

Balansering mellan klimatpåverkan och vibroakustik för lätta byggnader

Examensarbetare: Philip Carlsson

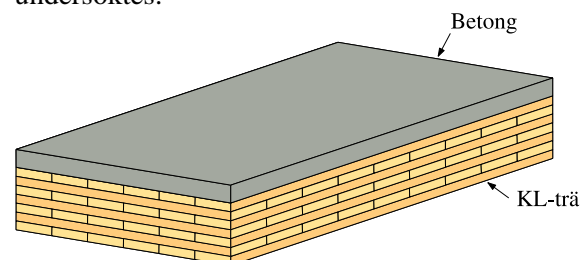
Valet av konstruktionsmaterial i en byggnad har stor betydelse för både vibroakustik (ljud och vibrationer) och miljöpåverkan. Trä ses ofta som ett miljövänligare alternativ gentemot betong som flervåningshus traditionellt byggs i. Träbyggnader har visat sig vara känsliga mot framför allt lågfrekventa ljud och vibrationer som kan upplevas som störande och påverka känslig utrustning. Genom att kvantifiera och jämföra både miljöpåverkan och den vibroakustiska prestandan i en byggnad kan en balansering i ett tidigt skede utföras med målsättning att uppnå både en låg miljöpåverkan och en god vibroakustisk prestanda.

Hållbart byggande har blivit alltmer viktigt på senare tid och träbyggnader ses ofta som ett miljövänligare alternativ gentemot byggnader konstruerade i armerad betong. En stor skillnad mellan dessa byggnadsmaterial med hänsyn till miljöaspekter är energikonsumtionen vid tillverkning av materialen och konstruktionen av byggnaderna, den så kallade inbyggda energin. De ingående materialen i armerad betong, stål och betong, kräver ofta förbränning av fossila bränslen för att uppnå temperaturerna som krävs vid tillverkningen. Utöver konsumtionen av icke-förnyelsebar energi frigörs även stora mängder koldioxid vid tillverkningen av cement och stål. Utsläpp av koldioxid och andra växthusgaser sammanställs ofta till en parameter som kallas för global uppvärmningspotential, ett mått som beskriver en produkts totala bidrag till den globala uppvärmningen. Jämförelsen mellan korslimmat trä, även kallat KL-trä, och betong utförd i examensarbetet visade att KL-trä har en betydligt lägre konsumtion av icke-förnyelsebar energi och en lägre global uppvärmningspotential. Den totala energikonsumtionen, eller den inbyggda energin, visade sig vara likvärdig eller högre för KL-trä jämfört med betong även om en mycket stor andel av energikonsumtionen visade sig vara förnyelsebar energi från restprodukter vid tillverkningen.

Höga nivåer av ljud och vibrationer är ett förekommande problem i tätbebyggda områden. Ljud och vibrationer kan härstamma från källor inuti en byggnad, genom exempelvis dunkande fotsteg från grannarna, eller utanför en byggnad, från exempelvis en spårvagn som rullar förbi. Långvarig exponering av höga ljudnivåer har visat sig orsaka negativa effekter som exempelvis irritation, sömnproblem och hörselskador. En nackdel till användandet av trä som konstruktionsmaterial är att detta material är känsligare för lågfrekventa ljud och vibrationer.

Detta resultat påvisades i de numeriska beräkningarna utförda i examensarbetet på en golvpanel utsatt för kontinuerliga fotsteglaster, där en golvpanel gjord i KL-trä hade en acceleration upp till sex gånger högre än en betonggolvpanel vid låga frekvenser. Den utstrålade ljudeffekten från en golvpanel som utsattes för en last var upp till 52 gånger högre för en KL-trägolvpanel, jämfört med en betonggolvpanel. På grund av detta problem behöver lösningar hittas där en låg miljöpåverkan kan uppnås, utan att stora uppoffringar i form av höga nivåer av ljud och vibrationer behöver göras.

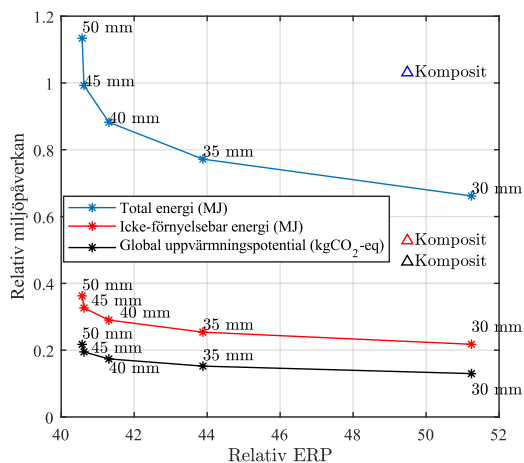
Två numeriska modeller undersöktes, det första en golvpanel som utsattes för en last baserad på experimentellt uppmätta laster från fotsteg. Den andra modellen som undersöktes var en trevåningsbyggnad placerad på en mark av jord med olika styvheter. En studie utfördes i båda modeller där golvpaneler i betong, KL-trä och KL-trä med ett överliggande betonglager, så kallat komposit (illustrerat i Figur 1), undersöktes.



Figur 1: Illustration av en kompositgolvpanel.

Vid utvärdering av vibrationer, och ljud från dessa vibrationer, är vibrationsnivåerna och dess frekvensinnehåll intressanta då människor uppfattar ljud och vibrationer olika störande beroende på frekvensen. För att enkelt och tydligt kunna utföra balanseringen behövde den vibroakustiska prestandan sammanfattas till ett

skalärt värde som sedan direkt kunde jämföras med energikonsumtionen och den globala uppvärmningspotentialen. En av metoderna som tillämpades var att använda frekvensberoende vibrationsutvärdering genom en så kallad baskurva, där ett överskridande innebär att människor uppfattar vibrationerna som störande. Summan av överskridandet kunde sedan direkt jämföras med miljöpåverkan. En liknande jämförelse utfördes även med ERP (ljudstrålning) som ett skalärt värde där det direkt kunde jämföras med miljöpåverkan i en graf som visas i Figur 2.



Figur 2: De olika golvpanelernas ERP jämfört med miljöpåverkan, relativt en betonggolvpanel. Linjerna illustrerar KL-träggolvpanelen med varierande skiktjocklekar.

Resultatet från denna undersökning visade att en kompositgolvpanel, eller en tjock KL-träggolvpanel, trots en högre vibration än en betonggolvpanel var ett bra alternativ då de aldrig överskred gränsvärdena.

Analyserna av en byggnad utsatt för en extern last visade att en byggnad främst bestående av trä hade en lägre vibrationsnivå än en byggnad med samma dimensioner bestående av enbart betong i det undersökta fallet. Detta resultat gick emot förväntningarna, men det visade sig dock att vibrationsnivåerna i byggnadens golvpaneler främst berodde på markvågorna. Dessa markvågor, skapade av lasten, orsakade höga vibrationer i byggnaden vid dess resonansfrekvenser. När en byggnad exciteras vid dess resonansfrekvenser fås ofta höga vibrationsnivåer. I de utförda analyserna kunde det observeras att en byggnad fick höga vibrationsnivåer när markvågornas frekvensinnehåll sammanföll med resonansfrekvenserna. En byggnads resonansfrekvens beror på faktorer som dimensioner och material, och markvågornas frekvensinnehåll beror på jordegenskaperna. Detta är något som kan varieras från fall till fall och det är därmed svårt att dra generella slutsatser angående materialval avseende externa laster såsom spårtrafik.