

Hedekov living lab

Proces & Arkitektur Rapport

Aagaard, Sofie; Bell, Justine ; Zimmermann, Regitze Kjær; Olsen, Christoffer Ole; Stender, Marie; Nordberg, Lene Wiell; Djernes, Jonas ; Aagaard, Jørn; Søndergaard, Jette; Bosence, Loretta; Olsen, Asger Højlund ; Bosence, Ben; Rasmussen, Torben Valdbjørn

Creative Commons License
Ikke-specificeret

Publication date:
2025

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Aagaard, S., Bell, J., Zimmermann, R. K., Olsen, C. O., Stender, M., Nordberg, L. W., Djernes, J., Aagaard, J., Søndergaard, J., Bosence, L., Olsen, A. H., Bosence, B., & Rasmussen, T. V. (2025). *Hedekov living lab: Proces & Arkitektur Rapport*. (1 udg.). BUILD Report Bind BUILD Rapport Nr. 2025-04

General rights

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

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

Take down policy

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

BUILD RAPPORT

Hedestov Living Lab

Proces & Arkitektur Rapport

Projektfakta

Fakta

Bygherre:	Hedekov Center for Regenerative Practice
Bygherreteam:	Sofie Aagaard, Jette Søndergaard, Jørn Aagaard
Gennemførelse/udførelse:	2023/2024/2025
Bygning:	Hedekov Living Lab
Adresse:	8410 Rønde, Danmark
Arkitekter:	Djernes & Bell, Local Works Studio (materialer og kortlægning)
Arkitektteam:	Jonas Djernes, Justine Bell, Asger Højlund Olsen, Ben & Loretta Bosence
Ingeniør:	VITA, ETOS, Staalpro APS, FBJ Ingeniør (Brandgodkendelse)
Murer:	HUJ A/S
Tømrer:	Svend Erik Sørensen A/S
VVS & Blik:	Kaj Dahl Andersen A/S
Anlæg:	Erik Pedersen A/S
El:	Følle El-Service A/S
Snedker:	Kalø Køkkenet
Maler:	Malerfirmaet Kildahl ApS
Lergulv:	Ler & Liv v. Lasse Koefoed Nielsen
Bygningsfysik:	Torben Valdbjørn Rasmussen (BUILD AAU)
Antropologi:	Marie Stender og Lene Wiell Nordberg (BUILD AAU)
LCA:	Christoffer Ole Olsen og Regitze Kjær Zimmermann (BUILD AAU)

Indhold

Introduktion	3	Teknisk afrapportering	138
Perspektiver for fremtidens byggeri			
Historien om Hedekov			
Hedekov Living Lab			
Projektets regenerative principper			
Et praktisk eksempel	22	Arkitektur-antropologisk undersøgelse (AAU)	140
Tværfaglig, videnbaseret transformation		Hvad er regenerativ arkitektur?	
Kontekst og materialer		Materialer – man skal kunne se, hvad det gør ved landskabet	
Landskabelig integration		Proces – det tager tid, men efterlader også spor af omsorg	
Bevaring og genbrug		Konklusion: Skalering – og hvad kan vi lære?	
Landskab i bygningen			
Projektering og byggeteknik	34	LCAbyg beregning (AAU)	160
Transparens og lokal forankring		Metodebeskrivelse for LCA	
Tidlig medvirken af entreprenør og dialog		Klimapåvirkning fra renovering af Hedekov	
Eksisterende tilstand og kontekst		Renovering vs nybyg	
Arkitektur og materialeholdning			
Arkitektur, disponering og detaljering			
Hovedbygningen			
Konstruktionsprincipper			
Bygningsdele og opbygninger			
Sidelængen			
Konstruktionsprincipper			
Bygningsdele og opbygninger			
Udbygninger			
Bygningsdele og opbygninger			
Materialeredesign	122	Erfaringer og indsigter	164
Kortlægning		Standardisering og vidensdeling	
Høstning i landskabet		Økonomi, sundhed og tid	
Naturforbedring ved høstede steder		Oplevede barrierer i byggeteknisk sammenhæng	
Forarbejdning og anvendelse			
Opskrifter			
Workshop			
		Anvendelse og relevans	174
		Skalérbarhed	
		Næste skridt for branchen	
		Efterord	182
		Kilder	184



↑ Transformation af sidelængen

Foto: Hampus Berndtson

Perspektiver for fremtidens byggeri

Byggebranchen i Danmark står for cirka 30 % af den samlede CO₂-udledning. Sammen med landbruget er den en af de mest ressourcekrævende industrier. Det gør byggebranchen til en afgørende faktor i den grønne omstilling og en central aktør i klimakrisen.

Konsekvenserne er tydelige: global temperaturstigning. 2023 blev det varmeste år nogensinde målt herhjemme og tørkeindexet har aldrig været så højt så tidligt på året som i nu i 2025; med store tab af biodiversitet og stigende havniveauer til følge. Klimaforandringerne er ikke længere en fjern bekymring; de har håndgribelige konsekvenser her og nu. Der er bred enighed om, at krisen er alvorlig, menneskeskabt og kræver handling.

Byggebranchen står derfor over for en dybtgående transformation. Behovet for at tænke i andre, helt nye baner i alle led af byggeprocessen er stadig mere presserende. Vi skal finde måder til at reducere CO₂-udledningen, ressourceforbruget og samtidig skabe bygninger, der bidrager

positivt til miljøet. De strengere krav til klimaaftryk og ressourcernes begrænsning gør det tydeligt, at vi ikke kan blive ved med at gøre, som vi plejer.

Her kommer regenerativt byggeri ind som et bud på en løsning. Regenerativt byggeri handler ikke kun om at reducere og neutralisere negative effekter, men også om at skabe bygninger og processer, der aktivt forbedrer de økologiske systemer omkring os. Det kræver et grundlæggende skift i, hvordan vi tænker byggeri. Vi må gå fra at betragte byggeri som en forbrugsbaseret aktivitet til en aktivitet, der arbejder i harmoni med, og understøtter naturen og dens kredsløb.

Selvom ambitionen er tydelig, mangler vi stadig konkrete svar på, hvordan regenerativt byggeri bedst kan realiseres i praksis. Hvordan skaber vi bygninger, der ikke blot reducerer skaderne ved deres tilblivelse, men aktivt forbedrer miljøet og understøtter økosystemer? Hvordan sikrer vi, at materialer genanvendes og genindgår i kredsløb, uden at gå på kompromis med funktionalitet og æstetik? Og hvordan



- ↑ Tidligere skolestue nu multifunktionelt formidlingslokale
Vægge: Upigmenteret lerpuds med ler, sand og dunhammerfibre fra Hedeskovs jorde
Loft: Hamp og kalk; akustisk loft malet med linolie

Perspektiver for fremtidens byggeri

udvikler vi nye arbejdsmetoder, der sikrer og understøtter en reel omstilling?

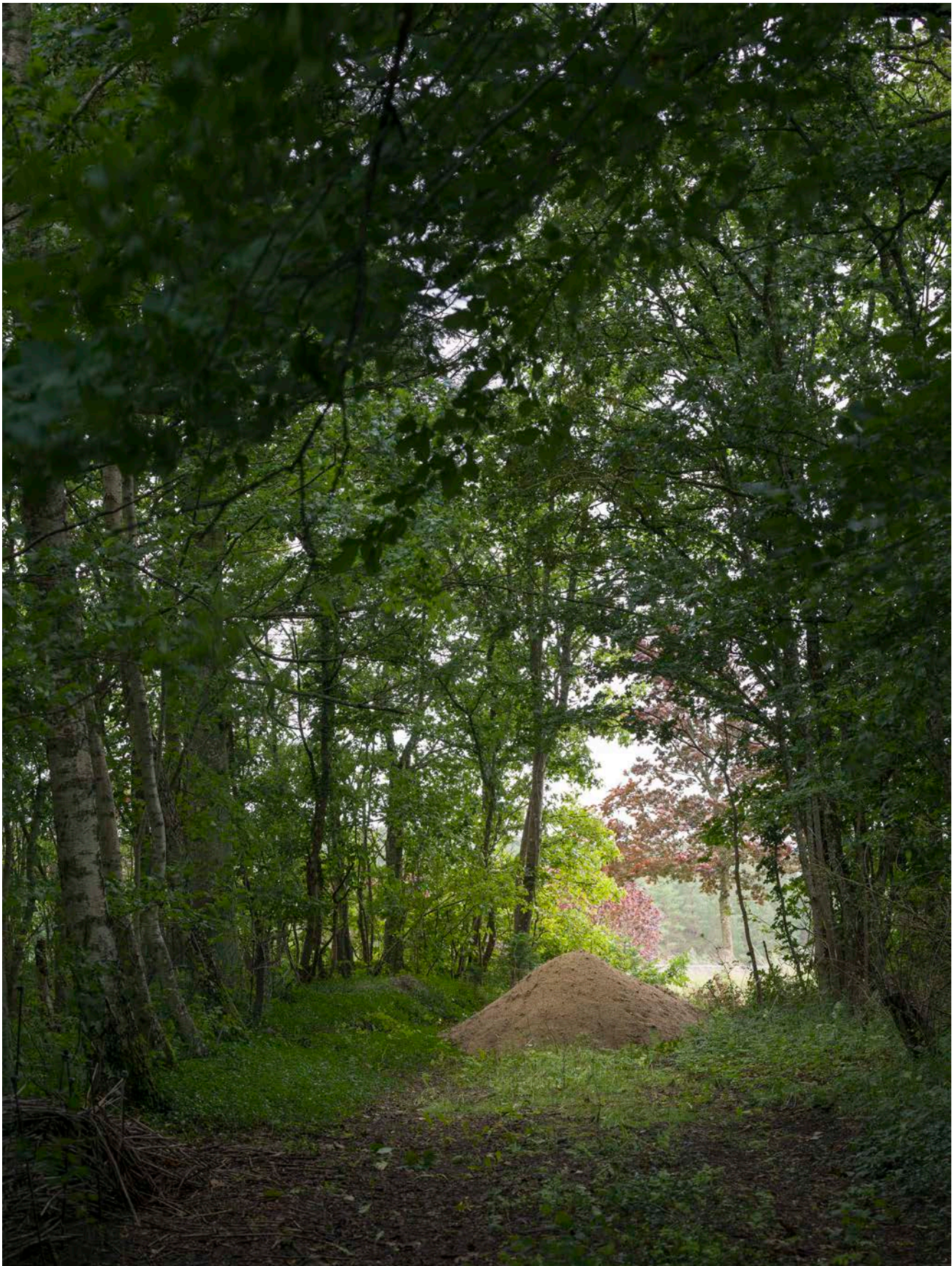
Denne publikation har til formål at dele viden og erfaringer om regenerativt byggeri med udgangspunkt i transformationen og renoveringen af den tidligere Hedeskov Skole. Gennem en transparent og faglig gennemgang af projektet præsenterer vi praktiske løsninger, centrale overvejelser og vores tilgang til regenerativt byggeri.

Projektet er en del af den bredere diskussion om fremtidens byggeri, hvor fremtidssikre bygninger, natur og samfund er i fokus. Transformationen af den tidligere Hedeskov Skole viser, hvordan eksisterende bygninger ikke blot kan bevares, men aktivt forbedres – både miljømæssigt og funktionelt.

En central erfaring i arbejdet har været vigtigheden af tværfagligt samarbejde. Regenerativt byggeri kræver en helhedsorienteret tilgang, hvor arkitektur, materialeforståelse og økologiske hensyn smelter sammen med indsigt fra antropologi og livscyklusanalyser. I denne publikation præsenterer vi derfor ikke alene de konkrete byggetekniske løsninger, men også antropologiske

undersøgelser af stedet, arkitekturens virkemidler, dets brugere og deres relation til bygningens transformation. Derudover undersøger vi, hvordan materialevalg og ressourceforvaltning påvirker både miljøaftryk og bygningens levetid.

Renoveringen af den tidligere Hedeskov Skole viser, hvordan byggeri kan integreres med naturen, fremme ressourceeffektivitet og samtidig bidrage til et sundere og mere bæredygtigt miljø. I en tid, hvor byggeri skal bevæge sig fra blot at minimere skader ved dets tilblivelse til i stedet aktivt at gavne både økosystemer og menneskelig trivsel, tilbyder projektet indsigter i, hvordan dette kan realiseres. Gennem konkrete eksempler på tværfaglige processer, materialevalg og byggemetoder deler vi både løsninger og udfordringer, der er opstået undervejs. Målet er at vise, hvordan regenerativt byggeri ikke blot er en teoretisk ambition, men en praktisk og realiserbar strategi for både fremtidens byggeri og transformationen af eksisterende bygninger. Samtidig understreger vi behovet for videre forskning, nye samarbejder og projekter, der kan bringe os tættere på en reel omstilling.



↑ Byggematerialer og naturlige systemer skal forstås som en helhed

Foto: Hampus Berndtson

Historien om Hedekov

Bygningen, som transformationen tager udgangspunkt i, ejes af Hedekov Center for Regenerative Practice (Hedekov), som officielt blev grundlagt i 2021, men hvis rødder strækker sig over 40 år tilbage.

Centret fungerer i dag som et forsknings- og formidlingssted for en regenerativ praksis, hvor regenerative dyrkningsmetoder og regenerativt byggeri og landbrug udforskes og udvikles på baggrund af både solid forskning og praktisk erfaring. Ejernes mission er at samle viden, definere den bedste praksis og gøre den bredt anvendelig, ikke blot som et teoretisk koncept, men som konkrete og handlingsorienterede løsninger for både lokale og globale udfordringer.

I 1978 købte ejerne af Centret, Jørn Aagaard og Jette Søndergaard, en landejendom på Djursland og begyndte gradvist at opkøbe og omlægge den omkringliggende,

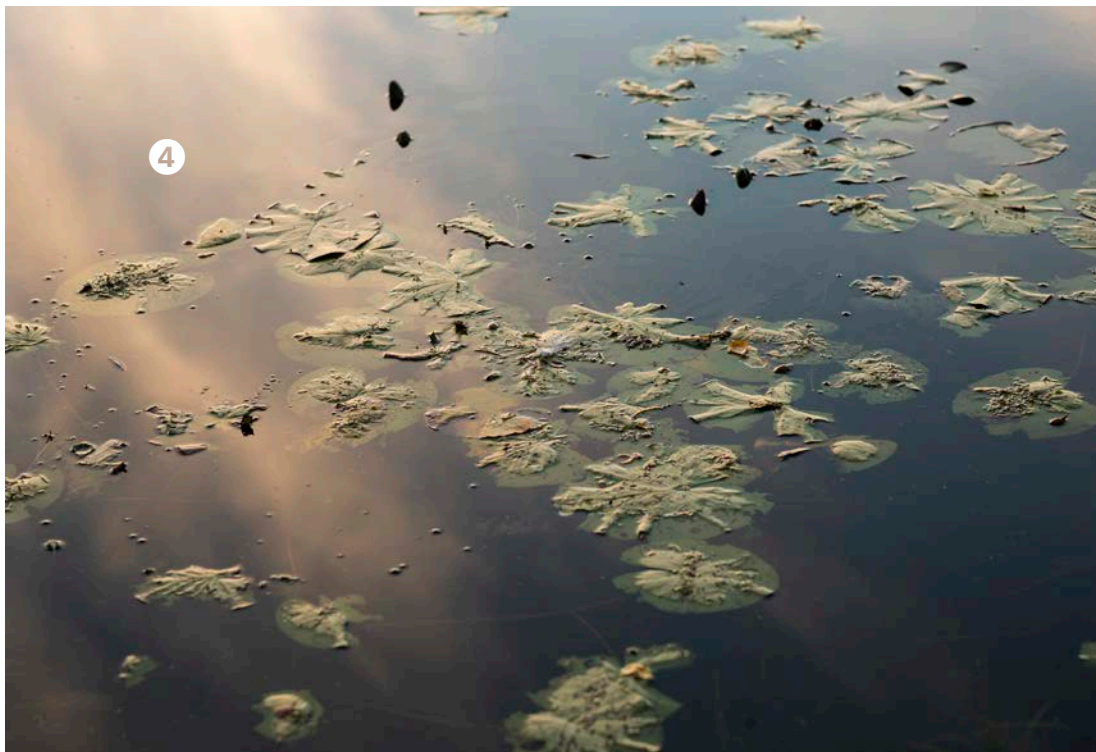
konventionelt dyrkede landbrugsjord. Selvom de på det tidspunkt ikke havde den store erfaring med landbrug, drev en ukuelig ambition dem til at skabe et miljø, der var frit for syntetiske pesticider og hvor naturens processer kunne arbejde uforstyrret.

Deres forståelse for naturen og de menneskelige konsekvenser af industrielle praksisser blev yderligere styrket gennem deres arbejde i sundhedssektoren. Etableringen af en fertilitetsklinik satte fokus på, hvordan kemiske indgreb i vores omgivelser og fødevarerproduktion havde vidtrækkende konsekvenser for både menneskers helbred, forplantning og for vores miljø. Denne erkendelse blev en drivkraft for ejernes videre rejse, og i stedet for kun at rette fokus på sundhedssektoren, blev det hurtigt klart, at måden, vi dyrker jorden og vores fødevarer, bygger og forbruger på, skal ændres fundamentalt, hvis vi skal sikre en bæredygtig og levedygtig fremtid.

→ På naturens præmisser, 40 års genopretning og læring i økologiske forbindelser

Foto: Lars Just





Regenerativt jordbrug og vådområder: Kastanielund med 100 spisekastanjer, 100 havtorn- og 100 blåbærbuske. Honningurt er brugt som et led i en begyndende jordforbedringsproces

Fotos: Lars Just, Djernes & Bell

- ❶ Honningurt på regenerativ mark
- ❷ Biodynamisk monitorering
- ❸ Spisekastanie
- ❹ Sø. Djursland er historisk et vådområde men er nu intensivt drænet grundet konventionel dyrkning. Der er brug for vand i området og for kendskab til nye former for dyrkning bl.a paulidikultur



- ❶ Skov, hvor ca. 25 ha har været i drift i 100 år og 50 ha har været i drift 15-40 år
- ❷ Regenerativt jordbrug
- ❸ Vedvarende græsarealer
- ❹ Hedekov Living Lab

↑ Kort over Hedekovs arealer: Skov/naturgenopretning og regenerativt jordbrug

Illustration: Djernes & Bell



Projektet, Regenerativ Køkkenhave fokuserer på de fysiske og mentale sundhedsfordele ved at indtage ikke-industrielt forarbejdede fødevarer

Fotos: Hedeskov

- ❶ Jørn Aagaard eksperimenterer med regenerative principper i drivhus tilknyttet den regenerative køkkenhave
- ❷ Eksisterende drivhus er blevet brugt til at teste spiselige planter, bl.a tomater, hvidløg, vindruer
- ❸ Brændenældegødning anvendt til dyrkning af tomater og bønner
- ❹ Jette Søndergaard i den regenerativ køkkenhave som er anlagt efter no-dig principper



- ↑ 310 m² nul-energi forspiringshus og 300 m² polytunnel er basis for et nyt regenerativt produktionslaboratorium med fokus på brugen af naturlige gødninger og naturlige pesticider. Energi og varmekilder i forspiringshuset er baseret på eksperimenterne og vedvarende energi.



- ❶ Produktion og eksperimenterende tiltag med biochar: Iht. biodiversitet søger dette projekt at bestemme de optimale mængder af biokul til forskellige afgrøder. Desuden søger projektet at optimere den synergistiske anvendelse af biokul i kombination med kompost



- ❷ Udvikling af artspecifik kompost fra græs, gødning og grønt affald samt udnyttelse af den varme, der genereres under komposteringsprocessen

Fotos: Hedeskov



↑ Bygningen inden renovering

Foto: Lars Just

Historien om Hedeskov

Det, der startede som et lokalt og personligt forsøg på at fremme sundere landbrugsmetoder, udviklede sig hurtigt til en dybere forståelse af de komplekse sammenhænge mellem jordens sundhed, økosystemer og menneskers trivsel. Dette engagement gav anledning til at udforske den regenerative tankegang, der tilgår processer holistisk og som et helhedsorienteret princip. Dette betød, at ejernes ambitioner voksede og regenerativ praksis kom til at omfatte langt mere end blot landbrug. Det blev en metode til at forbedre ikke kun landbrugsmetoder og fødevarer, men også byggeri, samfundsstruktur og samspillet mellem mennesker og natur.

Denne udvikling førte til, at Hedeskov i dag er et samlingssted for regenerative løsninger, hvor teori og praksis smelter sammen for at inspirere nye – eller genopdage gamle – måder hvorpå, der

tænkes landbrug, fødevarer, sundhed og byggeri. Ejernes tilgang er ikke kun teoretisk men praksisnær og handlingsorienteret. Derfor var det også en naturlig forlængelse af deres rejse, da de i slutningen af 2020 opdagede, at den tidligere Hedeskov Skole, som lå direkte op til deres eksisterende ejendom, var til salg. For dem var det en oplagt mulighed at erhverve den, så bygningen kunne bevares og transformeres og dermed blive et centralt element i deres arbejde med at skabe og undersøge en regenerativ tilgang i praksis.

→ Åbning af Hedeskov Center for Regenerative Practice

Foto: Lars Just





↑ Bygningen inden renovering

Foto: Hedeskov

Hedekov Living Lab

Ved købet af bygningen stod det klart, at den i sin daværende stand rummede stort potentiale, men at en respektfuld og omhyggelig renovering var nødvendig. Ambitionen var at bringe bygningen tilbage til sin oprindelige funktion som et Center for læring og viden samtidig med, at den skulle gennemgå en transformation, der udforskede og afspejlede den regenerative tilgang, de nye ejere havde arbejdet med i mange år.

Visionen om at integrere bygningens funktion med det omkringliggende landskab – både fysisk og sanseligt – blev fundamentet for projektet og drivkraften for hele renoveringsarbejdet. Med erfaring som bygherre på andre byggeprojekter, men uden specifikt kendskab til renoveringsprocesser og materialer, var det afgørende at finde fagpersoner, der både forstod visionen og kunne løfte den til et højere fagligt niveau. Efter flere måneders forarbejde og søgen efter de rette eksperter blev arkitekterne Djernes & Bell involveret i projektet. Samarbejdet udsprang af et fælles værdisæt – cirkulære processer, agro-økologi og naturgenopretning – og førte til etableringen af Hedekov Living Lab.

Hedekov Living Lab er en ca. 400 kvm stor bygning, der blev opført som skole i 1910 og fungerede som sådan frem til 1957, hvorefter den blev omdannet til et trædrejeri. Denne historiske baggrund gav bygningen et naturligt potentiale for at repræsentere flere anvendelsesformer. I dag rummer den både en forskerlejlighed, kontor/konferencefaciliteter, en eventsal samt en privatbolig. Bygningen er opført i rød mursten; en typologi, der er bredt

repræsenteret i dansk byggeskik, hvilket giver projektet en høj eksempelverdi. Det blev hurtigt tydeligt, at renoveringsprojektet med de rette rammer og den rette tilgang kunne generere værdifuld data og viden om, hvordan biobaserede byggematerialer fungerer i en renoveringskontekst - et område, hvor der i høj grad mangler indsigt og dokumentation.

Projektet blev præsenteret for Realdania og resulterede i en støtte på 5 mio. dkk; En støtte, der blandt andet muliggjorde udviklingen af arbejdsplaner til test af biobaserede byggematerialer i en renoveringskontekst. Arbejdsplanerne blev til i samarbejde mellem Build ved Aalborg Universitet, Djernes & Bell og Hedekov. (Uddybende beskrivelse af arbejdsplanerne findes på side 18-19).

Inden for det regenerative felt findes der endnu ikke en fælles definition eller faste principper for, hvad regenerativt byggeri indebærer. Derfor er der i forbindelse med projektet udviklet egne principper – med afsæt i den regenerative grundtanke om at opretholde både menneskers og andre levende organismers levegrundlag. Det handler om at genopbygge jordens frugtbarhed, aktivere de naturlige processer i og omkring jorden og indgå respektfuldt i de økosystemer, vi alle er en del af. Denne grundtanke udgør fundamentet for de principper, vi har udviklet og anvendt i projektet – som en måde at skabe byggeri, der ikke blot imødekommer menneskelige behov, men også understøtter og bidrager til naturens genopretning og langsigtet bæredygtighed. (Principperne findes på side 20-21 og bliver løbende uddybet og illustreret i de følgende kapitler).



↑ Stig Hessellund projektleder, Realdania til åbning af Centret

Foto: Lars Just

Arbejdspakker

Realdanias støtte er delt op i tre arbejdspakker, hvor arbejdspakke 3 omfatter dataopsamling og vidensdeling; denne rapport er del 1 derfra.

Arbejdspakke 1

Faglig rådgivning mht. byggetekniske og bygningsfysiske udfordringer og løsningspotentiale ved brug af biobaserede byggematerialer i renovering af bevaringsværdige bygninger

Tidsramme: projektering og udførelse

Arbejdspakke 2

Filantropisk støtte til ualmindelige byggeomkostninger ifm. brug af uafprøvede, biobaserede og sitebaserede materialer i renovering

Tidsramme: under udførelse

Arbejdspakke 3

Rapport Del 1 (denne rapport)

Rapport med henblik på vidensdeling af projekterfaringer. Løsningskatalog med udførelsesdetaljer, byggeteknik og klimaaftryk med korte prosabaserede beskrivelser til fag- og ikke fagbrug, A4 rapport eller lign. Digital formidling

Arkitektur-antropologisk undersøgelse af brugsbaserede erfaringer. Kan de regenerative, biobaserede, stedsbaserede renoveringsmetoder mærkes?

LCAbyg beregning.

Tidsramme: efter udførelse

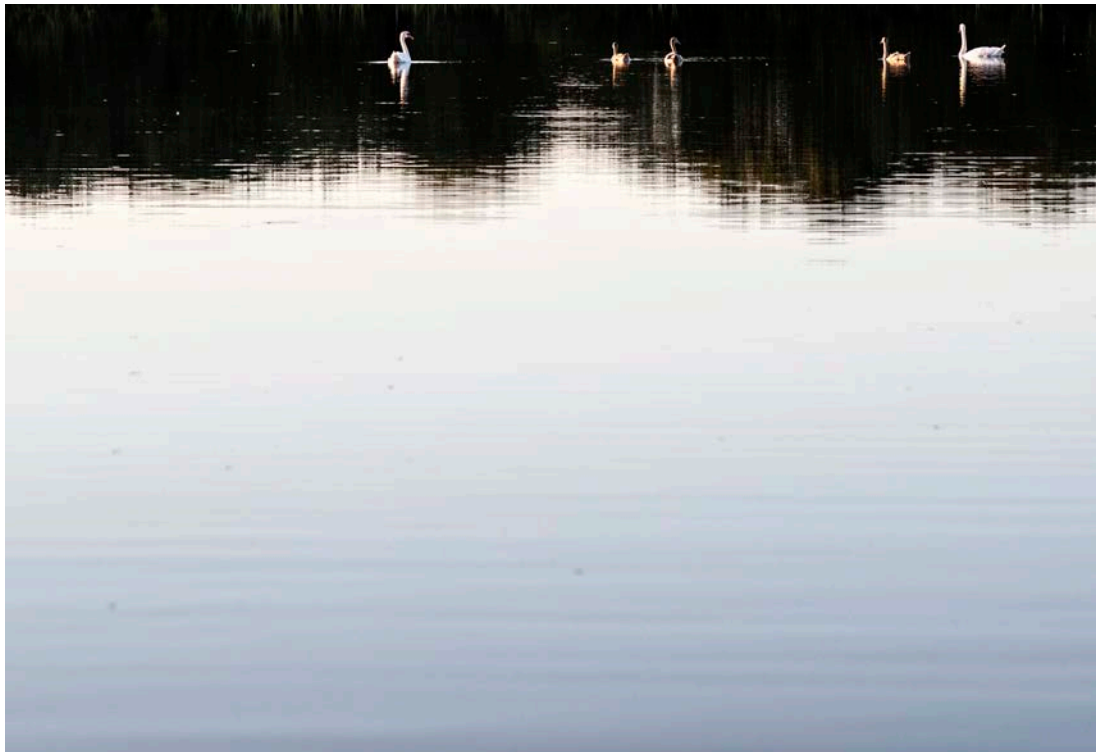
Rapport Del 2

Dataindsamling og -formidling efter ibrugtagning. Formidling af byggetekniske løsninger via en publikation.

Fugttekniske målinger i tagkonstruktionen, isoleret med træfiber granulat, og de indvendigt efterisolerede vægge, udført i træstolpeskelet isoleret med hamp. BUILD, Torben V. Rasmussen og Nickolaj F. Jensen.

Indeklima målinger, radon, VOC, CO₂, temperatur, relativ luftfugtighed og lufttryk. BUILD, Torben V. Rasmussen og Nickolaj F. Jensen.

Tidsramme: måleperioden strækker sig over 2 vintre (2024/25 og 2025/26).



Hedeskovs arealer er et landskab i forvandling, hvor lokale materialer – ler, sand, træ og dunhamre – væves ind i en regenerativ arkitektur. Naturens fortællinger visualiseres gennem håndværket, mens mineraler og fibre forbinder bygning og biologi. Et sted, hvor fortidens aflejringer danner grundlag for nye, levende strukturer

Fotos: Lars Just, Hedeskov

- ❶ Eksisterende terrændæk blev fjernet for at give plads til efterisolering. Sand blev brugt i lerpuds og de gamle trægulve blev brugt til inventar
- ❷ Skolestuen blev restaureret med minimalt synligt indgreb. Vinduer blev repareret

Projektets regenerative principper

Bevaring og lokale materialer:

Valget af primært bio- og mineralsk baserede materialer samt genanvendelse af eksisterende bygningsdele, understøtter grundtanken om at genopbygge jordens frugtbarhed ved at anvende ressourcer, der er lokalt forekommende, fornybare og biobaserede samtidig med, at forbrug og affald minimeres. Dette fremmer også aktiviteten af naturlige processer ved at reducere afhængigheden af ressourcer, der kræver store mængder energi at udvinde og bearbejde.

Naturforbedring:

Fokus på høst af materialer med naturpleje og udviklingen af strategier for biodiversitet og genoprettelse af levesteder understøtter grundtanken om at aktivere naturlige processer, der fremmer økosystemers sundhed. Ved at udvinde materialer på en måde, der samtidig gavner naturen, respekterer vi de økosystemer, vi er en del af.

Erstatning af CO₂- & kemitunge materialer:

Erstatning af traditionelle byggematerialer med mineralsk- og biobaserede alternativer er en praktisk implementering af grundtanken om at reducere belastningen på miljøet og dermed støtte genopbygningen af jordens frugtbarhed. Dette princip hjælper med at minimere klimaaftrykket og sikrer, at bygningens livscyklus er i harmoni med de naturlige processer, der understøtter livet.

Forbindelse mellem bygning og natur:

Ved at designe bygningen til at afspejle den omkringliggende natur, både æstetisk og funktionelt, bliver bygningens form og funktion en integreret del af landskabet. Dette fremmer ikke blot respektfuld integration med de økosystemer, vi er indlejret i, men sikrer også, at bygningens tilstedeværelse fremmer naturens regenerative processer.



↑ Local Works Studio blev inviteret til at udføre en stedsgennemgang med fokus på maksimal genanvendelse af eksisterende byggematerialer samt integration af naturlige materialer, der høstes regenerativt fra det omkringliggende landskab

Fotos: Hedeskov, Lars Just



↑ 1. sal - loftinddragelse under udførelse. Her ses lerplader og genbrugte hanebånd

Foto: Hampus Berndtson

Projektets præmisser

Renoveringen af Hedeskov Living Lab integrerer regenerative principper i byggeri gennem en tværfaglig og bioregional tilgang.

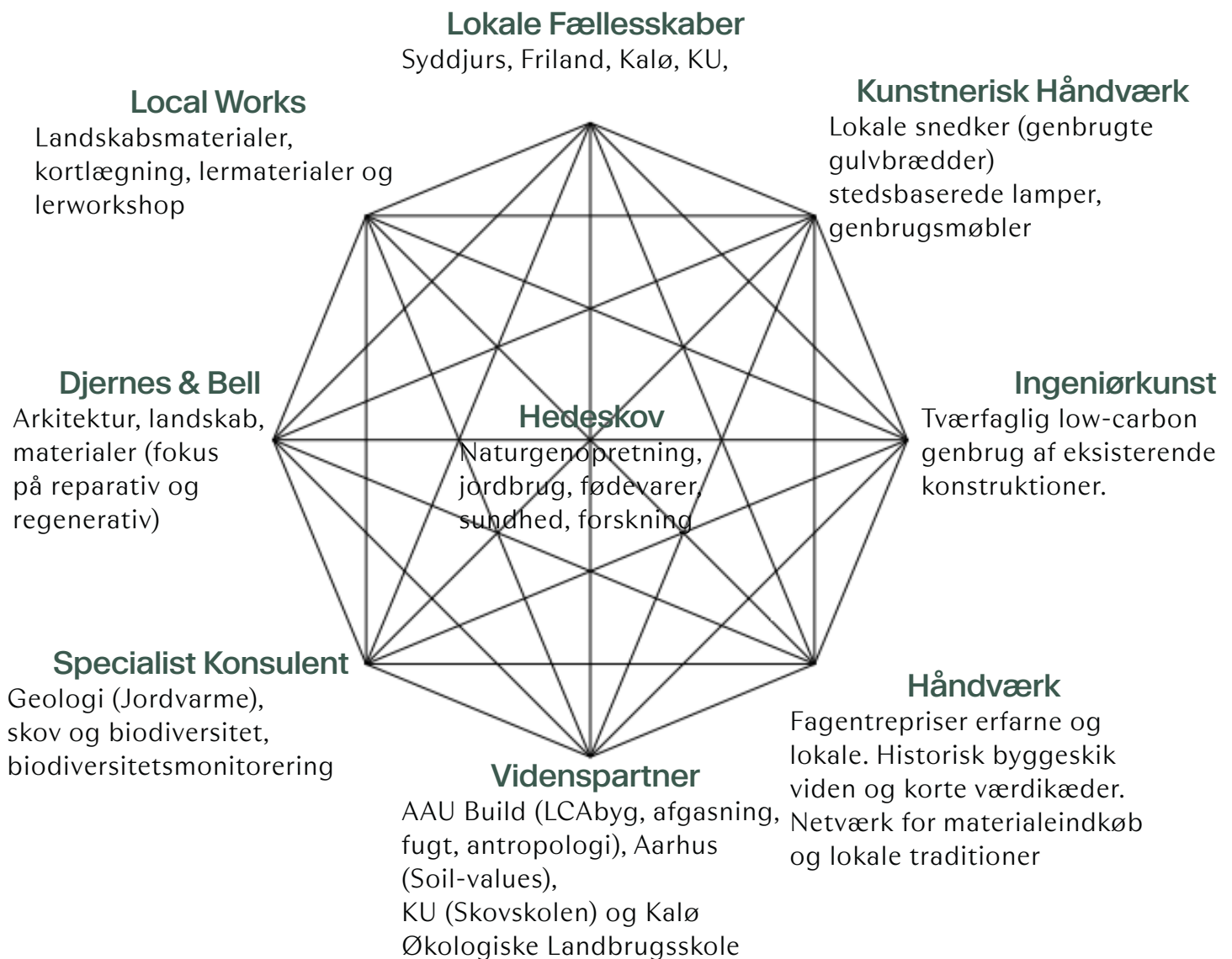
Projektet samler eksperter fra arkitektur, naturgenopretning, geologi og byggeri for at udvikle løsninger, der både bevarer og genanvender eksisterende bygningsdele og materialer. Der lægges stor vægt på at høste råmaterialer med fokus på naturpleje, hvilket understøtter biodiversitet og reducerer klimaaftrykket. I denne proces

er det afgørende at anvende lokale materialer, som opfylder bygningens funktionelle behov og samtidig fremmer et sundere og bæredygtigt økosystem. I det følgende beskrives de faggrupper, der er repræsenteret i projektet og deres rolle. Endvidere beskrives, hvordan projektets regenerative principper er implementeret og hvordan de skaber værdi for bygningens funktion og det omkringliggende miljø.



↑ Hovedbygningen set fra ankomstalléen

Foto: Hampus Berndtson



↑ Netværksdiagram, der viser tværfaglig forbundethed i Hedekov projektet

Djernes & Bell



↑ Geolog Inga Sørensen ved møde om vertikal jordvarmeboring
Fotos: Lars Just, Djernes & Bell



↑ Hedekov, Local Works Studio og Djernes & Bell landskabskortlægning

Tværfaglig, vidensbaseret transformation

Renoveringen af Hedeskov Living Lab er drevet af en tværfaglig og vidensbaseret tilgang, der har været central for projektets udvikling. I stedet for at anvende traditionelle metoder og faggrupper, har projektet samlet eksperter fra naturvidenskab, regenerativt jordbrug, naturgenopretning, og håndværksfag.

Denne brede vifte af viden har gjort det muligt at skabe løsninger, der både tager højde for bygningens rolle i det lokale økosystem og dens indvirkning på natur og brugere. Den tværfaglige sammensætning har dermed været afgørende for at opnå en transformation, der respekterer naturen og understøtter bygningens funktionelle og æstetiske behov samtidig med, at alle faggrupper har bidraget til en helhedsorienteret løsning.



↑ Illustration af gårdrum med kig til hovedbygningen og den ny-/ (gen)opførte trælade. Forslagsfase Djernes & Bell



Hedekov skaber langsigtet værdi for både natur og mennesker ved at fremme regenerative praksisser og gøre dem bredt tilgængelige. Centret kombinerer forskning og praksis i projektbaserede løsninger, der omsætter viden til konkrete resultater. Det udvikler brugbare anvisninger, som gør regenerative metoder lette at tage i brug. Samtidig styrker Centret vidensdeling og tværfagligt samarbejde for at fremme regenerativ udvikling på tværs af sektorer.



Djernes & Bell arbejder på at bevare og forbedre eksisterende byggede, naturlige og sociale strukturer gennem reparation, konservering og CO2-neutrale materialer. Tværfaglige metoder forener kunstnerisk og videnskabelig forskning, fra gamle håndværk til økologisk innovation. De krydser materialevidenskab, traditionelle håndværk og naturbaseret design for at transformere bygninger og landskaber, med det formål at støtte liv i alle former.



Local Works Studio arbejder med en landskabsbaseret tilgang til design, guidet af landskabet og dets fællesskaber, og bruger stedets egne ressourcer og processer til at planlægge, skabe og reparere. Sådan finder de løsninger på livets udfordringer i det byggede miljø i en tid med dramatiske miljøforandringer.



BUILD AAU forsker, rådgiver og uddanner inden for by-, bolig- og anlægsområdets komplekse problemstillinger; med en mission om at bygge et bedre og mere bæredygtigt samfund. Torben Valdbjørn Rasmussen er civilingeniør fra DTU, ph.d. og seniorforsker. Han forsker i fremtidens byggematerialer, deres anvendelse og holdbarhed. Marie Stender er antropolog, ph.d. og seniorforsker. Lene Wiell Nordberg er arkitekt, ph.d og lektor. Begge forsker i forholdet mellem socielt liv og byggede omgivelser.

Fotos: Lars Just, Hedekov, Djernes & Bell

Svend-Erik Sørensen Tømrermester

er en veletableret virksomhed med over 40 års erfaring inden for restaurering og byggeri. Virksomheden bygger sit arbejde på traditionelt håndværk, solid service og pålidelighed. Deres speciale er restaurering og bevaring af bygninger med respekt for det eksisterende, og de tilbyder løsninger, der både respekterer bygningens historie og møder nutidens krav til funktionalitet og bæredygtighed. Siden 1983 har de arbejdet med fag-, hoved- og totalentreprise inden for vedligeholdelse og reparationer.

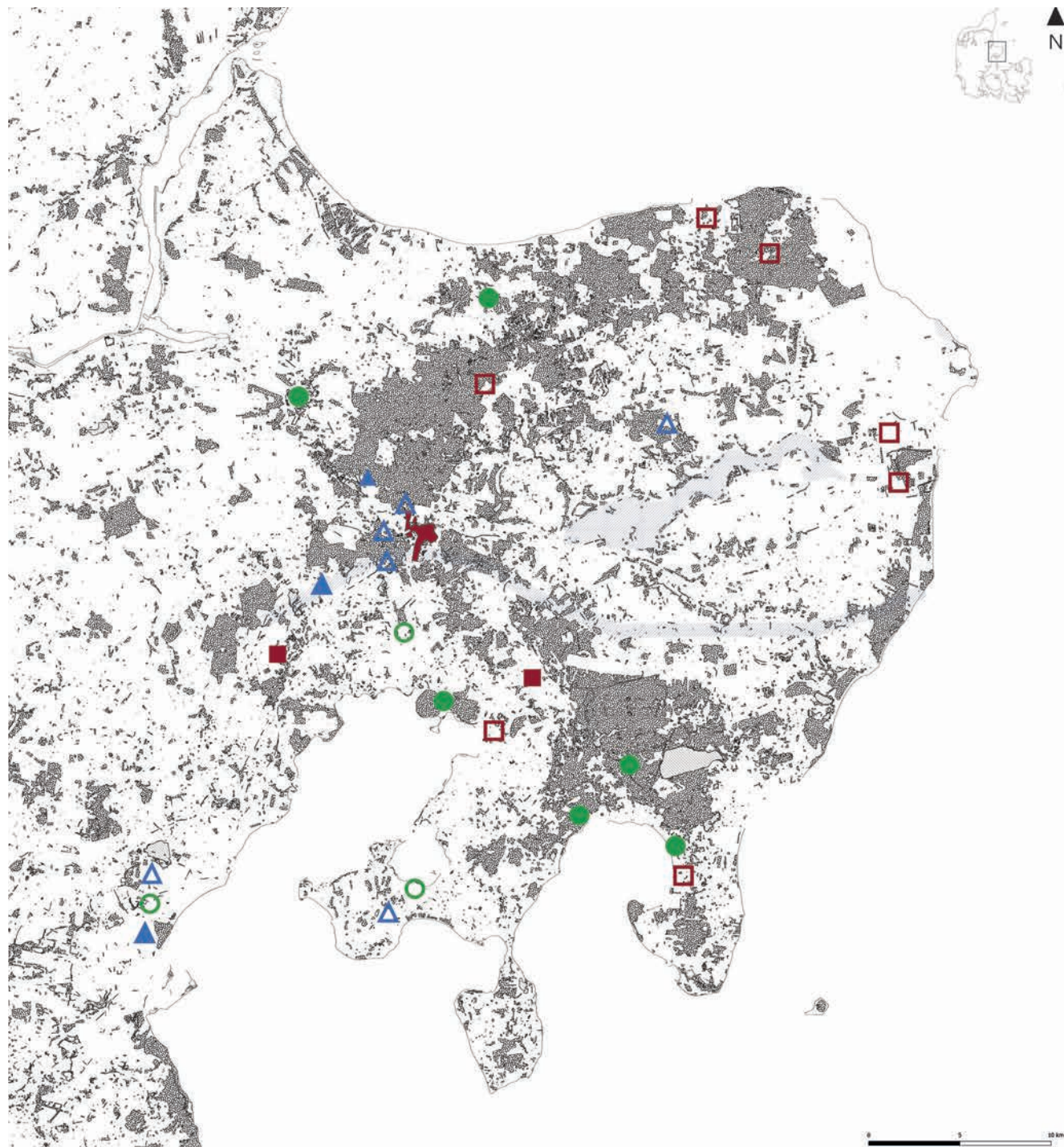
HUJ Murermester arbejder

aktivt for at vedligeholde og bevare historiske bygningsværker, der har stor bygningskulturel værdi. Virksomheden respekterer den oprindelige byggestil og materialer i restaureringen af disse bygninger. Med mange års praktisk erfaring udfører medarbejderne opgaverne efter håndværksmæssige traditioner og holder sig samtidig opdateret med ny viden og teknologi inden for arbejdsmetoder, materialer og værktøj.

Jordbrug og skovbrug har spillet en central rolle i udviklingen af projektet gennem bidrag med stedsspecifik viden og praksis. Gennem samarbejde med lokale aktører er der opbygget en forståelse for landskabets ressourcer, som har været med til at forme projektets tilgang og løsninger. Det har styrket en regenerativ og tværfaglig retning med dyb forankring i det lokale.

Geologi og biodiversitet danner det økologiske afsæt for projektets form og funktion. Jordbundsforhold, terræn og artsrigdom er inddraget aktivt i beslutninger om arealanvendelse, materialevalg og pleje. Ved at tage udgangspunkt i landskabets naturgivne strukturer styrkes samspillet mellem byggeri og økosystemer, og projektet bidrager til at bevare og genopbygge lokale naturværdier.





Legend

- | | | |
|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| ■ Site | △ Material: Local material & reuse | □ Community: Local |
| ■ Nature: Woodland/Forest | ■ Material: Local production | ■ Community: Relation to site |
| ■ Nature: Freshwater | ○ Craft: Craftsman | |
| ■ Nature: Landscape features | ● Craft: Traditional crafts | |

Map showing the Djursland bioregion. Material: Glacial deposits, timber, plant fibre, building reuse. Nature: Post glacial (last glaciation, wooded, healthland, farmland). Craft: Bindingsværk (Clay & Timber), Tradition: Small farming vernacular building, Community: Farming & Restoration

↑ Kort, der viser bioregional tilgang med kortlægning af lokale materialer, samarbejdsparter, håndværk, traditioner og fællesskaber. Grafisk bearbejdet af Copenhagen Architecture Forum til Djernes & Bell udstilling af Hedeskov projektet 'Everything is Transformation', forår 2025

Illustration: Djernes & Bell, Copenhagen Architecture Forum

Kontekst og materialer

Bygningen har en unik placering i forhold til at anvende lokale materialer. Denne tilgang åbner for en bioregional tilgang til arkitektur, hvor materialer hentes direkte fra de omkringliggende landskaber og integreres med respekt for de lokale, økologiske systemer.

En bioregional tilgang indebærer en bevidst anvendelse af de naturlige ressourcer, der findes inden for det geografiske område,

hvori byggeriet indgår. Dette reducerer transport- og klimabelastning og skaber en stærkere forankring mellem byggeri, landskab og økosystemer. I arbejdet med Hedeskov Living Lab er dette en grundlæggende strategi, hvor materialer kortlægges, indsamles og bearbejdes på en måde, der understøtter biodiversitet og regenerative processer.

1



❶ Materialer: Landskab: moræneler, dunhammerfibre og rødt jernoxidsand (Kortlægning med Local Works Studio)

❷ Fællesskab: Skovskolen KU, Kalø Økologiske Landbrugsskole

❸ Natur: Ler fra ung skovkant, dunhamre fra vådområde

2



❹ Materialer: Genbrug fra bygning: Trækonstruktion, mursten til indvendige, nyopførte vægge

Fotos: Hampus Berndtson, Lars Just, Hedeskov, Djernes & Bell, Local Works Studio

3



4



Konklusioner fra kortlægning af materialer i Hedeskov

1. Der findes egnede sand- og lermaterialer i det umiddelbare landskab til intern pudning og anvendelse af lerbaserede gulve.
2. Andre materialer som dunhammer, hassel, sød kastanje, gammelt kalkpuds og tagsten fra stedet kan også genanvendes i byggeriet.
3. Supplerende materialer som strå, pigmenter og linolie vil være nødvendige og kan findes relativt lokalt.
4. Bevaring og genbrug af eksisterende bygningselementer sikrer en forlænget materialelevetid og øget værdi gennem håndværksmæssige transformationer.

Ved at integrere en bioregional tilgang i Hedeskov-projektet understøttes en mere regenerativ og lokalt forankret arkitektur, der ikke kun reducerer klimaaftrykket men også skaber en dynamisk forbindelse mellem bygninger, mennesker og natur.



Moraine clay
As a binder for clay
plasters and floors



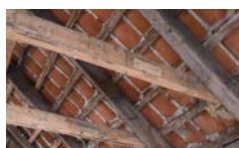
Sand
Aggregate



Building sand
Aggregate



Lime plaster
Aggregate



Roof tiles
Aggregate



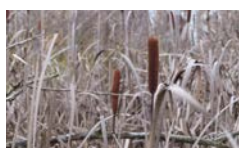
Masonry
Aggregate



Hazel rods
Background for
plaster



Sweet chestnut
Background for
plaster



Bullrush
Fibre for plaster



Pine needles
Fibre for floors



Barley straw
For plaster and
flooring fibre



Local timber
Sweet chestnut or
Hazel, if not available
yet from the site



Hemp
Dried hurds & fibre



Pigments
For tinting the clay
plaster top-coats



Flax
For fibres + linseed
oil



Shell material
For floor sub-base



Wool
For plaster fibre

↑ Udsnit fra Local Works Studio 'Site Audit' med overblik over 'site-based' og 'local off-site' materialer

Fotos: Local Works Studio

Kontekst og materialer

Landskabelig integration

Udgravning af sand og ler kan gøres til en del af en landskabelig strategi, der fremmer biodiversitet. Et centralt økologisk princip er, at strukturel heterogenitet i landskabet er en afgørende faktor for biodiversitet (McArthur og McArthur 1961, Lack 1969, Tews et al. 2004). Jo mere variation der er i et landskab, desto flere levesteder skabes for planter, insekter og dyr. Ved at forme terrænet bevidst under materialehøst kan man derfor understøtte nye økologiske nicher og forstærke den naturlige variation i Hedeskovs natur.

Bevaring og genbrug

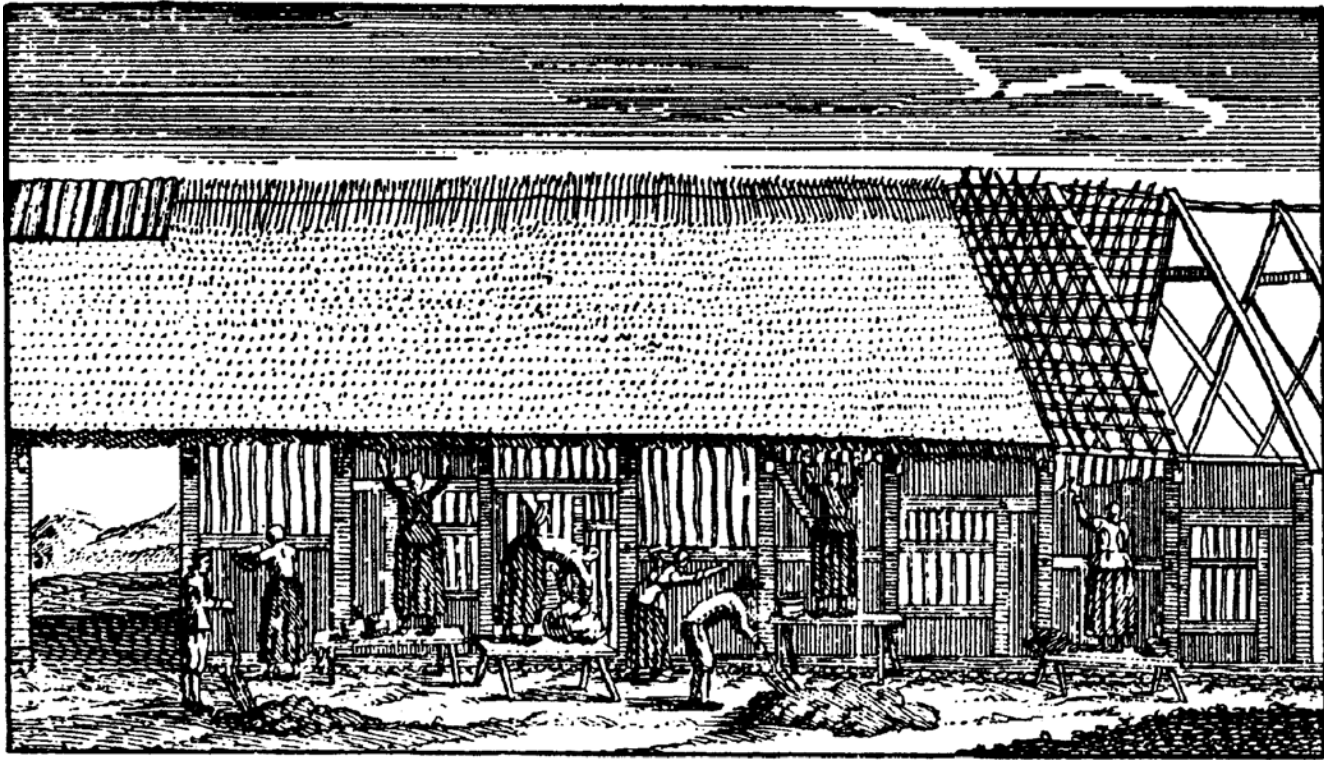
Et andet centralt princip i projektet er maksimal bevaring og reparation af eksisterende bygningselementer in situ samt genbrug af materialer, der fjernes og videreføres til nye funktioner i bygningen. Dette sikrer både ressourcebesparelse

og videreførelse af håndværksmæssige kvaliteter. Eksempler på denne tilgang omfatter genanvendelse af det eksisterende, lerbaserede akustiklag i gulvopbygningen mellem 1. sal og stueetagen. Dette sikrer en bibeholdelse af materialets lydabsorberende egenskaber og reducerer behovet for nyt materiale. Derudover blev det gamle trægulv taget nænsomt op og genanvendt til andet formål i bygningen. Gennem reparative og transformerende håndværksmæssige tilgange kan disse materialer, der har haft en levetid på 100 år, opnå yderligere 100 år og samtidig tilføre merværdi gennem forædling og bearbejdning. Dette understøtter en cirkulær og regenerativ bygningspraksis, hvor bygningens historie og stoflighed videreføres på en meningsfuld måde.



↑ Bygherre og arkitekt på skovvandring

Foto: Djernes & Bell



↑ I historisk byggeskik var det nemt at tyde omkringliggende landskab igennem bygningens materialer. Her ses en skånsk bindingsværksbygning under lerklining

Linnæi, C. (1749) Skånska resa, på höga öfwerhetens befallning förrättad år. Licens: CC BY SA 2.0



← Det, der engang var en tørvegrav, er nu forvandlet til en sø

Foto: Hedeskov

→ De nye åbninger fastholder den ladeagtige typologi og skaber en direkte forbindelse til landskabet.
Købke, C. 1831, Udsigt fra loftet på Kornmagasinet ved bageriet i Kastellet [Maleri] Statens Museum for Kunst, [billedrettigheder] Til fri brug

Kontekst og materialer

Landskab i bygningen

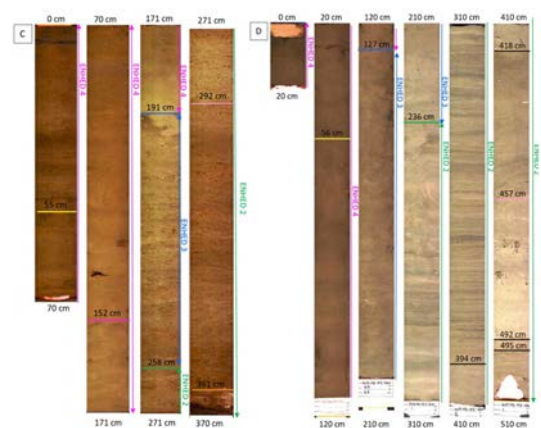
I Hedeskov er arkitekturen en naturlig forlængelse af landskabet – både fysisk, materialemæssigt og sanseligt. Bygningen integrerer stedets geologi, klima og håndværkstraditioner i sin stoflighed, hvilket gør de usynlige processer synlige.

Årstidernes skiften afspejles i bygningens detaljer, og de geologiske materials taktilitet udtrykker atmosfæren i rummene. Farvesætningen i bygningen er udviklet via en scanning af jordboringer fra nærområdet. Nøje studier af grunden og strategisk placerede nye åbninger skaber uventede forbindelser til landskabet. Den arkitektoniske udformning er inspireret af præindustrielle byggeskikke, men anvender nutidens innovationer og teknologier med materialer som ler, plantefibre og natursten – alle traditionelt forankret i området.

Bygningen forstærker og rummer stedets indgroede kapaciteter – geologien, naturen, historien og de mennesker, der har formet det.

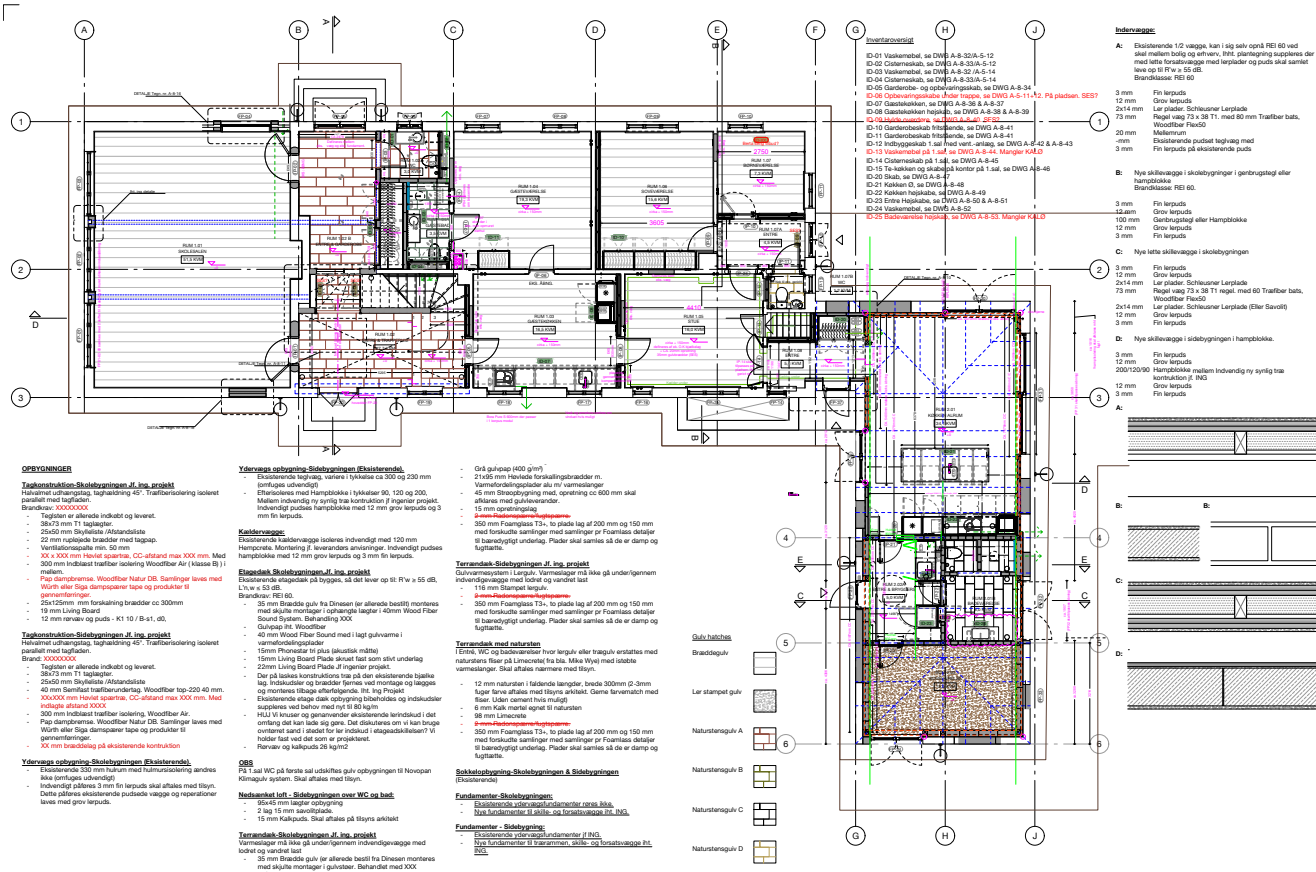
Transformationen af bygningen handler om at bevare, forstærke og tilføje – ikke blot materielt, men også fænomenologisk og historisk. Spor af både naturens og menneskets indgriben indarbejdes i arkitekturen, hvilket gør bygningen til et nyt lag i stedets fortælling.

Den oprindelige bygning bevares i sin pragmatiske karakter som tidligere landsbyskole. Nye facadeåbninger og ovenlys understøtter forbindelsen til landskabet uden at forstyrre bygningens arkitektoniske ro.



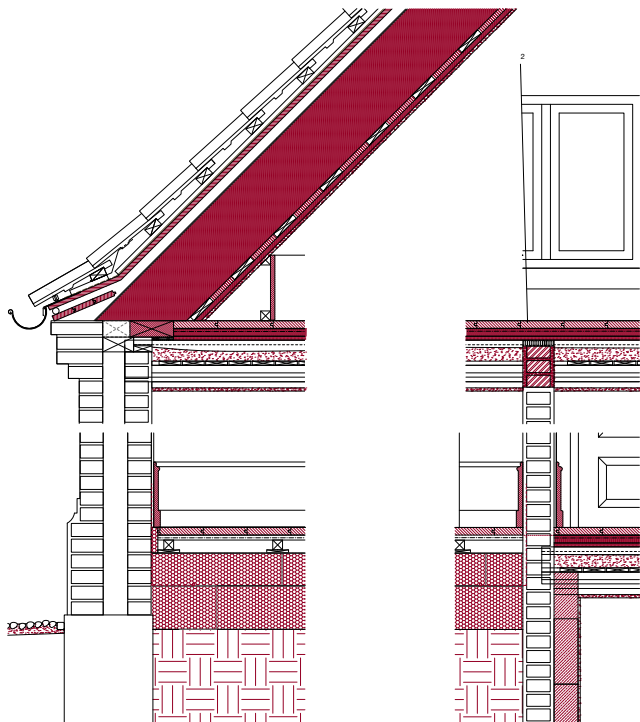
↑ Kernescanningsudsnit fra nærområde – et tværsnit af jordlagene, der afslører områdets farvespil og stoflige karakter. Billedet blev i projektet brugt som inspiration til farvesætningen i bygningen, hvor de lokale geologiske lag danner et sanseligt og stedsspecifikt grundlag for materialernes udtryk.

Foto af kernescanning stillet til rådighed af Institut for Geoscience, Aarhus Universitet. Fra Geocenter Danmark (2021)



↑ Et mættet og dialogisk beskrivende tegningssæt var det foretrukne format aftalt mellem entreprenører og arkitekter. Ændringer til opbygninger blev justeret løbende og suppleret med referater af byggemøder

Tegning: Djernes & Bell



↑ Oversigtstegninger var suppleret med detaljesnit igennem hovedbygningen og sidelængen, hvor nye elementer er tydeligt markeret. Rumtegninger var lavet for de fleste rum

Tegning: Djernes & Bell

Transparens og lokal forankring

En central del af projekteringen har været inddragelsen af lokale håndværkere, hvilket har skabt en stærk lokal forankring og gjort transparens til en integreret del af processen. Ved at trække på den eksisterende faglighed i lokalområdet og samtidig give plads til dialog og åbenhed i beslutningerne, har det været muligt at opbygge en arbejdsform, hvor tillid, respekt og gensidig læring har været bærende.

Gennem en struktur baseret på fagentrepriser har hver håndværker kunnet bidrage med specialiseret viden inden for sit felt. Dette har ikke kun styrket det faglige niveau, men også skabt klarhed i ansvarsfordelingen og mulighed for løbende tilpasning i takt med, at nye behov og muligheder er opstået. Bygherrens aktive tilstedeværelse og erfaring med renovering har desuden bidraget til, at spørgsmål og løsninger kunne drøftes direkte på pladsen, ofte i tæt samspil med de udførende. Mange

af de materialevalg og byggetekniske løsninger, der er endt med at præge projektet, er således opstået i en direkte og åben dialog mellem håndværkere, rådgivere og bygherre.

Transparens i tegningsmateriale, prisgivning og materialeflow har givet håndværkerne det nødvendige overblik til at handle selvstændigt og træffe beslutninger undervejs på et oplyst grundlag. Det har også skabt rum for, at håndværkernes egne erfaringer og forslag kunne kvalificere projekteringen og løbende justere retningen. Flere håndværkere har i den proces udvidet deres praksis med regenerative byggeteknikker, som er opstået i mødet mellem lokale materialer og nye faglige indsigter – fx i samarbejdet med forskere og eksperter i biobaserede ressourcer.

På den måde er projekteringen ikke kun blevet til i møderum og på tegnebrættet, men i høj grad i dialogen med dem, der skulle føre arbejdet ud i praksis – og med udgangspunkt i det, stedet allerede rummer.

- På grund af aftaleformen var det muligt løbende at indarbejde forbedringer, der kom fra håndværkere og rådgivere på byggemøder. Dette var en fordel både økonomisk, kvalitetsmæssigt og tidsmæssigt

Foto: Lars Just





↑ Byggemøder med bred, faglig deltagelse resulterede i iterative forbedringer og konstruktiv håndtering af uforudsete udfordringer

Foto: Hedeskov

Tidlig medvirken af entreprenør og dialog

I renoveringen af Hedeskov Skole var den tidlige involvering af entreprenørerne en central strategi, der viste sig at være afgørende for projektets fremdrift og kvalitet.

Fra starten blev entreprenørerne engageret i processen og havde indflydelse på både de indledende tegninger og tekniske beskrivelser. Dette betød, at løsningerne blev udviklet i tæt samarbejde med dem, og at praktiske og økonomiske hensyn blev taget med allerede fra begyndelsen. En af de konkrete gevinster ved denne tilgang var, at tekniske løsninger blev vurderet ud fra både udførelsesmæssige og økonomiske perspektiver – for eksempel blev løsninger for fundamentet diskuteret og justeret i dialog med de udførende, hvilket resulterede i både en hurtigere og mere økonomisk optimal udførelse.

Den tidlige involvering havde også en anden vigtig effekt: den gav alle parter et større ejerskab i projektet. Ved at involvere både rådgivere og entreprenører tidligt, blev alle parter ansvarlige for løsningerne og for at sikre, at de kunne implementeres i praksis. I dette tilfælde var det særligt værdifuldt, da BUILD, som bidrog med teknisk ekspertise, kunne arbejde tæt sammen med de øvrige fagfolk, især i forhold til de mere komplekse udfordringer ved renovering af en gammel bygning. Der blev hurtigt udvekslet viden om bygningens eksisterende strukturer, og dette gjorde det muligt at finde løsninger, der tog højde for bygningens historiske karakter.

Den tætte, løbende dialog mellem bygherre, rådgivere og entreprenører betød også, at problemer kunne blive identificeret og løst hurtigt. Ved at få alle involverede aktører med på beslutningerne tidligt i processen, forløb projektet på bedste måde også hvad angik risici.

→ Ifm. med design af lermateriale blev der afholdt en workshop. Her blev murerne undervist i brugen af lerpuds; opskrifter for farver og mængder blev udviklet

Foto: Hedeskov





↑ Bygningen og haven før renovering

Fotos: Lars Just, Hedekov

Eksisterende tilstand og kontekst (Matriklen)

Før renoveringsarbejdet kunne tage form, var det nødvendigt at få et solidt overblik over bygningens tilstand og de omgivelser, den er en del af. Dette giver et nødvendigt afsæt for at forstå både muligheder og begrænsninger i det videre arbejde.

Udtræk fra SAVE Vurdering:¹

Hedekov gamle landsbyskole ligger midt på landevejsstrækningen mellem Thorsager og Pindstrup. Fra landevejen leder en indkørsel ind til skolens anlæg, der er omkranset af træer og tæt bevoksning. Skolebygningen er en længebygning, der

placerer sig parallelt med landevejen. Foran skolebygningen er en grusbelagt gårdsplads med to store træer og på skolebygningens vestgavl er koblet en sidelænge, der har huset støttefunktioner til skolen i form af bl.a. stald og garage.

Hele anlægget er ifølge BBR opført i 1910 og består af skolebygning, sidelænge, et separat udhus og tilhørende have og gårdsplads. Grunden er omkranset af træer og bevoksning til alle sider, således at bygningen står skærmet fra de omkringliggende omgivelser.

Bygningen var i funktion som skole indtil i 1950'erne og har siden været i skiftende ejeres hænder og været anvendt til bolig



❶ SAVE vurdering udarbejdet af registratorer Louise Drengsgaard Jørgensen & Peter Grøne Christensen på vegne af E+N arkitektur A/S. Registreringsdato 10.11.2021

↑ Sidelængen før renovering

Foto: Hedekov



↑ Bygningen under renovering

Fotos: Hedeskov

Eksisterende tilstand og kontekst (Hovedbygningen)

Udtræk fra SAVE Vurdering:¹

Arkitektonisk Værdi

Bygningens arkitektoniske værdier knytter sig primært til den stærke hovedform, den materialemæssige sammenhængskraft, facadernes detaljeringsgrad og de oprindelige bygningsdetaljer.

Skolebygningen er et længehus i rød tegl på en sokkel af beton og med et halvvalmet tag med røde vingetegl. På tagryggen sidder to murede skorstene og på den sydvendte tagflade sidder to oprindelige pultkviste. Bygningens hovedfacader mod nord og syd er lukkede i den østlige ende, der huser den oprindelige skolestue, og har dannebrogsvinduer i taktfast rytme mod vest. I østgavlen sidder tre store karakteristiske og opsprossede vinduer ind til skolestuen.

Bygningen har en detaljeringsgrad, der adskiller sig fra det typiske landhus med hvidkalkede gesimser, formsten ved overgang mellem sokkel og murværk, små kvadratiske vinduer i gavlene, et blændet parti med inskription på østgavlen, imiterede, hvidkalkede kvadre ved bygningens hjørner samt flankerende hoveddøren. Hoveddøren er yderligere accentueret af et detaljeret overvindue. Bygningen fremstår med oprindelige indgangsdøre med tre fyldninger i hvert dørblad, heraf er to enkeltdøre mens hoveddøren er en fløjddør.

Vinduerne er hovedsageligt oprindelige, kitfalsede vinduer i udformning af dannebrogsvinduer i skoledelen mens østgavlens vinduer til skolestuen er af større format og med mindre opsporsning. Der er murede stik over dannebrogsvinduer og over de større vinduer til skolestuen samt over indgangsdøren er indlagt en jerndrager. Bygningen bærer præg af at være en funktionsbygning. Der er lavet en del større gennembrydninger af flere facader, hvilket tyder på, at bygningen har været anvendt til garage og lignende funktioner over mange år.

Kulturhistorisk Værdi

Bygningens kulturhistoriske værdier knytter sig særligt til bygningen som repræsentant for den for tiden typologiske landsbyskole. Bygningen er med sin oprindelige og uspolerede udformning et godt eksempel på den lille skoletype med én skolestue og med tilhørende, sammenbygget lærerbolig. Skolebygningen har stærke træk af Bedre Byggeskik, der blev udviklet og beskrevet i årene omkring bygningens opførelse. Den stærke hovedform, den traditionelle og materialetro konstruktion i gedigne materialer som tegl og træ med enkelte bygningsdele BYGNING 1 Skolebygningen set fra nordvest i stål og den taktfaste og simple facadekomposition er træk fra bedre byggeskik. Til accentuering af bygningens indgang og til udsmykning af facaderne er anvendt enkelte historicistiske træk som imiterede, hvidkalkede kvadre, en blænding med inskription i gavlen og udskårne søjleformer i overvinduet over indgangsdøre

① SAVE vurdering udarbejdet af registratorer Louise Drengsgaard Jørgensen & Peter Grøne Christensen på vegne af E+N arkitektur A/S. Registreringsdato 10.11.2021



↑ Bygningen før renovering

Foto: Lars Just

Eksisterende tilstand og kontekst (Hovedbygningen)

Miljømæssig Værdi

Skolebygningens miljømæssige værdi knytter sig primært til dens placering ... som et lokalhistorisk vidnesbyrd om livet på egnen mellem Thorsager og Pindstrup i starten af det 20. århundrede. Bygningen placerer sig i et afgrænset landområde, der betegnes "Hedekov".

Originalitet

Bygningen fremstår meget original i sit udtryk. Med undtagelse af en enkelt gennembrydning i nordfacaden står facaderne intakte med næsten udelukkende oprindelige vinduer i oprindelig placering. Taget er teglhængt som ved opførelsen og med de oprindelige kviste, dog er tre af tagfladerne skæmmet af en del nyere tilkomne Velux vinduer. Indvendig er ruminddelingen næsten som oprindelig; i tagkonstruktionen er enkelte hanebånd blevet hævet, men ellers er konstruktionen intakt, og bygningen har mange oprindelige døre og dørgreb.

Tilstand

Skolebygningen er i relativt god stand, men trænger til istandsættelse. Murværket har partier med løse fuger og enkelte frostsprængte sten. Vinduer og døre er med afskallet maling, begyndende nedbrydning af træværk og løse fuger. Taget er utæt med manglende understrygning og algevækst på stenene. Det vurderes på nuværende tidspunkt muligt at føre bygningen op til en god tilstand og samtidig bevare mange af de oprindelige bygningsdele.

Bærende Bevaringsværdier

Skolebygningens bærende bevaringsværdier knytter sig til udformningen som længebygning i primær stil af bedre byggeskik og med historicistiske detaljer. Den let aflæselige bygningstypologi for landsbyskolen ... er en bærende, kulturhistorisk bevaringsværdi ... i lokalhistorisk og miljømæssig forstand som vidnesbyrd om livet på egnen i første del af det 20. århundrede.



↑ Sidelængen inden renovering

Fotos: Hedeskov, Djernes & Bell

Eksisterende tilstand og kontekst (Sidelængen)

Udtræk fra SAVE Vurdering:¹

Arkitektonisk Værdi

Bygningen er et helvalmet længehus i én etage, som kobler sig på den tilstødende skolebygning i dennes vestvendte gavl. Bygningen er grundmuret i rød tegl med støbt betonsokkel og taget er belagt med røde vingetegl.

Bygningen har en lav detaljeringsgrad og er enkel i udtrykket. Bygningen har mange forskellige vinduer, porte og døre af træ samt staldvinduer i støbejern.

Kulturhistorisk Værdi

Bygningen bærer præg af at være en funktionsbygning. Der er lavet en del større gennembrydninger af flere facader, hvilket tyder på, at bygningen har været anvendt til garage og lignende funktioner over mange år.

Miljømæssig Værdi

Bygningens miljømæssige værdier knytter sig særligt til dens støttefunktion for skolebygningen. Sammen afgrænser de to bygninger gårdrummet fra to sider ved at danne en vinkel. Med en gennemgående brug af rød tegl i facader og på tag danner de to bygninger sammen en anlægsmæssig helhed. Hierarkisk underordner bygningen

sig skolebygningen i kraft af sit mindre fodaftryk, lavere højde og lavere detaljeringsgrad.

Originalitet

Bygningen står med en nogenlunde grad af originalitet. Der er bevaret flere originale døre og vinduer, men de store gennembrydninger af facaderne bryder den oprindelige facaderytme. Indvendigt er bygningen strippet. Tagkonstruktionen er oprindelig men ombygget i den nordlige ende hvor bindebjælkerne er hævet.

Tilstand

De primære bygningsdeles tilstand er nogenlunde. Murværket har behov for stabilisering bl.a. ved den store gennembrydning mod øst. Vinduer og døre er med begyndende nedbrydning, taget er med huller i understrygningen og tagværket har behov for stabilisering.

Bærende Bevaringsværdier

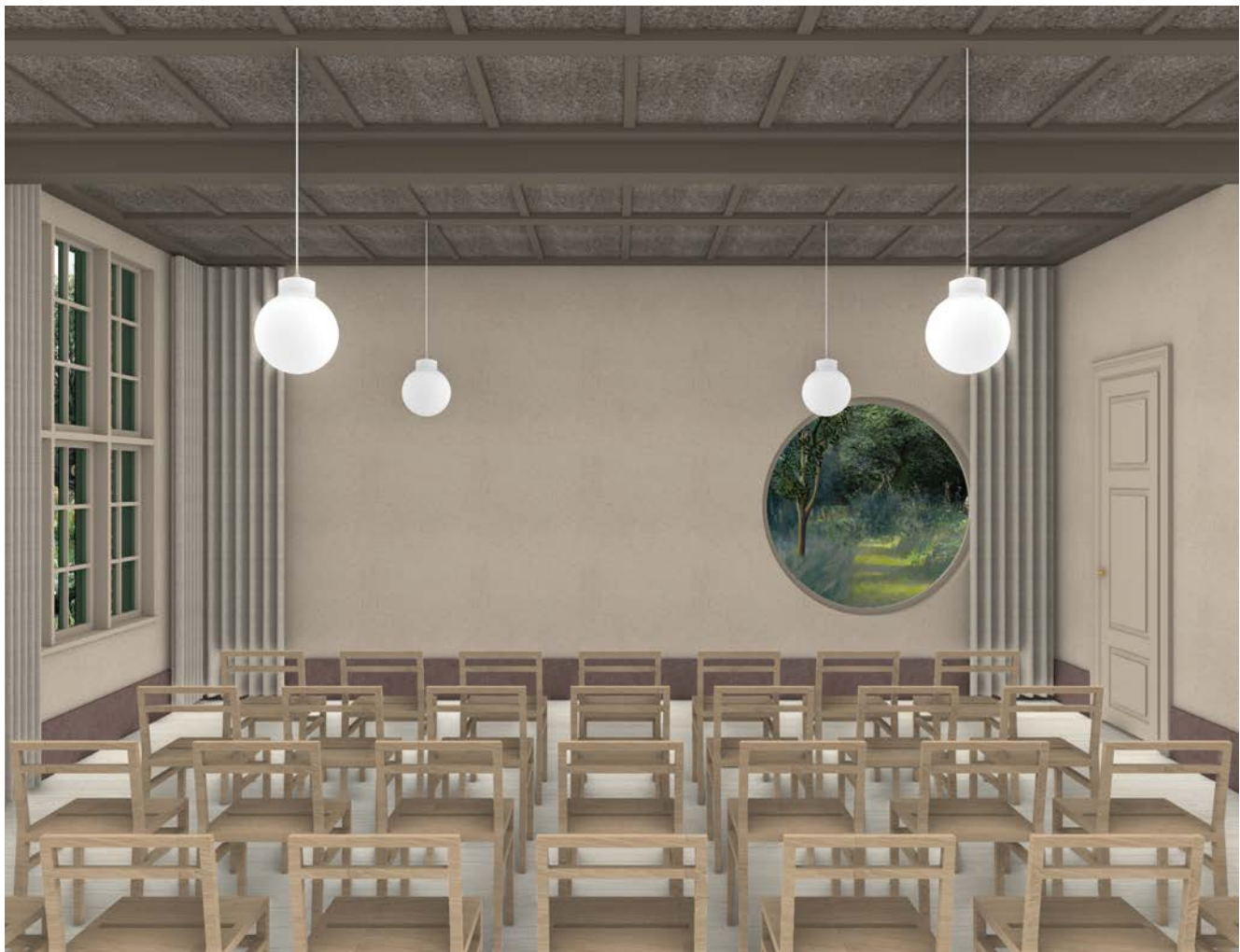
Bygningens bærende bevaringsværdier knytter sig særligt til bygningens støttefunktion i anlægget, herunder bygningens placering, dens form- og materialemæssige sammenhæng med skolebygningen samt dens klare hierarkiske underordning i forhold til skolebygningen.

¹ SAVE vurdering udarbejdet af registratorer Louise Drengsgaard Jørgensen & Peter Grøne Christensen på vegne af E+N arkitektur A/S. Registreringsdato 10.11.2021

→ Sidelængen inden renovering

Foto: Hedeskov





↑ Øverst: Illustration af multifunktionelt formidlingslokale med ufarvede lervægge. Akustisk loft bestående af hamp og kalk og med det cirkulære kig til landskabet. Djernes & Bell

↑ Nederst: Illustration af køkken/alrum i sidelængen med nyt træloft og ny tagkonstruktion. Gulv og vægge af ler. Træinventar i Douglas. Djernes & Bell

Arkitektur kan fungere som en forstærkning af stedets iboende kvaliteter, hvor bygninger integrerer de geologiske, historiske og menneskeskabte spor, der kendetegner et område. Arkitektoniske indramninger både fysisk og sanseligt understreger disse forbindelser.

Transformationen af eksisterende bygninger kræver en balanceret tilgang, hvor bevaring og tilføjelse sker med respekt for fysiske, fænomenologiske og historiske lag. Spor efter både natur og menneskelig aktivitet integreres aktivt i processen. Natur- og kulturarv fortolkes arkitektonisk med bæredygtighed som katalysator.

De arkitektoniske greb og materialevalg ved Hedeskov Living Lab bygger på denne metode, hvor den oprindelige

bygningspragmatiske karakter bevares. Arkitektoniske indgreb minimeres og koncentrerer om at styrke relationen til konteksten og det omkringliggende landskab. Bygningsmaterialer vælges ud fra principper om robusthed, lang levetid og æstetisk patinerung, hvor genanvendelse af eksisterende elementer og integration af biobaserede materialer understøtter en regenerativ praksis.

Hedeskov fungerer som et levende laboratorium, hvor materialernes ydeevne og brugernes oplevelser løbende dokumenteres. Projektet viser, hvordan en kombination af stedsspecifikke materialer, traditionelle håndværksmetoder og regenerativt design kan forlænge en bygnings levetid, bevare dens historiske værdi og skabe en synergi mellem arkitektur, landskab og lokalsamfund.



↑ Illustration af gårdrum med kig til hovedbygningen og den ny-/ (gen)opførte trælade. Djernes & Bell



Illustrationer af bygningens interiør og forhold til landskab er blevet brugt til at diskutere rummeligheder, materialer og farvesætning

↑ Øverst: Illustration af bygninger fra haven. Pavillon, sidelænge og hovedbygning

Illustration: Djernes & Bell

↑ Nederst: Illustration af pavillonen i massiv, tømret konstruktion med forbindelse til landskab

Illustration: Djernes & Bell



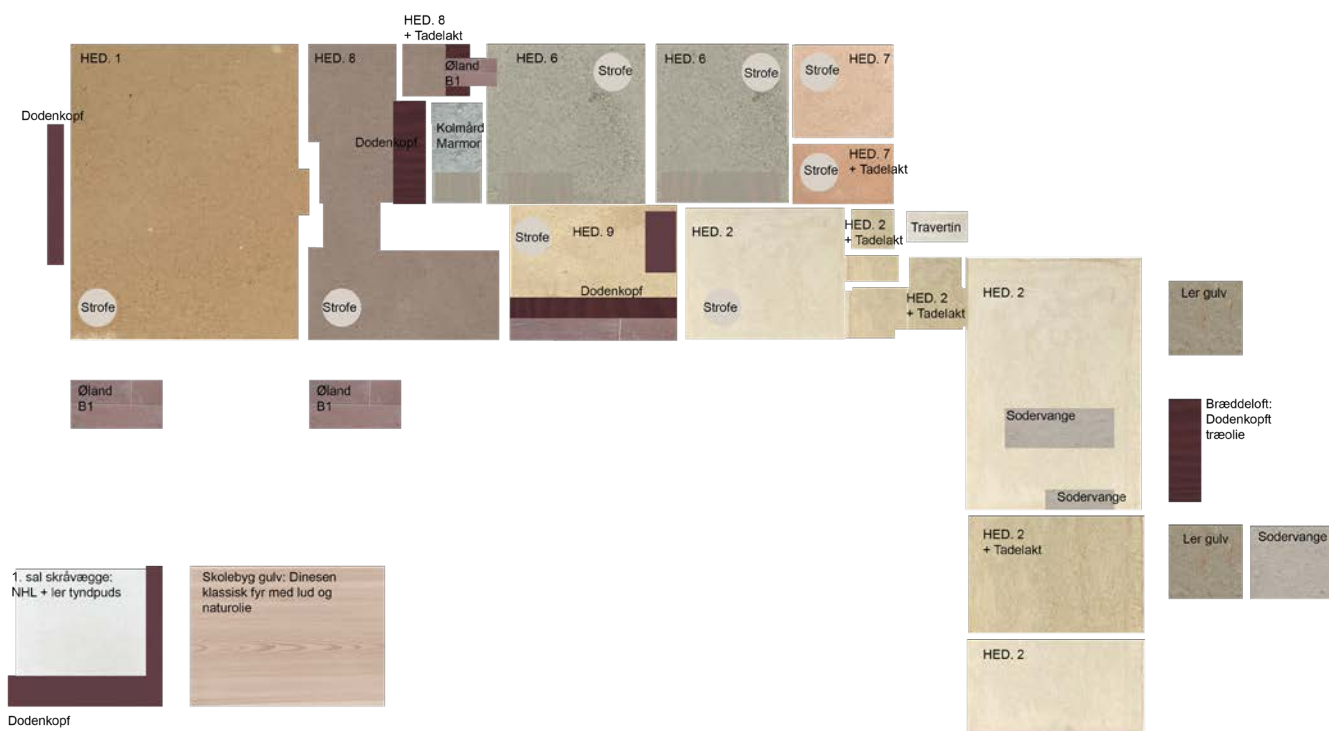
→ Indgangsparti i hovedbygningen er det rum, hvor der i bygningen er foretaget de største indgreb

Illustration: Djernes & Bell



- ↑ Prøver af lerpuds blev opstrøget som led i workshop med Local Works Studio. Farvesætning er inspireret af GEUS kernescanning samt af farver anvendt i den gamle skolebygning

Djernes & Bell



- ↑ Oversigtstegning over farve- og materialesætning

Djernes & Bell

Arkitektonisk er Hedeskov Living Lab struktureret i tre hoveddele:

Hovedbygningen, som renoveres med en restaurerings- og bevaringsmæssig tilgang. I skolebygningen er bevaring og restaurering af eksisterende detaljer, byggetekniske løsninger og rumfordeling prioriteret. Det største arkitektoniske greb er etableringen af en ny dobbelthøj indgangshal samt inddragelsen af tagetagen.

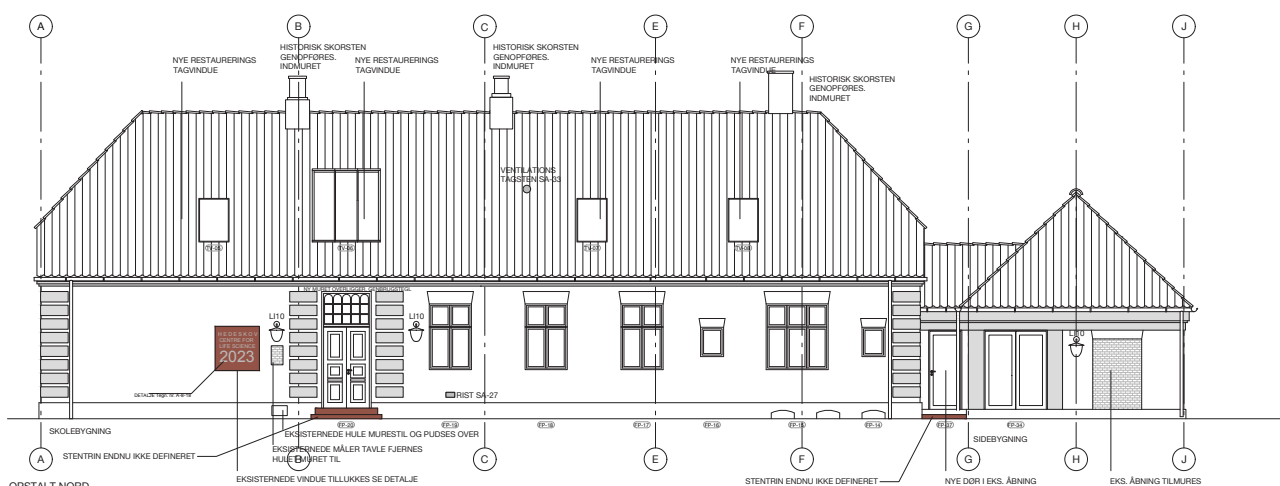
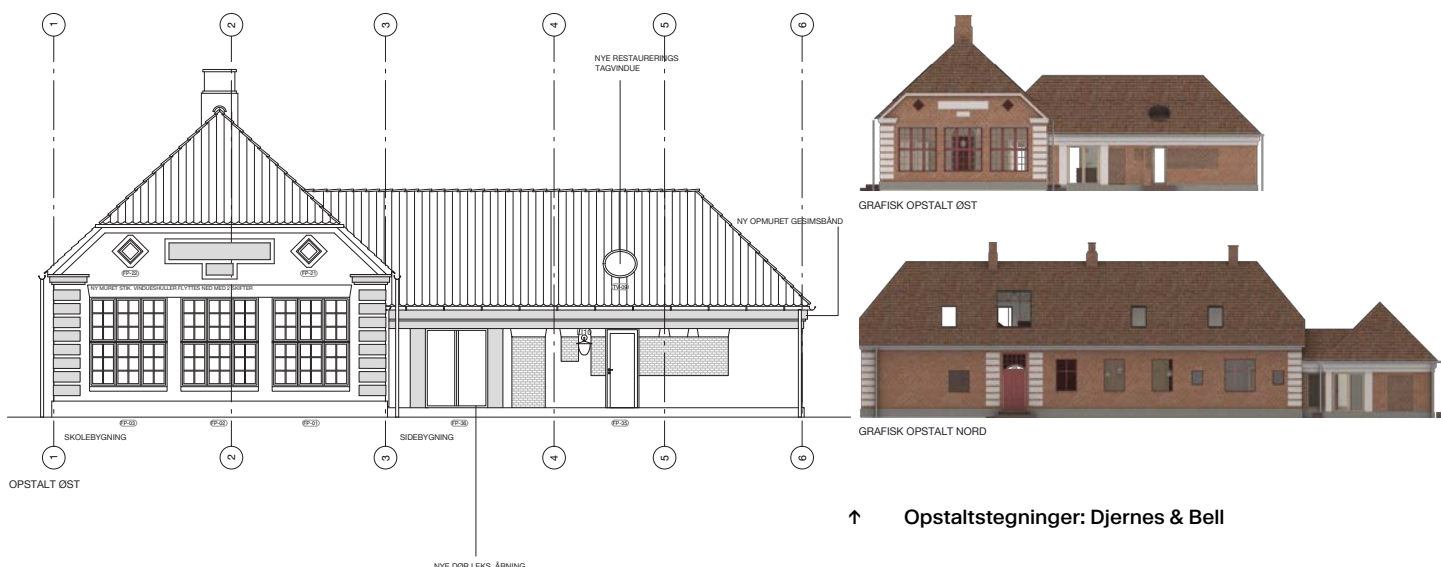
Sidelængen er transformeret med inspiration i bindingsværk. I sidelængen er næsten kun ydervæggene bevaret. Disse understøttes indvendigt af en ny konstruktion i dansk douglasgran, udviklet med inspiration fra traditionelle

bindingsværksprincipper.

Forstudier af materialernes klimaaftryk, deres kemiske sammensætning, er udført for at sikre en optimal løsning.

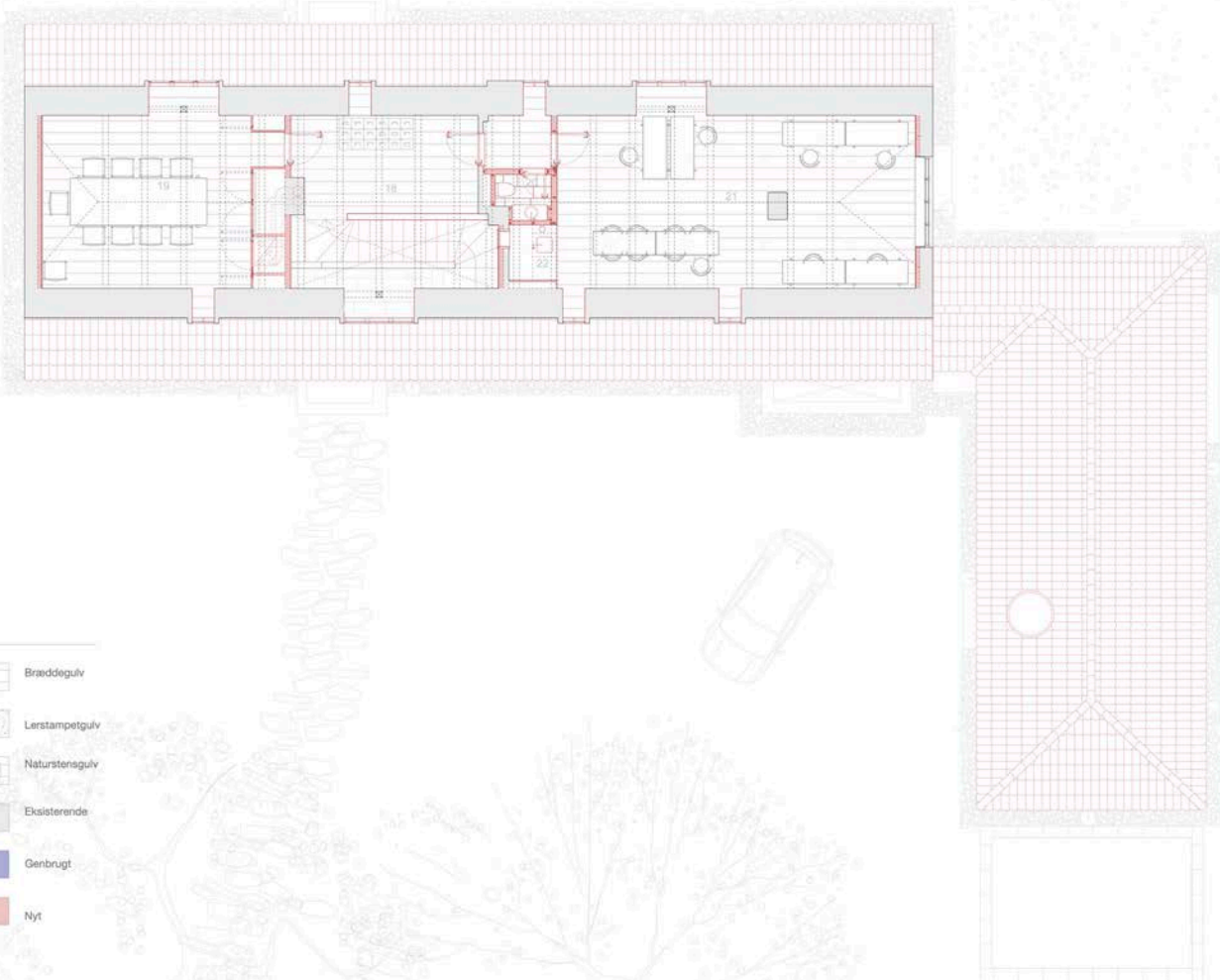
Til terrændækket er der valgt ekspanderet genbrugsglas (celleglas), da det muliggør en lavere udgravningsdybde og dermed eliminerer behovet for efter- eller underfundering. Taget er isoleret med indblæst træfiber, mens murværket opføres med hempcrete-blokke.

De følgende afsnit gennemgår de forskellige bygningsdele (hovedbygning, sidelænge og udbygninger) og de udførte løsninger opdelt efter bygning.



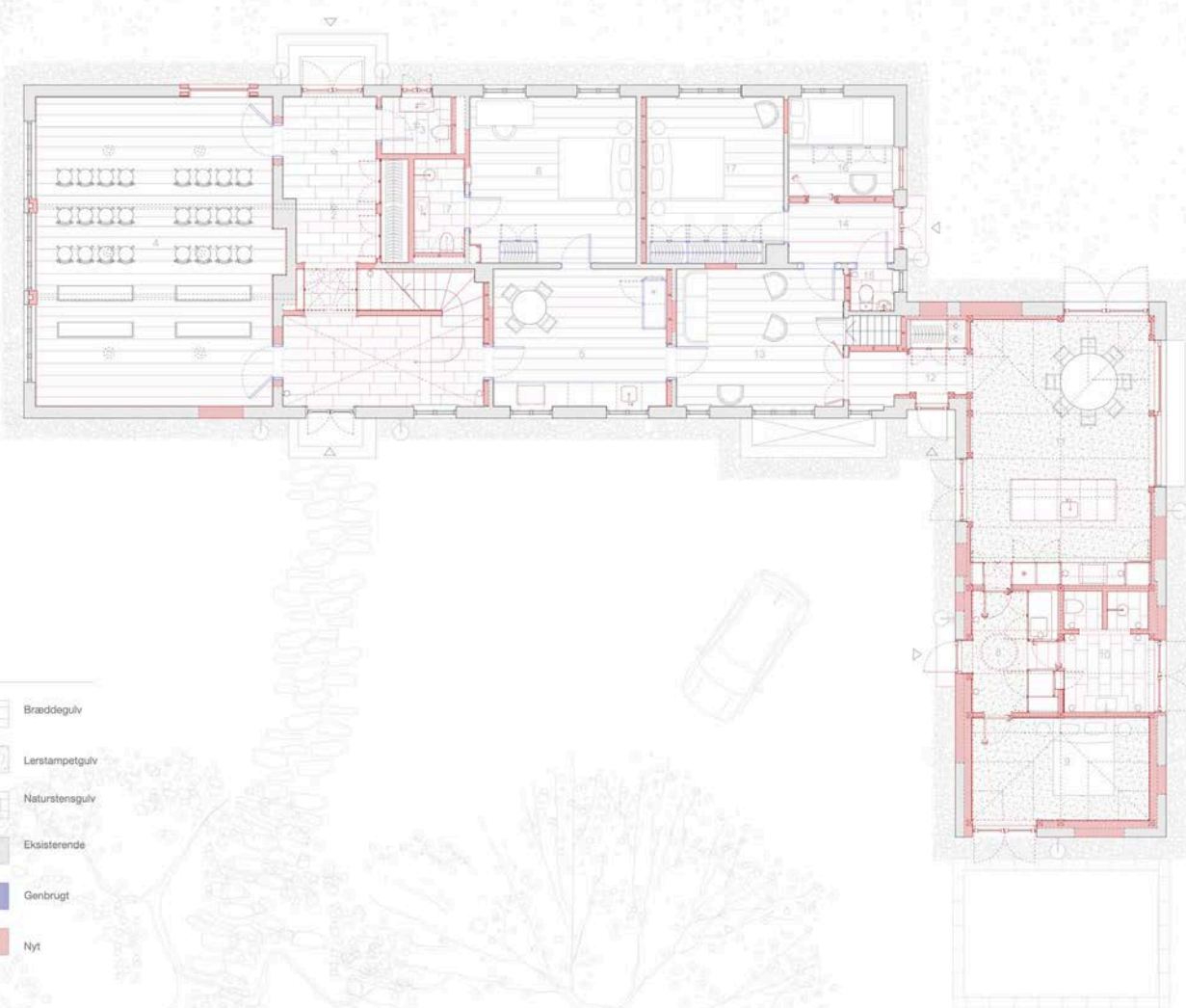
1. sal plan

Offentlig	
18 Trapperum	Bræddegulv
19 Mødelokale	
20 WC	Lerstampetgulv
21 Arbejdsrum	Naturstensgulv
22 Tekøkken	Eksisterende
	Genbrugt
	Nyt



Stueplan

Offentlig	
1 Entré	Bræddegulv
2 Garderobe	
3 WC	Lerstampetgulv
4 Skolesal	Naturstensgulv
5 Gæstekøkken	Eksisterende
6 Gæsteværelse	Genbrugt
7 Gæstebad	Nyt
Privat	
8 Entré & bryggers	
9 Soveværelse	
10 WC	
11 Køkken alrum	
12 Gang & entre	
13 Stue	
14 Gang & entre	
15 WC	
16 Berneværelse	
17 Soveværelse	





← Illustrative plantegninger

Djernes & Bell

- ❶ Nye restaureringstagvinduer
- ❷ Eksisterende teglvægge og muret gesims er istandsat med kalkmørtel
- ❸ Den gamle indgangsdør blev restaureret
- ❹ Ny plaque i natursten i tidligere vinduesåbning

Foto: Johan Dehlin



↑ Øverst: Hovedbygningen under renovering
Foto: Hampus Berndtson

↑ Nederst: Hedeskov Living Lab under renovering
Foto: Johan Dehlin

Hovedbygningen

Konstruktionsprincipper¹

Spær

Eksisterende spær, som var rådne ved tagfod, blev nedtaget og genanvendt. Grundet råd havde de eksisterende spær ikke den fornødne styrke og højde til den nye tagopbygning; de kunne derfor ikke få en bærende eller stabiliserende funktion i den nye konstruktion. De gamle spær blev genbrugt til hanebånd og andet synligt spær.

Hanebånd

Hanebånd blev udført med eksisterende træ fra tagkonstruktionen.

Bjælkelag

På grund af lasterne på etagedækket var det nødvendigt at supplere de eksisterende bjælker med nye for at sikre den fornødne bæreevne. De gamle bjælker blev pålasket med nye bjælker på siderne i samme arbejds gang som opretning af gulvet og genindsætning af lerindskud.

Bjælkeender og tagfod

Bjælkeender, der hvilede på murværket ved tagfoden, var flere steder i dårlig stand, da de var angrebet af råd. Bjælkeenderne blev repareret samtidig med isætning/pålaskning af rembjælke. Nye lasker hvilede på murværket ved tagfoden og blev indpakket, så de blev sikret mod opfugtning

i den nye konstruktion. Hvor bjælker blev suppleret med nye bjælker på hver side af de eksisterende, fungerede disse ligeledes som nyt vederlag på murværket.

Dobbelthøjt rum ved hall/trappe

I hallen ved det dobbelthøje rum blev der etableret en vandretliggende bjælke til optagelse af udadrettet, vandret last fra tagkonstruktionen, da denne ikke havde forbindelse til bjælker i etageadskillelsen. Der blev anvendt en 115×315 mm limtræsbjælke med 10 mm pilhøjde.

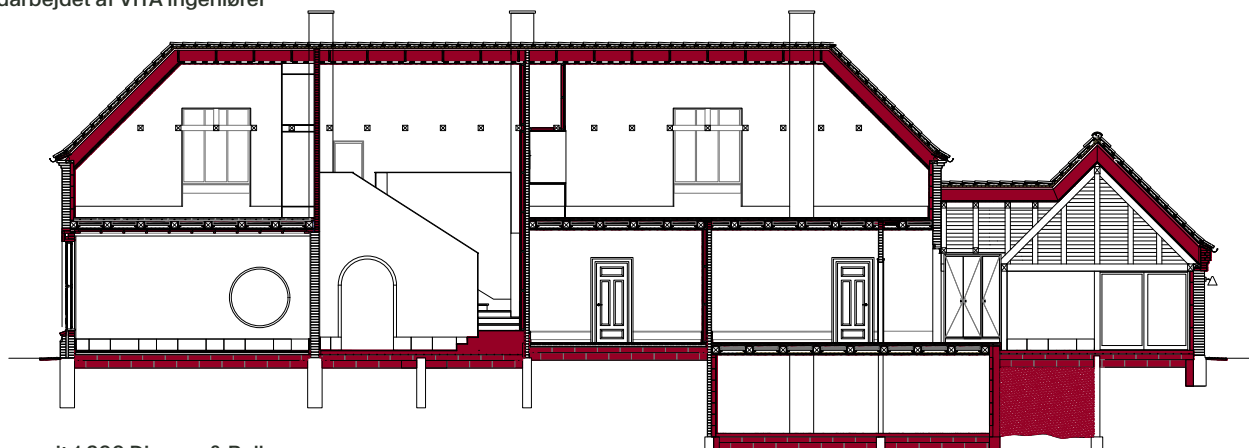
Murværk, gavl skolestue

Gavlen i skolestuen (eventsal) blev forstærket med nye murede søjler mellem vinduerne. Søjlerne blev etableret med muret søjle i bredsten og tjente som vederlag for henholdsvis bjælker i etageadskillelse samt muret overligger over de store vinduer. Formuren blev koblet til bagmur/søjle med bindere. Formuren foran søjlerne blev ommuret.

Fundament

Der blev ikke udført arbejde med underfundering, da den eksisterende fundamentering havde tilstrækkelig dybde. De nye opmurede søjler i skolestuen fik mindre nye sidefundamenter.

❶ Fra notat: Konstruktioner og principper for hovedbygning udarbejdet af VITA ingeniører



Tværsnit 1:200 Djernes & Bell

1 Tagkonstruktion hovedbygningen
Halvvalmet udhængstag, taghældning 45°.
Træfiberisolering isoleret parallelt med tagfladen.

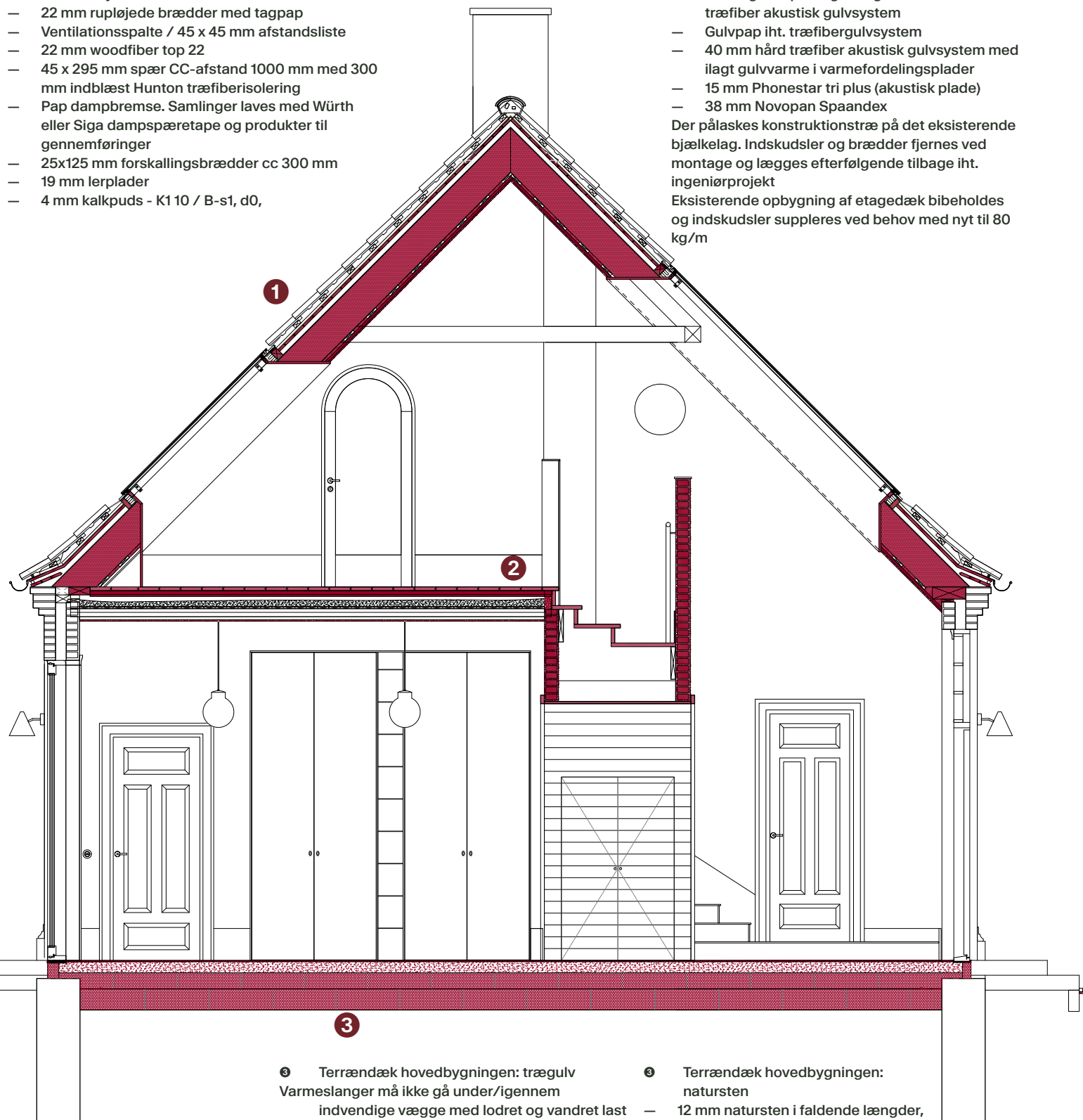
- Teglsten
- 38x72 mm T1 taglægter.
- 25 mm skilleliste
- 22 mm rupløjede brædder med tagpap
- Ventilationsspalte / 45 x 45 mm afstandsliste
- 22 mm woodfiber top 22
- 45 x 295 mm spær CC-afstand 1000 mm med 300 mm indblæst Hunton træfiberisolering
- Pap dampbremse. Samlinger laves med Würth eller Siga dampspæretape og produkter til gennemføringer
- 25x125 mm forskallingsbrædder cc 300 mm
- 19 mm lerplader
- 4 mm kalkpuds - K1 10 / B-s1, d0,

2 Etagedæk hovedbygningen
Eksisterende etagedæk renoveres, så det lever op til: $R'w \geq 55 \text{ dB}$, $L'n, w \leq 53 \text{ dB}$.
Brandkrav: REI 60.

- 35 mm bræddegulv monteres med skjulte montager i ophængte lægter i 40 mm hård træfiber akustisk gulvsystem
- Gulvpap iht. træfibergulvsystem
- 40 mm hård træfiber akustisk gulvsystem med ilagt gulvvarme i varmfordelingsplader
- 15 mm Phonestar tri plus (akustisk plade)
- 38 mm Novopan Spaandex

Der pålæses konstruktionstræ på det eksisterende bjælkelag. Indskudsler og brædder fjernes ved montage og lægges efterfølgende tilbage iht. ingeniørprojekt

Eksisterende opbygning af etagedæk bibeholdes og indskudsler suppleres ved behov med nyt til 80 kg/m



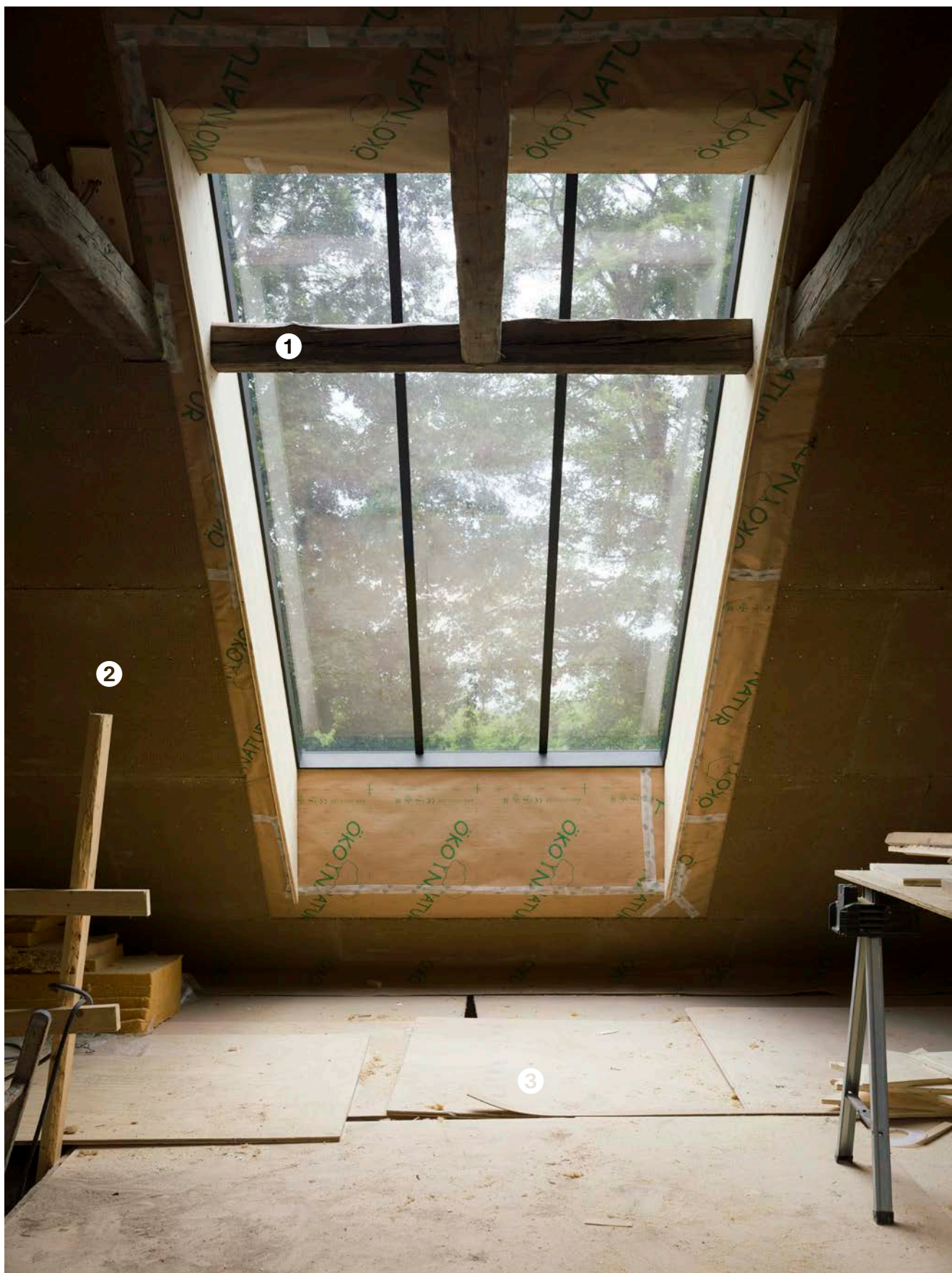
3 Terrændæk hovedbygningen: trægulv
Varmeslanger må ikke gå under/igennem indvendige vægge med lodret og vandret last

- 35 mm bræddegulv monteres med skjulte montager i gulvstrøer
- Gråt gulvpap (400 g/m²)
- 21x95 mm høvlede forskallingsbrædder
- Varmefordelingsplader alu m/varmeslanger
- 45 mm strøopbygning med opretning cc 600 mm
- 15 mm opretningslag
- 350 mm Foamglass T3+, to pladelag af 200 mm og 150 mm med forskudte samlinger med samlinger til bæredygtigt underlag. Plader skal samles, så de er damp- og fugttætte

3 Terrændæk hovedbygningen: natursten

- 12 mm natursten i faldende længder, bredde 300 mm
- 6 mm kalkmørtel egnet til natursten
- 98 mm kalkbeton
- 350 mm Foamglass T3+, to pladelag af 200 mm og 150 mm med forskudte samlinger med samlinger til bæredygtigt underlag. Plader skal samles, så de er damp- og fugttætte

↑ Som udført snit hovedbygningen 1:50



- ❶ Hanebånd og udveksling omkring tagvindue med genbrugte spær
- ❷ Lerplader samt kalkpuds som indvendig afslutning blev foreslået af en entreprenør som erstatning for det oprindeligt foreslåede 'Living Board', rørvæv og kalkpuds. Dette var en besparelse på både tid, materialer og økonomi
- ❸ Det eksisterende etagedæk blev renoveret og forstærket med reparationer og pålaskninger. Eksisterende lerindskud blev rensat, knust og suppleret

Foto: Hampus Berndtson



↑ Formidlingslokalet inden opbygningen af det nye terrændæk

Foto: Hampus Berndtson



↑ Hovedbygningen under renovering. Terrændæk i kalkbeton

Foto: Hampus Berndtson



↑ Terrændæk i formidlingslokalet inden fastgørelse af trægulvet

Foto: Hedeskov

Bygningsdele og opbygninger

Hovedbygning terrændæk

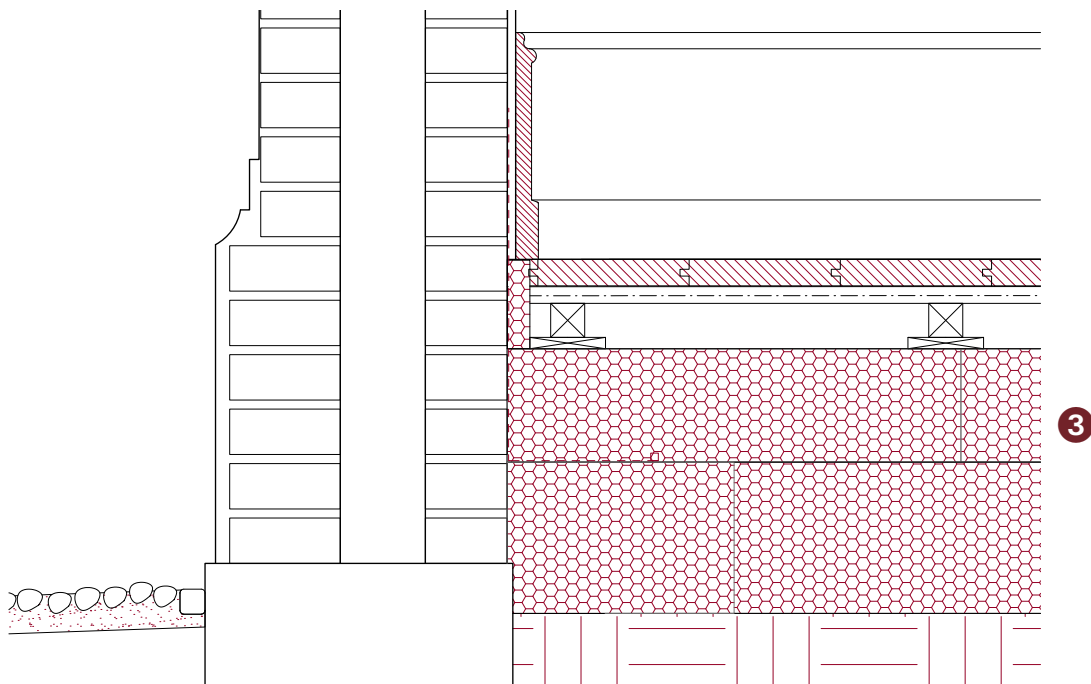
Sandet fra udgravningen blev genanvendt i blandinger til lerpuds i bygningen.

Celleglasblokke blev valgt som isolering, da ekspanderet genbrugsglas krævede minimal udgravningsdybde og eliminerede behovet for ny fundering. Samtidig fungerede celleglas som kapillarbrydende lag. Celleglas blev lagt i to lag med forskudte samlinger og begge lag blev limet. Øverste lag udgør tæthedsplanet i terræn og således også radonspærren. Tæthedsplaner sammenkobles ved brug af fugtspærre og membraner.

De gamle trægulve blev nænsomt demonteret og genbrugt til nyt inventar.

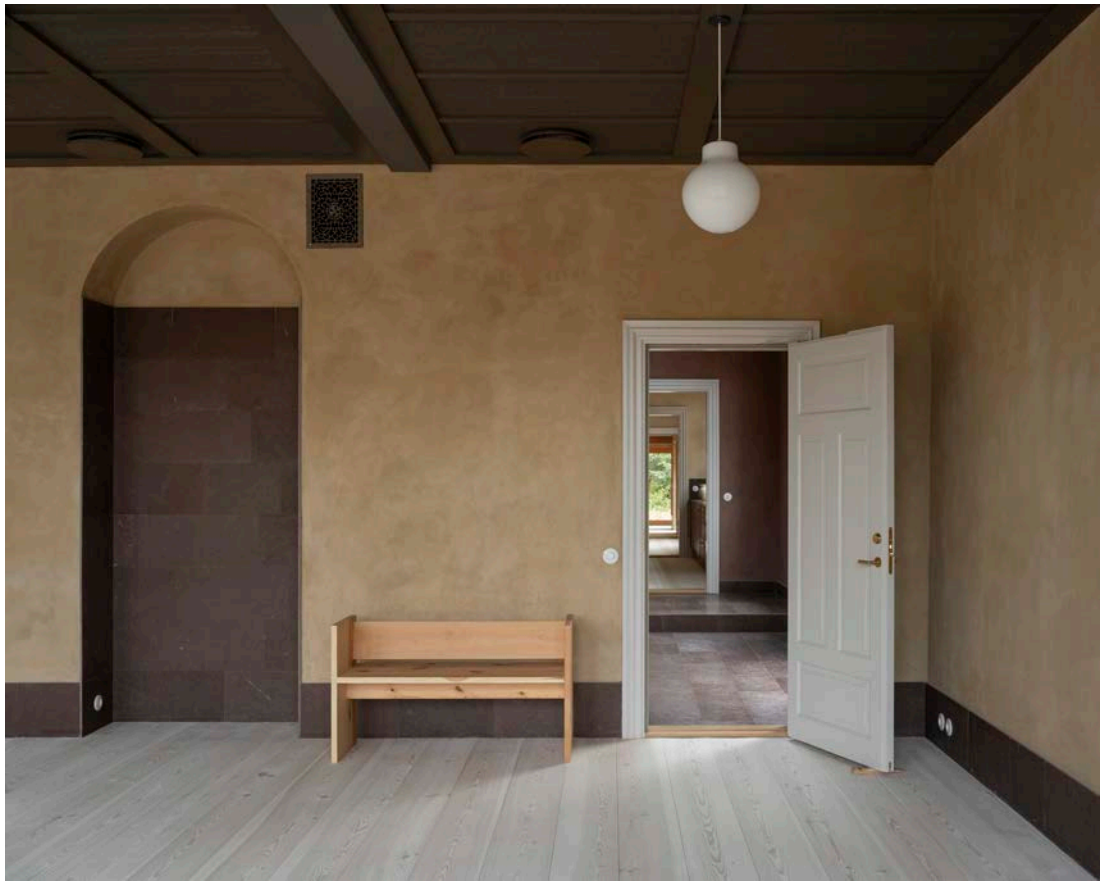
Livscyklusanalysen (LCA) for det tilførte terrændæk viste et CO₂-aftryk på 0,75 kg CO₂-ækv/m²/år ifølge BUILD-rapporten (se s. 160).

Muslingeskaller blev overvejet som alternativ, men krævede tre gange så dyb en udgravning, hvilket ville have nødvendiggjort underfundering. Derudover fandtes ingen eksisterende forsyningskæde for bæredygtigt indkøb, og mulige afgasningsproblemer var uafklarede.



- ② Terrændæk hovedbygningen: trægulv
Varmeslanger må ikke gå under/igennem indvendige vægge med lodret og vandret last
- 35 mm bræddegulv monteres med skjulte montager i gulvstrøer
 - Gråt gulvpap (400 g/m²)
 - 21x95 mm høvlede forskallingsbrædder
 - Varmefordelingsplader alu m/varmeslanger
 - 45 mm strøopbygning med opretning cc 600 mm og træfiberbatts
 - 15 mm opretningslag
 - 350 mm Foamglass T3+, to pladelag af 200 mm og 150 mm med forskudte samlinger med samlinger til bæredygtigt underlag. Plader skal samles, så de er damp- og fugttætte

- ③ Terrændæk hovedbygningen: natursten
- 12 mm natursten i faldende længder, bredde 300 mm
 - 6 mm kalkmørtel egnet til natursten
 - 98 mm kalkbeton
 - 350 mm Foamglass T3+, to pladelag af 200 mm og 150 mm med forskudte samlinger med samlinger til bæredygtigt underlag. Plader skal samles, så de er damp- og fugttætte

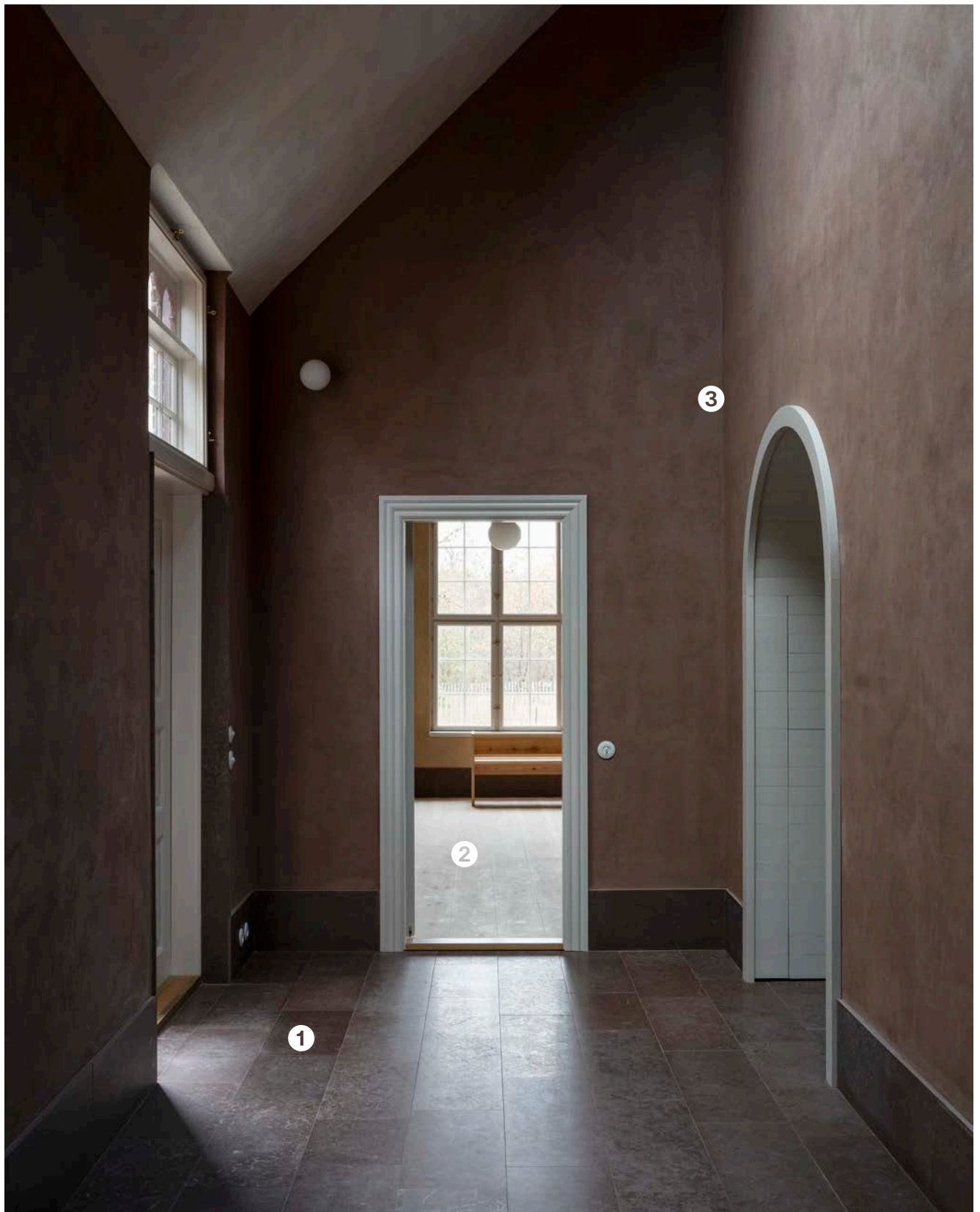


↑ Øverst: Formidlingslokalet efter renovering

Foto: Johan Dehlin

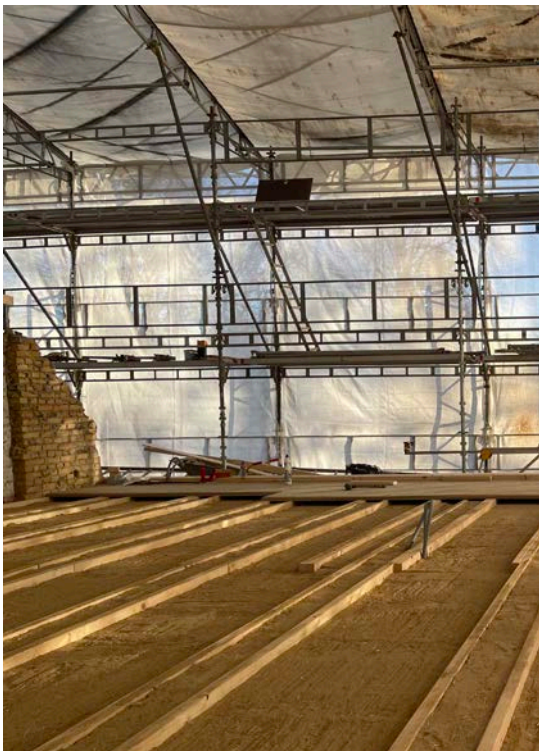
↑ Nederst: Formidlingslokalet efter renovering

Foto: Johan Dehlin



- ❶ Svensk ølandssten på kalkbeton
- ❷ Dinesen trægulv
- ❸ Lerpudsede vægge

Foto: Johan Dehlin



↑ Øverst: Etagedæk under renovering. Pålaskninger og indskudsbrædder ses

Foto: Hedeskov

↑ Etagedæk under renovering. Det gamle lerindskud er blevet fjernet, rensat, knust og geninstalleret

Foto: Hedeskov

↑ Rensning og knusning af det gamle lerindskud

Foto: Hedeskov

Bygningsdele og opbygninger

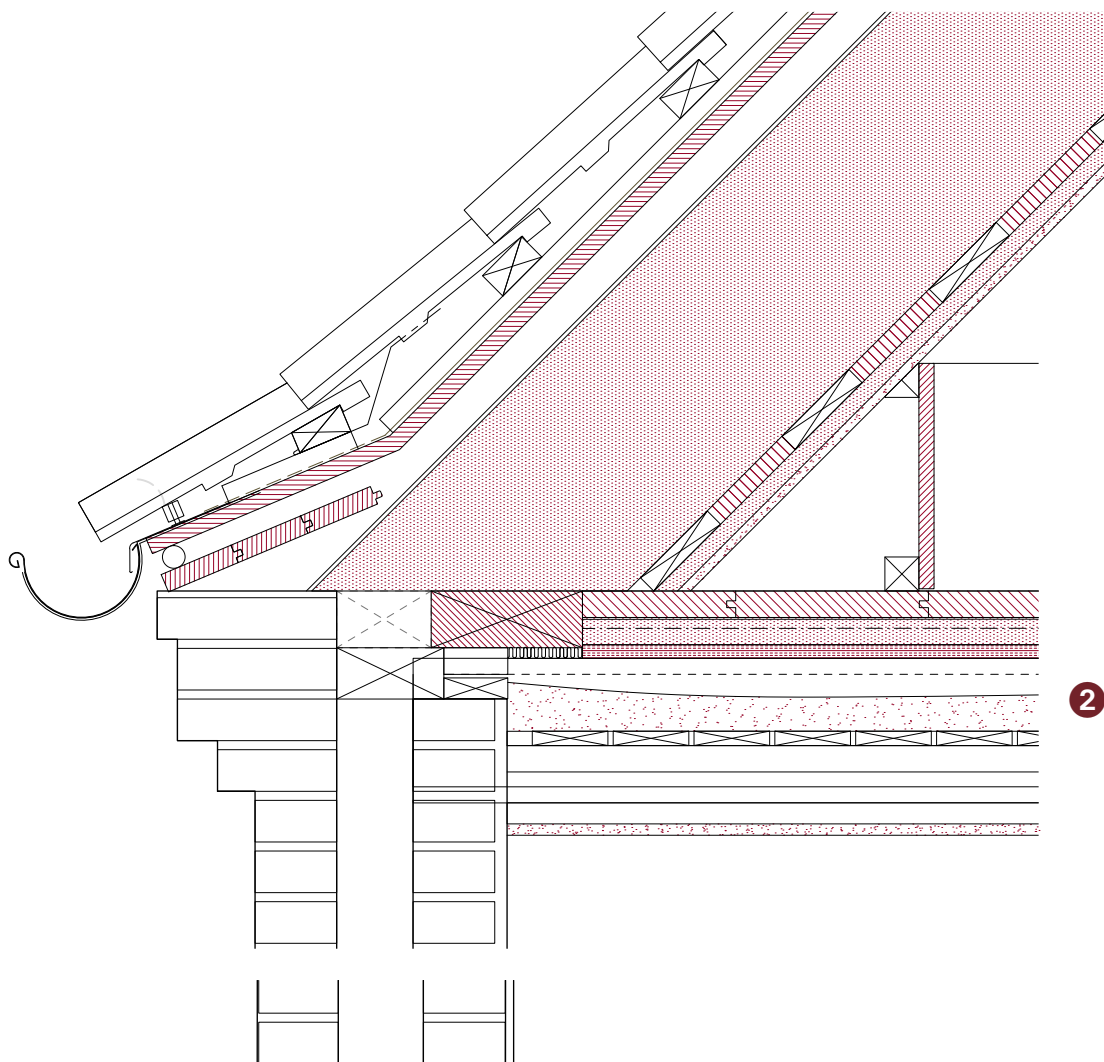
Hovedbygningen etagedæk

De 100 år gamle lerindskud blev genbrugt. Materialet blev transporteret ud af bygningen via transportbånd, knust og returneret til bygningen, hvor det blev suppleret efter behov.

De originale lerindskudsbrædder blev genbrugt, men måtte flyttes.

Loft og loftopbygning blev bevaret.

BYGERFA-blad 23180305 om brandsikring og lydisolering af trækonstruktioner ved ombygning og renovering blev anvendt som reference.



② Etagedæk hovedbygningen

Eksisterende etagedæk renoveres, så det lever op til: $R'w \geq 55 \text{ dB}$, $L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$.

Brandkrav: REI 60.

- 35 mm bræddegulv monteres med skjulte montager i ophængte lægter i 40 mm hård træfiber akustisk gulvsystem
- Gulvpap iht. træfibergulvsystem
- 40 mm hård træfiber akustisk gulvsystem med ilagt gulvvarme i varmefordelingsplader
- 15 mm Phonestar tri plus (akustisk plade)
- 38 mm Novopan Spaandex

Der pålaskes konstruktionstræ på det eksisterende bjælkelag. Indskudsler og brædder fjernes ved montage og lægges efterfølgende tilbage iht. ingeniørprojekt

Eksisterende opbygning af etagedæk bibeholdes og indskudsler suppleres ved behov med nyt til 80 kg/m



↑ Øverst: Trapperepos på 1. sal i hovedbygningen

Foto: Johan Dehlin

↑ Mødelokalet på 1. sal i hovedbygningen

Foto: Monica Steffensen



- ❶ Massivt plankegulv i fyr
- ❷ Høje fodlister tillader en god afslutning mellem gulv og loftsflader og en nem føringsvej for el og kabler. Samtidig skaber de en mere robust overflade i forbindelse med rengøring og brug
- ❸ Fleksible møbelsystemer i 3. sorterings fyrreplanker

Foto: Johan Dehlin



↑ Øverst tv: Fugtskadede spærender

Foto: Hedeskov

↑ Øverst th: Nænsom afmontering af tagsten, som bevares til brug på en anden af Hedeskovs bygninger

Foto: Hedeskov

↑ Nederst tv: Nykalket repareret, muret gesims og nyopført tagkonstruktion opskalk i træ med træfiberisolering

Foto: Djernes & Bell

↑ Nederst th: Lerplader er brugt som indvendig pladeafslutning i stedet for Living Board, rørvæv og grovpuds. Dette var en optimering på materialebrug og håndværkertimer og betød, at der kun skulle laves tyndpuds som afslutning

Foto: Hedeskov

❶ Tagkonstruktion hovedbygning

Halvvalmet udhængstag, taghældning 45°. Træfiberisolering isoleret parallelt med tagfladen

- Teglsten
- 38x72 mm T1 taglægter
- 25 mm skylleliste
- 22 mm rupløjede brædder med tagpap
- Ventilationsspalte / 45 x 45 mm afstandslister
- 22 mm woodfiber top 22
- 45 x 295 mm spær CC-afstand 1000 mm med 300 mm indblæst Hunton træfiberisolering
- Pap dampbremse. Samlinger laves med Würth eller Siga dampspærretape og produkter til gennemføringer
- 25x125 mm forskallingsbrædder cc 300 mm
- 19 mm lerplader
- 4 mm kalkpuds - K1 10 / B-s1, d0,

Bygningsdele og opbygninger

Hovedbygningen tag

De eksisterende spær var fugtskadede ved tagfoden og kunne derfor ikke genbruges.

Det nedtagne træ, som stadig var sundt, blev genbrugt til korte, synlige hanebånd og udvekslingsbjælker.

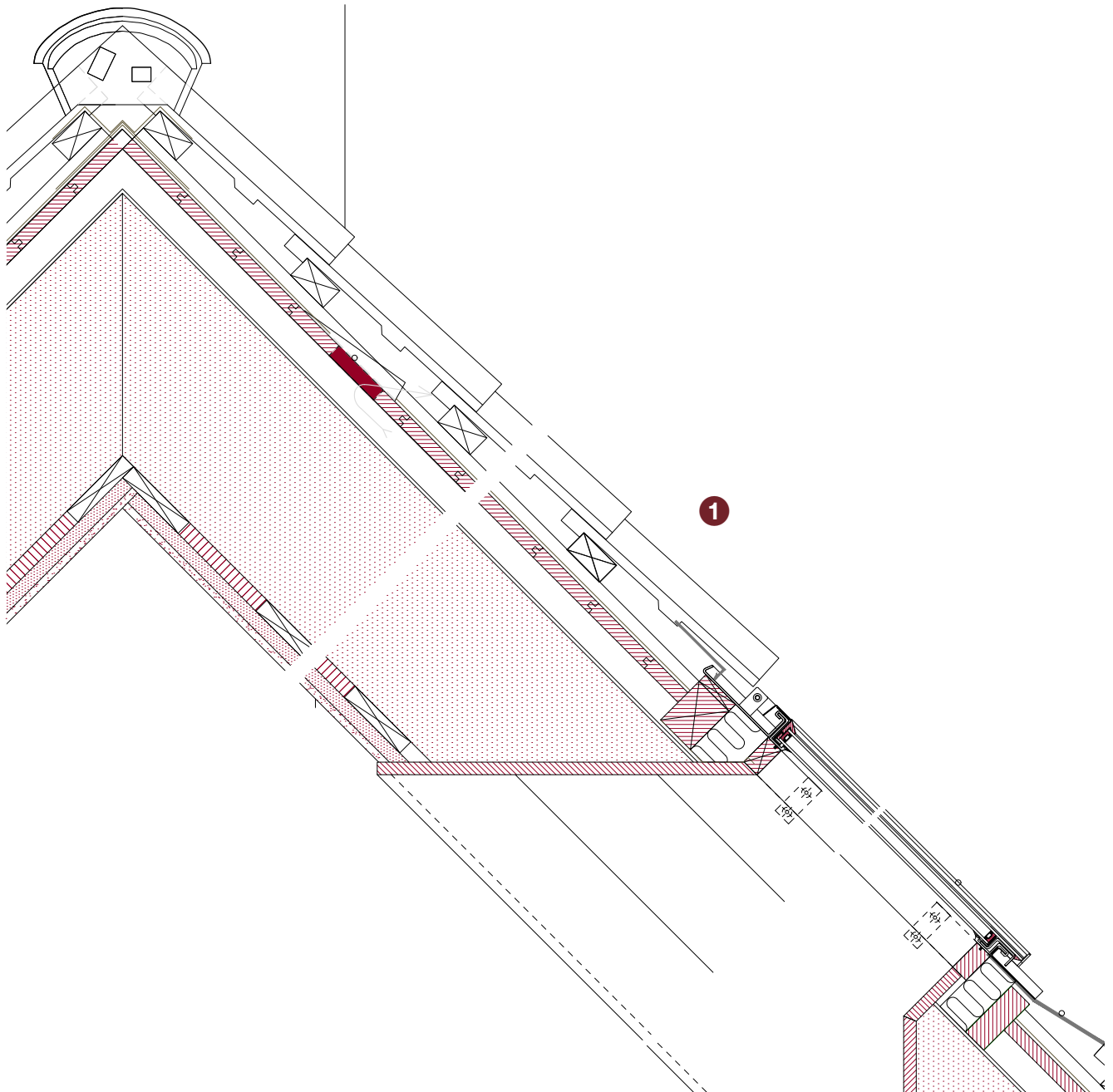
Træ, der ikke kunne genbruges, blev omdannet til biochar og udbragt på markerne.

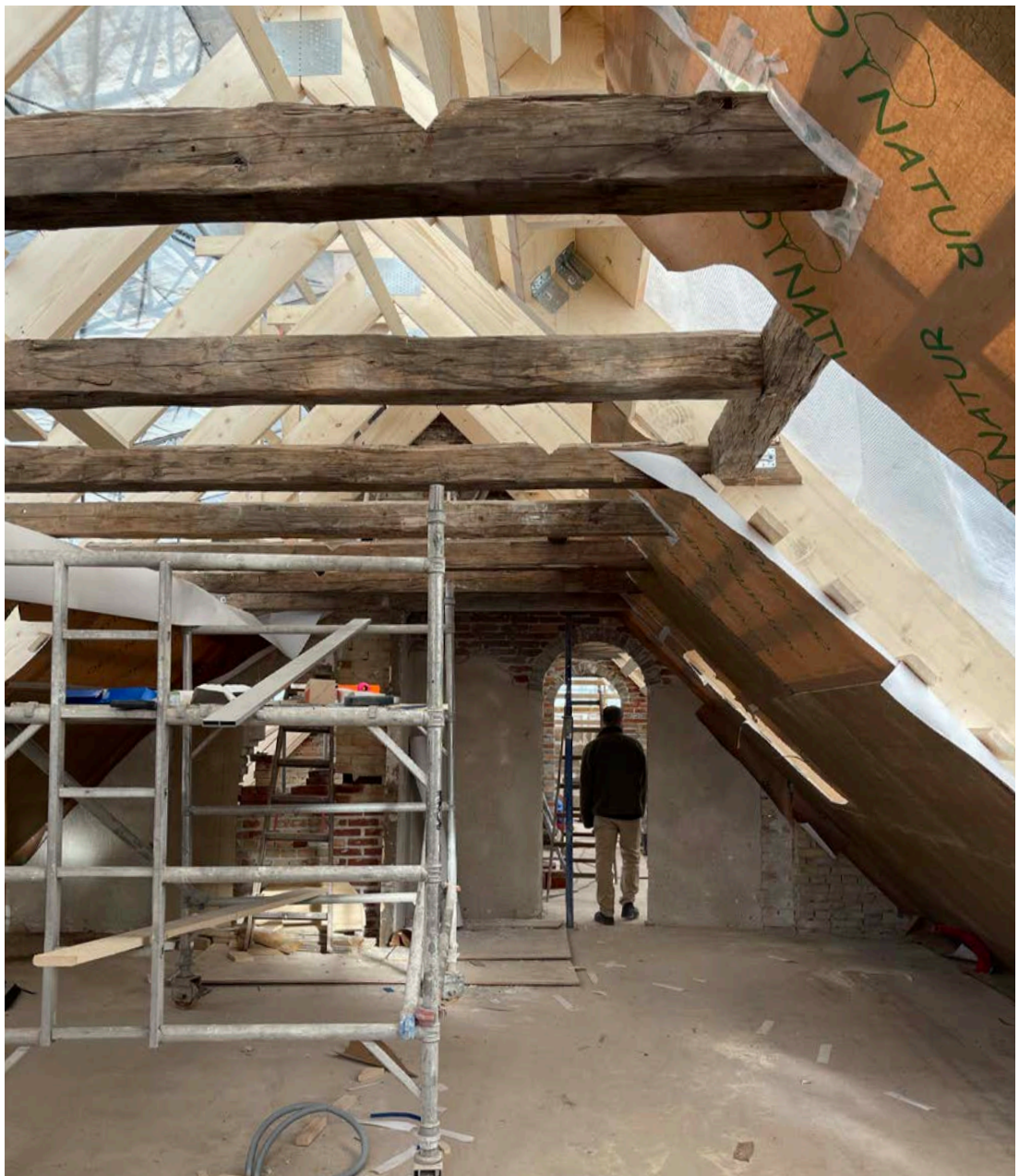
De 100 år gamle tagsten, der stadig var intakte, blev taget ned og

opbevaret til senere brug på andre bygninger.

Taget blev udført med fast undertag for at imødekomme entreprenørens garantikrav.

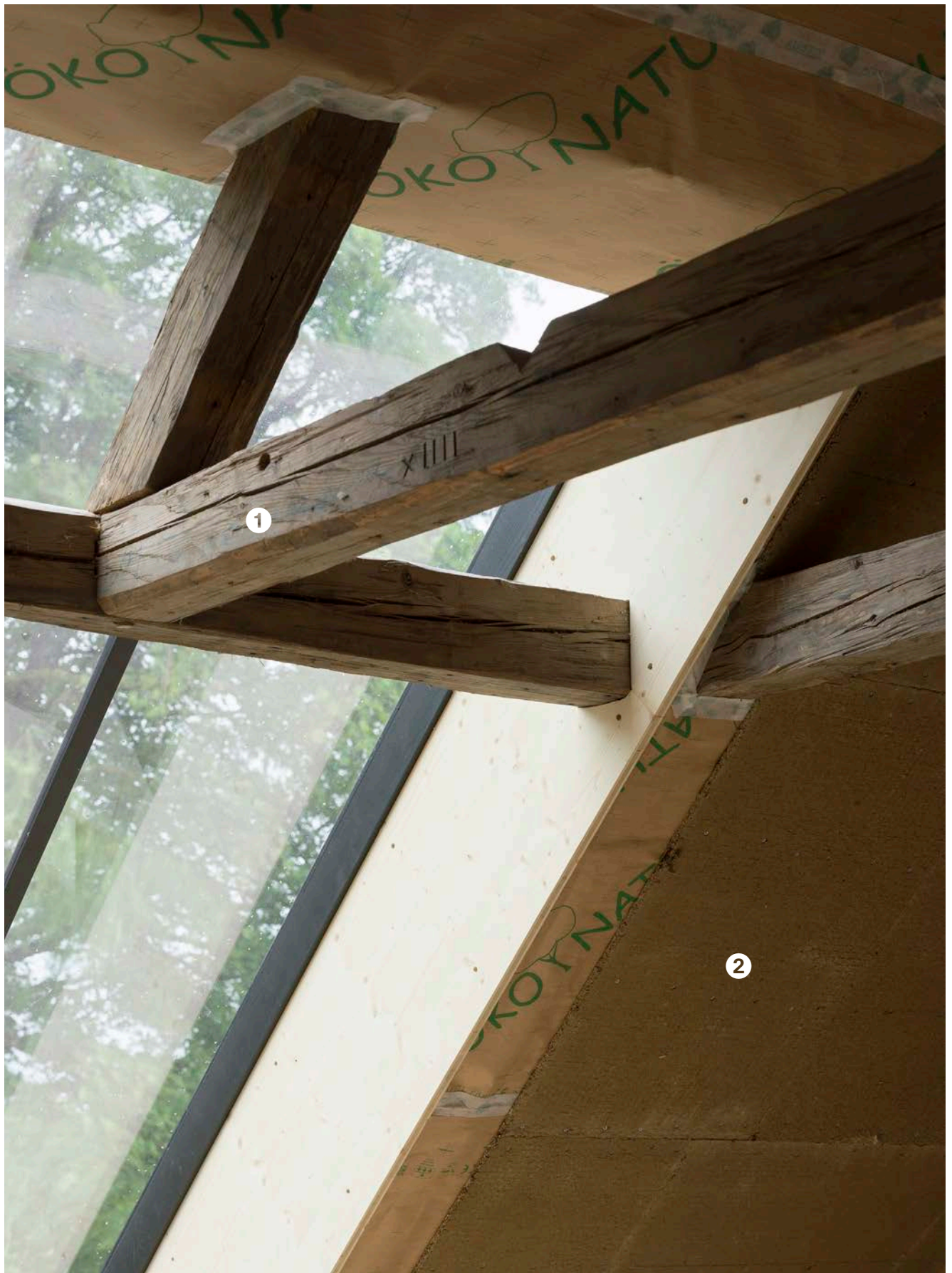
Der fandtes begrænset dokumentation og evidens for fugthåndtering og ventilation i træfiberbaserede, semi-faste undertag, særligt i forhold til levetid og risiko for skimmelvækst.





↑ Øverst: Tagkonstruktion under opbygning
Foto: Hedeskov

↑ Nederst: Montering af lerplader på papdampbremse
Foto: Hedeskov



- ❶ Hanebånd og udveksling omkring tagvindue med genbrugte spær
- ❷ Lerplader som indvendig afslutning

Foto: Hampus Berndtson



↑ Øverst: Hempcreteblokke brugt som efterisolering. Lerplader som afslutning på 1. sal
Foto: Hampus Berndtson

← Nederst tv: Hempcreteblokke brugt som efterisolering. Lerplader som afslutning på 1. sal

Foto: Hampus Berndtson

← Nederst th: Hul til nyt vinue i eksisterende, hulmurede vægge i formidlingslokalet

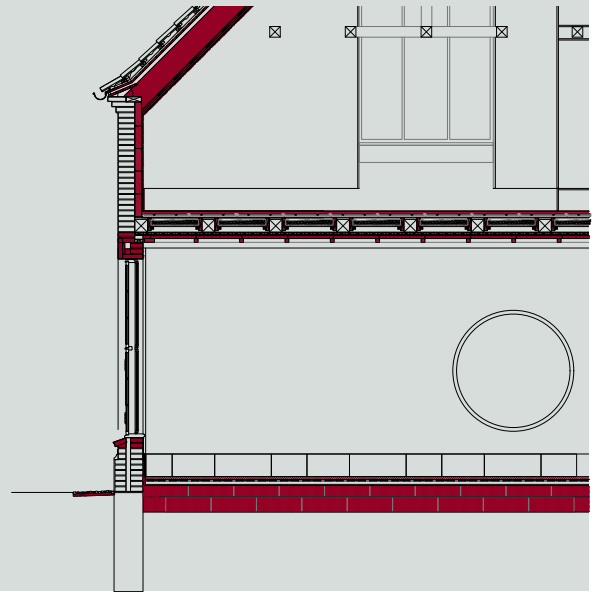
Foto: Hedeskov

Bygningsdele og opbygninger

Hovedbygningen ydrevægge

De eksisterende, hulumrede facader på hovedbygningen var allerede hulumursisolerede.

Gavlstykkerne på 1. sal, som bestod af halvstensvægge, blev efterisoleret med hempcrete blokke løsholdt den eksisterende halvstens bagmur.



↑ Eksisterende hulumrede ydrevægge var isoleret inden renoveringen. Derfor blev det vurderet, at ydeligere efterisolering var unødvendig

Foto: Johan Dehlin



- ❶ Delvis ny skillevæg i genbrugsmursten
- ❷ Lerprøver på grovpuds i kalk

Bygningsdele og opbygninger

Hovedbygningen indervægge

De eksisterende, murede skillevægge blev bevaret, repareret og justeret, da bygningens planløsning stort set forblev uændret. Væggene blev sandblæst for at fjerne løse partikler og ikke-bæredygtige kalkpudslag.

Nye skillevægge på 1. sal blev opført i genbrugstegl. Murerne, som havde erfaring fra Per Kirkebys kunstværker, skabte mønstre med både æstetisk og kunstnerisk kvalitet, hvilket viste potentialet i genbrugstegl som et visuelt og taktilt materiale.

Grovpuds blev udført i kalkpuds, valgt på baggrund af murernes præferencer for et velkendt materiale.

Finpuds blev udført med stedsbaseret lerpuds, hvilket afspejlede en kontekstuel tilgang til materialebrug.

Historisk set ville grovpuds typisk være lavet af ler grundet materialets lokale tilgængelighed, mens kalk blev anvendt til at skabe en mere robust, færdig overflade.

Lerpudsblandingen indeholdt almindeligt hvedemel og blev armeret med fibre af dunhammer fra Hedeskov, hvilket forbedrede styrken.



↑ Nye skillevægge på 1. sal i genbrugstegl

Foto: Hampus Berndtson



↑ Nedtagne mursten fra eksisterende bygning, rensed og opbevaret til skillevægge andre steder i bygningen

Foto: Hedeskov



- ❶ Skorsten efter påføring af kokasseblanding
- ❷ Kokasse fra den lokale dyrlæge, klar til opblanding og påføring

Fotos: Hedeskov

Bygningsdele og opbygninger

Hovedbygningen - brug af kokasse til skorstensforsejling

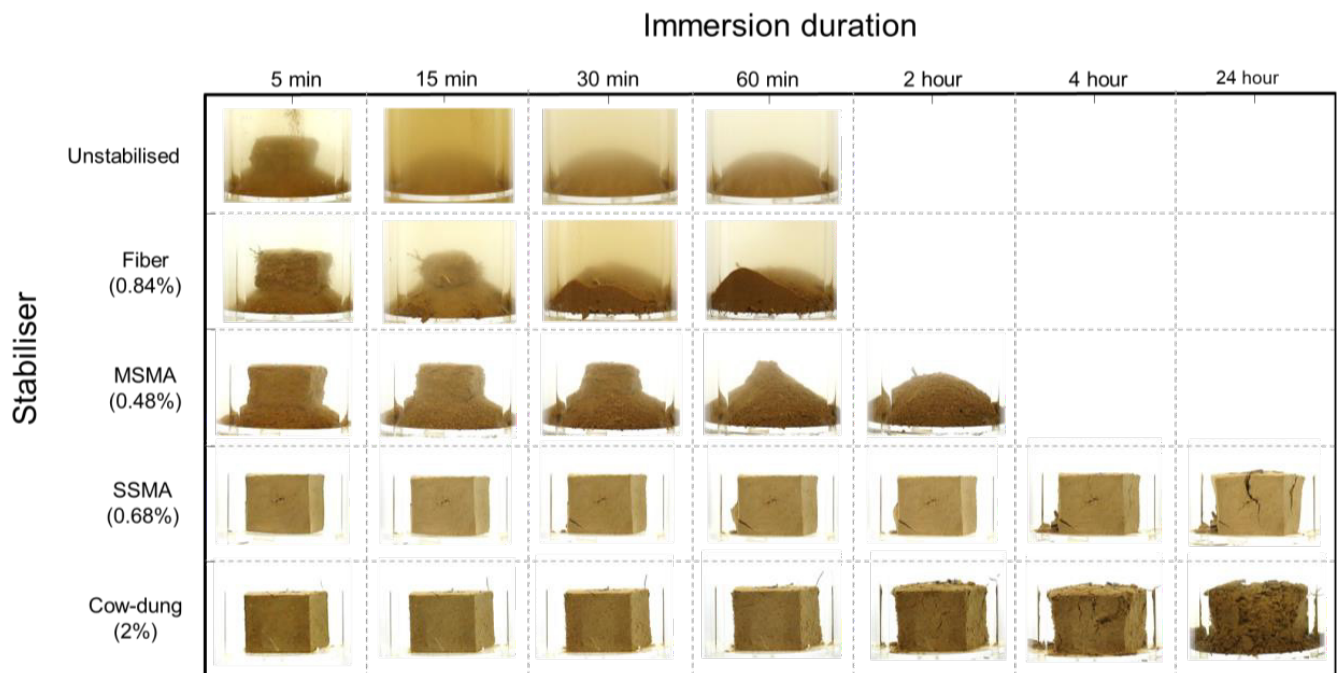
En kokasse masse blev anvendt som en vandafvisende forsejling på skorstenen; en metode med rødder i både dansk husmandsråd og traditionel byggeskik fra Indien og Afrika.

Denne teknik udnytter den mikrobiotiske biomasses egenskaber til effektivt at forhindre fugtindtrængen og beskytte

konstruktionen.

Kokassens naturlige sammensætning gør den til et holdbart og bæredygtigt alternativ til syntetiske forsejlinger.

Materialet afgav lugt, indtil det var tørt, hvorefter alle lugtgener forsvandt.



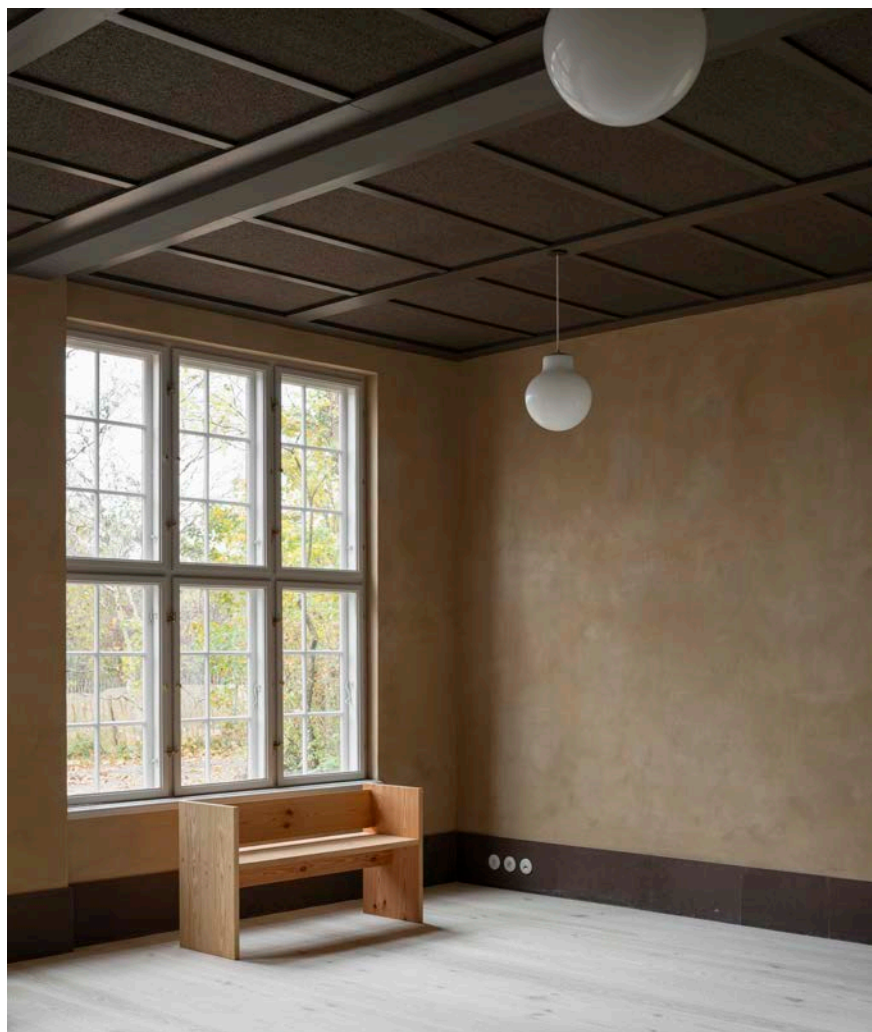
↑ Neddykningsforsøg med stabiliserede jordblokke. Den relative mængde stabilisator fremgår. Blokkene blev fremstillet med et vandindhold på 16-17 % højere end det optimale. SSMA's (små mikrobielle aggregater) vandafvisende effekt i kogødning ses tydeligt.

↑ 'Kokasse er et af de mest anvendte, men mindst forståede biologiske stabiliseringsmidler i jordbyggeri. Denne undersøgelse viser, at små mikrobielle aggregater rige på fedtsyrer er ansvarlige for kogødningens vandafvisende egenskaber – ikke fibre, som ellers antaget. Tværtimod kan færre fibre øge vandresistensen. pH-målinger af frisk og tør kogødning samt jordblandinger lå mellem 6-9, hvilket viser, at et alkalisk miljø ikke er nødvendigt for forbedret vandafvisning. Med stigende interesse for økologiske byggematerialer kan kogødning-stabiliserede jordblokke forbedre holdbarheden markant ved brug af lokale ressourcer'

Kilde:

What Makes Cow-Dung Stabilised Earthen Block Water-Resistant

Construction Technologies and Architecture, 2022/01/06, Kulshreshtha, Yask, Vardon, Phil, Meesters, Gabrie, Loosdrecht, Mark, Mota, Nelson, Jonkers, Henk



↑ Formidlingslokalet med ny branddør produceret i fyrretræ

Foto: Hampus Berndtson

← Færdigt vinduesparti i formidlingslokalet efter restaurering. Nye forsatsvinduer alle behandlet med linoliemaling

Foto: Johan Dehlin

Bygningsdele og opbygninger

Hovedbygningen vinduer og døre

De eksisterende trævinduer i hovedbygningen blev restaureret af snedker, som også fremstillede nye forsatsvinduer i træ.

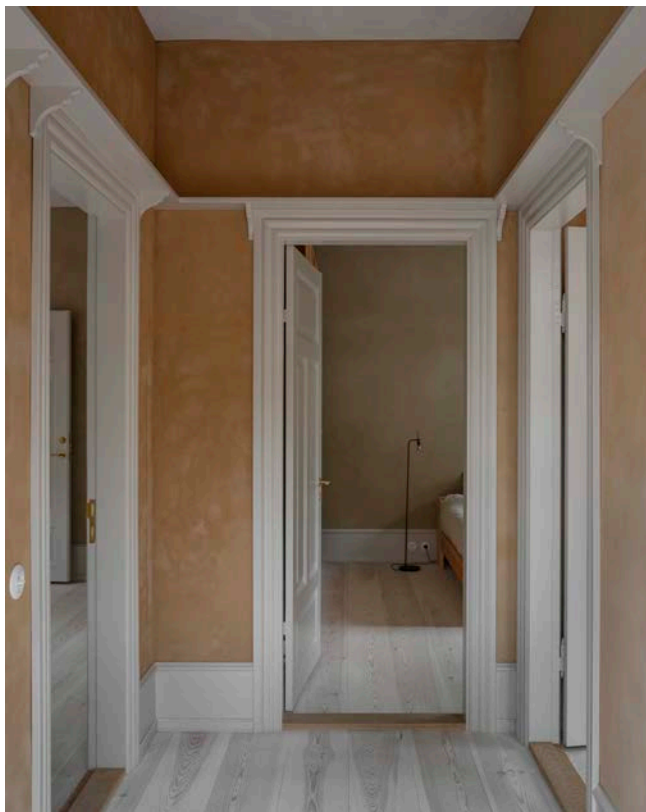
De nye facadepartier i hovedbygningen blev udført med døre og vinduespartier fra en lokal snedkervirksomhed.

Indvendige døre blev registreret og genanvendt, hvor der ikke var krav om branddøre. Nye branddøre blev specialfremstillet til at matche de

eksisterende.

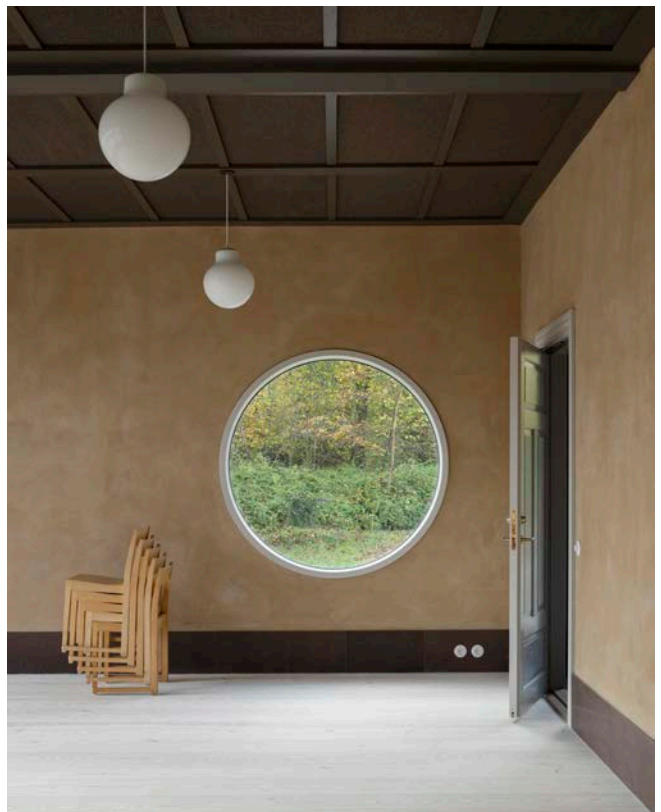
Bagstopning af facadepartier blev udført med flakstjære ("Krakaværk") – 100% ren, kartet og tjæret hør – et effektivt og diffusionsåbent stoppemateriale, velegnet til både nybyg og renovering.

Alle døre og vinduespartier blev malet med danskproduceret linoliemaling.



↑ Indvendige døre restaureret og behandlet med linoliemaling

Foto: Johan Dehlin



↑ Nyt vinduesparti, som skal understøtte og fremme forbindelse mellem bygning og natur

Foto: Johan Dehlin



↑ Restaureret vinduesparti
geninstalleret i formidlingslokalet

Foto: Hampus Berndtson

← Ny branddør i fyr på 1. sal

Foto: Djernes & Bell

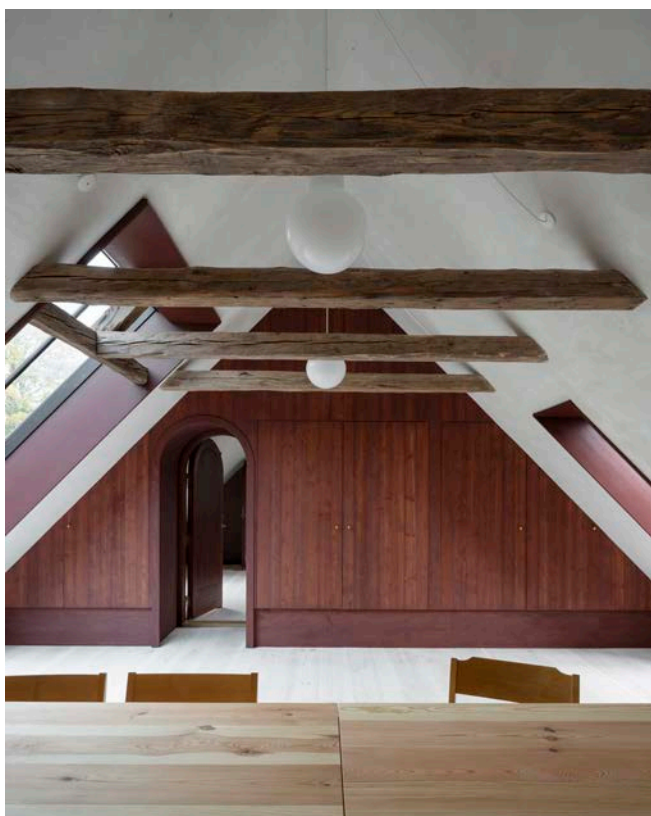
← Krakaværk brugt som bagstopning af
facadepartier

Foto: Djernes & Bell



- ❶ Restaureret vinduesparti geninstalleret i formidlingslokalet
- ❷ Et nyt rundt vindue skaber uventet blik til landskabet, som understøtter forbindelsen mellem bygning og natur

Foto: Hampus Berndtson



↑ Øverst: Inventarvæg i mødelokalet på 1. sal med fronter af genbrugte gulvbrædder. Behandlet med indfarvet linolie

Foto: Monica Steffensen

↑ Nederst tv: Inventarvæg i mødelokalet på 1. sal med fronter af genbrugte gulvbrædder. Behandlet med indfarvet linolie

Foto: Johan Dehlin



↑ Nederst th: Nyt køkken med fronter af genbrugte gulvbrædder

Foto: Johan Dehlin

→ Billede af skolestuen inden renoveringen. Gulvbrædder, som bliver genbrugt til inventar

Foto: Hedeskov

Bygningsdele og opbygninger

Hovedbygningen inventar

Inventaret i sidelængen fik fronter fremstillet af de gamle gulvbrædder fra stueetagen og 1. sal i hovedbygningen.

Brædderne blev nedtaget og transporteret til et lokalt snedkerfirma, hvor de blev høvlet og forarbejdet til skabe og skuffefronter. Disse blev orienteret både vandret og lodret for at skabe en varieret og harmonisk overflade.

Fronterne blev behandlet med Satin Wood Oil fra Linolie & Pigment i farven Dodenkop og Rom, inspireret af farvepaletten fra den oprindelige hovedbygning.





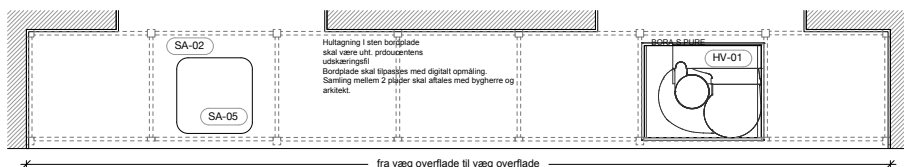
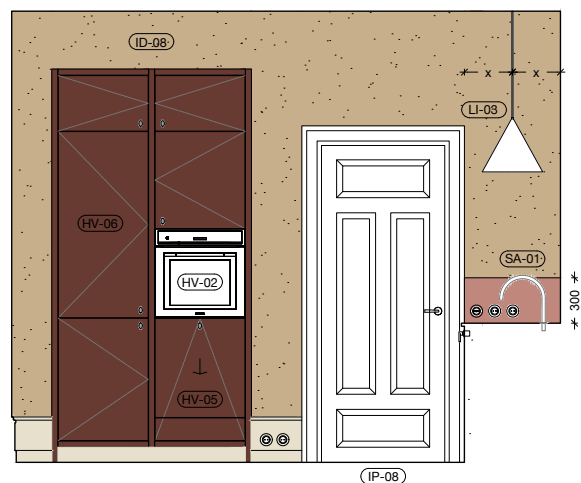
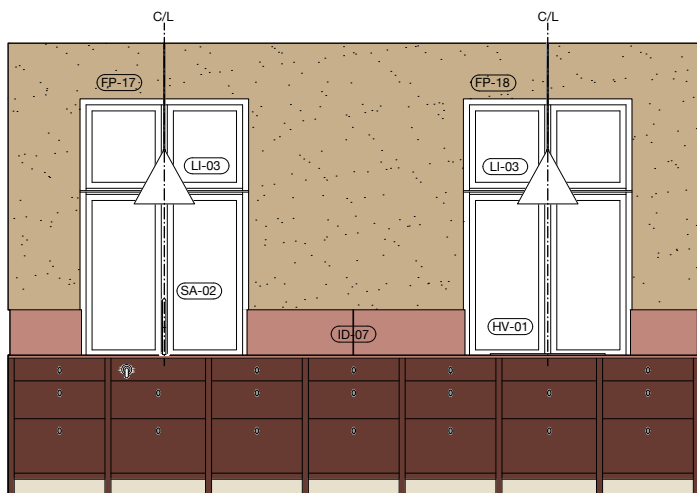
↑ Bearbejdning af de gamle gulvbrædder til nyt inventar

Fotos: Kalø Køkkenet



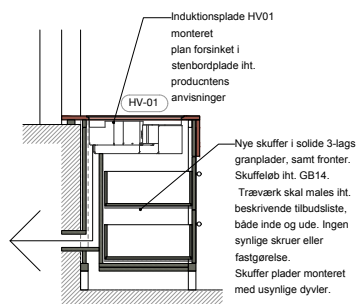
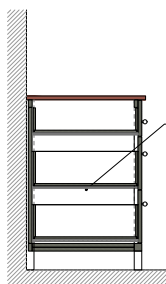
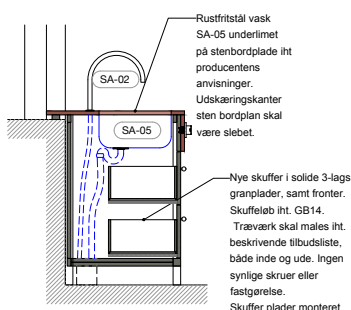
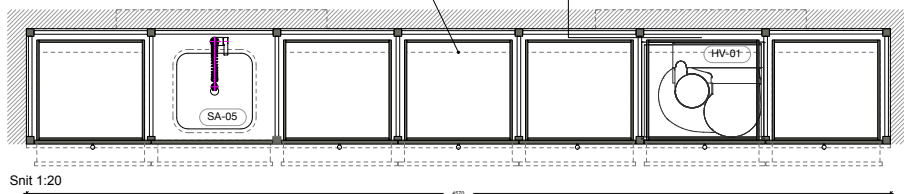
↑ Bearbejdning af de gamle gulvbrædder til nyt inventar

Fotos: Kalø Køkkenet



Bordplade princip

Nye skuffer i solide 3-lags fyrtræsplader, samt fronter.
Skuffeløb iht. GB14.
Træværk skal males iht. beskrivende tilbudsliste, både inde og ude. Ingen synlige skruer eller fastgørelse.
Skuffer plader monteret med usynlige dytler.



→ Køkken i residency lejlighed.
Lerpudsede vægge.
Køkkenfronter af genbrugte
gulvplanker

Illustration: Djernes & Bell



- ❶ Lampe af stedsbaserede materialer fra Hedeskov. Designet af Jonas Edvard Studio
- ❷ Bordplade af ølandssten
- ❸ Køkkenfronter af genbrugte gulvplanker fra bygningen

Foto: Johan Dehlin



↑ Skabsdøre af genbrugte gulvplanker
Foto: Monica Steffensen



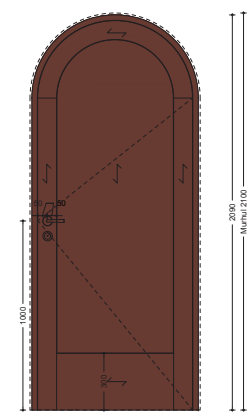
↑ Inventarvæg af genbrugt gulvplanker. Speciallavede døre
Foto: Monica Steffensen



↑ Formidlingsrummet indrettet med bænke foran vinduer
Foto: Monica Steffensen

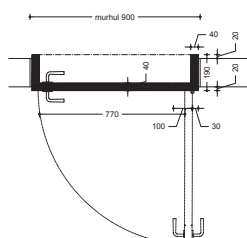


↑ Formidlingsrummet indrettet med langbord til udstilling
Foto: Lars Just

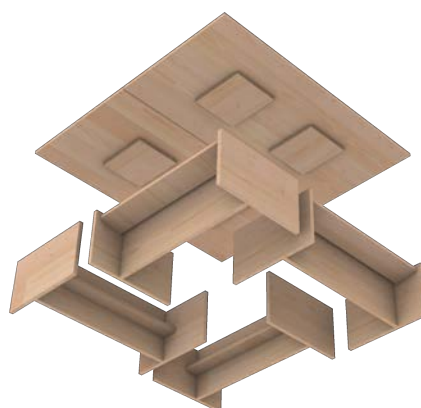


OPSTALT 1:20: IP-15 + IP-16 + IP-17 + IP-18

NB: Karm dybder og dørbredde varierer, se B.8 dørskema

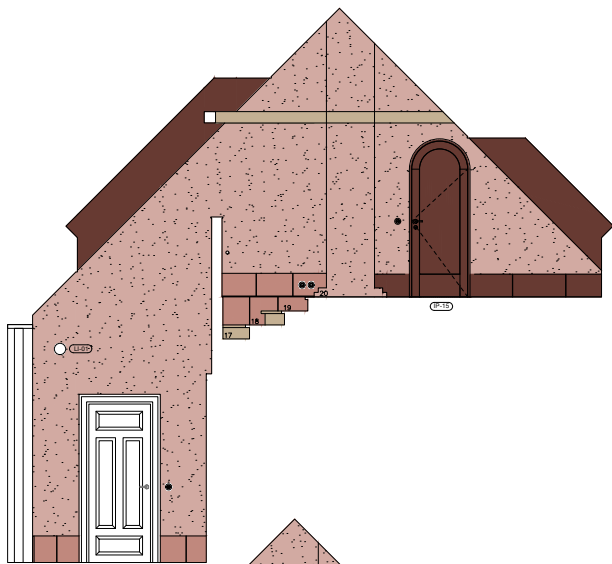


PLAN 1:20: IP-15 + IP-16 + IP-17 + IP-18

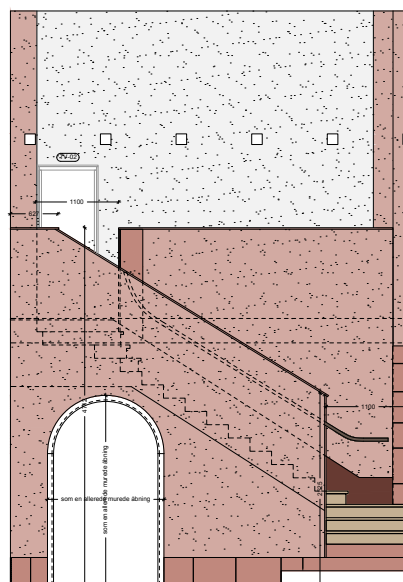


↑ Buede døre til 1. sal kontorfællesskab (tegnet af Djernes & Bell). Disse er specialproduceret af producent Vahle grundet krav til brand og lyd. Dørene er i fyrretræ og er behandlet med farvet linolie

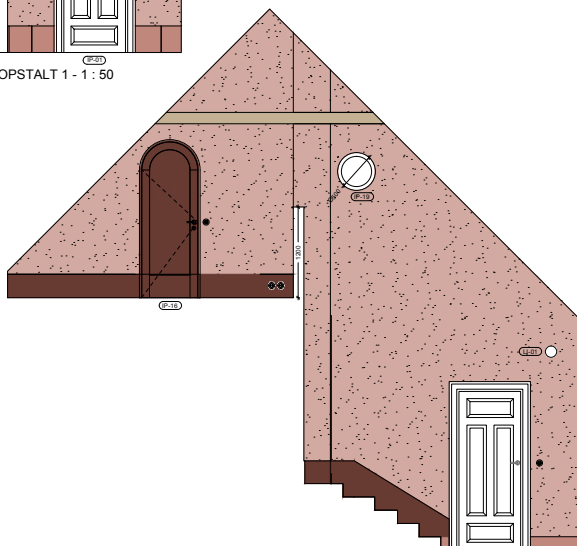
↑ Robuste og fleksible møbler til formidlingslokale, kontorfællesskab og residency (tegnet af Djernes & Bell). I formidlingslokale og kontor er fleksible bænke og reoler brugt til at bygge borde og scener. Dette reducerer antal af møbler og behov for opbevaring. Møbler er produceret af projektets tømrer i Dinesens 3. sorteringstræ



OPSTALT 1 - 1 : 50

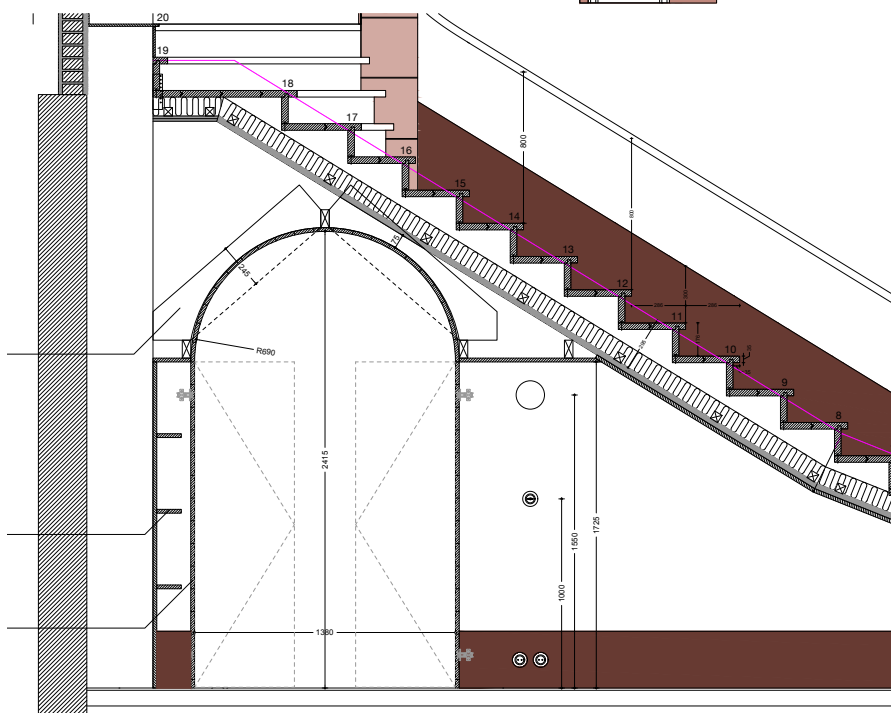


OPSTALT 2 - 1 : 50

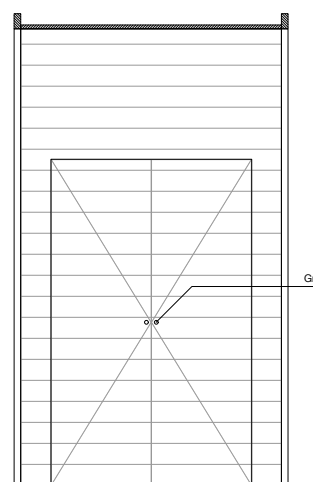


OPSTALT 4 - 1 : 50

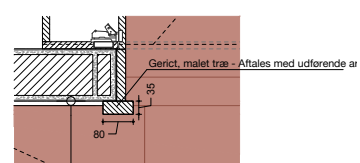
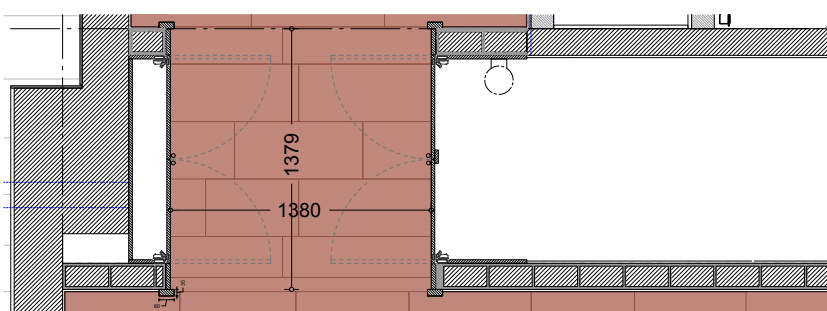
*For overfladebeskrivelse se A-1-14



SNIT, 1:20 - GENNEMGANG



INDVENDIG OPSTALT AF SKABE I GENNEMGANG - 1:20





↑ Indgangsparti med adgang til formidlingslokale, residency lejlighed og trappe, som fører til 1. sal

Foto: Johan Dehlin



↑ Øverst: Sidelængen fra gårdhaven. Indgang til privatbolig

↑ Nederst: Sidelængen fra haven. Kig gennem bygning fra køkken/alrum i privatbolig til formidlingslokale i erhvervsdelen
Fotos: Johan Dehlin

Sidelængen

Konstruktionsprincipper¹

Tagkonstruktion

Der blev etableret en indvendig konstruktion langs ydervæggen med træsøjler, som bar en rem/bjælke, hvorpå spærene hvilede.

Spærkonstruktionen blev udført som bjælkespær, der hvilede på den nye trækonstruktion i facaden samt en ny kipdrager.

Kipdrageren hvilede på søjler ved indvendige vægge og på en ramme i området ved køkkenet. Rammen virkede sammen med tagkonstruktionens skivevirkning og valmspær som understøtning for kipdrageren. Mellem de lodrette søjler i facaderne blev der etableret skråafstivning.

Indvendigt i bygningen blev bjælkespær og undertag synlige. Tagkonstruktionen – inkl. isolering, undertag, lægter og tagsten – blev bygget oven på spær og undertag.

Spær og undertag kom tilsammen til at danne den stabiliserende skive, der overførte lodrette og vandrette laster til de

bærende og afstivende konstruktioner ved ydervægge og indvendige skillevægge og dermed videre til fundamenterne.

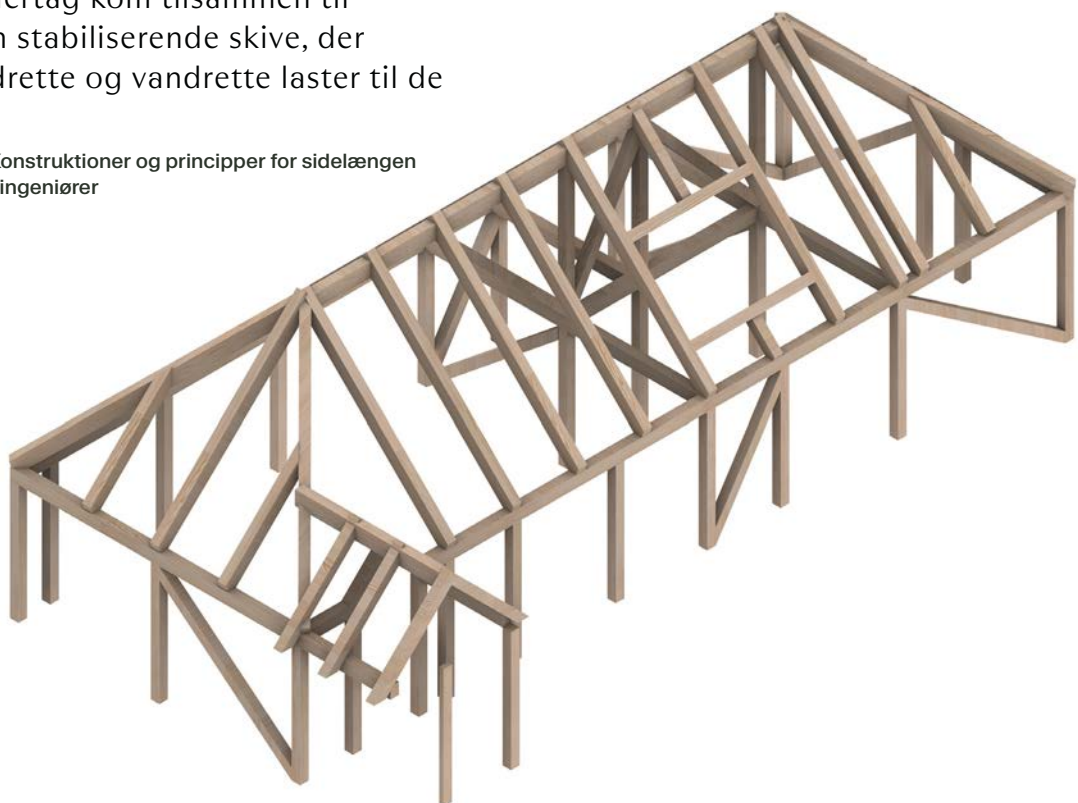
Ydervægge

Eksisterende ydervægge blev ommuret i nødvendigt omfang, og der blev etableret nye vinduesåbninger, gesimser m.v. Der blev sikret en fast sammenhæng mellem overside af murværket og den bagvedliggende trækonstruktion, herunder spær, således at facaderne blev afstivet og understøttet af den nye konstruktion.

Funderingsprincipper

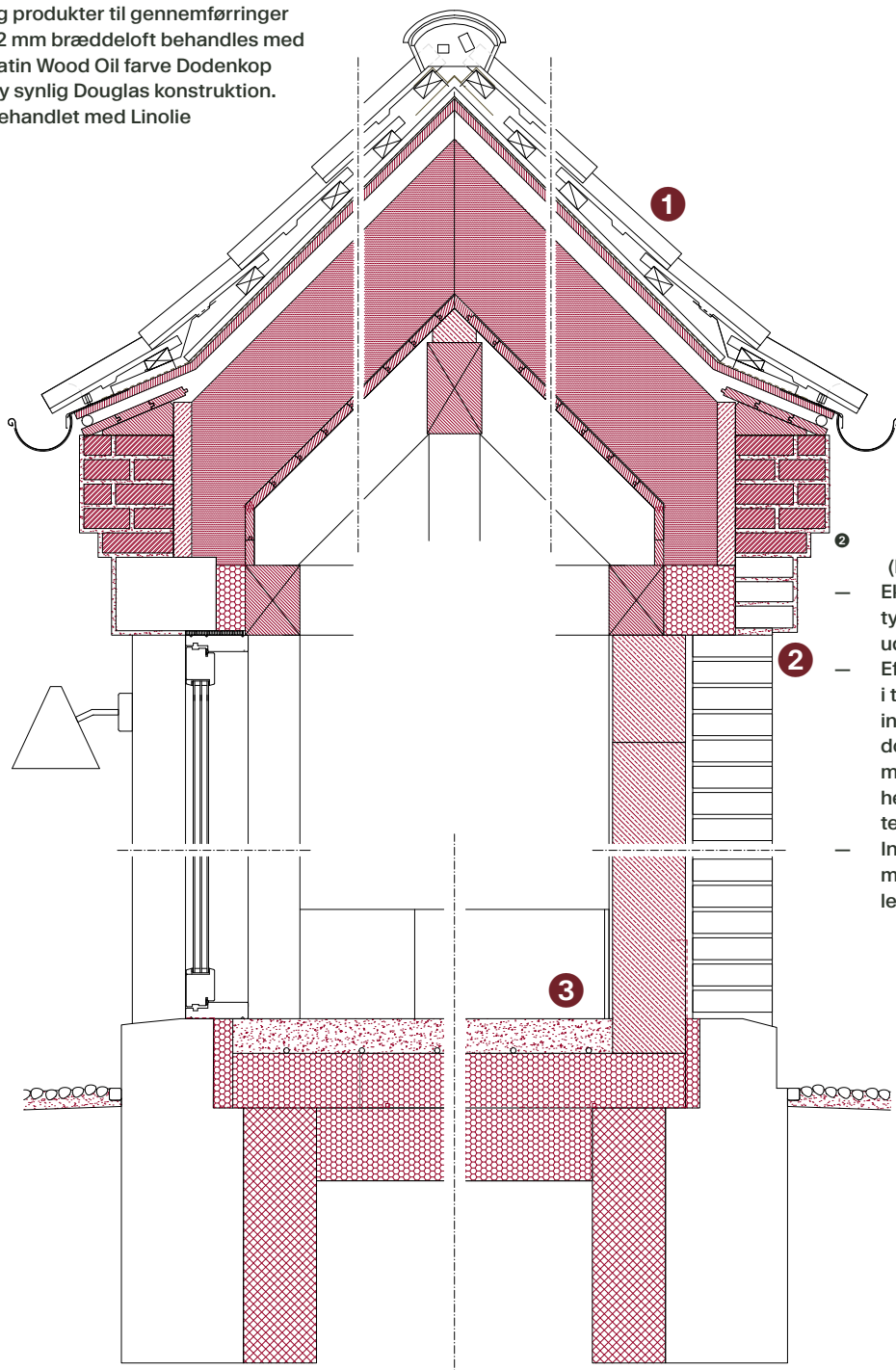
Nye indvendige trækonstruktioner blev understøttet af nye fundamenter, enten i form af pladsstøbte betonfundamenter med Futurecement eller kalkbeton.

¹ Fra notatet: Konstruktioner og principper for sidelængen udarbejdet af VITA ingeniører



- ❶ Tagkonstruktion sidelængen
 Helvalmet udhængstag, taghældning 45°.
 Træfiberisolering isoleret parallelt med tagfladen.

- Teglsten
- 38x73 mm T1 taglægter.
- 25x50 mm skylleliste/afstandsliste
- Fast undertag
- 50 mm ventileret hulrum
- 300 mm indblæst træfiberisolering
- Pap dampbremse. Samlinger laves med Würth eller Siga damspærretape og produkter til gennemføringer
- 22 mm bræddeloft behandles med Satin Wood Oil farve Dodenkop
- Ny synlig Douglas konstruktion. Behandlet med Linolie



- ❷ Ydervægge sidelængen
 (Efterisolering af eksisterende).
- Eksisterende teglvæg, varieres i tykkelse ca 300 og 230 mm (omfuges udvendigt)
 - Efterisoleres med hempcreteblokke i tykkelser 120 og 200 mm mellem indvendig, ny, synlig, dansk douglasgran trækonstruktion. Udføres med 20 mm ventileret hulrum mellem hempcreteblokke og eksisterende teglvægge
 - Indvendigt pudses hempcreteblokke med 12 mm grov kalkpuds og 3 mm fin lerpuds

↑ Som Udført Snit Sidelænge 1:20

- ❸ Terrændæk sidelængen: Natursten (bad, WC, entré)
- 12 mm natursten i faldende længder, bredde 300 mm (2-3 mm fuger: farve aftales med tilsynsbygherre. Gerne farvematch med fliser)
 - 6 mm kalkmørtel egnet til natursten
 - 98 mm kalkbeton
 - 350 mm Foamglass T3+, to pladelag af 200 mm og 150 mm med forskudte samlinger med samlinger til bæredygtigt underlag. Plader skal samles, så de er damp- og fugttætte

- ❹ Terrændæk sidelængen: Lergulv
- Gulvvarmesystem i lergulv. Varmeslager må ikke gå under/igennem indvendige vægge med lodret og vandret last
 - 116 mm stampet lergulv. Traditionelt 3 lags lergulv, med hestemøg i afsluttende lag. Behandles med bivoks og linolie
 - 350 mm Foamglass T3+, to pladelag af 200 mm og 150 mm med forskudte samlinger med samlinger til bæredygtigt underlag. Plader skal samles, så de er damp- og fugttætte



- ❶ Ny synlig trækonstruktion i dansk douglasgran
- ❷ Eksisterende teglvæg i varierende tykkelse ca 300 og 230 mm (omfuges udvendigt). Efterisoleres med hempcrete blokke i tykkelser 120 og 200 mm med 20 mm hulrum
- ❸ Kalkbeton sidefundamenter støbt op mod eksisterende fundamenter



↑ Øverst: Færdigt lergulv i køkken/alrum

Foto: Johan Dehlin



↑ Nederst tv: Jørn og Lasse spreder første lag lergulv
Nederst th: Beton brøndring som erstatning for pladevibrator
Fotos: Hedeskov

Bygningsdele og opbygninger

Sidelængen terrændæk

Lergulvet er udført i 3 lag, som samlet udgør 12 cm.

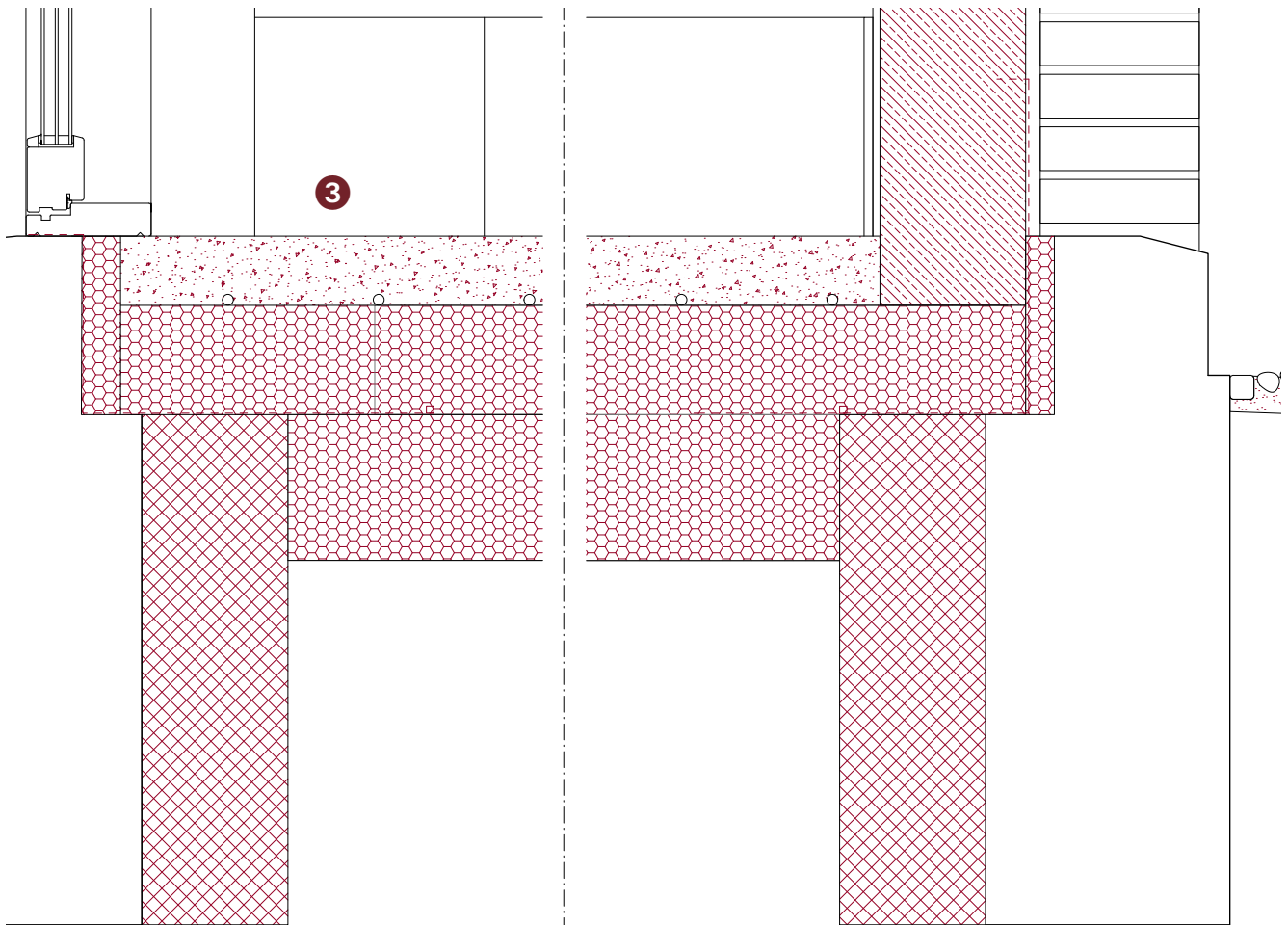
Leret, som er anvendt, kommer fra Hedeskov. Derudover er der anvendt støbemix, bakkesand og hestemøg fra den lokale veterinær.

Gulvet er forsejlet med en linolie og voksblending ad 3 omgange.

Linolien er først fuldt hærdet efter

6 måneder, men gulvet kan tages i brug umiddelbart 2 uger efter polering med linolievoks.

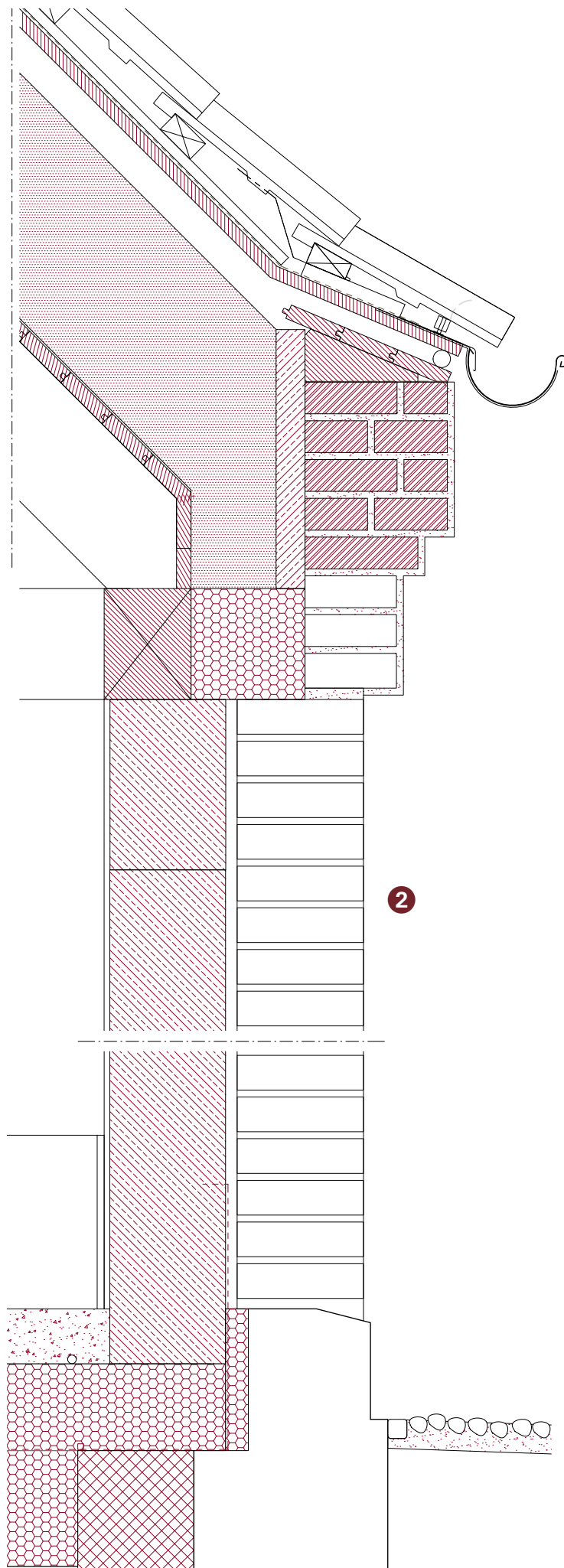
Det første lag var for vådt til at komprimere med pladevibrator, derfor er det gjort manuelt med en beton brøndring.



- ③ Terrændæk sidelængen: Natursten (bad, WC, entré)
- 12 mm natursten i faldende længder, bredde 300 mm (2-3 mm fuge). Farve aftales med tilsynsbygherre. Gerne farvematch med fliser
 - 6 mm kalkmørtel egnet til natursten
 - 98 mm kalkbeton
 - 350 mm Foamglass T3+, to pladelag af 200 mm og 150 mm med forskudte samlinger med samlinger til bæredygtigt underlag. Plader skal samles, så de er damp- og fugttætte

- ③ Terrændæk sidelængen: Ler
- Gulvvarmesystem i lergulv. Varmeslager må ikke gå under/ igennem indvendige vægge med lodret og vandret last
 - 116 mm stampet lergulv. Traditionelt 3 lags lergulv, med hestemøg i afsluttende lag. Behandles med bivoks og linolie
 - 350 mm Foamglass T3+, to pladelag af 200 mm og 150 mm med forskudte samlinger med samlinger til bæredygtigt underlag. Plader skal samles, så de er damp- og fugttætte

- ② Ydervægge sidelængen (Efterisolering af eksisterende)
- Eksisterende teglvæg, varieres i tykkelse ca 300 og 230 mm (omfuges udvendigt)
 - Efterisoleres med hempcrete blokke i tykkelser 120 og 200 mellem indvendig ny, synlig, dansk douglasgran trækonstruktion. Udføres med 20 mm ventileret hulrum mellem hempcrete blokke og eksisterende teglvægge
 - Indvendigt pudses hempcreteblokke med 12 mm grov kalkpuds og 3 mm fin lerpuds



Bygningsdele og opbygninger

Sidelængen vægge

De eksisterende, fuldmurede ydervægge i varierende tykkelser er bevaret.

En ny indvendig konstruktion i massivt dansk tømmer er opført. Felterne mellem stolperne er efterisoleret med hampcrete-blokke, løsholdt med et 20 mm hulrum for ventilation.

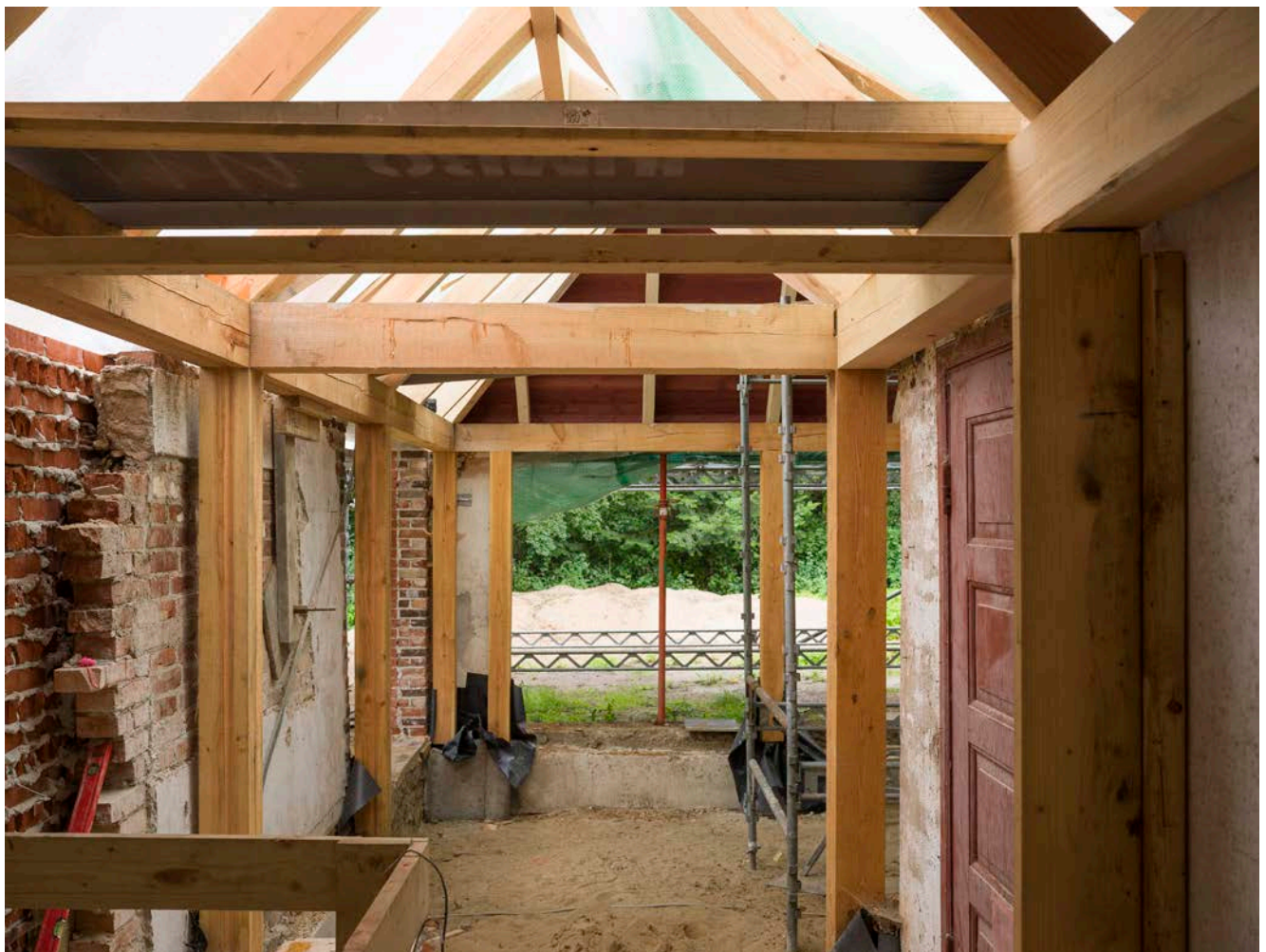
Murværket er repareret og huller udfyldt med genbrugs- eller restmaterialer indsamlet fra lokale byggepladser.

Et sideløbende fundament i kalkbeton understøtter den eksisterende fundamentstruktur. Stolperne er forankret i lokale pælefunderede punkter.

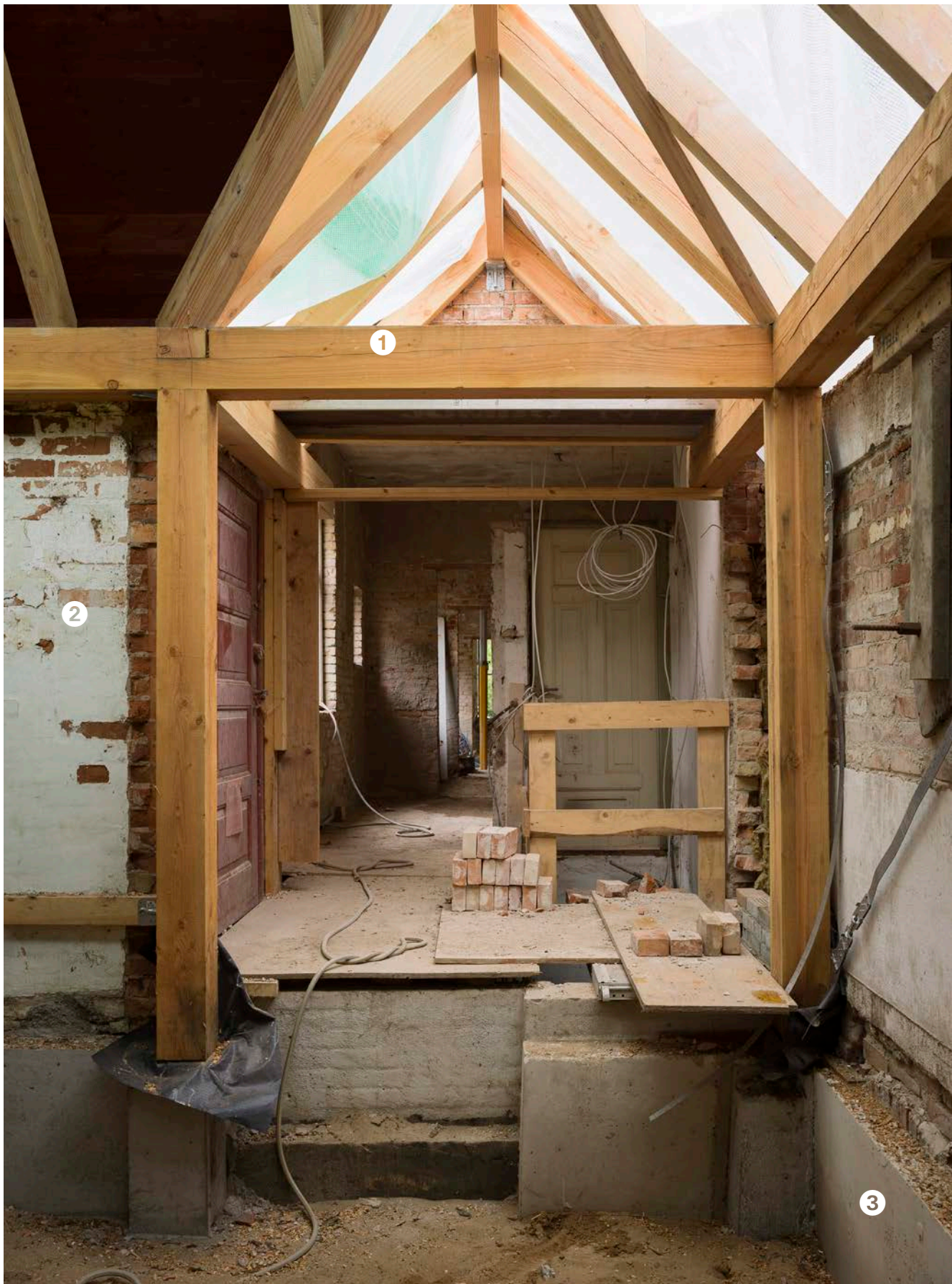
Den eksisterende sokkel er blevet repareret og ompudset.

Indvendigt er væggene pudset med stedsbaseret lerpuds og en blanding af ler/kalk.

Skillevægge er opført i hampblokke, men omkring vådrum og større installationer er der anvendt genbrugstegl af hensyn til fugt og belastning.



↑ Sidelængen med eksisterende murværk og ny indvendig konstruktion i massivt dansk tømmer. Foto: Hampus Berndtson



- ❶ Ny synlig, dansk douglasgran trækonstruktion
- ❷ Eksisterende teglvæg i varierende tykkelse ca 230 og 300 mm (omfuges udvendigt). Efterisoleres med hempcrete blokke i tykkelser 120 og 200 mm med 20 mm hulrum
- ❸ Sidefundamenter i kalkbeton støbt op mod eksisterende fundamenter

Foto: Hampus Berndtson



↑ Ny synlig, dansk douglasgran trækonstruktion

Foto: Hampus Berndtson

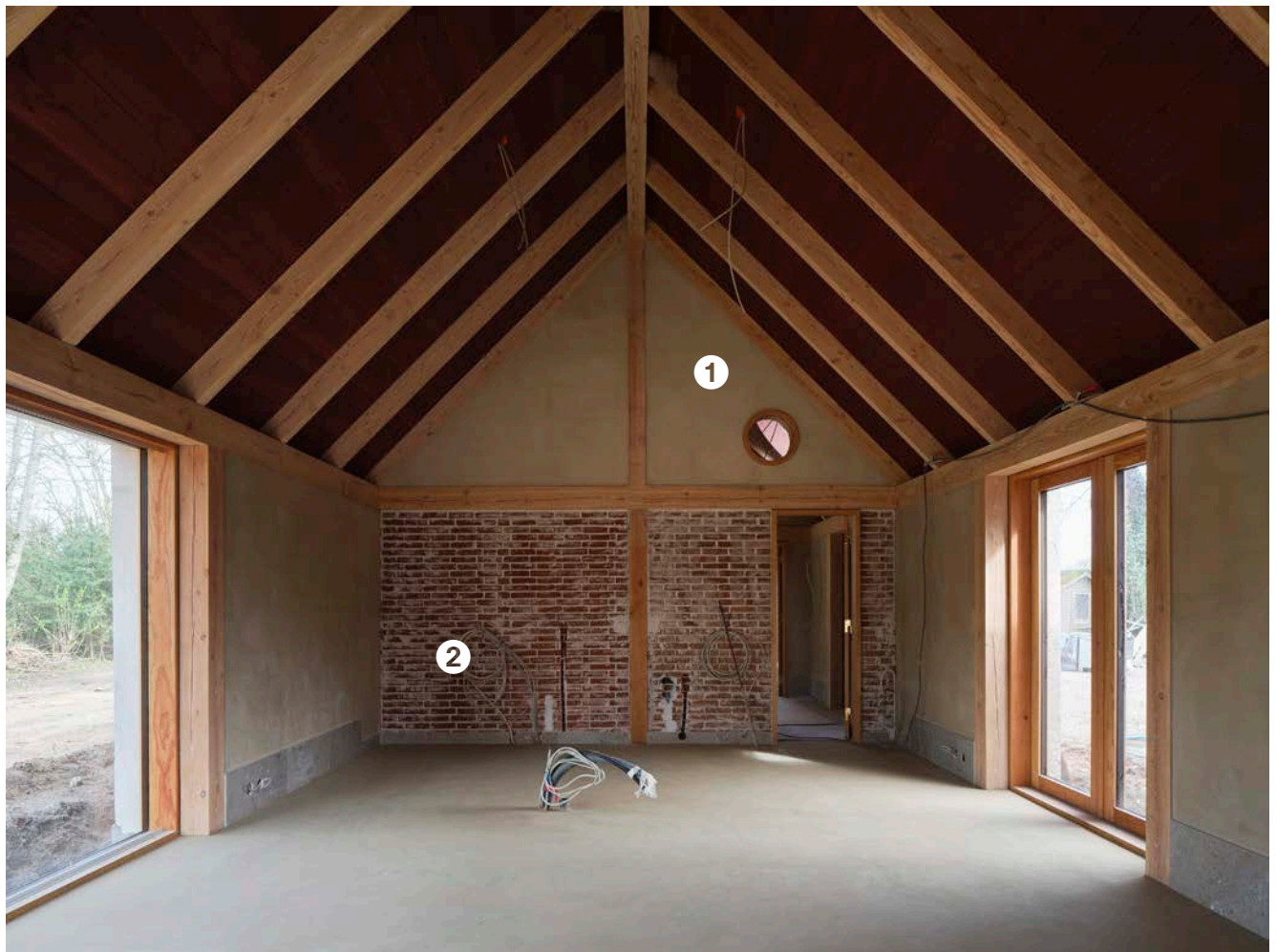


↑ Øverst tv: Hempcrete blokke som indvendig isolering
Nederst tv: Kig til synlig trækonstruktion og store vinduespartier, som understøtter forbindelse mellem bygning og natur

Fotos: Hedeskov, Djernes & Bell

↑ Øverst th: Lerprøver på hempcrete blokke
Nederst th: Vinduesudskæring i hempcrete blokke

Fotos: Hedeskov, Djernes & Bell



- ❶ Nye felter i hempcrete blokke mellem trærammen
- ❷ Nye skillevægge til vådrum er udført i genbrugstegl, dette grundet ifræsning af vandinstallationer og grænseflade med vådrum (SBI anvisninger)
- ❸ Den nye isolerede tagopbygning har skabt ekstra højde, som håndteres med opmuret gesimsbånd i genbrugstegl

- ❹ Hvidtede bånd omkring vinduer er fundet i et oprindeligt billede af bygningen. Disse bånd er genopført med kalkpuds
- ❺ Stik, der viser gamle vinduer og funktionsændringer, er bevaret
- ❻ Opmuring af eksisterende men fjernede vindues- og døråbninger gøres tydelige, så man kan læse transformationen



↑ Sidelængen set fra gavlene. Taget er løftet fra eksisterende niveau; halvvalm og skalk genopført

Bygningsdele og opbygninger

Sidelængen tag

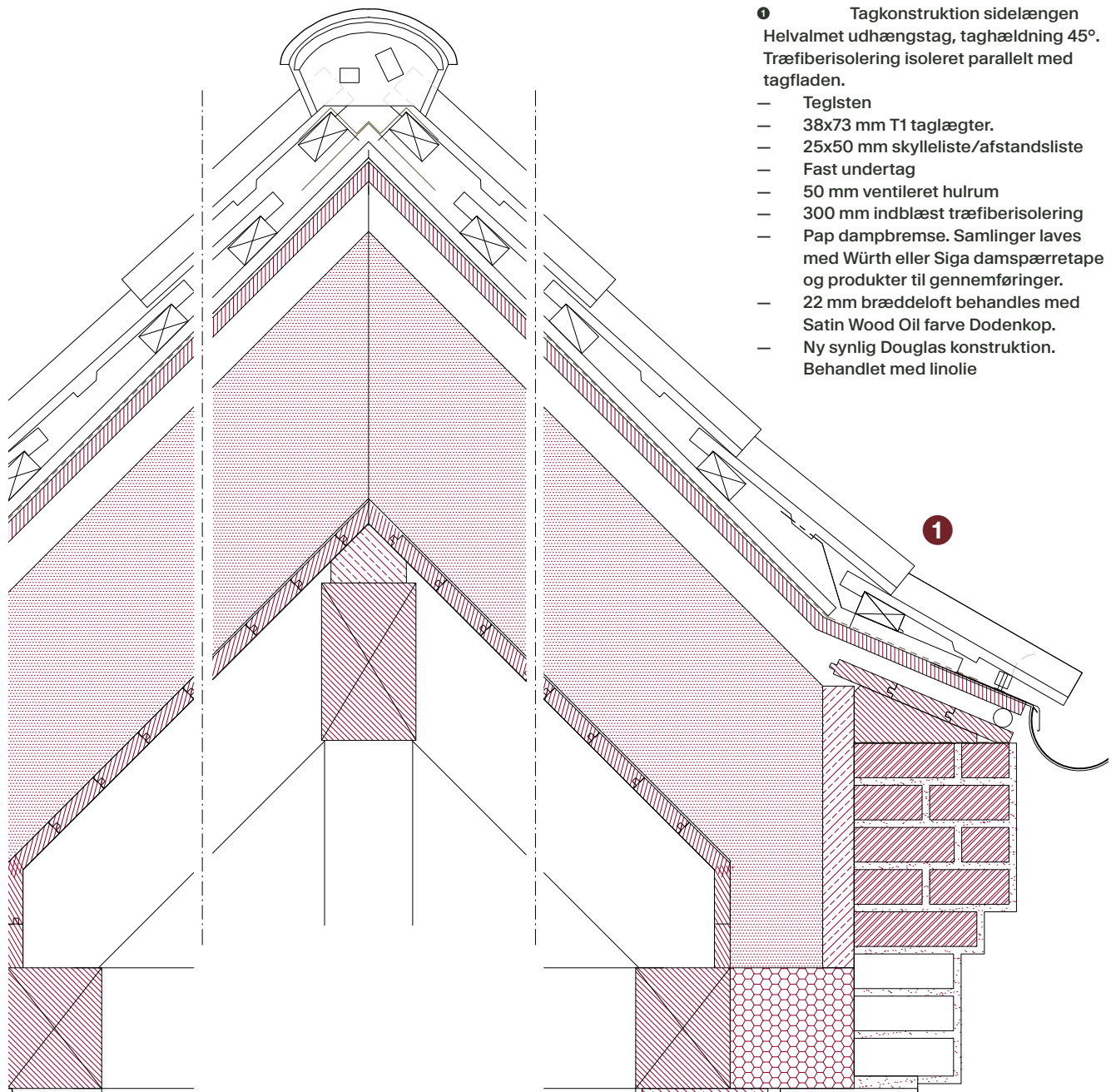
Tagkonstruktionen og tagstenene var opfugtede og kunne ikke genbruges.

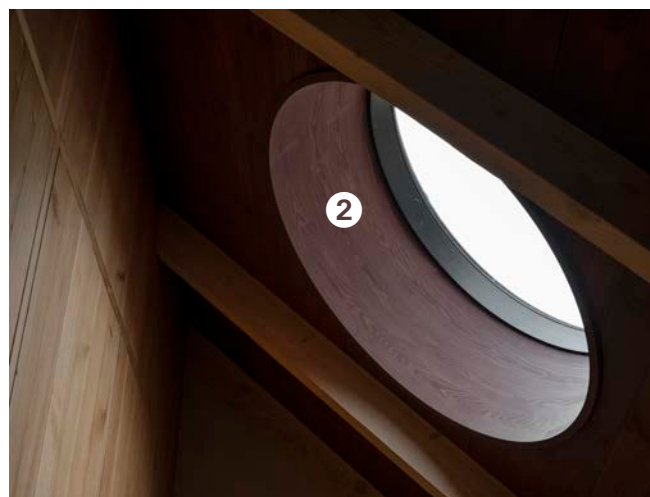
Sundt træ er delvist blevet til biochar og anvendt på markerne, mens tagstenene blev knust og brugt som grus til indkørslen.

Taget er udført med fast undertag i høvlede brædder med tagpap som vandtæt lag, hvilket opfylder

entreprenørens garantikrav.

Taget blev oprindeligt projekteret med træfiberbaseret, semi-fast undertag, men manglende dokumentation for fugthåndtering og levetid betød, at denne løsning blev fravalgt.





↑ Øverst: Sidelænge set fra gårdsplads
Nederst: Rundt tagvindue fra entré



↑ Isætning af den runde vindueslysning i taget

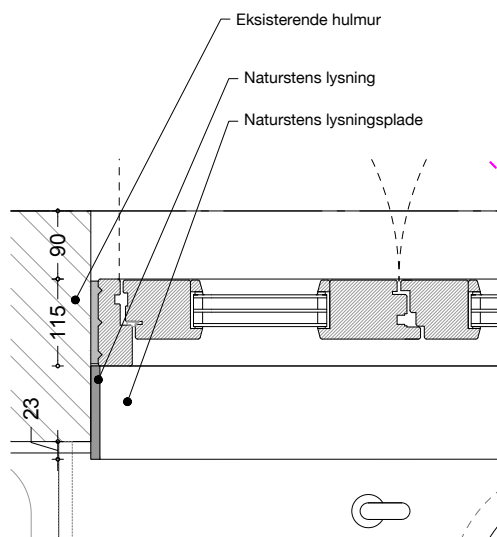
Foto: Hedeskov



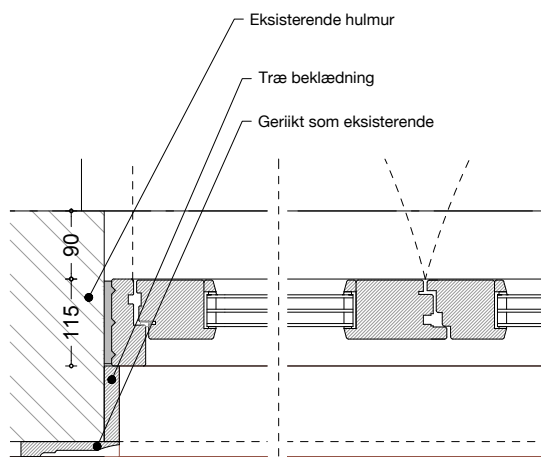
- ❶ Nyt helvalmet tag i håndstrøgne vingetegl
- ❷ Specialproduceret rundt vindue/vindueslysning (lokal producent)
- ❸ Grater og rygninger i gratsten og rygningsten lagt i kalkmørtel
- ❹ Mødet med hovedbygningen, hvor vinduespartier er bevaret

↑ Billede af sidelænge under renovering

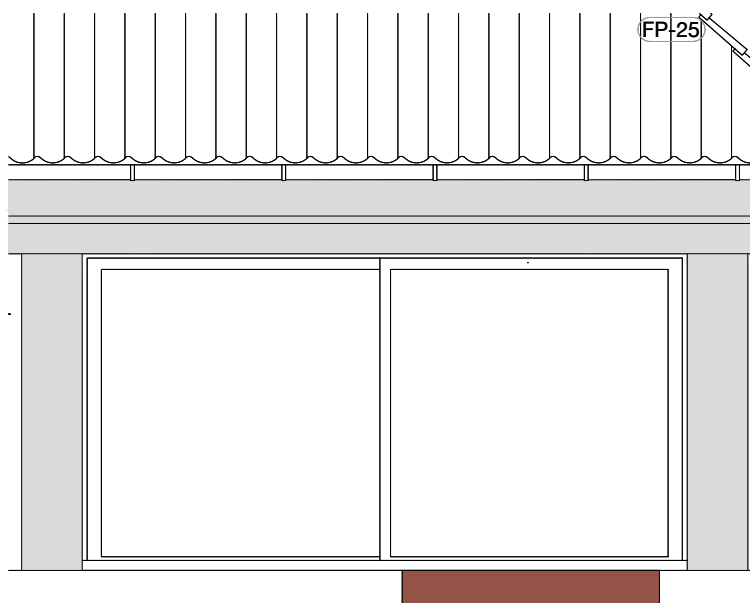
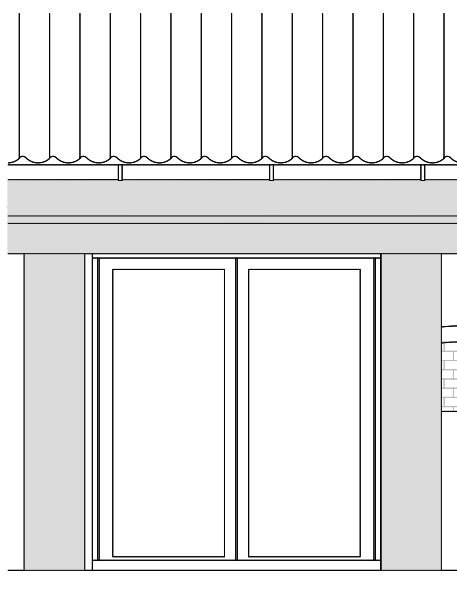
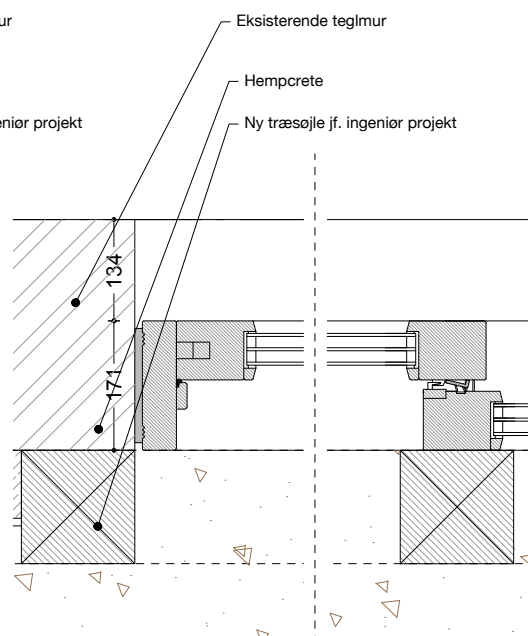
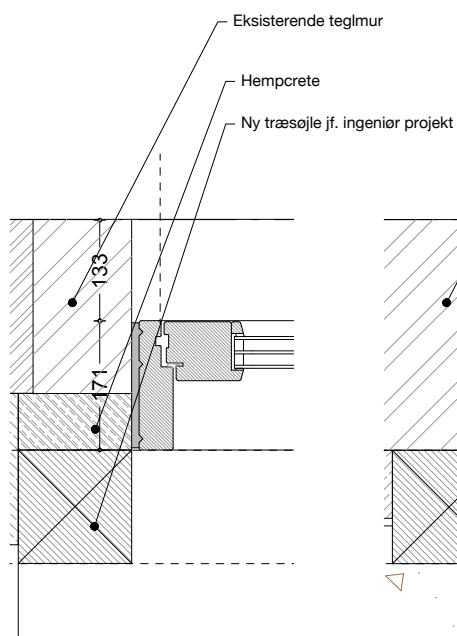
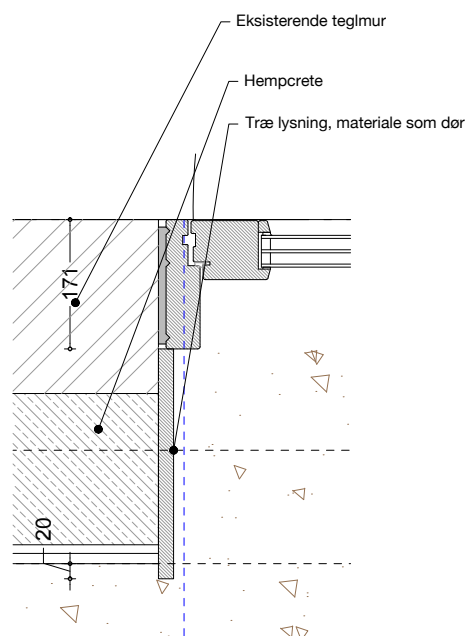
Foto: Hampus Berndtson



PLAN PRINCIP 1:10: FP-06, WC VINDUE



PLAN PRINCIP 1:10: FP-05 + FP-12, TERASSEDØRE



Bygningsdele og opbygninger

Sidelængen døre og vinduer

Døre og vinduer er til dels placeret i de oprindelige åbninger, hvilket både bevarer bygningens funktionelle karakter som tidligere stald og sikrer umiddelbar adgang til udearealer og landskab.

Døre og vinduer varierer mellem sidehængte og franske døre samt to store skydepartier, der giver direkte adgang til haven, landskabet og lysthuset – et opholdsrum i det omkringliggende havelandskab.

Alle vindues- og dørpartier er specialfremstillet af en jysk vinduesproducent; nogle er udført fyr og malet; andre i douglasgran og behandlet med klar linolie.



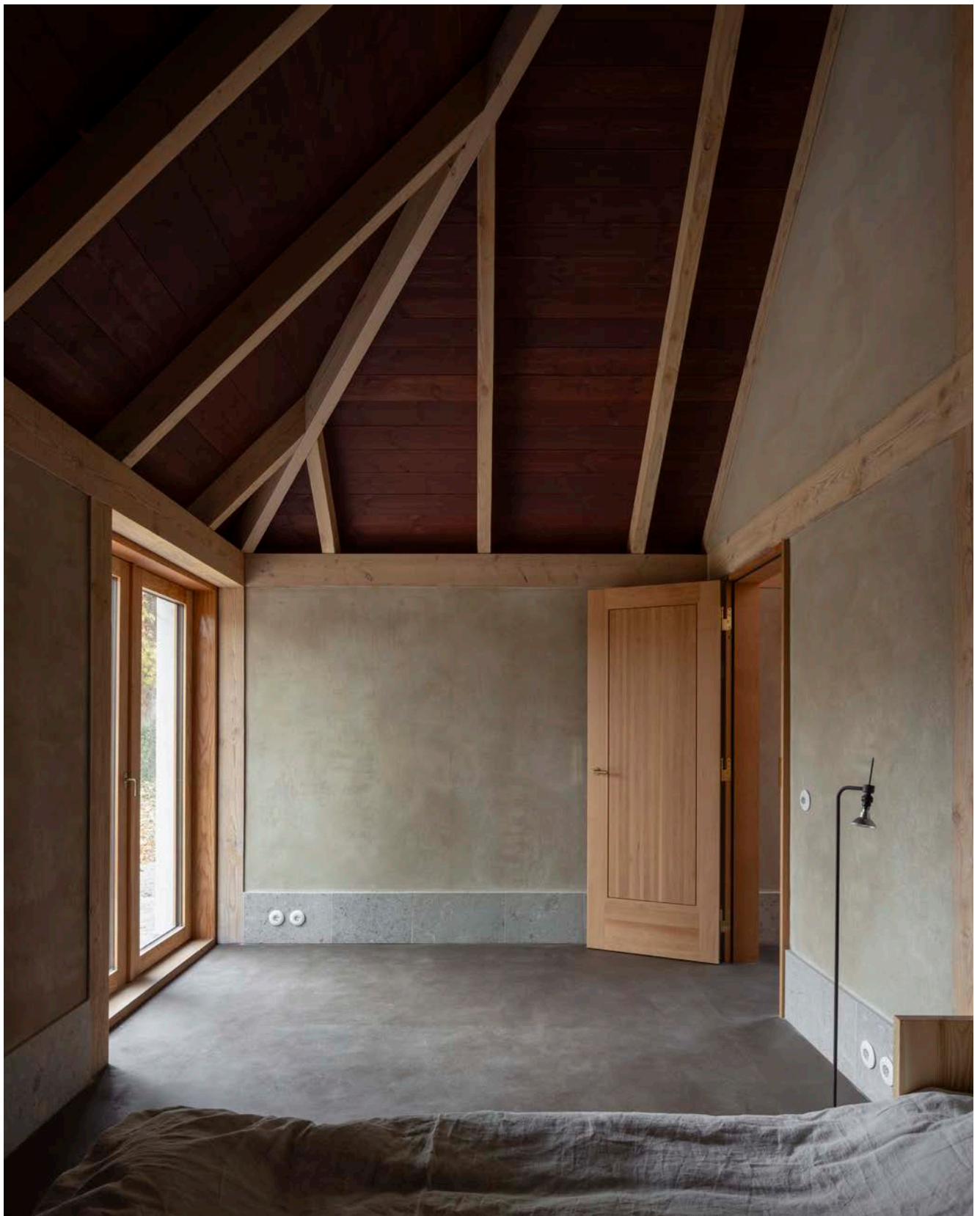
← Vindues- og dørpartitegninger i opstalt og detaljer

↑ Det stor vinduesparti i sidelængen med skydeport fremstillet i douglasgran. Åbningen skaber direkte forbindelse til haven og tillader blik fra formidlingslokalets historiske vinduesparti til denne nye transformerede åbning



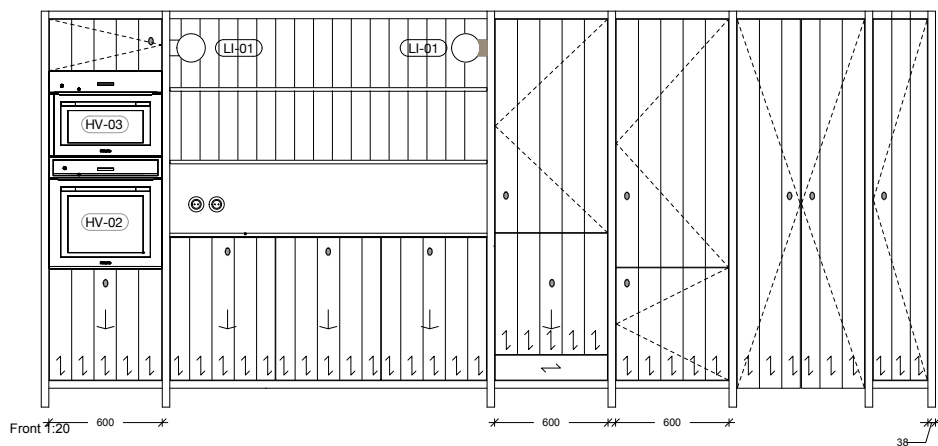
↑ Fransk dørparti set udefra

Foto: Hampus Berndtson



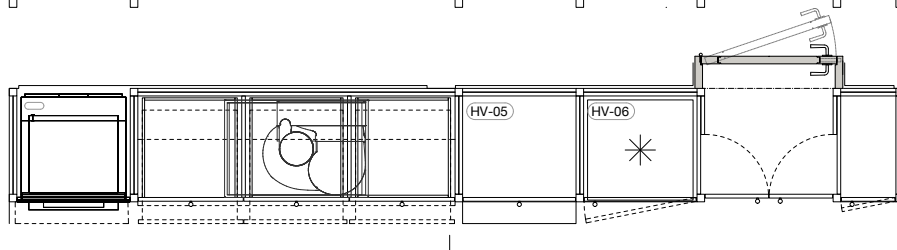
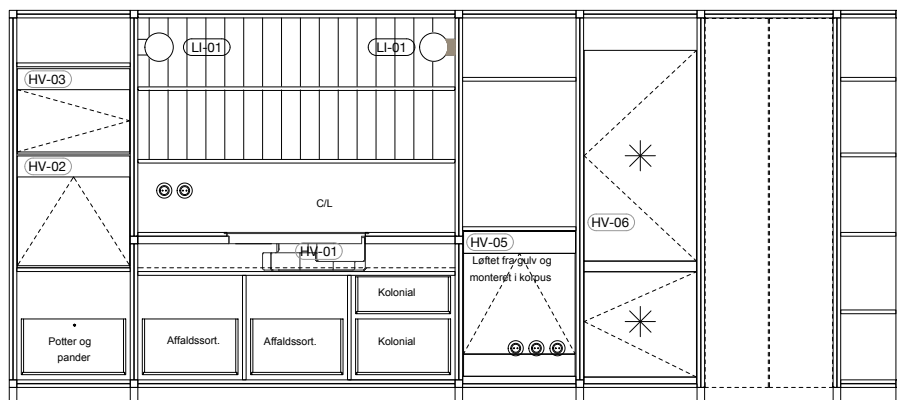
↑ Fransk dørparti set indefra - i bevaret muråbning. Ny
interiørdør set indefra

Foto: Johan Dehlin



↑ **Nyt køkken i douglasgran tegnet af Djernes & Bell og produceret af lokal snedker**

Foto: Johan Dehlin
Tegninger: Djernes & Bell



Bygningsdele og opbygninger

Sidelængen inventar

Inventaret er specialdesignet til projektet af Djernes & Bell og produceret af en lokal inventarsnedker.

Korpus er bygget i 3-lags douglasplader med fronter i douglasbrædder.

Badeværelsesmøblerne er opbygget i hampblokke og 3-lags plader i træ beklædt med svensk kalksten. Kalkstenen anvendes i

rå, skårne formater fra stenbrud. Massive plader er forarbejdet af en lokal stenhugger.

Normalt sendes sten fra stenbrud til Italien for bearbejdning. Projektet havde som mål at minimere transport og sikre lokal forarbejdning.

↑ Badeværelsesmøbel tegnet af Djernes & Bell og produceret af lokal snedker. Møbelben er i hempcrete blokke og er beklædt med svensk kalksten i standardformater

Foto: Johan Dehlin





↑ Højskab i entré, der huser et grovkøkken med stor vask.
Indgang og tærskel til badeværelse er placeret midt i skabet

Foto: Johan Dehlin



↑ Køkkenet med kig til entré og gæsteværelse. Døren er placeret i højskabsinventar. Inventar står frit fra væggene og tillader nænsomme, fremtidige ændringer

Foto: Johan Dehlin



↑ Øverst tv: Douglasplanker inden bearbejdning
Nederst tv: Kig igennem inventarskab til badeværelse

↑ Øverst th: Sol på højskabene
Nederst th: Ben i hempcrete blokke

Fotos: Kalø Køkkenet, Johan Dehlin

Fotos: Hedeskov, Djernes & Bell



↑ Et mindre skab i overgangen mellem hovedbygning og sidelænge. Skabet håndterer kompensationsluft, som bliver opvarmet af overskudsvarme i kælderen og fører til køkken/alrum

Foto: Johan Dehlin



Udbygninger

Bygningsdele og opbygninger

Udbygninger var skitseret som en del af den tidligere forslagsfase men blev først detaljeret i slutningen af udførelsesfasen af hovedbygningen og sidelængen.

Både ladens og havepavillonens detaljering blev diskuteret i princip med de udførende entreprenører og der blev kun tegnet få A3 tegning per bygning. Andre detaljer blev løst i dialog eller på byggepladsen i bygmesterstil.

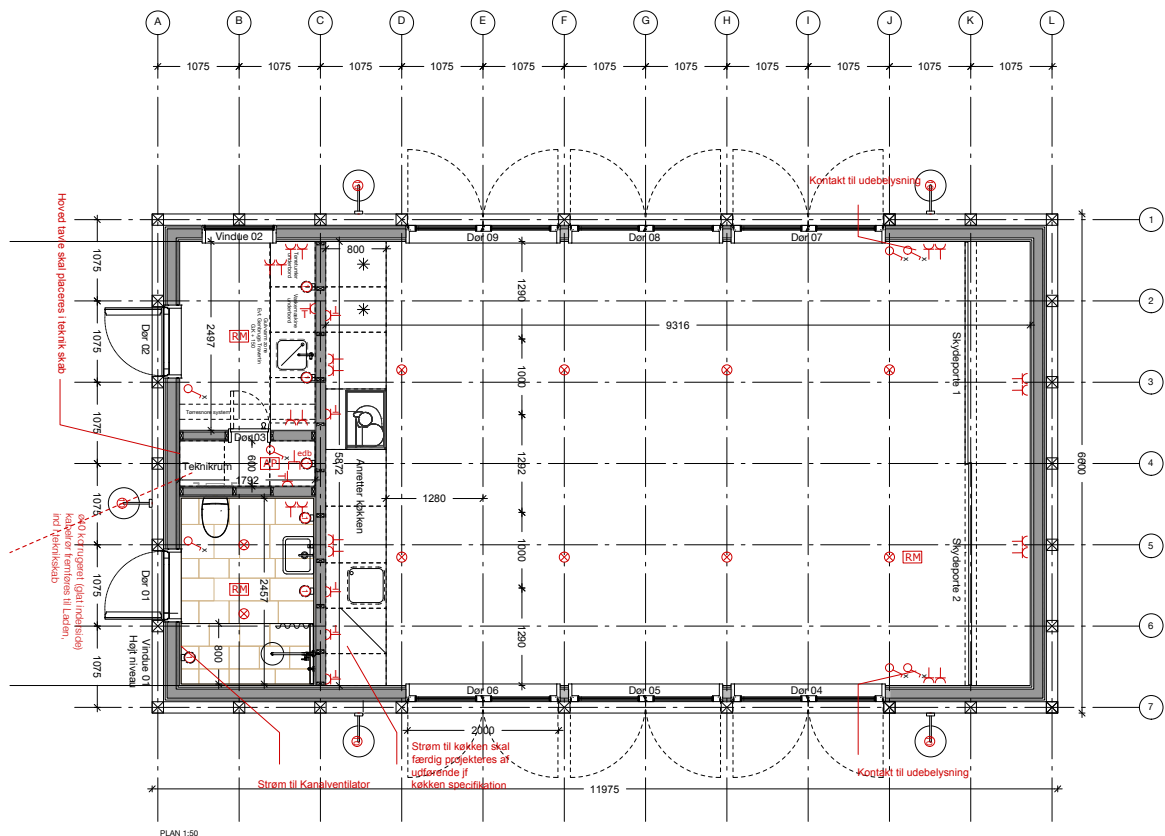
Udbygninger er bygget i dansk tømmer og er isoleret med træfibermåtter. Laden er bygget i aftryk af den tidligere hestestald og har et tørvetag.

Terrændæk er isoleret med ekspanderet glas (foamglass) og overfladen er genbrugstegl.

Genbrugstegl stammer fra Rundstedlund, hvor de blev fjernet under restaurering.

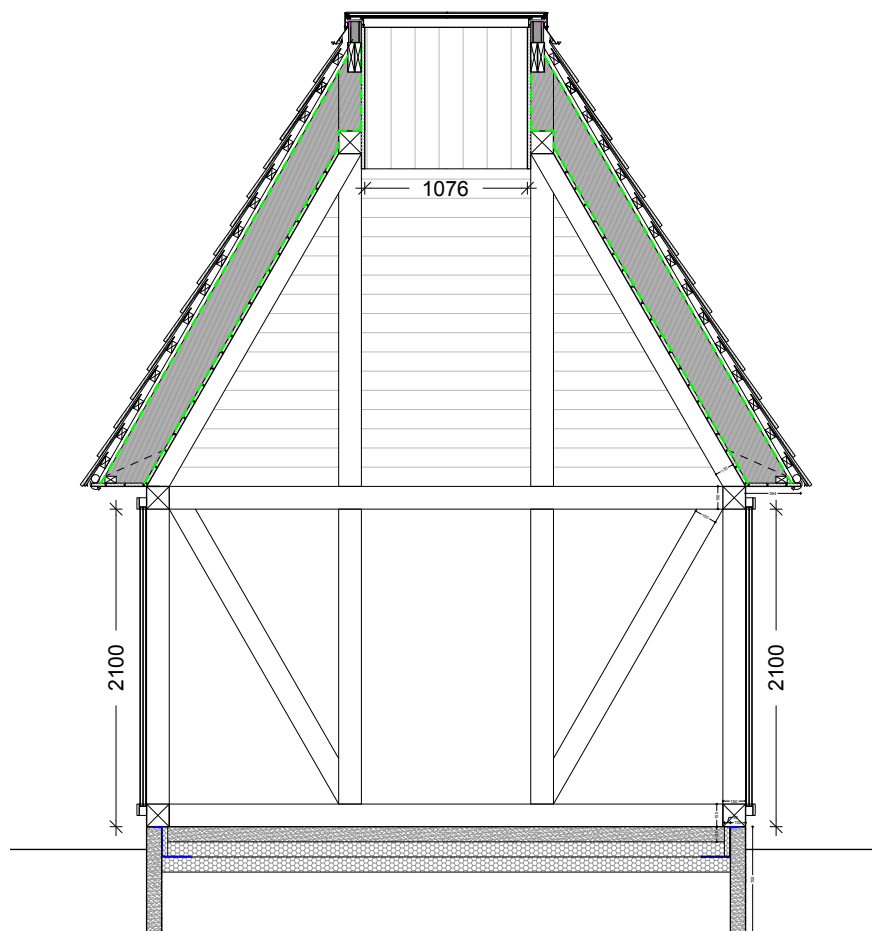
Belægninger på gårdspladsen er med genbrugs belægningsten og lokale marksten.

NB: Laden er ikke omfattet af Realdanias bevilling eller forskningen ved BUILD, AU, men inddrages her for at understøtte projektets samlede helhed.

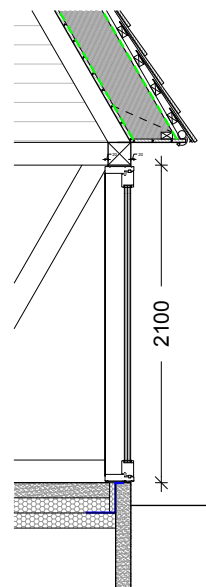


← Laden under opførelse

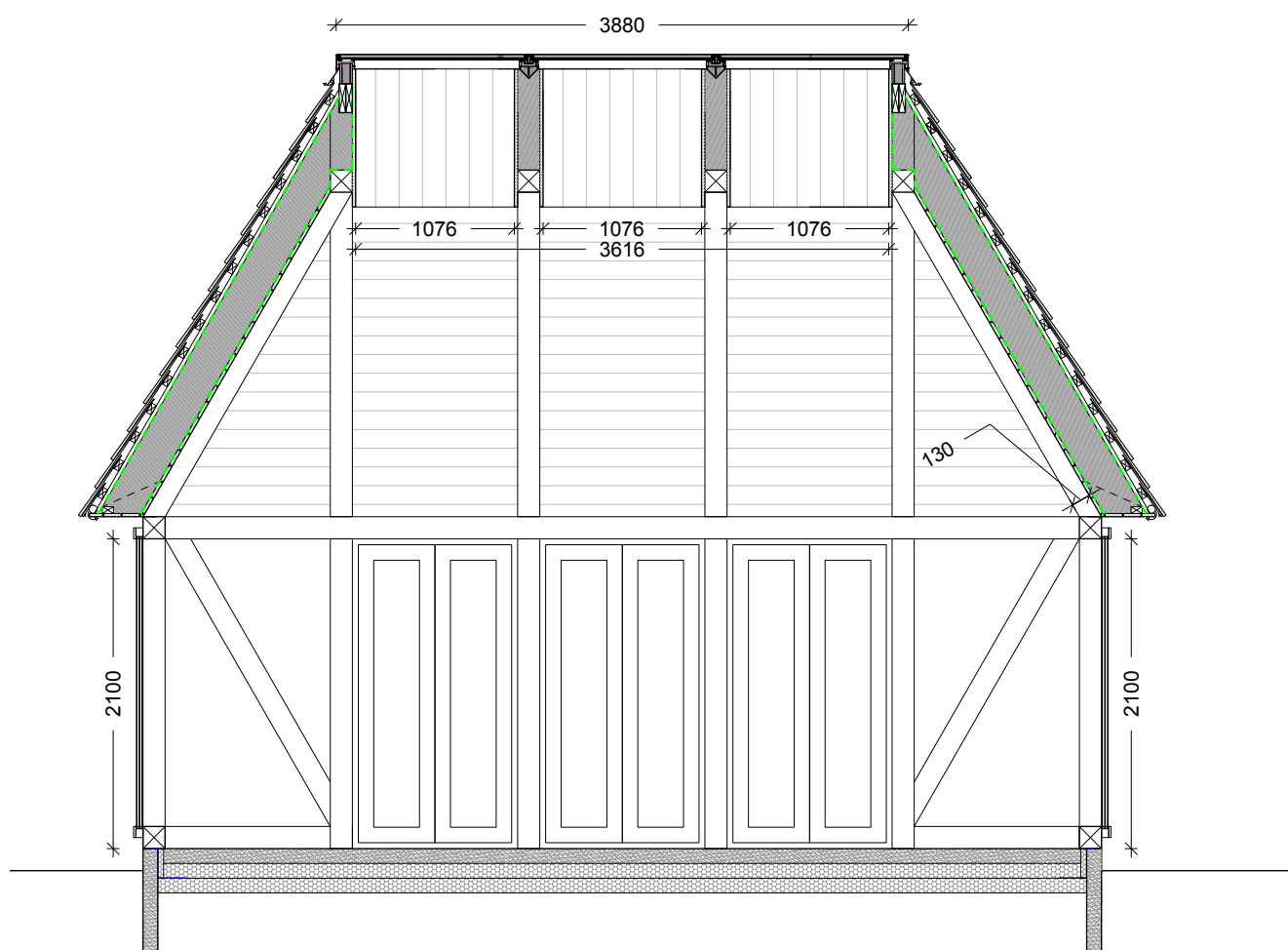
Foto: Johan Dehlin



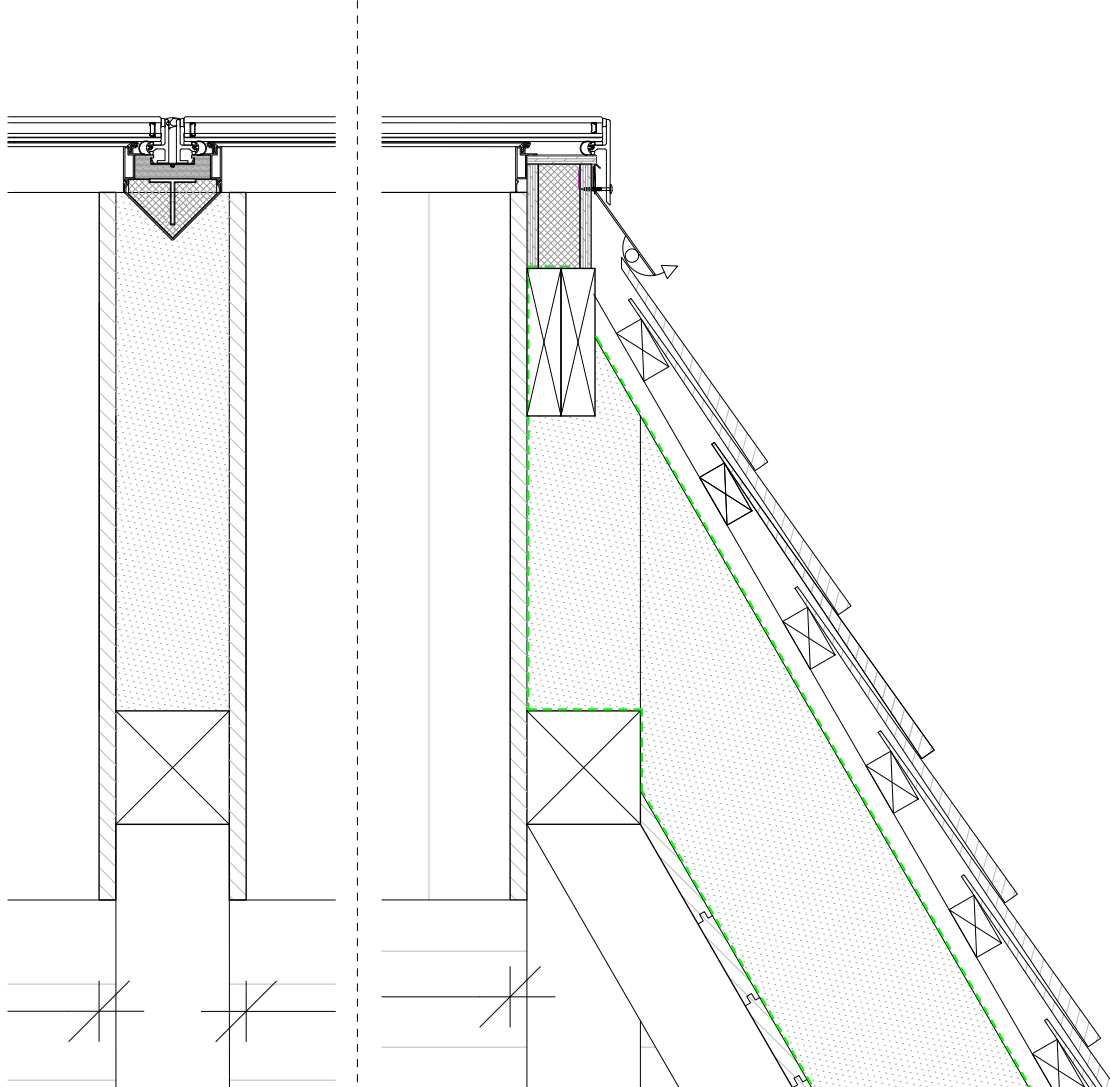
KORT SNIT 1:50



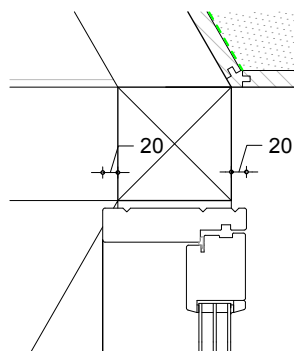
KORT SNIT DØRE 1:50



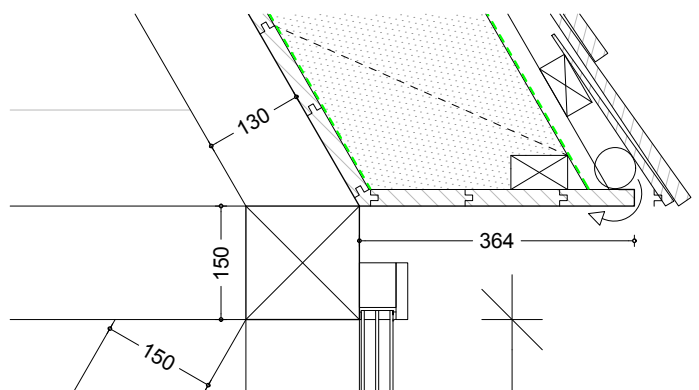
LANG SNIT 1:50



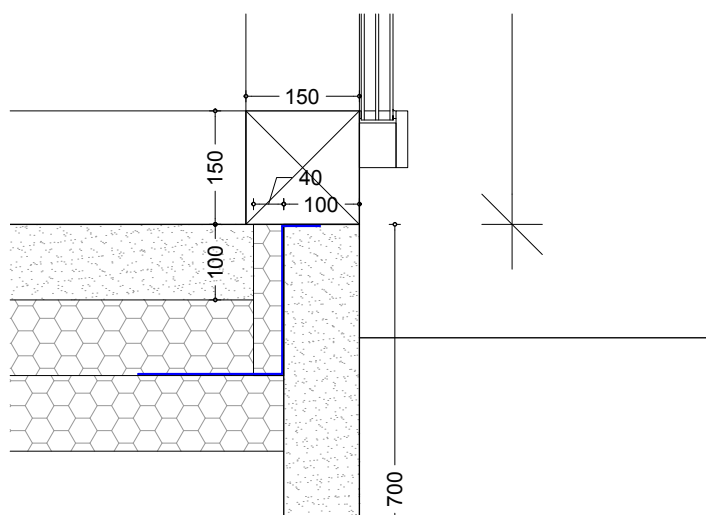
DETALJE SNIT OVENLYS 1:10



DETALJE SNIT DØRE 1:10



DETALJE SNIT TAGFOD 1:10



DETALJE SNIT VINDUER 1:10



↑ Spåntag i lærk på havepavillon



↑ Havepavillon en efterårsmorgen

Fotos: Nikolaj Bonde

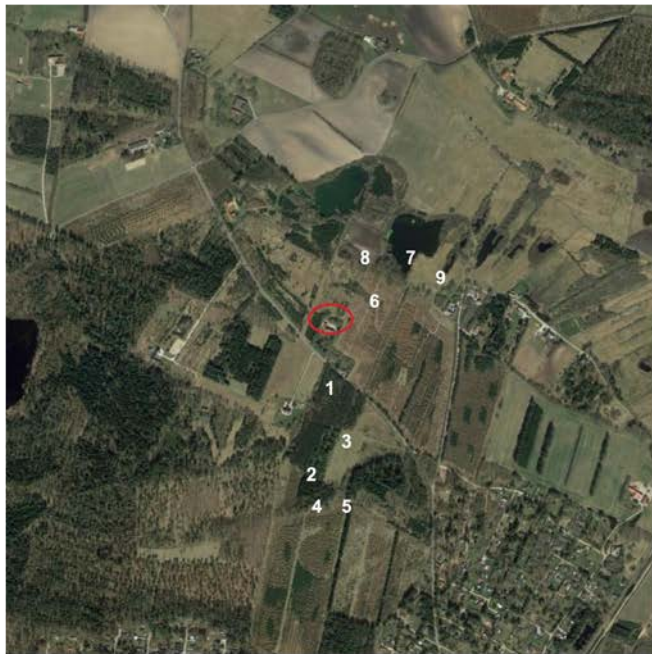


Illustration af havepavillon: Djernes & Bell



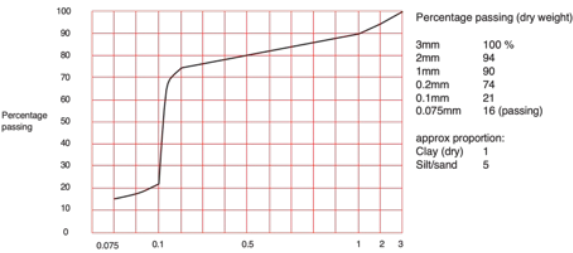
↑ Havepavilon under opførelse

Foto: Johan Dehlin



↑ Kort, der viser placeringen af Hedeskov Living Lab (markeret med rød cirkel) samt numre, der henviser til landskabsbillederne. I Danmark udvindes grus, sand, ler og kalk som byggematerialer. Størstedelen af forekomsterne stammer fra istidsaktivitet i forskellige geologiske perioder. Området omkring Hedeskov består af en blanding af lavt, sumpet terræn og aflejringer fra den seneste istid

Kort: Local Works Studio



Bull-rush fibre from Hedeskov that will be added to the clay plaster topcoats

↑ For at fremstille en velfungerende lermørtel til både puds og gulv, skal der tilsættes sand til lerjorden. Et godt blandingsforhold er 1 del ler til 5 dele silt/sand (i tør tilstand). Denne graf illustrerer, hvordan mørtlen ville se ud med det korrekte forhold mellem ler og tilslag.

Alle billeder, prøver og lerjordsopskrifter: Local Works Studio

↑ Lav hede med sandet jordbund og forskellige træarter, herunder nåletræsplantager, hassel, ægte kastanje, birk og eg – billeder 1, 3, 6, 8

Søer i tidligere tørvegrav med dunhammer og birk – billeder 7, 9

Bakkedannelse af moræneler med løv- og nåletræer – billeder 2, 4, 5



Sample of sand taken from the floor of the school building. It is sub-soil from the site, but also contains some larger particles of lime mortar from the building.



Sample of sand taken from the landscape to the North East of the school building. The location is shown in our previous report dated 221125.

This is a pure, clean sand with no clay material or larger particles. It has been washed and graded over-time by successive glacial and melt-water action. This sand is perfect for use within a clay plaster.



Sample of sand taken from the same location as above, but within the small dug hole, there was this redder deposit of sand. This material contains more iron-oxide than the sample above, but is otherwise identical.

↑ Ler prøve fra Hedeskov var meget velgraderet og viste en jævn fordeling af partikelstørrelser:

Ca. 40 % af partiklerne havde størrelse som ler – dette udgør bindemidlet i både lerpuds og lergulve.

Ca. 60 % havde størrelse som silt/sand – disse fungerer som ikke-svindende aggregater i en mørtel.

Sandaggregaterne bestod af forskellige bjergarter og var overvejende afrundede i formen. Dette er typisk for moræneaflejringer, hvor materialet er blevet eroderet fra sin oprindelse, opsamlet og transporteret af en gletsjer.

Lerindholdet i Hedeskov er for højt til brug i både puds og gulvmørtel. Der bør derfor tilsættes flere sand- og siltpartikler for at reducere svindrevner under udtørring

Kortlægning

Dette kapitel beskriver processen bag udviklingen af projektets materialer – fra kortlægning af landskabets ressourcer til høst, forarbejdning og anvendelse. Udgangspunktet har været en regenerativ tilgang, hvor materialer ikke blot vælges ud fra funktionelle egenskaber, men også med henblik på at styrke landskabets økologiske systemer. Ved at arbejde med det, stedet giver, og med respekt for dets naturlige rytmer, bliver byggeri en integreret del af et levende kredsløb.

Som en del af denne tilgang blev det engelske firma Local Works Studio engageret til at udføre en landskabsaudit på Hedeskovs jorder. Formålet var at kortlægge de materialer, der var tilgængelige i umiddelbar nærhed af bygningen, og som kunne indgå i renoveringen. Bygherren havde flere års kendskab til området og havde tidligere arbejdet sammen med en geofysiker om etablering af et vertikalt jordvarmeanlæg. Dette samarbejde havde givet en god forståelse for jordlagene og en formodning om, at der fandtes egnede materialer på stedet. Auditten bekræftede dette og afslørede flere bio- og mineralsk baserede materialer – herunder sand, silt, ler og plantefibre.

Ler

I skovkanten mellem den nyetablerede skov og den gamle skov blev der identificeret en særlig værdifuld ressource, hvor selektiv høstning kunne finde sted uden større forstyrrelser og uden at skade det

eksisterende økosystem. Tværtimod kunne det styrke biodiversiteten og forbedre levestederne for planter, dyr og vandmiljøer. Det var netop her, at et af de første materialer – ler – blev opdaget.

Leret i Hedeskov stammer fra geologiske processer, der fandt sted under og efter den sidste istid. Området er præget af en markant opdeling mellem hedelandskab og aflejringer fra den sidste glaciation, hvilket tydeligt ses i den 30 meter høje morænebakke syd for bygningen. Denne bakke er en rest af de materialer, som isen efterlod under sin bevægelse, og markerer den geologiske overgang i landskabet.

I forbindelse med kortlægningen tog Local Works en prøve med hjem, hvor de gennemførte en sigteanalyse af leret for at klassificere partikelstørrelserne og vurdere materialets egnethed til brug i lerpuds og lergulv i projektet. Resultaterne viste, at ca. 40 % af leret bestod af lerpartikler, som fungerer som bindemiddel i lerpuds og gulve. De resterende 60 % var sand, hvilket er nødvendigt for at forhindre krympning i mørtel. Dette 40/60 forhold er ikke optimalt, da andelen af ler er for højt til optimal anvendelse. For projektet betød det, at der skulle tilsættes sand for at reducere risikoen for krympning under tørring, når leret blev anvendt til lerpuds på væggene.



- ↑ Oxidrigt smeltevandssand
Store dele af det materiale, der opstår i en gletsjer, transporteres, omlejres og aflejres af smeltevand – både fra dalgletsjere og kontinentale iskapper

Foto: Djernes & Bell

Kortlægning

Sand

Bygningen er placeret på en sandpude, hvor et lag sand strækker sig ned til en dybde på 60 m, både under bygningens fundament og i umiddelbar nærhed af bygningen. Denne geologiske formation giver rig adgang til sand, som ikke kun fungerer som en stabiliserende base for bygningens fundament, men også udgør en værdifuld ressource i sammensætningen af lerpuds. En del af sandet, der er anvendt i projektet, blev fundet under bygningen i forbindelse med fjernelse af eksisterende terræn. Den øvrige del blev fundet ca. 100 m fra bygningen i randen af sandpuden, tæt på overgangen til et tidligere havområde. Området var indtil 2010 dyrket som konventionelt landbrug af de tidligere ejere, hvor kunstgødning og pesticider blev anvendt for at opnå et tilfredsstillende udbytte. Efter erhvervelsen af jorden blev der etableret skovrejsning, og efter 12 års arbejde blev den første udtynding af træmassen gennemført.

Sandprøver fra bygningen og landskabet blev analyseret. Resultaterne viste, at sandet var uforurenset og rent, uden ler eller andre større partikler.

For at opnå de rette tekniske egenskaber var det imidlertid nødvendigt at kombinere de jordbaserede materialer med plantefibre, og her viste dunhammeren sig at være en værdifuld ressource.

Dunhammerfibre

Selvom sand og ler udgjorde de bærende strukturelle materialer i projektet, var det nødvendigt at tilføre plantefibre for at sikre både fleksibilitet og styrke i blandingerne.

En af de mest værdifulde fibre blev fundet i den lokale dunhammer, en plante med lange, seje fibre, der har en lang tradition som forstærkningsmateriale i byggeri. Området, hvor dunhammeren blev fundet, ca. 300 m fra bygningen, har tidligere været havbund med humusdannelse. Fra 1. verdenskrig og frem til begyndelsen af 1950'erne blev der gravet tørv i dette område, hvilket har ændret landskabet og skabt både mindre og større vandhuller. Disse vandhuller har dannet grobund for væksten af dunhammer.

Fibrene fra dunhammeren viste sig at være særligt velegnede i arbejdet med lerpuds, hvor de bidrog til at forbedre både materialets holdbarhed og dets evne til at modstå revnedannelse. Planten blev derfor ikke kun et symbol på landskabets historiske lag, men også en aktiv komponent i projektets materialekredsløb.

Kortlægningen af de lokale materialer har afsløret flere ressourcer, som er direkte tilgængelige i nærheden af bygningen, og som kan anvendes i renoveringsarbejdet med minimal miljøpåvirkning. Ler, sand og dunhammerfibre har vist sig at være særligt værdifulde i projektet, ikke kun på grund af deres tekniske egenskaber, men også fordi de stammer fra landskabets naturlige processer og historiske brug. Denne tilgang til lokal og bæredygtig materialehøst understøtter de regenerative principper, som er grundlaget for projektet. Med udgangspunkt i kortlægningen og materialernes potentiale blev næste skridt at indlede en skånsom og strategisk høstning.



- ❶ Hedeskov Living Lab: eksisterende bygninger, renovering, transformering, reparation og genbrug
- ❷ Regenerativ køkkenhave
- ❸ Rodzoneanlæg
- ❹ Rødt sand
- ❺ Kastanielund med nyttetræer
- ❻ Høsning af dunhammer
- ❼ Biochar
- ❽ Materialer - opbevaring og bearbejdning
- ❾ Drivhus
- ❿ Lerudgravning

↑ En moræne er en ophobning af usorterede, usammenhængende materialer, som findes i områder, der er eller tidligere har været dækket af gletsjere eller iskapper. Materialet er transporteret og aflejret direkte af isen og består af en blanding af partikler i mange størrelser, fra store stenblokke og grus til sand og silt, alt sammen indlejret i en finkornet, leret matrix – ofte kaldet gletsjermel

Dunhammer kan anvendes som fibre, der tilsættes lerpudsen for at øge fleksibilitet og styrke samt reducere risikoen for svindrevner





Høstning i landskabet

Efter kortlægning og analyse af materialerne var næste skridt i projektet at høste de egnede materialer.

Leret blev udgravet fra en skråning ved hjælp af en gravemaskine, og der blev fjernet cirka 8 ton ler, efter at mængden var nøje beregnet. Udgravningen tog et par timer. Leret blev straks læsset på en vogn og transporteret til opbevaring i en lade 650 m fra udgravningsstedet.

Høstningen af sandet blev udført med skovle, hvilket gjorde det muligt at udvinde sandet præcist fra sandpuden. Dette var nødvendigt, da sandlaget bestod af to typer sand, og den ønskede type, som indeholdt det højeste indhold af jern, skulle udvælges med stor præcision. Efter at sandet var udgravet, blev det læsset direkte på en staldkat og transporteret til opbevaring i en lade cirka 300 m fra udgravningsstedet.

Høstningen af dunhammerfibre blev gennemført hurtigt og effektivt af bygherre. Der blev indsamlet cirka 50 dunhammerplanter. En dunhammer indeholder et betydeligt antal fibre, som kun kan udvindes, efter at fibrene er fjernet fra stammen. Høstningen forløb gnidningsfrit, efter at de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger var implementeret. Da arbejdet foregik i et vådområde, hvor vanddybden ikke var kendt på forhånd, var det vigtigt at tage højde for sikkerheden.

Høstningen af ler, sand og dunhammerfibre foregik effektivt, efter der var lagt en nøje plan for, hvordan det bedst kunne gøres med tanke på minimal forstyrrelse og efterfølgende naturforbedring. Den efterfølgende forarbejdning af materialerne viste sig at være den mest tidskrævende del af processen i forhold til arbejdet med lokalt høstede materialer.



← Øverst tv: Designer Jonas Edvard høster materialer. Her ses han ved det rødlig smeltevandssand
Nederst tv: Dunhammer ved søen

Fotos: Djernes & Bell, Hedeskov



↑ Nederst tv og th: Sofie høster dunhammer i sensommer/efterår. Fibrene skubbes af stammen efter tørring

Fotos: Hedeskov



Naturforbedring ved høstede steder

Som en del af projektets regenerative principper var det afgørende at arbejde med metoder, der kunne forbedre de naturlige levesteder og økosystemer i forbindelse med høstningen.

I Hedeskovs yngre plantageskov har strategisk høstning og små, lokale udgravninger af sand og ler – såkaldte landscape scrapes – vist sig at være mere end blot en ressourcepraksis. Ved at fjerne begrænsede mængder materiale fra nøje udvalgte steder i skovbunden skabes mikrotopografiske variationer i fugtighed og jordtype, som åbner for nye vækstbetingelser. Denne proces bidrager til at fremme strukturel diversitet i det ellers ensartede skovbillede. Disse mikroindgreb danner grobund for en mere kompleks vegetationsstruktur og skaber små oaser for biodiversitet.

I lerudgravningen nær skovkanten er der dannet en lavning, hvor regnvand naturligt samles. Her er skabt et midlertidigt vådområde, som tiltrækker større dyr. Spor og optagelser fra vildtkamera dokumenterer markant aktivitet fra arter som rådyr, ræve og grævlinge, som benytter området både som vandingssted og som overgangszone mellem skov og lysning. På trods af en tørkeperiode er vandstanden stadig til stede i området, hvilket er bemærkelsesværdigt, da det er det højeste punkt i Hedeskov.

Denne form for naturforbedrende indgreb er lavteknologisk og nænsom, men har potentiale til at accelerere økologisk kompleksitet og øge både levesteder og artsrigdom i den unge skov. Det viser, hvordan skovdrift, materialehøst og naturpleje ikke nødvendigvis er modsætninger, men kan integreres i en fælles, regenerativ strategi.



← Et vildtkamera er sat op ved lerudgravning og området monitoreres for plante- og dyreliv



↑ Opsamling af site-baseret rødt sand til tests af materiale med Local Works Studio

Fotos: Hedeskov, Djernes & Bell

← Den højderyg, der ligger syd for Hedeskov Living Lab, er omkring 30 m høj og strækker sig i øst-vestlig retning. Den kan være en randmoræne – en aflejring, der markerer den maksimale udbredelse af en gletsjer



↑ Udgravning af ler fra moræneskrænt

Foto: Hedeskov

↑ Bortkørsel af ler fra udgravningssted

Foto: Hedeskov

↑ Komprimeret ler til udtørring

Foto: Hedeskov

↑ Tørret ler opdelt i mindre stykker klar til knusning

Foto: Hedeskov

Forarbejdning og anvendelse

For at realisere projektets vision om et bæredygtigt og regenerativt byggeri, blev der ikke kun lagt vægt på valg og høst af materialer, men også på deres forarbejdning og anvendelse. De lokale materialer blev forarbejdet tæt på byggepladsen, i en lade ca. 350 m derfra. Dette øgede effektiviteten og understøttede projektets fokus på lokale og økologiske principper.

Ler

De 8 ton ler, der blev udgravet fra området, blev først komprimeret for at sikre en effektiv udtørring. Når leret var tilstrækkeligt tørt, blev det knust og vendt. Denne proces startede med brug af en staldkat, som hjalp med at opdele leret i mindre stykker. Derefter blev materialet bearbejdet i en tvangsblender, som yderligere knuste det til en ensartet masse. Slutningen af processen bestod i at sigte leret for at opnå den ønskede finhed. Leret blev derefter opbevaret i sandposer og transporteret til byggepladsen efter behov.



↑ Knust ler klar til sigtning

Foto: Hedeskov

Sand

Sandet blev først tørret for at fjerne overskydende fugt og sigtet for at sikre en ensartet kornstørrelse. Det blev derefter opbevaret i spande, klar til anvendelse.

Dunhammer

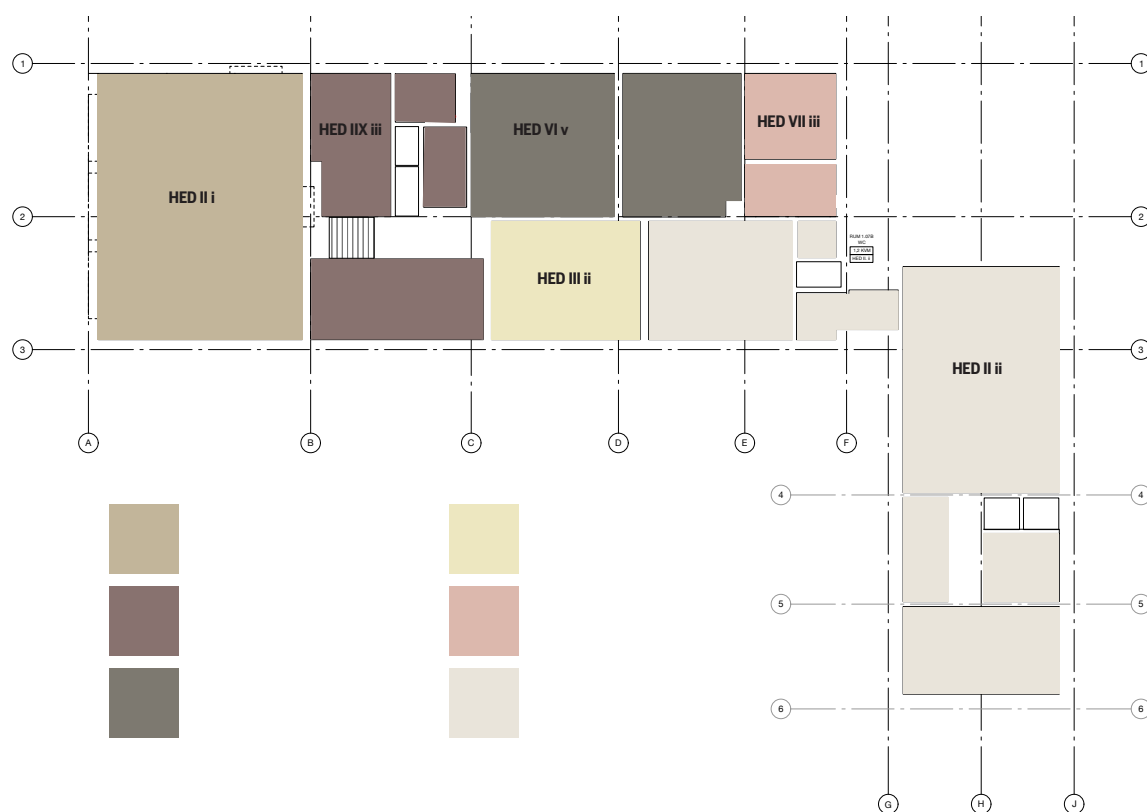
Dunhammeren blev høstet og derefter tørret på et varmt gulv for at sikre, at al fugt blev fjernet. Fibrene blev adskilt fra stilkene, hvorefter de blev opbevaret i lufttætte plastikposer og kasser. Poserne forhindrer, at ilt når materialet, hvilket hjælper med at undgå forrådnelse og opretholder materialernes kvalitet indtil anvendelse.

Materialernes rejse – fra landskab til bygning – har ikke kun bidraget med fysisk substans til projektet, men også med viden, forbindelser og nye praksisser. Gennem indsamling, eksperimentering og vidensdeling er der skabt et lokalt og regenerativt materialeøkosystem, der kan inspirere lignende initiativer. Kapitlet vidner om, hvordan selv små materialebeslutninger kan få stor betydning – ikke kun for arkitekturen, men også for den natur, vi er en del af.



↑ Dunhamre lagt til tørring på varmt gulv

Foto: Hedeskov



- ❶ Lerplader som underlag for farveprøver
- ❷ Farver og opskrifter er besluttet ud fra dette farveprøvepanel
- ❸ Lerprøver til gulv
- ❹ Dunhammerfibre
- ❺ Dunhammer blomsterstand

↑ Oversigtstegning med lerpudsfarver. Tegning bidrager til areal- og mængdekalkulationer for blanding af lerpuds

Tegning: Djernes & Bell og Local Works Studio

Foto: Djernes & Bell

Opskrifter

Efter at materialerne var blevet analyseret og testet for deres egnethed, blev der udviklet prototyper for at fastsætte de ønskede udtryk, farver og teksturer. I denne proces kommer både de praktiske og æstetiske faktorer i spil.

Djernes & Bell havde på forhånd udarbejdet en farvepalette inspireret af den eksisterende bygning og det omkringliggende landskab. Farverne skulle både afspejle bygningens historiske karakter og skabe en visuel sammenhæng med naturen.

I alt blev der valgt 7 forskellige farver, og Local Works Studio udviklede omkring 14 prototyper, som blev sendt til Danmark for videre evaluering. Af de valgte farver indeholdt 5 en smule pigment, mens de sidste 2 var landskabsbestemte. Det lyse sand, der blev fjernet under udgravningen

af terrænet omkring bygningen, satte tonen for én af farverne på lerpudset, mens det jernholdige sand fra det nærliggende skovområde var kilden til farven, der blev brugt på væggene i skolestuen/eventsalen.

Da farverne var fastlagt, blev der udarbejdet en detaljeret opskriftsmanual, som indeholdt specifikationer for ingredienser og blandingsforhold. Manualen var afgørende for at sikre ensartethed i produktionen af lerpudset, da blandingsforholdene mellem ler, sand og eventuelle tilsætningsstoffer som pigmenter havde stor indflydelse på både den æstetiske kvalitet og de tekniske egenskaber af pudset. Den skulle også sikre, at materialerne kunne anvendes effektivt og konsekvent i hele renoveringsprocessen.



Clay
Dry, crushed clay



Lime putty



Black iron oxide
Pigment
The recipe is for the pigment to be made into a paste with water, and then added to the plaster. Soaking the pigment over-night may make the colour stronger.



Iron sand
Dug from Hedeskov



Yellow iron oxide
Pigment
The recipe is for the pigment to be made into a paste with water, and then added to the plaster. Soaking the pigment over-night may make the colour stronger.



Bullrush
Collected from Hedeskov



Pale sand
Dug from Hedeskov



Red iron oxide
Pigment
The recipe is for the pigment to be made into a paste with water, and then added to the plaster. Soaking the pigment over-night may make the colour stronger.



Wheat flour
5 parts water to 1 part flour
• Heat in a pan and stir with the whisk until the mixture boils and thickens,
• Simmer for 5-10 minutes, stirring all the time.
• Cool before use
• Usable for 1 or 2 days or up to 2 weeks if kept in a fridge

↑ Oversigt over materialer brugt til lerpuds
Materialledesign: Local Works Studio



Workshop

Vidensdeling har været en central målsætning i projektet, da det ikke kun handlede om at skabe et fysisk produkt, men også om at udveksle viden og erfaringer med håndværkerne, der skulle arbejde med de nye materialer og teknikker.

Selvom håndværkerne havde omfattende erfaring med restaurering, var arbejdet med lerpuds en ny disciplin for dem. Det blev derfor prioriteret at sikre, at de kunne tilegne sig de nødvendige færdigheder for at arbejde effektivt og korrekt med ler som byggemateriale.

For at imødekomme dette behov blev der arrangeret en workshop i et samarbejde mellem Hedeskov, Local Works Studio og Djernes & Bell. Her fik håndværkerne mulighed for både at få praktisk erfaring og teoretisk indsigt i arbejdet med lerpuds. Workshoppen havde til formål at introducere de grundlæggende teknikker til blanding og påføring af lerpuds og

samtidig gøre håndværkerne bekendt med materialernes sammensætning og de specifikke krav, der følger med deres anvendelse.

I løbet af de to dages workshop arbejdede håndværkerne intensivt med forskellige påføringsteknikker og blev præsenteret for metoder til at imødekomme de udfordringer, der opstår ved brug af byggematerialer, som ikke er konventionelle. Denne praktiske træning gav dem en dybere forståelse af, at ler kræver en specifik tilgang i både forberedelse og anvendelse, hvilket er afgørende for at opnå et både godt og tilfredsstillende resultat.

Vidensdelingen i workshoppen har ikke kun været en værdifuld proces for projektet, men også for håndværkerne, da den har udvidet deres kompetencer og gjort dem i stand til at anvende lerpuds i fremtidige restaurerings- og byggeprojekter.

← Håndværkere, arkitekt, bygherre og Local Works Studio til lerjordsworkshop

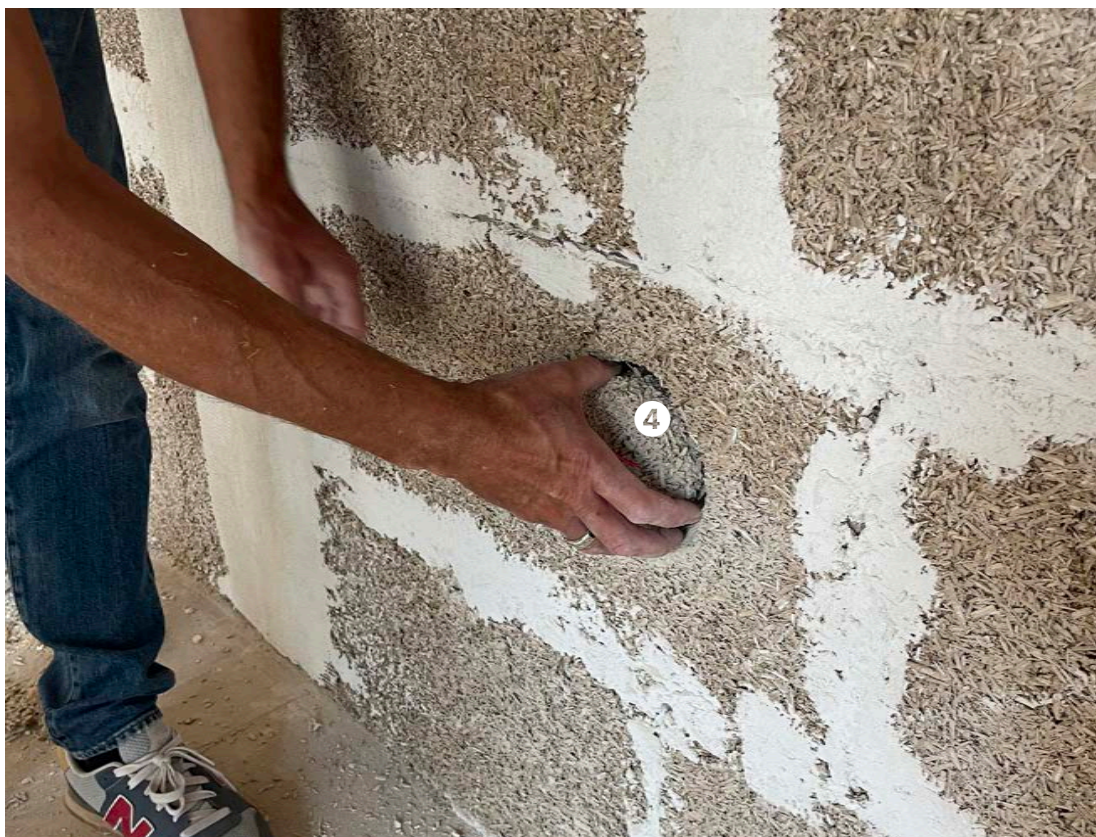
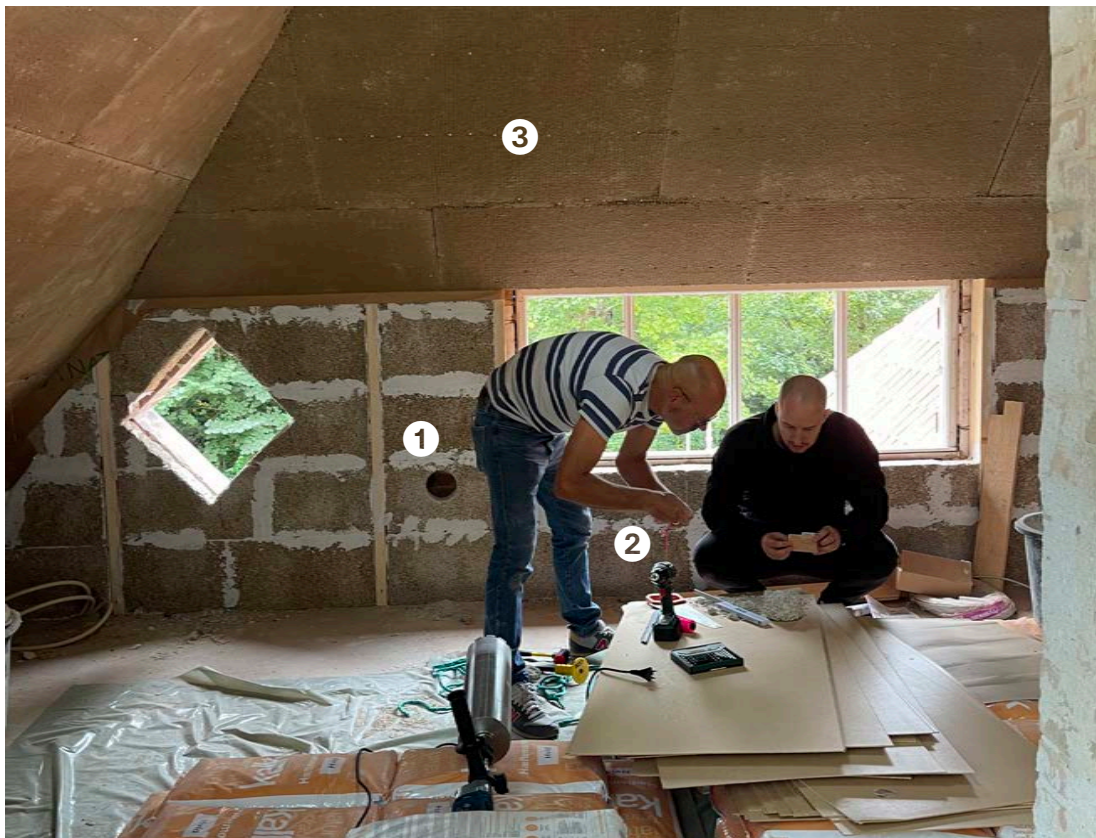
← Arkitekt og Local Works Studio i proces

Fotos: Hedeskov



↑ Forløbige materialeprøver fra Local Works Studio

Foto: Hedeskov



- ❶ Hempcrete blokke brugt som efterisolering. Boring til fugtmåler ses her
- ❷ Installation af fugtmåler
- ❸ Hulrum med træisolering i tagopbygninger monitoreres for fugt
- ❹ Torben Valdbjørn Rasmussen BUILD AAU isætter fugtmåler i hempcrete blokke

↑ Fotos: Hedeskov

Som en del af Hedeskov Living Lab har BUILD ved Aalborg Universitet fulgt byggeprocessen tæt og bidraget med byggefaglig ekspertise og systematisk dataopsamling. Fokus har været på at dokumentere de byggetekniske egenskaber og ydeevne af de anvendte biobaserede og regenerative materialer – herunder træ og træfiber i isolering og vindspærrer, hempcrete i blokke, ler og kalk samt genbrug og upcycling af lokale ressourcer som tegl og knust beton.

I det færdige byggeri er der indlejret en række fugtsensorer og målepunkter inde som ude, der løbende opsamler data om blandt andet fugtforhold, temperatur og indeklima. Denne langsigtede monitorering giver værdifuld viden om bygningens fugttekniske robusthed. Resultaterne analyseres og samles i en teknisk publikation, som forventes udgivet i sommeren 2026. Rapporten vil danne grundlag for vidensdeling på tværs af byggeriets aktører og indgå i BUILDs forskning inden for lavemissionsbyggeri og materialecirkularitet.

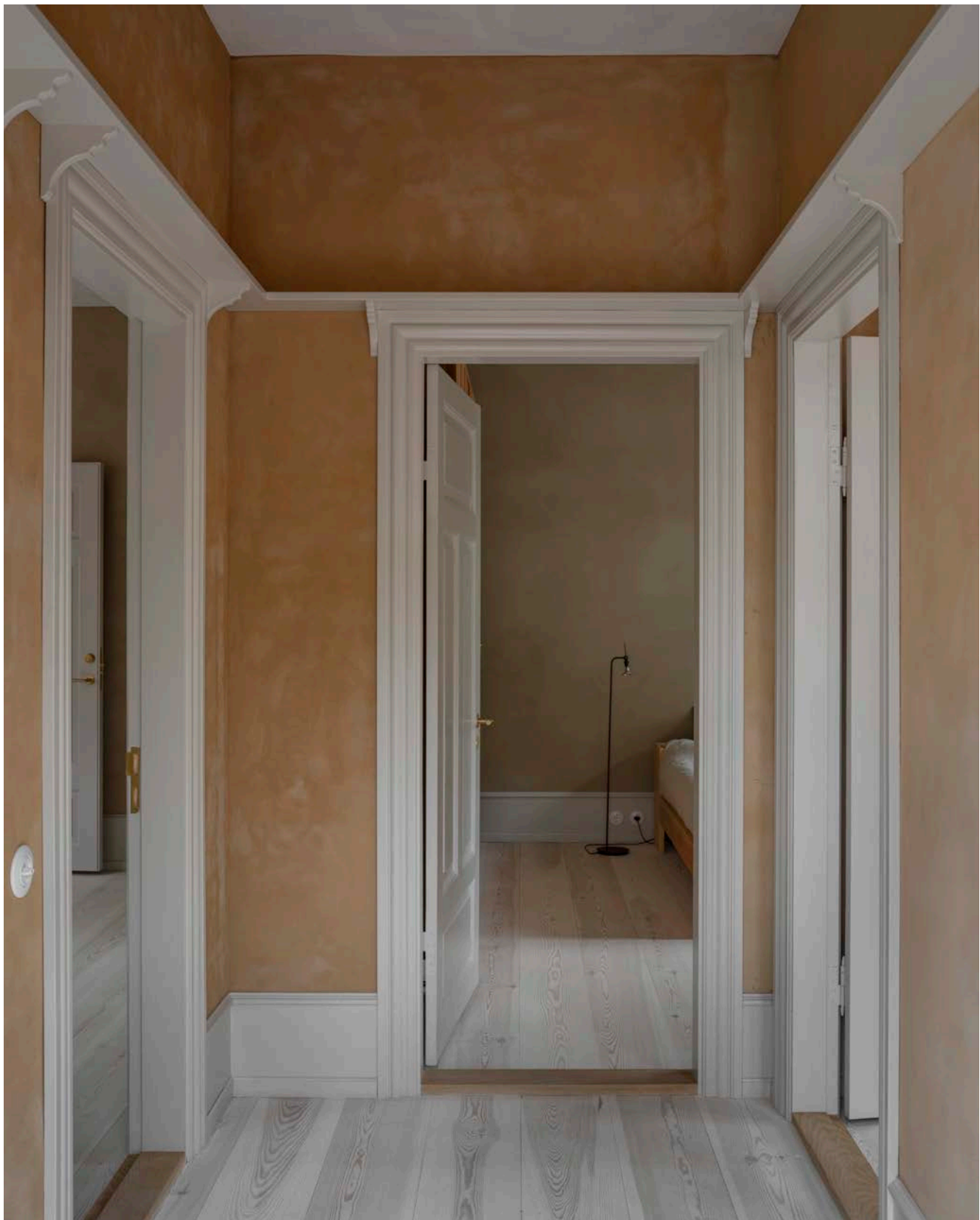
Hedeskov Living Lab adresserer en af nutidens store udfordringer: at nye og lavteknologiske materialer ofte falder uden

for det eksisterende, tekniske fælleseje for byggeriet – og derfor møder betydelige dokumentationskrav, bl.a. inden for brand, lyd, isolering, fugt og afgasning. Derfor er BUILDs deltagelse afgørende. Projektet skaber et dokumenteret erfaringsgrundlag, der kan bane vej for bredere accept og anvendelse af biobaserede og regenerative løsninger.

Der er et voksende behov for at forankre denne viden i hele byggeriets værdi- og forsyningskæde – blandt materialeleverandører, arkitekter, ingeniører, myndigheder, udførende, bygherrer, brugere samt i finans- og forsikringssektoren. Med Hedeskov Living Lab som case peger samarbejdet på behovet for nye former for teknisk fælleseje og praksisnære eksperimenter, der kan understøtte overgangen til bioregionale og regenerative materialeflows.

Gennem dette samarbejde tager BUILD og projektteamet et vigtigt skridt mod en ny forståelse af byggeri som noget, der ikke kun opføres men også undersøges, forankres lokalt og udvikles i fællesskab.

I denne rapport har BUILD bidraget med et antropologisk studie samt en række LCAByg-beregninger, som præsenteres i de følgende kapitler.



↑ Stedsbaseret lerpuds til vægoverflader inspireret af geologiske kernescanninger. Trædøre er restaureret og nye træpaneler er malet med dansk linoliemaling

Foto: Johan Dehlin

Som at spise årstidens grøntsager – Hvad kan Hedeskov lære os om regenerativ arkitektur

Marie Stender, Lene Wiell Nordberg og Karoline Wulsten Gronert, BUILD AAU

Byggeriet har en enorm klimabelastning og en bæredygtig omstilling har længe været i fokus i arkitektur og byggeri. I lyset af den akutte klima- og biodiversitetskrise kan man dog spørge, om målet bør være at bidrage positivt til at genskabe miljøet og alt levende, snarere end blot at nedbringe byggeriets klimabelastning. Denne større opgave har banet vejen for en regenerativ tilgang til det byggede miljø, som handler om, at design og byggeri aktivt skal modvirke degenereringen af både jordens naturlige systemer og de menneskelige systemer, som bebor den¹. Der er blevet udviklet principper for regenerativt byggeri i forhold til byggeprocessen², herunder hvordan alt fra bygningsdesign, byggefase og drift skal bidrage positivt til den sociale, økologiske og økonomiske sundhed på

stedet, som omgiver bygningen. Dette ved at lade økosystemerne fungere som basis for et design, der støtter regenereringen af eksisterende og tabte økosystemer³.

Den regenerative tilgang er imidlertid stadig i begrænset omfang verificeret⁴, og indenfor dansk byggeri fortsat ret uprøvet. Begrebet har også været under kritik, og det er blevet debatteret om nutidens mange bæredygtighedsbegreber skaber et ”definitionernes ingenmandsland”, hvor greenwashing trives⁵. I en dansk kontekst arbejdes der dog aktuelt på at skabe mere viden på området f.eks. hos Aarhus Center for Regenerativt Byggeri, hvis målsætning er at synliggøre, hvordan byggeriet kan gøre en positiv forskel for klima, natur, miljø og mennesker. På BUILD forskes der desuden i de biobaserede materialer, der anvendes i regenerativt byggeri⁶. Her er konklusionen blandt andet, at den største udfordring ved at udbrede anvendelsen af biobaserede materialer pt ligger i fraværet af det, vi kalder alment teknisk fælleseje. Det vil sige rækken af uformelle standarder, som viser måder at opnå korrekt praksis

- 1 Mang & Reed 2020
- 2 John T. Lyle 1994
- 3 Persson 2023
- 4 Persson 2024
- 5 Harders 2023
- 6 Rasmussen et al 2022
- 7 Gottlieb et al. 2024

→ Udvalgte lerpudsfarver

Foto: Djernes & Bell





↑ Kortlægning af landskab med Local Works Studio

Foto: Djernes & Bell

↑ Formidlingslokalets nye runde vindue indrammer landskabet med stor effekt også inden overflader og afslutninger er gennemført

Foto: Hampus Berndtson

med biobaserede materialer og som indeholder den ypperste viden og udbredt korrekt praksis på et område, konkrete bygningsdetaljer, vejledninger, anvisninger mm⁷.

I den arkitektoniske og antropologiske forskning er der stigende fokus på et begreb som "care". Det inviterer til, at vi bevæger os væk fra et fokus på fremskridt til i højere grad at drage omsorg for, at reparere og genopbygge det eksisterende⁸.

I det perspektiv skal arkitektur tænkes som relationer snarere end objekter, fordi arkitektur og bygninger altid er forbundne med miljøer, mennesker, flora og fauna. Denne tilgang til det byggede rejser nye spørgsmål og placerer ansvar i arkitekturen. Fokus er ikke længere blot "bygningen" eller "objektet", men alle dem, der indgår i relation med det: Hvor kommer byggematerialerne fra? Hvem skal vedligeholde bygningen? Er det bygget til at kunne holde? Og hvordan har det påvirket stedet: hvad eller hvem er evt blevet skubbet til side af det byggede?

Vores tilgang til regenerativ arkitektur og byggeri er inspireret heraf, og vi forstår det regenerative som en tilgang, der forsøger at drage omsorg og tage ansvar for at bidrage

positivt til de mennesker og økosystemer, den er i berøring med.

I dette kapitel undersøger vi, hvad renoveringen af Hedeskov Skole kan lære os om regenerativ arkitektur og byggeri.

Vores metode er arkitekturantropologisk, og kombinerer de to fagligheder for at belyse samspillet mellem mennesker og deres byggede og naturlige omgivelser. Da Hedeskov i skrivende stund i begrænset omfang er taget i brug, bygger undersøgelsen på indledende observationer og registreringer på stedet samt dybdegående kvalitative interviews med de aktører, der har været involveret.

Herunder ejerne Jørn Aagaard, Jette Søndergaard og Sofie Aagaard, arkitekterne fra Djernes & Bell, en partner i det engelske Local Works Studio med speciale i landskabsregistreringer og anvendelse af lokale byggematerialer, håndværkerne, en lysdesigner, en kommunal medarbejder, samt en samarbejdspartner, som også er daglig bruger af huset. I det følgende sætter vi fokus først på husets rumlighed, dernæst materialer og så processen, inden den afsluttende konklusion på, hvad der kan læres.

7 Gottlieb et al. 2024
8 Tronto 2019

→ Havepavillionen opført i dansk
tømmer med spåntag

Foto: Nikolaj Bonde





- ↑ Indgangshall er det største rummelige indgreb i den eksisterende arkitektur. Det mørke lerpuds skaber harmoni med ølandsfliser og skiftende atmosfære ift. lysforhold og årstid

Foto: Johan Dehlin

Rumlighed - æstetik er irriterende vigtigt

Femogtredive kilometer nord for Aarhus ligger den gamle landsbyskole Hedeskov Skole, der blev opført i 1910 og fungerede som skole for lokalområdet frem til 1957.

Indtil skolen blev sat til salg i 2020 husede den bopæl og arbejdssted for en familie, der drev et trædrejeri og siden en tekstildesign virksomhed. De nuværende ejere, Jørn Aagaard, Jette Søndergaard og Sofie Aagaard, faldt lidt tilfældigt over stedet på en gåtur, men kunne hurtigt se potentialet i at omdanne den gamle skole til det, som i dag er Hedeskov Center for Regenerative Practice.

Sideløbende med i mange år at have drevet en fertilitetsklinik var særligt Jørn Aagaard nemlig blevet interesseret i regenerativt jordbrug. Gennem sit arbejde var han blevet bevidst om sammenhængen mellem sprøjtemidler i landbruget og nedsat fertilitet, og familien begyndte derfor at opkøbe og omlægge jorden omkring Hedeskov fra konventionelt til regenerativt jordbrug. Med centret har ejerne i dag en vision om at udvikle det regenerative felt i Danmark ud fra en tro på, at regenerative principper inden for både jordbrug og byggeri er en del af løsningen på de planetære kriser⁹.

Ambitionen har således været at gennemføre renoveringen med genanvendte byggematerialer og lokalt høstede geo- og biobaserede materialer. Ejerne er bevidste om det vanskelig i begrebet om det regenerative og siger: ”Det er det, der er megasvært. Der er ikke nogen fælles

definition. Men vi arbejder ud fra at skabe mere værdi, end vi tager. Vi høster de steder, hvor vi kan optimere forholdene i naturen. Vi har høstet her der, hvor der var potentiale for at lave et vandhul. Det handler i virkeligheden om at efterlade de steder, vi er, i bedre stand end det var, da vi kom”.

Når man træder ind ad hoveddøren i den gamle skolebygning, står man i et indgangsparti, hvor loftet går til kip, og der er varme mørke farver på de lerpudsede vægflader og på gulvene af natursten. Stemningen er lidt som i en kirke, hvilket forstærkes af ovenlyset fra de nye vinduespartier i loftet og rummets enkelhed. Unikke glaslamper, der er skabt til stedet, hænger ned fra det høje loft. Indgangspartiet skaber adgang til bygningens offentlige funktioner.

Det vil sige Hedeskov Center for Regenerative Practice, der består af den tidligere skolestue med tilhørende faciliteter, gæsteboligen samt 1. sal med et mødelokale, tekøkken, toilet og et rum med kontorarbejdsplader.

I den gamle skolestue i stueetagen strømmer dagslyset ind gennem tre store småsprossede vinduespartier ud mod indkørslen og køkkenhaven, mens et rundt vindue på endevæggen indrammer et kig til træerne bagved. Det ubehandlede, lyse trægulv, loftets og træpanelernes mørkebrune nuancer skaber, sammen med de lerpudsede vægges brunlige farve og stoflighed, en varm stemning i rummet.

Møbleringen er enkel, og møblerne flytbare, hvilket gør rummet fleksibelt og brugbart til mange forskellige type af aktiviteter. Fra den gamle skolestue er der et langt kig, når alle døre står åbne, til den private bolig i den anden ende af bygningen.

På 1. sal giver de nye store vinduespartier lysindfald og rumlighed trods etagens skrå vægge. De synlige hanebånd, trægulve og lyse skrå vægflader binder etagen sammen. I midten af etagen er der, i forbindelse med bygningens renovering, lavet to tværgående zoner markeret med mørkere træpaneler apteret med tekøkken, toilet og opbevaring.

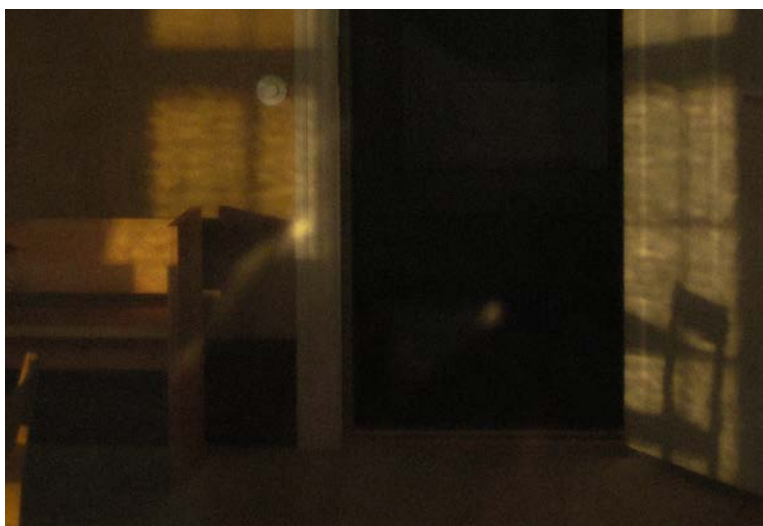
Apteringen er fint detaljeret og medvirker til at give både møderum og arealerne med kontorarbejdspladser en særlig karakter og stemning. Gæsteboligen i stueetagen mellem indgangspartiet og den private bolig, udgøres af et stort køkken og et soveværelse samt badeværelse. Kun en dør adskiller gæsteboligen og den private bolig, hvilket virker som en lidt beskeden overgang mellem husets offentlige funktion, Hedeskov Center for Regenerative Practice og den private del.

Den private bolig består af en stue, køkken/alrum, tre værelser, fordelingsrum,

et toilet og et badeværelse. Den private boligs areal er i sidebygningen i én etage.

Køkken/alrummet i den private bolig er højloftet og fremstår særligt spektakulært med store vinduespartier og med en smuk synlig tagkonstruktion i træ. Gulvet er her lerstampet, de lerpudsede vægge i en brunlig nuance og gulvpanelerne udført i natursten, giver rummet en høj grad af stoflighed. Indvendigt fremstår overgangen mellem hoved- og sidebygning nænsom, og det kræver en særlig opmærksomhed at opdage skiftet.

Historien bag den gamle skole har ejerne ønsket at bringe med ind i renoveringen. Derfor har de opsøgt tidligere elever, som kunne fortælle, at de kun kendte til skolestuen, da rummene til højre for indgangspartiet var skolelederens private domæne. Den rumlige opdeling af skolen er så vidt muligt bibeholdt i det renoverede Hedeskov, så skolestuen stadig er den mest offentlige del, mens rummene på højre side af entré-rummet er mere private med gæstebolig og ejernes private afdeling. På den måde er det ikke kun materialer, men også overordnede rumlige principper, der er genanvendt.



← Skolestuens/formidlingslokalets og landskabets skygger og lys ses her gennem gamle trunkne glastruer. Et øjeblik hvor landskab og arkitektur sammensmeltes

Foto: Nikolaj Bonde

Man vil med Hedeskov gerne vise branchen, hvad der kan lade sig gøre i forhold til regenerativ arkitektur. Flere af de interviewede lægger vægt på, at det derfor har været vigtigt, at resultatet er lækkert og ikke så hippieagtigt som den nærliggende økolandsby Friland.

Den kommunale ansatte fortæller, at Friland ofte bliver stemplet som alternativt og møder reaktioner som *"det skal vi i hvert fald ikke have i vores parcelhus"*, så kan Hedeskov være et eksempel på *"at gamle bygninger også kan noget"*.

Samme tanke gør sig gældende hos Local Works som understreger, at både æstetikken og fortællingen er afgørende, hvis stedet skal blive kendt som et godt eksempel – særligt på grund af beliggenheden ude på landet: *"Fordi det er ret afsides, så er de nødt til at skabe et narrativ, hvis folk skal komme der. At have et smukt design kan gøre at folk får lyst til at tage ud og besøge det og tilbringe tid der og være en del af det"*¹⁰.

10 "Because it's quite remote - they have to sort of create a narrative for people to want to come here. Having a beautiful design – people would love to go and see it and stay there and be a part of it".

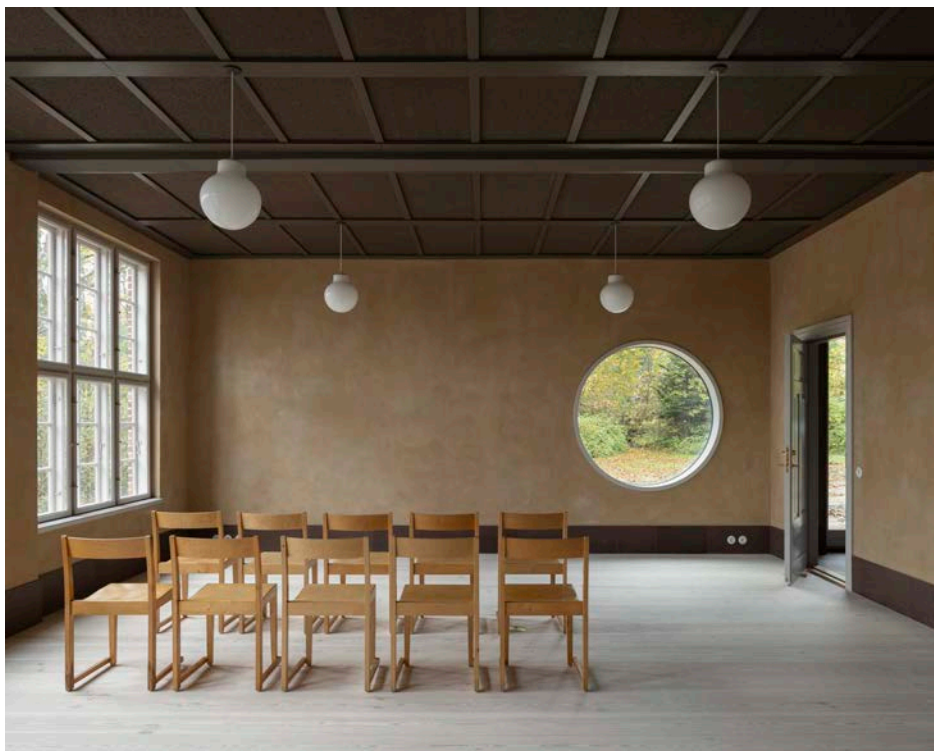
Han siger, at netop det forhold, at der er brugt så lokale materialer som ler, hestemøg og dunhammer fra området, har gjort det vigtigt at lægge vægt på æstetikken: *"hvis man tænker på at forsøge at forklare processen – bare grav et hul og klask det op på væggen – så lyder det ikke så godt. Men hvis du gør det godt, er det en smuk overflade. Så æstetik er irriterende vigtig"*.

Det vil være interessant at genbesøge stedet om nogle år for at følge med i, hvordan huset patinerer, og hvilke aktiviteter, der kommer til at foregå i den offentlige del af bygningen.

Der er utallige muligheder for at udvikle Hedeskov Center for Regenerative Practice i huset, ligesom den private bolig formodentligt vil fungere fortræffeligt som ramme om et hverdagsliv.

→ Upigmenteret lerpuds i formidlingsrummet med Hedeskov rødt sand

Foto: Johan Dehlin





↑ Lokalisering af dunhammer under kortlægning af landskab

Foto: Djernes & Bell



← Havepavilon, sidebygningen og haven

Foto: Djernes & Bell

**Materialer – man skal kunne se,
hvad det gør ved landskabet**

Samspillet med den omkringliggende natur har været vigtig i Hedekov, især gennem materialerne, som er lokale og i farveskala er præget af omgivelserne. Bygningen skaber også kontakt mellem rummene indenfor og omgivelserne udenfor, fortrinsvist gennem vinduerne, som indrammer og understreger koblingen mellem ude og inde.

Det samme gælder relationen til det lokale, sociale miljø, hvor Hedekov i begrænset omfang involverer og rækker ud til det helt nære lokalmiljø i landsbyen, men snarere har fokus på det lange kig ud i omverden. Den eksisterende bygning er i vidt omfang transformeret og genanvendt.

Det har i den proces været afgørende, at bygningen fra Kommunen har fået status som bevaringsværdig – ellers havde energikrav gjort det nødvendigt at tilføje mere isolering. Rådgiveren fra Kommunen forklarer, at når en bygning får status som bevaringsværdig, kommer man lettere omkring energibestemmelser. Fordi Hedekov er en smuk gammel skole med gode detaljer og en fin fortælling, så stod der ikke noget i vejen for at tildele denne status, som har været essentielt for, at byggeriet kunne lykkes, som det gjorde.

Det er lykkedes at lave en omsorgsfuld bygningstransformation, der skaber rum for ny anvendelse uden at miste den gamle skolebygningens karakter og kvalitet. Husets transformation med enkelte nye vinduespartier har på ingen måde forringet

bygningens arkitektur set udefra, men er tilpasset ud fra en grundlæggende forståelse af den eksisterende bygning.

I Hedekov er væggene matte og mørke, der er kvalitetsmaterialer på gulvet som brede ubehandlede træplanker, stampede lergulve og natursten, hvilket skaber en stemning lidt a la en blanding mellem frilandsmuseum, kirke og et kunstmuseum – lækkert, autentisk, æstetisk og lidt gammeldags men alligevel nyt.

Alt i huset er gennemført og gennemarbejdet ned til mindste detalje, ingen steder fremstår noget slidt, gammelt eller ufærdigt. Men heller ikke som i nybyggeri, hvor der lugter kemisk af nye byggematerialer. De biobaserede materialer er ikke umiddelbart synlige for øjet, man kan ikke se, at der er brugt hestemøg og dunhammere, hvis man ikke ved det.

Materialerne skaber imidlertid en høj grad af stoflighed og en form for gedigenhed, der trækker en rød tråd gennem hele huset. Under vores besøg var møblering i huset yderst sparsomt, og man får næsten lyst til at lade det stå på den måde, så de smukke rum og deres materialitet fortsat spiller hovedrollen.

Omvendt kalder huset også på at blive ibrugtaget, da de mange robuste kvalitetsmaterialer sandsynligvis vil gøre huset endnu smukkere med tiden.

Forhåbentligt vil valg af møblering på samme måde som huset emme af kvalitet og ligeledes patinere smukt med tiden.

Da vi besøger Hedeskov i efteråret 2024, står der i den gamle skolestue et stort træbord, hvor de forskellige materialer ligger fremvist: glasbøtter med knust ler og sand, hestemøg og dunhammerfibre, men også hampeblokke og celleglas af knuste bilruder, som kan bruges i stedet for et traditionelt terrændæk og underlag for trægulvet.

Dunhammeren, som er brugt på væggene, har ejerne selv plukket ved søen tæt på huset. Hestemøget er brugt som bindemiddel i lerblandingen, der dækker gulvet.

På bordet ligger også en bunke genbrugstegl, som viser sig at komme fra Karen Blixens hus. Ejerne understreger, at det ikke var tilfældigt – ligesom med de fleste andre materialer, er de nøje udvalgt, og det er tydeligt, at der ligger mange overvejelser i hvert enkelt byggemateriale. Det har været dialog om alle materials klimapåvirkning, æstetik, nødvendighed og relevans, og håndværkeres viden og kendskab til lokale værdikæder har været en vigtig del af processen.

Kun få gange har de grundet æstetik eller funktionalitet gået på kompromis med ambitionen om kortest mulig transport af materialer.

Hampepladerne, købt gennem det bæredygtige byggemarked Havnens Hænder, er et af de materialer, som er transporteret længst – ca. 600 kilometer fra Tyskland – og netop grundet den lange afstand valgte ejerne selv at rejse ned til fabrikken for at sikre sig, at de kunne stå inde for alle led i produktionen.

Hvor muligt er der tænkt i genbrug af

materialer: sand er brugt igen, tagsten er knust eller brugt i indkørslen og nogle af de øvrige bygninger. Gulvbrædderne er slebet ned og genbrugt som skabe.

Træ, som var råddent, er efter opvarmning ved høj temperatur og lav ilttilførsel brugt som biochar (også kaldet bio kul), der ved at sprede det på landbrugsjorden øger kulstoflagringen. På den måde kan man indvirke på jordens frugtbarhed¹¹.

Arkitekterne understreger, at arbejdet med naturlige materialer ikke behøver være svært, da vi har brugt dem i flere tusind år, blot kræver det viden om restaurering og klassisk byggeskik. Samtidigt stiller det andre krav til vedligehold end i almindeligt byggeri.

Men det er ikke et problem, mener de, snarere tværtimod: *"Alt omkring et byggeri burde handle om vedligehold. I dag bygger man på en måde, som er utilgængelig, og hvor man ikke føler sig kompetent til at reparere"*. For arkitekterne i Djernes & Bell er arkitektur vedligehold – og vedligehold er en slags omsorg.

Ideen med husets lerpudsede vægge er ifølge arkitekterne, at det efterfølgende skulle være nemt for husets ejere selv at reparere eventuelle skader. Arkitekterne bruger begreberne *"restorativt"* eller *"reparativt"* om deres praksis, da de oplever, at begrebet regenerativt er ved at blive udvandet og kommercielt: *"Vi er i fasen, som er imod noget reparatorisk eller restorativt. Altså vi skal genoprette noget, inden vi kan være regenerative. Den måde, vi forstår det regenerative, er ved, at man gør ting bedre. Men grundlæggende handler det om at forbedre ting ved at interagere med naturen."*

¹¹ Brodam 2022

¹² "The problem is that you never see the harm from construction at the site. The harm is taking place elsewhere in the world. At Hedeskov you see the site of extraction and you see the building and you realize it's not that bad – not better – but not harmful. It's very honest"

¹³ "You get stuck in a modern construction mindset where you buy off the shelf in any season. It's the same with food – in the past you would only eat what was in season"

¹⁴ "You're just scraping the soil, and this has huge benefits for wildlife and biodiversity. To create these gorges in the landscape - it is really good to just leave them, and they become ponds or damp little habitats for different plants and species."

Farvevalget i huset har været inspireret af både landskabet og den oprindelige bygning.

En kongstanke for de involverede har været, at rummet, materialerne og æstetikken gerne må skabe en sammenhæng med naturen.

Local Works mener, at det er vigtigt, at man lader sig indordne under stedets betingelser og lader farverne svare til det, materialerne faktisk er. Valget af lokale materialer handler også om at gøre konsekvenserne af vores ressourceforbrug synligt for os.

Når vi i det traditionelle byggeri laver grusgrave eller fælder træer andre steder i verden, mister vi fornemmelsen af, hvilken skade byggeriet har på vores omgivelser, siger partneren fra Local Works: *"Problemet er, at du aldrig ser skaden fra byggeriet på det konkrete sted. Skaden sker andre steder i verden. Ved Hedeskov kan du se udvindingsstedet, og du kan se bygningen og indse, at det ikke er så slemt – ikke direkte bedre – men ikke skadefuldt. Det er meget ærligt."*¹².

Ifølge ham er det derfor afgørende at arbejde på en hyperlokal måde, hvor man bruger de materialer, der er tilgængelige på stedet og i årstiden.

Faktisk er det akkurat, som når vi spiser årstidens lokale grøntsager, siger han: *"Man bliver fanget i et moderne bygge-mindset, hvor du kan købe varer fra hylden uanset sæsonen. Det er det samme med mad – før i tiden kunne man kun spise det, der var i sæson"*¹³.

Udover at brugen af lokale materialer mindsker byggeriets miljøbelastning, så kan høsten af ler og sand faktisk vise sig at have en positiv påvirkning på biodiversiteten. På det sted i skoven, hvor der er hentet ler til vægge og gulve, findes i dag en lille kløft i landskabet, som er omkranset af små nye træer.

Med tiden vil der blive skabt små vandhuller, som ifølge Local Works kan tiltrække dyr: *"Du skraber bare i jorden, og så har det store fordele for vilde dyr og biodiversiteten. At skabe disse kløfter i landskabet – det er virkelig godt bare at lade dem være, så de bliver små damme og fugtige habitater for forskellige planter og arter"*¹⁴.

→ Dekonstruktion, sortering og opbevaring af de gamle tagsten, som skal genbruges på andre bygninger på Hedeskov

Foto: Hedeskov





↑ Sidelængen: De eksisterende murede vægge med indvendig træramme i dansk tømmer

Foto: Hampus Berndtson

Proces – det tager tid, men
efterlader også spor af omsorg

Den regenerative tilgang stiller nye krav til processen omkring et byggeri og gør op med de traditionelle faser. Under renovering af Hedeskov er der lagt et stort forarbejde inden selve byggeriet gik i gang, og der er brugt meget tid på kortlægning og registreringer i området.

Arkitekterne har interesseret sig for områdets geologiske historie, det bakkede landskab skabt under istiden, men også biodiversitetsspørgsmål: *"Vi har trukket på viden fra biologer og rådgivere, som har vurderet, hvor der kunne graves med mindst mulig påvirkning af naturen"*

Konkret startede det med en gåtur i området med Local Works for at samle materialer, som kunne være relevante at bruge. Efterfølgende beskrev han, hvordan ejerne selv kunne indsamle og bearbejde leret. Det blev en fortløbende samtale, hvor Jørn Aagaard måtte ringe for at sikre sig at alt var, som det skulle være: *"Er leret tørt nok nu? Er det ok at bruge?"* Den samtale løb over flere år, fortæller Local Works.

Generelt har det været afgørende at trække på flere typer faglig viden undervejs fortæller både ejerne, arkitekterne og Local Works. Disse faglige sparringspartnere tæller bl.a. Kalø Økologisk Landbrugsskole, Skovskolen under Københavns Universitet, Torben Valdbjørn Rasmussen der forsker i fremtidens byggematerialer på Build, AAU, samt en geolog, der har rådgivet i jordboringer.

Ifølge arkitekterne er det essentielt, at håndværkerne inddrages som noget af det første, fordi deres viden er med til at forme projektet. Det er vigtigt at vælge lokale håndværkere, som ved, hvor man kan skaffe materialer i nærområdet og som har faglig ekspertise, der kan bidrage til projektet.

På den måde adskiller udviklingen af Hedeskov sig fra en konventionel byggesag, hvor det ofte er senere i processen, at håndværkerne inddrages, ligesom de ikke nødvendigvis er lokale. Local Works mener også, at det er helt afgørende at aktivere den lokale viden: *"Det var en meget dygtig entreprenør, som var god til at bruge naturlige materialer. Håndværkerne havde en masse lokal viden og entreprenøren var vant til at arbejde med bevaring. De vidste, hvad der var rigtigt i forhold til stedets lokale traditioner"*¹⁵

I det hele taget står og falder den regenerative tilgang med dette fokus på de mennesker, der er involveret i processen, fortæller han: *"Når du sammenligner en moderne byggeplads med en bevarings byggeplads, så gives håndværkerne meget mere prioritet. De har en stemme: de har gode diskussioner med arkitekten. Hvorimod på en moderne byggeplads, der ville du ikke have en stemme som håndværker. Du gør bare, hvad der bliver sagt"*¹⁶.

¹⁵ "It was a very skilled main contractor, who was good at using natural materials. The builders had a lot of local knowledge, and the main contractors were used to working with conservation. They knew what was right for the vernacular tradition of the place."

¹⁶ "When you compare a modern building site to a repair conservation building site, the crafts people are given much more priority. They are given a voice; they have good discussions with the architects. Whereas on a modern construction site you would have no voice as a worker. You just do what you're told".



↑ Åbning af Hedeskov Center for Regenerative Practice 2024

Foto: Lars Just

Denne videnudveksling blev også tydelig i samtalen med ejerne, der fortalte at murermesteren kom på ideen om at bruge komøg til at indkapsle sod på skorstenen. Det vidste han, at man gjorde i gamle dage, og en videnskabelig artikel dokumenterede kemien i det.

Adspurgte om den vigtigste læring fra projektet, siger arkitekterne, at samarbejdet med bygherren har været afgørende, og at der hele vejen igennem har været en stærk positiv teamspirit: *"Det vigtigste er samarbejdet på tværs af økosystemet omkring et byggeri: håndværkere, myndigheder, bygherre, leverandører... Hvis der er problemer, så er man sammen om at løse det"*.

Alligevel er byggeriet også kendetegnet ved, at ejerne har måtte påtage sig stor risiko. Det har været vigtigt, at de hele tiden har været villige til, overfor håndværkere, at gøre klart, at de selv tager ansvaret for, hvordan bygningen virker og holder på sigt.

Det har til tider været udfordrende, fortæller de: *"For eksempel har det været en præmis, at vi ikke ville bruge beton. Og der har været mange diskussioner. Og vi har skullet holde på noget, hvor vi egentlig ikke har haft den faglige viden"*. For ejerne har det således krævet, at de turde tage risikoen ved at udfordre vanetænkning og havde modet til at holde fast. Samtidigt fortæller de, at arbejdet med renoveringen har svaret til en fuldtidsbeskæftigelse for dem alle tre, de sidste tre år. De understreger, hvor svært og tidskrævende det er i praksis at arbejde med regenerativt byggeri: *"Det tager selvfølgelig tid og koster noget – men det efterlader også spor af omsorg og tid"*.

På den måde kræver regenerativ arkitektur for nuværende både mange ressourcer og stor risikovillighed, hvis man skal nå i mål ligesom det er tilfældet med Hedeskov. En bredere udbredelse af regenerativ arkitektur vil kræve et markant sporskifte i måden, hvorpå byggebranchen og samfundsøkonomien fungerer¹⁷.

17 Dayer 2024

→ Maden til åbningen var høstet fra Hedeskovs egen køkkenhave, drivhus og jorde

Photo: Lars Just





De tværfaglige og kollektive netværk omkring Hedeskov udsprang af bygherres eksisterende arealanvendelsespraksis og var afgørende for projektets succes. Samarbejder med lokale landbrugs- og naturforvaltningsskoler, interessegrupper og geologer formede ikke kun projektet, men også landskaberne og materialerne

↑ Besøg af Skovskolen, KU

Foto: Hedeskov

↑ Opsamling af sand under kortlægning af landskab

Foto: Djernes & Bell

Konklusion: Skalering – og hvad kan vi lære?

Hedekov er et inspirerende eksempel på regenerativ arkitektur og tankegang, men aktørernes erfaringer understreger også, at der fortsat er væsentlige barrierer for at bygge på den måde. Ejerne fortæller, at arbejdet med Hedekov har lært dem en masse om byggematerialer og processer. Den vigtigste læring af projektet er dog, at det er blevet tydeligt for dem, hvor mange konkrete barrierer, de gængse systemer stiller op ift. at bygge regenerativt: Bygningsreglementet, dyre byggematerialer og at det er besværligt.

Et afgørende element har været, at ejerne har investeret stort og engageret sig helhjertet i de langvarige processer, den omhyggelige inddragelse af forskellig slags viden og kompetencer og især villigheden til selv at bære risiko og ansvar for brugen af utraditionelle byggematerialer. Det har været vigtigt, at det hele tiden har været gjort klart over for håndværkere, at de selv tager ansvaret for, hvordan dette virker og holder på sigt.

Erfaringerne fra Hedekov viser således, at det kræver en solid indsats at overføre de tiltag, der er gjort her, til gængse bygge- og renoveringsprojekter. Udover at det er et opgør med eksisterende praksis, så er der også forhold omkring bygningens status som bevaringsværdig, der var vigtigt ift. at få projektet til at lykkes.

Det er afgørende fortsat at følge Hedekov i de kommende år for at lære, hvordan huset og byggematerialerne fungerer og patinerer, når stedet rigtigt tages i brug, og hvordan

vedligeholdelse og drift af stedet spiller sammen med dets mennesker og sociale liv.

Ifølge Local Works er det netop noget af det, vi kan lære fra Hedekov: *”Det er vigtigt at vedligehold og reparation er designet ind i et projekt. Hvis en kunde beder dig om noget som er vedligeholdelsesfrit fra starten, så er det at bede om højt CO2-forbrug. Det er at bede om stål, plastik og beton”* Hans håb er, at Hedekov kan vise vejen og inspirere byggebranchen, men også lokale aktører til at vælge lokale materialer, men også bruge stedsspecifik håndværksviden: *”Jeg håber, at der vil være en form for eftermæle. Måske at byggefolk eller landbrug i området vil indse, at man kan gøre det – bruge det man har. At den viden vil sive ned gennem lokale netværk”*¹⁸.

Gennem hele processen har det været en tryghed for ejerne, at Realdania har troet på projektet og bevilliget penge til løbende sparring med BUILD om byggetekniske løsninger og materialer. Midler, der ligeledes muliggør målinger af bygningens og materialernes præstation over tid som bidrag til den samlede vidensopbygning.

Hedekov står i dag som et smukt eksempel på, hvordan vi kan bygge og renovere regenerativt og på helt andre måder end de gængse: Ved at tage grundigt afsæt i det konkrete sted, undersøge dets geologiske, biologiske og historiske forhold, eksperimentere nysgerrigt med lokale materialer, håndværksmæssige teknikker og tværfaglig viden, er der mulighed for at bygge og renovere på måder, som bidrager til stedets naturlige økosystemer og mennesker.

¹⁸ “I hope there will be some kind of legacy. Maybe the builders or the farmers in the region will realize that you can do this – use what you have. That this knowledge will trickle down on the local networks.”



↑ Billede af skolestuen/formidlingsrum under udførelse

Foto: Hampus Berndtson

1 Mang & Reed 2020

2 John T. Lyle 1994

3 Persson 2023

4 Persson 2024

5 Harders 2023

6 Rasmussen et al 2022

7 Gottlieb et al. 2024

8 Tronto 2019

9 Djernes & Bell 2022; Hedeskov Center for Regenerative Practice 2024

10 "Because it's quite remote - they have to sort of create a narrative for people to want to come here. Having a beautiful design - people would love to go and see it and stay there and be a part of it".

11 Brodam 2022

12 "The problem is that you never see the harm from construction at the site. The harm is taking place elsewhere in the world. At Hedeskov you see the site of extraction and you see the building and you realize it's not that bad - not better - but not harmful. It's very honest"

13 "You get stuck in a modern construction mindset where you buy off the shelf in any season. It's the same with food - in the past you would only eat what was in season"

14 "You're just scraping the soil, and this has huge benefits for wildlife and biodiversity. To create these gorges in the landscape - it is really good to just leave them, and they become ponds or damp little habitats for different plants and species."

15 "It was a very skilled main contractor, who was good at using natural materials. The builders had a lot of local knowledge, and the main contractors were used to working with conservation. They knew what was right for the vernacular tradition of the place."

16 "When you compare a modern building site to a repair conservation building site, the crafts people are given much more priority. They are given a voice; they have good discussions with the architects. Whereas on a modern construction site you would have no voice as a worker. You just do what you're told".

17 Dayer 2024

18 "I hope there will be some kind of legacy. Maybe the builders or the farmers in the region will realize that you can do this - use what you have. That this knowledge will trickle down on the local networks."

Referencer

Aarhus Center for Regenerativt Byggeri. n.d. "En ny praksis". Besøgt d. 19/12/2024. <https://acrb.dk/>

Brodam, C. "Plantekongres 2022: Biochars effekt på landbrugsjorden". Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. 10. januar 2022. <https://agro.au.dk/aktuelt/nyheder/vis/artikel/biochars-effekt-paa-landbrugsjorden>

Dayer, C. 2024. Økologiske oaser. Arkitekten. 2024. no. 10 vol. 126

Djernes & Bell. n. d. "Hedekov Center for Regenerative Practice". Besøgt d. 19/12/24. <https://djernesbell.com/Hedekov-Centre-for-Regenerative-Practice-Jutland>

Gottlieb, S. C., Primdahl, M. B., Frederiksen, N., de Gier, A. J., & Rasmussen, T. V. 2024. "Hvordan standarder og lovgivning påvirker brugen af biobaserede byggematerialer". Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. BUILD Rapport Bind 2024 Nr. 09

Harders, A. K. 2023. "Anne Katrine Harders: Vi leder efter næste lovende bæredygtighedsbegreb på samme måde som kosttrends og slankekur". Byrumsmøntor, oktober 2023. <https://byrumsmøntor.dk/Debat/art9593715/Vi-leder-efter-n%C3%A6ste-lovende-b%C3%A6redygtighedsbegreb-p%C3%A5-samme-m%C3%A5de-som-kosttrends-og-slankekure>

Havnens Hænder. n.d. "Om os". Besøgt d. 19/12/24. <https://havnens-h.dk/pages/om-os>

Hedekov Center for Regenerative Practice. n. d. "About". Besøgt d. 19/12/24. <https://www.hedekov.com/>

Lyle, J. T. 1994. Regenerative design for sustainable development. John Wiley & Sons, Inc.

Mang, P. & Reed, B. 2020. "Regenerative Development and Design" in Sustainable Built Environments. [Online]. New York, NY: Springer US. pp. 115–141.

Persson, U. 2024. "Beyond zero - Construction for a regenerative future". IOP conference series. Earth and environmental science. [Online] 1363 (1), 12003.

Persson, U. 2023. Construction for a Regenerative Future. Routledge.

Rasmussen, T. V., Thybring, E. E., Munch-Andersen, J., Nord-Larsen, T., Jørgensen, U., Gottlieb, S. C., Bruhn, A., Rasmussen, B., Beim, A., Ramsgaard Thomsen, M., Munch-Petersen, P., Primdahl, M. B., Bentsen, N. S., Frederiksen, N., Koch, M., Auken Beck, S., Bretner, M.-L., & Wittchen, A. (2022). Biogene materialers anvendelse i byggeriet. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. BUILD Rapport Bind 1 Nr. 2022:09

Tronto, J. 2019. "Caring Architecture". In Critical care: architecture and urbanism for a broken planet, edited by Fitz, A. and Krasny, E. MIT Press.

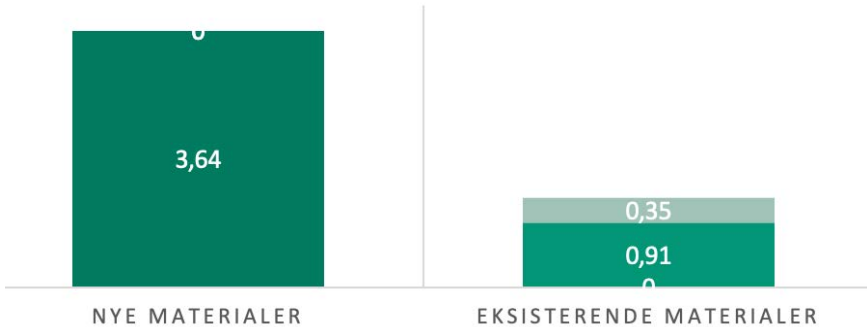


Produktion			Byggeproces		Brug							Endt levetid				Udenfor system
Råmaterialer	Transport	Fremstilling	Transport	Opførsel / Montering	Brug	Vedligeholdelse	Reparation	Udskiftning	Renovering	Energiforbrug til drift	Vandforbrug til drift	Nedtagning / Nedrivning	Transport	Affaldsbehandling	Bortskaffelse	Potentialer for genbrug, genanvendelse, og nyttiggørelse
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D

FIGUR 1. Faserne i bygningens livscyklus som de er defineret i EN 15978. De moduler, der medtages i beregningen, er markeret i grå.

Klimapåvirkning Hedeskov

- Nedrivning år 50 (C3, C4)
- Nedrivning år 0 (C3, C4)
- Produktion, udskiftninger og nedrivning over 50 år (A1-3, B4, C3, C4)



↑ Køkken/alrum sidelængen

Foto: Johan Dehlin

FIGUR 2. Klimapåvirkning fra materialer over en 50-års betragtningsperiode for Hedeskovs renovering. Figuren illustrerer livscykluspåvirkninger fra de nye materialer, der er tilføjet under renoveringen. Derudover vises også resultater fra nedrivning af eksisterende materialer – både dem, der nedrives i år 0, og dem, der bevares i bygningen.

Klimapåvirkning fra renovering af Hedekov (BUILD AAU)

Til at bestemme klimapåvirkning af Hedeskovens renovering er der udført en livscyklusvurdering (LCA) på projektet. Livscyklusvurderingen er lavet ud fra tegninger og information fra rådgiver om projektet. Nedenfor beskrives den metode, der er anvendt til at bestemme renoveringens klimapåvirkning, samt de resultater, det giver.

Metodebeskrivelse for LCA

Metoden der er anvendt til beregningen, lægger sig tæt op ad bygningsreglementets klimakrav for nybyggeri, der trådte i kraft i 2023. De faser og moduler, der medtages i beregningen af bygningens livscyklus, er fremhævet i **figur 1** og regnes over en betragtningsperiode på 50 år. Modulerne begrænser sig til dem, der også medtages i bygningsreglementet. Energiforbrug til drift (B6) medtages ikke, da der ikke er tilgængelige data. Derved bliver resultaterne fra analysen en opgørelse af materialernes klimapåvirkning ved renoveringen.

Da Hedekov er en renovering og ikke nybyggeri, skal der også tages stilling til, hvordan de eksisterende materialer skal medtages i beregningen. Til denne beregning medtages påvirkninger, der sker fra renoveringen Hedekov og resten af bygningens livscyklus, det vil sige:

- ”nye materialer”, dvs. materialer der er tilføjet i renoveringen.
- ”eksisterende – bevarede materialer”, dvs. eksisterende materialer der bibeholdes i bygningen. (de bidrager til affaldsbehandling i EoL (C3 og C4), samt evt. udskiftninger (B4)).

- ”eksisterende - nedrevne materialer”, dvs. materialer, der nedrives som en del af renoveringen.

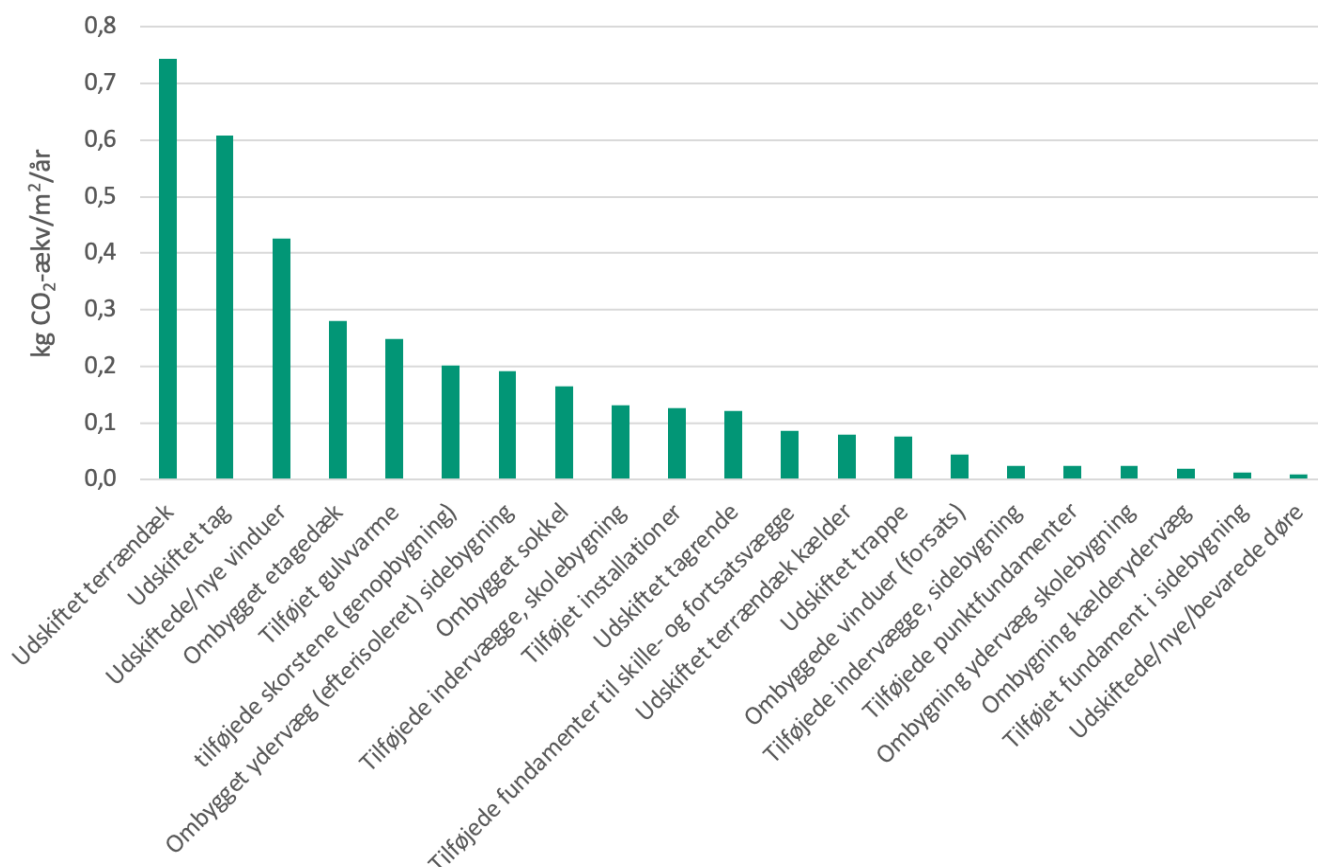
Materialernes klimapåvirkning bestemmes ved at bruge data fra databasen, som findes i værktøjet, LCAbyg. Denne database består af generiske data fra den tyske Ökobaudat samt Branche-EPD'er, som er repræsentative for det danske marked. Hvis der i projektet bruges specifikke produkter, hvor der findes en miljøvaredeklaration (EPD), vil EPD'en blive brugt i LCA'en. For genbrugte mursten er der valgt at medtage affaldsbehandling (C3 og C4), da murstenene ligesom andre byggevarer skal nedrives sammen med bygningen. Det er anderledes end i bygningsreglementet, hvor genbrugsprodukter kan indgå helt uden klimapåvirkning.

Klimapåvirkning fra renovering af Hedekov

Figur 2 viser klimapåvirkning fra renovering af Hedekov. Resultaterne er delt op i klimapåvirkning fra de nye (tilføjede) materialer, og fra de eksisterende materialer. Begge resultater vises over en betragtningsperiode på 50 år. For de eksisterende materialer sker der en udledning i år 0 ifm. affaldsbehandling af materialer, der nedrives under renoveringen.

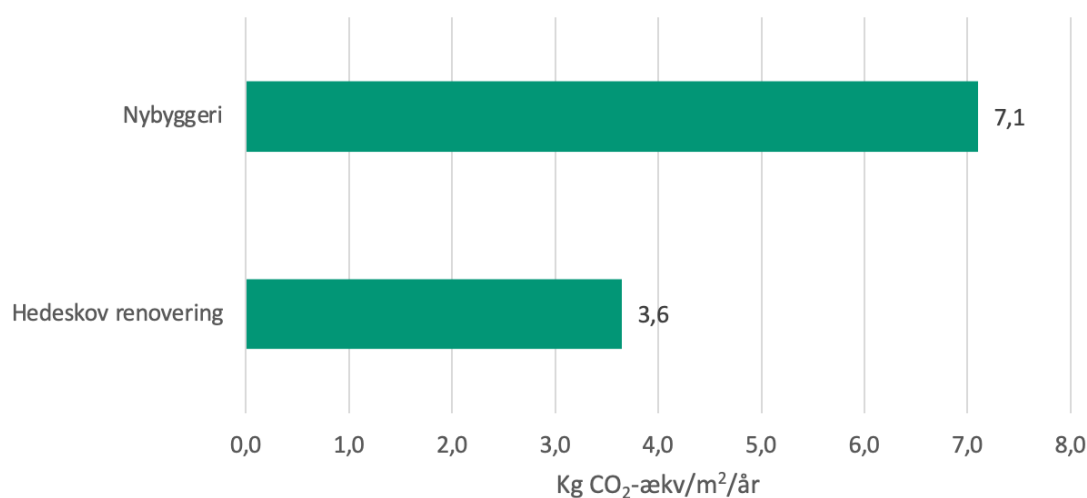
Der sker også en udledning fra de eksisterende materialer, der bevares i bygningen. De bevarede materialer kan have klimapåvirkning både i brugsfasen (udskiftninger) og ved nedrivning af bygningen i år 50. For Hedekov, har de materialer der bevares, en lang restlevetid. Det drejer sig fx om fundamenter og murstensfacade, som derfor ikke har nogen udledning fra brugsfasen.

Klimapåvirkning: Tilføjede materialer



FIGUR 3. Klimapåvirkning fra renoveringstiltag i Hedeshov. Figuren viser påvirkninger fra nye materialer.

Renovering vs nybyg - materialer



FIGUR 2. Klimapåvirkning fra renovering af Hedeshov vs. klimapåvirkning ved opførelse af nye bygninger.

Figuren viser klimapåvirkninger fra tilføjede materialer. Resultaterne fra nybyggeri er taget fra rapporten «Klimapåvirkning fra 60 bygninger» fra 2020.

Klimapåvirkningen fra affaldsbehandling af de eksisterende materialer som ses i **figur 2** skyldes i høj grad frigivelse af den biogene carbon fra træprodukter som det fjernede trægulv, samt konstruktionstræ og lægter i taget, der sker ved fx afbrænding af træet. I Hedeskovprojektet er der arbejdet med at forsøge at undgå denne frigivelse. Det er fx gjort ved, at noget af træet, der fjernes fra bygningen, er blevet genbrugt til møbler, eller omdannet til biokul. Biokul er et restprodukt, der forekommer, når biomasse i dette tilfælde træ ved høje temperaturer uden ilt afgasses i et pyrolyseanlæg. Dette gør, at CO₂ udledningen sker langsomt i stedet for at udledes med det samme ved afbrænding. For resultaterne illustreret i figur 1 betyder det, at udledningen fra "nedrivning år 0" udskydes for materialer som eksempelvis den gamle tagkonstruktion.

Men de største klimapåvirkninger i renoveringen stammer fra de "nye materialer", som tilføjes ved renoveringen. For bedre at forstå disse påvirkninger, viser **figur 3** resultaterne fordelt på de forskellige renoveringstiltag i bygningen. Figuren viser, at de største påvirkninger stammer fra terrændæk og tag. Det skyldes, at disse konstruktioner er udskiftet til helt nye konstruktioner i renoveringen. Fra det nye terrændæk og tag ses der bl.a. store udledninger fra teglstenene i taget og celleglasisolering i terrændækket. Celleglas fremstilles bl.a. ved at genanvende glas, men bruger også meget energi ved fx opvarmning, som resulterer i en høj klimapåvirkning.

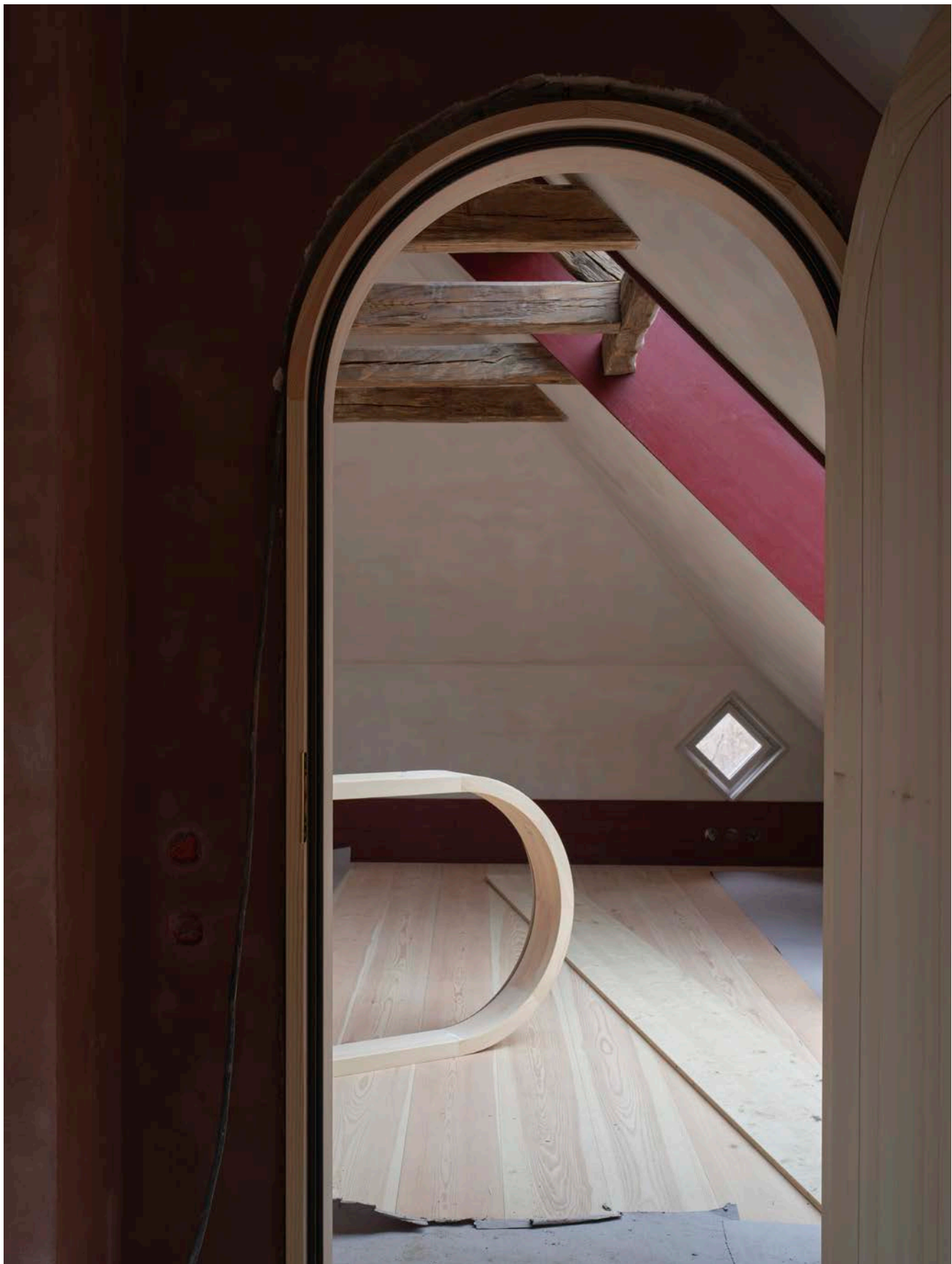
Kigger vi igen på **figur 3**, er der også stor klimapåvirkning fra udskiftning af vinduer, da produktion af vinduer også har en høj klimapåvirkning. I Hedeskov er det ikke alle vinduer, der er udskiftet til nye: Mange af vinduerne er bevaret, og der er installeret forsatsruder. Klimapåvirkningen fra installation af forsatsruder ses også i **figur 2**, men med meget lavere klimapåvirkning. Etagedæk bidrager sammen med gulvvarme også

til en større andel af klimapåvirkningen. I etagedækket stammer påvirkningen bl.a. fra tykke nye gulvbrædder, som bidrager til et stort materialeforbrug, som afspejles i udledningen. Disse gulvbrædder er desuden også brugt i terrændækket.

I designet at renoveringen Hedeskov har der været fokus på bl.a. brug af biogene materialer, genbrug, lokale byggevarer, og opbygning af geovarmeanlæg. Der bruges bl.a. genbrugstegl i indervægge, hamblokke i ydervægge, og træfiberakustikplader i etagedæk, som ses reflekteret i resultaterne. Desuden er der gennemgående brugt ler og kalk i mørtler og puds. Der er dog også nogle tiltag, der ikke kan ses reflekteret i resultaterne pga. de metoder, der er anvendt. Fx er det beskrevet under metodeafsnittet, at klimapåvirkninger fra geovarmeanlægget i brugsfasen ikke er medtaget i beregningen. Transport af materialer er heller ikke medtaget i beregningen, og reflekterer altså ikke Hedeskov projektets fokus på at bruge lokale byggevarer.

Renovering vs nybyg

I projektet om Hedeskov har der været et fokus på at bevare bygningen i stedet for at rive den ned. Det er bl.a. gjort ved at ændre skolens funktion fra bolig til det nye Center inklusive et område til bolig. Dermed er bygningens levetid forlænget ved at tilpasse den til de nuværende behov. Det har dog også krævet en større renovering at lave denne omdannelse. Der var dele af bygningen, som var i dårlig stand (herunder sidebygningen), men som man alligevel valgte at bevare. I **figur 3** er der illustreret klimapåvirkningen af Hedeskovprojektet sammenlignet med nybyggeri. Her ses det, at påvirkningen fra materialer næsten er halveret i forhold til nybyggeri. Det er den til trods for, at det har været en gennemgribende renovering, hvor flere af de store bygningsdele er helt nye.



↑ Mødelokale 1. sal. Karm til ny buet branddør klar til isætning

Foto: Hampus Berndtson

Hedekov Living Lab har været præget af et tæt tværfagligt samarbejde og en fælles vision. Selvom de store uforudsete udfordringer er undgået, har projektet givet værdifulde indsigter og erfaringer, som blandt andet har formet forståelsen af de praktiske og økonomiske aspekter ved regenerativt byggeri.

En central erfaring har været den manglende standardisering og dokumentation af traditionelle, mineralske og biobaserede materialer. I arbejdet med disse materialer har der været udfordringer i forhold til de gængse godkendelsesprocesser, hvilket har krævet kreative og praktiske løsninger for at sikre, at gældende lovgivning stadig kunne overholdes. Et konkret eksempel på disse udfordringer er arbejdet med en 1×1 meter brandcelle på 1. sal, hvor der blev anvendt fermacellplader som erstatning for lerplader. Denne ændring var nødvendig for at kunne opfylde de gældende brandkrav. Men løsningen illustrerer samtidigt et større behov for en tilpasning af bygningsreglementet, så det bedre understøtter mulighederne i biobaserede materialer som lerplader. Ler er et naturligt,

ikke-brandbart materiale, der kunne have været anvendt i brandcellen, hvis der eksisterede en økonomisk og effektiv model til testning og standardisering af denne type materialer. Dette understreger behovet for en mere vidensbaseret regulering, der tager højde for denne type materialer.

Den bioregionale tilgang med brugen af lokale materialer har bekræftet behovet for tættere dialog og fleksibilitet under byggeprocessen. Et tydeligt eksempel på dette var håndværkernes oprindelige skepsis over for brugen af utraditionelle materialer og metoder, såsom hvedemel i lerpuds. Modstanden blev dog hurtigt overvundet, da de positive resultater blev tydelige. Samtidig har håndværkernes egen ekspertise, især inden for restaureringshåndværk, bidraget til projektet, idet deres kendskab til traditionelle teknikker og materialer har været afgørende. Omvendt har de også selv tilegnet sig ny viden om regenerative byggemetoder, som de kan bruge i fremtidige projekter. Dette understreger vigtigheden af et åbent læringsfællesskab, hvor alle aktører både bidrager med specialistviden og udvikler nye kompetencer gennem samarbejde.

→ Hempcrete blokke som ben til badeværelsesmøbel

Foto: Hedekov





↑ Hovedbygningen: formidlingslokalet set udefra

Foto: Johan Dehlin

Erfaring viser, at regenerativt byggeri kan medføre højere opstartsomkostninger, især i forbindelse med afprøvning af nye materialer og konstruktionsmetoder. Skabelsen af prototyper, testning af materialer og justeringer undervejs har ikke blot været tidskrævende, men også haft økonomiske konsekvenser. På den anden side har det været en nødvendighed for at kunne etablere en vellykket tilgang, som giver erfaringer, der kan videreformidles til eksterne, fremtidige projekter.

Værdien af regenerativt byggeri kan ikke alene måles i økonomiske termer. Bygninger har potentiale til at kommunikere fortællinger om landskab, omsorg for materialer og de regenerative systemer, hvori de indgår. Hedeskov Living Lab er et eksempel på, hvordan en bygning kan formidle og understøtte en større forståelse for naturgenopretning og regenerativt jordbrug, og hvordan viden om biodiversitet og materialers livscyklus kan blive en integreret del af stedet. Materialekultur, vedligehold og reparation er ikke kun funktionelle aspekter, men også udtryk for en tidsbaseret empati og en bevidsthed om samspillet mellem bygning, landskab og de mennesker, der bruger det.

De finansielle udfordringer i regenerativt byggeri er derfor tæt forbundet med nødvendigheden af at dokumentere og kommunikere dets værdiskabelse – ikke kun i forhold til lovgivning og økonomi, men også i relation til sundhed, økosystemer og social resiliens. Dette er en af de største barrierer, vi har mødt i projektet. Skepsis fra finansielle aktører har betydet, at projektet i

høj grad blev selvfinansieret, udover støtten fra Realdania. Det understreger behovet for konkrete foregangsbyggerier, der kan gøre regenerativt byggeri til en mere anerkendt og legitim tilgang i byggebranchen.

Ser man på bygningens øgede holdbarhed, de reducerede vedligeholdelsesomkostninger og de energibesparende løsninger, bliver det tydeligt, at de indledende investeringer vil blive opvejet over tid. Derudover har de valgte materialer og designløsninger et væsentligt sundhedsmæssigt potentiale. Naturlige materialer som træ, ler og kalk bidrager til at regulere fugt, rense luften og skabe et bedre indeklima, hvilket har stor betydning for de mennesker, der bruger bygningen. Adgang til naturligt lys og integration af grønne områder er med til at reducere stressniveauer, forbedre humøret og styrke den kognitive funktion, hvilket alt sammen bidrager til et sundere og mere produktivt miljø.

Et stærkt økosystem af fagpersoner, hvor de forskellige ekspertiser supplerer hinanden, er en stor fordel i arbejdet på at opnå de ønskede resultater. I dette system bliver processer optimeret, tidsspilde reduceret og der kombineres forskellige kompetencer, som er nødvendige for at løse de udfordringer, der uundgåeligt opstår.

I Hedeskov Living Lab har det været afgørende at involvere lokale kræfter og give dem nye kompetencer, som de nu kan bruge i fremtidige projekter. Hvis regenerativt byggeri skal udbredes, er det nødvendigt, at alle aktører – ikke kun en lille, specialiseret gruppe – får adgang til den nødvendige viden og de værktøjer, der skal til for at drive udviklingen.



↑ Prøvefelter af lerpuds på hempcrete blokke brugt til efterisolering (Ben Bosence, Local Works Studio)

Foto: Hedeskov

→ Ler fra Hedeskov komprimeret til tørring i en lade på Hedeskovs arealer

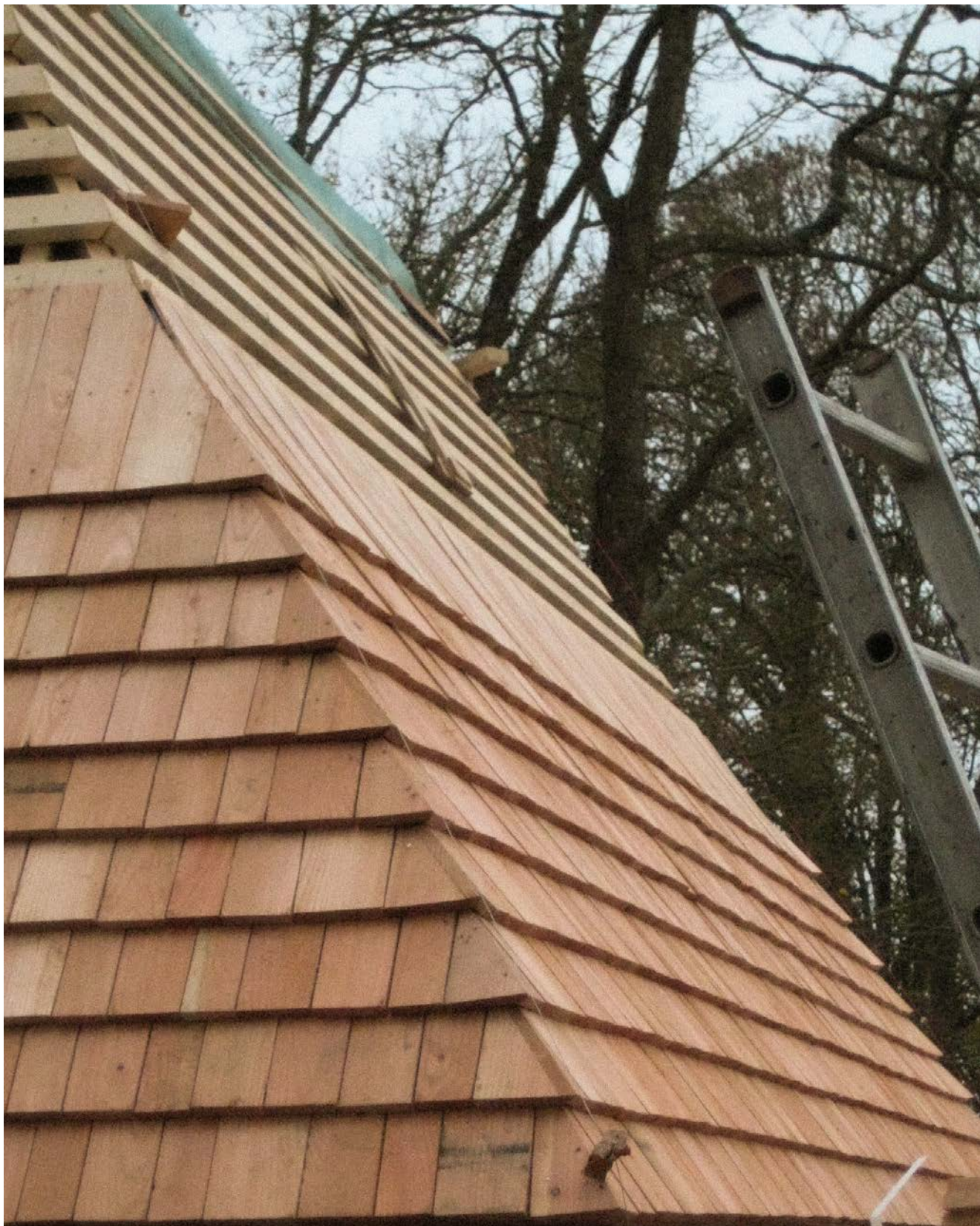
Foto: Hedeskov

Regenerativt byggeri kræver en indsats for at bryde med konventionelle byggemetoder; men et brud er nødvendigt, hvis vi vil undgå de kortsigtede løsninger, der i sidste ende bliver både dyrere for samfundet og skadelige for miljøet.

Erfaringen viser, at regenerativt byggeri allerede er tilgængeligt i mindre skala og de fleste kan selv opføre mindre tilbygninger, reparationer og efterisoleringer i materialer som hamp og ler. Potentialet er der, men det kræver en omstilling i måden, hvorpå vi tænker byggeri.

Samlet set har Hedeskov Living Lab bidraget med uvurderlige indsigter i både de praktiske og økonomiske aspekter af regenerativt byggeri. Erfaring fra projektet viser, at det kræver fleksibilitet, dialog og et stærkt tværfagligt samarbejde at realisere en regenerativ transformation. Den viser samtidig, hvordan en bygning kan være langt mere end sin fysiske form – den kan fungere som en katalysator for nye måder til at forstå og engagere sig i landskab, materialer og naturgenopretning. Det er her, det regenerative potentiale for alvor udfolder sig.





↑ Byggepladsbillede af spåntag på havepavillon

Foto: Nikolaj Bonde

Oplevede barrierer i byggeteknisk sammenhæng

Der eksisterer til stadighed barrierer i byggeteknisk sammenhæng; i det følgende beskrives kort de barrierer, som er oplevet i forbindelse med Hedeskov projektet.

Tagopbygninger

Begge tagflader er opbygget med fast undertag i høvlede brædder og tagpap, hvilket reelt udgør en dobbelt tagkonstruktion, hvor tagpappet fungerer som den vandtætte membran og tegl som regnskærm.

Projektet var oprindeligt tænkt med semi-fast undertag i træfiber, men dårlige brancheerfaringer med biobaserede undertag samt entreprenørens garanti førte til fravalg.

Der mangler demonstrationsbyggerier med dokumenterede løsninger og langtidserfaringer af træfiberundertag, herunder tekniske detaljer, fugtsikring og levetid på niveau med tagsten.

Tagisolering

Der findes tagisoleringer med lavere GWP (Global Warming Potential) end træfiber, såsom hampblokke, græsaseret isolering og indblæst genbrugspapir. Disse er dog fortsat uprøvede i stor skala og mangler både praktisk erfaring i branchen og godkendte brandcertifikater samt passende undertags- og afslutningsprodukter.

Materialeoprindelse og afstand

Danmark har ikke lokal produktion af træfiber grundet begrænset skovbrug. Der er behov for udvikling og afprøvning af biobaserede isoleringssystemer, der kan dyrkes og produceres lokalt i Øresundsregionen. Sydsverige er begyndt at dyrke hamp til industrielt brug, herunder bygningsisolering. Fremtidig forskning bør inkludere afgrøder

fra paludikultur og andre biomasser, der kan anvendes til isolering, og som understøtter biodiversitet og kulstofbinding.

Byggeri, natur og landbrug bør ikke adskilles, men tænkes som integrerede systemer i en regenerativ strategi, hvor land- og skovbrug baseres på polykultur og evt. syntropiske metoder.

Tilpasning og indeklima

Det er ikke ansvarligt at opvarme og isolere alle kvadratmeter året rundt.

Fremtidens bygninger bør tilpasses årstiderne med strategier for sæsonbetinget opvarmning og afkøling, hvilket kan reducere materialeforbrug og energibehov. Der henvises til pavillonen In Search of Well Tempered Architecture, Slovenien, Biennalen i Venedig 2023.

Beton og kemifrit byggeri

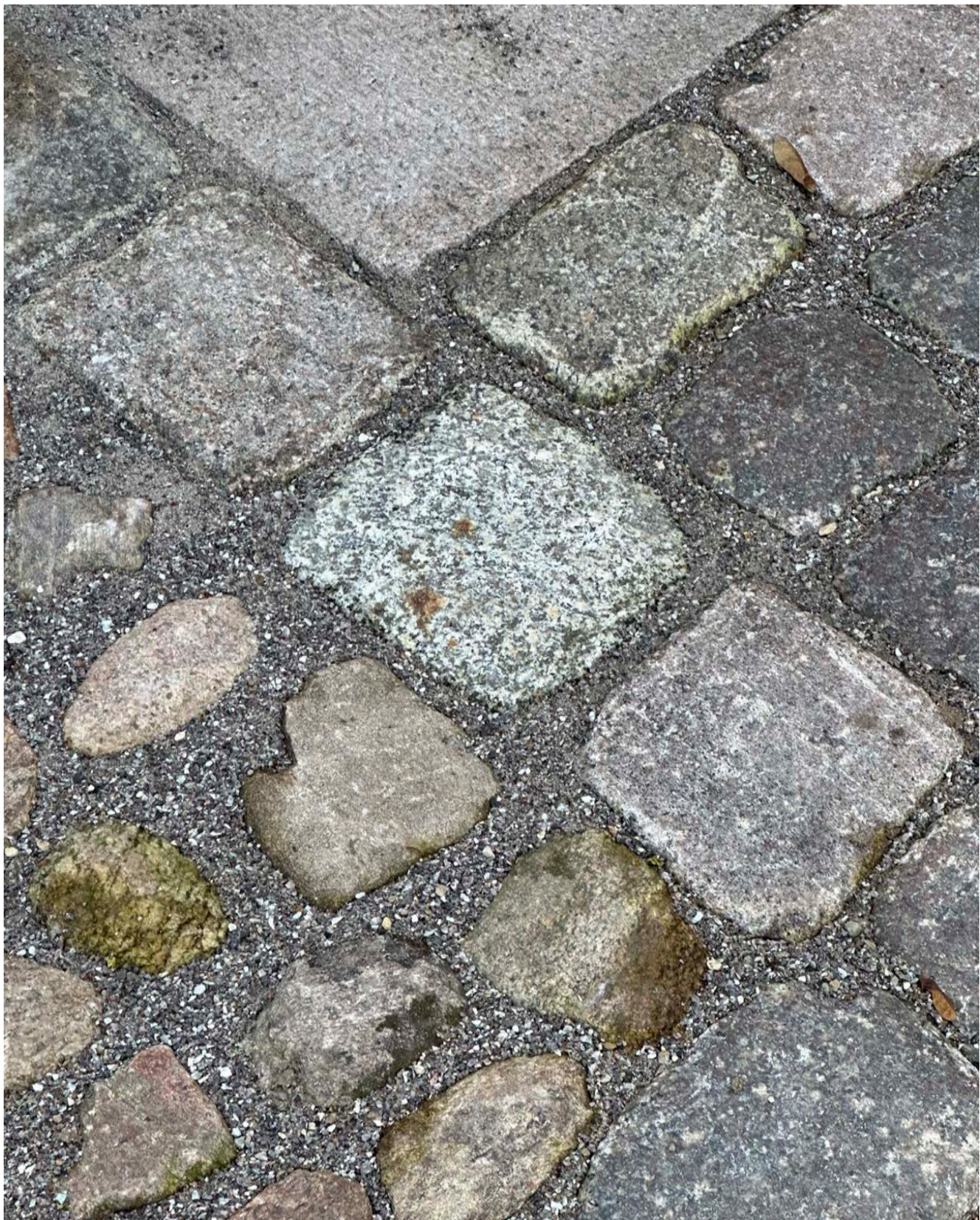
Projektet er stort set betonfrit.

Der er dog anvendt FutureCem beton i bygningens to vådrum, grundet entreprenørens krav om garanti. Membranproducenten blev spurgt, om man ville garantere dets produkt oven på kalkbeton – der blevet foretaget en test og producenten accepterede garantien.

Der er behov for udvikling af kemifri og plastfri membransystemer samt demonstrationsbyggerier, hvor alternative vådrumsløsninger dokumenteres.

Dansk Brand Godkendelse

Et gennemgående problem i anvendelsen af nye, biobaserede byggematerialer i Danmark er manglen på brandtekniske godkendelser. Ifølge gældende lovgivning skal både produkter og hele systemopbygninger – f.eks. tag- og vægkonstruktioner – dokumenteres gennem test og certificering, typisk efter brandklasse 1 eller 2.



↑ Genbrugsbelægninger

Foto: Djernes & Bell

Oplevede barrierer i byggeteknisk sammenhæng

Mange biobaserede isoleringsmaterialer og undertagsprodukter som hamp, græs og genbrugspapir mangler stadig systemgodkendelser og anerkendte brandklassifikationer.

Dette skaber en barriere for anvendelse i byggerier med almindelige krav til brandsikring, da entreprenører og rådgivere typisk ikke vil påtage sig ansvar uden dokumenteret sikkerhed og garanti. Det understøtter, hvor vigtigt opbygning af teknisk fælleseje af nye lavemissions- og genbrugsmaterialer er i en dansk kontekst.

Værdikæder til sunde og lavenergi materialer

Større og bedre indkøbsmuligheder for genbrugte og lokale materialer, indkøb og sourcing af genbrugte og lavemissionsmaterialer til projektet er sket gennem et økosystem af lokale håndværkere og samarbejdspartnere. Blandt andet er genbrugstegl til gulve i udbygningerne indkøbt fra Genbyg, mens andre materialer er skaffet via lokale

netværk og byggepladser. Erfaringen peger på et stort behov for bedre og mere tilgængelige systemer for lokalt indkøb af genbrugsmaterialer. Der er mangel på organiserede distributionskanaler, hvor sådanne materialer kan tilgås hurtigt og med den nødvendige dokumentation.

Et oplagt greb kunne være at knytte genbrugssortimenter til eksisterende byggemarkeder og kommunale genbrugsstationer, hvor professionelle og private lettere kunne vælge lavemissionsalternativer frem for højemissions og kemikalietunge produkter. Etablering af nye ordninger for ressourcekortlægning, selektiv nedrivning og tværgående cirkulære systemer på brancheniveau vil være afgørende for at fremme denne praksis og gøre genbrug til et naturligt førstevalg i byggeriet.

→ Rundt tagvindue i entré i sidelængen

Foto: Johan Dehlin





- ↑ Jørn Aagaard (bygherre) har indgående kendskab til Hedeskovs arealer efter over 40 års arbejde med naturgenopretning og økologisk forbedring af tidligere konventionelt dyrket landbrugsjord

Foto: Lars Just



- ← Sidelængen under renovering

Foto: Hedekov

At transformere eller renovere en bygning med regenerative principper, som det er gjort i Hedeskov Living Lab, kræver en helhedsorienteret tilgang, der ser på mere end blot funktion og form. Det handler om at tænke bygningen som en aktiv del af sine omgivelser – både socialt, økologisk og materiale-mæssigt – og tage ansvar for de påvirkninger, den har gennem hele sin livscyklus.

En af de mest afgørende tilgange til projektet har været materialevalg. I stedet for at anvende konventionelle byggematerialer – ofte kemitunge produkter fra store, internationale leverandører – har fokus været på materialer, der enten allerede fandtes i bygningen, eller som kunne findes lokalt og uden omfattende forarbejdning. Det gælder ikke kun biobaserede materialer som træ, hamp eller dunhammer, men også mineralske og uorganiske materialer som ler, kalk, sand og sten, som i deres uforarbejdede form er både lavteknologiske, har en lav CO2-udledning og er særdeles holdbare.

Genanvendelse og upcycling har ligeledes spillet en vigtig rolle. Ved at kortlægge og forstå de eksisterende bygningsdele – alt fra murværk til gulvbrædder – har bygningesdelene kunnet genintegreres i nye løsninger frem for at blive kasseret og erstattet med nyproducerede materialer. Dette reducerer ikke kun klimaaftrykket fra produktion og transport, men bevarer også bygningens fortælling og tilknytning til stedet. Derudover har projektet så vidt muligt undgået materialer og produkter,

der indeholder sundhedsskadelige stoffer; stoffer, som typisk findes i konventionelle byggematerialer fra gængse byggemarkeder. Regenerativt byggeri kræver med andre ord både en kritisk sans over for "det normale" og en nysgerrighed i forhold til det lokale og allerede eksisterende.

Et andet vigtigt aspekt i den regenerative tilgang er forbindelsen til landskabet. I Hedeskov Living Lab er der arbejdet med bygningens placering, form og funktion som en måde at respektere og genoprette den natur, den er en del af. Dette kan overføres til andre boligprojekter uanset størrelse. Forbindelsen til det omkringliggende landskab kan skabes via naturgenopretning og biodiversitet f.eks. ved beplantning med hjemmehørende arter, opsamling og fordeling af regnvand, eller ved at skabe levesteder i haven eller på grunden.

En reel omstilling til lavemissionsbyggeri kræver ikke alene en forståelse af, hvor materialer kommer fra og deres økologiske påvirkning, men også en dybere indsigt i arealanvendelse, regenerativt jord- og skovbrug samt genetablering af beskyttet natur. Samtidig må byggeriet gentænkes i forhold til vedligehold, håndværk og holdbarhed. Det er nødvendigt at genopbygge en bredere viden om materialers egenskaber, håndværkets betydning og langsigtet vedligehold som en form for materialeomsorg. Ved at tage vare på det, vi allerede har bygget, tager vi samtidig vare på klimaet og skaber en praksis, hvor arkitektonisk bevarelse og miljøansvar går hånd i hånd.



Selvom regenerative løsninger kan virke både tids- og ressourcekrævende, må det antages, at de betaler sig over tid. Naturlige og lavt forarbejdede materialer kræver typisk mindre vedligehold og har længere levetid samtidig med, at de skaber et sundere indeklima og reducerer afhængigheden af energi og eksterne ressourcer.

For eksempel kræver biobaserede og mineralske materialer som træ, hamp, kalk og ler ikke kun mindre energi at udvinde og bearbejde, men de har også stor holdbarhed og et lavt energi- og ressourceforbrug under produktionen. Selvom investeringen i disse materialer kan være højere i starten, både økonomisk og arbejdsmæssigt, vil den opvejes af de langsigtede, sundhedsmæssige fordele.

At implementere regenerative principper i boligprojekter kræver en systemisk tilgang, der går videre end bæredygtighed. Det handler ikke kun om at vælge de rette

materialer eller teknologier, men også om at forstå, hvordan disse valg bidrager til en større sammenhæng og fremmer sundhed og velvære – både for mennesker og planeten.

Regenerativt byggeri er et kontinuerligt engagement i at tænke langsigtet og i systemer, der understøtter både naturen og de mennesker, der lever i den. I et byggeprojekt, hvor man ikke har adgang til egen jord, kan man stadig vælge materialer med lavt klimaaftryk. Her gælder det om, at fokusere på lokale håndværkere og leverandører. Desuden på genbrugte bygningsdele som kan integreres i et projekt. For at fremme energioptimering og minimere bygningens klimaaftryk skal der desuden fokuseres på energikilde, således at energiudgifterne minimeres på lang sigt og gør ens hjem mere selvforsynende. Selvom disse tiltag måske virker små i starten, kan de skabe store gevinster for både klimaet og samfundet over tid.

← Landskab og bygning smelter sammen

Foto: Nikolaj Bonde



↑ Lergulv og lerpudsede vægge

Foto: Djernes & Bell

Næste skridt for branchen

Næste skridt for branchen er at skabe bedre muligheder for rum til faglig sparring og risikovurdering i forbindelse med renovering og brug af naturlige materialer.

Det vil være nødvendigt at udvikle støtteordninger, som inkluderer rådgivning om materialer og byggemetoder samt hjælpe med at vurdere de risici, der er forbundet med nye tilgange, f.eks. forsikringsmuligheder og eventuelle økonomiske risici. Nationalt samarbejde om risikofonde kan være en vigtig del af denne udvikling, og lokalt drevne myndigheder kan spille en central rolle i at tilbyde både ressourcer og værktøjer til faglig sparring. Derudover er der et behov for at adressere udfordringer som nedrivningsstop, bevaringspligt og selektiv nedrivning, som kan understøtte mere bæredygtig forvaltning af bygningers livscyklus. Implementeringen af livscyklusvurdering (LCA) krav vil også være et centralt skridt mod at sikre, at både renovering og nybyggeri sker med et langsigtet bæredygtighedsperspektiv.

For at fremme regenerativt byggeri bør vi prioritere lokale ressourcer, lavemissionsmaterialer og genbrugsmaterialer. Dette kan opnås

gennem samarbejde med lokale håndværkere og genbrugscentre. Der er behov for at udvikle større og mere effektive systemer til indkøb af sådanne materialer, eventuelt i samarbejde med lokale myndigheder og byggemarkeder. Dette vil ikke kun reducere CO₂-aftrykket, men også støtte den lokale økonomi og skabe arbejdspladser.

Opbygning af teknisk fælleseje er afgørende for at sikre vedvarende bæredygtighed i byggeriet. Dette indebærer udvikling af fælles standarder, deling af bedste praksis og etablering af videnscentre, hvor håndværkere og rådgivere kan udveksle erfaringer.

Økonomisk bæredygtighed i byggeriet kræver en ændring i investeringsmodeller og finansiering. Der bør skabes incitamenters til at investere i lavemissionsmaterialer og genbrug, såsom skattefordele eller tilskud. Desuden bør bygningers værdiansættelse inkludere deres miljømæssige og sociale bidrag, herunder biodiversitet og CO₂-reduktion. Dette kan gøres gennem udvikling af nye økonomiske modeller, der belønner bæredygtige praksisser.

→ Sidelængen under renovering

Foto: Hedeskov





↑ Øverst: Lerworkshop: bygherre, arkitekt, håndværkere og Local Works Studio
Nederst: Sidelængen under renovering

Fotos: Hedeskov

Næste skridt for branchen

Byggeriet bør ikke kun minimere skade på naturen, men aktivt bidrage til naturgenopretning. Dette kan opnås ved at integrere grønne områder, plante indfødte arter og skabe levesteder for vilde dyr i byggeprojekter.

Desuden bør der tages hensyn til arealanvendelse og beskyttelse af natur, land- og skovbrug i planlægningsfasen. Dette kræver en tværfaglig tilgang, hvor økologer, planlæggere og bygherrer arbejder tæt sammen.

Traditionelle livscyklusvurderinger (LCA) fokuserer primært på CO₂-aftryk og energiforbrug, men de tager ofte ikke højde for biodiversitetens betydning. En mere holistisk tilgang ville være at anvende biodiversitet som en primær måleenhed for bygningers miljøpåvirkning. Dette kan f.eks. gøres ved at implementere metoder beskrevet i Reduction Roadmap 2.0.

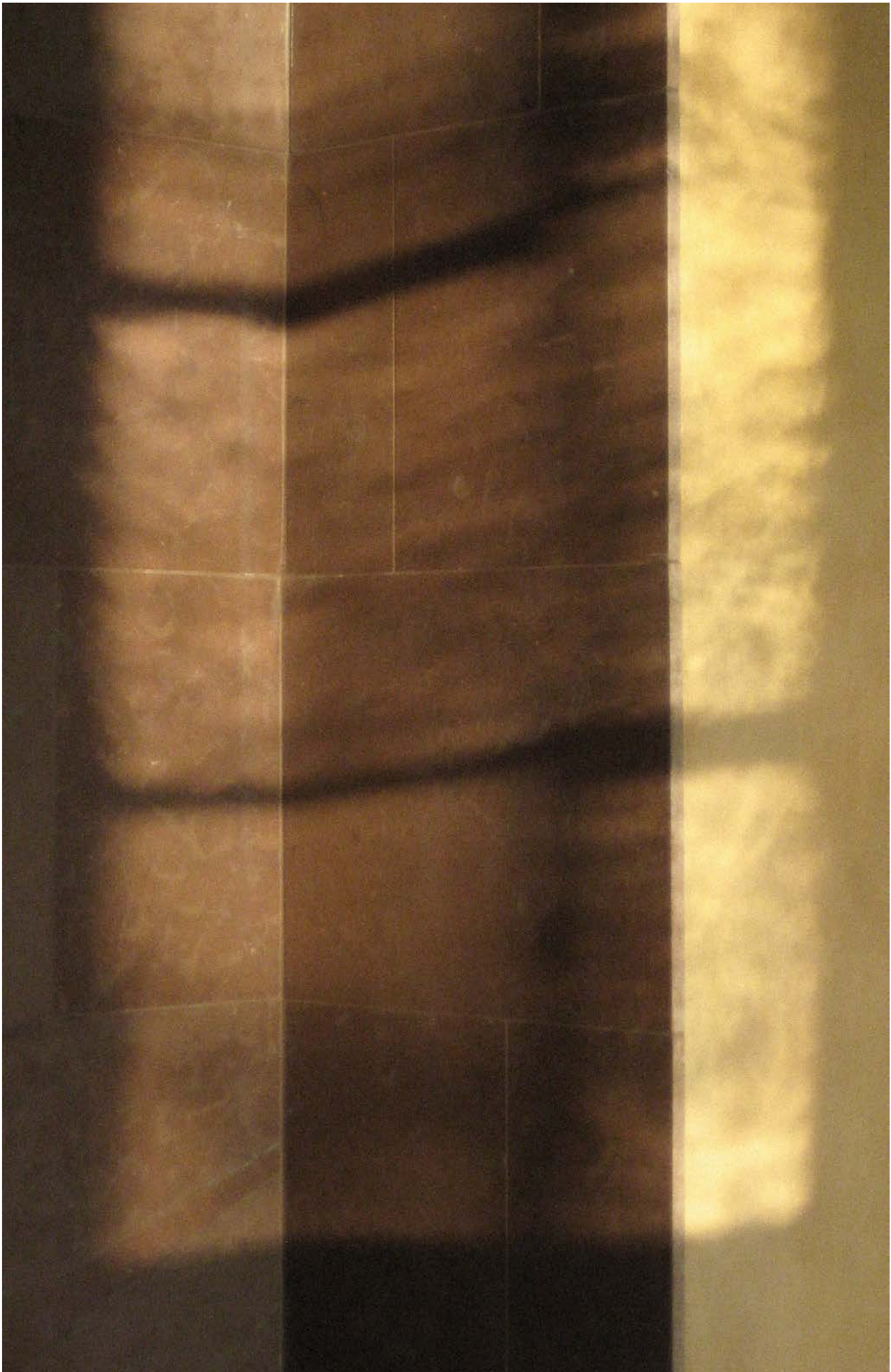
Der er behov for at udvikle og implementere biodiversitetsindikatorer, der kan anvendes i byggeprojekter for at måle og minimere negativ indvirkning på naturen og behov for tværfagligt samarbejde (landbrug, natur, byggeri, planlægning).

I Danmark kan manglende produkt- og systemgodkendelser for nye, bæredygtige materialer og teknologier udgøre en barriere for innovation. Mange biobaserede materialer og alternative byggemetoder mangler de nødvendige godkendelser, hvilket kan forsinke deres implementering i byggeprojekter. For at overvinde disse udfordringer bør der etableres hurtigere og mere fleksible godkendelsesprocesser, der tager højde for bæredygtighed og innovation. Dette kan omfatte midlertidige godkendelser eller pilotprojekter, der giver mulighed for at teste og dokumentere nye løsninger i praksis.

- Dekonstruktion, sortering og opbevaring af genbrugsmaterialer vil spille en central rolle i fremtidens cirkulære byggeri

Foto: Hedeskov





Ikke en afslutning, men en begyndelse

Transformationen af Hedekov Skole til Hedekov Living Lab repræsenterer et konkret forsøg på at operationalisere regenerativt byggeri i praksis.

Projektet tydeliggør, at en bæredygtig omstilling i byggeriet ikke alene kræver teknologiske løsninger, men også dybtgående ændringer i vores forståelser af materialer, processer og relationen mellem menneske og miljø.

Denne publikation har haft til formål at dele erfaringer, metoder og erkendelser fra et projekt, der befinder sig i krydsfeltet mellem arkitektur, økologi og samfundsforståelse. Gennem en tværfaglig tilgang har projektet undersøgt, hvordan regenerativ tænkning kan integreres i praksis – ikke som et fastlagt system, men som en åben og reflektiv proces.

Håbet er, at indsigterne herfra kan bidrage til den videre forskning, udvikling og erfaringsudveksling, der er nødvendig for at bringe byggeriet ind i en politisk omstilling og en ny tid. En tid, hvor vi ikke blot reducerer belastningen på vores omgivelser, men aktivt arbejder for at styrke og genopbygge dem.

Dermed markerer dette ikke afslutningen på et projekt, men begyndelsen på noget nyt – hvor nysgerrige og håbefulde initiativer, processer og livsformer får større plads i byggeriet og i vores hverdag. Hedekov-projektets deltagere og medforfattere deler en fælles ambition: at fortsætte arbejdet med at dele, følge, lære, reparere og forbedre – sammen og i bredt tværfagligt fællesskab med andre.

← Atmosfæren i formidlingslokalet

Foto: Nikolaj Bonde

→ Restaurerede vinduespartier fra formidlingslokalet males med linolie-maling

Foto: Hedekov





↑ Udsigt I indgangen

Foto: Johan Dehlin

- Geocenter Danmark (2021) (project group: Andresen, K.J., Fruergaard, M., Kroon, A., Ernstsens, V.B., Bennike, O., Andersen, M.S., Hansen, L.Ø., Al-Hamdani, Z.): Kystzonens geodynamik i Nationalpark Mols Bjerge. Naturrapporter fra Nationalpark Mols Bjerge, nr. 32, 84 pp.
- Kulshreshtha, Yask, Vardon, Phil, Meesters, Gabriele, Loosdrecht, Mark, Mota, Nelson, Jonkers, Henk, What Makes Cow-Dung Stabilised Earthen Block Water-Resistant, Construction Technologies and Architecture, 2022/01/06,
- Perkins, Richard, 2020, Regenerative Agriculture
- Jeppesen, Per Bendix & Kidmose, Ulla, 2020, Kål bogen, Gyldendal.
- Alh, Sofie Isager & Skovgaard, Sille, 2024, Lysbønder, Forlaget Virkelig
- Hansen, Kjeld, 2029, Farvel til Dansk landbrug, Gads Forlag
- Kerr, Jessica, et al. 2025, Global, regional, and national prevalence of child and adolescent overweight and obesity., The Lancet
- Vasseur, Claudine, et. al. 2024, Glyphosate presence in human sperm..., edited by Yan, Bing. Elsevier
- Persson, U. 2023, Construction for a Regenerative Future, Routledge
- Rasmussen, T. V., Thybring, E. E., Munch-Andersen, J., Nord-Larsen, T., Jørgensen, U., Gottlieb, S. C., Bruhn, A., Rasmussen, B., Beim, A., Ramsgaard Thomsen, M., Munch-Petersen, P., Primdahl, M. B., Bentsen, N. S., Frederiksen, N., Koch, M., Auken Beck, S., Bretner, M.-L., & Wittchen, A. (2022). Biogene materialers anvendelse i byggeriet. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. BUILD Rapport Bind 1 Nr. 2022:09
- Tronto, J. 2019. "Caring Architecture". In Critical care: architecture and urbanism for a broken planet, edited by Fitz, A. and Krasny, E. MIT Press.
- NIRAS, Barrierer og muligheder for biogene og genbrugte byggematerialer i BR18, 2024, Social og Boligstyrelsen
- Material Cultures & ARUP, 2021, Circular Biobased Construction in the North East and Yorkshire
- Bruno Latour, Nikolaj Schulz. 2022. On the Emergence of an Ecological Class, a Memo, Cambridge: Polity Press
- Sarah Ichioka, Michael Pawlyn, 2021, Triarchy Press, 2021 Flourish: Design Paradigms for Our Planetary Emergency
- Emanuele Coccia, E, The Life of Plants, A Metaphysics of Mixture, 2021 Cambridge: Polity Press.



Tak til vores leverandører

Momentum / Örsjö Belysning: Belysning
Linolie og Pigment A/S: Maling
Ler & Liv, Lasse Koefoed Nielsen: Lergulv
Madsen Vinduer & Døre: Vinduer og døre
Dinesen: Gulv og 3. sorteringstræ
Saxo solution ApS: Vinduer
Havnens Hænder: Biobaserede byggematerialer
FOAMGLAS Nordic AB: terrændæk
Søe Jensen & Co: Dørgreb

Berker: Stikkontakter
BLOND Belysning: Belysning
Ifø Eletric AS: Stikkontakter
Östersjösten Aktiebolag: Natursten sten
Brickhouse ApS: Tagsten
Vahle A/S: Døre
UD vinduer: Vinduer
Vola: Amatur
Jonas Edvard Studio: Lamper
Alexander Kirkeby: Lampe + glas

← Bænk i 3. sorterings gulvbrædder

Foto: Monica Steffensen

→ Laden i solen

Foto: Hedeskov





DJERNES &
BELL

HEDESKOV



Udgivelsen er skrevet i partnerskab mellem Hedeskov Center for Regenerative Practice, Djernes & Bell og BUILD, Aalborg Universitet og støttet af den filantropiske forening Realdania. Denne udgivelse er del 1 ud af 2 dele.

Del 1 omfatter projekt- og procesbeskrivelser, løsningskatalog for byggeteknik, materialedesign, arkitektur-antropologisk studie, LCA vurderinger og perspektivering. Del 2 udgives efter, at bygningen har været i brug i 2 år.

Rapport del 1: Udgives digitalt maj 2025
ISBN: 978-87-94561-44-0

Rapport af: Hedeskov, Djernes & Bell, BUILD AAU
Sofie Aagaard, Justine Bell, Marie Stender, Lene Wiell Nordberg,
Karoline Wulsten Gronert, Christoffer Ole Olsen og Regitze Kjær
Zimmermann

Foto: Hampus Berndtson, Johan Dehlin, Lars Just, Monica Steffensen,
Nikolaj Bonde

Tak til Stig Hessellund, Realdania, Torben Valdbjørn Rasmussen,
BUILD, Ben & Loretta Bosence, Local Works Studio

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af
ophavsret.