

## Nye krav til bærekraftig byggeri med fokus på:

- energibruk
- inneklima
- karbonfotavtrykk
- bygging med KLT/massivtre.



Praktisk erfaring og eksempler fra egne prosjekter.

“ i forkant “

# BGM arkitekter



Arkit

Offent  
Nærin  
Leiligh  
Bolig  
Rehabil

 **HEMATO**  
E I E N D O M A S

Eiendomsutvikling  
Totalentreprenør

Arealplan

Regulering  
Ektutvikling  
Givning  
Engmodelle

Formidling

g  
ops  
isning  
ing  
ing/Innovasjon  
Produktutvikling



BGM Arkitekter AS, Grimstad

[www.bgm.no](http://www.bgm.no)





2020



Bengt



Jan



Nina



Geir



Gunn Torill



Hans Atle



Daniel



Paal

motto: *“ i forkant ”*

- Sør-Norges første lavenergiboliger
- Sør-Norges første passivhus
- Norges første -70 tallshus konvertert mot passivstandard
- Norges første null-energi hus
- Norges første energi-positive næringsbygg
- Verdens Nordligste plusshus bygget i massivtre



Utstrakt samarbeid med Universitetet, Husbanken, Lavenergiprogrammet, Enova, Sintef etc.

## Fokus i dagens marked.....og veien videre?

- Hva er status på norsk byggeri i dag?
- Utviklingen av TEK krav. (Passivhus, nær nullhus, plusshus, nullutslipp.....)
- Hva krever myndighetene nå og i fremtiden.?
- Energibruk, energiforsyning, inneklime, klimagassutslipp, trebygg, etc
- Hva med gjenbruk ? (sirkulærøkonomi)
- Hvordan må bransjen forholde seg til denne utviklingen ?
- Bestillerkompetanse
- Hvordan er kostnadsbildet for å ivareta disse verdier, hvordan responderer byggmarkedet i en konkurransesituasjon ?
- Eksempler fra konkrete prosjekter lokalt og rundt omkring i landet.



## Politiske føringer...

- Endring av tekniske forskrifter
- EU: Bygningsenergidirektiv 2010/31/EU
  - **Nye bygninger nesten nullenergibygninger innen 2020**
  - **Offentlige bygninger må nå målet innen 2018**
- Stortingsmelding 21, Norsk klimapolitikk (april 2012) og Stortingsmelding 28: Gode bygg for eit betre samfunn (juni 2012)
- **DET OFFENTLIGE SKAL VÆRE FOREGANGS BYGGHERRER – VISE VEI !**
- Krav om **passivhusnivå** i 2015 - **NÅ GJELDER TEK17 !**



## God arkitektur og innovativ arkitektur er viktig.....men hvilke andre elementer er "drivere" for at vi gjør byggene våre mer energieffektive, miljøvennlige og selvforsynte med fornybar energi ?

For de fleste:

- **Offentlig utbygging skal være foregangsbygg !**
- *Myndighetskrav gjennom pålegg i TEK, PBL, forskrifter og standarder*
- *Lønnsomhetsvurdering kost/nytte*
- *Merverdi i fremtidig salg/pant i eiendom*
- *Komfort og inneklima*
- *Drift og vedlikehold*

Og for noen ganske få:

*Egen ideologi og interesse.....*

*men også lokalt, nasjonalt og globalt ansvar for miljøet*

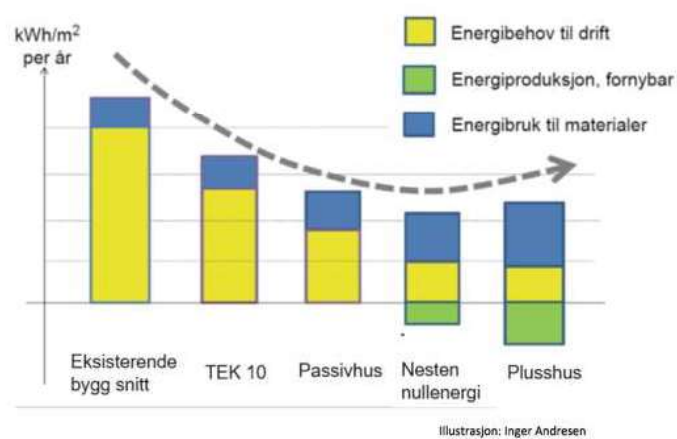


# Nye kompetansekrav nye begreper



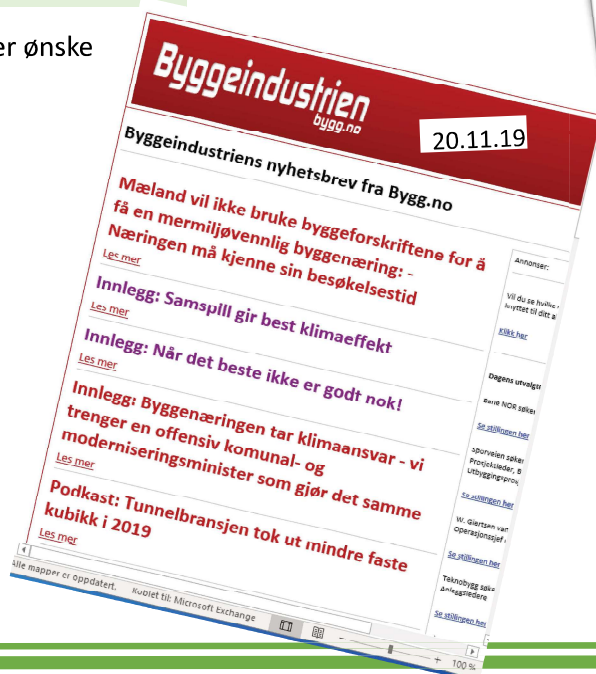
# FOKUS energibruk og fornybar energiforsyning

## Veien til plusshus/nullutslippsbygg



## Fokus på MILJØ

Endringer og krav etter ønske fra våre myndigheter



# MILJØ - HELSE - INNEKLIMA

## ...hva betyr egentlig disse tingene ?

- Lyd, akustikk
  - God lyd kvalitet mellom rom
  - Ikke for harde flater og stor etterklang
  - God lydstandard mot trafikk, og utestøy
  - Støysvake installasjoner
- Lys
  - Godt innelys
  - God tilgang på dagslys
  - God fargebruk
- Velværefølelse
  - Trivsel
  - Materialbruk, farger og overflater
  - Interiør, møbler, tekstiler



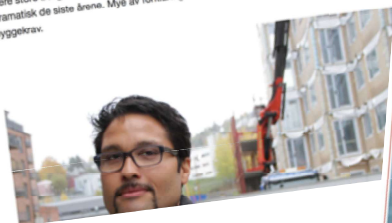
- Temperatur
  - Komfort temperatur i oppholdsrom
  - Mulighet for individuell temperaturstyring
  - Unngå trekk
  - Solavskjerming for å unngå overoppheting
- Utsyn til det fri
  - Visuell kontakt med friluft-ute
  - Utelys – se forskjell fra dag og natt
- Miljø
  - Klimagassutslipp fra drift, materialer, transport og byggeplass
  - Energibruk
  - Materialbruk, grønt fokus
  - Utemiljø og arealer

# FOKUS PÅ HØYE BYGGEKOSTNADER



## - Byggekostnadene har eksplodert

Flere store boligutviklere forteller samme historie: Byggekostnadene har støget dramatisk de siste årene. Mye av forklaringen er økt trykkrv og myndighetspålagte byggekost.



A screenshot of the Byggeindustrien website. The main headline reads "Trenger byggekostnadsnøtten en real krise for å bli knekket?". Below the headline is a photo of a man in a suit. The website includes a navigation menu with links like "Bygg", "Anlegg", "Eiendom", "Ansatte", "Målinger", "Byggevare", "Ølrigg", and "A til Å". There are also several advertisements on the right side, including "ISO MAXI" and "XERVON".



## Nybygg lønner seg bare fem steder

Kostnaden ved å bygge nye boliger har skutt i været. Bare i fem norske byer lønner det seg nå å bygge nytt.



## KOSTNADER

**Alle nye krav og kvaliteter får en kostnadskonsekvens.....  
Hvordan bygge mer kostnadseffektivt ?**

- Økt kompetanse og formidling av erfaring !
- Industrialisering
  - Større grad av Prefabrikasjon
  - Betingelser god planlegging og sikrer presisjon, fuktsikring mv.
- Kort byggetid
  - Større bruk av byggelementer korter ned tid på byggeplass
- Kostnadseffektive konstruksjonsløsninger
  - Effektivisere oppbygging av konstruksjoner, gulv, vegg, tak etc
  - Bruk av nye effektive produkter
- Vurdere hybridløsninger
  - Evaluere nye- kontra gamle byggesystemer
- Fokus på drift og vedlikehold





## ***Det grønne skiftet i byggebransjen i "et helhetlig perspektiv"***

### ***"Nye" fokusområder som bransjen MÅ forholde seg til.....:***

Energieffektive bygg, energiforsyning, fornybar energi, klimagassutslipp, inneklima og miljø  
.....og kostnadsutfordringer i konkurranse !!

- Hva betyr det grønne skiftet for bransjen og hva sier markedet?
- Vil byggherre prioritere "bærekraftige" løsninger ...eller er de fornøyd med TEK?
- Hvordan er kostnadsbildet, er det dyrere med fremtidsrettede løsninger ?
- Vil myndighetene ytterligere skjerpe krav til energi og miljø?
- Har bransjen kompetansen for å gjøre endringer?
- Hva med vilje til endring ?

# Dagens arkitektur må også ha fokus på:

Energibruk, energiforsyning  
Miljø, materialbruk  
og  
Byggekostnader !

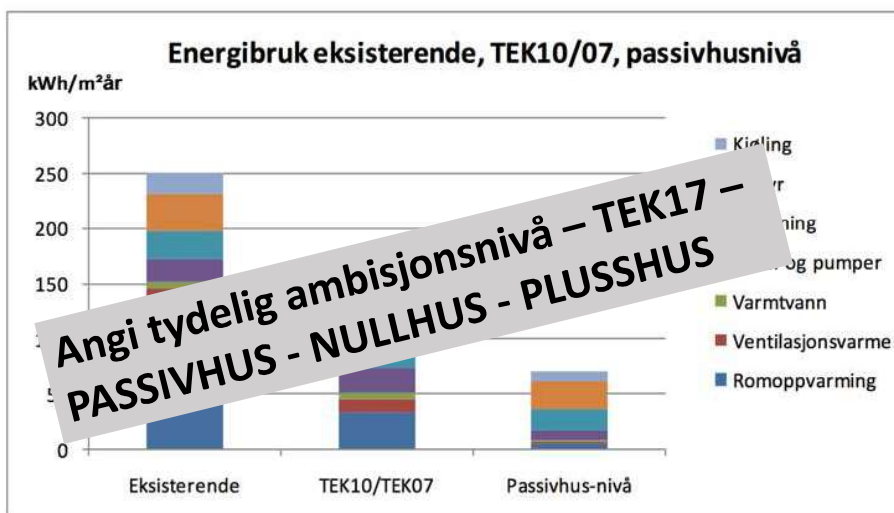


**Et helhetlig perspektiv**  
*«Løsningen er gjensidig faglig  
respekt og forståelse.... i samspill!»*

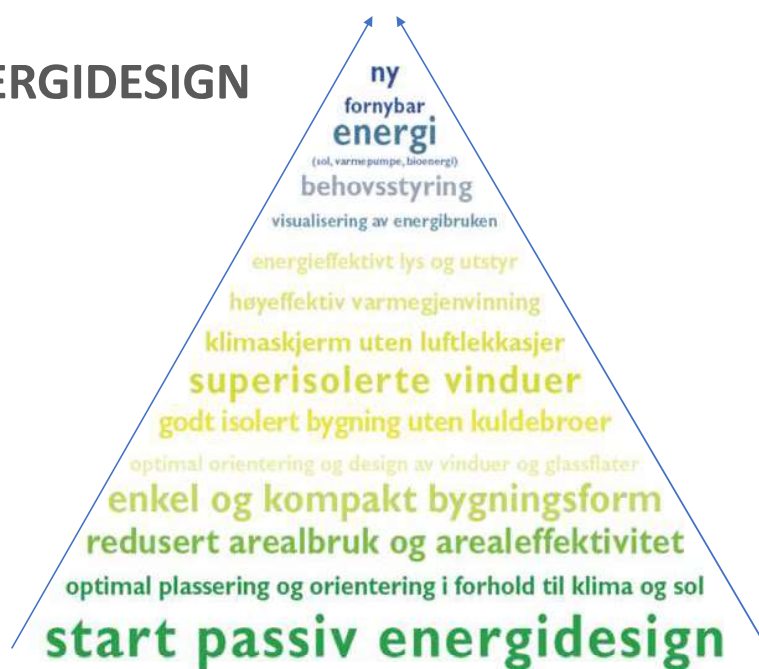


Endringer og krav etter ønske fra våre myndigheter:

## FOKUS PÅ ENERGIBRUK

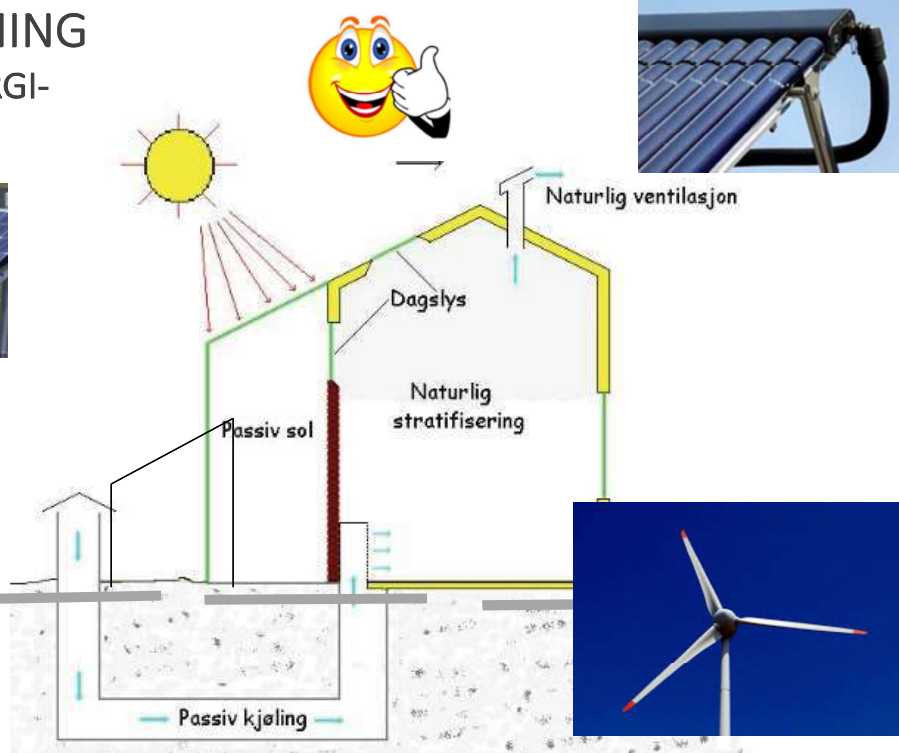


## ENERGIDESIGN



Figur 13. Prinsipp for passiv energidesign. Norwegian Wood/NAL ECOBOX 2008, basert på "Kyotopyramiden", Rødsjø og Dokka.

# ENERGIFORSYNING -FORNYBAR ENERGI-



*Utfordringer/  
endringer i  
byggebransjen*

**Tema:**

## **Flere utfordringer og endringer i byggebransjen de siste årene:**



*Utfordringer/  
endringer i  
byggebransjen*

# Tema:

## 1. Nye kompetansekrav TEK17...hva nå videre ?

TEK87 – TEK97- TEK07 – TEK10 – **TEK17** -----TEK ?



*Utfordringer/  
endringer i  
byggebransjen*

Tema:

## 2. Passivhus. NS3700-NS3701

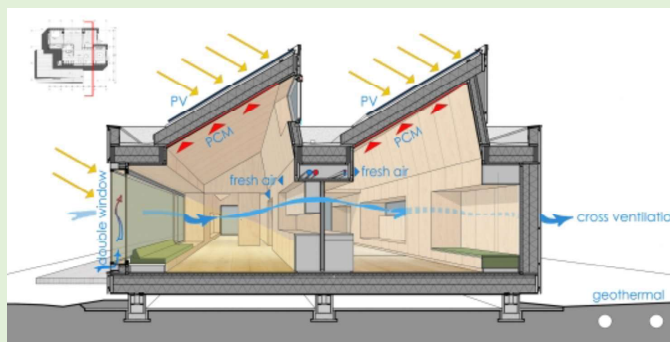




*Utfordringer/  
endringer i  
byggebransjen*

# Tema:

## 3. Plusshus (nullutslipp ++)



Et nullutslippsbygg produserer nok fornybar energi til å kompensere for byggets totale klimagassutslipp gjennom hele levetiden.

*Utfordringer/  
endringer i  
byggebransjen*

# Tema:

## 4. Energiforsyning- byggene som lokale kraftverk

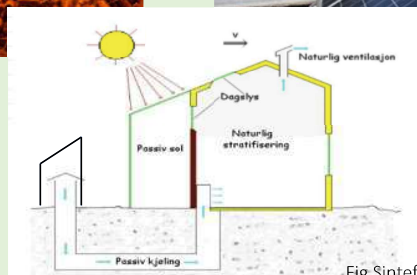


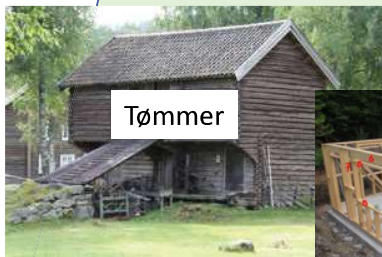
Fig Sintef



*Utfordringer/  
endringer i  
byggebransjen*

Tema:

## 5. Nye byggemåter - konstruksjonsløsninger



Tømmer



Bindingsverk



Betong og mur



Stålbygg



Limtrammer

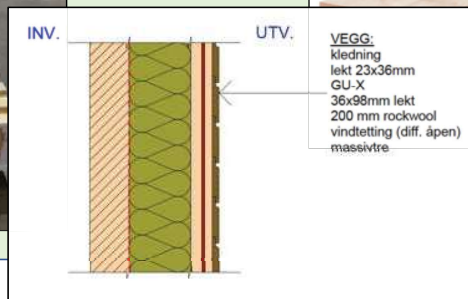


Massivtre

*Utfordringer/  
endringer i  
byggebransjen*

Tema:

## 6. Nye produkter og byggdetaljer



*Utfordringer/  
endringer i  
byggebransjen*

Tema:

## 7. Mer industrialisert byggeri

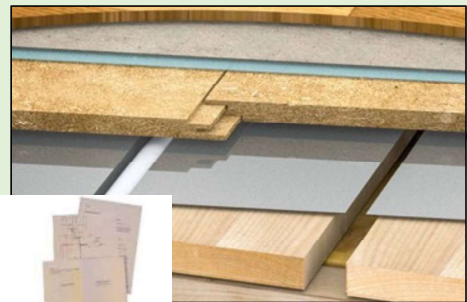
Industrialisering av byggeprosessen



*Utfordringer/  
endringer i  
byggebransjen*

# Tema:

## 8. Endrede løsninger for tekniske fag , vent, varme, elektro





*Utfordringer/  
endringer i  
byggebransjen*

# Tema:

## 9. Endrede miljøkrav - klimagassutslipp



*Utfordringer/  
endringer i  
byggebransjen*

**Tema:**

## 10. Trebyggeri - massivtre (KLT)





## Hvordan "selge inn" bærekraftige løsninger?

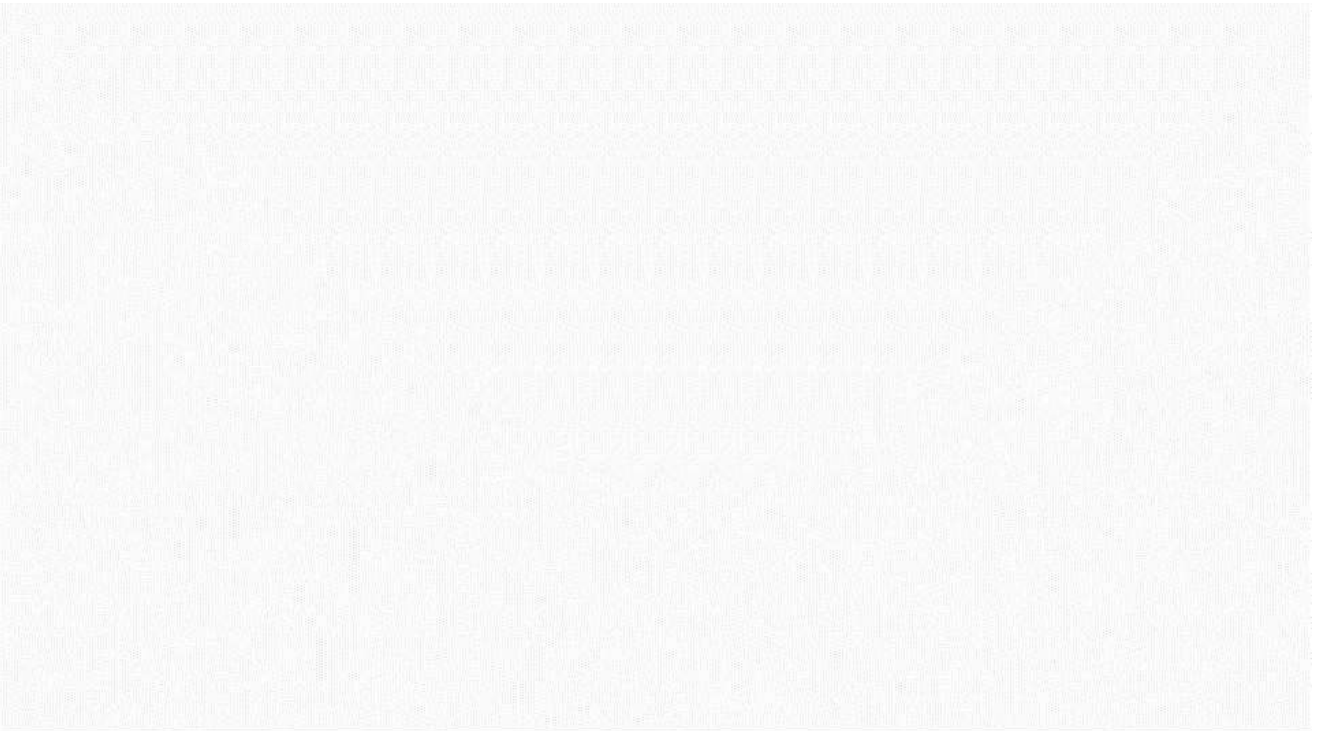
*"Kunnskap, kompetanse og erfaring gir autoritet og trygghet !  
Autoritet og trygghet skaper tillit !*

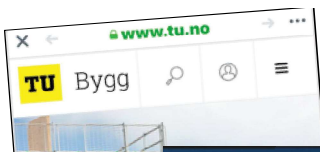
*Dersom rådgiver og arkitekt har oppnådd tillit,  
så er det i dag ingen god grunn til  
å ikke bygge riktige, bærekraftige bygg for fremtiden !"*

*Bengt Michalsen*

# Hvorfor massivtre?

# FILM



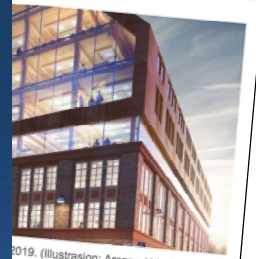


# Et gjennombrudd for massivtre

Artikkel / Teknologisk, energi

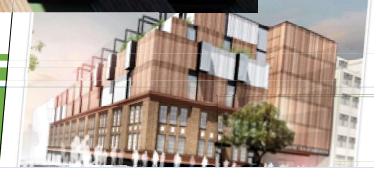
ARKITEKTKONTOR  
**Bygger høyere og billigere**  
Satte opp åtte etasjer

**Vil bygge mer i massivtre**  
Publisert 02. mars 2018



2019. (Illustrasjon: Arconna / Martinsons)  
**Bygg med massivtre**  
Siden har blitt forvandlet til moderne kontorlokaler for lim- og massivtre.  
02. mars 2018

Prosjektet fra svenske Martinsons  
...ende bygg i fabrikk og til sammen  
lokaler ved ferdigstillelsen. Siden  
bygges Faberge å bruke tre til

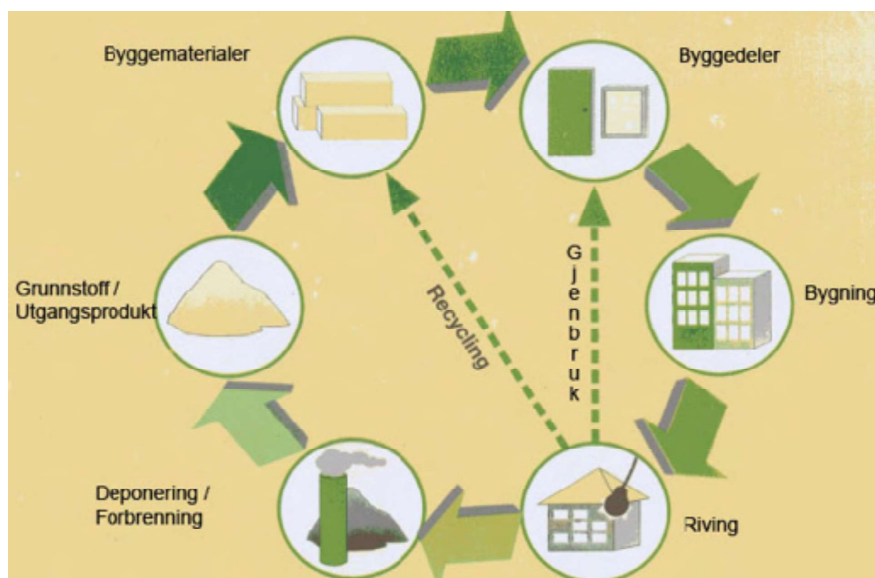


B...stad

TEKRE

# Livssyklus

- fra vuggen til graven



Råvare, produksjon, transport, driftsfase, gjenbruk

**Driftsfase**  
- 50% av  
**Totalt utslipp**

SAMMENLIGNING AV BYGG MED TRADISJONELT BÆRESYTEM AV STÅL/BETONG MED TRE SOM BÆRESYSTEM I "KRISESENTER I ARENDAL"

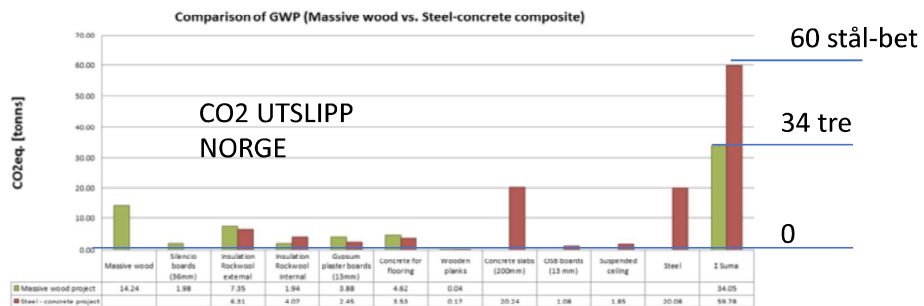
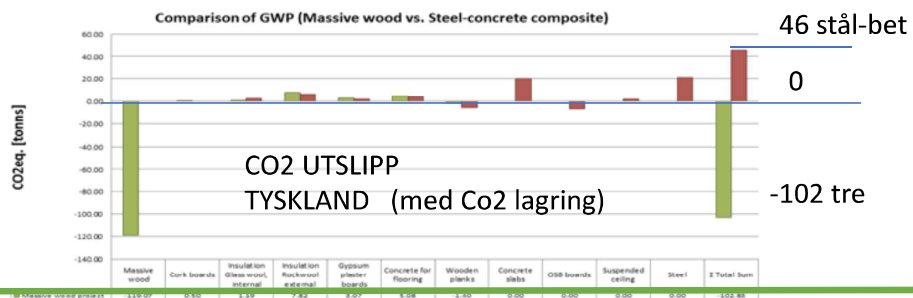


Figure I: GWP - Comparison of the two variants displayed in graphic (EPD Norge)



# BÆREKRAFTIG MATERIALVALG - SIRKULÆR ØKONOMI

BÆREKRAFTIGE MATERIALVALG HANDLER OM MYE MERE ENN KLIMAGASSBEREGNINGER OG EPD-DEKLARASJONER...

VUGGE TIL GRAV																	
PRODUKSJON + MONTERING					BRUK								LIVSLØPETS SLUTT				
VUGGE TIL PORT			MONTERING														
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D1
RAVARE	TRANSPORT	PRODUKSJON	TRANSPORT	MONTERING BYGGEPLASS	BRUK	VEDLIKEHOLD	REPARASJON	UTSKIFTING	RENOVERING	ENERGIBRUK I DRIFT	VANFORBRUK I DRIFT	TRANSPORT I DRIFT	RIVING	TRANSPORT	AVFALLSBEHANDLING	AVFALL TIL SLUTTBEHANDLING	MATERIALGJENVINNING
A1-A5																	

**NS 3720 (2018)** Norsk Standard for klimagassberegninger for bygninger

UTSLIPPSNIVÅ VED "FERDIG BYGG" HAR STOR BETYDNING FOR KLIMABELASTNINGEN

## MATERIALUTSLIPP - BYGGENES GEOMETRI

POWERHOUSE - DEKKER OG BÆRESYSTEMER - EKSEMPLER PÅ CO2-utslipp (kg CO2ekv/m2)

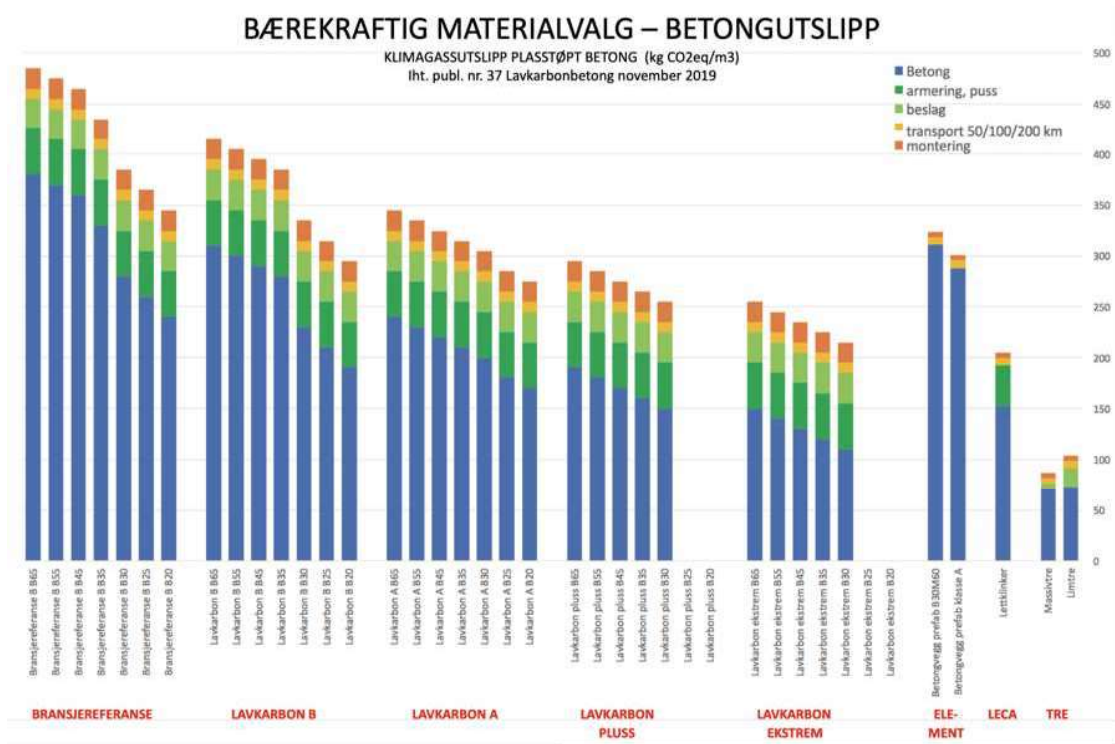
Byggenes komplekse form øker klimagassutslippet til dekker og bæresystemer med 64-73% sammenlignet med en enklere design utført i massivtre.





## BÆREKRAFTIG MATERIALVALG – BETONGUTSLIPP

KLIMAGASSUTSLIPP PLASSTØPT BETONG (kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>3</sup>)  
Iht. publ. nr. 37 Lavkarbonbetong november 2019



## BÆREKRAFTIGE MATERIALVALG - BYGNINGSDELER



**BÆREKONSTRUKSJONER**  
GRUNN- OG BETONG

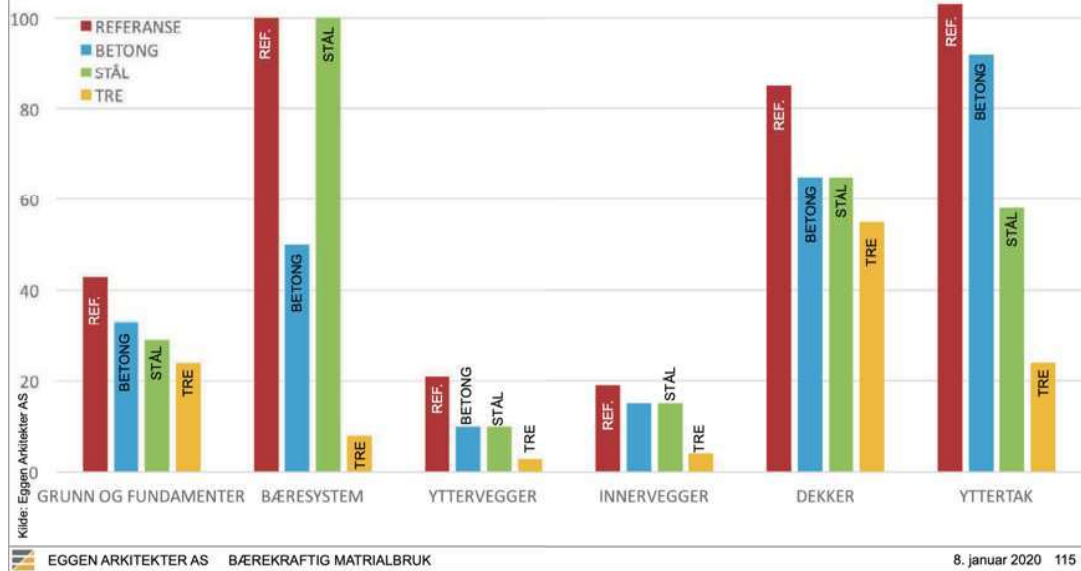
EGGEN ARKITEKTER AS BÆREKRAFTIG MATERIALBRUK

8. januar 2020 104

## MATERIALUTSLIPP - EKSEMPEL TUNGT INDUSTRIBYGG

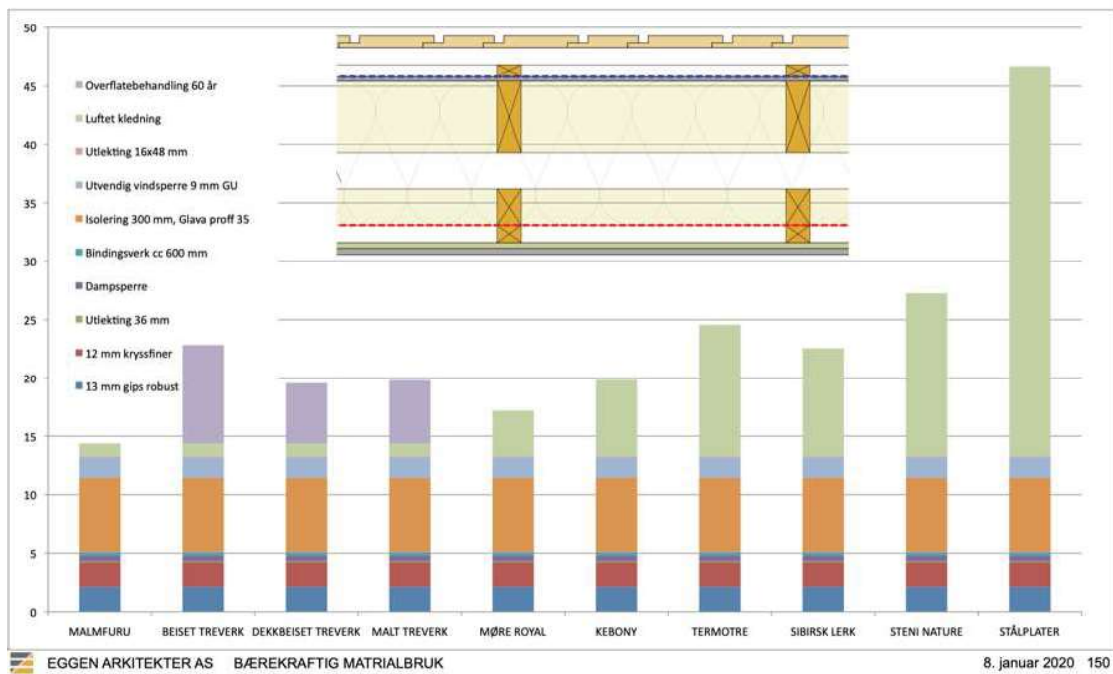
UTSLIPP SNIVÅ kg CO<sub>2</sub> ekv/m<sup>2</sup> BTA

OMFATTER DE VIKTIGSTE MATERIALMENGDENE SOM KAN SAMMENSTILLES  
(IKKE OVERFLATER, VINDUER, DØRER, INNREDNING, TEKNISKE INSTALLASJONER MM)



## YTTERVEGG - ULIKE KLEDNINGSTYPER

CO<sub>2</sub> -utslipp (CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) basert på KGv5 og EPD-deklarasjoner



## STORE ENDRINGER I NYE BYGGEMÅTER

Det offentlige er gjennom EU vedtak pålagt å være foregangsbygherrer, er de det ?

Hvordan sikre fremtidsrettede kvaliteter som energibruk og miljøkvaliteter?

- Kommune-Norge har svært ulikt ambisjonsnivå
- Har det offentlige god nok kunnskap til å være en god bestiller?
- Har rådgivere/arkitekter tilfredstillende kompetanse?
- Mange kommuner har politiske vedtak som skal sikre fremtidrettede bygg med fokus på energi og miljø

**...og hva vil DU gjøre i din kommune for å oppnå disse målene ?**

**EKSEMPEL...  
fra 9.feb-19.**

NORD-AURDAL MILJØ POLITIKK AURDAL PLEIE OG OMSORG

## Fraråder nytt omsorgssenter i massivtre



Bygg tradisjonelt; Rådmann anbefaler ikke massivtre-bygg i Aurdal. Foto: Marit Beate Kasin

Av Marit Beate Kasin

09. februar 2019, kl. 10:00

Rådmann i Nord-Aurdal bruker argumenter som økonomi og brannsikkerhet mot å bygge det nye omsorgssenteret i Aurdal i massiv tre. Politikerne rådes til å slå fra seg tanken, og gå for tradisjonell byggemetode.

07:10 📶 🔋

< Søk 🔍 📄 📌

## Kan pålegge bygging i massivtre

Departementet bekrefter at Kristiansand kommune kan kreve at utbyggere bruker massivtre som byggemateriale. LundSia på Elevine-tomta kan bli et slikt prosjekt.

av VEGARD DAMSGAARD

PUBLISERT: 2. JULI 2019, 07:22  
OPPDATERT: 4. JULI 2019, 15:52

**KRISTIANSAND:** – Vi er veldig glad for at de gir oss den muligheten, sier plan- og bygningssjef Venke Moe i Kristiansand kommune.

**Kristiansand Kommune:  
Departementet bekrefter at en kommune  
Kan pålegge å bygge i massivtre gjennom  
regulering**





Lillesand Kommune vedtok i bystyret 3. april at de skal ha som målsetting at oppføring av kommunale bygg skal skje innen bærekraftige rammer. Det skal brukes fornybare råstoffer og de skal jobbe for minimum 50% reduksjon av CO2- utslipp sammenlignet med bygg etter dagens forskriftskrav. Dette er den andre kommunen i Agder, etter Birkenes, som gjør et slik vedtak.



Lillesand Kommune  
Politisk vedtak



## Røst Oppvekstsenter - tre eller betong



(Foto: Stein Hamre Arkitekter)

Røst skal bygge nytt oppvekstsenter og inviterte til informasjonsmøte med byggekomiteen og til folkemøte.

Publisert 07.03.2019



Oppvekstsenteret blir på 1.200 m2 og skal inneholde skole, barnehage, tankeklubb og bibliotek. Prosjektleder for Fylkesmannens prosjekt "Tre inn i fremtiden", Stein-Petter Hillestad, holdt foredrag om fordelene med å velge massivtre både som bæresystem, innervegger og tak, med tradisjonell, solid og godt luftet tre-kledning. Fra BGM Arkitekter AS detok Bengt Michalsen, han har solid erfaring fra bygging med massivtre helt siden 2007.

- Treskolen fra 1930 står støtt, betongskolen fra 1960 skal rives, når jeg ser ut av vinduet her fra kommunestyresalen og utover trebygda Røst så er det ingen tvil om at Røst kommune må bygge dette enetasjes oppvekstsenteret i tre, selvsagt med betong der det er nødvendig, sier Hillestad.

Og fortsetter: - Det gir bedre inneklima til alle som skal arbeide der og til alle elevene som skal gå på skolen i 10 år. Det er gunstig i forhold til allergiske reaksjoner, gir bedre læringsmiljø og ifølge undersøkelser også lavere hjerterytme. Kommunen tar også et klima- og miljøansvar med å bidra til

## Gildeskål kommune bygger signalbygg i massivtre

👤 Kontakt

[Stein-Petter Hi](#)  
Tlf: [75 54 78 52](#)



Kommunestyret har bestemt, de nye omsorgsboligene skal bygges i massivtre.

Publisert 18.03.2019



Den lokale entreprenøren KB Bygg AS får oppdraget med å bygge 700 m<sup>2</sup> omsorgsboliger på Inndyr, kommunesenteret i Gildeskål. Det er forventet økt lokal verdiskaping og erfaring rundt det å bygge med massivtre, både for entreprenøren og for de øvrige fag som f.eks. malere, rørleggere og elektrikere.

Ny trend i kommunene:

## - Flere vil bare bygge i tre

Birkenes er en av flere kommuner som har sagt klart ifra at de bare ønsker å bygge i tre fremover. - Det er morsomt å se viljen til å satse på tre ute i Kommune-Norge, sier Kristin Vedum, tredriver i Agder og leder av nettverket BYGG i TRE.



Kristin Vedum er tredriver i Agder og leder nettverket BYGG i TRE. Hun registrerer at stadig flere kommuner foretrekker tre. Foto: Birgith Aevinskis Lunden.

Hun har jobbet tett sammen med Birkenes for å hjelpe politikere og administrasjon å bli trygge slik at tre har blitt et naturlig valg i deres neste, store byggeprosjekt. Som tredriver er hun en del av et nasjonalt mobiliseringsnettverk. Målet er å øke kunnskapen om tre som byggenmateriale og dele kunnskap og erfaringer på tvers av prosjekter, regioner og landegrenser.

- Det er imidlertid viktig å si at vi anbefaler tre der det er hensiktsmessig, gjerne i kombinasjon med andre materialer når det er til det beste for prosjektet. Å øke kunnskapen om tre som byggemateriale er viktig i denne prosessen, og her kan jeg bistå. Birkenes kommune har gjort mye for å fremme tre som materiale. Det aller viktigste er at de har utformet et klart

vedtak i kommunestyret. De har satt som mål å redusere klimagassutslippet i alle offentlige byggeprosjekter med minimum 50 prosent sammenlignet med bygg i stål og betong. For å nå målet vil de bruke tre som konstruksjonsmateriale. Det samme har Lillesand gjort, og nå ser vi at også Kristiansand kommer etter. Det er svært gledelig at en stor utbygger som Kristiansand ønsker å benytte tre i utstrakt grad, sier Vedum.

- Vi ser at utviklingen innen industrielt trebygging utvikler seg raskt, jeg hjelper kommunene med å hente inn den informasjonen og kunnskapen de ønsker, sier Vedum og viser til at Kristiansand kommune ønsker en dreining i bransjen, og vil at utbyggere i kommunen i større grad skal bruke tre. - Administrasjonen ønsker å ta

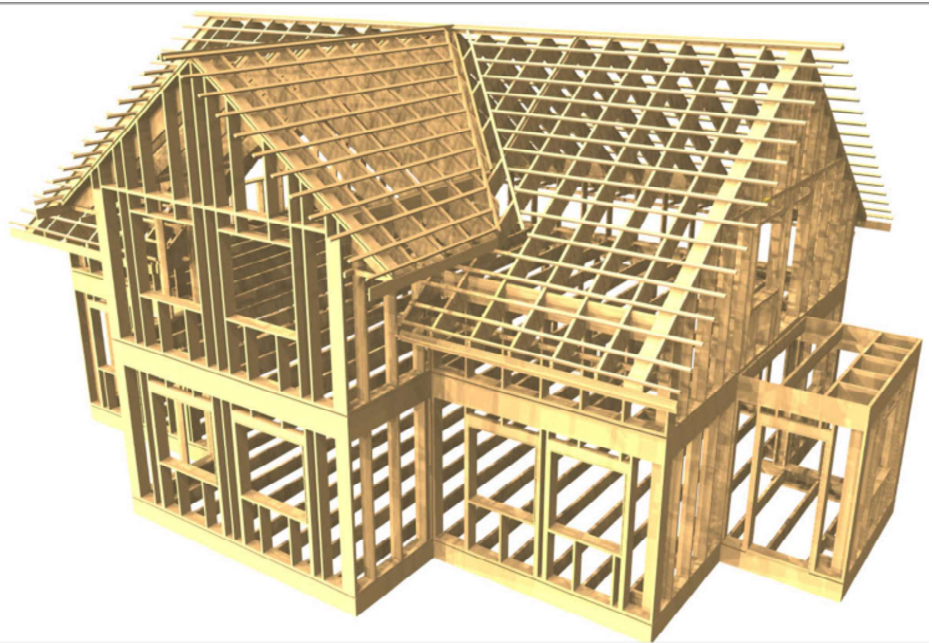
inn en hjemmel om bruk av tre i kommuneplanen ved neste revisjon. Og i sommer forespurte kommunen derfor Kommunal- og moderniseringsdepartementet om lovligheten av å krevne bruk av tre som byggemateriale og bruk av tre i bygningskonstruksjonen. Departementet var klare på at de er for dette, sier Vedum, som håper at Sørlandet i stadig større grad vil følge Trondheim kommunes gode eksempel.

Trondheim er i dag fremst i Norge på trebygging og kan vise til studentbygger, skolebygg, barnehager og leilighetsbygg i krysslåst tre de siste ti årene.

I tillegg til Trondheim er også Kongsberg, Flesberg og Hjartdal eksempler på kommuner som kun benytter tre i kommunal regi. ▲

# BINDINGSVERK

Kjent og tradisjonell  
byggemåte



## Massivtre – nytt konsept som konstruksjonsmateriale



# KLT (CLT) - Massivtre

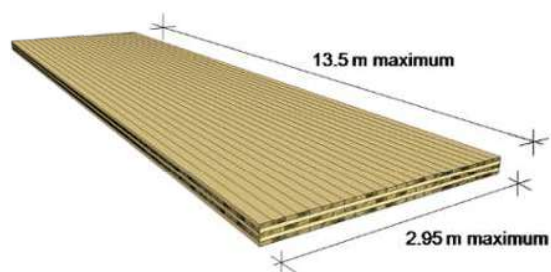
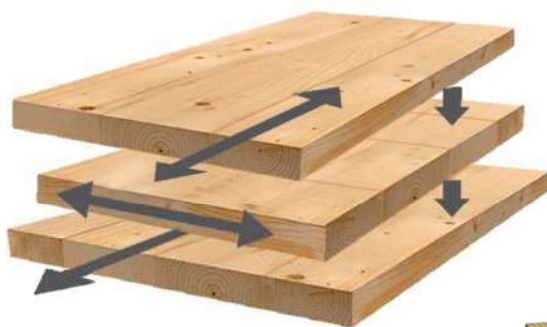
## Vanligste typer elementer



- Krysslagte limte elementer
  - Flatlimt (limt mellom sjiktene)
  - Kan være kantlimt eller ikke (dvs. lameller i samme sjikt er likt sammen til)
  - Av estetiske grunner kan kantliming i yttersjikt (synlig overflate) være utfordrende



## Limte kryssende sjikt og format



# Skrueforbindelser





## Kryssende sjikt og format sammenføyd med tre-plugger





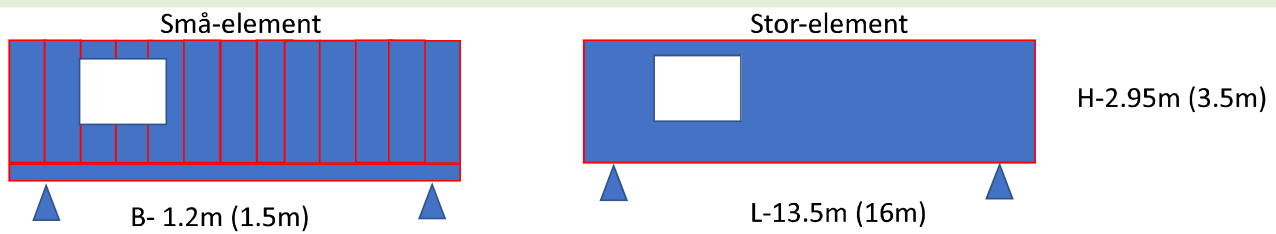
## ***Hvorfor massivtre ?***

**17 grunner for å bruke konstruktivt tre i stedet for "tradisjonelle og velkjente" byggesystemer med stål og betong eller bindingsverk systemer.**



Hvorfor velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemåter ?

### 1. "Massivtre er ikke massivtre" – ulike systemer – ulik fleksibilitet til bæring



Hvorfor velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemåter ?

## 2. Kort byggetid

**Dalson Grove**, London, Verdens største massivtrebygg

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=6&v=HWHyJeKw](https://www.youtube.com/watch?time_continue=6&v=HWHyJeKw)



Murray Grove er konstruert som en bikube, ifølge arkitekten.

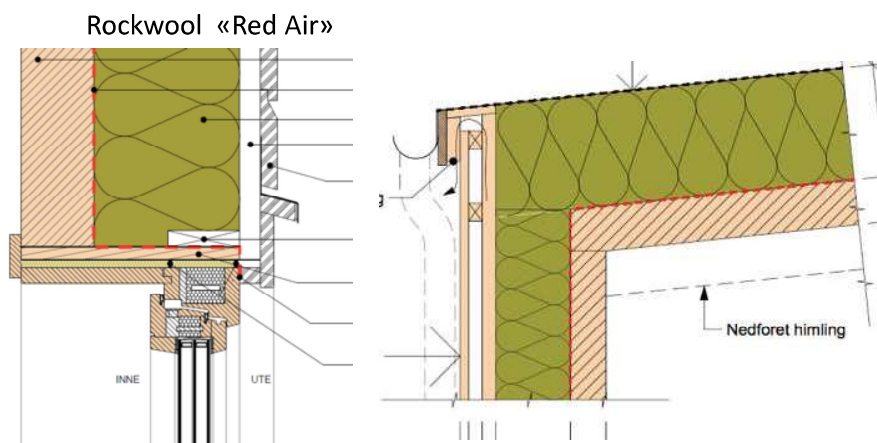
**Myrray Grove**, London  
8 etg. 27 dager

<https://www.youtube.com/watch?v=tJHeLyFASEI>



Hvorfor velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemåter ?

### 3. Utvendig isolering – kuldebroverdi nær null

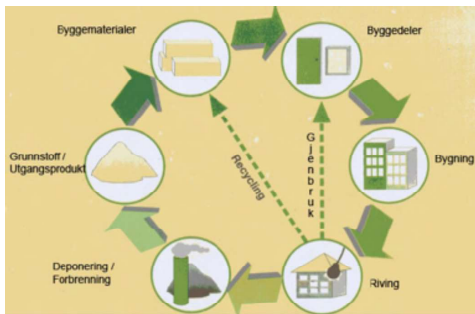


Glava + stender



Hvorfor velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemåter ?

#### 4. Miljøvennlig, lite klimagassutslipp i produksjon, og lagring av CO2



Råvare, produksjon, transport, driftsfase, gjenbruk

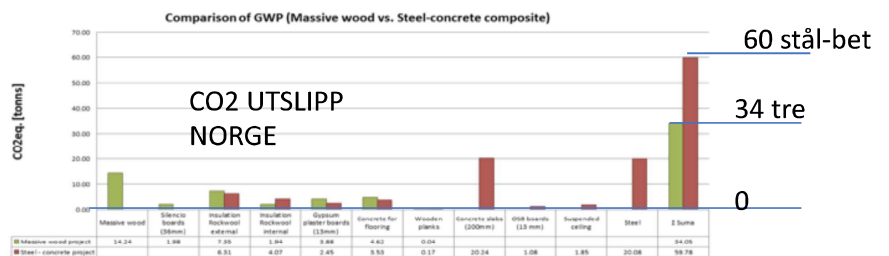


Figure I: GWP - Comparison of the two variants displayed in graphic (EPD Norge)

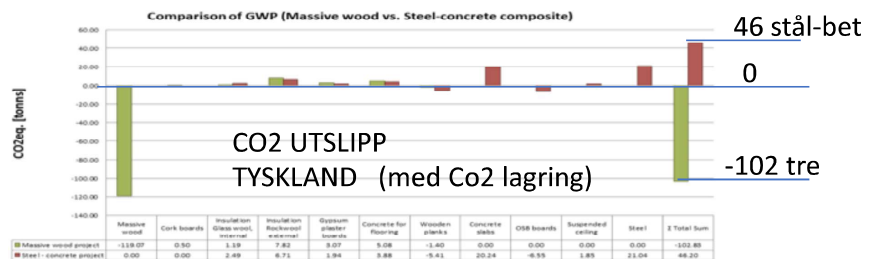
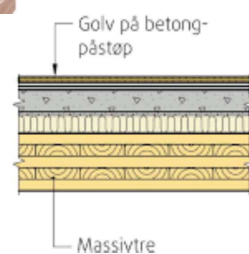
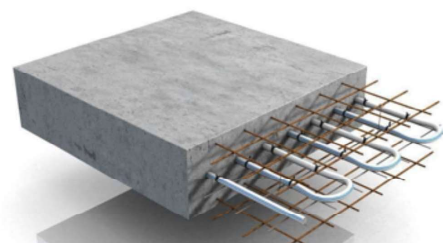
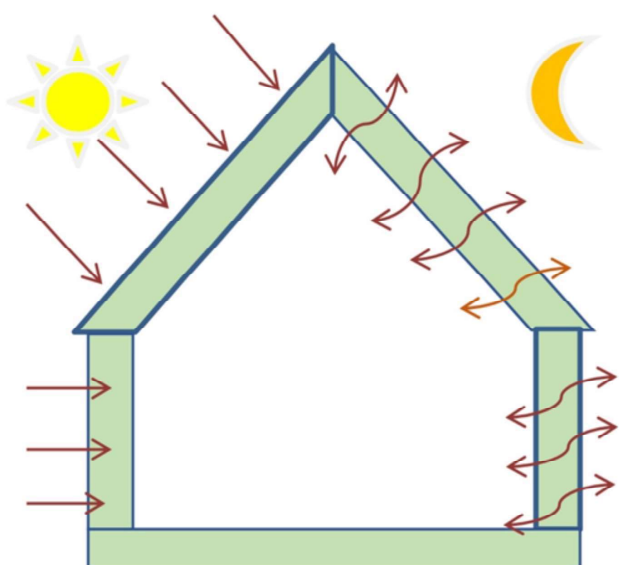


Figure VII: GWP - Comparison of the two variants displayed in graphic (IBU German)



Hvorfor velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemåter ?

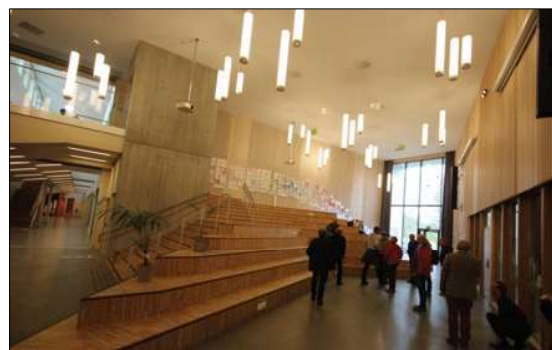
## 5. Energieffektivt – magasinering av temperatur





Hvorfor velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemåter ?

## 6. Velværefølelse i bygg av tre



## Blir elevene friskere av å gå på denne skolen? Nå vil forskerne finne svar.

De sies å være miljøvennlige og helsefremmende. Uansett er de populære. En teknisk revolusjon og miljøsug har ført til stadig flere kjempebygg i tre.

Hilde Lundgaard

Publisert: 24 okt.2019 08:32  
Oppdatert: 24 okt.2019 16:53

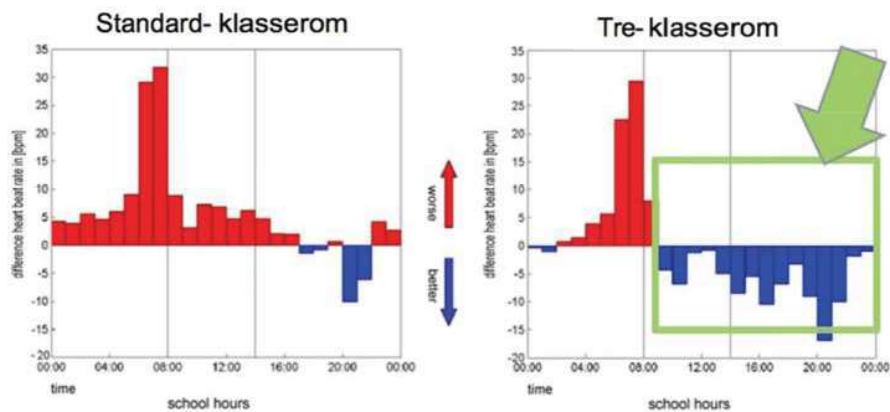
– Hvorfor skolen er bra ...? Alt er laget av tre! Det bare ser så fint ut ... Og det blir liksom så hyggelig å være her.

Ola Flesvig (10) sitter på bakerste pult i et trehvitt klasserom i Ydalir skole i Elverum og strever litt med å finne ordene. I to måneder har han og medelevene gått her i det ruvende «trepalasset», Norges hittil siste tilskudd til en regelrett boom av store bygninger i tre. Og han er allerede helt sikker på at det er bra.

## Ydalir Skole Elverum



## Daglig variasjon: Hjertefrekvens i standard klasserom kontra tre-klasserom



**8600 hjerteslag spart pr døgn!**

way© pro:holz

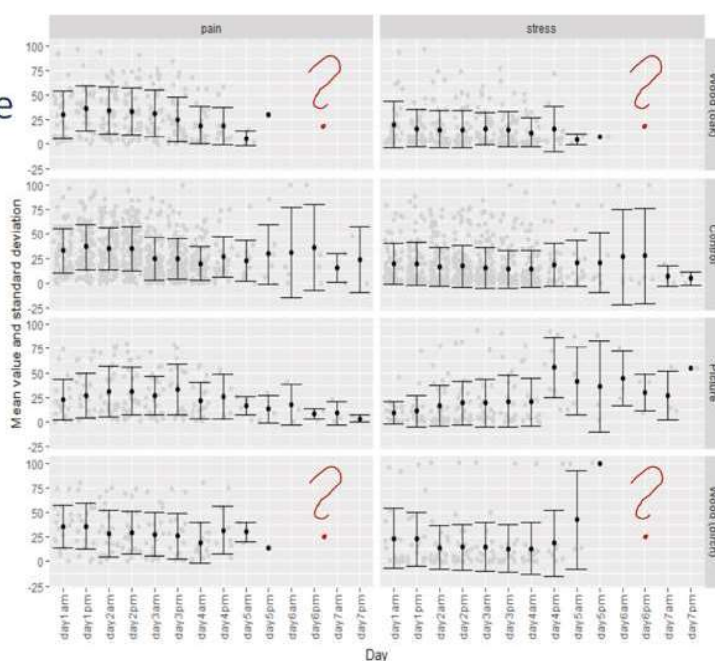
Kilde; Treteknisk institutt

## Tre på pasientrom - forsøk på St. Olavs

Pasientene skrevet ut tidligere



Kilde; Treteknisk institutt



Hvorfor velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemåter ?

## 7. Lav egenvekt

Armert betong 2400 kg/m<sup>3</sup>  
Massivtre 450 kg/m<sup>3</sup>

Ferdig bygg ca.1/3 av egenvekt  
til stål og betong





Hvorfor velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemåter ?

## 8. Kostnadseffektiv byggemåte

Kalkylekostnad som tradisjonelt byggeri

**Konkurransedyktig byggeri - Frogn kommune, omsorgsboliger**  
**Massivtre**



**Sykehjem Frogn**

**Pris-sammenligning**

	Entré 1 Stål/betong	Entré 2 Stål/betong	Entré 3 Stål/betong	AF - gruppen Massivtre
Nybygg	kr 255.301	kr 272.481	kr 226.782	kr 204.866
Øvrige poster	kr 81.192	kr 60.433	kr 54.315	kr 60.134
LCC	kr 93.697	kr 61.224	kr 122.760	kr 104.936
Sum	kr 430.190	kr 394.138	kr 404.737	kr 369.936

Jostein Rønsen Arkitekter

TreFokus

Hvorfor velge massivtre fremfor tradisjonelle byggemåter ?

**Div gode grunner:**

- 09. Velg massivtre i tidligfase - IKKE OPSJON !**
- 10. Synlig side eller konstruksjonskvalitet ?**
- 11. Fort under tak - Tørr byggeplass**
- 12. Tåler greit regn og snø under montasje**
- 13. Fuktvandring i døgnsyklus**
- 14. Godt inneklima**
- 15. Ikke byggeplassavvik**
- 16. "Rent bygg" lite støv og restavfall,**
- 17. Stille byggeplass....en trivelig byggeplass !**



**Er det ikke noe negativt med bruk av KLT.....?**

*Egentlig lite, men noen utfordringer har vi:*

- 1. Fremdeles lite erfaring i bransjen**
- 2. En konservativ byggebransje !**
- 3. Finne mer kosteffektive lyd-løsninger**
- 4. Vise forsiktighet med ferdige overflate v/montering**
- 5. Foreløpig lang transport – (Østerrike, Tyskland, Sverige, mv), bare EN norsk storprodusent**
- 6. Fremdeles lite dokumentasjon**
- 7. TEK og forskrifter henger etter....**





## ØKT BESTILLER KOMPETANSE FOR BYGGHERRE OG RÅDGIVERE !

- ✓ Hvordan definere ønsket energinivå ?
- ✓ Hva med energiforsyning, 100% fornybar energi ?
- ✓ Hvordan sikre best mulig inneklime ?
- ✓ Hvilke miljøkrav og kvaliteter skal legges til grunn ?
- ✓ Hvordan definere tre som konstruksjonsmateriale ?
- ✓ Skal vi stille krav om dokumentert utslipp av CO2 ?
- ✓ Skal vi miljøsertifisere bygget ?
- ✓ Etc...etc...

Kan vi noe  
om dette  
???



## Hva kan vi si er viktig bestiller kompetanse ?

1. Basiskunnskap om massivtre/limtre slik man har om stål og betong
  - Kjenne de konstruktive prinsipper
  - Hvilken entreprisform velges ?
2. Velge rådgivere og arkitekter med erfaring og kunnskap om tre-prosjekter
  - og har man ikke det så må denne kompetansen kjøpes inn....av de prosjekterende !
3. Vite at om man skal få et optimalt tre-prosjekt MÅ man velge tre fra første skisse
  - Konvertering fra en stål/betong konstruksjon til tre gir ikke et optimalt prosjekt
4. Kunnskap om at tilbudsbeskrivelsene må utformes annerledes
  - Levering av et massivtre prosjekt innbefatter tre-bærekonstruksjon, vegger, etasjeskiller og yttertak. Dette kan ikke beskrives som et vanlig NS3420 prosjekt.
5. Grad av nødvendig prosjektering/detaljering/beskrivelse før tilbudsfase ?
  - Lite detaljering og gjennomarbeiding gir høyere usikkerhet og høyere pris.

## .....viktig *bestiller kompetanse* ?

### NOEN **OBS** – OMRÅDER !!

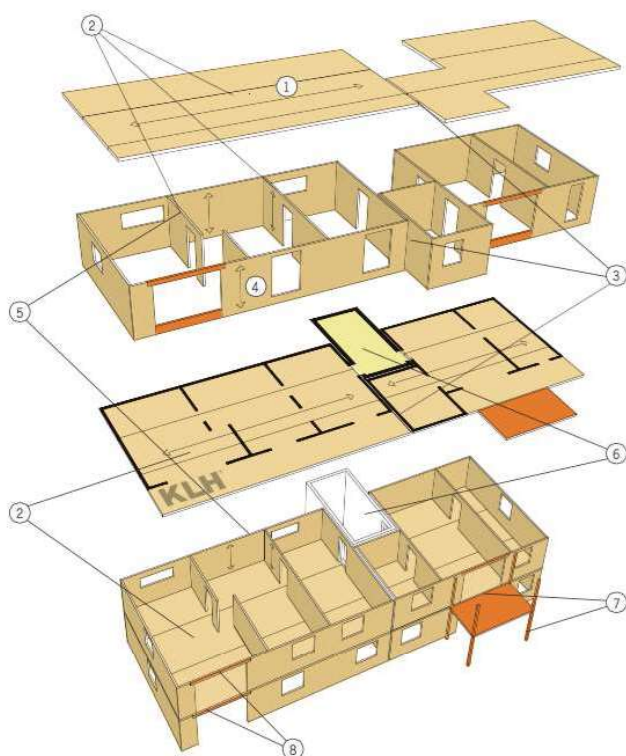
Ved evaluering av tilbud fra massivtre leverandør:

1. Er det medtatt synlige overflater...på noen flater...på alle flater ?
2. Er festemidler medtatt, forbehold om statikk og konstruksjonskrav ?
3. Er lydforhold ivaretatt, «zylomèr» inkl. ?
4. Prosjektering inklusive, ansvarlig PRO ?
5. Deltakelse på møter ?
6. Rigg inkl. eller forutsettes rigg fra (total)entreprenør ?
7. Hva med byggkran inkl. eller tillegg? Har tårnkran nok kapasitet ?
8. Må mobilkran også leies, hvem har ansvar ?
9. Er det full adkomst inn til byggeplass med semi-trailer ? Omlasting ?
10. Hvor mye montering er inkl. ?
11. Usikkerhet med Euro kurs ?
12. Etc...etc....



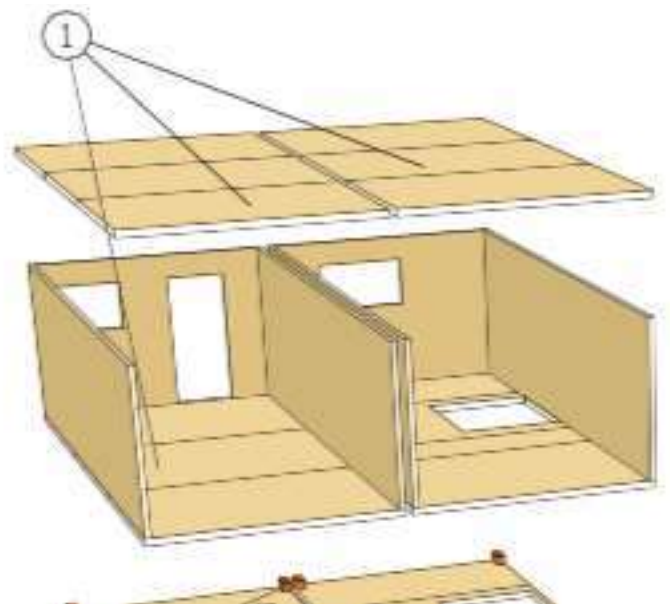
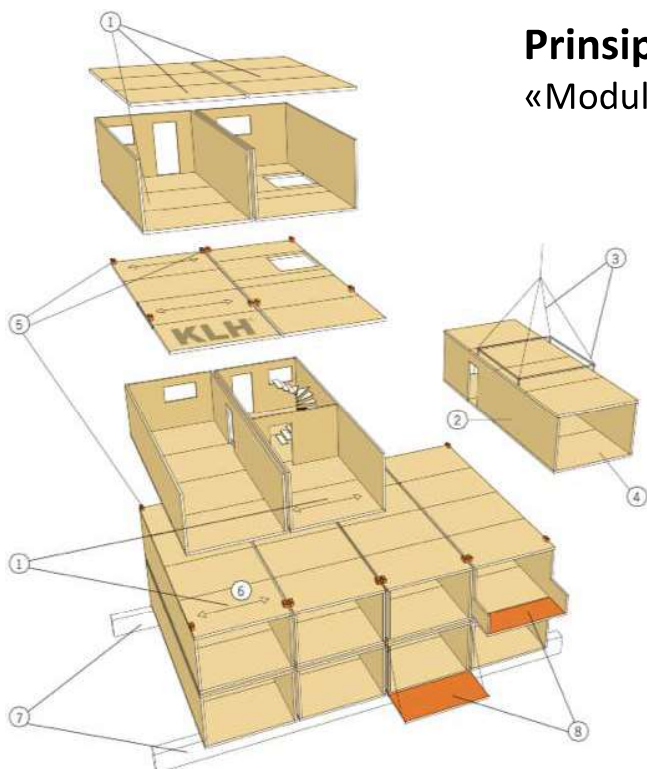
## Konstruksjonsløsninger med KLT

- Hvordan bygge opp gulvkonstruksjoner, vegger og takkonstruksjoner med bruk av massivtre?
  - Hvordan sette inn vinduer og dører?
- Disse tingene krever andre detaljer enn ved bruk av stål og betong.

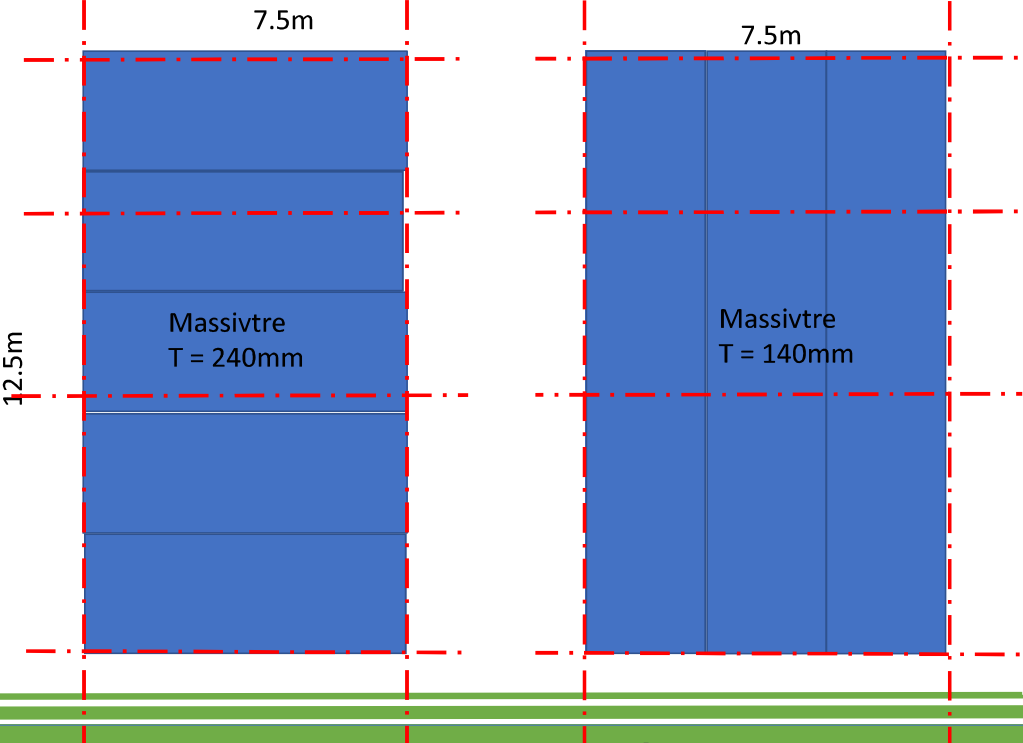


**Prinsipp 1.**  
«Plate – montering»

## Prinsipp 2. «Modul /plate – montering»



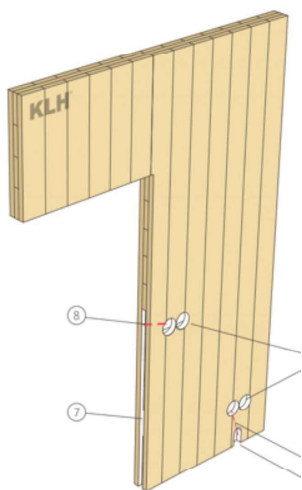
# Optimalisere bæreretning (Eksempel bæreretning på dekke)



# Vegg elementer



MASSIVTRE<sup>AS</sup>



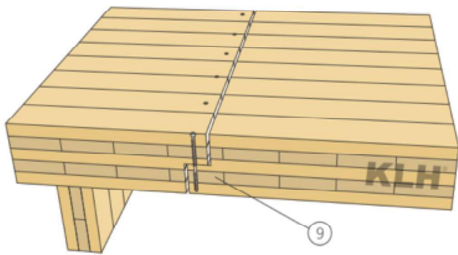
FOR THE WALL

Covering layer in the transverse panel direction TT

Nominal thickness in mm	in Layers	Typ	Lamella structure [mm]							
			C	L	C	L	C	L	C	
KLH 60mm	3s	TT	20	20	20					
KLH 70mm	3s	TT	25	20	25					
KLH 80mm	3s	TT	30	20	30					
KLH 90mm	3s	TT	30	30	30					
KLH 100mm	3s	TT	30	40	30					
KLH 110mm	3s	TT	35	40	35					
KLH 120mm	3s	TT	40	40	40					
KLH 100mm	5s	TT	20	20	20	20	20			
KLH 110mm	5s	TT	25	20	20	20	25			
KLH 120mm	5s	TT	30	20	20	20	30			
KLH 130mm	5s	TT	30	20	30	20	30			
KLH 140mm	5s	TT	30	30	20	30	30			
KLH 150mm	5s	TT	30	35	20	35	30			
KLH 160mm	5s	TT	30	35	30	35	30			
KLH 180mm	7s	TT	30	20	30	20	30	20	30	



# Gulv/tak



## FOR SLAB AND ROOF

Covering layer in the longitudinal panel direction TL

Nominal thickness in mm	In Layers	Typ	Lamella structure [mm]					
			L	C	L	C	L	C
KLH 60mm	2x	TL	30	20	20			
KLH 70mm	2x	TL	30	30	20			
KLH 80mm	2x	TL	30	35	20			
KLH 90mm	2x	TL	35	20	35			
KLH 100mm	2x	TL	35	30	35			
KLH 110mm	2x	TL	35	40	35			
KLH 120mm	2x	TL	40	40	40			
KLH 130mm	5x	TL	20	20	20	20	20	
KLH 135mm	5x	TL	20	25	20	25	20	
KLH 135mm	5x	TL	20	30	20	30	20	
KLH 140mm	5x	TL	35	25	20	20	25	
KLH 140mm	5x	TL	40	20	20	20	40	
KLH 150mm	5x	TL	40	20	30	20	40	
KLH 160mm	5x	TL	40	20	40	20	40	
KLH 170mm	5x	TL	40	25	40	25	40	
KLH 180mm	5x	TL	40	30	40	30	40	
KLH 190mm	5x	TL	40	35	40	35	40	
KLH 200mm	5x	TL	40	40	40	40	40	
KLH 160mm	5x	TL	30+30	40	30+30			
KLH 200mm	7x	TL	30	40	20	40	20	40
KLH 220mm	7x	TL	30	35	30	30	35	30
KLH 240mm	7x	TL	30	40	30	40	30	40
KLH 200mm	7x	TL	30+30	25	30	25	30+30	
KLH 220mm	7x	TL	30+30	30	30	30	30+30	
KLH 220mm	7x	TL	40+40	20	20	20	40+40	
KLH 230mm	7x	TL	35+40	20	40	20	40+35	
KLH 240mm	7x	TL	40+40	20	40	20	40+40	
KLH 250mm	7x	TL	35+40	20	40	20	40+35	



KLH



# Ribbe dekke

KLH

  
MASSIVTRE<sup>AS</sup>



Fig. 1: Room between ribs with acoustic element - variant flush with the surface

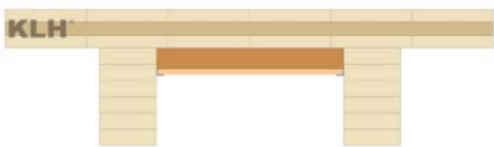


Fig. 2: Room between ribs with acoustic element - recessed variant

SUPPORT SETTINGS



Fig. 8: Adjusted opening for the ribs in the wall element



Fig. 9: Support of ribs at the wall element with suitable filling of the space in between

# KLH TCC SYSTEMS

KLH



MASSIVTRE<sup>AS</sup>

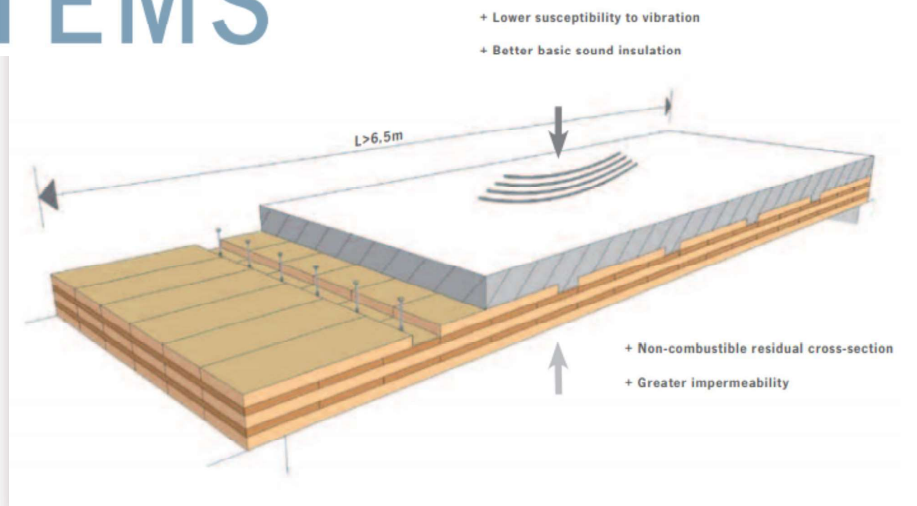
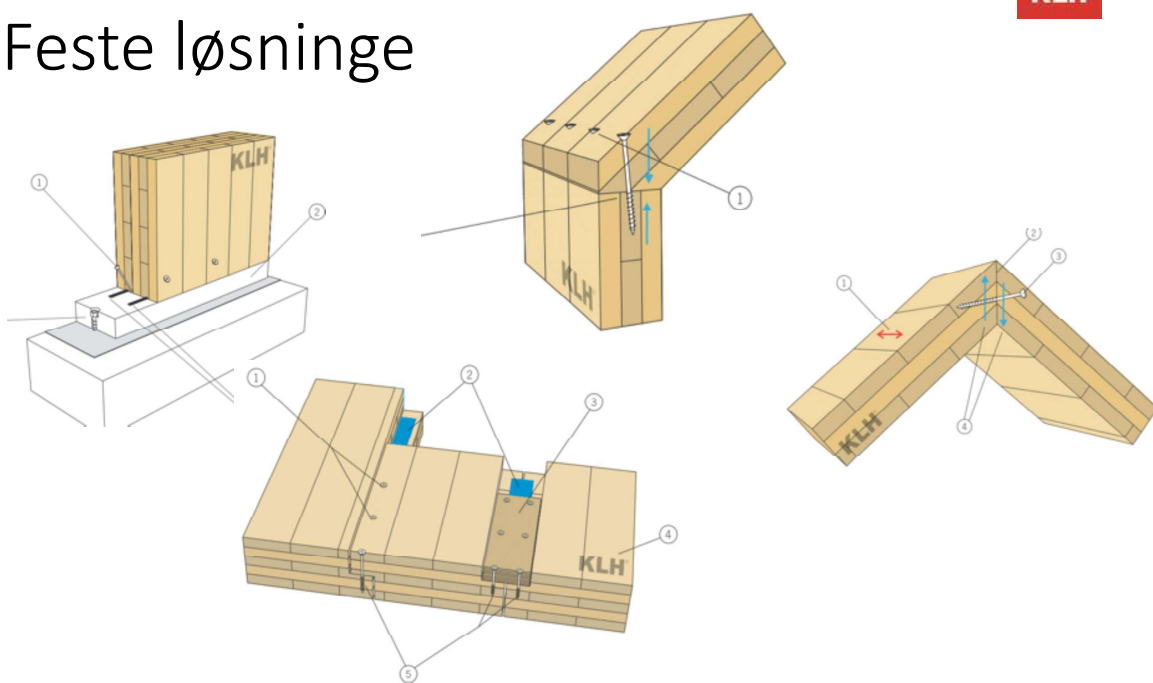


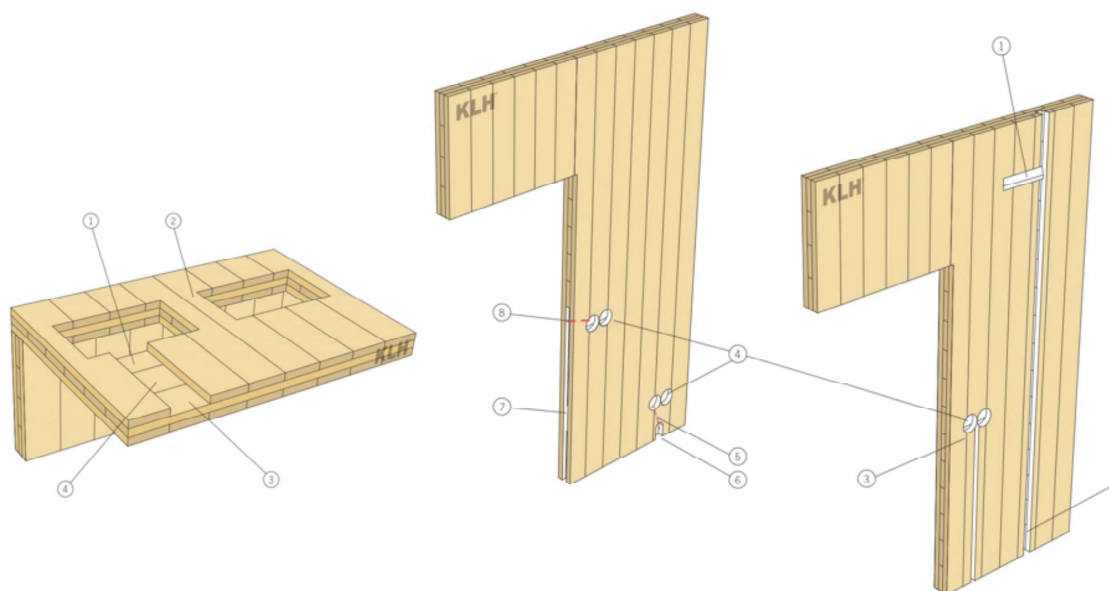
Foto  
OsloTre as



# Feste løsninger

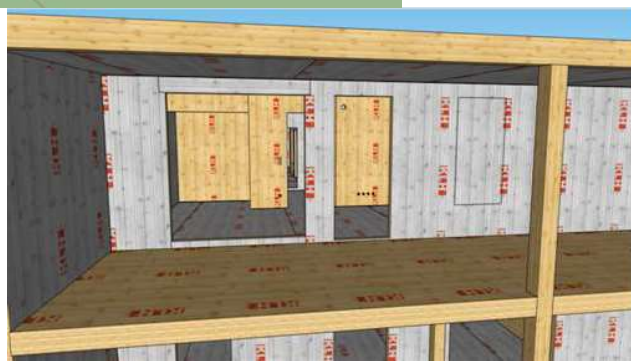
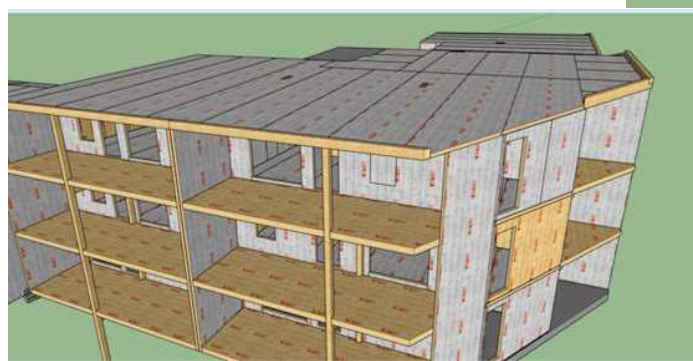
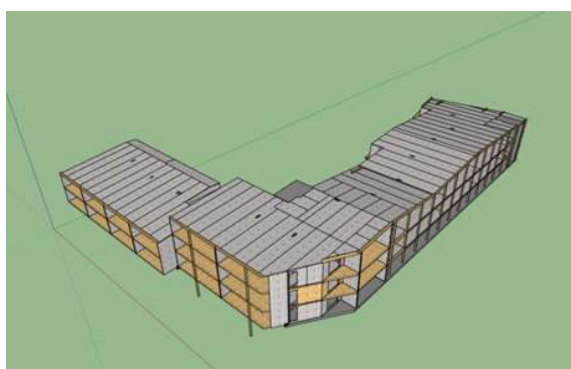


# Fresing for el/rør og ventilasjon



**Skonnertveien Hageby  
Grimstad  
35 leiligheter, 3 etasjer**

Montasje: Massivtre AS  
Ark: BGM Arkitekter AS  
Entr: Hemato Eiendom AS

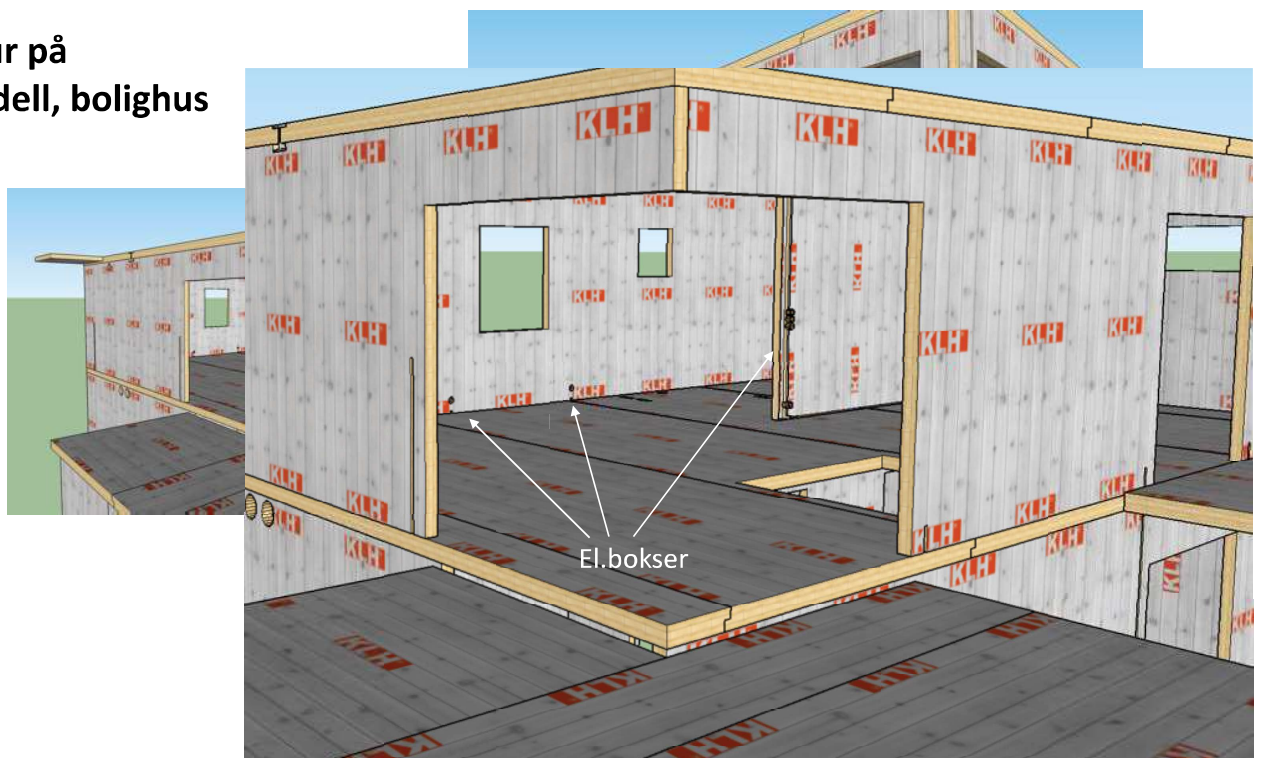




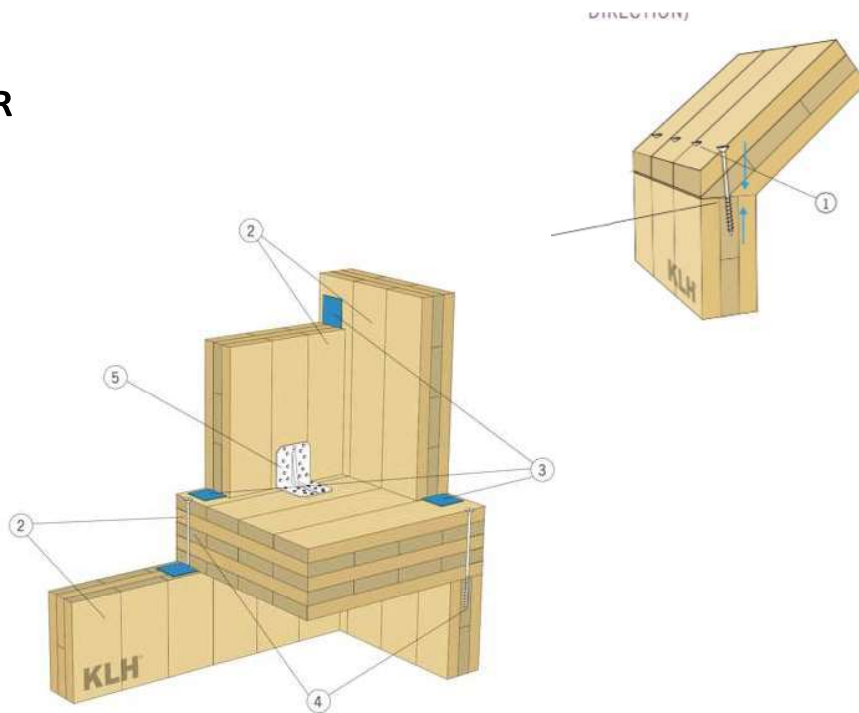




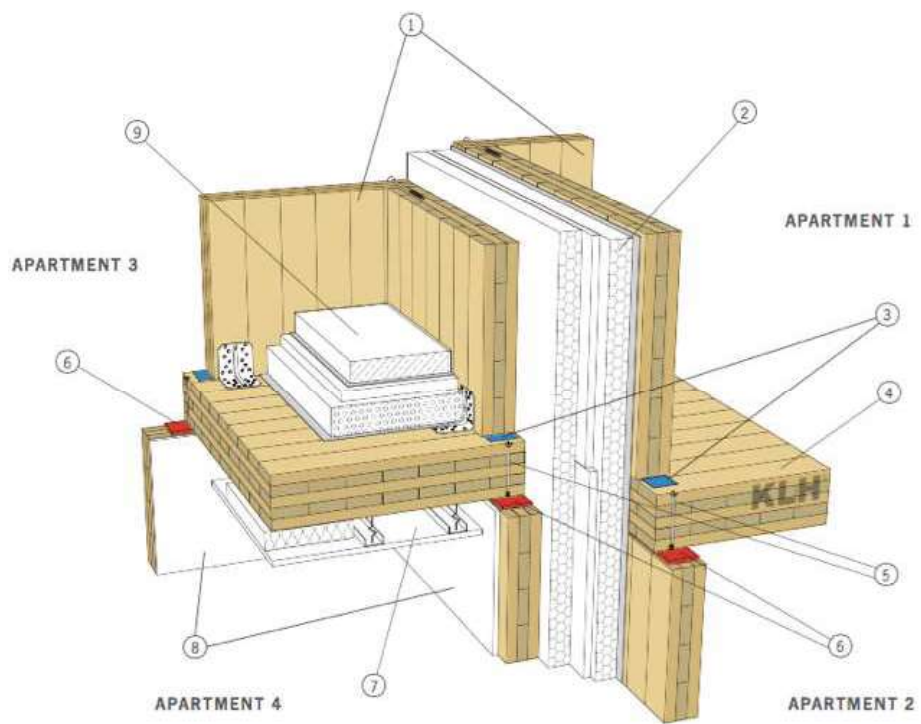
Korrektur på  
BIM modell, bolighus



## DETALJER



## DETALJER



## BYGNINGSFYSIKK - VARME

- Materialets varmekonduktivitet er avgjørende for den totale varmeisolering av bygningsdeler

- Isolasjon er delt i klasser

- Klasse 33 – 40

- Andel trevirket er avgjørende for den samlede U-verdi



- Betong

$\lambda = 2,5$



- Mineralull

$\lambda = 0,033 - 0,040$

- Tre

$\lambda = 0,12$



- LECA

$\lambda = 0,3$

- Luft

$\lambda = 0,025$

- PUR

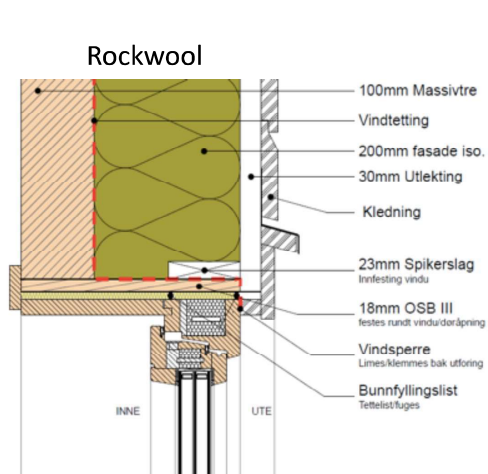
$\lambda = 0,022$

- Stål

$\lambda = 50$



# Mineralull isolasjon



Glava



riale. Den har lav varmeledningsevne, som betegnes med den greske bokstaven lambda,  $\lambda$ .  
ere  $\lambda$  er, jo bedre isolasjon. Med en  $\lambda = 0,038$ , er den på lik linje med glava, særlig tatt i  
kuldebroer lett kan oppstå gjennom uforsiktig "dunking" av glavaisolasjon. Som Lygren



## TREFIBER

## Montering av trefiberplater





## SPU



### Hvorfor velge SPU Isolering?



#### Effektiv

- Markedets beste varmeisolasjon ( $\lambda_{design}$  0,022 W/mK eller  $\lambda_{design}$  0,023 W/mK), tynn konstruksjon
- Det oppstår ikke konveksjon, dvs. luftbevegelse i isolasjonen
- Med SPU-konstruksjoner oppnår man en enestående lufttetthet

#### Sikker

- Brannsikkerheten i bygninger isolert med SPU Isolering og mineralull er den samme. Det finske tekniske forskningscenterets (VVT) sammenligning av personlig sikkerhet i hvinnær isolert med halvretan og mineralull.

# Aerogel

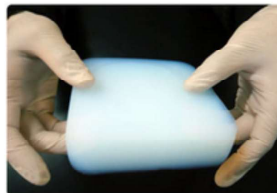
## Aerogel ! Hvordan benytte verdens beste isolasjonsmateriale?

### Mange fordeler

Materialet skaper helt nye muligheter og fleksibilitet i forhold til nye krav i Plan og bygningsloven. Aerogel er kåret til et av verdens mest miljøvennlige byggematerialer, som blant annet gir lave U-verdier, redusert energibruk, bedre inneklima og som kan løse utfordringene i henhold til dagslyskrav og solskjerming

### Hva er det?

Aerogel er et konstruert materiale ofte kalt frossen røyk eller blå røyk. Aerogel er det stoffet i verden som har lavest massetetthet. Tettheten varierer etter type, men de mest ekstreme formene består av rundt 99,9% luft og har en massetetthet helt nede i 1g pr  $\text{dm}^3$  (liter). Materialet er et stivt skum, med en konsistens lik polystyren. Det er et ekstremt sterkt materiale, og kan bære 2000 ganger sin egen vekt uten å kollapse, men det er meget sprøtt og lite resistent for støt.

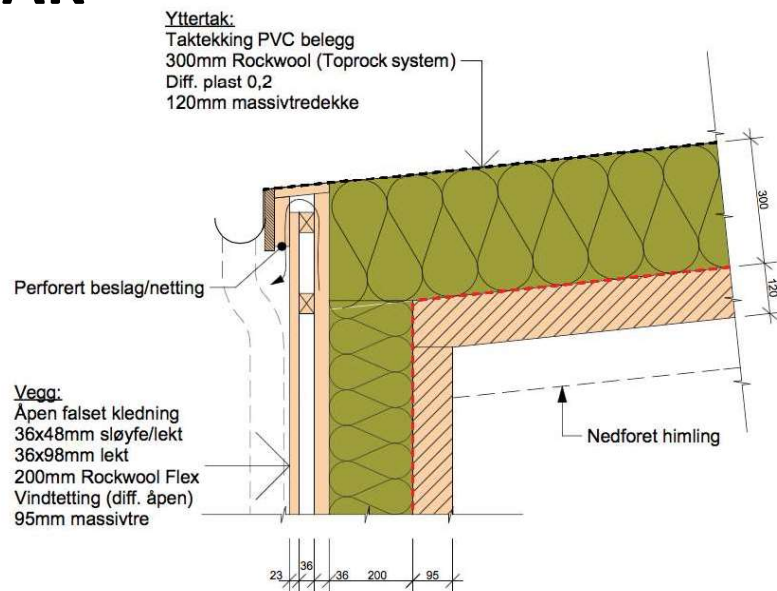


## FILM:

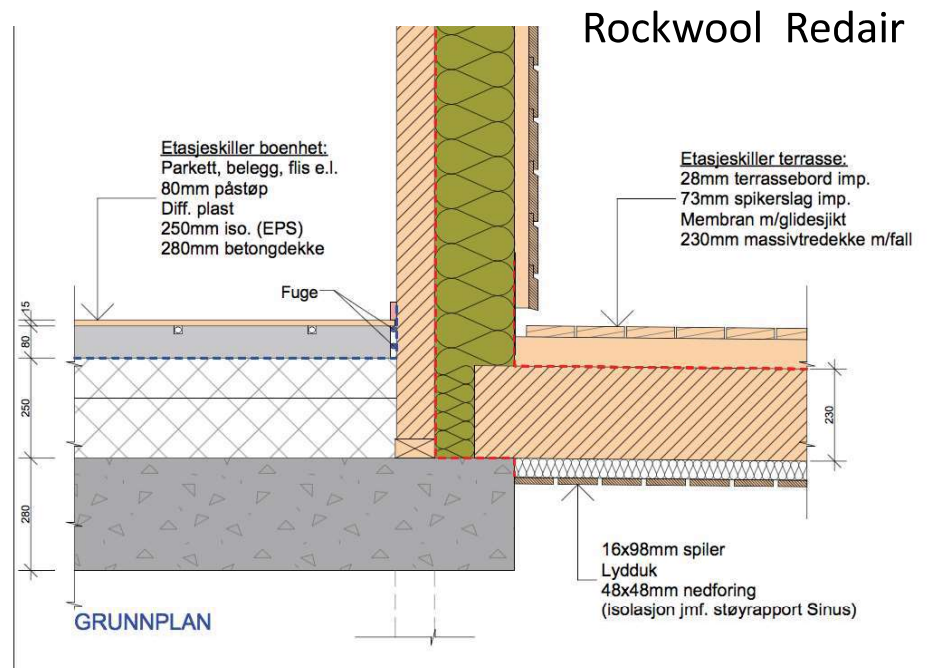
<http://www.takstogmiljo.no/aerogel-hvordan-benytte-verdens-beste-isolasjonsmateriale.html>

# VEGG/TAK

## Rockwool Redair

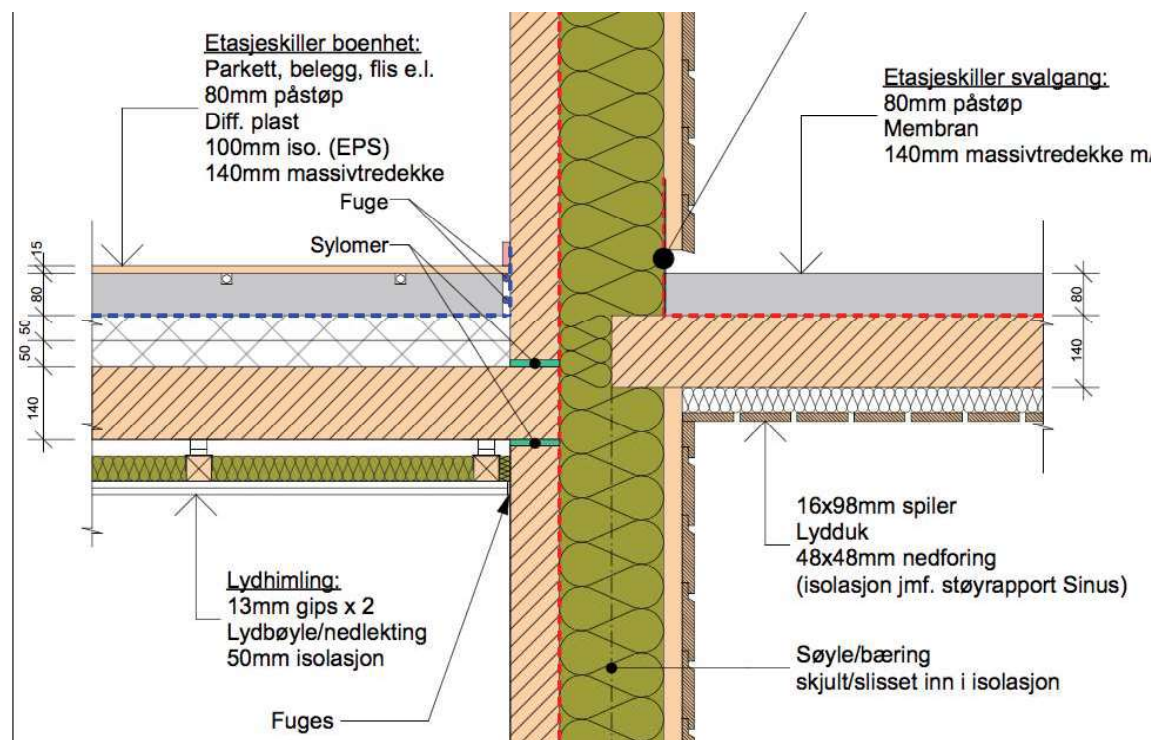


## ETASJESKILLE mot P-hus



Rockwool Redair

# ETASJESKILLE LYDLØSNING

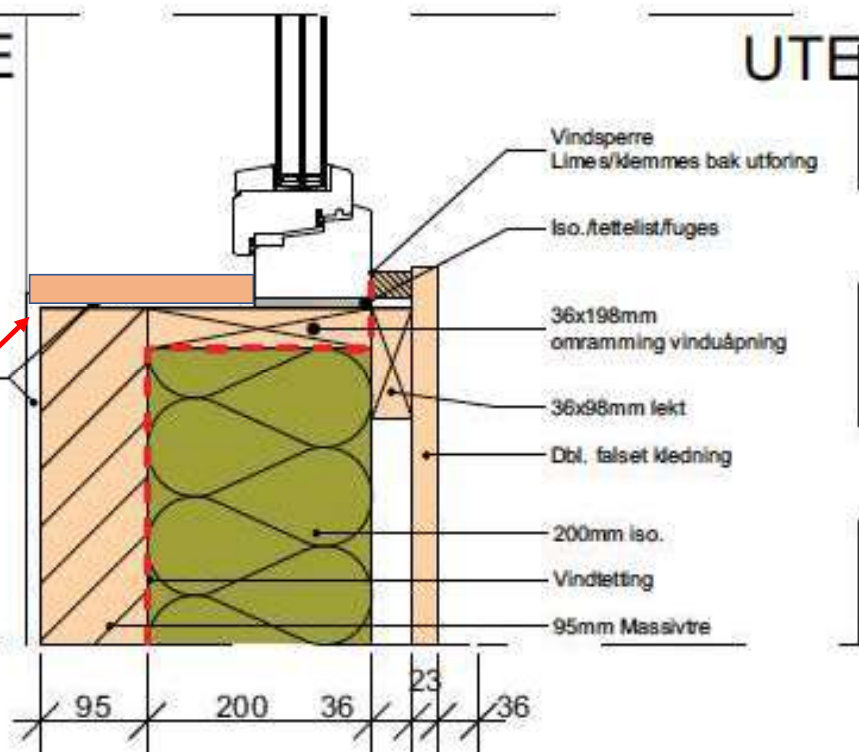


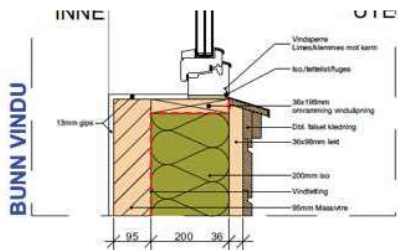
**SIDE VINDU**

INNE

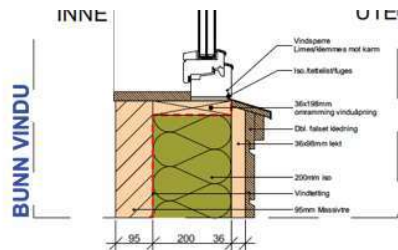
UTE

fuge

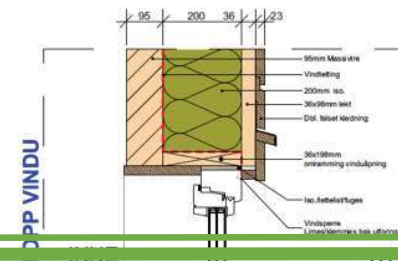
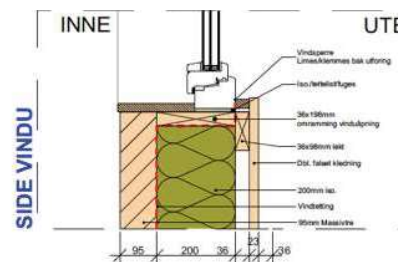
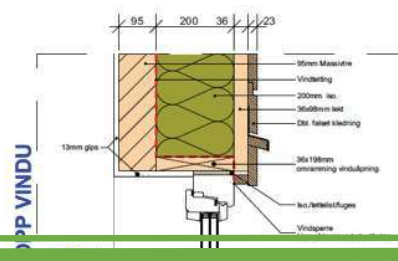
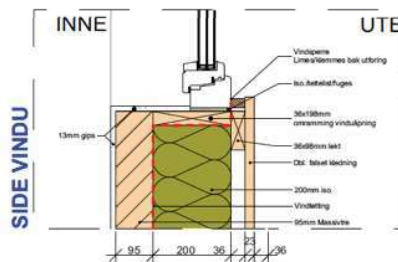




LØSNING SMYG VED GIPS PÅ MASSIVTRE



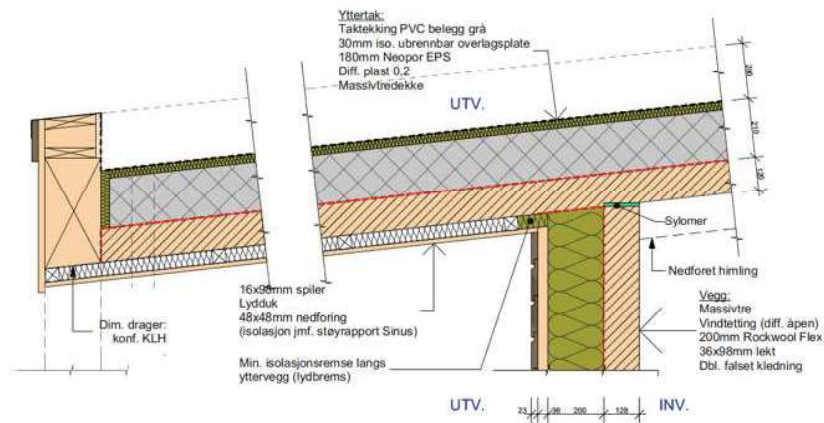
LØSNING SMYG VED SYNLIG MASSIVTRE





# Utkraget takoverheng, isolert takfot

**NB!**  
Dimensjoner massivtre er veiledende,  
konf. tegninger KLH for dimensjoner



Prosjekt navn		Kartlagt dato		Fase		Skala		Tegningsnr.	
Detail 09		JT		Kostnad		1:10		A51-109	
Shimsholmen Hageby		16.05.2017		10-03		BB		www.bgm.no	

# Overgang tak/vegg uten utstikk

**NB!**  
Dimensjoner massivtre er valedende, konf. tegninger KLH for dimensjoner

