



Om potentialer for cirkulær økonomi på Maglemølle

BÆREDYGTIG GRØN BYUDVIKLING (BGB I)
FORSKNINGSPROJEKT BBR61

MAGLEMØLLE

Sidsel Sander
Lars Bruun Overgaard

Denne aktivitet er en del af
projektet Mærk Næstved –
Bæredygtig Grøn Byudvikling,
som får støtte fra EU
Regionalfond. Læs mere om
projektet på ressourcecity.dk/bgb

DEN EUROPÆISKE UNION

Den Europæiske Fond
for Regionaludvikling



Vi investerer i din fremtid

Zealand

Sjællands Erhvervsakademi

EA projekt i 3 faser

Fase I Foråret 2020

- Studerende arbejder med upcycling af industribygninger til bolig eller kontorfunktion.
- Fokus på potentialer for genbrug.

Fase II Efterår 2020

- SAVE
- Fokus på transformation, og potentialet for genanvendelse af industribygningen BBR 61 til ny anvendelse
- Materialer, anvendt ud fra et ressourceperspektiv
- Design til adskillelse

Fase III Forår 2021

- Fokus CO2
- Skitseforslag for genanvendelse af industribygning BBR 61 til midlertidig anvendelse til kontorfaciliteter
- Bæredygtige materialer
- Design til adskillelse



Fase I

BÆREDYGTIG GRØN BYUDVIKLING BGB I
FORSKNINGSPROJEKT

MAGLEMØLLE

Om 1. fase: Grundvilkår

Vilkår, grundlæggende

- Smukke bygninger med en unik industrihistorie
- Flere af bygningerne klimaskærm er fredet
- Flere af bygningerne og områderne er langtidsudlejet til industri og opbevaring af bl.a. glasaffald
- Flere af bygningerne er udlejet til opbevaring eller midlertidige event-formål

Udfordringer set fra bygningskonstruktørens side

- Sparsomt tegningsmateriale og viden om de bærende konstruktioner
- Manglende viden om omfang af forurening med PCB, asbest, bly m.m.
- Krav til indeklima: Lys, luftskifte, varme

Udfordringer i praksis:

- Adgangsforhold
- Manglende tilstandsvurdering af de bærende konstruktioner



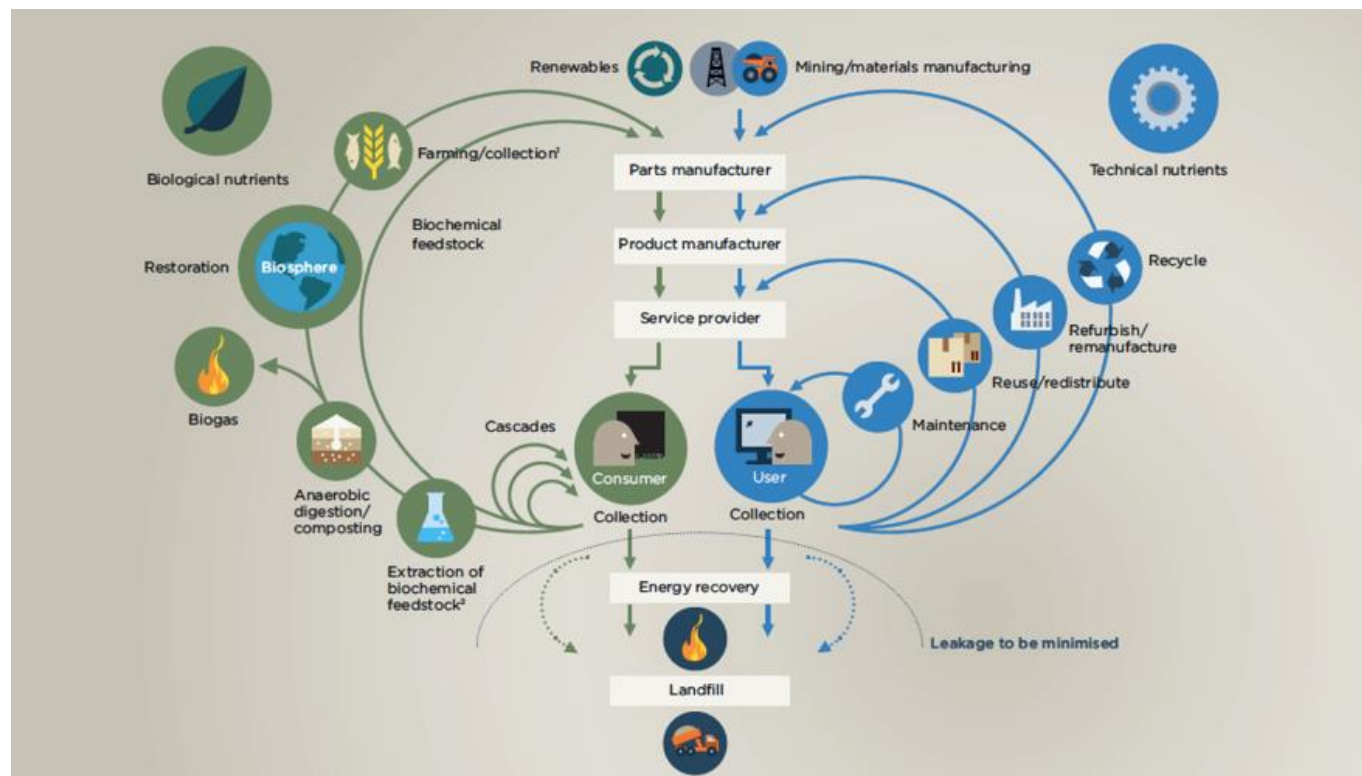
Om 1. fase: Studier og afgrænsninger

Cirkulære principper:

- Materialer med EPD (materialepas)
- Selektiv nedrivning.
- Design for adskillelse
- Fokus på genbrug jf. butterfly-modellen

Struktur, eksisterende forhold og forsyning

- Bærende konstruktioner og ydre klimaskærm bevares (givet).
- Klimaaftryk og omkostninger til etablering af eksempelvis fjernvarme på Maglemølle /BBR 61 er ikke medtaget.
- Betydningen af forurening af bygningsdele med PCB, asbest, bly m.m. er heller ikke medtaget.
- Endvidere er betydningen af tilstandsvurdering af de eksisterende bærende konstruktioner ikke inddraget.



Om 1. fase: Studier og analyser

Studerende arbejder med cases og forskellige materialer:

— De studerende arbejder med modulbaserede bolig – og kontorenheder, som kan opbygges af såvel:

- Rumstore moduler
- Containermoduler
- Fladeelementer
- Digital produktion

— Registreringer af eksisterende forhold

— Analyser af byggetekniske forhold herunder indeklima.

— Analyser eksisterende materialer som beton og murværk

— Analyser af nye bæredygtige materialer som CLT, Træplader baseret på genbrugsmaterialer, genbrugscontainere (stål) og isolering af genbrugsmaterialer som papir

Analyse af potentiale for genbrug af materialer (EPD/CO2):

— Direkte genbrug

Analyse af potentiale for genbrugsmursten:

— Opgradering som skaller på facadesystemer

	GWP		
	A1-A3	D	Δ%
Savet og tørret konstruktionstræ (pr m3)	-6,80E+02	-7,68E+02	12,94
CLT (pr m3)	-6,64E+02	-7,86E+02	18,37
Stål (pr. tons)	3,12E+03	-1,93E+03	161,86
Murværk, gule mursten (pr tons)	2,15E+02	-3,59E+00	101,67
Beton (pr m3)	2,29E+02	-4,74E+00	102,07

Om 1. fase: Studier, output og konklusioner

Konklusioner

— Direkte genbrug til renovering og byggeopgaver er udfordret af små mængder.

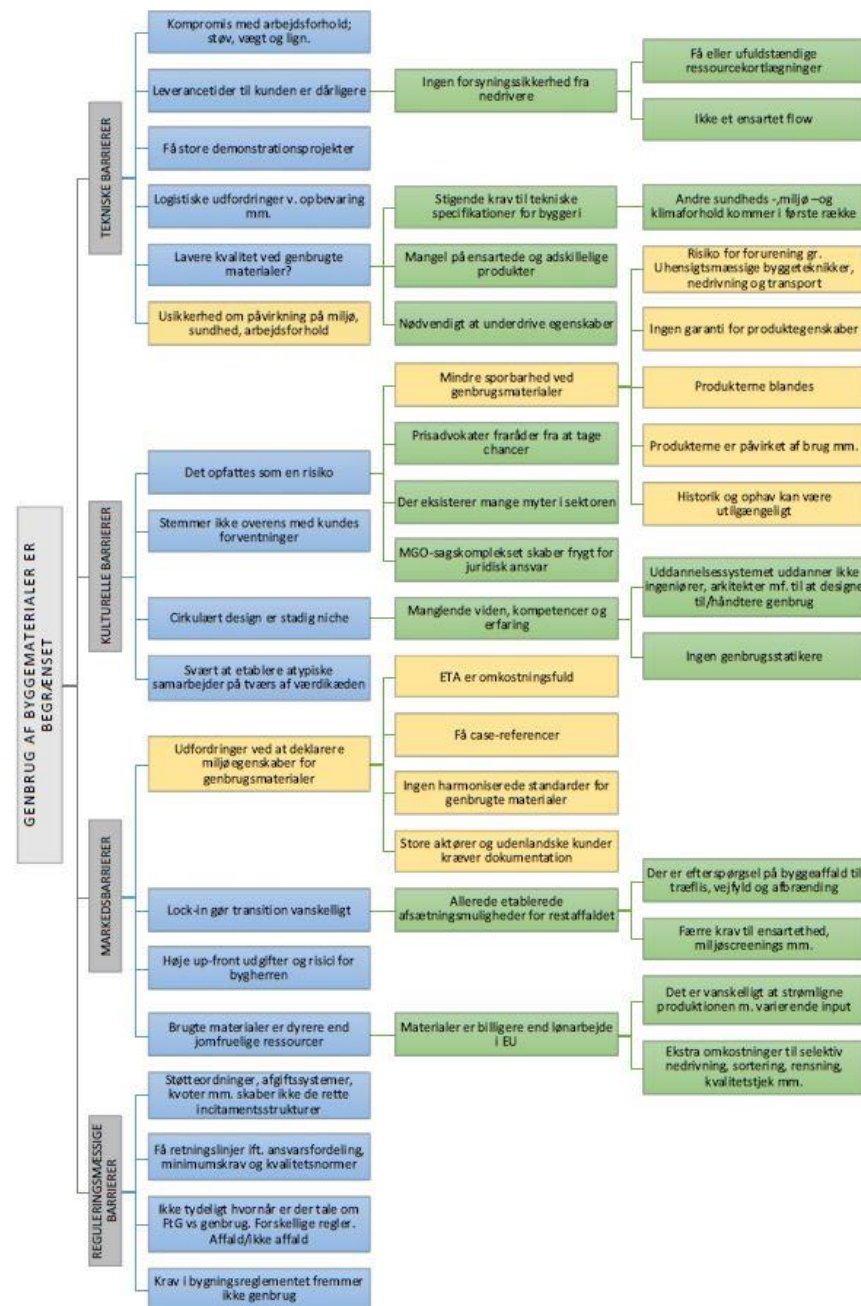
Tabel 1: Eksempler på virksomheder, der sælger genbrugsvarer i Danmark

Aktør	Genbrugsvare	Dokumentation
Gamle Mursten	Mursten	- CE-mærkning - Produktdatablad
Lendager Up	Vinduer, udskårne murstensfelter, flere upcycledede ⁵⁵ produkter (fx gulve fra spild af produktion)	- Kort produktbeskrivelse - For vinduer oplysninger om overholdelse af krav af Bygningsreglement 2020
Genbyg	Vinduer, døre, træ, el, VVS, murervarer	- Kort produktbeskrivelse med varenavn og dimensioner - Information om at visse varer kan indeholde bly i maling
J. Jensen A/S	Vinduer, døre, træ, el, VVS, sten, køkken	- Kort produktbeskrivelse med varenavn og dimensioner
Jacobsen Tegl	Tagsten, mursten, naturskifer	- Kort produktbeskrivelse med varenavn og dimensioner. Beskrivelse og billeder af nedrivningssted og metode.
PlusByg	Fliser/klinker, Isolering, Tag og tagrender, Træ, Plader, Vinduer, Døre, Gipsvarer, Belægning	- Kort produktbeskrivelse
Velux	Genanvender træ fra gammelt byggeri til nye vinduer	- Dokumentation at træet lever op til REACH - Visuel inspektion af træets ydeevne
STARK	Sælger brugt træ fra byggepladser, indsamlet via projektet GENTRÆ ⁵⁶	- Visuel inspektion af træets ydeevne - Datablade beskriver specifikationer

Om 1. fase: Studier, output og konklusioner

Konklusioner (forsat)

- **Potentiale for besparelse af Co2** er stor hvis genbrug kan øges f.eks. ved samling af metadata om nedrivning og genbrug lokalområde.
- **Indirekte genbrug** rummer mange potentialer.
- **Zealand** har øget fokus på bæredygtighed og cirkulær økonomi i undervisningen, bl.a. med inspiration fra projekter på Møgeltønder.

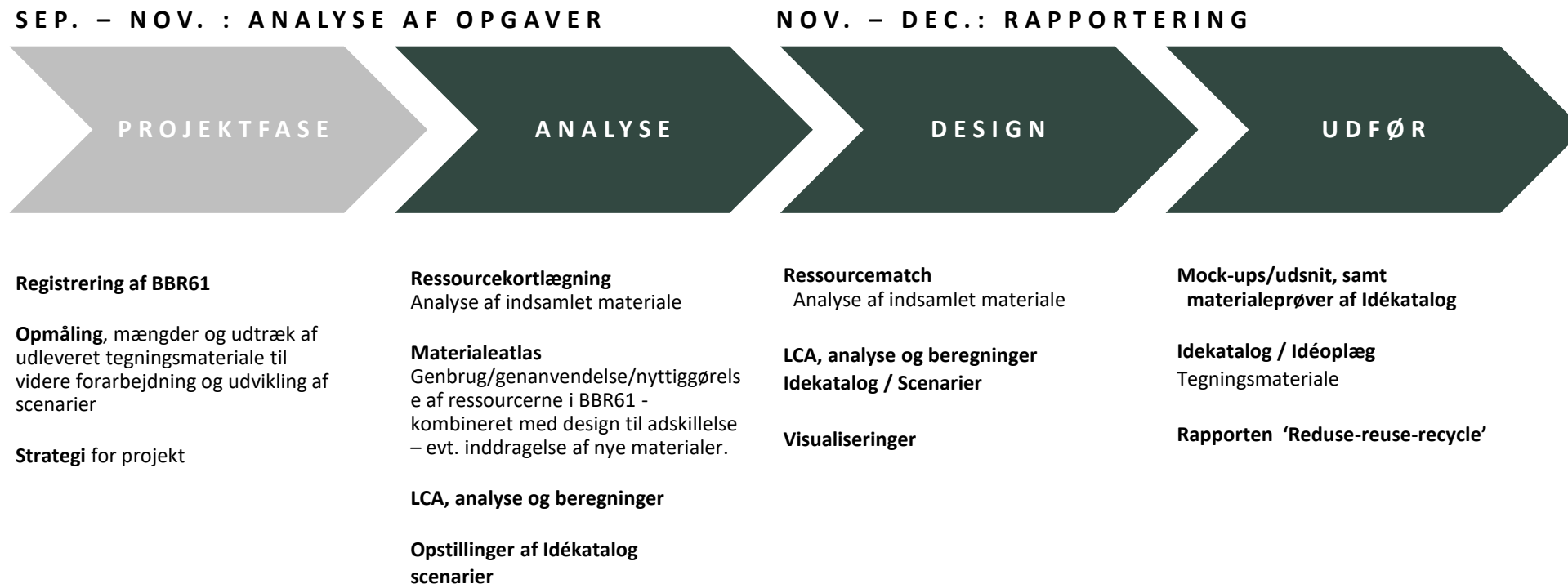


Fase II

BÆREDYGTIG GRØN BYUDVIKLING BGB I
FORSKNINGSPROJEKT BBR61

MAGLEMØLLE

Om 2. fase: Flow





Fase II _E2020

Fase III, F&E



BBR61

A grayscale map of an urban area. A specific building is highlighted in black and labeled 'BBR 61'. The map shows various streets, including 'Magle mølle' and 'KANALVEJ', and other buildings in light gray. The highlighted building is located in the lower-left quadrant of the map.

Forskningsspørgsmål:

Hvis BBR61 transformeres og ny anvendelse i form af iværksætter virksomheder indføres, hvilken bæredygtige og empiriske parametre træder frem?

Hvis nyt materiale indføres - hvad indføres og hvorfor?

Om 2. fase: Grundvilkår

Vilkår, grundlæggende

- **Bygning** BBR61
- **Klimaskærm** SAVE værdi 1
- **Arkitektonisk værdier**
- **Omfang** Et kompleks af industribygninger fra 1937 til omkring 1960. Der er siden tilføjet moderne fladehaller til komplekset. De bevaringsværdige anlæg og bygninger fra Papirfabrikken er også at finde over flere ejermatrikler.
- **Beskrivelse** Anlæg og bygninger er udført i omfattende brug af jernbeton Rammekonstruktioner udmuret med tegl og porebeton, samt betontage lagt med porebeton og tagpap. Store shedtagshaller. Komplekstype, Fabrik / industri m.v.
- **Kulturhistorisk** BBR61 en del af industrianlægget Maglemølle, Næstved Fabriksbyer indgår som regel i en lokal fortælling om råstofbaserede fremstillingsvirksomheder som glas-, kalk-, tegl- og saltværk (Bygningskultur, 2020) – i dette tilfælde - papirproduktion
- **Miljømæssigt** Rigdom af lokal egenart, materialer, produktion, overleveringer fra industri, håndværk og metode
- **Immaterielt** Atmosfæren og spor af fabriksbyen står stadig tydeligt aflæseligt i typologi og formsprog.



Om 2. fase: Grundvilkår

Udfordringer

- Sparsomt tegningsmateriale af eksisterende BBR61
- Bevare egenart, bygningen som industriarv, istandsætte, bevare og genbruge
- Kilde til forurening, dels i omfang, og dels i udstrækning fx PCB, asbest, bly m.m
- Krav til indeklima: Lys, luftskifte, varme

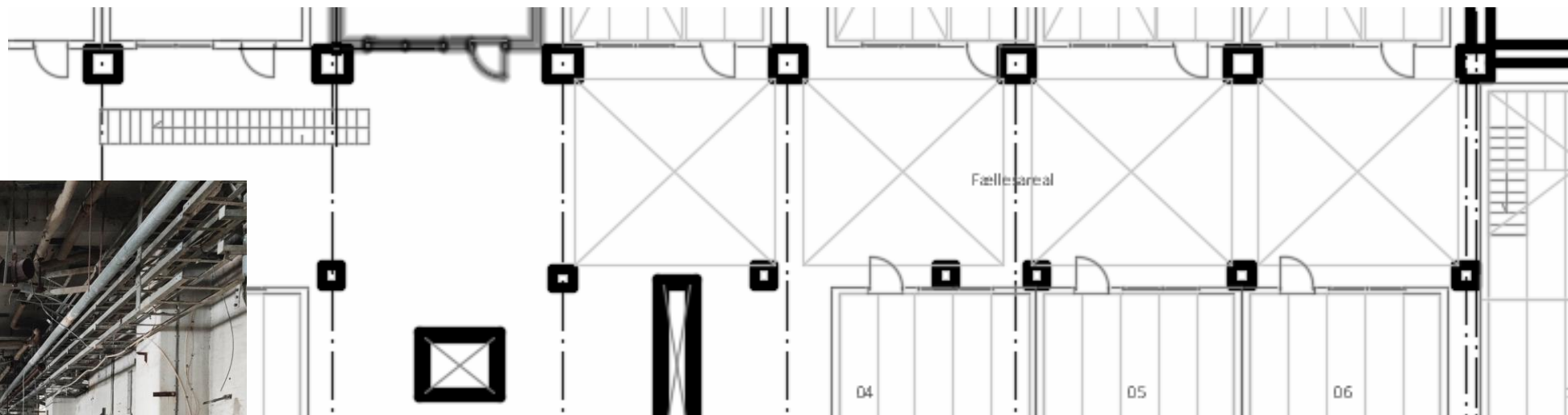
Udfordringer i praksis:

- Digitale opmålinger og registrering af eksisterende
- Tilstandsvurdering af de bærende konstruktioner, mangler
- Data på forurening, mangler



Om 2. fase. Løsningsforslag BBR61

Økonomi - Ny anvendelse

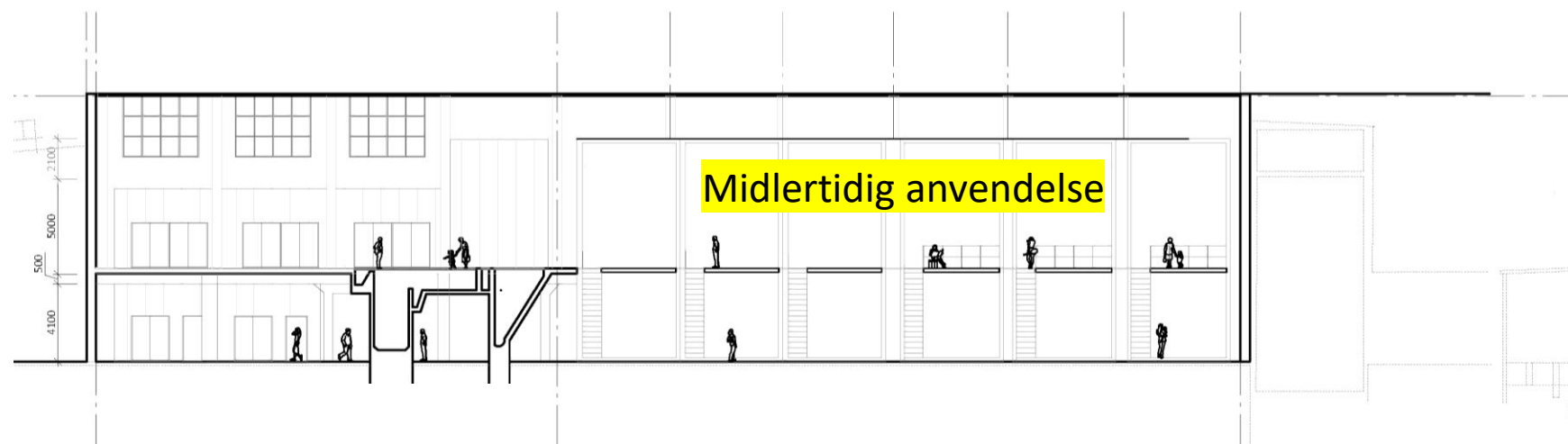
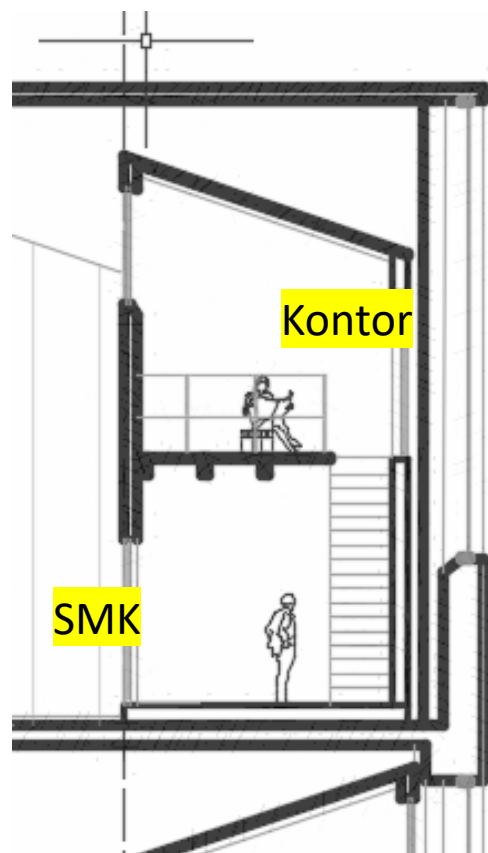


Miljø – Genbrug af materialer

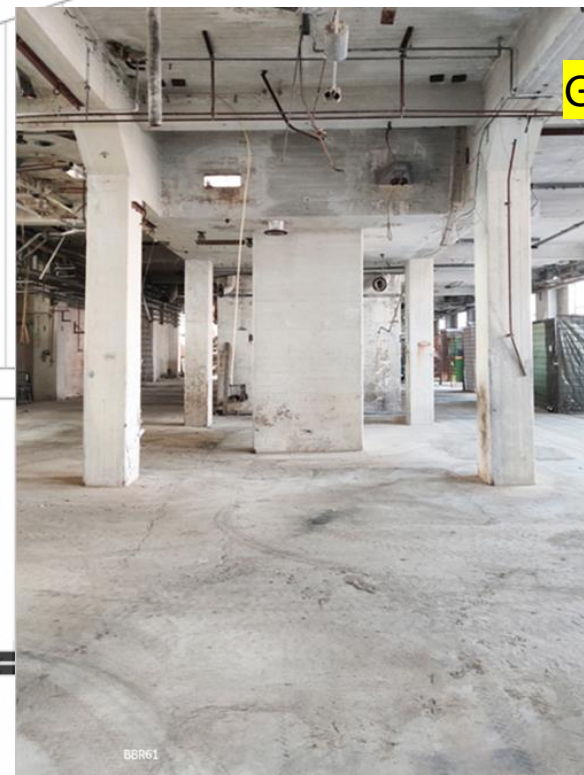
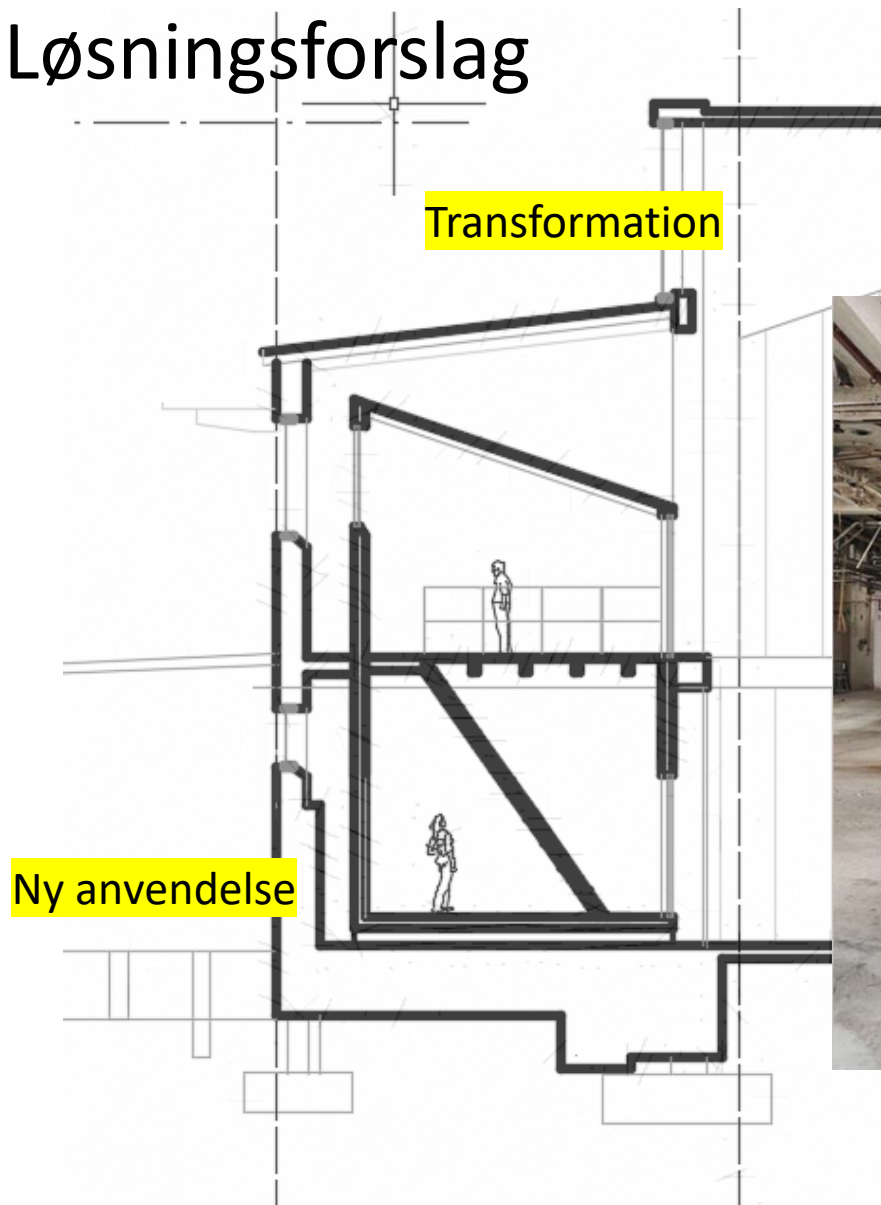
Sociale parametre (Naboskaber)



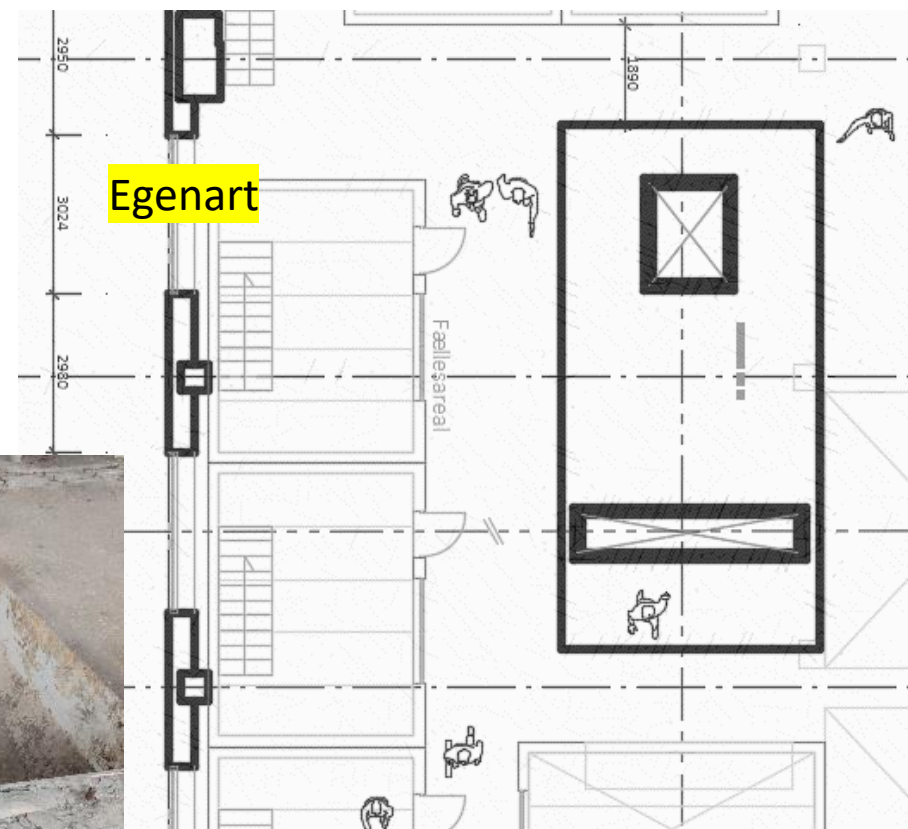
Om 2. fase. Løsningsforslag BBR61



Om 2. fase. Løsningsforslag



Om 2. fase. Løsningsforslag BBR61

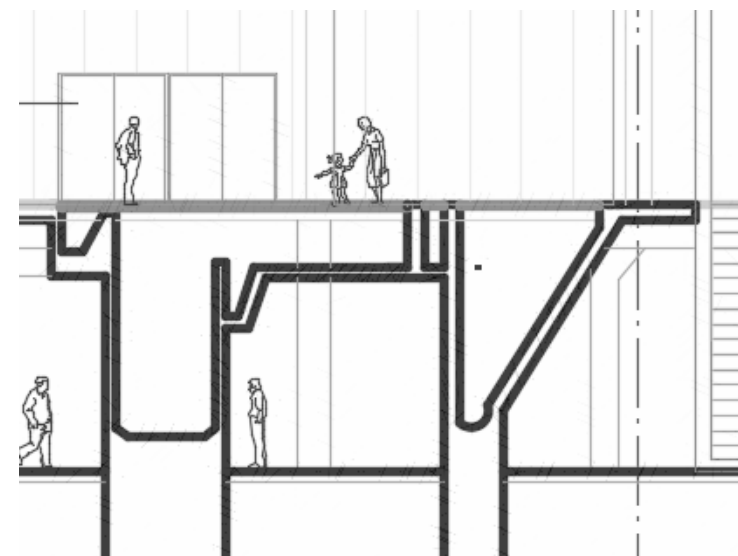


Om 2. fase. Løsningsforslag BBR61



At fremmer kulturmiljøet

At dyrke stedsspecifikke kvaliteter
Fx blandedkar



At fremme lokale kulturhistoriske oplevelser

Om 2. fase: anbefalinger og konklusioner

Anbefalinger

— **Bygningen** anbefales at istandsættes med tilsvarende håndværk, metoder, og i rene materialer.

Konklusion

- **Bygninger over 50 år gamle** kan ved restaurering bidrage positivt med et lavere CO2 aftryk
- **BBR61** sikres vedvarende holdbarhed ved hjælp af nænsom istandsættelse
- **Transformation** af BBR61 fra 1960 sikre at bygningen kan opnå lang levetid fremadrettet.
- **Mobile moduler til adskillelse**, viser hvordan man kan udnytte bevaringsværdige tomgang bygninger midlertidigt - over en given periode.
- **Design til adskillelse** baseret på bæredygtige materialer, materiale kompas, pas og indføjjet genbrug, og indføjjet i ejendommen - vurderes her at være den mest oplagte løsning.
- **Værdisætningen** af bygningen bidrager til ny viden om stedets egenart, historie, samt en tilvejebringelse af fortælling om blandekar som et aktiv for bygningen kulturelle identitet.

Fase III

BÆREDYGTIG GRØN BYUDVIKLING BGB I
FORSKNINGSPROJEKT BBR61

MAGLEMØLLE



Zeeland



FASE III

CO₂
MATERIALET
DESIGN TIL ADSKILLELSE

BÆREDYGTIG GRØN BYUDVIKLING BGB I
FORSKNINGSPROJEKT BBR61

MAGLEMØLLE

Sjællands Erhvervsakademi

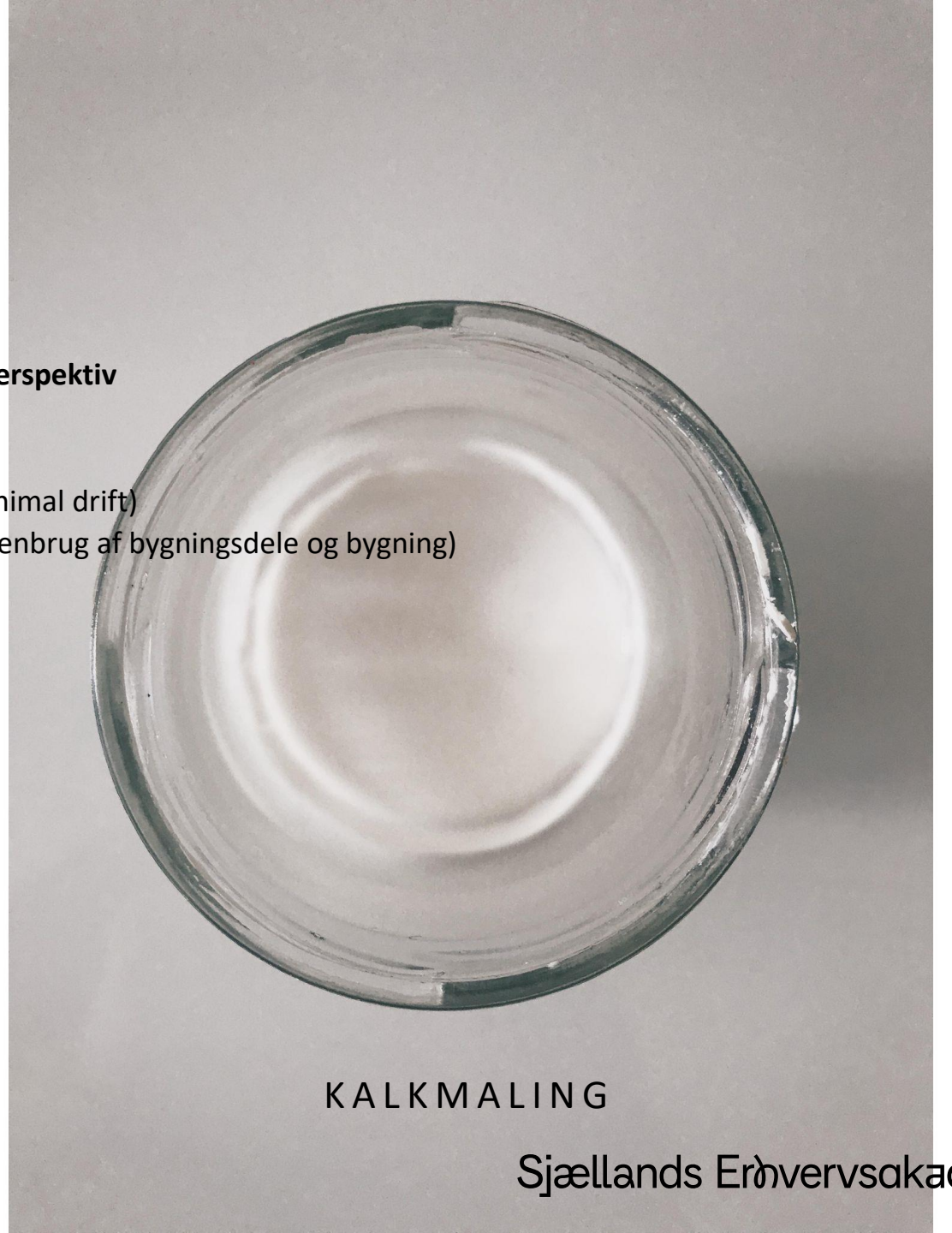
Om 3. fase: Etiske grundvilkår

At forme materialet er baseret ud fra tilgange baseret på et minimalt resourceperspektiv

Høste (data) - Reducere (vha. programmering, adfærd, levetid)

Frembringelse - Genbrug (reuse): Fx tagsten, mursten, døre, vinduer etc (vha. minimal drift)

Direkte affald - Genvinding /genindvinding (bygningens genanvendelse, direkte genbrug af bygningsdele og bygning)



KALKMALING

Om 3. fase: 'Eksisterende' // Tekniske grundvilkår

Vilkår, grundlæggende

Levetider

- Murstensfacader med luftkalkmørtel kan holde i 850 år
- rudeglas i 400 år
- Essesmedet smedejern i 400 år
- Støbejern i 250 år
- Udvendigt puds af luftkalk i 150 år

Udfordringer i praksis

- Digitale opmålinger** og registrering af eksisterende
- Tilstandsvurdering** af de bærende konstruktioner, ubekendt
- Data** på forurening, ubekendt

Om 3. fase: Ny indføjning i eksisterende // Tekniske grundvilkår

Vilkår, grundlæggende

- **Design til adskillelse*** At udarbejde modul, som indføjes med minimalt LCC aftryk (LCC)
- **Dimensioner** der primært hviler på industrielle standarder
- **Minimum** Mindst mulig forarbejdning af materiale
- **Reversible samlinger** (design til adskillelse)
- **Enkel konstruktion**
- **Standard komponenter**, om muligt
- **Tektoniske principper**
- **Termiske egenskaber**

* Kilde: [haandbog-om-design-for-disassembly.pdf \(vcob.dk\)](#)



PRESSET LERSTEN 10-20%
LER, SAMT GRUS, SAND
OG STEN

Om 3. fase: Analyser og løsningsforslag // Designgreb

Cirkulære principper

- **Materialer** så vidt mulig med EPD/materialepas med særlig fokus på gunstig Co2 klimaaftryk (indlejret)
- **Design for adskillelse**
- **Fokus på genbrug** jf. butterfly-modellen

Struktur og indeklima

- **Konstruktion** Bærende konstruktioner og ydre klimaskærm bevares (givet)
- **Selektiv nedrivning** Kun installationer og udvalgt produktionsudstyr fjernes. Der forudsættes forsatsrude i eksisterende vinduer i eksisterende facader for at sikre mest mulig dagslys Evt. etableres nye lysskakte efter aftale.
- **Modulbaserede kontorenheder** Opbygges af fladeelementer, eller som digital produktion
- **Indeklima** uafhængigt af industribygningen:
 - Decentral ventilation sikker luftskifte direkte til det fri
 - Varme sikre via ventilationsanlægget baseret på varmepumpeteknologi (grøn strøm)

Materialerne

- **Træbaserede materialer**
- **Genbrugsbaserede materialer**
- **Isolering af genbrugsmaterialer**
- **Naturmaterialer**

Zealand



LERPUDS
MØRTEL HVOR LER
ER BINDEMIDDEL

Sjællands Erhvervsakademi

Om 3. fase: Analyser og løsningsforslag // materialer

Moduler - designet til adskillelse

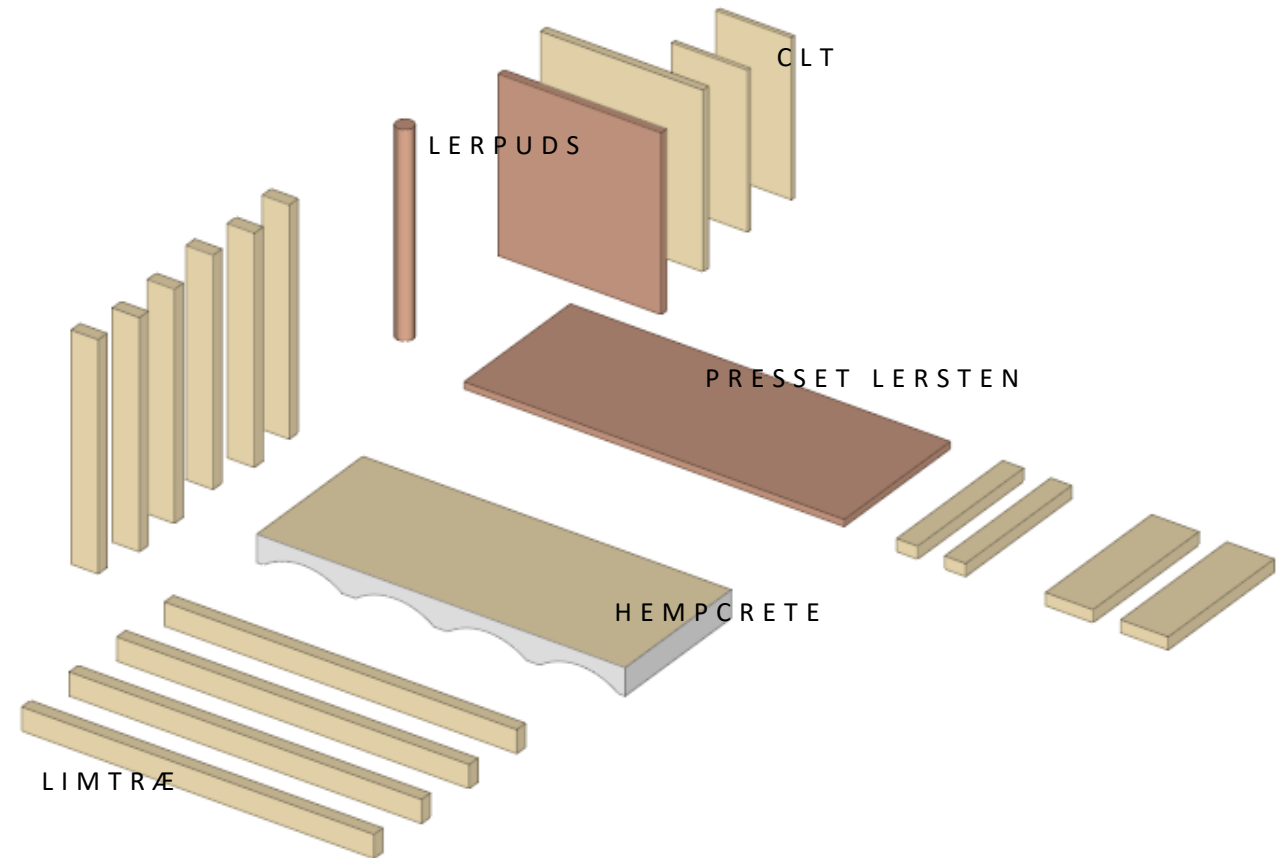
—Træbaserede materialer (fugtstrategi):

Limtræ , CLT og træplader baseret på genbrugsmaterialer eller fx presset lersten, lerpuds, gips

—Genbrugsbaserede materialer af glas, stål og alu. (ikke virgine materialer)

—Isolering af genbrugsmaterialer som kork, træfiberplade, papirgradulat, hørbat hampebat, papirbat, træfiberbat, halm, hempcrete m.v.

—Maling Linoliemaling, naturmaling, linolie lermaling, kalkmaling, linoliebaseret spartelmasse



Design til adskillelse

— **Modul – med el. uden 5. facade**

— **Træbaserede materialer**

CLT

Formaldehydfri OSB plader baseret på genbrugsmaterialer

Krydslamineret træ

— **Mineralske materialer** Presset lersten, lerpuds, og/el. hydralisk kalk, luftkalk eller gengrug gipsplade

— **Maling** Linoliemaling, naturmaling, linolie, silikatmaling, lermaling, kalkmaling, linoliebaseret spartelmasse

— **Isolering** Korkplade, træfiberplade, papirgradulat, hørbat, hampebat, papirbat, træfiberbat, halm (presset), ålegræs

— Hampcrete

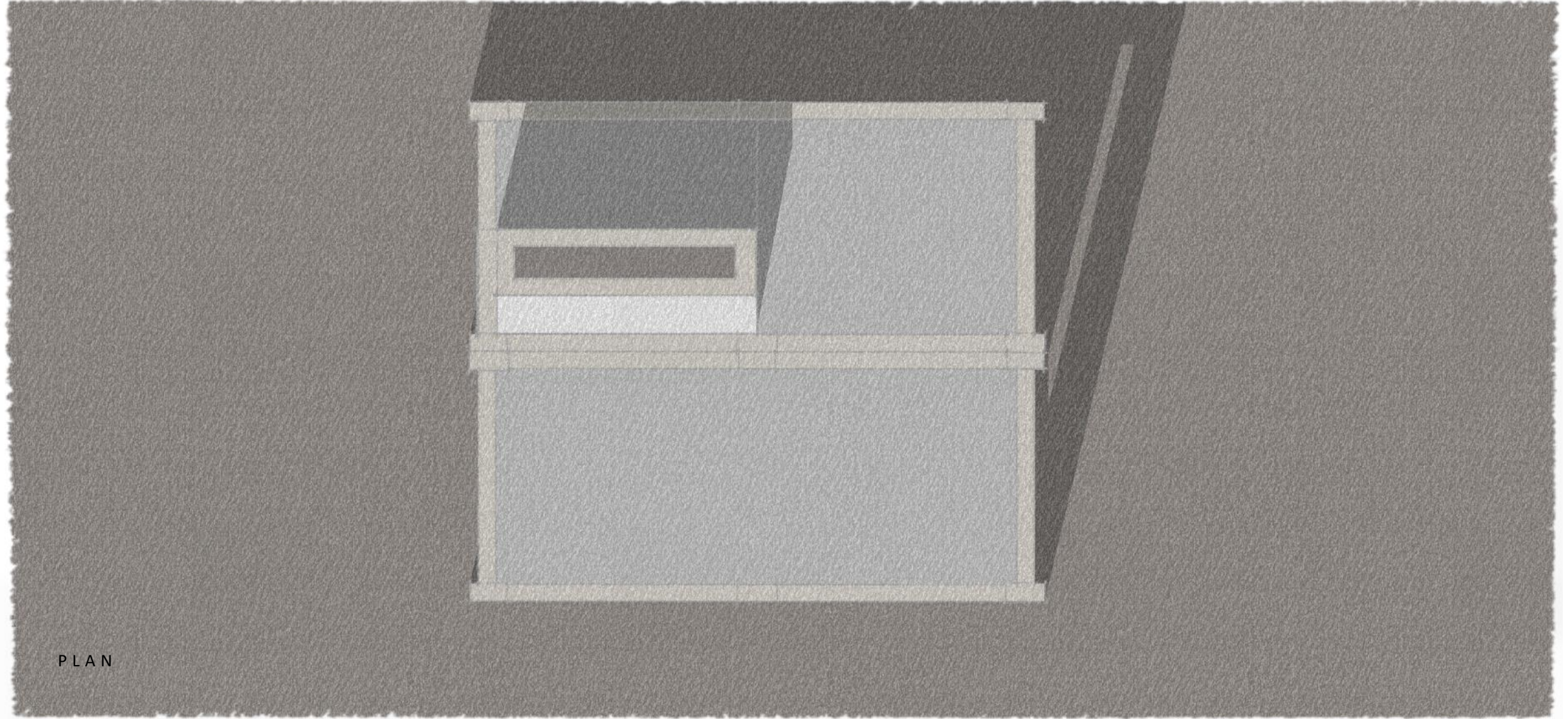
— **Celleglas** til terrænisolering

Zealand

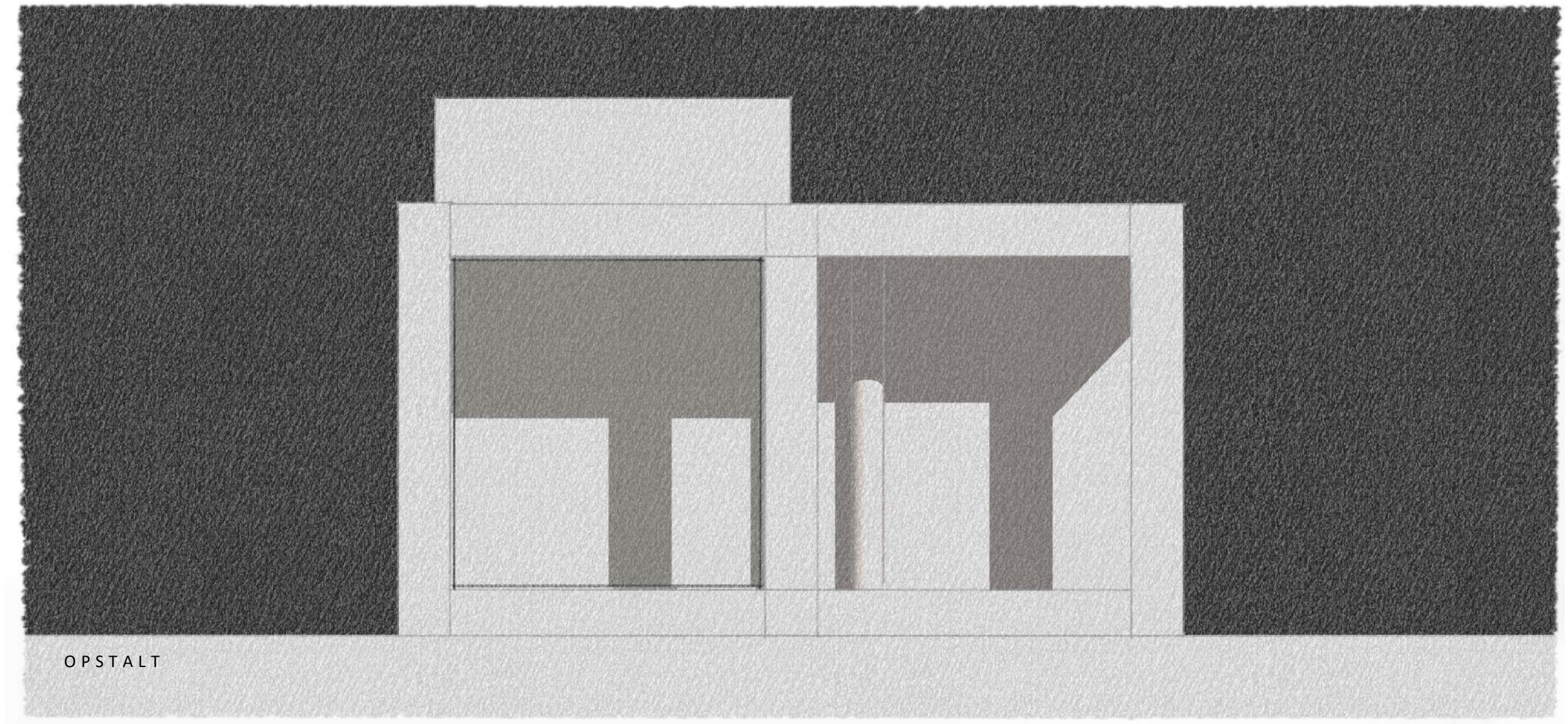
ADSKILT MODUL

SAMLET MODUL

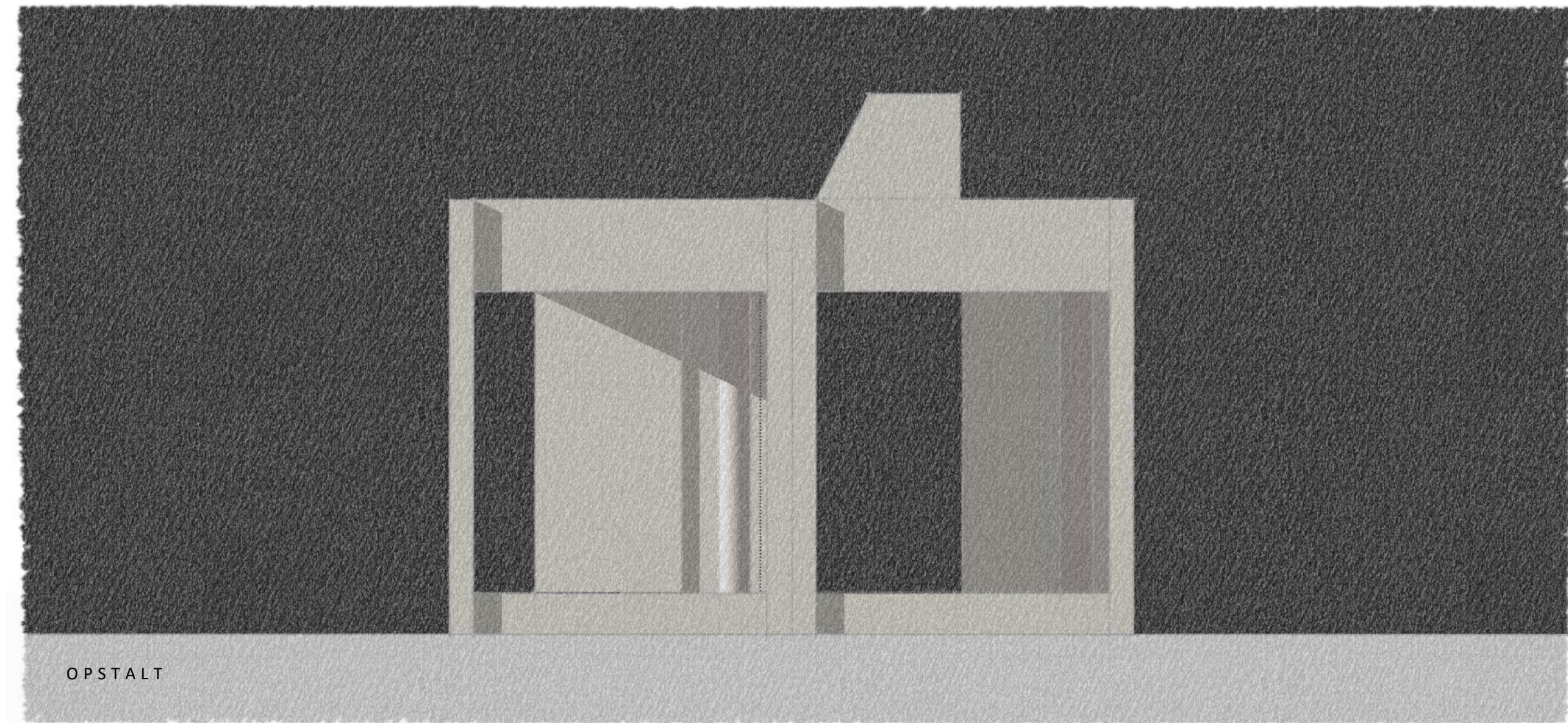
Sjællands Erhvervsakademi



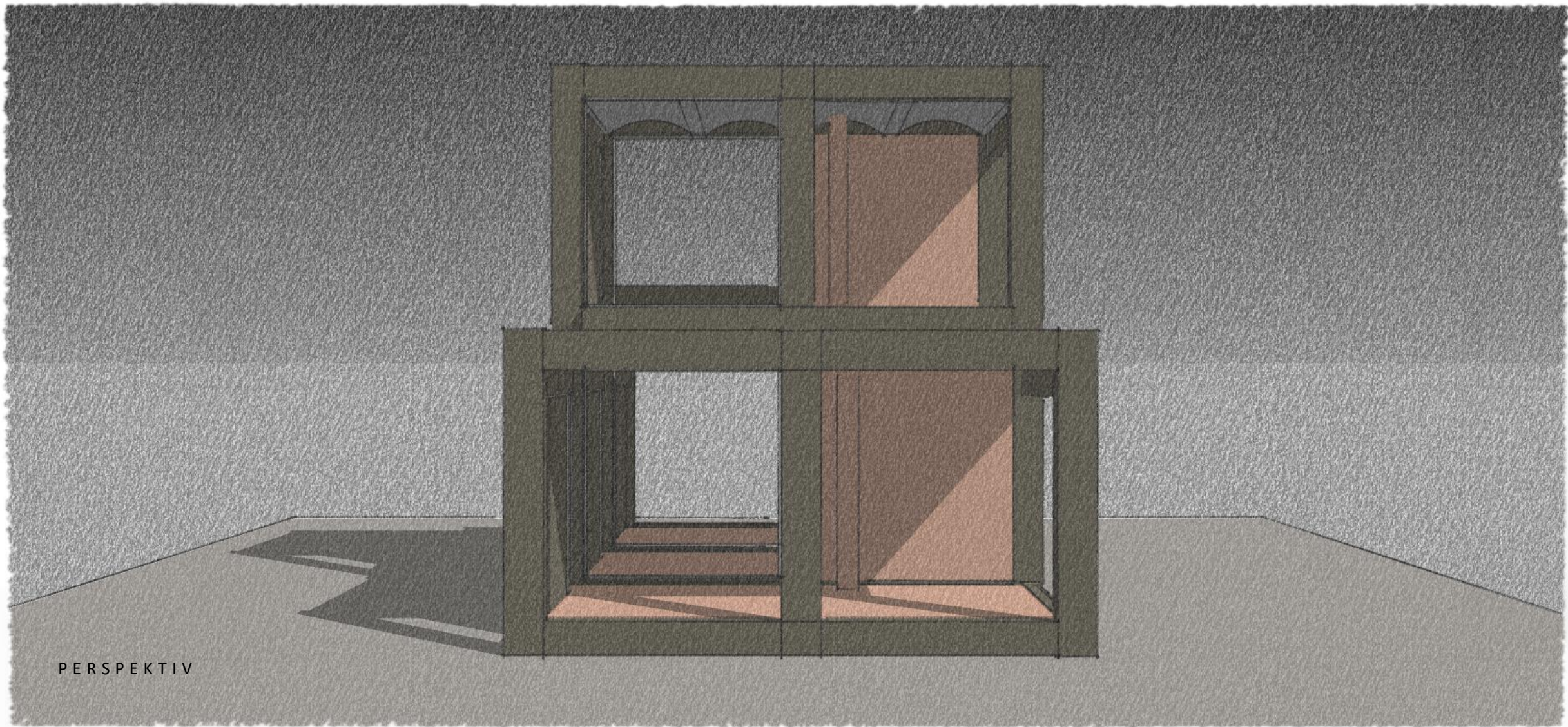
PLAN



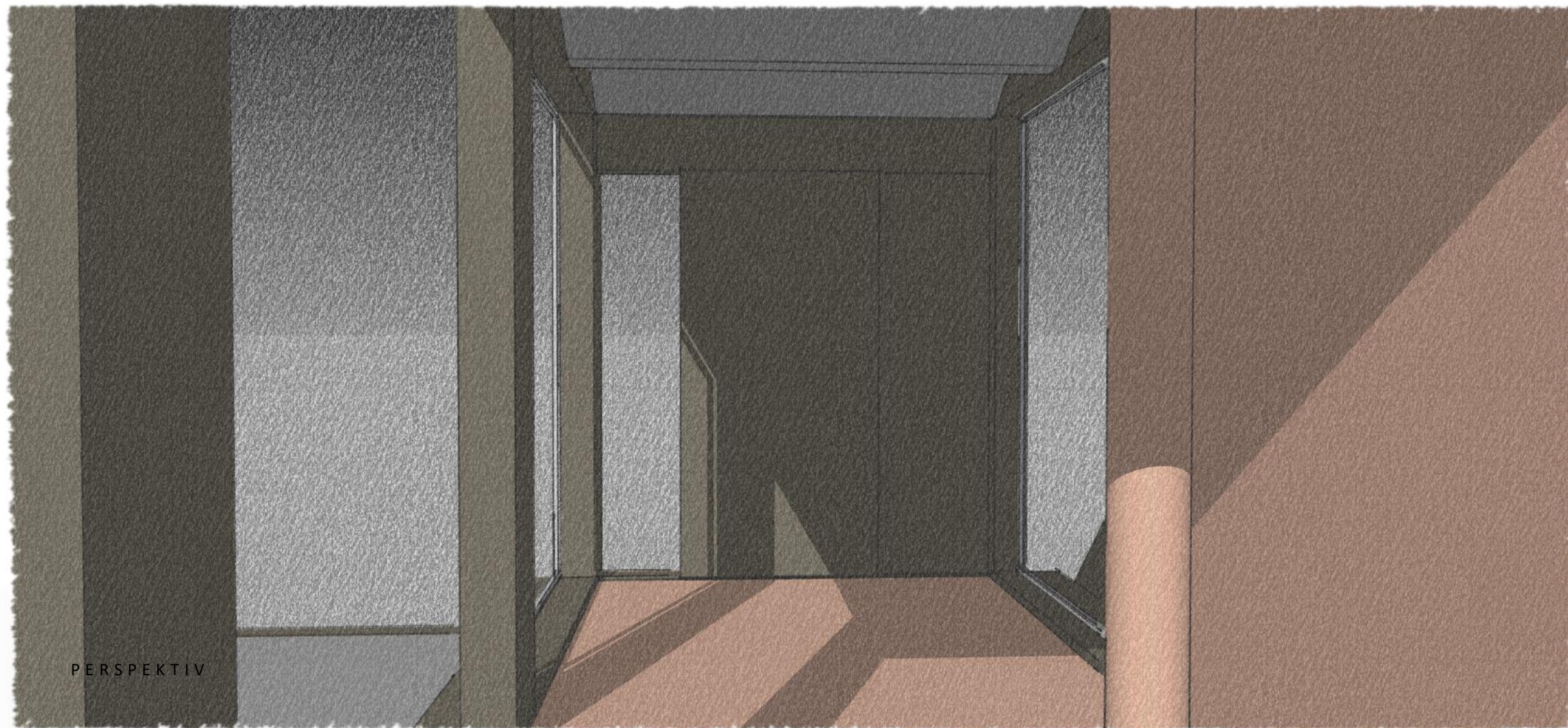
OPSTALT



OPSTALT

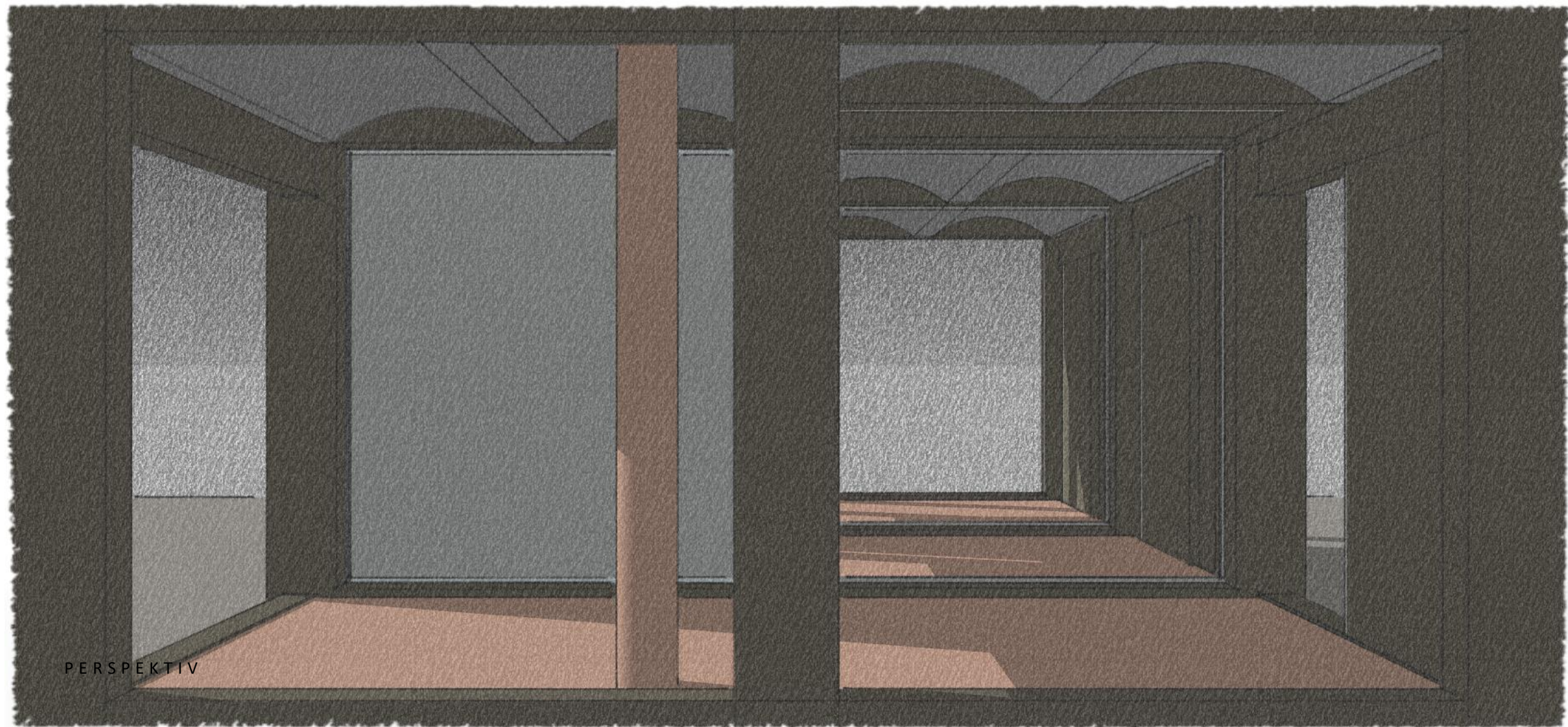


PERSPEKTIV



Zealand

Sjællands Erhvervsakademi



PERSPEKTIV

Zealand

Sjællands Erhvervsakademi

Om 3. fase – Analyser og løsningsforslag

Analyse af potentiale for TYI-renovering vs nybyg (EPD/CO2)

- **Renovering af tag, ydervægge og installationer**
- **Da BBR61** er en kompleks og kun sparsomt dokumenteret tung etagebygning uden tilslutning til ekstern varmekilde såsom fjernvarme, benyttes ***) til at lave en kvalificeret vurdering af potentialerne ved at renovere bygning via indeklimasikrede kontor-units indplaceret på etager og bevare den udvendige klimaskærm mod vind og vejr vs. nybyg af hele bygningen med kontorindretning.
- **Erfaringer** fra 9 cases om tungt etagebyggeri over 50 år

	LCA		LCC	
	kg Co2/m2		Nutidsværdi (DKK/m2)	
	TYI-renovering	Nybyg	TYI-renovering	Nybyg
Gennemsnit, 9 cases *)	248	397	12.667	21.922
Potentiale: TYI-renovering vs. nybyg		149		9.256



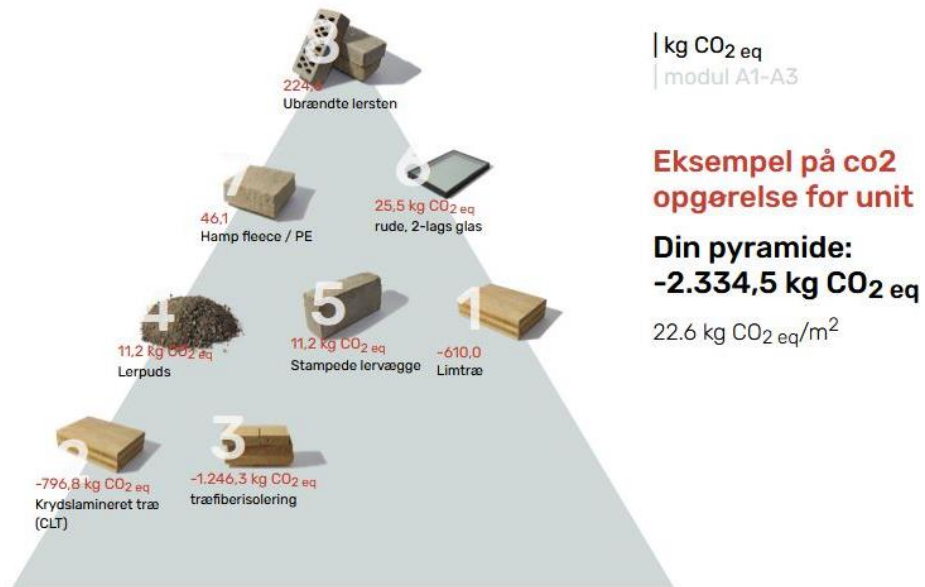
*) Komparativ analyse af co2udledning og totaløkonomi i renovering og nybyg, Rambøll 2020, med bilag til rapport om renovering vs nybyg, Rambøll 2020.

Om 3. fase: Resultat og konklusion

vis resultat i pyramiden ↑		nulstil beregneren	Eksempel på co2 opgørelse for unit alene		m ²				
materiale		gruppe	miljøpåvirkning / m3	volumen [m3]	areal [m2]	godstykkelse [mm]	resultat		
1	 Limtræ	træ	-610.0 kg CO2eq/m3	1 m3					-610,0 kg CO ₂ eq
2	 Krydslamineret træ (CLT)	træ	-664.0 kg CO2eq/m3	1,2 m3	12 m2	100 mm			-796,8 kg CO ₂ eq
3	 træfiberisolering	biobaseret	-173.1 kg CO2eq/m3	7,2 m3	48 m2	150 mm			-1.246,3 kg CO ₂ eq
4	 Lerpuds	mineralsk	93.2 kg CO2eq/m3	0,12 m3	12 m2	10 mm			11,2 kg CO ₂ eq
5	 Stampede lervægge	mineralsk	9.3 kg CO2eq/m3	1,2 m3	12 m2	100 mm			11,2 kg CO ₂ eq
6	 rude, 2-lags glas	komponenter	266.1 kg CO2eq/m3	0,1 m3	12 m2	8 mm			25,5 kg CO ₂ eq
7	 Hamp fleece / PE	biobaseret	19.2 kg CO2eq/m3	2,4 m3					46,1 kg CO ₂ eq
8	 Ubrændte lersten	mineralsk	93.6 kg CO2eq/m3	2,4 m3					224,6 kg CO ₂ eq
									-2.334,5 kg CO ₂ eq

Om 3. fase: Resultat og konklusion

BYGGERIETS MATERIALEPYRAMIDE



Konklusion

Konklusioner:

- **TYI-renovering** hvor unit-baseret indretning indgår rummer stor potentiale fremfor nedrivning og nybyg.
- **Maglemølle** er en materialebank for tunge materialer
- **Transformation** af BBR61 fra 1960 sikre at bygningen kan opnå lang levetid fremadrettet.

- **Mobile moduler til adskillelse af biobaseret materialer**, viser hvordan man kan udnytte bevaringsværdige tomgang bygninger midlertidigt - over en given periode.
- **Design til adskillelse** baseret på bæredygtige materialer, materiale kompas, pas og indføjjet genbrug, og indføjjet i ejendommen - konkluderes her at være den mest oplagte løsning.

Tak til

- Næstved Kommune/Ressource City
- Maglemølle
- Egen Vinding og Datter for materialekassen