



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.



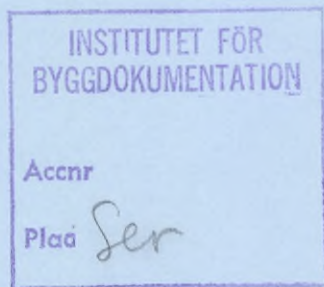
Rapport

R31:1987

# Tunna innerväggar

Bernt Johansson  
Gunnar Öhrström

R  
AMA



Byggforskningsrådet

R31:1987

TUNNA INNERVÄGGAR

Bernt Johansson  
Gunnar Öhrström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 821570-8  
från Statens råd för byggnadsforskning till Ergo Research  
& Development Handelsbolag / Bloms Ingenjörbyrå AB,  
Stockholm.

## REFERAT

Rapporten redovisar en studie av förutsättningar för användning av tunna innerväggar i bostäder och kontor. Ekonomiskt sett är värdet av en minskning av vägg tjockleken med en mm minst en krona per kvadratmeter vägg.

Funktionskrav på innerväggar avseende styrka, styvhet, ljudisolering m m har utretts. Provningsmetoder för innerväggar och tillhörande preliminära krav på resultat redovisas.

En ny vägg bestående av gipsskivor med kärna av spånskiva och total tjocklek 43 mm har studerats och befunnits uppfylla kraven lika bra eller bättre än en gipsregelvägg med 45 mm träreglar. Den nya väggen blir något dyrare men är ändå lönsam med hänsyn till ytbesparingen.

Resultaten är i huvudsak teoretiskt beräknade och de bör kontrolleras genom provning.

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

R31:1987

ISBN 91-540-4704-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1987

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	5
2	EKONOMISKA ÖVERVÄGANDEN	6
3	BESKRIVNING AV NÅGRA VÄGGTYPER	11
4	FUNKTIONSKRAV PÅ INNERVÄGGAR	22
4.1	STYRKA OCH STYVHET	22
4.2	LJUDISOLERING	31
4.3	ÖVRIGA FUNKTIONSKRAV	32
5	NY VÄGGTYP	34
6	SAMMANFATTNING	43
	LITTERATURFÖRTECKNING	45

## FÖRORD

Föreliggande skrift utgör slutrapport avseende BFR projekt nr 821570-8. Utredningsarbetet har bedrivits vid Bloms Ingenjörbyrå AB och Gunnar Öhrström Arkitektkontor AB. Från dessa företag har, utöver undertecknade, civ ing Bror Olsson och ing Ulf Zätterlund medverkat i arbetet.

Stockholm i september 1985

Bernt Johansson

Gunnar Öhrström

## 1 INLEDNING

Med en innervägg avses här en vägg inuti en byggnad dvs väggen utgör inte klimatgräns. Med icke bärande vägg förstås att väggen inte bär vertikal last. Den kan dock utsättas för mindre horisontala laster.

En icke bärande innervägg skall i första hand fylla en rumsbildande funktion. Väggen kan också behöva vara avskiljande ur ljudsynpunkt samt utgöra visst motstånd mot brandspridning. Den skall dessutom ha för funktionen erforderlig styrka och styvhet.

Önskemålet är ofta att med rimliga krav i ovan angivna hänseenden utföra en så tunn vägg som möjligt. Detta kan vara betingat av utrymmesskäl, speciellt vid ombyggnad. Även vid nybyggnad är det önskvärt med tunna innerväggar med hänsyn till totalekonomin, då tunna väggar ger mer fri golvyta inom givet totalt utrymme. Den yta som sparas har ett värde som skall ställas i relation till kostnaden för väggen.

Föreliggande utredning ger dels en inventering av olika typer tunna väggar som förekommer på marknaden, dels förslag till nya utföranden. Funktionskrav för innerväggar diskuteras och ett förslag till minimikrav formuleras.

Prefabricerade tunna väggar med ytskikt av tunnplåt finns sedan länge på marknaden. De används främst på fartyg och inom industribyggnader. De används praktiskt taget aldrig i bostäder men någon gång i kontor. Främsta hindret utgörs av kostnaderna men i vissa fall även av kvaliteten.

Den tunnaste innervägg som brukar användas i normalt husbygge vid måttliga vägghöjder och där inga eller små krav på ljudisolering föreligger är uppbyggd med stomme av 45 mm trä- eller stålreglar och en 13 mm gipsskiva (egentligen 12,5 mm) på vardera sidan. Totala tjockleken för denna vägg alltså 70 mm.

Ännu tunnare platsbyggda väggar förekommer inte på den svenska marknaden i någon större omfattning. En orsak härtill kan vara svårigheten att med god ekonomi göra en tunn vägg med tillräcklig styvhet. En annan hämsko är önskemålet om infällda elektriska installationer.

Ändamålsenliga lösningar med utanpåliggande elinstallationer finns på marknaden. Kostnadsmässigt är de inte konkurrenskraftiga för närvarande. Detta kan antagligen ändras med ökad användning. Härigenom skapas incitament till produktutveckling och konkurrens. Bortsett från kostnaderna har ett utanpåliggande system tekniska fördelar som mindre risk för oavsiktliga skador och åtkomlighet vid ändringar.

Med de stora framsteg som gjorts på förbandssidan - speciellt med limningsteknik - bör förutsättningar finnas att göra betydligt tunnare väggar än de hitills vanliga. Limning på byggplatsen har tidigare varit problematisk ur kvalitetssynpunkt och är fortfarande inte accepterad i kraftöverförande förband. De nu tillgängliga fogfyllande limmerna är mera fältmässiga och de kan utan svårighet godtas för användning till innerväggar. Härigenom möjliggörs tunna väggar som uppfyller rimliga krav på styvhet och styrka samt förhoppningsvis även ekonomi.

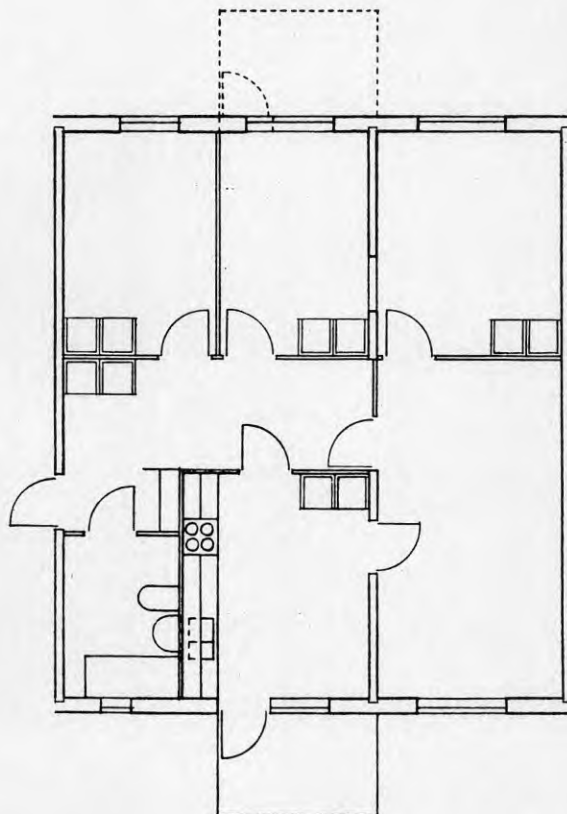
## 2 EKONOMISKA ÖVERVÄGANDEN

I definitionen av primär bruksarea enligt SS O21050 medräknas den area som upptas av innerväggar. Den primära bruksarean ligger till grund för hyran för såväl bostäder som kontor. Innebörden härav är att fastighetsägaren får samma hyra oavsett hur stor area innerväggarna upptar. ( I fortsättning frångås standarden och area benämns yta) Ur konsumentens synvinkel är en yta som upptas av innerväggarna utan värde, eftersom ytan inte kan användas.

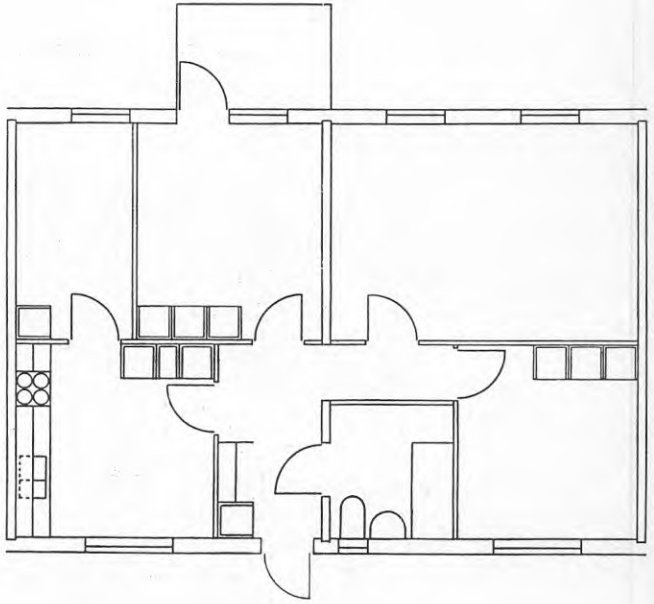
### Flerbostadshus

I en lägenhet om 81 m<sup>2</sup>, ingående i bostadsstyrelsens pågående arbete beträffande mönsterplaner, se figur 1, upptas vid 100 mm väggjocklek ca 3,1 m<sup>2</sup> av innerväggar. Om väggjockleken kan minskas med såg 60 mm tillförs lägenheten 1,86 m<sup>2</sup> användbar yta. Alternativt kan lägenheten minskas med samma yta, vilken utgör 2,3 % av den totala ytan. Med en antagen marginalkostnad för ytan om lågt räknat 2000 kr/m<sup>2</sup>, är minskningen av väggjockleken således värd 3 729 kr. Om vägghöjden är 2,5 m blir väggytan 77,5 m<sup>2</sup>. Besparingen motsvarar alltså ca 50 kr/m<sup>2</sup> väggyta.





Figur 1 Plan av lägenhet i flerbostadshus från pågående  
arbete vid bostadsstyrelsen



Figur 2 Plan av småhus från pågående arbete vid bostadsstyrelsen.

En minskning av ytan leder också till en minskning av driftkostnaden. Om vi som räkneexempel antar 25 l olja per m<sup>2</sup> och år och ett oljepris 2500 kr/m<sup>3</sup> blir besparingen 112 kr/år. Om detta belopp kapitaliseras efter 12,5 % ränta erhålls 930 kr eller 12 kr/m<sup>2</sup> väggyta.

Förutsättningarna för beräkningen kan diskuteras, vilket vi dock avstår från och konstaterar att värdet av minskad vägg tjocklek ligger i storleksordning 1 kr/m<sup>2</sup> och mm minskning eller mer.

#### Småhus

I ett småhusplan om 76 m<sup>2</sup> likaså ingående i bostadsstyrelsens mönsterplaner, se figur 2, upptas vid 100 mm vägg tjocklek 2,88 m<sup>2</sup> av innerväggar. Vid en minskning av vägg tjockleken med 60 mm tillförs lägenheten 1,73 m<sup>2</sup>. Liksom i föregående exempel utgör detta 2,3 % av totalytan. Vi får alltså samma effekt som ovan.

#### Kontor

I ett kontor med genomsnittlig rumsstorlek på 15 m<sup>2</sup>, rumsdjup 4,20 m samt enkelkorridorsystem, upptar 100 mm tjocka innerväggar ca 4,2 % av ytan. En minskning av vägg tjockleken med 60 mm innebär en besparing av 2,5 % eller med samma marginalkostnad som ovan 50 kr/m<sup>2</sup> golvyta. Med vägghöjd 2,8 m blir detta omräknat i innerväggsyta 44 kr/m<sup>2</sup>. Härtill kommer en besparing av energi som blir ca 6 kr/m<sup>2</sup> innervägg med samma antaganden som för bostäder.

Eftersom innerväggar normalt ansluts till fasadpelare, måste kontorshus förses med ett stort antal fasadpelare för att medge varierande rumsstorlekar och en flexibel interiör. Fasadpelare i så stort antal är inte nödvändiga ur hållfasthetssynpunkt.

Den ofta tillämpade modulen 1,2 m medför att ett enpersonsrum får bredden 2,3 m och ett rum med konferensmöjlighet 3,5 m. Detta innebär ca 15 respektive 17 % överyta i förhållande till minimimåtten 2,0 respektive 3,0 meter. En tunn innervägg kan anslutas till fönsterposter och sålunda medge en glesare pelardelning och en större planlösningsteknisk frihet. Rumsstorlekarna kan hårdare anpassas till de verkliga utrymmesbehoven i varje särskilt fall.

Redan en uppdelning av 1,2 m modulen med en mittpost ger enligt våra preliminära studier en möjlig ytbesparing av lägst 8 %. En mera djupgående studie av planlösningsmöjligheter ligger dock utanför denna utredning varför vi begränsar oss till att peka på möjligheterna.

Sammanfattningsvis är värdet av en minskning av väggtjockleken minst av samma storleksordning som vid bostäder dvs 1 kr/m<sup>2</sup> och mm minskning.

#### Ombyggnader

Vid ombyggnader av äldre bostadshus finns väsentliga besparingar att göra genom att bibehålla huvuddelen av de befintliga planlösningarna. Detta innebär ibland att utrymmen som står till buds för badrum, klädkammare, kök etc blir knappa och att varje centimeter kan vara betydelsefull. Utrymmesbristen kan med andra ord framtvinga dyrbara ändringar av planlösningen i förhållande till den ursprungliga.

I speciella fall kan värdet av en tunn innervägg vara mycket stort vid ombyggnader. En kvantifiering av värdet blir dock föga meningsfull.

#### Sammanfattning

Det ovanstående resonemanget visar att det ligger ett inte helt ringa värde i att minska tjockleken på innerväggar. Om minskningen kan göras utan kvalitetsförlust kan en 40 mm innervägg sett ur konsumentens synpunkt vara lönsam även om den kostar upp till ca 60 kr/m<sup>2</sup> mer än en 100 mm tjock vägg.

Det är betydelsefullt att notera ur vems synpunkt man ser saken ty sett ur fastighetsägarens synpunkt saknar en minskning av väggtjockleken värde om det är fråga om en hyreslägenhet. Detta är inte ändamålsenligt. En ändring till att basera hyrorna på nettoarea vore ur denna begränsade synpunkt önskvärd. Vid ett ägt småhus är saken enklare ty då kommer besparingen ägaren/brukaren direkt till del.

### 3 BESKRIVNING AV NÅGRA VÄGGTYPER

#### ÄLDRE INNERVÄGGAR

I äldre tid byggdes innerväggar massiva, antingen av stenmaterial eller plank.

Stenväggar murades av tegel eller senare av slagblock eller lättbetong. Ytorna slätputsades för att bilda underlag för vidare behandling. Lättbetongväggarna utvecklades till våningshöga plank först med konventionell armering och därefter med ytarmring av papper. Det sistnämnda utgör slutfasen i stenväggarnas utveckling för bostäder och kontor. De ersattes därefter av regelväggar och numera används innerväggar av sten endast i dekorativa sammanhang och i industrier där tålighet mot mekanisk åverkan ofta är ett starkt önskemål.

Plankväggar användes länge parallellt med stenväggar. I finare sammanhang försågs plankväggen med puts och rörning för att medge tapetsering. I enklare fall spikades papp på plankorna. Plankorna krympte successivt i tjocklek från 3" ned till 2" innan väggtypen slutligen försvann på 40-talet.

Utvecklingen har gått mot tunnare och tunnare väggar. De tunnaste massiva väggarna var 50 mm stående lättbetongelement eller 45 mm plank. För ytterligare materialbesparing tog utvecklingen riktning mot regelväggen. Den bestod till att börja med av 4" eller 3" regler beklädda med råspontat virke och porös träfiberskiva. Beklädnaden ersattes sedermera av spånskivor eller medelhård träfiberskiva. Nu är det dominerande materialet gipsskivor, vilket i stort sett tagit över marknaden från de träbaserade skivorna.

Övergången till regelväggar innebar ett steg tillbaka till tjockare väggar. Strävan mot tunnare väggar har dock bestått och reglarna är nu nere i 45 mm. Ur de flesta synpunkter som styvhet, styrka och ljudisolering innebär utvecklingen en prutning på kvaliteten. Ett undantag är dock ytkvaliteten som förbättrats i och med övergången till gipsskivor.

Det är berättigat att ställa frågan om vi redan har nått gränsen eller om det finns utrymme för ytterligare sänkning av kvaliteten. Subjektivt anser vi att man inte bör gå ned längre med egenskaperna. Inriktningen på vårt arbete är att söka en tunnare vägg som inte är sämre än dagens.

## REGELVÄGG MED SKIVBEKLÄDNAD

Innervägg med regelstomme och skivbeklädning är den i särklass vanligaste. Reglarna kan vara av hyvlat trä eller vanligare av kallformade tunnplåtprofiler. Skivorna är nästan alltid gips men någon gång även spånskivor. Kombination av dessa kan förekomma, t ex spånskiva innerst med utanpåliggande gipsskiva. Genom denna kombination får man en starkare vägg vad avser mekanisk åverkan och infästning. En annan variant är ytskikt av plywood som då oftast är profilerad eller spårad för att likna en träpanel.

Gipsregelväggar finns utvecklade för mycket skiftande krav vad avser styvhet, ljudisolering och brandmotstånd. De högre kravnivåerna har sin givna plats. Vårt intresse är dock främst inriktat på de volymmässigt största, enkla väggarna.

Den tunnaste väggen med stålreglar består av 45 mm regler med en 13 mm gipsskiva på vardera sidan, se figur 3. Reglarna placeras med 600 mm delning. Även ensidig beklädning kan förekomma om krav på slät väggyta endast gäller ena sidan. Utförlig beskrivning av väggen finns i /1/ varur följande uppgifter hämtats

största vägghöjd	2700 mm
ljudisolering	Ia = 30 dB tom vägg
	Ia = 35 dB mineralullsfylld vägg
brandklass	A 30

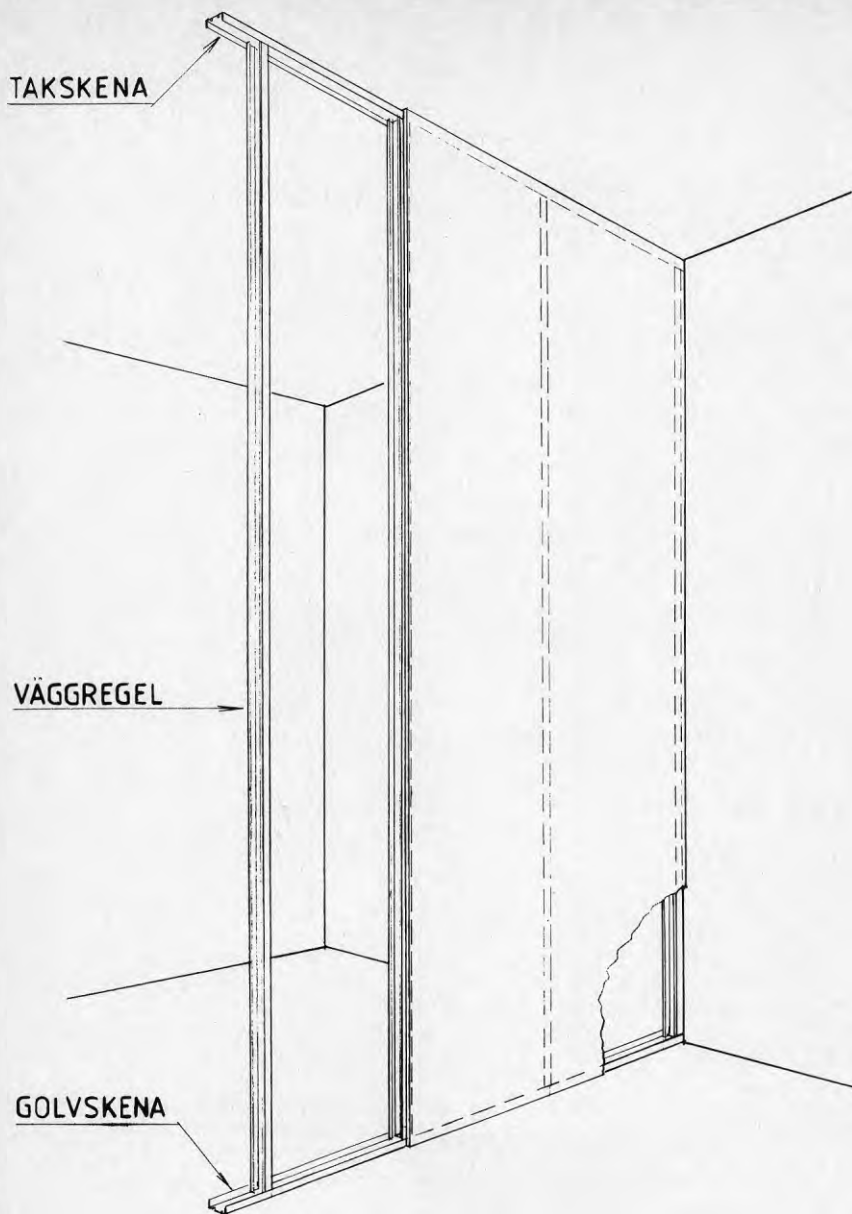
Väggens sektionkostnad är i 1984 års prisnivå

Materialkostnad, stålreglar 3,5 m per m <sup>2</sup> vägg	14 kr/m <sup>2</sup>
2 st 13 mm gipsskivor	30 "
Arbetskostnad (arbetstid 0,60 tim/m <sup>2</sup> )	96 "
Total sektionkostnad	149 "

Samma vägg förekommer även ofta med träreglar i stället för stålreglar. Träreglar ger jämfört med stålreglar något mindre väggstyvhet men i övrigt är egenskaperna i stort sett desamma enligt /1/.

största vägghöjd	2500 mm
ljudisolering	se föregående
brandklass	B30

Väggens sektionkostnad är något lägre än för motsvarande stålregelvägg eller ca 140 kr/m<sup>2</sup>.



Figur 3 Gipsregelvägg med 13 mm gipsskivor och 45 mm stålreglar.

## GYPROC INNERVÄGGSELEMENT

AB Gyproc har utvecklat ett tunnt innerväggselement. Elementet är våningshögt med kärna av specialkartong, kantställd i kvadratisk rutmönster samt 9 mm gipsskiva på varje sida, se figur 4 och 5. Elementets tjocklek har valts till 60 mm för att en infälld eldosa skall rymmas. Vikten är 15 kg/m<sup>2</sup> varför bredden har minskats från normalt skivformat till 900 mm för att elementet skall bli lätt hanterbart. Ett 2,6 m högt element väger 35 kg.

Elementet används i Danmark och har under senaste åren prövats i Sverige. Provningar har utförts såväl i Danmark /2/ och i Sverige /3/. Provningarna har avsett elementens styvhet och styrka och de diskuteras utförligare i avsnitt 4.1.

Följande data uppges från tillverkaren

största vägghöjd	2700 mm
ljudisoleringen	Ia= 30 dB.
brandklass	ej uppgiven

Kostnaden för väggen är något osäker på grund av begränsade erfarenheter. Följande uppskattning kan tjäna som vägledning

Material väggelement	45 kr/m <sup>2</sup>
reglar, klossar	10 "
Arbetskostnad 0,4 h/m <sup>2</sup>	64 "
Total sektionkostnad	118 "

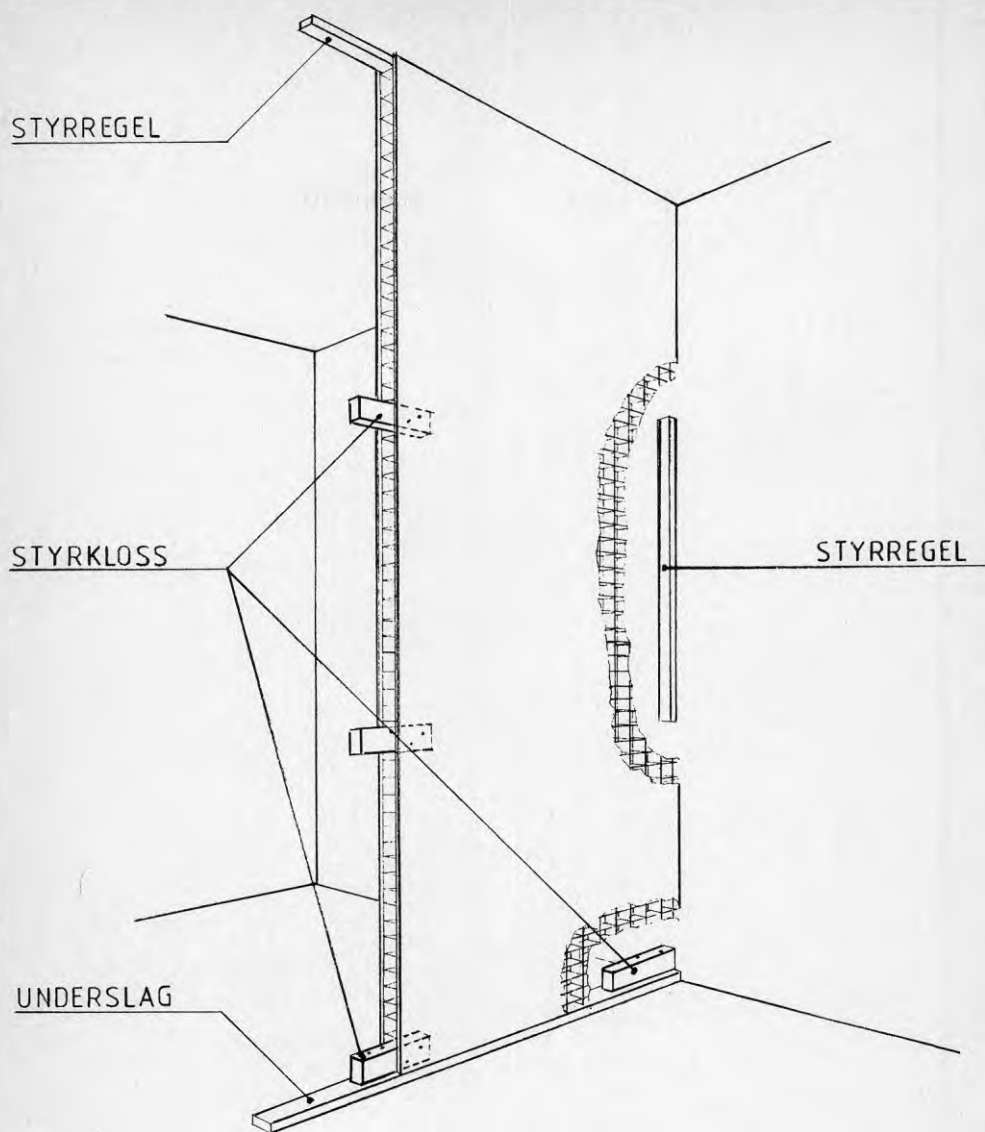
Kalkylen pekar på ett lägre pris än en platsbyggd vägg. Den första reservationen är att erfarenheterna i Sverige är små. Den andra är att elinstallationer och upphängning av tvättställ m m blir mer komplicerad. Vi vet ännu inte hur konkurrenskraftigt väggelementet är. Erfarenheterna från de byggen där det har provats uppges vara positiva.

## MASSIV GIPSSKIVEVÄGG

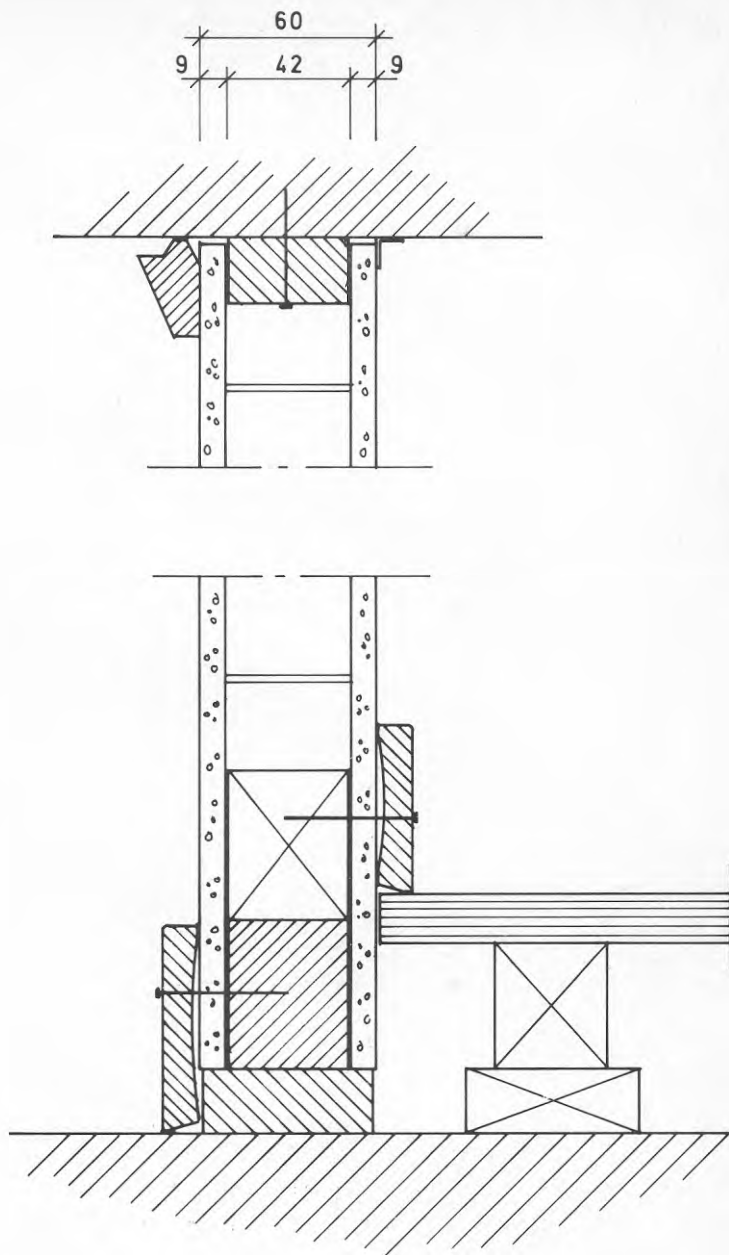
Massiva gipsskiveväggar har använts utomlands. Två likartade lösningar finns beskrivna dels av British Gypsum /5/ och av Placoplatre /6/. Väggen byggs på plats av två eller tre gipsskivor som stränglimmas till varandra. Infästning till golv, väggar och tak sker med trälistor eller plåtprofiler, se exempel i figur 6 och 7.

Genom olika kombinationer av skivor kan vägg tjockleken varieras från 50 mm och uppåt. Nedan ges några exempel på data för väggar hämtade från /5/ och /6/.





Figur 4 Gyproc innerväggsэлемент bestående av 9 mm gips-skivor förbundna med en kärna av kantställd kartong. Total tjocklek 60 mm.



Figur\_5 Anslutning till golv och tak av Gyprock innerväggs-  
element.

Uppbyggnad	Tjocklek mm	Vikt kg/m <sup>2</sup>	Största höjd mm	Ia dB	Brandmot- ståndstid min
Brittiska väggar					
13+19+13	50	44	2600	32	60 - 90
19+19+19	65	55	2800	31	120
Franska väggar					
23+23	50	37	2600	34	84
13+19+13	50	40	2800	35	60 a)
23+19+23	72	54	3200	36 a)	60 a)

a) Uppskattat värde

Tabellen återspeglar vissa skillnader som kan vara orsakade av olika praxis vid provning eller möjligen skilda materialegenskaper. Största vägghöjd är inte knuten till någon redovisad bedömningsgrund. Uppgifter om böjstyvhet uppges inte heller.

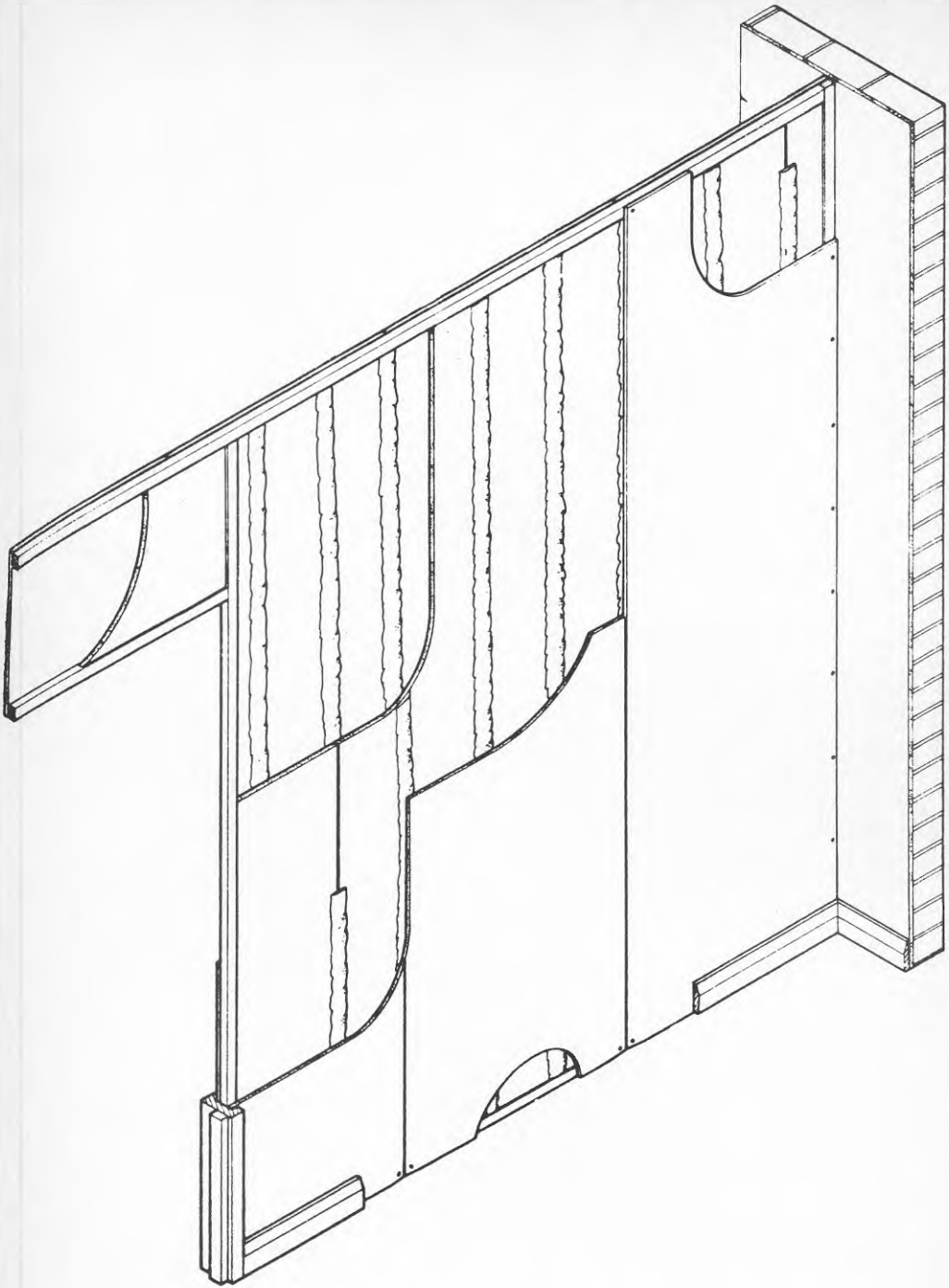
Montagetiden anges till mellan 0,35 - 0,4 tim per m<sup>2</sup> i /5/, vilket antyder ett relativt lågt pris.

Väggtypen medger inte infällda elinstallationer. Vidare kan noteras att infästningar normalt fordrar någon form av förstärkning. Oftast utförs förstärkningen genom inläggning av trä eller träskivor. Detta fordrar, liksom vid en gipsregelvägg, planering av erforderliga infästningar i förväg.

#### MONTERINGSELEMENT

För avskiljning av exempelvis kontorsenheter och personalutrymmen inom en hallbyggnad finns olika fabrikstillverkade väggenheter som ofta utförs relativt tunna. Dessa väggar används sällan i bostäder eller i rena kontorshus. De ligger därför vid sidan av denna utredning men kan ändå vara av visst intresse.

En relativt omfattande kartläggning av dessa väggar har gjorts av Byggnadsstyrelsen /7/. Sammanställningen utfördes 1967 och är väl i dag något föråldrad. Den upptar 24 tillverkare med ett stort antal olika produkter. Nedan beskrivs några exempel på väggar av typ monteringsselement.



Figur 6 Brittisk massiv gipsskivevägg bestående av två eller tre lager gipsskivor som stränglimmas till varandra. Total tjocklek från 50 mm.



## ELUXVÄGGEN

Eluxväggen tillverkas av Elektrolux i Säftele. Den är 50 mm tjock och har ytskikt av 0,8 mm lackerad stålplåt. Den kan fås med eller utan isolering i mellanrummet, se figur 8. Monteringsdetaljerna är utformade för att enkelt medge flyttning.

Väggelementet är utformat med plåten ensam bärande för sidolast utan samverkan med isoleringen.

Materialkostnaden för element med enkel plåt är 250 kr/m<sup>2</sup> och för element med dubbel plåt och mellanliggande isolering 350 kr/m<sup>2</sup>. Frakt- och montagekostnad uppgår normalt till ca 40 % av materialkostnaden.

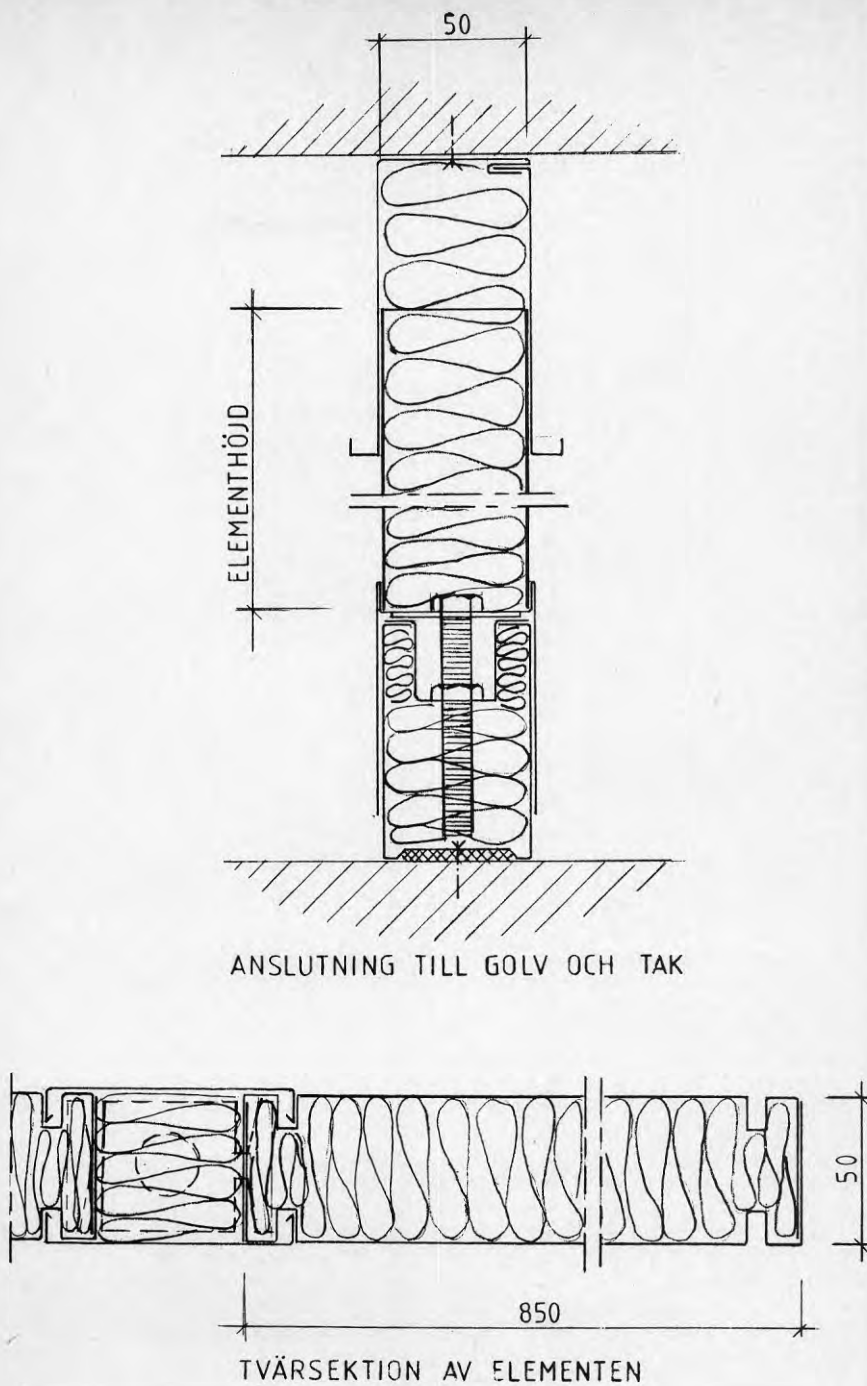
## SANDWICHELEMENT

I ett sandwichelement samverkar ytskikten med varandra vid sidolast. Samverkan åstadkoms genom en kärna av ett styvt eller halvstyvt material som tung mineralull eller cellplast. De vanligen använda plasterna är polyuretan (PUR) eller polyisocyanat (PIR). Båda har nackdelen att vara brännbara och att bidra till besvären vid brand med oönskade rökgasar.

Genom samverkan mellan ytskikt av stålplåt kan elementens styvhet hållas på tillfredställande nivå även vid mycket liten tjocklek. Det tunnaste elementet vi påträffat är 25 mm och det har sitt största användningsområde till båtutredningar.

En av de största svenska tillverkarna, Isolamin AB, har standardelement i 25 och 50 mm tjocklek med kärna av mineralull och ytskikt av 0,5 mm plastbelagd stålplåt. 50 mm tjocka element finns också med ytskikt av plastlaminat. Standardelementens bredder är 600 mm men i utförandet med plastlaminat finns även bredden 1200 mm.

Huruvida ett sådant 25 mm tjockt element har en styvhet som skulle duga för bostäder och kontor har inte undersökts. Det beror av kärnan skjuvstyvhet. Som räkneexempel kan det vara av intresse att notera om plåtskikten samverkade fullständigt så skulle elementet vara dubbelt så styvt som en gipsregelvägg med 45 mm stålreglar. Praktiskt kan en fullständig samverkan inte ordnas till rimlig kostnad men exempel belyser ändå att det finns en utvecklingspotential.



Figur 8 Eluxväggen bestående av 0,8 mm lackerad stålplåt med eller utan mineralullsfyllning. Total tjocklek 50 mm.

## 4 FUNKTIONSKRAV PÅ INNERVÄGGAR

### 4.1 STYRKA OCH STYVHET

En av väggens funktioner är att fysiskt uppdelat rummet. För att kunna karaktäriseras som vägg skall den ha någon grad av styrka och styvhet. I följande avsnitt diskuteras en kvantifiering av dessa egenskaper.

#### MYNDIGHETSKRAV

I en regelomgärdad byggbransch är det naturligt att söka efter myndighetskrav i SBN. Där finns dock inte mycket men ett krav på innerväggars styrka kan utläsas. En innervägg skall kunna bära tryckskillnaden mellan rummen som kan orsakas av vind. I anvisningstext (SBN 22:532) anges att tryckskillnaden får sättas till 0,4 gånger vindlastens grundvärde. Detta ger en last som beror av byggnadens läge och höjd med storlek 0,2 - 0,5 kN/m<sup>2</sup>. Anvisningen har tillkommit sedan en hög 1/2-stens vägg i en industrihall blåst omkull men den har inte haft någon praktisk betydelse för innerväggar i bostäder och kontor. Med rumshöjd 2,5 m klaras denna last med exempelvis en 16 mm plywoodskiva, vilket knappast skulle uppfattas som en rimligt stabil innervägg.

Angående styvhet finns i SBN 21:311 ett generellt krav på byggnadsdelars styvhet bl a innefattande att deformationer vid normal användning inte får ge upphov till obehag. Med någon hårddragning kan man hävda att det vore obehagligt att en vägg böjde ut såg 50 mm om man lutar sig mot den, vilket skulle diskvalificera plywoodskivan i föregående stycke.

Någon konkretisering av den styvhet som erfordras för undvikande av obehag finns inte specifikt för väggar annat än om väggen också har funktion som skyddsräcke. Detta är fallet om den står vid en nivåskillnad, t ex en trappa. För ett skyddsräcke gäller att det får böja ut högst 30 mm av en linjelast 0,4 kN/m. Värdet gäller normala fall utan folkträngsel och lasten anbringas då det är fråga om en vägg 1 m över golv. Även denna styvhet är enligt vår mening för låg för en vägg.

I sammanfattning kan sägas att de krav på en innervägg man kan uttolka ur SBN är modesta. Det har synbarligen inte varit normförfattarnas avsikt att detaljreglera beskaffenheten hos en innervägg. Härigenom kvarstår dock frågan var gränsen för det acceptabla går.



## EMPIRISKA DATA

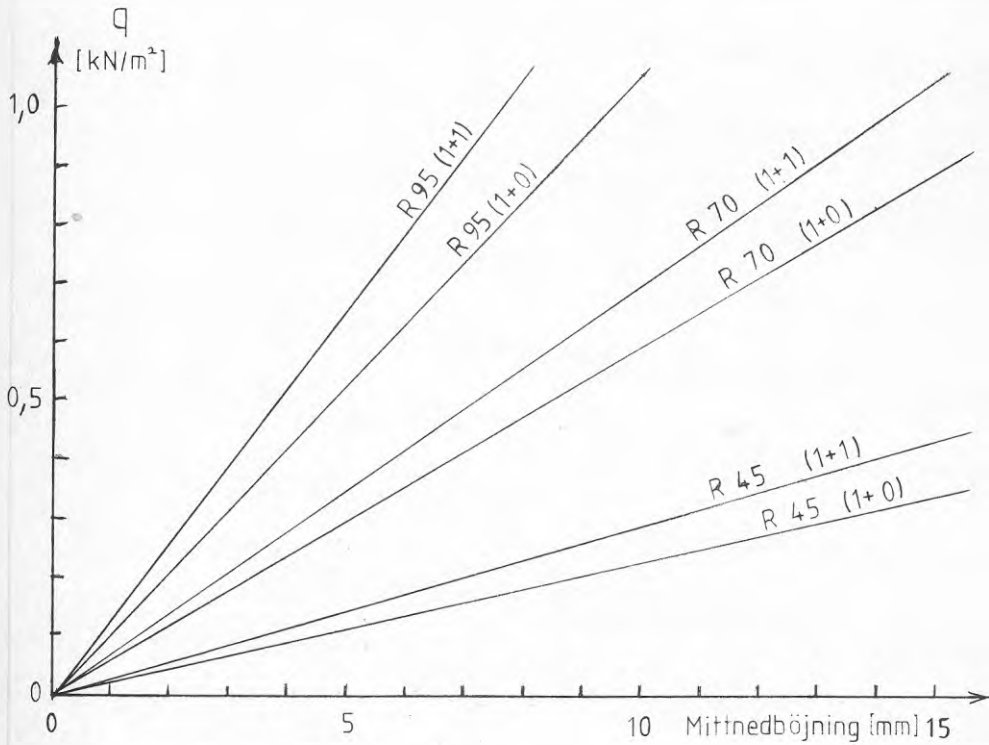
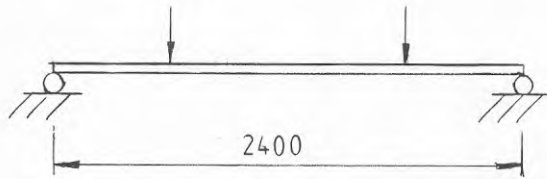
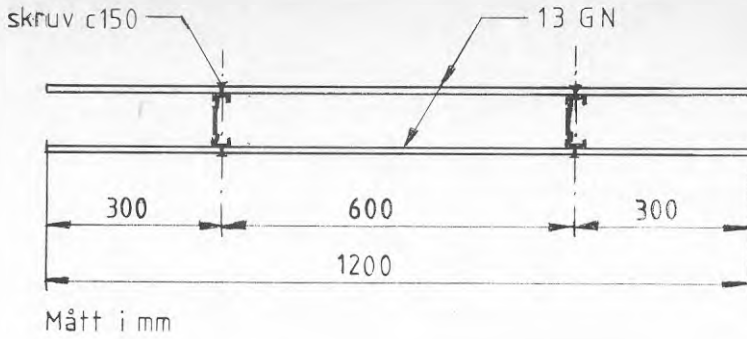
Genom att analysera egenskaperna hos en vanligen förekommande vägg kan slutsatser om acceptabel styrka och styvhet erhållas. Som referensvägg väljs 13 mm gips på båda sidor om 45 mm plåtreglar c 0,6 m alternativt 45 mm träreglar. Denna typ är mycket vanlig och är otvivelaktigt acceptabel åtminstone vid 2,5 m höjd.

Provning av gipsregelväggar har utförts av Torsten Möller vid dåvarande Chalmers provningsanstalt /8/. Provningsanordningen visas i figur 9. Provning med två punktlaster i fjärdedelspunkterna ger vid lika totallast samma böjmoment och tvärkraft som en jämnt fördelad last. Utformningen av provkroppen med två regler med 600 mm avstånd och 300 mm utkragande gipsskivor ger ogynnsammare resultat än provning av en hel vägg eftersom de utkragande delarna drar sig undan kraftupptagning genom att böja sig in mot neutrallagret.

Gipsskivorna var 13 mm GN och reglarna stålprofiler med 0,56 godstjocklek och varierande höjd. Även kraftigare regler provades men dessa resultat refereras inte här. Gipsskivorna var fästade till reglarna med skruvar vars delning varierades från 100 till 300 mm. För de prov som har störst intresse här - 45 mm regel- finns endast resultat för 150 mm skruvdelning. Normal infästning är 150 mm längs skivans kanter och 300 mm längs regeln mitt på skivan. Den styvhet som kan utläsas av diagrammet i figur 9 bör alltså reduceras något för att motsvara en normal vägg.

Med ledning av provningsresultaten i figur 9 skulle den inledningsvis beskrivna referensväggen med stålreglar få utböjningen ca 9 mm av en linjelast 0,4 kN/m placerad 1,0 m över golv. Styvheten hos väggen är ungefär dubbelt så stor som styvheten för stålreglarna utan gipsskivor. Gipsskivorna ger alltså ett stort bidrag till styvheten även om samverkan är långt ifrån fullständig. Vid full samverkan skulle styvheten vara tre gånger så hög.

Provningar av vägg med träreglar har inte påträffats i litteraturen. Träreglar 45 x 45 är något vekare än plåtreglar men virkets E-modul har stor spridning. Likaså bör deformationerna i skruvarna vara större. Träregelväggen kan alltså antas vara vekare än stålregelväggen. Vid träregelväggen spikas gipsskivorna ofta, vilket ger lägre styvhet än om de skruvas. För detta utförande kan man vänta sig ytterligare lägre styvhet. Uppskattningsvis skulle en träregelvägg få en utböjning 10 - 12 mm av 0,4 kN/m 1 m över golv.



**Figur 9** Provningsanordning för innerväggar och nedböjning som funktion av last omräknad till jämnt fördelad last /8/. Beteckningen R 45 (1 + 0) betyder 45 mm regel, en 13 mm gipsskiva på ovansidan och ingen på undersidan.

I en undersökning av Byggnadsstyrelsen /9/ redovisas provningar av en vägg med dubbla 13 mm gipsskivor på var sida om plåtreglar. Väggen var konventionellt uppbyggd med det yttre lagret gipsskivor förskjutna 600 mm. Bland annat undersöktes väggens styvhet med punktlast enligt figur 10.

Vid lastnivån 0,8 kN uppmättes utböjning 5,3 mm för vägg med dubbla gipsskivor på båda sidor om reglarna. Med dubbla gipsskivor på en sida var utböjningen 15 mm. Den kvarstående deformationen var i det första fallet drygt 1 mm och i det andra drygt 2 mm.

Provingen är inte fullständigt beskriven. Bland annat framgår inte huruvida de vertikala kanterna var fria eller stödda. Eftersom väggen var relativt lång, 4,2 m, och lasten påfördes på mitten bör effekterna av ett eventuellt stöd av de vertikala kanterna vara måttlig. Någon närmare analys är inte möjlig med de begränsade uppgifter som står till förfogande.

Det i avsnitt 3 beskrivna Gyproc väggelement har provats vid Statens Byggforskningsinstitut i Danmark /2/ och vid Lunds Tekniska Högskola /3/.

Vid det danska provet byggdes en vägg upp av fyra element enligt tillverkarens monteringsanvisningar med infästning i golvlist och taklist. Väggen var spacklad och tapetserad samt försedd med golvsockel på båda sidor. Vägghöjden var 2600 mm och längden 3600 mm. Väggen var inte infäst längs de vertikala kanterna. En linjelast påfördes i väggmitt och lasten fick under två minuter växa till 0,5 kN/m. Efter avlastning och ny pålastning ökades lasten till 1,0 kN/m. Den uppmätta utböjningen följde helt lastökningen och återgick vid avlastning från 1,0 kN/m. Utböjningens storlek var 1,4 mm vid 0,5 kN/m. I rapporten föreslås 10 mm maximal utböjning vid en linjelast på 0,5 kN/m som ett lämpligt krav på styvheten hos en normal innervägg.

Proven vid Lunds Tekniska Högskola utfördes i första hand för att undersöka elementets förmåga att överföra skjuvkrafter mellan gipsskivorna och kärnan av kanställd kartong. Härvid belastades strimlor av elementet med en kraft i skivans plan, något excentriskt placerad i förhållande till skivans centrum. Dessutom utfördes styvhetsprov på 300 mm breda strimlor av elementet, som med fri uppläggning på 2500 mm spännvidd belastades med centrisk linjelast tvärs över strimlan. De utböjningar som registrerades var ca 5 gånger större än vid de danska proven. Jämförelsen är gjord vid lastnivån 0,5 kN/m.

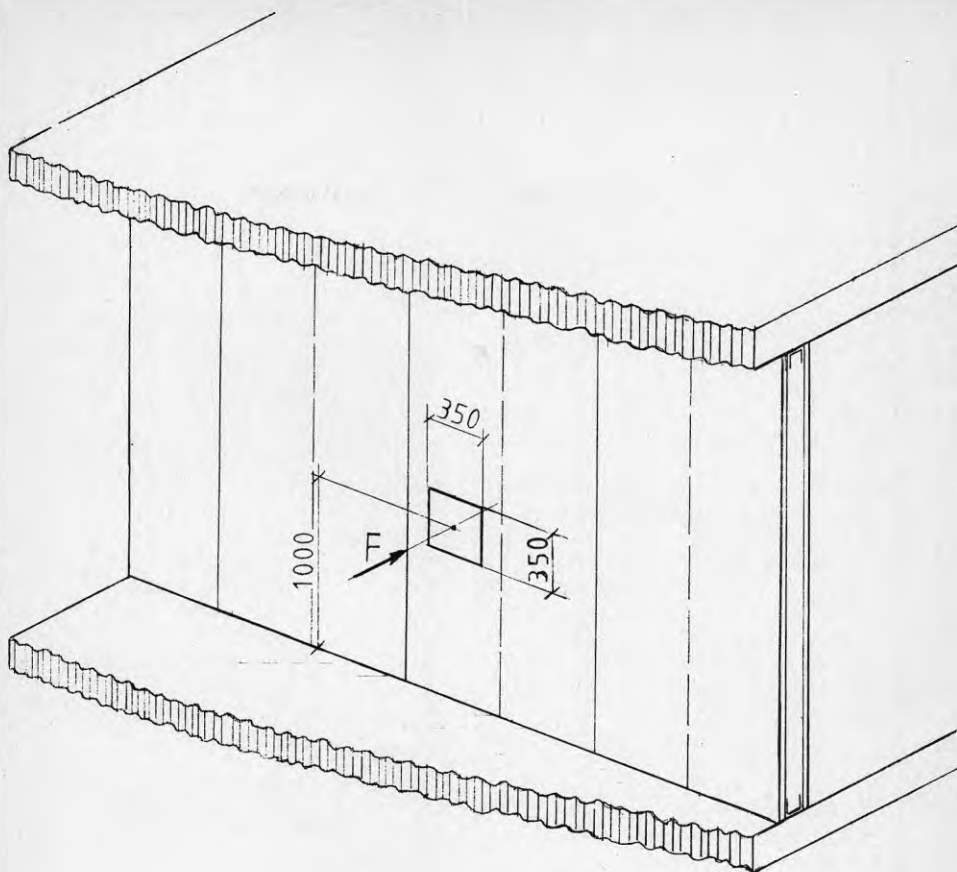
Skillnaden är anmärkningsvärt stor. Den väsentliga skillnaden mellan provningarna är att de danska proven utfördes med väggen infäst till bjälklag medan proven vid LTH gjordes med fritt upplagda element. Teoretiskt blir utböjningen fyra gånger större vid fri uppläggning än vid fast inspänning. Det är möjligt att infästningen kan ha varit så bra att den har fungerat som fast inspänning men det är troligare att även andra skillnader har spelat in. Elementets bredd var liten vid LTH proven, vilket gör att resultaten blir något ogynnsammare. Vid de danska proven var väggen spacklad och tapetserad vilket kan ha bidragit något till styvheten.

Inverkan av inspänning i bjälklag kan belysas ytterligare med hjälp av resultat från en provning vid KTH /14/. Provingen avsåg en monterad vägg med 1,8 m längd belastad med linjelast på mitten. Resultaten för en vägg av 13 mm gipsskivor på 45 mm stålreglar med 600 mm delning blev följande

last kN	mittutböjning mm		
	mätt	fritt upplagd	fast inspänd
1,0	3,2	11,4	2,9
1,5	6,9	17,1	4,3
2,0	11,3	22,8	5,7

De två sista kolumnerna ger beräknade värden för utböjningen med böjstyvheten 14 kNm<sup>2</sup>/m vilket värde har erhållits vid provningar i /8/. Man kan se att väggen vid låg last fungerar nästan som fast inspänd men att den vid ökande last får progressivt ökande utböjning. Den näraliggande förklaringen är att inspänningen är relativt styv men att bärförmågan är låg varför inspänningsmomenten inte följer med lastökningen.

Som sammanfattning av detta avsnitt visas i figur 11 data för ett antal väggar. Värdena är delvis hämtade från provningar och delvis bedömda. Böjstyvheterna är fiktiva värden som inkluderar effekten av skjuvdeformation. Eftersom skjuvdeformationerna inverkar olika vid olika lastfall så gäller värdena egentligen endast för det fall som har provats, en eller två linjelaster. En bättre utvärdering vore önskvärd men är inte möjlig i brist på data. Samma reservation gäller för de angivna värdena på brottmoment.



Väggtyp	(Regel R 45)	Max utböjning mm av $F=0,8$ kN
Dubbel 13 GN på framsida		15
Dubbel 13 GN på båda sidor		5,3

Figur 10 Provning av vägg med punktlast enligt /9/.

## PROVNINGSMETODER OCH KRAVNIVÅER

I detta avsnitt diskuteras provning av mekaniska egenskaper hos innerväggar. Vidare begränsas diskussionen till väggens egenskaper i stort. Metoder för provning av lokal hållfasthet mot genomstansning och stöt av spetsigt föremål (bordshörn) diskuteras i /14/ och däri angivna referenser.



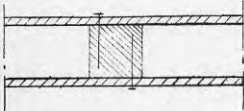
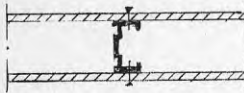
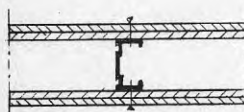
Kravet på styvhet är främst relaterat till att väggen skall kännas tillräckligt stadig. Påverkan kan tänkas vara att man lutar sig eller faller mot väggen. Uppträdande krafter blir normalt små och för väggar som inte är utpräglat spröda är det tillfyllest att prova med en statisk punktlast i princip enligt figur 10. Provning med dynamisk last, vanligast utförd med en sandsäck, torde knappast ge någon väsentlig information om egenskaperna hos innerväggar.

Detaljerna i provningsmetoden kan naturligtvis diskuteras men principen att det skall vara en punktlast är riktig. Det alternativ som ibland har prövats är en linjelast påförd med hjälp av en styv balk. En sådan provning måste göras på en enkelspänd vägg ty annars bär balken lasten till de vertikala upplagen. En provning med punktlast ger en rättvisande mätning av styvheten. Effekten av lastfördelning i horisontal led kommer med liksom inverkan av vertikala upplag på anslutande väggar.

Provningsmetoden i figur 10 har föreslagits i en rapport från Byggnadsstyrelsen /9/. Som acceptabel utböjning föreslås 20 mm vid en punktlast 0,8 kN med tilläggskravet att deformationen till övervägande del skall vara elastisk.

Denna kravnivå förefaller relativt rimlig. Utan tillgång till provningsresultat är det svårt att säga vad den tidigare diskuterade referensväggen, enkel gips + 45 x 45 träreglar, skulle få för utböjning. Gissningsvis hamnar den i närheten av, men under 20 mm, eftersom den torde ha dålig styvhet i längdriktningen. Detta talar för att nivån 20 mm vid last 0,8 kN motsvarar en acceptabel vägg.

Konsekvensen av en sådan gräns är att för 2,5 m vägg-höjd och stor längd skulle fordras en böjstyvhet 5 till 10 kNm<sup>2</sup>/m i vertikallid. Erforderligt värde beror av väggens styvhet i horisontal led och även av infästningen till bjälklag.

		$EI$ kNm <sup>2</sup> /m	$m_u$ kNm/m
	45×45 Ö-Virke	5	0,5
	R 45 t=0,56	7	?
		10	0,9
		14	1,2
		17	1,7

Reglar c 600

Gipsskivor 13mm GN

Spik resp. skruv c 200

Figur 11 Sammanställning av fiktiv böjstyvhets ( $EI$ ) och momentkapacitet ( $m_u$ ) för några väggar och som jämförelse även för reglar utan skivor.

Ett vanligt lastfall för köksväggar är upphängning av överskåp. Om tyngden av skåpet med innehåll är säg 1 kN/m balanseras momentet av ett horisontalt kraftpar om ca 0,2 kN/m. Den nedre av horisontalkrafterna träffar väggen ungefär 1 m under taket. Lastfallet kan inte direkt jämföras med det ovan beskrivna fallet med punktlast eftersom jämförelsen blir beroende av väggens styvhet i horisontalld och längd. Utböjningen av linjelasten överstiger knappast 10 mm för en vägg som nätt och jämnt klarar 20 mm för en punktlast 0,8 kN.

Av resonemanget dras slutsatsen att en separat provning med linjelast inte är nödvändig. Om väggen klarar provet med punktlast så duger den även att hänga köksskåp på.

Krav på innerväggens styrka knyts lämpligen till SBN:s anvisningar om vindlast. En innervägg skulle då kunna utsättas för en jämnt fördelad exceptionell last 0,5 kN/m<sup>2</sup>. Lasten motsvarar SBN:s krav för vindlast vid ett grundvärde 1,25 kN/m<sup>2</sup>. Även om högre vindlast kan förekomma, finns inte anledning att gå högre för innerväggar i kontor och bostäder.

Med tanke på att väggar vanligen byggs upp av material med föga väldefinierade mekaniska egenskaper bör man välja en hög säkerhetsfaktor, säg 2,0. Värdet har även fördelen att ge en jämn siffra, 1,0 kN/m<sup>2</sup>, för minsta acceptabla bärförmåga.

Provningen görs bäst med luftsäck. Utrustning för sådana prov finns på många håll i landet. Dessa utrustningar är framtagna för provning av trapetprofilerad plåt. De klarar bredder upp till ca 1,2 m vilket kan räcka till för att simulera en enkelspänd vägg. Antagligen är kravet på bärförmåga inte avgörande varför det är tillfylllest med en enkel provning. I princip skall upplagen motsvara en normal infästning till bjälklag vilket vid behov kan simuleras.

Ett mera realistiskt sätt att prova är att bygga upp två väggar med luftsäcken placerad mellan väggarna. Denna metod medger inte att man enkelt kan mäta upplagsreaktionerna utan man blir hänvisad till att mäta lasten via lufttrycket. Problemet kan lösas med en kalibrering. Normalt torde dock den enklare provningen med luftsäckslåda duga varför detaljerna kan få vara olösta.



Klimatet vid provning bör motsvara normalt inomhusklimat d v s +20 grader och 50 % relativ fuktighet.

Provningarna görs som korttidsprov. I många fall är krypningen relativt stor varför tiden måste preciseras. Om provningen görs i steg om 20 % av maxlasten och lasten hålls konstant under 2 minuter på varje nivå får en uppfattning av krypbenägenheten. Om krypningen visar sig stor är det rimligt att utreda denna särskilt.

I sammanfattning är vårt förslag att kravet på styvhet hos en innervägg relateras till ett prov med punktlast och kravet på styrka till en jämnt fördelad last. Kravnivåer och provningsmetoder har diskuterats ovan. Dessa båda krav bör enligt vår bedömning ge väggar med acceptabla egenskaper. Kraven bör dock ses som preliminära förslag. Bland annat bör provningsmetoderna beskrivas mer i detalj för att garantera reproducerbarhet och en sådan precisering tillsammans med utökade resultat kan leda till andra slutsatser.

#### 4.2 LJUDISOLERING

De krav på ljudisolering som är aktuella för en innervägg avser luftljudsisolering. Härmed förstås väggens förmåga att reducera ljudnivån från ett rum till ett annat. Mätmetod finns beskriven i SS 02 52 54. Mätresultaten utvärderas enligt SS 02 52 53 och resultatet redovisas vanligen som index för luftljudsisolering Ia.

För bostäder anges krav på minsta luftljudsisolering i SBN 1980 enligt följande uppställning.

	min Ia dB	
	flerbostadshus	radhus
Mellan bostadsrum i olika lägenheter	52	55
Mellan förråd utom lägenheten och bostadsrum	48	48

Uppställningen är inte fullständig men den ger upplysning om den normala kravnivån. För rum inom samma lägenhet saknas krav i SBN.

Även inom en lägenhet är det rimligt att väggarna ger någon grad av avskildhet även vad avser ljud. Praxis är i dag att man knappast går under 30 dB. Detta värde klaras av 13 mm gipsskivor på 45 mm regler. Detta är en accepterad konstruktion och betraktas därför som godtagbar. En bättre ljudisolering är dock önskvärd.

För kontor anges i SBN på samma sätt endast ett krav mellan olika lägenheter dvs olika lokalhyresgäster. Detta är  $I_a > 44$  dB. För kontor byggda av Byggnadsstyrelsen gäller dock ytterligare krav enligt KBS. Dessa tillämpas av praxis även för många andra kontor. Värdena framgår av följande uppställning.

	min $I_a$ dB
mellan kontorsrum	35
mellan kontor och korridor	30
mellan konferensrum	44

Kravet mellan kontor ovh korridor är ett totalvärde för vägg inklusive dörr. Det tillämpas normalt så att man väljer samma vägg som mellan kontorsrum och en dörr av lägre klass. Det innebär att man inom ett kontor normalt skall klara  $I_a = 35$  dB.

Sammanfattningen av det ovanstående är att lägsta acceptabla nivå för ljudisolering är  $I_a = 30$  dB. En rimlig ambition för en tunn innervägg bör vara 35 dB varmed klaras de flesta väggar inom ett kontor. Det skulle även innebära en standardhöjning inom en bostadslägenhet. Det är sedan en lång väg att gå till gränserna för högre krav och det bedöms inte möjligt att klara dessa utan att väggen blir antingen tjock eller mycket dyr.

#### 4.3 ÖVRIGA FUNKTIONSKRAV

Väggar som utgör gräns för brandcell skall uppfylla vissa krav för att fördröja brandspridning. Kraven i SBN går från 30 min brandmotstånd och uppåt. Brandmotståndet saknar antagligen intresse för de tillämpningar vi åsyftar eftersom brandcellsgränserna vanligen också är lägenhetsskiljande. En tunn innervägg är därvid redan utslagen av ljudkraven enligt föregående avsnitt.

Möjligheten att enkelt fästa in inredningsdetaljer mm är av betydelse för en innervägg. I samband med uppförandet fästs köksinredning, tvättställ, hatthyllor mm i väggarna. Dessa infästningar fordrar ofta förstärkning av väggen. Även om dessa kan göras utan större kostnader så innebär de dock ett extra moment att hålla reda på och det innebär en komplikation vid ändringar.

De ovannämnda infästningarna är inte av den karaktären att de dimensioneras av byggnadskonstruktören och de är heller inte underkastade några myndighetskrav. För tvättställ finns emellertid en standard SS 82 21 00 vari anges att ett monterat tvättställ skall kunna belastas med 0,9 kN i framkanten utan att tvättstället brister. Eftersom kravet är knutet till monterat tvättställ måste det rimligen innebära att även infästningen i väggen skall hålla för denna last.

Infästningsanordningen för tvättställ varieras från fabrikat till fabrikat men i runda tal fordras en brottkraft för fästdonen om 2 kN vid två skruvar på dragna sidan. I vissa utföranden finns möjlighet att sätta fyra fästdon på den dragna sidan varvid kravet på bärförmåga minskar till ca 1 kN.

Även för många andra infästningsbehov förekommer krafter av denna storlek. Som ambition bör sättas att man var som helst skall kunna utföra en infästning med bärförmåga ca 2 kN såväl vid dragkraft som vid tvärkraft. Detta skulle motsvaras av en tillåten kraft 0,6 - 0,7 kN.

Motiv för det ovannämnda önskemålet är dels att det skulle förenkla under byggtiden genom att de flesta infästningar kan klaras utan planerade förstärkningar. Det skulle även innebära en förenkling för användaren som skall hänga upp sina bokhyllor och väggskåp eller vad det kan vara. Gipsskiveväggar och även äldre stenväggar är problematiska ur denna synpunkt.

Väggens yta skall vara lämplig för målning och tapetsering. I detta innefattas att förbehandlingen skall vara enkel och att väggen skall vara stabil. Ändringar i temperatur och luftfuktighet ger upphov till längdändringar som i sin tur ger sprickor i ytskiktet. Den önskvärda egenskapen är alltså att väggen inte har större längdändring vid normala variationer i inomhusklimatet än att tapeter eller målning kan hänga med utan sprickor.

Inomhusluftens temperaturvariation är ringa i uppvärmda lokaler och orsaker inga problem. Fuktighetsvariationerna är däremot väsentligt större. Enligt /10/ är variationen i veckomedlevärdena inom intervallet 25 % - 65 % rh. Variationen över kortare tidsperioder är ännu större. De väggmaterial som är aktuella har dock alltid en tröghet i anpassningen av fukthalten varför kortvariga ändringar i luftfuktigheten inverkar föga.

Under en årscykel kan man förvänta sig fuktbetingade längdändringar av följande storlek i uppvärmda lokaler utan luftkonditionering

gipsskiva	< 0,4 mm/m
plywood	0,5 "
spånskiva	1,2 "
hård board	1,3 "
träpanel tvärs fibrer	10 "

En slät vägg med dolda fogar kan åstadkommas med gipsskiva och med plywood men normalt går det inte med de övriga materialen utan tapeter och målning spricker.

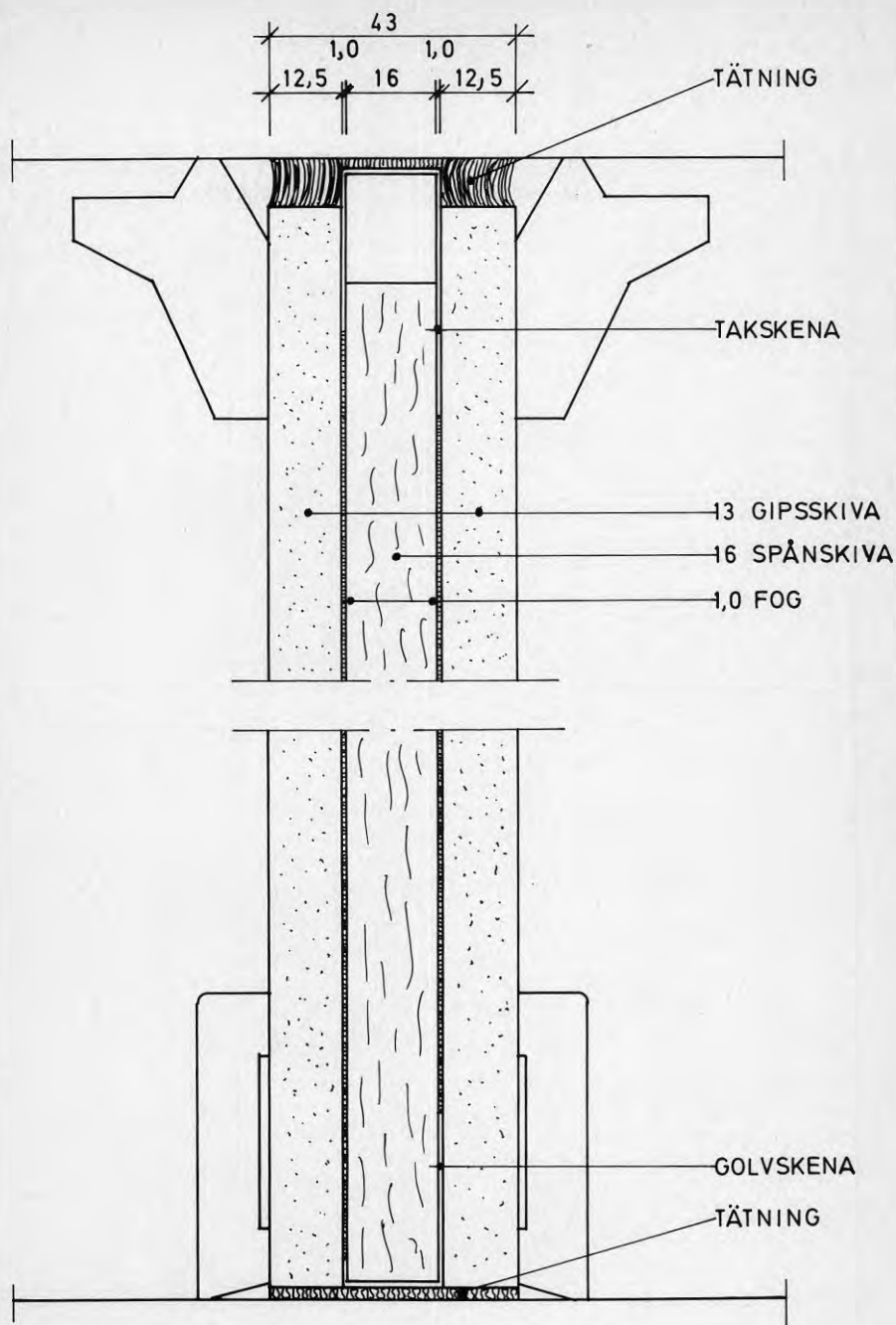
## 5 NY VÄGGTYP

Mot bakgrund av ovanstående redovisade funktionskrav diskuteras nedan möjligheterna att utforma en ny tunn vägg. Tankarna är föga revolutionerande och de kan mycket väl ha prövats utan att vi stött på en sådan lösning. Den är dock ny i den bemärkelsen att den inte är allmänt känd och använd.

Det i särklass bästa materialet till ytskikt är gipsskivor. För detta påstående talar planhet, stabilitet och enkelhet att bearbeta och ytbehandla skivorna. Stålblåt skulle kunna konkurrera kvalitetsmässigt men inte kostnadsmässigt. Dessutom känns materialet en smula främmande som väggar i bostäder.

Gipsskivornas svaghet är deras låga mekaniska styrka. En näraliggande förbättring i detta avseende får man med en kärna av starkare material dvs enligt samma princip som i de massiva gipsväggar som har beskrivits i kapitel 3. Billigaste kärna som utgör en förbättring är spänskiva och ytterligare ett steg bättre är en plywoodskiva.

En annan möjlig kärna vore en trapetsprofilerad plåt, säg TP 20/0,4. Kostnaden blir högre än för spänskiva och bearbetningen besvärligare. Det sistnämnda är sant åtminstone så länge snickare bygger innerväggar.



Figur 12 Förslag till tunn innervägg bestående av 13 mm gipsskivor stränglimmade på en kärna av 16 mm spånskiva. Total tjocklek 43 mm.

En kärna av polyuretanskum är även möjlig men föga ändamålsenlig i en innervägg. Kärnan är svag och fungerar endast som distanshållare. Någon förstärkning av väggen blir det inte fråga om. Som yttervägg har konstruktionen vunnit viss framgång. Där har man nytta av dess goda värmeisolering.

Det ser alltså ut att vara mest givande att gå vidare med en vägg av gips + spån + gips. En sådan vägg visas i figur 12. Den består av två 13 mm gipsskivor på en 16 mm spånskiva. Båda skivslagen har bredd 1200 mm och skarvarna är förskjutna 600 mm. Skivorna kan förbindas enbart med skruv men med hänsyn till väggens böjstyvhet är det önskvärt med limförband. Med utrymme för fog mellan skivorna blir den nominella väggtjockleken 43 mm.

Egenskaperna hos en sådan vägg diskuteras nedan på grundval av teoretiska överväganden. Någon provning har inte rymts inom denna utredning men bör göras innan väggen lanseras som produkt.

#### STYRKA OCH STYVHET

Väggens styrka och styvhet beror främst av gipsskivornas egenskaper och eventuellt av limförbandet. Om vi väljer ett styvt limförband får vi bästa styrka och styvhet. På minussidan får vi då notera sämre ljudisolering än med ett limförband med viss eftergivlighet. Här finns utrymme för en optimering. Beräkningen nedan förutsätter att limförbandet har viss eftergivlighet.

Gipsskivornas mekaniska egenskaper är dessvärre inte särskilt välkända. Detta sammanhänger med att skivorna normalt inte används som kraftupptagande. Gyproc anger i /1/ följande data för 13 mm gipsskivor

	Längs	Tvärs
Elasticitetsmodul MPa	2700	2300
Böjhallfasthet MPa	6,0	2,5

Värdena för elasticitetsmodulen är bestämda genom böjprovning och avser kortidsprov. Eftersom skivan består av kartongskikt med mellanliggande gips med skilda mekaniska egenskaper är värdena inte tillämpliga vid belastning av normalkraft.

För last av normalkraft kan elasticitetsmodulen uppskattas till ca 2000 MPa med ledning av provningsresultat i /3/ och /11/. Värdet avser belastning längs skivan. Några provningar tvärs är inte bekanta. Om relationen vid böjning av skivan gäller skulle värdet tvärs bli 1700 MPa. Båda värdena måste betraktas som osäkra. Hela skillnaden mellan dessa värden och de vid böjning är inte att hänföra till skillnaden i belastningssätt. En del beror av skillnad i belastningstid. De båda effekterna kan dock inte särskiljas med föreliggande underlag. Här bör också påpekas att vid dragning gäller värdena endast så länge gipsen inte har spruckit.

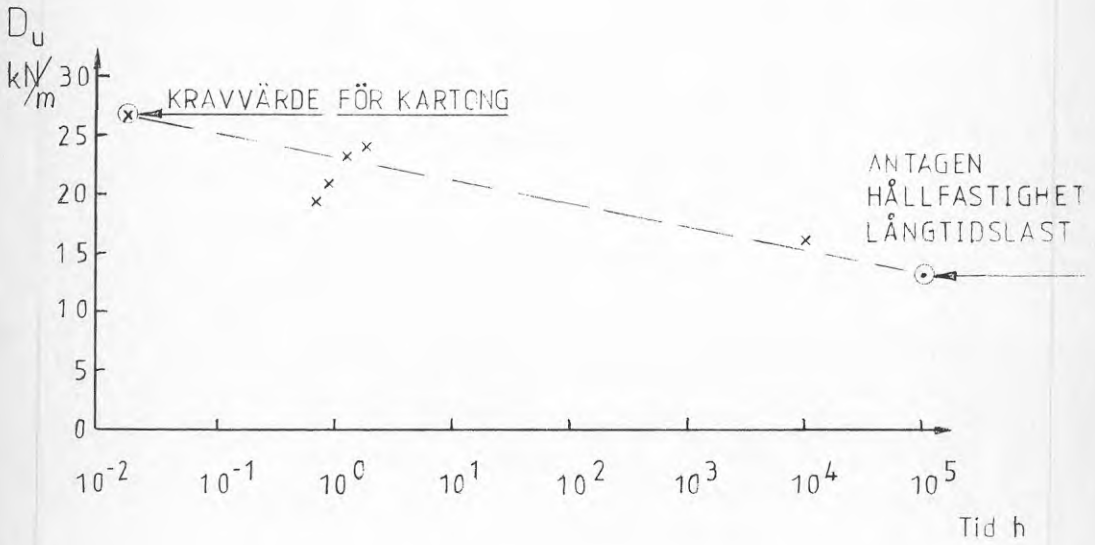
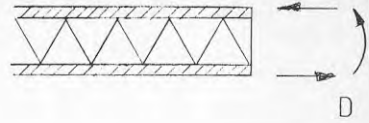
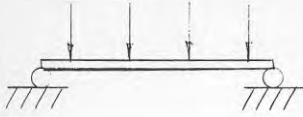
Vid dragning bestäms skivans bärförmåga av kartongskikten. Gipset spricker under belastning och i slutstadiet bärs hela dragkraften av kartongen. Kartongens hållfasthet kontrolleras fortlöpande i Gyprocs tillverkning och kravvärdet för hållfastheten är 26,8 kN/m sammanlagt för fram och baksida. Uppgiften härrör från 1979. Kartong kan förväntas ha egenskaper liknande board (träfiberskivor) innebärande en stor krypning, dvs att deformationen ökar med tiden vid konstant belastning. Vid belastning under längre tid inträffar brott vid lägre last än vid en kortvarig belastning. I figur 13 visas en uppskattning av hur bärförmågan beror av tiden hämtad ur /12/. Även dessa resultat är magra och bör ses som indikation mera än ett svar. Den inritade räta linjens lutning är representativ för board enligt /10/.

De tidigare diskuterade funktionskraven på styrka och styvhet är knutna till korttidsprov. Vid ett sådant kan väggen i figur 12 förväntas få följande data

Böjstyvhet	12 - 14 kNm <sup>2</sup> /m
Brottmoment	0,8 - 1,0 kNm/m

Värdena avser böjning i längdriktningen. För böjning tvärs blir värdena 10-20 % lägre. Skillnaden beror främst på gipsskivornas anisotropi. Det är värt att notera att spånskivans brottmoment är ca 0,6 kNm/m om skivan är av konstruktionskvalitet. Det innebär att gipsskiveskarvarna inte medför någon nämnvärd försvagning även om de lämnas utan åtgärd.

Med dessa data kan väggen användas åtminstone upp till en höjd 2,5 m och troligen även 2,7 m när väggen fungerar som enkelspänd platta. Om väggen är kort och fyrsidigt upplagd genom stöd av tvärgående väggar kan den göras högre. Effekten av uppstyvande tvärväggar blir större än för en gipsregelvägg eftersom egenskaperna är relativt lika i båda riktningarna.



Figur 13 Dragbrottkraft för 13 mm gipsskiva som funktion av belastningstiden /12/.



## MONTERING

Väggens infästning till golv och tak samt till anslutande sidoväggar sker med hjälp av fästskenor av kallformad plåt, se figur 14.

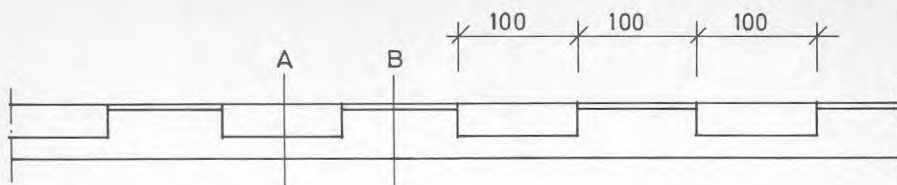
Skenorna omfattar endast den inre spånskivan, varför de blir dolda efter motering av ytterskivorna. Skenorna fästs till underlaget med hjälp av spik eller skruv. De är utformade så att spikpistol skall kunna användas vid fastsättningen.

Spånskivorna lyfts in i skenorna och står sedan kvar utan ytterligare infästning. Fastlimningen av de yttre gipsskivorna sker genom stränglimning. Gipsskivorna förskjuts en halv skivbredd. Tre vertikala limsträngar per gipskiva bör räcka. Den mellersta strängen bör läggas i sick-sack över fogen mellan spånskivorna. Härigenom kommer gipsskivorna att fungera som skarvlaskar för spånskivorna.

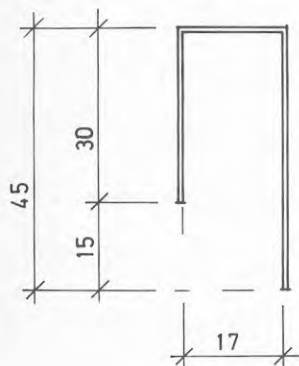
Gipsskivan lyfts på plats och limtryck anbringas genom att gipsskivan skruvas till spånskivan med gipsskiveskruv. Skruvlängden bör vara 25 mm för att undvika utstickande spetsar som skulle försvåra monteringen av skivan på andra sidan. Skruvtätheten kan väljas glesare än normalt. Metodiken måste provas fram och skruvtätheten blir beroende av limtypen.

Flera olika lim kan tänkas komma till användning. Närmast till hands ligger ett syntetgummibaserat sättlim. Det har tillräcklig hållfasthet och tolererar relativt stor variation i fogtjockleken. Det senare gör att man kan välja en gles skruvning. En annan möjlighet är att använda polyuretanskum. Även om detta inte är avsett som lim kan det vara fördelaktigt eftersom det ändå används på de flesta byggplatser.

De båda ovan nämnda limtyperna ger relativt styva fogar. Om man vill ha en mera eftergivlig fog för att förbättra oleringen kan man använda exempelvis Bostik Pad. Det är skumplastremсор som limmas till skivorna med kontaktlim. Gipsskivorna behöver då inte skruvas eftersom limmet fäster direkt. Däremot kan det behövas stöd för spånskivan när den första gipsskivan monteras. Annars är det risk att väggen blir krokig.



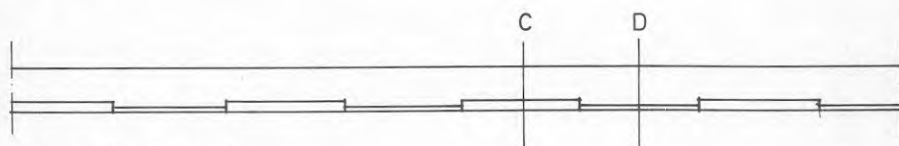
TAKSKENA 1:5



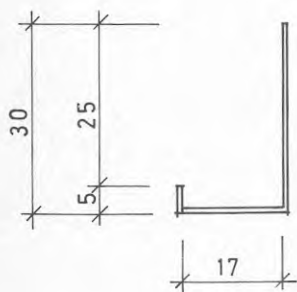
SNITT A 1:1



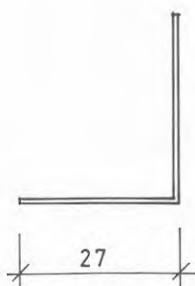
B 1:1



GOLVSKENA 1:5



SNITT C 1:1



D 1:1

Figur 14 Profiler för infästning i tak och golv av vägg enligt figur 12.

Möjligheterna att göra infästningar i väggen är bättre än i en vanlig gipsskivevägg. Genom att spika eller skruva in i spånskivan kan måttliga krafter upptas med "vanliga" fästdon. Infästningar med bärförmåga 2 kN enligt avsnitt 4.3 kan troligen åstadkommas med en speciellt utformad skruv. Den bör se ut som plåtskruv med A-gänga men vara kort och grov och gärna med en högre gänga. I avvaktan på att en sådan skruv tas fram kan infästningen klaras med exempelvis Rawlnut. Denna består av en cylindrisk gummiplugg som expanderas med en skruv.

Infästning av dörrkarmar fordrar en speciell lösning när väggen är tunn. En möjlighet visas i figur 15. Spånskivans kärna är mjuk och ger inte tillräckligt fäste för en karmskruv. Spånskivan kan då förstärkas med en plåtskoning. En annan lösning är att kombinera karminfästning och foder.

Väggens styrka är tillräcklig för normala infästningar. Om större krafter skall infästas finns möjlighet att förstärka väggen. En viss förstärkning får man om spånskivan ersätts med en lika tjock plywoodskiva. En kraftigare förstärkning får man med en plåt mellan spånskivan och gipsskivan. Behovet av förstärkning är antagligen ringa eftersom väggens styvhet och styrka begränsar de möjliga lasterna.

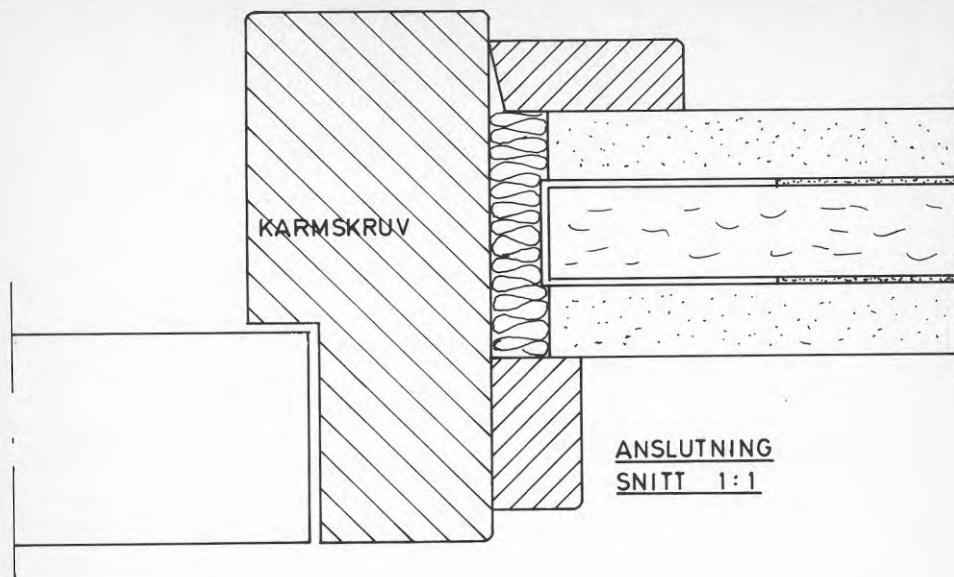
Väggens ljudisolering har beräknats av Ingemansson Akustik /13/. För vägg med stumma limfogar anges värdet till ca 32 dB. Med ett eftergivligt förband kan ljudisoleringen förbättras till 35 a 37 dB. Värdena är i klass med eller bättre än en konventionell vägg.

#### KOSTNADER

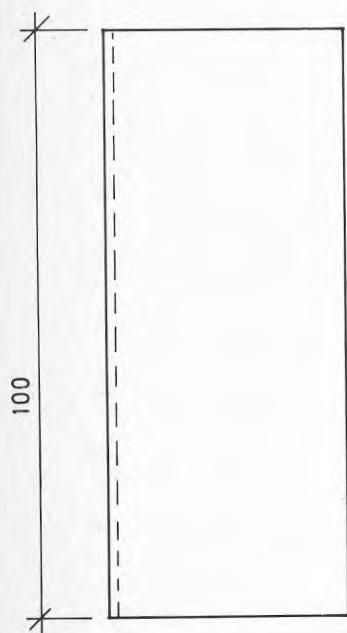
Nedanstående kostnadskalkyl avser 1984 års priser. Förutsatt rumshöjd är 2,5 m och vägglängd 4,0 m. Kostnaden redovisas per kvadratmeter. Ytbehandling och lister ingår ej.

#### Materialpriser

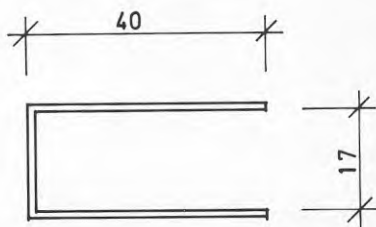
Spånskiva, 16 mm	1 m <sup>2</sup> a 22:- kr = 22:- kr
Gipsskiva, 13 mm	2 m <sup>2</sup> a 15:- kr = 30:- kr
Infästningsskena	1,3 m a 4,0 kr = 5:20 kr
Fiberdukstättning	1,3 m a 2:- kr = 2:60 kr
Akustisk fogmassa	0,8 m a 6:- kr = 4:80 kr
Fästdon för skena	3 st a 2:- kr = 6:- kr
Sättlim	7 m a 1:50 = 10:50 kr
Gipsskiveskruv	20 st a 0:10 = 2:- kr
Summa material	83:10 kr



FÄSTBESLAG FÖR KARM



VY 1:1



SNITT 1:1

Figur\_15 Infästning av dörrkarm

## Arbetstid

Fiberdukstättning och infästningsskena	0,12 tim
Spånskiva	0,04 tim
Gipsskivor	0,36 tim
Fogmassa	0,04 tim
Summa arbetstid	0,56 tim

Lönekostnad 160 kr/tim inkl omkostnader.

Sektionskostnaden blir  $83:10 + 0,56 \times 160 = 173$  kr/m<sup>2</sup>  
exkl mervärdesskatt.

Kostnaden är alltså 20 - 25 kr/m<sup>2</sup> högre än för en konventionell gipsskivevägg. Tjockleken är 27 mm mindre än en 70 mm vägg och 57 mm mindre än en 100 mm vägg. Enligt resonemanget i avsnitt 2 borde väggen vara lönsam att använda redan genom den ytbesparing den ger. Kvalitetsmässigt är den i flera avseenden bättre än den konventionella väggen.

## 6 SAMMANFATTNING

I denna preliminära studie har förutsättningarna för att använda tunna innerväggar undersökts.

I en inledande genomgång av de ekonomiska förutsättningarna konstateras att värdet av en minskning av vägg tjockleken med en mm är minst en krona per kvadratmeter väggyta. Så länge kostnaden att göra väggen tunnare är mindre än en krona per kvadratmeter och sparad mm är det lönsamt att minska tjockleken.

Om ägaren samtidigt är brukare är resonemanget korrekt. Vid hyrda lägenheter och lokaler kompliceras bilden av att innerväggarna räknas in i den hyrda ytan och ger samma intäkt som den nyttiga ytan. Detta är föga rationellt och skulle rätta till sig självt om hyressättningen vore fri. På den reglerade marknad som råder för bostäder kan det vara svårare.

Efter en redovisning av olika innerväggskonstruktioner diskuteras vilka funktionskrav en innervägg bör uppfylla. Vissa krav kan härledas ur föreskrifter medan andra måste härledas baklänges genom analys av egenskaperna hos i dag vanliga väggar. Följande sammanställning av krav är ett försök att formulera en rimlig nivå som inte skulle uppfattas som sämre än de i dag vanliga väggarna. Det experimentella underlag som stått till förfogande är ringa varför en justering av siffrorna kan visa sig motiverad när bättre underlag föreligger.

- Styrka: Väggen skall utan brott bära en kortidslast 1 kN/m<sup>2</sup> jämnt fördelad över ytan.
- Styvhet: En punktlast 0,8 kN på en yta 350 x 350 mm anbringad 1 m över golv får ge en utböjning högst 20 mm. Efter avlastning får den kvarstående deformationen vara högst 2 mm.
- Infästning: Med lämpligt fästdon skall en kraft 2 kN med godtycklig riktning kunna upptas utan brott vare sig i infästningen eller väggen.
- Ljud: Väggens index för luftljudsisolering skall vara lägst 30 dB.
- Brand: Inget krav.
- Yta: Väggens yta skall medge målning och tapetsering och vara så stabil att sprickor inte uppkommer av normal klimatvariation.

Dessa krav uppfylls av en vägg med 13 gipsskiva på båda sidor om 45 mm träreglar med vägghöjd 2,5 m. Undantag utgör kravet på infästning vilket endast klaras efter förstärkning.

En tunn vägg som uppfyller alla kraven kan byggas upp av två 13 mm gipsskivor och en mellanliggande spånskiva. Skivorna monteras med skarvarna förskjutna och limmas ihop. Väggtjockleken blir 43 mm vilket innebär en minskning med 27 mm jämfört med väggen i föregående stycke. Kostnaden har uppskattats till 20 - 25 kronor per kvadratmeter högre för den tunna väggen. Enligt det inledande resonemanget om ekonomi borde därför den tunna väggen vara lönsam.

En nackdel med den tunna väggen är att den inte medger infälld elinstallation. I dag dominerar infällda elinstallationer vilket vi dock inte ser som ett avgörande hinder. Utanpåliggande ellistsystem finns på marknaden och ger även andra fördelar utöver att de låter sig kombineras med en tunn vägg.

Studien har hittills bedrivits vid skrivbordet men resultatet är så intressanta att en praktisk fortsättning bör genomföras. Den bör innefatta provmontering och funktionsprovning av väggen.

## LITTERATURFÖRTECKNING

- /1/ Gyproc handbok. Lättbyggnadsteknik, 1982
- /2/ Afprövning af Gyproc indervægselement, Statens Byggeforskningsinstituts rapport 820363
- /3/ Tryggve Degerman, Tests with sandwich wall elements made of gypsum plaster board, rapport TVBK-7016, Lund 1983
- /4/ Gyproc Indervægselement, broschyr Danmark
- /5/ Gyproc laminated partition, British Gypsum, jan 1978
- /6/ Cloisons de distribution courant. Rocroi, Placoplatre okt 1981
- /7/ Monteringsfärdiga lätta mellanväggar i torr konstruktion, KBS rapport nr 22, mars 1968
- /8/ Torsten Möller, Styvhet och hållfasthet hos väggar av Gyproc gipsskivor på stålreglar, Gyproc-nytt dec 1972
- /9/ Lätta mellanväggar av gipsskivor på stålreglar, KBS rapport nr 23, mars 1968
- /10/ Ake Lundgren, Träskivor som byggnadsmaterial, Nyköping 1967
- /11/ Jurgen König, The composite beam action of cold-formed sections and boards, BFR document D 14:1981
- /12/ Bernt Johansson, Provning av väggelement med kärna av polyuretan. Puretan AB, Stockholm 1976
- /13/ Melker Johansson, Lättväggkonstruktion. Luftljudisolering, Utlåtande Ingemansson Akustik, 1984
- /14/ Konsekvensutredning ny formatstandard för byggskivor. Etapp 2 - delrapport, Inst för arbetsvetenskap Byggergonomilaboratoriet KTH, Stockholm 1985









**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 821570-8  
från Statens råd för bygnadsforskning till Ergo Research  
& Development Handelsbolag/Bloms Ingenjörbyrå AB, Stockholm.**

**R31: 1987**

**ISBN 91-540-4704-8**

**Statens råd för bygnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6707031**

**Abonnemangsgrupp:  
Z. Konstruktioner och material**

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

**Cirkapris: 33 kr exkl moms**