



Gode rom

# Trä8 elementer i Mjøstårnet

Konstruktør i Moelven Limtre AS  
Torgger T. Klætte

**MOELVEN**<sup>®</sup>

# Fra webkamera mandag 8. januar

Byggetrinn 3 godt i gang.

Ca 52m

Svømmehall

VARDE

MOELVEN®



# Mjøstårnet



Byggherre: AB Invest AS.  
Arthur og Anders  
Buchardt.

- HENT bygger  
Mjøstårnet for AB  
Invest som  
totalentreprise
- Voll Arkitekter er  
HENT's arkitekter
- Moelven Limtre er  
HENT's total-  
underentreprenør på  
trekonstruksjoner
- Sweco er RIB for  
Moelven Limtre og  
HENT

**MOELVEN®**

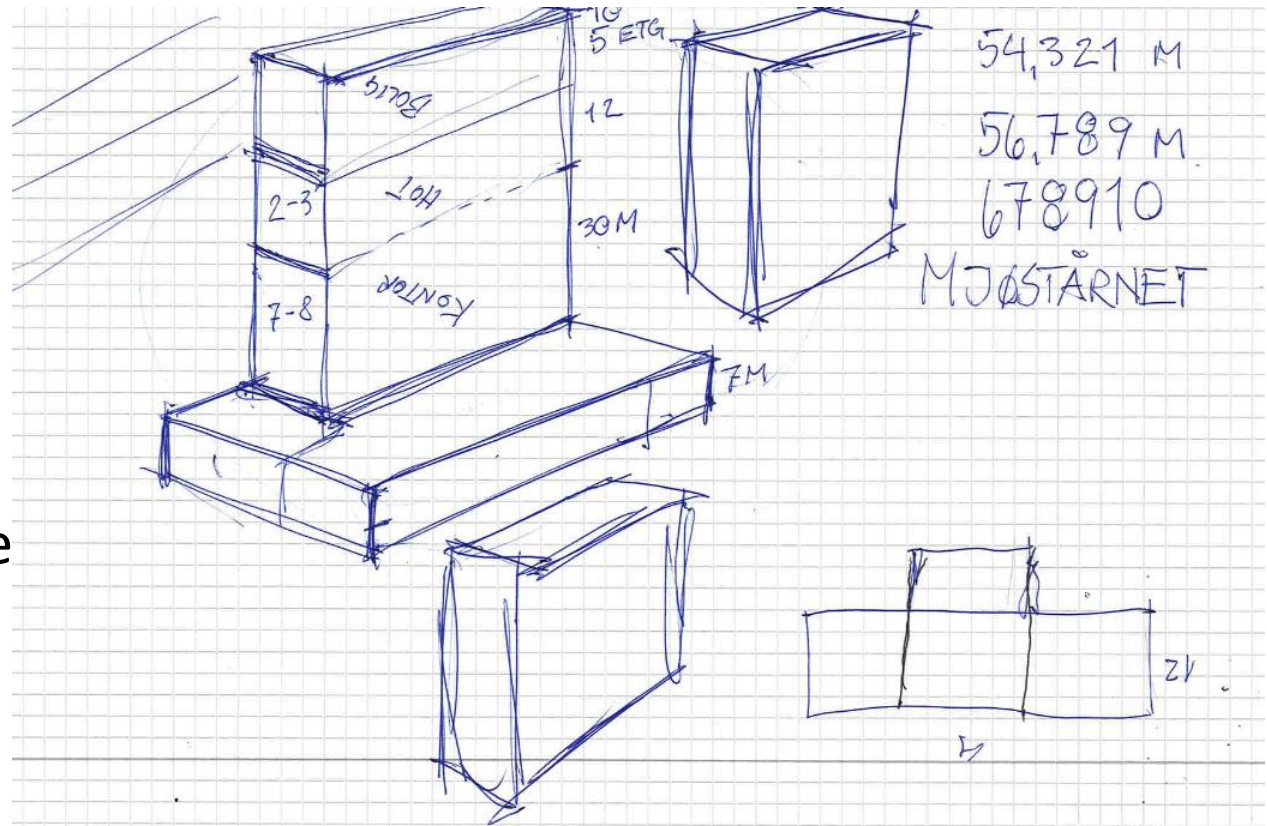
# Februar 2015. De første skissene



Arthur Buchardt  
ringte Moelven  
Limtre for å høre om  
det var mulig å bygge  
så høyt i tre

Mål:  
Grønt skifte

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

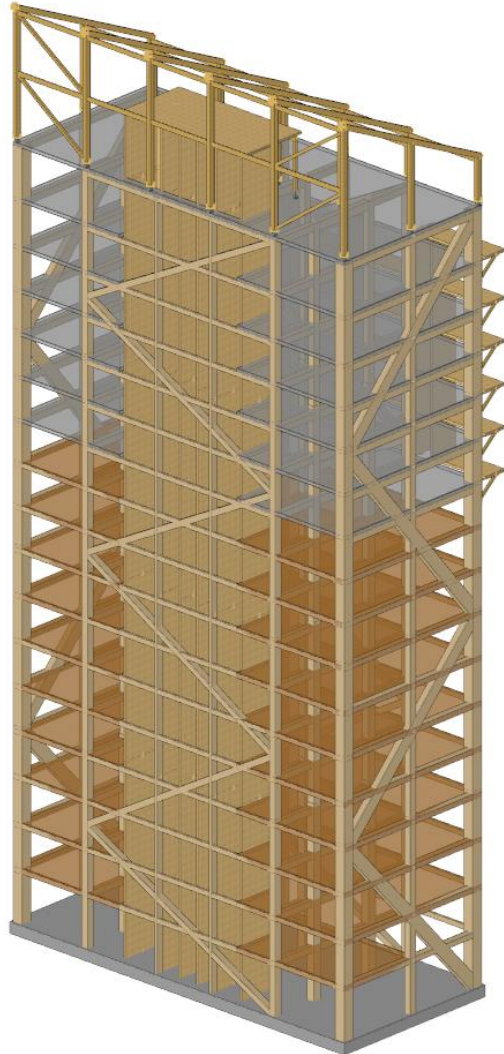


**MOELVEN®**



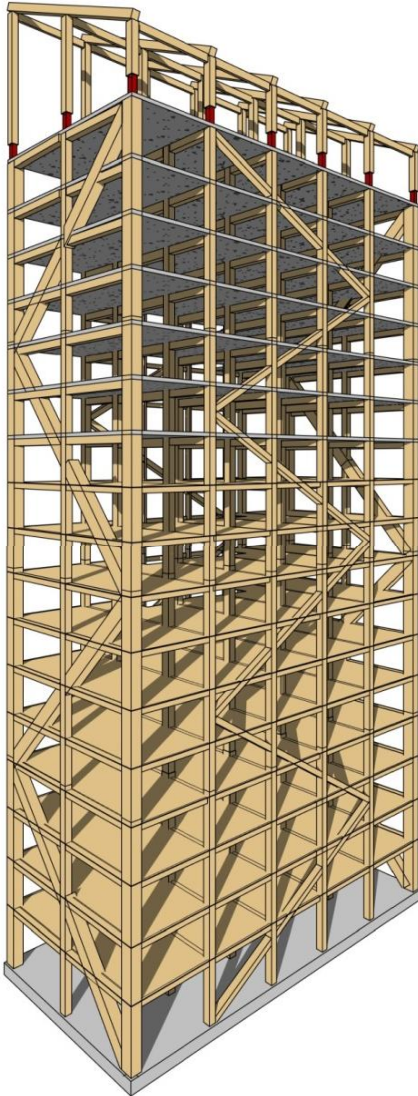


# Om konstruksjonen



- 30 m høyere enn Treet i Bergen med tilsvarende limtrekonstruksjon, men uten bruk av byggemoduler.
- Fagverk i yttervegger
- Prosjekt med lokal profil, lokale råvarer og lokale aktører.
- Fotavtrykk: 16,5 m x 36,8 m.
- Vi leverer 2600 m<sup>3</sup> trekonstruksjoner i gran:
  - Limtre: 1500 m<sup>3</sup>
  - Massivtre i heise- og trappesjakter: 450 m<sup>3</sup>
  - Bjelkelagselementer i ti etasjer: 650 m<sup>3</sup>
  - Betongdekker i de syv øverste etasjene

# Samarbeidende aktører



- Woodcon/Stora Enso leverer og monterer CLT for Moelven Limtre
- Metsäwood leverer LVL til dekkeelementene
- Sweco gjør konstruksjonsberegninger for Moelven Limtre, samt RIB / RIBr /RIAKU for HENT
- Trä8 elementene beregnes av Moelven Limtre.

**MOELVEN**<sup>®</sup>



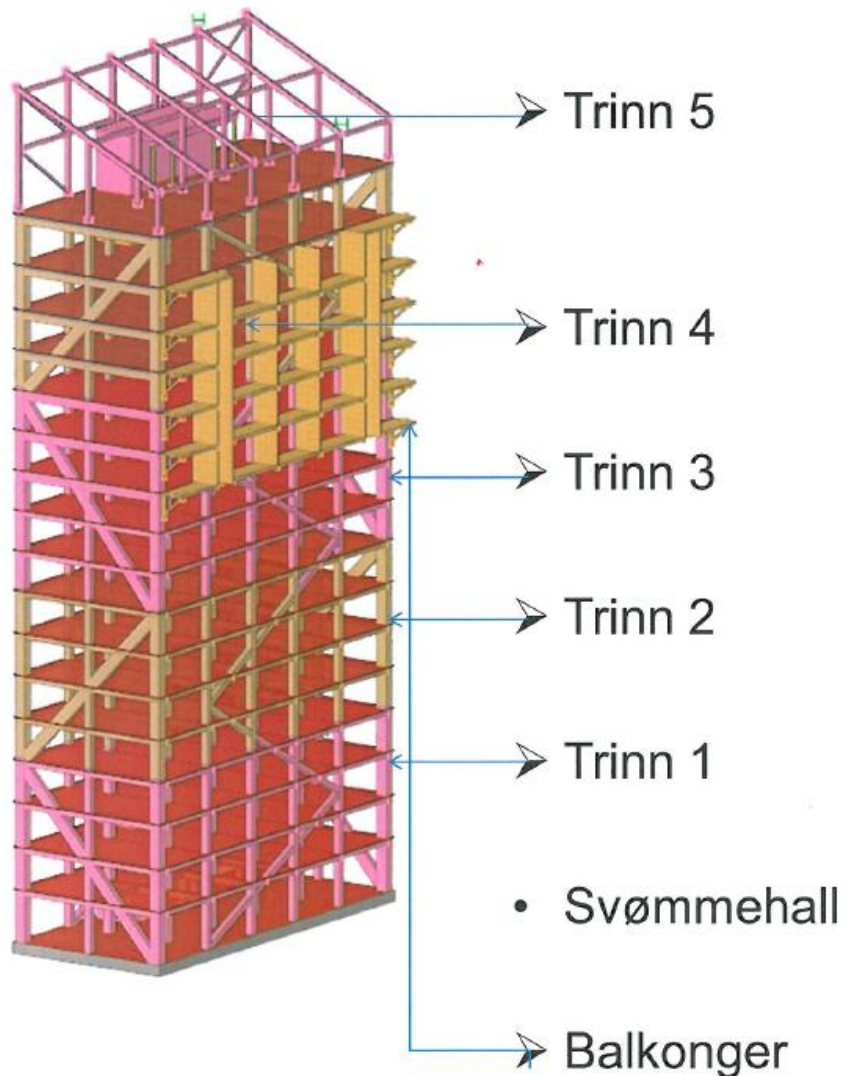


# Samarbeidende aktører



- Ringsaker Vegg- og Takelementer leverer og monterer prefabrikkerte fasadeelementer utenpå vår konstruksjon. Elementene blir byggets klimaskall
- Bygget får trekledning i fasaden

# Byggemetode. Fem byggetrinn



Vi begynte med trinn 1 den 4. september, og fortsatte med trinn 2 i midten av oktober.

Nå pågår trinn 3.

Toppen av konstruksjonen er på plass i juni 2018.



# NØYAKTIGHET I PRODUKSJON – INGEN PRØVEMONTASJE I FABRIKK



CNC MASKIN



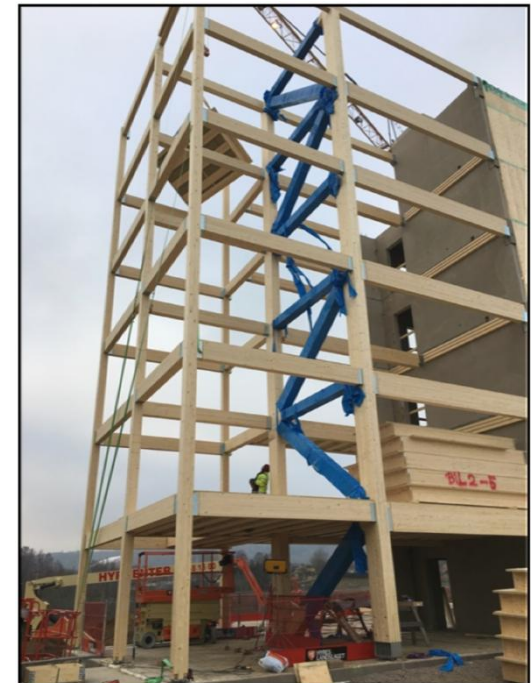
FORBORRING AV ALLE HULL

**MOELVEN**<sup>®</sup>



# Byggsystemet Trä8

- Utviklet av Moelven Töreboda AB
- Bjelke/søylesystem med dekker i tre for spennvidder på 8 meter
- Dekkeelementer utviklet først i Finland
- Videreutviklet i Sverige



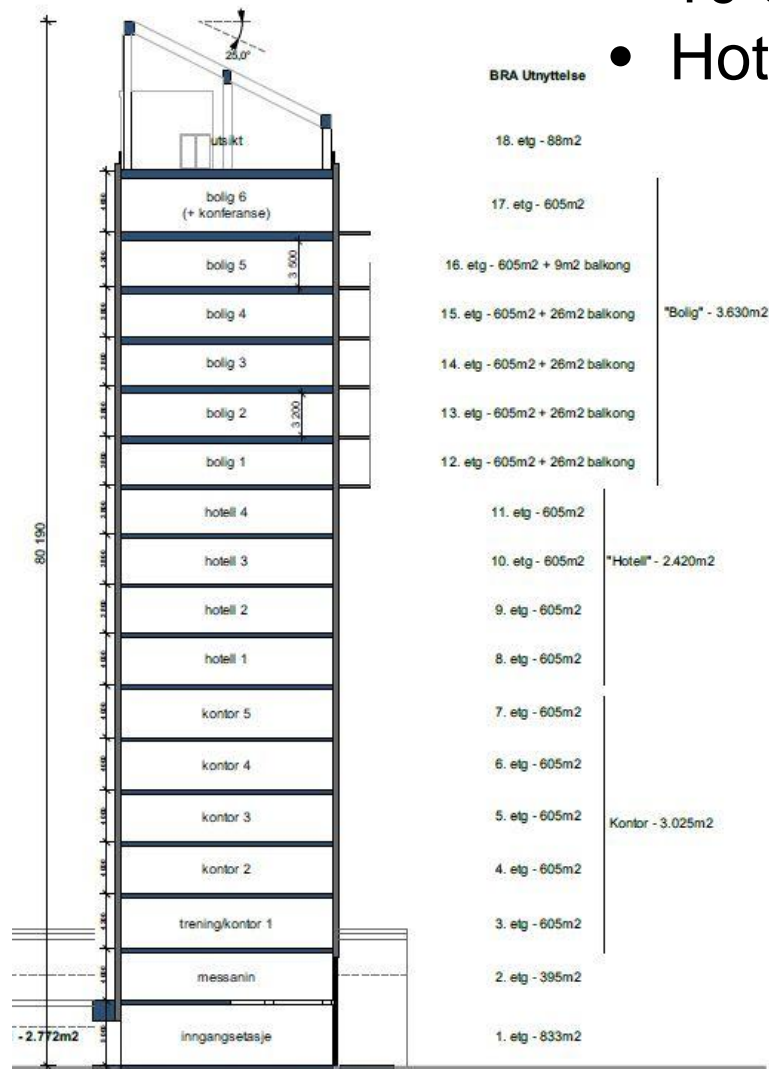
**MOELVEN®**





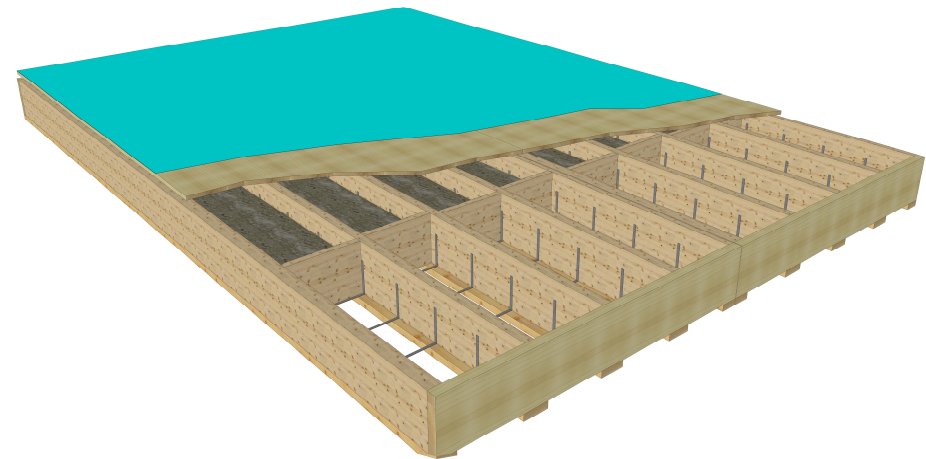
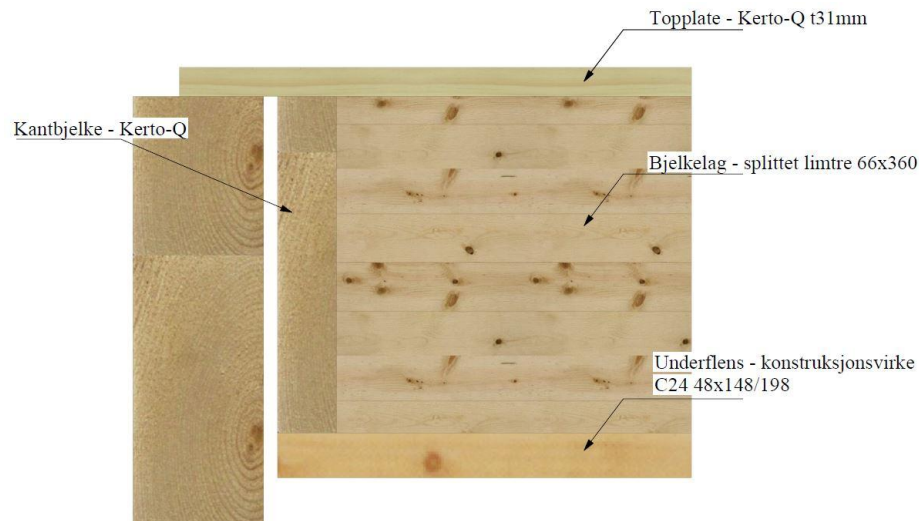
# Dekkeelementer i Mjøstårnet

- 10 etasjer, levert 5000m<sup>2</sup>
- Hotellrom og kontorer



# Dekkeelementer - oppbygging og virkemåte

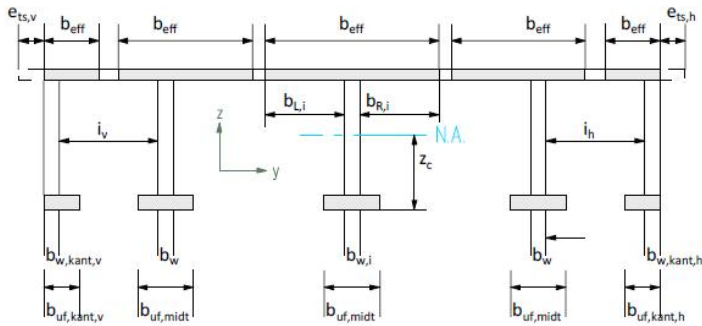
- Utgangspunkt i Moelven Törebodas Trä8 system.
  - Topplate Kerto-Q, bjelkelag splittet limtre, underflenser splittet limtre.
- Sammenliming av komponentene → fullt statisk samvirke.
- Lengste spenn i Mjøstårnet: 7,1m.
- Oppleggsdetalj.
- Stiv skive.
- Søyleavstiving.



**MOELVEN®**



# Dimensjonering



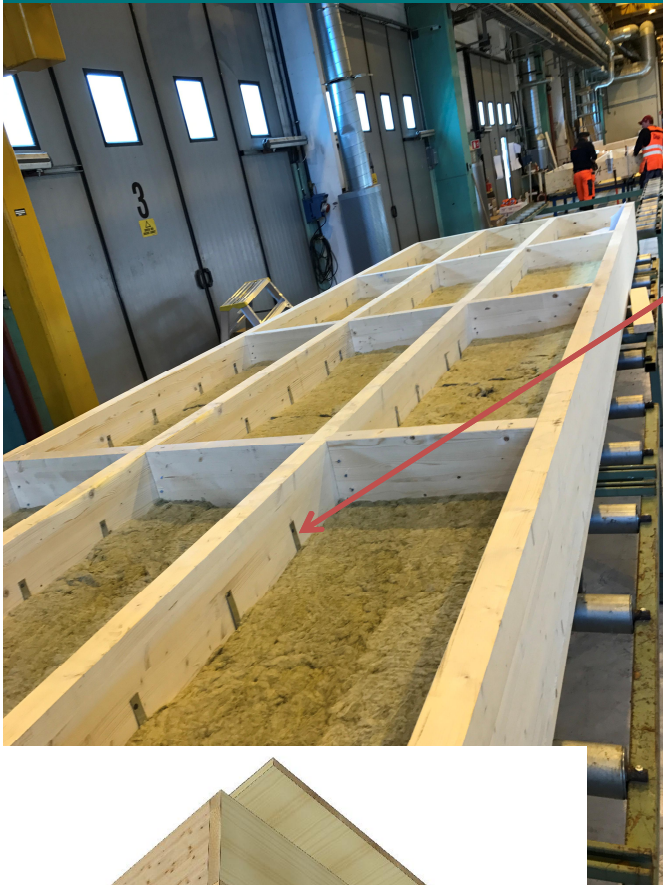
- Stressed skin panels.
- Komposittverrsnitt – stivhetsforhold.
- Serier med enkeltbjelker, effektive U- og I-tverrsnitt.
- Egenlaster, nyttelaster, skivekrefter.
- Forbindelser.
- Opplegg på utkraget leppe.
- Deformasjoner.
- Komfortkriteriet.
- Brann.
- Lyd (Akustikkrådgiver).

# Laster i Mjøstårnet

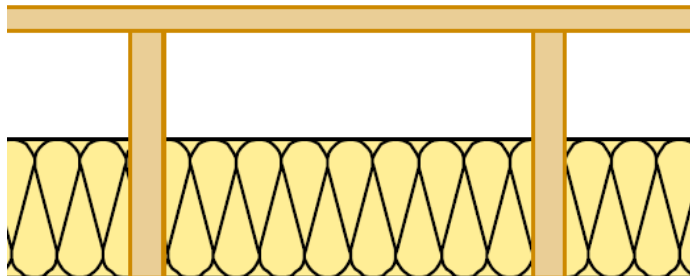
- Egenlaster:
  - Påført egenlast isolasjon, gipshimlinger, trinnlydsplater, gulvbelegg og påstøp 50-70mm.
  - Total egenlast 2,5-3,0 kN/m<sup>2</sup>
- Nyttelaster
  - Boliger/hotellrom 2,0 kN/m<sup>2</sup>
  - Kontorer/korridorer 3,0 kN/m<sup>2</sup>
- Skivekrefter



# Brann



- Stålbånd holder isolasjon på plass etter underflensen brenner bort, T-tverrsnitt.
- Ensidig eksponert, rett på elementet.
- Holder R90.
- 2 lag gips i lydhimling (bonus)
- Isolering av spalten mellom kantbjelke/opplegg!



**MOELVEN**®



# Komfortkriteriet

- Bruksgrensevurdering for å unngå sjenerende svingninger. Spesielt anbefalt for boliger.
- Statistisk bestemt grenseverdi ved forsøk.
- Laveste egenfrekvens,  $f_0 = \frac{\pi}{2 \cdot L^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}$ , minst 8,0Hz.
- Nedbøyning under 1kN punktlast,  $\Lambda$ , maks 1,3mm for boliger. Tverravstivingseffekt.

- $\frac{\left(\frac{f_0}{18,7}\right)^{2,27}}{\Lambda} \geq 1$

- Damping vurderes ikke.
- Testing.



MOELVEN®

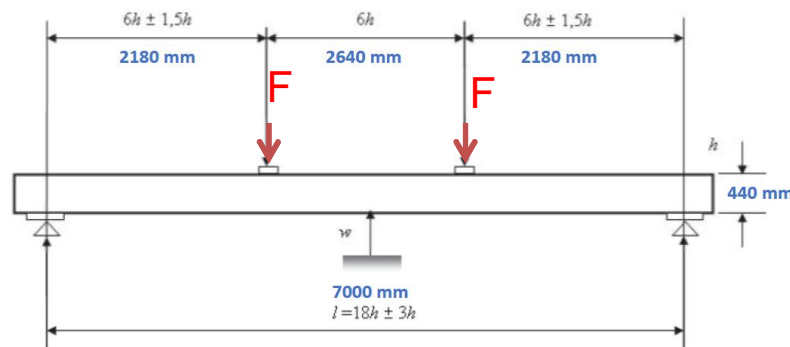
# Testing

- Bøyetester, Oslo. Treteknisk
- Måling nedbøyning, egenfrekvens og demping på 3 testelementer, Moelv. Utført av SINTEF Byggforsk.



**MOELVEN**<sup>®</sup>

# Bøyetester



Figur 1: Testoppsett for bøyetesting fra NS-EN 408.

- Fritt opplagte bjelker,  $L=7,0\text{m}$
- 2 punktlaster.
- Strekkbrudd

$$F_{\text{snitt,tot}} = 97,3 \text{ kN}$$

$$M_{\text{snitt}} = 101,2 \text{ kNm}$$

- Tilsvarende bruddlast  $27,5 \text{ kN/m}^2$  jevnt fordelt cc  $0,6\text{m}$  og spenn  $7,0\text{m}$ .  
(opplagt på bjelkene)





**MOELVEN®**



# Målinger av nedbøyning og egenfrekvens

- 3 dekkeelementer
  - 1 testet uten ekstra påført egenlast
  - 2 skrudd sammen og pålagt 36mm Hunton Silencio plater og 50mm påstøp







Målere for nedbøyning (1/100 mm).



Støt med gummiball, måle vibrasjoner.

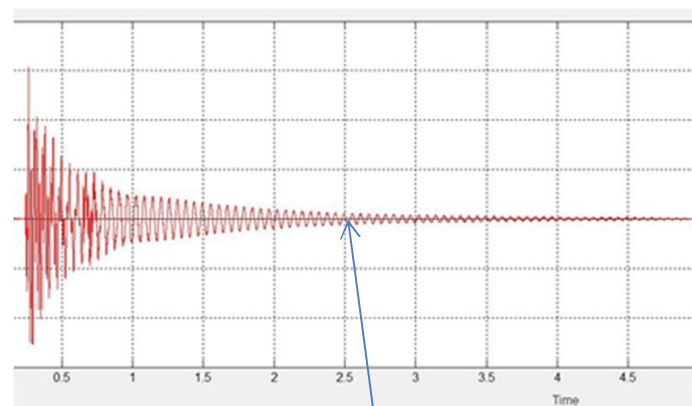
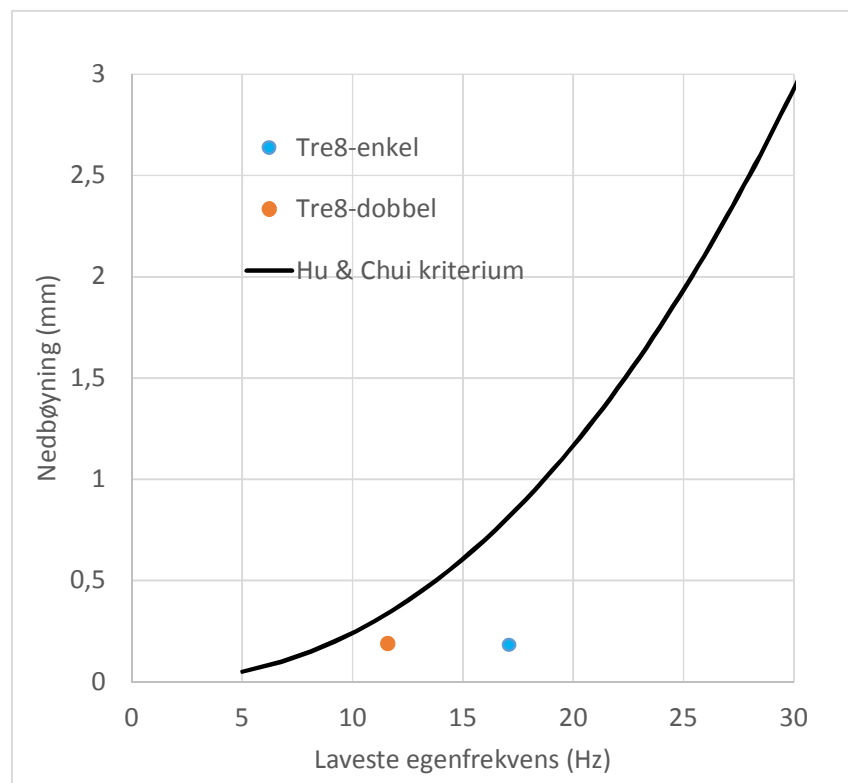




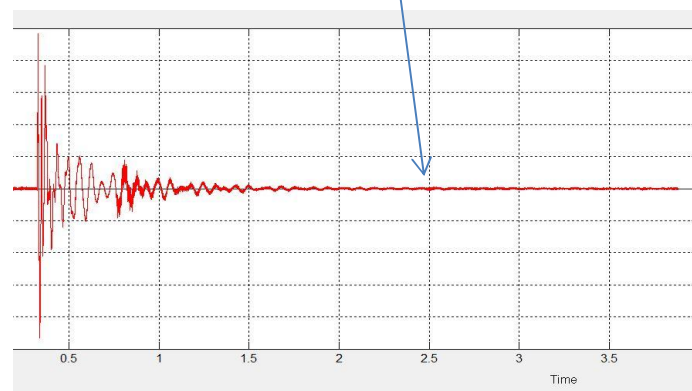
**MOELVEN®**



# Måleresultater



Enkel (17,6 Hz)

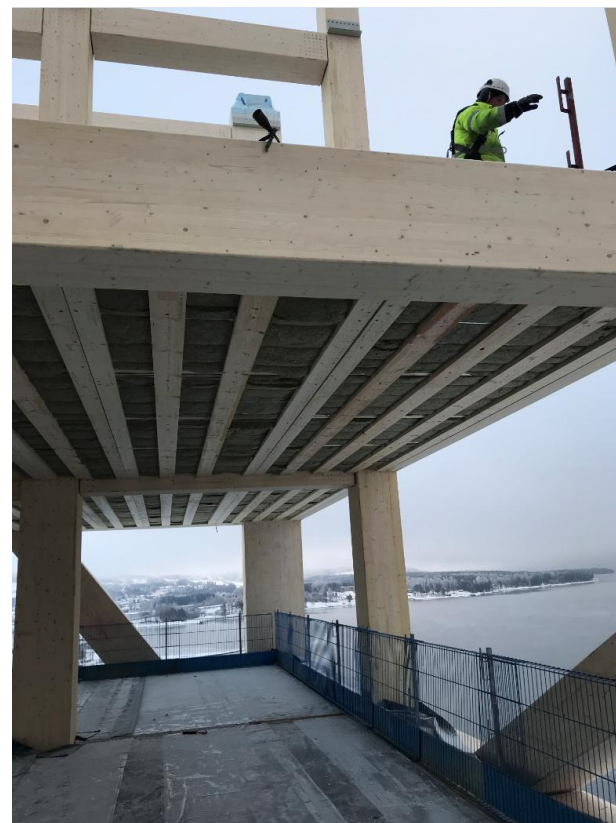


Dobbel m/ påstøp OG trinnlydsplater (11,6 Hz)

Usikkerhet rundt komforten med dårlig demping.

**MOELVEN**

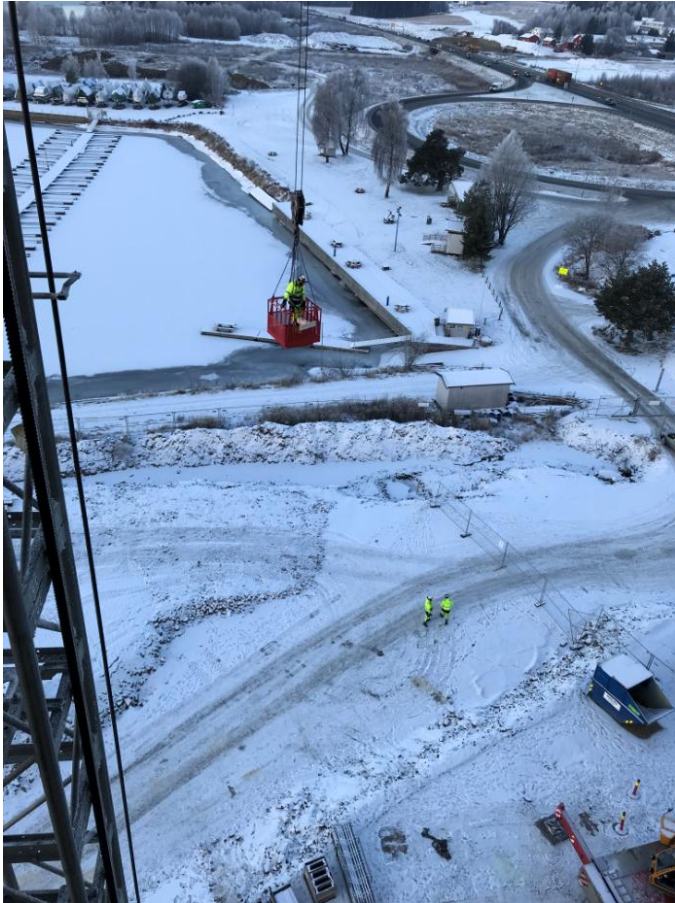
# Bilder fra montasje



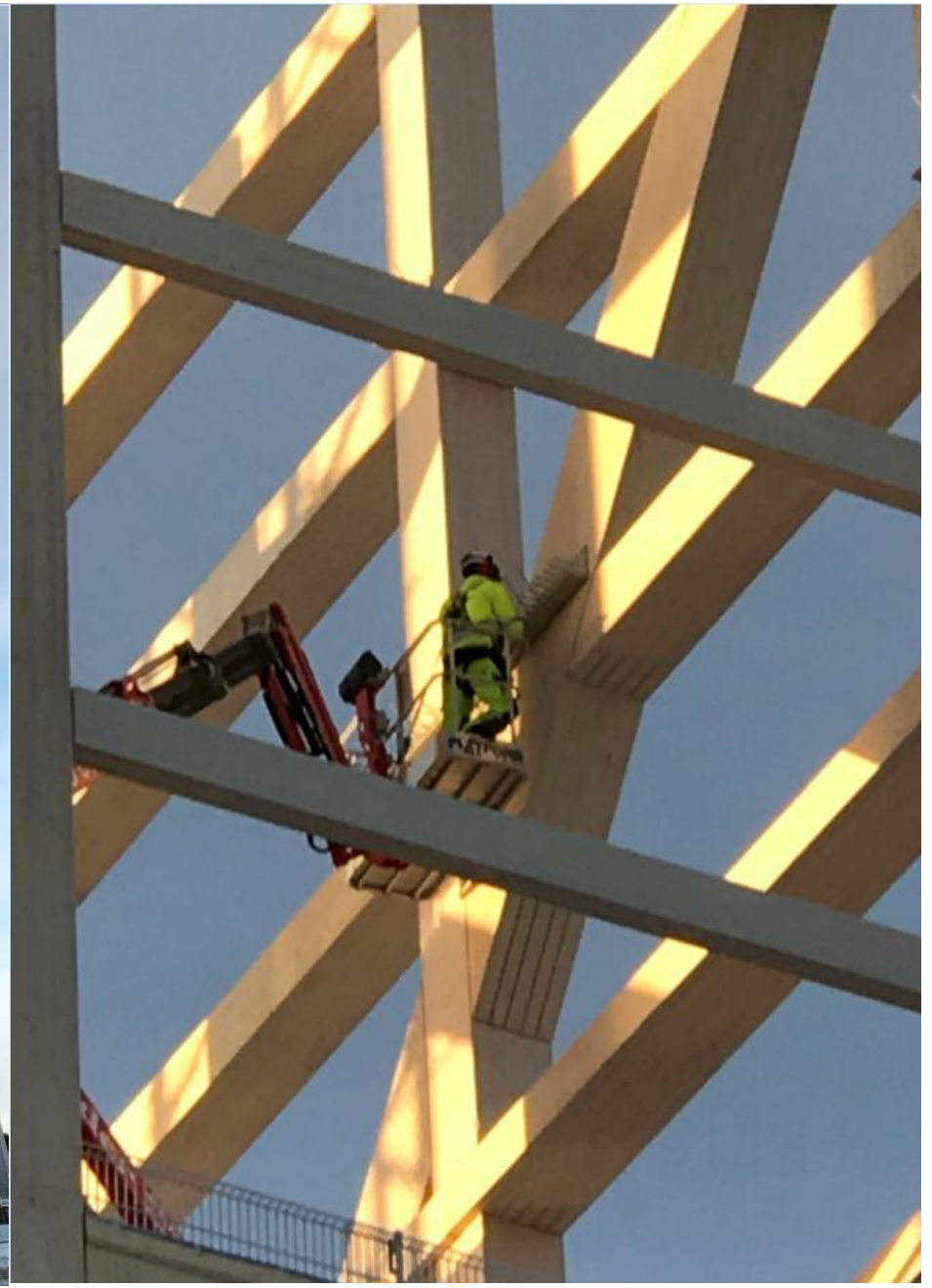
**MOELVEN®**







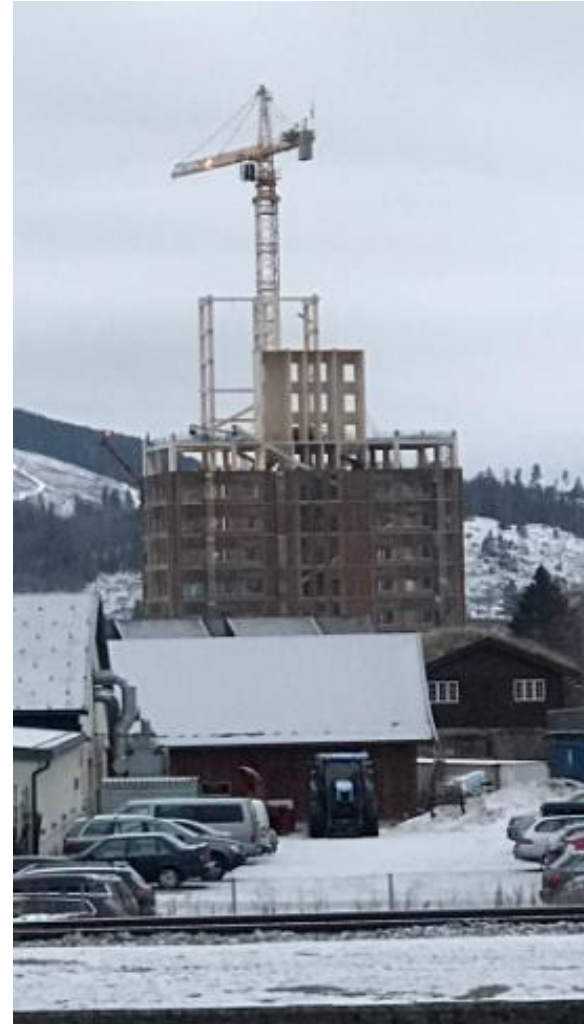
**MOELVEN®**



MOELVEN®







**MOELVEN®**





Svømmehallen

# Hva ser vi for oss fremover?

- Videreutvikle beregningsmetodene.
- Utvikle tverrsnitt for spenn opp mot 10meter (boliger).
  - Elementhøyde 500-550mm?
- Flere tester for lengre spenn?
- Lydtester? ACOUTECT i Töreboda 18. januar.
- Branntester?
- Utvikle standardløsninger m/ tabeller?







- Politiske krefter i sving for å bygge regjeringskvartalet i tre.



**MOELVEN®**

# Moelven Limtre og Mjøstårnet på Facebook

Facebook page for **Moelven Limtre AS** (@MoelvenLimtre).

**Header:** Moelven Limtre AS, Torger, Startside, Finn venner.

**Profile Picture:** Moelven logo with the tagline "Gode rom".

**Startside:** Om, Bilder, Anmeldelser, Videoer, Innlegg, Samfunn, Opprett en side.

**Main Content:** A large image showing the interior of a modern building with a curved, layered wooden ceiling. Below the image are buttons for "Likt", "Følger", "Del", and "Finn ut mer".

**Samfunn:** Industribedrift i Moelv, 5,0 stars, 3 035 personer liker dette, 3 023 personer følger dette. Amund Farberg og 44 andre venner liker dette eller har sjekket inn.

**Om:** Se alle. Location: Lundemovogen 1, 2390 Moelv. Få veibeskrivelse. Phone: 06123 / 004762334000. Website: www.moelven.no/limtre. Industries: Industribedrift, Impressum.

**Bilder:** A gallery of images showing a wooden treehouse in a forest and a bridge over a river.

Facebook page for **Mjøstårnet** (@mjostarnet).

**Header:** Mjøstårnet, Torger, Startside, Finn venner.

**Profile Picture:** A tall, modern building.

**Startside:** Om, Innlegg, Videoer, Bilder, Samfunn, Opprett en side.

**Main Content:** A large image showing the exterior of a modern building with a curved, layered wooden ceiling. Below the image are buttons for "Likt", "Følger", "Del", and "Kontakt oss".

**Samfunn:** Industribedrift i Brumunddal, 5,0 stars, 1 530 personer liker dette, 1 604 personer følger dette. Hermund Vigerust Endreson Furu og 32 andre venner liker dette eller har sjekket inn.


**Om:** Se alle. Location: Brumunddal. Phone: 62 33 40 00. Website: www.moelven.com/mjostarnet. Industries: Industribedrift, Impressum.

**Innlegg:** Mjøstårnet, 22. desember 2017 kl. 13:07. Construction at Mjøstårnet is proceeding as planned. We are now 52 m above ground! You can check the current status at the building site through this webcam: https://www.moelven.com/Products-and-se.../Mjostarnet/Webcam-. Merry Christmas and happy new year to everyone. A video showing the construction progress of the building.

**Webcam - Moelven:** This webcam shows the progress of building the world's tallest timber.

**MOELVEN®**





Spørsmål?

*Takk for oppmerksomheten!*