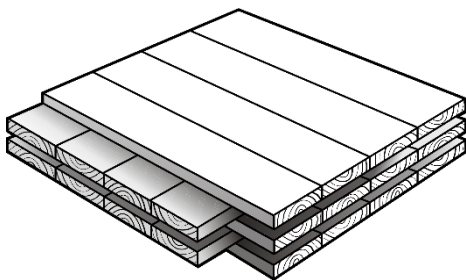


Modelleringsteknik för bjälklag av korslimmat massivträ

Examensarbetare: Johannes Wetterholt

Korslimmat trä, så kallat KL-trä, är en relativt ny produkt som är uppbyggt av flera tvärgående lager av lameller i trä. KL-trä används till lastbärande komponenter i byggnader, till exempel golvbjälklag. Gående personer och roterande maskiner kan få golv att vibrera vilket medför obehag, ibland kan det till och med leda till att känsliga instrument inte kan användas. Ofta används datorsimuleringar för att undersöka vilka frekvenser som golvet vibrerar i. Att skapa en modell som efterliknar det faktiska golvet kan vara svårt utan att modellen är alldeles för komplicerad. Egenskaper hos bjälklag av KL-trä såsom dess lamelluppbyggnad har stor inverkan på vibrationsresponsen.

Detta examensarbete syftar till att undersöka vilka förenklingar som kan antas då ett KL-träbjälklag modelleras för att analysera vibrationsresponsen. Modeller med olika hög detaljeringsnivå undersöks för att fastställa vad som är av vikt att modellera. KL-träelement är vanligtvis uppbyggda av tre till sju lager av lameller, där varannat lager är riktat vinkelrätt i förhållande till anslutande lager, se Figur 1.



Figur 1. Uppbyggnad av ett KL-träelement med fem skikt.

Utifrån syftet har följande frågeställningar sammanställts för att besvaras i arbetet:

- Kan modellering av lageruppbyggnaden i ett KL-trägolv förenklas?
- Vad finns det för likheter och skillnader mellan tredimensionella och tvådimensionella modeller?
- Undersöka vilka förenklingar materialbeteendet som är lämpliga att göra.

Resultaten av analyserna tyder på att då lågfrekventa vibrationer upp till 80 Hz analyseras ska samtliga skikt med lameller inkluderas, dock behöver inte alla individuella

lameller modelleras för att återskapa en godtagbar modell. Det är även av vikt att modellera träegenskaperna med hänsyn till dess tre principiella materialriktningar och inte förenkla dessa till ett material med samma egenskaper i alla riktningar. Det visar sig också att en tvådimensionell modell kan fånga samma beteende som en tredimensionell om ovan nämnda egenskaper beaktas. Om dock bara första resonansfrekvensen behöver analyseras, kan en enkel endimensionell modell antas och utvärderas analytiskt med tillräckligt bra resultat.

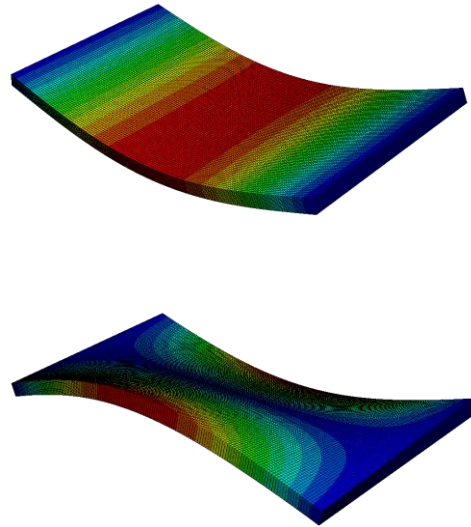
KL-trä utvecklades i slutet av 1990-talet med syfte att skapa ett miljövänligt material som kunde konkurrera med betong i byggindustrin och sedan dess har produktionen och användningen ökat markant. I och med att materialet är så pass nytt finns det oklarheter i hur dimensioneringsprocessen ska genomföras för att uppnå ett tillfredställande resultat. Slutsatserna av detta arbete är ett steg i rätt riktning för att förtydliga vilka faktorer som är viktiga vid dimensionering av KL-träbjälklag med avseende på komfort. Ofta när träbjälklag dimensioneras är det just nedböjning och vibrationer som är avgörande för de slutliga dimensionerna.

I dagsläget finns det rekommendationer för dimensionering av mer traditionella träbjälklag där de huvudsakliga bärande elementen är balkar. Dessa rekommendationer är inte direkt utvecklade för KL-trä och är relativt begränsade i avseende till vibrationer. Ett sätt att analysera vibrationer är att utvärdera resonansfrekvenser,

samt deras svängningsform. En resonansfrekvens beskriver i vilken frekvens som bjälklaget (i det här fallet) harmoniskt svänger runt sitt ursprungliga läge utan någon drivande kraft och dämpning. Se Figur 2, för de två första resonansfrekvenserna för bjälklaget som analyserats i examensarbetet. En metod som bevisats applicerbar för att bland annat analysera strukturella byggnadselement är den så kallade finita elementmetoden (FEM). FEM diskretiserar problemet och sedan löser ekvationssystemet approximativt med hjälp av datorberäkningar. I datorprogram som hanterar FEM kan modeller skapas och analyseras.

I det här arbetet skapades fyra olika finita elementmodeller: (1) en tredimensionell modell med fem skikt och alla individuella lameller, (2) en annan tredimensionell modell med fem skikt men inga individuella lameller, (3) en tvådimensionell modell med fem skikt och slutligen (4) en till tvådimensionell modell där samtliga fem skikt modelleras som ett skikt. Modell (1) har mest egenskaper gemensamt med ett verkligt KL-träbjälklag och användes därför som referens i analyserna. För de tre sistnämnda modellerna varierades egenskaper och antaganden för att försöka återskapa samma beteende som hos referensmodellen och där igenom bestämma vilken detaljeringsnivå som krävs för att fånga beteendet hos ett KL-träbjälklag med avseende på vibrationer.

Modeller av KL-träbjälklag påverkas starkt av hur dess lager av lameller och materialegenskaper modelleras, medan modellering av individuella lameller inte påverkar resultaten nämnvärt. Viss förenkling kan göras vid modellering med bakgrund i detta arbete men fortfarande finns det parametrar som borde studeras vidare. Hur upplagsvillkor samt sammankopplade KL-träelement behöver modelleras är av intresse att analysera i framtida undersökningar.



Figur 2. (Överst) svängningsformen vid första resonansfrekvensen på 10,950 Hz. (Underst) svängningsformen vid andra resonansfrekvensen på 14,968 Hz.