, is water-proof, anti-rodent and wind proof. In addition to the fact that we spent 90 % of our time indoors so the building quality directly affect our health and wellbeing. This house concept introduces a new quality of living as it introduces a healthy indoor environment with zero indoor pollutants due to the use of natural materials as main building materials. It will encourage a resil-

ient lifestyle with zero impact on the environment. In addition, it introduces a new concept of being self-sufficient and adopt a zero-waste living. The project design is trying to deviate from the mainstream design which is merely concerned with developing artefacts that produce limited environmental impacts within a specified target, or that limit impacts on people's health within a certain threshold of emission. The project idea aims at enhancing the relationships between global natural systems, the built environment, and the inhabitants over a long period.

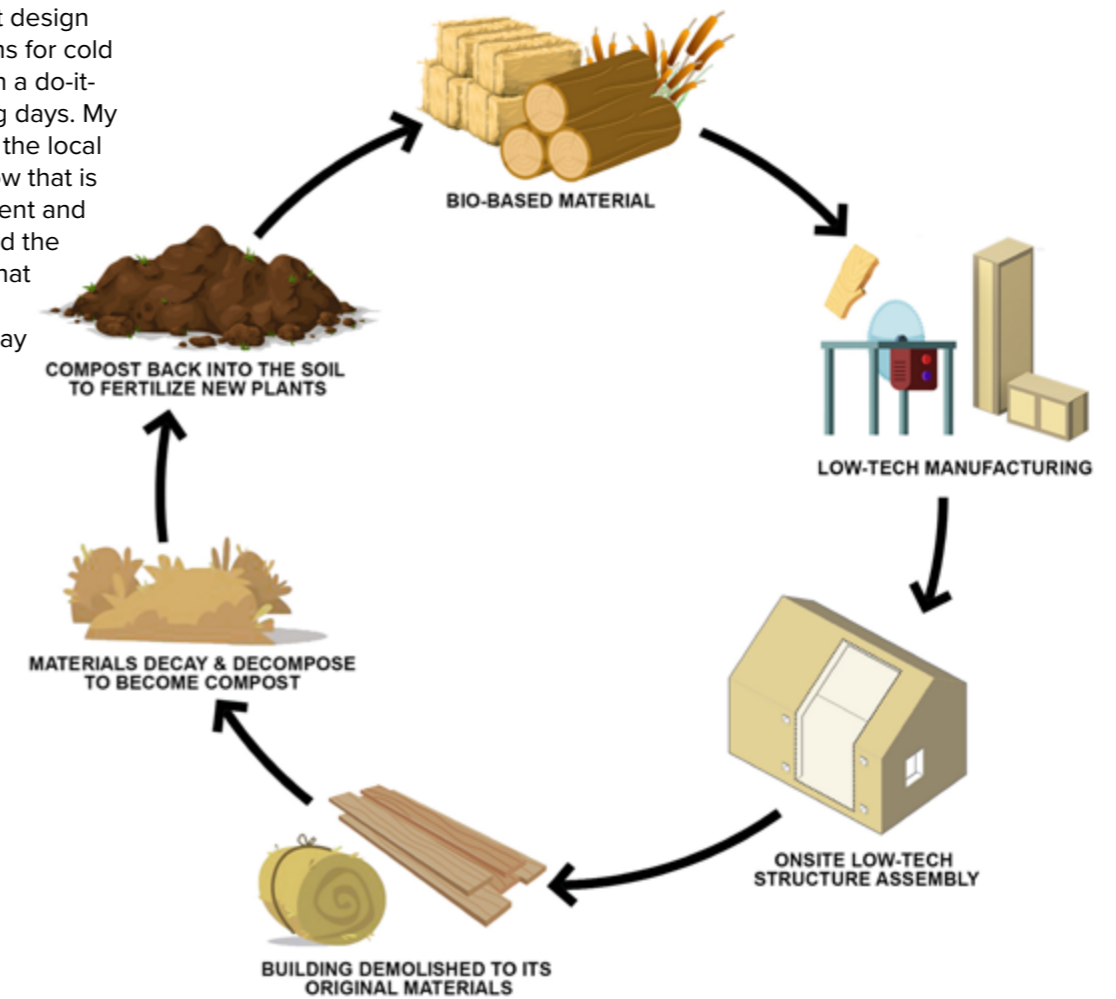
### PLANETARY BOUNDARIES

The house is minus carbon, so it acts beyond the 2.5 kg CO2/m2 target by far. That is thanks to the use of natural based materials and the low-tech construction. In addition to the use of materials from the surrounding environment to reduce transportation emissions. The eco-cycle systems for bio composting for organic waste, water recycling, and waste management adds to the minus carbon footprint. The earth fridge is one more innovation idea that contributes to the minus carbon building outcome. On top of that the green wall and the green roof that is considered as carbon offset. The house not only has low impact where it is situated it has a general feather light impact as it used agriculture waste as main construction materials that can be composted or used as bio-fuel or food for animals or just rot in nature without harmful impact. So the project cares for fresh water use, climate impact as being climate

responsive, no chemicals or toxic materials used. The building techniques are carbon end emission free.

### INSPIRATION

I built a minus carbon and plus energy 42 m2 temporary refugee house in Lund, Sweden as an experimental project from straw in 2017. It was the first experience using low impact design and applying passive systems for cold climate. It was constructed in a do-it-yourself fashion in 11 working days. My main source of inspiration is the local vernacular building know-how that is rooted in the local environment and local culture. The idea behind the passive eco-cycle systems that they should be low-tech and easy to install as plug and play systems for flexible use by the house users. Also, easy to operate and maintain along the lifetime of the building.







# Fors Arkitekter ApS

## Stråhusets foranderlige boliger







**Etagebyggeri**



**Sofia Fors**



**Materiale  
Bygningstypologi**



**CVR: 41815736  
Enghave Pl. 23B, 2. th  
1670 København**

### LØSNINGEN

Fremtidens boliger skal være foranderlige og levende som naturen. I modsætning til nutidens boligbyggerier med statiske planløsninger og ensartede boliger, så ønsker vi at udvikle et fleksibelt og bæredygtigt byggesystem til etageboliger. Det skal understøtte en stor variation af boliger, som kan tilpasses forskellige familieformer og ændres over tid. Det giver beboerne større frihed til at vælge hvordan de vil bo og styrker deres tilknytning til naturen gennem brug af naturlige materialer og adgang til store udearealer. Målet er at udvikle et byggesystem, der kan repliceres og tilpasses forskellige steder. Vores løsningsstrategi består af tre fokusområder: Flexibelt byggesystem i træ, Levende stråvægge og Foranderlige boliger.

### Flexibelt byggesystem i træ.

Den bærende konstruktion består af et søjlebælkesystem i limtræ med dæk, tag, altaner, trappe- og elevatorskakte i CLT og skruerpæle til fundering. Den lette trækonstruktion optimeres for at reducere mængden af træ i byggeriet. Rumsdisponeringen med toiletter, trappe, elevator og skakte i bygningens kerne stabiliserer konstruktionen og muliggør en fleksibel inddeling af boliger og rum. I boligerne er de bærende vægge i træ eksponerede mest muligt.

### Levende stråvægge.

Restprodukter af halm og strå bruges til isolering og facademateriale. Det er biobaserede materialer med bløde værdier, der ånder, hjælper med at

aflede vandet og binder CO2. Isolering bestående af halm er en energieffektiv løsning, der minimerer varmetab og bidrager til et sundere indeklima. Den taktile stråfacade har lerpuds som brandhæmmende middel.

### Foranderlige boliger.

Den fleksible struktur muliggør at etageboligernes lejlighedsskel, lejlighedsstørrelser og ruminddeling kan udvikles og ændres. Fra alle rum i boligerne er der adgang og direkte kontakt til generøse udearealer og natur, som har dokumenterede fordele for menneskers trivsel, sundhed og velvære. Fælleshus og dyrkningshaver på taget fremmer fællesskab og biodiversitet.

### INNOVATION

Vi ønsker at udfordre konventionelle byggemetoder for etagehuse med et byggesystem af træ, halm og strå. Biobaserede materialer som halm og strå er kun benyttet i mindre omfang i enfamiliehuse i Danmark. Der er stort potentiale i at bruge lettilgængelige restprodukter fra landbrugssektoren som isolering og facade i etageboliger. Et søjlebælkesystem i limtræ skaber de bedste forudsætninger for at lave boliger med fleksibel planløsning, hvor boligernes størrelse, form og funktion kan ændres og tilpasses efter behov og drømme. I det biobaserede etagehus er de naturlige materialerne synlige både indvendigt og udvendigt. Gennem at synliggøre hvor materialerne kommer fra, så skabes der en bedre forståelse for og forbindelse til landskabet. Brug af skruerfundament

bidrager til at skåne miljøet mest muligt.

Visionen for det nye boligkoncept er at boligerne ikke har nogen indvendige ruminddelinger, bortset fra lejligheds-skel og toilet. Det synlige søjlebælkesystem viser de mange muligheder, der er for underinddeling og sammenlægning. Det er op til hver beboer, hvordan de vil indrette og inddele rummene i deres bolig – uden vægge, mobile vægge eller faste vægge. Rummen er dimensionerede til at passe med mange forskellige funktioner. De fleksible boliger opmuntrer til engagement, forskelligartet brug af boligerne og større diversitet i boligsammensætningen. Boligerne kan blandt andet fungere som boliger for flere generationer, live-work, familier og vennekollektiver. I boligkonceptet er kvadratmeterne i boligerne optimerede, hvilket kompenseres med generøse udearealer, så naturen altid er tæt på. Altaner skal ses som en naturlig forlængelse af boligerne som gør at ude og inde hænger uløseligt sammen, rummene opleves større og at rummene får mere varieret anvendelse.

### PLANETÆRE GRÆNSER

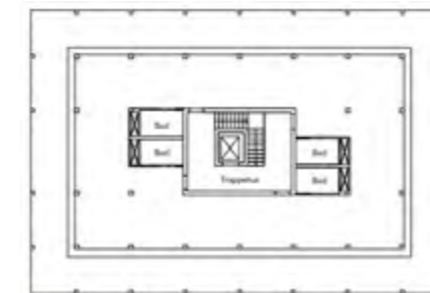
I det biobaserede etagehuse er der bygget med naturlige materialer som nedsætter og lagrer CO2. Konstruktionen består af limtræ og CLT, og er optimeret mest muligt for at reducere mængden af træ. Disse elementer kan præfabrikeres og giver derfor mulighed for at gennemføre monteringsarbejdet hurtigt. Byggesystemets åbne struktur gør det muligt at skabe arealoptimerede og fleksible boliger, så man kan bo flere på færre kvadratmeter, hvilket har stor indflydelse på ressourceforbruget. Det indebærer mindre forbrug af materialer og at behovet for belysning, opvarmning og ventilation reduceres.

Danmark er et industrialiseret landbrugsland, hvor der er et stort overskud af halm hvert år. I stedet for at dette restprodukt afbrændes eller jordbehandles, så foreslår vi at bruge præfabrikerede halmelementer som isolering i etageboligerne, hvor de effektivt lagrer CO2 og reducerer energiforbruget. Der er også spild af materiale i tækkeindustrien, fra høst og frasortering, og som løsning foreslår vi at bruge spildmaterialet til en stråfacadebeklædning. Bygningens fundament består af skruerpæle af genbrugsstål, der har stor bæreevne og er velegnet til større byggerier. Brug af skruerpæler i stedet for betonfundament reducerer transportforbruget, materialeforbruget, jordarbejde og byggeprocessen markant.

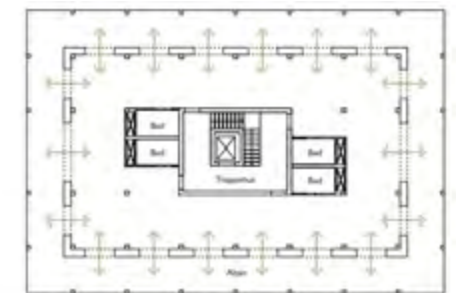
### INSPIRATION

Byggesystemet i træ, halm og strå henter inspiration fra historiske byggeteknikker, håndværkstraditioner og restprodukter fra landbrugssektoren. I flere tusinde år har vi bygget huse med naturlige og lokale materialer som træ og strå. De naturlige materialers synlighed i konstruktionen har givet bygningerne karakter og styrket koblingen til landskabet, der producerede materialerne. I vores løsning til etageboliger ønsker vi at vende tilbage til at bruge biobaserede materialer, men at kombinere dem på en ny måde. Vi inddrager landskabet i bygningen gennem at synliggøre materialerne og lade udearealerne blive en naturlig del af boligerne.

Med erfaring fra at lave større byggeri med en konstruktion af søjlebælkesystem i limtræ og dæk i CLT, så ved vi at det er et fleksibelt system der kan optimeres og tilpasses forskellige funktioner. Det er et byggesystem der har stort potentiale i boligbyggeriet, så der kan laves fleksible boliger med stor variation der kan tilpasses fremtidige behov. Den åbne struktur og fleksible ruminddeling i etageboligerne er inspireret af staldbygninger, industribygninger og traditionelle japanske huse.



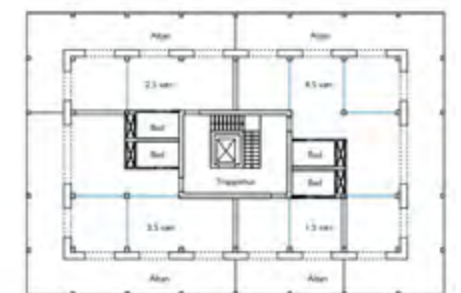
**Flexibel planløsning**  
Byggesystemets åbne og fleksible struktur skaber mulighed for at udforme en stor variation af boliger.



**Inde- og ude rum bindes sammen**  
Fra alle indrum er der adgang og direkte kontakt til store udearealer.



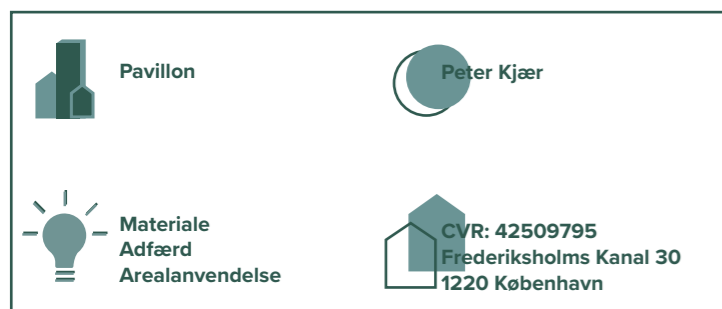
**Blandet boligsammensætning**  
Sammensætningen af boligtyper kan udvikles og ændres over tid.



**Variert ruminddeling**  
Boligerne kan inddelles efter beboernes ønske og behov.

# Peter Kjær Arkitekter ApS

## Alt er forbundet



### LØSNINGEN

Alt er forbundet

Hvis vi skal leve og bygge indenfor de planetære grænser, skal vi se meget bredt på hele vores samfund fra natur over landbrug til vores byer. Dét vi foretager os i den ene ende af fødekæden påvirker alt andet. Vores forslag til et absolut bæredygtigt boligkoncept tager fat, bogstaveligt talt, helt nede ved rødderne - ude i landet.

Kan en bolig skabe en skov? Det er i vores øjne afgørende for en bæredygtig udvikling af vores byggeri, at Danmark kan producere vores egne biogene byggematerialer. Samtidig ser vi ind i en biodiversitetskrise, som skrider på, at vi må og skal ændre Danmarkskortet. Vores vision er at få vores bybygning til at påvirke både vores natur og vores skovdrift positivt.

Hvordan udnytter vi træet 100%?

Når vi fælder et træ, er det kun halvdelen, som bliver udnyttet til byggematerialer. Der er også et stort spild i de mange led frem mod det færdige byggeri. Vores vision er et byggeri, der påvirker hele kæden fra skov til byggeplads, så vi udnytter naturens ressourcer langt bedre. Hvis vi kan optimere både lokal produktion og udnyttelsesgrad, vil det påvirke byggeomkostninger og dermed skabe billigere boliger for alle.

Kan vi dyrke mad i boligen?

Verdens befolkning vil vokse, i hvert fald et halvt århundrede endnu. Det betyder pres på vores byer og på vores fødevarerproduktion.

Landbruget optager allerede 60% af Danmark, det belaster vores biodiversitet og optager den plads, hvor vi gerne vil dyrke biogene byggematerialer. Vores vision er, at dyrke vores mad så tæt på de munde, den skal mætte - i byerne og i symbiose med vores boliger - og i stedet rejse skov på landet.

### INNOVATION

Vertical farming frigør land. Vores mål er, at de materialer som vi anvender i byggeriet, kan dyrkes så lokalt som muligt, og at vores byggeri kan gøre en forskel for naturen i bred forstand.

Vi vil undersøge mulighederne for en kombination af boligbyggeri og vertical farming, som i vores øjne kan have flere positive afledte effekter. Vertical farming eksisterer allerede i Høje Taastrup, hvor firmaet Nordic Harvest dyrker grøntsager i 14 lag under højeffektive LED-dioder. Grøntsagerne kan høstes 15 gange om året. Dyrkningen er 250 gange mere effektiv end på fri-land, der anvendes langt mindre vand, og der udledes ikke skadelige stoffer til grundvandet. Effektiviteten kan være nøglen til at gøre plads til både mere natur og en lokal produktion af biogene byggematerialer i Danmark.

Vi er helt klar over, at en sådan omstilling ikke sker af sig selv, og der er mange andre ting i samfundet, som også skal spille med, bl.a. vores forbrug af animalske produkter og fødevarer. Vi tror dog på at byudvikling kan medvirke til at ændre Danmarkskortet!

Anvendelse af spildprodukter

For os er det oplagt, at vi skal anvende træ i videst muligt omfang for at nå det ambitiøse mål om et livscyklus-CO<sub>2</sub>-aftryk på 2,5 kg/m<sup>2</sup>/p.a.

Beregningsmæssigt er der ikke nødvendigvis en stor forskel på forskellige træprodukter, men vores valg kan gøre en stor forskel for, hvor godt vi udnytter ressourcerne. Vores boligkoncept vil være en showcase på, hvordan vi kan udnytte spildtræ i vores materialevalg. Det kan eksempelvis være:

- Fiberbaserede bjælker i konstruktionen
- Træfiberisolering og vindspærre
- Klodser eller små stave som gulv
- Fiberbaserede pladematerialer
- Shingles eller andre små dimensioner i facader

Mange produkter findes allerede, men vi vil også gerne i dialog med markedet om udvikling af nye. Det kunne eksempelvis være brandhæmmende bindemidler til træfiberbaserede produkter.

### PLANETÆRE GRÆNSER

"Business as usual is not an option" ...udtaler Johan Rockström, en af verdens mest anerkendte klimaforskere, da han i 2009 præsenterer "De 9 planetære grænser" udviklet af Stockholm Resilience Center. I 2015 var 4 af de 9 grænser overskredet:

1. klima,
2. biodiversitet,
3. brugen af jorden og landet og
4. kredsløb for kvælstof og fosfor.

I nedenstående uddybes kort, hvordan vores projekt forholder sig til disse 4 grænser.

#### 1. Klima

Kloden opvarmning skaber havstigning, og mindsker det land, vi har til rådighed f.eks. til at producere fødevarer.

Ved at se på, hvordan vi minimerer spild i vores produktion af biogene byggematerialer, nedsætter vi ikke bare vores CO<sub>2</sub>-aftryk på papiret. Vi sikrer også, at det kan lade sig gøre at få mere byggemateriale ud af den jord, vi har til rådighed.

#### 2. Biodiversiteten

Biodiversiteten er afgørende for fødevarer, regulation af vand- og klimacyklusser og det meste af vores produktion.

Hvis vi kan udtage landbrugsareal og plante skov, vil der være mulighed for at skabe flere dybe skove med stor biodiversitet. Samtidig kan vi drive naturnær skovdrift med lokal produktion af byggematerialer, der virker som en CO<sub>2</sub>-støvsuger.

#### 3. Brugen af jorden og landet

Landbruget dyrkes i stigende grad industrielt og monokulturelt, hvilket udpiner jorden. Landbrugets svar på det har været øget brug af gødning og pesticider.

Vertical farming kombineret med reduktion af animalsk dyreproduktion vil kunne tage presset af landbrugsan-

det. Disse tiltag kan skaleres til hele verden.

#### 4. Kredsløb for kvælstof og fosfor

Kvælstof og fosfor kommer fra landbruget og industrien. Begge stoffer ødelægger planetens økosystemer, når de udledes i de mængder, der har været tale om de sidste 50 år.

Bynær dyrkning foregår ikke bare dør om dør med de mennesker, som skal indtage de grønne fødevarer. Den beskytter også deres drikkevand, da der ikke udledes skadelige stoffer til jorden.

### INSPIRATION

Samarbejde

Vores projekter udspringer altid af nære samarbejder og gensidig inspiration mellem flere parter. I dette konkrete projekt har vi sparret med det almenyttige boligselskab fsb og Nordic Harvest.

Som arkitekt er det interessant at arbejde med to virksomheder, som bidrager så forskelligt til byen: Det sociale byggeri orienteret omkring fællesskaber, som kræver lys og luft og så en produktion, som kræver store, lukkede volumener.

Ander Riemann, Nordic Harvest  
Vores primære inspiration er Anders Riemann, som har stiftet Nordic Harvest. Det store overordnede mål for Anders er netop, at vi skal dyrke fødevarer i byen for at give plads til naturen og langt flere træer. Noget af det mest interessante ved en industriel,

urban dyrkning af fødevarer er, at den er skalérbar på verdensplan. Erfaring fra Danmark kan overføres direkte til andre lande, hvor det er bydende nødvendigt at finde pålidelige kilder til fødevarer-yrkning.

Torben Valbjørn, BUILD  
Torben gjorde os opmærksom på betydningen af FN's beregningsmetoder af de enkelte landes klimaregnskaber. Hvis Danmark importerer træ fra andre lande, vil CO<sub>2</sub>-lagringen tilskrives disse lande, ikke Danmark. Dermed mister vi et vigtigt politisk incitament for at omstille vores byggeri fra CO<sub>2</sub>-tunge til biogene materialer, nemlig at vi i det nationale klimaregnskab skal reducere CO<sub>2</sub>-udledningen med 70% i 2050. Udover at vi kan nedbringe CO<sub>2</sub>-belastningen ved transport er ovenstående et vigtigt argument for at komme i gang med at producere vores egne biogene byggematerialer.

Claus Meyer, kok  
I 2004 skrev Claus Meyer sammen med en række kokke fra de nordiske lande Nordisk Køkkenmanifest. 10 år efter havde de revolutioneret dansk og nordisk madlavning.

Nordisk Køkkenmanifest tager bredt fat i samfundet, som omgiver os. Det handler bl.a. om videnskab, etik, dyrevelfærd, politik og bæredygtighed. Vi må arbejde på tværs af hele samfundet for at skabe forandring og ikke bare røre i vores egne gryder.



# POINT ApS Turtlehouse



Enfamiliehus (fritidshus)



Michael Droob



Materiale  
Bygningstypologi



CVR: 35237569  
Refshalevej 167F  
1432 København



## LØSNINGEN

Vores boligkoncept er et fritidshus. Vi kalder det for Turtlehouse. De afgørende elementer i løsningen mod en 75% nedskalering af CO<sub>2</sub>-forbruget er præfabrikation og de rigtige materialevalg parret med en komprimering af rumlige løsninger. Typologien er valgt da markedet for fritidshuse er hurtigt voksende, og vi mener at kunne gøre en særlig stor indsats netop her.

**Materialer:** Fra grunden og op tænkes over, hvilke materialer der giver det mindst mulige CO<sub>2</sub> aftryk. Vi bruger punktfundering for et let aftryk på stedet, hvorved vi også undgår at anvende et CO<sub>2</sub>-krævende betonfundament. Vi bruger bæredygtigt massivt træ som konstruktive elementer for at sikre en kontinuerlig binding af CO<sub>2</sub>. Byggeriet bruger isolering med mindst mulige klimaaftryk som f.eks. papir- eller træuld.

**Præfabrikation:** Modulerne produceres på fabrik, lastes på en kranvogn og monteres på stedet. På den måde opnås en mere effektiv arbejdsgang, der kan sættes bedre i system, og som ikke er afhængig af vind og vejr.

Alle konstruktive elementer i massivt træ samt beklædning CNC-fræses efter digitale filer. Alle elementer bliver nummereret og har huller til montering. Denne metode giver en høj grad af præcision, hvilket medvirker til at optimere arbejdsgange og minimere spild.

**Komprimering:** Modulerne, der indeholder de primære funktioner, er

reduceret til et minimum. I deres sammenstilling opnås et hus helt uden gangplads, hvor det centrale rum har programmatiske overlap. På den måde opnår vi et hus med et meget mindre foot-print end det traditionelle typefritidshus. Som det ses i visualiseringen i bilagsmaterialet, kan vi opnå mere end en halvering af klimaskærmen i forhold til et hus med et sammenligneligt funktionsprogram.

## INNOVATION

Principperne for huset bidrager til at nedbringe CO<sub>2</sub> gennem komprimering af størrelse, fabrikoptimering og bæredygtige materialer. Nyskabelsen er i de funktionsbaserede og konstruktivt bærende moduler, der kan kombineres på et utal af måder.

I konventionelt typehusbyggeri tages der typisk udgangspunkt i en prædefineret form med fastlåste funktioner, der ligger side om side med tilhørende gangarealer. Turtlehouse tager udgangspunkt i funktioner, der tilpasses omkring det primære opholdsrum. Det er en ny måde at tænke bolig på, hvor den modulære sammenkædning er enkel og rationel og skaber sammenhæng i et hus med stor kompleksitet for sin lille størrelse. Det centrale rum er på én gang blødt og samlende i sin form, og lyset strømmer ind fra alle retninger. Man bor tættere, men alle funktionskrav er opfyldt, og rummet giver en nærhed i relationer og omgivelser til de mennesker, der bor der.

Et konventionelt typehus er ofte tegnet i sin helhed før kunden ser det, og

der er ikke taget højde for det særlige sted, huset skal placeres. En rektangulær sluttet form skaber ofte et hårdt møde med konteksten, og der opstår et markant skel mellem kultur og natur. I kontrast til dette opløber Turtlehouse med sin retningsløse form dette skel og inviterer naturen ind.

Turtlehouse kan gøres stedspecifik gennem måden, hvorpå de enkelte moduler placeres, måden hvorpå man vælger udsyn fra det enkelte modul, gennem beplantningen på taget, der kan låne fra den lokale flora, og gennem mangfoldige muligheder for udveksling med det sted, den placeres.

Disse bløde værdier rammer en nerve i tiden, med fokus på nære relationer og slow-living. Et sådant hus kan få flere mennesker til at vælge mindre fritidshuse i stedet for et parcelhus nummer 2, og dermed bidrage til at få de hårde tal for CO<sub>2</sub> bragt ned.

## PLANETÆRE GRÆNSER



Turtlehouse er ikke et vanligt typehus men et princip for et hus. Et Turtlehouse opbygget i de rette materialer kan opfylde målet for 2,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/p.a.

Det gøres med punktfundering frem for betonfundament. Det gøres med konstruktioner og elementer i massivt træ. Det gøres med det bedst mulige valg af isolering og varmesystem. Det gøres ved løbende at tænke over hver enkelt del, der anvendes i byggeprocessen samt i løsninger, der understøtter ambitionen om nedbringelse af CO<sub>2</sub>. Løsninger som f.eks. jordvarme og solceller anvendes når det giver mening i forhold til projekt og placering.

**Mobilitet og genbrug:** Et Turtlehouse kan skilles ad igen - modul for modul - og flyttes til en ny lokation. Modulerne kan genanvendes til at samle et nyt Turtlehouse, eller de enkelte moduler kan bruges til at udvide de fleste konventionelle sommerhuse. På den måde kan vi hjælpe med en længere levetid for huset, før materialerne skal genbruges.

Vores tese er, at vi med Turtlehouse kan tilbyde så meget rumlig kvalitet, at vi kan få flere mennesker til at vælge at bo mindre og dermed sænke CO<sub>2</sub> forbruget.

I første omgang ønsker vi at afprøve huset som udlejningsmodel på det danske marked. Her vil vi løbende teste og udvikle huset til rette niveau for sænkning af CO<sub>2</sub>. Det er også her, vi ønsker at udvikle de digitale opskrift-

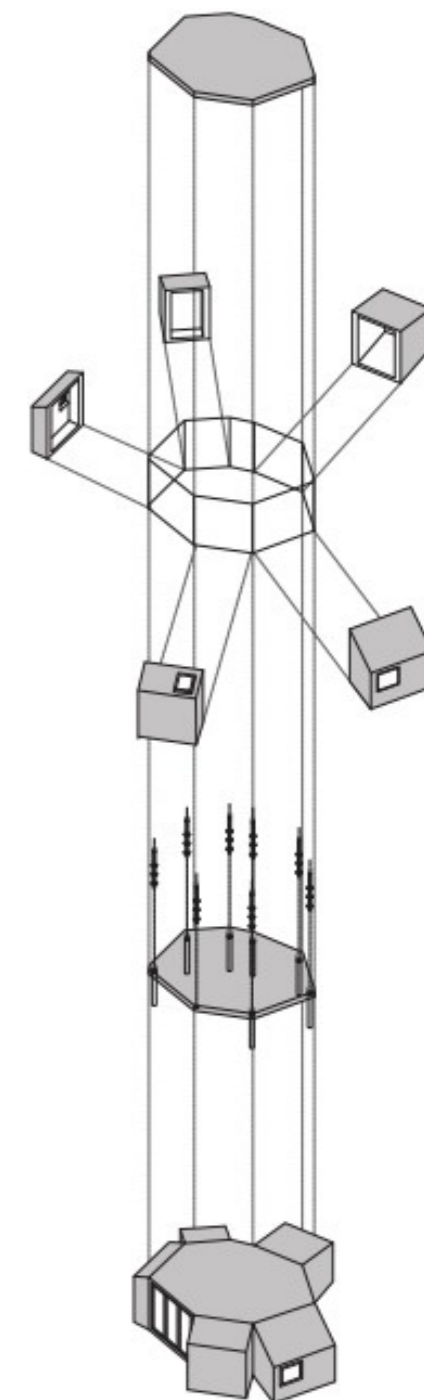
er på moduler og samleprincipper til en strømning af produktionen.

Når vi har opnået en enkel digital produktion og platform, ønsker vi at afprøve og udvikle en franchisemodel, så man også i andre lande kan bo bedre på mindre plads til en lav pris og samtidig hjælpe med at bringe CO<sub>2</sub> ned på et niveau der passer til vores klode.

## INSPIRATION

Med et legat fra Statens Kunstfond rejste vi i 2017 til Tokyo for at se på komprimering i arkitektur. Tokyo fungerer særlig godt som laboratorie for komprimering, da der er en stor befolkningstæthed, høje grundpriser, planrammer der tillader meget små grunde samt en kultur, hvor tradition og fornyelse har helt særlige spilleregler.

Vi så mange spændende projekter, der har inspireret os lige siden. I bilag 4, s. 1 ses nogle få af dem. De har det til fælles, at boligens delelementer er sat sammen til et nyt bud på, hvordan et sted bebos. Den japanske byggeskik forbinder sig nært til skandinaviske byggetraditioner med rumlige forløb og forbindelsen mellem bygningen og den omgivende natur. Det helt særlige, vi tog med hjem og siden har brugt i projekter, findes i feltet mellem Japansk innovation og Skandinavisk tradition. I bilag 4, s.2 viser vi nogle få af de mange Skandinaviske projekter, der har haft indflydelse på vores arbejde med fritidshuse.

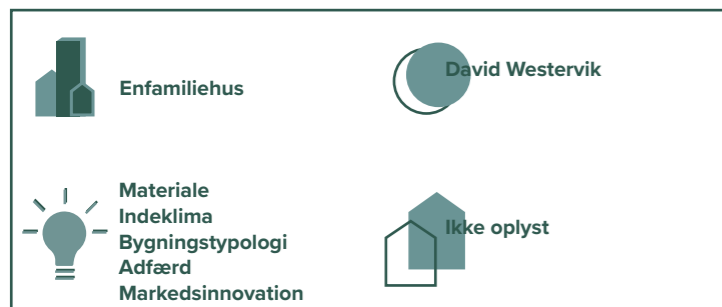


Det første udviklingsprojekt vi lavede, efter vi vendte hjem fra Japan, var et koncept for et sommerhus, vi har kaldt Flowerhouse (Bilag 5). I dette projekt er rumlighederne større og det centrale rum er en have. Det første Flowerhouse er snart bygget færdig på en sommerhusgrund på Sjællands Odde, og vi glæder os til at fremvise det smukke resultat. Projektet har et stort potentiale, og vi kommer til at bygge flere Flowerhouses, men til nedbringelse af CO<sub>2</sub> og som bæredygtig forretningsmodel har de ikke samme potentiale som Turtlehouse. Det er dog Flowerhouse og de principper, der ligger til grund for dette projekt, der har ført os videre til Turtlehouse.



# GROHUSE

## GroHuse - Det modulbaseret hus



### LØSNINGEN

Vi står overfor voksende udfordringer med stigende temperaturstigning, mangel på ressourcer, tab af biodiversitet og et miljø som påvirker vores sundhed. Samtidig skaber det samfundsmæssige og økonomiske kriser og social ustabilitet. Dette skal fremtidens huse OGSÅ give et svar på! Vores bud er et etplans familiehus hvor 4 personer kan bo på færre, men velindrettede kvadratmeter, bestående af et basishus på 45m<sup>2</sup>, hvortil der kan tilsluttes op til 4 moduler.

Løsningen hviler på følgende afgørende elementer:

Modulopbygget og mobilt hus, der tilpasser sig livets årstider, giver større fleksibilitet og økonomisk frihed. Med modulsystemet kan en familie koble

ekstra rum, kontor og orangeri efter behov og dermed mulighed for at beholde huset livet ud. Så undgår vi spildte kvadratmeter samt de økonomiske udfordringer, det kan have for en familie, med store realkreditlån. Det betyder færre omkostninger og ressourceforbrug i forbindelse med flytning, da man ikke længere behøver at renovere og tilpasse en anden bolig til egne behov. Det giver et mere fleksibelt boligmarked, hvor man kan købe huset, men ikke beliggenheden - eller omvendt. Dette åbner også op for etablering af leve-fællesskaber.

Holistisk Bæredygtig Arkitektur som er bygget på sunde, åndbare og sparsomme byggeprincipper kombineret med få gennemtænkte kvadratmeter, der ikke går på kompromis med funktionalitet, rummelighed og lysind-

fald. Vi bygger kun i lokale biogene eller genbrugsmaterialer. Det betyder mærkbart bedre og sundere indeklima fri for uhensigtsmæssige stoffer, samt boliger som respekterer naturen og de ressourcer vi har. Konstruktionen designes så alle materialer kan skilles ad og genanvendes.

Modulerne kan nemt transporteres, udskiftes og placeres på et skruefundament. Derudover er husene passivt opvarmede, naturligt ventilerede kombineret med moderne teknologiske løsninger til vand varme, el og spildevand. Indendørs byggeproces i tørt og kontrolleret klima, hvor håndværkerne kan være i tørvej. Ved at bygge husene samme sted reduceres affald og energiforbrug.

### INNOVATION

Vi skal tænke nyt og helhedsorienteret på måden vi bor, bygger og lever. Vi tror på, at løsningen ligger i flytbare, mindre modulerbare boliger, bygget af sunde og bæredygtige materialer. Vores løsning er skabt i respekt for naturen, ressourcer, sundhed og økonomi. Det betyder bl.a. at vi skal ned på et areal, der passer til vores reelle behov samt bedre udnyttelse af kubikmetrene!

Det primære afgørende nye i vores boligkoncept er at det vil transformere den måde vi lever, bygger og tænker bolig og boligmarked på. Vi ønsker at innovere på vores samfundsstruktur i forhold til arbejde, familie, økonomi, frihed og deleøkonomi. Det kan kun lade sig gøre, hvis vi arbejder med bære-

dygtighed på flere planer. Med vores koncept minimerer vi risiko for at miste ejendomsverdi og komme i klemme økonomisk ved flytning.

Konceptet skal være bæredygtigt ud fra et holistisk perspektiv. Vi samtænker og innoverer derfor flere eksisterende koncepter og teknologier til et samlet boligkoncept, som er så bæredygtigt som overhovedet muligt i hele byggeriet livscyklus. Både i anlæg, drift og bortskaffelse.

Det bærende i konceptet er at vi skal bo flytbart, vi skal bo mindre, og vi skal have mulighed for fleksibelt at op- og nedskalere vores bolig efter behov. Konceptet og design skal også omfatte det sociale, praktiske, funktionelle, såvel som det æstetiske og sanselige aspekt. Det handler nemlig også om sundhed og det at blive hele mennesker, som lever et balanceret liv med plads og rum til kreativitet, leg, det nære og selvforsyning. Traditionelle byggeprincipper og håndværk kombineres med moderne udtryk og konstruktionsprincipper.

Selve boligen består af et hovedhus, som fungerer godt alene, men også tiltænkt at kunne tilkøbes moduler. Modulerne har en vis form for fleksibilitet, men samtidig gennemtænkt til at fungere godt sammen med hovedhuset og med til at skabe rum udendørs.

### PLANETÆRE GRÆNSER

1. KLIMA: Vores hus er bygget primært af biogene og komposterbare materialer. Derudover bruger vi genbrugsmaterialer, hvor vi samarbejder med nedbrydningsfirma for at få adgang til et stort bibliotek af materialer. Konstruktionen designes så alle materialer kan skilles ad og genanvendes. Vores hus er CO<sub>2</sub> negativt.

2. BIODIVERSITET: En af de største indgreb bygninger har i naturen og dens biodiversitet er husets fundament. Ved at placere vores huse på skruefundament minimerer vi indgreb i jorden og de mikroorganismer og insekter der lever der. Vores boliger inddrager også naturen og insekter ved at lave ideelle forhold til forskellige former for beplantning og insekter mellem husene.

3. FÆLDNING AF SKOV: Vi arbejder udelukkende med lokale FSC savværk for at forhindre afskovning, og minimere transport. Derudover minimerer

vi arealanvendelse da mindre huse betyder mindre grundareals behov.

4. FORBRUG AF FERSKVAND: Vi er en del af et kraftcenter for off grid byggeri, hvor vi udvikler regnvandsopsamling og spildevandshåndtering. Vores hus er derfor 100% selvforsynende med vand, el og varme.

5. FORURENING AF LUFT, HAVET og JORDEN: fossilt brændsel og cementproduktion er en af de største årsager til forurening. For at undgå fossilt brændsel er det ikke nok at alle skifter til elbil. Vi bliver nødt til at forandre måden vi bor, lever og forbruger på. Vores hus opfordrer til alternative boformer, hvor vi ikke behøver at arbejde, forbruge og transportere os i samme grad. Husene opfordrer i stedet for tid til de nære værdier.

### INSPIRATION

Vi 4 kommer fra vidt forskellige uddannelser; Arkitekt, pædagog, bygningsingeniør og udviklingsingeniør, men er alle havnet på Grobund Fabrik ved Ebeltoft - et kraftcenter for bæredygtigt byggeri og arbejdsfællesskab. Vi har alle arbejdet med bæredygtighed i forskellige sammenhænge, enten gennem tegnestuer eller byggeri.

Det er herfra vi sammen har udviklet ideen om et boligkoncept, som tænker bæredygtighed hele vejen rundt, med respekt for naturen samt de økonomiske og sociale rammer. Vores erfaringer og kilder springer ud af den vid- en og eksperimentering som kommer

fra moderne tegnestuer som Atelier Kristoffer Tejlgaard, Vandkunsten og Lendager, men også 20-30 år med økobyggeri fra eksempelvis Friland og andelssamfundet i Hjortshøj. Vi mener at der mangler en bro mellem de ovenstående.

Samtidig ønsker vi et koncept, som fungerer i det kommercielle, som er tilgængelig for alle. Vi er inspireret af tegnestuer som Vandkunsten, Lendager, og Egen Vinding og Datter. Vi samarbejder med diverse producenter af biogene materialer som halm, træ, hamp og papiruld. Vi er også inspireret af den produktion der i dag findes af små flytbare huse, men de produceres efter nutidens standarder og mindset, hvor bæredygtige materialer og minimalt ressourceforbrug ikke er i fokus.

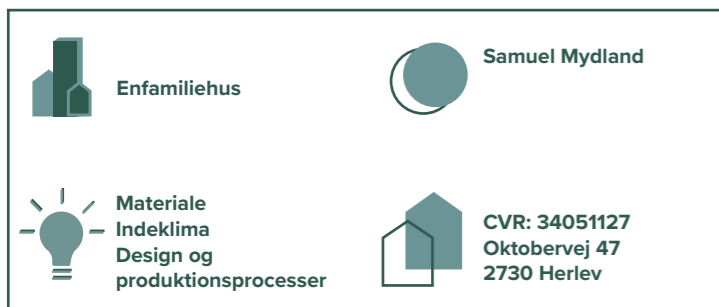
På den anden side har vi huse på fast fundament, hvor branchen er begyndt at bygge i mere bæredygtige materialer, men hvor de økonomiske og strukturelle forudsætninger er de samme.

Inspiration til konceptets typologi er en reference til de traditionelle stråttækte bondehuse med gårdsplads, kombineret med et moderne udtryk, og konstruktionsprincipper. Det er både en værdimæssig reference, men også fordi tagets design har også en praktisk funktion, idet transport af huset begrænser muligheden for udhæng. Vi vil holde fast i det traditionelle håndværk, men i kombination med moderne teknologi og udtryk.





# JDH-BYG ApS EcoModul360



## LØSNINGEN

### Baggrund:

JDH-BYG satte sig tilbage i 2021 et mål om at opnå absolut bæredygtig drift af virksomheden. Via en ambitiøs SGD-strategi, er vejen lagt for hvordan delmål opfyldes frem mod 2030, heriblandt CO2-neutralitet i scope 1 og 2. I udgangen af juni 2022 afsluttes første klimaregnskab for virksomheden, og vi har derved overblikket over, hvor ambitiøse vi som virksomhed skal være i også at udføre CO2 neutrale byggerier, altså vores scope 3 udledninger.

For at styrke vores muligheder og udvide vores kompetencer i at opnå absolut bæredygtig drift af virksomheden, blev EcoModul360 konceptet født i januar 2022. Projektet havde til formål at undersøge hvordan JDH-BYG skal bygge i fremtiden, for at sikre en ansvarlig drift af virksomheden og reelt gøre en forskel for samfundet. Derfor har JDH-BYG det senest halve år arbejdet fokuseret med udvikling af et boligkoncept, der reelt imødekommer en bæredygtig måde at bygge og bo på.

### Løsningen:

EcoModul360 er et modulært boligkoncept, der kan skaleres efter familiens ellers bygherrens behov, og sammensættes i moduler. Konceptet skal flytte væsentlige markedsandele, fra det nutidige typehusmarked, over på en absolut bæredygtige boform.

Modulet kan principielt skaleres fra at være et tiny-house, til rækkehuse eller etageejendomme, men vores nutidige

fokus har været at sikre den arkitektoniske, bygbare og markedsmodne boform i enfamiliehussegmentet.

## INNOVATION

Igennem foråret 2022 er påbegyndt projektering og opførelse af første 1:1 prototype, der skal undersøge og verificere hvorledes projektets funktionskrav gennemføres succesfuldt.

Løsningen muliggøres i innovering og "proof of concept" af hvordan EcoModul360 bygges med afsæt i nedenstående kriterier/funktionskrav:

- biobaserede og CO2 lagrende byggematerialer
- høj andel af ind- og udvendige overflader i 1:1 genbrug
- lang levetid
- 100% cirkulært /cradle2cradle
- 100% design for disassembly
- kun EPD produktspecifikke materialer anvendes.
- maksimalt 2,5 kg CO2-e/m<sup>2</sup>/år eller mere retfærdigt opgjort til CO2-e/beboer/år
- tilgode ser bygonomi/tiny house konceptet, med maksimalt 30 brutto m<sup>2</sup> pr. beboer.
- modulbaseret, skalerbart og fleksibelt
- muligtgjort som off-grid løsning
- low-tech, med lavest mulige behov for tilført energi i brugsfasen B1 til B7
- naturligt ventileret

## PLANETÆRE GRÆNSER

Ambitionerne er at konceptet er modent til at bygges indenfor de planetære grænser på alle parametre

inden 2030. første omgang ønskes konceptet at opnå 1,8 kg co2 eq /m<sup>2</sup>/år, hvor vi ser et væsentligt behov for teknologisk udvikling i energiforbrug og øvrig drift for brugsfasen B1 til B7.

Via innovationskriterierne, anvendes biobaserede byggematerialer som en reel CCUS teknologi.

Dernæst udvælges materialer og leverandører, der kan dokumentere en reel ESG-indsats og som ligeledes ikke påvirker relevante FN verdensmål negativt. Enhver leverandør til konceptet skal leve op til vores code of conduct, og sikre CO2 neutral drift af deres virksomhed i scope 1 og 2 inden udgangen af 2030.

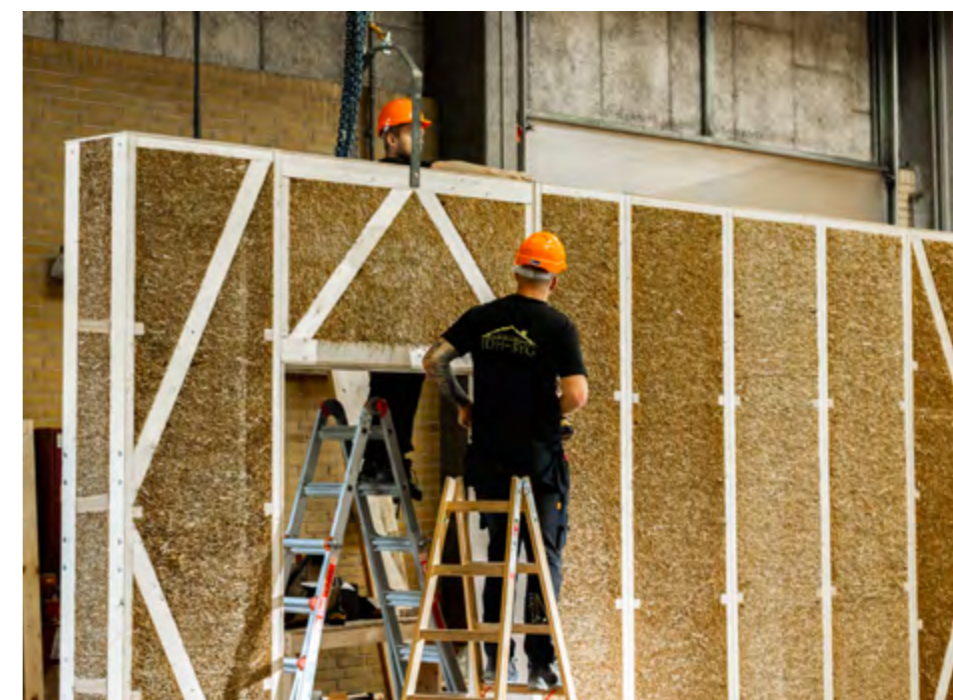
## INSPIRATION

Udvikling via seneste års samarbejde med EcoCocon, særligt i det igangværende TechMatch forløb har været en væsentlige akkumulator for konceptudviklingen. Dernæst er Havnens Hænder, NoTech, P.Olesen, Green Dozer mfl. Ligeledes været væsentlige bidragsydere i at udvikle og markedsmodne projektet.

Vi har gennem virksomhedens strategiske fokus på en bæredygtig transformation af forretningen, set og målt en væsentlig forøgelse af arbejdsglæden blandt vores ansatte og samarbejdspartnere. Det er virksomhedens absolutte fokus at sikre medarbejderglæde, og det er vi overbeviste om at bæredygtighed er en væsentlig kilde til. Derfor ser vi konceptet med EcoModul360 som et projekt der tilfører

værdi til markedet, og virksomhedens vision. Vi tror ganske enkelt ikke på at det for vores medarbejdere, er meningsfuldt at gå på arbejde, og dagligt gennem håndværket reducere ens egne børns fremtidige muligheder. Det skal vi som virksomhed påtage os et ansvar i at forandre, og EcoModul360 er en væsentlig bidragsyder hertil.

Arne Jakobsens sommerhus koncept "Kubeflex" har indledningsvist været en inspirationskilde i udvikling af modultanken, med fokus på spildreduktion, færre kvm boligareal og maksimering af fleksibilitet for forøgelse eller reduktion af boligareal.







Forslag: Rønnow Arkitekter, LETH & GORI, CINARK: En lille bolig i tækkede teglblokke



Få mere information om indsatsen på [www.4til1planet.dk](http://www.4til1planet.dk)