



Godisfabriken i Gävle.

Utvärdering av olika parametrar som påverkar flanktransmissionen i byggnader med trästomme

I takt med att allt fler byggnader med stomme i KL-trä uppförs så kan det konstateras att det förekommer ganska stora variationer vad avser ljudisolering mellan olika rum, och då primärt luftljudsisoleringen. Dessa variationer kan inte enbart kopplas till osäkerheter i mätmetoder och olika detaljer i samband med uppförandet av byggnaderna [1],[2]. Kännedom om andra tänkbara parametrar som påverkar ljudtransmissionen är därför viktigt för att bättre optimera våra byggnader i framtiden. Vi vet av erfarenhet att det är vanligt att flanktransmissionen (transmission via angränsande byggdelar) får betydande inverkan på hur god luftljudsisoleringen kan bli i byggnader med trästomme. I en avhandling som nyligen försvarades [3] har parametrar såsom byggnadshöjd och bärriktning på KL-träelement undersökts för att värdera hur det kan påverka flanktransmission i byggnader med trästomme. Denna artikel sammanfattar några viktiga resultat och slutsatser från avhandlingen för KL-träbyggnader [3].

samlat in tillräckligt med data för ljudisoleringen via knutpunkter, det så kallade vibrationsreduktionsindexet, K_{ij} , vilket beskrivs som en knutpunkts ljudisolering. K_{ij} kan förbättras med akustiska mellanlägg i knutpunkten. Däremot reducerar akustiska mellanlägg endast ljudisoleringen i en specifik riktning, vilket måste beaktas då vissa riktningar/transmissionsvägar kan försämrats [7], [8]. Vertikal slutlig ljudisoleringen mellan två rektangulära rum kan beräknas genom att beakta 12 olika flanktransmissionsvägar, se *Figur 1*, som visar 6 stycken. Dessa flanktransmissionsvägar är påverkade av flertalet parametrar, exempelvis area av strålande ytor, bärriktning av element och statisk last.



Erik Nilsson
Acouwood AB



Klas Hagberg
Acouwood AB

Flanktransmission i träbyggnader

Ljud som indirekt förflyttas från ett utrymme till ett annat via skiljekonstruktionens anslutande byggdelar i byggnadstommen benämns som flanktransmission [4]. Effekten av flanktransmission för luftljudsisolering kan beräknas med ISO 12354-1 [5] men standarden har vissa begränsningar för lätta konstruktioner [6]. Detta kan delvis bero på att vi inte har

Bärriktning av KL-träelement

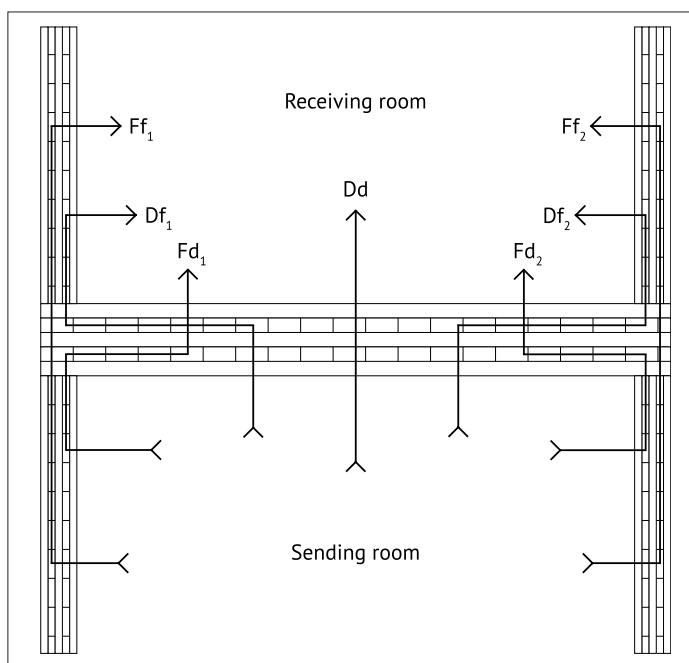
KL-trä har oftast sin bärriktning i samma riktning som lamellerna vid de yttersta lagren. Beroende på vilken riktning de yttre lamellerna är orienterade i förhållande till en knutpunkt kan K_{ij} förändras. Två mätmetoder har använts för att se effekten av olika bärriktningar i en KL-träbyggnad. Den förenklade mätmetoden fokuserade på skillnader i ljudisolering för en vägg

där accelerometrar placerades på samma avstånd från en källa, se *Figur 2*. Den förenklade mätmetoden användes för att undersöka vad skillnaden blir om samma lamell har både excitationspunkt (Source) och mätpunkt (Pos 1, motsvarar vinkelrät bärriktning), eller om vibrationerna måste färdas via fler lameller i de yttersta lagren för att nå position 2 och 3 (motsvarar parallell bärriktning). Den andra mätmetoden, som vi kan kalla för ISO-metoden, användes för att mäta upp skillnader i K_{ij} för fyra olika likvärdiga knutpunkter. Två med bärriktningen parallell, och två med bärriktningen vinkelrät, i förhållande till knutpunkterna. Resultatet av båda mätmetoderna redovisas i *Figur 3* där positiva värden indikerar att en parallell bärriktning är fördelaktig för att uppnå bättre dämpning, ett högre K_{ij} , för knutpunkten. Detta innebär att samma K_{ij} -värden inte kan användas för olika bärriktningar om en byggnad ska optimeras. Å andra sidan är det på säkra sidan att använda en vinkelrät bärriktning, vilket de flesta laboratorier använder sig av.

Ökning i byggnadshöjd eller statisk last för KL-träbyggnader

I takt med att träbyggnader blir mer populära tenderar byggnadshöjden att öka. Detta medför högre statiska laster längre ner i byggnaden vilket kan ha en påverkan på ljudisoleringen via knutpunkterna. Fler-talet artiklar [1], [9], [10] har tidigare undersökt detta och noterat en försämring i ljudisolering med ökad statisk last. Detta har utvärderats vidare i detalj i avhandlingen [3] med två metoder. Dels har 58 vertikala luftljudisoleringsmätningar insamlats i fyra olika färdigställda KL-träbyggnader med mätningar både på våningsplan högt upp i huset och våningsplan längre ner

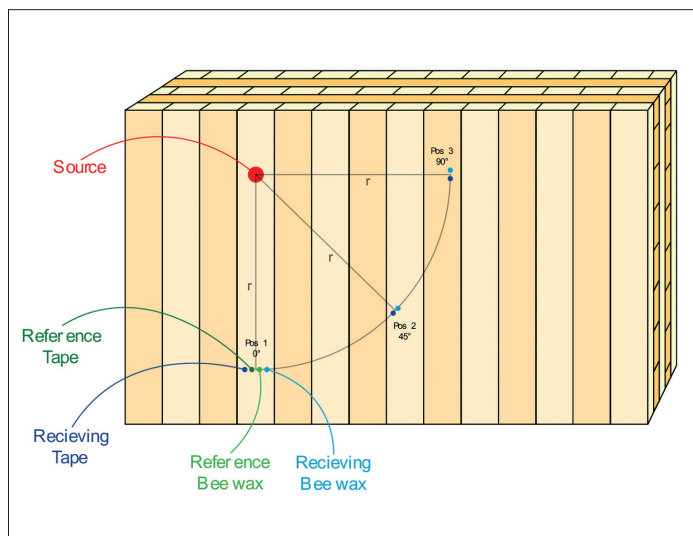
Figur 1: Olika transmissionsvägar.



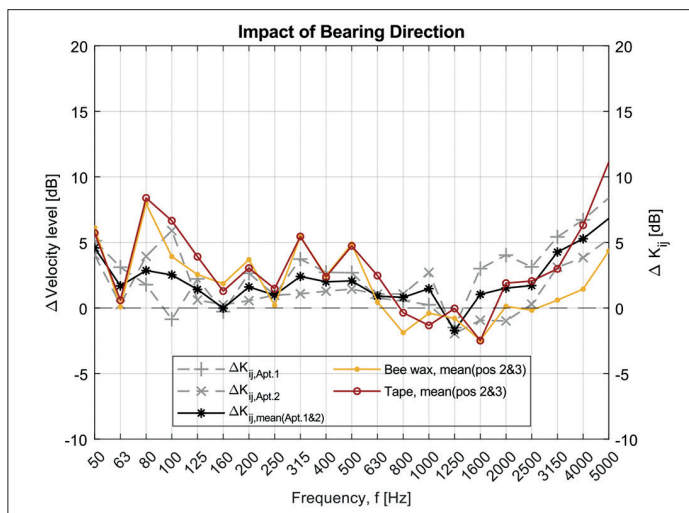
mellan identiska rum, se *Figur 4*. Därtill har 12 K_{ij} -mätningar insamlats för knutpunkter på både höga och låga våningsplan i fyra andra KL-träbyggnader. Gemensamt för mätningarna är att tre av de provade byggnaderna är försedda med akustiska mellanlägg i knutpunkterna, medan en av byggnaderna saknar akustiska mellanlägg i knutpunkterna.

Resultatet av mätningarna visar att en ökning av byggnadshöjden, vilket naturligtvis ger högre statiska laster, försämrar ljudisoleringen längre ner i byggnaden. För byggnader upp till 10 våningar har denna försämring visat sig bli cirka 0,5 dB i vägd ljudisolering per våningsplan neråt i byggnaderna (0–5 dB över 2–6 våningar). I *Figur 5* redovisas en samlad bedömning från avhandlingen på effekten av en ökning av byggnadshöjden, baserat på effekten av

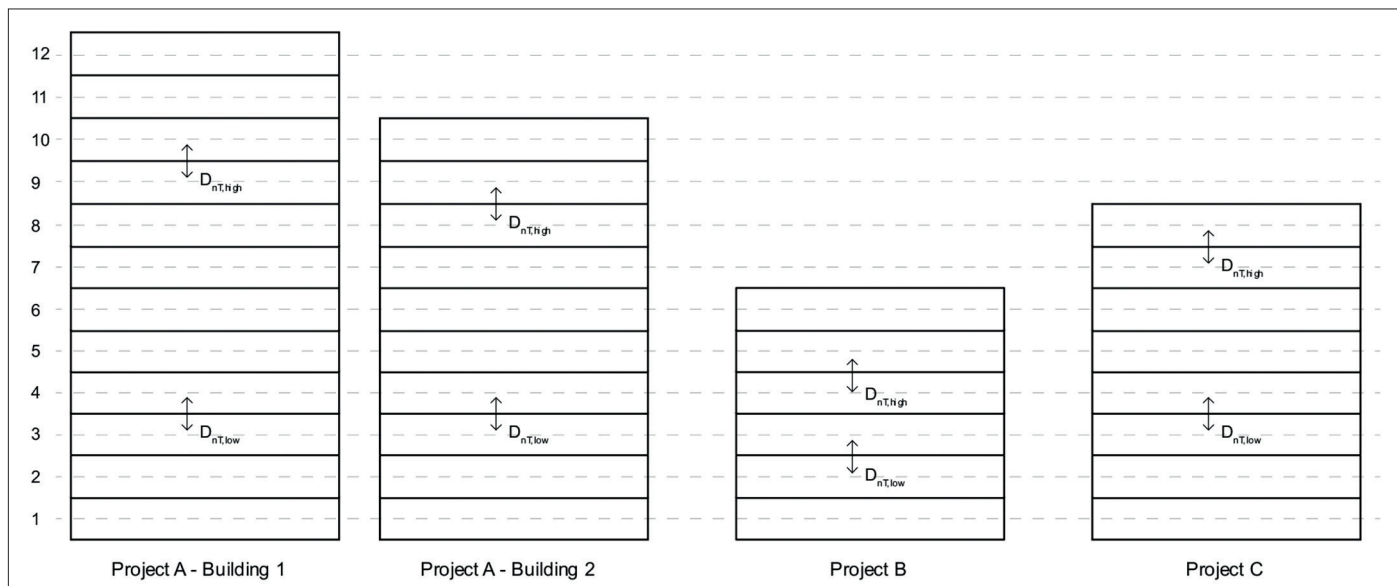
flanktransmission. Där flanktransmission inte är direkt dimensionerande, påverkas luftljudisoleringen minimalt längre ner i byggnaden. Däremot har byggnadshöjden en betydande effekt i byggnader där flanktransmission är dimensionerande. Vidare, i de fall där rum har fyra strålande KL-väggar kan man förvänta sig en hög effekt, speciellt vid de översta våningarna. För de flesta rummen med normalt antal flankerande strålande väggar (1 till 2) kan man dock förvänta sig en mer "normal effekt" av flanktransmission. Avhandlingens resultat och vidare funderingar visar att 0,5 dB försämring per våning är rimligast för de 6–8 översta våningarna, och att man långt ner i byggnaden, speciellt då total byggnadshöjd överstiger 10 våningar, troligen har en mindre försämring per våningsplan.



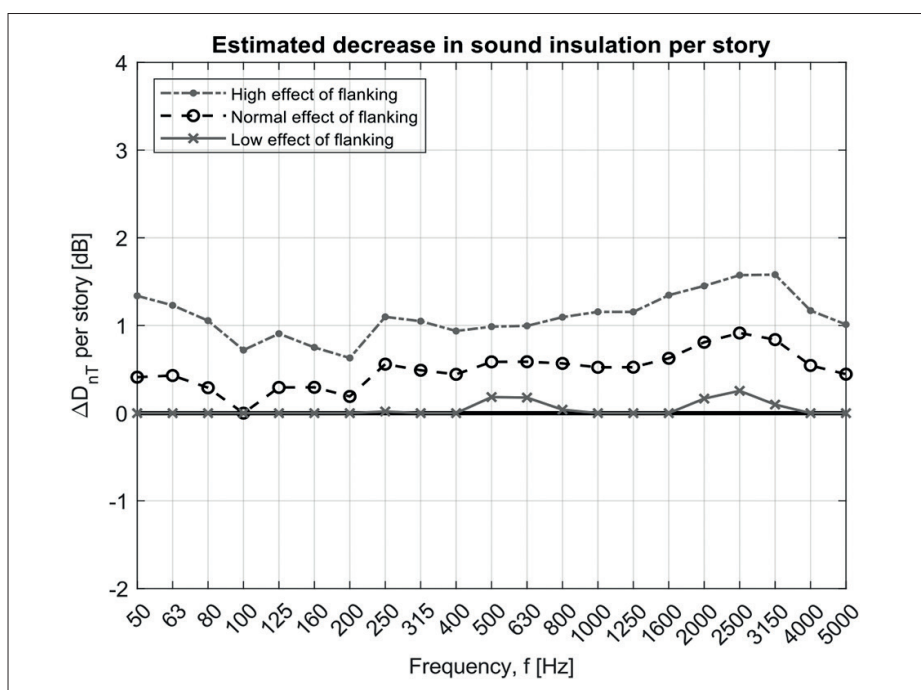
Figur 2: Skiss över den förenklade mätmetoden för att utvärdera effekten av olika bärriktningar. Accelerometrar fästes på två olika sätt, bivax och dubbelhäftande tejp för jämförelser.



Figur 3: Resultat av olika bärriktningar. Den vänstra y-axeln beskriver skillnad i vibrationer som: Reference_{Pos 1} – medel (Receiving_{Pos 2 och 3}). Den högra y-axeln beskriver skillnad i K_{ij} som: $K_{ij,parallell} - K_{ij,vinkelrät}$. Observera att den vänstra axeln beskriver skillnad i vibrationer och den högra beskriver skillnad i ljudisolering.



Figur 4: Illustration över vart vertikala luftljudsisoleringsmätningar har genomförts i fyra olika KL-träbyggnader.



Figur 5: Försämring av vertikal luftljudsisolering beroende på effekten av flanktransmission i KL-träbyggnader. Exakta värden från grafen finns redovisade i avhandlingen [3].

En viktig aspekt från avhandlingen [3] är att byggnader som inte har akustiska mellanlägg i knutpunkterna visar liknande effekt som byggnader med mellanlägg. Därav, med eller utan mellanlägg, leder en ökning av byggnadshöjden till en försämring av ljudisoleringen längre ner i byggnaderna. Detta är viktigt att ta hänsyn till vid högre byggnader där flanktransmission är avgörande för slutlig ljudisolering.

Diskussioner och slutsatser

Mätningar av vibrationsreduktionsindexet, K_{ij} , visar att en parallell bärriktning av KL-träelement är fördelaktig för att uppnå en högre ljudisolering i knutpunkten. Detta innebär att samma K_{ij} -värden inte bör an-

vändas för olika bärriktningar om en byggnad ska optimeras.

Mätningar av luftljudsisoleringen och K_{ij} visar att en högre byggnad leder till sämre ljudisolering längre ner i byggnaden. Det vägda luftljudsvärdet skiljde sig i mätningarna mellan 0–5 dB över 2–6 våningar vilket är beroende på effekten av flanktransmission och antalet våningsplan emellan mätningarna.

Bedömningen utifrån avhandlingens resultat [3] är att K_{ij} -värden för vertikala knutpunkter från ett laboratorium / mock up bör användas med viss försiktighet, speciellt om knutpunktens last inte simuleras korrekt, då det finns risk att sämre värden kan förväntas för höga byggnader med KL-trästomme. ■

Referenser

- [1] Öqvist R, Ljunggren F, and Ågren A. Variations in Sound Insulation in Nominally Identical Prefabricated Lightweight Timber Constructions. *Building Acoustics* 2010; 17:91–103. DOI: 10.1260/1351-010X.17.2.91
- [2] Craik RJM and Steel JA. *The effect of workmanship on sound transmission through buildings: Part 1–Airborne sound*. *Applied Acoustics* 1989; 27:57–63. DOI: 10.1016/0003-682X(89)90045-5
- [3] Nilsson E. *Estimation of some parameters influencing the flanking airborne sound insulation in lightweight buildings*. Doctoral dissertation, UQAC 2024.
- [4] Hassan OAB. *Building Acoustics and Vibration: Theory and Practise*. *Building Acoustics and vibration*. Singapore: World Scientific Publishing Company, 2009. DOI:10.1142/7165
- [5] International Organization for Standardization. *Building acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 1: Airborne sound insulation between rooms*. (ISO 12354-1:2017). Geneva, Switzerland, 2017
- [6] Poblet-Puig J. *Numerical modelling of sound transmission in lightweight structures*. Doctoral Thesis. Universitat Politècnica de Catalunya, 2008
- [7] Craik RJM and Osipov AG. *Structural isolation of walls using elastic interlayers*. *Applied Acoustics* 1995; 46:233–49. DOI: 10.1016/0003-682x(95)98774-d
- [8] Osipov A and Vermeir G. *Sound transmission in buildings with elastic layers at joints*. *Applied Acoustics* 1996; 49:141–62. DOI: 10.1016/0003-682x(96)00016-3
- [9] Bard D, Davidsson P, and Wernberg PA. *Sound and Vibrations investigations in a multi-family wooden frame building*. In proceedings of the 20th International Congress on Acoustics (ICA). Sydney, Australia, 23–27 August. 2010
- [10] Hörnmark J. *Acoustic performance of junctions in cross laminated timber constructions*. Master's thesis. Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2019