

## Akustisk prosjektering og kontrollmåling i Dokkhuset



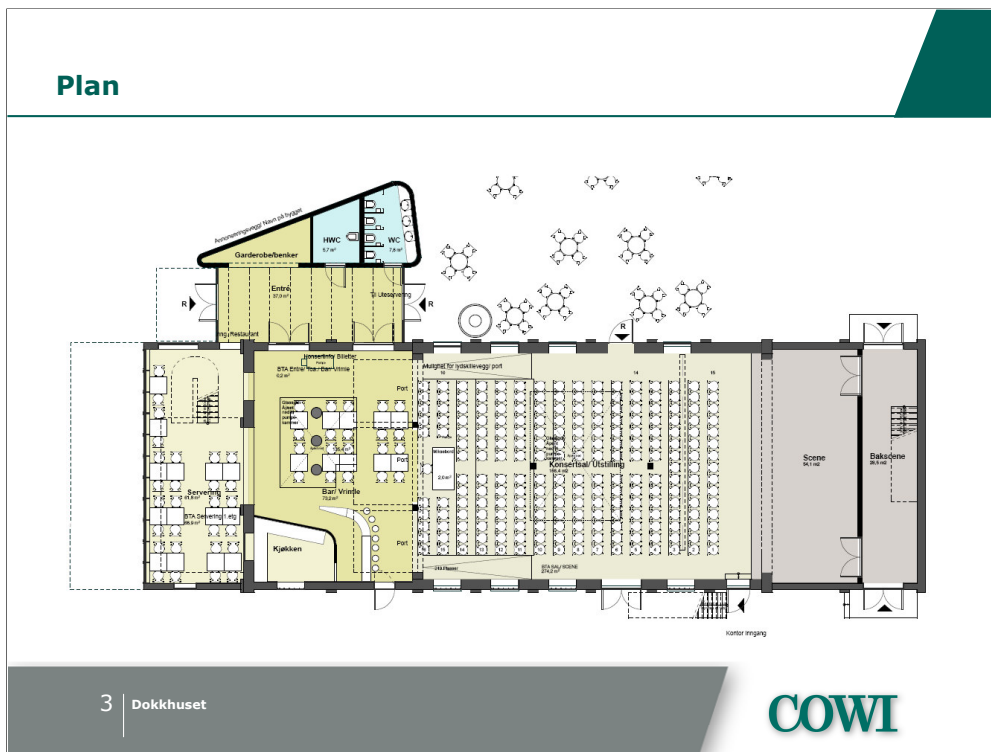
Svein Strøm og Bård Støfringsdal

## Under rehabiliteringen



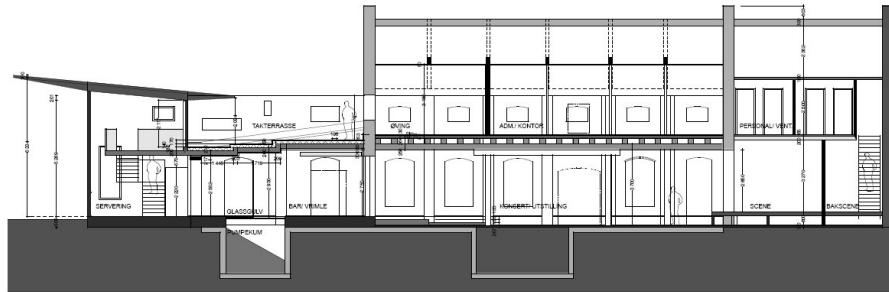
2 | Dokkhuset

COWI



- DOKKhuset var opprinnelig et pumpehus for dokkene til skipsverftet som lå ved Elvehavna i Trondheim.
- Bygget ble rehabilitert i 2006 og er nå en viktig konsertscene, primært utformet med tanke på kammermusikk og jazz. Bygget rommer i tillegg restaurant, bar, kontor- og øvingslokaler.
- Mye av de opprinnelige konstruksjonene og overflatene er beholdt, noe som stilte store utfordringer med tanke på lydisolasjon og romakustikk. Variabel etterklangstid er muliggjort ved hjelp av mobile tepper, men salens konstruksjon stiller utfordringer ved bruk av lydforsterkingsanlegg.

## Langsnitt



4 | Dokkhuset

COWI

## Fra sal



5 | Dokkhuset

**COWI**

## Fra scene



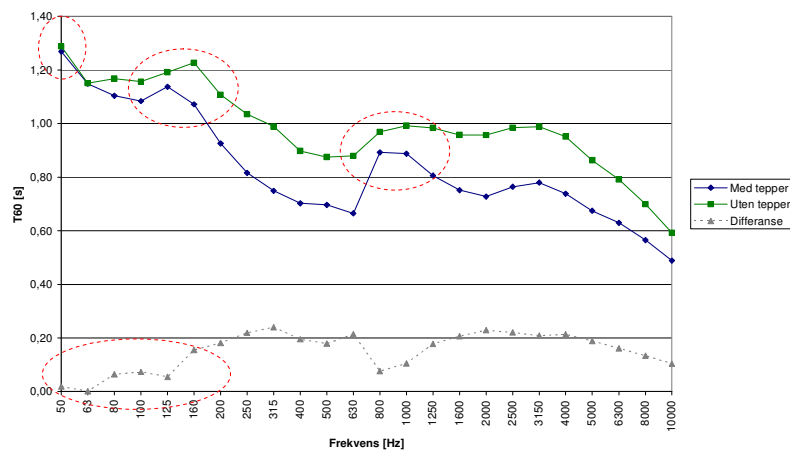
6 | Dokkhuset

COWI

### Tilbakemeldinger

- Publikum generelt fornøyde. Fin og varm lyd ved kammermusikk, men litt kort etterklangstid med mye publikum (lav takhøyde)
- Gode samspillforhold på scenen.
- Lydteknikere: Krevende å oppnå jevn og stram nok bassrespons. Krevende å mikke opp på scenen, spesielt med takmikser og trommeoverhead. Spesielt utfordrende med trommesett og perkusjon som f.eks. congas.

## Etterklangstid i konsertsal



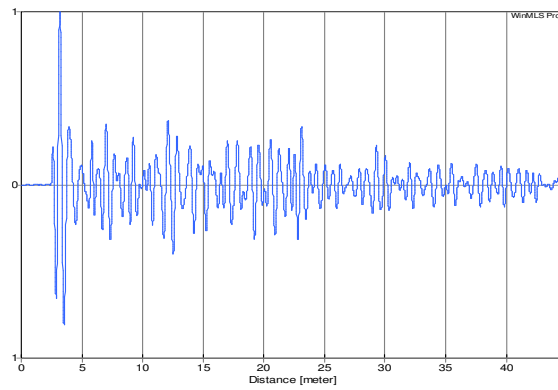
7 | Dokkhuset

COWI

- Målinger utført med sinusweep og WinMLS. Utvalg av romakustiske målinger i konsertsal / på scene.
- Måling med og uten mobile absorberer (tepper på rull i sal og på skinner på scene). Differanse ca. 0,2 s. **(1)** Redusert effekt under 200 Hz. Generell økning under 400 Hz: Betong / tegl + god vinduskonstruksjon + scenegulv. Gir varm klang for akustisk musikk, men mindre gunstig for forsterket musikk. I praksis større variasjon som funksjon av frekvens med full sal.
- (2)** Heving ved 1000 Hz: Flutterrekko på scene. Mer markert med tepper.
- (3)** Heving ved 125 - 160 Hz: Rektangulære ventilasjonskanaler? Avdekket og forsøkt utbedret like før åpning. Pålimte 20 mm absorberer, malt poretett. (Tilgjengelig materiale, krav til brann.) Kan bidra til redusert etterklangstid rundt 500 Hz.
- (4)** Heving ved 50 Hz: 001 rommode (Tak-gulv. Takhøyde ca. 3,2 m) Dessverre ikke robuste målinger under 50 Hz pga svakhet ved lydkort.

## Analyse av flutterrekko - 1

Impulsrespons, 500 Hz



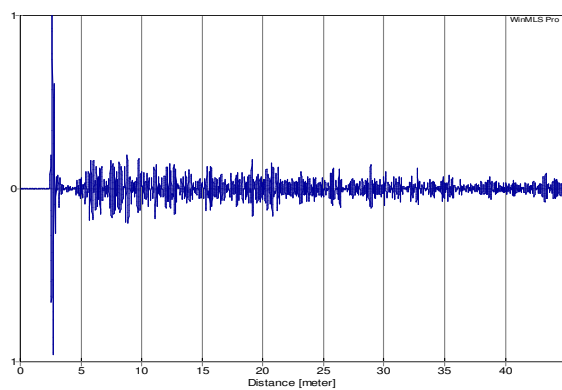
8 | Dokkhuset

COWI

- Båndpassfiltret impulsrespons, oktavbånd.
- Meter langs x-aksen

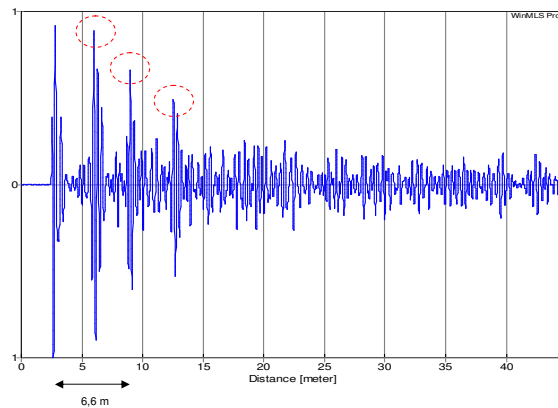
## Analyse av flutterekko - 2

Impulsrespons, 2000 Hz



## Analyse av flutterrekko - 3

Impulsrespons, 1000 Hz

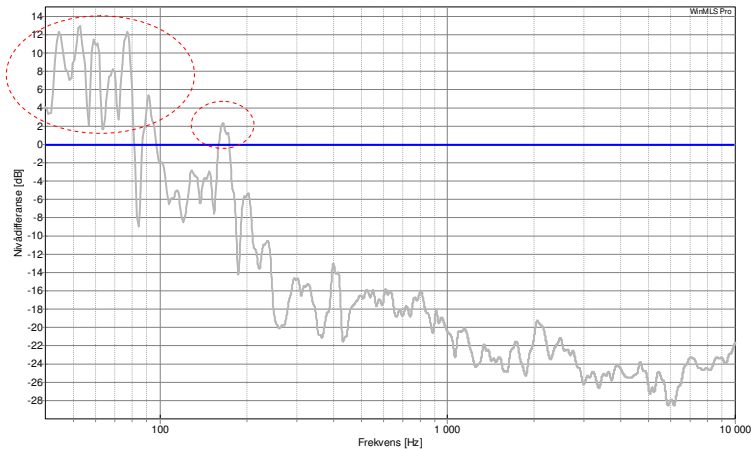


10 | Dokkhuset

COWI

- 3 tydelige pulser
- Periode lik ca. 6,6 m -> Avstand ca. 3,3 m (~takhøyde)
- Årsak: Tilnærmet parallelt tak/gulv med lite diffuserende elementer. Spesielt tydelig med tepper trukket for pga lavere etterklangtid på scenen + mindre diffusjon på vegger (tepper henger sammenfoldet i fire posisjoner når ikke i bruk, uten nisjer.)
- Økt etterklangtid rundt 1000 Hz er mer markert på scene enn i sal -> påvirker lydbildet ved oppmiking mer enn for akustisk musikk. Vil ikke være noe problem med mye utstyr/store ensembler på scenen.

## Respons scenegulv

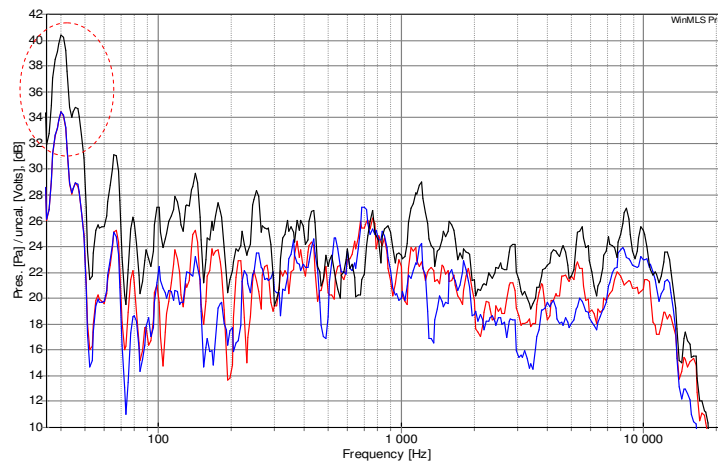


11 | Dokkhuset

COWI

- Har målt impulsrespons i scenegulv og i et sett punkt på scenen. Kilde: Halvkulehøytaler på scenegulv (Realistisk sammenlignet med kontrabass, basstromme etc.)
- Figuren viser nivåforskjellen mellom en mikrofon i scenegulvet og den midlede responsen på scenen.
- Merk sterke modale effekter. Ville blitt jevnere med flere mikrofonposisjoner i scenen.
- Vesentlig: scenen er en forsterker for lave frekvenser, med maks forsterking over 10 dB. Stort areal på scenegulvet kan gi vesentlig bidrag til etterklangstiden ved LF. Svinginger i scenen dør ut sakte.

## Respons fra høyttaleranlegg – 1

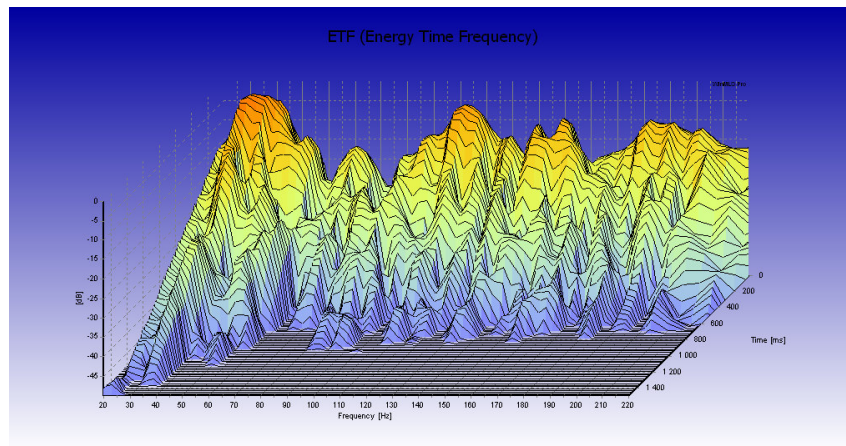


12 | Dokkhuset

COWI

- Frekvensrespons, målt gjennom høyttalerprocessor. Fronthøyttalere m/sub. (Blå - L, rød - R, svart - L+R)
- Merk sterke rommoder ved ca. 40 + 47 Hz. Fremtredende også i andre måleposisjoner i salen. Kan se på subplassering og ev. resonansabsorbenter. Hva med scenegulv?
- Må gjøre mer detaljerte målinger dersom aktuelt med tiltak for reduksjon/utjevning av LF-moder.

## Respons fra høyttaleranlegg – 2

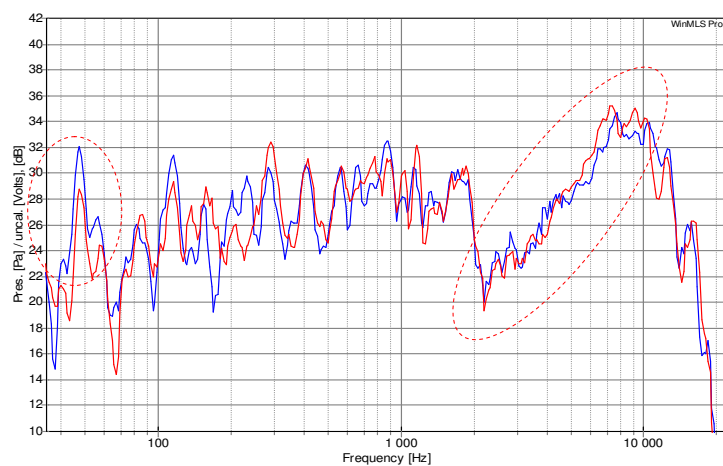


13 | Dokkhuset

COWI

- Viser tid-frekvensplott tilsvarende forrige plott med L+R. (Frekvensrespons for overlappende tidsvinduer)
- Merk: Viser kun et målepunkt -> stor variasjon i LF-respons avhengig av mikrofonplassering.
- Merk moder som dør ut sakte (svakt dempet.) Kan vurdere resonansabsorbenter, men vanskelig å designe i praksis + stort areal nødvendig.

### Respons fra høyttaleranlegg – 3



- Merk forskjell ved LF. 40 Hz svak, men også her sterk 47 Hz mode.
- Merk heving fra 2 - 10 kHz.