

# Vibrationer och akustik i lätta byggsystem

## Återrapportering av ett projekt med finansiering från Byggrådet

---

*Institutionen för byggvetenskaper, LTH, Lunds universitet, Göran Sandberg, Kent Persson 2013-01-30*

### Bakgrund

Ansökan till byggrådet gjordes med utgångspunkt i tekniska och vetenskapliga frågor rörande vibrationer och akustik i lätta konstruktioner och med ambitionen att detta arbete skulle vara ett pilotprojekt för större projekt för institutionen. Planerna i detta omfattade ett Vinnovaprojekt och deltagande i ett Europeiskt projekt för erfarenhetsutbyte "COST Action FP0702" rörande lätta byggkonstruktioner. Utöver detta har projektet resulterat i ett samverkansprojekt med Aalborg Universitet, Statens Byggeforskningsinstitut i Danmark och Sveriges tekniska forskningsinstitut. Detta nämna nedan som resultat

### Teknisk och vetenskaplig bakgrund

Flerfamiljshus med lätta stomsystem blir allt vanligare. Det har många positiva konsekvenser när egentyngheden minskar med bibehållen nyttig lastkapacitet; materialåtgången minskar, transporter underlättas, stomresning underlättas. Utveckling av lätta stomsystem leder också indirekt mot en utveckling av tekniska plattformar. Dessvärre har inte regelverket eller designmetoder för att utforma lätta vägg- och golvkonstruktioner med hänsyn till svikt, stegljud och vibrationer generellt inte hängtt med. Vi ser idag återkommande fall där byggnader inte uppfyller ljudkrav för t ex ljudklass B trots att de normmässigt borde ha gjort detta.

Det finns två fundamentala egenskaper i lätta konstruktioner som måste kunna hanteras: 1) Golv och väggar är var för sig sammansatta konstruktioner som skall fungera som en enhet. Vi brukar kalla sådana system för ortotropa. 2) En byggnad måste också betraktas i sin helhet, den utgör en sammansatt konstruktion där man inte kan optimera varje del för sig. Delarna påverkar varandra så att man ur vibrationssynpunkt måste betrakta hela bygganden. (Ett traditionellt betonggolv är ur vibrationssynpunkt en homogen, isotrop konstruktion till skillnad från lätta konstruktioner som vanligtvis är inhomogena och ortotropa.)

### Tre projekt som blev resultatet av pilotprojektet.

AKULITE - ett Vinnovaprojekt i samverkan med Luleå tekniska universitet, Chalmers och Sveriges tekniska forskningsinstitut och ett flertal industriella partners. COST Action FP0702 som inkluderade ett 10-tal länder i Europa, se vidare länkar till projektet<sup>1,2</sup>. Det största projektet som blev en efterföljare till projektet i Byggrådets regi "Vibrationer och akustik i lätta byggsystem" är SILENT SPACES. Detta beskrivs här nedan uppdelat i arbetspaketen.

Produktionsteknik, Anne Landin (SE) - vad är acceptabel kostnadsnivå för åtgärder mot vibrationer och ljud, hur kan en önskvärd produktionsförbättring hanteras mellan entreprenör, byggherre och kund.

---

<sup>1</sup> [http://www.cost.eu/domains\\_actions/fps/Actions/FP0702](http://www.cost.eu/domains_actions/fps/Actions/FP0702)

<sup>2</sup> <http://extranet.cstb.fr/sites/cost/default.aspx>



Harmonisering av svenska och danska lagkrav, Birgit Rasmussen (DK) – skillnaderna gör det svårare för företag att arbeta gemensamt över regioner.

Vibrationer och stegljud i lätta och tunga konstruktioner, Kent Persson (SE) – krav på ökad prestanda i byggnader kräver nya designstrategier som tar hänsyn till samverkanskonstruktioner.

Mätmetoder, Delphine Bard (SE) - nya krav och nya konstruktioner och inte minst nya designmetoder kräver nya mätmetoder, både för design och för verifikation.

Designoptimering av periodiska strukturer, Lars Andersen, P.H. Kirkegaard (DK) – bostäder baserat på lätta konstruktionssystem är sammansatta konstruktioner och behöver optimeras för att uppnå önskvärd prestanda.

Simulering och topologioptimering av konstruktioner, Niels Olhoff (DK) – utveckling av nya designmetoder för största möjliga reduktion av höga vibrations- och störnivåer i byggnader.

Designoptimering av vibrerande utrustning, Segey Sorokin (DK) – i bostäder och kommersiella lokaler finns alltmer utrustning för ventilation energiåtervinning, det ger en ökad vibrationsbelastning speciellt i samverkan med lätta konstruktioner.

Projektledning och Implementering, Göran Sandberg,

Silent Spaces finansieras av EU:s Interreg projekt.

## Arbetet i projektet

### Syftet

Syftet har varit att söka hitta objektiva beskrivningar av vibrationer, stegljud och svikt som kan användas för att simulera beteenden i golv, vägg och övergångar mellan konstruktionselement. Det övergripande syftet har varit att skapa generell förståelse för lågfrekventa vibrationer, stegljud och svikt i lätta konstruktioner, både beträffande de fysiska förutsättningarna och påverkan på de boende. Mer specifikt har syftet varit att:

- Ta fram kunskap om vilka vibrationer och ljud vid låga frekvenser som är vanligt förekommande och hur dessa fortpantas i byggnaden,
- Skapa modeller som beskriver dessa och därefter kan användas för att prediktera vibrations- och stegljudsegenskaper,
- Föreslå åtgärder och metoder för hur konstruktioner skall kunna utformas för bättre vibrationskomfort.

### Projektinnehåll

Inom projektet har vi utfört vibrationsmätningar på ett antal golv- och väggkonstruktioner, såväl i laborationsuppställningar, bild 1-5 på omstående sida, som i nybyggnader (flerfamiljshus) bl a i Malmö och Halmstad, se bild 6 och 7. Beräkningsmodeller och beräkningsstrategier har utvecklats och kalibreras mot mätningarna, se bild 8-10. Detta för att visa på ett arbetsflöde mellan designprocess, konstruktionsprocess och hur detta skall förhålla sig till färdigt resultat. Härigenom har vi fått en verifikation på att beräkningsmodellerna har tillräckligt god kvalitet och hur nödvändigt det är att ha kontroll över såväl designstegen som utförandet. Mätningar har till exempel avsett egenskapsbestämning inför olika sammanfogningsätt och olika sammanfogningsprinciper av t ex golvsivor mot underliggande bjälklag och hur detta påverkat steg-



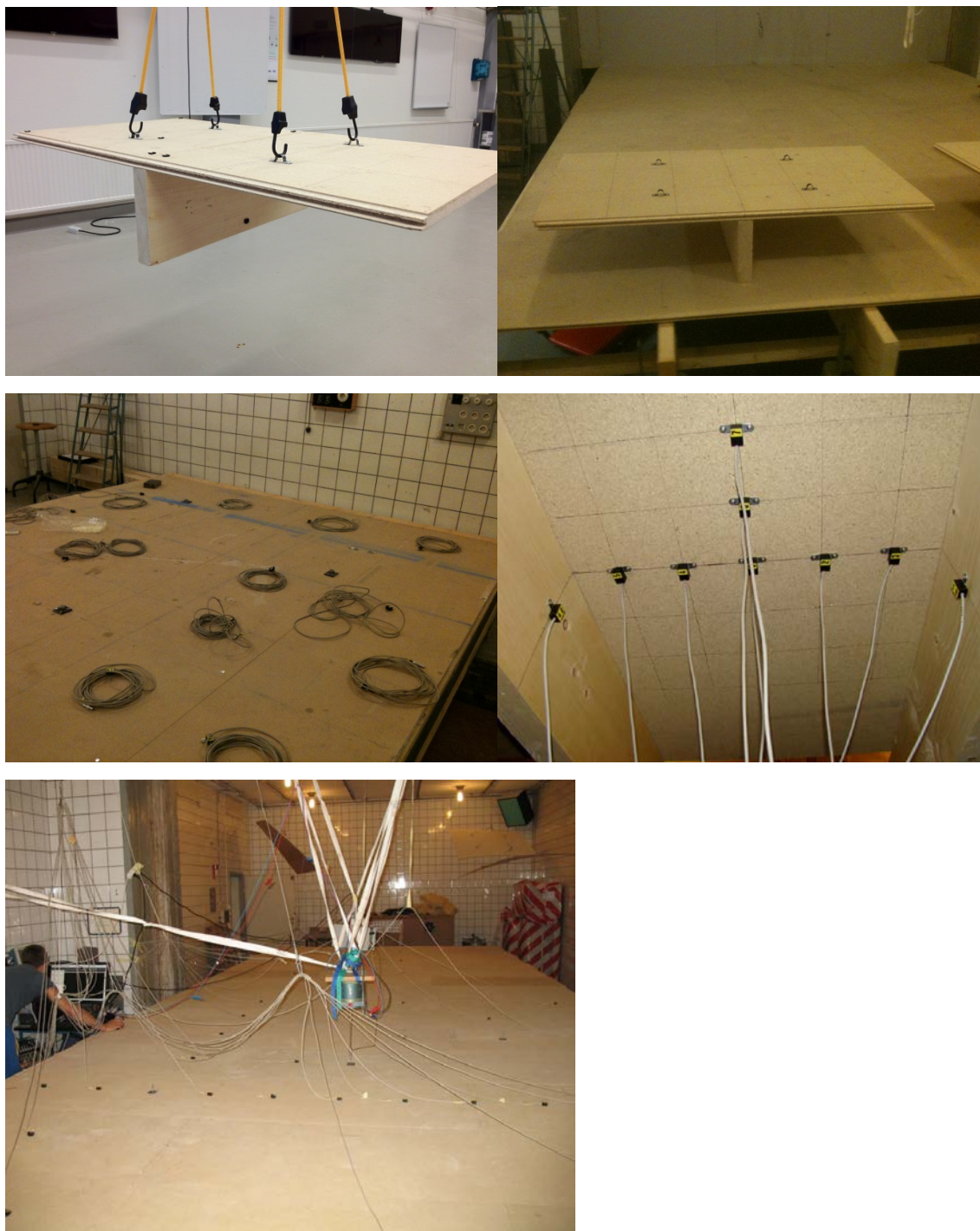
ljudsspridning. På modulgolv har vi både gjort mätningar, beräkningar och subjektiva tester med försökspersoner, se bild 12-13.

Arbetet har alltså bestått i

- Mätningar, objektiva på olika komponentnivåer och i fullskala
- Subjektiva tester på golvmoduler i laboratoriemiljö
- Simulering och beräkning för verifikation och för att studera komplexa beteenden i bjälklag och kompletta rumsmoduler



## Exempel på mätningar i laboratorieuppställningar



**Bild 1-5:** Exempel på mätningar i laboratorieuppställningar. Bild 1 visar uppställning för att jämföra olika fastsättningar mellan skiva och bjälklag under kontrollerade omständigheter. Bild 3 -5 visar ett mer komplett bjälklag där indata från mätningar och beräkningar i enlighet med Bild 1 har använts.

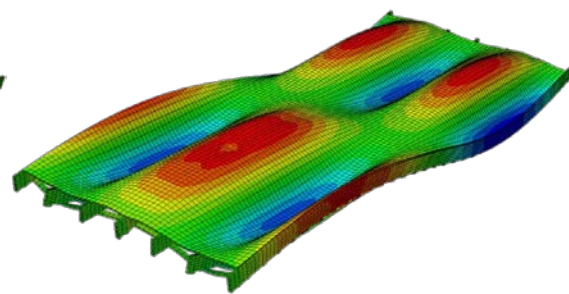
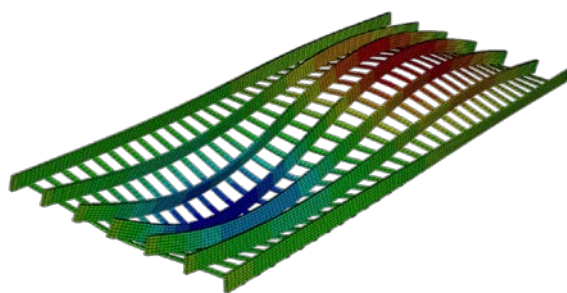
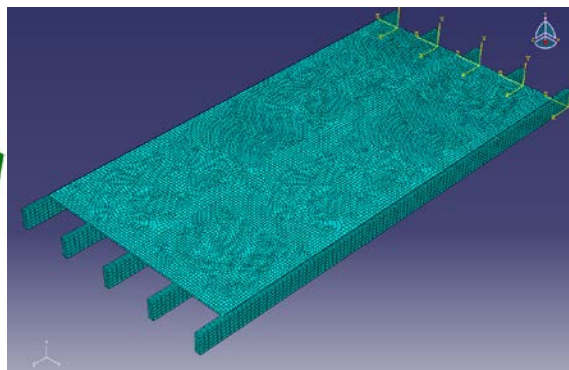
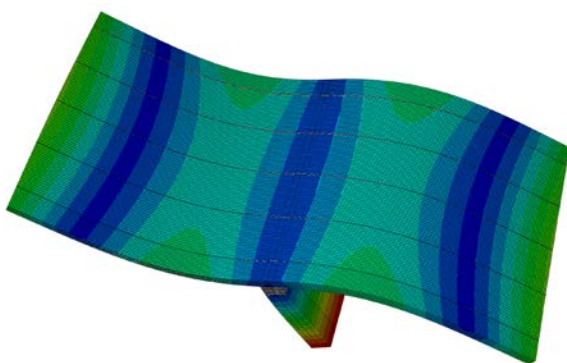






**Bild 6 och 7:** Visar mätningar i nyproducerade flerfamiljshus. Notera att mätningar sker både i golv, i tak och på väggen samt på anslutande golv. Detta för att identifiera transmissionsvägarna.

*Exempel på modellering och beräkning*



**Bild 8-11:** Visar exempel på olika simuleringar för att verifiera och studera olika beteenden i bjälklaget. Bild 8 är en simulering som sker i samspel med mätningen enligt bild 1 för att bestämma egenskaper i sammanfogningen mellan skiva och träbalk. Det visar sig ha stor betydelse för beteendet hos hela bjälklaget.





**Bild 12 och 13:** Subjektiva test på svikt och stegljud har utförts på ett antal bjälklag i laboratorieuppställningar. Bild 13 visar de sju olika modulbjälklag som hanterats, cirka 3 ggr 6 meter vardera.

## Slutsatser

Genom projektet *Vibrationer och akustik i lätta byggsystem* med finansiering från Byggrådet etablerade vi en struktur kring vårt arbete med mätning-modellering-simulering-verifikation som vi kunde bearbeta. Genom ytteligare projekt, som till exempel Silent Spaces som efter en tid kom att löpa parallellt med projektet från Byggrådet, har institutionen etablerat en kunskapsbas och erfarenhetsbas som är värdefull för institutionen. Vi menar också att dessa kunskaper är värdefulla för industrin, inte minst genom att examensarbeten har skett i anslutning till projektet. Det är genom människor i verksamhet som resultat kan överföras.

## Tack

Institutionen för bygghvetenskaper tackar Byggrådet för det stöd vi fått genom detta projekt.

## Eftertext

Silent Spaces har sitt slutseminarium den 27 februari i Köpenhamn, se bifogat program. Byggrådet, styrelsen och andra medlemmar är varmt välkomna.



**LUNDS**  
UNIVERSITET