



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



**Rapport**

**R30:1984**

**Ytskikt vid kvarsttande  
valvform**

**En analys**

**Mats Ingvarsson**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION

Accnr	Plac
	ser

K  
OHJ

**Bygghforskningsrådet**

R30:1984

YTSKIKT VID KVARSITTANDE VALVFORM

En analys

Mats Ingvarsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
811255-0 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Gerdéns Byggnads AB, Osby.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsiker, slutsatser och resultat.

R30:1984

ISBN 91-540-4091-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

## INNEHÅLLFÖRTECKNING

	SID.
FÖRORD	4
1. SAMMANFATTNING	5
2. INLEDNING	
2.1 Bakgrund	6
2.2 Förutsättningar	6
2.3 Syfte och avgränsningar	8
2.4 Metod	8
3. LÖSNINGSFÖRSLAG	
3.1 Allmänt	9
3.2 Glespanel	9
3.3 Uppspänd väv	12
3.4 Plattor limmade direkt mot plåten	12
3.5 Skivor i synligt nedpendlat bärverk	13
3.6 Plattor i dolt bärverk dikt mot plåten	14
3.7 Strukturfärg direkt på plåten	14
4. ANALYS	
4.1 Värderingsgrunder	15
4.2 Val av alternativ för test	16
4.3 Testprogram	17
4.4 Lokalbeskrivning	18
4.5 Akustikmätningar	18
4.6 Rått rum	19
4.7 Uppspänd väv	19
4.8 Skivor i nedpendlat bärverk	20
4.9 Plattor i dolt bärverk dikt mot plåten	21
4.10 Plattor limmade direkt mot plåten	22
4.11 Plattor på regler, skruvade i plåten	22
4.12 Resultat	23
4.12.1 Materialkostnader	23
4.12.2 Akustiska egenskaper	24
4.12.3 Speciella egenskaper	25
4.12.4 Totalkostnader	25
4.13 Diskussion av resultaten	26
4.14 Slutsatser och rekommendationer	26
5. BILAGOR	28

## FÖRORD

Denna rapport är resultatet av ett projekt som genomförts under ledning av Bertil Gerdén på Gerdéns Byggnads AB i Osby. Projektet har för vår del inneburit ett stimulerande arbete som till stor del utgjorts av kontakter med personer inom byggbranschen. Dessa kontakter har varit både många och givande.

Arbetet hade ej varit möjligt att genomföra utan den hjälp vi fått från olika byggvaruföretag. Speciellt vill vi nämna Gullfiber Akustik AB, Bygg Jim AB (Barracuda Plasttak) och Nordisk Trading AB (Hilti). Till dessa, till anställda hos Gerdéns Byggnads AB, till anställda på Institutionen för Byggnadsakustik vid Lunds Tekniska Högskola och framför allt till Bertil Gerdén och Bengt Hansson vill vi framföra vårt varma tack.

September 1983

Stefan Andersson

Mats Ingvarsson

## 1. SAMMANFATTNING

I denna rapport analyseras några olika typer av ytskikt användbara vid kvarsittande valvform. Den form som nyttjas är av korrugerad plåt och används vid gjutning av bjälklag i flerbostadshus. Med utgångspunkt från de speciella förutsättningar som råder vid kvarsittande form söker vi metoder som kan fungera. Innertaks-material och infästningsmetoder kombineras på sätt som tidigare ej blivit provade. Alternativ som förefaller mindre trovärdiga förkastas efterhand, tills antalet reducerats till tio.

Därefter väljs fyra metoder för praktiska test och noggrannare studier. Valet av metoder görs på sådant sätt att de mest intressanta infästningsalternativen blir närmare studerade.

De valda ytskikten monteras i ett flerbostadshus under uppförande. Vid monteringen iakttas särskilt hur väl metoderna samverkar med den aktuella konstruktionen. Monteringsarbetet dokumenteras genom videofilmning för senare analyser. På varje innertaksalternativ görs akustiska mätningar. Därpå utförs tekniska och ekonomiska jämförelser mellan de studerade förslagen.

Följande ytskikt på kvarsittande form bedömde vi ur teknisk och ekonomisk synpunkt vara de lämpligaste:

- Skivor limmade direkt mot plåten
- Uppspänd väv
- Plattor på glespanel

## 2. INLEDNING

### 2.1 Bakgrund

I flerbostadshus erfordras, med hänsyn till krav i SBN, i regel betongbjälklag. Det är framför allt kravet på stegljudsisolering som medför att betongkonstruktion måste användas. Detta leder till ett kostnadskrävande tungt byggsystem med tunga betongelement eller formustrustning. Gerdéns Byggnads AB i Osby har provat en metod med kvarsittande form av korrugerad plåt, typ PEVA-45 Profilplåt. Plåten läggs ut på de bärande väggarna. Sedan utförs armeringsarbetena och ledningar som ska ligga i bjälklaget dras. Därefter gjuts bjälklaget på vanligt sätt. Metoden kan sägas vara ett exempel på lösning som är ett mellanting av lätt och tungt system.

Erfarenheterna har varit mycket positiva då det visat sig att denna lösning erbjuder många produktionstekniska och konstruktiva fördelar. Jämfört med traditionell valvgjutning anser man att man får följande fördelar:

- . Antalet persontimmar per kvm minskas
- . Byggtiden förkortas genom att demonteringen av form bortfaller och putsarbeten ej blir aktuella
- . Armerings- och betongåtgången sjunker
- . Stämpavståndet kan ökas
- . Formarbetet kan utföras av både trä- och betongarbetare.

För att de ekonomiska vinster som fördelarna ger ska kvarstå måste utformningen av ytskiktet anpassas till metoden på lämpligt sätt. De förslag som testats tidigare har visat sig vara alltför kostnadskrävande.

I denna rapport redovisas alternativa lösningar på problemet. Dessa testas och jämförs med avsikt att finna det lämpligaste förslaget till innertakskonstruktion.

### 2.2 Förutsättningar

Efter gjutningen har bjälklaget en undersida bestående av galvaniserad korrugerad plåt.



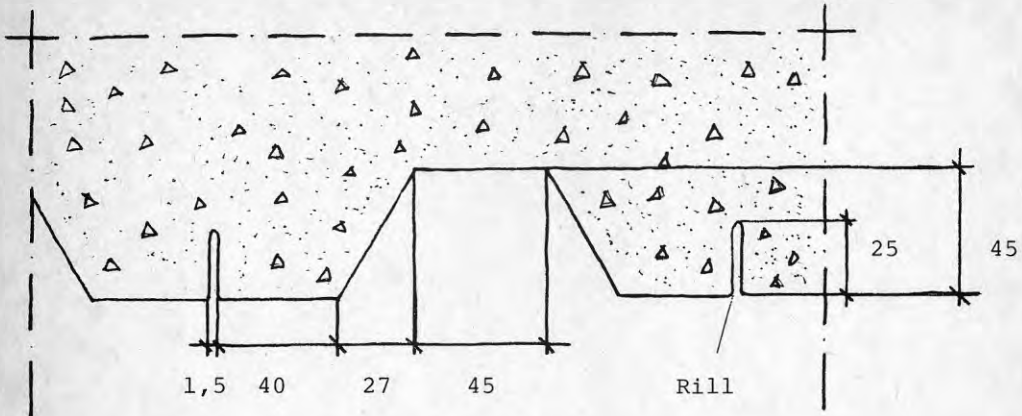


Fig. 1: Bjälklag efter gjutning. Mått i mm.

På denna yta ska anbringas ett ytskikt som ska fungera som innertak i flerbostadshus. Profileringen och ytstrukturen gör att konventionella innertakskonstruktioner ej kan användas utan modifiering. Samtidigt som metoden med kvarsittande form tvingar fram andra lösningar, erbjuds möjligheter till nya konstruktionslösningar. Exempelvis kan fästansordningar för bärverk eller regler hängas ner genom formplåten före gjutning. Dessa kan även skruvas fast underifrån före gjutning. Plåten kan ytbehandlas direkt och ge ett undertak med profilerings.

Formplåten är något oljad vilket kan kräva en rengöring för vissa metoder.



Bild 1: Undersida av bjälklag, med glespanel monterad.

### 2.3 Syfte och avgränsningar

Avsikten med denna rapport är att ta fram och analysera förslag till ytskikt vid gjutning av bjälklag med kvarsittande valvform av korrugerad plåt och som utnyttjar de speciella förutsättningar som gjutmetoden innebär.

Inledningsvis kommer så många tänkbara lösningar som möjligt att tas fram. Av dessa väljs fyra ut för praktiska test. Därtill skall läggas erfarenheter från en lösning som Gerdéns Byggnads AB redan utnyttjat. Övriga alternativ får bedömmas utan praktiska erfarenheter.

Studien avser endast tak för flerbostadshus.

### 2.4 Metod

I ett första steg togs alla tänkbara material och monterings sätt fram. Därefter förde vi upp alla ytskiktsalternativ på en lista. Samtliga alternativ diskuterade vi med Bertil Gerdén, och vissa med undertaksentreprenörer, innan de minst intressanta efter hand ströks från listan. Så småningom reducerades antalet till ca tio.

Vid valet av testmetoder för de olika alternativen bör värderingsgrunderna vara preciserade. Därför fastställde vi de viktigaste egenskaperna. När vi bestämt kraven valde vi de alternativ som skulle testas praktiskt. Valet styrdes av hur intressant lösningen är, om den ej har provats tidigare samt om den kan representera även andra lösningar.

Vi tog fram de testmetoder som skulle användas för att prova de olika ytskikten och göra jämförelser möjliga.

Därefter monterade vi de olika undertaken medan test och mätningar utfördes enligt testprogrammet.

När de praktiska testen var klara sammanställdes mätresultaten. Nu gjordes jämförelser mellan de olika alternativen, även av egenskaper som ej ingick i testprogrammet.

Slutligen drogs slutsatser av resultaten och rekommendationer kunde ges.

### 3. LÖSNINGSFÖRSLAG

#### 3.1 Allmänt

För att få fram så många varianter på undertak som möjligt, skaffades information från Byggtjänst, byggvaruhandlare och undertaksentreprenörer om tänkbara material och lösningar. På så sätt kartlades befintliga metoder. För att få fram nya alternativ hölls en "brainstorming", tillsammans med Bertil Gerdén, där alla tänkbara kombinationsmöjligheter av material och monteringsätt diskuterades. De elva mest intressanta förslagen beskrivs nedan.

#### 3.2 Glespanel

Reglar utgör ett bra underlag att fästa upp innertaksbeklädnader i. Därför har ett antal sätt att montera regler i konstruktioner med kvarsittande form tagits fram.

##### (1) Skruva fast regler före gjutningen:

Metoden går ut på att regler skruvas fast i formplåt som satts upp för gjutning. Innan betongen fördelas fästs reglarna underifrån med självborrande skruv. Sedan sätts stämp på vanligt vis och gjutningen kan göras.

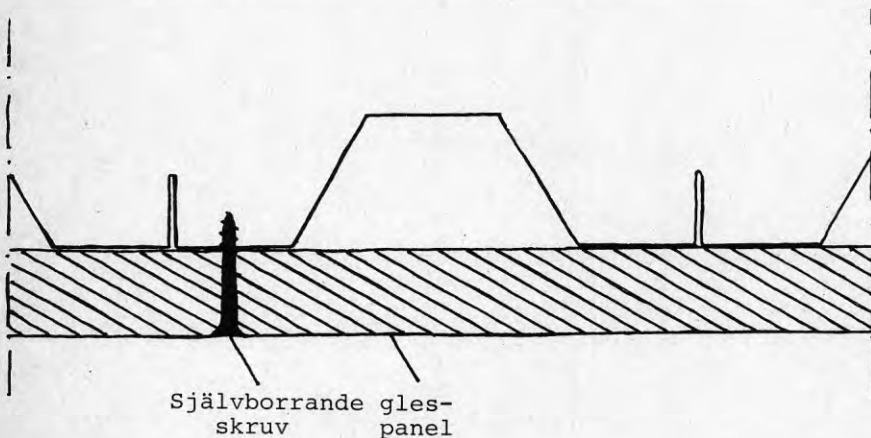


Fig. 2. Glespanel fastskruvad före gjutning.

(2) Mjukt material i dalbottnarna:

Om ett poröst material placeras i dalbottnarna på formen, blir det möjligt att skruva fast regler även efter gjutning.

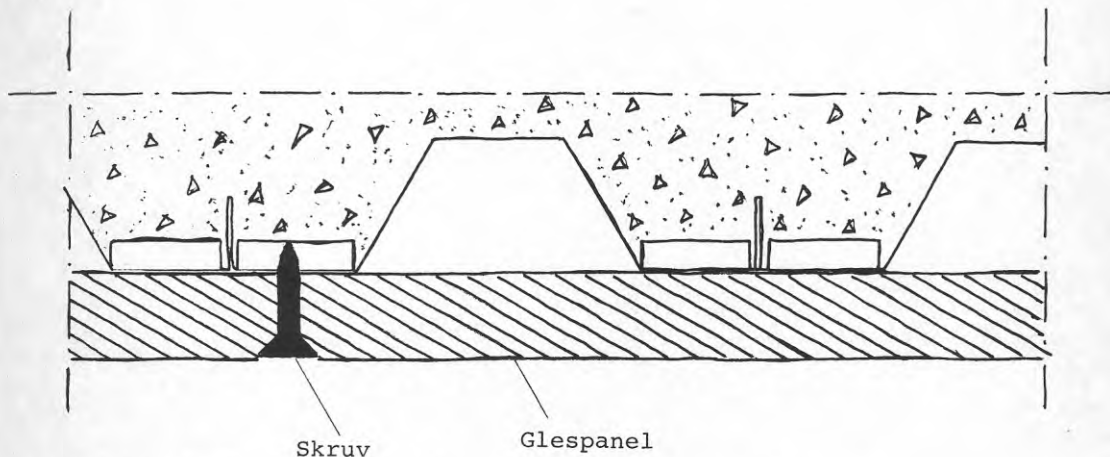


Fig. 3. Glespanel fastskruvad i poröst material.

(3) Skjuta fast regler i bjälklaget:

Reglarna skjuts fast i det färdiga bjälklaget med en lufttrycks-pistol. Metoden är enkel och framförallt snabb.

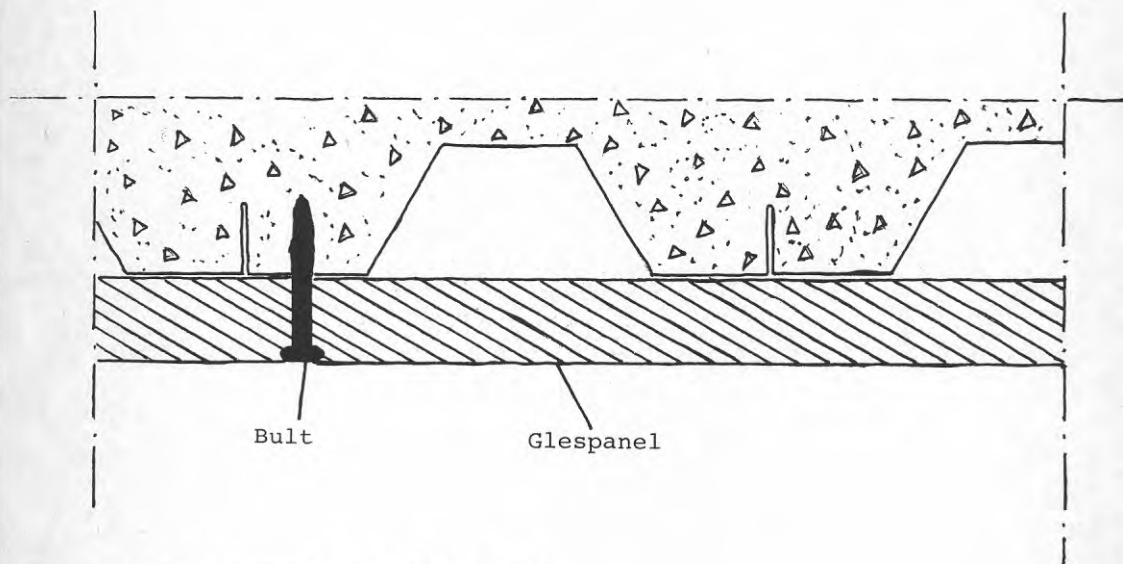


Fig. 4. Glespanel fäst med bult.

(4) Skruva fast regler i rillen:

Den smala skåran i plåtens undersida kallas rill. Genom lämpligt val av skruvdimensioner kan man skruva fast regler i denna.

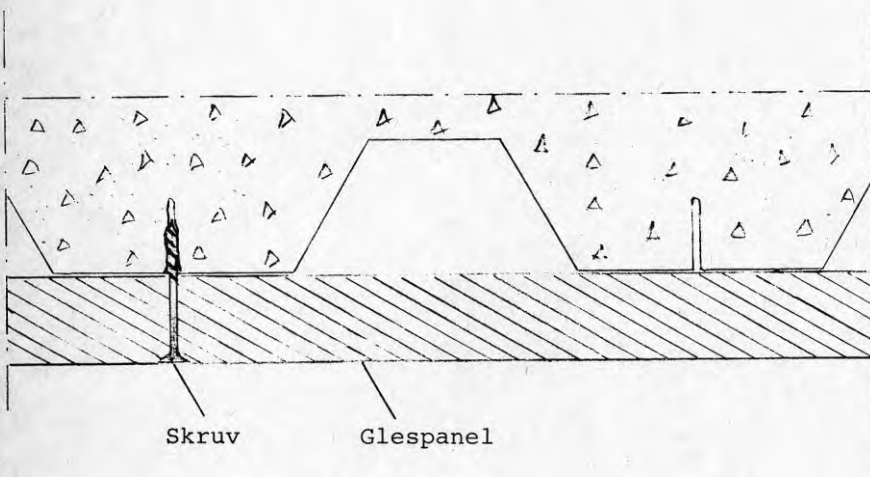


Fig. 5. Glespanel fastskruvad i rillen.

(5) Hänga ner spik genom plåten:

Före gjutning borrar hål i dalbottenarna i profileringen. I hålen hängs spik ner genom plåten. Efter gjutningen slås regler fast i spikarna underifrån.

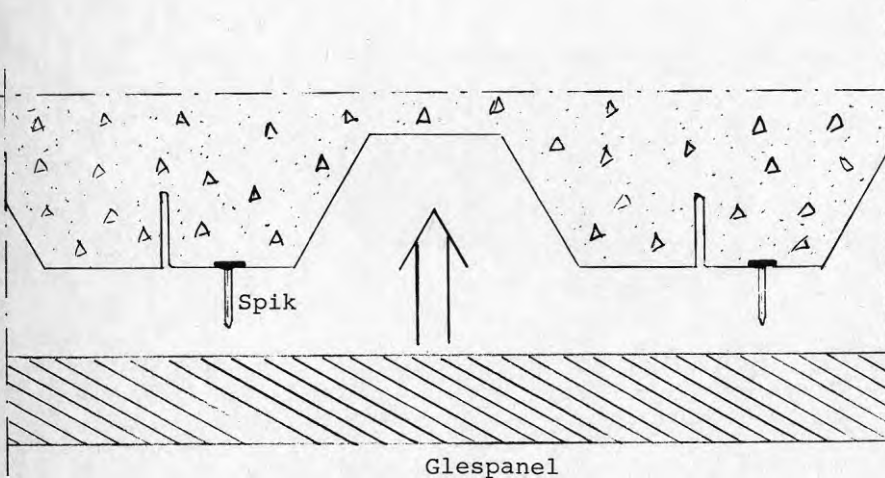


Fig. 6. Glespanel slås mot hängande spik.

Denna typ av tak skiljer sig väsentligt från övriga då taket fästs i väggarna och inte i bjälklaget. Taket består av en väv, i ett stycke, och taklister. Eftersom väven är töjbar i monteringskedet krävs ej att rummets verkliga mått exakt överensstämmer med ritningsmått. Vägglisterna tjänstgör både som spänn- och skugglister. I dessa kan även hängas tavelkrokar.

Metoden ger stor frihet vad det gäller lednings- och rördragning.

För att underlätta uppsättandet av armatur fästs bräder i bjälklaget innan taket monteras på bestämda ställen.

Väven tas enkelt ner för lagning eller rengöring.

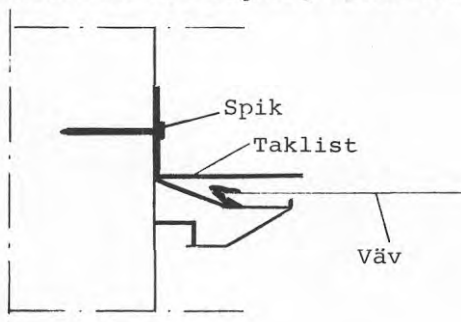


Fig. 7. Infästning av väv.

### 3.4 Plattor limmade direkt mot plåten

Plattmaterial som tidigare anbringats direkt mot bjälklaget har fästs mot betongen med akustikmassa, smältlim eller något annat speciallim. I det nu aktuella fallet utgörs underlaget av galvaniserad plåt och då är det troligtvis endast smältlim som kan komma i fråga. Gerdéns Byggnads AB har tidigare gjort prov med smältlim, men ej funnit metoden användbar. Detta främst beroende på för låg kapacitet på limpistolen.

Genom kontakter med Hilti fick vi möjlighet att göra test med lim och limpistol som tidigare ej använts i Sverige. Limmet har en öppningstid på ca 40 sek. vilket innebär att föremålet måste anbringas på avsedd plats inom 40 sek från det att limmet lämnat limpistolen. Pistolen har avsevärt högre kapacitet än de som tidigare använts för ändamålet. Möjligheten att prova dessa nya produkter gjorde det intressant att limma plattmaterial mot plåten, trots tidigare tveksamma resultat. De plattor som limrades var Gullfibers Akutex-T 600x600 mm med fasad kant. Se fig. 8.

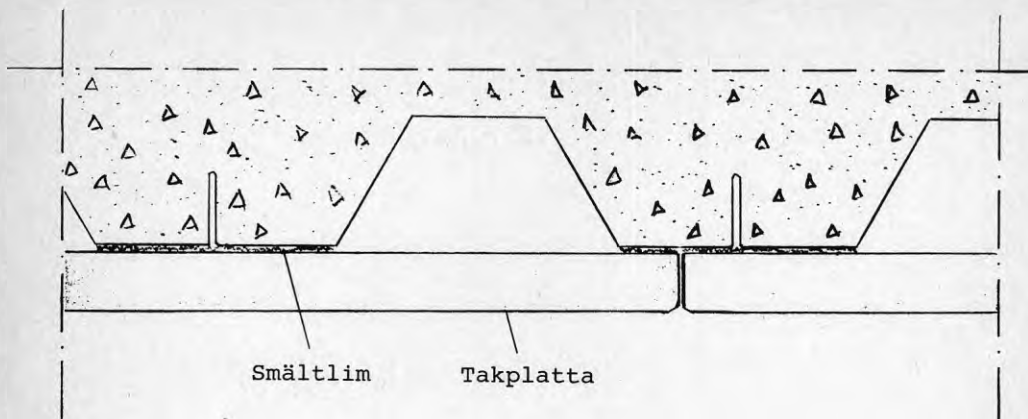


Fig. 8. Plattor limmade mot plåten.

### 3.5 Skivor i synligt nedpendlat bärverk

Denna metod används i stor omfattning i olika typer av lokaler, men mera sällan i bostäder. Metoden medför att innertaksytan sänks minimum ca 10 cm. Detta gör det möjligt att göra lednings- och rördragning med större frihet. En avgörande orsak till att vi valde att studera denna metod var att vi ville prova två nya infästningsalternativ. I det första alternativet hängs pendlarna i vinkeljärn som limmats mot plåten med smältlim. I det andra alternativet hängs pendlarna ner igenom plåten före gjutningen.

De skivmaterial som testen utfördes med var Gullfibers Akutex-T och Gullfibers Ecophon Print Fissured, båda med måtten 600x1200 mm. De enskilda skivorna kan lätt tas ner för rengöring eller byte.

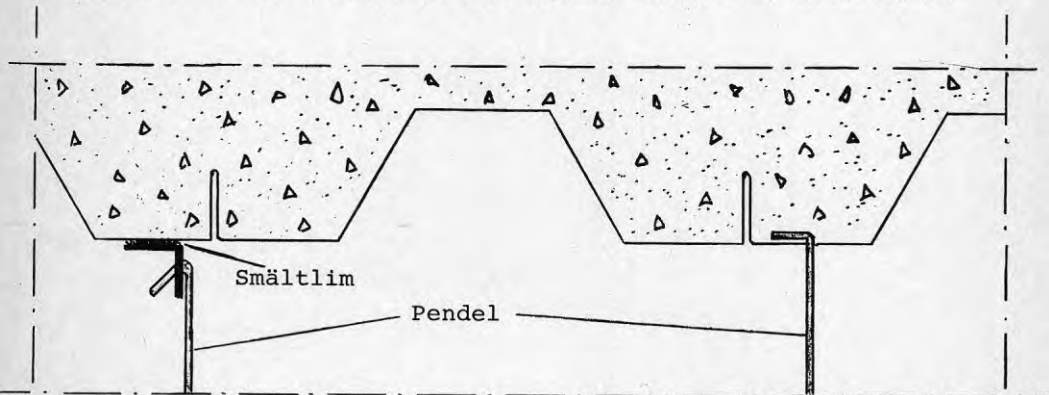


Fig. 9. Nedpendlat bärverk.

### 3.6 Plattor i dolt bärverk dikt mot plåten

Denna typ av bärverk används när man ej önskar minska takhöjden. Bärverket fästs vanligtvis i bjälklaget med skruv, men vi valde att prova med smältlim även här. Det takmaterial som användes till denna metod var Gullfibers Akutex-T platta 600x600 mm, med fasad kant.

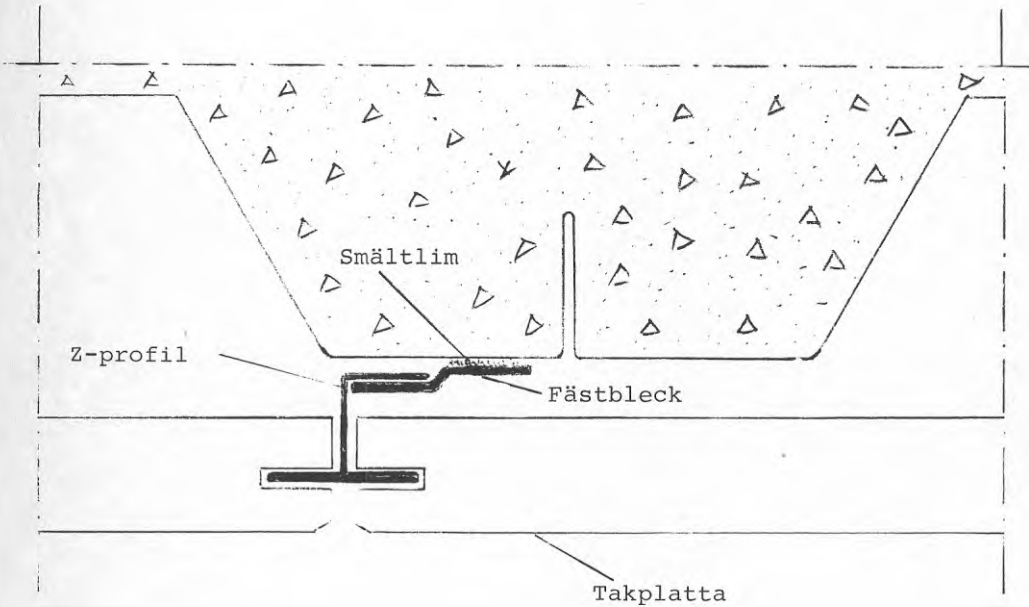


Fig. 10. Plattor i bärverk dikt mot plåten.

### 3.7 Strukturfärg direkt på plåten

Innan färgen sprutas på måste hålrummen, som bildas där profileringen går vinkelrätt mot väggen, tätas med något material. Eventuellt måste plåten rengöras före målning. Plåten sprutmålas två gånger med förslagsvis en latexfärg.

De variationer som förekommer på rillens vidd är svåra att åtgärda. Om dessa variationer är att uppfatta som en förfulning av taket överlåter vi åt framtida hyresgäster att avgöra.



## 4. ANALYS

### 4.1 Värderingsgrunder

Värderingen av de olika alternativen sker utifrån de krav som ställs av framtida hyresgäster och byggaren. Byggarens uppgift är att se till att hyresgästernas önskemål blir tillgodosedda, samtidigt som produktionen kan genomföras på ett tekniskt och ekonomiskt optimalt sätt. De krav som ställs är följande:

- God ekonomi
- Produktionsteknisk lämplighet
- God hållfasthet
- Goda akustiska egenskaper
- Goda brandegenskaper
- Estetiskt tilltalande

Med god ekonomi avses att investeringskostnad, underhållskostnad och livslängd ska resultera i en låg årskostnad.

Produktionsteknisk lämplighet innebär att metoden inte ska medföra några praktiska problem, kräva speciell utrustning e dyl. Metoden ska passa väl in i produktionen i övrigt.

Goda akustiska egenskaper karaktäriseras av kort efterklangstid, lågt stegljuds- och luftljudsindex. Goda brandegenskaper betyder att materialet kan motstå öppen låga en längre tid utan att antändas, materialet ska ej avge giftiga gaser vid brand. Innertakskonstruktionen får ej heller deformeras på sådant sätt, eller rasa ned, att det kan utgöra ett hinder för utrymning vid brand.

Taket ska i övrigt inte ha sådana egenskaper att det svårare accepteras av de boende. På grundval av dessa krav som ställs på konstruktionen är det svårt eller näst intill omöjligt att göra en helt rättvisande jämförelse mellan de olika alternativen.

Andra faktorer kan ibland bli utslagsgivande, såsom rumstyp, boendekategori m m.

#### 4.2 Val av alternativ för test

Vissa alternativ har bedömts ha sämre förutsättningar att fungera tillfredsställande:

- . Att skjuta fast reglarna i det färdiga bjälklaget medför problem. Risken att stöta på armeringsjärn eller större stenar i betongen är stor. Så stor att det är tveksamt om metoden fungerar.
- . Skruva fast regler i rillen är en metod som använts i Finland. Men vid våra försök visade det sig att bredden på rillen varierade så mycket att man tvingades använda ett otal olika dimensioner på skruvarna. Det kommer att innebära ett alltför stort extraarbete att prova sig fram. Dessutom är hållfastheten osäker.
- . Med poröst material i dalbottnarna hindras betongens samverkan med plåten. En av fördelarna med den kvarsittande formen går förlorad, nämligen dess förmåga att fungera som armering.

Eftersom testen utfördes efter det att gjutningen ägt rum kunde de alternativ som grundade sig på infästning före gjutningen ej testas.

Gerdéns Byggnads AB har tidigare valt att skruva fast regler i plåten före gjutningen. Erfarenhet från infästning med regler finns alltså redan.

Alternativet att anbringa en strukturfärg direkt på plåten, innebär troligtvis inga praktiska problem. Här är det istället frågan om huruvida ytskiktet är estetiskt acceptabelt eller ej som avgör om metoden kommer till användande. Det ger dock lägst kostnad.

För de praktiska testen valde vi därför följande metoder:

- Limma akustikplattor direkt mot plåten
- Akustikskivor i nedpendlat bärverk
- Akustikplattor i bärverk dikt mot plåten
- Spänntak

När det gäller valet av skivmaterial ska det ses som ett exempel på material som kan komma ifråga. Metoden att limma skivor direkt mot plåten kan tillämpas relativt oberoende av skivmaterial.

I Finland där denna profilplåt använts en tid som gjutform har man provat att hänga ner spik genom plåten före gjutning och sedan slå fast reglar underifrån efter gjutningen. Där har man varit nöjd med metoden. Vi har varit något skeptiska till själva fastslåendet av reglarna men fick ej tillfälle att prova metoden p g a att bjälklaget redan var gjutet vid tiden för våra test.

#### 4.3 Testprogram

För de praktiska testen hade vi till vårt förfogande en lokal i ett tvåvånings flerbostadshus under byggande. Lokalens mått var (lxbxh) 5.30x4.45x2.40 m. Under monteringen av taken assisterades vi av en träarbetare van vid montering av innertak.

Testen som skulle utföras bestod i:

##### A. Montering av de valda innertaken.

Detta för att studera metodernas lämplighet, upptäcka eventuella problem, speciellt sådana som orsakades av den nya gjutmetoden, samt förhoppningsvis lösa dessa problem.

##### B. Videofilmning av monteringsförfarandet.

Hela monteringsarbetet videofilmas för att göra det möjligt att i efterhand göra tidsstudier och studera intressanta arbetsmoment mera ingående.

##### C. Akustiska mätningar.

De värden som söks är efterklangstid, stegljuds- och luftljuds-index. Inledningsvis görs en mätserie i lokalen innan något tak satts upp, därefter en mätserie efter varje montering.

Eftersom vi endast nyttjade en lokal för testen var vi tvungna att demontera samtliga tak utom det sista.

#### 4.4 Lokalbeskrivning

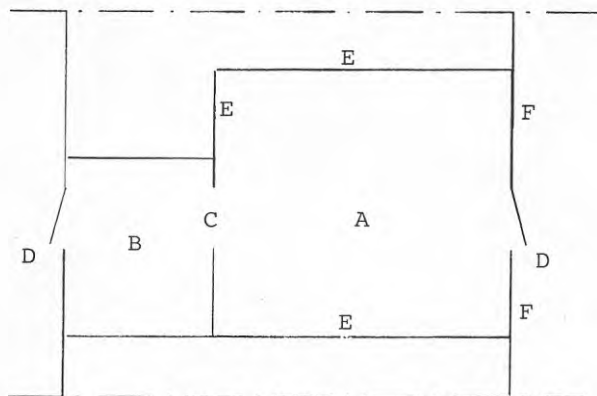


Fig. 11. Lokalbeskrivning.

- A. Rum i vilket innertaken monterades
- B. Rum för mätutrustning m m
- C. Dörröppning
- D. Monterad ytterdörr
- E. Bärande innerväggar av lättbetong
- F. Yttervägg, innerbeklädnad av gips på reglar.

Golvet utgörs av betong, taket av korrugerad formplåt. Utmed taket har dragits värmeledningsrör. Lokalen ligger på bottenplanet i källarlöst tvåvånings flerbostadshus.

#### 4.5 Akustikmätningar

Som tidigare nämnts avsåg vi att utföra mätningar som skulle göra det möjligt att beräkna efterklangstid, steg- och luftljudsindex. Luftljudsmätningarna genomfördes aldrig, eftersom innerväggar och fönster ej monterats på nästa våningsplan. Under sådana förhållanden sprids luftljud i stor omfattning på sätt som ej är möjligt i den färdiga byggnaden.

Till de återstående mätningarna användes fältutrustning från Institutionen för Byggnadsakustik vid Lunds Tekniska Högskola.

Vid mätningarna tömdes rum A (se fig. 11) helt på material och utrustning, endast mikrofon, och vid efterklangsmätningarna även högtalare, kvarlämnades. Detta för att göra mätningarna jämförbara.

För beräkning av efterklangstiden gjordes fem mätningar på varje alternativ. Efter utvärdering av mätresultaten beräknades det aritmetiska medelvärdet för taket i fråga.

Stegljudsmätningarna gjordes i serier om 16 värden i fem olika positioner. Mitt i rummet och på mitten av de halva diagonalerna enligt fig. 12.

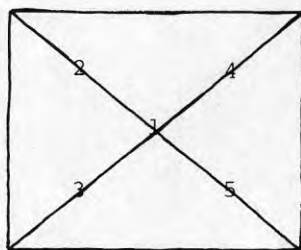


Fig. 12. Mätpunkter.

Inledningsvis beräknas medelvärdet för varje 1/3-oktavband. Därefter framräknas stegljudsindex enligt bilaga nr 2.

#### 4.6 Rått rum

Först genomfördes akustiska mätningar i rummet utan någon innertaksbeklädnad. Detta dels för att få ett mått på förbättringen av de akustiska egenskaperna som olika innertak ger, dels för att uppmätta värden ungefärligt bör gälla även för alternativet att måla formplåten direkt med strukturfärg.

#### 4.7 Uppspänd väv

Det spänntak vi använde vid våra test var Barracuda Plasttak. Väven består av rayon och är plastarmerad. Vikten är  $240 \text{ g/m}^2$ . Den levereras färdigtillskuren med undermått eftersom den under monteringen töjs ut. Kanterna på väven är försedda med en haklist som trycks in i taklisten. Se fig. 13. Taklisten består av PVC-plast och levereras i längder om 3780 mm.

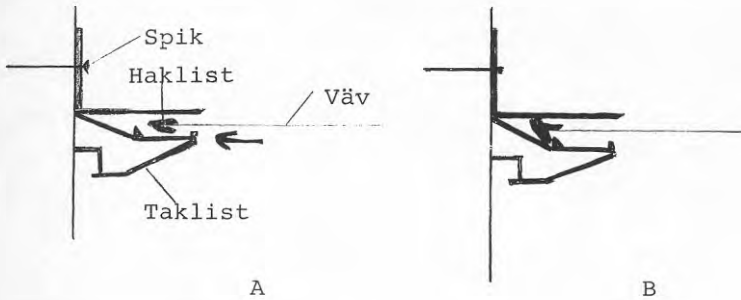


Fig. 13. Infästning av väv.

Monteringsarbetet inleddes med att taklister kapades till och fästes upp med c/c-avstånd 300 mm. Infästningen gjordes i lättbetongväggarna med skruv och plugg. I regelväggen med spik i reglarna. När samtliga lister satts upp påbörjades uppsättandet av väven. Haklisten trycks in i taklisten med spackelspade eller speciella verktyg. Väven fästs först i ett hörn, ca 50 cm på ömse sidor om hörnet. Nu blöts väven lätt på ovasidan med en blomdusch eller något liknande. Efter 3-5 min blir väven töjbar, ungefär 5 %. Taket fästs därefter i diagonalt motsatt hörn, följt av övriga hörn. Monteringen fortsatte med att väven fästs på mitten av varje återstående sträcka tills hela taket är fäst.

Med hänsyn tagen till både egna erfarenheter och uppgifter från leverantören, anser vi 100 m<sup>2</sup> per 8 tim och två man vara ett genomsnittligt värde på monteringshastigheten. Det innebär 0.16 persontim/m<sup>2</sup>. Om infästningen av taklisten kan ske med spik görs en tidsbesparing jämfört med infästning med skruv och plugg.

Monteringen kan köpas från leverantören och kostar då 24 kr/m<sup>2</sup>.

#### 4.8 Skivor i nedpendlat bärverk

Arbetet inleddes med att vägglisterna monterades. I lättbetongväggarna skedde detta med skruv och plugg, i regelväggen med spik, i båda fallen var c/c-avståndet 600 mm.

Det mest intressanta momentet vid monteringen av detta tak var infästningen av pendlarna i formplåten. Vi löste detta genom att limma fast vinkelformade bleckstycken med borrarade hål i den nedåtriktade

delen. Huvudprofilerna lades över rummet på kortaste ledde (4.45 m). Varje huvudprofil fästes i fyra pendlar, vilket sammanlagt gav 16 fästpunkter. Blecken hade en anläggningsyta mot formplåten på 2x2 cm. Ej dokumenterade dragprov, utförda vid Tekniska Högskolan i Lund, gav oss anledning att göra de vinkelformade blecken med dessa relativt blygsamma mått. Långtidshållfastheten har vi däremot ej kunnat bedömma.

När huvudprofilerna var på plats monterades tvärprofilerna. Bärverket finjusterades därefter i höjddled. Detta kan snabbt och enkelt utföras med hjälp av en plastflaska, plastslang och en färgad vätska enligt principen med kommunicerande kärl. Sedan återstod endast utläggandet av skivorna i bärverket. I vårt fall lades Ecophon Print Fissured i halva rummet medan Akutex-T lades på resterande yta.

Monteringen av detta tak kräver också två man. Med den storlek på lokalerna som det är frågan om i bostäder är  $50 \text{ m}^2$  per arbetsdag ett troligt medelvärde. Det innebär en tidsåtgång på  $0.32 \text{ tim/m}^2$ .

#### 4.9 Plattor i dolt bärverk dikt mot plåten

Även här inleddes monteringsarbetet med att taklisterna monteras, det skedde på samma sätt som i föregående alternativ.

Vid monteringen av taket i övrigt monterades plattor motsvarande längden på en z-profil samtidigt. Mellan plattorna infördes en T-splines, som gör att risken för ojämnheter minskar. När plattor och splines är på plats pressas z-profilen in i skåran, som finns runt hela plattan. Sedan trycks z-profilen upp mot taket och fästblecken sätts på plats. Vi valde alltså att limma fast fästblecken, med c/c-avstånd 1000 mm.

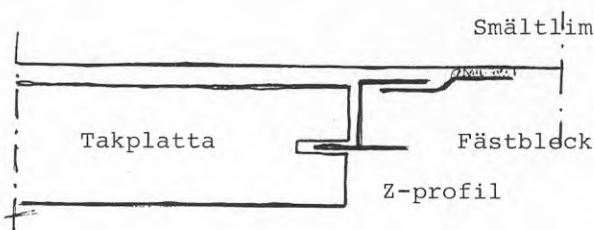


Fig. 14: Infästning av dolt bärverk.

Halva rummet kläddes med Akutex-T plattor med måtten 600x600 mm. Res-  
terande takyta kläddes genom att plattorna limmades direkt mot plå-  
ten. Tidsåtgång: 0.25 tim/m<sup>2</sup>.

#### 4.10 Plattor limmade direkt mot plåten

Även här inleds monteringsarbetet med att taklisterna sätts upp,  
på samma sätt som i de två föregående fallen. Limpistolens höga kapa-  
citet gör det möjligt att anbringa rikligt med lim på de ytor som  
kommer att ligga an mot plåten utan att dröjsmål uppstår. Det finns  
med andra ord tillräckligt med smält lim i pistolen för en hel platta.

Av samma anledning som ovan införes T-splines mellan plattorna.

Det visade sig vara avsevärt mycket enklare att montera plattorna  
om raderna förskjuts en halv platta i förhållande till föregående.  
Metoden medför färre arbetsmoment än nedpendlat och dikt mot varför  
tidsåtgången stannar vid 0.20 tim/m<sup>2</sup>.

#### 4.11 Plattor på regler, skruvade i plåten

När formplåten lagts på plats skruvas glespanelen fast underifrån  
med självborrande skruv. Glespanelen består av regler 30x70 mm,  
monterade c/c 300 mm. Efter gjutningen fästs i glespanelen färdig-  
behandlade plattor 300x300 mm, typ Ljusne. Plattorna fästs med  
clips.

Gerdéns Byggnads AB har utfört tak enligt denna metod i flera redan  
färdigställda hus. Man har kommit fram till en enhetstid på 0.25  
tim/m<sup>2</sup> (0.07 tim/m<sup>2</sup> på glespanelen och 0.18 på plattorna).



## 4.12 Resultat

### 4.12.1 Materialkostnader

Uppspänd väv, Barracuda Plasttak

Väv	32:50 per m <sup>2</sup>
Taklist	<u>7:00</u>
	39:50

Nedpendlat bärverk

Huvudprofil 3700 mm	10:00
Tvärprofil 600 mm	5:20
Pendlar 600 mm	2:70
Vägglister 3000 mm	3:50
Lim, plugg, skruv alt. spik	<u>0:50</u>
	21:90

Ecophon Print Fissured 1200x600x15

Bärverk enligt ovan	<u>21:90</u>
	63:50

Akutex-T skiva 1200x600x25

Bärverk enligt ovan	<u>21:90</u>
	67:80

Bärverk dikt mot taket

Akutex-T platta 600x600x20	69:90
Z-profil 4000 mm	6:80
T-splines 600 mm	6:50
Vägglister 3000 mm	3:50
Fästbleck + lim	<u>2:00</u>
	88:70

Limmat

Akutex-T platta 600x600x20	69:90
Vägglister 3000 mm	3:50
Lim	<u>5:00</u>
	78:40

Plattor på skruvade reglar	
Glespanel 30x70 mm	7:50
Skruv c/c 300 mm	0:25
Platta, Ljusne 300x600 mm + clips	<u>23:40</u>
	31:15

Strukturfärg på plåten	
Rengöring + Latexfärg 2 strykningar	22:80
Milersättning 16:50/mil	ca. <u>3:00</u>
	25:80

Samtliga priser är exkl. moms och beräknade på aktuellt rum  
(5,30 x 4,45 m).

#### 4.12.2 Akustiska egenskaper

Rått rum	
Efterklangstid	1.43 sek
Stegljudsindex	88 dB

Uppspänd väv	
Efterklangstid	1.33 sek
Stegljudsindex	84 dB

Nedpendlat	
Efterklangstid	0.64 sek
Stegljudsindex	82 dB

Limmat och dikt mot	
Efterklangstid	0.95 sek
Stegljudsindex	79 dB

Vid stegljudsmätningarna var stegljudsalstraren direkt på betongbjälklaget utan någon mellanliggande golvbeklädnad. Av denna anledning blir värdena på stegljudsindex höga, men det är endast rangordningen som är av intresse i detta fall.

Beräkningarna av de akustiska värdena redovisas i bilaga nr 1:1 - 1:4.

#### 4.12.3 Speciella egenskaper

Spänntak har kritiserats för att orsaka en "tältdukseffekt" när dörrar eller fönster öppnas och stängs. Vid intervjuer utförda i bostäder med spänntak framfördes ej denna kritik. Det är troligt att denna effekt ej blir märkbar i så små lokaler som det rör sig om i bostäder. Däremot framkom vid intervjuerna att många av de boende upplevde en oro över vad som kan ske vid en eventuell brand. Denna oro grundar sig på att de spänntak som tidigare använts, vid brand avger giftiga gaser och fallit ner och utgjort hinder vid utrymning. Barracuda Plasttak, som vi studerat, avger inte några giftiga gaser vid brand. Taklisten är förstärkt med stålskenor som förhindrar att väven faller ner. Taket uppfyller de krav som Planverket ställer på innertaksbeklädnader i flerbostadshus.

#### 4.12.4 Totalkostnader

Med antagande att kostnaden för arbetskraft är 100 kr/tim inkl. sociala avgifter, omkostnader och entreprenörsarvode, blir totalkostnaden per kvm för de olika alternativen följande:

	<u>Material</u>	<u>Arbete</u>	<u>Totalt</u>
Uppspänd väv, Barracuda Plasttak	39:50	16:00	55:50
Nedpendlat, Gullfibers Akutex-T	67:80	32:00	99:80
Gullfibers Ecophon Print Fissured	63:50	32:00	95:50
Limmat, Gullfibers Akutex-T	78:40	20:00	98:40
Bärverk dikt mot plåten			
Gullfibers Akutex-T	88:70	25:00	113:70
Strukturfärg			
BPA, Latexfärg	25:80	-	25:80
Plattor på glespanel			
Ljusne	31:15	25:00	56:15

Alla priser exkl. moms.

#### 4.13 Diskussion av resultaten

Efter summeringen av kostnaderna framgår att skillnaderna mellan alternativen kostnadsmässigt är stora. Man skall dock ha klart för sig att de dyrare är av avsevärt högre kvalitet, framför allt i akustiskt hänseende och från brandsynpunkt. Men den höga prisnivån gör att dessa innertak ej kommer i fråga för bostadsändamål, annat än i fall där det ställs särskilda krav på den akustiska komforten.

Uppspänd väv och plattor på glespanel är ekonomiskt sett likvärdiga. Även om inga akustiska mätningar genomfördes för plattor på glespanel, är det tveklöst så att detta tak är överlägset den uppspända väven i detta avseende.

Att sprutmåla plåten med strukturfärg blir inte oväntat det billigaste alternativet. Som tidigare nämnts är det troligtvis inte i första hand priset som blir avgörande om metoden kommer till användande.

I det fall man limmar Ljusne-plattor direkt mot den korrugerade plåten erhålles en totalkostnad på 51,15. Ett mindre prov visade att detta skulle gå bra. Detta alternativ skulle, bortsett från enbart målning, ställa sig klart gynnsammast.

Limmets långtidshållfasthet är inte klarlagd varför man först efter långtidstest, som vi ej kunde utföra här, kan fastslå om metoden är användbar.

De praktiska testen visade att de valda ytskikten mycket väl kan kombineras med kvarsittande form av profilplåt. Det enda vi ej vill rekommendera är att limma fast fästblecken till bärverk dikt mot plåten eftersom infästningen blev mycket svag.

#### 4.14 Slutsatser och rekommendationer

Av samtliga studerade ytskikt framstår tre som speciellt fördelaktiga, nämligen plattor limmade direkt mot plåten, på glespanel och uppspänd väv. Målning med strukturfärg ger dock lägst kostnad.

De övriga studerade alternativen har visat sig vara lämpade för aktuell bjälklagskonstruktion men är ej tillräckligt konkurrenskraftiga vid ifrågavarande lokalanvändning (bostäder).

För att undanröja de tveksamheter som kvarstår beträffande de tre förstnämnda alternativen, anser vi det nödvändigt att prova dessa ytskikt i ett mindre antal lägenheter. Med ledning av hyresgästernas reaktioner blir det då möjligt att sluta sig till vilka kombinationer av utrymmen och ytskikt som är att föredra.

5. BILAGOR

1:1 - 1:4 Akustiska beräkningar

2:1 - 2:4 Standard för akustikmätningar

## RÄTT RUM

$$E_k T = \frac{1.43 + 1.47 + 1.37 + 1.50 + 1.37}{5} = 1.43 \text{ sek (T)}$$

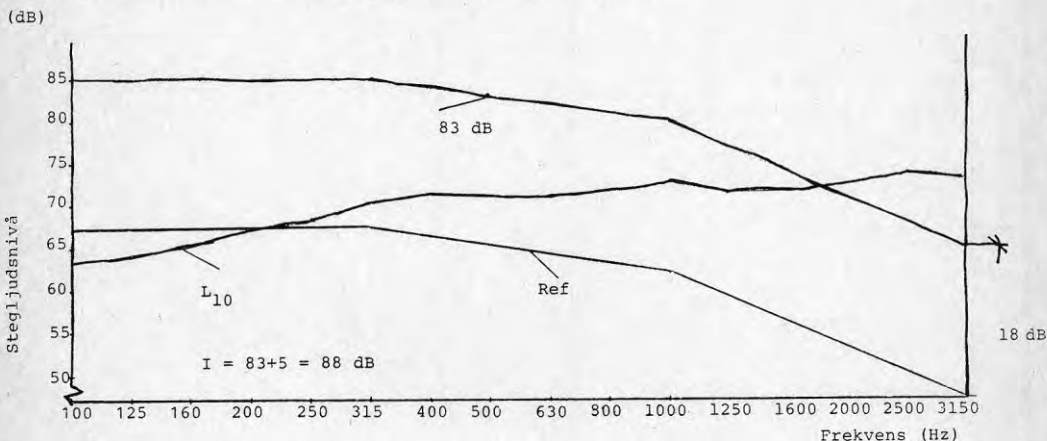
$$V = 4.45 \times 5.35 \times 2.40 = 57.1 \text{ m}^3$$

$$A = \frac{0.16 V}{T} \rightarrow A = \frac{0.16 \cdot 57.1}{1.43} = 6.4 \text{ m}^2 \text{ Sabine}$$

$$L_{10} = L_i + 10 \log \frac{A}{A_0} \quad A_0 = 10 \text{ m}^2 \text{ Sabine}$$

H <sub>Z</sub>	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
L <sub>i</sub>	63.2	64.0	64.8	67.2	68.0	70.4	71.4	71.0	70.8	71.4
L <sub>10</sub>	63	64	65	67	68	70	71	71	71	71
Ref	67	67	67	67	67	67	66	65	64	63

H <sub>Z</sub>	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L <sub>i</sub>	72.6	71.6	71.4	72.2	73.5	72.8
L <sub>10</sub>	72	71	71	72	73	73
Ref	62	59	56	53	50	47



E<sub>k</sub>T = T = Efterklangstid, sek

V = Rummets volym, m<sup>3</sup>

A = Absorption i mottagarrummet, m<sup>2</sup>

A<sub>0</sub> = 10 m<sup>2</sup>

L<sub>10</sub> = bestämd

L<sub>i</sub> = genomsnittlig uppmätt ljudtrycksnivå, dB

Ref = referensvärden

I = Index för stegljudsnivån

## BARRACUDA

$$EkT = \frac{1.33 + 1.33 + 1.40 + 1.33 + 1.27}{5} = 1.33 \text{ sek (T)}$$

$$V = 4.45 \times 5.35 \times 2.40 = 57.1 \text{ m}^3$$

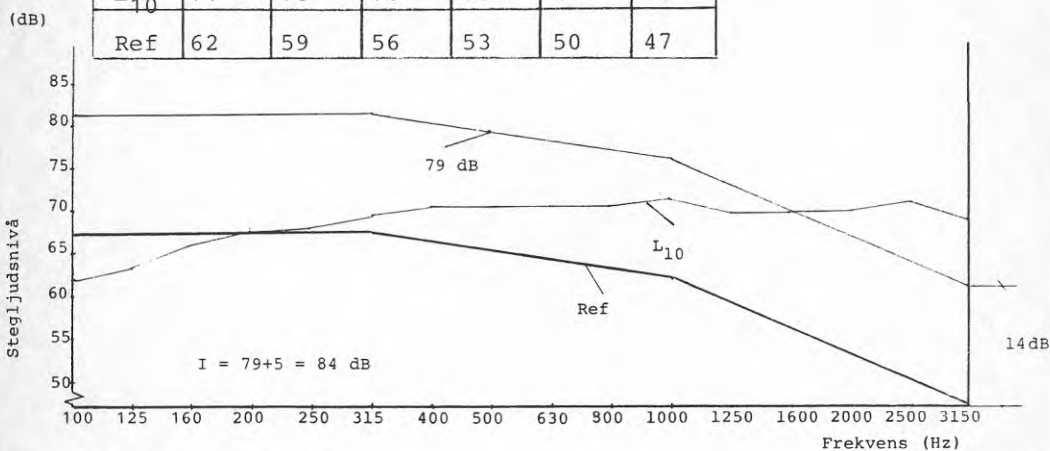
$$A = \frac{0.16 \cdot V}{T}$$

$$A = \frac{0.16 \cdot 57.1}{1.33} = 6.9 \text{ m}^2 \text{ Sabine}$$

$$L_{10} = L_i + 10 \log \frac{A}{A_0} \quad A_0 = 10 \text{ m}^2 \text{ Sabine}$$

H <sub>Z</sub>	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
L <sub>i</sub>	61.8	63.2	65.8	67.0	67.3	69.3	70.5	70.3	70.6	70.6
L <sub>10</sub>	62	63	66	67	67	69	70	70	70	70
Ref	67	67	67	67	67	67	66	65	64	63

H <sub>Z</sub>	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L <sub>i</sub>	71.4	69.8	69.8	70.0	71.0	69.2
L <sub>10</sub>	71	70	70	70	71	69
Ref	62	59	56	53	50	47



EkT = T = Efterklangstid, sek

V = Rummets volym, m<sup>3</sup>

A = Absorption i mottagarrummet, m<sup>2</sup>

A<sub>0</sub> = 10 m<sup>2</sup>

L<sub>10</sub> = bestämd

L<sub>i</sub> = genomsnittlig uppmätt ljudtrycksnivå, dB

Ref = referensvärden

I = Index för stegljudsnivån



## NEDPENDLAT

$$EkT = \frac{0.65 \times 3 + 0.63 \times 2}{5} = 0.64 \text{ sek (T)}$$

$$V = 4.45 \times 5.35 \times 2.40 = 57.1 \text{ m}^3$$

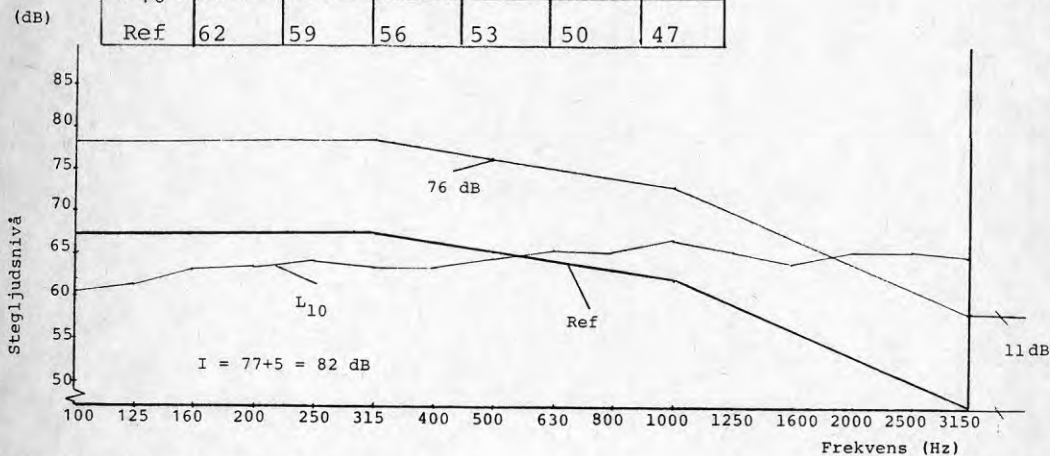
$$A = \frac{0.16 V}{T}$$

$$A = \frac{0.16 \cdot 57.1}{0.64} = 14.3 \text{ m}^2 \text{ Sabine}$$

$$L_{10} = L_i + 10 \log \frac{A}{A_0} \quad A_0 = 10 \text{ m}^2 \text{ Sabine}$$

$H_z$	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
$L_i$	60.4	61.2	63.0	63.4	64.0	63.6	63.6	64.4	65.6	65.2
$L_{10}$	62	63	65	65	66	65	65	66	67	67
Ref	67	67	67	67	67	67	66	65	64	63

$H_z$	1000	1250	1600	2000	2500	3150
$L_i$	66.8	65.6	64.2	65.4	65.6	64.8
$L_{10}$	68	67	66	67	67	66
Ref	62	59	56	53	50	47



$EkT = T =$  Efterklangstid, sek

$V =$  Rummets volym,  $\text{m}^3$

$A =$  Absorption i mottagarrummet,  $\text{m}^2$

$A_0 = 10 \text{ m}^2$

$L_{10} =$  bestämd

$L_i =$  genomsnittlig uppmätt ljudtrycksnivå, dB

Ref = referensvärden

$I =$  Index för stegljudsnivån

LIMMAT OCH BÄRVERK DIKT MOT Endast 3 pos. vid stegljudsmätn.

$$EkT = \frac{0.90 + 2 \times 1.00 + 0.88 + 0.45}{5} = 0.95 \text{ sek (T)}$$

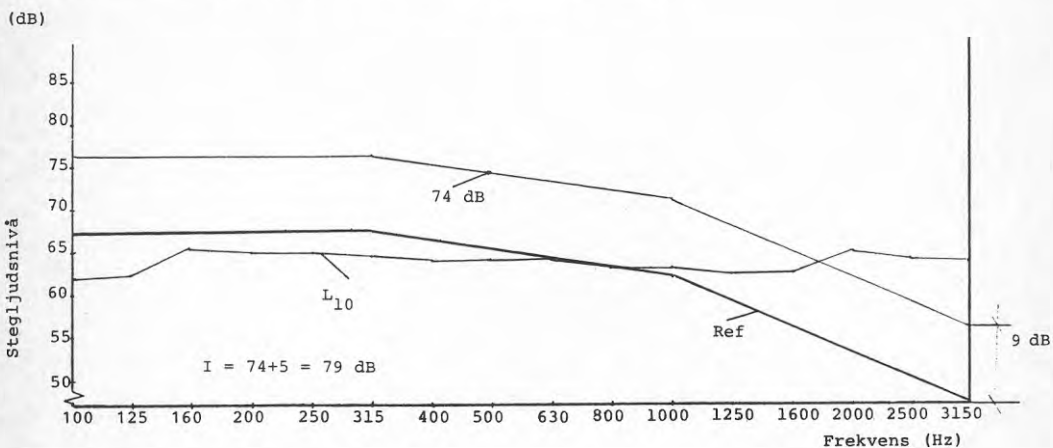
$$V = 4.45 \times 5.35 \times 2.40 = 57.1 \text{ m}^3$$

$$A = \frac{0.16 \cdot V}{T} \rightarrow A = \frac{0.16 \times 57.1}{0.95} = 9.6 \text{ m}^2 \text{ Sabine}$$

$$L_{10} = L_i = 10 \log \frac{A}{A_0} \quad A_0 = 10 \text{ m}^2 \text{ Sabine}$$

H <sub>Z</sub>	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
L <sub>i</sub>	61.7	62.3	65.3	64.7	64.7	64.5	64.0	63.7	64.3	63.3
L <sub>10</sub>	61	62	65	64	64	64	64	63	64	63
Ref	67	67	67	67	67	67	66	65	64	63

H <sub>Z</sub>	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L <sub>i</sub>	63.0	62.3	62.3	64.7	64.0	64.0
L <sub>10</sub>	63	62	62	64	64	64
Ref	62	59	56	53	50	47



EkT = T = Efterklangstid, sek

V = Rumets volym, m<sup>3</sup>

A = Absorption i mottagarrummet, m<sup>2</sup>

A<sub>0</sub> = 10 m<sup>2</sup>

L<sub>10</sub> = bestämd

L<sub>i</sub> = genomsnittlig uppmätt ljudtrycksnivå, dB

Ref = referensvärden

I = Index för stegljudsnivån

## Byggakustik – Klassificering av ljudisolering mellan rum

*Building acoustics – Rating of sound insulation between rooms*

### 0 Orientering

Denna utgåva är baserad på SS 02 52 54, Byggakustik – Mätning av ljudisolering i byggnader och hos byggnadselement. Utgåva 1 var baserad på den numera indragna SIS 02 52 51, Bestämning av ljudisolering. För några termer anges motsvarande engelska ord.

Standarden överensstämmer i allt väsentligt med ISO/R 717–1968, men vissa där beskrivna provnings- och beräkningsmetoder har ej tagits med. Om pågående revideringsarbete inom ISO medför ändringar i R 717 kommer denna standard att revideras.

### 1 Omfattning och tillämpning

I standarden beskrivs en metod att klassificera ljudisoleringen mellan rum i byggnader efter mätningar enligt SS 02 52 54.

Metoden innebär att index beräknas som kan jämföras med ställda krav på index för luftljudsisolering och stegljudsnivå.

De krav på ljudisolering som anges i SBN avser index beräknade enligt denna standard.

### 2 Referenser

ISO 140–1978, Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements

ISO/R 717–1968, Rating of sound insulation for dwellings

SIS 01 41 41 Avrundningsregler

SS 02 52 54 Byggakustik – Mätning av ljudisolering i byggnader och hos byggnadselement (ISO 140–1978)

Svensk Byggnorm, SBN, 1980 från Statens Planverk

### 3 Förklaringar

#### 3.1 Luftljudsisolering (airborne sound insulation)

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A}$$

$R'$  = reduktionstal bestämt i byggnad (apparent sound reduction index), dB

$L_1$  = genomsnittlig ljudtrycksnivå (average sound pressure level) i sändarrummet, dB

$L_2$  = genomsnittlig ljudtrycksnivå i mottagarrummet, dB

$A$  = absorption (sound absorption) i mottagarrummet, m<sup>2</sup>

$S$  = gemensam vägg- eller bjälklagsarea mellan de båda rummen, m<sup>2</sup>

Där den gemensamma arean är mindre än 10 m<sup>2</sup> sätts  $S = 10$  m<sup>2</sup>.

Motsvarande reduktionstal från laboriemätningar betecknas  $R$ .  $S$  sätts dock här alltid = med den verkliga gemensamma arean. För  $S$  mindre än 10 m<sup>2</sup> blir alltså areakorrektionsfaktorn olika för  $R$  och  $R'$ .

3.2 Stegljudsnivå  
(normalized impact  
sound pressure level)

$$L'_n = L_i + 10 \lg \frac{A}{A_0}$$

$L'_n$  = stegljudsnivå bestämd i byggnad, dB

$L_i$  = genomsnittlig ljudtrycksnivå i mottagarrummet bestämd enligt SS 02 52 54, del VI och VII, dB

$A$  = absorption i mottagarrummet, m<sup>2</sup>

$A_0$  = 10 m<sup>2</sup>

3.3 Index för luftljuds-  
isolering,  $I_a$   
(airborne sound insula-  
tion index)

Index för luftljudsisolering,  $I_a$ , anger isolerförmågan mot luftljud. Det beräknas enligt avsnitt 6.1.

Om beräkningarna baseras på laboratoriemätta reduktionstal  $R$  används beteckningen  $I_{a, lab}$ .

3.4 Index för stegljuds-  
nivå,  $I_i$   
(impact sound index)

Index för stegljudsnivå,  $I_i$ , anger stegljudsnivån. Det beräknas enligt avsnitt 6.2.

4 Mätmetoder

För alla mätningar gäller SS 02 52 54.

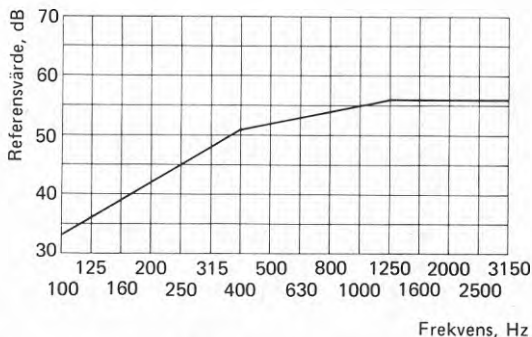
5 Referensvärden

Vid bestämning av index  $I_a$  och  $I_i$  används referensvärden som jämförs med  $R'$  eller  $L'_n$  som bestäms enligt avsnitt 3.1 och 3.2.

5.1 Referensvärden för  
luftljudsisolering

Tabell 1. Referensvärden för luftljudsisolering

Frekvens, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500
Referensvärde, dB	33	36	39	42	45	48	51	52
Frekvens, Hz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Referensvärde, dB	53	54	55	56	56	56	56	56

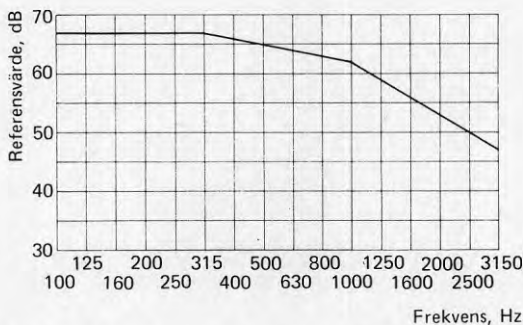


Figur 1. Referenskurva för luftljudsisolering

5.2 Referensvärden för stegljudsnivå

Tabell 2. Referensvärden för stegljudsnivå

Frekvens, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500
Referensvärde, dB	67	67	67	67	67	67	66	65
Frekvens, Hz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Referensvärde, dB	64	63	62	59	56	53	50	47



Figur 2. Referenskurva för stegljudsnivå

6 Beräkning av index

6.1 Luftljudsisolering

Uppmätta  $R'$ -värden avrundas till hela tal (enligt SIS 01 41 41) och en kurva ritas upp (t ex figur 3).

För att jämföra de uppmätta värdena med referensvärdena flyttas referenskurvan i steg om 1 dB till det högsta läge som uppfyller nedanstående villkor a och b.

- Summan av ogynnsamma avvikelser för 1/3-oktavbanden får ej överstiga 32 dB. Med ogynnsam avvikelse avses att uppmätt värde understiger jämförelsevärdet.
- För enstaka 1/3-oktavband får ogynnsam avvikelse ej överstiga 8 dB.

Index för luftljudsisolering,  $I_a$ , är jämförelsekurvans värde vid 500 Hz då nämnda villkor uppfylls.

6.2 Stegljudsnivå

Uppmätta  $L'_n$ -värden avrundas till hela tal (enligt SIS 01 41 41) och en kurva ritas upp (t ex figur 4).

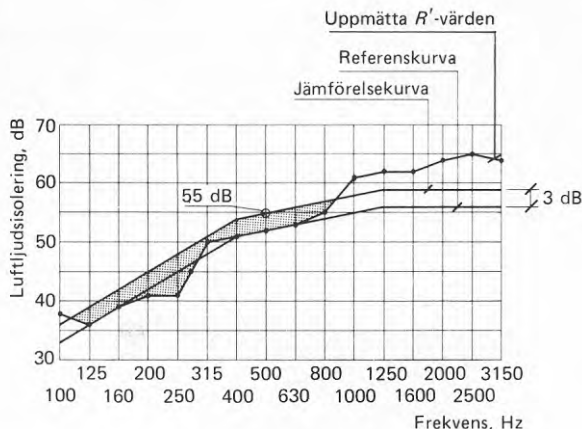
För att jämföra de uppmätta värdena med referensvärdena flyttas referenskurvan i steg om 1 dB till det lägsta läge som uppfyller nedanstående villkor a och b.

- Summan av ogynnsamma avvikelser för 1/3-oktavbanden får ej överstiga 32 dB. Med ogynnsam avvikelse avses att uppmätt värde överstiger jämförelsevärdet.
- För enstaka 1/3-oktavband får ogynnsam avvikelse ej överstiga 8 dB.

Index för stegljudsnivå,  $I_p$ , är jämförelsekurvans värde vid 500 Hz, ökat med 5 dB då nämnda villkor uppfylls.

7 Kommentarer

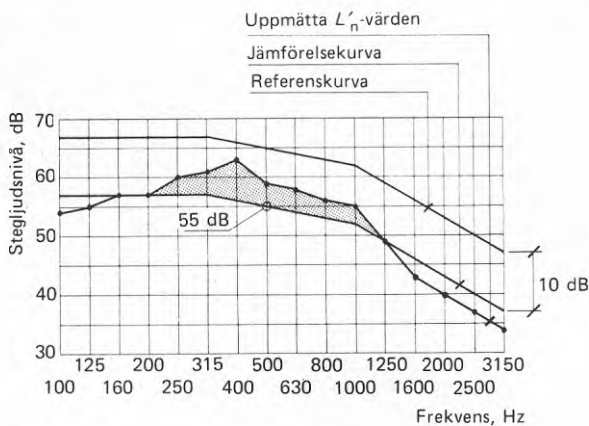
7.1 Beräkningsexempel på  
luftljusisolering



Figur 3. Exempel på beräkning av  $I_a$

Om referenskurvan (figur 1) förskjuts 3 dB över sitt utgångsläge blir summan av de ogynnsamma avvikelserna 29 dB. Om referenskurvan förskjuts 4 dB blir motsvarande summa 38 dB, dvs större än 32 dB. Index för luftljusisoleringen blir i detta fall  $I_a = 55$  dB, vilket är jämförelsekurvans värde vid 500 Hz då villkoren a och b uppfylls.

7.2 Beräkningsexempel på  
stegljudsnivå



Figur 4. Exempel på beräkning av  $I_i$

Om referenskurvan (figur 2) förskjuts 10 dB under sitt utgångsläge blir summan av de ogynnsamma avvikelserna 28 dB. Om referenskurvan förskjuts 11 dB blir motsvarande summa 38 dB, dvs större än 32 dB. Index för stegljudsnivån blir i detta fall  $I_i = 55 + 5 = 60$  dB, vilket är jämförelsekurvans värde vid 500 Hz då villkoren a och b uppfylls, ökat med 5 dB.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
811255-0 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Gerdéns Byggnads AB, Osby.**

**R30: 1984**

**ISBN 91-540-4091-4**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6704030**

**Abonnemangsgrupp:  
S. Byggplatsens verksamhet**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirka pris: 30 kr exkl moms**