

Ljud och vibrationer i lätta byggnader

Projektet AkuLite pågår i tre år och är nu mer än halvvägs, det ska avslutas i januari 2013. Det föregicks av en lång process som startade i januari 2007 med bred samling av forskare och industri för att få igång projekt och lösa de uppenbara problemen med att ljudmätningar och ljudkrav inte stämmer överens med människors upplevelser i lätta byggsystem. Vi sammanfattar här några av de aktiviteter som pågår och de resultat och verktyg som successivt tas fram.

Intresset är stort för att öka kunskapen om akustik när man bygger med lätta byggsystem. Ju mer komplexa systemen blir, desto mer kunskap behövs för att förhindra störningar från låga frekvenser och vibrationer och att säkerställa kvaliteten i byggskedet. Projektet AkuLite står för en stor del av nuvarande svensk forskning inom området.

Lätt byggt teknik

Lätt byggt teknik används idag på flera olika sätt som klarar relativt höga akustiska krav. Det kan ske genom industriellt tillverkade byggsystem, såsom:

- Färdiga volymer som staplas ovanpå varandra till färdiga byggnader
- Platta balkelement som sammanfogas på plats i en väl fungerande process
- Platta element bestående av homogena träkonstruktioner (alternativt volymer)
- Stålbalksbjälklag
- Platsbyggda konstruktioner av olika slag.

Inom AkuLite utvecklar vi metoder som ger förutsättningar för att ytterligare förbättra konstruktionerna och samtidigt kunna ge grunderna för en framtida säkrare projektering. Därigenom stärks Sveriges konkurrenskraft inom området. I princip alla svenska

system är utvecklade för att möta högre krav än vad som finns angivet i Boverkets byggregler (BBR). Det är bra, men i takt med att antalet svenska och utländska tillverkare växer är det viktigt att regelverket direkt styr mot moderna värderingsmetoder så att utvecklingen automatiskt styr åt rätt håll. Vidare, hur ska man kunna konkurrera på sikt, när det inte går att förutsäga eller projektera på lika villkor som andra stomsystem? Det krävs oerhört mycket mer kunskaper för att möta framtidens behov! Det är därför viktigt att forskningen fokuseras på lättbyggnadstekniken, i synnerhet då denna teknik inte har kunnat utvecklas i takt med regelverket på samma sätt som tunga stomsystem kunnat göra.

Nådde god ljudisolering

När brandkraven förändrades år 1994 började en mer intensiv utveckling av lätta stomsystem i flerfamiljshus. Då talades mycket om brand och ljud. De flervånings bostadsbyggnader som tidigt uppfördes hade då "tilläggskrav" för ljud som gick långt utanför dåvarande minimikrav i BBR. All tillgänglig kunskap visade redan då att ljudisoleringen var en enskild teknisk aspekt som måste lösas för att inte riskera att en framtida industrigren stälptes innan den fått en chans. Projekt såsom Orgelbänken och Wälludden, i Linköping respektive Växjö, byggdes med tilläggskravet att stegljudsnivån LB (Bodlunds index) skulle understiga $LB \leq 62$ dB, ett krav som sträckte sig ner till 50 Hz men ändå ett ytterst måttligt krav som närmast kan sägas svara mot nuvarande minimikrav i BBR. Man visade att det gick att bygga lätt och skapa en god ljudmiljö, väl i klass med vilket traditionellt stomsystem som helst.



Montage av lättelemt i det nya elevhemmet i Lindesberg.

Forskningen inom AkuLite

Forskningen på 1990-talet avstannade till stora delar successivt. Först i samband med AkuLite har forskningen spetsas till extra för lättbyggnadsindustrin. Arbetet bedrivs i sju arbetspaket, på engelska Work Packages (WP). WP 1 till WP 5 är i full gång och beskrivs nedan. WP 6 och WP 7 ska använda resultaten från de andra arbetspaketen och är under uppstart.

WP 1 Subjektiv upplevelse



Inom WP 1 har ett frågeformulär tagits fram som ska användas för den subjektiva undersökningen av ljud i lätta stommar. Frågeformuläret har bred förankring i övriga Europa eftersom det tagits fram i samarbete med COST-nätverket TU 0901. Svar från boende kommer att jämföras med objektiva mätningar i samma objekt. Formuläret finns tillgängligt både på engelska och svenska och kommer att användas i flera angränsande projekt, bland annat det europeiska projektet AcuWood. Vidare har laboratorieutrustning utvecklats för subjektiva lyssningsförsök med inspelade ljud från verkliga hus. Metoden redovisades vid konferensen Forum Acusticum i Aalborg i juni 2011.

WP 1-ledare: Pontus Thorsson, Chalmers, pontus.thorsson@akustikverkstan.se

WP 2 Fysikaliska modeller för stomljuskällor



WP 2 arbetar med att ta fram källkaraktistiska för stegljudsmaskin, fotsteg och andra stomljuskällor i lätta konstruktioner.

En modell för att beräkna inmatad kraft och inmatad effekt från olika källor beroende på underlag utvecklas och presenterades vid konferensen Forum Acusticum i Aalborg i juni 2011. Mobilhets- och vibrationsmätningar med hammarapparat har gjorts

i lab, även på tunga bjälklag. De första laborietesterna har genomförts på lätta stålbjälklag. Beräkningsmodellen är utformad så att tidsförloppen av vibrationerna i bjälklaget och kontaktkrafter mellan källa och bjälklag kan beräknas i stället för enbart frekvensinnehållet, vilket är användbart för att studera den subjektiva störningen från stegljud inom WP 1.

WP 2-ledare: Krister Larsson, SP Akustik, krister.larsson@sp.se

WP 3 Beräkningsmodeller



Inom WP 3 har laboriemätningar genomförts för en kombinerad golv- och väggstruktur monterad i laboratoriet i Lund. Mätningarna ska användas för att verifiera en modell för beräkning (prediktering) av ljudutbredning i lätta stommar. För närvarande genomförs mätningar på fem olika bjälklag inklusive knutpunkter (se också WP 5). Även dessa resultat ska användas som underlag för kalibrering av beräkningsmodellen. Mätresultaten kommer också att utgöra underlag för subjektiv värdering av olika typer av konstruktioner.

WP 3 har också genomfört mätningar i ett objekt enligt ”mätmall” framtagen inom WP 5 som bland annat ska användas som underlag för laborietester inom WP 1.

WP 3-ledare: Delphine Bard, LTH, delphine.bard@acoustics.lth.se

WP 4 Befintliga subjektiva och objektiva data



Inom WP 4 utvärderas bland annat osäkerheten i befintliga mätmetoder. Ett examensarbete genomfördes 2010 och resultaten presenterades i en konferensartikel 2010. Resultaten sammanställs just nu i ett gemensamt dokument som sedan kan användas för att värdera vilka projekt som är lämpliga för subjektiva tester och vilka som behöver kom-

pletteras med hänsyn till den mätmall som tagits fram i projektet, se WP 5.

Vidare har subjektiva tester med frågeformulär genomförts med den metod som är framtagen inom WP 1. Tillsammans med SBUF har tio nya och ett flertal befintliga byggprojekt utvärderats och analyserats. Allting presenteras i AkuLite rapport nr 2.

Slutligen har en särskild utvärdering av två byggprojekt gjorts och detta har lett till att också processens påverkan på slutresultatet ska studeras för att säkerställa ljudisoleringen i färdiga byggnader. Bland annat har ett examensarbete genomförts för att särskilt identifiera var i processen fel kan uppstå. Det slutredovisades augusti 2011.

WP 4-ledare: Klas Hagberg, SP Träteknik och WSP, klas.hagberg@sp.se

WP 5 Nya mätningar



Inom WP 5 har detaljerade ljud och vibrationsmätningar genomförts i flera projekt. För detta har en särskild ”mätmall” utarbetats som ska användas i fält. Detta innebär att standardiserade mätningar för luft- och stegljud har utförts i utökat frekvensområde 20 till 5 000 Hz i tre objekt under 2010 (flerbostadshus). Därtill görs impuls- mätning med en så kallad ”japanboll”, vibrationsmätningar kring flankerna samt bestämning av statisk nedböjning. Samtliga mätningar sträcker sig långt ner i frekvens då tidigare erfarenheter från frekvenser under 50 Hz är begränsade samtidigt som de har betydelse för den totala ljudupplevelsen i trähus.

Vidare har under hösten 2010 fem förtillverkade moderna träbjälklag byggts upp i en stor laboratoriehall i Växjö. Dessa bjälklag har sedan använts för att undersöka upplevelsen av vibrationer. Försökspersoner har fått vistas på bjälklagen där de under tiden har fått beskriva hur de upplever vibrationerna, både som en konsekvens av egen och andras aktiviteter.

Mätningar av bjälklagens tekniska egenskaper har också utförts. Mätresultaten utvärderades under våren

2011 bland annat för att eventuellt finna samband mellan upplevelsen och bjälklagens tekniska egenskaper. Resultaten från WP 5 utgör ett viktigt underlag för WP 6.

WP 5-ledare: Fredrik Ljunggren, LTU, fredrik.ljunggren@ltu.se

WP 6 Korrelation mellan subjektiva och objektiva utvärderingar

WP7 Krav för ljud, vibrationer och svikt inkl samverkan

WP 6 och WP 7 ska använda resultaten från de andra arbetspaketen och är under uppstart.

Industriell utveckling

Allteftersom projektet framskrider ökar kunskapsmassan och vi ser nya system och byggmetoder utvecklas både i Sverige och utomlands. De som antar utmaningen och bygger ”lätt” satsar ofta en betydande peng på att utveckla god akustik och frihet från besvärande vibrationer och de får ett försprång som kommer att betala sig. Kvarteret Linnologen i Växjö, som är uppfört med Martinsons byggsystem, vann nyligen Stora samhällsbyggnadspriset. Den tekniska utvärderingen skedde med hjälp av Linnéuniversitetet, SP Träteknik samt Lunds tekniska högskola och finansierades av Linnéuniversitetet och Centrum för byggande och boende med trä (CBBT).

Andra tillverkningsindustrier driver systemutveckling, parallellt med sitt engagemang inom forskningsprojektet, och bygger nya flervåningshus med fokus på god ljudisolering och frihet från vibrationer.

Några exempel är:

- Nytt elevhem i Lindsberg – Masonite Lättelement AB (NCC)
- Kv Kullen i Nordmaling – Masonite Beams AB (OF Bygg)
- Kv Fullriggaren i Malmö – Dero-me
- Ny universitetsbyggnad i Växjö – Moelven Töreboda AB (Peab)
- Flera volymbyggen i trä – Lindbäcks bygg och Setra.

Alla dessa byggsystem, byggmetoder och processer utvecklas ständigt. Det som tydligast visar sig i utvecklingen är att:

- Systemen måste utvecklas och optimeras för att sänka kostnader och ändå ge ”säkra” slutresultat (processstänkande är viktigt).
- Konkurrerande system kommer in från utlandet.

Och det går fort – riktigt fort. Tillväxten av nya tillverkare av lätta byggsystem går fort tack vare draghjälp från forskningen, och intresset för svensk forskning och utveckling växer även utomlands.



Moderna bjälklag har utvärderats i Växjö genom både subjektiv upplevelse och objektiva mätningar.



Linnologen i Växjö, som är uppfört i lätt byggt teknik, vann nyligen stora samhällsbyggnadspriset. Akustik och vibrationer har utvärderats inom AkuLite.



Mätutrustning i Nordmaling.

Resultat och publikationer

Resultat från AkuLite har presenterats i vetenskapliga och populärvetenskapliga artiklar, konferensbidrag, rapporter, arbetsrapporter, hittills totalt mer än 40 publikationer. Resultat har även presenterats muntligt vid seminarier och workshops.

En särskild rapportserie har skapats för AkuLite. Den första i denna serie är Ljudisolering i trähus – en handbok för konstruktörer. Den är skriven av Sten Ljunggren på Kungliga Tekniska högskolan som är vetenskaplig rådgivare i projektet och har getts ut som SP Rapport 2011:10. Formas har finansierat framtagning av manus. Tryckning och slutredigering har finansierats via företag som medverkar inom AkuLite.

Internationell samverkan inom FoU och standardisering

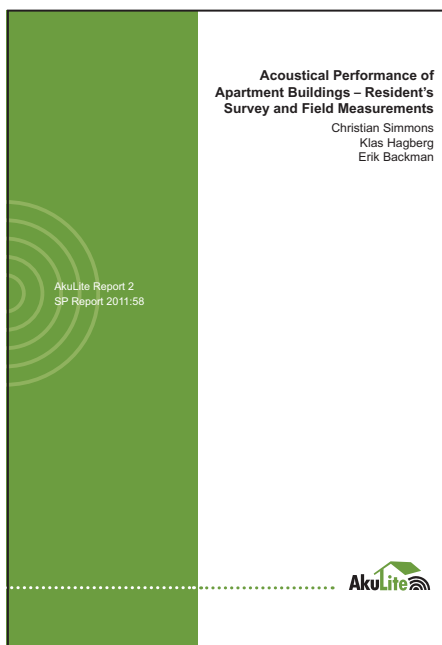
AkuLite samverkar nära med europeiska forskningsprojekt, framförallt AcuWood och Silent Spaces, med två nätverk inom COST, ett som rör akustik i träkonstruktioner och ett som rör nationella regelsystem, samt med internationell standardisering. I samtliga fall sker ett ömsesidigt utbyte av resultat och erfarenheter.

Resultat från AkuLite har presenterats vid många konferenser världen över. Delprojektledare inom AkuLite drev en egen session på Forum Acusticum i Aalborg i juni 2011 (tillsammans med National Research Institute i Kanada) samt var därtill inbjudna att hålla föredrag på ett akustiksymposium i Schweiz i maj för att beskriva svenska byggsystem. USA som länge byggt i trä lovordar Sveriges – Vinnovas och Formas – satsningar när det gäller akustikforskningen inom lättbyggnadstekniken. John Lo Verde från ett konsultbolag i USA sa t ex under konferensen ICA 2010, efter att ha lyssnat på ett av våra svenska föredrag: "Finally – this is exactly the way the research has to take in order to move forward within building acoustic research".

Svensk forskning och svensk byggnadsindustri skapar således ett mycket stort intresse utomlands.



Handboken Ljudisolering i trähus har getts ut som första publikation i AkuLites rapportserie.



Akustisk utvärdering av tio befintliga byggprojekt presenteras i AkuLite rapport 2.

Projektledare



Klas Hagberg, SP Träteck och WSP
Projektledare AkuLite
tel: 0702-132 610
klas.hagberg@wspgroup.se
klas.hagberg@sp.se

Medverkande företag

CBBT, Centrum för Byggnad och Boende med Trä
TCN, TräCentrum Norr
TMF, Trä- och möbelföretagen
Christian Berner
Derome Hus
EuroProfil
Gyproc
Götenehus
Knauf Danogips
Lindab
Lindbäcks Bygg
Martinsons Byggsystem
Masonite Beams
Masonite Lättelement
MHM Scandinavia
Moelven Töreboda
NCC via SBUF
Saint – Gobain Isover
SoundCon
Stora Enso Timber
Vidéum

Medverkande konsultbolag

A2 akustikmätningar
Akustikforum
Akustikverkstan
Bjerking
Gårdhagen akustik
Ramböll Sverige
Simmons akustik & utveckling
Tyréns
WSP Akustik
ÅF Ljud och vibrationer

Medverkande forskningsorganisationer

Chalmers
Linnéuniversitetet
Luleå tekniska universitet
Lunds tekniska högskola
SP Akustik
SP Träteck

Offentliga finansiärer

Formas
Kontakt: Jacob Silva Paulsen
VINNOVA
Kontakt: Eva Esping

Fler kontakter

Bengt Adolphi, Setra Group
Ordf. Industriella rådet
tel: 0705-93 13 36
bengt.adolphi@setragroup.se

Sten Ljunggren, Prof emeritus
Vetenskaplig rådgivare
tel: 070-661 35 88
sten.ljunggren@telia.com

Birgit Östman, SP Träteck
Senior advisor AkuLite
tel: 010-516 62 24
birgit.ostman@sp.se