



Ettertrykk forbudt

(42)			INNVEDIG KLEDNING Strålingsminskende kledning	Revidert NBI(42).301.2
innvendig kledning				

April 1974

CDU 699.844

Dette blad erstatter:
NBI(42).301

0 GENERELT

01 Dette blad behandlar spesielle kledninger som kan forbedre luft- og trinnlydisolasjonen i skillevegger og etasjeskillere (også kalt primærkonstruksjonen).

02 En strålingsminskende kledning er en tynn, tung og bøyeelastisk plate.

Dersom kledningen perforeres, vil den strålingsminskende effekten forsvinne, og man vil ikke oppnå noen forbedring av lydisolasjonen.

Det er likegyldig om kledningen settes på den ene eller annen side av en vegg. På etasjeskilleren må kledningen nødvendigvis settes på undersiden.

03 Teoretisk bakgrunn

Definisjoner av lydbegreper i dette blad er gitt i NBI Aa .921 (under arbeid).

En vegg – eller en etasjeskiller – som påvirkes av luftlyd på den ene siden, settes i svingninger og avstråler dermed lyd til luften i rommet på den andre siden. Dreier det seg om en massiv enkeltkonstruksjon, vil lydavstrålingen bli sterkere og derved lydisolasjonen dårligere jo mindre konstruksjonens flatevekt er, fig. 03 a. For en massiv dobbeltkonstruksjon vil lydsvingningene overføres fra det ene veggskall til det andre via tilslutningene langs tilstøtende vegger og dekker, fig. 03 b.

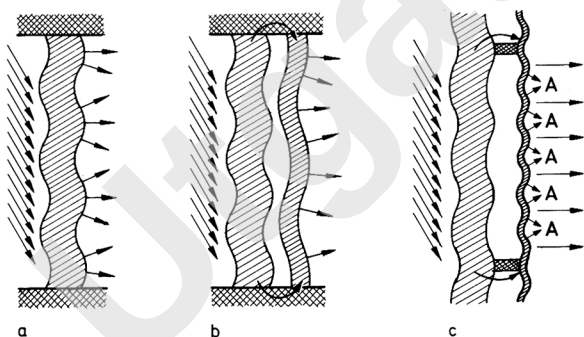


Fig. 03 a, b og c

Skjematisk og sterkt overdrevet framstilling av lydsvingningene i vegger ved skrått innfall av lydbølger.

- En massiv enkeltvegg som påvirkes av luftlyd, gir en lydavstråling hvis styrke er avhengig av veggens flatevekt. Jo større flatevekt, dess bedre lydisolasjon.
- Ved en dobbeltvegg vil lydsvingningene i vesentlig grad overføres fra veggskall via innspenningsstedene.
- Hvis dobbeltkonstruksjonens ene skall kommer i frie bøyessvingninger som har tilstrekkelig liten bølgelengde, vil de lydbølgene som framkalles i luften, oppheve hverandre i bølgedalene ved nærfeltet, angitt med punktene merket A. Lydavstrålingen fra kledningen blir da vesentlig redusert, til tross for at flatevekten er liten.

I praksis vil en dobbeltvegg med tunge veggskall ikke gi bedre lydisolasjon enn en massivvegg med samme flatevekt.

Dersom det ene veggskallet gjøres spesielt tynt, som en kledning, kan den under bestemte forhold gi særlig liten lydavstråling. Svingningene langs kledningens overflate får mindre forplantningshastighet og bølgelengde enn de som finnes i primærkonstruksjonen, fig. 03 c.

En strålingsminskende kledning er altså et spesialtilfelle av en dobbeltvegg hvor man øker luftlydtallet for skillekonstruksjonen og likeledes trinnlydisolasjonen for en etasjeskiller ved å kombinere denne med en enkel bøyessvak plate, dvs. en plate med høy grensefrekvens. Kledningens grensefrekvenser bør være høyere enn 3 200 Hz, og den kan beregnes etter følgende forenklete formel:

$$f_g \approx 6,4 \cdot 10^4 \cdot \sqrt{\frac{m_1}{E \cdot t^3}} \text{ Hz}$$

hvor m_1 = kledningens flatevekt i kg/m²

E = kledningens elastisitetsmodul i N/m²

t = kledningens tykkelse i m

Grensefrekvensen kan også tas fra fig. 03 d.

Jo tyngre og mindre stiv kledningen er, jo høyere er grensefrekvensen.

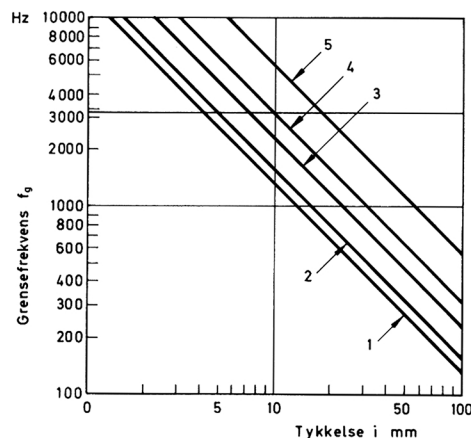


Fig. 03 d

Grafisk framstilling av grensefrekvensen for plater som en funksjon av platetykkelsen i mm

1. Aluminium, Stål
2. Glass*
3. Kryssfinér*
4. Gipsplate
5. Blyplate

(* indikerer at f_g vil variere etter produktmerke)

Hensiktsmessige kledningstyper er f.eks. plater med tykkelse inntil:

- 11 mm blyplater
- 10 mm gipsplater
- 8 mm kryssfinér
- 5 mm glassplate

For å oppnå den ønskede forbedring av lydisolasjonen vil også faktorer som avstand mellom kledning og primærkonstruksjon, kledningens festemåte og hulrommet mellom konstruksjonene være bestemmende for sluttresultatet. En viktig egenskap vil her være dobbeltkonstruksjonens resonansfrekvens som bør være lavere enn 80 Hz. Til praktisk bruk kan resonansfrekvensen beregnes etter formelen:

$$f_0 \approx 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_1 \cdot m_2 \cdot d}} \text{ Hz}$$

hvor m_1 = kledningens flatevekt i kg/m²

m_2 = primærkonstruksjonens flatevekt i kg/m²

d = avstand i m

I praksis får man følgende håndregel når primærveggen har flatevekt større enn 100 kg/m²:

Når kledningens flatevekt er h.h.v. 15 kg/m², 10 kg/m² og 5 kg/m², må avstanden være minst 30 mm, 40 mm og 80 mm.

Ved å fylle hulrommet med lydabsorberende materiale kan f_0 reduseres med en faktor lik 0,85. Det lydabsorberende materiale vil i tillegg hindre resonans mellom primærkonstruksjon og kledning og dessuten redusere nærfeltet fra kledningen.

For å senke resonansfrekvensen f_0 vil man i første rekke søke å øke avstanden d mellom kledning og primærkonstruksjon. Dette vil imidlertid i visse tilfelle være vanskelig f.eks. p.g.a. takhøyden. Ved å stifte to lag av den strålingsminskende kledning tett utenpå hverandre vil den totale kledningsmasse være fordoblet, mens stivheten vil være den samme. Platene vil, når de er stiftet sammen, virke uavhengig av hverandre, og dette vil gi en gunstig effekt, da resonansfrekvensen vil senkes. Platene må ikke flatelimes, for da øker stivheten slik at grensfrekvensen senkes.

Dersom f_0 kommer innenfor det frekvensområde man ønsker å tilleggisolere, vanligvis mellom 100 og 3 200 Hz, vil man få resonans mellom kledning og primærkonstruksjon og svekkelse av lydisolasjonen.

Over resonansfrekvensen f_0 vil tilleggisoleringen (ΔR) vokse med 12 dB/oktav asymptotisk til et nivå, ΔR_{maks} . En videre økning av frekvensen gir ingen økning av tilleggisoleringen. ΔR_{maks} er bestemt av grensfrekvensen for den bøyesvake kledningen og graden av mekanisk kontakt med primærkonstruksjonen. Mot grensfrekvensen vil ΔR igjen avta, fig. 03 e.

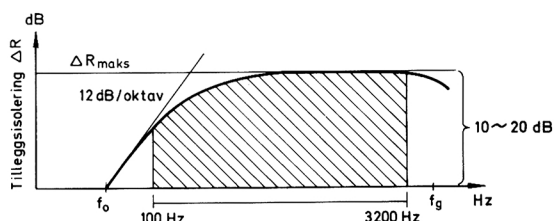


Fig. 03 e

Tilleggisoleringen ΔR vokser ganske raskt til et bestemt nivå, ΔR_{maks} , som på sin side er bestemt av grensfrekvensen og den mekaniske kontakt med primærkonstruksjonen. Det skraverte område angir den tilleggisolering man får i frekvensområdet 100–3 200 Hz.

Resonansfrekvensen må være lavere og grensfrekvensen høyere enn det frekvensområde man ønsker å tilleggisolere. ΔR_{maks} vil for vanlige strålingsminskende kledninger ligge i området 10–20 dB.

Den maksimale tilleggisolering opptil 30 dB oppnår man i praksis bare når kledningen plasseres mot en konstruksjon som på forhånd gir meget dårlig lydisolering. Er hovedkonstruksjonen god nok i seg selv, f.eks. en 1-steins teglvegg, oppnår man en tilleggisolering som bare utgjør noen få dB. Det skyldes at flanketransmisjonen, dvs. lydoverføringen via de tilstøtende konstruksjoner, da vil være dominerende. Dersom de flankerende konstruksjoner også forsynes med en strålingsminskende kledning, vil flanketransmisjonen reduseres sterkt, og den oppnådde tilleggisolering vil nå bli vesentlig større.

Fig. 03 f viser et eksempel på forbedring av luftlydisolasjonen ved hjelp av en strålingsminskende kledning. Konstruksjonens resonansfrekvens er 80 Hz og grensfrekvensen ligger ved ca. 3 200 Hz. Det er oppnådd en gjennomsnittsförbedring på 7 dB, og den er også relativt jevnt fordelt i hele det aktuelle frekvensområdet.

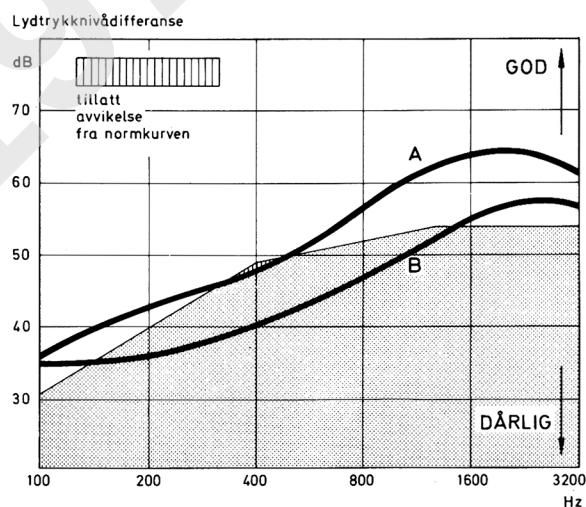


Fig. 03 f

Når veggen danner skille mellom leiligheter, skal lydisolasjonsmålinger gi en kurve som stort sett ligger ovenfor normkurven D-49.

Figuren viser den romisolering (lydtrykknivå-differanse) som man normalt kan vente å oppnå mellom vanlige rom, når disse veggtyper brukes:

A. 1/2-steins tung teglvegg, pusset på begge sider, 20 mm matte, 9 mm gipsplate i 80 mm avstand, flatevekt 270 kg/m², luftlydtall LL = 52 dB.

B. 1/2-steins tung teglvegg, pusset på begge sider, flatevekt 250 kg/m², luftlydtall LL = 45 dB.

1 MATERIALER

11 Lydstrålingsminskende kledninger

En lydstrålingsminskende kledning er en tynn, tung og bøyeelastisk plate som har høy grensfrekvens. Flatevekten bør være ca. 8–10 kg/m², og dette kan være f.eks.: (Se tabell)

Type	Tykkelse mm	Flatevekt kg/m ²	E-modul N/m ²
Gipsplate	9-13	7,5-10	$2,8 \cdot 10^9$
Panelfiberplate, hård	12	9,5	$1,8-2,5 \cdot 10^9$
Sponplate	12	8,1	$2,5 \cdot 10^9$
Aluminiumplate	4	11	$72 \cdot 10^9$
Stålplate	1,5	11	$210 \cdot 10^9$

Det kan også brukas en kombinasjon av f.eks. 3 mm hård trefiberplate pålimt 0,4 mm blyplate, flatevekt ca. 9 kg/m², eller flatevekten kan økes ved å lime små klosser til kledningen uten at stivheten forandres.

12 Lydabsorberende materialer

Som lydabsorberende materiale bør brukas mineralull. Mineralullen kan være av vanlig bygningskvalitet, enten glassull 15 kg/m³ eller steinull 33 kg/m³.

13 Lekter

Den mekaniske kontakt mellom kledning og primærkonstruksjonen er av stor betydning for lydisolasjonen. Den strålingsminskende kledning bør stå fritt fra og uten kontakt med primærkonstruksjonen. Dersom dette er vanskelig i praksis, bør tynnplateprofiler fremfor spikerslag av tre benyttes. Fig. 13 a viser noen aktuelle typer stålprofiler. (Tallene står for profilbetegnelse. Tykkelsen kan variere.)

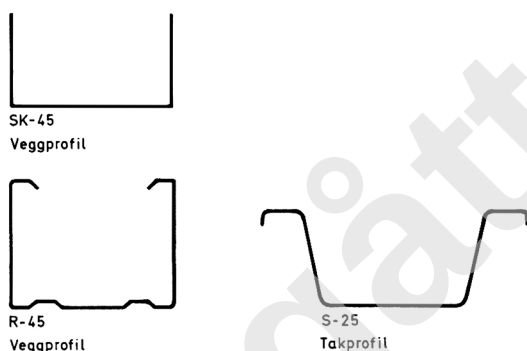


Fig. 13 a
Forskjellige typer tynnplateprofiler

2 KONSTRUKSJONER

Byggdetaljbladene NBI(21).361 og .362 gir eksempler på skillevegger mellom h.h.v. boliger i rekkehus og flerfamiliehus og viser hvordan lydisolasjonen kan forbedres, bl.a. ved å kle veggene med lydstrålingsminskende kledning.

Det samme gjelder for blad NBI(23).362 som gir eksempler på etasjeskillere.

21 Vegg med strålingsminskende kledning

- 211 En strålingsminskende kledning festes til spikerslag som helst ikke er i kontakt med primærkonstruksjonen. Bunn- og toppsvill festes først til henholdsvis etasjeskiller og hvis mulig til himling. Deretter festes spikerslagene til svillene. De kan innbyrdes avstives med losholter. Mineralullen plasseres i fakkene og den

strålingsminskende kledning festes med så få stift som mulig slik at forbindelsen blir lite stiv, fig. 211.

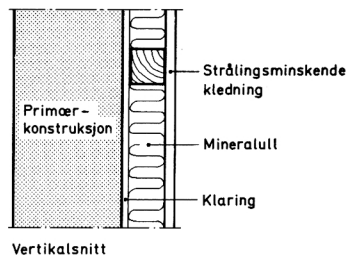


Fig. 211

Figuren viser strålingsminskende kledning festet til spikerslag som ikke er i kontakt med primærkonstruksjonen. Dersom spikerslaget hadde vært festet til primærkonstruksjonen, ville man få 2-4 dB dårligere resultat.

- 212 Fig. 212 viser tilsvarende konstruksjon hvor spikerlaget er erstattet med et tynnplateprofil som er festet direkte til primærkonstruksjonen.

Lydteknisk er det best at avstanden mellom lektene er så stor som mulig. I praksis vil det si at 600 mm senteravstand er å foretrekke fremfor 400 mm.

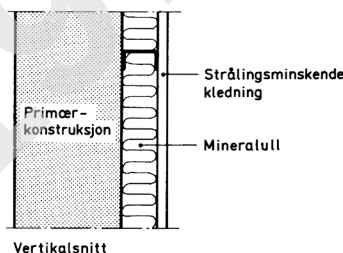


Fig. 212

Strålingsminskende kledning festet til bøyesvakt tynnplateprofil

22 Etasjeskillere med strålingsminskende kledning

- 221 En strålingsminskende kledning kan festes til separate himlingsbjelker som ikke er i kontakt med primærkonstruksjonen, fig. 221 a. Dette kan enten gjøres ved at himlingsbjelkene stikkspikres til bord som er festet til de flankerende vegger eller ved at himlingsbjelkene opplagres på en lekt, se fig. 221 b. Himlingsbjelkenes dimensjoner bestemmes ut fra kledningens flatevekt og spennvidden mellom veggene. Ved ekstremt store spennvidder kan himlingsbjelkene også ha et feste punkt på midten, men festemåten må være så elastisk som mulig (f.eks. med båndstål).

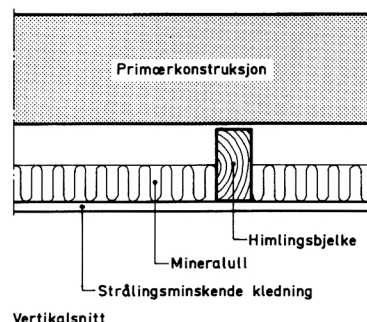
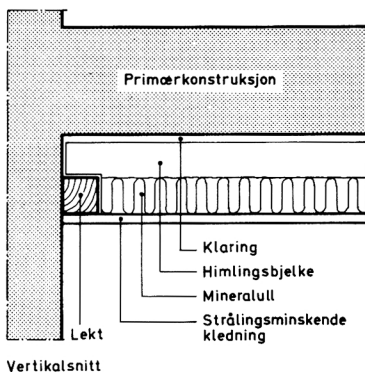


Fig. 221 a

Strålingsminskende kledning festet til separat himlingsbjelke med mineralull i hulrommet



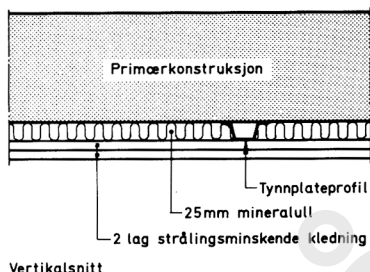
Vertikalsnitt

Fig. 221 b

Detalj av samme konstruksjon som fig. 221 a, men som viser hvordan himlingsbjelkene opplages på en lekt.

Etterat himlingsbjelkene er montert og innbyrdes avstivet, plasseres mineralullen i fakkene og den strålingsminskende kledning festes med så få stift som mulig.

- 222 I rom hvor takhøyden allerede er lav, eller ved store spennvidder, kan et tynnplateprofil festes direkte til primærkonstruksjonen, fig. 222.



Vertikalsnitt

Fig. 222

Her er det benyttet to lag strålingsminskende kledning festet til tynnplateprofiler fordi hulrommet bare er 25 mm tykt. Mineralullmatte i hulrommet er nødvendig.

Dersom primærkonstruksjonen er et trebjelkelag, bør tynnplateprofilene legges på tvers av hovedbjelkene. Ofte vil man stå overfor den begrensning at himlingen ikke kan senkes mer enn ca. 25 mm. Dette kan da kompenseres som nevnt under pkt. 03 Teoretisk bakgrunn,

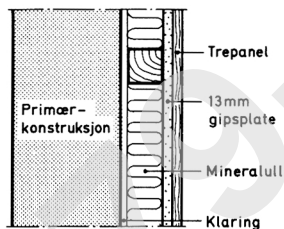
ved at man stifter to lag strålingsminskende kledning til tynnplateprofilene. Derved vil massen øke til det dobbelte, mens stivheten forblir den samme.

23 Overflatebehandling

Den strålingsminskende kledning kan males, tapetseres eller trekkes med strie og papir uten skade for den lydisolierende virkning.

Videre kan den strålingsminskende kledning dekkes av et annet materiale, f.eks. trepanel stiftet til kledningen, fig. 23.

Trepanel alene egner seg ikke som strålingsminskende kledning.



Vertikalsnitt

Fig. 23

En strålingsminskende kledning som består av en 13 mm gipsplate utlektet 70 mm med 50 mm mineralull i hulrommet, er her dekket med et trepanel som er stiftet direkte mot gipsplaten.

24 Rørgjennomføringer

Gjennomgående vannrør, luftkanaler eller andre lydførende installasjoner bør ikke ha direkte kontakt med den strålingsminskende kledningen. Rørgjennomføringen dekkes eventuelt av en stoppskive med hull som er litt større enn rørtverrsnittet.

3 LITTERATUR

- 31 Jørgen, G. Ø. og Løchstør, Wilh. Lydisolering og litt om akustikk, Oslo 1960, 222 s., ill., NBI håndbok nr. 9.
- 32 Jørgen, G. Ø. Praktisk veiledning om lydisolering i bygninger, Oslo 1970, 111 s., ill., NBI håndbok nr. 21.