

Hangarbrua – Verdens første nettverksbuebru i aluminium



Thomas Reed
Technical director Bridges,
COWI

Geir Mosaker
Utviklingsleder Leirvik AS



Statens vegvesen

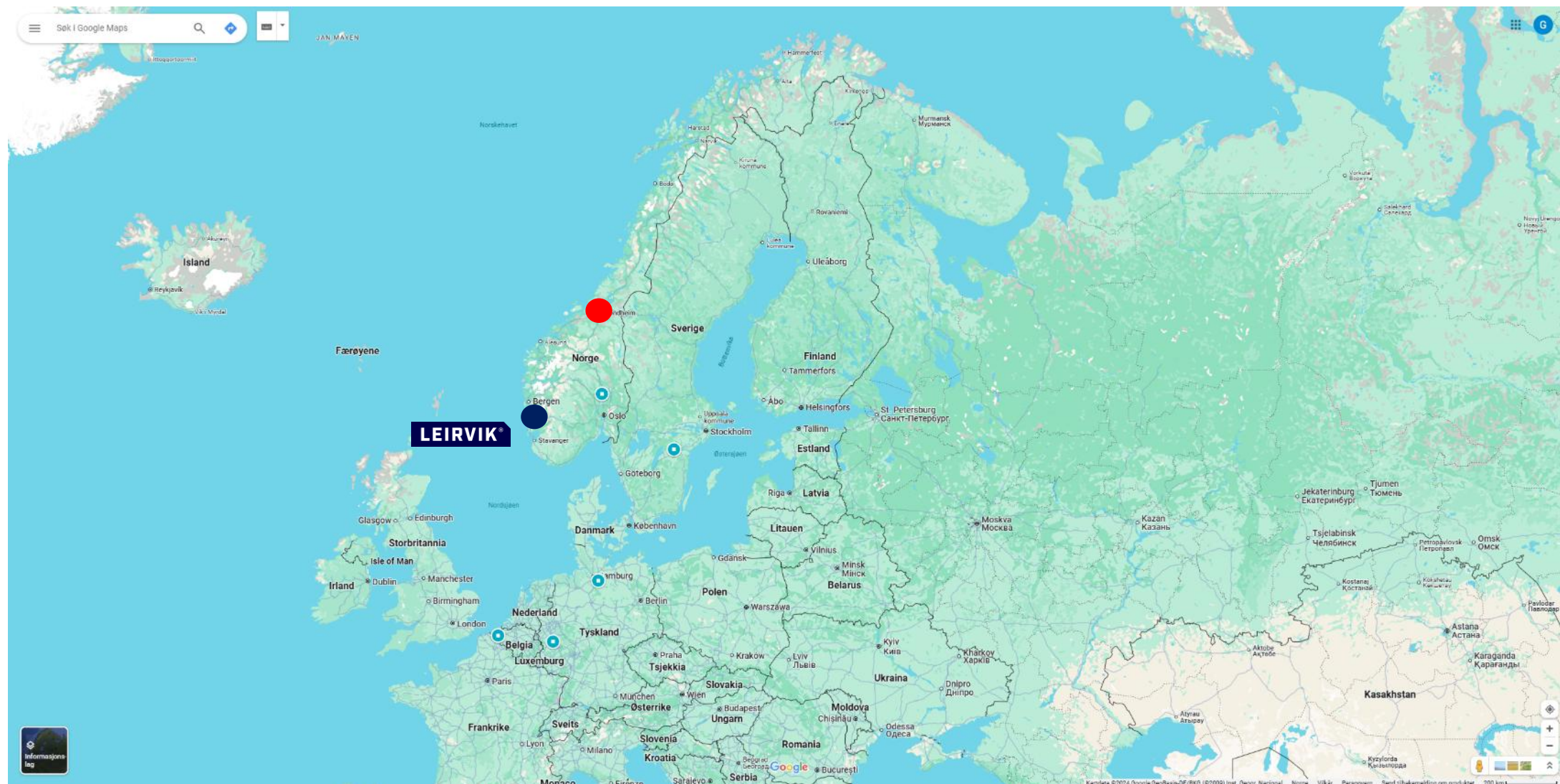
- Generell introduksjon
- Historikk og milepæler
- Hovedutfordringer i designprosessen
- Forskning og utvikling
- Resirkulering av aluminium



Innledning

COWI

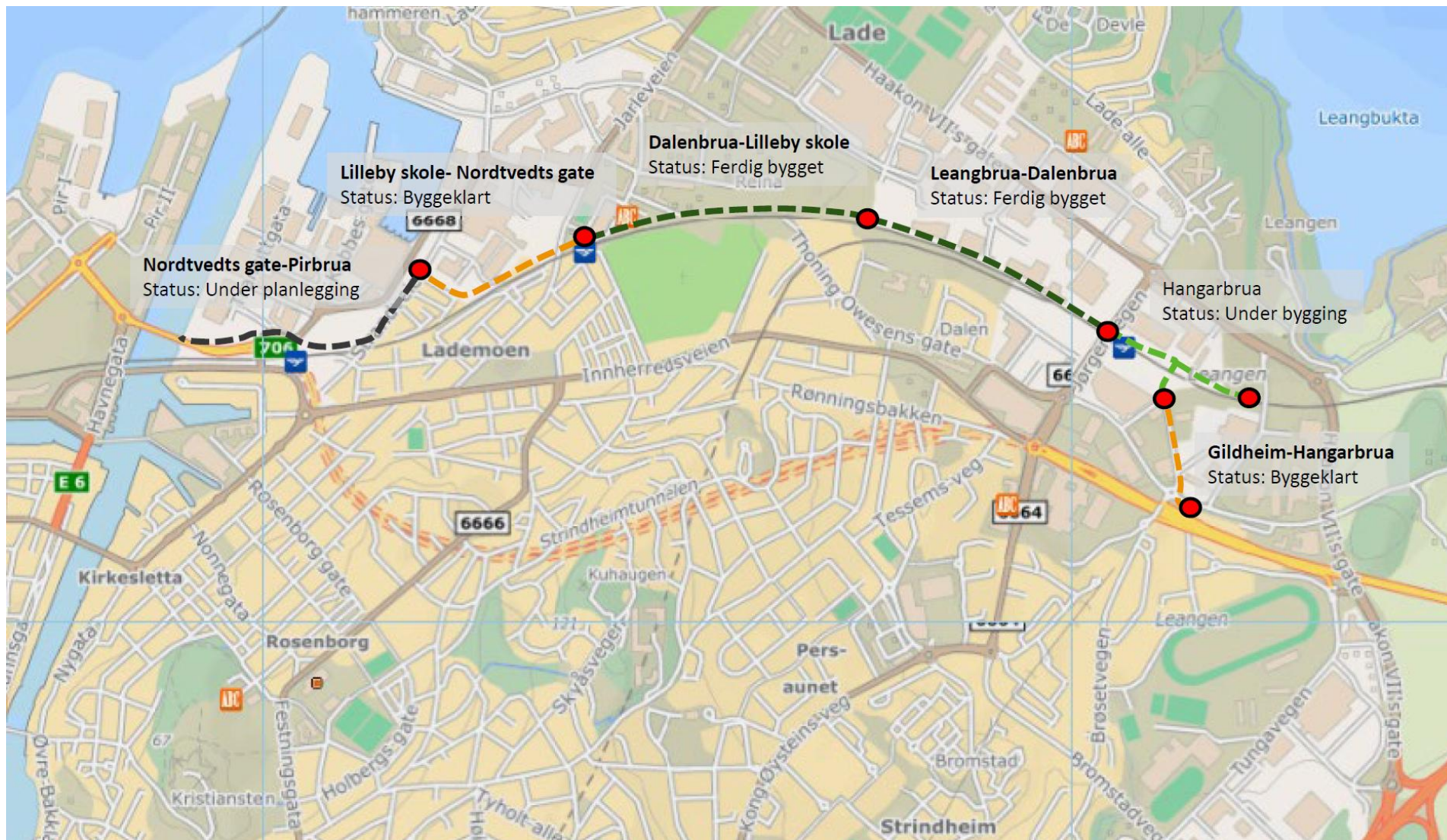
LEIRVIK®



SAFE STEPS

IF YOU SEE IT, YOU OWN IT

LG ONE



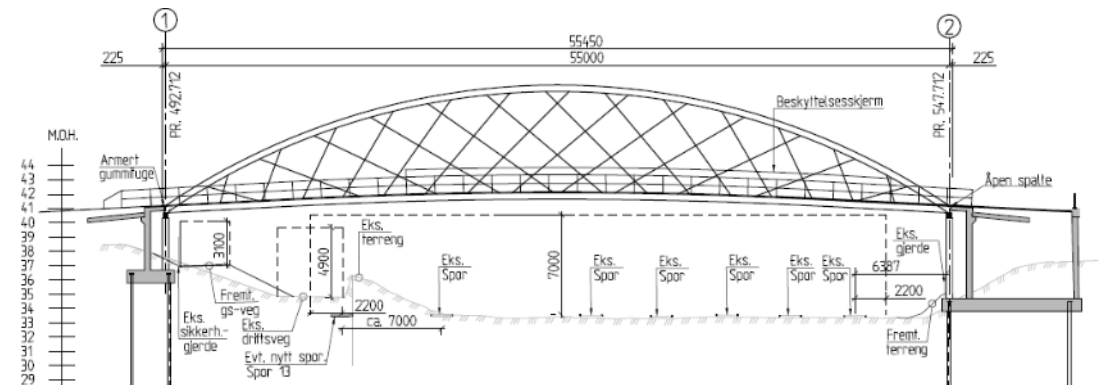
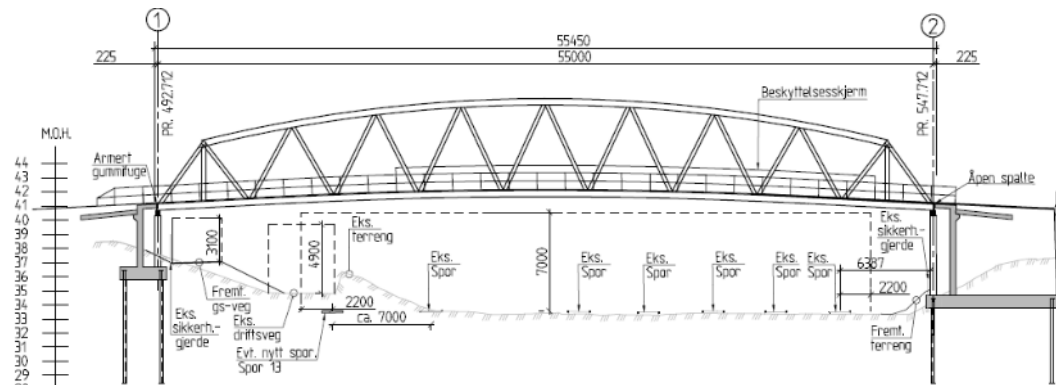
Reguleringsplan 2020

- Reguleringsplan for området fra 2020
- Foreslått kassebru i rustfritt stål
- 2 spenn, 65 m totallengde, ca.1,5 m kassehøyde.

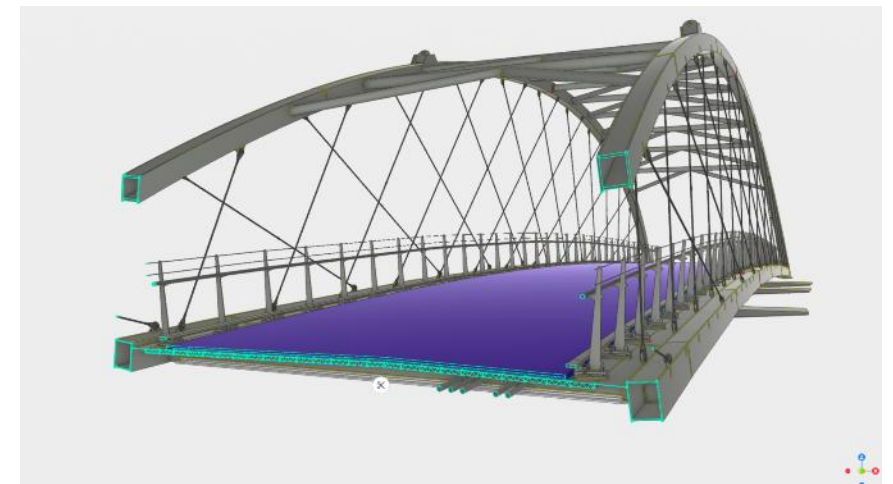


- Statens vegvesen var på utkikk etter en egnet kryssing for et FoU-prosjekt for en bru i aluminium.
- Hovedmotivasjoner for å velge denne kryssingen:
 - Endring av bæresystem gjør det mulig å senke veglinja over brua og dermed gjøre stigningen på rampen opp mot brua slakere.
 - Redusere vekten av overbygningen:
 - Vekten på brua er i underkant av 65 tonn som gjør det mulig å løfte og installere brua i én operasjon. (Redusert med ca. 80 tonn fra originalt stålkonsept)
 - Redusert installasjonstid og kostnad
 - Ikke behov for pelefundering under landkar
 - Redusert behov for periodisk vedlikehold av konstruksjonen.
 - Ett-spenns bru – Unngår søyler/fundering i sporområdet.

- To brukonsepter ble utredet:
 - Fagverksbru og nettverksbuebru - Omtrentlig likeverdige med hensyn til kostnader.
 - Nettverksbuen ble valgt av Statens vegvesen hovedsakelig av estetiske grunner



- Nettverksbuebru - Ett spenn, totallengde 55 meter
- Bredde 9,5 meter, høyde 8,0 meter
- Gang- og sykkelbru med 3 felt (2 x 2 m sykkelfelt + 2,5 m gangfelt)
- Modellbasert prosjektering og bygging
- Aluminiumsmaterialer:
 - AA5383-H321 (plater) i bue, strekkbånd og beskyttelsesskjermer
 - AA6082-T6 (profiler) i dekke og vindfagverk
- Rustfritt stål (duplex) i hengestenger (nettverk)



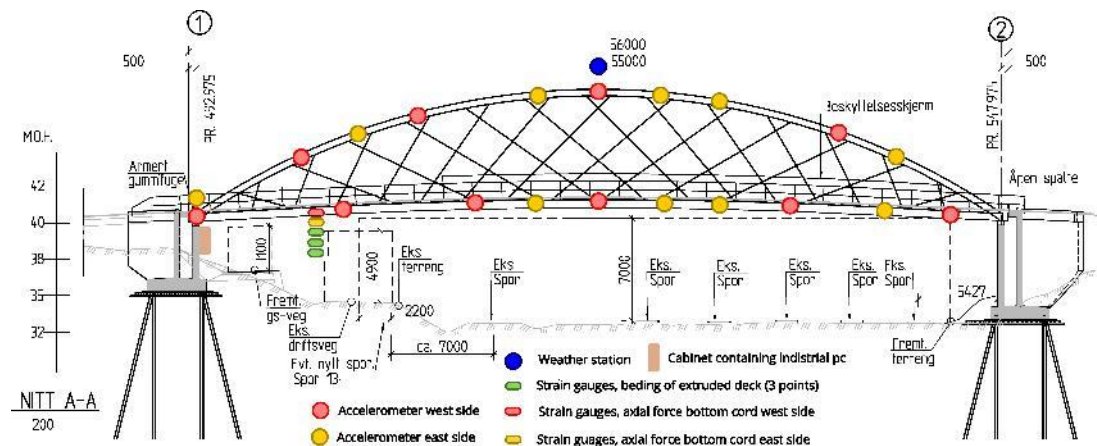
Regelverk	Aluminium	Stål
Prosjekteringsstandard	NS-EN 1999 (EC9)	NS-EN 1993 (EC3)
Utførelsesstandard	NS-EN 1090-3	NS-EN 1090-2
Materialstandarder	NS-EN 485 / NS-EN 755	EN 10025 etc
R762 Prosesskode 2	Prosess 89 (i arbeid)	Prosess 85
N400 Bruprosjektering	Kap 11.1 (Kap 5.6 i HB-185 til 2011)	Kap 9

Egenskap	Aluminium	Stål
Tetthet [kg/m ³]	2 700	7 850
E-modul [MPa]	70 000	210 000
Flytspenning [MPa], f_o	150 - 260	275, 355, 420
Flytspenning [MPa], $f_{o,haz}$	100 - 155	275, 355, 420

- Begge material er metall med mange likhetstrekk i dimensjonering
- Reduksjon i kapasitet i varmepåvirkta sone for behandla legeringer i aluminium

- Sveising av aluminium – Reduksjon av styrke i varmepåvirket sone (HAZ)
- Tynne elementer – risiko for lokal knekking må ivaretas i designet.
- Aluminium har lav egenvekt og lav E-modul:
 - Dynamisk respons fra vind- og fotgjengertrafikk må vurderes.
 - Beregningene har vist at brua kan være følsom for vibrasjoner fra fotgjengertrafikk.
 - Bru er derfor klargjort for installasjon av massedemper ved behov.
- Detaljering av overganger/isolasjon mellom aluminium og andre materialer.
- Grundig kontroll – og godkjenningsprosess av prosjekteringen i Vegdirektoratet. Dette har ikke blitt gjort før for en aluminiumsbru.

- Gjennomgang av konsept sammen med Vegdirektoratet
- Utarbeidelse av spesielle prosjekteringsregler for bruk av aluminium (ikke en del av de norske prosjekteringsreglene for bruer)
- Bruk av LCA-verktøy for å evaluere utslippene fra aluminiumsbrua sammenlignet med andre mulige løsninger.
- Monitorering av brua sammen med NTNU for å få erfaring med oppførselen til aluminiumsbruer.



- Sandblåsing av synlige overflater
- Lasersveising på rekkverkskomponenter i aluminium



FoU skal gjøre det enklere å bruke aluminium i andre kommende bruprosjekter

Aluminium – Sirkulærøkonomi i praksis



Photo: Pexels



Source: [Døigen](#)



Source: [Speira](#)



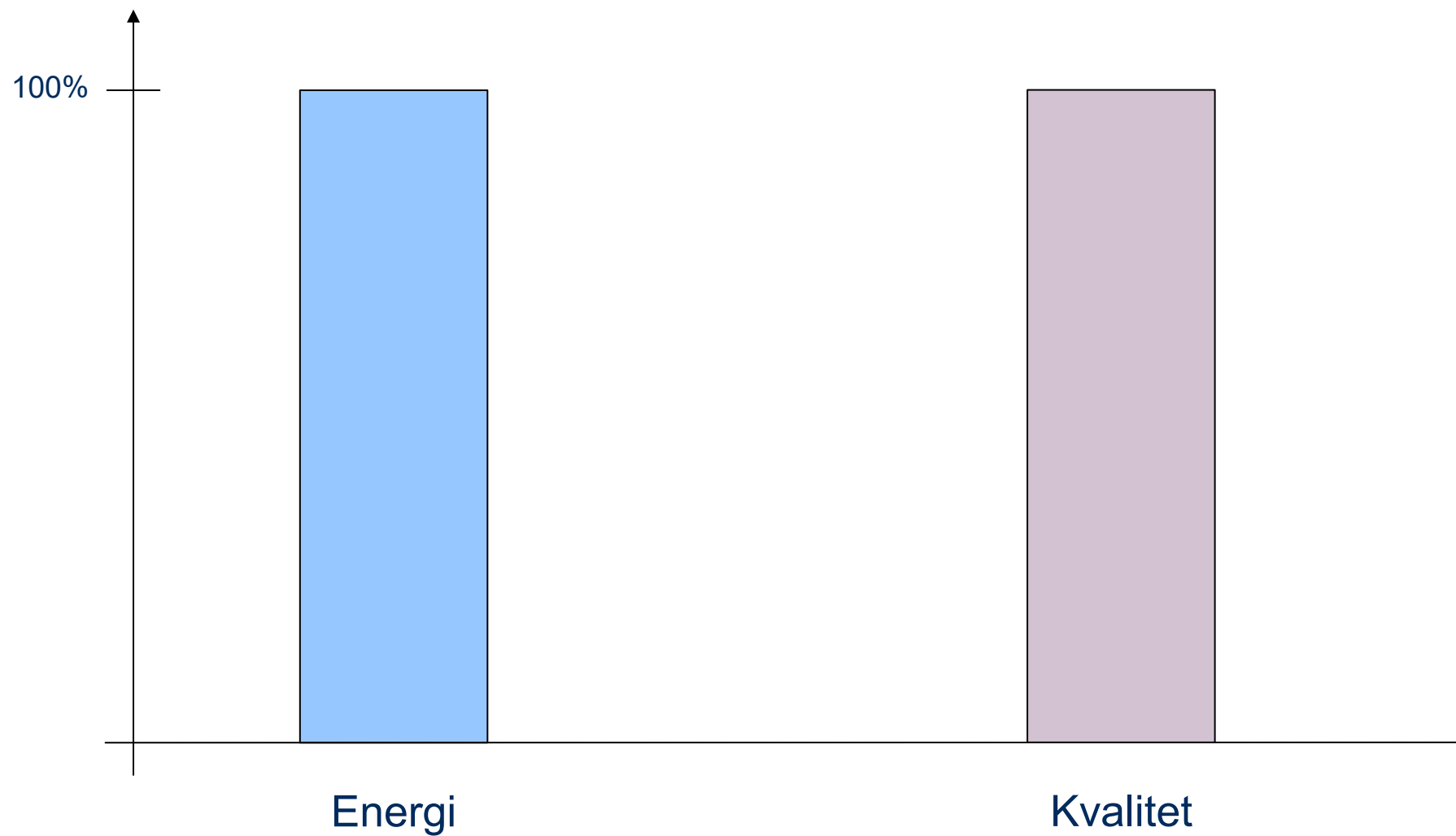
Source: [Nordiska Vinduer](#)

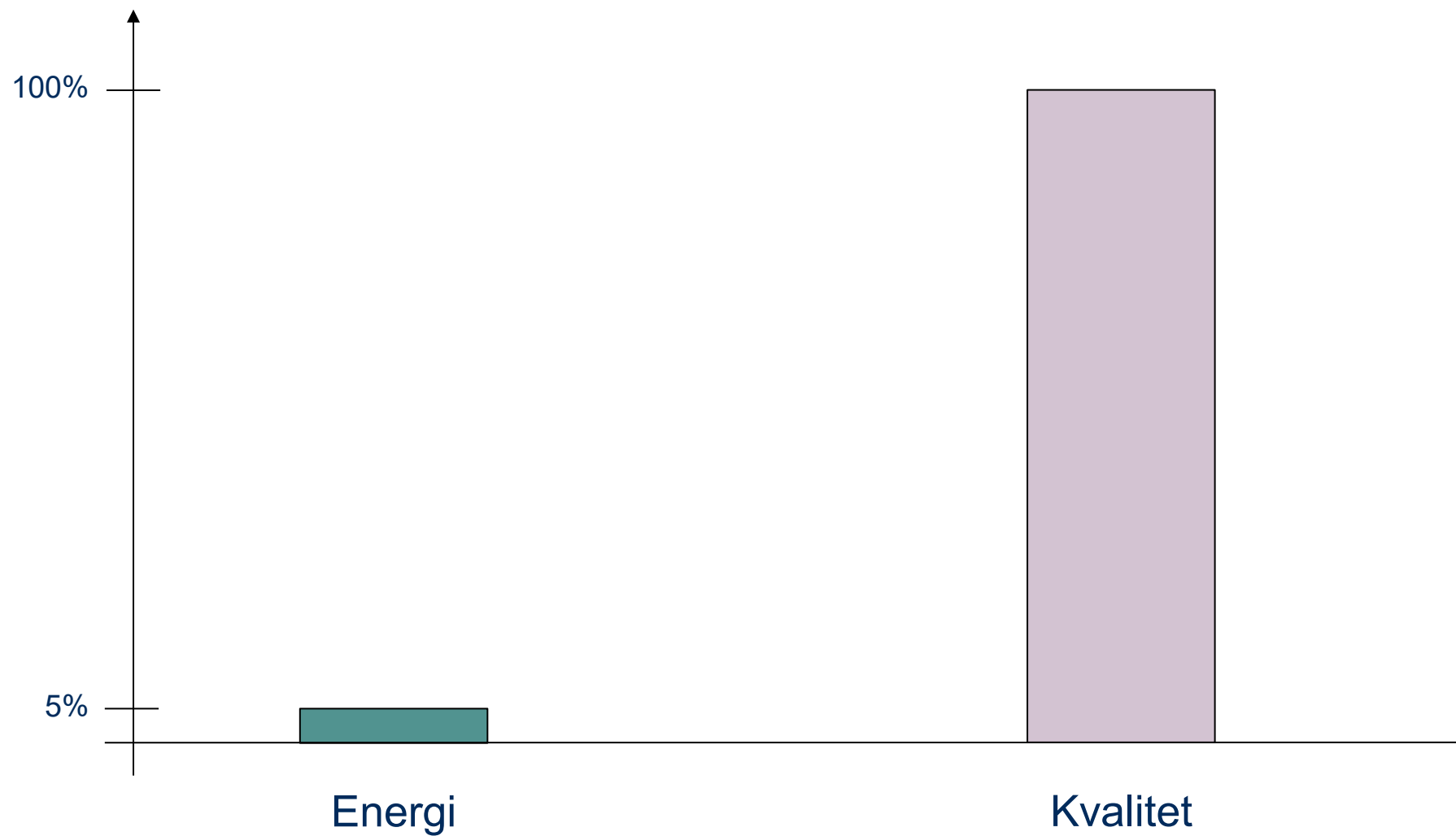


Source: [Birk Sport](#)

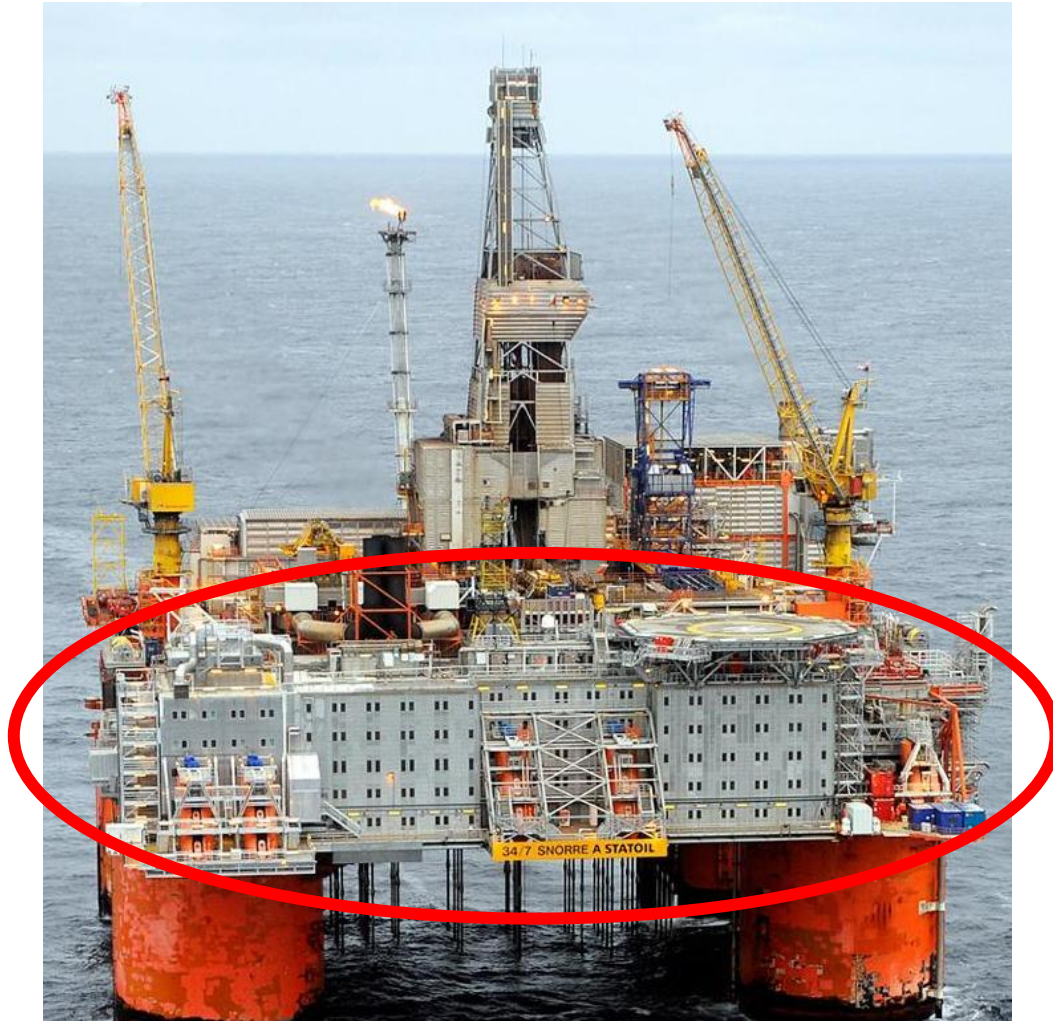


Source: [Teknisk Ukeblad](#)





Aluminium er holdbart



- Snorre A boligkvarter- i drift siden 1991
- Over 30 år uten vedlikehold i tøft marint miljø

Resirkulert aluminium i Hangarbrua fra Gyda-plattformen

COWI

LEIRVIK®

- Samarbeid mellom:





Photo: [Sokkeldirektoratet](#)

- 1990: Gyda-plattformen blir installert på norsk sokkel

...mellomspillet...

COWI

LEIRVIK®



Photo: Leirvik AS

- 2012: Støyskjerming (aluminium) ble bygd av Leirvik AS og installert på Gyda

...starten på slutten...



Photo: Aker Solutions

- 2022: Gyda transporteres til Aker Solutions på Stord for demolering

...dvalen...



Photo: Leirvik AS

- 2023: Aluminium fra helikopterdekket og støyskjermingen blir sortert fra andre materialer

...slutten, men...



Photo: Hydro Extrusions

- 2024: Aluminium resirkuleres av Stena og Hydro

...et nytt liv oppstår...

COWI LEIRVIK®



Photo: Hydro Extrusions

- 2024: Nye profiler ekstruderes og kombineres til brede paneler ved friksjonssveising hos Hydro

...endelig klar for gjenbruk...



Photo: Leirvik AS

- 2024: Dekkepaneler mottatt hos Leirvik AS og installert på Hangarbrua

...og et nytt liv på Hangarbrua

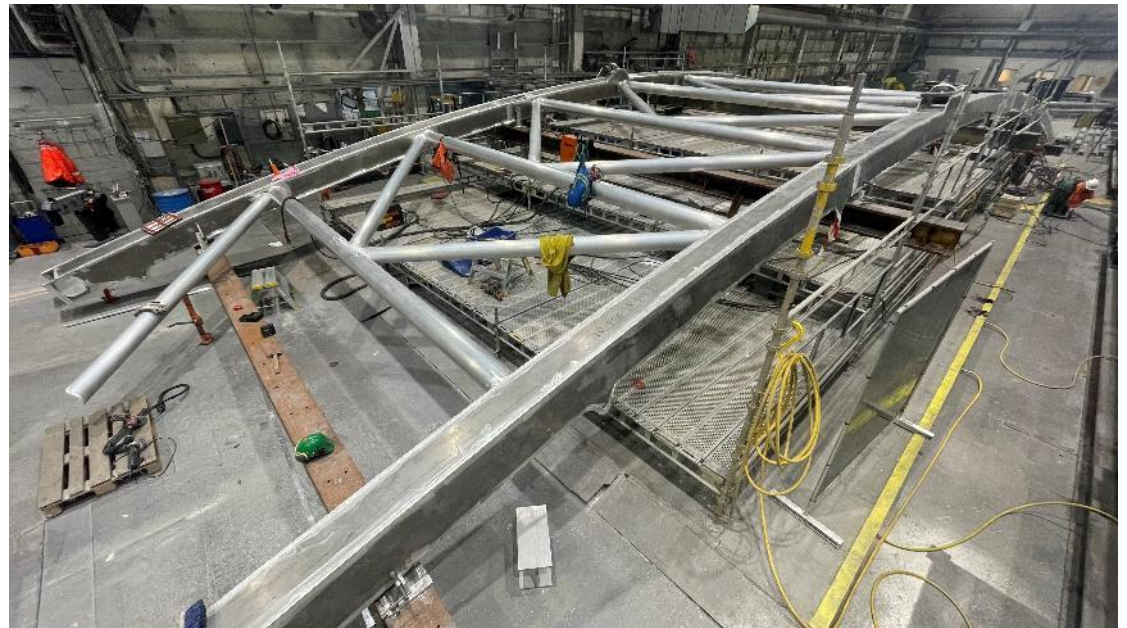


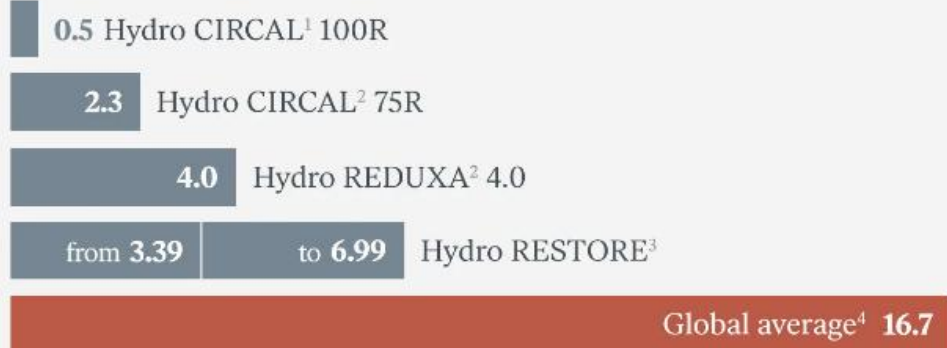
Photo: Leirvik AS

- 2024: Dekkepaneler mottatt hos Leirvik AS og installert på Hangarbrua

Resirkulert aluminium i Hangarbrua



Kilos of CO2e emissions per kilo aluminium



¹ Hydro internal estimates

² Verified by DNV and certified according to EPD EN 15804+A1 on a per-batch level

³ Verified by external with EPDs according to EN 15804+A2

⁴ Source: International Aluminium Institute (2018)

Source: Hydro

← 0.50kg CO2e / kg aluminium

← 4.5kg CO2e / kg aluminium

≈ 90% reduksjon

Endring...

COWI LEIRVIK®



NORSK PETROLEUM

De siste 30 årene...



Miljøpakken
– åpner nye muligheter

og de neste 100 årene...

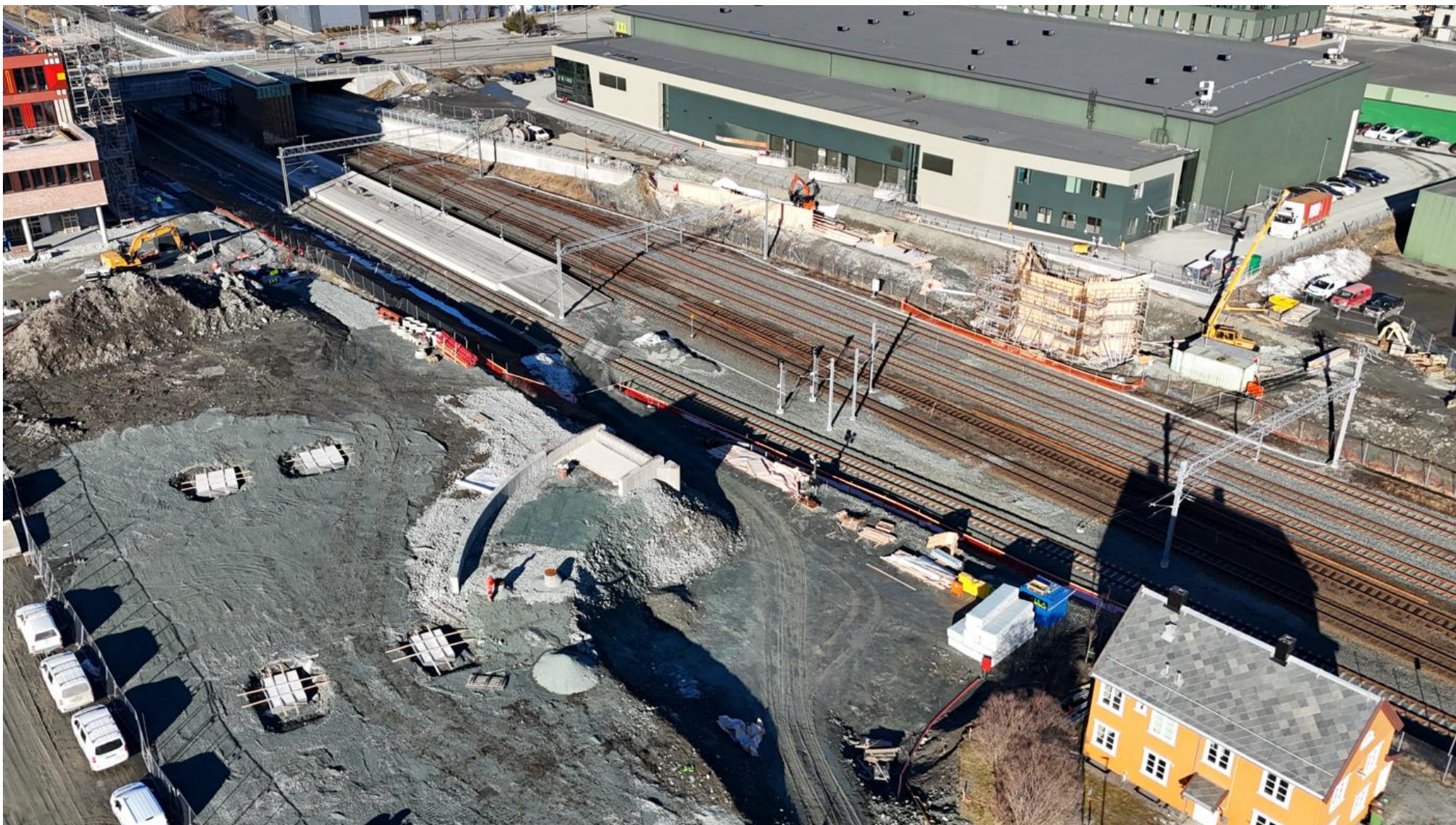
I år 2125, hva skjer da...?



Bilder fra anlegget

COWI

LEIRVIK®



Bilder fra anlegget

COWI

LEIRVIK®



Bilder fra anlegget

COWI

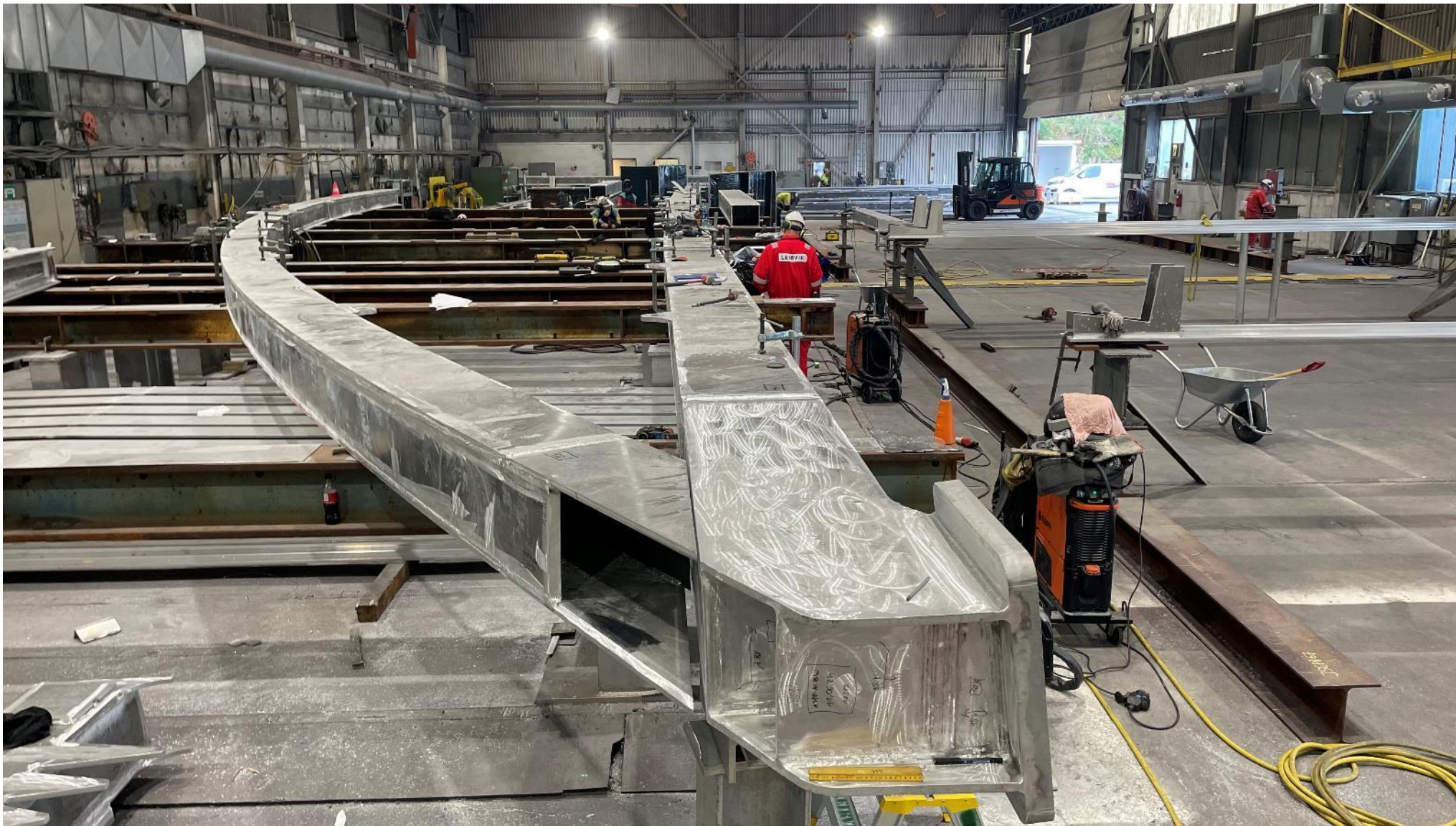
LEIRVIK®



Bilder fra anlegget

COWI

LEIRVIK®



Bilder fra anlegget

COWI

LEIRVIK®



Bilder fra anlegget

COWI

LEIRVIK®



Bilder fra anlegget

COWI

LEIRVIK®



Bilder fra anlegget

COWI

LEIRVIK®



Bilder fra anlegget

COWI

LEIRVIK®



Bilder fra anlegget

COWI

LEIRVIK®



Bilder fra anlegget

COWI

LEIRVIK®



Bilder fra anlegget

COWI

LEIRVIK®



SAFE STEPS
IF YOU SEE IT, YOU OWN IT
LQ ONE