

Vind induceret strukturlydudstråling fra altanværn i nybyggede lejligheder

Dæmpningstiltag vha. Constrained Layer Damping

Anders Olsen

Vibratec Akustikprodukter ApS, Denmark

ao@vibratec.dk

NORSK AKUSTISK SELSKAP – Høstmøte 2019

Trondheim den 25.- 26. oktober



Indhold

- **Introduktion**
- **Motivation**
- **Problemanalyse**
- **Metodevalg**
- **Måling og analyser**
- **Anbefalinger og videre forløb**



Introduktion

- 160 stk. Nybyggede lejligheder I København. Udsigt over Øresund
- Design med åbne udavdendte U-profiler i altanværn(35 mm x 25 mm x 1350 mm/
35 mm x 25 mm x 1800 mm(Pergola)
- I alt 12.000 stk. balustre !
- Typisk lejlighed har ca. 60-80 stk. balustre
- Væsentlige klager fra beboere over “ syngende støj “ ved vindlast
- Specielt voldsomt problem på 10. og 11. etage og ved pergolaer
- Potentiel flanketransmission fra lejlighed til lejlighed via boltforbindelserne

Introduktion



Motivation

- Bygherres / developers krav til løsning

Ingen designændringer(undgå helt nyt design)

Samme arkitektoniske udtryk

Ingen visuel synlig løsning

Må ikke kræve demontering af nuværende konstruktion

Skal være holdbar over lang tid

Løse “ lyd” problemerne uanset vind og vejr

Ingen løbende vedligehold

Problemanalyse

Hvad definerer klagere/beboere som “syngende støj”

Kan være en opfattelse af aerodynamisk støj, altså støj fra turbolens fra bagsiden af profilerne når disse udsættes for vind

Kan være en opfattelse af strukturlydudstråling fra profilerne

Kan være en opfattelse af lyd og vibrationsproblem, fx rattling noise forårsaget af vortex shedding. Specielt pergolaer har potentielt dette problem!

Konklusion fra akustiker:

- Syngende “tone/toner” lydudstråling fra u-profil sider
- Let exciterbar struktur. Kan excites ved lette “klap” i hånden, tale, eller lav vindhastighed. Struktur synger bla. med ved ca. 300 Hz og 1000 Hz.
- Aerodynamisk induceret støj ikke speciel sandsynlig. Tonen ved turbulens vil variere fra 50-100 Hz, pga. Profilstruktur og vindhastigheder

Metodevalg

- Prøveopstilling af ende altanværn etableres hos Vibratec
- Vibratec tester forskellige løsninger
 - CLD constrained layer damping(substrat + viskoelastisk materiale + modplade
 - FLD free layer damping(substrat + compound(malet eller sprayet på struktur)
- I princippet kan anvendes free layer damping, altså en compound som sprayeres/ males på strukturen.
- Free layer fravælges dog af følgende årsager:
 - Struktur skal sandblæses på site
 - Struktur skal primes for at FLD vedhæfter
 - Det er vanskeligt at udføre indefra altanerne
 - Det er vanskeligt at få en “ pæn” overflade
 - Man riskikerer at “ compound “ falder ned i lejligheden nedenunder.
Maleafdækning er nødvendig
 - Der skal appliceres typisk 2-4 mm compound minimum. Svært at få et jævnt lag
 - Montage og hærkning tager lang tid
 - Free layer giver mindre dæmpning end CLD, men er frekvensuafhængig

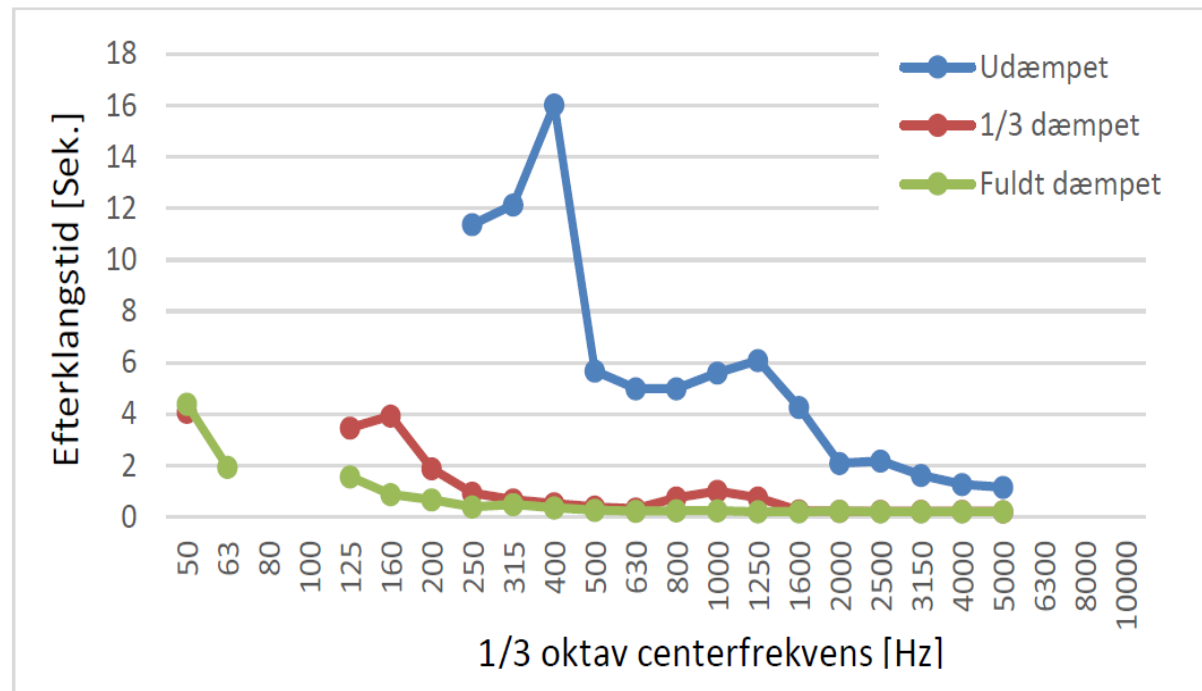
Metodevalg

- Forsøg med constrained layer damping
 - 1,5 mm akryl-polymer, type VT 7076 + dobbelt adhesive+ 2 mm stålplade
 - Ca. 33 % dækket (2 stk. 320 mm CLD elementer på ydersiden af hver baluster)
 - 100 % dækket (Plus 2 x 640 mm CLD elementer på ydersiden af hver struktur



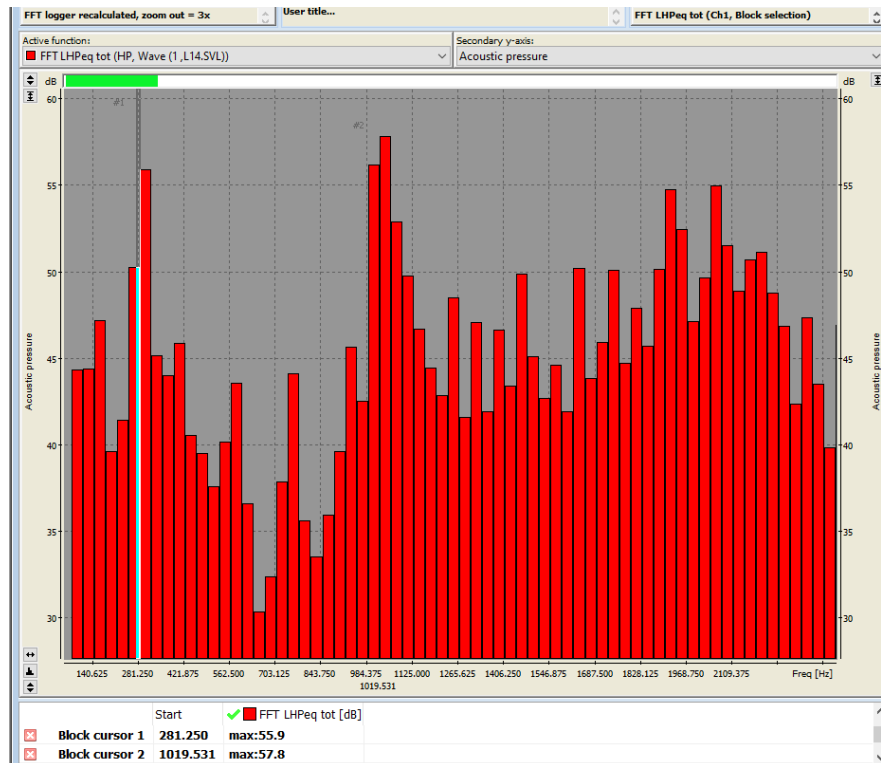
Måling & analyser

- Efterklangsmåling på test værn
 - Ca. 33 % dækket(2 stk. 320 mm CLD elementer på ydersiden af hver baluster)
 - 100 % dækket(2 x 320 mm + 2 x 600 mm CLD elementer på ydersiden af hver struktur)
- Dæmpningsmateriale: Akryl-polymer – 1,5 mm tykkelse



Måling & analyse

- Udæmpet altanværn
- Kritiske frekvenser, herunder bla.
 - 280 Hz
 - 1020 Hz



Måling & analyser

- 100 % Dæmpet endeværn, exciteret med modalhammer
- Kritiske frekvenser
 - 280 Hz er dæmpet ud
 - 1020 Hz er dæmpet ud
 - Øvrigt frekvensområde, dæmpet kraftigt

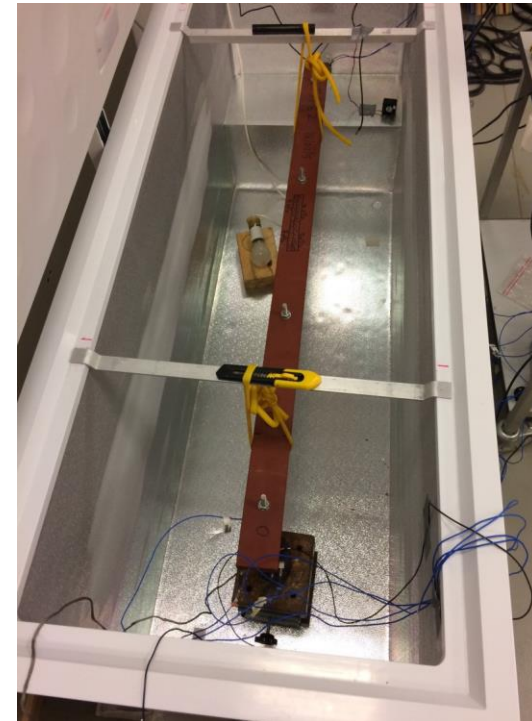


Optimering af løsning

- Test af polymerer ved forskellige temperaturer
 - VT 7078(2 mm akrylpolymer)
 - VT 7055(1 mm akrylpolymer)
 - VT 70 44(1 mm akry polymer)
- Test setup
 - ☐ Symmetrisk CLD configuration(2 mm stål + viskoelastisk lag + 2 mm stål), giver teoretisk maximal værdi for dæmpningsforhold

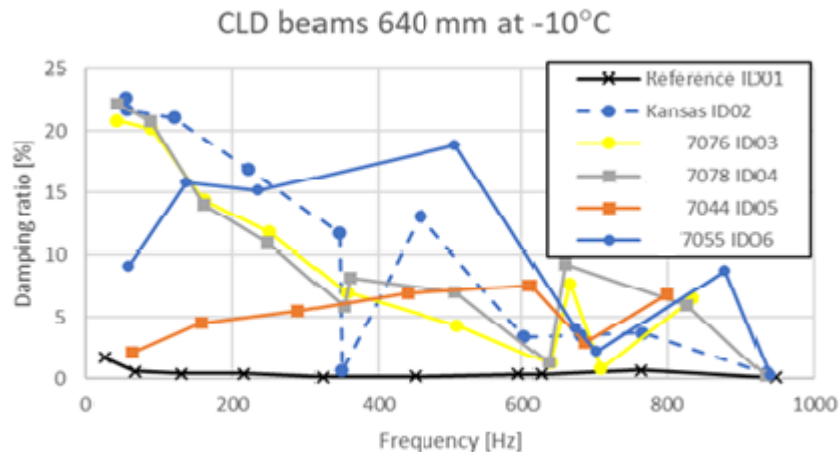
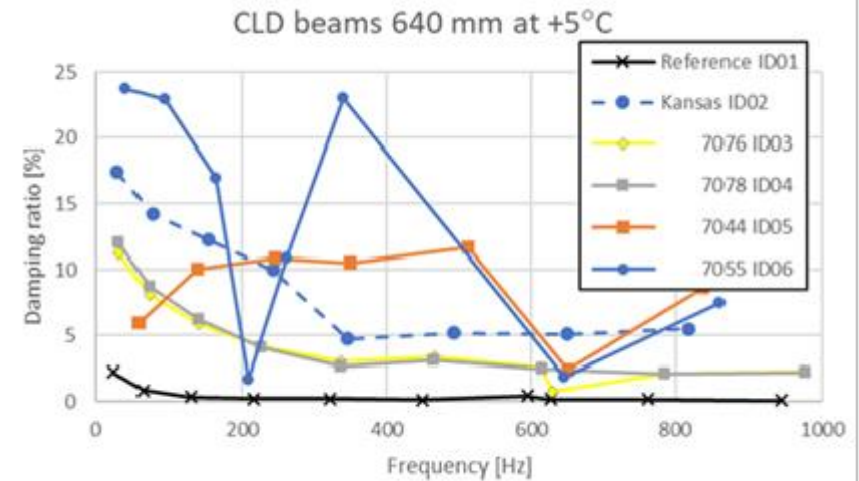
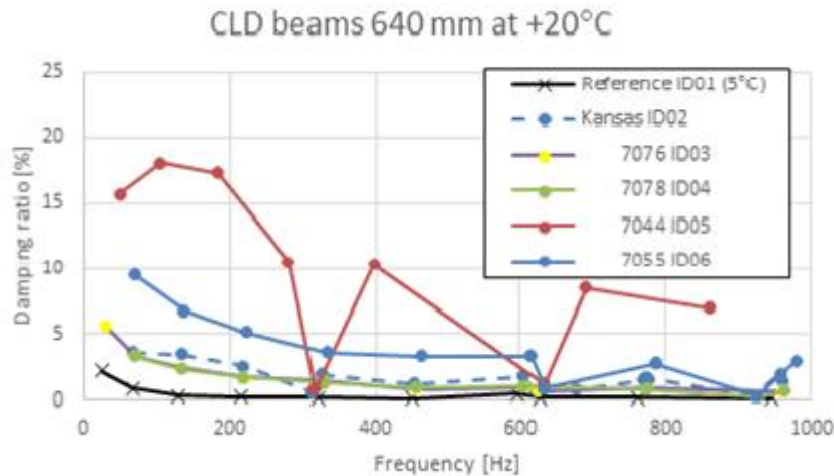
Måling & analyser

- Test setup
 - ❑ Testopstilling med shaker. Måling af FRF ved -10°C , $+5^{\circ}\text{C}$ og $+20^{\circ}\text{C}$
 - ❑ Målinger udført af Lloyds Consulting i Deres lab i København



Måling & analyser

- Dæmpningsmålinger



Vurdering af materialer

7076 og 7078 har lav dæmpning
7044 og 7055 bedste valg

Observer nogle frekvensdyk.

Årsag ; inplane modes.

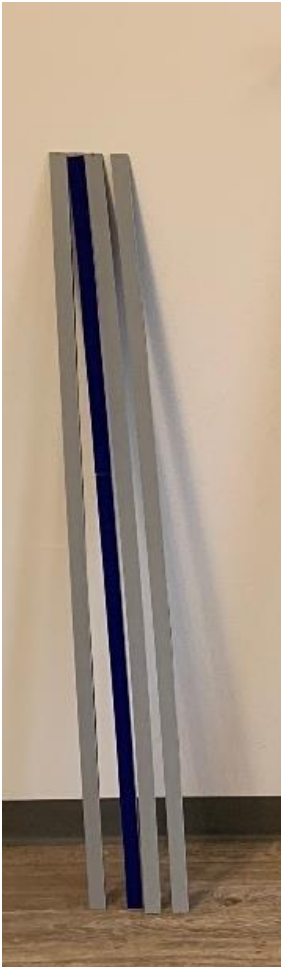
Kan verificeres på store samples

Anbefalinger og videre forløb

- Der monteres et færdigt ende altanværn med VT7044, med og uden fugning
- Endeligt Prøveværn fremvises for beboere
- Budget for CLD løsning med VT7044 gives på 5 testlejligheder
- Pergolaer skal besigtiges for tilstrækkelig dæmpning / eventual afstivning / vortex shedding.



Anbefalinger og videre forløb



Spørgsmål ?

Tak for opmærksomheden