

Økning av lavfrekvent lydisolasjon for trehus



M.J. Newman, A. Brekke, S. Ellingsen, and F. Eikeland

Avinor AS

Brekke & Strand Akustikk AS

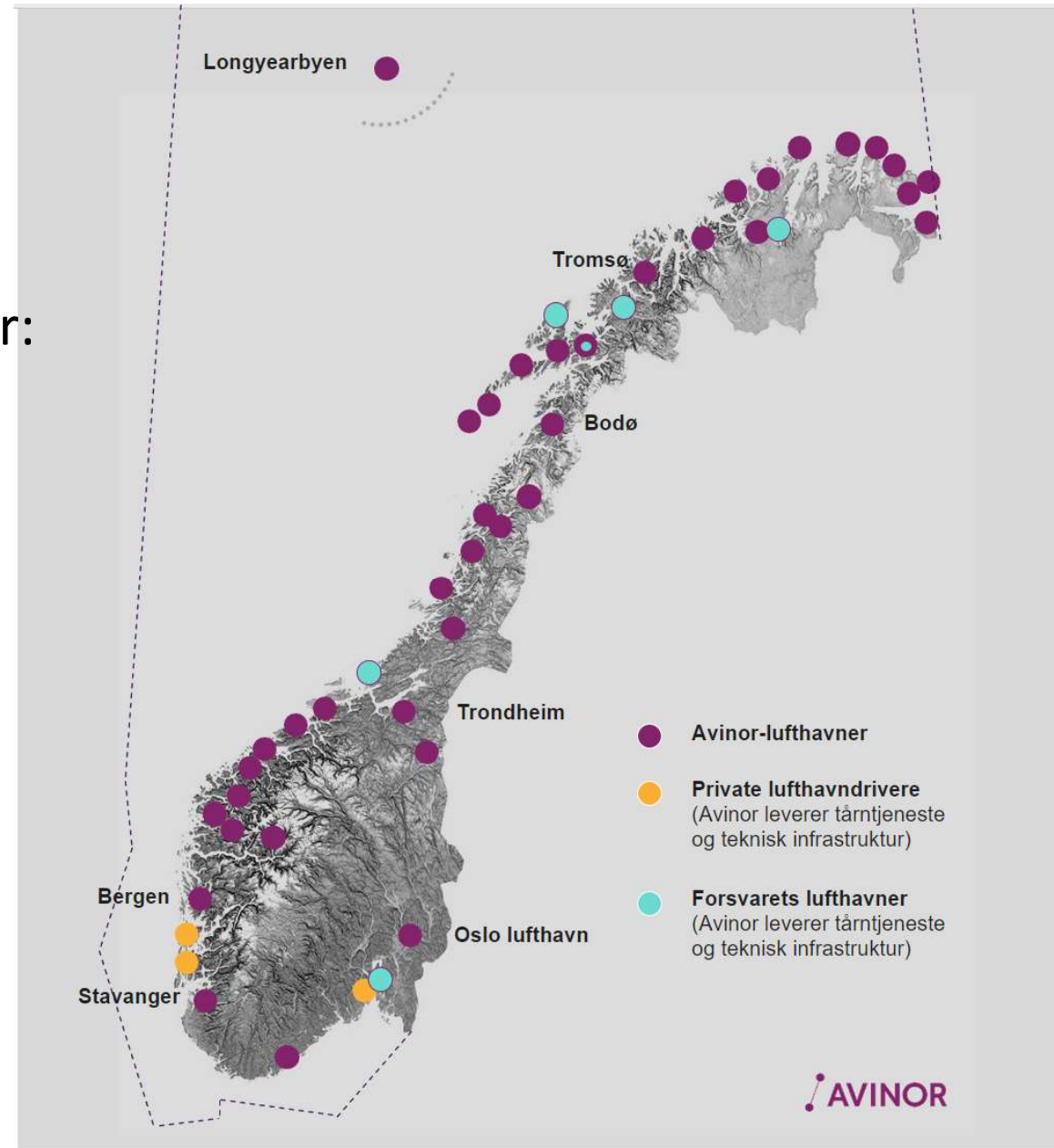
Mike obtained his BSc in 1980 and a PhD in 1995 both from the University of Southampton. He has worked on many offshore oil and gas, architectural, and industrial projects. These have included development of an in-situ intensity measurement method and a quiet safety flare. He has worked on noise prediction for industrial plants and airports. He is the leader of the mirror committee for vibration standardization in Norway.



Avinor har ansvar for 43+1 lufthavner

Sikorsky S92 operere fra 6 hovedbaser:

- Stavanger
- Bergen
- Florø
- Kristiansund
- Brønnøysund
- Hammerfest



Utgangspunkt for arbeidet

Etter innføringen av Sikorsky S92 for personal transport til/fra offshore installasjoner, har antall støy “henvendelse” økt drastisk.

Målet med arbeidet var å adressere mangel på lavfrekvent lydisolasjon i trehus. Støy fra helikopter og spesielt Sikorsky S92, var fokuset for denne studiet, men flere støykilde har tilsvarende karakteristikk – sterk ren tone støy:

- Trafo
- Sentrifugalvifte
- Vindturbiner med fast turtall
- Lavturtalls dieselmotorer
- Steinknuser og sorteringsanlegg

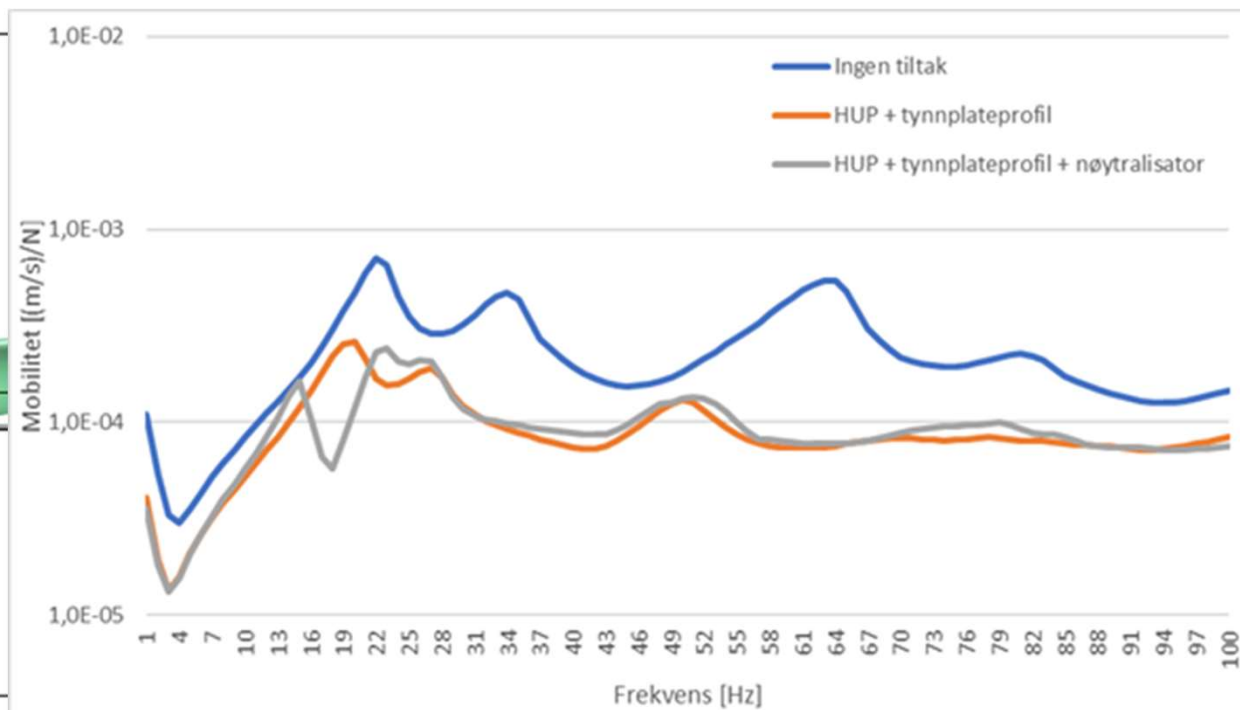
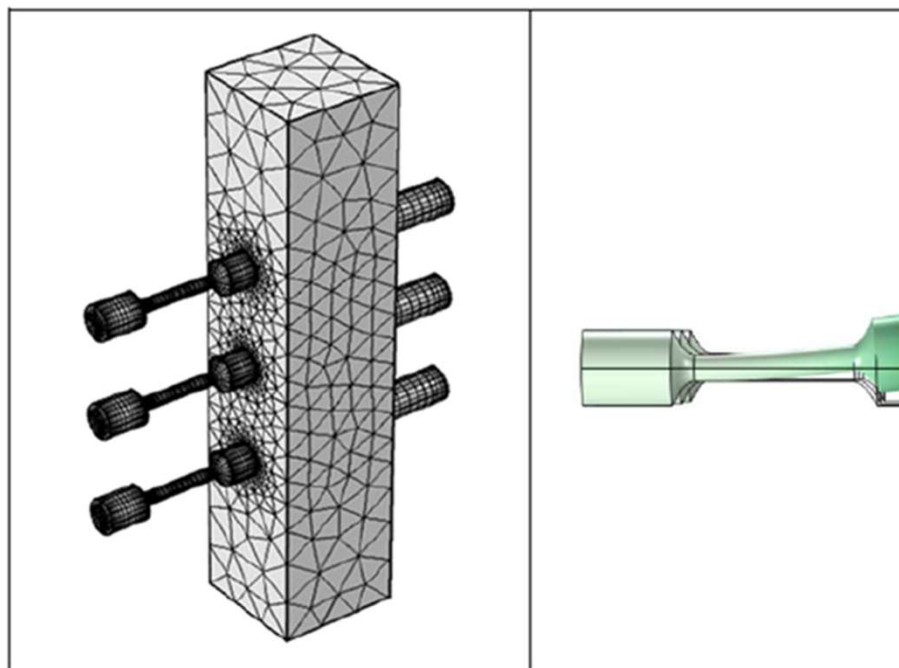
Hypotese for tiltaket var at økning av stivhet og innføring av impedans endringer ved bestemte frekvenser vil øke lydisolasjonsevnen til trehus.

Innhold

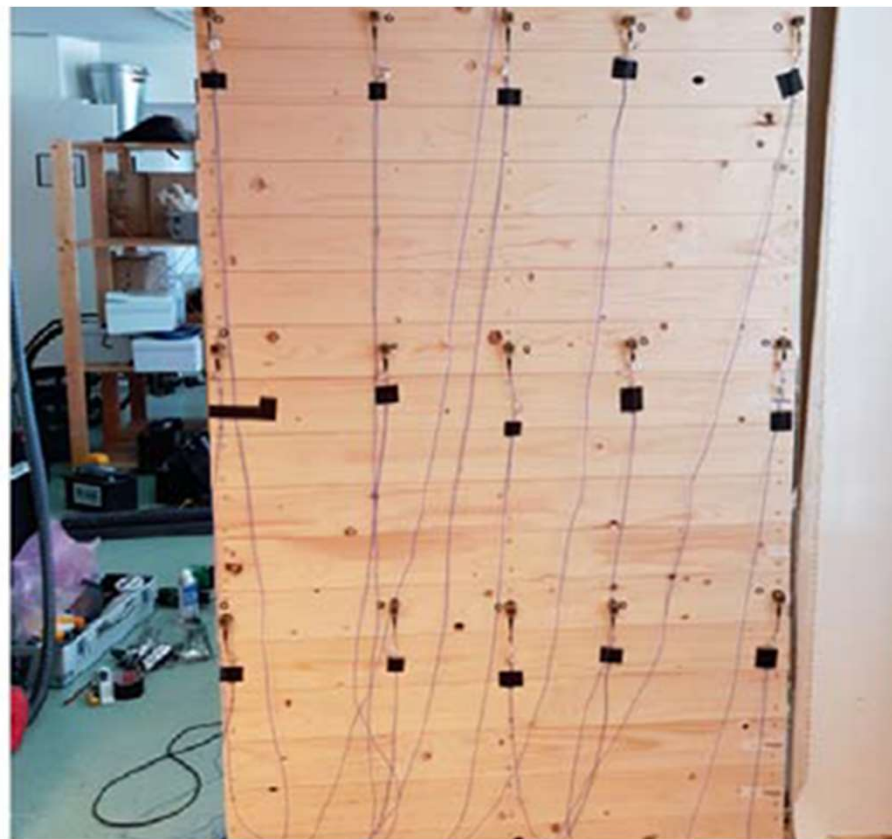
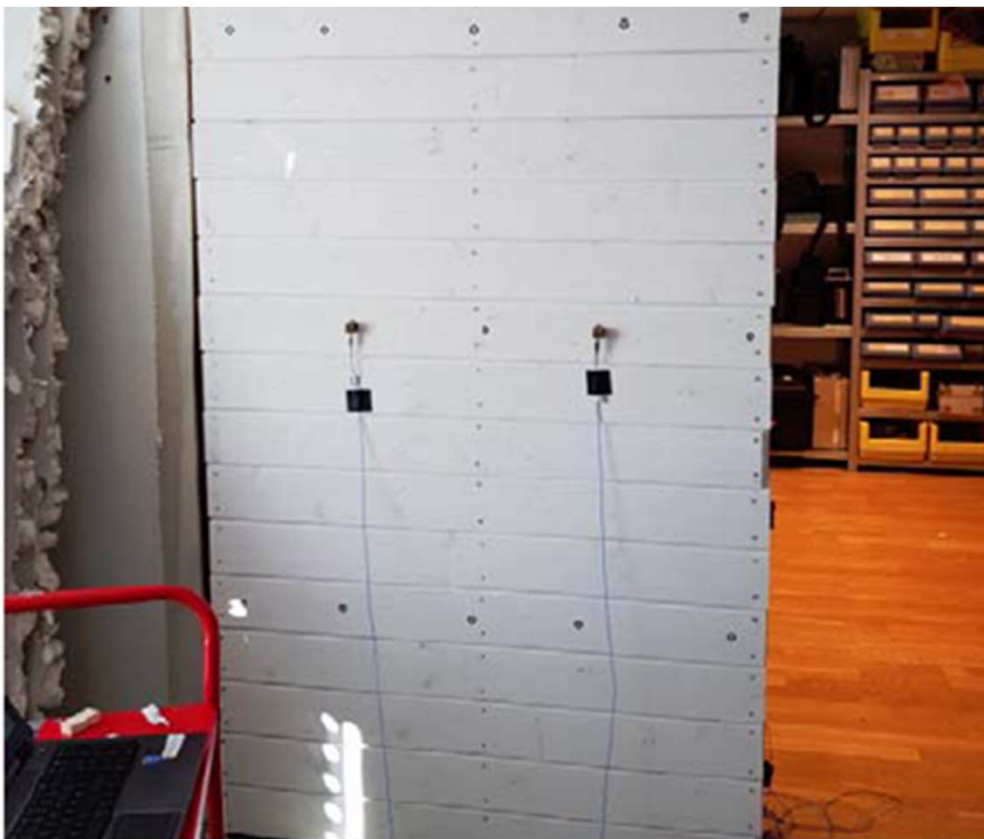
- Analyse
- Forenklet testing
- Felt implementering
- Resultater
- Konklusjoner

Analyse

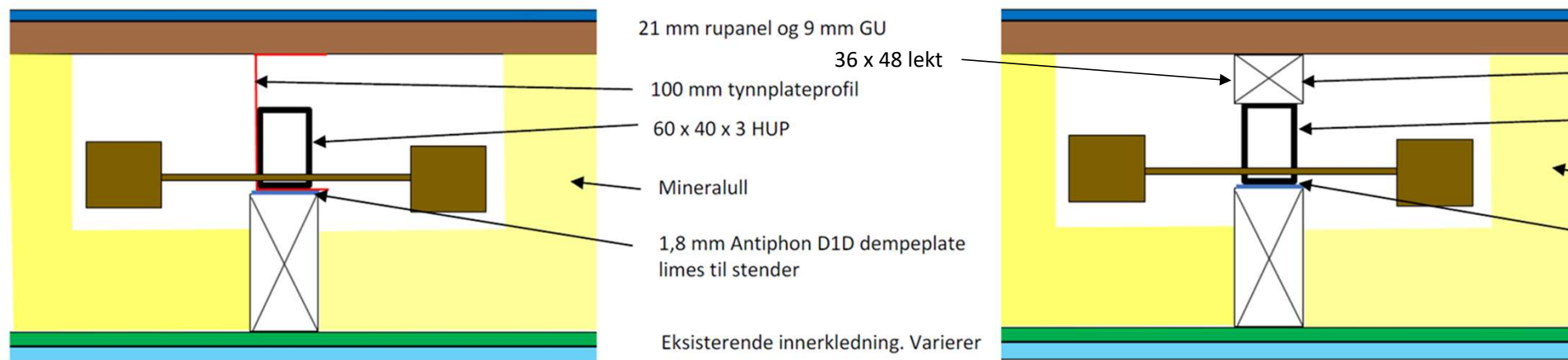
- Konsept valg
- Økning av stivhet og fundament for vibrasjonsnøytralisator
- Skisse til nøytralisator design
- Elementanalyse av valgte nøytralisator komponenter



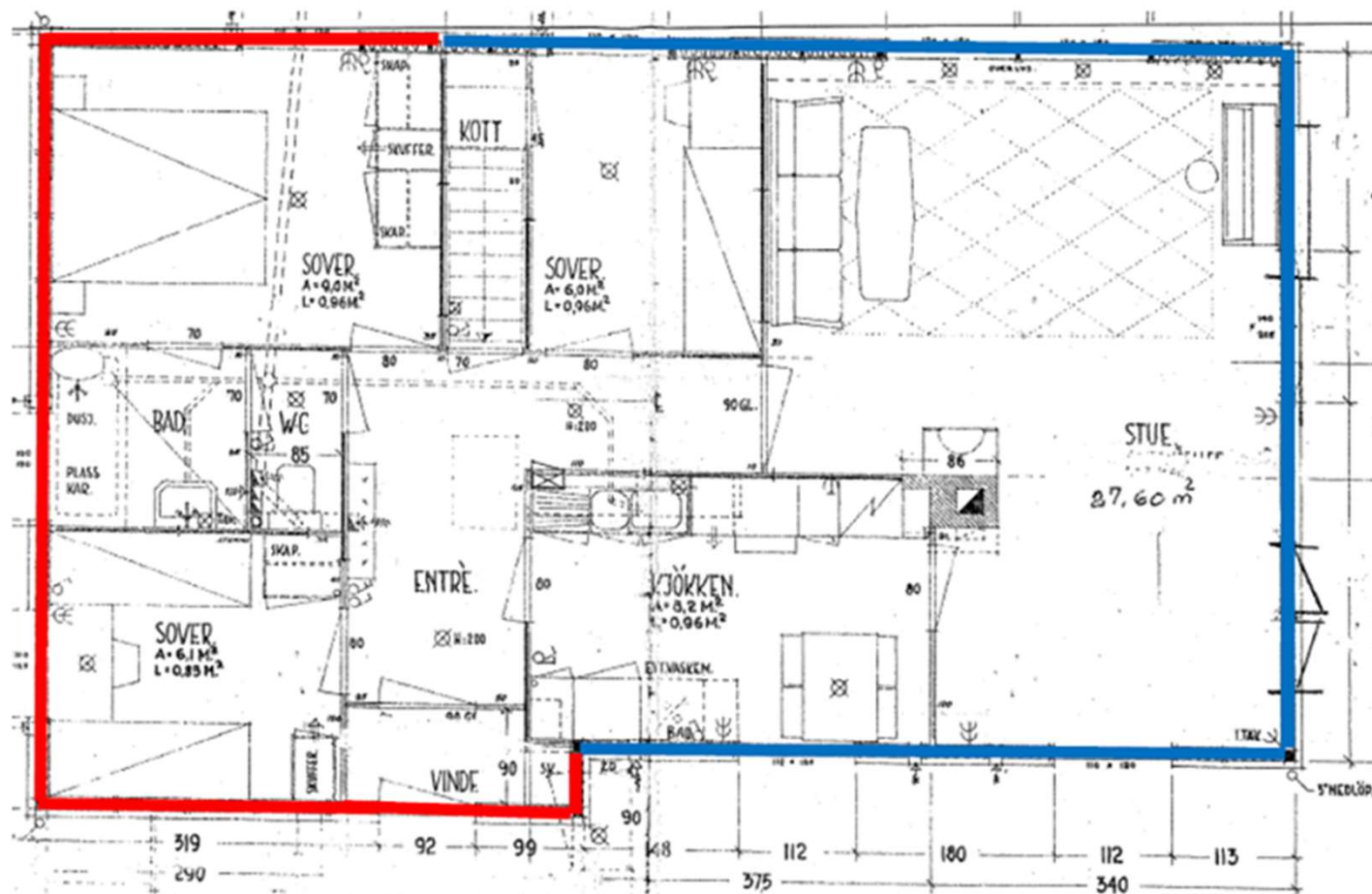
Forenklet testing. Mobilitetstesting



Snitt detaljer i støytiltak



Implimentering av trelekter eller tynnplateprofiler

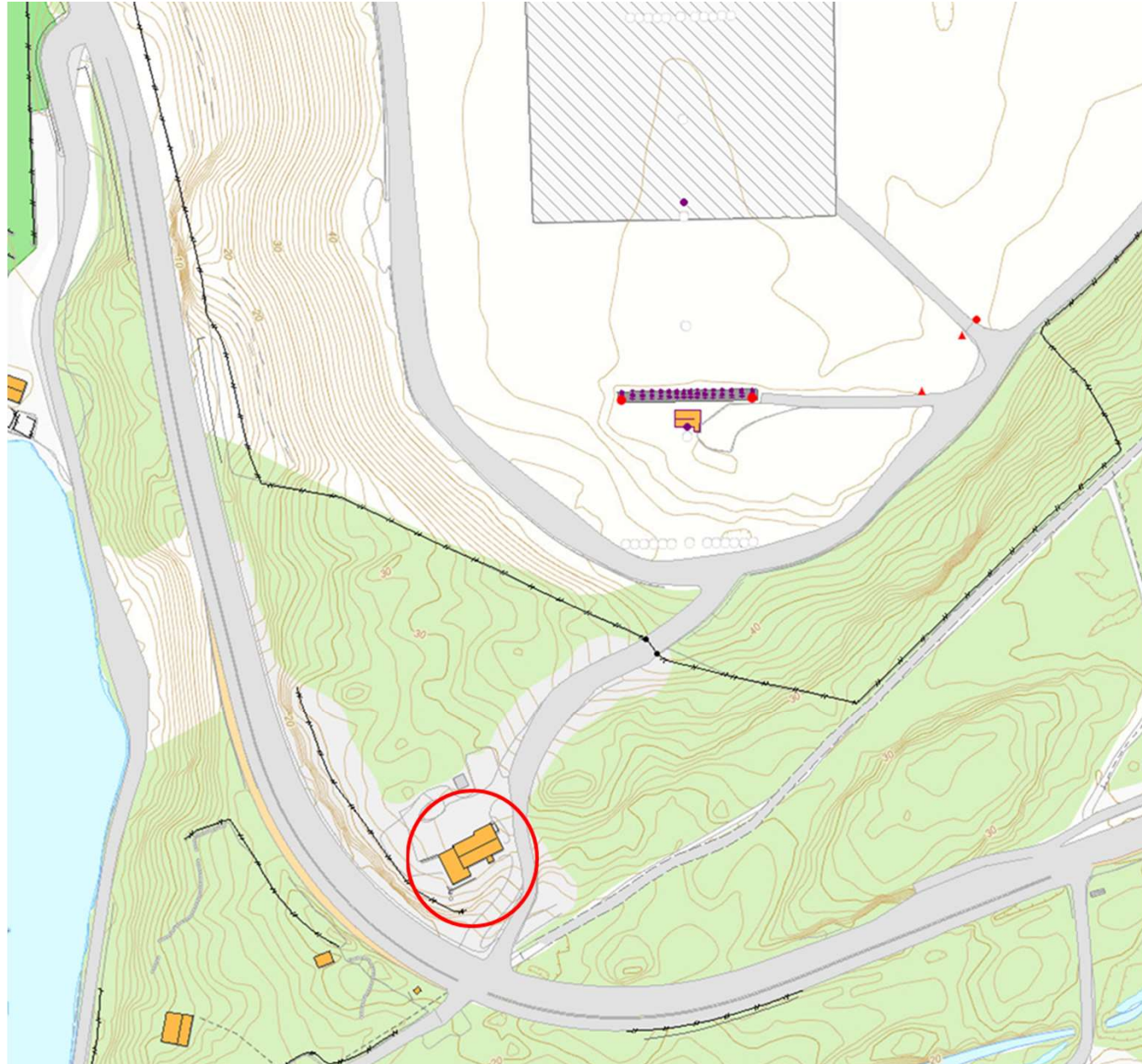


Tynnplateprofiler



Trelekter

Plassering av forsøkshus Fleslandsv. 81

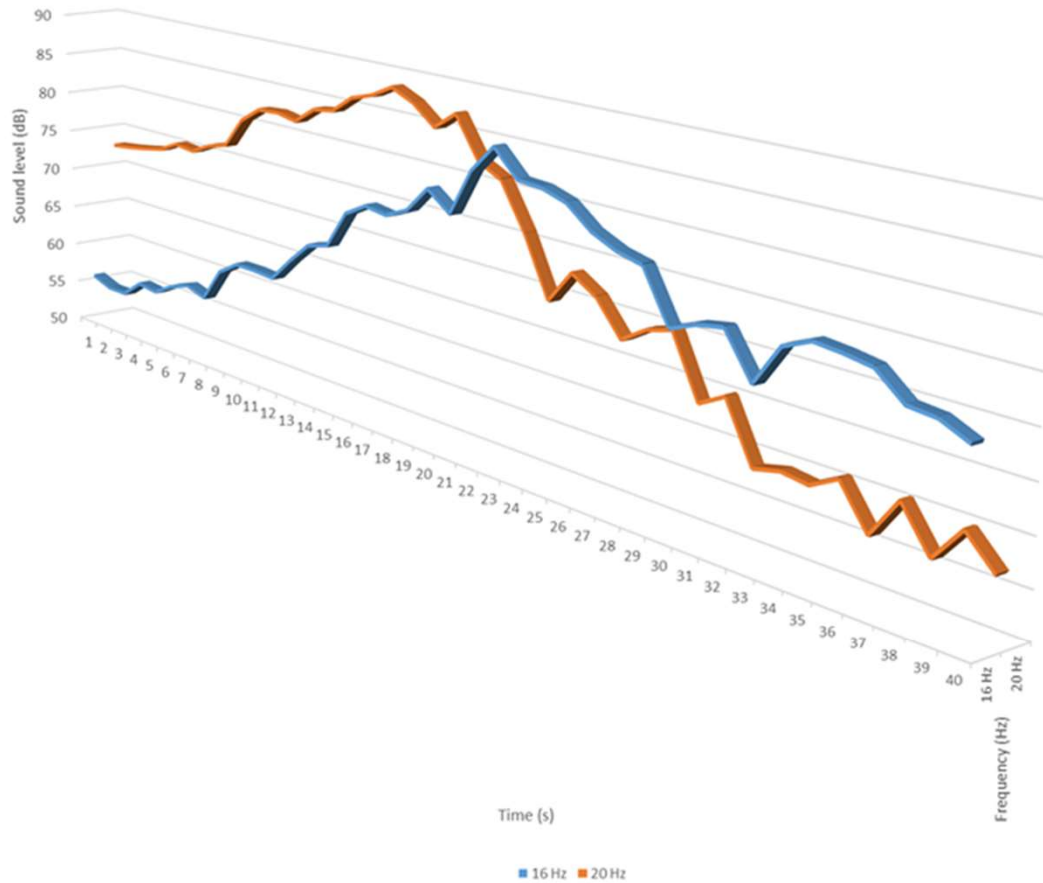


Montering på forsøkshuset like før
innjusteringer av nøytralisatorer

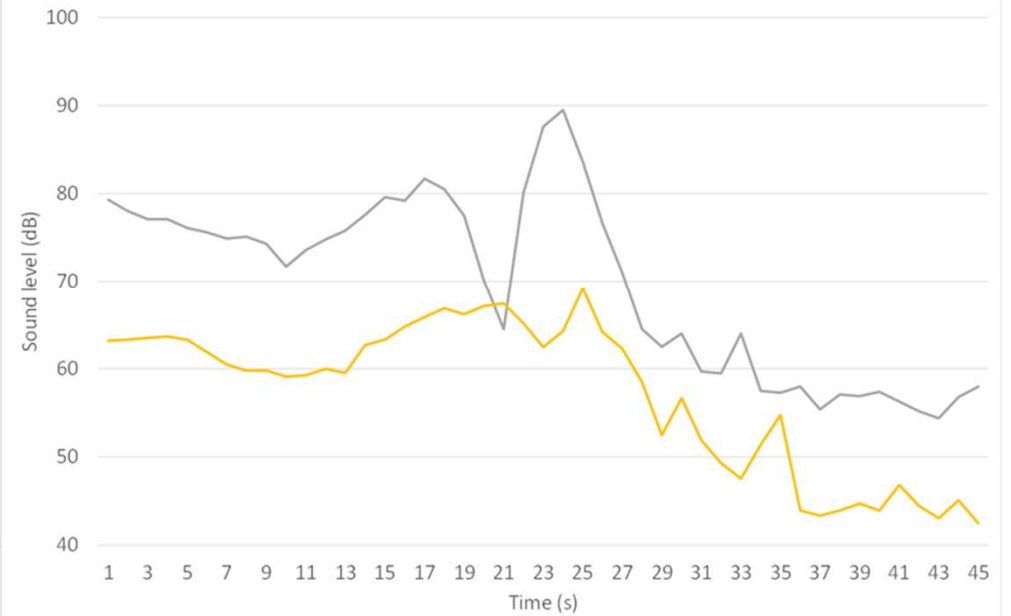


Målinger og resultater

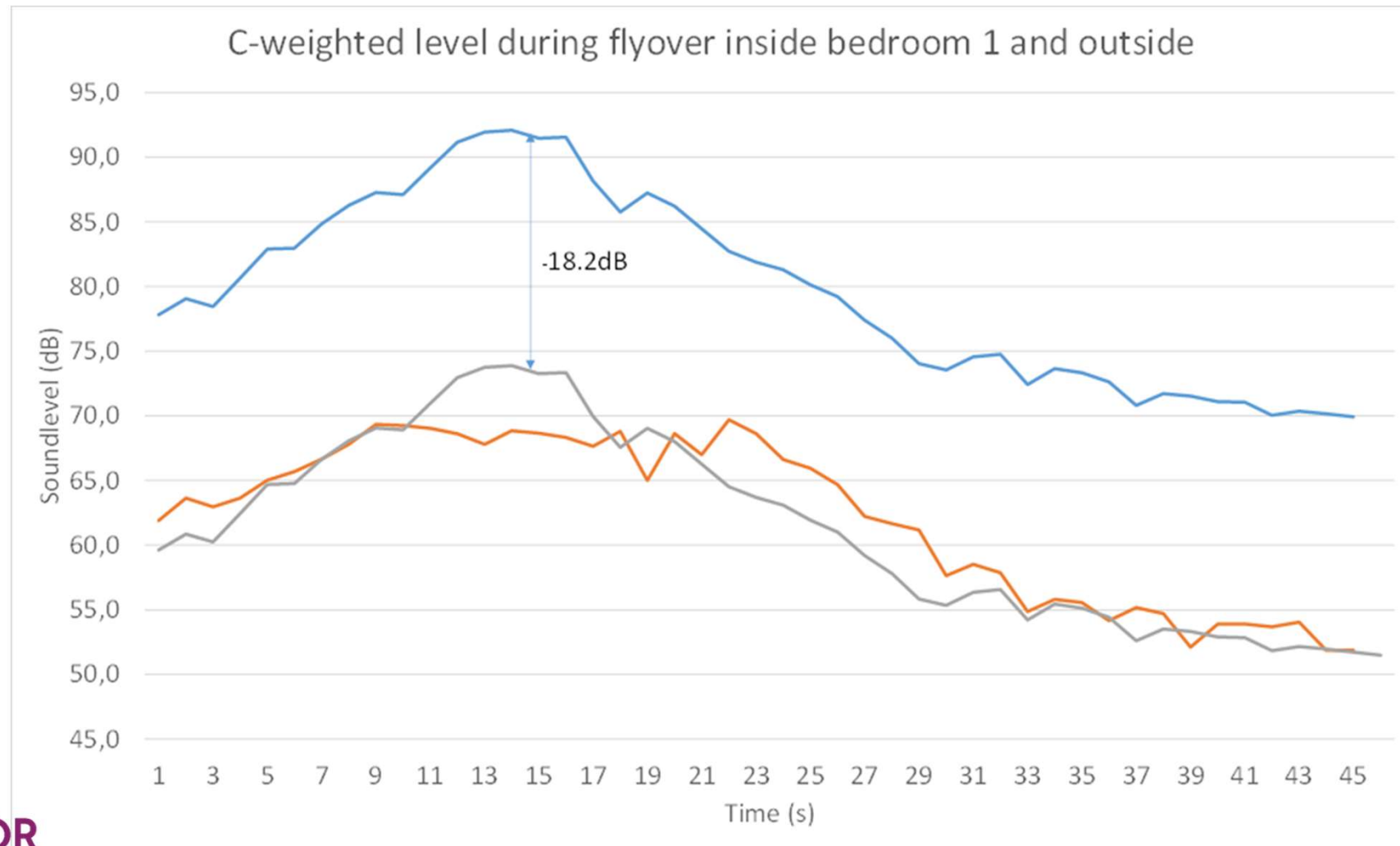
Doppler shift from 20 to 16Hz 1/3 octave bands through flyover outdoors



40Hz 1/3 octave band sound levels during typical flyover inside and outside

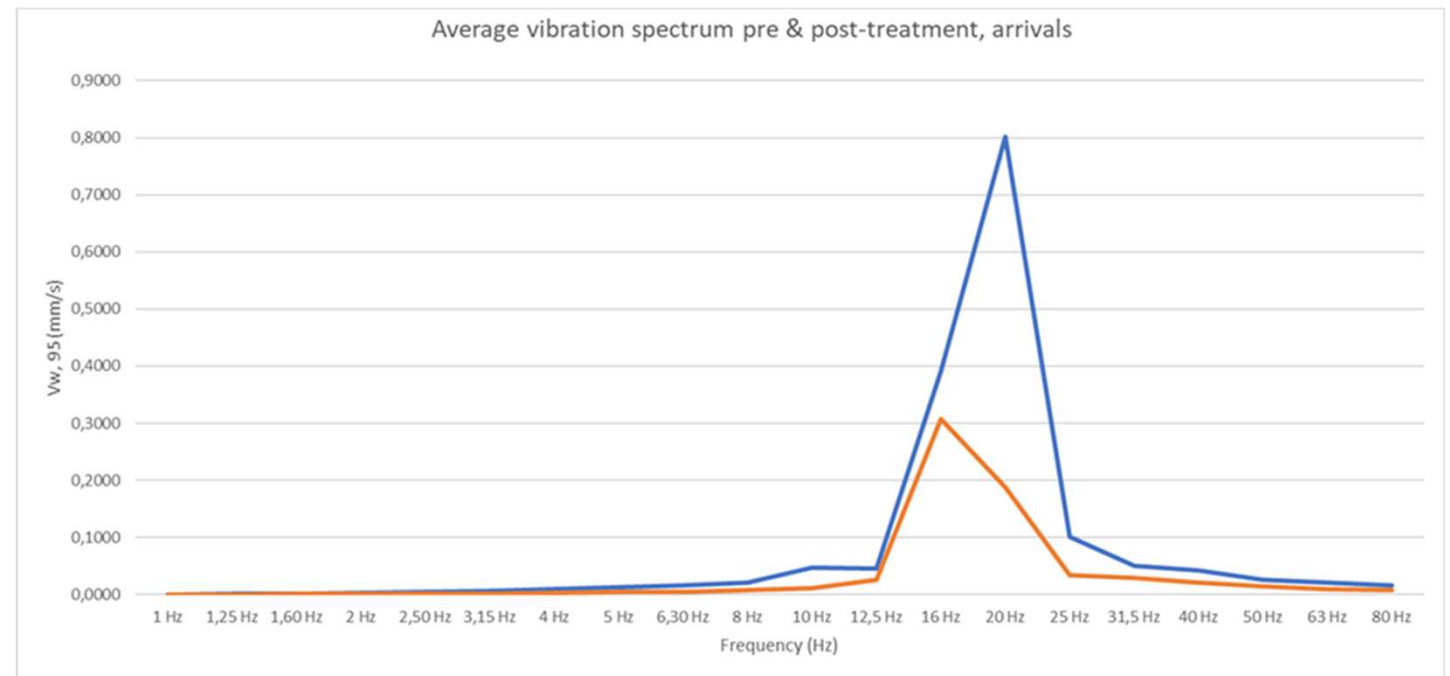


Dempingen gjennom overflygningen

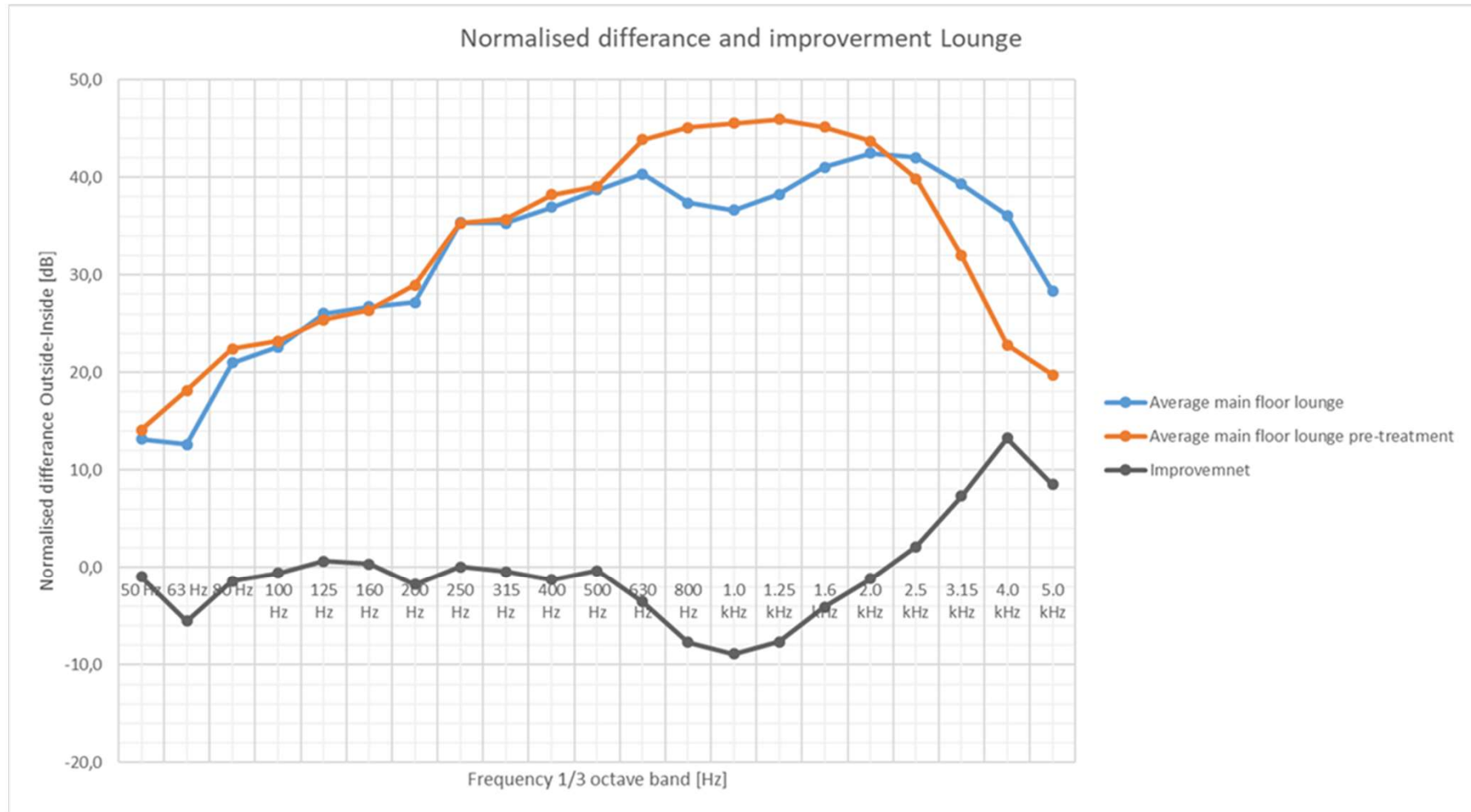


Reduksjonen i gulvvibrasjoner

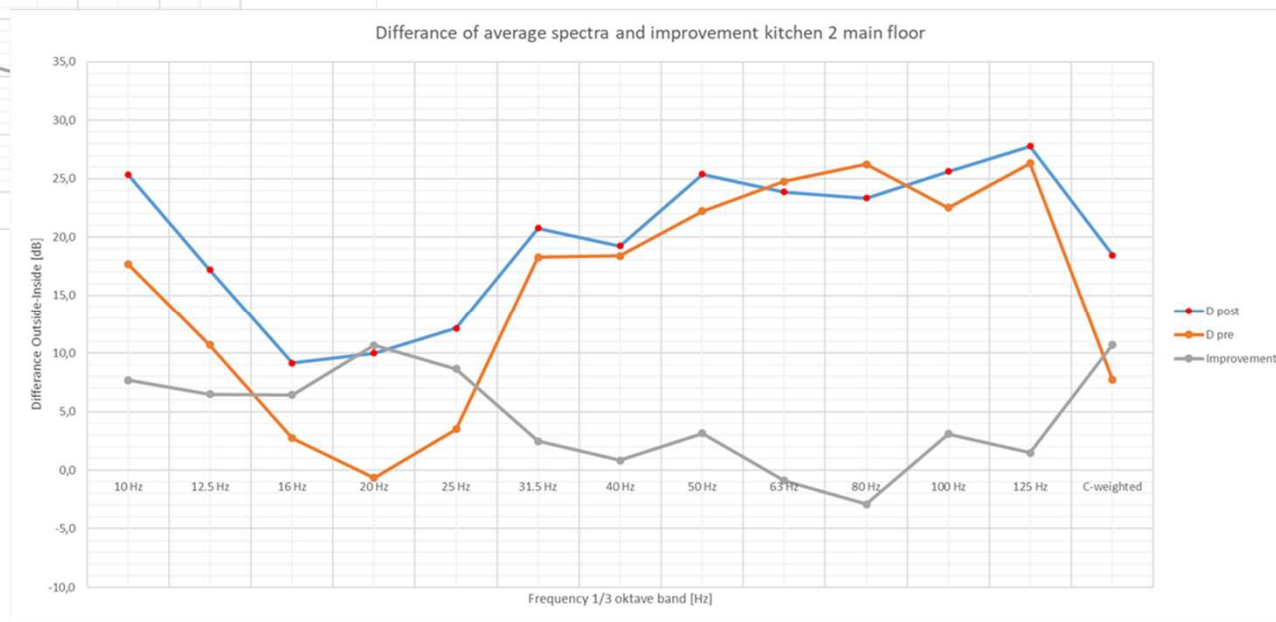
	Lounge floor	Lounge ceiling	Bedroom 1	Comments
Departures pre	0,53	0,529	-	
Departures post	0,419	0,648*	-	
Reduction	21%	-23%		Increase in ceiling level
Arrivals pre	1,427	0,858	0,48	
Arrivals post	0,543	0,5788	-	
Reduction	62%	33%		
NS8176 Class C limit	0,3			



Standardiserte bygningsakustiske frekvensområde



Økning i demping for frekvensområdet 10 – 125 Hz og C-veide



Konklusjoner

1. Det funker – 5-10 dB demping i C-veidenivåer
2. Gulvvibrasjoner eksitert av høye lydnivåer ved lavfrekvenser, nivåene redusert ved implementering av tiltak i vegg og tak
3. Krav er ofte stilt som A-veide nivåer – ingen endring. Målt i C-veidenivåer og kommentarer fra brukere understreker at lavfrekvent støy (og vibrasjoner) er dårlig regulert av krav stilt som A-veidenivåer
4. Dempingen oppnådd med bruk av vibrasjonsnøytralisator kun vises for nivåer over 87dBC utendørs
5. Flystøy er best målt med bakkerefleksjonsplate for å unngå kansellering av bestemte frekvenser (40Hz)

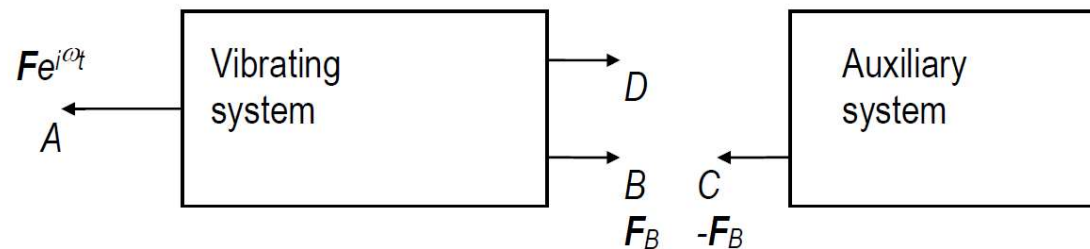
Vibrasjonsnøytralisator - teori

- Masse-fjær tilleggssystem benyttet siden 1902
- Matematisk analyse på plass i 1928

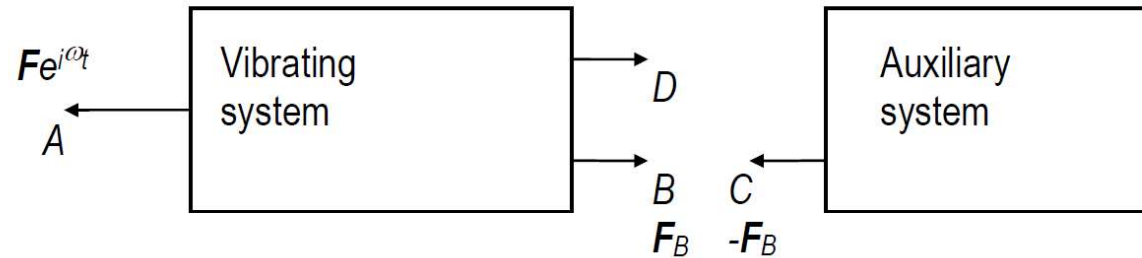
Analyse ved hjelp av mobilitet (hastighet/kraft)

Punktmobilitet for en fjær $M_{\text{fjær}} = i\omega/k$ hvor det er koblet til hovedsystem

Overføringsmobilitet er nødvendig for alle virkelige system: kraft ved B sin effekt på hastighet ved A, M_{AR}



Vibrasjonsnøytralisator - teori



Mobiliteten av tilleggssystem ved C

$$M_{CC} = \frac{i\omega}{k_A} - \frac{i}{\omega m_A}$$

Ved resonans $M_{CC} = 0$ og C stå stille

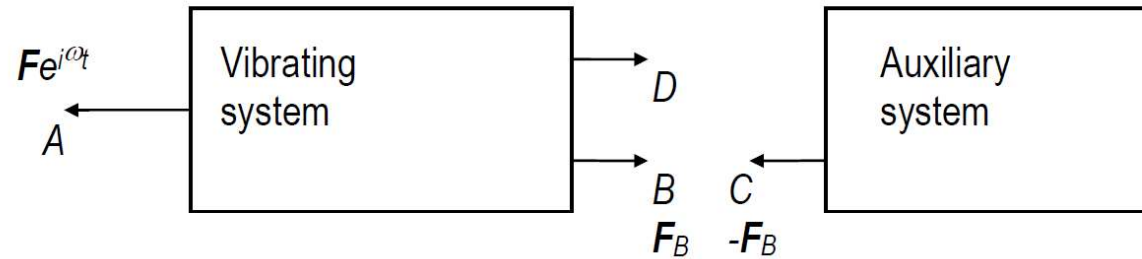
Hastighet ved mottakerpunkt D fra kraft input ved A etter at tilleggssystem er koblet til B

$$\dot{X}_B = F_A M_{BA} + F_B M_{BB}$$

$$\dot{X}_C = -F_B M_{CC}$$

$$\dot{X}_D = F_A M_{DA} + F_B M_{DB} = F_A \left[M_{DA} - \frac{M_{DB} M_{BA}}{M_{BB} + M_{CC}} \right]$$

Vibrasjonsnøytralisator - teori



2 ytterpunkter:

- Hvis A og B likt $\dot{x}_D = 0$
- Hvis tilleggssystemet er montert ved en node $M_{BB} = 0$ $M_{DB}=0$ og $\dot{x}_D = F_A M_{DA}$ systemet har ingen effekt