

Det Biologiske Hus



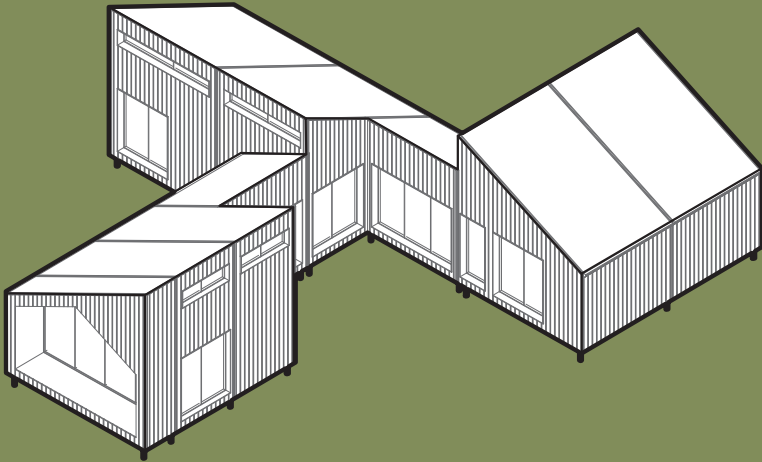
Bæredygtigt Huskoncept af Sunde Materialer

Det Biologiske Hus

Udgivet i 2016 med støtte fra Miljøstyrelsen

Indhold

Vision og baggrund	5
Det Biologiske Hus	7
Ambition	11
Materiale eksempel	13
Byggesystemet bag huset	17
Eksempel	19
Introduktion	21
Cirkulært design	25
Metode	27
Fokusområder	33
Hus typologier	37
Modulbyggeri	39
Kompakt	41
Vinkel	45
Gårdhavehus	45
Åben form	53
Det byggede hus	57
Huset i Middelfart	59
Materiale oversigt	63



Vision og baggrund

Det Biologiske Hus

Et nyt bæredygtigt huskoncept af sunde materialer

Ambition

Maksimal genanvendelighed af materialer og komponenter

Materiale eksempel

Plader af upcycled halm

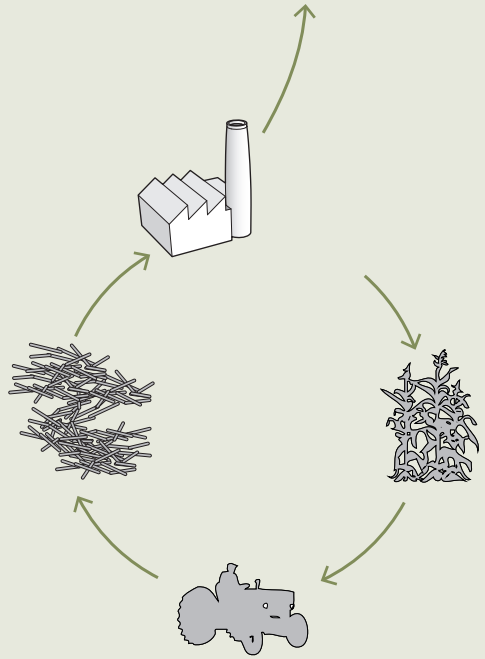


Diagram: Fra forbrænding af restprodukter

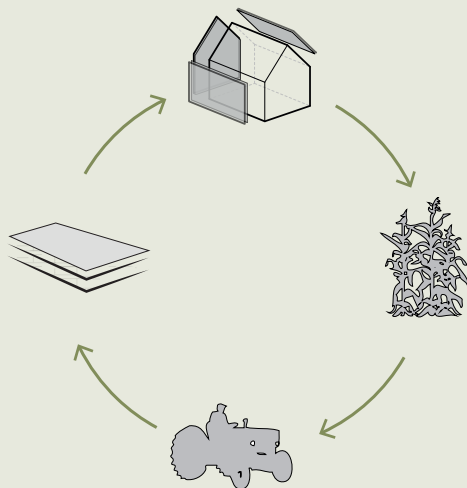


Diagram: Til kredsløb af ressourcer.

Det Biologiske Hus

Et bæredygtigt og modulært huskoncept af sunde materialer

Det Biologiske Hus

Det Biologiske Hus er et bæredygtigt dansk huskoncept med boliger af høj kvalitet bygget udelukkende af biobaserede materialer fra landbrugsindustrien. Materialer, der i dag betegnes som 'affald' og derfor eksempelvis afbrændes til energi, vil blive oparbejdet til værdifulde byggematerialer baseret på restmateriale fra blandt andet græs, halm, tomat, tang og ålegræs.

Projektet anvender Cradle to Cradle principper, materiale-upcycling og nye produktionsteknologier i udviklingen af et moderne og økologisk hus med høj arkitektonisk kvalitet. Det Biologiske Hus er et modulært huskoncept der henvender sig til den brede befolkning som en konkret løsning på fremtidens klimatiske og økonomiske udfordringer.

En ny byggeskik?

Det Biologiske Hus repræsenterer ikke kun forskning i nye biologiske materialer, men introducerer også en ny byggemetode til det danske typehusmarked. Projektets ambition er at designe et hus hvor materialer og komponenter kan indgå i lukkede materialekredsløb.

For at lykkedes med dette, er projektet på den ene side afhængig af, at de materialer der anvendes i sig selv er sunde nok til at kunne genanvendes, og på den anden side at byggesystemet er adskilleligt, så fremtidig genanvendelse er mulig.

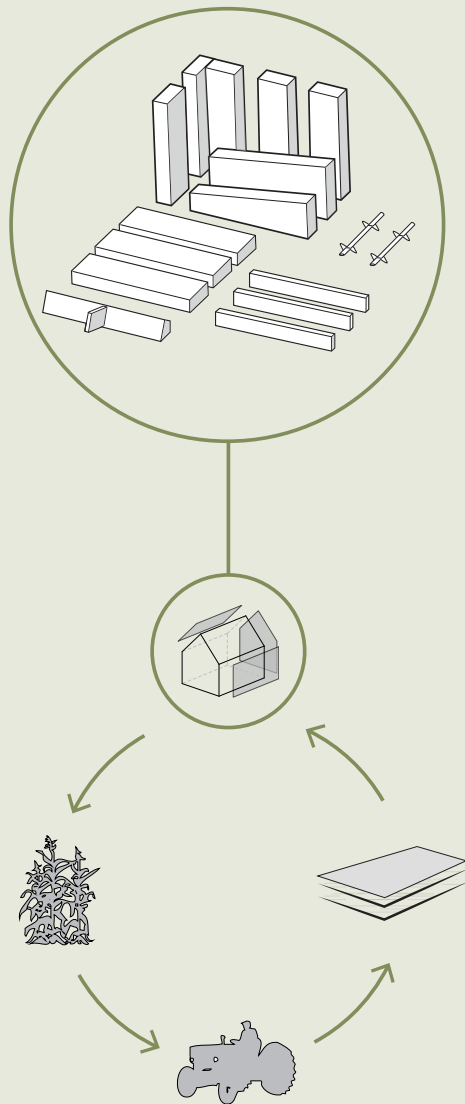


Diagram: Et lukket kredsløb kræver, at huset er designet til adskillelse.

Det er principperne for byggesystemet som bogen redegør for. Ved at bruge digitale redskaber til design og produktion, er det forhåbningen, at projektet kan introducere et nyt samlet fleksibelt byggekoncept til det danske marked, der måske med tiden kan danne grundlag for en ny dansk byggeskik.

Udfordringen i dag

Det er efterhånden velkendt at den lagrede energi i byggematerialer udgør en anseelig del af bygningers samlede miljømæssige fodaftryk. Herudover vil markedet formodentlig i stigende grad opleve at traditionelle råstoffer til byggeri bliver mere sjældne, og således dyrere. Byggebranchen har således flere incitamentter for at genanvende en langt større del af de anvendte byggematerialer.

Problemet med genanvendelse i byggeri er ofte, at diverse komponenter ikke er designet til at blive genanvendt og de anvendte materialer kan således ikke bevare deres oprindelige værdi over tid. Det er projektets ambition at sikre, at værdien og den indeholdte energi i de anvendte materialer og komponenter så vidt muligt bevares over tid.

Ved at etablere lukkede materialekredsløb vil der på sigt opstå mindre byggeaffald og mindre udledning af CO₂ med store ressourcebesparelser til følge. For at dette skal lykkes er Det Biologiske Hus designet med udgangspunkt i, at det så vidt det er muligt skal kunne skilles ad ned til sine enkelte dele. Det fleksible byggekoncept til det danske marked, der måske med tiden kan danne grundlag for en ny dansk byggeskik.

Produktion

Genanvendelse



01 Udvinning af råmaterialer



Kompostering
af råmaterialer



02 Bearbejdning
til byggematerialer



Genbrug af materialer



03 Produktion
af byggekomponenter



Genforarbejdning af dele



04 Samling
af byggemoduler



Genbrug af elementer



05 Brugsperiode



Genbrug af moduler



06 Adskillelse

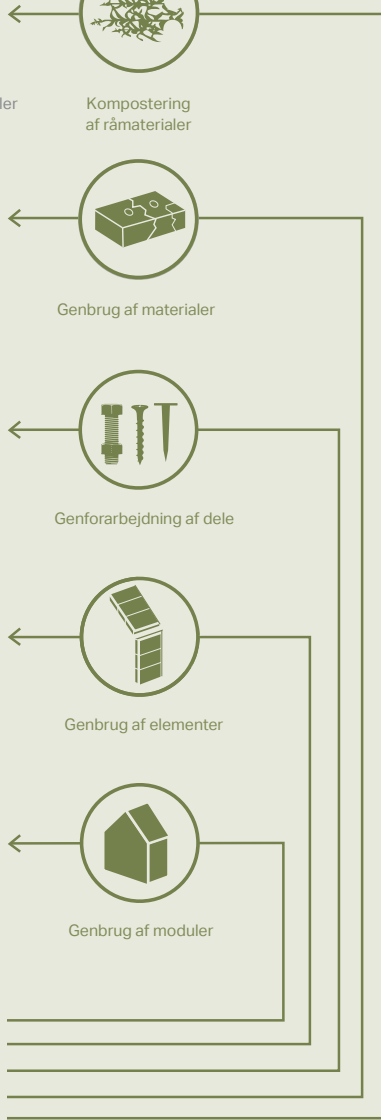


Diagram: Niveauer for genanvendelse beskrevet i seks trin.

Ambition

Maksimal genanvendelighed af materialer og komponenter

Bygningens liv

At tegne huse med demontering og genbrug for øje er stadig en ny agenda i byggeriet. I Det Biologiske Hus er der taget udgangspunkt i et eksisterende byggesystem, hvilket der redegøres for i det følgende kapitel, samt en række principper for hvordan der rent praktisk kan designes cirkulært.

Som diagrammet til venstre viser, kan produktionen af byggekomponenter til Det Biologiske Hus beskrives i seks trin — fra udvinding af de biologiske råmaterialer, over forarbejdning af materialer til byggeelementer og endeligt til adskillelsen af et hus efter endt brug.

Et modulært byggesystem

Ambitionen er at skabe et modulært byggesystem, hvor selvbærende moduler vil kunne genanvendes fra ét byggeri til et andet. Herudover skal de elementer som byggemodulerne består af kunne genanvendes i produktionen af nye moduler mens materialer såsom plader, skruer eller søm skal kunne indgå i nye elementer. I tilfælde af at disse niveauer af genanvendelse ikke er muligt, er det ambitionen at materialerne i form af biologiske pladematerialer der er så beskadiget at de ikke kan indgå i nye komponenter, skal kunne bearbejdes til nye materialer eller komposteres og således indgå igen i det biologiske kredsløb.

'Det Biologiske Hus er Danmarks første hus, der er konstrueret af halm med digital produktionsteknologi — et modulært og moderne byggesystem, som gør det nemt for alle at bygge og bo bæredygtigt'

Nicholas A. Bjørndal

Partner, EEN TIL EEN Arkitektur og Byggeri

Materiale eksempel

Upcyclede halm

Biprodukter som materiale

Gennem dialog og samarbejde med parter fra jordbrugs- og produktionssektoren er der i bogen 'Affald som Ressource' blevet kortlagt mængder, anvendelighed og tilgængelighed af lokale danske biologiske ressourcer. Disse er derefter blevet kvalificeret i forhold til markedet i dag og markedet i fremtiden. Dette arbejde danner grundlag for en udvælgelsesproces, hvor forskellige sammensætninger af biprodukter fra dansk jordbrug løbende vil blive testet i forhold til konstruktive evner og øvrig anvendelighed på Teknologisk Instituts nyoprettede biokomposit- og pladelaboratorium. Forskellige sammensætninger af fibre er blevet 'presset', testet og evalueret. Gennem denne udvælgelsesproces og materialescreening er de mest optimale sammensætninger af fibre blevet udvalgt. Dernæst vil prototyper blive bygget og testet i 1:1 og danne udgangspunkt for det videre udviklingsarbejde.

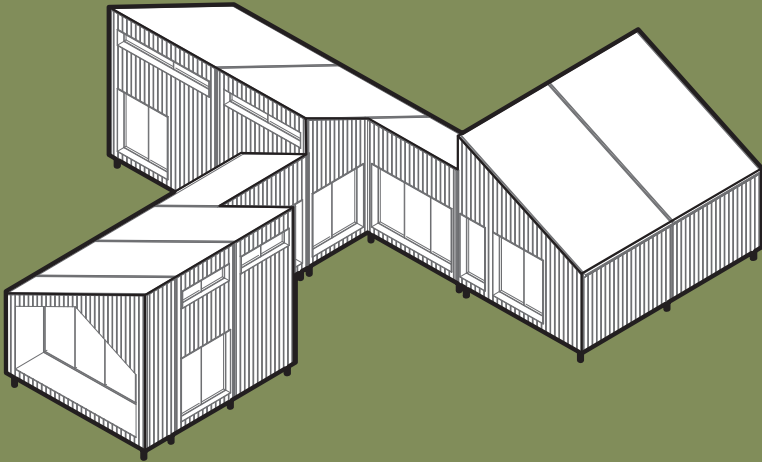
Det danske marked

I løbet af projektet er det danske marked blevet undersøgt for producenter, der kan levere det udviklede plademateriale og derved sikre, at produktet kan markedsmodnes med lokale ressourcer. Dette er blevet gjort for at sikre en lokalt forankret produktion med lokale materialer, men også for at sikre dansk tilstedeværelse på et fremspirende marked. Der er eksempelvis i Holland en stor udvikling og et hurtigt voksende marked inden for biobaserede materialer. Her kan hentes mange erfaringer og inspiration og der kan etableres international vidensdeling og fremtidige samarbejder.





Plader lavet af upcyclet træ.



Byggesystemet bag huset

Eksempel

Systemet i brug

Introduktion

Digitalt design og produktion



Villa Asserbo er Danmarks første 'printede' hus — samme teknik der anvendes til opførelsen af Det Biologiske Hus.

Eksempel

Systemet i brug

Det printede hus

Byggemetoden kaldes at 'printe' et hus og understreger at det er en helt ny måde at tænke og et bygge hus på. Hele systemet understøtter således visionen om et fleksibelt, let og bæredygtigt byggeri, hvor den enkelte beboer eller familie kan inddrages i udformningen af deres bolig. Systemet muliggør, at to personer kan bygge et hus, uden brug af kraner og tungt udstyr. Det kan sammenlignes med at bygge med LEGO; alt er nummereret, og du skal blot følge en montagevejledning.

Den direkte sammenhæng mellem det digitale design og produktionen af byggeelementer, sikrer en høj grad af præcision, og muliggør at samlingsdetaljer og løsninger der yderligere fremmer adskilleligheden kan integreres problemfrit i produktionen af de endelige byggeelementer.

Villa Asserbo

Danmarks første digitalt fabrikerede villa ligger i Asserbo, og er udgangspunktet for arbejdet med byggeteknikken i Det Biologiske Hus. Huset består af digitalt fabrikerede trækomponenter der er monteret på et fundament af skruerpæle. Der ikke er støbt fundament på grunden, og huset påvirker således naturgrunden mindst muligt. Villa Asserbo er 125 m² stort og består af 800 plader bæredygtig krydsfinér, der er blevet omdannet til 400 byggekomponenter. Isoleringen består af træfiber, der blæses ind i kassetterne. Store dele af huset kan således beskrives som værende ét materiale i forskellige stadier — nemlig træ.



EEN TIL EEN Arkitektur og Byggeri er her i gang med at samle Villa Asserbo på byggepladsen. Pladerne bliver skåret med CNC fræser og bygget om til kassetter der fungerer som husets konstruktion.



Introduktion

Digitalt design og produktion

Design og produktion bag huset

Systemet tager udgangspunkt i at et givent plademateriale udskæres til delelementer på CNC-maskinen. Disse samles efterfølgende til komponenter med brug af mekaniske samlingsprincipper såsom bolte og skruer. Den digitale præcision i produktionen muliggør herudover at en stor del af elementerne klikkes sammen i stil med traditionelle snedker samlinger. Dette muliggør et byggesystem uden brug af limede eller støbte samlinger, og kassetterne er derfor adskillelige.

De lette CNC fræsede kassetter monteres efter samling på byggepladsen hvor de kan fyldes med plantefibre som isolering. Dette bevirker at de enkelte byggelementer er så lette så muligt under konstruktion, da isoleringsmaterialet blæses ind når elementerne er monteret. De CNC fræsede huller til indblæsning af isolering, sikrer ydermere at isoleringen vil kunne suges ud af kassetterne igen, hvilket bidrager yderligere til byggesystemets adskillelighed.

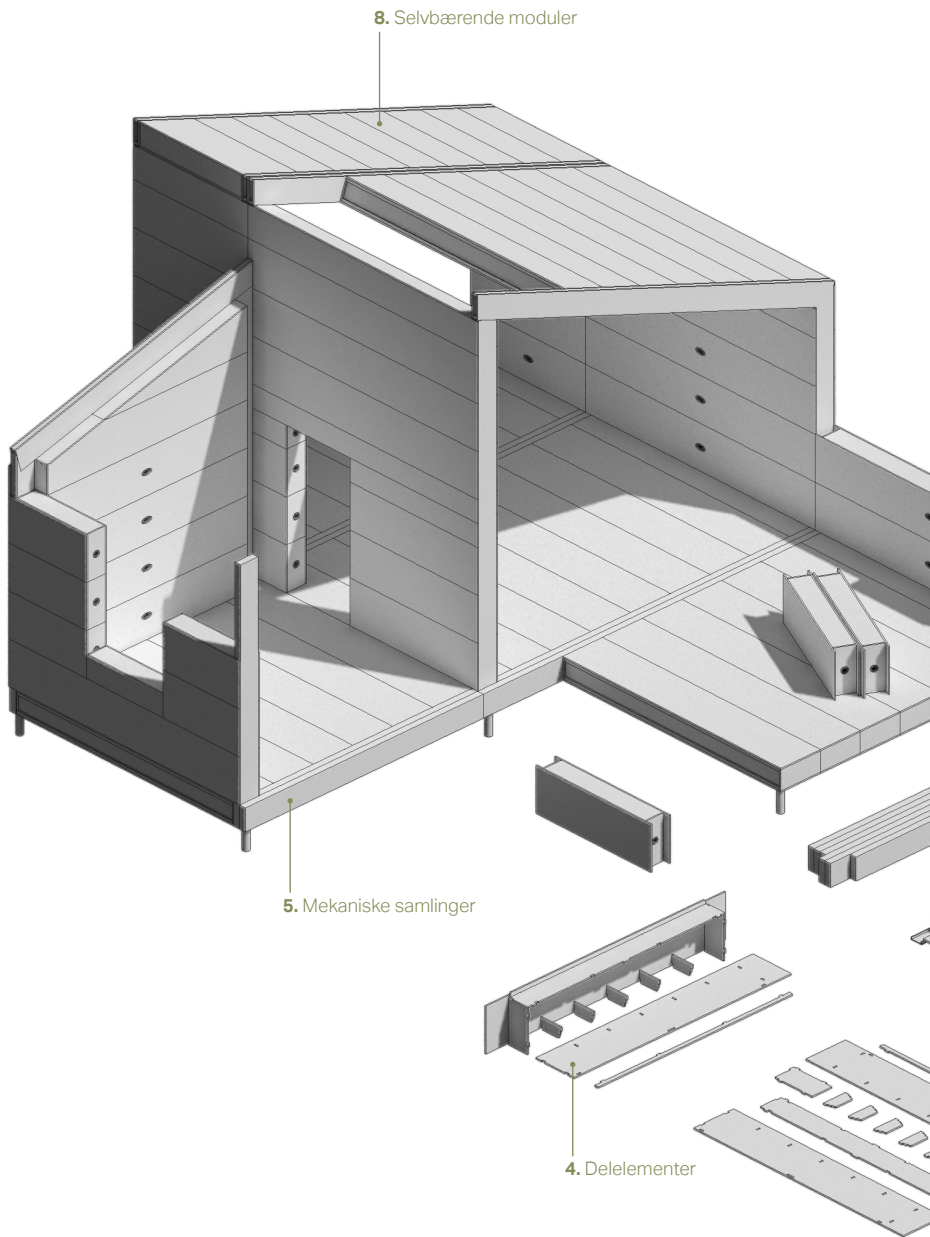
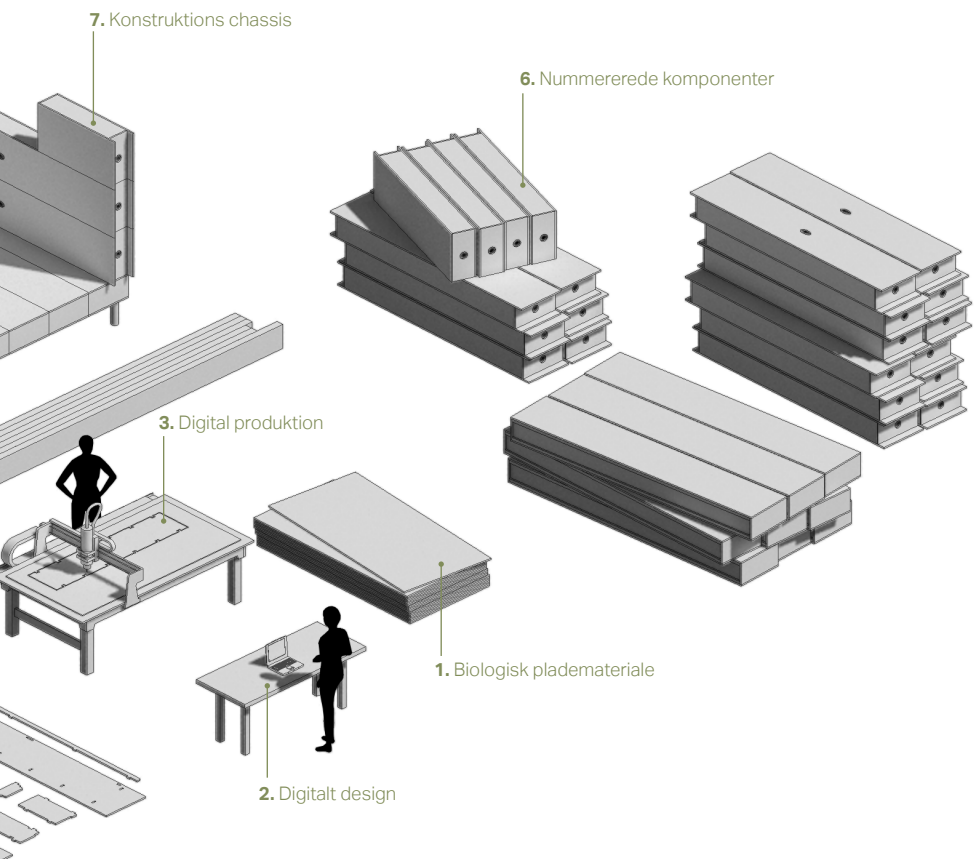
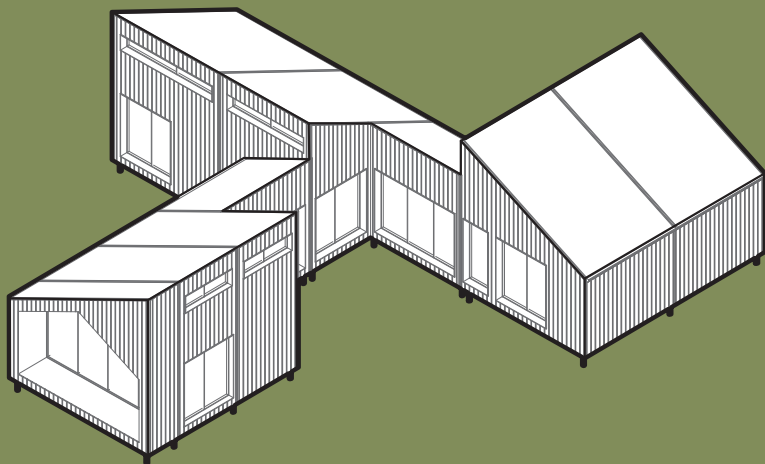


Diagram: Digitalt design og produktion trin for trin.





Cirkulært Design

Metode

Byggeriets principper

Fokusområder

Nye fokusområder i Det Biologiske Hus

'Et visionært citat om ambitionen med det biologiske hus'

Kasper Guldager Jensen

Arkitekt, senior partner 3XN og direktør GXN

Metode

Byggeriets principper

Hvordan bygges et hus til adskillelse?

Med udgangspunkt i forskning fra Pennsylvania State University, tager arbejdet med design for adskillelse udgangspunkt i de fløgende 10 principper:



Diagram: Det Biologiske Hus opdelt i moduler.



1. Dokumenter materialer og metoder til dekonstruktion.



2. Vælg materialer efter forsigtighedsprincippet.



3. Gør samlinger tilgængelige.



4. Minimer eller eliminer kemiske forbindelser.



5. Brug boltede, skruede og naglede samlinger.

Diagram: Design for adskillelse principper.

1. Dokumenter materialer og metoder til dekonstruktion

Dette punkt handler om at integrere dekonstruktion som en naturlig del af det byggetekniske materiale igennem både design-, projekterings- og udbudsprocessen. Nærværende dokument samt materialekataloget er første skridt.

2. Vælg materialer efter forsigtighedsprincippet

Materialer der er valgt med henblik til fremtidige effekter og som har høj kvalitet fra start, har større chance for at bevare værdien over tid og igennem genanvendelse. Der er i Det Biologiske Hus brugt et materiale scanningsværktøj baseret på LCA metodikken til at analysere de væsentligste materialer ud fra en række udvalgte kriterier.

3. Gør samlinger tilgængelige

Visuelt, fysisk og ergonomisk tilgængelige forbindelser vil øge bygbarheden og samtidig sikre at det er lettere at vedligeholde og i sidste ende udskifte dele af huset. Det Biologiske Hus er baseret på lette byggelementer der mekanisk samles til selv bærende moduler, hvilket sikrer et byggesystem der er sikkert og ergonomisk at arbejde med på byggepladsen.

4. Minimer eller eliminer kemiske forbindelser

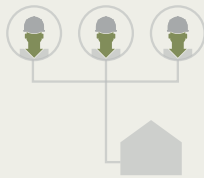
Bindemidler såsom lim nedsætter muligheden for genbrug og afgasser samtidig sundhedsskadelige stoffer. Det Biologiske Hus anvender lim til pladematerialerne der ikke har nogen negativ afgasning, herudover er systemet ikke baseret på limede samlingsprincipper.

5. Brug boltede, skruede og naglede samlinger

Brug af mekaniske samlinger, fremfor eksempelvis støbte eller svejsede, øger muligheden for genanvendelse og sikrer at der er brug for minimalt værktøj på pladsen. Det Biologiske Hus er baseret på mekaniske samlinger — fra skruefundamentet til montering af komplettering.



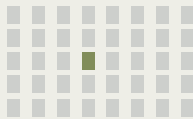
6. Separer mekaniske-,
elektriske- og VVS-systemer.



7. Design til arbejdsgangen
ved nedtagning.



8. Enkelhed i struktur og form.



9. Udskiftelighed.



10. Sikker dekonstruktion.

6. Separer mekaniske-, elektriske- og VVS-systemer

Ved at holde tekniske installationer tilgængelige i konstruktionen, gøres det lettere at adskille komponenter og materialer til reparation, udskiftning eller genbrug. I Det Biologiske Hus alle installationer så som for eksempel rørføring, elkabler fræset ind i siden på komponenterne, så de er tilgængelige, og fra starten er defineret som en tilgængelig del af konstruktionen.

7. Design til arbejdsgangen ved nedtagning

Ved at designe elementer der er i en håndterbar størrelse og er let tilgængelige, sikres det at arbejdsintensiteten ved nedtagning er minimal. Det Biologiske Hus kan populært sagt både samles og adskilles af to mand med en gummihammer, hvilket sikrer at demontering er et realistisk scenario i forhold til arbejdstid.

8. Enkelhed i struktur og form

Simple former og standard størrelser gør demontering mindre kompliceret. Det Biologiske Hus opbygges af en række standardiserede elementer og moduler.

9. Udskiftelighed

Brug af modulære, standardiserede og uafhængige materialer og systemer vil gøre genbrug lettere. Stort set alle elementer i Det Biologiske Hus er modulære og uafhængige.

10. Sikker dekonstruktion

Ved at tillade at de forskellige dele af byggeriet og byggeområdet er tilgængelige, sikre og stabile under dekonstruktion, øges muligheden for sikker drift samt med tiden en øget mulighed for genanvendelse.

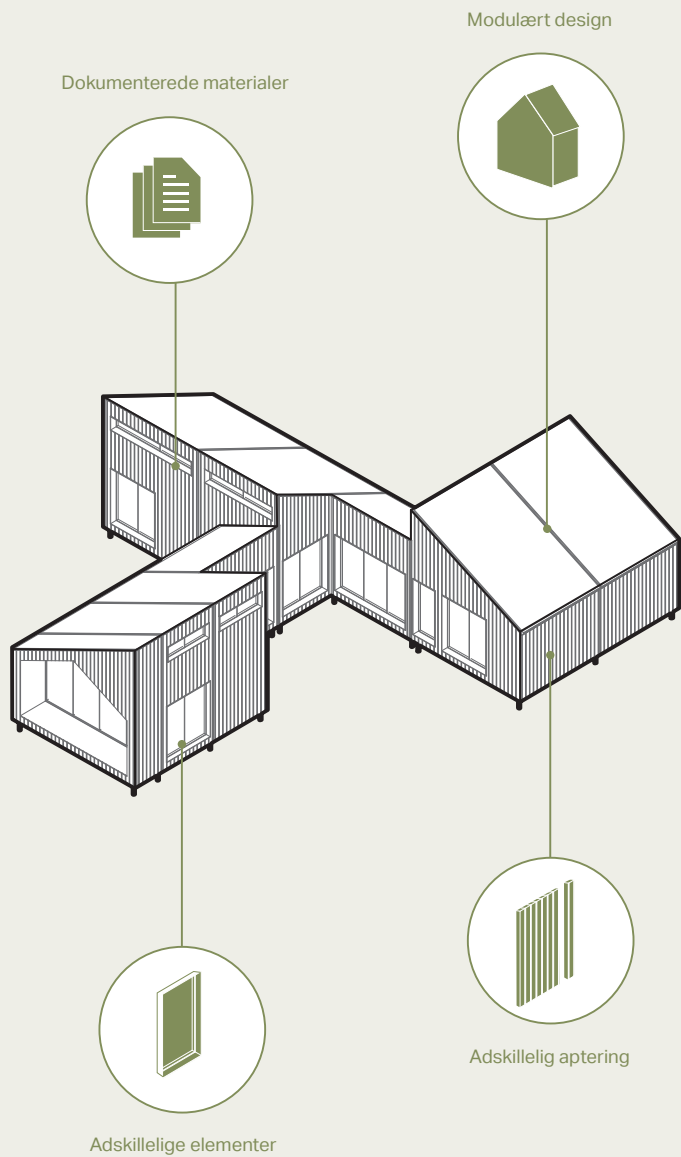


Diagram: Fokus områder i Det Biologiske Hus.

Fokusområder

Principper for adskillelse

Materialer i et kredsløb

Byggesystemet i dag er baseret på mono-materialitet og mekaniske samlinger, som udgangspunkt er det adskilleligt og velegnet til at indgå i kredsløb. Der er dog valgt en række indsatsområder, der understøtter ambitionen om et byggesystem hvor 80% af de anvendte elementer og materialer kan genanvendes.

Moduler

I stedet for at huset opbygges fra bunden i lag, bliver Det Biologiske Hus opbygget af selv bærende moduler. Dette vil medvirke til at hele dele af huset vil kunne tilføjes, udskiftes eller indgå i nye huse. Der er således udviklet en række byggemoduler og samlingsprincipper der er udgangspunktet for Det Biologiske Hus, og som kan anvendes til at skabe en lang række af forskellige hustypologier. Modulerne består af en række standard størrelser, der sikrer en god funktionalitet, og samtidig giver mulighed for at tilføje eller fjerne og genanvende moduler over tid. Modulerne samles med en gulv, loft og væg detalje, der sikrer at de kan skilles. Mindre komponenter kan hives ud af konstruktionen, så der er adgang til de skruede samlinger.

Grænseflader og aptering

Herudover vil der blive fokuseret på hvordan de elementer der ikke er en del af modulsystemet indbygges. Det betyder at der især vil blive fokuseret på montering og mulighed for demontering af vindueselementer. Der er også fokus på facadebeklædning der monteres på modulerne er let at adskille.

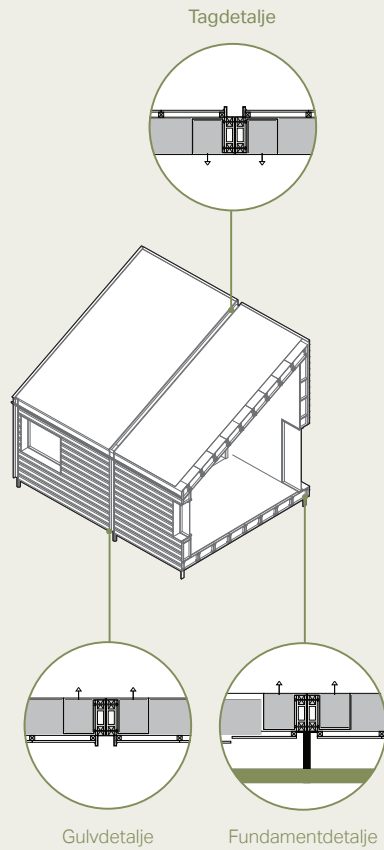
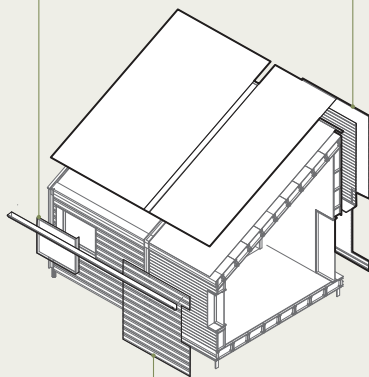


Diagram: Fokus på detaljen.

Fokus på montering vinduer

Fokus på montering tagmembran



Fokus på montering af beklædning

Hus Typologier

Modulbyggeri

Muligheder og forandring

Kompakt

Et alternativ til det klassiske længehus

Vinkel

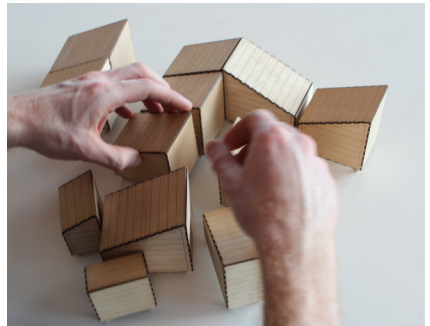
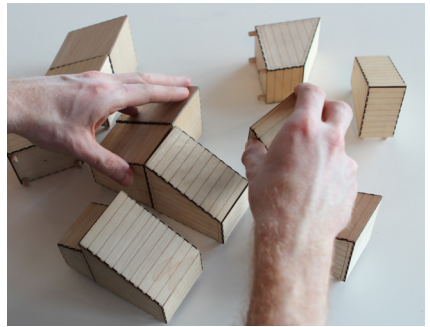
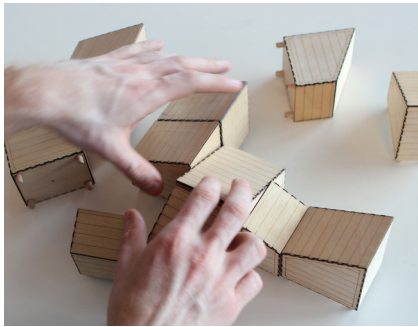
To funktionelle længer

Gårdhavehus

En åben gårdhave med privatliv

Åben Form

En form der skaber oplevelser



Byggesystemet består af moduler som kan kombineres til mange hustypologier.

Modulbyggeri

Muligheder og forandring

Fleksibilitet

Mulighederne og fleksibiliteten i huskonceptet udforskes her i fire forskellige huse, der henvender sig til den moderne familie. Formmæssigt tages der udgangspunkt i velkendte typologier som gennem byggesystemet nytænkes.

Et byggeri over tid

Når et byggeri renoveres, ombygges eller rives ned, ender byggematerialer ofte som affald. På den måde går den energi og de værdifulde råmaterialer der blev brugt til at skabe byggeriet tabt.

Behov for ombygninger opstår ofte i forbindelse med ændret brug af et hus. En families behov ændrer sig over tid, og der vil således ofte være brug for at udvide, eksempelvis i forbindelse med familieførøgelser. For de fleste vil der måske opstå et behov for at gøre sin bolig mindre i forbindelse med at børnene flytter, skilsmisser eller lignende.

Tidens demografiske tendenser stiller således nye krav om fleksibilitet til nutidens bygninger, og der er derfor både gode miljømæssige og funktionelle grunde til at designe fleksible byggerier der kan ændres over tid.

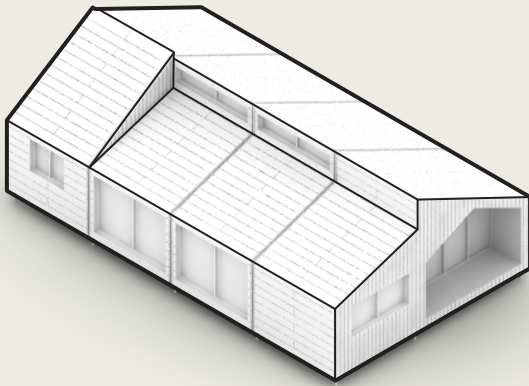


Diagram: Det kompakte typehus.



Kompakt

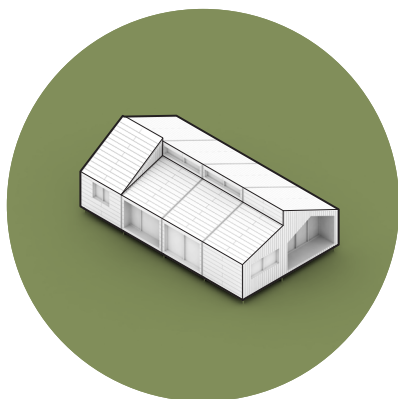
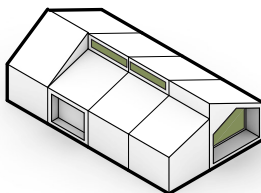
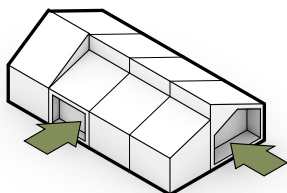
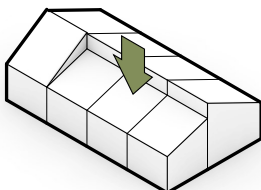
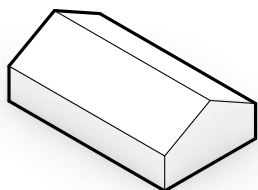
Et alternativ til det klassiske længehus

Denne typologi tager udgangspunkt i det klassiske længehus der ses overalt i de danske parcelhuskvarterer. Den kompakte krop har fået en arkitektonisk bearbejdning hvor store nicher og ovenlys indkorporeres i designet.

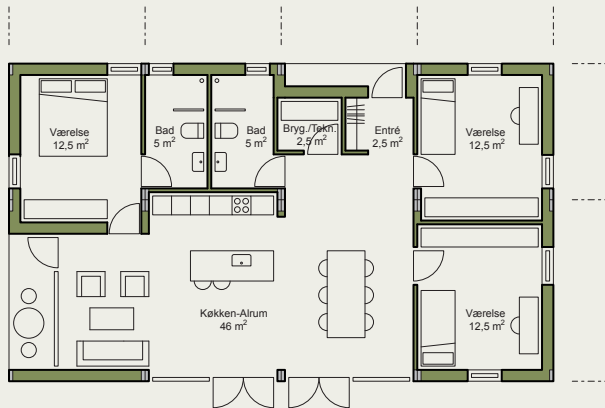
Husets hjerte er det store åbne køkken-alrum der flyder sammen med en overdækket terrasse. Rummet har højt til loftet og er velbelyst af ovenlys og store vinduespartier mod syd og vest.

Boligens øvrige rum er placeret så de har adgang fra fællesarealet og danner en lukket ryg mod nord og øst. I den ene ende af huset ligger et soveværelse med adgang til eget bad. I den anden ende af huset ligger to ens værelser hvor ekstra taghøjde giver mulighed for etablering af hems.

K — Kompakt



Trinvis bearbejdning fra det konceptuelle kompakte hus til det færdige design.



Plan 1:200

Brutto: 121 m²

Netto: 103 m²

Overdækket: 4,5 m²

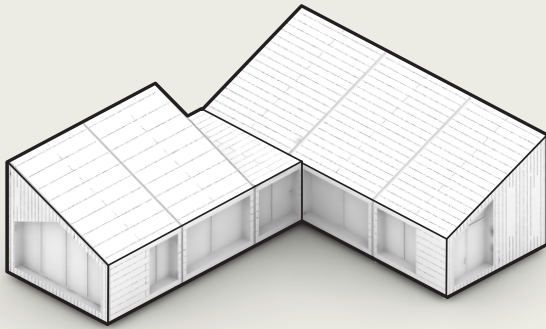


Diagram: Vinkel typehus.



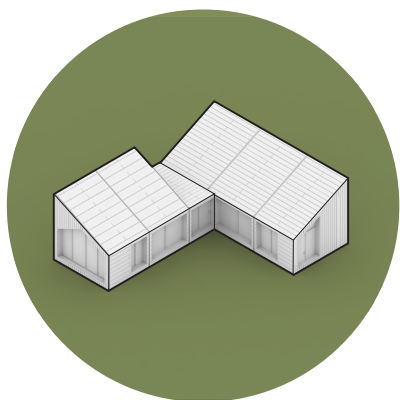
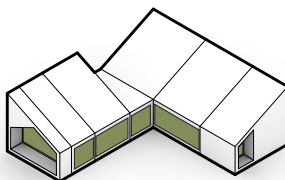
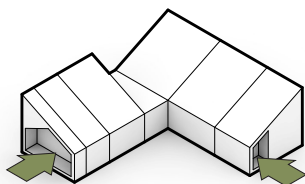
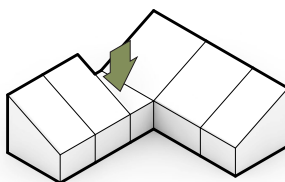
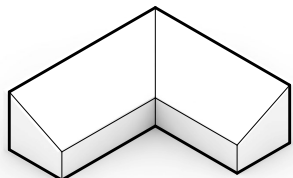
Vinkel

To funktionelle længer

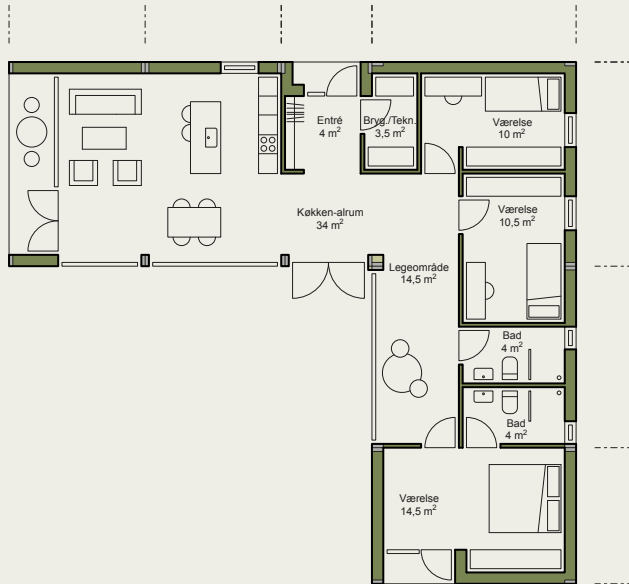
Vinkeltypologien tager udgangspunkt i det klassiske L-formede hus og danner en gård mod sydvest. Arkitektonisk og funktionelt er huset opdelt i to længer. En længe med private funktioner og en med fællesarealer. De to længer er bundet sammen i et lavt parti som også er husets indgang. 'Fælles-længen' rummer et stort køkken-alrum med højt til loftet. Dette rum flyder sammen med en overdækket terrasse og har en stor åbning til gården mod syd.

Den 'private længe' rummer to børne- og et soveværelse, adskilt af to badeværelser. Rummene bindes sammen af et stort legeområde. Den høje lofthøjde gør det muligt at etablere hems i hele længen.

V — Vinkel



Trinvis bearbejdning fra det konceptuelle vinkelhus til det færdige design.



Plan 1:200

Brutto: 127 m²

Netto: 105 m²

Overdækket: 7 m²

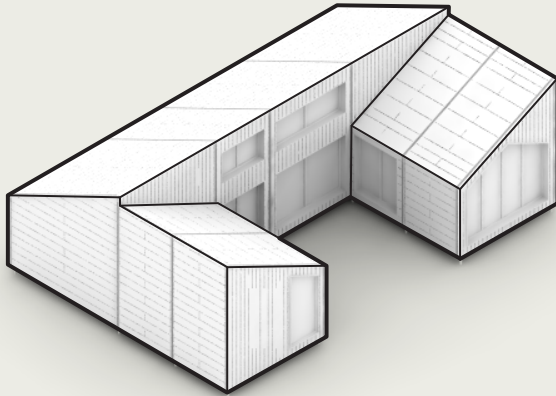


Diagram: Gårdhavehus som typehus.



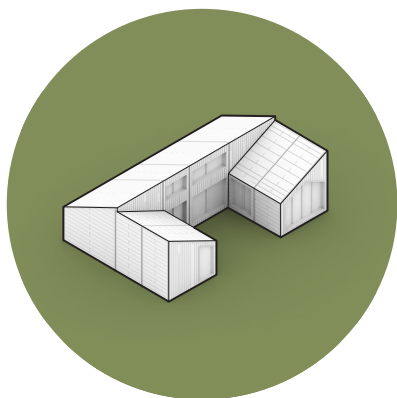
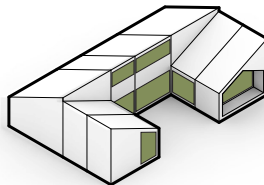
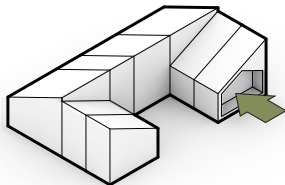
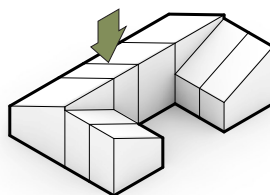
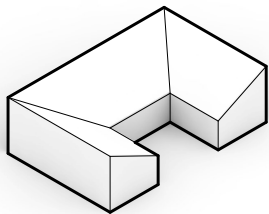
Gårdhavehus

En åben gårdhave med privatliv

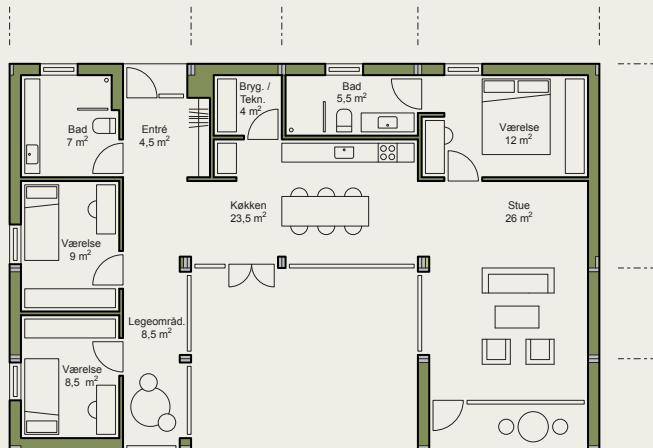
Husets tager udgangspunkt i to længer der strækker sig ud fra hovedkroppen og danner et sydvendt gårdrum. Taget på længerne folder ned og lader sollys trænge ned i gården. Alle husets fællesfunktioner orienterer sig mod gården og de private funktioner danner en lukket ryg udadtil som skaber privatliv i gården.

Køkkenet er boligens hjerte hvorfra der er overblik over hele huset. De to længer fungerer uafhængigt. Den ene rummer to børneværelser samt et badeværelse og bindes sammen af et legeområde. Den anden længe rummer en separat stue der flyder sammen med en overdækket terrasse og et soveværelse med eget bad.

U — Gårdhavehus



Trinvis bearbejdning fra det konceptuelle Gårdhavehus til det færdige design.



Plan 1:200

Brutto: 130 m²

Netto: 109,5 m²

Overdækket: 6,5 m²

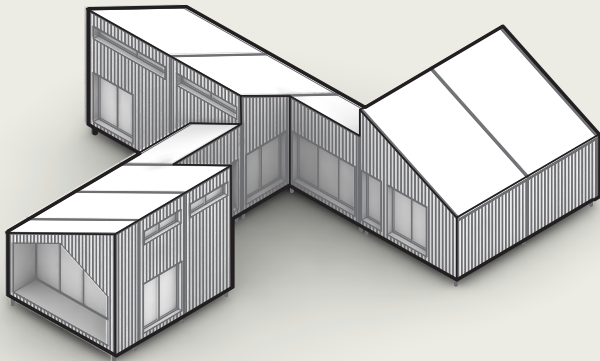


Diagram: Åben form som typehus



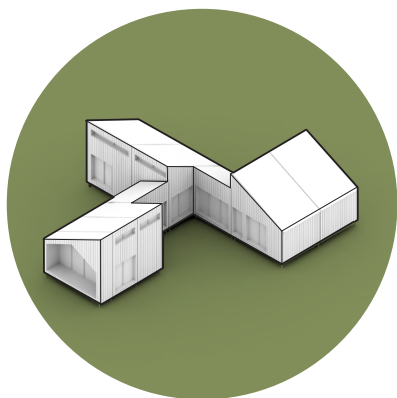
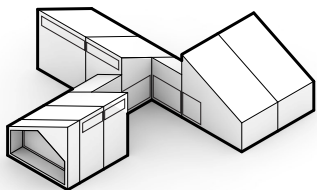
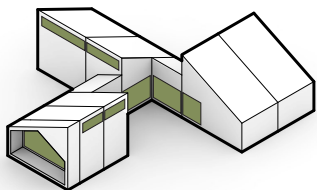
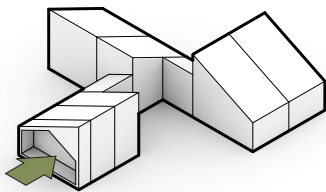
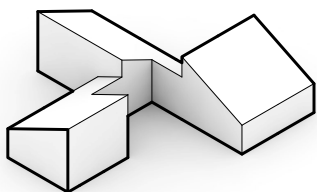
Åben Form

En form der skaber oplevelser
inde og ude

Husets form tager udgangspunkt i to længer der strækker sig ud fra hovedkroppen og danner et sydvendt gårdrum. Taget på længerne folder ned og lader sollys trænge ned i gården. Alle husets fællesfunktioner orienterer sig mod gården og de private danner en lukket ryg udadtil som skaber privatliv.

Hovedkroppen rummer et soveværelse med eget bad og køkkenet som er boligens hjerte hvorfra der er overblik over hele huset. De to længer fungerer uafhængigt. Den ene rummer to værelser og et badeværelse der bindes sammen af et legeområde. Den anden længe rummer en separat stue der flyder sammen med en overdækket terrasse.

X — Åben Form



Trinvis bearbejdning fra det konceptuelle Åben Form hus til det færdige design.

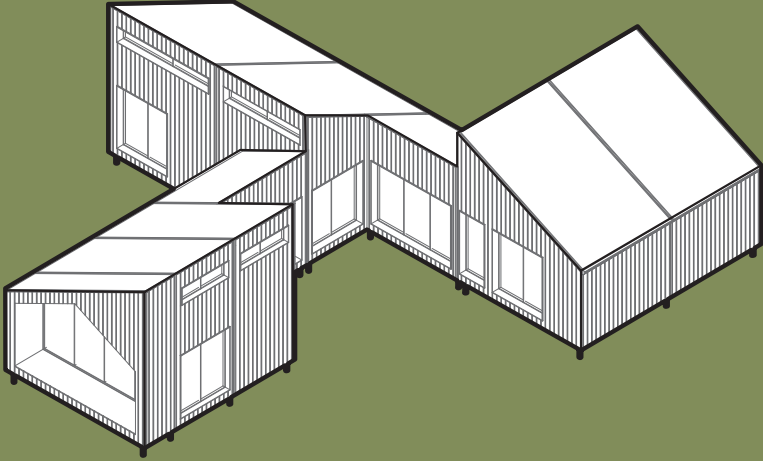


Plan 1:200

Brutto: 139 m²

Netto: 113 m²

Overdækket: 6,5 m²



Det Byggede Hus

Huset i Middelfart

Det Biologiske Hus

Materiale oversigt

Konstruktion

Yderbeklædning

Inderbeklædning

Aptering

Teknik, service & Interiør

'Det Biologiske Hus giver værdifuld viden om, hvordan vi kan forvandle affald til en nyttig ressource og viser samtidig en kreativ og realistisk vej til at bygge bæredygtige boliger med godt indeklima og sund økonomi'

— Martin Manthorpe
Strategidirektør, NCC

Huset i Middelfart

Det Biologiske Hus

Det byggede hus

For at demonstrere bygbarheden af konceptet opføres en prototype af Det Biologiske Hus i skala 1:1. Demonstrationshuset opføres på Huset i Middelfart, som er Danmarks største, permanente bygge- og boligudstilling.



Diagram: Det Biologiske Hus



Top: Det Biologiske Hus i Middelfart

Midten: Gipsplade, Fermacell Greenline

Bund: Tagrender og inddelinger, Rheinzink

Huset i Middelfart

Bygget

Det Biologiske Hus er ikke længere et fremtidsscenario, det er økonomisk, kommerciel og bæredygtig virkelighed. Huset står færdigt i slutningen af 2016 og kan herefter besøges og opleves 360 dage om året.

Huset skal ses som et demonstratorium hvor biologiske og genanvendelige byggematerialer bliver vist frem i et realistisk og relaterbart scenarie, hvor et bud på fremtidens sunde og bæredygtige boligtypologi kan opleves og testes 1:1.

At huset i høj grad er virkelig understreges af alle materialer til byggeriet kommercielt tilgængelige på markedet allerede idag. Alle materialer og produkter er gennemtestede og konkurrencedygtige til det kommercielle marked.

Materialerne er nøje udvalgt gennem en omfattende markedsundersøgelse byggematerialer produceret af genanvendelige overskudsprodukter og biomaterialer. Udvælgelsen er ligeledes sket efter et nærhedsprincip, således at de anvendte materialer, leverandører og services kommer så tæt på Middelfart som muligt

De følgende afsnit gennemgår hvert af Det Biologiske Hus materialer og giver et dybdegående indblik i hver af deres egenskaber.

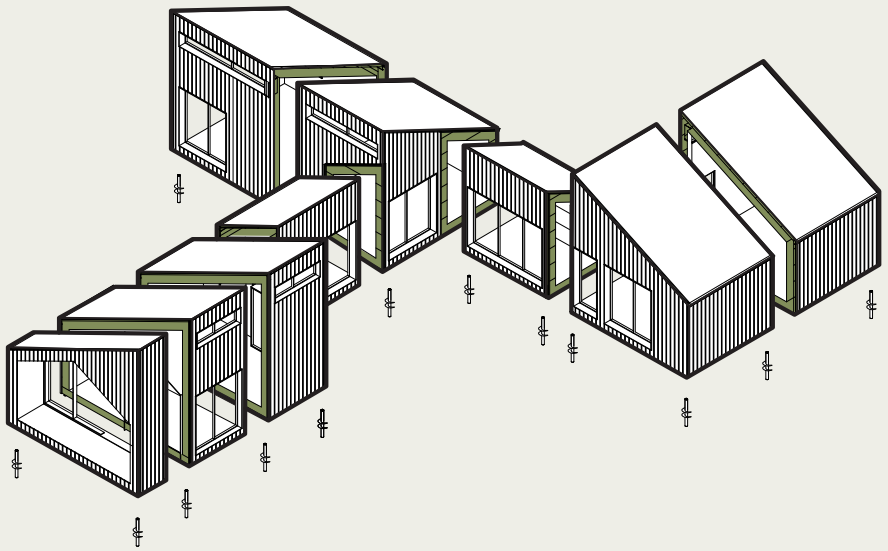


Diagram: Kontruktionen i Det Biologiske Hus.

Konstruktion

Materialeoversigt

Halmlader

Novofibre

Søgræs isolering

NeptuTherm

Træfiberisolering

Thermo Cell

I-Bjælker

Profile

Beslag, ringsøm og skruer

ITW Construction



Top: Halmplade fra Novofibre.

Midt: Halmstrå som råmaterialerne.

Bund: Opskyttet neptungræs ved kysten i det græske øhav.

Konstruktion

Gennemgang af materialer

Halmplader, Novofibre

Novofibres halmplade er udviklet og produceret i Tyskland. Den er lavet af 100% bæredygtige materialer bestående af naturlige fibre fra hvedehalm og formaldehydfri lim. Halmpladen som produkt er en ny og bæredygtig løsning velegnet til let byggeri og kan bruges både af private og professionelle. Den formaldehydfri-lim bliver blandet med halmen hvor efter det bliver presset og skåret ud til plader.

I Det Biologiske Hus bliver pladen brugt i konstruktionen som bund, sider og top, i de CNC-fræste kassetter. Disse udgør husets konstruktion og skæres specielt til deres specifikke placering. Halmpladerne er med til skabe et sundt miljø i Det Biologiske Hus fordi de holder fugt ude og samtidig ikke afgiver kemiske dampe.

Søgræs isolering, NeptuTherm

Efter kassetterne er skåret, sat sammen og placeret, indblæses søgræsisolering som er produceret af NeptuTherm i Italien.

Søgræsset kaldes også neptungræs og ligger som tørret tang på de græske østkyster. Kuglerne er lavet af et fiberrigt materiale med en naturlig høj isoleringsværdig. Materialet har mange egenskaber der gør det velegnet til byggeri, herunder en naturlig mikrostruktur, skimmelresistens, brandresistens og forfaldsresistens.

Top: Naturligt formede bolde af neptungræs.

Midt: Neptungræs har mange gode egenskaber blandt andet kan det ikke brænde.

Bund: Løs træfiberisolering der kan blæses ind i konstruktioner.



Søgræsset bliver omdannet til isoleringen og har en størrelse og struktur der gør at det let kan blæses ind i bygningers hulrum og derved skabe en tættere isolering.

Thermo Cell, træfiberisolering

Det Biologiske Hus er et demonstrationshus og derfor anvendes forskellige typer af biologisk isolering som i hver af husets længer. I den ene anvendes det føromtalte søgræs og de to andre der træfiberisolering, henholdsvis som bats og som løsulld.

Træfiberisoleringen bliver produceret af Thermo Cell på Mors. Materialet er naturligt, ikke generende at arbejde med og har mange egenskaber der er sammenlignelige med traditionel isolering. I forhold til mineraluld isolerer træfiber 25-30% bedre og består i øvrigt af hule fibre og er derfor ikke varmeledende. Materialet har også en god fugthåndtering der gør at træfiberisoleringen er med til at skabe et sundt indeklima. Isoleringen ville altid kunne genanvendes eller komposteres efter brug.

Træfiberisoleringen som løsulld, er hovedsageligt beregnet til indblæsning i bygningskonstruktioner. Ved indblæsning smyger isoleringsmaterialet sig omkring alle hjørner, rørinstallationer og de øvrige dele af konstruktionerne. Indblæsning af isolering er også med til at give selve byggeriet en fleksibel og enkel tilgang til byggeprocessen. I Det Biologiske Hus blæses isoleringen ind i kassetterne der fyldes helt ud.



Top: På I-bjælken fra Profile er alt
unødvendigt træ er sparet væk.

Midt: Bjælken kan monteres af to
personer uden brug af store maskiner.

Bund: Husets delkomponenter samles
med mekaniske reversible samlinger;
skruer, bolte og beslag.



I-bjælker, Profile

Husets bærende konstruktion består Profiles I-bjælker der er udført i træ. Bjælkerne bruges mellem trækassetterne og er med til at give bygningen sin stabilitet.

I-bjælkerne er nemme at arbejde med, da de er lette i forhold til tilsvarende produkter. Alt unødvendigt træ sparet væk fra bjælken, hvilket giver en billig, let og energibesparende løsning. Dette giver mulighed for at to mand kan håndtere bygningsdelen uden brug af store maskiner — et af principperne for 'design for disassembly' defineret i starten af rapporten.

Beslag, bolte og skruer, ITW Construction

Alle husets delkomponenter er i tråd med principperne for 'design for disassembly' mekaniske, reversible og tilgængelige. Hele konstruktionen holdes på denne måde sammen sammen af for eksempel skruer, søm og beslag fra ITW Construction / NKT & Paslode.

Disse samlingskomponenter er udført i stål og er ikke i sig selv et biologisk produkt. Materialet bevarer sin kvalitet og mange år, så det nemt kan smeltes om og genanvendes til nyt produkt af samme kvalitet. Dermed kan det blive en del af lukket teknisk kredsløb

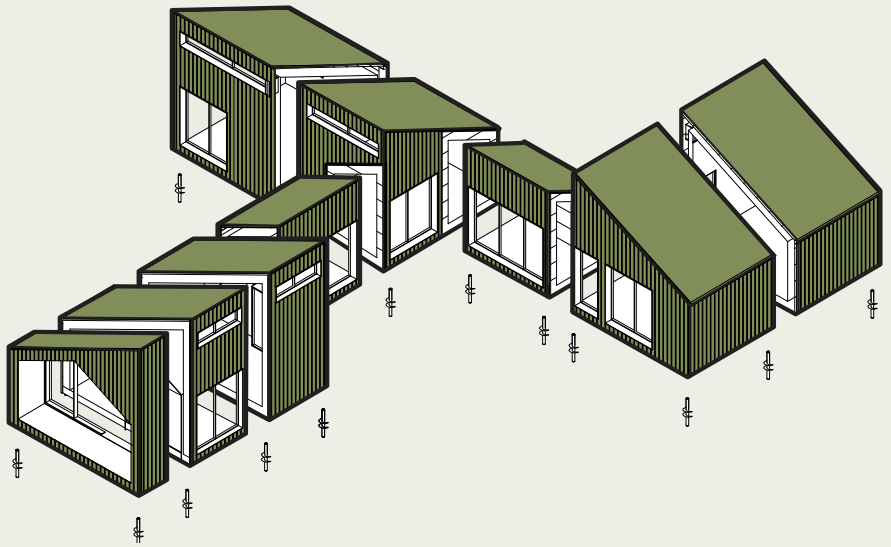


Diagram: Yderbeklædning på Det Biologiske Hus.

Yderbeklædning

Materialeoversigt

Tagmembran

Derbigum

Undertag

Hunton

Facade

Kebony



Top: Derbipure, en vegetabilsk baseret selvrensende tagmembran med afkølede effekt.

Midt: Olivine tagmembran omdanner CO_2 fra atmosfæren til sand.

Bund: Hunton undertag og stubbeloft.

Yderbeklædning

Gennemgang af materialer

Tagmembran, Derbigum

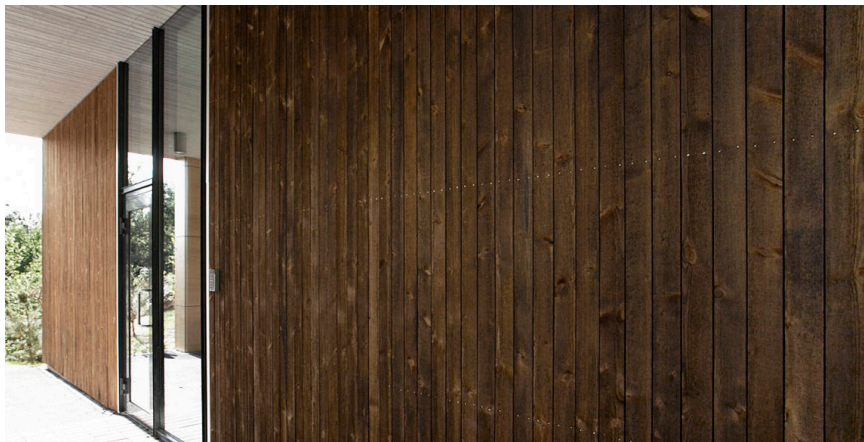
For at demonstrere forskellige biologiske tagmembranernes egenskaber beklædes taget på Det Biologiske Hus med to typer tagbeklædning: Derbipure og Derbicolor Olivine. Begge produceret af Derbigum.

Derbigums vegetabiliske tagmembran Derbipure, er Cradle to Cradle-certificeret og derved 100% genanvendelig. Membranen er armeret med et komposit-indlæg af glasfibervæv, imprægneret med akryl, som giver en højreflekterende overflade der kan virke afkølede. Membranen virker derfor som en passiv nedkøler. Det giver en energibesparelse og reducerer udledningen af CO₂ i tagets levetid. Overfladen på membranen er selvrensende via EasyClean-teknologien og forbliver dermed ren og hvid i hele tagets levetid. Dermed biholdes også effekten som passiv nedkøler.

Derbicolor Olivine har et grønligt skær og er opbygget af bitumen, plastomere og olivin som afsluttende mineral lag. Mineralet olivin er et naturligt magnesium jernsilikat som er i stand til at opfange CO₂ fra atmosfæren. Når det regner bliver den CO₂ der kommer fra atmosfæren, omdannet til to miljøvenlige stoffer: siliciumdioxid og magnesiumcarbonat — det vil sige sand.

Undertag, Hunton

Som undertag på husets til isolerede, skrå trætage anvendes Hunton Undertag. Dette er en 18 mm porøs træfiberplade lavet af træflis, som ellers ville gå til spilde.



Top: Det nye Kenory træ har en mørkgylde glød.

Midt: Kebony udvikler en naturlig patina når det udsættes for sol og regn.

Bund: Imprægneringsprocessen med biobaseret furfurylalcohol.



Pladen fungerer både som undertag og vindspærre i ét. Det betyder, at der kun er luftning af tagkonstruktionen på oversiden af undertaget. Hunttons Undertag afgiver fugt (hygroskopisk) i takt med fugtighedsændringerne i omgivelserne. Denne funktion er vigtig, fordi temperaturen hurtigt ændres fra ude til inde, og derved danner kondens på indersiden af undertaget.

Facade, Kebony

Alle husets facader og terrasser beklædes med Kebonys nordiske skovfyr, som er et bæredygtigt alternativ til hårde træsorter.

Konceptet bag Kebony er at forbedre hurtigt voksende, og mindre holdbart træes egenskaber, så de kan samlignes med langsomt voksende og meget modstandsdygtige træsorter, som for eksempel eg, teak og azobé. Det betyder lokale træsorter som fyr- og nåletræ kan få de samme egenskaber som eksotiske træsorter som bliver transporteret langsvejs fra.

Teknologien bag træets egenskaber er udviklet i Norge og er en miljøvenlig proces, som er baseret på imprægnering med furfurylalkohol, der fremstilles af et vegetabiliske affaldsprodukt fra landbruget. Kebony bruger således en plante, beregnet som affald, til at give forbedret styrke og holdbarhed til træet.

Kebony er både egnet til indendørs og udendørs brug og kræver ingen yderligere vedligehold. Træet er modstandsdygtigt mod svamp, råd og andre træødelæggende mikroorganismer og producenten giver en udendørs levetids garanti på 30 år. Udendørs udvikles en naturlig patina når det udsættes for sol og regn.

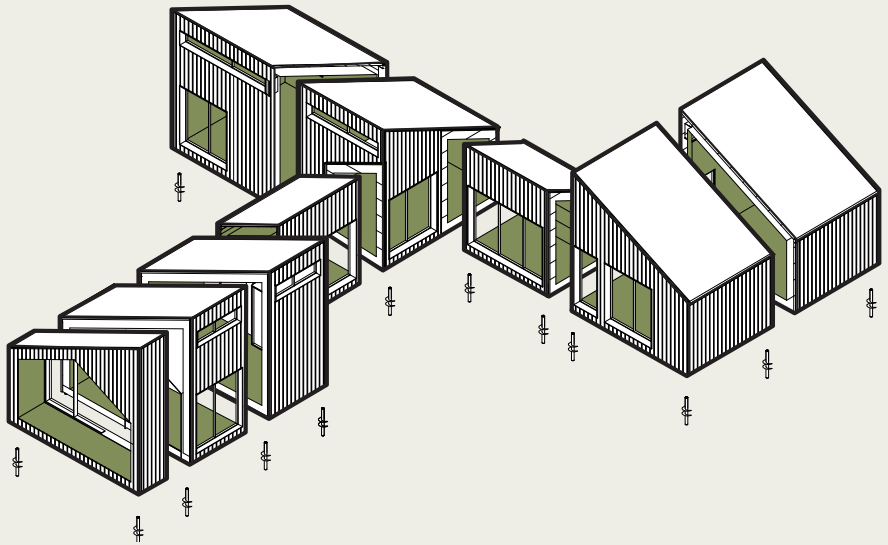


Diagram: Inderbeklædning i Det Biologiske Hus.

Inderbeklædning

Materialeoversigt

Gipsplade

Fermacell Greenline

Lerpuds

Claytec

Silikatfarve

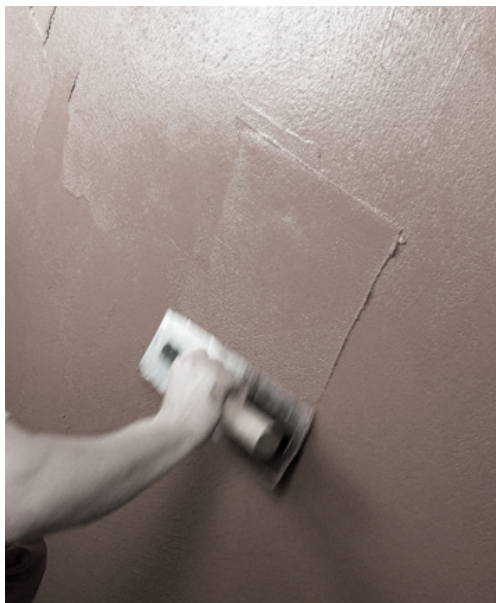
Keim Scandinavia

Akustikplade

Troldtekt, ultrafin

Egetræsgulv

Junkers



Top: Fermacell Greenline gipsplade.

Midt: Behandlet fåreuld til Fermacell Greenline produktion.

Bund: Lerpuds fra Claytec.

Inderbeklædning

Gennemgang af materialer

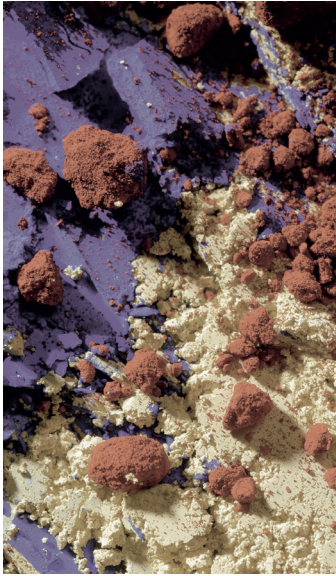
Gipsplade, Fermacell Greenline

Huset indervægge er beklædt med Fermacells Greenline fibergipsplade. Den er særligt designet til at absorbere og indkapsle skadelige luftarter i miljøet som aldehyder, formaldehyd og ketoner. Fibergipspladen er coatet med keratin fra fåreuld, hvilket sikrer, at den effektivt binder og dermed neutraliserer de skadelige luftarter indendøre. Det vil sige den har en langvarig og positiv effekt på andre materialer og miljøet i huset. Greenline pladen er produceret af 99% genanvendelige materialer.

Lerpuds, Claytec

Gipspladerne pudses op med Claytecs lerpuds, som er baseret på ubrændt ler der er forstærket med cellulose hvilket gør pudset fugtregulerende.

Det ubrændte ler som er udvalgt og testet helt ned på molekylenniveau, giver de bedste egenskaber til formålet, blandt andet sikrer man at leret ikke skrumper under tørring. Porøsiteten i lerets overflade giver en god akustik i rummet mens cellulosen fra planters cellevægge skaber et godt indeklima.



Top: Silikatfarve fra Keim Scandinavia.

Midt: Troldeks ultrafine akustikplade.

Bund: Junkers ubehandlet egetræsgulv.



Silikatfarve, Keim Scandinavia

Den rene silikatfarve adskiller sig fra normale filmdannende malingstyper ved at indgå i forbindelse med det mineralske underlag, som i princippet er en forstening.

Silikatfarve består af sammensmeltet kvartssand og potaske tilsat uorganisk farvepigment, blandingen af disse materialer kaldes kaliumsilikat. Kaliumsilikatet trænger ind i underlagets porer, hvor den gradvist overgår til krystallinsk form. Kuldioxiden fra luften bliver tiltrukket og omdanner det sammensmeltede, flydende kaliumsilikat til kvarts igen.

Silikatfarver virker dybe og farverige og skaber et varmt indendørs miljø.

Akustikplade, Troldekt

Indvendig beklædes udvalgte lofter med Troldechts nye plade med ultrafin struktur. Det er en træbetonplade fremstillet af beton og rødgran, blandet med cement. Rødgranen er høvlet til en ultrafin træuld, der har nået en minimal bredde på blot 1 millimeter

Troldechts akustikplade er Cradle to Cradle certificeret. Certificeringen er opnået, fordi pladerne ikke indeholder skadelige stoffer og derfor kan vende tilbage til naturen som kompost.

Egetræsgulv, Junkers

Det Biologiske Hus' gulv bliver beklædt med en ubehandlet egetræspanke fra Junkers. Eg som løvtræssort er med sin hårdhed og høje slidstyrke meget velegnet som gulv. Træet har en flot struktur med de karakteristika, der er typiske for dette naturmateriale. Gulvet ældes smukt over tid og kræver på intet tidspunkt kemisk afrensning.

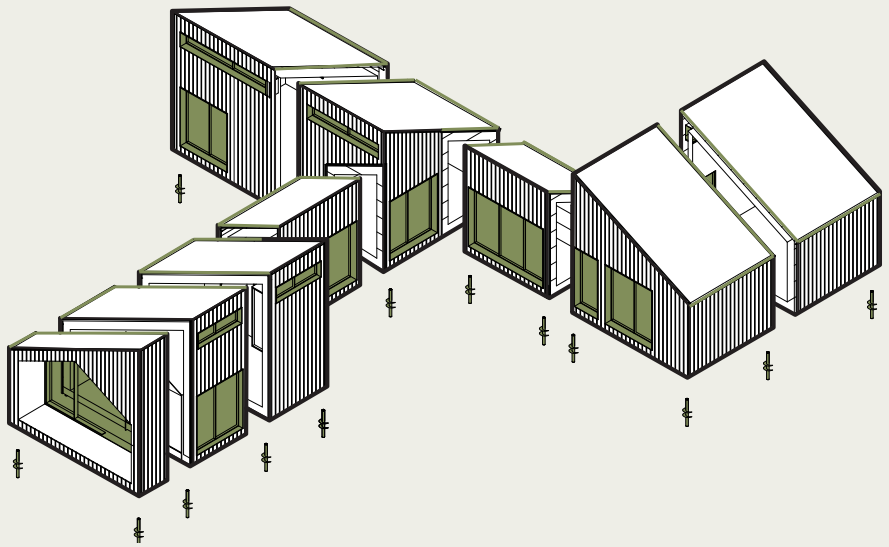


Diagram: Aptering på Det Biologiske Hus.

Aptering

Materialleoversigt

Tagrender og indæknninger

Rheinzink

Vinduer og døre

Horn Group, Ventilationsvinduet

Fundament

Uretek, skruepæle

Indvendige døre

Trehøje Døre



Top: Zink profiler markerer modulovergange — et tydeligt arkitektonisk greb på Det Biologiske Hus.

Midt: Ventilationsvindue fra Horn Group.

Bund: Døre og Ventilationsvinduer fra Horn Group.



Aptering

Gennemgang af materialer

Tagrender og inddækninger, Rheinzink

Til indækning af overgangene mellem husets forskellige moduler anvendes zink profiler. Disse markerer tydeligt overgangene og bliver en del af et tydeligt arkitektonisk greb.

Inddækningerne leveres ligesom tagrenderne af Rheinzink. Produkterne er 100% genanvendelige og består hovedsageligt af zink, som er et naturligt forekommende materiale — et af de hyppigste elementer i jordskorpen.

Vinduer og døre, Horn Group

Husets vinduer og dører er såkaldte 'Ventilationsvinduer' fra Horn Group, som er verdens første intelligente 'Plus-energivinduer'. Vinduet genererer energi til bygningen, så der spares omkring 25% på varme- og kølebehovet, samtidig med at der tilføres rigelige mængder frisk luft. Resultaterne er, udover markante energibesparelser, et sundt og komfortabelt indeklima til glæde for både bygningen og dens beboere.

Gennem en voksventil styrer ventilationsvinduet ind- og udluftningen i bygningen. Vinduet består af tre lag glas, hvorimellem der er et tomrum. Grundet opvarmningen af luften i mellemrummet trækkes ny luft ind udefra. Ventilene i toppen af vinduet åbner eller lukker sig alt efter varmepåvirkningerne.



Top: Pæledag i Middelfart.

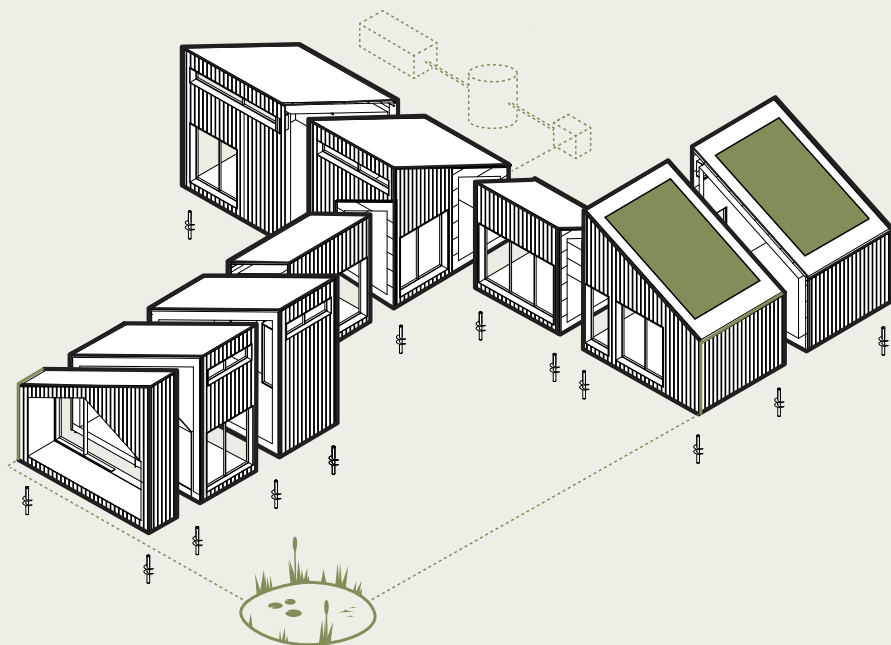
Bund: Det færdige fundament.

Fundament, Uretak skruepæle

Husets står på et punktfundament af skruepæle. De fungerer som store skruer der bliver der drives ned i jorden og som husets moduler monteres ovenpå. På hver skrupæl er der svejset helixplader der samles af sektioner i op til to meter. En pæl kan blive over 20 meter lang afhængig af funktion. De øverste meter af en skruepæl er altid galvaniserede for at modvirke korrosion i vind og vejr.

Ved at pælen bliver skruet i, opstår der ikke skadelige vibrationer og følgevirkninger, det gør at skruepælen er velegnet til fundering, pilotering og stabilisering i tæt bebyggelse. Desuden medfører metoden minimal opgravning under opførelsen hvilket betyder færre omkostninger.

Skruefundamentet kan efter husets levetid skrues op igen og området nemt kan genetableres. Det betyder at byggeriet efterlader minimal på sine omgivelser og det er en meget skånsom måde at bygge på.



Teknik, service & interiør

Materialeoversigt

Teknik

Solceller

Dansk solenergi

Free Home

ABB

Hus batteri

Lithium balance

El gulvvarme

Danfoss

Toilet og bad

Badmodul

Faskine

Expo-net

Minirensesanlæg

Biokube

Nedsivningsanlæg

Biowater

Service & interiør

Totaloverdækning

O.B.Wiik

Intelligent el

Lux-el

Lys

Nordlux

Møbler

Erik Jørgensen



Top: Solceller

Midten: Integreret solceller

Bund: Lithium Balance, husbatteri



Teknik, service & interiør

Gennemgang af materialer

Solceller, Dansk Solenergi.

På taget af Det Biologiske Hus har vi valgt Dansk Solenergi, som designer og producerer et 100% integreret solcelle tagpanel. Det betyder, at huset får en enkel tagløsning, der samtidig giver mulighed for besparelser.

Solcellen er indkapslet i en EVA (Ethylene-Vinyl-Acetate) der sikrer imod misfarvning fra UV stråling.

Den flade, kompakte konnektorer og stik forbindelse der forbinder modulet og huset teknisk, er monteret på bagsiden. Det sikrer mod vand, UV stråling og mikrober som solpanelerne bliver udsat for over deres lange levetid.

Free Home, intelligent el, ABB

ABB's Free Home giver Det Biologiske Hus en nem og intuitiv styring af lys og varme via en app. Systemet er skræddersyet til private boliger og er simpelt at installere og konfigurere.

Den fysiske installation er enkel, ellers bliver avancerede funktioner som tidsstyring, hjemmesimulering og sluk-alt, sat op i en nem og intuitiv brugerflade.

Lithium Balance, Hus batteri

(Ikke opdateret batteri) Lithium Balance har en række multi- spænding batteri management systemer, baseret på to platforme, der kan bruges til en bred vifte af applikationer, såsom køretøjer og UPS-systemer (Uninterruptible Power Supply).



Top: Danfoss's el-gulvarme, Devi Dry

Midten: Badmodul, komplet løsning af toilet og bad

Bund: Faskine fra Expo-net



I Det Biologiske Hus har vi valgt et hus batteri der fungerer som huset hjerte. Lithium Ion teknologien er en let og omkostningseffektiv måde at opgrader dit hus på

El gulvarme, Danfoss

Devidry har udviklet en elektrisk gulvmåtte der spiller overens med husets selvforsyning og håndtering af elektricitet.

Måtten er opbygget over et click-system der skæres ud i passende længder og samles før selve gulvet installeres. Det vil sige systemet ikke kræver det sædvanlige lag af tilsatsmaterialer mellem varmekilden og gulvet.

Toilet og bad, Badmodul

Badmodul er en forholdsvis ny entreprenør på markedet. De flyttede til hovedstaden for 6 år siden fordi de havde gode planer for københavnernes badværelser. Siden da har de vist at med et team af tværfaglige håndværkere kan levere totalentreprise til en go pris.

Badmodul er specialiseret inden for deres område og levere derfor toilet og bad til Det Biologiske Hus.

Faskine, Expo-net

Expo-net regnvandsfaskine er en effektiv metode til nedsivning af regnvand til grundvandet.

En BIO-BLOK faskine er med til at beskytte og bevare grundvandsressourcerne. Samtidig bliver der også sparet på de svindende stenressourcer, der normalt benyttes til stenfaskiner. Elementerne er produceret af polyethylen, som er et miljøvenligt materiale, der ikke afgiver miljøskadelige stoffer til omgivelserne og kan genbruges 100%.



Top: Minirenselanlæg fra Biokube

Midten: Nedsivningsanlæg fra Biowater

Bund: Totaloverdækning fra O.B.Wiik



Minirenselanlæg, Biokube

Biokube udvikler og producerer biologiske løsninger til decentral rensning af spildevand. Det giver optimale betingelser i vandløb og sørger for et minimum af omkostninger.

Renselanlæggene sælges til dele af verden, hvor vandknapheden er så stor, at man ønsker at genanvende det rensede spildevand til sekundære formål. Herhjemme ligger visionen i at holde vandressourcerne så lokalt som muligt.

Nedsivningsanlæg, Biowater

Biowaters helhedsløsning, der integrerer vandhåndtering, oplevelse og biodiversitet i et, giver mulighed for tilbageholdelse eller nedsivning af regnvand.

Faskinen ligger i bunden af dammen og kombineres med en modulær formbar overdel med krumme overflader til vandhul og oplevelseselementet. Der er mulighed for forskellige overflader med vegetation og inventar. Løsningen er udformet som et kompakt produkt, der går i dybden, og som derfor også kan anvendes i tætte byområder, hvor pladsen er begrænset.

Totaloverdækning, O.B.Wiik

O.B. Wiik er en dansk etableret virksomhed med fokus på innovative produkter med høj standard. Under bygge processen af Det Biologiske Hus har de leveret det nødvendige overdække der beskytter materialerne mod vind og vejr i starten af byggeprocessen. Inde for dette felt er der derfor mulighed for at optimere og videreudvikle fremtidens innovative byggeri.



Top: Spotlys fra Nordlux



Midten: Loftlampe fra Nordlux

Bund: Eyes Wood, Polstret stol fra Erik Jørgensen



Intelligent el, Lux-el

Intelligent el er baseret på information, der opfanges af systemet fra følere og sensorer, som er installeret i Det Biologiske Hus.

Systemet tager udelukkende beslutninger, alt efter de indstillinger man sætter det op til.

Det kan som eksempel være, at strygejernet automatisk slukker, når du forlader rummet eller lysniveauet tilpasser sig udendørs lys og rytme.

Iys, Nordlux

Nordlux leverer lamper og lys til Det Biologiske Hus.

De udvikler belysningsartikler til den brede befolkning og har en social bevidsthed i deres lokale områder mens de tager et miljømæssigt ansvar.

Møbler, Erik Jørgensen

Erik Jørgensen er et dansk baseret møbelfirma med produktion og lokale leverandør i Danmark.

Konstruktiv dialog med leverandøre og arkitekter sikrer møbelfabrikken, fast arbejde, der hylder det sublime håndværk og den enkle formgivning, som fabrikkens stab af kompetente håndværkere leverer.





Strategiske partnere

Konstruktion

Novofibre
NeptuTherm
Thermo Cell
Profile
ITW Construction

Yderbeklædning

Derbigum
Hunton
Kebony

Inderbeklædning

Fermacell
Claytec
Keim Scandinavia
Troldekt
Junkers

Aptering

Rheinzink
Horn Group, ventilationsvinduet
Uretek, skrupæle
Trehøje Døre

Teknik, cervice & interiør

Dansk solenergi
ABB
Lithium balance
Danfoss
Badmodul
Expo-net
Biokube
Biowater
O.B.Wiik
Lux-el
Nordlux
Erik Jørgensen



HUSET

CLAYTEC®
Baustoffe aus Lehm.

JUNCKERS



NOVOFIBRE



ERIK Jørgensen



LUX-EL



nordlux®



THERMO CELL

BIOKUBE
Biologisk rensning af spildevand



Kolofon

Projektpartnere

Een til een arkitektur

Frederik Agdrup, Kim Christofte,
Adrian Rotaru, Tobias Trudsø, Alex
Ritivoi og Nicholas Bjørndal

GXN Innovation

Kasper Guldager Jensen, Lasse
Lind, Morten Norman Lund, Casper
Østergaard Christensen, Christian
Henrik Christensen-Dalsgaard, Jens
Johansen og Aleksander Guldager
Kongshaug

Teknologisk institut

Niels Morsing, Peder Fynholm, Helene
Bendstrup Klinke og Trine Henriksen

NCC

Martin Manthorpe, Jens Thamdrup og
Vibeke Grube Larsen

Deloitte

Gitte Krasilnikoff

Rådgivende ingeniører

AB Clausen A/S

Miljøstyrelsen

Signe Kromann-Rasmussen, Helle
Winther og Lisbet Poll Hansen

Rådgivende udvalg

Ib Johansen, Heidi B. Bugge, Søren
Lyngsgaard og Morten Buus

Print

Trykt i Danmark af
KLS PurePrint

Denne bog er Cradle to Cradle Silver
certificeret ved hjælp af Nordic Ecola-
bled papir og FSC standarder .

3. udgave , 1. print 2016

ISBN

978-87-998670-3-5

En kort inspirerende bagside tekst...Gianimil eatibus enesti nobis simporio cum reptaqu iatquias quates vel ilit vendae. Nam qui consequis num que es exerum res corum, videst illut ut quatibus exceatur re, volupit res aut voluptate aut pero ea ne cum quistem que nobis ditis maxime lenemque nonsequibus iligend ebissim usapedi aturiam, cone ditas eum es ut dolectiae et faceptam reici id que quiam ab is earibusdandi quiberchia dicit vel impos veliqui verchici cor res del molupta temolor as denisitiam nat omni aditae nis eati si aborem discien debitatios

'Jeg er meget glad for og stolt over, at Det Biologiske Hus skal bygges her hos os. Et projekt af den kaliber vil med sikkerhed være med til at drive og præge udviklingen i byggeriet ved at sætte både udfordringer, metoder og materialer på dagsordenen inden for bæredygtigt byggeri. Det Biologiske Hus peger fremad og anviser nye muligheder for fremtidens boligbyggeri'

— **Jan Røgind Jørgensen**

Direktør, Huset