

SBUF-Projekt: Balkbjälklag i trä

SBUF nr 1033

Lars Nilsson
Skanska Teknik AB
April 2003

Sammanfattning	3
1. Problembeskrivning	4
2. Arbetets upplägg	4
2.1 Syfte	4
2.2 Metod	4
2.3 Avgränsningar	5
3 Tekniska mål	6
3.1 Ljud	6
3.2 Brand	7
3.3 Svikt	7
3.4 Bjälklagstjocklek	7
3.5 Ekonomi	7
4 Teknisk modell	8
4.1 Ljud	8
4.2 Brand	9
4.3 Svikt och vibrationer	13
5 Provningskombinationer	15
Provning 1.1 Grundbjälklag	16
Provning 1.2 Porös board med gipsavjämning	17
Provning 1.2.1 Porös board utan gipsavjämning	18
Provning 1.2.2 Porös board med gipsavjämning och lumppapp	19
Provning 1.3 Två lag golvgips på mineralull	20
Provning 1.4 Cementbunden skiva med plastfolie	21
Provning 1.4.1 Cementbunden skiva utan plastfolie	22
Provning 1.5 Provning av decibelmatta	23
Provning 1.6 Provning med dämplim	24
Provning 1.6.1 Provning utan dämplim	25
Provning 2.1 Kontroll av c/c avståndet på balkarna	26
Provning 3.2 Kontroll av Gyprocs Protect F på undersidan	27
Slutsatser av första provningar	28
6 Typbjälklag	29
Provning 4.1 Två lag golvgips på mineralull (slutlig kombination)	30
Provning 4.2 Provning av decibelmatta (slutlig kombination)	31
7 Slutsatser och förslag på framtida arbeten	32
7.1 Slutsatser och måluppföljning	32
7.2 Framtida arbeten	32
Referenser	33
Bilagor	35

Sammanfattning

I en förstudie till detta projekt, State of the art för träbjälklag (2002), föreslogs att de fortsatta studierna koncentrerade sig på balkbjälklag. Anledningen till detta var att de semimassiva och massiva bjälklagen ofta levereras som konceptlösningar medan det för balkbjälklagen inte finns någon färdig konceptlösning, vilket gör att osäkerheten blir stor avseende de tekniska egenskaperna.

Förstudien visar på ett antal tekniska egenskaper (akustik, brand svikt- och vibrationer) som bör studeras vidare på balkbjälklagen. Främst är det stegljudet som är svårt att lösa på ett bra och ekonomiskt sätt. Detta i kombination med att bostadsinnehavarna värderar god ljudisolering högt gör att det finns ett starkt behov att finna enkla ekonomiska träbjälklagskonstruktioner med god ljudkvalitet. Tyngdpunkten i detta arbete har varit att hitta bjälklagskonstruktioner med en god ljudkvalitet samt att ställa dessa i relation till produktionskostnader.

Resultaten från projektet visar på att det även med låga bjälklagshöjder och till en rimlig kostnad går att åstadkomma träbjälklag med god ljudisolering. Många av de studerade bjälklagen har ett stegljudsindex en bra bit under ljudklass B. I projektet utfördes systematiska provningar för att utreda vilken materialkombination som ger störst effekt på stegljudsindex.

1. Problembeskrivning

Det har visat sig mycket komplext att beräkna bjälklagens akustiska egenskaper, främst stegljudsisolering. Vanligtvis görs en bedömning av stegljudsisoleringen från projekt till projekt, varefter denna kompletteras med ljudmätningar när bjälklaget monterats. För att förenkla denna process är syftet med projektet att ta fram de akustiska egenskaperna för ett antal bjälklagstyper.

Förutom de akustiska egenskaperna har även brandisolering samt svikt- och vibrationer analyserats. För att uppnå rätt brandteknisk klass erfordras ett brandskydd på undersidan av bjälklaget. Vanligen använder man sig av någon form av brandskiva som kan vara svår att montera.

2. Arbetets upplägg

2.1 Syfte

Syftet med projektet att mot bakgrund av de i förstudien redovisade bjälklagen genom vidareutveckling ta fram ett eller ett par balkbjälklag med väl dokumenterade tekniska egenskaper. Projektets syfte är även att redovisa de ekonomiska och produktionstekniska aspekterna.

2.2 Metod

För projektet användes följande arbetsgång:

1. Kravspecifikationer

Krav på olika tekniska egenskaper som akustik, brand, bjälklagshöjd, svikt- och vibrationer på balkbjälklagen definierades.

2. Analys av tidigare utförda projekt

De projekt som togs fram i förstudien analyserades och utvärderades främst avseende deras akustiska och produktionstekniska egenskaper. Förslag på förbättringar togs fram i samarbete med avdelningen för teknisk akustik vid LTH.

3. Val av intressanta provningskombinationer

Ett antal olika intressanta provningskombinationer togs fram och studerades systematiskt. Avsikten med detta var att se effekten på stegljudsindex av olika materialkombinationer.

4. Brand- och sviktegenskaper

De framtagna kombinationerna studerades avseende brandteknisk klassning samt vilka svikt och vibrationsegenskaper som respektive kombination erhöll.

5. Provning av olika balkbjälklag

I akustiklabbet på institutionen för Teknisk Akustik på LTH utfördes provningarna. De mätningar som utfördes var stegljuds- och luftljudsmätningar.

6. Analys av provningsresultat

Värdena från provningen av de olika kombinationerna analyserades och intressanta bjälklagstyper valdes.

7. Provning av slutgiltiga bjälklag

De kombinationer som bedömdes som intressantast ur teknisk och ekonomisk synvinkel provades och dess tekniska egenskaper utreddes.

2.3 Avgränsningar

Följande avgränsningar gjordes i projektet:

- Mätningarna avgränsas till att gälla Kertobalkar med dimension 35x300 c/c 600.
- Spännvidden på balkarna i ljudlaboratoriet är 4 meter.
- Flanktransmissionen är inte beaktad.
- Eventuella försämringar i ljudvärdena på grund av upplagspunkterna är inte beaktad.
- Ett mindre antal provningar är utförda vilket ger en viss osäkerhet huruvida allmängiltiga resultaten är.

3 Tekniska mål

I projektet definierades följande tekniska mål för ett träbjälklag:

- **Ljudklass B** ska uppnås, vilket innebär ett stegljudsindex på mindre än 54 dB, dock bör man sträva efter ett stegljud på minst 50 dB för att det ska finnas tillräcklig marginal för flanktransmission vid byggande.
- **REI 60** bör klaras utan att Protect F användes.
- **Sviktkriterier** enligt normer ska uppfyllas.
- **Maximal tjocklek** på bjälklaget ska vara mindre än 460 mm
- Det **ekonomiska** målet var att utveckla ett bjälklag med en kostnad under 1000 kr/m².

3.1 Ljud

I detta projekt sattes målet till att bjälklagen ska uppnå ljudklass B, vilket motsvarar en stegljudsisolering ($L_{n,w}$) på mindre än 54 dB enligt tabell 1 och en luftljudsisolering (R_w) på mer än 56 dB enligt tabell 2.

Tabell 1. Krav på stegljudsisolering enligt BBR99

Utrymme	Klass A (dB)	Klass B (dB)	Klass C (dB)	Klass D (dB)
I bostadshus från trapphus, korridor eller loftgång	$L'_{n,w} + C_{i,50-2500} \leq 56$	$L'_{n,w} + C_{i,50-2500} \leq 60$	$L'_{n,w} \leq 64^{*)}$	$L'_{n,w} \leq 68$
I bostadsrum från utrymme utanför lägenhet	$L'_{n,w} + C_{i,50-2500} \leq 50$	$L'_{n,w} + C_{i,50-2500} \leq 54$	$L'_{n,w} \leq 58^{*)}$	$L'_{n,w} \leq 62$
Inom lägenhet. Till ett av flera bostadsrum	$L'_{n,w} + C_{i,50-2500} \leq 64$	$L'_{n,w} + C_{i,50-2500} \leq 68$	-	-

Tabell 2. Krav på luftljudsisolering enligt BBR99

Utrymme	Klass A (dB)	Klass B (dB)	Klass C (dB)	Klass D (dB)
Mellan lägenhet och utrymmen utanför lägenhet.	$R'_w + C_{50-2500} \geq 60$	$R'_w + C_{50-2500} \geq 56$	$R'_w \geq 52^{*)}$	$R'_w \geq 48$
Mellan loftgång och lägenhet samt mellan trapphus/korridor och utrymme innanför tamburdörr.	$R'_w + C_{50-2500} \geq 48$	$R'_w + C_{50-2500} \geq 44$	$R'_w \geq 39^{*)}$	$R'_w \geq 36$
Inom lägenhet med fler än två rum. Mellan minst ett rum och bostadens övriga rum/kök.	$R'_w + C_{50-2500} \geq 44$	$R'_w + C_{50-2500} \geq 40$	-	-

Dessa värden har i tidigare byggprojekt visat sig vara svåra att uppnå på träbjälklag utan att använda sig av höga bjälklagskonstruktioner. Eftersom ett av projektmålen har varit att hålla ner bjälklagshöjden till mindre än 460 mm ställdes det krav på andra lösningar.

I projektet valdes att sätta som mål att stegljudsmätningarna ska ligga på en stegljudsisolering understigande 50 dB. Anledningen till detta är att mätningarna i laboratorium skiljer sig åt med ett antal decibel beroende på att flanktransmissionen inte beaktas vid laboratoriummätningar. Andra anledningar är att man i laboratorium modelleras ett rum av standarddimensioner medan rummen i fält naturligtvis har varierande storlekar. Skillnaden mellan fält- och laboratoriummätningar kan i extrema fall vara så mycket som 10 dB men en skillnad på 3-4 dB bedöms som mer rimlig.

3.2 Brand

Målet för projektet var att klara brandskyddet REI 60 utan att använda sig av en brandskiva typ Gyprocs Protect F på undersidan. Anledningen till detta är att denna är dyrare och besvärligare att hantera än en vanlig gipsskiva.

3.3 Svikt

Målet i projektet har varit att klara svikten i bjälklaget enligt rekommendationerna från Boverket i ”Svängningar deformationspåverkan och olyckslast”. Följande krav definieras:

- Det statiska kriteriet d v s en nedböjning understigande 1,5 mm vid en belastning av en punktlast på 1 kN.
- Det dynamiska kriteriet d v s bjälklaget dimensioneras för en kraftimpuls varefter bjälklagets respons kontrolleras.

3.4 Bjälklagstjocklek

Målet för bjälklaget var att klara en bjälklagstjocklek understigande 460 mm. Detta värde motsvarar den tjocklek ett prefabricerat håldäcksbjälklag (265 mm), ett uppreglat golv (185 mm) samt parkett.

3.5 Ekonomi

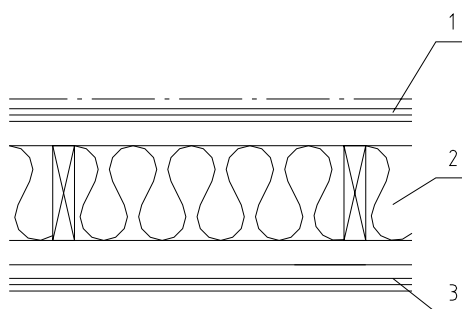
Målet för projektet har varit att klara en totalkostnad för bjälklaget på under 1000 kr/m².

4 Teknisk modell

4.1 Ljud

För närvarande finns det ingen metod att beräkna stegljudsindex för ett bjälklag. Därför provades olika intressanta bjälklagskombinationer varefter resultatet utvärderades. Målet var att hitta kombinationer som har ett stegljudsindex under 50 dB, vilket ger en konstruktion som uppnår ljudklass B, med ett antal decibels marginal för eventuell flanktransmission. Beroende på det ringa antalet provningar och endast en utförd provning per kombination ska man dock enbart se resultaten som vägledande.

Metoden bygger på att man separerar balkbjälklaget i olika delar och studerar dessa var för sig. Vi valde att dela upp bjälklaget i över- (1), mellan (2) och under-byggnadskonstruktion (3). På detta sätt kan man mer systematiskt undersöka de akustiska effekterna av olika materialkombinationer.



Figur 1. Bjälklagskonstruktion

Efter montage av provningskombinationen utfördes steg- och luftljudsmätningar. Genom att använda sig av samma grundkonstruktion (grundbjälklag) kan man sedan lättare se effekterna av de studerade provningarna. Följande uppdelning och studier gjordes på balkbjälklagen:

1. Som grundbjälklag användes följande uppbyggnad.

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]
Spånskiva V313	Swedspan	22	15.4
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11.3
Stenullsisolering	Paroc	300	7.8
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0
Gyproc normal	Gyproc	13	9
Gyproc normal	Gyproc	13	9
		373	52.5

2. Olika kombinationer på överbyggnaden provades. Ett antal teorier om hur man ska kunna reducera stegljudsindexet provades.
 - Placera en tyngre massa på övre delen av bjälklaget
 - Placera en tyngre massa på ett energiupptagande skikt
 - Försöka lägga in ett skjuvande skikt mellan skivorna i överbyggnaden
 - Placera energiupptagande skivor mellan parkett och spånskiva
3. Mellanbjälklaget varierades endast genom en tätare placering av balkarna.
4. På underbyggnaden studerades effekten av att belasta akustikprofilerna något mer än de vanliga gipsskivorna. Anledningen till att inte fler prov utfördes på underbyggnaden är att man bedömde akustikprofilerna i sig vara en effektiv konstruktion och effekterna av att modifiera dessa som små.

I samband med provningarna mättes även den upplevda ljudnivån med Bodlunds stegljudsindex. Anledningen är att det har framkommit genom studier av främst Bodlund (1985), Hammer och Brunskog (1996) att även om man uppfyller normens krav på stegljudsisolering innebär inte detta att hyresgästerna upplever det som en tillfredsställande ljudisolering. Det har därför utvecklats en metod att subjektivt mäta stegljudet vilken betecknas L_s . Metoden baseras på intervjuer med hyresgäster och ger en mer rättvisande bild av vad som upplevs som god stegljudsisolering. Hammer (1994) visar att även om bjälklagen uppfyller normkravet på stegljudsisoleringen och dess $L'_{n,w}$ – värde är relativt lika kan den upplevda stegljudsisoleringen skilja kraftigt. Denna subjektiva värdering av bjälklagen ingår inte i normens krav men bör beaktas vid projektering av bjälklag.

4.2 Brand

Balkbjälklagets bärförmåga vid brand är beroende av ett antal olika faktorer som t ex. balkbredd (påverkar inbränningstiden), balkhöjd (påverkar momentkapaciteten), undertakskonstruktion (påverkar skyddstider och nedfallstider) samt isoleringsmängd och densitet (bestämmer inbränningstid).

Följande beräkningsmodell har använts för att studera balkbjälklagens bärförmåga vid brand. Modellen är hämtad ur Träteks ”Brandsäkra Trähus” (2002).

1. Förutsättningar

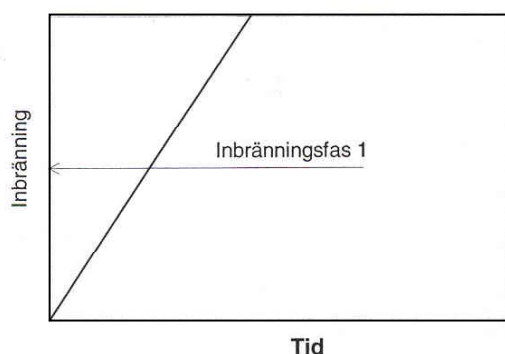
- Underliggande gipsskivor har en densitet på minst 600kg/m^3 .
- Stenull har en densitet på lägst 26kg/m^3 .
- Bjälklaget har minst en isoleringstjocklek på 95 mm.

2. Bestämning av belastningen.

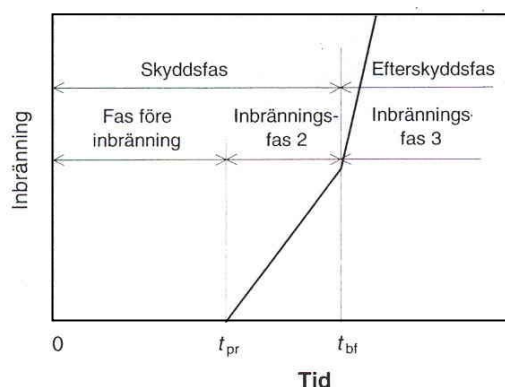
Enligt BKR 99 ska vid brand en lastkombination bestående av egenvikt bjälklag, alla variabla laster med lastkorrektionsfaktor (ψ) större än 0,5 samt laster till följd av branden t ex. på grund av termiska utvidgningar användas. Vid bestämning av dimensionerande laster sätts partialkoefficienten på lastsidan lika med 1.

3. Bestämning av brandförloppet i bjälklagskonstruktionen.

För att bestämma träbalkens resttvärsnitt beräknas inbränningstiden på bjälklaget. Beroende på valet av beklädnadsskivor i underkant erhålls olika brandförlopp. En oskyddad konstruktion får en inbränningsfas som motsvarar figur 1, medan en skyddad konstruktion får en inbränningsfas som motsvarar figur 2.



Figur 2. Inbränningsfas för initialt oskyddat trä



Figur 3. Inbränningsfas för trä skyddat med obrännbara beklädnadsskivor

Skyddsfasen är den tid man räknar att konstruktionen har ett fullständigt skydd mot inbränning. Under skyddsfasen sitter beklädnadsskivorna kvar på trästommen d v s träbalkarna är inte direkt exponerade för branden. Beklädnadsskivornas primära effekt är att fördröja tidpunkten då

inbränningen i balken börjar till $t = t_{pr}$. Skyddet med avseende på inbränning är fullständigt, medan en viss värmepåverkan sker i träbalken. När skyddsfasen avslutats vid $t = t_{bf}$ börjar efterskyddsfasen eller inbränningsfas 3, då inbränningshastigheten normalt är större än under inbränningsfas 1.

Enligt Brandsäkra trähus (2002) har ett bjälklag med två lager gips en skyddstid på 30 minuter medan en konstruktion med ett lager gips med utanpåliggande brandskiva en skyddstid på nästan 60 minuter. Detta gör att konstruktionen med brandskiva klarar REI 60 utan några större beräkningar medan det erfordras en beräkning för att utreda om två lager gips klarar en brandbelastning på REI 60.

Dimensionerande för denna beräkning är nedfallstiden för akustikprofilerna. Man måste se till att akustikprofilen sitter kvar i 60 minuter annars blir effekten att all isolering ramlar ner och man får en inbränning från tre håll, vilket balkarna endast klarar under ett par minuter. Det existerar två olika nedfallskriterier *temperaturkriteriet* och *förankringskriteriet*.

Temperaturkriteriet innebär att materialet förlorar sin hållfasthet på grund av temperaturpåverkan vilket kan leda till att skruvhuvudet dras genom profilen. För en akustikprofil som ska klara ett brandmotstånd upp till 60 minuter är detta fallet inte dimensionerande. Vid en oskyddad akustikprofil kan temperaturen uppgå maximalt till 950° , vilket gör att akustikprofilens sträckgräns uppgår till endast 5% av värdet vid normal temperatur. Dessa 5% är dock tillräckligt för att akustikprofilen ska bära isoleringen. Nedfallstiden för två lager normala gipsskivor mot akustikprofil enligt temperaturkriteriet är 30 minuter medan det för ett lager gips plus ett lager Protect F mot akustikprofil är cirka 60 minuter.

Förankringskriteriet innebär att skruvarna för infästningen av akustikprofilerna mot balken förlorar sitt fäste då inbränningen blivit för stor bakom akustikprofilen. För skruvar med normala förankringslängder innebär detta att två lager gips mot akustikprofil sitter kvar i nästan 40 minuter medan ett lager vanlig gips plus ett lager Protect F mot akustikprofil sitter kvar i mer än 60 minuter.

Resultatet efter beaktningen av temperatur- och förankringskriteriet är att med ett lager Protect F klarar man 60 minuters brandbelastning medan man vid två lager gips måste förankra akustikprofilen längre in än inbränningen i balken.

4. Bestämning av träbalkens resttvärsnitt, area, böjmotstånd och tröghetsmoment.

Utifrån framräknade skyddsfaser och nedfallstider beräknas inbränningsdjupet i enlighet med följande principkvation.

$$d_{\text{char}} = \kappa_n \beta_0$$

där β_0 motsvarar inbränningsdjupet och κ_n en koefficient som beaktar de olika inbränningsfaser. För detaljer om κ_n se Brandsäkra trähus (2002). Utifrån inbränningsdjupet kan sedan resttvärsnitt, area, böjmotstånd och tröghetsmoment framräknas på traditionellt sätt.

5. Bestämning av dimensioneringsvärden för hållfasthet och elasticitetsmodul.

Dimensioneringsvärdena för hållfasthet ($f_{fi,d}$) och elasticitet ($E_{fi,d}$) beräknas som

$$f_{fi,d} = k_{\text{mod},fi} k_{fi} \frac{f_k}{\gamma_{M,fi}}$$

$$E_{fi,d} = k_{\text{mod},fi} k_{fi} \frac{E_k}{\gamma_{M,fi}}$$

Koefficienterna $k_{\text{mod},fi}$, k_{fi} , $\gamma_{M,fi}$ erhålls ur Brandsäkra trähus.

6. Beräkning av resttvärsnittets böjmotstånd och momentkapacitet.

Resttvärsnittets böjmotstånd och momentkapacitet framräknas och jämförs mot framräknad lasteffekt enligt.

$$S_d \leq R_d$$

4.3 Svikt och vibrationer

När ett bjälklag skall dimensioneras med avseende på svikt och vibrationer krävs att bjälklagets statiska och dynamiska egenskaper är kända liksom lokalens användningsområde och hur människan upplever svikt och vibrationer i den aktuella situationen. Då kunskaperna inom dessa områden är begränsade kontrolleras vanligtvis endast någon form av statisk styvhet för bjälklaget. Det har dock visat sig att detta inte är tillräckligt då de dynamiska svikt- och vibrations-egenskaperna ofta dimensionerande bjälklagen har det även varit nödvändigt beräkna dessa.

Enligt Boverkets handbok ”Svängningar, deformationspåverkan och olyckslast (1994)” ska bjälklagen kontrolleras för följande två fall:

- En kortvarig, statisk koncentrerad last Q_d med hänsyn till maximal nedböjning (w)
- En kraftimpuls I med hänsyn till den initiella vertikala svängningshastigheten, impulshastighetsresponsen u_{max} (dynamiskt kriterium)

Den första kontrollen sker genom att bjälklaget dimensioneras för en last $Q_d = 1$ kN placerad mitt på bjälklaget. Nedböjningen (w) kontrolleras enligt nedan och får för den enskilde balken bör inte överstiga 1,5 mm.

$$w = K \frac{Q_d l^3}{48EI}$$

- K lastfördelningsfaktor
 Q_d den koncentrerade lasten 1 kN
 l spännvidd (m)
 EI böjstyvhet för enskild bjälke (Nm^2)

Den andra kontrollen sker genom att frekvensen för bjälklaget framräknas enligt

$$f = \frac{\pi}{2l^2} \sqrt{\frac{(EI)_x}{m}}$$

- l spännvidden i styva riktningen (m)
 $(EI)_x$ böjstyvhet per breddenhet i styva riktningen (Nm^2)
 m plattans massa per ytenhet (kg/m^2)

samt impulshastighetsresponsen (u_{max}) enligt följande

$$u_{max} = \frac{4(0,4 + 0,6 n_{40})}{mbl + 200} \cdot 10^3$$

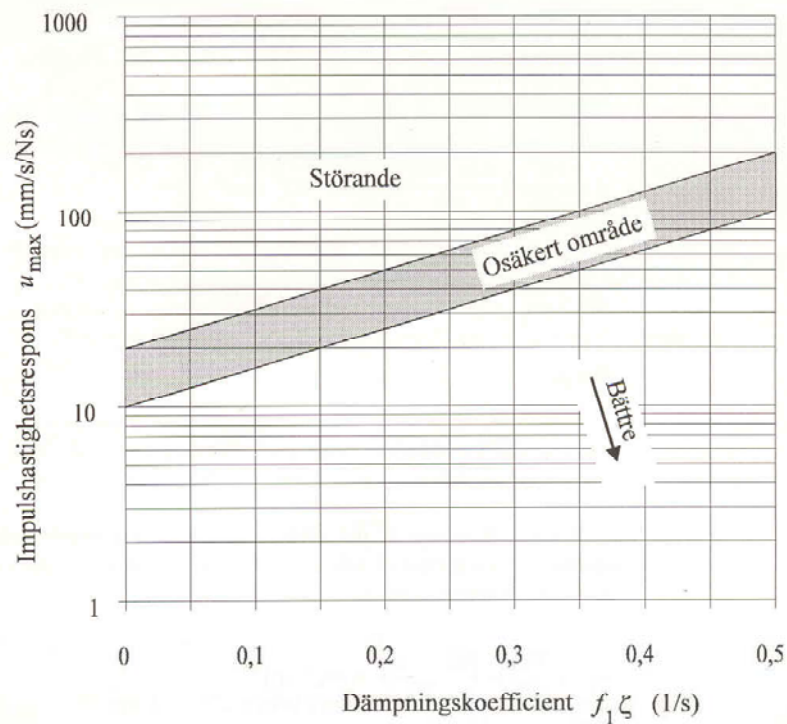
n_{40} antal egenmoder med frekvensen mindre än 40 Hz

m plattans massa per ytenhet (kg/m^2)

b plattans bredd (m)

l plattans längd i balkriktningen (m)

En dämpningskoefficient framräknas genom att frekvensen multipliceras med en relativ dämpning. Värdena förs sedan in i följande diagram för kontroll av att bjälklagets respons för stöbelastning inte upplevs som störande.



Figur

Klassificeringsdiagram för ett bjälklags respons mot stöbelastning från Ohlsson (1984)

4.

5 Provningskombinationer

I projektet togs 11 stycken olika provningskombinationer fram enligt nedan.

Provning 1.1	Grundbjälklag
Provning 1.2	Porös board med gipsavjämning
Provning 1.2.1	Porös board utan gipsavjämning
Provning 1.2.2	Porös board med gipsavjämning och lumpapp
Provning 1.3	Två lag gips på mineralull
Provning 1.4	Cementbunden skiva med plastfolie
Provning 1.4.1	Cementbunden skiva utan plastfolie
Provning 1.5	Decibelmatta från Aprobo
Provning 1.6	Golvgips på dämplim
Provning 1.6.1	Golvgips på vanligt lim
Provning 1.7	Skillnaden mellan aerolen och grålumpapp
Provning 2.1	Kontroll av c/c avståndets betydelse
Provning 3.2	Gyproc akustikprofil med Protect F

Följande egenskaper gäller generellt för de provade bjälklagen.

Brand

Det brandtekniska målet på REI 60 går att uppnå utan att man använder sig av en Protect F på undersidan. Dock krävs det att man förankrar akustikprofilen med extra långa skruvar. Man behöver en skruvlängd på minst 75 mm, att jämföra med normala skruvar på ca 40 mm, vilket kan vara besvärligt vid montering av profilerna. Montering av Protect F på undersidan leder dock till en del problem vad gäller arbetsmiljö. Då det finns föreskrifter att man inte får montera tyngre skivor än 25 kg på undersidan bjälklaget leder detta till att man måste använda sig av smalare skivor, vilket i sin tur leder till fler arbetsmoment och kanske ett utseendemässigt sämre resultat. Rekommendationen är dock att man använder sig av en Protect F på undersidan. Användningen av Protect F kan även ha akustiska fördelar.

Svikt och svängningar och bärförmåga

Beräkningar på bjälklagen visar att man för bjälklagen 1.2 – 1.7 klarar de sviktkriterier som normen ställer upp. Alla bjälklagen klarar en spännvidd på 5.5 meter.

Provning 1.1 Grundbjälklag

Bjälklaget som togs fram hade som avsikt att fungera som referensbjälklag. Detta bjälklag utgör stommen i de följande provningarna.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Spånskiva V313	Swedspan	22	15.4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11.3	Fritt upplagd
Stenullsisolering	Paroc	300	7.8	28 kg/m ³ (ev. genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38
Gyproc normal	Gyproc	13	9	
		373	52.5	

Bjälklaget som togs fram har följande egenskaper:

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 58 + 0 = 58$ dB
 $R_w + C_{i,50-3150} = 61 - 4 = 57$ dB

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 370 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 0,75 h/m².

Provning 1.2 Porös board med gipsavjämning

Vid denna provningskombination studerades hur en energiupptagande skiva fungerar med en tyngre massa ovanpå. Karliten bedömdes ha en tillräcklig styvhet för att klara belastningen från gående men ändå en viss mjukhet som borde fungera som energiupptagare.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen
Gipsavjämning	TM-progress	30	49.6	Släppes i kanter
Karlit Soft Board	Karlit	19	5.7	Lägges i murstensmönster
Spånskiva V313	Swedspan	22	15.4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11.3	Fritt upplagd
Stenullisolering	Paroc	300	7.8	28 kg/m ³ (ev. genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38
Gyproc normal	Gyproc	13	9	
		437	116.8	

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 45 + 4 = 49 \text{ dB}$
 $R_w + C_{i,50-3150} = 67 - 2 = 65 \text{ dB}$

Förbättring mot grundbjälklaget

$L_w: -9 \text{ dB}$

$R_w: +8 \text{ dB}$

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 975 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 0,80 h/m² exkl. gipsavjämning och parkett.

Produktion: Karliten var mycket lätt att lägga ut på bjälklaget, den upplevs som enkel och rationell att lägga. Gipsavjämningen bör användas då man har stora ytor som ska avjämnas.

Kommentar Bjälklaget gav mycket bra värden på framförallt stegljudsvärdet. Förmodligen samverkar gipsavjämningen bra med karlitskivan.

Provning 1.2.1 Porös board utan gipsavjämning

Vid denna provningskombination studerades främst effekten av gipsavjämningen men även vilka ljudvärde ett lätt bjälklag uppnådde.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen
Karlit Soft Board	Karlit	19	5.7	Lägges i murstensmönster
Spånskiva V313	Swedspan	22	15.4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11.3	Fritt upplagd
Stenullsisolering	Paroc	300	7.8	28 kg/m ³ (ev. genomtrampningskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38
Gyproc normal	Gyproc	13	9	
		407	67.2	

Bjälklagets om togs fram har följande egenskaper:

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 49 + 3 = 52 \text{ dB}$
 $R_w + C_{i,50-3150} = 65 - 3 = 62 \text{ dB}$

Förbättring mot grundbjälklaget

$L_w: -6 \text{ dB}$

$R_w: +5 \text{ dB}$

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 790 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 0,80 h/m² exkl. parkett.

Produktion: Se 1.2

Kommentar Försämringen mot 1.2 blev relativt stor 4 dB men bjälklaget ligger ändå under normens stegljudsnivåer för ljudklass B.

Provning 1.2.2 Porös board med gipsavjämning och lumpapp

Denna kombination togs fram för att kontrollera skillnader mellan aerolen och lumpapp.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med lumpapp
Gipsavjämning	TM-progress	30	49.6	Släppes i kanter
Karlit Soft Board	Karlit	19	5.7	Lägges i murstensmönster
Spånskiva V313	Swedspan	22	15.4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11.3	Fritt upplagd
Stenullsisolering	Paroc	300	7.8	28 kg/m ³ (ev. genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38
Gyproc normal	Gyproc	13	9	
		437	116.8	

Bjälklagets om togs fram har följande egenskaper:

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 45 + 3 = 48 \text{ dB}$
 $R_w + C_{i,50-3150} = 67 - 2 = 65 \text{ dB}$

Förbättring mot grundbjälklaget

$$L_w: -10 \text{ dB}$$

$$R_w: +8 \text{ dB}$$

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 975 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 0,80 h/m² exkl. parkett.

Produktion: Se 1.2

Kommentar Ljudvärdena ska jämföras med 1.2 vilket visar att lumpappen ger en förbättring av stegljudsnivån på 1 dB.

Provning 1.3 Två lag golvgips på mineralull

Anledningen till att denna kombination provades var främst att få tyngd på bjälklaget med gipsskivorna men ändå använda sig av en någorlunda traditionell golvkonstruktion. Stenullsskiva som användes har en densitet på ca 100 kg/m³ vilket bedömdes som tillräckligt styv för att gå på men ändå med en energiupptagande förmåga.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen
Golvgips	Gyproc	13	14	Limmas med Gyproc G46
Golvgips	Gyproc	13	14	PB 100 lägges i fogar. Skivan skruvas s300
Rw 385-00	Paroc	30	3	Lägges i murstensmönster
Spånskiva V313	Swedspan	22	15.4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11.3	Fritt upplagd
Stenullsisolering	Paroc	300	7.8	28 kg/m ³ (ev. genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38
Gyproc normal	Gyproc	13	9	
		444	92.5	

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 45 + 5 = 50$ dB
 $R_w + C_{i,50-3150} = 66 - 2 = 64$ dB

Förbättring mot grundbjälklaget
 L_w : -8 dB
 R_w : +7 dB

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 840 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 1.0 h/m² exkl. parkett.

Produktion: Bjälklaget var lätt att lägga ut på den lilla ytan men större ytor som ska läggas med två lager golvgips kan bli arbetsamt.

Kommentar Bjälklaget uppvisar bra ljudvärden för en relativt ringa kostnad.

Provning 1.4 Cementbunden skiva med plastfolie

Denna kombination togs fram som ett försök att lägga på stor tyngd på konstruktionen men ändå använda sig av skivor. Plastfolien mellan skivorna fungerar som ett skjuvande/glidande skikt för att reducera energitransporten mellan skivorna.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen
Conchip	Ivarsson	20	29	Lägges löst på plastfolie
Dubbla lager plastfolie		0	0	Korslagda
Conchip	Ivarsson	20	29	Skruvlimmas lika V313
Spånskiva V313	Swedspan	22	15.4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11.3	Fritt upplagd
Stenullisolering	Paroc	300	7.8	28 kg/m ³ (ev. genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38
Gyproc normal	Gyproc	13	9	
		406	104.1	

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 45 + 3 = 48 \text{ dB}$
 $R_w + C_{i,50-3150} = 66 - 1 = 65 \text{ dB}$

Förbättring mot grundbjälklaget

$L_w: -10 \text{ dB}$

$R_w: +8 \text{ dB}$

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 1000 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 1.05 h/m² exkl. parkett.

Produktion: Skivorna var tunga och besvärliga att lägga ut. Det är svårt att hantera/bära större mängder av dessa skivor.

Kommentar Bjälklaget uppvisar bra ljudvärden men är mycket besvärliga att lägga ut.

Provning 1.4.1 Cementbunden skiva utan plastfolie

Denna kombination togs fram som ett försök att lägga på stor tyngd på konstruktionen men ändå använda sig av skivor. Plastfolien mellan skivorna fungerar som ett skjuvande/glidande skikt för att reducera energitransporten mellan skivorna.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen
Conchip	Ivarsson	20	29	Lägges löst på plastfolie
Conchip	Ivarsson	20	29	Skruvlimmas lika V313
Spånskiva V313	Swedspan	22	15.4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11.3	Fritt upplagd
Stenullisolering	Paroc	300	7.8	28 kg/m ³ (ev. genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38
Gyproc normal	Gyproc	13	9	
		406	104.1	

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 46 + 3 = 49 \text{ dB}$
 $R_w + C_{i,50-3150} = 66 - 1 = 65 \text{ dB}$

Förbättring mot grundbjälklaget

$$L_w: -9 \text{ dB}$$

$$R_w: +8 \text{ dB}$$

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 990 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 1.0 h/m² exkl. parkett.

Produktion: Se 1.4

Kommentar Effekten av plastfolien mellan skivorna var relativt ringa.

Provning 1.5 Provning av decibelmatta

Denna kombination togs fram för att prova användandet av en decibelmatta enbart framställd för att reducera stegljudet. Ovanpå denna lades en gipsavjämning för att ge bjälklaget en större tyngd.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen
Gipsavjämning	TM-progress	30	49.6	
Decibel 3 Akustikmatta	Aprobo	10	6.6	Lägges löst på spånskiva. Skarvar tejpas och uppvik vid kanter
Spånskiva V313	Swedspan	22	15.4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11.3	Fritt upplagd
Stenullisolering	Paroc	300	7.8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärsmonteras. Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38
Gyproc normal	Gyproc	13	9	
		406	104.1	

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 45 + 2 = 47$ dB
 $R_w + C_{i,50-3150} = 67 - 2 = 65$ dB

Förbättring mot grundbjälklaget

$L_w: -11$ dB

$R_w: +8$ dB

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 1030 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 0.9 h/m² exkl. parkett.

Produktion: Bjälklaget upplevdes som väldigt lätt att montera, speciellt var decibelmattan lätt att arbeta med. Mattan är förmodligen väldigt användbar även vid stora bjälklagsytor då den enkelt kan rullas ut.

Kommentar Ljudvärdena på denna konstruktion var väldigt bra. Mätningarna visar på att man ligger 3 dB under ljudklass A vilket måste anses som väldigt bra för ett träbjälklag.

Provning 1.6 Provning med dämplim

Provningsskombinationen togs fram för att utvärdera dämplimmets betydelse för stegljudsnivåerna.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen
Golvgips	Gyproc	13	14	Skruvas vid ojämnheter dock max 5 skruvar per m ²
Dämplim DG A2	Swedac	1	0	Enligt Swedacs anvisningar
Spånskiva V313	Swedspan	22	15.4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11.3	Fritt upplagd
Stenullsisolering	Paroc	300	7.8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvårsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38
Gyproc normal	Gyproc	13	9	
		402	75.5	

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 49 + 4 = 53$ dB
 $R_w + C_{i,50-3150} = 66 - 3 = 63$ dB

Förbättring mot grundbjälklaget

L_w : -5 dB

R_w : +6 dB

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 840 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 1.0 h/m² exkl. parkett.

Produktion: Bjälklaget upplevdes som väldigt lätt att montera och limmet var lätt att applicera.

Kommentar Stegljudsvärdena blev inte så låga som förväntat. Bjälklaget klarar precis värdena för ljudklass B. Resultatet ska också jämföras med provning 1.6.1.

Provning 1.6.1 Provning utan dämplim

Provningskombinationen togs fram för att utvärdera dämplimmets betydelse för stegljudsnivåerna och ska jämföras med provning 1.6.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen
Golvgips	Gyproc	13	14	Limmas med Gyproc G46
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd
Stenullsisolering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärsmonteras. Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.
Gyproc normal	Gyproc	13	9	
		401	75,5	

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 50 + 3 = 53 \text{ dB}$
 $R_w + C_{i,50-3150} = 65 - 2 = 63 \text{ dB}$

Förbättring mot grundbjälklaget

L_w : -5 dB

R_w : +6 dB

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 790 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 0.9 h/m² exkl. parkett.

Produktion: Bjälklaget upplevdes som väldigt lätt att montera.

Kommentar Det var ingen större skillnad mellan mätning 1.6 och anledningen till detta kan vara att gipsskivan som applicerades skruvades mot underliggande spånskiva och på så sätt kortslöt konstruktionen.

Provning 2.1 Kontroll av c/c avståndet på balkarna

Provningen togs fram för att kunna utvärdera hur mycket sämre stegljudsindex man bör räkna med när man använder sig av ett tätare avstånd mellan balkarna vid t. ex. tunga laster och våtrum.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s300	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd
Stenullsisolering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvårsmonteras. Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.
Gyproc normal	Gyproc	13	9	
		373	52,5	

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 57 + 4 = 61 \text{ dB}$
 $R_w + C_{i,50-3150} = 61 - 3 = 58 \text{ dB}$

Förbättring mot grundbjälklaget
 $L_w: +3 \text{ dB}$
 $R_w: -1 \text{ dB}$

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 510 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 0,95 h/m² exkl. parkett.

Produktion: -.

Kommentar Resultaten ska jämföras med resultaten från mätning 1.1, vilket visar att stegljudsindex ökar med tre dB. Vid denna provning skruvades spånskivan i varannan regel. En provning utfördes även där varje regel skruvades och resultatet som erhöles låg på L_w 60 dB.

Provning 3.2 Kontroll av Gyprocs Protect F på undersidan

Provningen togs fram för att utvärdera vilken akustisk betydelse en Protect F på undersidan har. Eftersom skivan är något tyngre än en vanlig gipsskiva förväntades ett något bättre resultat än vid grundbjälklaget. En större tyngd på akustikprofilen ger ett större värde på den ”akustiska fjädern” som uppstår.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300 enl.sep blad
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd
Stenullsisolering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvårsmonteras. Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S41 enligt separat anvisning.
Gyproc Protect F	Gyproc	15	12,7	
		375	56,2	

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 56 + 1 = 57 \text{ dB}$
 $R_w + C_{i,50-3150} = 62 - 3 = 59 \text{ dB}$

Förbättring mot grundbjälklaget

L_w : -1 dB

R_w : +2 dB

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på 380 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 0,85 h/m² exkl. parkett.

Produktion: -.

Kommentar Provningen visar att utbytet av gipsskivan ger en förbättring av stegljudsindex med 1 dB.

Slutsatser av första provningar

Följande slutsatser drogs av de första provningarna

- Vid alla provningar uppnåddes mycket bra värden på luftljudsmätningarna.
- Genom att placera ett relativt tungt material som gips eller betong på ett energiupptagande lager var väldigt effektivt med avseende på stegljudsreduceringen. Skillnaden i stegljudsindex mot grundbjälklaget var så stor som 11 dB vilket i detta fall innebar att man låg en bit under ljudklass A. Vid provningarna valde vi att prova två typer av produkter, en mera avancerad akustikmatta och en enklare träfiberskiva. Skillnaden i resultatet mellan dessa produkter är inte speciellt stor. (se provning 1.2 och 1.5)
- Effekten av att lägga ett tyngre skikt över det energiupptagande lagret var vid provningarna ca 4 dB. (se provning 1.2.1 och 1.2.2)
- Försöken med skjuvande skikt gav en relativt försumbar effekt på 1 dB. (se provningar 1.4 och 1.4.1)
- Den extra vikten på akustikprofilen som en skiva Protect F ger, gav en förbättring av stegljudsindexet med 1 dB. (se provning 3.2 och 1.1)
- Dämplimmet som användes fungerade inte. Resultaten visade på oförändrat stegljudsindex jämfört mot vanligt lim. (se provning 1.6 och 1.6.1)
- En ökning av c/c avståndet till 300 mm mellan reglarna gav en försämring på 2-3 dB beroende på om man skruvade i varje eller varannan regel. (se provning 2.1)
- Att använda lumpapp under parketten istället för aerolen gav en förbättring av stegljudsindex med 1 dB. (se provning 1.2 och 1.2.2)

6 Typbjälklag

De bjälklag som bedömdes som mest intressanta att fortsätta studierna på var

1. Bjälklag med decibellmatta. (provning 1.5)
2. Bjälklag med två lag gips på mineralull. (provning 1.3)
3. Porös board med gipsavjämning. (provning 1.2)

Anledningen till att dessa tre bedömdes som intressanta är främst de goda värdena på stegljudsindex. Alla bjälklagen bygger på principen med ett tyngre skikt över ett energiupptagande lager. Det första och tredje bjälklaget har en mer avancerad lösning med ett enkelt arbetsutförande medan den andra lösningen är en något billigare lösning men en mer arbetskrävande lösning i produktionsfasen.

Stegljudsmätningarna på dessa bjälklag låg en bit under 50 dB vilket för träbjälklag måste betecknas som mycket bra. I provserierna fanns det några bjälklag (provning 1.4 och 1.4.1) som uppnådde liknande värden men bedömdes som produktionstekniskt svåra att utföra.

För att ytterligare dokumentera dessa bjälklag utfördes ytterligare provningar men i dessa fall ersattes det understa lagret med gips av en brandskyddsskiva typ Gyproc Protect F samt aerolenen under parketten ersattes med lumpapp.

Tyvärr blev det problem att få tag på rätt material till provning tre varför denna inte utfördes. Provningsresultaten borde dock likna det första alternativet.

Provning 4.1 Två lag golvgips på mineralull (slutlig kombination)

Provningen togs fram efter utvärderande av de första provningarna.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med lumpapp
Golvgips	Gyproc	13	14	Limmas med Gyproc G46
Golvgips	Gyproc	13	14	PB 100 lägges i fogar. Skivan skruvas s300
Rw 385-00	Paroc	30	3	Lägges i murstensmönster
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd
Stenullsisolering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvårsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S41 enligt separat anvisning.
Gyproc Protect F	Gyproc	15	12,7	
		446	96,2	

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 44 + 4 = 48 \text{ dB}$
 $R_w + C_{i,50-3150} = 65 - 2 = 63 \text{ dB}$

Förbättring mot grundbjälklaget

$$L_w: -10 \text{ dB}$$

$$R_w: +6 \text{ dB}$$

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på ca 850 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 1,04 h/m² exkl. parkett.

Produktion: Bjälklaget var relativt lätt att lägga ut på den mindre yta som provrummet hade men bedömdes som relativt arbetskrävande om man ska lägga golvet över större ytor.

Svikt: Sviktmätningarna gav klart godkänt enligt Sven Ohlssons metod.

Kommentar Provningarna ska jämföras med 1.3 och resultaten, stegljudsindex sjönk med 2 dB, visar på att de förändringar som gjordes på över- och underbygganden gav direkta resultat.

Provning 4.2 Provning av decibellmatta (slutlig kombination)

Provningen togs fram efter utvärderande av de första provningarna.

Utförande

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med lumpapp
Gipsavjämning	TM-progress	30	49,6	
Decibel 3 Akustikmatta	Aprobo	10	6,6	Lägges löst på spånskiva. Skarvar tejpas och uppvik vid kanter
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300 enl.sep blad
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd
Stenullsisolering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningsskydd vid behov)
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvårsmonteras. Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S41 enligt separat anvisning.
Gyproc Protect F	Gyproc	15	12,7	
		430	121,4	

Ljud: $L_w + C_{i,50-2500} = 43 + 5 = 48 \text{ dB}$
 $R_w + C_{i,50-3150} = 66 - 1 = 65 \text{ dB}$

Förbättring mot grundbjälklaget

$L_w: -10 \text{ dB}$

$R_w: +8 \text{ dB}$

Ekonomi: Ungefärlig kostnad för bjälklaget ligger på ca 1040 kr/m².

Arbetstid: Ungefärlig tidsåtgång för bjälklaget ligger kring 0,83 h/m² exkl. parkett.

Produktion: Bjälklaget var mycket lätt att montera och har goda förutsättningar att användas även vid mycket stora bjälklagsytor.

Svikt: Sviktmätningarna gav klart godkänt enligt Sven Ohlssons metod.

Kommentar Provningarna ska jämföras med 1.5. Resultatet från mätningarna gav inte den effekt som önskats, stegljudsindex ökade med 1 dB, varav den lågfrekventa delen ($C_{i,50-2500}$) ökade kraftigt.

7 Slutsatser och förslag på framtida arbeten

7.1 Slutsatser och måluppföljning

De mål som tidigare ställdes upp för projektet uppnåddes enligt följande:

Ljudklass B

De tre bjälklag som bedömdes som intressanta efter den första provningsserien klarar alla ljudklass B. Mätningar visar att man ligger en bit under ljudklass A vid laborationsmätningar. Man ska dock veta att skillnaden mellan fältmätningar och laborationsmätningar kan vara så stor som 10 dB på grund av tillkommande flanktransmission. En uppskattning av tillskottet för de aktuella bjälklagskonstruktionerna är dock kring 3 dB vilket gör att man med tillfredsställande säkerhet klarar ljudklass B.

REI 60

Alla bjälklagskonstruktionerna klarar REI 60 med en brandskyddsskiva typ Gyprocs Protect F. Man kan även klara brandskyddskriteriet med en vanlig gipsskiva underst men skruvlängder blir så stora att det produktionsmässigt blir besvärligt.

Sviktkriterier

Bjälklagen provades i laboratorium och bedömdes som klart godkända enligt Sven Ohlssons metod (1984). Beräkningar visar att man klarar de krav som ställts upp i Boverkets ”Svängningar, deformationer och olyckslast” (1994)

Maximal bjälklagstjocklek

Alla bjälklagen ligger på tjocklekar understigande 460 mm. Med tanke på den låga höjden uppnås en förhållandevis bra stegljudsisolering.

Kostnadskrav

Alla bjälklag utom bjälklaget med decibelmatte har en total kostnad understigande 1000 kr/m². En stor del av kostnaden i bjälklagen ligger i att klara ljudklass B.

7.2 Framtida arbeten

Som uppföljning till detta projekt bör bjälklagslösningarna provas i ett riktigt bostadsprojekt för att verifiera de i laboratorium uppmätta resultaten. Mätningarna bör framförallt inrikta sig på att verifiera stegljudsindex men även svikt och vibrationer. Det framtida projektet bör även innehålla framtagande av knutpunktslösningar för minimerande av flanktransmissionen samt en samverkan med produktionen för att effektivisera montaget av bjälklagen.

Referenser

Acoustic performace of medium-rise timber buildings. COST action E5 workshop, 3-4 December Dublin Ireland 1998

Bodlund K (1985): Journal of sound and vibration 1985, 381-402. Alternative reference curves for evaluation of impact sound insulation between dwellings.

Brandsäkra trähus (1999), – Kunskapsöversikt och vägledning för lättbyggsystem i Norden, Trätek 1999

Brunskog J, Hammer P (1998): Impact sound transmission through leight weight floor structures, modelling and component measurements. Rapport TVBA-3101, Avdelningen för tekniska akustik, LTH (1998)

Constructional, structural & serviceability aspects of multi-storey timber frame buildings. COST action E5 workshop, 10-11 Juni BRE Cardington UK 1998

Enockson P, Mårtensson A (1996): Deformationer i hus med trästomme. Rapport TVBK-7054, Avdelningen för konstruktionsteknik, LTH 1996

Flervånings trähus (1997), Sammanfattande skrift av fas 1 av Nordic Wood projektet ”Trähus i flera våningar” 1997

Gustafsson A, Gustafsson M (1999): Byggsystem i massivträ – teknik, ekonomi och utvecklingsbehov. Rapport Trätek, 1999

Hammer P (1994); Impact sound transmission of wooden-joist floor. Rapport TVBA-3077, Avdelningen för teknisk akustik, LTH, 1994

Hammer P, Nilsson E (1999): Isoleringens inverkan på ljudisoleringen för lätta väggar och bjälklag. Rapport TVBA-3092, Avdelningen för teknisk akustik, LTH 1999

Hammer P (1997): Träinformation januari 97, 12-13. God ljudisolering.

Hammer P, Brunskog J (1996): Subjektiv bedömning av stegljudstransmission: En designvägledning. Rapport TVBA-3084, Avdelningen för teknisk akustik, LTH 1996

Hansson T (1997): Träinformation januari 97. Utvecklad teknik ger positiva erfarenheter.

Johansson A (1999): Svikt och vibrationer hos lätta träbjälklag. Rapport TVBK-5101, Institutionen för Bygg- och Miljöteknik, LTH 1999

Massivträ teknisk beskrivning, Trätek (2000)

Ohlsson (1994); Svikt, svängningar och styvhet hos bjälklag - dimensioneringsmetoder, BFR Rapport T20:1984. ISBN 91-7032-953-2

Persson S (1998): Wäludden trähus i fem våningar – Erfarenheter och lärdomar. Rapport TVBK-3032, Avdelningen för bärande konstruktioner, LTH 1998

Simmons C, Hagberg K (1998): Bygg & Teknik 8/98, 25-29. Nya ljudkrav i BBR (99) och reviderad ljudklassningsstandard för bostäder.

State of the art för träbjälklag, SBUF projektnummer 9048

Stone G, Stone P (2000): Flervånings trähus – Kostnadsjämförelse mellan alternativa byggmetoder, Rapport TVBK-3040 Lund 2000

Svängningar, deformationspåverkan och olyckslast. Handbok, Boverket (1994)

Östman B (2000): Bygg & Teknik 6/00. Boendesprinkling räddar liv.

Bilagor

Bilaga 1 Provningsrapport



BESTÄLLARE: Lars Nilsson

Skanska Teknik AB
20533 Malmö
Sweden

Rapport MR 03//01

Lund 030317

**MÄTNING AV LJUDISOLERING OCH STEGLJUDSISOLERING
SAMT MÄTNING AV SVIKT.**

Objekt: Se bifogad beskrivning bilaga 1.

Kommentarer och resultat:

Mätning	$R_w + C_{50-3150}$	Kurvblad	$L_{nw} + C_{50-2500}$	Kurvblad
1a	58	23	61	24
1b	58	26	60	25
3	59	7	57	8
4	57	1	58	2
5	62	11	52	12
6a	65	14	48	13
6b	65	15	49	16
7	64	10	50	9
8	65	3	47	4
10	63	18	53	17
11	63	6	53	5
12	65	19	48	20
13	65	22	49	21
14	63	27	48	28
15	65	29	48	30

**Sviktmätningarna för objekt 14 och 15 erhöles som klart godkända för båda bjälklagen.
Utvärdering enligt Sven Olssons metod.**

Robert Månsson

1.1 Grundbjälklag

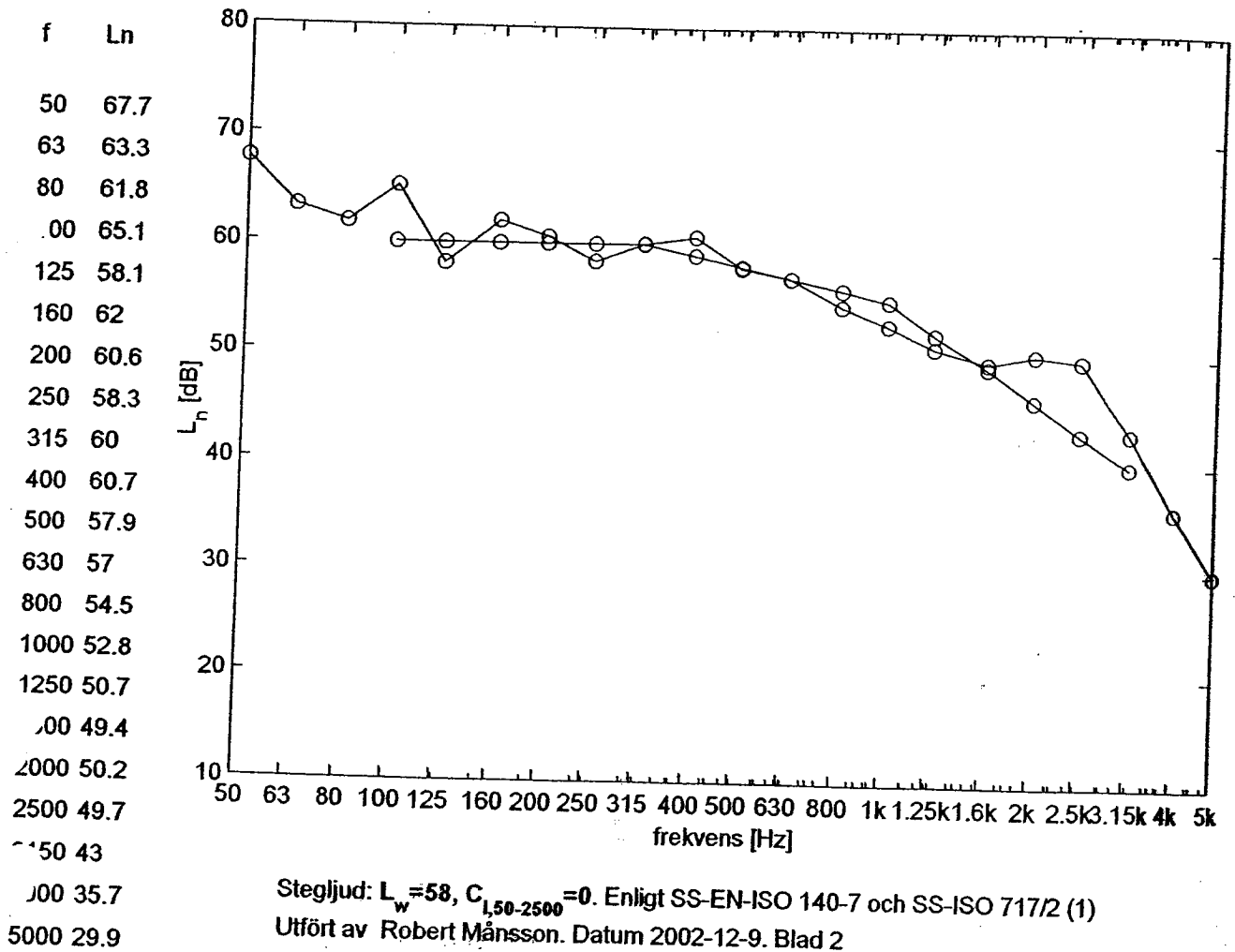
Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Ovrigt	Materialpris kr/m ²	Arbetstid h/m ²
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skrulimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4,2x51 s300 enl.sep blad	77	0,18
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd	140	0,22
Stenullisolering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningskydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvårsmonteras innersta lagret fästas med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.	21	0,08
Gyproc normal	Gyproc	13	9		21	0,08
		373	52,5		368	0,76

Arbetsanvisningar se 1

Resultat:

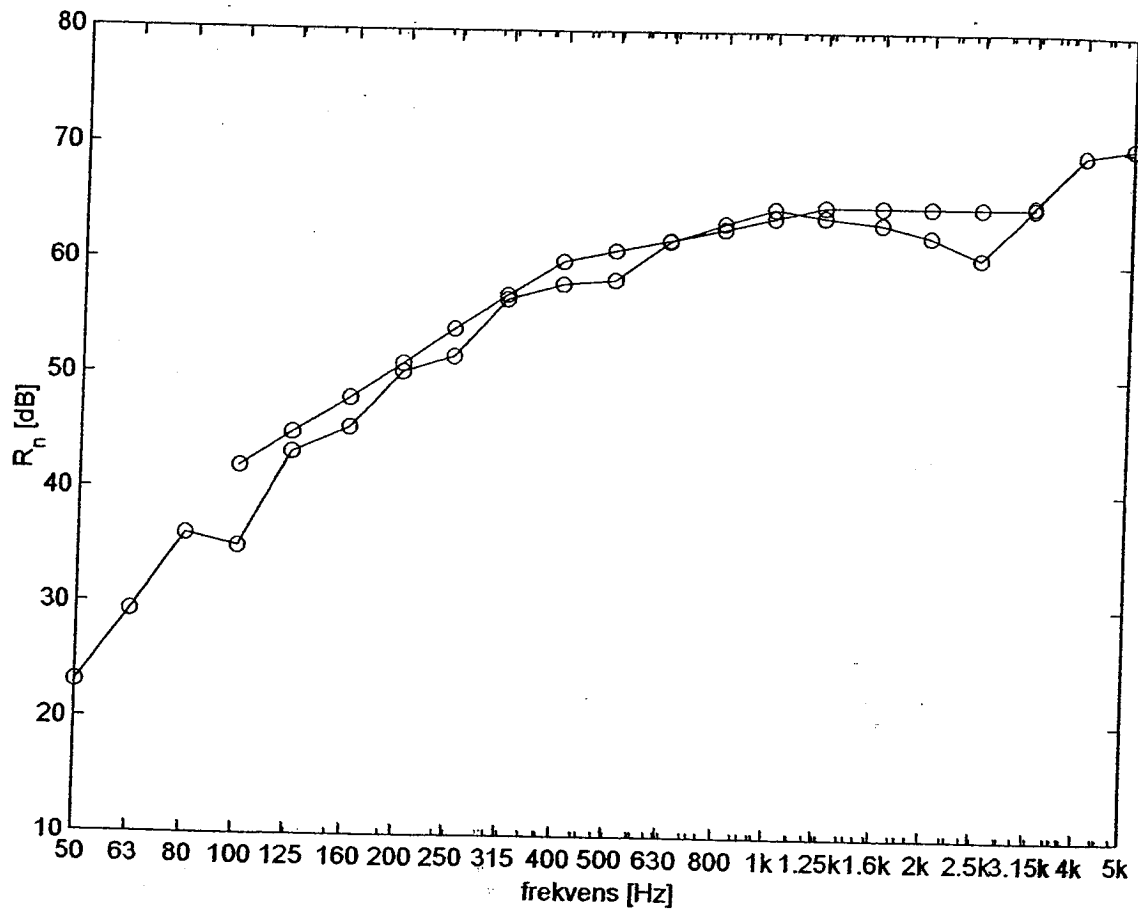
L_w 58 C_{1,50-2500} 0 Totalt 58

R_w 61 C_{1,50-3150} -4 Totalt 57



Stegljud: $L_w = 58$, $C_{1,50-2500} = 0$. Enligt SS-EN-ISO 140-7 och SS-ISO 717/2 (1)
 Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-9. Blad 2
 Projektnamn: Skanska Fall: 4. Volym: 100 m³. Labmätning.
 Teknisk Akustik, LTH, Lunds universitet, tel: +46 46 2227400.

f	Rn
50	23.1
63	29.3
80	35.9
100	34.9
125	43.3
160	45.4
200	50.2
250	51.6
315	56.6
400	58
500	58.4
630	61.9
800	63.5
1000	64.8
1250	64.1
1600	63.5
2000	62.4
2500	60.6
3150	65.2
4000	69.5
5000	70.3



Reduktionstal: $R_w = 61$, $C_{50-3150} = -4$. Enligt SS-EN-ISO 140-3 och SS-ISO 717/1 (2)
 Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-9. Blad 1
 Projektnamn: Skanska Fall: 4. Volym: 100 m³. Labmätning.
 Teknisk Akustik, LTH, Lunds Universitet, tel: +46 46 2227400.

1.2 Karlit med gipsavjämning

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt	Materialpris kr/m ²	Arbetstid h/m ²
Lamelparkett	Kährs	15	9	Med aerolen	390	UE
Gipsavjämning	TM-progress	30	49,6	Släpps i kanter	190	UE
Karlit	Karlit	19	5,7	Enligt Karlits anvisningar	26	0,03
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skrulimmas med Casco 3337 och Spånskivskruv 4,2x51 s300 enl.sep blad	77	0,18
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd	140	0,22
Stenullisoleri	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningsskydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärsmonteras. Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.	21	0,08
Gyproc normal	Gyproc	13	9		21	0,08
		437	116,8		974	0,79

Resultat med grålumpapp:

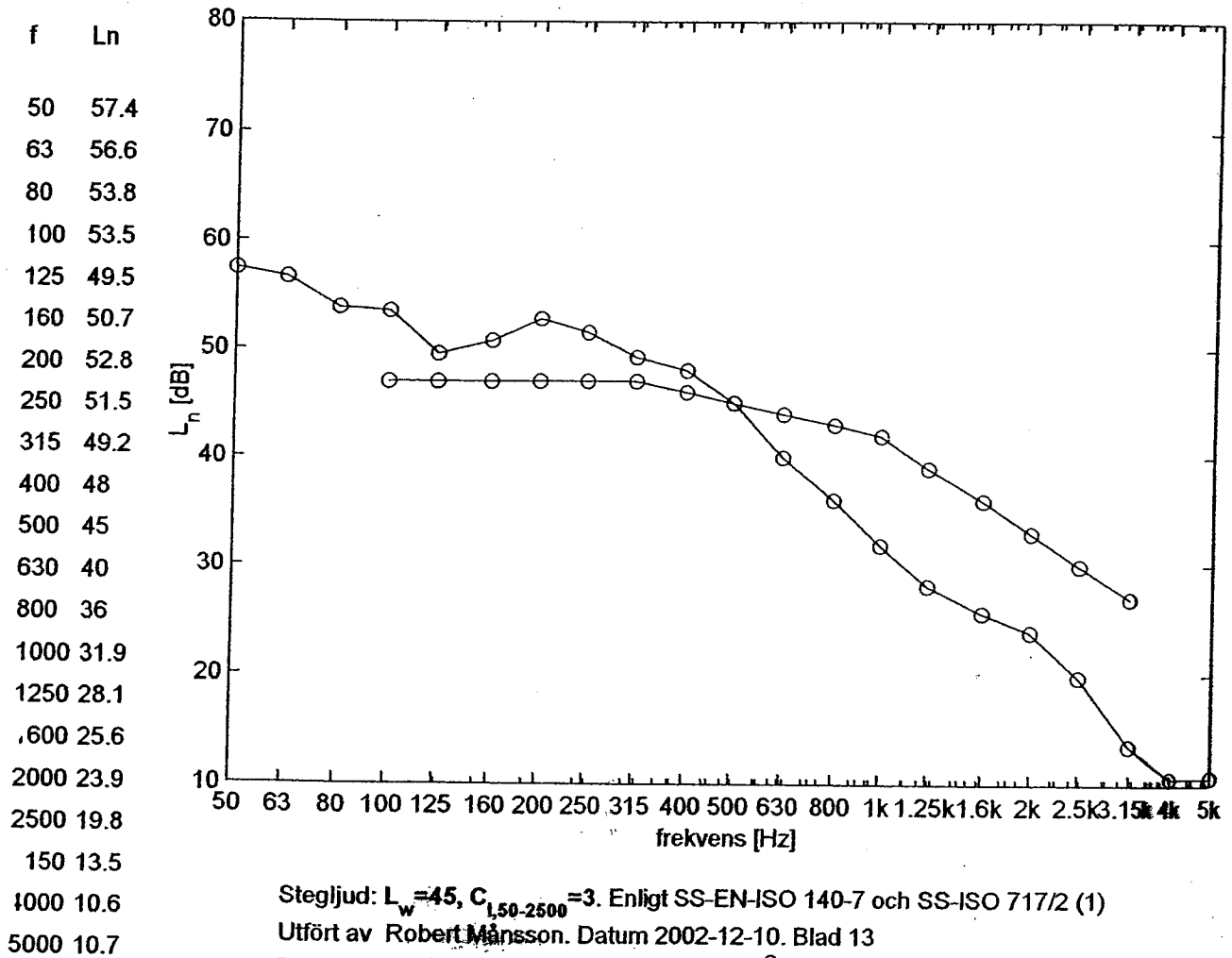
L _w	45	C _{1,50-2500}	3	Totalt	48
----------------	----	------------------------	---	--------	----

R _w	67	C _{1,50-3150}	-2	Totalt	65
----------------	----	------------------------	----	--------	----

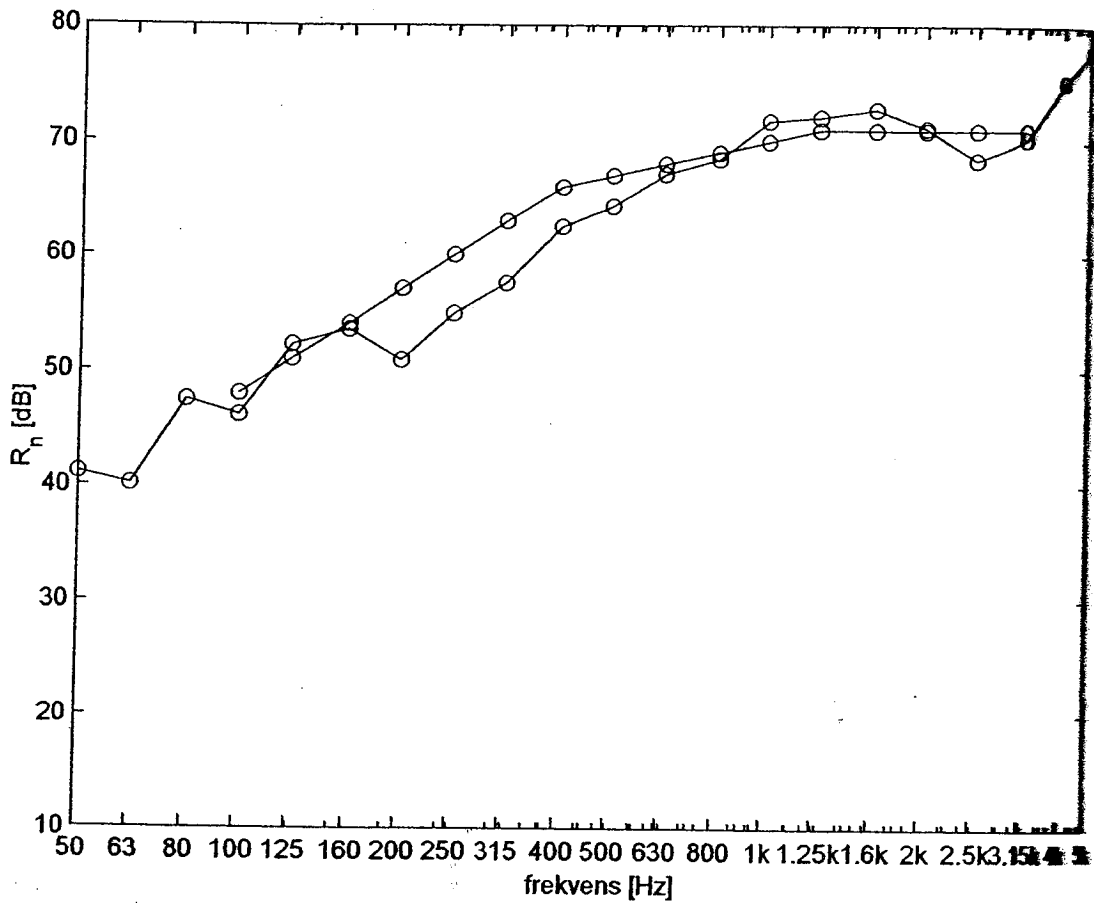
Resultat med aerolen:

L _w	45	C _{1,50-2500}	4	Totalt	49
----------------	----	------------------------	---	--------	----

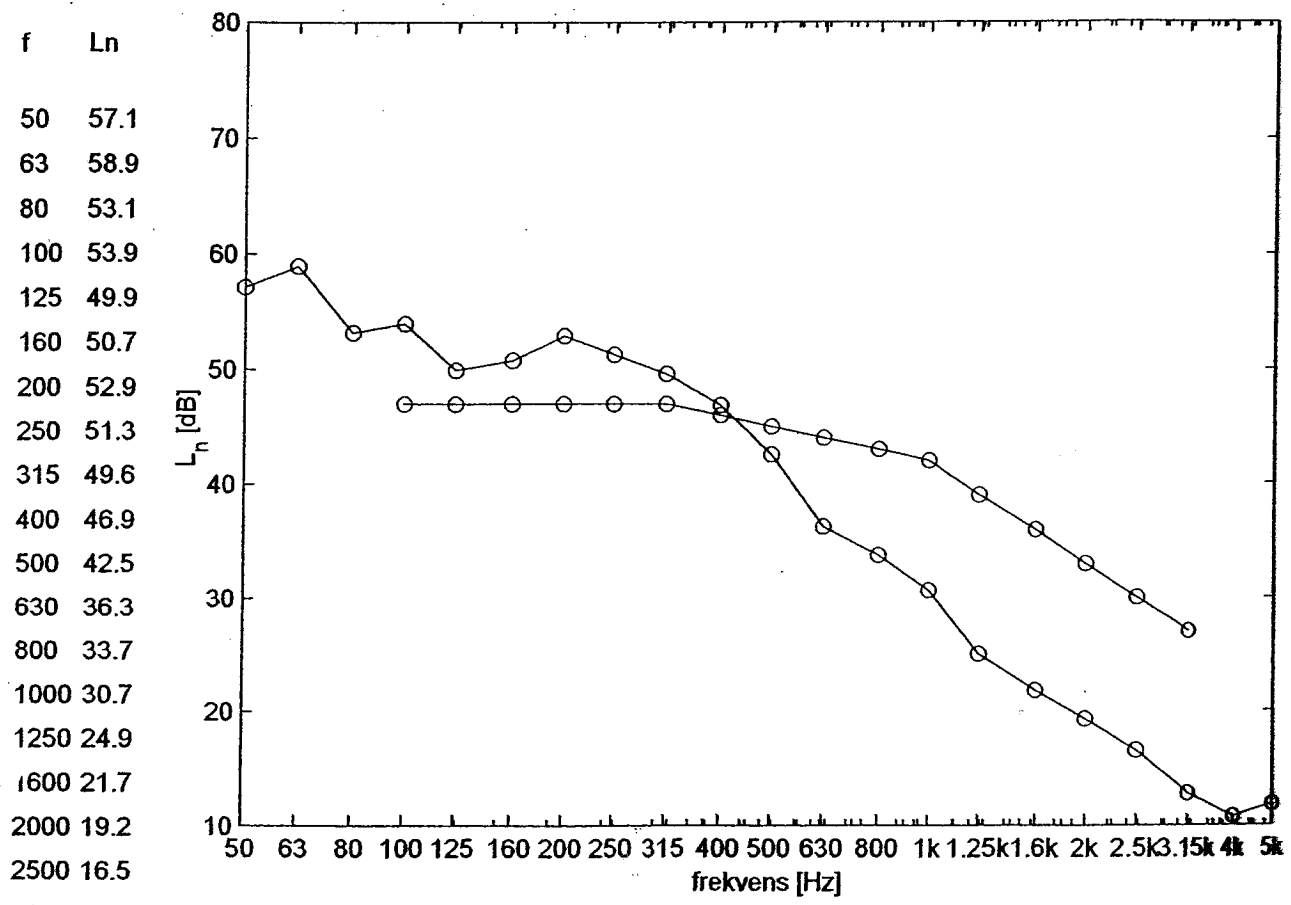
R _w	67	C _{1,50-3150}	-2	Totalt	65
----------------	----	------------------------	----	--------	----



f	Rn
50	41.1
63	40.1
80	47.5
100	46.1
125	52.2
160	53.5
200	50.9
250	54.9
315	57.5
400	62.5
500	64.3
630	67.1
800	68.4
1000	71.8
1250	72.1
1600	72.8
2000	71.2
2500	68.4
3150	70.2
4000	75.2
5000	77.7

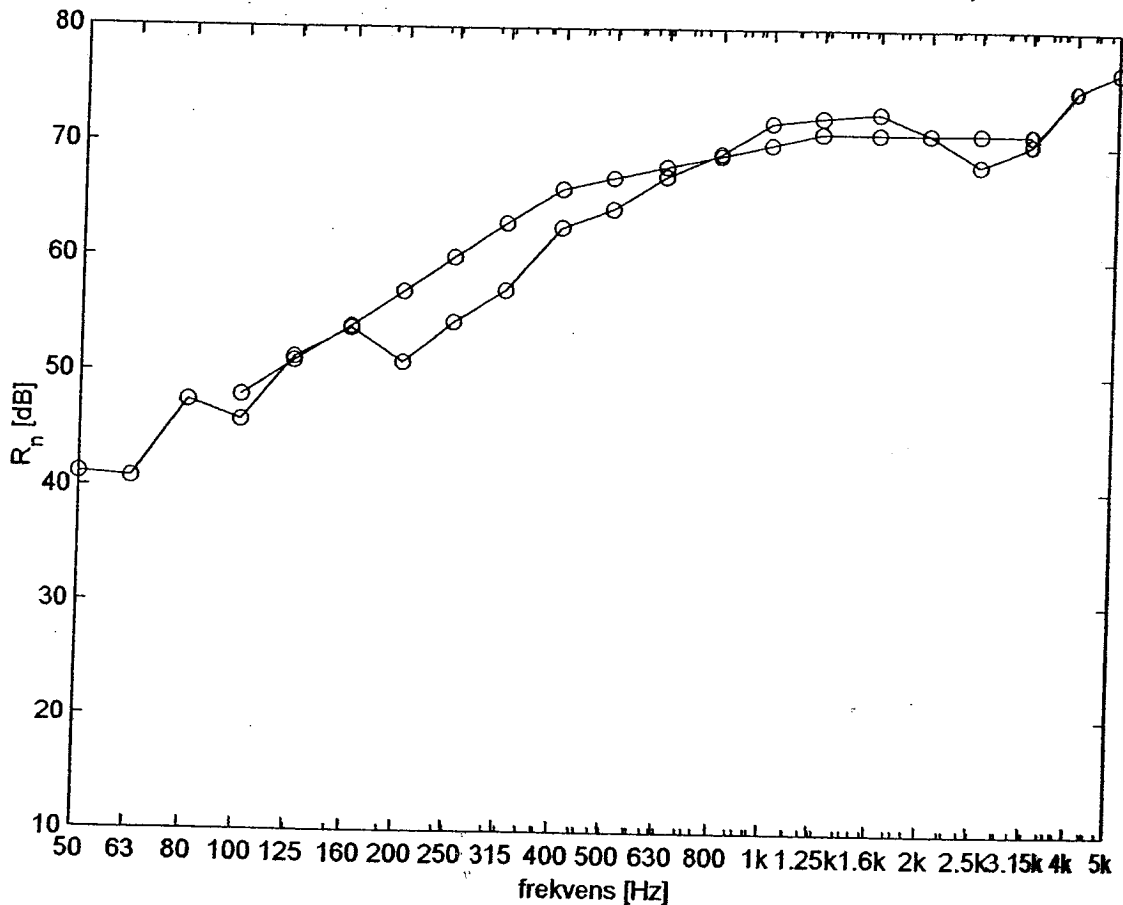


Reduktionstal: $R_w = 67$, $C_{50-3150} = -2$. Enligt SS-EN-ISO 140-3 och SS-ISO 717-2
 Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-10. Blad 14
 Projektamn: Skanska Fall: 6a. Volym: 100 m³. Labmätning.
 Teknisk Akustik, LTH, Lunds Universitet, tel: +46 46 2227400.



Stegljud: $L_w = 45$, $C_{L_{150-2500}} = 4$. Enligt SS-EN-ISO 140-7 och SS-ISO 717/2 (1)
 Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-10. Blad 16
 Projektnamn: Skanska Fall: 6b. Volym: 100 m³. Labmätning.
 Teknisk Akustik, LTH, Lunds universitet, tel: +46 46 2227400.

f	Rn
50	41.1
63	40.8
80	47.5
100	45.8
125	51.3
160	53.8
200	50.9
250	54.4
315	57.2
400	62.6
500	64.2
630	67.1
800	69.2
1000	71.9
1250	72.4
1600	72.8
2000	71
2500	68.2
3150	70.1
4000	74.9
5000	76.5



Reduktionstaj: $R_w = 67$, $C_{50-3150} = -2$. Enligt SS-EN-ISO 140-3 och SS-ISO 717/1 (2)

Utfört av Robert Mansson. Datum 2002-12-10. Blad 15

Projektnamn: Skanska Fall: 6b. Volym: 100 m³. Labmätning.

Teknisk Akustik, LTH, Lunds Universitet, tel: +46 46 2227400.

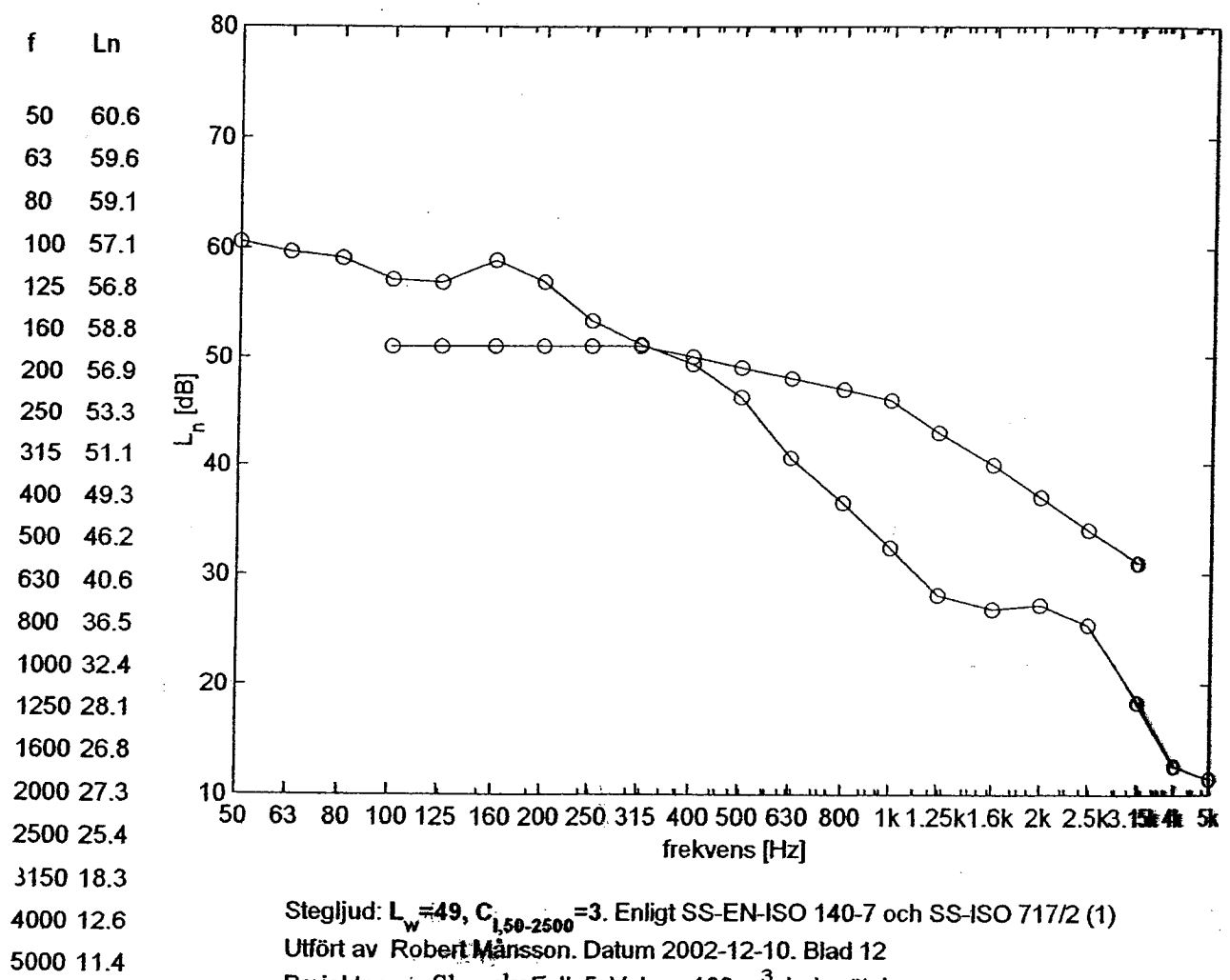
1.2.1 Karlit utan gipsavjämning

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Ovrigt	Materialpris kr/m ²	Arbets tid h/m ²
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen	390	UE
Karlit	Karlit	19	5,7	Enligt Karlits anvisningar	26	0,03
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skrivlinnas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4,2x51 s300 enl.sep blad	77	0,18
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd	140	0,22
Stenullisulering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampnings skydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.	21	0,08
Gyproc normal	Gyproc	13	9		21	0,08
		407	67,2		784	0,79

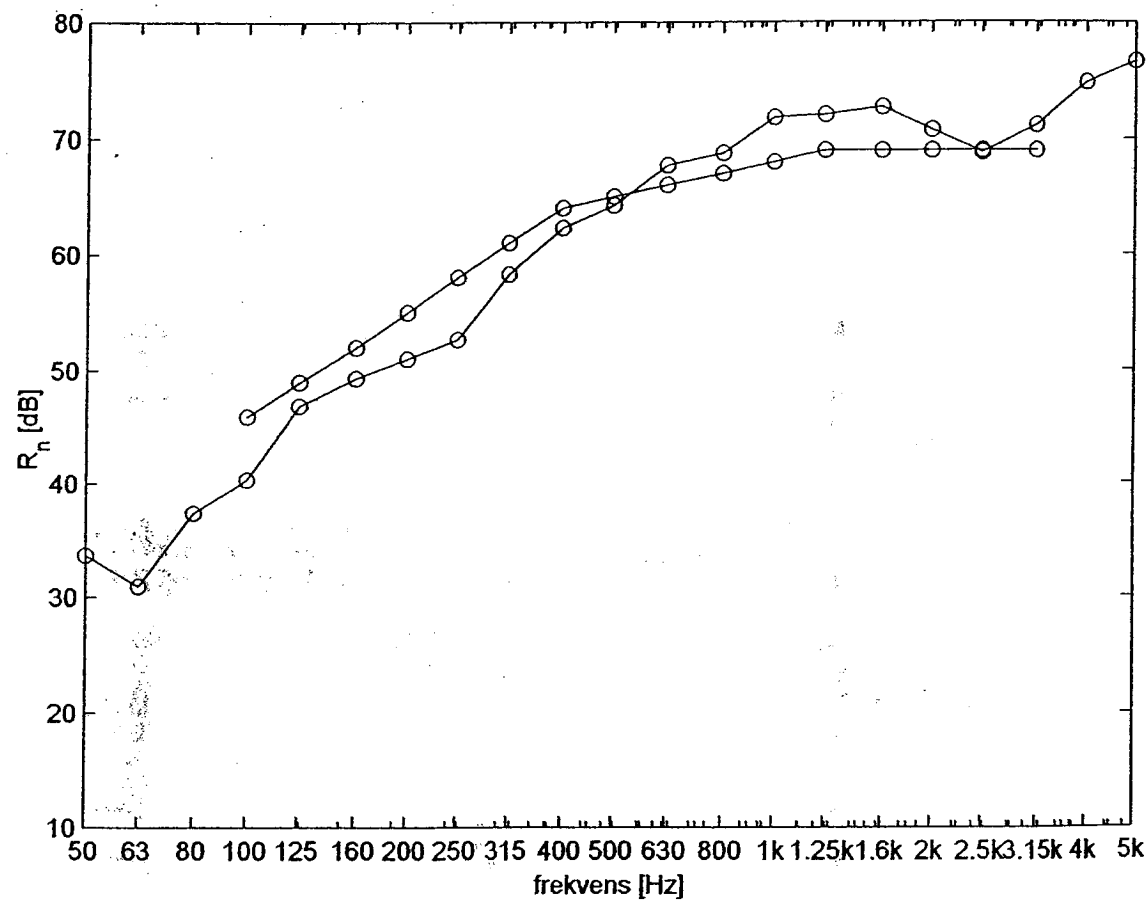
Resultat:

L_w 49 $C_{1,50-2500}$ 3 Totalt 52

R_w 65 $C_{1,50-3150}$ -3 Totalt 62



f	Rn
50	33.6
63	30.9
80	37.4
100	40.3
125	46.9
160	49.3
200	51
250	52.6
315	58.2
400	62.2
500	64.2
630	67.7
800	68.8
1000	71.8
1250	72
1600	72.7
2000	70.8
2500	68.8
3150	71.1
4000	74.7
5000	76.6



Reduktionstal: $R_w = 65$, $C_{50-3150} = -3$. Enligt SS-EN-ISO 140-3 och SS-ISO 717/1 (2)
 Utfört av Robert Mansson. Datum 2002-12-10. Blad 11
 Projektnamn: Skanska Fall: 5. Volym: 100 m³. Labmätning.
 Teknisk Akustik, LTH, Lunds Universitet, tel: +46 46 2227400.

1.3 Två lag golvgips på mineralull

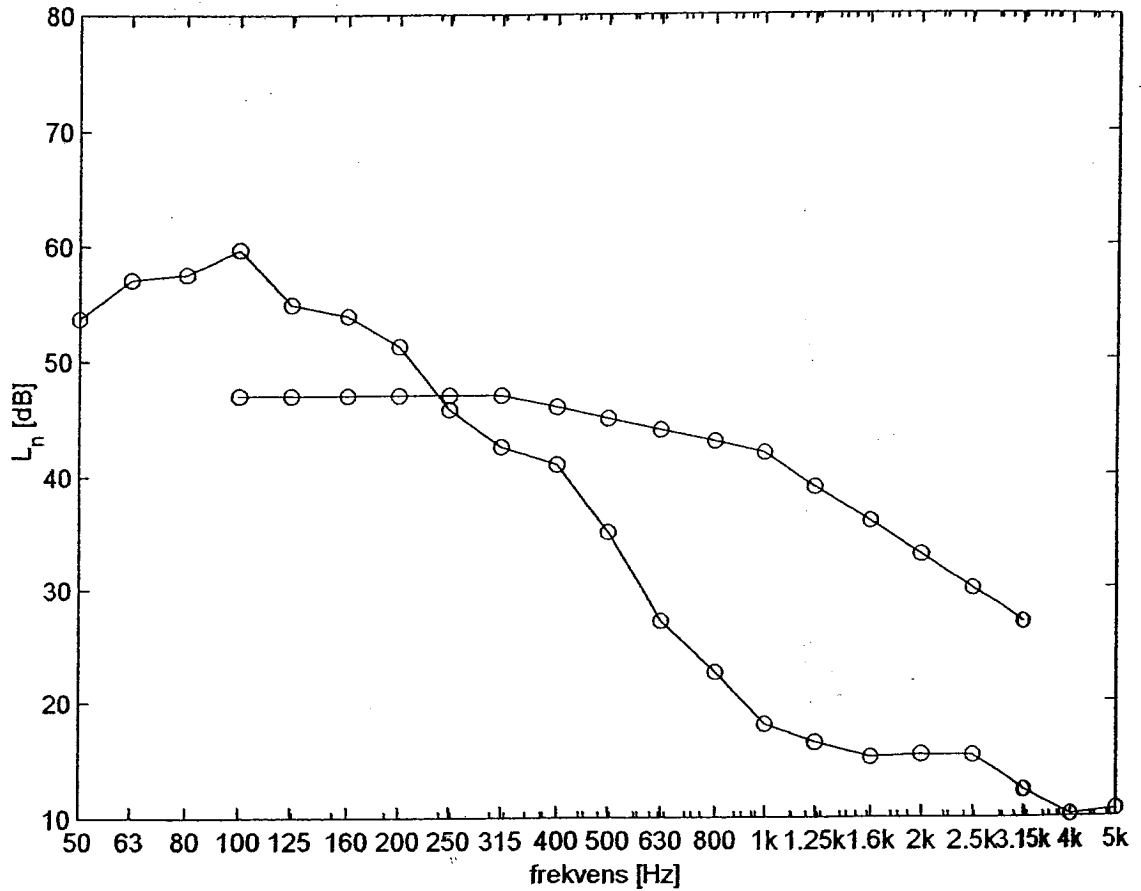
Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Ovrigt	Materialpris kr/m ²	Arbetstid h/m ²
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen	390	UE
Golvgips	Gyproc	13	14	Limmas med Gyproc G46		
Golvgips	Gyproc	13	14	PB 100 lägges i fogar. Skivan skruvas s300	55	0,15
Rw 365-00	Paroc	30	3	Lägges i murstensmönster	20	0,06
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skrulimmas med Casco 3337 och Spånskivskruv 4.2x51 s300 enl.sep blad	77	0,18
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd	140	0,22
Stenullisolerling	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningskydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvårsmonteras innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.	21	0,08
Gyproc normal	Gyproc	13	9		21	0,08
		444	92,5		833	0,97

Resultat:

L_w 45 C_{1,50-2500} 5 Totalt 50

R_w 66 C_{1,50-3150} -2 Totalt 64

f	Ln
50	53.7
63	57
80	57.5
100	59.6
125	54.8
160	53.8
200	51.2
250	45.7
315	42.5
400	41
500	35
630	27.2
800	22.6
1000	18
1250	16.4
1600	15.1
2000	15.4
2500	15.3
3150	12.3
4000	10.2
5000	10.6

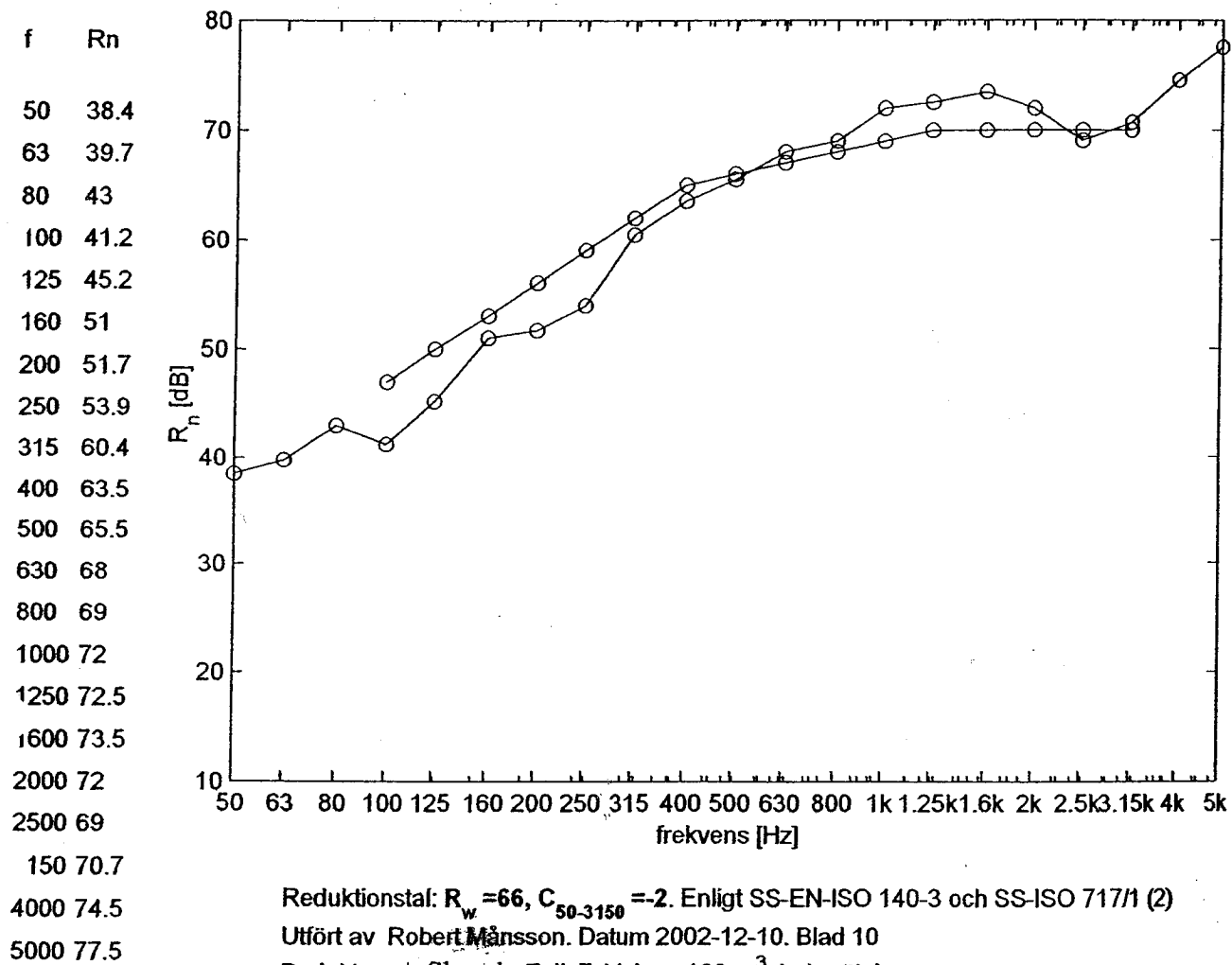


Stegljud: $L_w = 45$, $C_{1,50-2500} = 5$. Enligt SS-EN-ISO 140-7 och SS-ISO 717/2 (1)

Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-10. Blad 9

Projektname: Skanska Fall: 7. Volym: 100 m³. Labmätning.

Teknisk Akustik, LTH, Lunds universitet, tel: +46 46 2227400.



1.4 Ivarssons skiva Conchchip med plastfoile

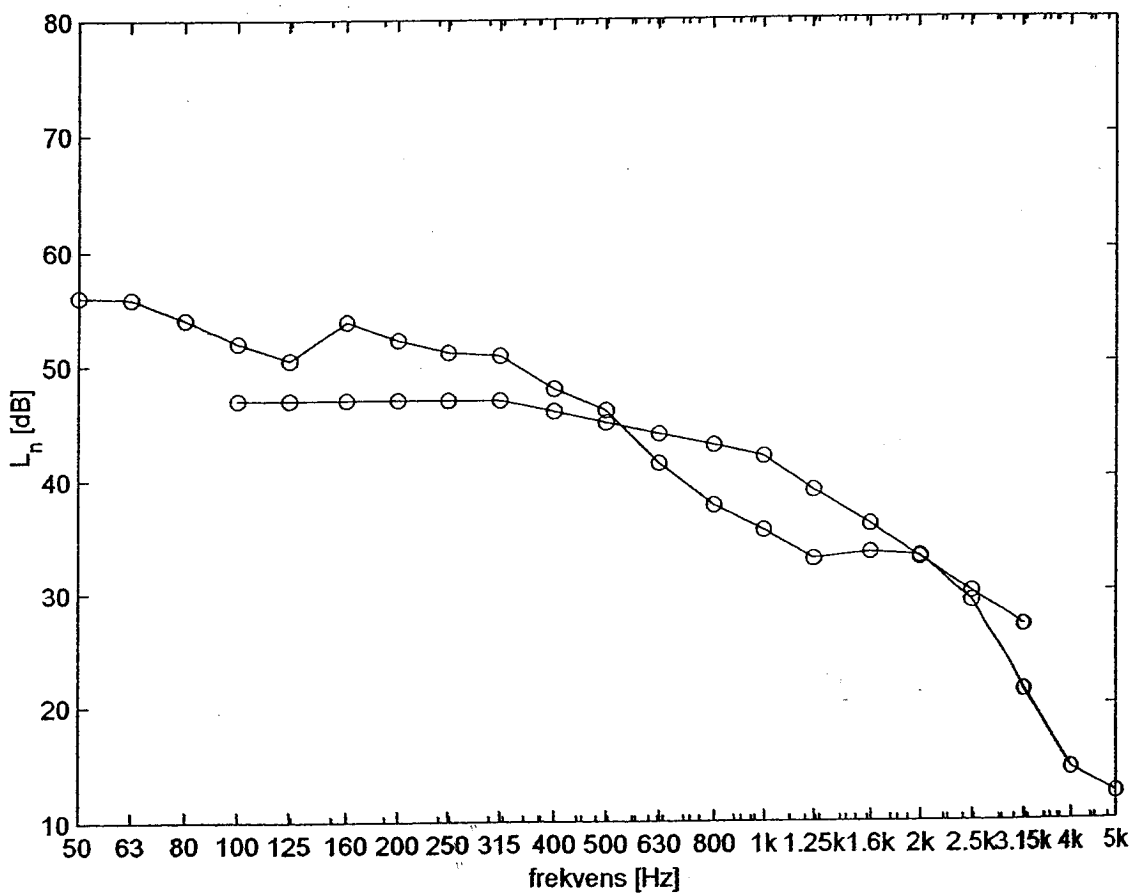
Material	Tillverkare		T [mm]	G [kg/m ²]	Ovrigt	Materialpris kr/m ²	Arbetstid h/m ²
	Kährs	Ivarsson					
Lamellparkett	Kährs	Ivarsson	15	9	Med aeriolen	390	UE
Conchchip	Ivarsson	Ivarsson	20	29	Lägges löst på plastfoile	150	0,2
Dubbla lager plastfoile			0	0	Korslagda	9	0,07
Conchchip	Ivarsson	Ivarsson	20	29	Skruvlimmas lika V313	150	0,2
Kertobaik 45x300 s600	Finnforest	Ivarsson	300	11,3	Fritt upplagd	140	0,22
Stenullisoleriing	Paroc	Ivarsson	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningskydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	Ivarsson	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	Ivarsson	13	9	Tvärsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.	21	0,08
Gyproc normal	Gyproc	Ivarsson	13	9		21	0,08
			406	104,1		990	1,05

Resultat:

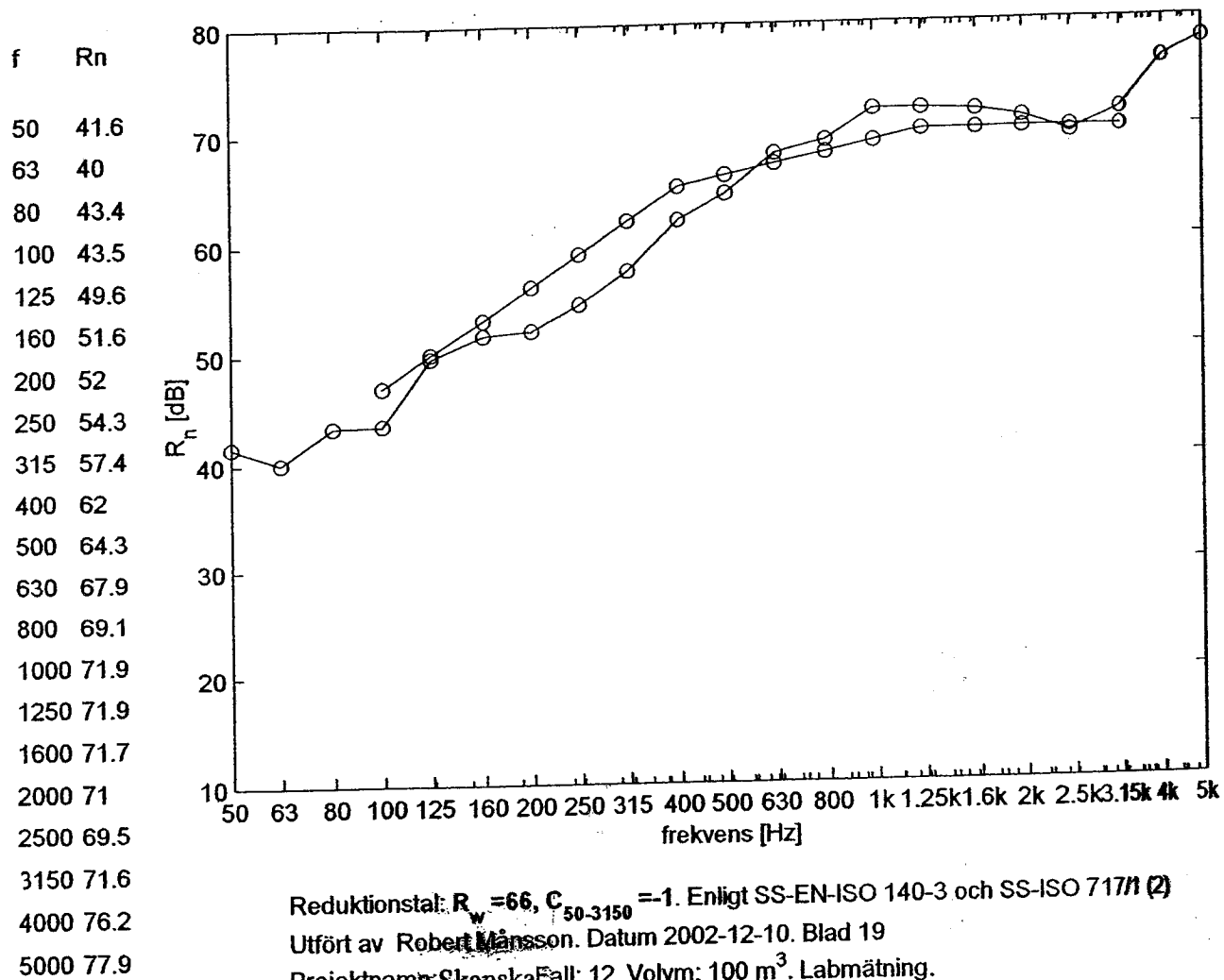
L_w 45
C_{1,50-2500} 3
Totalt 48

R_w 66
C_{1,50-3150} -1
Totalt 65

f	Ln
50	56
63	55.8
80	54
100	51.9
125	50.4
160	53.8
200	52.1
250	51.1
315	50.8
400	47.9
500	46
630	41.3
800	37.6
1000	35.5
1250	32.9
1600	33.4
2000	33.1
2500	29.1
3150	21.2
4000	14.4
5000	12.3



Stegjud: $L_w = 45$, $C_{1,50-2500} = 3$. Enligt SS-EN-ISO 140-7 och SS-ISO 717/2 (1)
 Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-10. Blad 20
 Projektnamn: Skanska Fall: 12. Volym: 100 m³. Labmätning.
 Teknisk Akustik, LTH, Lunds universitet, tel: +46 46 2227400.



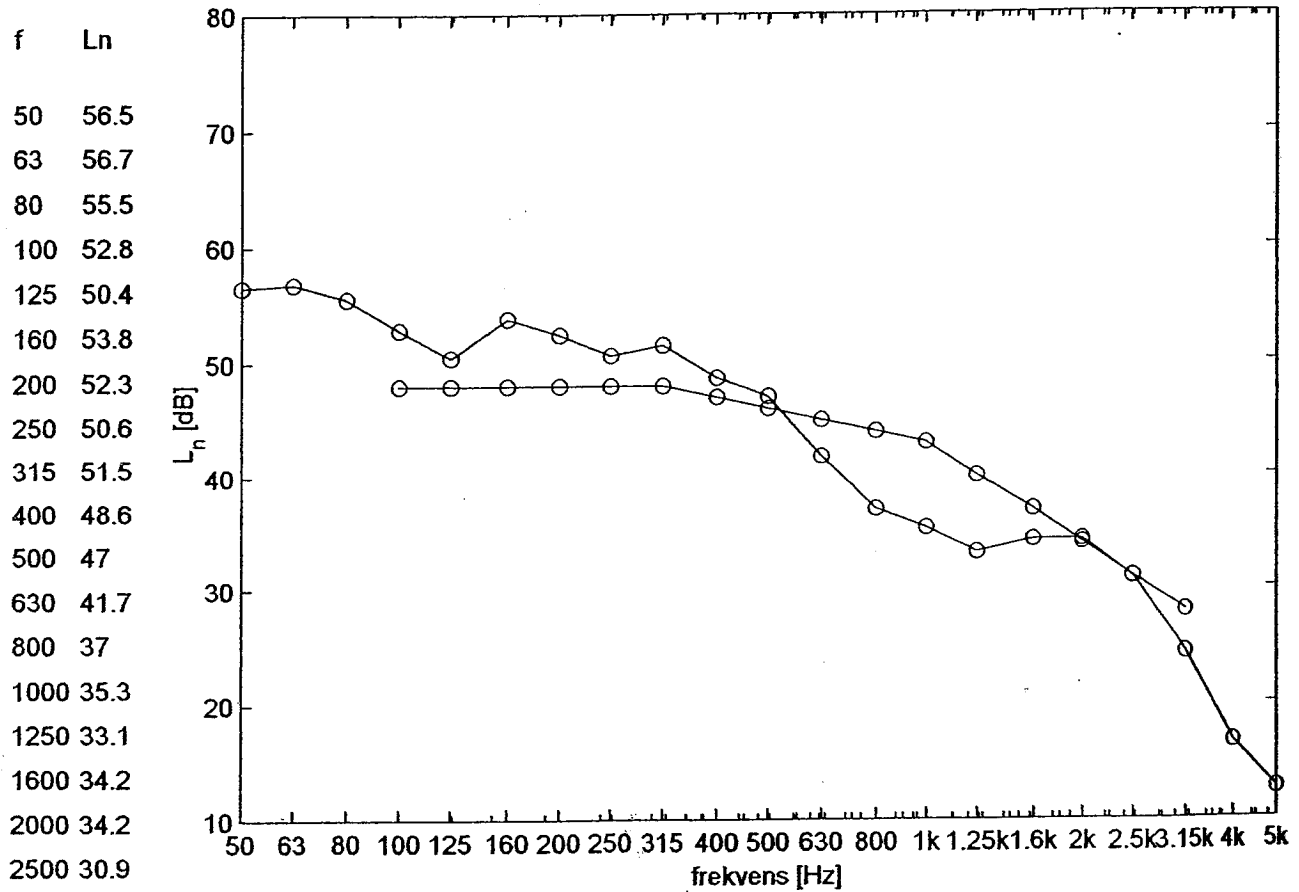
1.4.1 Ivarssons skiva Conchipt utan plastfolie

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt	Materialpris kr/m ²	Arbetstid h/m ²
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen	390	UE
Conchipt	Ivarsson	20	29	Limmas med alkaliresistent lim	150	0,2
Conchipt	Ivarsson	20	29	Skruvlimmas lika V313	150	0,2
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd	140	0,22
Stenullisolering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningsskydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.	21	0,08
Gyproc normal	Gyproc	13	9		21	0,08
		406	104,1		981	0,98

Resultat:

L_w 46
C_{1,50-2500} 3
Totalt 49

R_w 66
C_{1,50-3150} -1
Totalt 65



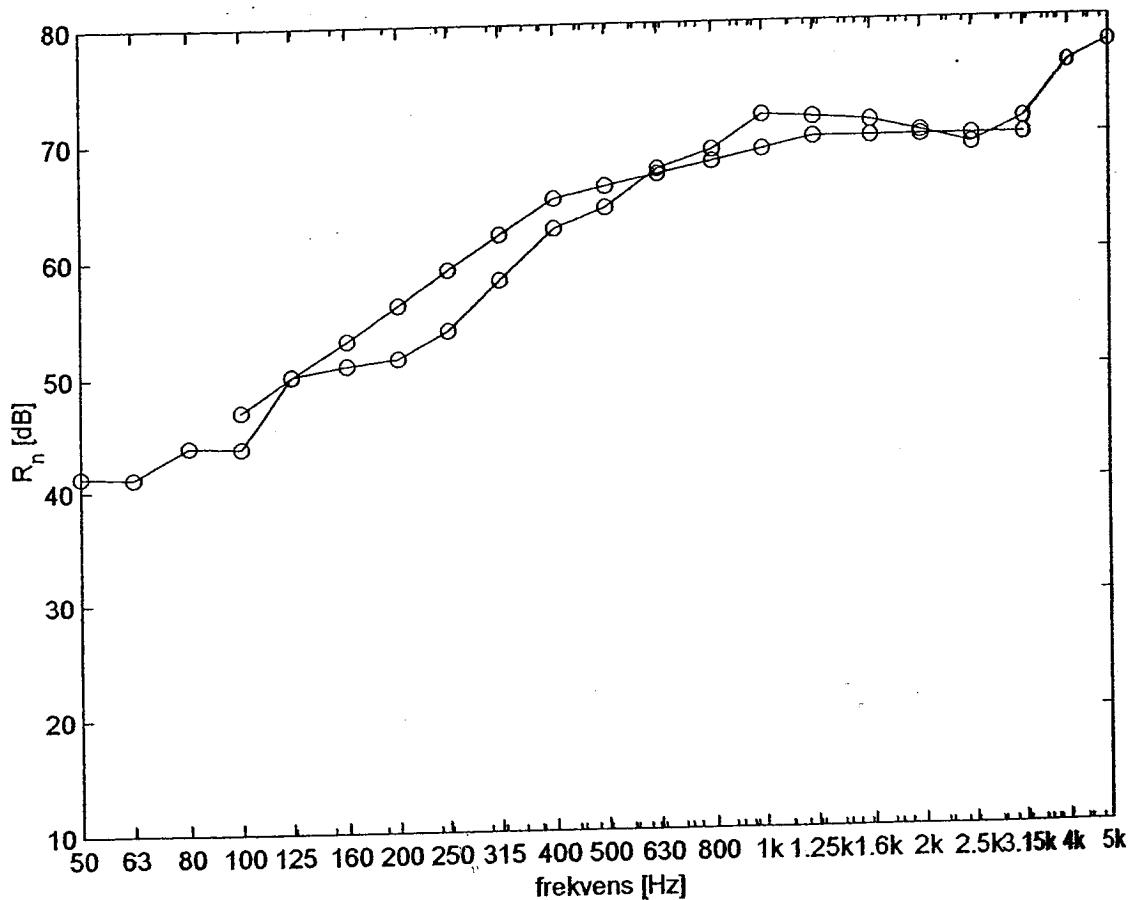
Stegljud: $L_w = 46$, $C_{1,50-2500} = 3$. Enligt SS-EN-ISO 140-7 och SS-ISO 717/2 (1)

Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-10. Blad 21

Projektnamn: Skanska Fall: 13. Volym: 100 m³. Labmätning.

Teknisk Akustik, LTH, Lunds universitet, tel: +46 46 2227400.

f	Rn
50	41.3
63	41.1
80	43.9
100	43.7
125	50
160	50.9
200	51.4
250	53.7
315	58.1
400	62.4
500	64.1
630	67.4
800	69
1000	71.8
1250	71.6
1600	71.3
2000	70.3
2500	69.2
3150	71.3
4000	76
5000	77.7



Reduktionstal: $R_w = 66$, $C_{50-3150} = -1$. Enligt SS-EN-ISO 140-3 och SS-ISO 7171 (2)

Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-10. Blad 22

Projektnamn: Skanska Fall: 13. Volym: 100 m³. Labmätning.
Teknisk Akustik, LTH, Lunds Universitet, tel: +46 46 2227400.

1.5 Decibelmatta från Aprobo

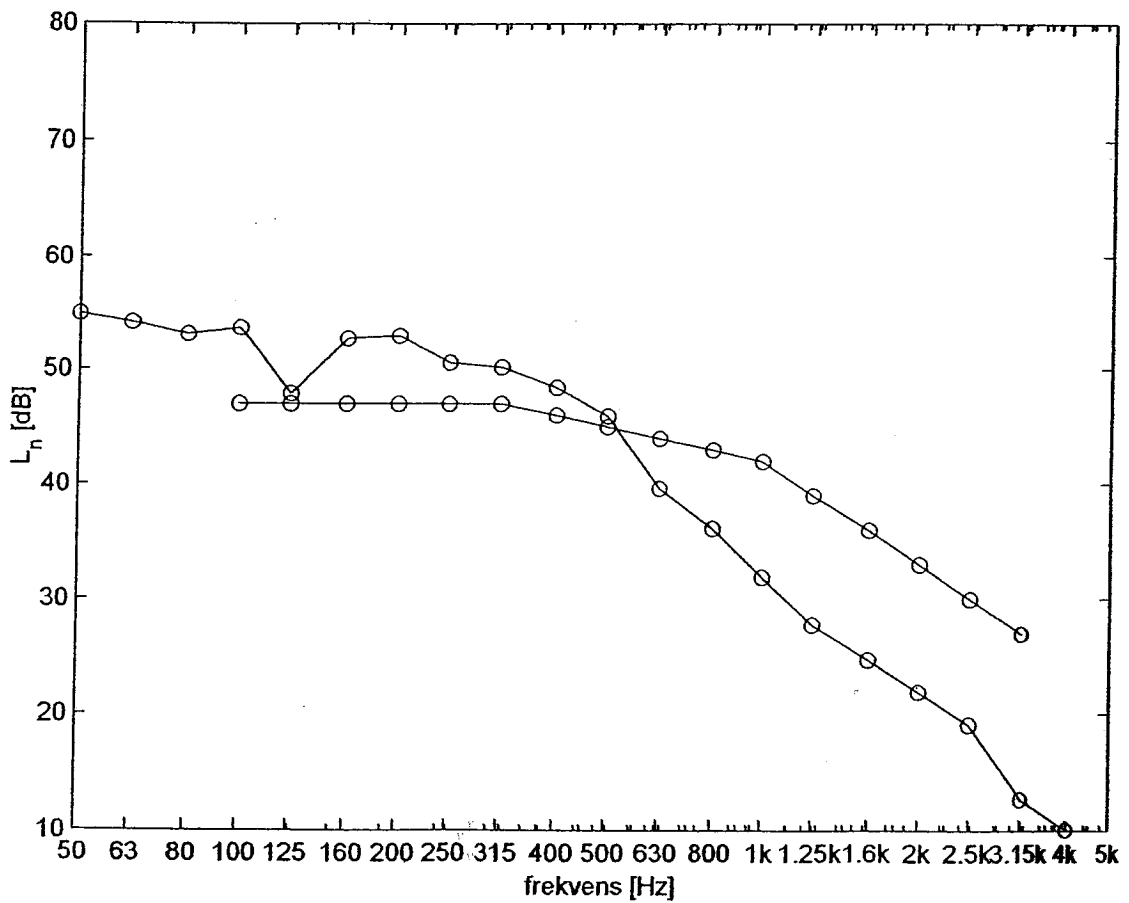
Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Ovrigt	Materialpris kr/m ²	Arbetstid h/m ²
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen	390	UE
Gipsevjalning	TM-progress	30	49,6	Lägges löst på spånskiva. Skarvar tejpas och uppvik vid kanter	190	UE
Decibel 3 Akustikmatta	Aprobo	10	6,6		80	UE
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skrullimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300 enl.sep blad	77	0,18
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd	140	0,22
Stenullisiclering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningskydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvårsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.	21	0,08
Gyproc normal	Gyproc	13	9		21	0,08
		428	117,7		1028	0,76

Resultat:

L_w 45 $C_{1,50-2500}$ 2 Totalt 47

R_w 67 $C_{1,50-3150}$ -2 Totalt 65

f	Ln
50	54.9
63	54.1
80	53
100	53.6
125	47.9
160	52.6
200	52.9
250	50.5
315	50.1
400	48.4
500	45.9
630	39.6
800	36.1
1000	31.9
1250	27.7
1600	24.7
2000	21.9
2500	19.1
3150	12.7
4000	10.1
5000	9.9

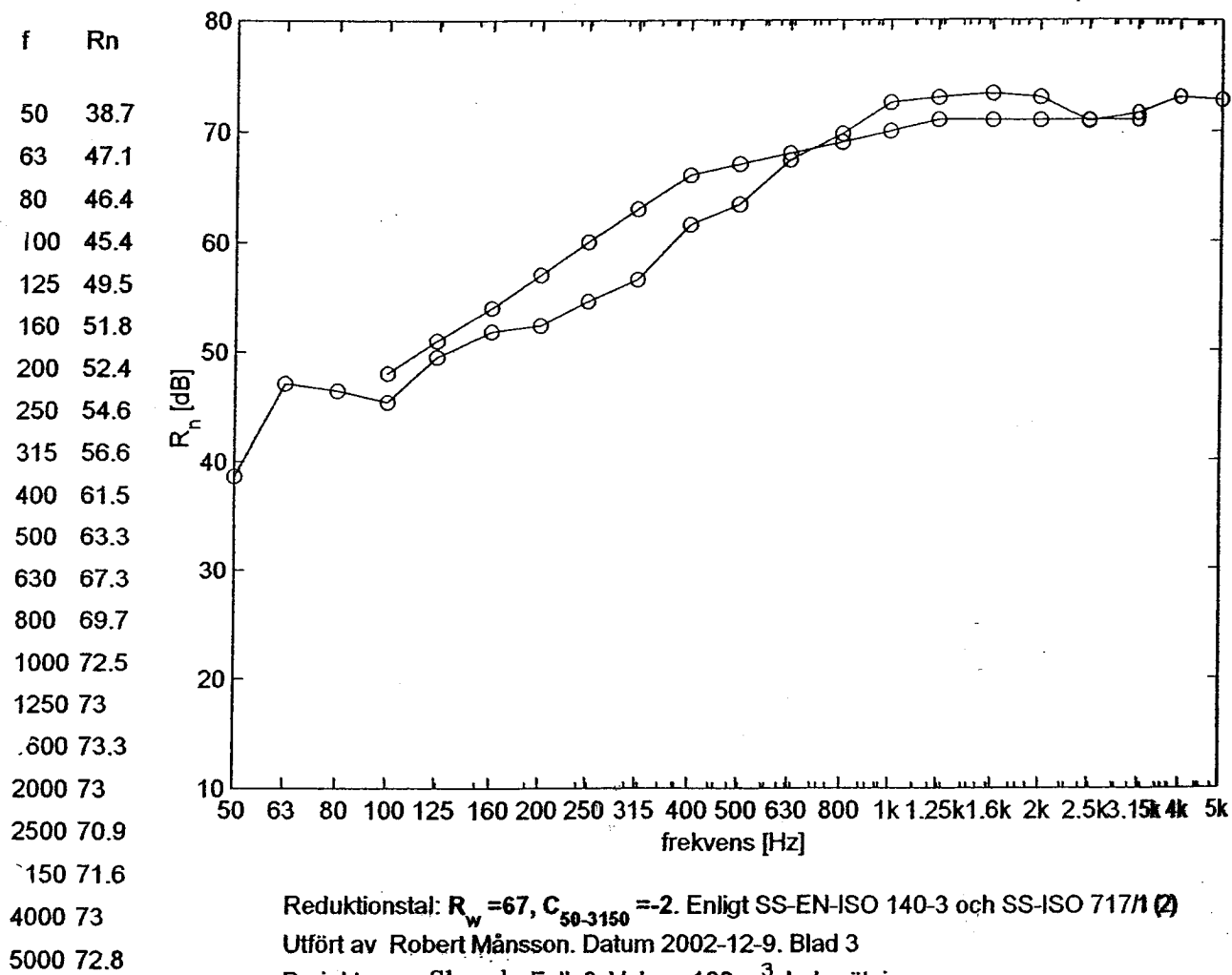


Stegljud: $L_w=45$, $C_{1,50-2500}=2$. Enligt SS-EN-ISO 140-7 och SS-ISO 717/2 (1)

Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-10. Blad 4

Projektnamn: SkanskaFall: 8. Volym: 100 m³. Labmätning.

Teknisk Akustik, LTH, Lunds universitet, tel: +46 46 2227400.



1.6 Kontroll av dämplim

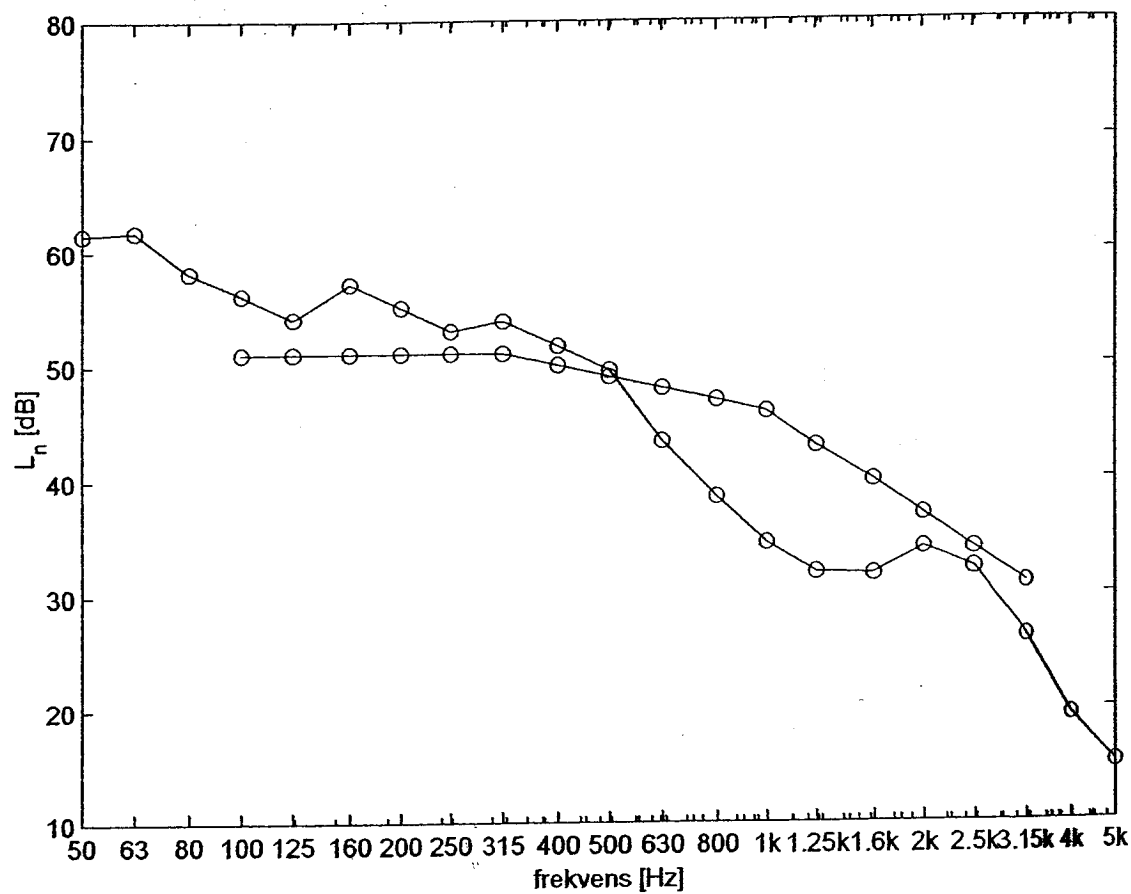
Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Ovrigt	Materialpris kr/m ²	Arbetstid h/m ²
Lameilparkett	Kährs	15	9	Med aerolen	390	UE
Golvglips	Gyproc	13	14	Skrivas vid olämheter dock max 5 skruvar per m ²	28	0,15
Dämplim DG A2	Swedac	1	0	Enligt Swedacs anvisningar	50	0,05
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skrullimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300 enl.sep blad	77	0,18
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd	140	0,22
Stenullisolerling	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomträngningskydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9		21	0,08
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvårsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.	21	0,08
		402	75,5		836	0,96

Resultat:

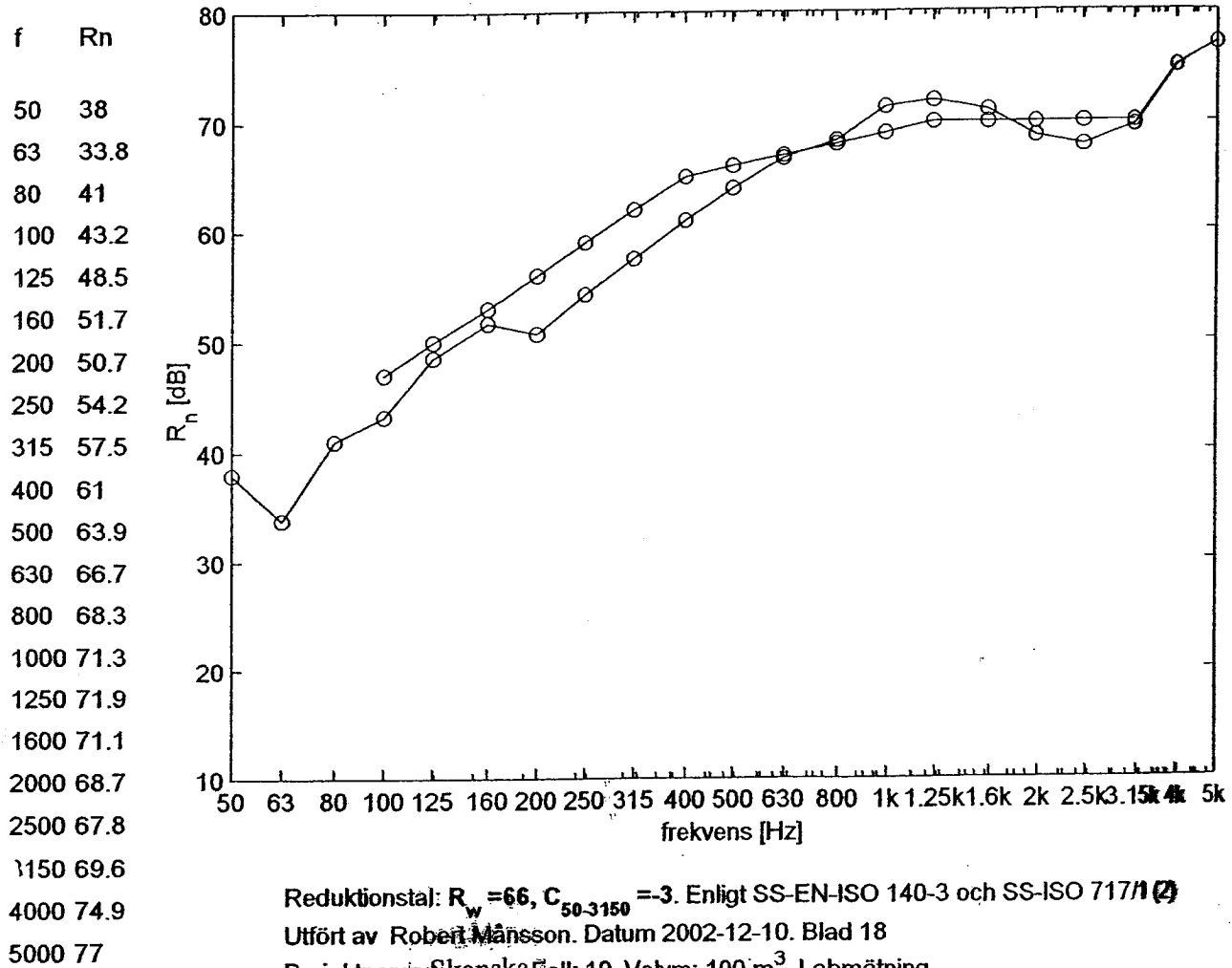
L_w 49
C_{1,50-2500} 4
Totalt 53

R_w 66
C_{1,50-3150} -3
Totalt 63

f	Ln
50	61.5
63	61.7
80	58.2
100	56.1
125	54
160	57.1
200	55
250	52.9
315	53.8
400	51.6
500	49.5
630	43.4
800	38.5
1000	34.5
1250	31.9
1600	31.7
2000	34
2500	32.2
3150	26.3
4000	19.3
5000	15.1



Stegljud: $L_w = 49$, $C_{150-2500} = 4$. Enligt SS-EN-ISO 140-7 och SS-ISO 717/2 (1)
 Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-10. Blad 17
 Projektnamn: Skanska Fall: 10. Volym: 100 m³. Labmätning.
 Teknisk Akustik, LTH, Lunds universitet, tel: +46 46 2227400.



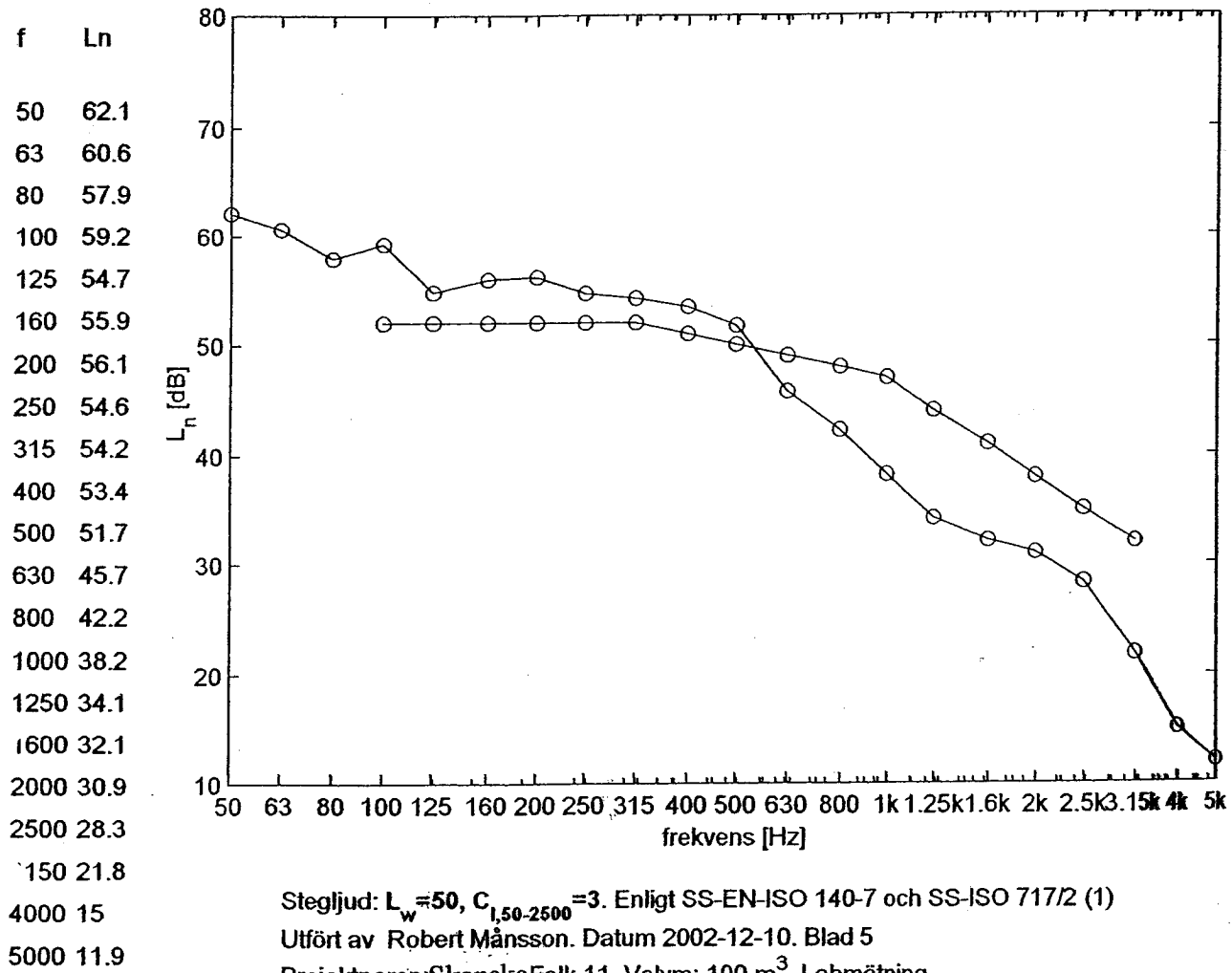
1.6.1 Kontroll av bjälklag utan dämplim

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt	Materialpris kr/m ²	Arbetstid h/m ²
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med aerolen	390	UE
Golvgips	Gyproc	13	14	Limmas med Gyproc G46	28	0,15
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skruvlimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4,2x51 s300 enl.sep blad	77	0,18
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd	140	0,22
Stenullisulering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningskydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvårsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.	21	0,08
Gyproc normal	Gyproc	13	9		21	0,08
		401	75,5		786	0,91

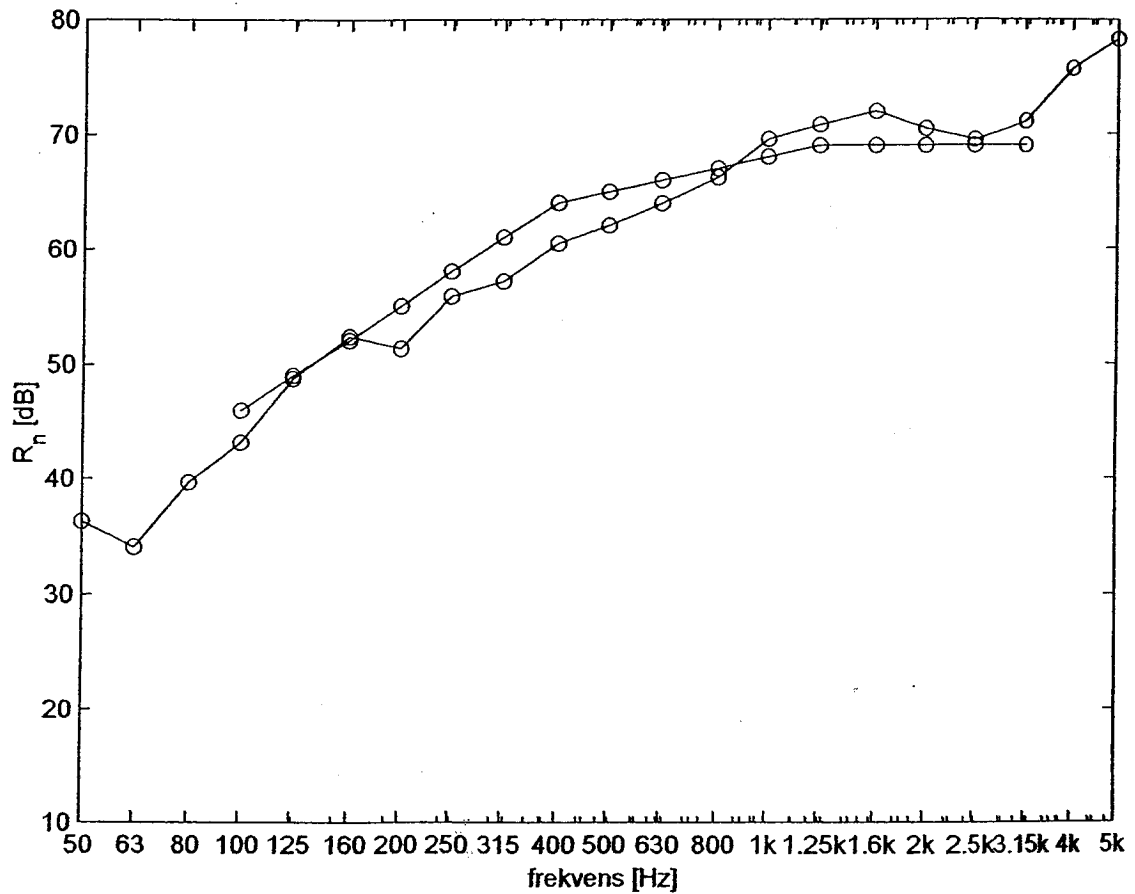
Resultat:

L_w 50 $C_{1,50-2500}$ 3 Totalt 53

R_w 65 $C_{1,50-3150}$ -2 Totalt 63



f	Rn
50	36.3
63	34
80	39.6
100	43.2
125	48.7
160	52.3
200	51.3
250	55.8
315	57.1
400	60.4
500	62
630	64
800	66.2
1000	69.5
1250	70.8
1600	72
2000	70.5
2500	69.5
3150	71.1
4000	75.7
5000	78.3



Reduktionstal: $R_w = 65$, $C_{50-3150} = -2$. Enligt SS-EN-ISO 140-3 och SS-ISO 717/1 (2)

Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-10. Blad 6

Projektnamn: Skanska Fall: 11. Volym: 100 m³. Labmätning.

Teknisk Akustik, LTH, Lunds Universitet, tel: +46 46 2227400.

2.1 Kontroll av c/c-avståndets betydelse

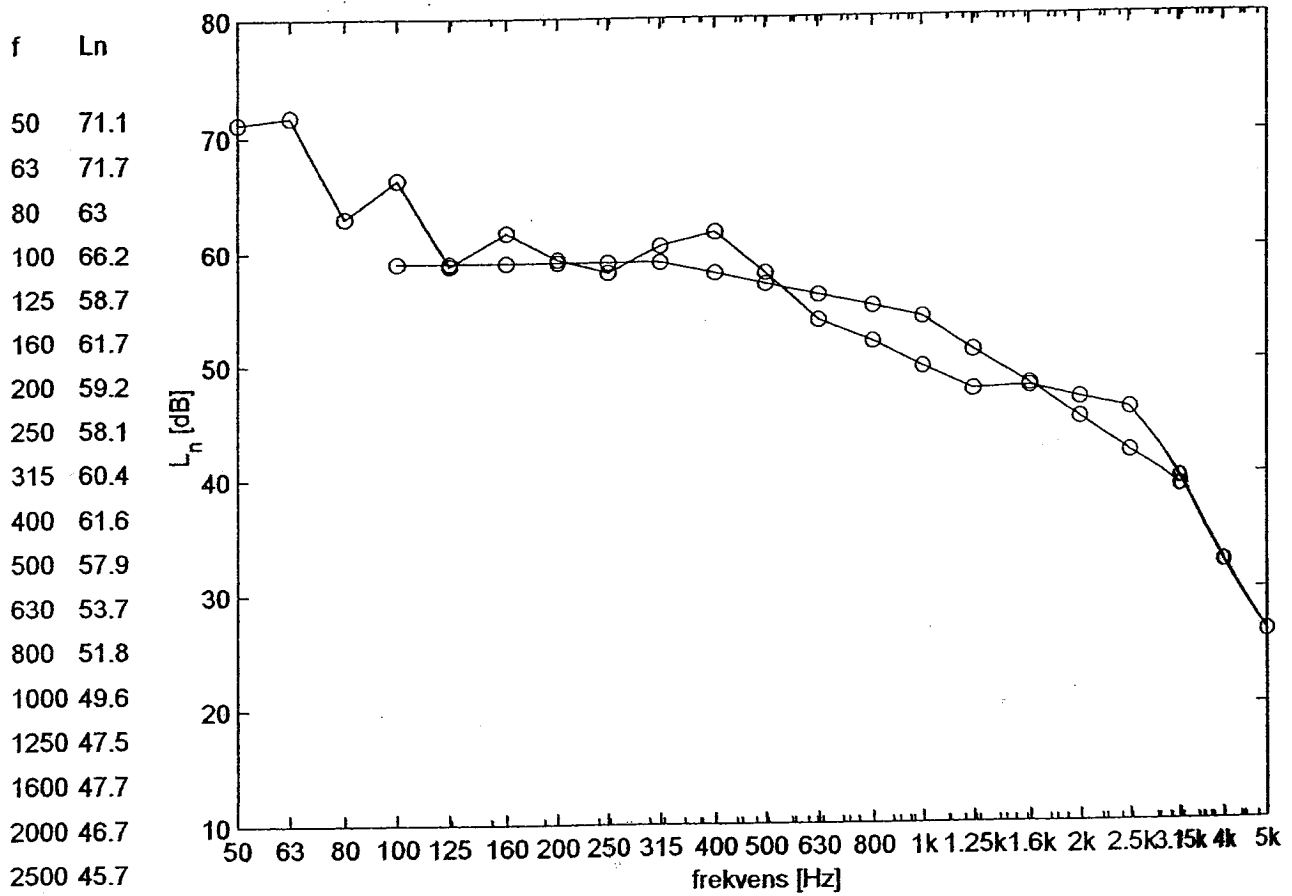
Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Övrigt	Materialpris kr/m ²	Arbetstid h/m ²
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skrulimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4.2x51 s300 enl. sep blad	77	0,18
Kertobalk 45x300 s300	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd	280	0,4
Stenullisolerling	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomträngningsskydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S38 enligt separat anvisning.	21	0,08
Gyproc normal	Gyproc	13	9		21	0,08
		373	52,5		508	0,94

Resultat vid skruvning varannan regel:

L _w	57	C _{1,50-2500}	4	Totalt	61
R _w	61	C _{1,50-3150}	-3	Totalt	58

Resultat vid skruvning varje regel:

L _w	56	C _{1,50-2500}	4	Totalt	60
R _w	61	C _{1,50-3150}	-3	Totalt	58



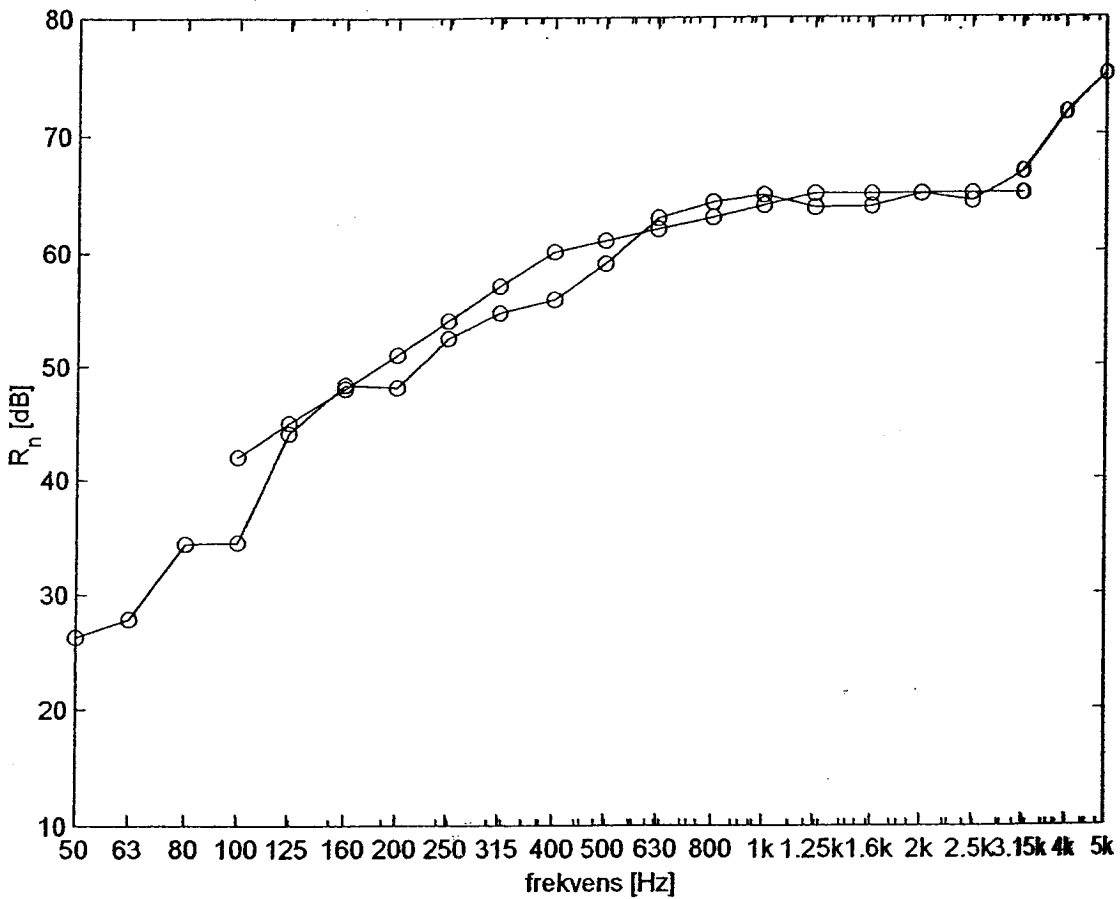
Stegljud: $L_w = 57$, $C_{1,50-2500} = 4$. Enligt SS-EN-ISO 140-7 och SS-ISO 717/2 (1)

Utfört av Robert Mansson. Datum 2002-12-10. Blad 24

Projektnamn: Skanska Fall: 1a. Volym: 100 m³. Labmätning.

Teknisk Akustik, LTH, Lunds universitet, tel: +46 46 2227400.

f	Rn
50	26.3
63	27.8
80	34.4
100	34.5
125	44
160	48.3
200	48.1
250	52.4
315	54.6
400	55.8
500	59
630	62.9
800	64.2
1000	64.9
1250	63.8
1600	63.9
2000	64.9
2500	64.3
3150	66.8
4000	71.9
5000	75.1

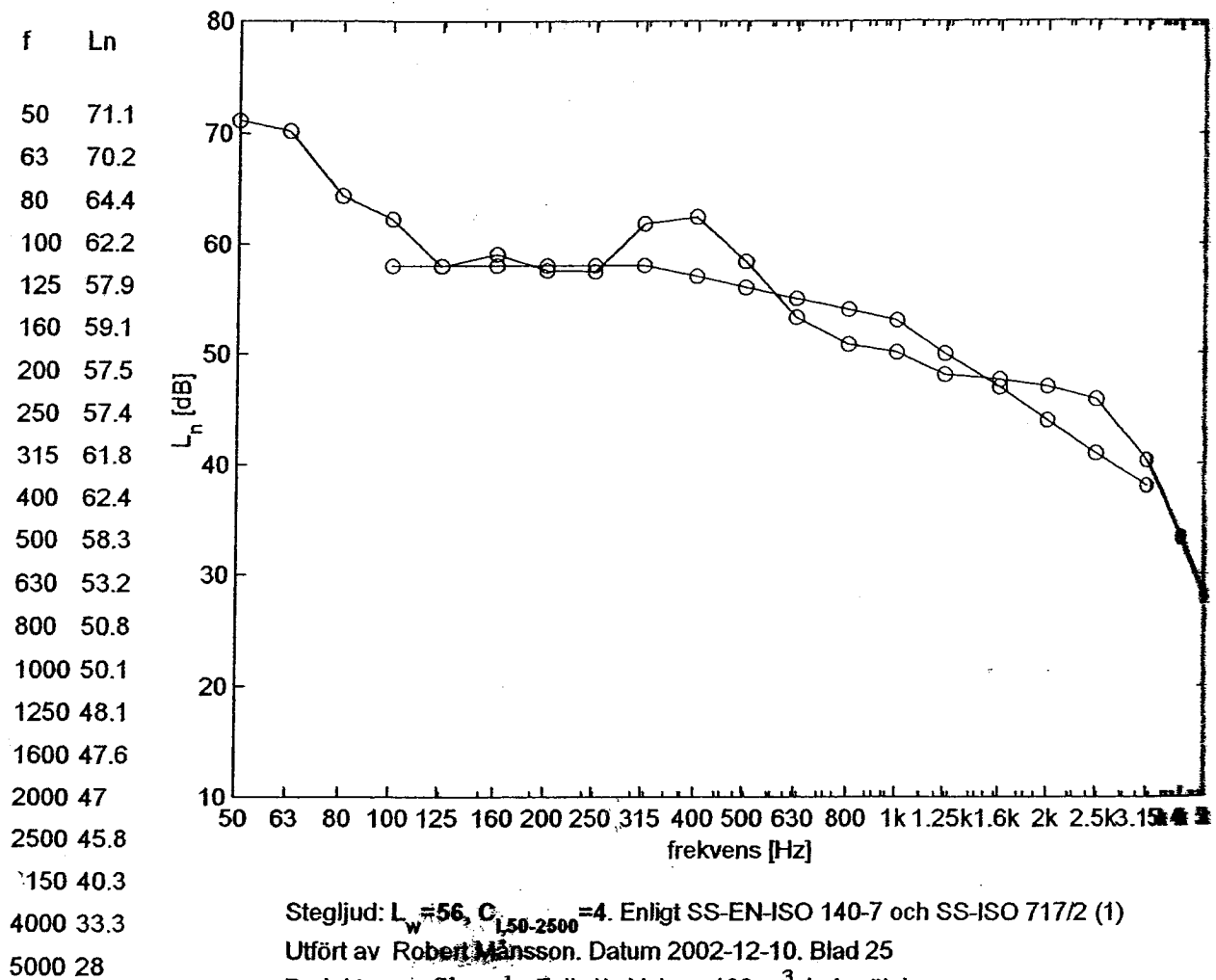


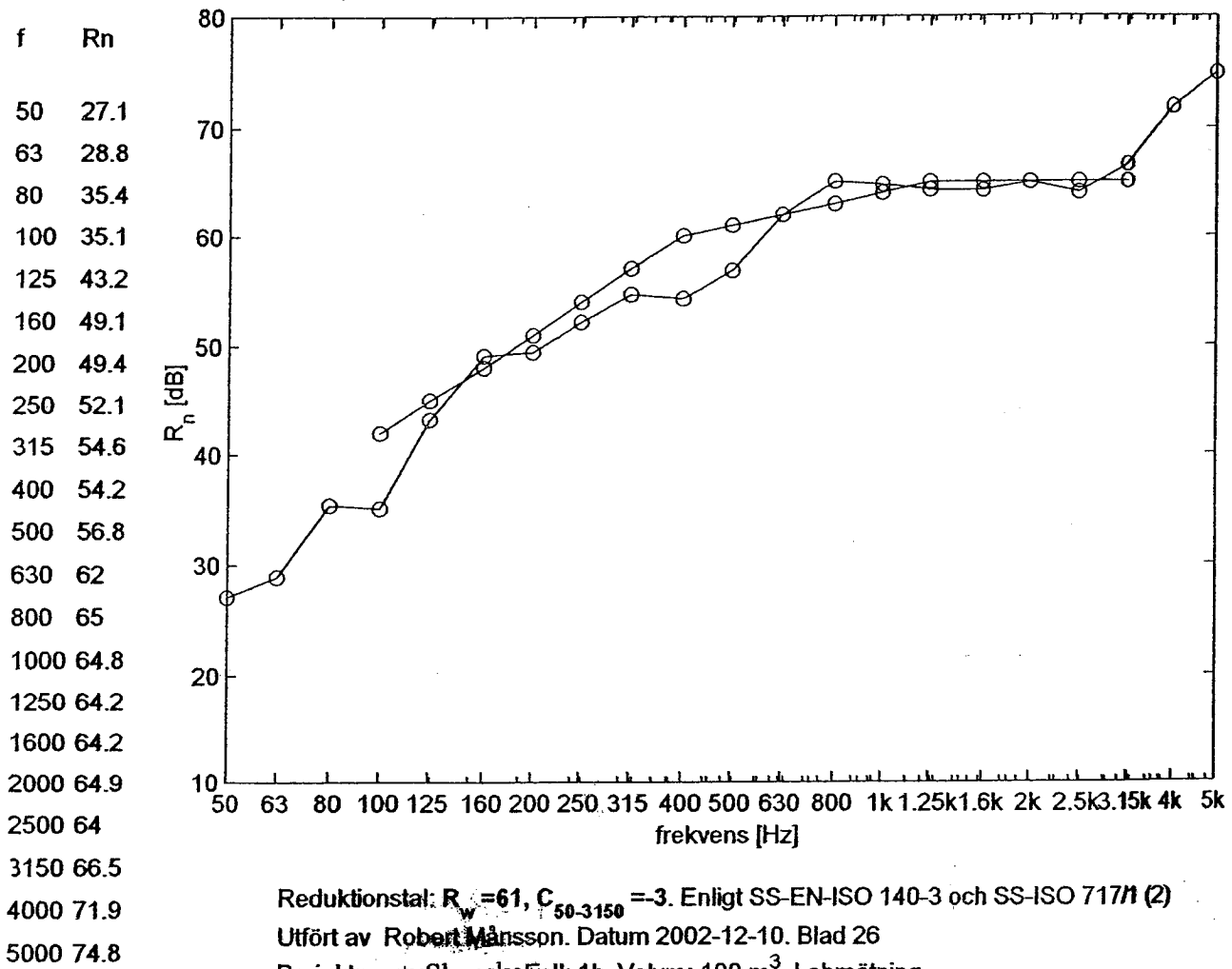
Reduktionstal: $R_w = 61$, $C_{50-3150} = -3$. Enligt SS-EN-ISO 140-3 och SS-ISO 717-2

Utfört av Robert Månsson. Datum 2002-12-10. Blad 23

Projektnamn: Skanska Fall: 1a. Volym: 100 m³. Labmätning.

Teknisk Akustik, LTH, Lunds Universitet, tel: +46 46 2227400.





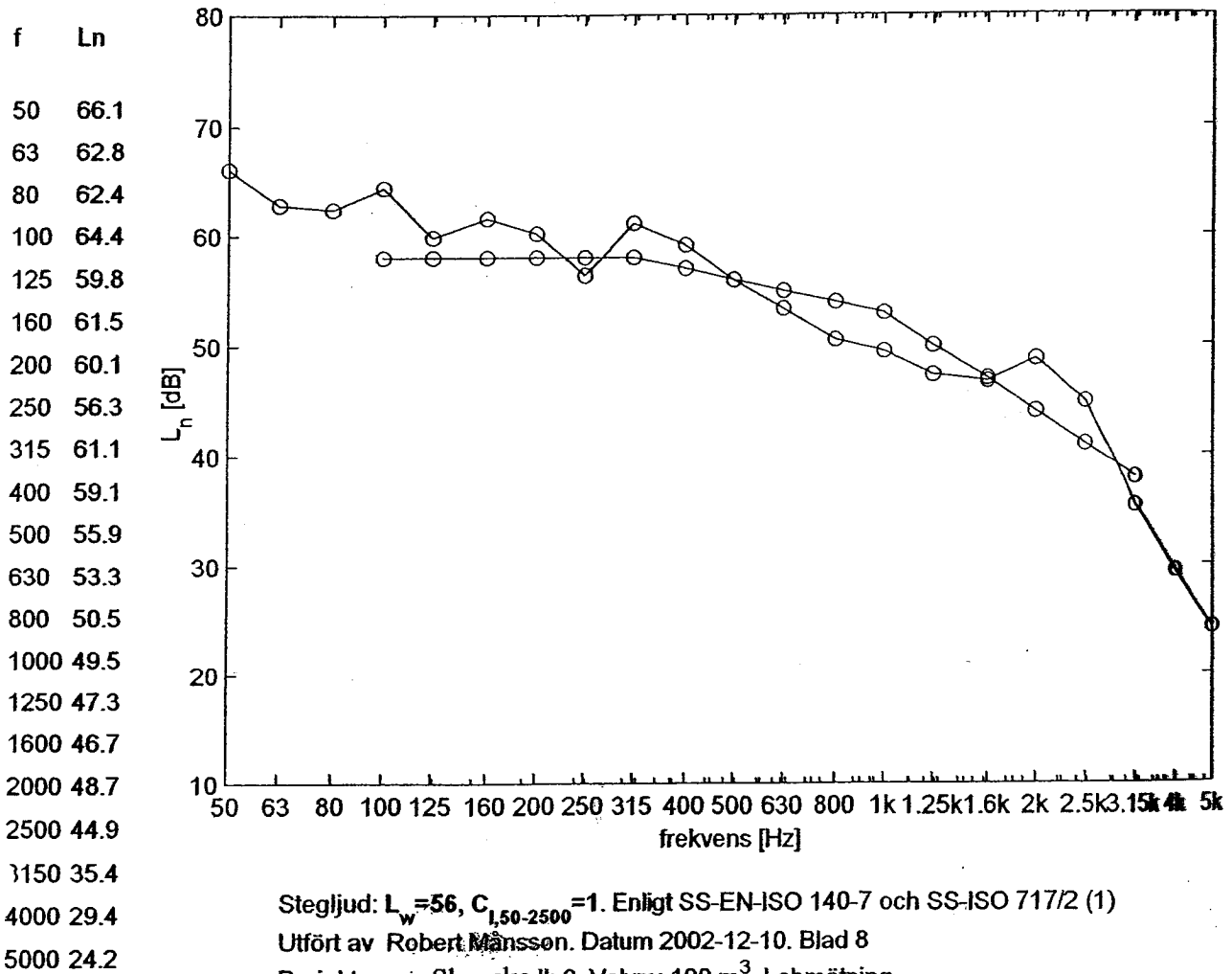
3.2 Gyproc akustikprofil med Protect F

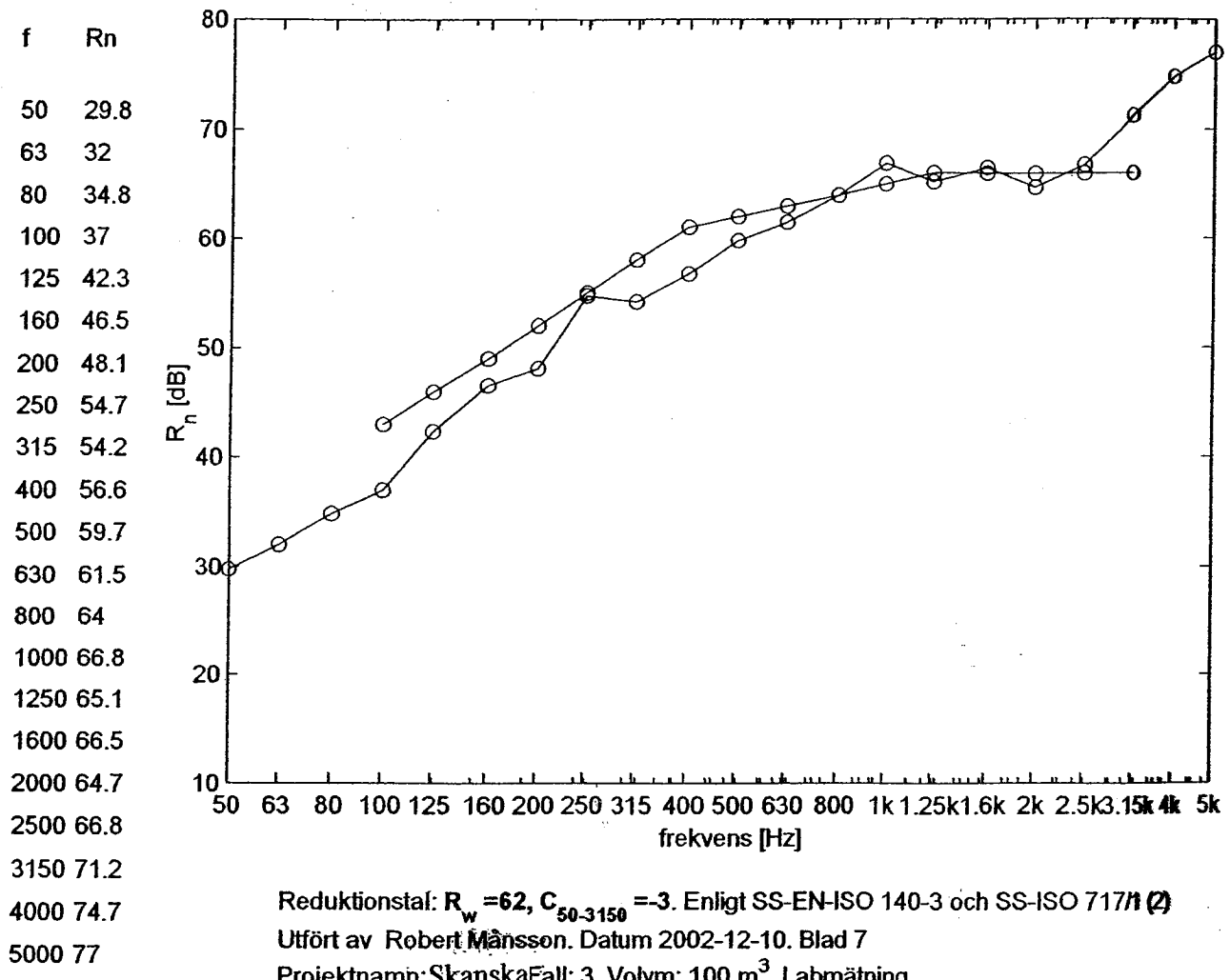
Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Ovrligt	Materialpris kr/m ²	Arbetstid h/m ²
Spånskiva V313 Kertobalk 45x300 s600	Swedspan	22	15,4	Skrulimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4,2x51 s300 enl.sep blad	77	0,18
	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd	140	0,22
Stenullisivering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningskydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvårsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK	21	0,08
Gyproc Protect F	Gyproc	15	12,7	S41enligt separat anvisning.	33	0,15
		375	56,2		380	0,83

Resultat:

L_w 56 C_{1,50-2500} 1 Totalt 57

R_w 62 C_{1,50-3150} -3 Totalt 59





4.1 Två lag golvgips på mineralull (Färdig kombination)

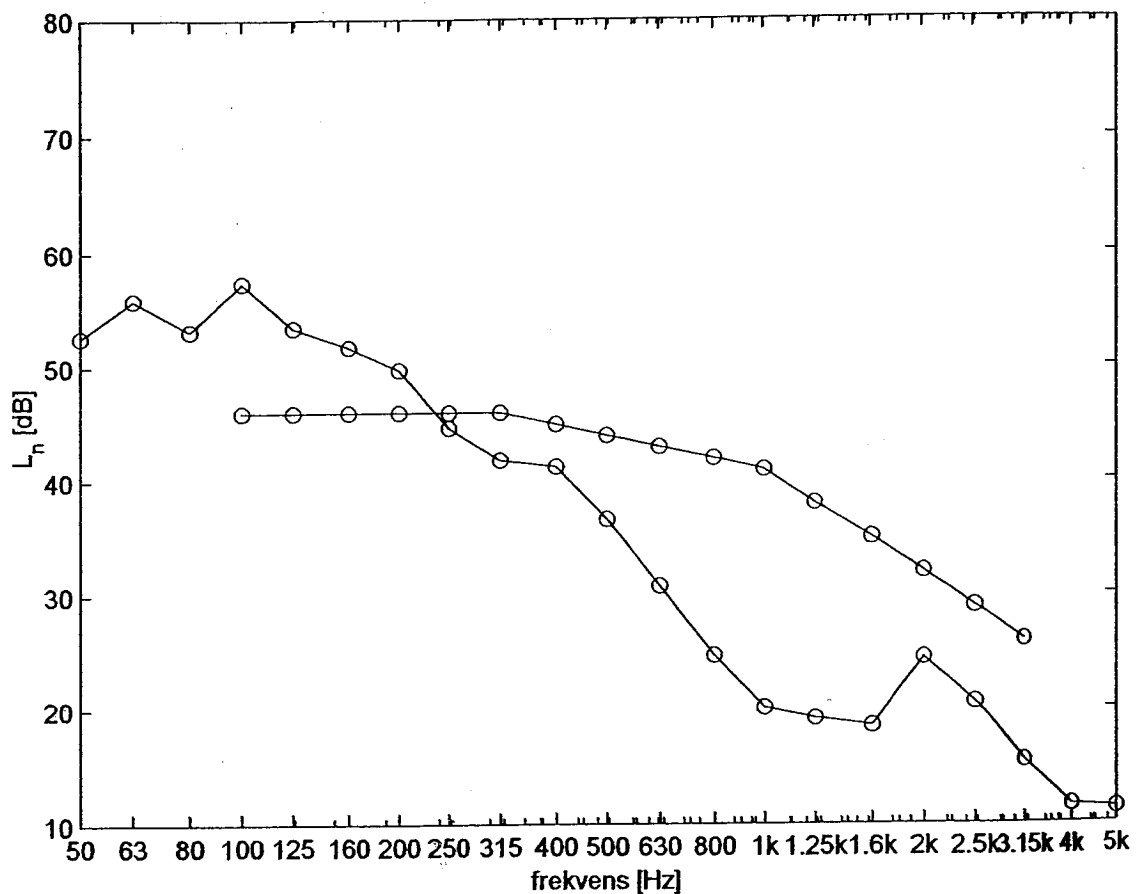
Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Ovrigt	Materialpris kr/m ²	Arbetstid h/m ²
Lameliparkett	Kährs	15	9	Med lumpapp	390	UE
Golvgips	Gyproc	13	14	Limmas med Gyproc G46		
Golvgips	Gyproc	13	14	PB 100 läggs i fogar. Skivan skruvas s300	55	0,15
Rw 385-00	Paroc	30	3	Läggs i murstensmönster	20	0,06
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	Skrullimmas med Casco 3337 och Spånskivskruv 4:2x51 s300 enl.söp blad	77	0,18
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fritt upplagd	140	0,22
Stenullsisolering	Paroc	300	7,8	28 kg/m ³ (ev genomtrampningskydd vid behov)	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0	Fästes med QUICK T41	29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9	Tvärsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S41 enligt separat anvisning.	21	0,08
Gyproc Protect F	Gyproc	15	12,7		33	0,15
		446	96,2		845	1,04

Resultat:

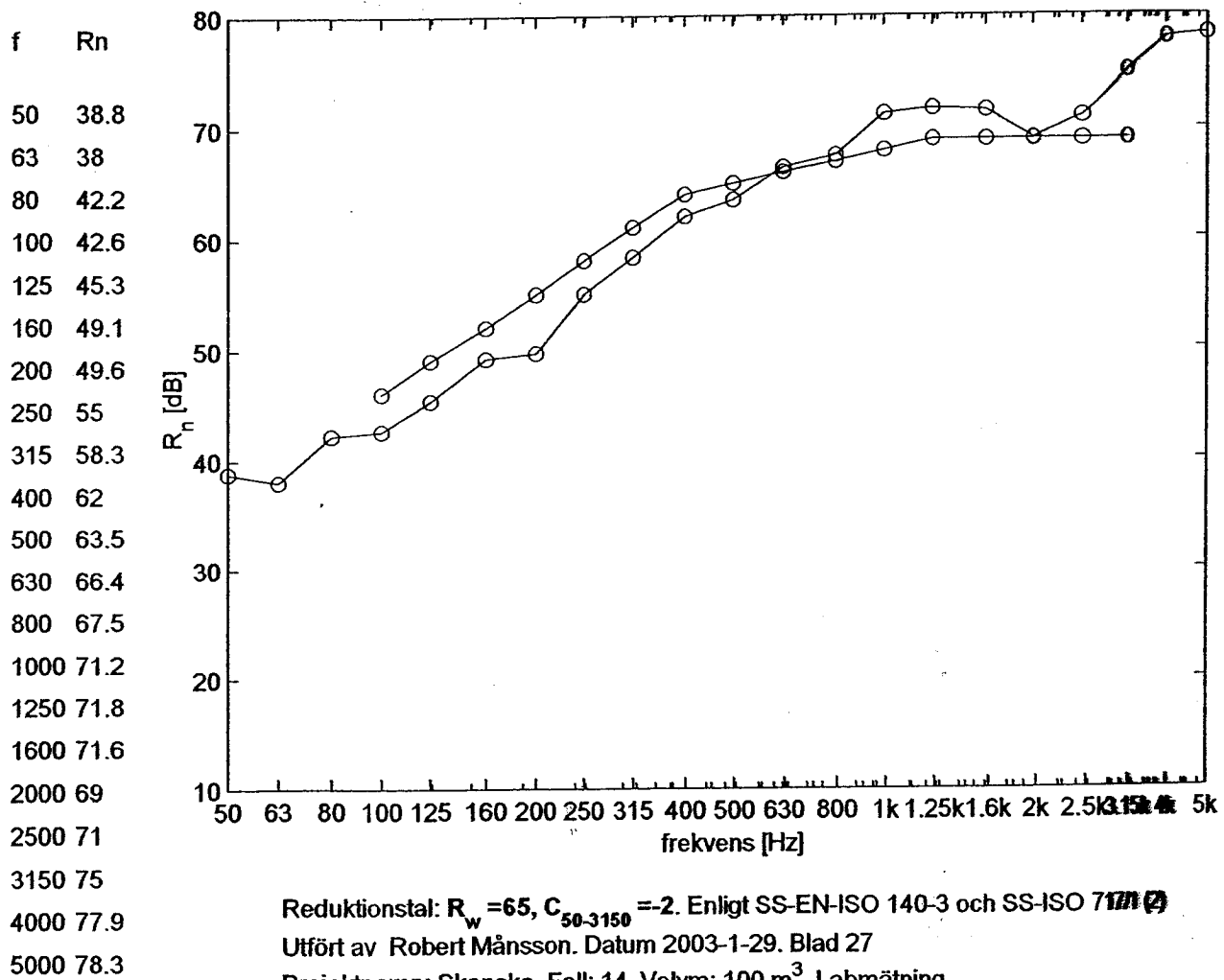
L_w 44 $C_{1,50-2500}$ 4 Totalt 48

R_w 65 $C_{1,50-3150}$ -2 Totalt 63

f	Ln
50	52.6
63	55.9
80	53.1
100	57.3
125	53.4
160	51.7
200	49.7
250	44.6
315	41.8
400	41.2
500	36.6
630	30.7
800	24.7
1000	20.1
1250	19.2
1600	18.5
2000	24.5
2500	20.5
3150	15.4
4000	11.5
5000	11.3



Stegljud: $L_w=44$, $C_{1,50-2500}=4$. Enligt SS-EN-ISO 140-7 och SS-ISO 717/2 (1)
 Utfört av Robert Månsson. Datum 2003-1-29. Blad 28
 Projektnamn: Skanska. Fall: 14. Volym: 100 m³. Labmätning.
 Teknisk Akustik, LTH, Lunds universitet, tel: +46 46 2227400.



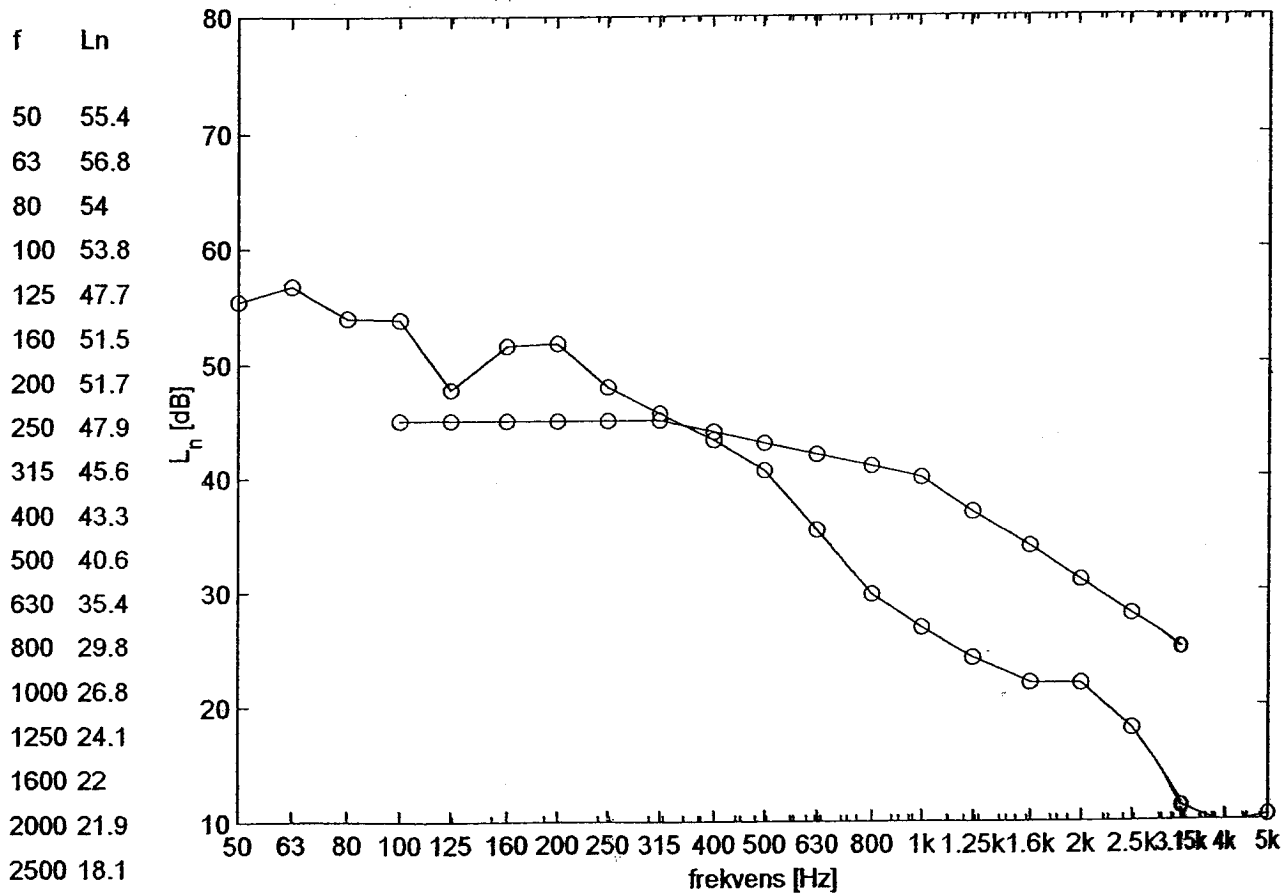
4.2 Decibelmatta från Aprobo (Färdig kombination)

Material	Tillverkare	T [mm]	G [kg/m ²]	Ovrigt	Materialpris kr/m ²	Arbets tid h/m ²
Lamellparkett	Kährs	15	9	Med lumphapp	390	UE
Gipsavjämning	TM-progress	30	49,6	Lägges löst på spånskiva. Skarvar tejpas och uppvik vid kanter	190	UE
Decibel 3 Akustikmatta	Aprobo	10	6,6	Skrulimmas med Casco 3337 och Spånskiveskruv 4,2x51 s300 enl.sep blad Fritt upplagd	80	UE
Spånskiva V313	Swedspan	22	15,4	28 kg/m ³ (ev genomtrampningsskydd vid behov)	77	0,18
Kertobalk 45x300 s600	Finnforest	300	11,3	Fästes med QUICK T41	140	0,22
Stenullsisolering	Paroc	300	7,8	Tvärsmonteras Innersta lagret fästes med QUICK S25 och andra med QUICK S41 enligt separat anvisning.	80	0,1
Akustikprofil s400	Gyproc	25	0		29	0,1
Gyproc normal	Gyproc	13	9		21	0,08
Gyproc Protect F	Gyproc	15	12,7		33	0,15
		430	121,4		1040	0,83

Resultat:

L_w **43** C_{i,50-2500} **5** Totalt **48**

R_w **66** C_{i,50-3150} **-1** Totalt **65**



Stegljud: $L_w = 43$, $C_{1,50-2500} = 5$. Enligt SS-EN-ISO 140-7 och SS-ISO 717/2 (1)

Utfört av Robert Månsson. Datum 2003-1-29. Blad 30

Projektnamn: Skanska. Fall: 15. Volym: 100 m³. Labmätning.

Teknisk Akustik, LTH, Lunds universitet, tel: +46 46 2227400.

