



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**

**R16:1983**

# **Byggnadsakustik i betongelementstommar**

**Stefan Einarsson**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	Plac <i>ser</i>

*R  
add*

**Byggforskningsrådet**

R16:1983

BYGGNADSAKUSTIK I BETONG-  
ELEMENTSTOMMAR

Stefan Einarsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
810042-8 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Betongelementföreningen.

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

R16:1983

ISBN 91-540-3880-4  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.  
LiberTryck Stockholm 1983

## INNEHÅLL

INLEDNING OCH INNEHÅLL.....	5
1. BETONGKONSTRUKTIONERS LJUDEGENSKAPER..	7
1.1 Betong jämfört med lätta konstruktioner.....	7
1.2 Förlusters inverkan på ljudisolering.....	8
1.3 Rumsakustik.....	10
2. BETONGELEMENT JÄMFÖRT MED PLASTGJUTEN BETONG.....	11
3. BASDATA FÖR BETONGELEMENT.....	13
3.1 Materialegenskaper.....	13
3.2 Reduktionstal i laboratorium.....	13
3.3 Stegljudsnivå i laboratorium.....	14
3.4 Punktmobilitet /- admittans.....	15
4. OBJEKT - LJUDKRAV - STOMSTANDARD.....	17
5. ELEMENTTYPER - LJUDISOLERINGS-EGENSKAPER.....	19
5.1 Ytterväggelement.....	19
5.1.1 Ljudisolering - ytterskal.....	19
5.1.2 Flanktransmission.....	20
5.2 Innerväggelement.....	21
5.3 Bjälklagselement.....	22
6. BEGREPPSFÖRKLARINGAR.....	25
6.1 Frekvens.....	25
6.2 Ljudstyrka - decibel.....	25
6.3 Ljudnivå dB (A).....	25
6.4 Ljudisolering.....	25
6.5 Luftljudsisolering.....	25
6.6 Stegljudsisolering.....	26
6.7 Rumsakustik - efterklangstid.....	26
6.8 Ljudabsorption - ljudabsorptionsfaktor.....	26

6.9	Reduktionstal.....	27
6.10	Flanktransmission, luftljud.....	27
6.11	Flanktransmission, stegljud.....	27
6.12	Grundresonans.....	27
6.13	Stegljudsförbättring.....	28
6.14	Stomljud.....	28
6.15	Mobilitet - punktadmittans.....	28

## INLEDNING, INNEHÅLL

Syftet med denna skrift är att ge en översikt över de viktigaste akustiska egenskaperna hos betongelement och stommar av betongelement. De aspekter i vilka betongelement skiljer sig från platsgjuten betong och andra konstruktioner betonas särskilt.

Tanken är att innehållet skall omarbetas till en informationsbroschyr från Betongelementföreningen som riktar sig till byggfackfolk i olika led.

- Avsnitt 1                      Handlar i allmänna termer om betongkonstruktioner jämfört med lätta konstruktioner samt om hur randvillkoren hos en betongplatta eller plattavsnitt påverkar ljudisoleringen.
- Avsnitt 2                      Sammanfattar skillnaderna mellan elementkonstruktioner och platsbyggda konstruktioner, ex. elementfogars positiva och negativa konsekvenser.
- Avsnitt 3                      Riktar sig främst till den som vill göra beräkningar av ljudisolering, resonansfrekvenser el.dyl. Här lämnas materialdata och vissa "grundfakta".
- Avsnitt 4                      Handlar om krav på ljudisolering, främst de krav som kan och bör påverka valet av byggnadsstomme.  
Begreppet "stomstandard" införes för den ljudisolering som en stomkonstruktion, utan speciella åtgärder, medger mellan

olika rum i byggnaden. Lämplig stomstandard för olika typer av objekt sammanfattas i tabell.

#### Avsnitt 5

Redovisar vilken ljudisolering i färdig byggnad som kan påräknas med olika typer av betongelement och anslutningsdetaljer. För bjälklagselement göres en sammanfattning av ljudisoleringsegenskaperna i en tabell, för jämförelse med tabellen över stomstandard i avsnitt 4.

#### Avsnitt 6

Här samlas förklaringar till en del begrepp som texten i de övriga avsnitten förutsätter vara kända.

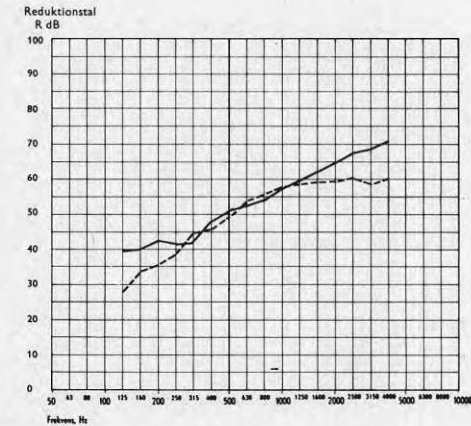


# 1 BETONGKONSTRUKTIONERS LJUDEGENSKAPER

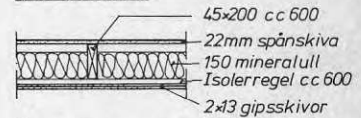
## 1.1 Betong jämfört med lätta konstruktioner

Typiska egenskaper hos betong, är hög vikt och styvhet vilket i sin tur innebär hög ljudisolering och låg ljudabsorption.

Jämfört med lätta byggnadskonstruktioner har dock inte betongkonstruktioner nödvändigtvis bättre ljudisolering vid alla frekvenser. I figuren nedangöres jämförelse mellan ett lätt regelbjälklag (vikt ca  $50 \text{ kg/m}^2$ ) och ett betongbjälklag (vikt ca  $400 \text{ kg/m}^2$ ). Den visar att den lätta konstruktionen, en effektiv dubbelkonstruktion, har ungefär samma ljudisolering vid medelhöga frekvenser som den tunga konstruktionen.



### LÄTT BJÄLKLAG

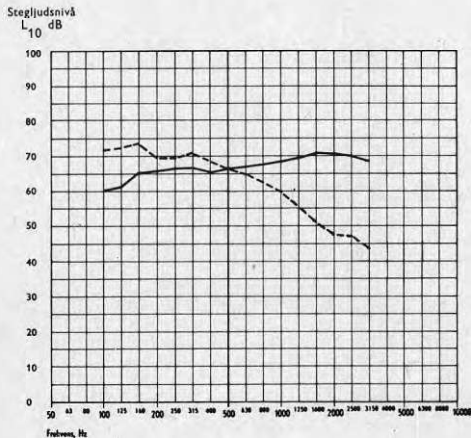


Kurva ---  
uppmätt LTH 1974

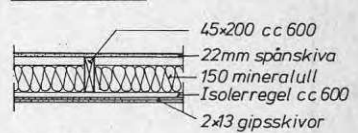
### BETONGBJÄLKLAG



Kurva —  
uppmätt SP 1977



### LÄTT BJÄLKLAG



Kurva ---  
uppmätt LTH 1974

### BETONGBJÄLKLAG



Kurva —  
uppmätt SP 1977

Figur 1. Jämförelse mellan tungt och lätt bjälklag, laboratoriemätt reduktionstal och stegljudsnivå.

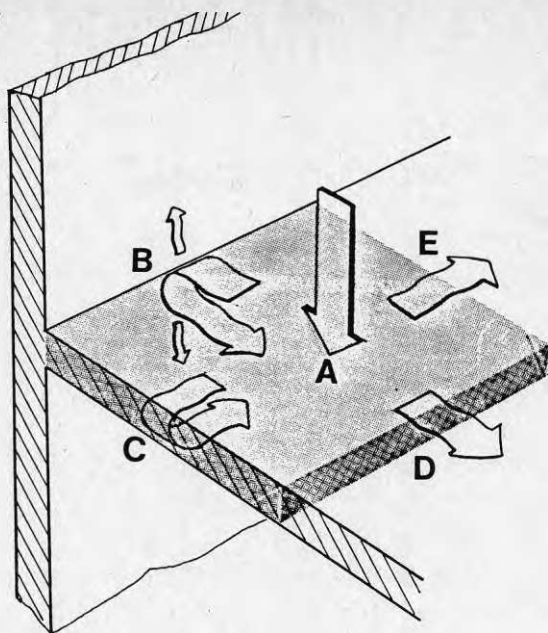
I många sammanhang är det luftljudsisoleringen vid medelhöga frekvenser som är den viktigaste (kontorsbuller, tal etc) och den vanliga I<sub>a</sub>-värderingen av luftljudsisolering förutsätter detta<sup>a</sup>. I andra sammanhang är ljudisoleringen vid låga frekvenser mycket viktig exempelvis i bostäder med moderna stereoanläggningar som har allt större basåtergivningsresurser. God lågfrekvent ljudisolering är med dagens teknik praktiskt möjlig att åstadkomma endast med tunga konstruktioner.

För stegljudsisolering är lågfrekvensegenskaperna alltid viktiga varför i stort sett endast tunga bjälklag kommer i fråga i samband med krav på god stegljudsisolering. Även om givna värden för stegljudsisolering kan uppfyllas med lätta konstruktioner blir det subjektiva resultatet sämre än för samma värden uppfyllda med tunga konstruktioner. Detta beror på att den standardiserade metoden för mätning och utvärdering av stegljud inte tar tillräcklig hänsyn till låga frekvenser.

#### 1.2 Förlusters inverkan på ljudisolering

Ljudisoleringen hos tunga, styva konstruktioner (massiva konstruktioner av normala material med ytvikt över ca 50 kg/m<sup>2</sup>) påverkas starkt av konstruktionens förluster eller "dämpning", dvs av den takt med vilken en svängning avtar efter att excitering upphör. Förlustfaktorn anger hur stor del av svängningsenergin som bortleds eller omvandlas till värme per svängningsperiod. Denna är starkt avhängig av konstruktionens form och framförallt anslutningar till omgivningen.

Figuren nedan visar ett plattavsnitt som avslutas vid en rand (C) resp. vägg (B) och i de två återstående riktningarna (D, E) fortsätter i form av en likadan platta mot stora dimensioner.



Figur 2. Energibortledning från ett plattavschnitt.

Plattavschnittet matas med vibrationsenergi (t.ex luftljud) som sätter plattan i svängning vid A. De vågor som breder ut sig reflekteras fullständigt vid den fria kanten C och till stor del även vid den fastlåsta kanten B, där emellertid en del av energin går över till den anslutande väggen. Vid D och E däremot fortsätter vågorna vidare utan hinder och den allra största delen av svängningsenergin lämnar plattavschnittet den vägen. Den energi som förbrukas i själva plattavschnittet (inre förluster) eller avstrålas i form av ljud är i sammanhanget mycket liten.

I avsnitt 3 framgår denna skillnad av de uppmätta inre förlusterna hos fritt upphängda betongprismor (förlustfaktor ca 0,5%) och de uppmätta resulterande förlusterna hos

bjälklag av samma betongkvalitet uppställt i laboratorium (förlustfaktor ca 2%).

Det plattavschnitt som visas i fig. 2 kan sägas ha normalgynnsamma förhållanden beträffande ljudisolering. Ett annat avsnitt mitt i en stor platta har betydligt högre ljudisolering (maximala randförluster) medan ett avsnitt omgivet av enbart fria ränder och/eller tunga skivor har avsevärt lägre ljudisolering (mindre randförluster). Detta förhållande gör det svårt att generellt ange ljudisoleringen hos en given betongkonstruktion i fält.

### 1.3 Rumsakustik

Beträffande rumsakustik gäller att skillnaden mellan ljudabsorptionen hos betong och lättare väggmaterial vid medelhöga - höga frekvenser är liten och utan betydelse för normalinredda rum. Vid de låga frekvenserna blir skillnaden emellertid betydande.

Rum som skall ha lång och frekvensoberoende efterklangstid (ex. klangrum i laboratorier, kyrkorum etc) behöver rumsytor av tunga material.

Omvänt måste rum med tunga innerkonstruktioner, som skall ha kort efterklangstid (ex. hörsalar, teatersalonger etc), förses med absorbenter som ger absorption även vid låga frekvenser.

Karakteristiskt för betongkonstruktionen jämfört med andra, speciellt lätta, konstruktioner är:

- \* GOD LJUDISOLERING (speciellt vid låga frekvenser)
- \* LJUDISOLERING BEROENDE AV FÖRLUSTFAKTOR (och därmed infästning, anslutningar etc)
- \* LÅG LJUDABSORPTION (speciellt vid låga frekvenser)

I broschyren Ljudisolering i småhus av betong utgiven av Betongelementföreningen m.fl redogörs mera ingående för dessa frågeställningar.

## 2 BETONGELEMENT JÄMFÖRT MED PLATSGJUTEN BETONG

Som framgår av avsnitt 1 har den effektiva förlustfaktorn mycket stor betydelse för ljudisoleringen samtidigt som den kan variera avsevärt från fall till fall.

I en elementstomme förekommer alltid vissa diskontinuiteter, elementskarvar etc utöver vad som skulle varit fallet för en platsbyggd stomme. Sådana diskontinuiteter innebär energireflektioner som sänker ljudisoleringen, men med riktigt utförda elementskarvar är denna skillnad mellan element- och platsbyggda konstruktioner mindre än ca 1 dB. Detta kan även uttryckas med tumregeln att tjockleken hos väggar och bjälklag av betongelement bör vara ca 1 cm större än hos motsvarande platsgjutna konstruktioner för att samma ljudisoleringskrav skall uppfyllas.

Styvheten hos en tung styv konstruktion påverkar ljudisoleringen så att sänkt ytvikt i viss mån kan kompenseras av höjd styvhet. Med dagens betongelement kan upptill ca 15% viktminskning göras med bibehållen ljudisolering jämfört med massiva konstruktioner. Detta gäller för utpräglade hålelement samt, för låga ljudfrekvenser, även TT-element med höga balkar.

En från ljudsynpunkt stor fördel med betongelementstommar är möjligheterna att åstadkomma hög ljudisolering vid elastiska stomfogar. I en elementstomme är det betydligt enklare än i en platsbyggd stomme att lägga ett stomavsnitt (t.ex ett bjälklag) i sin helhet på elastiska upplag. Detta hindrar stomljudstransport (eller flanktransmission) till eller från den frilagda ytan och medger att man förlägger dit extremt störcänsliga resp. störande verksamheter.

Nödvändig armering mot fortskridande ras måste anordnas så att stum kontakt mellan byggnadsdelarna inte uppstår.

Skillnaderna mellan element- och platsgjutna konstruktioner kan sammanfattas i följande:

- En liten ljudisoleringsänkning p.g.a lägre effektiva förluster
- + Höjd ljudisolerings genom förstävningar
- + Möjligheter till effektiva stomfogar

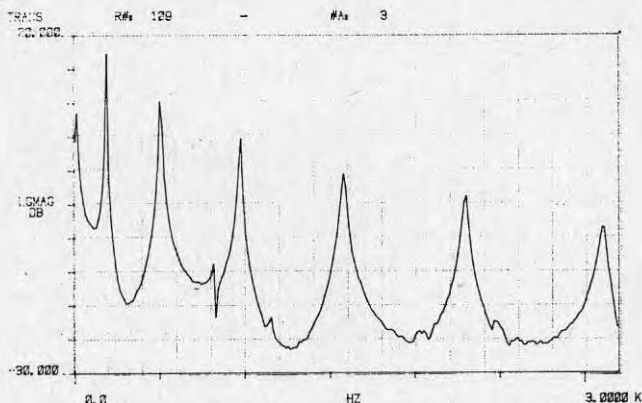


### 3 BASDATA FÖR BETONGELEMENT

#### 3.1 Materialegenskaper

Elasticitetsmodul och förlustfaktor har mätts på fritt svängande betongprismor (upphängda i långa trådar) - betongkvalitet K 600 - med måtten  $5 \times 12 \times 100 \text{ cm}^3$ .

Resonansfrekvenser och resonansstoppbredder har registrerats. Exempel på sådan registrering visas i figur 3 nedan.



Figur 3. Resonanser hos fritt upphängt betongprisma

Ur dessa har materialegenskaperna beräknats till följande värden:

Dynamisk E-modul	$3.2 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$
Volymvikt	$2500 \text{ kg/m}^3$
Förlustfaktor	0,005 (0,5%)

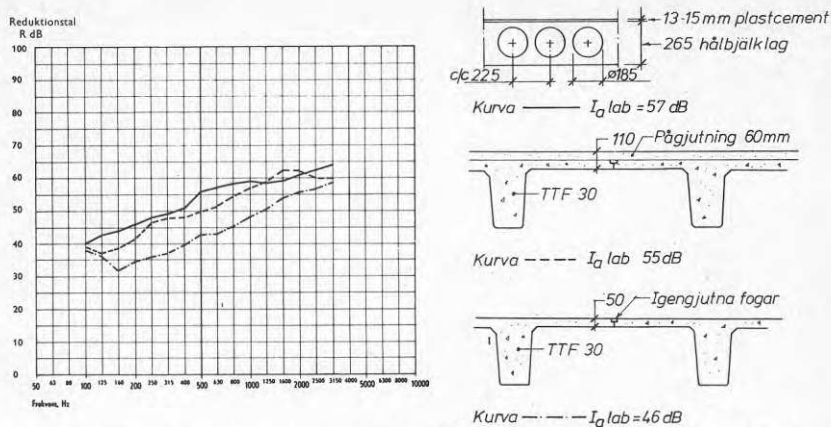
Värdet på volymvikt  $2500 \text{ kg/m}^3$  är något högt, dock inom normala variationsgränser. För de flesta beräkningar kan volymvikten  $2400 \text{ kg/m}^3$  användas.

#### 3.2 Reduktionstal i laboratorium

Reduktionstalsmätningar har gjorts på följande elementtyper: Hålelement HDF 26,5 (Rockwools ljudlaboratorium, Skövde 1968).

TT-element TTF 30 utan pågjutning och TTF 30 med 6 cm pågjutning (Statens Provningsanstalt, Borås 1981)

Dessa visas i figur 4 nedan.



Figur 4. Laboratoriemätta reduktionstal för bjälklag.

I samtliga fall har provplattorna fogats med betongbruk till mättrummens provrum och resulterande förlustfaktor har uppmätts till ca 2% vilket motsvarar medelgymsamt fall i byggnad (se avsnitt 1).

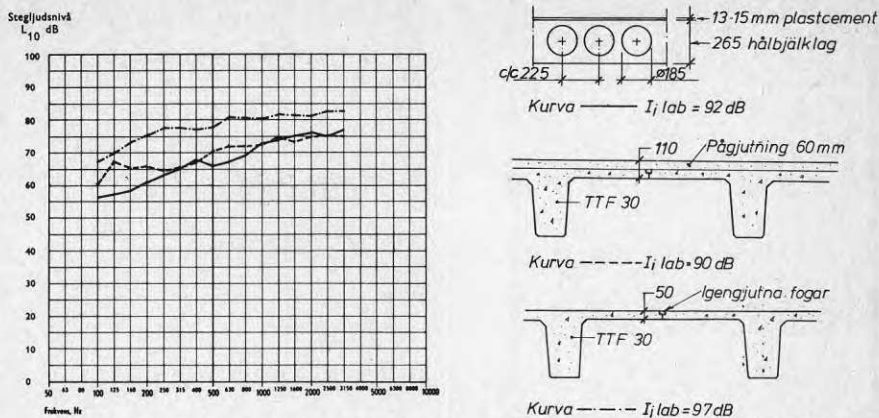
Eftersom provplattorna har begränsad yta (ca  $10 \text{ m}^2$ ) kan man förvänta vissa avvikelser från värden för en stor yta. Speciellt gäller detta TTF bjälklaget utan pågjutning där något sämre värden än kurvan anger bör förväntas i frekvensområdet 200–500 Hz.

Beträffande förväntad ljudisolering i fält hänvisas till tabell sid 17.

### 3.3 Stegljudsnivå i laboratorium

På objekten enligt ovan utfördes även mätningar av stegljudsnivån som visas på fig. 5 nedan. Se vidare kommentarer ovan.

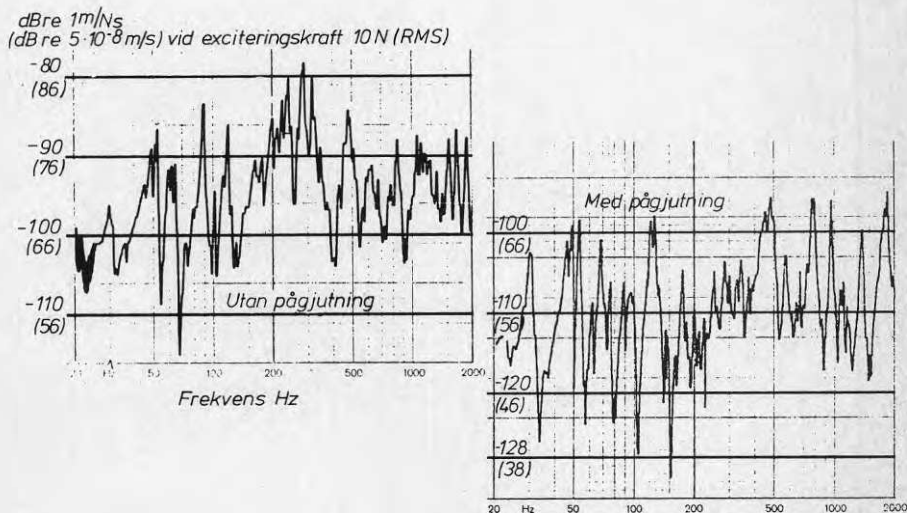




Figur 5. Laborariemätta stegljudsnivåer för bjälklag.

### 3.4 Punktmobilitet/-admittans

I fig. 6 nedan visas uppmätt punktheadmittans för TTF 30-element med och utan 6 cm pågjutning. Mätobjekten är desamma som beskrivits ovan och mätpunkten ligger mitt mellan kassettbalkar. Dels anges mobiliteten i dB rel  $1 \text{ m/Ns}$ , dels (inom parentes) hastighetsnivå i dB rel  $5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$  vid exciteringskraft 10 N (RMS), inom frekvensområdet 20–2000 Hz.



Figur 6. Punktmobilitet hos TTF 30-bjälklag med och utan 6 cm pågjutning.



## 4 OBJEKT - LJUDKRAV - STOMSTANDARD

För olika byggnadsobjekt gäller olika typiska ljudkrav. De krav som normalt berör stomsystemet är kraven på luft- och stegljudsisolering. För flertalet objekt anges ljudkrav i följande skrifter:

- \* Svensk Byggnorm (bostäder, hotell, skolor, vårdbyggnader)
- \* SPRI-råd 5.24 (vårdbyggnader, mera detaljerat)
- \* KBS Krav och råd (förvaltningsbyggnader m.m)

Ibland är det krav på max tillåten bullernivå (störning) som jämte bulleralstringen hos en storkälla bestämmer ljudisoleringskraven - som då kan bli olika för samma objekt och rumsbenämningar.

Oftast anses emellertid objekt och rumsfunktion ge tillräckliga förutsättningar för att bestämma ljudisoleringskraven, ex. mellan vådrum i sjukhus, mellan normala kontorsrum etc. Varje typ av objekt har sitt "dimensionerande ljudisoleringskrav" och följaktligen krav på stomstandard, dvs det ljudisoleringskrav som måste kunna uppfyllas (utan speciella undertak etc) på godtycklig plats i byggnaden. Högre ljudisoleringskrav än stomstandard kan förutsättas förekomma endast i undantagsfall och kan då tillåtas innebära specialåtgärder såsom stomfogar, flytande golv, undertak etc.

Nedan anges lämplig stomstandard samt några kommentarer betr. ljudfrågor för några aktuella typer av objekt.

Objekt	Stomstandard		Kommentarer Speciella ljudkrav/problem etc som kan innebära åtg. i stommen
	Luftljuds- isolering I <sub>a</sub> dB	Stegljuds- nivå I <sub>i</sub> dB	
Flerfamiljshus	52/53 <sup>x</sup>	63	Stegljud från trapphus/loftgång
Radhus	55/-	63	Flanktransmission i yttervägg/grundkonstruktion
Hotell	52/53	63	Högt krav på ljudisolering mot festsalar etc.
Vårdbyggnad, sjukhus	52/53	63	Speciella ljudkrav på hörselundersökningsrum. Speciella störkällor (ex. Ortopedverkstad) kan förekomma. Ofta speciella krav på aggregatrumskonstruktioner.
Skolor	48/51	68	Hörsalar, slöjdsalar, musiksalor, verkstäder, studios etc kan kräva speciella stomåtgärder.
Förvaltnings- byggnader, kontor etc	44/44	68	Bl.a följande rumstyper kräver speciella studier: Hörsalar, sessionssalar, motionssalar etc. Celler, skjutbana i polishus. Rum med extrema sekretesskrav.
Industribyggnad	-	-	Ljudisoleringskrav till omgivning. Avskiljning mellan kontorsdel och verkstadsdel.
Industrihotell Hantverkshus	-	-	Maximal "kontrast" mellan bullrighet och störkänslighet hos olika verksamheter måste definieras. Höga krav kan ställas på stomstandard.

<sup>x</sup> Gäller i horisontal/vertikalled.

## 5 ELEMENTTYPER - LJUDISOLERINGSEGENSKAPER

I det följande presenteras en översikt över de mest aktuella betongelementens akustiska egenskaper. De värden som redovisas gäller för relativt ogynnsamma men ofta förekommande förhållanden och närmare studier av anslutningar, dimensioner, etc (se avsnitt 1) kan ofta leda till gynnsammare värden. Dock kan även sämre värden förekomma till följd av ogynnsamma flankkonstruktioner, extremt ogynnsamma anslutnings- eller ytförhållanden.

De värden som visas i tabell sidan 24 för bjälklag är tänkta som hjälpmedel vid val av stomme till ett visst objekt. Med riktigt utförda elementskarvar och anslutningar enl. 5.1 och 5.2 nedan kan angivna värden betraktas som säkra fältvärden.

### 5.1 Ytterväggelement

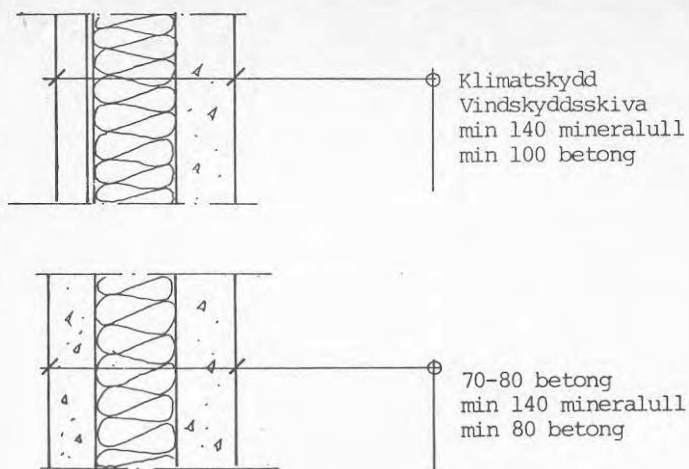
De egenskaper som närmast är aktuella ur ljudsynpunkt är följande:

- \* Ljudisolering - ytterskal
- \* Flanktransmission förbi innervägg eller bjälklag

### 5.11 Ljudisolering - ytterskal

Oftast måste såväl krav som konstruktioners prestanda i detta avseende studeras särskilt. Kraven kan gälla både inifrån - ut (ex. hall med bullrande industri) och utifrån - in (ex. mot trafikbuller).

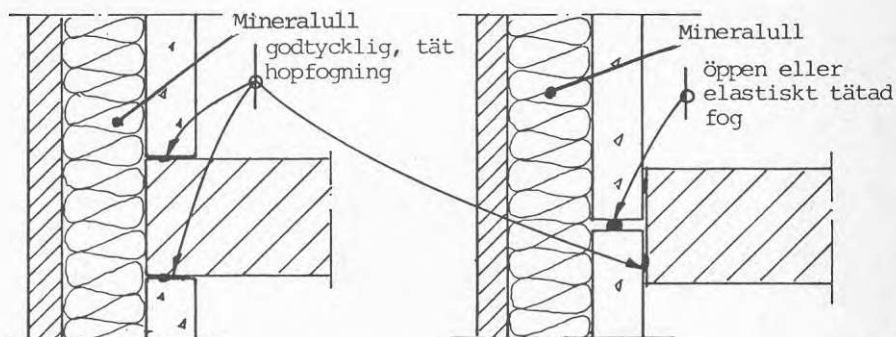
Allmänt kan sägas att ytterskalskonstruktioner med betong har så hög ljudisolering att andra ingående delar - dörrar, portar, fönster etc bestämmer resultatet. Normal ytterväggs-konstruktion enligt fig. 7 nedan ger reduktion av trafikbuller eller tämligen lågfrekvent industribuller om ca 50 dB(A), vilket för de flesta sammanhang är tillräckligt.



Figur 7. Ytterväggskonstruktion med ca 50 dB(A) ljudreduktion.

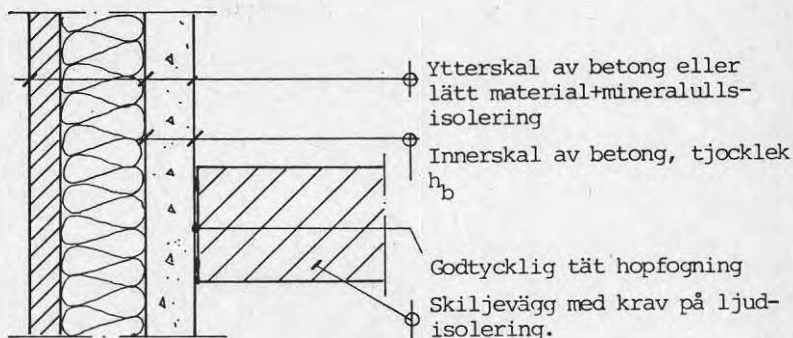
### 5.12 Flanktransmission

När det inre betongskiktet bryts av betongvägg eller betongbjälklag behöver flanktransmission i ytterväggen inte särskilt beaktas. Det samma gäller vägganslutning mot elastisk elementfog. Figur 8 nedan visar sådana anslutningar där inga krav ställes till minimitjocklek hos det inre betongskiktet.



Figur 8. Ytterväggsanslutningar med goda flanktransmissionsegenskaper.

För obrutet innerskikt genomgående förbi skiljeväggen (se fig. 9 nedan) måste inre betongskiktet ha en viss minimi-tjocklek beroende på ljudisoleringskravet på skiljeväggen.



Figur 9. Anslutning mot obruten yttervägg.

Om ytterväggens synliga area mot rummet är av samma storleksordning som skiljeväggens fordras följande tjocklek hos innerskalet.

Krav på skiljeväggen	Erforderlig tjocklek $h_b$
$I_a = 44$ dB	60 mm
$I_a = 48$ dB	90 mm
$I_a = 52$ dB	120 mm
$I_a = 55$ dB	160 mm

OBS. Visa typer av lätta ytterväggar samt sandwichelement med cellplast kräver speciella åtgärder mot flanktransmission.

## 5.2 Innerväggelement

Nedan anges sambandet mellan tjockleken hos massiva planparallella betongelement och förväntad ljudisoleringskrav, förutsatt riktigt utförda elementskarvar och anslutningar.

Tjocklek	Ljudisoleringskrav
100 mm	$I_a = 44$ dB
120 mm	$I_a = 48$ dB
160 mm	$I_a = 52$ dB
200 mm	$I_a = 55$ dB



### 5.3 Bjälklagselement

I tabellen sid 24 sammanställs de viktigaste ljudtekniska egenskaperna för ett antal aktuella bjälklagselementtyper. Nedan kommenteras de egenskaper som redovisas:

- \* "Ljudisoleringsklass" anger elementens luft- och stegljudsisoleringsegenskaper för jämförelse med objektkraven på stomstandard, sid 17 .

Under "luftljudsisolering" anges (över snedstreck) elementens flanktransmissionsegenskaper, dvs den ljudisolering som kan uppnås i horisontalled med en vägg uppbyggd mellan aktuella bejälklag. Väggen skall i sig ha ljudisolering som med marginal uppfyller respektive krav. Vidare anges (under snedstreck) den ljudisolering som ett bjälklag av elementen uppfyller i fält, utan inverkan av eventuellt undertak.

Under "stegljudsnivå" anges den stegljudsnivå som erhålles i ett rum rakt under sändarrum där golvet är försett med golvgeläggning av typ tunn hård plastmatta (stegljudsförbättring  $\Delta I_i$  ca 5 dB).

Med mjukare golvbeläggningar kan lägre stegljudsnivå erhållas exempelvis enligt följande:

Linoleum på korkpapp, klistrad 10 á 15 dB lägre

Plastmatta med PVC-skum (ca 4 mm) 15 á 20 dB lägre

Bjälklag med värde  $I_i = 83$  dB enligt tabellen fordrar

således relativt bra typ av plastskummatta för att uppfylla stegljudskravet  $I_i = 63$  dB.

- \* "Grundresonans" är den lägsta frekvens vid vilken bjälklagen lätt sätts i svängning. Uppgiften är närmast avsedd för jämförelse mellan de olika bjälklagen och har beräknats utifrån löst upplag på styva balkar eller skivor. Både något högre och något lägre värden kan erhållas i praktiken beroende på inspänning av elementen resp. att upplag (balkar) är elastiska. Vidare innebär nyttolast på bjälklagen sänkning av resonansfrekvensen.



Oftast gäller att ju lägre grundresonans en stomkonstruktion har desto större är risken att stommen kan sättas i förnimbara svängningar.

Grundresonansen är endast en av en lång serie resonanser i en konstruktion vilka var för sig kan ställa till problem vid ex. maskinuppställning e.d.

Vid beräkning av vibrationsisolering är viktigt att ta hänsyn till samtliga "svaga" frekvenser och tillse att överförd vibrationskraft till bjälklagen och bjälklagens punktmobilitet inte leder till oacceptabla vibrationer eller stomljud (se fig. 6). De flesta maskiner kräver någon form av fjäderuppställning och ofta måste även bjälklagen förstärkas med ökad styvhet (påggjutning) eller lokal massökning ("spärrmassor").

Element	Tjocklek	Typisk spännvidd	Ljudisoleringsklass		Grundresonans
			Luftljudsisolering I <sub>a</sub> , dB	Stegljudsnivå I <sub>i</sub> , dB	
Massiv el. filigran	Total 18 cm	5 m	52/53	78	12 Hz
Hålelement	Total min x				
Typ					
HD 18,5	19 cm	5 m	52/53	83-78	15 Hz
HDF 18,5	19 cm	7.5 m	52/53	83-78	7 Hz
HDF 26,5	27 cm	6 m	52/53	83-78	16 Hz
HDF 26,5	27 cm	9 m	52/53	83-78	7 Hz
HDF 26,5	27 cm	12 m	52/53	83-78	4 Hz
TT-element	Tryckplatta min. x				
Typ					
TTF 30	6 cm	10 m	44/44	93-88	5 Hz
TTF 30	11 cm	10 m	52/53	83	5 Hz
TTF 40	11 cm	13 m	52/53	83	4 Hz
TTF 50	11 cm	16 m	52/53	83	4 Hz
TTF 60	11 cm	19 m	52/53	83	3 Hz
TTF 40	15 cm	13 m	55/55	78	4 Hz
TTK-element	Tryckplatta min. x				
Typ					
TKF 30	11 cm	10 m	52/53	83	7 Hz
TKF 50	11 cm	16 m	52/53	83	4 Hz
Takelement	Tryckplatta min. x				
Typ					
TT-tak 240/40	4 cm	13 m	40/40xx	-	4 Hz
TT-tak 240/50	4 cm	19 m	40/40xx	-	2 Hz
TT-tak 240/70	6,5 cm	24 m	44/44xx	-	2 Hz
TTD	2 cm	7 m	40/35xx	-	10 Hz

x Vid förspända konstruktioner blir medeltjockleken större.

xx Värmeisolering ger ett visst tillskott till ljudisoleringen, dock främst högfrekvent.

## 6 BEGREPPSFÖRKLARINGAR

Nedan ges förklaringar till några begrepp etc som inte givits i texten, eftersom begreppen kan förutsättas kända för många läsare.

### 6.1 Frekvens

"Tonhöjd" i antal svängningar per sekund eller Herz (Hz). Som exempel kan nämnas: Brum från en stor transformator 100 Hz, kopplingstonen i telefon 400 Hz.

### 6.2 Ljudstyrka, decibel

Ljudstyrka anges på en logaritmisk skala som ljudtrycksnivå i decibel, dB. Fördubblad ljudeffekt betyder ökning med 3 dB hos ljudtrycksnivån medan subjektiv fördubbling av ljudstyrka fordrar ca 8 dB höjning av nivån.

### 6.3 Ljudnivå, dB(A)

För att kunna jämföra ljud med olika karaktär måste i första hand hänsyn tagas till om ljuden har olika frekvens. För att grovt efterlikna örats egenskaper används ofta frekvensvägningen "A" som på ett visst sätt undertrycker effekten i djupa toner och framhäver höga. Ljudtrycksnivå vägd med ett sådant filter kallas ljudnivå i dB(A).

### 6.4 Ljudisolering

Används ofta i betydelsen luftljudsisolering men är egentligen samlingsnamn för luft- och stegljudsisolering.

### 6.5 Luftljudsisolering

Ett mått på i vilken utsträckning luftljud (t.ex ljud från en högtalare) förhindras att fortplantas mellan två rum, sändar- och mottagarrum. Luftljudsisoleringen mellan två rum

i en byggnad beror av i första hand skiljeväggens egenskaper men även av flanktransmission (se 6.10) och luftljudsstransmission via ventilationskanaler etc (överhörning) eller ofrivilligt läckage.

Luftljudsisolering anges som en tabell eller kurva för isoleringen vid olika frekvenser eller som ett index,  $I_a$ -värde som i likhet med dB(A) betonar höga och låga frekvenser olika.

#### 6.6 Stegljudsisolering

Ett mått på hur mycket stötar och slag mot golv i ett sändarrum hörs i närliggande mottagarrum. Den beror mest av bjälklagskonstruktionen inklusive golvbeläggning, i vissa fall av flanktransmission (se 6.11) men inte av läckage. Stegljudsisoleringen anges som nivå (vid slag från en standardmaskin) antingen som kurva eller tabell vid olika frekvenser eller som ett index  $I_i$ -värde. Ju bättre stegljudsisolering desto lägre stegljudsnivå eller  $I_i$ -värde.

#### 6.7 Rumsakustik - efterklangstid

Rumsakustik är ett samlingsbegrepp över hur "bra ljud låter" i ett rum. Önskemålen kan vara högst olika beroende på rummets funktion. En mängd mätbara och icke mätbara kriterier finns för rumsakustik varav efterklangstiden är den vanligaste och viktigaste.

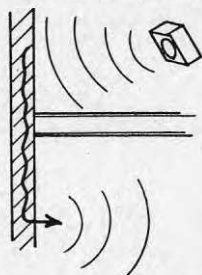
#### 6.8 Ljudabsorption - ljudabsorptionsfakfkor

Ljudabsorption består oftast i att ljudenergi förvandlas till värme genom friktion mellan vibrerande luftpartiklar och stillastående materialfibrer. Ljudabsorptionsfaktorn hos en yta anger förhållandet mellan absorberad ljudenergi och totala ljudenergin i en ljudväg som träffar ytan.

### 6.9 Reduktionstal

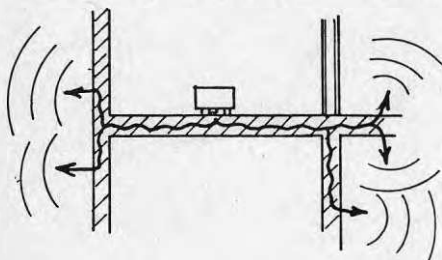
Luftljudsisolering mellan två rum exklusive inverkan av flanktransmission, läckage etc och således beroende enbart av skiljekonstruktionen och dess anslutningar till omgivningen (se 1.2). Mäts i laboratorium mellan speciella mättrum.

### 6.10 Flanktransmission, luftljud



Luftljud som letar sig förbi skiljekonstruktionen via vibrationer i flankerande konstruktion.

### 6.11 Flanktransmission, stegljud



Stegljud som exempelvis fortplantas till andra mottagarrum än underliggande. Några exempel i figuren intill.

### 6.12 Grundresonans

Lägsta resonansfrekvensen för en balk eller skiva, beroende av konstruktionens styvhet, spännvidd, vikt, ev. belastning (nyttolast) samt inspänningsförhållandena mot angränsande konstruktioner.

### 6.13 Stegljudsförbättring

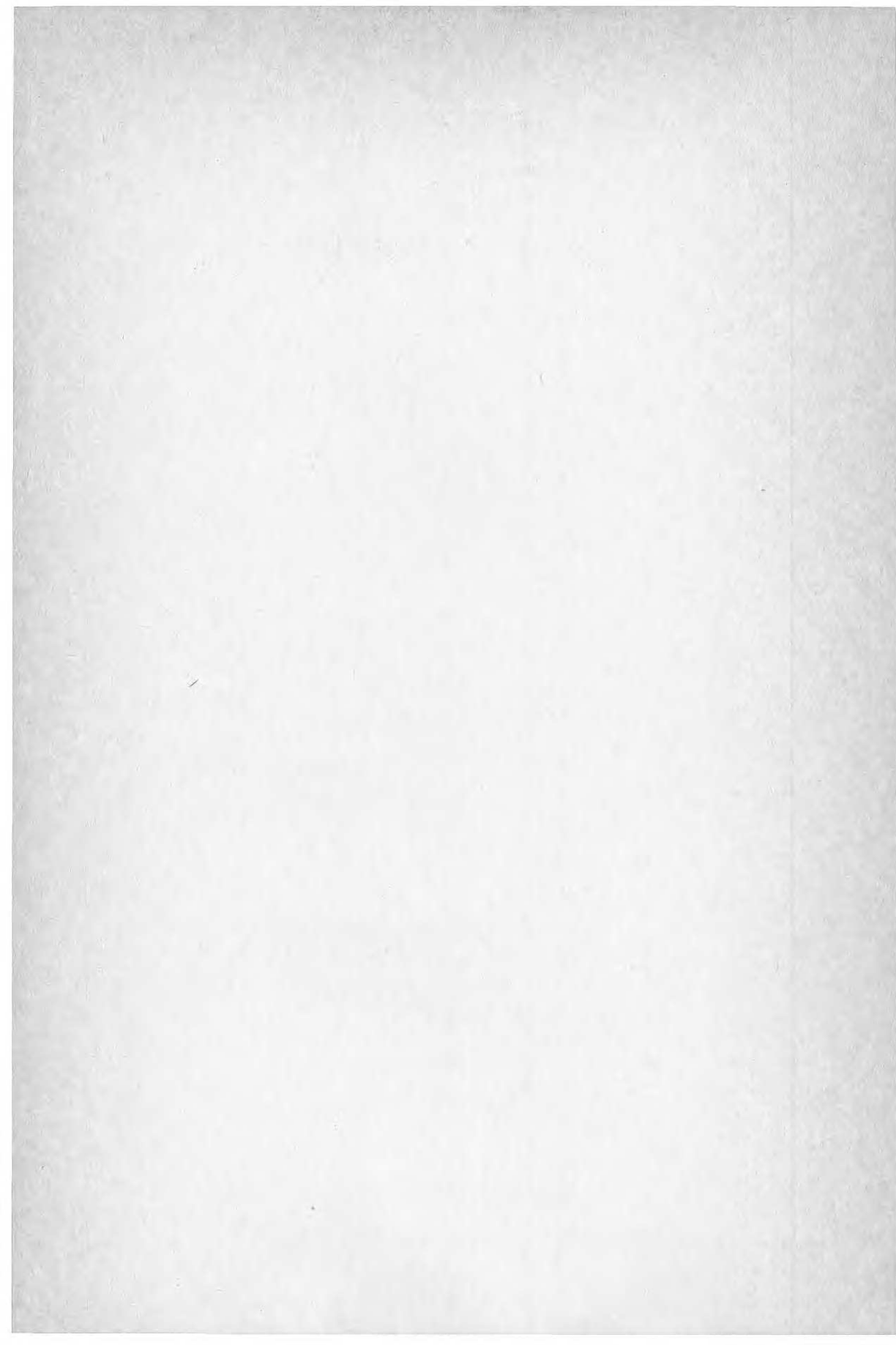
Den sänkning av stegljudsnivå som erhålles med en mera eller mindre mjuk golvbeläggning.  $\Delta I_i$  anger sänkningen hos  $I_i$ -värdet när en matta läggs på hårt betongbjälklag.

### 6.14 Stomljud

Ljud som i form av vibrationer utbreder sig i fasta material, t.ex en byggnadsstomme.

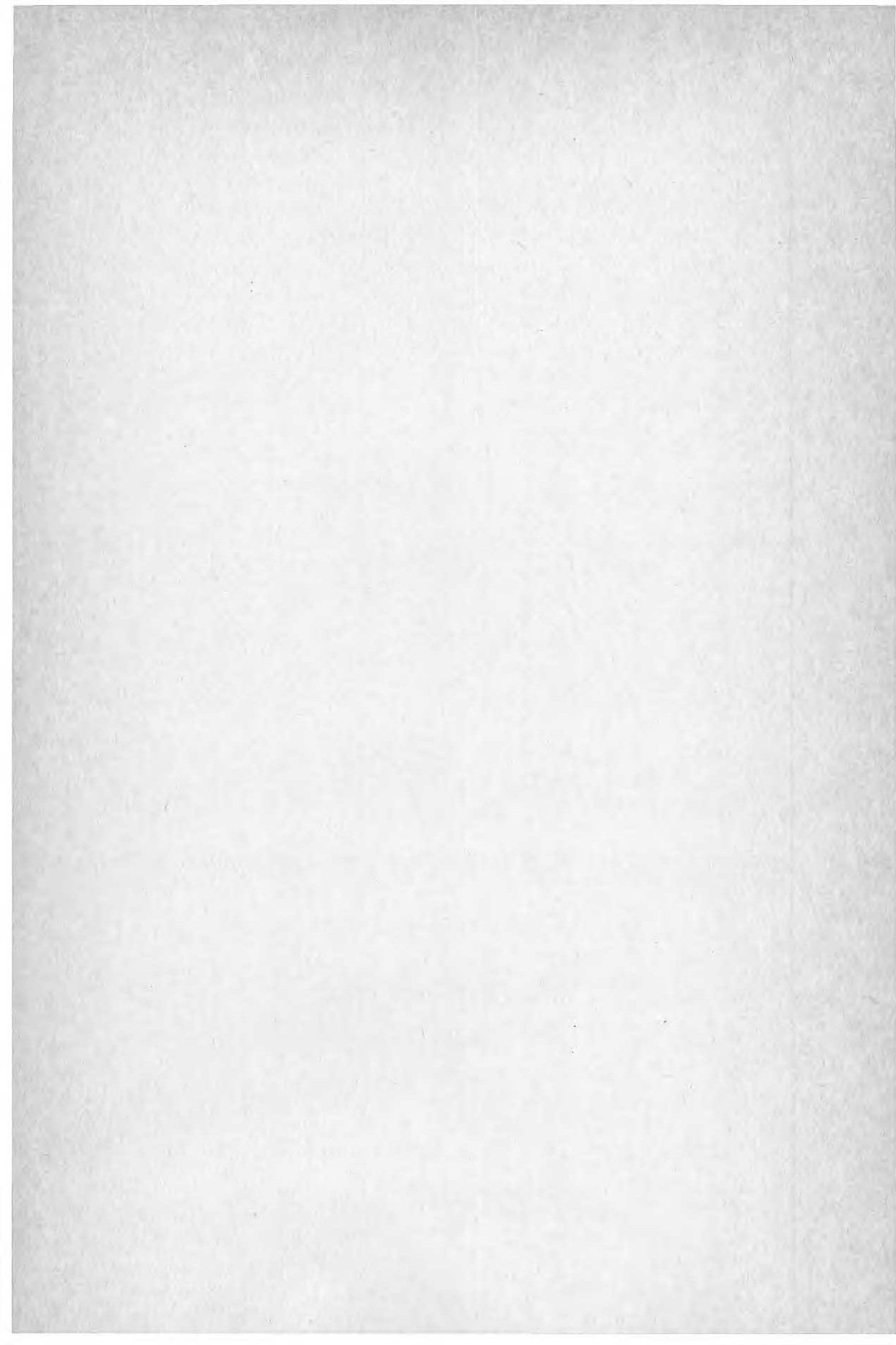
### 6.15 Mobilitet - punktadmittans

Förhållandet mellan svängningshastigheten i en punkt på exempelvis ett bjälklag och den växelkraft som åstadkommer svängningen och angriper i samma punkt.











**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
810042-8 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Betongelementföreningen.**

**R16:1983**

**ISBN 91-540-3880-4**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr 6700716**

**Abonnemangsgrupp:  
Z. Konstruktioner och material**

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

**Cirka pris: 20 kr exkl moms**