

Akustik i nyproduktion

- vad säger kraven, brukaren & byggherren?



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Byggvetenskap / Byggproduktion

Examensarbete:
Nicole Hjerpe
Erik Olsson

© Copyright Nicole Hjerpe, Erik Olsson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2012

Sammanfattning

Byggherrarna planerar och bygger våra bostäder. Byggherrarna gör en bedömning av vad boende är intresserade av och planerar deras nästa bostadshus efter de kriterierna.

En god ljudmiljö är en av de viktigaste punkterna en ny bostadsägare söker. Boverkets byggregler har med hänvisning till Swedish Standards Institute, satt upp värden som ska uppnås för att få en god ljudmiljö inomhus.

Swedish Standards Institute har satt upp 4 olika klasser som definierar hur bra ljudisolerad en bostad är. Ljudklass C är minimikrav för en nyproduktion och även det krav som de flesta byggherrarna försöker uppnå.

Bostadsmarknaden bestämmer hur mycket en nyproducerad bostad kan komma att kosta. Då projektering och produktion kostar pengar, som i slutändan hamnar på slutproduktionen. Där finns en gräns på hur mycket produktionens olika moment får kosta för att projektet i slutändan ska ge vinst.

De flesta byggherrarna följer i dagsläget en mall med förbestämda konstruktionslösningar som upprepas vid varje nyproduktion. Ett antagande till valet av sådana lösningar är att det medför en kortare projekteringstid och en lägre kostnad, men det innebär också att akustiklösningarna blir en standard där inget försök görs för att uppnå en högre klass på ljudstandard.

Planlösningen och placering av huset i förhållande till bullerkällor, mängd fönster- och dörryta mm. har stor påverkan på den slutliga akustiken i den färdigproducerade produkten. När det kommer till val av byggnadsmaterial finns det ett stort antal för och nackdelar att ta hänsyn till.

Betong, som är ett tungt byggnadsmaterial, är tack vare sin tyngd ett fördelaktigt material att använda i flerbostadshus när en god ljudmiljö vill uppnås. Dess lättare motsvarighet, trä, används inte i samma utbredning då forskning inom området ligger långt efter, även om materialet redan i dagsläget har visat att det kan mäta sig med sin tyngre motståndare.

Nyckelord: Akustik, buller, ljudklasser, statistiska centralbyrån, SCB, trä, betong, socialstyrelsen, Swedish Standards Institute, SIS, hälsoeffekter.

Abstract

Building constructors plan and build our homes. They estimate our living conditions and preferences and base their planned dwelling on those preferences.

A good indoor sound environment is a key factor when house hunting. Swedish National Board of Housing, an organization controlling housing and building regulations in Sweden, together with SIS, Swedish Standards Institute, have put up guidelines to control indoor sound environment.

SIS defines a good indoor environment by categorizing them into 4 different sound classification levels. Level C is a minimum requirement for newly produced dwellings, and also the preferred level among building constructors.

Today's property market regulates the total cost of a newly produced dwelling by expense and income. Planning and production is an expensive project that will be put on the end product. There is a limit to the individual cost that has to be regulated according to the over all profit.

Today's building constructors' work according to a template with pre-decided construction designs... An assumption is that this kind of solution is beneficial in time and money, but is unfavorable when you see to an improvement in sound classification, where no attempt is made to reach a higher sound level.

Planning and house placements close to high noise sources, numbers of windows and doors etc. have a significant importance on the final house acoustics. When it comes to the choice of building materials there are some important pros and cons to consider.

Concrete, a heavy material, has an advantage through its high density when it comes to acoustics in multi-storey buildings. In today's building industry its light-weight rival, timber, is not used in a wider perspective because of the lack of research in the area, even if the material has proven equally effective in reducing noise, as its heavier opponent.

Keywords: Acoustics, noise, sound classes, wood, concrete, department of health, SOS, Swedish Standards Institute, SIS, Building and planning

Förord

Detta examensarbete är avslutet på vår treåriga utbildning till högskoleingenjörer inom byggt teknik på Campus Helsingborg, Lunds Tekniska Högskola, våren 2012. Handledare har varit Anne Landen och Robert Ågren, LTH samt Klas Hagberg på WSP. Examinator till detta examensarbete är Stefan Olander, LTH.

Vi vill tacka samtliga ovan för att ni har tagit er tid att svara på frågor, lett oss på rätt spår när vi kommit vilse och hjälpt oss sammanställa detta arbete. Vi vill även tacka er som tagit er tid att svara på våra frågor och intervjuer samt hjälpt oss finna material.

En uppdelning har gjorts i arbete på områdena trä och betong, där Nicole har tagit sig an akustik i trä och Erik akustik i betong. En genomgång av arbetet har sedan gjorts så att motsvarande delar finns inom båda områden.

Helsingborg, Maj 2012

Innehållsförteckning

1.1 Bakgrund	1
1.1.1 Urbanisering.....	1
1.1.2 Buller.....	1
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Metod	2
1.4.1 Litteraturstudier	2
1.4.2 Telefonintervjuer.....	3
1.4.3 Internetkällor	3
2 Ljud och bostadsakustik	4
2.1 Vad är ljud	4
2.1.1 Frekvens	4
2.1.2 Ljudnivå.....	4
2.1.3 Buller.....	4
2.2 Ljudkällor i bostäder	4
2.2.1 Luftljud.....	5
2.2.2 Stegljud	5
2.2.3 Flanktransmission	5
2.3 Ljudklasser och reduktionsvärden	6
2.3.1 Ljudklasser	6
2.3.2 Reduktionsvärden	7
2.4 Ljudets spridning i bostaden	8
3 Ljudets påverkan på människan	9
3.1 Hälsoeffekter	9
3.2 SCB och buller	12
4 Allmänna akustiklösningar	14
4.1 Mineralull	14
4.2 Fönster	14
4.3 Dörrar	15
4.4 Regelväggar	15
4.5 Tyst sida	16
5 Trä vs betong	18
5.1 Trä	18
5.1.1 Miljö.....	18
5.1.2 Trä som byggnadsmaterial	19
5.1.3 Akustik i trä.....	19
5.1.4 Dimensionering	21
5.1.5 Stomsystem	22
5.1.6 Fördelar.....	25
5.1.7 Nackdelar	25

5.2 Betong	25
5.2.1 Snabbfakta.....	25
5.2.2 Byggnadssätt	25
5.2.3 Bärande byggnadsdelar	26
5.2.4 Kompletteringar.....	28
5.2.5 Nackdelar.....	29
5.2.6 Fördelar	30
6 Byggherrarna – intervjuer	31
6.1 Ljudklass val.....	31
6.2 Stommaterial.....	32
6.3 Ekonomi	33
7 Diskussion	34
8 Slutsats	36
9 Referenser	37
9.1 Publikationer.....	37
9.2 Internetsidor.....	38
9.3 Litteratur.....	40
9.4 Bilder	40
10 Bilagor	41
10.1 Bilaga 1.....	41
10.2 Bilaga 2.....	43
10.3 Bilaga 3.....	45
10.4 Bilaga 4.....	47
10.5 Bilaga 5.....	49
10.6 Bilaga 6.....	51

Inledning

1.1 Bakgrund

I Sverige finns det höga krav på ljudisolering, krav dokumenterade i Boverkets byggregler (BBR) och Svensk Standard (SS 25267 och SS 25268). Kraven i BBR för bostäder (SS 25267, ljudklass C) är satta för att undvika störning mellan grannar så långt det är rimligt med hänsyn till kostnader. Ett antal studier visar att klagomålen på ljudnivån inomhus är märkbara och till vissa delar störande och irriterande. Det har visat sig att ca 1 av 5 boende i flerbostadshus störs av ljud från grannarna. 20-25 % upplever att trafik- och annat buller utifrån påverkar deras vila och sömn.¹

Många studier visar på att ljud kan påverka hur personer känner sig och hur de mår. Då bostaden är en plats man spenderar mycket tid i samt där man ska kunna trivas och sova ostört från grannar och omvärlden, är inommiljön extremt viktig, framförallt om man ser på ljudnivån. BBR ser gärna att man ökar kraven på vad som definierar en behaglig inommiljö. Boverket föreslår att alla byggnader år 2020 ska uppfylla minimikraven, det vill säga minst ljudklass C för bostäder och bullerskydd vid nybyggnad².

1.1.1 Urbanisering

En anledning till ökande krav är att många idag väljer att flytta in till städerna. Det är en tydlig trend i Sverige precis som på många andra ställen. Små samhällen växer upp och städerna i Sverige blir allt tätare. Man måste bo allt närmare inpå varandra när efterfrågan på bostäder är störst i stadskärnorna. Den tätare bebyggelsen tillsammans med ökande trafik och mer aktiva livsstilar leder till mer obehag från omgivande ljud, det vill säga buller.

1.1.2 Buller

Buller är oönskat ljud som på ett eller annat sätt kan uppfattas som störande eller skadligt.

I nu läget är trafikbuller den miljöstörning som idag berör flest människor. 2 miljoner svenskar utsätts dagligen för trafikbuller i och runt sitt boende.³

¹ SCB2

² Boverket 1

³ Socialstyrelsen1

1.2 Syfte

Syftet med vårt examensarbete är att försöka besvara följande frågor:

- Hur påverkar buller oss?
- Hur påverkar byggnadsmaterial, konstruktionsdelar och placering den slutgiltiga akustiken?
- Vad gör byggherrarna för att minimera ljud och buller vi utsätts för?

Syftet med detta examensarbete är undersöka hur två olika byggnadsmaterial, betong och trä och hur dess signifikanta byggnadsdelar, fungerar och påverkar konstruktionen när det kommer till ljudisolering och akustik.

Vi ska även undersöka byggherrarnas ståndpunkt när de kommer till det standarder och regler som finns kring ljudbestämmelser uppsatta av Swedish Standard Institute (SIS) och Boverkets Byggregler (BBR).

1.3 Avgränsningar

Arbete avser att enbart ge en överblick på hur olika material och större konstruktionsdelar fungerar i en byggnad när det kommer till hantering av akustik.

Ingen större fördjupning kommer läggas på speciallösningar, som t.ex. installationsljud. Arbete avser att enbart behandla luftljud och stegljud i väggar och bjälklag, ett undantag görs i avsnittet trä där även flanktransmission nämns.

Vi har valt att koncentrera oss på akustik i materialen trä och betong i framförallt flerbostadshus/flerfamiljshus, där vi valt att kolla på byggnadsdelar som vi anser är specifikt avgörande för akustiken.

1.4 Metod

Genom litteraturstudier och intervjuer av personer insatta inom området, har vi skapat oss en grund vi valt att basera vårt examensarbete på. Källkritik har tagits i beaktning för alla typer av informationskällor då många källor skrivits av intresseorganisationer som gynnar den egna saken genom publicerade resultat som är fördelaktiga för ämnet.

1.4.1 Litteraturstudier

För att få en uppfattning om akustik så behövs litteraturstudier. Vi har studerat lämplig litteratur för att skaffa oss den kunskap på området vi behöver för att genomföra undersökningar samt ge läsaren en grund i ämnen.

1.4.2 Telefonintervjuer

För att få en uppfattning på hur byggherrarna ser på akustiken i sina byggobjekt har vi genomfört telefonintervju med ett antal byggherrar. Valet att byggherrar utgår från vår kännedom av bolag som är inblandade i nyproduktion. Kriterier var dock att byggherrarna var med i ett flertal nyproduktioner och stod för en stor marknad av bostadslägenheter och flerbostadshus.

Intervjuerna har sammanställts i en text där citat har lyfts ut och sedan tolkats i diskussionsdelen av oss. Vi har i största mån försökt hålla citaten till hela sammanhangen för att inte misstolkningar ska förekomma. Självklart kan dessa tolkas olika beroende på bakgrundsfakta och kunskap i området, därför har vi valt att bifoga intervjuerna som bilagor sist i arbetet.

1.4.3 Internetkällor

Då litteraturmaterial på området akustik varit begränsat har internetkällor fungerat som kompletterande källor.

2 Ljud och bostadsakustik

2.1 Vad är ljud

Ljud är mycket små rörelser som ger störningar i ett elastiskt medium, exempelvis gas, vätska eller fast material. Partiklarna svänger kring sitt viloläge åt samma håll som ljudvågen rör sig. Ljudvågor innehåller många frekvenser, det vill säga det skapas av en sammansättning av långa och korta våglängder och är därmed uppbyggt av toner med olika frekvenser inom det hörbara området.⁴

2.1.1 Frekvens

De antal vågor som hinner passera en punkt under en sekund är vågens frekvens och anges i hertz (Hz), dvs. antalet vågor per sekund. Människans hörbara område sträcker sig från 20 Hz till 20 000 Hz, vilket ger motsvarande våglängder på 17 m till 17 mm.⁵

2.1.2 Ljudnivå

Ljudnivån, eller mer korrekt inom byggnadsakustiken, ljudtrycksnivån, är hur starkt ett ljud upplevs och beror på det ljudtryck som alstras av våghöjden, dvs. amplituden i en våglängd. Ljudnivån mäts i den logaritmiska skalan decibel (dB), där 2-3 dB behövs för att örat ska märka en förändring i ljudnivå. 8-10 dB ökning/minskning ger en fördubbling eller halvering av ljudet.⁶

2.1.3 Buller

Buller är ljud som anses vara störande eller skadligt och kan upplevas olika från person till person, då någon kan tycka att dånet från en stark motor är härligt medan andra bara tycker det är ett oljud. Buller kan uppfattas olika beroende på dess källa, varaktighet, frekvens, variation mm. Buller kan vara ljud från trafiken, byggarbetsplatser, ventilation, grannarna, människor mm. Det är alltid lyssnaren som avgör om det är buller eller inte.⁷

2.2 Ljudkällor i bostäder

Ljud uppstår på olika sätt och från olika källor, nedan nämns tre vanligt förekommande ljudkällor inom akustik i en bostad.

⁴Åkerlöf, L (2001)

⁵Åkerlöf, L (2001)

⁶Åkerlöf, L (2001)

⁷Åkerlöf, L (2001)

2.2.1 Luftljud

När en ljudkälla sätts igång i ett rum kommer ljudtrycksnivån i det rummet att ändras, detta i sin tur medför att vibrationer uppstår i omgivande ytor och kommer spridas sig till intilliggande rum. Vid mätning av luftljudet placeras en högtalare i ett rum (sändare) och med hjälp av mikrofoner mäts sedan skillnaden mellan ljudet i de båda rummen (sändarrum och mottagarrum).⁸ Mätningen avser att se hur pass bra väggen och andra omslutande ytor isolerar ljudet från mellan de båda rummen.

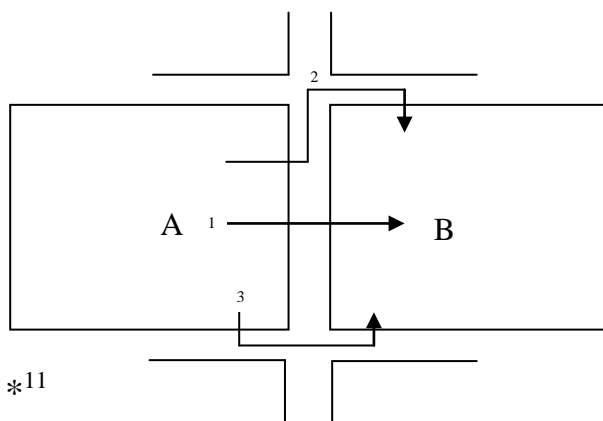
2.2.2 Stegljud

Benämningen på det ljud som uppstår mellan två olika plan när en ljudkälla befinner sig på planet ovanför. För att mäta stegljud använder man sig av en så kallad hammarapparat. Apparaten placeras på våningen över eller i ett rum bredvid och man mäter sedan den nivå som uppstår i mottagarrummet.⁹

2.2.3 Flanktransmission

Ett vanligt ljudfenomen som i många fall kan vara svårt att isolera ifrån, eller hitta en lösning runt problemet, är flanktransmissions. Fenomenet uppstår när ljudet finner en annan väg än den direkta vägen från punkt A till B (se figur nedan). Till exempel kan ljudet sprida sig vidare med hjälp av radiatorrör eller via ventilationskanaler.

Stomljud kan vara en sorts flanktransmissionsljud, då ljudet letar sig runt i byggnaden med hjälp byggnadens grundkonstruktion.¹⁰



*Flanktransmission mellan två rum.
Väg 1 är den direkta transmissionsvägen,
medan väg 2 och väg 3 är exempel på
andra indirekta transmissionsvägar.*

*11

⁸ Gypoc

⁹ Gypoc

¹⁰ Gypoc

¹¹ *Östman, B 1

2.3 Ljudklasser och reduktionsvärden

Vilka ljudnivåer som räknas som godtagbara i en bostad bestäms av BBR genom hänvisning till Svensk Standard SS 25267 (ges ut av SIS · Swedish Standards Institute). För att veta vilka nivåer som ska uppnås, på de olika typer av ljud som sprids i bostaden, har de satt upp riktlinjer och värden som ska följas för att kunna klassificera ljudnivån.

I Svensk Standard, SS 25267 finns fyra kategorier för att klassificera akustiken i en bostad.

2.3.1 Ljudklasser

Ljudklass D – Används enbart vid undantagstillfällen, då ljudklass C inte kan uppnås, till exempel vid renovering och ombyggnad av äldre hus.

Ljudklass C – Ljudklassen motsvarar ljudförhållanden som är avsedda att tillämpas som minimikrav i svenska byggnader.

Ljudklass B – Ljudklassen motsvarar tydligt bättre ljudförhållanden än ljudklass C. Berörda personer kan ändå i vissa fall vara störda. Ljudklass B är minikrav om god boendemiljö efterfrågas.

Ljudklass A – Ljudklassen motsvarar mycket goda ljudförhållanden.

För att få reda på vilken ljudklass en byggnad har görs mätningar på hela huset efter det är färdigbyggt. Detta görs för att det är svårt att klassa de enskilda byggnadsdelarna, för att kunna ljudklassa en byggnad måste man se på hela dess konstruktion.

Mätningar på olika konstruktionsdelar kan även göras i förväg, i kontrollerade former i laboratorier, för att ta reda på vilken förväntad ljudklass produkten kommer ha när den byggs. Men bara för att en konstruktionsdel har en viss ljudklass vid laborietester garanterar det inte att det kommer vara samma ljudklass när den väl är byggd. För betongkonstruktioner finns beräkningsmetoder som tar hänsyn till detta och ger ett beräknat ”fältvärde”. För träkonstruktioner finns inte motsvarande metoder vilket försvårar möjligheten att i förväg bestämma vilken ljudklass som kan uppnås. I dessa fall är det säkrast att kombinera beräkningar med mätningar. Först när mätningar är gjorda av kvalificerad personal kan den riktiga ljudklassen bestämmas.¹²

¹² Åkerlöf, L

2.3.2 Reduktionsvärden

För att bestämma ljudklass på en konstruktionsdel, vägg och bjälklag, krävs det att man har tillgång till ett för luftljud reduktionsvärde och ett sammanfattningsvärde för stegljud. Ett reduktionsvärde avser att berätta hur bra ljudisoleringsförmåga, vid en viss frekvens, på tillexempel en vägg är. Ett sammanfattningsvärde bestämmer hur bra ett bjälklag isolerar mot ljud.

Reduktionsvärde som är uppmätt i ett laboratorium betecknas med ett R och ett värde uppmätt i fält betecknas R' . För en ökad noggrannhet och för att lättare hantera reduktionstalen i olika frekvenser så används ett entalsvärde, R_w för laboratorium och R'_w för fältmätningar, värdena avser frekvenserna 100 – 3150 Hz.¹³

Sammanfattningsvärdet för stegljud betecknas med L_n , för mätningar i laboratorium och L'_n för mätningar i fält. För en lättare hantering av värdena används ett entalsvärde, i frekvenserna 100 – 3150 Hz, som benämns $L_{n,w}$ för laboratorier och $L'_{n,w}$ för fält.¹⁴

För kravsättning på bostäder används värdena R'_w och $L'_{n,w}$ tillsammans med anpassningstermerna $C_{I,50-2500}$ för stegljud och $C_{50-3150}$ för luftljud. Termerna avser att ljudisoleringen för frekvenser som är lägre än 100 Hz.

För stegljud och luftljud gäller följande värden på reduktionstalet och sammanfattningsvärde, notera dock att med stegljud vill ett lågt värde uppnås, till skillnad från luftljud, där ett högt värde vill uppnås, *tabell 1 nedan*.

	Stegljud $L'_{n,w}$ och $L'_{n,w} + C_{I,50-2500}$ dB	Luftljud $R'_w + C_{50-3150}$ dB
Ljudklass A	48	61
Ljudklass B	52	57
Ljudklass C	56	53

Tabell 1¹⁵

¹³ Gypoc

¹⁴ Gypoc

¹⁵ Svensk Standard SS 25267

2.4 Ljudets spridning i bostaden

Att kombinera två byggnadsdelar med hög ljudklass leder inte i slutändan till att hela konstruktionen kommer uppnå likvärdig ljudklass. Detta beror på att många faktorer spelar in när de kommer till ljudets spridning i en bostad. Bland de faktorerna följer några exempel:

Storleken på väggytor – Stora och långa väggytor kan komma i rörelse och på det viset sprida ljud vidare, detta trots att materialvalet i väggen ska ha valts för att minimera svängningar.

Antal fönster och dörrar – När de kommer till energieffektivitet och akustik så är det likvärdig påverkan på resultatet när man väljer storlek och antal fönster i bostaden. Fönster och dörrar kommer aldrig att ha ett likvärdig reduktionsvärde som till exempel väggen, detta kräver att man tänker över valet på fönster och dörrar på väggar som vetter mot områden med stor ljudpåverkan.

Placering av installationer – Att planera hur man ska placera tvättstugor och andra installationsapparater kan minska spridningen av de ljud som uppstår när de används.

Planlösning – Att använda sig av en genomtänkt planlösning kan i slutändan ge akustiska fördelar utan att man behöver tilläggsisolera allt för mycket. T.ex. kan man undvika att placera sovrum intill trappuppgångar och grannens kök. Genom att placera toalett och badrum ovanför varandra minimerar man risken för att bli störd.¹⁶

¹⁶ Carlsson, C-A

3 Ljudets påverkan på människan

Att en bra ljudmiljö i bostaden, som är fri från buller utifrån och störande ljud från grannar, är något som nästan alla håller med om och är intresserade av. Siffrorna säger att 80 % anser att en god ljudisolering i en bostad är den viktigaste egenskapen för trivsel, dock är det bara ca hälften av dem som är intresserade av att betala 200 – 400 kr mer i månaden för att få en tystare bostad.¹⁷

Att bo i en bostad där man slipper höra grannarnas aktiviteter och andra aktiviteter som sker utanför huset är uppskattat, men ljud påverkar oss på många fler sätt än att bara vara ett störningsmoment.¹⁸ Att välja en bostad med en god ljudmiljö i och runt omkring fastigheten gynnar en på flera sätt.

Socialstyrelsen är en statlig myndighet som arbetar för att ta fram råd- och tillsynsåtgärder när de gäller miljö och ljudmiljö. Socialstyrelsen har tagit fram en handbok som kallas för Miljöbalken. Den ämnar fungera som ett hjälpmedel för tillsynsmyndigheter, dvs. kommuner, som har i uppdrag att utföra tillsyn över miljö och hälsoskydd i kommunerna.

3.1 Hälsoeffekter

Den största och mest uppenbara risken av att bli utsatt för höga ljudnivåer är hörselskador, så som tinnitus, nedsatt hörsel och förvrängning av hur ljud upplevs. Risken med hörselskador ökar med att ljudnivåerna höjs och att man exponeras för ljud. Kraftiga och tillfälliga ljudökningar kan leda till omedelbara och ibland permanenta hörselskador.

Enligt socialstyrelsen finns de tydliga bevis på att buller påverkar ens arbetsprestation negativt. Ljudets egenskaper, som till exempel frekvens, sammansättning, ljudnivå och varaktighet, bestämmer om och vilka effekter som uppkommer, men även arbetssyssa och personers individuella känslighet spelar roll på hur man blir påverkad.

Förutom att buller inverkar på arbetsprestationen så påverkar den även inlärningsförmågan negativt. Bullret bidrar med en distraktion som i sin tur kan leda till stress effekter, koncentrationssvårigheter och försämra möjligheten att uppfatta tal. Detta är speciellt relevant när man befinner sig i en ovan situation eller där en högre koncentrationsförmåga krävs. Då buller och ljud medför att man måste koncentrerar sig mer för att klara av situationen kan det leda till trötthet vilket i slutändan leder till ett sämre resultat.

¹⁷ Carlsson, C-A

¹⁸ Socialstyrelsen2

Det krävs inga höga ljudnivåskillnader för att tal ska börja maskeras bort. Bakgrundsljud som musik, trafik och andra aktiviteter försvårar förmågan att föra ett samtal. Situationen att uppfatta tal försvåras ännu mer av bakgrundsbuller då personen har nedsatt hörsel. Personer som är mer känsliga för buller och för personer som har ett annat modersmål innebär det också en distraktion med buller.

En normal samtalsnivå ligger på ca 60 dB¹⁹, redan vid 35 dB börjar störande ljud maskera och försvåra uppfattningen av kommunikationen. För barn och personer med annat modersmål börjar det störande ljudet att påverka redan vid 25 dB. Enligt WHO bör talsignalen, för att en talande mening ska uppfattas fullt ut, vara minst 15 dB starkare än bakgrundsljudet och för känsliga personer ca 30 dB.²⁰

De allvarligaste effekterna från samhällsbuller är dess påverkan på människans sömnrutiner. En ostörd sömn anses vara en nödvändighet för att en person ska fungera både mentalt och fysiskt. Olika effekter, primära och sekundära, av buller under sömnen påverkar oss negativt. De primära kan bestå av uppvakning under natten, ytlig sömn, svårigheter att somna och fler kroppsrörelser under sömnen. Sekundära är följden av den oroliga sömnen som uppstår från de primära effekterna, så som trötthet, nedstämdhet, koncentrationssvårigheter och nedsatt prestationsförmåga.

Avgöranden för uppkomsten av sömnstörningar beror på den maximala ljudnivån och på antalet ljudhändelser. Risken för att bli utsatt för de primära effekterna ökar ju fler ljudhändelser som förekommer under sömnen, detta även fast ljudnivån vid händelserna är relativt låga. Personer kan tyckas uppfatta att ljud som är kontinuerligt och i jämn karaktär som acceptabelt jämfört med ljud som är oregelbundet, även fast ljudnivån på de båda är ekvivalenta.²¹

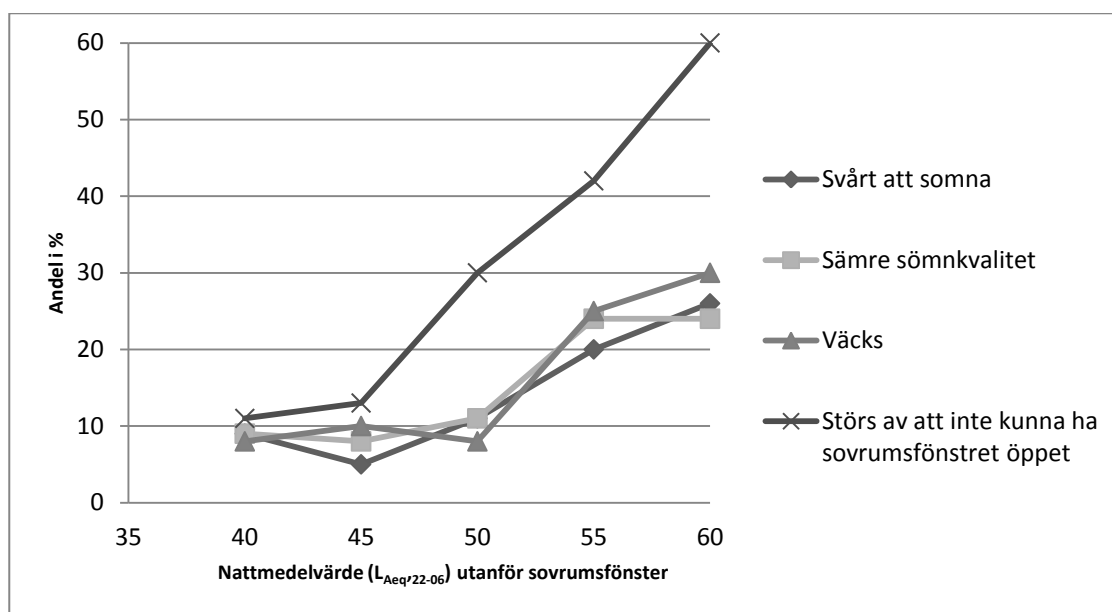
Följande tabell visar störningen från trafikbuller med fönstren stängda. Ett medelvärde av trafikbuller är taget 2 meter utanför fönstret. Värdena är uppmätta nattetid, kl 22 – 06. Ljudnivån från vägtrafiken nattetid är 5dB mindre än dygnsmedelljudnivån.²²

¹⁹ Socialstyrelsen2

²⁰ Socialstyrelsen2

²¹ Socialstyrelsen2

²² Socialstyrelsen2



Tabell 1.
Publicerad av Socialstyrelsen, buller 2008²³

Förutom de direkta påverkningar som uppstår runt buller, så som sömn och talmaskeringar, så bidrar även buller med effekter som påverkar oss både fysiskt och pysiskt.

Den fysiska påverkan kan delas in i två grupper, tillfälliga och permanenta. En tillfällig påverkan kan vara höjd hjärtfrekvens och tillfällig förhöjt blodtryck när vi blir utsatta av ett plötsligt ljud.

Permanent, eller en kronisk påverkan, kan vara så allvarligt som hjärtinfarkt och hypertoni. Effekterna uppstår då man utsatts av en längre period av buller. Flera studier visar på att buller från källor som flyg-, väg- och tågtrafik kan leda till större risk för förhöjt blodtryck och andra blodtrycksrelaterade sjukdomar.²⁴ Orsaken bakom kan vara stress på grund av långvarig bullerexponering.

I nuläget är det svårt att veta vilka ljudnivåer som krävs för att de tidigare nämnda effekterna ska uppstå. Även om risknivåerna inte är så stora så är det ändå intressant ur folkhälsosynpunkt att uppmärksamma och ta åt sig effekter då det är ett stort antal människor som blir utsatta för störande buller.²⁵

De psykiska effekterna av buller kan uppstå när personer, då de håller på att utföra en aktivitet, känner att de inte kan påverka eller kontrollera de buller de har runt omkring sig och att de sen går så långt att det utlöser aggressiva reaktioner i de personerna.

²³ Socialstyrelsen2

²⁴ Socialstyrelsen2

²⁵ Socialstyrelsen2

Höga bullernivåer i bostaden kan ibland gå så långt att de leder till social isolering²⁶ för de personerna som bor i bostaden, då de kan uppleva sin bostad som så ogästvänligt att de inte vill bjuda över gäster eller ha ett umgänge i bostaden.

3.2 SCB och buller

Statistiska centralbyrån presenterade 2004 en rapport om svenskars levnadsförhållanden och hur de upplevde sin boendemiljö mellan åren 1998 och 1999. I rapporten står de att närmare 9 procent i åldrarna 16 – 84 år brukar ”undvika att ha fönstret öppet (i något av rummen)” ... ”därför att de blir störda av” ... ”trafikbuller, annat ljud eller dålig lukt”²⁷. Skillnaden är stor när de kommer till olika hustyper. 5 procent av de som bor i småhus brukar undvika öppet fönster jämfört med 14 procent för de som bor i flerfamiljshus.

Personerna i undersökningen fick även frågan ”Händer de ofta att du inte kan sova ostört (hela natten) p.g.a. yttre störningar såsom gatubuller, buller från grannar eller liknande?”. Där svarande närmare 11 procent ”ja”.²⁸

Även här, som på föregående fråga, så varierande antalet beroende på äganderätt och hustyp. I småhus var det 5 procent som svarade ”ja” jämfört med 18 procent i flerfamiljshus.

Jämfört mellan äganderätter så låg bostadsrätt på 12 procent och hyresrätt på 19 procent.

Om vi tittar på en likvärdig rapport som presenterades 2009, som innefattar åren 2006 - 2007, så svarade närmare 13 procent, i åldrarna 16 – 84 år, att de brukar ”undvika att ha fönstret öppet (i något av rummen)” ... ”därför att de blir störda av” ... ”trafikbuller, annat ljud eller dålig lukt”²⁹. Detta är en ökning på 4 procentenheter jämfört med rapporten från 1998 - 1999.

När de kommer till skillnaden mellan hustyp så uppger 20 procent av de som bor i flerfamiljshus och 8 procent av småhus boende att de brukar undvika att ha fönstret öppet, detta är ökning med 6 procentenheter från den tidigare rapporten för flerfamiljshus och 3 procentenheter för småhus.

På frågan ”Händer de ofta att du inte kan sova ostört (hela natten) p.g.a. yttre störningar såsom gatubuller, buller från grannar eller liknande?” svarade 2006 – 2007, 14 procent ”ja” i åldrarna 16 – 84 år³⁰ vilket är en ökning på 3 procentenheter från 1998 - 1999.

²⁶ Socialstyrelsen2

²⁷ SCB1

²⁸ SCB1

²⁹ SCB2

³⁰ SCB2

När de kommer till skillnaden mellan hustyp och äganderätt så svarade 22 - 24 procent, beroende på antal våningar, av de som bor i flerfamiljshus ”ja” på frågan jämfört med 7 procent av de som bor i småhus. 22 procent av de som bor i hyresrätt och 18 procent av de som bor i bostadsrätt uppger att de inte kan sova ostört.

Även här kan vi se en ökning från de som svarade i rapporten från 1998 – 1999.

Vad ökningen mellan 1998 – 1999 och 2006 – 2007 beror på har inte publicerats.

4 Allmänna akustiklösningar

4.1 Mineralull

Mineralull är en gemensambeteckning för stenull och glasull. Mineralull är ett mycket bra ljudabsorberande material på grund av sin porstruktur, detta trots sin låga densitet. Vid mellan och högfrekvent ljud räcker de generellt med liten tjocklek, ökas sedan diametern så ökar också absorptionen, ökningen sker mest för låga frekvenser.³¹

Mineralull är därmed ett viktigt byggnadsmaterial för att uppnå en god akustik i en bostad.

4.2 Fönster

Mängden fönster och den yta de tar upp på en fasad blir en avgörande faktor för hur det totala reduktionsvärdet för väggen blir. Fönster har svårigheter att uppnå likvärdigt reduktionsvärde som t.ex. en solid betongvägg, därmed kan sägas att fasadens totala ljudgenomsläpplighet avgörs av hur pass bra fönstren ljudisolerar samt dimensionen på ytan de tar upp.

En vägg i sig kan kompensera för att fönstren har sämre ljudisolering, genom att väggen har ett högre reduktionsvärde. Kravet på fönstret blir mindre då väggen kan sägas kompensera för dem.³²

Följande tabell visar vad kravet på fönstrets reduktionsvärde ska vara, beroende på antal fönster i fasaden:

Fönstrets ytandel av ytterväggen	Skillnaden mellan fasaden och fönstrets R_w		
	10 dB	20 dB	30 dB
0,5	+ 3	+ 3	+ 3
0,3	+ 4	+ 5	+ 5
0,2	+ 6	+ 7	+ 7

Tabell 2³³

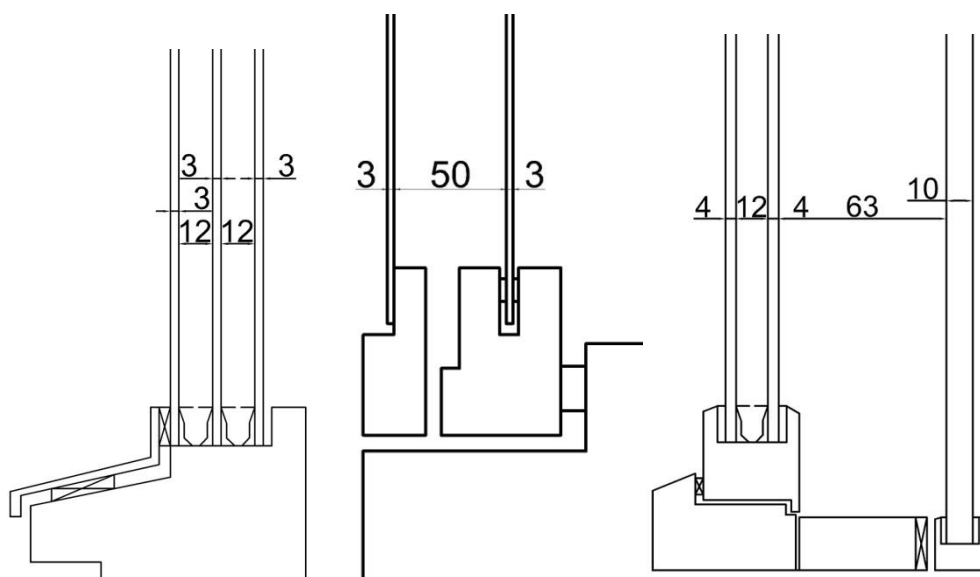
Om skillnaden mellan fasadens och fönstrens reduktionsvärde är 20 dB och de tar upp ca en tredjedel av fasaden, då lindras kravet på fönstren med 5 dB. Beroende på fönstrets uppbyggnad, fås olika reduktionsvärden på fönstren.

³¹ Isover1

³² Karlén, L

³³ Karlén, L

Följande är tre olika versioner på fönster, som ger olika reduktionsvärde:



Fönstertyp 1
 R'_w 29 dB

Fönstertyp 2
 R'_w 32 dB

Fönstertyp 3
 R'_w 48 dB

Skillnaden mellan fönster typ 1 och 3 är nästan 20 dB. Detta kan uppnås genom ett större avstånd mellan glas 2 och 3, öka tjockleken något på glas 1 och 2 samt en mycket större ökning på det tredje glaset.³⁴

4.3 Dörrar

En dörr, som i skillnad från ett fönster, kan byggas upp och tätas med olika former av isoleringsmaterial, vilket medför att ett högt reduktionsvärde på dörrar oftast kan uppnås.

För att kompensera för ljudutsatta platser kan olika konstruktionslösningar minimera att oönskat ljud sprids in i bostaden.

Att använda sig av dubbla dörrar, ett kapprum mellan dörr och bostad och en sluss med pardörrar är olika alternativ för att reducera oönskat ljud utifrån.³⁵

4.4 Regelväggar

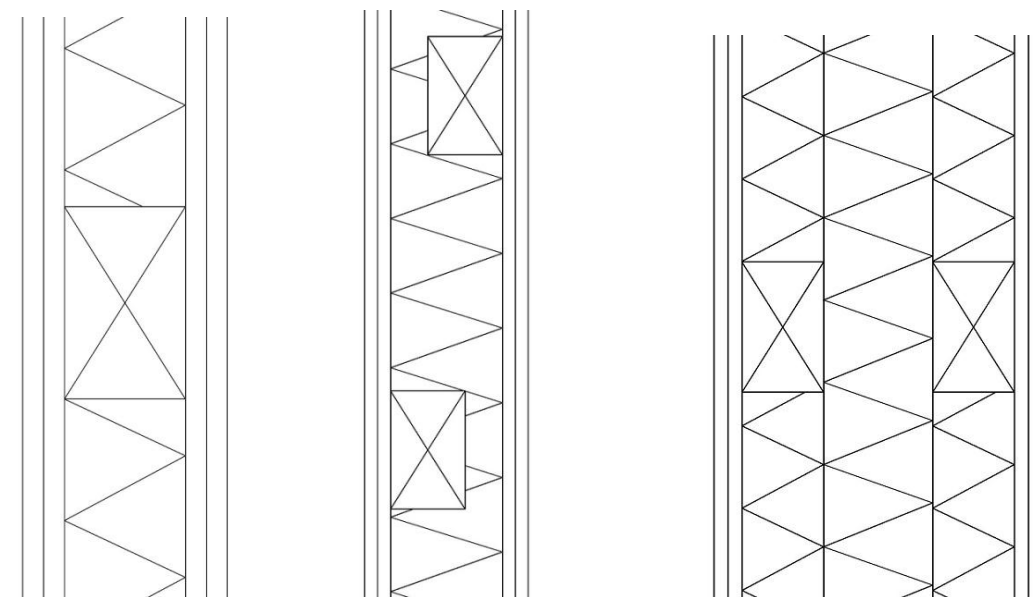
Ju mer kontakt en väggregel har mellan de utsatta ytorna i väggkonstruktionen, desto mer ljud kommer sprida sig mellan de två rum. Då vibrationer uppstår på väggytorna i rum 1, kommer dessa vibrationer sedan att ledas genom reglarna in till väggytorna i rum 2.

För att förhindra att ljud sprids vidare på detta sätt så kan dubbla regler användas, vilket menas att reglarna som bär gipsen i rum 1 inte är i kontakt

³⁴ Karlén, L.

³⁵ Karlén, L.

med de reglarna som bär gipset i rum 2, *se figur 2*. Om ytterligare ljudreduktion vill uppnås kan en typ av dubbelvägg används, *se figur 3*.



Figur 1
Enkel vägg
2+2 gips
 R'_w 40 dB

Figur 2
Dubbla reglar
2+2 gips
 R'_w 48 dB

Figur 3
Dubbelvägg
2+2 gips
 R'_w 55 dB

Detta är några exempel på hur väggarna med olika ljudreduktionsvärden kan se ut. Samtliga väggar går att anpassa på olika sätt för att uppnå ett annat värde.³⁶ Några alternativ är att använda spånskivor i kombination med gipsskivor och att använda sig av olika tjocklekar på isoleringen.³⁷

4.5 Tyst sida

En tyst sida är en del av bostaden där högre ljudkomfort kan uppnås.³⁸ En tyst sida kan till viss del tillgodose att andra delar av huset har en hög bullernivå. Detta kan t.ex. vara lämpligt vid bostadsområden som ligger nära beläget en starkt trafikerad väg.

- Definitionen på en tyst sida är att en del av bostaden har en ljudnivå som understiger $L_{Aeq,24H} < 45$ dB (totalnivå från trafik, fläktar och liknande)³⁹

Tabell 2 visar hur personer som bor i bostäder med tillgång till en tyst sida, jämfört med de som inte har det, påverkas mindre av den bullriga miljö som

³⁶ Karlén, L.

³⁷ Åkerlöf, L 2

³⁸ Boverket

³⁹ Socialstyrelsen2

finns kring bostaden. Det är värt att notera att vid bullernivåer över 60 dB påverkas ca 20 % negativt, detta trots att de har tillgång till en tyst sida.

	Referensområde	Bebyggelse <u>med</u> tyst sida (L_{Aeq} 24h 25dB)			Bebyggelse <u>utan</u> tyst sida		
		55 dB	60 dB	65 dB	55 dB	60 dB	65 dB
Antal störda (%)	<45dB båda sidor						
Allmän störning	5	11	21	38	22	34	57
Vila/återhämtning inomhus (<u>stängt</u> fönster)	4	11	18	31	19	33	45
Vila/återhämtning inomhus (<u>öppet</u> fönster)	6	17	31	47	28	42	57
Vila/återhämtning utomhus	3	11	21	25	20	26	40

Tabell 2⁴⁰

5 Trä vs betong

Olika material påverkar ljudets sätt att röra sig. Här nedan presenteras akustikegenskaper för materialen trä och betong.

5.1 Trä

Trä är det material som har äldst traditioner inom byggandet, där det används som stommaterial, för golvbeläggningar, som väggbeklädnader, inredning mm. Konstruktionsvirke är den typ av trä man använder för byggnation där hänsyn till träets hållfasthet har tagits. Vid framställning av konstruktionsvirke genomgår träet ett antal processer som påverkar dess kvalitet och kostnad. Ett exempel på detta är att man får ett 50 % bortfall vid virkesproduktionen räknat på råvaran. Detta bortfall kan man till stor del dock tillgodoses i produktionen för andra typer av träbaserade material, ex. byggskivor.⁴¹

Trä som stommaterial har länge varit att föredra i småhus sett på dess ekonomiska och tekniska fördelar, detta är ett av skälen till att man idag även vill utveckla husbyggande av trä till högre byggnader. En fördel och egenskap hos trä är dess unika egenskap att klara stora vikter och dragkrafter trots sin låga egenvikt.⁴²

5.1.1 Miljö

Att använda trä som stommaterial har stora fördelar för slutproduktens miljöpåverkan jämfört med andra byggnadsmaterial. När man utvinna trä krävs bara en liten mängd energi för dess framställning samt att materialet under processen binder koldioxid via sin fotosyntes. Trä är även en förnyelsebar naturresurs som ger oss möjlighet att använda våra ändliga resurser mer sparsamt.⁴³

Fördelar med att använda trä vid byggande, med hänsyn till mängden koldioxid som släpps ut i processen, sammanfattas nedan:

- Det krävs låg energiåtgång för att utvinna träprodukter för byggändamål ur skogen och dessutom stor mängd koldioxidneutral bioenergi i träprodukterna.
- Träet kan under sin användningstid binda koldioxid motsvarande sin egen vikt i kol. Under användningsfasen binder en träprodukt kol motsvarande ungefär lika stor mängd atmosfäriskt koldioxid som träproduktens vikt.
- Vid rivning eller nedmontering av träprodukter kan dessa alltid energiåtervinnas. Detta frigör normalt en avsevärt större energimängd

⁴¹ Burström, P-G (2006)

⁴² TräGuiden1

⁴³ TräGuiden2

än åtgången för att producera huset. Denna energi är koldioxidneutral och ersätter fossila energikällor.

- Att producera välisolerade bostadshus med ytterväggar byggda med träregelverk är väsentligt lättare, billigare samt mindre ytkrävande på byggarbetsplatsen än att åstadkomma motsvarande isolering med exempelvis murade eller gjutna väggar.⁴⁴

5.1.2 Trä som byggnadsmaterial

Konsten att bygga med trä kallas träbyggnadsteknik. Den innefattar att man tar hänsyn till det levande materialets speciella egenskaper samt känner till dess uppbyggnad. Egenskaperna för ett trämaterial kan variera kraftigt beroende på typen av träslag men även hur virkesframställningen har gått till.⁴⁵

Att bygga med trä har gamla traditioner i Sverige. Träbyggnader är tåliga och beständiga om man ger rimligt med underhåll. Trä är ett material som åldras med värdighet och som även på sina ”grånadsdagar” kan ge ett gediget utseende. Träbyggande medför även positiva aspekter ur miljö- och livscykel synpunkt. Genom att använda trä hushåller vi med våra ändliga resurser samt minskar koldioxidutsläppen då trä både tar och ger koldioxid i sitt naturliga kretslopp.⁴⁶

5.1.3 Akustik i trä

God akustik är en viktig aspekt att ta hänsyn till när man bygger flerfamiljshus i trä. Det är en förutsättning för att byggherrar och konsumenterna ska vilja bygga med trä som konstruktionsmaterial i flerfamiljshus i Sverige. Forskning och utvecklingen inom området har dock blivit starkt eftersatt de senaste åren trots att träbyggande förekommer i mindre konstruktioner. Det är allmänt känt inom byggbranschen att det finns stora svårigheter med att använda trä som material i konstruktioner där de akustiska ljudkraven är höga. Detta beror på ljudets osäkra beteende i träkonstruktioner där de akustiska egenskaperna har stor spridning. Genom ökad kunskap på området kan man reducera de kända riskerna.⁴⁷

Projektet *AkuLite- Akustik och vibrationer i lätta konstruktioner*, är ett projekt där forskare och industrin har gått samman för att öka kunskapen inom akustik i träbyggnader. Projektet försöker att lösa de uppenbara problemen som finns med ljudkrav och ljudmätningar som i dagsläget inte stämmer överrens med människors upplevelser av ljud i lätta konstruktioner.⁴⁸ Detta arbete har pågått sedan 2009 och man jobbar för att anpassa de svenska regelverken, som idag till

⁴⁴ TräGuiden2

⁴⁵ TräGuiden2

⁴⁶ TräGuiden1

⁴⁷ Östman, B 2 (2008)

⁴⁸ Hagberg, K 1

stor del är utformade för att passa tunga byggsystem, till att passa även byggande med lätta byggsystem. I dagsläget kan man inte tillämpa byggsystemen på lätta konstruktioner så att dimensioneringsförutsättningarna blir rättvisa. Målet med projektet är att hitta objektiva beskrivningar för ljudisolering, stegljudsnivå, vibrationer mm. som ger en utvärdering av den akustiska kvalitén oberoende av byggnadens stommaterial.

Man hoppas att denna satsning ska erbjuda en säkrare projektering för byggande med trä genom att förbättra konstruktionerna. Man räknar med att hinna ikapp utvecklingen inom tunga stomsystem som i dagsläget ligger långt före i sin utveckling. Detta gör man för att stärka träbyggandets ståndkraft i Sverige genom att ge det en konkurrenskraftig grund gentemot sin tunga motståndare.⁴⁹ Trots viss efterhalkning i utvecklingen har man genom gediget forskningsarbete lyckats uppnå väl godkänd ljudklassning i flerbostadshus, till och med lite bättre än kraven, genom att använda sig av dubbelkonstruktioner.⁵⁰

Att planera och projektera lättviktskonstruktioner skiljer sig inte gentemot tunga konstruktioner i sig. Svårigheterna ligger i att man måste ta hänsyn till det lätta materialets speciella egenskaper, framförallt svårigheterna kring ljudrörelser i materialet.⁵¹

Trähus delas upp i tre typer av konstruktioner för att kunna separera deras akustiska rörelsemönster:

- *Regelkonstruktion*: som betraktas av akustiker som en dubbelkonstruktion, dvs. består av två separata skikt med ett hålrum mellan, ett så kallat ”massa-fjäder-massa-system”.⁵²
- *Homogena träkonstruktioner*: enkelvägg med en skiva eller dubbelvägg när de akustiska kraven är högre.
- *Hybridsystem*: en kombination av material och konstruktioner

Uppdelningen görs för att kunna studera de akustiska egenskaperna i detalj, bland annat på typ av bullerkälla.⁵³

⁴⁹ Hagberg, K 2

⁵⁰ Zetterholm, G-B

⁵¹ TräGuiden3

⁵² Isover2

⁵³ Östman, B 2 (2008)

5.1.3.1 Luftljudsisolering i trä

Konstruktionens förmåga att hindra ljud i ett utrymme från att sprida sig till ett annat utrymme är dess luftljudsisoleringsförmåga. De ljudisolerande egenskaperna hittar man bland annat hos skiljeytan, väggen, bjälklagen mm. Närliggande konstruktioner kan också verka ljudisolerande. Den ljudisolerande förmågan mäts i reduktionstal, ett högre tal innebär bättre isoleringsförmåga.

För de ljudisolerande egenskaperna hos konstruktionsmaterialets spelar dess vikt per ytenhet en stor roll, speciellt vid låga frekvenser dvs. inom intervallet 20-200 Hz. Detta beror på träets låga egenvikt som ger det en dålig ljudisolerande förmåga. Däremot kan solida träkonstruktioner ha en bättre ljudisolerande förmåga vid låga frekvenser än lätta träkonstruktioner och tvärt om, dvs. solida konstruktioner har sämre ljudisolerande förmåga än lätta träregelkonstruktioner, vid höga frekvenser.

Det svenska ljudklassningssystemet tar hänsyn frekvenser ner till 50 Hz, då innefattas att man även måste ta hänsyn till dubbelväggsresonans som innefaller under 50 Hz för att detta inte ska skapa problem. Med ökat byggande i centrala tätbebyggda områden, ökar kravet på luftljudsisolering även vid fasadelement.⁵⁴

5.1.3.2 Stegljudsisolering i trä

Stegljud från gång är det vanligaste problemet i lätta konstruktioner, framförallt vid låga frekvenser då ljudtrycksnivån bestäms av personens vikt, fotvikt och stegfrekvens. Därför vill man ha stegljudsnivån så låg som möjligt. Vid högre frekvenser är det typen av underlag, ex. skotyp, som är relevant för stegljudsnivån, framförallt vid hårt underlag.

Stegljudsnivån är den typ av buller som upplevs som mest störande, även vid mycket låga frekvenser. Svårigheterna med stegljud är att trots att ljudnivån hålls på klass A eller B enligt kraven kan man fortfarande uppfatta ljuden som störande. Speciellt tydligt är det vid låga frekvenser, även under 50 Hz, är stegljudsnivån svår att få bukt med i lätta konstruktioner.⁵⁵

5.1.4 Dimensionering

Massan för ett material har stor betydelse för dess ljudisolerande egenskaper, därför kan lätta stommaterial som trä ses som en dålig ljudisolator då trä är ett lätt material och inte kan uppnå samma massa som en betongstomme. Vid dimensionering av lätta material, i detta fall med trä som stommaterial, brukar man dimensionera efter två lösningar, enkel- eller dubbelkonstruktion.

⁵⁴ Östman, B 1 (2008).

⁵⁵ Östman, B 1 (2008).

5.1.4.1 Enkelkonstruktion

I en enkelkonstruktion kan man förbättra de ljudisolerande egenskaperna genom att öka materialets tjocklek, ex. genom att öka antalet skivor i regelväggarna. En dubbling av antalet väggskivor ger en ökning på 6dB i ljudisolering.⁵⁶

5.1.4.2 Dubbelkonstruktion

En dubbelkonstruktion är en så kallad ”massa-fjäder-massa-system” där man har två separata yttre skikt med hålrum emellan som man fyller upp med ljudisolerande material. Detta ger en lätt konstruktion, då bara de yttre skikten är tunga, med mycket goda ljudisolerande egenskaper⁵⁷.

5.1.5 Stomsystem

Stomsystem för flerbostadshus finns det generellt två alternativ för träbyggande. *Lättbyggnadsteknik* (regelstomme) och *massivträteknik*.⁵⁸

Vid val av stomsystem för flervåningshus är bl.a. följande punkter viktiga att ta hänsyn till:

- Spännvidder över 6 m minimerar antalet möjliga val på lägenhetsavskiljande bjälklagstyper.
- Bjälklagshöjer under 500 mm minimerar antalet möjliga val på takbjälklagstyper.
- Fribärande takstolar ger möjlighet till stora fria spännvidder och därmed möjlighet till en flexibel planlösning på översta våningen.
- Lättbyggnadstekniken ger möjlighet till att gömma installationer och tekniska system i hålrummen i konstruktionen. Vid massiva konstruktioner eller prefabricerade element måste hänsyn tas till detta vid beställning, annars kan de kläs in eller dyl. i efterhand.

Väggar byggda med lättbyggnads- och massivträteknik (se 5.1.5.1 och 5.1.5.2) är i regel mycket lättare än tunga stommateriell som betong. Då materialets tyngd spelar in på dess ljudisolerande förmåga blir luft- och stegljudsisoleringen för trästommar ganska dålig. Ett sätt att förebygga detta är att använda sig av dubbelkonstruktioner.⁵⁹

Utgångspunkten vid dimensionering är de funktionskrav som ställs på projektets ljudförhållande. Extra viktig vid trästommar är flanktransmissionen, där knutpunkterna för byggnadsdelarna blir extremt viktig då dessa måste utföras på rätt sätt för att minimera ljudöverföringen. Man måste strukturellt

⁵⁶ Isover2

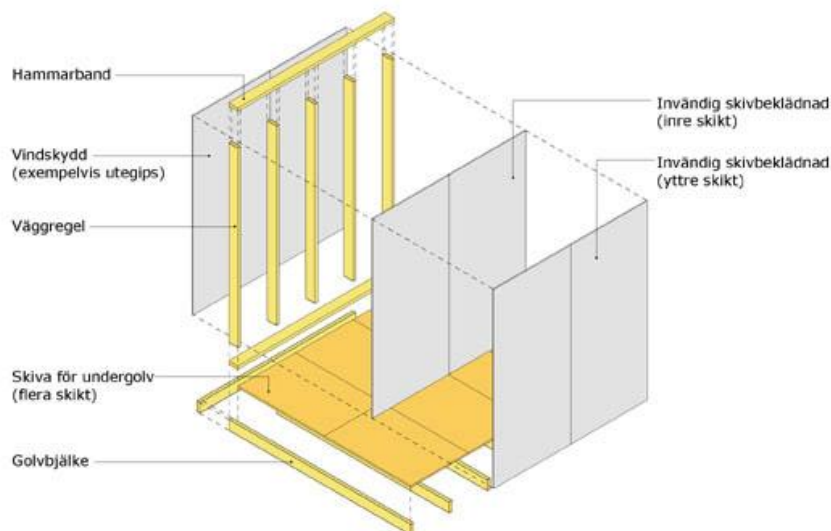
⁵⁷ Isover2

⁵⁸ TräGuiden4

⁵⁹ TräGuiden5

avskilja ljudets väg för att hindra spridning och eliminera flanktransmissionen.⁶⁰

5.1.5.1 Lättbyggnadsteknik



Lättbyggnadsteknikens (regelstommens) beståndsdelar⁶¹

Som nämnts tidigare är det stegljud som är dimensionerande när man ser på akustiken i ett hus. Detta är speciellt tydligt när stommen utförts med lättbyggnadsteknik.

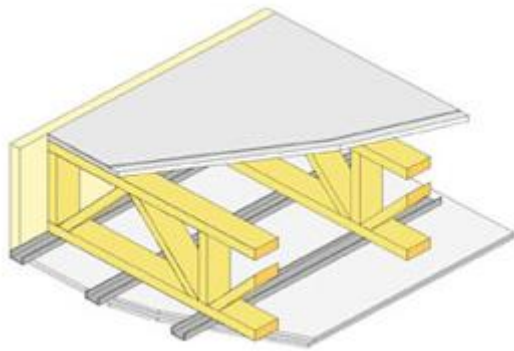
I lägenhetsavskiljande väggar kan det krävas dubbla skivlager för att uppnå en god ljudisolering mellan lägenheterna.

Flertalet bjälklagstyper klarar kraven på ljudklasser upp till klass B med en teknik som bygger på att man separerar undertak och/eller undergolvet från konstruktionen. Vid prefabricerade volymelement finns denna separation naturligt genom att undertaksstrukturen fungerar som det undre volymelementets tak. En annan lösning är att ha undertakets bjälkar infällda i bjälklagets konstruktion. En annan variant är att ha fjädrande inhägning där undertaket, med hjälp av ljudbyglar, hålls på plats.⁶²

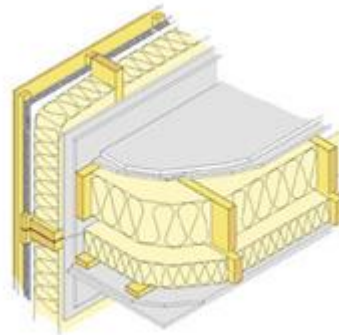
⁶⁰ TräGuiden5

⁶¹ TräGuiden1 (bild)

⁶² TräGuiden6



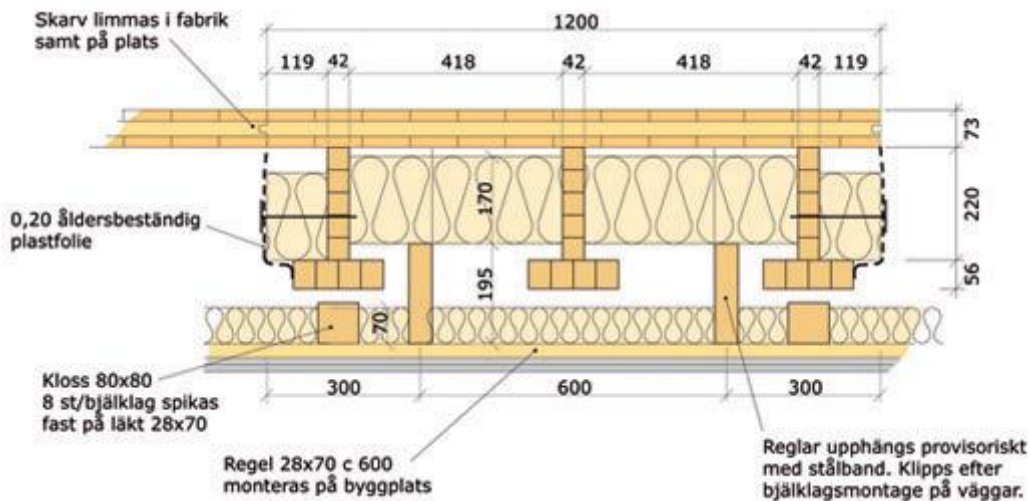
Bjälklag med fackverksbalkar



Bjälklag och undertak i volymelements-system⁶³

5.1.5.2 Massivträeteknik

För att uppnå god ljudisolation använder man sig av en dubbelkonstruktion bestående av två massivträskivor med mineralull och luftspalt emellan. I ytterväggar kan man behöva komplettera med mineralull även på väggens utsida. Platt- eller kassettbjälklag används som lägenhetsavskiljande bjälklag med en massivträskiva som överyta tillsammans med underfläns och liv i exempelvis limträ. God ljudisolerande effekt får man tillsammans med ett flytande golv eller ett separat eller fjädrande inhängt undertak. För att undvika flanktransmission är det viktigt att alla massivträtor i konstruktionen inte lämnas exponerade.⁶⁴



Bjälklagskonstruktion för massivträeteknik. Bilden visar ett exempel med kassettbjälklag⁶⁵

⁶³ TräGuiden1 (bild)

⁶⁴ TräGuiden7

⁶⁵ TräGuiden1 (bild)

5.1.6 Fördelar

Trä som stommaterial har länge varit att föredra i småhus sett på dess ekonomiska och tekniska fördelar, detta är ett av skälen till att man idag även vill utveckla husbyggande av trä till högre byggnader. En fördel och egenskap hos trä är dess unika egenskap att klara stora vikter och dragkrafter trots sin låga egenvikt.⁶⁶

5.1.7 Nackdelar

En av nackdelarna med trä som stommaterial är att lågfrekvent ljud, som uppstår pga. av den högre konstruktionshöjden som krävs vid stora spännvidder för ett bjälklag i trä, blir svårare att ljudisolera. Detta kan medföra att bostadsytan minskar eller att priset per kvadratmeter ökar.⁶⁷

I lätta stommaterial vill ljudet röra sig längst med väggarnas regler och via flanktransmission i bjälklagen, vilket gör ljudisolering betydligt svårare än om man ser till en betongstomme.⁶⁸

Det är även svårt att ange graden av ljudisolering på ett enskilt objekt samt att konstruktionens utförande ger ett önskat resultat på slutlig ljudisolering.⁶⁹

5.2 Betong

5.2.1 Snabbfakta

Betong består av tre byggnadsmaterial: Ballast, cement och vatten. Där huvuddelen består av ballast. Betongens hållfasthet bestäms genom förhållandet mellan vatten och cement, det så kallade *vattencementtalet* (*vct*). Betong är ett tungt byggnadsmaterial och har en densitet mellan 2300 – 2400 kg/m³. Betong har en hög tryckhållfasthet, 10 – 130 MPa men något sämre draghållfasthet, 1 - 10 MPa⁷⁰. Därför kompletteras betong oftast med armeringsjärn för att uppnå en högre draghållfasthet.⁷¹

5.2.2 Byggnadssätt

En bostad med betongstomme kan ha två utförandesätt, med sina olika för- och nackdelar, platsgjuten eller prefabricerat.

5.2.2.1 Platsgjuten

Platsgjuten stomme på prefabricerade element är idag det vanligast förekommande alternativet, den ligger på ungefär 2/3 av vad som byggs⁷². En platsgjuten stomme har sina fördelar med att dess akustiska egenskaper är lätta att förutse, då risken för otätheter minimeras med en sluten konstruktion

⁶⁶ TräGuiden1

⁶⁷ Åkerlöf, L (2001)

⁶⁸ TräGuiden8

⁶⁹ Åkerlöf, L (2001)

⁷⁰ Betongbanken4

⁷¹ Begroup

⁷² Betongbanken1

och tjockleken på väggar och bjälklag kan efteranpassas för att uppnå en högre ljudklass.⁷³ Det är också tämligen lätt att justera eventuella felaktigheter i efterhand. Större valmöjligheter finns även när de kommer till estetiskt utseende, då platsgjutna konstruktioner kan formas och anpassas på plats. Nackdelen med att gjuta på plats är konstruktion blir väderberoende, skillnad i temperatur kan påverka uttorkningstiden vilket kan medföra förseningar. Sprickbildning kan uppstå, vilket påverkar tätheten och hållbarheten i konstruktionen.

5.2.2.2 Prefabricerad

En prefabricerad stomme tillverkas i kontrollerade former i en anläggning med reglerande temperatur, det vill säga att uttorkningstiden alltid är den samma och det blir lättare att garantera en hållbar konstruktion.

En nackdel blir att byggnadsdelarna måste bestämmas i förväg och eventuella ändringar vid arbetsplatsen kommer vara minimala, montera prefabricerade betong element medföra även en ökad risk för arbetsplats olyckor, då elementen stora, tunga element ska flyttas runt och placeras på arbetsplatsen. Då prefabricerad byggs ihop på plats så finns där en ökad risk för otätheter i konstruktionen, vilket i sin tur kan leda till att bostaden får ett sämre akustiskt värde, då ljud fortplantar sig lättare och kan sprids vidare i konstruktionen.^{74 75}

5.2.3 Bärande byggnadsdelar

Följande är några av de vanligaste vägg- och bjälklagstyper och en kort beskrivning på hur de är ur akustiksynpunkt och tillverkningssätt.

5.2.3.1 Solid vägg

Då betong i sig har ett högt reduktionsvärde⁷⁶, pågrund av sin tunghet, så fungerar en solid betongvägg, som skiljevägg och bärande yttervägg, oftast bra i sig själv. Men som vi kan se i tabell 5, så fås ett högt reduktions värde på luftljud tidigt i med betongens tjocklek, men ökas tjockleken något så ökas inte reduktionsvärden avsevärt. Om ett högre reduktionsvärde vill uppnås, som kan uppnå ljudklass A, så är ett billigare alternativ att kombinera solid betong element med lättregelväggar, se avsnitt 2.5.3. Lika så gäller för att reducering stegljud, då tjockleken på betongen behöver vara stor för att uppnå ett fullgott reduktionsvärde.

⁷³ Betongbanken5

⁷⁴ Betongbanken6

⁷⁵ Karlén, L (1984)

⁷⁶ Träguiden1

Ytvikt Kg/m ²	Tjocklek i mm för homogen betong	Luftljudsisolering R' _w + C ₅₀₋₃₁₅₀ dB	Stegljudnivå L' _{n,w} + C _{L,50-2500} dB
430	180	52	79
480	200	54	77
550	230	56	75
600	250	57	74

Tabell 5⁷⁷

5.2.3.2 Skalväggar

Skalväggar består av två förgjutna plattor på 50 – 65 mm, som är förbundna och distanserade från varandra, med ingjutna armeringstänger. Plattorna monteras och gjuts in på plats vilket ger väggen likvärdiga egenskaper med en platsgjuten solid vägg. Ur en akustik synpunkt innebär detta att en ökad tjocklek ger ett ökat reduktionsvärde.⁷⁸

Ett annat alternativ på skalvägg kan också bestå av en insida av betong, någon form av isoleringsmaterial som mellanskikt, exempelvis mineralull, som sedan täcks med tegel på fasadsidan.

5.2.3.3 Sandwichelement

Väggar som består av en isoleringsskiva som gjuts in och omsluts av betong. Vanligt förekommande i bärande ytterväggar. För att uppnå ett högre reduktionsvärde för luftljud, så är ett alternativ att använda sig av en större dimension på isoleringsskivan, alternativt öka tjockleken på betongen (se tabell 5).

5.2.3.4 Pelare

Ett alternativ för att minska luftljud i vertikalled är att använda sig av pelare.⁷⁹ Där mellanväggarna utgörs av lätt regelväggar och de bärande delarna i väggen består av pelare. Se avsnitt 4.4 regelväggar som uppnår ett högt reduktionsvärde.

5.2.3.5 Håldäck

Håldäck, även kallat HD/F, är för gjutna balkar med cirkelformade längsgående hålrum. Håldäcken monteras på plats och kompletteras med en betongpågjutning. Ur akustik synpunkt så har håldäck svårt att uppnå högsta ljudklassen för luftljud och stegljud, detta trots ökad tjocklek på den pågjutna betongen.⁸⁰

⁷⁷ Åkerlöf, L (2001)

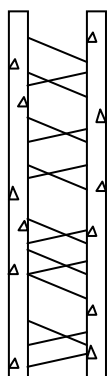
⁷⁸ Betongbanken2

⁷⁹ Betongbanken3

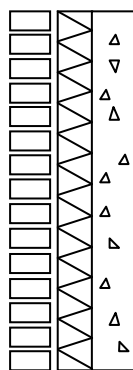
⁸⁰ Svenskbetong1

5.2.3.6 Plattbärlag

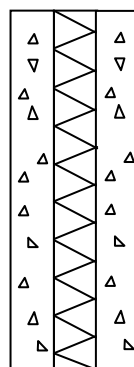
Plattbärlag är uppbyggt av en förgjuten platta bestående av ca 50 mm betong och förspänd armering. Plattan lyfts på plats för att sedan gjutas in i konstruktionen. Plattbärlag tillsammans med skalväggar uppnår en tät och sluten konstruktion som är att föredra ur akustiksynpunkt. Då plattbärlag kan räknas som en solid betongkonstruktion så kan betongtjockleken ökas för att öka reduktionsvärdet på bjälklaget (se tabell 5).



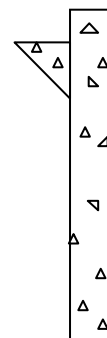
Skalvägg



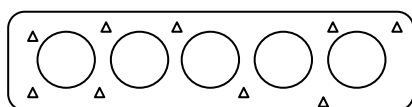
Skalvägg med tegelfasad



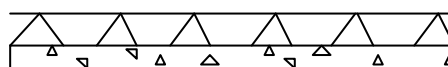
Sandwichelement



Pelare



Håldäck



Plattbärlag

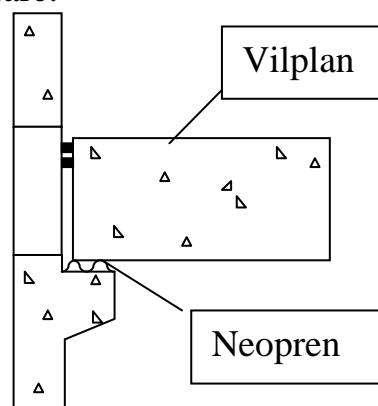
5.2.4 Kompletteringar

Betong är sig själv ett mycket bra byggnadsmaterial när de kommer till akustik, detta på grund av sin tunghet vilket sin tur ger den en ökad förmåga att absorbera ljud. Vilket oftast betyder att vägen till en god ljudnivå inomhus istället kommer från planlösning, fönstermängd och materialval till golvet.

Extra kompletteringar kan ske vid skiljeväggar och bjälklagets upplag för att öka ljudkomforten.

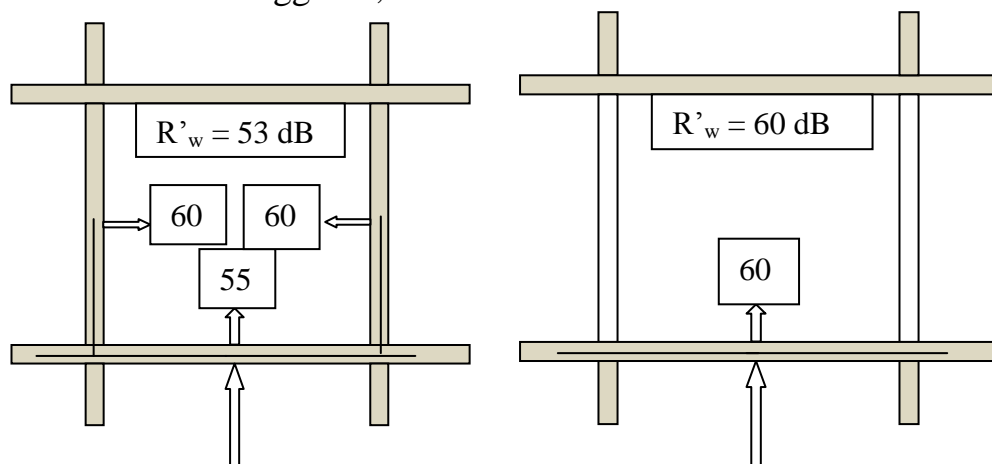
För att minimera att stegljudet sprider sig från bjälklaget och vidare i konstruktionen, så kan användningen av neopren (syntetiskt gummimaterial) underlätta. Genom att placera ca 10 mm⁸¹ neopren mellan väggen och bjälklaget, minimeras risken att ljudet sprids vidare.

Figuren visar hur ett neoprenskikt, som placerats mellan upplaget och vilpanet, minimerar vibrationer från att spridas vidare.



⁸¹ Karlén, L. (1984)

Att bygga en bostad med få bärande betongväggar, långa spännvidder på bjälklagen och med kompletterade lättväggar som skiljeväggar är lämpligast för att uppnå en bostad med en god ljudmiljö.⁸² Ljudet sprids ut längs bjälklaget, ju större det är desto mer ljud absorberas i bjälklaget, men om spännvidden istället är kort och följs upp med tunga skiljeväggar kommer ljudet fortsätta in i väggarna, vilket i sin tur förstärker effekten i rummet.



Figur 1

Figur 2

I figur 1, med massiva betongväggar och kort spännvidd stängs ljudet inne och därmed blir ljudisoleringen sämre. I figur 2, är spännvidderna längre och kompletteras med lätta skiljeväggar, vilket ger en bättre ljudisolering.⁸³ Dock ska noteras att inte ska ses att det enda alternativet till en god ljudnivå inomhus kräver att ett betong hus ska kompletteras med lätt regelväggar, en fullt fullgod ljudnivå som uppnår ljudklass C och ibland B fås genom att enbart använda sig av betong och isolering i bjälklag och väggar.

5.2.5 Nackdelar

Ur akustiksynpunkt kan enbart betong uppfylla ljudklass A, dock måste egenvikten bli så stor att det inte blir funktionell att bygga. En ökad egenvikt innebär en ökad tjocklek, vilket betyder att kostnaderna kan bli stora.

Den största boven vid betongtillverkning är utsläppen av koldioxid. I den kemiska processen, när kalk blir cement släpps de ut enorma mängder koldioxid. 2010 släppte betong industrin ut ca 2 miljarder ton koldioxid⁸⁴, ca 5 % av världens totala utsläpp⁸⁵, vilket i sin tur är dubbelt så mycket som den globala flygindustrin släppte ut.

⁸² Svenskbetong2

⁸³ Svenskbetong2

⁸⁴ Ollevik, N-S

⁸⁵ Almgren, M

Kontinuerlig forskning och utveckling sker inom betongindustrin, förändringar i hur cementen tillverkas, användning av tillsatts ämnen och transporter, görs för att minska utsläppen och påverkan det gör på miljön. Men då kalk står för 55 % av koldioxidutsläppet⁸⁶, vilket gör att oavsett val av förbränningsmaterial och typ av transport så finns de lite som kan göras för att minska den mängden.

5.2.6 Fördelar

Betong är i flera aspekter ett bra byggnadsmaterial, det har hög tryckhållfasthet och genom sin tunghet även en god ljudisoleringsförmåga. Grundmaterialet i betong består även med fler aspekter så som att motverka risken för brand och fukt. Då betong inte innehåller några organiska material så finns det ingen risk för att mögel eller fuktskador ska uppstå i en betongkonstruktion. När det kommer till brand så finns det inget i betong som kan brinna, vilket minimerar riskerna att ett betonghus ska sprida branden vidare. I och med att betong inte kan brinna kan inte heller giftiga gaser utvecklas, som i sin tur kan skada boende och räddningspersonal.

Betong har en låg värmeledningsförmåga, vilket är gynnsamt ur energisynpunkt, men även ur en brandsynpunkt. Då betong tar lång tid att kylas ner och värmas upp kan ett betonghus fungera som en värmebank. Då väl ett hus värmts upp krävs det inte lika hög energiåtgång för att behålla värmen i huset. Skulle det börja brinna kommer värmeutvecklingen att ta längre tid vilket leder till att branden sprider sig långsammare.

Under sin livslängd kommer betong utsättas för karbonisering vilket är en kemisk reaktion där koldioxid binds med betongen. Karboniseringen sker långsamt och går från ytan och inåt. Om armeringen täcks av ett ordentligt täckskikt så kommer inte karboniseringen att påverka hållfastheten i armeringen. Hur mycket koldioxid som binds under betongens potentiella livslängd finns det än så länge bara antaganden om.⁸⁷

⁸⁶ Almgren, M

⁸⁷ Ljungkrantz, C.

6 Byggherrarna – intervjuer

Nedanstående text är sammansatt utifrån de intervjuer vi genomfört med byggherrar inom branschen för nyproduktion av flerbostadshus.

6.1 Ljudklass val

Att en bra ljudnivå inomhus är något boende prioriterar högt, är en fråga som samtliga byggherrar i våra intervjuer har varit eniga om. De baserar sina svar på undersökningar som gjorts på boende i deras befintliga bostäder, ”*Vi har något som kallas för Nöjd Kund Index, de är något som ska beskriva hur kunden upplever bostaden*” – Owe, Ikano. ”*Kunderna vill ha just en god ljudmiljö, det är något som prioriteras högt*” – Johan, NCC. ”*Kundernas åsikt spelar en roll men vi gör en Nöjd Kund Index till alla våra nyinflyttade i nyproduktionsfastigheter...*” – Hans, MKB.

Av de ljud som uppstår i en bostad så har de visat på att ljud från grannarna är det som de boende stör sig mest på och där mest fokus hamnar, ”*... att vi ska klara ljudklass B mellan lägenheter och vägg som ligger emot trapphus*” – Per, JM. ”*Vi jobbar efter att, i flerfamiljshus, uppnå ljudklass B mellan lägenheterna och ljudklass C inom lägenheterna*” – Johan, NCC.

Samtliga byggherrar i vår intervju är dock ense om att i alla fall minimikraven måste uppfyllas ”*I praktiken är de en svensk standard som vi använder, vi använder oss av ljudklass C för närvarande*” – Owe, Ikano. Men att uppnå mer än minikraven, verkar de inte finnas något större intresse för, ”*Vi säger att vi sätter ljudklass C som krav men siktar mot ljudklass B*” – Hans, MKB.

Men att göra ett aktivt val att öka sina krav på ljudklass till ljudklass A har vi inte märkt att något företag lägger mycket vikt på, även då det finns ett växande intresse, bland boende, för en bättre ljudmiljö inomhus, ”*Vad vi har upplevt och tagit del av, så är personer som bor i våra bostäder mest intresserade av är att ha en bra ljudnivå inomhus*” – Per, JM. ”*Ljud är ganska aktuellt speciellt i samband med att man bygger i staden*” – Magnus, Skanska. ”*Vi tycker det är viktigt inom företaget med akustiken eftersom det är en del i att få nöjda kunder*” – Mats, LKF.

6.2 Stommaterial

När byggherrarna väljer en stomme så verkar de alltid utgå från att välja en stomme av betong, *”Vi strävar efter att ha en tung stomme, vi har det i merparten av våra hus.”* – Mats, LKF. *”Betong i stomme och betong i fasad”* – Owe, Ikano. *”Vi använder gärna betong, men när de kommer till valet mellan prefabricerat och platsgjutet så är de varierande från fall till fall.”* – Johan, NCC. *”... i flerbostadshus använder vi oss alltid av betongstomme...”* – Per, JM. *”Det varierar mellan platsgjuten eller prefabricerad, men i regel har vi alltid tung stomme i våra hus.”* – Hans, MKB.

Detta gäller dock enbart flerfamiljshus med flera våningar då mindre hus, så som villor, inte blir lika kostnadseffektiva att använda sig av betong till. *”Det beror på om det är flerfamiljshus eller äganderätter” ... ”I flerfamiljshus är det normalt en prefabricerad stomme i betong” ... ”antingen plattbärlag eller HD/F bjälklag” ... ”i villor finns där både lätt och tung stomme”* – Magnus, Skanska. *”I villor finns där både lätt och tung stomme, men det är övervägande lätt stomme för att en tung stomme är konstadsdrivande...”* – Magnus, Skanska.

Flera av byggherrarna anser att valet av betong kommer med många fördelar, inte enbart ur en akustik synpunkt utan även sett på energieffektivitet, fukt och brandsäkerhet. *”... generellt sätt så känner vi att det känns tryggare att använda betong...”* – Johan, NCC. *”Vi anser att vi får så många fördelar med en tung stomme när det gäller brand, våningshöjder och akustiken blir bättre”* – Mats, LKF. *”Det är så många andra aspekter som fås genom betong, brand och fukt”* – Owe, Ikano.

De flesta byggherrarna verkar dock eniga om att valet av trä inte är att föredra, då trä innebär större risker med fuktskador och ur en akustiksynpunkt svårare att uppnå högre ljudklass. *”... vill vi helst undvika alla typer av organiska material. Pågrund av fuktrisken”* – Johan, NCC. *”Vi bygger inne i en storstad och då är inte trähus det första på tapeten”* – Hans, MKB.

Dock finns där de som anser att synen på träbyggandet inte alltid behöver vara dåligt. Detta kan bero på deras syn och tidigare erfarenheter då fukt kan undvikas i träkonstruktioner så länge utförandet görs på rätt sätt. Även att uppnå en bra ljudmiljö i ett trähus, är baserad på tidigare erfarenheter. *”Det blir nog bara lite större konstruktionstjocklek i trähus”* – Per, JM.

6.3 Ekonomi

De flesta byggherrarna har ett förbestämt sätt att bygga på, beroende på vilken typ av bostad, där förbestämda konstruktionslösningar är upplagda och akustiker tas in vid varje nyproduktion då ljudnivåerna är olika beroende på läge. ”Vi har ett byggsystem som vi använder oss av, det ser likadant ut varje gång” – Owe, Ikano.

Merkostnader uppstår alltid när ett högre ljudkrav än vad minimikraven säger ska uppnås, ”De blir större kostnader när man vill uppnå ljudklass B än vad som krävs för att uppnå minimum kraven.” – Per, JM, ”... en merkostnad sker och den läggs på slutprodukten” – Johan, NCC, den merkostnaden måste i slutändan löna sig, antingen genom en ökad hyra eller att öka priset på bostaden. ”Varje projekt ska finansiera sig själv så det hamnar i slutändan på hyran” – Mats, LKF. ”Det kan vara aktuellt att betala mer, men det måste finnas en intäkt kopplad till investeringen”... ”det måste betala sig med en intäkt i andra änden.” – Magnus, Skanska, ”Ökade byggnadskostnader påverkar boendekostnaden.” – Owe, Ikano.

Men samtidigt kan inte priserna öka hur som helst, om det inte finns någon täckning för dem, ”Hyressättningen grundar sig inte bara på vad det kostar utan vi följer ”Malmömodellen” där man tar hänsyn till standard och läget för lägenheten vid hyressättning” – Hans, MKB.

Det finns en marknad och där igenom fås ett ungefärligt pris på vad kunderna är villiga att betala, ”Marknaden bestämmer vad priset på huset blir” – Per, JM. Så om marknaden säger att en bostad ska kosta en ungefärlig summa, så kan inte priset öka, bara för att en högre standard väljs, ”... vi kan inte få ut mer hyra oavsett om vi höjer standarden” – Hans, MKB.

7 Diskussion

Att ha en förbestämd konstruktionslösning har sina fördelar. Det blir billigare och ger en kortare projekteringstid då allt redan är bestämt och beprövat sedan tidigare. Men det medför dock att akustiken inte alltid hänger med. Att företagen vill uppnå minimikraven är ett måste, då lagen kräver det. Men genom att använda sig av en förbestämd stomme medför det ofta att akustiken har svårt att uppnå en högre standard än vad som åstadkommits tidigare.

Samtliga företag som använder sig av betong som stommaterial är eniga om att en god ljudnivå fås med automatik genom valet. Dock har det sina begränsningar, speciellt när en högre klass än ljudklass B vill uppnås då konstruktionstjockleken måste ökas.

Att priset på slutprodukten blir något högre, om det planeras in en högre ljudklass är inte helt oväntat, speciellt när de flesta företagen har tagit fram en modell som är anpassad att uppnå minimum kraven där en förhoppning ligger på att uppnå ljudklass B. Då marknaden bestämmer priserna så kan inte extrakostnaderna läggas på slutprodukten, utan de får byggherren stå för själv. Detta kan inte anses vara hållbart i längden, då vinsten blir mindre och byggherren förlorar på investeringen.

Men som vi har förstått så finns där ett ökat intresse för att få en god ljudmiljö inomhus. De flesta byggherrarna anser också att de uppfyller de önskemålen genom att ibland kunna uppfylla något högre än minimikraven, eller uppnå högre än minimum på vissa delar av bostaden. Men är det tillräckligt, det hade kanske varit bättre att byggherrarna skulle uppnå ljudklass B med en förhoppning att kunna uppfylla ljudklass A. Om ett högre krav sätts från början och akustiker kopplas in tidigt, kommer kanske priserna inte bli så mycket högre.

Kunskapen om hur man får en bättre ljudmiljö och ökad ljudklass finns där. Om då en standard bestäms och följs så kommer ju också produktion och projekteringskostnaderna minska i framtiden, då de ger en ökad kunskap och erfarenhet.

Ljud påverkar oss negativt och buller är något som blir mer och mer en del av det dagliga livet. När allt fler människor väljer att urbanisera till städerna ökar även mängden trafik, vilket i sin tur leder till mer buller. Det är en ond cirkel som uppstår. Men att säga att det är byggherrarnas ansvar att bygga hus som klarar av det ökade bullret är också fel. Även då mycket ligger på byggherrarna att kunna förutse kraven och önskemålen, så ligger mycket hos stadsplanerare och politikerna att se till att bullret minskar, efterhand som städerna växer.

Om samtliga nyproducerade bostäder hade försökt uppnå ljudklass A från start, om akustikerna tas in så tidigt som möjligt och samtliga i projektet informeras om vad som ska uppnås, kommer då inte erfarenheten öka och därmed kunskapen om hur det ska se ut i framtiden.

Det är viktigt att byggherrarna lyfter upp intresset för akustik då det blir ett allt mer påtagligt problem och inte enbart koncentrerar sig på att spara pengar.

Ljud påverkar oss negativt och buller är också något som blir mer och mer en del av det dagliga livet, i och med att fler människor väljer att flytta in i städerna så ökar det där med också mängden trafik, vilket i sin tur leder till mer buller. Det är en ond cirkel som uppstår. Men att säga att det är byggherrarnas ansvar att bygga hus som klarar av det ökade bullret är också fel. Även då mycket ligger på byggherrarna att kunna förutse kraven och önskemålen, så ligger mycket hos stadsplanerare och politikerna att se till att bullret minskar, efterhand som städerna växer.

Att säga att betong är bättre än trä eller vice versa när de kommer till akustik, är inget rättvist svar. Ett antagande kan göras att betong fungerar bättre för stegljud och luftljud då mer forskning har gjorts på betongområdet.

En orsak till byggherrarnas motvilja att bygga i trämaterial och satsa på akustiken kan vara osäkerheten kring dimensioneringen. Precis som *AkuLite*-projektet har insett ligger kunskapen inom området långt efter utvecklingen inom samma område med tunga konstruktioner.

Ljudisolering för bättre akustik i träkonstruktioner är svårt att få till men med en utveckling på frammarsch borde man se en ökning av flerfamiljshus i trä inom en snar framtid. Dock kan det i dagsläget ses som ett enklare alternativ att välja betongstomme då ljudkomfort oftast kommer med på köpet tillsammans med minskad risk för brandspridning och fukt, samt är ett väl beprövat material.

8 Slutsats

Buller är skadligt och det påverkar oss på flera olika sätt, negativa sätt. Mer forskning kan behövas på ämnet, för att se hur de långvariga effekterna av buller gör mot oss. Men de effekterna som är dokumenterade redan nu är långt ifrån positiva. När ett sådant stort antal personer säger sig ha svårt att somna eller vaknar på grund av buller så är det ju ett hälsoproblem som måste tas om hand och motverka. En annan aspekt på buller är att det kan för många blir en vanesak som inte känns så påtaglig och ignoreras som en källa till stress eller vara orsaken till dålig sömn. Man glömmer helt enkelt bort vikten av en bra ljudmiljö i sin bostad och ställer därför inga högre krav.

Där finns för- och nackdelar när de kommer till de olika byggnadsmaterial trä och betong. Men att helt utesluta den ena för den andra när de kommer till akustik är inte en självklarhet. Då vi kan se att betong har goda förutsättningar för att uppnå en bra ljudmiljö av sig själv, så har det även begränsningar när det kommer till att uppnå de högre klasserna. Trä har svårt att uppfylla ljudkraven för vissa typer av ljud, men då forskningen och standard saknas eller är begränsad, men är på frammarsch finns det kanske en möjlig framtid för flerbostadshus/flerfamiljshus i trä.

Byggherrarna är medvetna om att boende önskar en god ljudmiljö mest av allt. Men det verkar oftast handla om hur omkostnader ser ut, att investera själv för att i slutändan enbart få nöjdare kunder är ingen funktionell investering. Men genom att säga att man ska uppnå minimum kraven så har man tillgodo sett de önskemålen boende har för en god ljudmiljö.

Byggherrarna har sina förbestämda konstruktionslösningar beroende på vilken typ av bostad de ska bygga, för att sedan komplettera med akustiker för att säkerställa att de uppnår den uppsatta ljud standarden. Byggherrarna vi har pratat med föredrar att använda sig av betong, då det medför att de kan säkert uppfylla de flesta kraven, vad gäller brand, fukt, energi och akustik.

9 Referenser

9.1 Publikationer

Begroup. *Handbok – Armering i grunden.* begroup.com. Tillgängligt:
<<http://www.begroup.com/upload/Sweden/Broschyrer/BE-Armeringshandboken.pdf>> (2012-05-29)

Boverket (2008) *Buller i planeringen – Planera för bostäder i områden utsatta för buller från väg- och spårtrafik.* boverket.se. Tillgängligt:
<http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2008/Buller_i_planeringen_allmanna_rad_2008_1.pdf>

Carlsson, C-A. *Sunt byggande med betong ger god ljudmiljö.* Tillgängligt:
<<http://www.heidelbergcement.com/NR/rdonlyres/07CA8480-C326-44D6-9D97-1564CEF6A3FA/0/SuntbyggandemedbetonggerGodljudmilj%C3%B6.pdf>> (2012-03-28)

Gyproc. *Gyproc handbok 8 – Gyproc teknik.* Tillgängligt:
<http://www.gyproc.se/files/PDF/Sweden/aku_begr.pdf> (2012-04-01)

Karlén, L. (1984). *Akustik i rum och byggnader.* Tillgängligt:
<http://www.acad.se/en/home/.../acoustics_in_rooms_and_buildings.pdf> (2012-03-28)

Ljungkrantz, C. *Koldioxidupptag i betong.* byggutengrenser.no. Tillgängligt:
<<http://www.byggutengrenser.no/filer/nedlasting/Koldioxidupptag%20i%20Betong%20Samh%C3%A4llsbyggaren%206-10.pdf>> (2012-05-28)

Scb1 (2004). *Så bor vi i Sverige – Bostäder, boendemiljö och transporter 1975 - 2002.* scb.se. Tillgängligt:
<http://www.scb.se/statistik/_publikationer/LE0101_1975I02_BR_LE107SA0401.pdf> (2012-05-15)

Scb2 (2009). *Levnadsförhållanden rapport 117, Boende och boendemiljö, 2006-2007.* scb.se. Tillgänglig:
<http://www.scb.se/statistik/_publikationer/LE0101_2006I07_BR_LE117BR0901.pdf> (2015-05-15)

Socialstyrelsen1 (2009). *Miljöhälsorapport 2009.* socialstyrelsen.se
Tillgängligt:
<http://www.socialstyrelsen.se/Lists/Artikelkatalog/Attachments/8494/2009-126-70_200912670_rev.pdf> (2012-05-09)

Socialstyrelsen2 (2008). *Buller – Höga ljudnivåer och buller inomhus*. *socialstyrelsen.se* Tillgängligt:
<http://www.socialstyrelsen.se/Lists/Artikelkatalog/Attachments/8582/2008-101-4_20081015.pdf> (2012-03-22)

Åkerlöf, L 2. *Husbyggare Nr 2. Tysta bostäder byggs med betongstomme*. Tillgängligt:
<http://fc.bygging.se/~husbyggaren/2008_2_11.pdf> (2012-05-30)

Östman, B 1 (2008). *Acoustics in wooden buildings*.ltu.se. Tillgängligt:
< http://pure.ltu.se/portal/files/3049164/2008_16_kompr.pdf> (2012-05-09)

Östman, B 2 (2008). *Akustik i träbyggnader*. Nr 4/08, byggt teknikforlaget.se Tillgängligt:
< <http://issuu.com/byggt teknikforlaget/docs/4-08?mode=window&page Number=60>> (2012-05-09)

9.2 Internetsidor

Almgren, M (2011). *Kamp mot koldioxid när cement produceras*. Tillgängligt:
< <http://www.entreprenad.com/kategorier/alla/kamp-mot-koldioxid-nar-cement-produceras/>> (2012-05-28)

Betongbanken1. *Marknadsandel*. Tillgängligt:
<<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=4006>> (2012-05-28)

Betongbanken2. *Produktbeskrivning*. Tillgängligt:
<<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=3308>> (2012-05-28)

Betongbanken3. *Inverkan av bjälklagstjocklek*. Tillgängligt:
<<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=5490>> (2012-05-28)

Betongbanken4. *Betong – Egenskaper* Tillgängligt:
<<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=4678>> (2012-05-29)

Betongbanken5. *Platsgjuten stomme*. Tillgängligt: <
<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=2509>> (2012-05-29)

Betongbanken6. *Förtillverkad stomme*. Tillgängligt:
<<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=2509>> (2012-05-29)

Isover1. *Vad är mineralull?* Tillgängligt:

<<http://isover.se/produkter/vad+%c3%A4r+mineralull-c7->> (2012-05-29)

Isover2. *Störande ljud.* Tillgängligt:

<<http://www.isover.se/till%C3%A4ggsisolering/komfort+och+trygghet/st%C3%B6rande+ljud>> (2012-04-24)

Ollevik, N-S (2010). *Betong kan minska koldioxidutsläpp.* svd.se.

Tillgängligt: <http://www.svd.se/naringsliv/betong-kan-minska-koldioxidutslapp_4157875.svd> (2012-05-28)

Svenskbetong1. *Ljudisolering bjälklag och väggar.* Tillgängligt:

<<http://svenskbetong.se/ljud/ljudisolering-bjaelklag-och-vaggar.html>> (2012-05-28)

Svenskbetong2. *Stomsystem.* Tillgängligt:

<<http://svenskbetong.se/ljud/stomsystem.html>> (2012-05-28)

TräGuiden1. *Tekniska och ekonomiska skäl.* Tillgängligt:

<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=849>> (2012-04-27)

TräGuiden2. *Miljöskäl.* Tillgängligt:

<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=850>> (2012-04-27)

TräGuiden3. *Planera träbygg.* Tillgängligt:

<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/GeneralPage.aspx?id=197>> (2012-05-16)

TräGuiden4. *Val av stomsystem, produktionsmetod och installationer.*

Tillgängligt:

<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1311&contextPage=1301>> (2012-05-16)

TräGuiden5. *Dimensionering för goda ljudförhållanden – väggar.*

Tillgängligt:

<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1028&contextPage=1018>> (2012-05-16)

TräGuiden6. *Generell beskrivning av lättbyggnadsteknik.* Tillgängligt:
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1324&contextPage=5937>> (2012-05-16)

TräGuiden7. *Generell beskrivning av massivträteknik.* Tillgängligt:
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1332&contextPage=5937>> (2012-05-16)

TräGuiden8. *Generellt om akustik och ljud.* Tillgängligt:
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1019&contextPage=1018>> (2012-04-24)

Träguiden9. *Ljud.* Tillgängligt:
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/PageTwoColumn.aspx?id=1018>>
(2012-05-28)

Zetterholm, G-B. *Massiva träsystem utmanar betongindustrin.* Ur Byggnadskultur nr 2/2004. byggnadsvard.se. Tillgängligt:
<<http://www.byggnadsvard.se/byggnadskultur/massiva-tr%C3%A4system-utmanar-betongindustrin>> (2012-05-24)

9.3 Litteratur

Burström, P-G (2006). *Byggnadsmaterial.* Studentlitteratur

Hagberg, K 1. *Ljud, vibrationer och människors upplevelser.* AkuLite nyhetsbrev nr:1 2010.

Hagberg, K 2. *Ljud och vibrationer i lätta byggnader.* AkuLite nyhetsbrev nr:2 2011.

Åkerlöf, L (2001). *Byggnadsakustik – En praktisk handbok.*

9.4 Bilder

TräGuiden1(bild). *Lättbyggnadsteknik.* Tillgängligt:
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1324&contextPage=5937>> (2012-05-16)

10 Bilagor

10.1 Bilaga 1

IKANO Bostäder

Owe Gustafsson, Projekteringsledare

Emelia Haage, Projekteringsledare Assistent

Björn Isaksson, Projekteringsledare

Intervjuare

Erik Olsson, Nicole Hjerpe

Hur ser ni på akustiken i bostäder och de ljudklasser uppsatta av Svensk Standard, finns det något intresse inom företaget?

Vi har något som kallas för Nöjd kund Index, de är något som ska beskriva hur kunden upplever bostaden och de bestämmer utgångs läge för det vi ska producera.

Så de är vad kunderna tidigare har tyckt som avgör?

Ja

Följer ni någon bestämd standard för ljudklassning i bostäder?

I praktiken är de en svensk standard som vi använder, vi använder oss av ljudklass C för närvarande

Försöker ni uppnå den i samtliga nyproduktioner?

Ja, den klassen är också en minimivå enligt BBR

Hur ser ni på kostnaden, blir det dyrare?

Ljudklass C överstämmer i stor del med det byggsystem som vi använder oss av vill använda. Det kan ske vissa extra åtgärder för att kunna uppnå ljudklass C. Det är beroende på hur planlösningen. Det är när man väljer ljudklass BC, som en viss merkostnad sker.

Blir hyrorna dyrare eller insatsen dyrare?

Ja, ökade byggnadskostnader påverkar boendekostnaden.

Försöker ni uppfylla något annat än lagkraven för minimistandard?

Ja Nej, vi följer vad kunderna vill ha och om vi ser att kunderna vill ha mer så kommer vi justera detta och höja ribban. Mer kostnad som tillkommer hamnar på slutkunden.

Beror ljudklassningen på var huset kommer vara placerat?

Kraven för reduktionstalen på ljudklass C blir högre om det är en belastad miljö, men man får samma slutkvalité inne i lägenheten oavsett om den ligger centralt än ute på landet. Bygger vi ett hus som ligger lite mer avsides, så kanske inte de behövs lika höga krav på t.ex. fönster, men vi bygger vi ett hus mitt i centrala Stockholm så kommer ju de fönstren bli en annan produkt för att få likvärdig inomhusmiljö.

När ni väljer stommar och byggnadsmaterial?

Vi har ett byggsystem som vi använder oss av, det ser likadant ut varje gång.

Vad är det för typ av stommaterial ni använder er av då?

Betong i stomme och betong i fasad. Sandwichelement av prefabricerad betong.

Så ni använder er bara av betong som stomme?

Ja

Vad ligger bakom det valet?

Det är tungt, vilket innebär en mängd fördelar och är bra i ljudhänseende, valet av stommen baseras i först hand inte på ljudreduktion, utan det är ett rationellt byggsystem.

Skulle ni kunna tänka er att bygga i trä?

Det kan vi inte uttala oss om. De är ett spårval vi har gjort angående betong. Det är så många andra aspekter som fås genom betong, brand och fukt. Speciellt eftersom vi använder oss av Prefab, som tillverkas inomhus vilket innebär att betongen är relativt uttorkad då kompletteringar sker på byggarbetsplatsen.

I valet av betong så räknar ni med att en viss akustik kvalitet kommer uppnås?

Ja, det är något man får på köpet. Men de måste ändå ske insatser med t.ex. fönster och lägenhetsavskiljande väggar i vissa lägen mot t.ex. trappuppgångar och när man har stora väggavsnitt som möter andra lägenheter.

I varje projekt har vi en akustiker inblandad, som gör en ljudutredning av det aktuella huset och tittar på samtliga utrymmen och proportioner mellan fasadytor och golvytor samt tar fram ett reduktionstal för fönster och gör bedömningar av vad som måste förstärkas.

Vi gör ljudutredningar tidigt i projektet, som utreder vilka störningar som finns utifrån, som kan medföra att skärmar kanske måste upprättas för att skydda uteplatser. Detta styrs även av arkitekturen, man kan vrida huskropparna för att skydda innergårdar och uteplatser.

Så man kan säga att ni bestämmer en viss standard och sen låter akustikern ta reda på vad som måste göras?

Ja

Det är inte så att ni vet om speciella lösningar som ni vet fungerat innan?

Jo delvis är det så, vi använder oss av ett handfull akustiker som är bekanta med vårt sätt att bygga.

Ser ni något samband mellan akustik och energieffektivitet? Om det ena påverkar det andra?

Spontat ser vi inte något samband. Det är om man isolerar mer, om man får en högre ljudklass på det sättet. Ett fönster som har hög ljudreduktion kan isolera med, då den har mycket luft i sig. Dock kan de finnas nackdelar att glasen kommer lång ifrån varandra i energisynpunkt.

Men vi ser inte direkt något samband där.

10.2 Bilaga 2

JM Bostad

Per Strand, Kvalitetschef

Intervjuare

Erik Olsson, Nicole Hjerpe

Hur ser ni på akustiken i bostäder och de ljudklasser uppsatta av Svensk Standard, finns det något intresse inom företaget?

Byggnormen ställer krav på ljudklass C, enligt Svensk Standard. Vad vi har upplevt och tagit del av så är personer som bor i våra bostäder mest är intresserade (efter läge) av är att ha en bra ljudnivå inomhus. Där störning från grannar är mest angelägen, då ljud som man själv orsaker inom bostaden kan man stå ut med.

Men erfarenheter tagna från ett projekt i Lund, kv. Bollen, där det togs det fram en konventionell lösning och en akustik lösning. Genom åren har vi tagit till oss en del av de lösningar som var gjorda i Lund och det vi bland annat tagit till oss är att vi ska klara ljudklass B mellan lägenheter och vägg som ligger emot trapphus, däremot uppfyller vi inte kraven för ljudklass B inom bostaden, utan stannar på ljudklass C

Vi ställer lite tuffare krav på oss själv än vad BBR säger.

Har ni satt upp en standard för att bygga era bostäder?

Vi har en gemensam standard, i hela Sverige, som bestämmer hur vi ska bygga våra bostäder.

Där våra lägenheters avskiljande väggar och mellanbjälklag alltid ser likadana ut.

Hur ser ni på de merkostnader som uppstår?

De blir större kostnader när man vill uppnå ljudklass B än vad som krävs för att uppnå minimum kraven. Men de x antal miljoner de blir per år på bostäderna är en kostnad som vi vill lägga, då vi vill kunna leverera en viss standard till våra kunder.

Vem står för de extra omkostnaderna för en ökad ljudklass?

Marknaden bestämmer vad priset på huset blir, där marknaden ser olika ut i landet och då inte ändrar den grundsättningen vi har bestämt på våra bostäder.

Hur väljer ni stomm- och byggnadsmaterial?

Valet av stommateriäl beror på vad vi bygger för något, i flerbostadshus använder vi oss alltid av betongstomme där vi i lägenhetsavskiljande väggar har 200 mm betong och i lägenhetsavskiljande bjälklag 250 mm betong. I småhus har vi som standard att använda oss av en träkonstruktion och i radhus/parhus har vi en träkonstruktion.

Ni ser inte att det är svårare att uppfylla ljudkraven i en träkonstruktion jämfört med en betongkonstruktion?

Nej, det är det inte. De blir nog bara lite större konstruktionstjocklek i trähus.

Vad prioriterar ni inom företaget för nyproduktion, akustik, energieffektivitet, fukt mm.?

Ljudklass i hus har vi hög prioritering på och vi har tagit fram våra lösningar för att uppnå ljudklass B mellan lägenheter. Där har vi lagt oss på vår standard.

Fukt ska inte finnas oavsett vad.

Energieffektivitet är viktigt men det har inte varit belyst lika länge som de akustiska krav vi satt på oss själva. Men i början på 2000-talet bestämde vi en standard där vi skulle ligga på en 25 % lägre gräns än vad byggnormen säger, oavsett vilket land vi är i och bygger.

I nuläget har vi högre standard än vad byggnormen säger när de kommer till akustik och energi, de är en standard som är satt så inget prioriteras före det andra.

10.3 Bilaga 3

LKF

Mats Widerdal, byggprojektledare, ansvarar för nyproduktion av lägenheter i Lund.

Intervjuare

Nicole Hjerpe, Erik Olsson

Hur ser ni på akustiken i bostäder och de ljudklasser uppsatta av Svensk Standard, finns det något intresse inom företaget?

Vi tycker det är viktigt inom företaget med akustiken eftersom det är en del i att få nöjda kunder. I dagens bostäder använder man sig av kraftigare ljudanläggningar än man gjorde förr osv. så det är ett sätt för oss att minimera störningarna mellan lägenheterna. Vi följer Svensk Standard i frågan och strävar efter att uppnå ljudklass B, vi ställer det inte som krav men vi har det som mål att uppnå ljudklass B.

Är det inom lägenheterna eller mellan lägenheterna ni vill uppnå ljudklass B?

Det är både för stegljud och luftljud som vi har det kravet.

Har ni något projekt där ni försökt nå upp till ljudklass A?

Nej det har vi nog inte utan det är ljudklass B som vi har som mål.

Vem har tagit beslutet för vilken klass ni ska välja, marknaden, önskemål från kunden eller något eget initiativ?

Det är en lång erfarenhet vi har från ett antal genomförda projekt där vi samarbete med sakkunniga inom ljud. Vi gör förfrågningsunderlag till våra projekt har vi alltid med en ljudstandard och tar hjälp av en akustikkonsult som specificerar de olika kraven som krävs för luft- och stegljud, ljudnivåer från installationer, efterklangstid och ibland är det ofta problem med trafikbuller utifrån som vi också tar hänsyn till.

Hur ser ni på kostnaden för att uppnå ljudklass B istället för ljudklass C, vem hamnar extrakostnaden på, kundens hyra eller en extra investering ni är villiga att göra då ni vet att det kommer ge utdelning i slutändan?

Varje projekt ska finansiera sig själv så det hamnar i slutändan på hyran. Dom merkostnaderna syns på hyresnivån. Men det kan vara så att om kraven ställs för högt kan det vara så att vi inte får projektet att gå ihop och då blir det ingen investering för vi klarar inte att bygga. Det är en balansgång, kravet är C men vi strävar mot att uppnå ljudklass B.

Har ni märkt någon ökning i efterfrågan på högre ljudklass?

Nej det kan jag inte säga att vi har. Vi gör ”nöjd-kund-index-undersökningar”, men jag kan inte med klarhet säga att vi fråga om just ljud i dem, men jag känner inte till att vi har någon ökad efterfrågan på det.

Val av stomme:

- lätt eller tung stomme?

Vi strävar efter att ha en tung stomme, vi har det i merparten av våra hus.

- har ni något projekt där ni bygg med lätt stomme?

Det förekommer att vi bygger med lätt stomme i våra radhus, att man gör en platta på mark med en lätt stomme, det är vanligt förekommande. I flerfamiljshus är det tung stomme som gäller.

- ni kan inte tänka er att bygga även flerfamiljshus med lätt stomme?

nej det har vi inte för tillfället

- varför de valen?

Vi anser att vi får så många fördelar med en tung stomme när det gäller brand, våningshöjder och akustiken blir bättre. Även energimässigt ser vi fördelar med att ha en tung stomme där man lättare kan utjämna temperaturväxlingar mm, man kan använda den tunga stommen för att lagra energi. Man kan säga att vi föredrar tung stomme i även radhus och enplanshus just för de höga energikraven, det blir många lager med isolering som krävs i ytterväggar och annat som kan vara svåra att lösa i en lätt stomme.

Ser ni något samband mellan akustik och energieffektiva bostäder?

Ja det ser vi, det är viktig för oss med lufttätningen av våra bostäder och vi provtrycker alla våra fastigheter i samband med besiktningar så följer vi upp det och det är klart att det påverkar ljudet också på ett positivt sätt.

Generellt sett, vad är den ni satsar mest på inom företaget i er nyproduktion?

Sett på de senaste åren så har det varit mycket med energi och vi har i vår standard ökat våra krav genom att minska ner på våra u-värden. Så det har varit fokus på energin nu i ett antal år.

Du tror inte att akustiken är på frammarsch där?

Det ställs ju krav, många av våra projekt är sk. förtättningsprojekt där det ofta krävs insatser för att klara akustiken ex. att man måste bygga en mur för att skydda mot buller. Vi löser problemen som uppstår men jag kan inte påstå att man satsat något avsevärt på förbättrad akustik.

10.4 Bilaga 4

MKB Fastighets AB

Hans B. Persson, byggchef på MKB sen 3 år

Intervjuare

Erik Olsson, Nicole Hjerpe

Hur ser ni på akustiken i bostäder och de ljudklasser uppsatta av Svensk Standard, finns det något intresse inom företaget?

Akustik i bostäder, där har vi krav enligt Boverkets byggregler och det är i princip att vi ska hålla ljudklass C. Men sen siktar vi lite högre, vi har ljudklass C men vi siktar mot ljudklass B. Säger vi ljudklass B så klarar vi inte de kraven, med exempel. klinkergolv på WC och dusch utan stora åtgärder. Vi ser ingen anledning att uppnå dessa krav här då WC och dusch ofta ligger över varandra.

Ni har då som standard att uppnå ljudklass C men försöker nå ljudklass B?

Vi säger att vi sätter ljudklass C som krav men siktar mot ljudklass B.

Hur har ni kommit fram till det beslutet, är det för egen del eller är det kundernas önskemål som styrt?

Kundernas åsikt spelar en roll men vi gör en "Nöjd-kund-index" till alla våra nyinflyttade nyproduktionsfastigheter när det väl är inflyttade och då fånga vi upp många synpunkter om det är något kunden har reagerat på och ibland kommer det upp åsikter om ljud men det är i regel något annat fel, ex via ventilation eller något schakt som inte är tätat ordentligt/på rätt sätt.

Så det är vad kunderna vill ha som avgör?

Ja det är ju en bit sen är ekonomin en annan och vår samlade bedömning är att har vi den nivån (ljudklass C) så får vi en bra ljudnivå också.

Om man kollar på kostnaden, hur mycket dyrare blir det om man vill ha ljudklass B istället för ljudklass C?

Det blir mer komplicerade konstruktioner med dämpningar och dyl. och att lägga krut på att dämpa ett utrymme som angränsar till en annan lägenhet ser vi ingen mening med för där går du barfota och dom stegljuden har du inget obehag av.

De merkostnader som tillkommer, är det något ni står för själv eller det lägger ni på kunden som ökad hyra?

Hyressättningen grundar sig inte bara på vad det kostar utan vi följer "Malmömodellen" där man tar hänsyn till standard och läget för lägenheten vid hyressättning. Vid nyproduktion har vi ofta rimlig hyresnivå, vi kan inte få ut mer i hyra oavsett om vi höjer standarden.

Har ni något befintligt bygge där akustik och ljudklass är av högre vikt, där ni vill uppnå ljudklass A?

Ljudklass A enligt normen har vi inte. Det är som vi säger, för att klara av kraven så sätter vi ljudklass C men vi siktar mot B. Vi kan inte sätta ljudklass B då vi inte är säkra på att vi kommer uppnå alla kraven som krävs för B för då har vi inte levererat vad som lovats.

Hur har ni valt stomme till era byggnader?

Det varierar mellan platsgjuten eller prefabricerad, men i regel har vi alltid tung stomme i våra hus. I undantagsfall kan det vara att lägenhetsavskiljande väggar kan vara av lättväggar, men det är bara i undantagsfall.

Ser du någon skillnad med att välja platsgjutet framför prefabricerat för att nå en högre ljudklass?

Det finns lite olika frågeställningar om det är platsgjutet eller prefab. Är det prefabricerat är det så mycket som ska monteras tillsammans och då är där många fogar och detaljer som det måste tänkas på, och upplag om ingenting annat. Är det platsgjutet så är det rätt från början. Det är mer att ta hänsyn till när det är prefabricerat.

Väljer ni aldrig att bygga i trä istället?

Vi tittar på alla metoder men just nu har vi inte byggt med trä.

Varför har ni inte byggt i trä?

Vi bygger inne i en storstad och då är inte trähus det första på tapeten. Däremot så har vi hus på gång i centrala Malmö där vi ska bygga på två våningar där vi kommer använda oss av volymelement eller volymmoduler som man lyfter upp färdiga på plats och dem kommer förmodligen till största del bestå av trä.

- vad har ni planerar för ljudklass då?

Vi håller oss till ljudklass C men vi siktar på B.

Vad prioriterar ni inom företaget för nyproduktion, akustik, energieffektivitet, fukt mm.?

- vart vill nå uppnå högst standard?

Vi har landat rätt bra på våra ljudklasser, sen har vi trafikbuller som är ett ständigt problem som ska tillgodoses, externt buller som vi måste titta på från fall till fall. Vi har även lärt oss med tiden när vi bygger inne i Malmö att det finns industrier och industribuller som är en annan faktor att ta hänsyn till. Dessa följer olika regelverk och vi måste uppfylla båda. Vid industribuller har man riktvärden vid fasaden och trafikbuller kan man åtgärda genom att ha "tyst sida" och bra fönster när det gäller ljudisolering mot gatan. Generellt är energin det vi satsar på inom företaget och ständigt försöker förbättra oss på, då hela samhället vill göra av med mindre energi måste även vi inrikta oss på det.

10.5 Bilaga 5

NCC Boende

Region Syd

Johan Hultman, Avdelningschef

Intervjuare

Erik Olsson, Nicole Hjerpe

Hur ser ni på akustiken i bostäder och de ljudklasser uppsatta av Svensk Standard, finns det något intresse inom företaget?

Ja, det är det. Det är en viktig del i produktion att tillgodose en god ljudmiljö inomhus.

Hur har ni kommit fram till det beslutet, är det för egen del eller är det kundernas önskemål som styrt?

Kunderna vill ha just en god ljudmiljö, det är något som prioriteras högt.

Vilka ljudklasser försöker ni uppnå i era bostäder? Har ni någon bestämd standard?

Vi jobbar efter att, i flerfamiljshus, att uppnå ljudklass B i mellan lägenheterna och ljudklass C inom lägenheterna.

Räknar ni med att det blir mycket dyrare i val av högre ljudklass, jämfört med minimum kraven?

Jag har inga exakta siffror på skillnaderna, men en merkostnad sker och den läggs på slutprodukten.

Hur ser ni på valet av stommaterial?

Vi använder gärna betong, men när de kommer till valet mellan prefabricerat och platsgjutet så är de varierande från fall till fall. Men vanligast är ett plattbärlag med antingen prefabricerade eller platsgjutna väggar.

Hur ser ni på valet av trä som stommaterial?

Nej, Ja. Inte så positivt inför valet. När de kommer till akustik så funkar det med avskiljande väggar, men generellt sett så känner vi att det känns tryggare att använda betong och är det så att vi tittar på bärande väggar och ytterväggar så vill vi helst undvika alla typer av organiska material. På grund av fuktrisken.

Vem är det som löser på akustik frågorna i era bostäder?

Vi har konsulter som tar hand om de frågorna, vi har några internt i Göteborg, men i södra Sverige använder vi oss av konsulter.

Har ni någon gång försökt upprätta en bostad med den högsta ljudklassen, klass A?

Nej, vi har inte byggt något i vår region, Syd. De kan vara att några andra kollegor, på någon annan avdelning, som har låtit bygga åt någon utomstående. Men de är inget jag känner till. NCC Boende har inte haft några egna projekt med ljudklass A.

Vad prioriterar ni inom företaget för nyproduktion, akustik, energieffektivitet, fukt mm.?

Det är svårt att säga vad som skulle prioriteras, då samtliga delar inom konstruktion har krav och lagar som måste uppfyllas och då kommer inget före de andra, om de så är akustik, brand, energi, tillgänglighet så måste samtliga delar uppfyllas. Men man kan säga att lagkrav uppfylls först och sen lägger man i så fall till de extra krav vi själva vill uppnå.

10.6 Bilaga 6

Skanska

Magnus Björkander, projektchef på Skanska Nya hem, jobbar med projektutveckling av bostäder i Öresundsområdet, främst Malmö.

Intervjuare

Nicole Hjerpe, Erik Olsson

Hur ser ni på akustiken i bostäder och de ljudklasser uppsatta av Svensk Standard, finns det något intresse inom företaget?

Ja, klart finns det intresse ljud, ljud är ganska aktuellt speciellt i samband med att man bygger i staden, i stadsnära lägen. Akustik och buller är ganska dimensionerande för flera hus här. Det är en utmaning ibland att klara av det i dem tuffaste lägena i staden. Vi pratar mycket om ljudkrav inom företaget.

Har ni valt att följa Svensk Standard eller har ni en egen standard ni har satt upp?

Vi sätter en arbetsstudie efter en bostadsplattform som vi ska följa här. Där finns det ljudklass C och ljudklass B som vi jobbar mot här.

Är det framförallt C eller försöker ni uppnå ljudklass B?

Ljudklass C uppfylls i alla länder, det är en gemensam plattform (inom företaget), så ljudklass C ska uppfyllas i alla fall, i alla hus, sen att vi normal uppfyller ljudklass B också. Sen kan där finnas undantag men det är mot ljudklass B som vi jobbar mot.

Vem har tagit beslutet för vilken klass ni ska välja, marknaden, önskemål från kunden eller något eget initiativ?

Hur vi sätter nivåerna, ibland är det vi själv som bestämmer det från företagets sida, vilken ljudklass vi ska gå in med. Man gör en bedömning utifrån projektet. Men bedömningen görs utifrån marknaden önskemål. Det är en bedömning av vad man efterfrågar på marknaden. Sen kommer det även direktiv från Malmö stad som sätter vissa krav på vilka ljudnivåer man ska uppnå via detaljplanen. Det är en kombination av bolaget, vad man själv vill som bostadsutvecklare, bestämmelser från detaljplanen och lagkraven men även önskemål från marknaden.

Hur ser ni på kostnaden för att uppnå ljudklass B, är ni som företag villiga att betala mer för det?

De får man värdera från fall till fall. Det kan vara aktuellt att betala mer men det måste finnas en intäkt kopplad till investeringen. Man kan inte säga att man ska uppnå något om det inte finns en efterfrågan på det, det måste betala sig med en intäkt i andra änden.

Om det skulle medföra en ökad kostnad, vem hamnar den på, Er som företag eller på slutkund?

Allt i ett projekt värderas och ska balanseras med en kostnad och en intäkt. Det är inte så att vi säger: nu lägger vi på en 100-tusen för en bättre ljudklass och då lägger man med automatik på 100-tusen på priset, så fungerar det inte

utan det finns ett marknadspris på vad man som kund är villig att betala för en bostad. Uppfyllande av ljudklass är bara en av flera frågor, man måste hålla det på en nivå så att marknaden är beredd att betala. Där finns ingen klar koppling med att man bara lägger på priset för något.

Har ni sett en ökning i efterfrågan på högre ljudklasser?

Vi har inte sett någon direkt efterfrågan från kunder men en god ljudmiljö och en hög ljudklass vill man alltid ha, frågan är om man är beredd att betala för det. Jag tror, om man ställer frågan: vill du ha en jättebra ljudklass så säger alla JA. Men sen är frågan om man är villig att betala den extrakostande för att få ljudklass A istället för B, den är nog svårare att få ett svar på. Jag tror att ljudklass B i de flesta fall är okej, att man är nöjd med det. Däremot om man går ner på ljudklass C så kan nog vissa kunder uppleva att det inte är tillräckligt bra. Men det är nog en fråga om förväntan och hur man är som person som spelar in. Man får nog olika svar beroende på vem man frågar.

Har ni någon nyproduktion igång i dagsläget?

Ja, vi har en del olika projekt igång hela tiden.

- val av stomme, lätt eller tung stomme?

Det beror på om det är flerfamiljshus eller äganderätter, radhus och villor. I flerfamiljshus är det normalt en prefabricerad stomme i betong, antingen plattbärlag eller HDF-bjälklag. I villor finns där både lätt (trästomme) och tung stomme (betongstomme) men det är övervägande lätt stomme för att en tung stomme är kostnadsdrivande, dvs. det blir för dyra hus.

Vilka ljudkällor är svårast att få ner till godtagbar nivå?

-stegljud, luftljud...?

Jag har inte så i detalj vilken som är i fokus i val av lösning, där är ju både och som man tittar på. Det är en avvägning från fall till fall. Ibland lägger man tillval för att få bättre ljudisolering inne i t.ex. en villa där man kan tänka sig ha bättre ljudisolering i väggarna och annat, där skulle man kunna tänka sig att välja till det. Men generellt är det främst stegljuden som bukar vara problemet.

Ser ni något samband mellan akustik och energieffektiva bostäder?

Det är nog inget direkt samband men när du jobbar med energieffektiva bostäder så krävs det ibland tjockare stommar, stor fokus på lufttäthet, så det kan vara så att vissa av de lösningarna som kvävs för bättre energieffektivitet även bidrar till att ge en god akustik i husen. Men jag ser inte något direkt samband och jag har inte heller hört talas om något direkt samband.

Generellt sett, vad är den ni satsar mest på inom företaget i er nyproduktion?

Miljö och energi är det vi har störst fokus på. Det är svårt att sätta det ena högre än det andra av de två, dem hänger ihop med varandra men det är dem två vi lägger fokus på.