

Ytterväggars ljudisolering



Bror Tingvall, Anders Ågren, Hans Viklund

Luleå tekniska universitet
Institutionen för Arbetsvetenskap
Avdelningen för Ljud & Vibrationer

INNEHÅLL

BAKGRUND	3
SAMMANFATTNING - RESULTAT.....	4
<i>Lätta väggar med träpanel.....</i>	<i>4</i>
<i>Lätta väggar med mineritskivor eller putsfasad</i>	<i>4</i>
<i>Tung vägg i sandwichbetong.....</i>	<i>4</i>
<i>Slutsats och behov av fortsatta studier.....</i>	<i>4</i>
PROJEKTBEKRIVNING	5
<i>Projekt mål</i>	<i>5</i>
<i>Projektplan.....</i>	<i>5</i>
<i>Organisation.....</i>	<i>6</i>
<i>Mätmetoder</i>	<i>6</i>
<i>Mätutrustning.....</i>	<i>6</i>
<i>Testlaboratoriet.....</i>	<i>7</i>
VÄGGTYPER - TESTPLAN	7
<i>Lättväggskonstruktioner.....</i>	<i>7</i>
<i>Tyngre ytterväggskonstruktion.....</i>	<i>7</i>
<i>Tester och väggtyper.....</i>	<i>8</i>
<i>Testplan.....</i>	<i>9</i>
RESULTAT	10
<i>Sammanställning av resultaten</i>	<i>10</i>
<i>Jämförelse mellan olika väggtyper</i>	<i>11</i>
BILAGOR	14
<i>Bilaga 1 Resultatdiagram för respektive test</i>	<i>15</i>
<i>Bilaga 2 Skisser på 16 olika väggtyper med modifieringar.....</i>	<i>23</i>
<i>Bilaga 3 Montering av sandwich betongelementet i provöppningen.....</i>	<i>38</i>
<i>Bilaga 4 Montering av lättväggselementet i provöppningen – standardutförande (tätning tillkommer)</i>	<i>38</i>
<i>Bilaga 5 Montering av lättväggselementet i provöppningen – extra skivor, AP-profil (tätning tillkommer).....</i>	<i>39</i>
<i>Bilaga 6 Fasad av lockpanel.....</i>	<i>39</i>
<i>Bilaga 7 Fasad av spontpanel.....</i>	<i>40</i>
<i>Bilaga 8 Innervägg upphängd på AP-profil – vibrationsdämpande system.....</i>	<i>40</i>

Bakgrund

I stadsmiljö vill man idag ofta bygga på platser med hög trafikbullerbelastning. När Handlingsplan mot buller presenterades (Rapport SOU 1993:65, 1993) uppskattades det att 1,6 miljoner människor i Sverige är utsatta för vägtrafikbuller över 55 dBA utanför sin bostad, vilket därmed överstiger Naturvårdsverkets miljömål för buller utanför bostad. Det är inte troligt att denna siffra har minskat sedan dess, utan tvärt om. För tunga konstruktioner – vilket traditionellt är det vanligaste i stadsbebyggelse – är fönster och ventilationsdon den dimensionerande transmissionsvägen för ljudet. Men i de fall man väljer fasad med lätt stomme, exempelvis vid utfackningsväggar, eller väggar av betong av sandwichtyp, så kommer det ofta att uppstå problem med väggens ljudisolering. Det är i dessa fall inte bara fönster och ventilation som är ett akustiskt problem, utan hela konstruktionen. Därmed är väggens ljudisolering i sig mycket viktig att känna till.

När man ska beräkna en byggnadskonstruktions ljudisolering är det nödvändigt att först veta skiljekonstruktionens ljudisolering i sig. Sedan lägger man till andra transmissionsvägar som flanktransmission och transmission via fönster, dörrar och ventilation. Flanktransmission kan för vissa typer av konstruktioner beräknas med beräkningsstandarden EN 12354 och programmet Bastian, som bygger på EN 12354. De konstruktioner som kan beräknas med beräkningsstandarden är traditionella homogena konstruktioner som betong och murade stommar. Men även om EN 12354 är inte tänkt att användas för lätta konstruktioner, så kan den i de fall där endast skiljeväggen – det vill säga ytterväggen – är av lätt stomme, så fungerar beräkningsstandarden bra. Därmed lämpar sig mätresultaten från det aktuella projektet att använda som indata till Bastian och EN 12354. Det är också värt att notera att i den senaste versionen av den svenska standarden för ljudklassning i bostäder, SS 25267, är det angivet att verifikation av ljudisoleringen får göras med beräkningar under förutsättning att beräkningarna görs enligt EN 12354. Alltså har beräkningsstandarden numera en unik position.

För innerväggar har produkttillverkarna gjort stora mätserier på ljudisoleringen, vilket innebär att här finns mycket data att utgå från vid projektering, exempelvis i materialtillverkarnas handböcker, eller mät- och samlingsrapporter, samt i den databas som finns att tillgå i beräkningsprogrammet Bastian. För ytterväggar är detta inte fallet; även om vissa ytterväggar finns dokumenterade i dessa referenser så är ingen systematisk eller heltäckande studie utförd för dessa väggkonstruktioner. Projektet går ut på att fylla en del av detta tomrum.

En studie som tangerar den aktuella är gjord av Göransson och Andresen. Studien syftade till att kartlägga vilken ljudisolering som villor byggda under 60- till 80-talet har. Ett tjugotal olika mätobjekt användes, och främst finns väggar med lätt stomme representerade. Dessa mätningar är en bra referens till det aktuella projektet, men eftersom mätningarna är gjorda i fält så är mätresultaten strikt sett endast giltiga i de specifika hus där de mättes.

En viktig begränsning i alla äldre mätrapporter är att frekvensinnehållet är begränsat till området 100 Hz – 3.15 kHz. Numera mäter man i stort sett alltid från 50 Hz till 5 kHz. På så sätt riskerar man inte att man inte kan beräkna något ensiffervärde som inkluderar de låga och höga frekvensområdena.

En viktig frågeställning är vilka åtgärder som kan vidtas för att förbättra egenskaperna för en given konstruktion om det visar sig att man har för dåliga reduktionstalsvärden. De åtgärder man ofta har till sitt förfogande är att lägga till någon enstaka skiva gips (främst på insidan), använda saxade eller separerade stommar eller eventuellt använda fjädrande stålprofiler. Det senare är undersökt av Bradly and Brita för konstruktioner vanliga i Nordamerika.

En yttervägg består sällan av endast väggkonstruktionen i sig, utan fönster, dörrar och ventilationsdon är även de viktiga komponenter – i de flesta fall de akustiskt sett dimensionerande komponenterna. En väggs reduktionstal inklusive fönster, dörrar och ventilationsdon kallas sammansatt reduktionstal.

Det finns här ett behov av att sammanfatta begreppen och de enkla beräkningsmetoder som allmänt används för att beräkna sammansatt reduktionstal. På så sätt kan byggtreprenörer och konstruktörer enkelt välja stomsystem själva, utan att i för stor utsträckning blanda in akustisk specialkompetens. Det är även viktigt att de olika ensiffermått som används för att beskriva en ytterväggs ljudisolering sammanfattas, beskrivs och förklaras.

Sammanfattning - Resultat

Lätta väggar med träpanel

Mätningarna i laboratorium visar att lätta ytterväggar med lockpanel av standardtyp klarar reduktionstal motsvarande ett R'_w -värde på ca 46 dB. En förbättringsåtgärd med en extra gipsskiva på innerväggen och en extra gips på ytterväggen ökar bara R'_w -värdet med någon enstaka dB. Däremot ökar R'_w -värdet med 5-6 dB om ytterpanelen tas bort och enbart gipsskivorna behålls. Skillnaden i ljudisolering mellan spontpanel och lockpanel är försumbar. Mätningarna visar att lockpanelen ger dåliga reduktionstal. Den ger till och med en försämring om det sitter en gipsskiva monterad inunder ytterpanelen. En tätad lockpanel ökar däremot R'_w -värde med ca 2 dB. Springor i väggytor, kanter, dörr- eller fönstermontage ger ofta en avsevärd minskning av reduktionstalet. Därför är det viktigt att alla springor tätas ordentligt för att minimera ljudläckaget.

Lätta väggar med mineritskivor eller putsfasad

Ytterskikt av gips, minerit eller puts ger ett avsevärt högre reduktionstal än träpanel. Minerit på 10 mm ökar R'_w -värdet med ca 10 dB jämfört med träpanel. 17 mm putsfasad ökar R'_w -värdet med ca 16 dB. Om innerväggen hängs upp i vibrationsisolerat utförande dessutom ökas R'_w -värdet med ytterligare 7 dB, vilket ger den allra högsta ljudisoleringen, $R'_w = 70$ dB. Testet utfördes för att se effekten av en vibrationsisolering mellan regelverken för ytterskiktet och inneskiktet utan att helt separera regelverken. Åtgärden ger en avsevärd förbättring, men påverkas av upphängningsmetoden och fjäderegenskaperna på de vibrationsisolerande element som används.

Tung vägg i sandwichbetong

En vägg av betong sandwich testades med ett R'_w -värde på 55 dB. Det motsvarar ett R'_w -värde på en lätt yttervägg med två gipsskivor på vardera sidan. Ett testexempel utfördes med 4 st. borrarade 85 mm hål spridda i sandwichväggen för att visa vilken påverkan genomföringar kan ha på reduktionstalet i en vägg. Resultatet visar på en drastisk minskning av reduktionstalet med ett R'_w -värde på endast 28 dB.

Slutsats och behov av fortsatta studier

Projektets resultat visar att ljudisoleringen med lockpanel är svår att förutsäga och att det finns anledning att ytterligare studera olika ytskikt för att optimera ytterväggsfasader. Mätningarna visar på betydande nackdelar på ljudisoleringen med att använda ytterpanel av locktyp eller sponttyp. Detta kan inte förklaras utifrån någon enkel beräkningsmodell utan bör studeras vidare.

Resultaten visar också att förbättringsåtgärder av innerväggs- respektive ytterväggssystemet kan ge stor ökning av reduktionstalet.

Projektbeskrivning

Projektmål

Projektets mål var att ta fram mer underlag för en databas för ljudisoleringen på ett antal vanligt förekommande ytterväggskonstruktioner samt olika förbättringsåtgärder av konstruktionerna. Databasen ska sedan kunna användas vid byggteknisk projektering av ytterväggar. Mätresultaten bör lämpa sig att användas som indata till exempelvis standarden EN 12354 och beräkningsprogrammet Bastian eller andra byggberäkningsprogram.

Projektplan

Det ursprungliga underlaget som togs fram av Jonas Brunskog, LTH, och låg till grund för genomförande av projektet har modifierats en del. Innehållet var anpassat för genomförande under andra förhållanden och finansiering än det som nu blev aktuellt genom överföring av projektet till Luleå tekniska universitet. Både Lindbäcks bygg, Maxit group och Betongmästarna i Öjebyn har sponsrat projektet med byggmaterial och olika råd samt Consultec med byggprogramvara.

En revidering av planen för själva genomförandet utfördes. En detaljerad planering av projektet utfördes med olika offertförfrågningar av själva uppbyggnadsarbetena, modifieringar och materialbehov. En beräkning av kostnaderna visade att projektplanen måste revideras och anpassas till aktuell finansiering. Valet av testobjekt och olika modifieringar diskuterades och urval gjordes med inriktning mot vanligt förekommande lättväggssystem.

Studien inleddes med en inventering av de idag vanligt förekommande lätta ytterväggs-konstruktionerna efter kontakter med tillverkare och leverantörer. Mätserien inkluderar fall med olika förbättringar av konstruktionen, exempelvis de vanligaste förekommande konstruktionerna testades i några förbättrade varianter. T.ex. vad ger en extra gipsskiva för tilläggsisolering för de vanligaste konstruktionerna?

Resultaten av de olika ensiffermått som används för att beskriva en ytterväggs ljudisolering redovisas för varje väggkonstruktion. Exempel på dessa mått är R'_w , $R'_{C, 50-5000}$, $R'_{Ctr, 50-5000}$.

Väggtyper som ingår i studien är:

- Lättväggssystem med fasad av trä, lockpanel och spontpanel
- Lättväggssystem med putsfasad, olika tjocklek
- Lättväggssystem med fasad av minerit
- Fasad med olika förbättringsåtgärder
- Vägg av sandwich-betong med mineralull

Organisation

Projektansvarig:

Staffan Nilsson, PEAB Luleå,
0920-235349, 0733-371200,
staffan.nilsson@peab.se

Projektledare/projektgrupp:

Anders Ågren, Luleå tekniska universitet (LTU)
Tel: 0920-491683, anders.agren@ltu.se

Bror Tingvall, Luleå tekniska universitet
0920-491471, 070-5587912, bror.tingvall@ltu.se

Hans Viklund, Luleå tekniska universitet
0920-491834, hans.viklund@ltu.se

Finansiering: SBUF-Svenska Byggbranschens
Utvecklingsfond

Kontaktpersoner/företag:

Jan Petschler, Sveriges Byggindustrier, Luleå
0920-26 09 25, 070-256 89 24
jan.petschler@bygg.org

Per Liikama, PEAB Luleå,
0920-235330vx,
per.liikama@peab.se

Erik Lindbäck, Börje Larsson
Lindbäcks bygg Piteå,
erik.lindback@lindbacksbygg.se

Mätmetoder

Mätningarna har utförts enligt standarden SS-EN ISO 140/5 samt EN ISO 717-1.
Metoden lämpar sig för mätningar av bland annat fasaders ljudisolering.

Metoden bygger på att det infallande ljudet från en högtalare är 45 grader emot testväggen i sändarrummet. Närfältsmätning utförs med tryckmikrofon som placerades emot väggytan i 6 olika mikrofonpositioner.

I mottagarrummet mäts samtidigt ljudtrycket i flera positioner eller med en roterande mikrofonbom som i detta fall.

Metoden används bl.a. i mätfall där ett diffust ljudfält är svårt att uppnå, exempelvis i stora lokaler eller där mätningar utförs mellan rum inomhus och utomhus.

Testerna utfördes i akustiskt laboratorium där normalt golvbjälklag testas i liggande plan. Ett liggande test kan möjligen påverka den uppmätta ljudisoleringen i någon grad genom antagandet att en viss förspänning uppkommer genom väggens egenvikt vilket kan påverka väggens rörelse.

Mätutrustning

Följande mätutrustning och laboratorier har använts:

Mätmikrofoner	Bruel&Kjaer 4190, 4192
Mikrofonförstärkare	Bruel&Kjaer Nexus
Frekvensanalysator	Bruel&Kjaer 2123
Högtalare	Bruel&Kjaer 2123 samt Altec Lansing system och LDS amp.
Mikrofonbom	Bruel&Kjaer 3923
Mätdatasystem	Linuxsystem med beräkningsprogram för ljudisolering, LTU
Mottagarrummet	Volym är 63, 4 m ³
Väggens testyta	10,8 m ²
Sändarrum	500 m ³

Testlaboratoriet

Testerna har utförts vid Luleå tekniska universitets bygglab. Laboratoriet är uppbyggt för tester av företrädesvis bjälklag, dvs. tester av liggande konstruktioner. Det kan dock användas för tester av vissa väggtyper, lättväggssystem eller sandwichbetongblock etc. Nackdelen är att det blir svårare att testa konstruktioner som inte har tillräcklig hållfasthet i liggande form, exempelvis murade fasader etc. Tester och montage av lättväggssystem med trästomme och hela betongelement med egen bärlighet fungerade bra i laboratoriet. Testlaboratoriet används både för mätning av ljudisolering samt stegljudstester av olika typer av bjälklag. Testöppningen är 3000 ggr 3600 mm.



Foto 1 – Reduktions- och Stegljudslab

Väggtyper - testplan

Lättväggskonstruktioner

Lättväggssystemen är två huvudsystem, med träfasad respektive med putsad fasad. Tester utfördes på en grundkonstruktion av en träregelvägg. Väggsystemet byggdes ut successivt med olika ytskikt, massa, isolering, dimensioner och separation av regelverken mellan inner- och ytterskikten.

- 9 st. tester för lättvägg med träfasad i olika utföranden
- 2 st. tester för lättvägg med mineritskiva som fasad
- 3 st. tester för lättvägg med putsfasad i olika utföranden

Tyngre ytterväggskonstruktion

Tester utfördes på en sandwichvägg (betong-isolering-betong) samt en test med 4 st. borrarade hål genom väggen. Testerna med öppna hål utfördes för att visa försämringen av reduktionstalet om det förekommer öppna kanaler i väggen.

Dimensionen på sandwichväggen var 80 betong – 100 isolering – 80 betong (mm). Enkel armeringsmatta var ingjuten i betongskikten. Paroc betongelementskiva användes som isolering. Förbindelse (skivankare) mellan skikten ca 10 st per m². Betongskiktens ytvikt är 200 kg/ m² per skikt.

Hålen motsvarar en area av totalt 0,023 m² eller 2,1 % av den totala provytan. De genomgående hålen kan betraktas som genomföringar som är totalt 260 mm med en absorberande del som är 100 mm. Reduktionstalet i ett öppet hål är normalt 0 dB. I detta fall blir öppningen i form av en kanal med delvis absorberande yta på insidan. Detta innebär att hålen inte kommer att hålla 0 dB reduktionstal för alla frekvenser utan det kommer att variera beroende på frekvens.

I testplanen nedan visas de olika testerna och väggvarianterna. I tabell 1 – Tester och väggtyper, beskrivs skillnaderna av väggtyperna. I bilagorna presenteras skisser på alla testvarianter.

Tester och väggtyper

Test ID	Typ skiss-nr	R' _{wLAB} korr.	Total tjocklek; mm	Ytterskikt typ; mm	Läkt 1 mm	Skikt 2 mm	Läkt 2 mm	Isolering 1 mm; kg	Regel mm	Isolering 2 mm	Montering innerskikt	Innerskikt antal;mm;typ
tra 13-3	1-1	46	290	Lockpanel	10	nej	45	45; lätt	170	170 lätt	stumt	2; 13; gips
tra 12-3	1-2	47	303	Lockpanel	10	nej	45	45; lätt	170	170 lätt	stumt	3; 13; gips
tra 19	1-3	47	299	Lockpanel	10	1 st GU, 9	45	45; lätt	170	170 lätt	stumt	2; 13; gips
tra 16	2-1	52	249	Inget	10	1 st GU, 9	45	45; lätt	170	170 lätt	stumt	2; 13; gips
tra 17	2-2	56	258	Inget	10	2 st GU, 9	45	45; lätt	170	170 lätt	stumt	2; 13; gips
tra 20	3-1	48	295	Lockpanel	15	nej	45	50; 150	170	170 lätt	stumt	2; 13; gips
tra 21	4-1	48	279	Spontpanel	15	nej	45	50; 150	170	170 lätt	stumt	2; 13; gips
tra 22	5-1	57	267	Minerit; 10	15	nej	45	50; 150	170	170 lätt	stumt	2; 13; gips
tra 23-2	5-2	68	292	Minerit; 10	15	nej	45	50; 150	170	170 lätt	AP-regel	2; 13; gips
tra 24	6-1	62	315	Lockpanel	10	nej	45	45; lätt	170	170 lätt	AP-regel	2; 13; gips
tra 26	6-2	64	315	Lockpanel tät	10	nej	45	45; lätt	170	170 lätt	AP-regel	2; 13; gips
tra 27	7-1	69	289	Puts; 10	bärare 50	1 GU, 9	-	bärare 50	170	170 lätt	AP-regel	2; 13; gips
tra 29	7-2	70	296	Puts; 17	bärare 50	1 GU, 9	-	bärare 50	170	170 lätt	AP-regel	2; 13; gips
tra 30	7-3	63	271	Puts; 17	bärare 50	1 GU, 9	-	bärare 50	170	170 lätt	stumt	2; 13; gips
tra 31	8-1	55	260	Betong; 80	-	nej	-	-	-	100; 15kg	sandwich	Betong; 80
tra 32*/	8-2	28	260	Betong; 80	-	nej	-	-	-	100; 15kg	sandwich	Betong; 80

*/ 4 st 85 mm hål genom provväggen

Tabell 1 – Tester och väggtyper

Testplan

GRUNDKONSTRUKTION	VARIANTER	ID
Lättvägg 1 Genomgående träreglar Ytterskikt: Träfasad Typ: Lockpanel Lätt inner isolering 45 mm	Standardvägg 2 gips på insidan 0 gips på utsidan	Typ 1-1
	3 gips på insidan 0 gips på utsidan	Typ 1-2
	2 gips på insidan 1 GU-gips på utsidan	Typ 1-3
Lättvägg 2 Genomgående träreglar Ytterskikt: Ingen ytterpanel	2 gips på insidan 1 GU-gips på utsidan	Typ 2-1
	2 gips på insidan 2 GU-gips på utsidan	Typ 2-2
Lättvägg 3-4 Genomgående träreglar Ytterskikt: Träfasad - Lockpanel typ 3-1 - Spontpanel typ 3-1	2 gips på insidan Tung innerisolering 50 mm 0 gips på utsidan Lockpanel	Typ 3-1
	2 gips på insidan Tung innerisolering 50 mm 0 gips på utsidan Spontpanel	Typ 4-1
Lättvägg 4-5 Ytterskikt: Minerit-fasad Innerväggsupphängning: - Stum typ 5-1 - AP-regel typ 5-2	2 gips på insidan Tung innerisolering 50 mm 10 mm minerit på insidan	Typ 5-1
	2 gips på insidan monterad på AP-regel Tung innerisolering 50 mm 10 mm minerit på insidan	Typ 5-2
Lättvägg 6 Ytterskikt: Träfasad Typ: Lockpanel Resp. tätad lockpanel Lätt inner isolering 45 mm AP-reglad innervägg	2 gips på insidan monterad på AP-regel 0 gips på utsidan Lockpanel	Typ 6-1
	2 gips på insidan monterad på AP-regel innervägg 0 gips på utsidan Tätad lockpanel	Typ 6-2
Lättvägg 7 Putsfasad - Putsbärrisolering - Genomgående regelverk typ 7-3 - AP-reglad innervägg typ 7-1; 7-2	Putsfasad 10 mm Putsbärrisolering 2 gips på insidan AP-regel innervägg	Typ 7-1
	Putsfasad 17 mm Putsbärrisolering 2 gips på insidan AP-regel innervägg	Typ 7-2
	Putsfasad 17 mm Putsbärrisolering 2 gips på insidan Stumt monterad innervägg	Typ 7-3
Sandwichvägg Prefabricerade sandwichelement Betong – isolering - betong	Sandwichvägg 80 – 100 – 80 mm Betong-isolering-betong	Typ 8-1
	Sandwichvägg 80 – 100 – 80 mm Betong-isolering-betong 4 st 85 mm håll	Typ 8-2

Resultat

Sammanställning av resultaten

I tabell 2 nedan presenteras alla mätresultat på fyra olika sätt, dels i ensiffervärden och dels i 1/3-oktavbandsnivåer. Ensiffervärdena (vägda dB-värden) är beräknade enligt olika kriterier;

- Vägda dB-värden inom 100 -3150 Hz, R'_w
- Vägda dB-värden inom 50 - 5000 Hz, anpassning spektra 1, $R'_{C, 50-5000}$
- Vägda dB-värden inom 50 - 5000 Hz, anpassning spektra 2, $R'_{C_{tr}, 50-5000}$

R'_w	Vägt reduktionstal i byggnader, frekvensområde 100 – 3150 Hz.
$R'_{C, 50-5000}$	Vägt reduktionstal i byggnader, utökat frekvensområde, C - anpassningsterm för mellan- och högfrekvent buller. Anpassningstermen påverkar reduktionstalet mest på medelhöga och höga frekvenser, som vid tåg- och trafikbuller i hög hastighet, industrier med höga/medelhöga frekvenser, jetflyg, musik, radio- och TV-ljud.
$R'_{C_{tr}, 50-5000}$	Vägt reduktionstal i byggnader, utökat frekvensområde, C_{tr} - anpassningsterm för lågfrekvent buller. Anpassningstermen påverkar reduktionstalet mest av på det lägsta frekvensområdet, som vid trafikbuller i låg hastighet, propellerflyg, diskomusik, industrier med lågfrekvent buller.

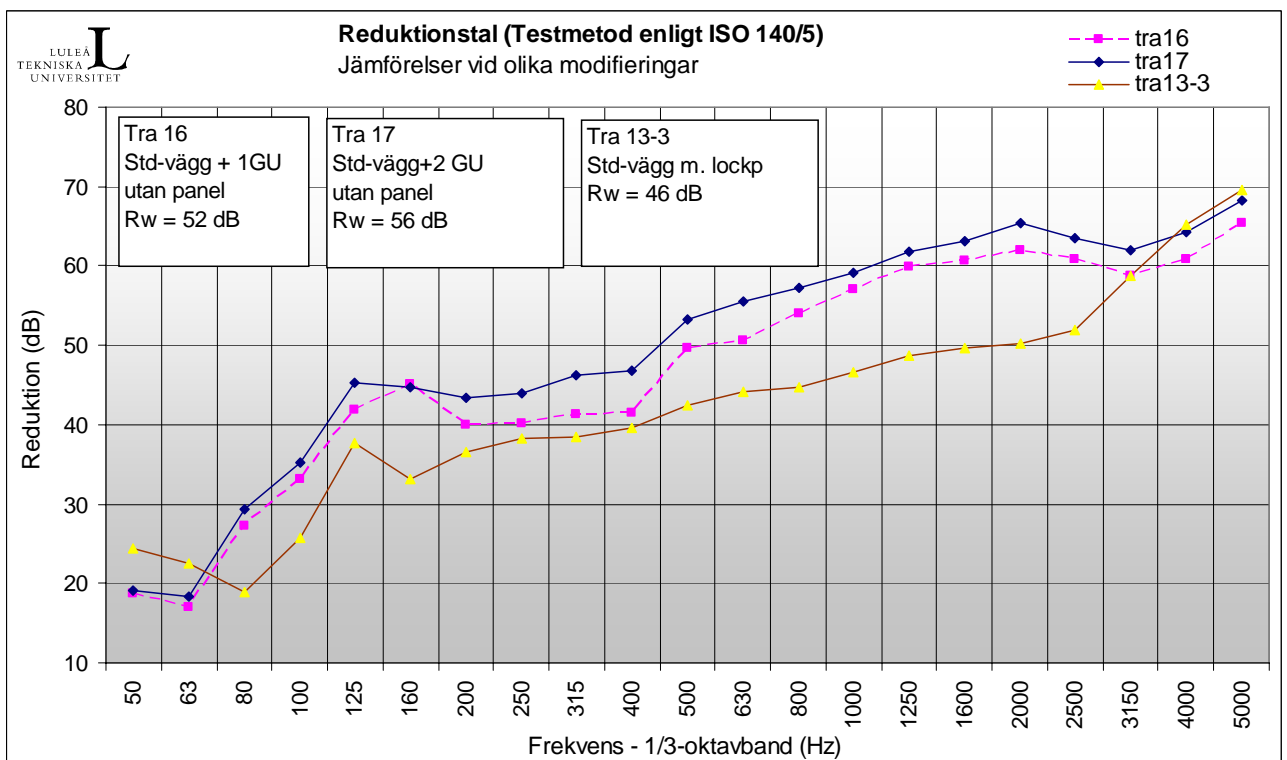
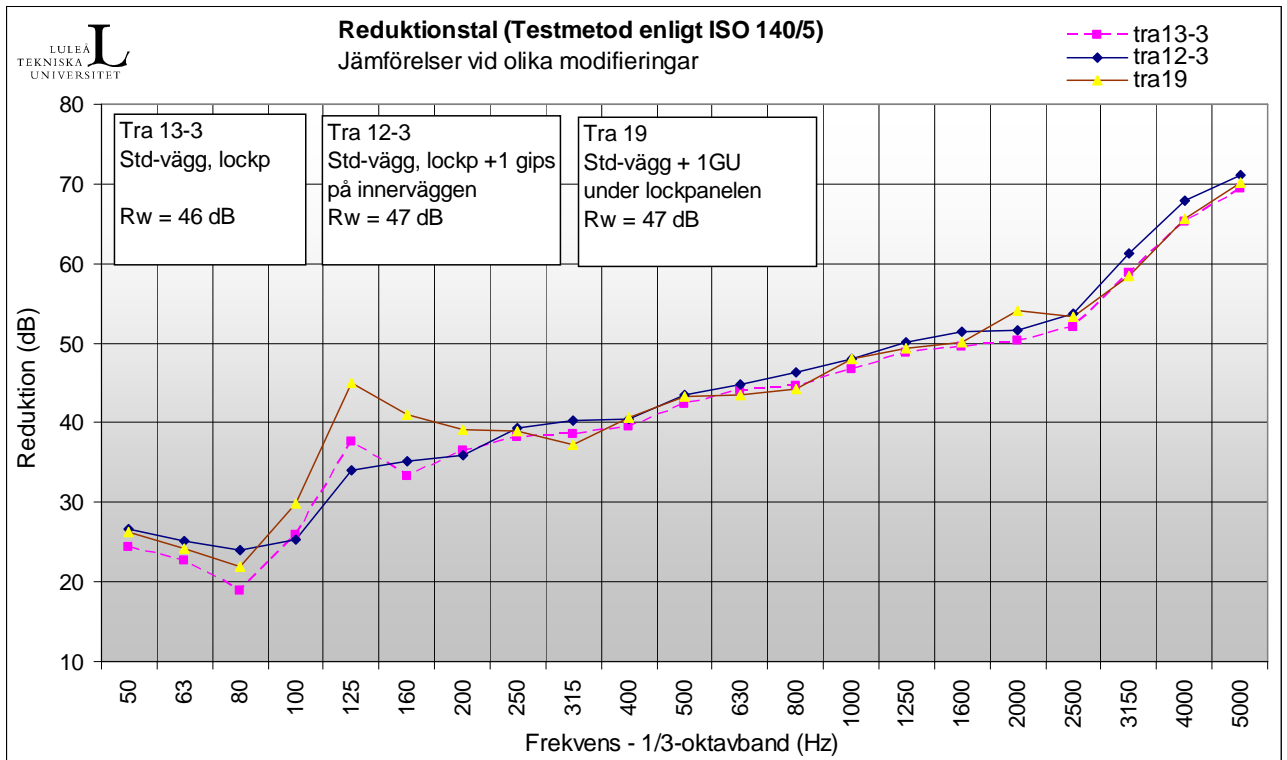
RESULTATSAMMANSTÄLLNING YTTERVÄGGAR

Test id	tra 13-3	tra 12-3	tra 19	tra 16	tra 17	tra 20	tra 21	tra 22	tra 23-2	tra 24	tra 26	tra 27	tra 29	tra 30	tra 31	tra 32*/
Skiss/diagr	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	3-1	4-1	5-1	5-2	6-1	6-2	7-1	7-2	7-3	8-1	8-2
R'_{WLAB}	46	47	47	52	56	48	48	57	68	62	64	69	70	63	55	28
$R'_{C, 50-5000}$	45	46	46	49	51	46	47	51	61	56	57	61	65	55	55	28
$R'_{C_{tr}, 50-5000}$	37	39	39	37	39	37	38	38	48	43	44	48	53	42	48	27
Frekvens	REDUKTIONSTAL (dB)															
50	24,4	26,6	26,3	18,7	19,2	24,8	26,3	24,8	27	26,4	26,9	28,3	35,6	33,2	30,8	30,5
63	22,6	25,2	24,2	17	18,4	21,3	23	19,4	28,3	23,5	23,8	28,6	33,8	24,5	29,6	28,6
80	18,9	24	22	27,2	29,3	19	19,8	20,5	36,1	28,8	31,5	33,3	38,8	23,3	42,5	36,4
100	25,8	25,3	29,8	33,1	35,2	27,9	26,2	34,5	42,2	36,3	39,6	42,5	46	34,4	43,4	39,1
125	37,7	34	45	41,9	45,2	41,2	40,2	47,6	48,1	41,4	44,7	47,3	50	47,3	43,7	38,4
160	33,2	35,1	41	45,1	44,7	34,9	35,5	43,4	50,9	42,5	45,7	50,5	53	46	46	35,1
200	36,5	35,9	39,2	40	43,4	39,5	38,7	48,8	54,1	46,8	49,9	54,9	55,6	50	45,3	37,5
250	38,2	39,3	39	40,2	43,9	41	40,6	47,6	57,6	53	55,7	60,6	59,4	49,3	43,8	34,7
315	38,5	40,3	37,2	41,3	46,3	41,1	41,9	46,3	60,6	55,3	56,4	61,9	64	54,1	42,4	34,1
400	39,5	40,5	40,7	41,4	46,8	43,2	43,1	50,5	64,5	58,9	59,7	65,5	66,9	58,7	45,2	29,2
500	42,4	43,5	43,3	49,7	53,3	42,5	43,4	52,5	68,2	61,4	62,1	68,7	68,1	62,9	50,3	29,6
630	44,1	44,9	43,4	50,6	55,5	45,1	45,7	55	69,7	63,3	64,8	71,1	70	64,8	55,6	29,6
800	44,7	46,3	44,3	54,1	57,3	46,3	44,2	58,4	72,6	65	65,7	74,1	73,6	68,5	58,5	30,3
1000	46,7	48,1	48,1	57,1	59,1	47,6	47,4	60,5	73,9	66,1	66,7	75,9	75,6	71,9	64,6	24,6
1250	48,7	50,1	49,3	59,9	61,7	49,4	51,7	62,4	75,5	66,6	67,8	77,4	79,3	74,3	68,1	23,2
1600	49,6	51,4	50,1	60,6	63,2	49,9	52,2	62,9	77,6	65,4	67	81,2	82,3	71,9	72	25,7
2000	50,3	51,7	54	62	65,3	53,1	53,7	59,9	74,3	67,3	70,1	83,4	83,8	71,9	76,7	28,7
2500	52	53,7	53,4	60,9	63,5	54,2	54,4	57,8	71,9	67,3	71,4	86,2	82,7	70,5	77,1	31,4
3150	58,8	61,3	58,5	58,8	62	61,9	60,2	60,2	72	72,9	77,1	85,3	85,1	73,3	73,7	31,9
4000	65,2	67,8	65,6	60,8	64,2	69	68,5	65,3	76,2	77,4	79,6	86	85,9	77	75,5	34,6
5000	69,5	71,2	70,2	65,4	68,3	72,3	71,9	67,6	77,5	79,2	79,3	85,8	86,1	83,1	76,6	38,5

*/ 4 st 85 mm hål i betongväggen

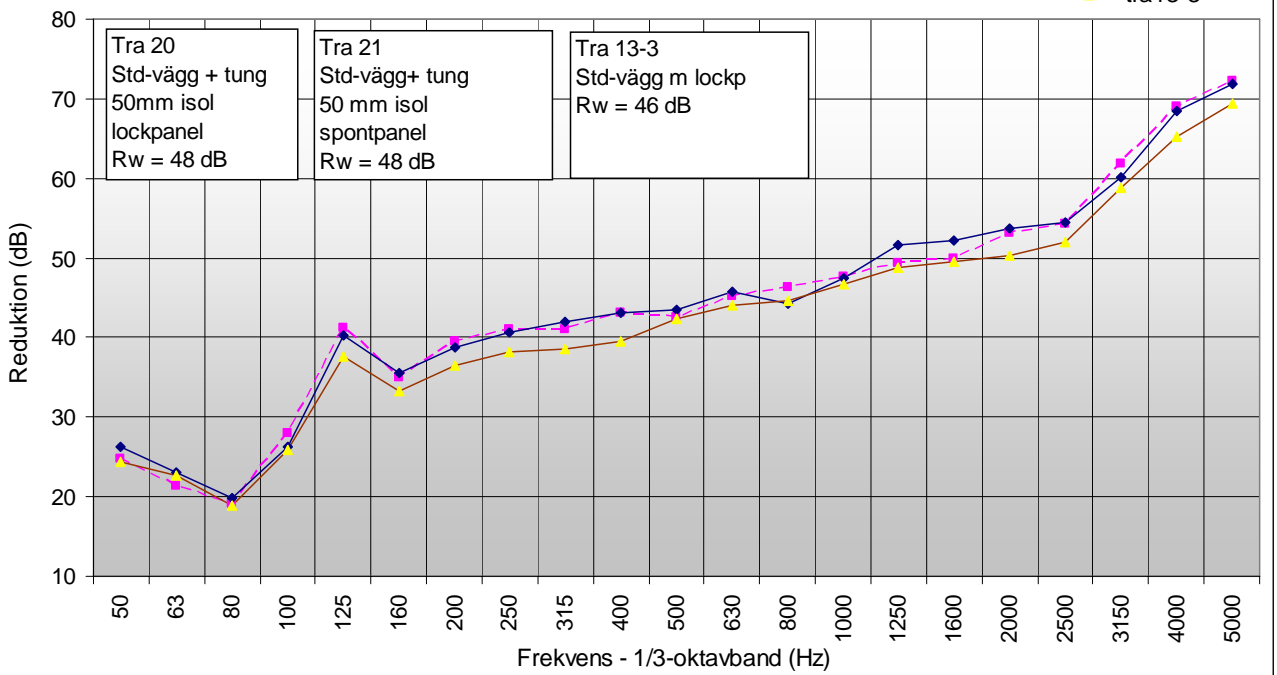
Tabell 2 - Resultatsammanställning

Jämförelse mellan olika väggtyper



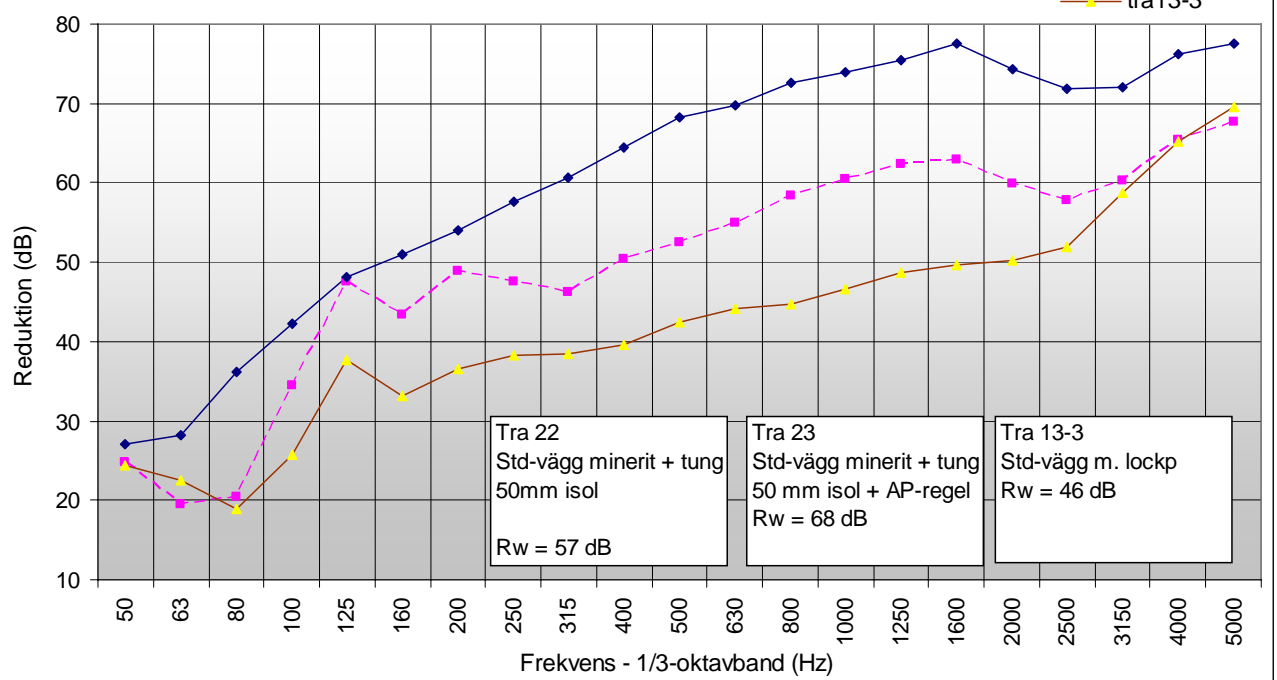
Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)

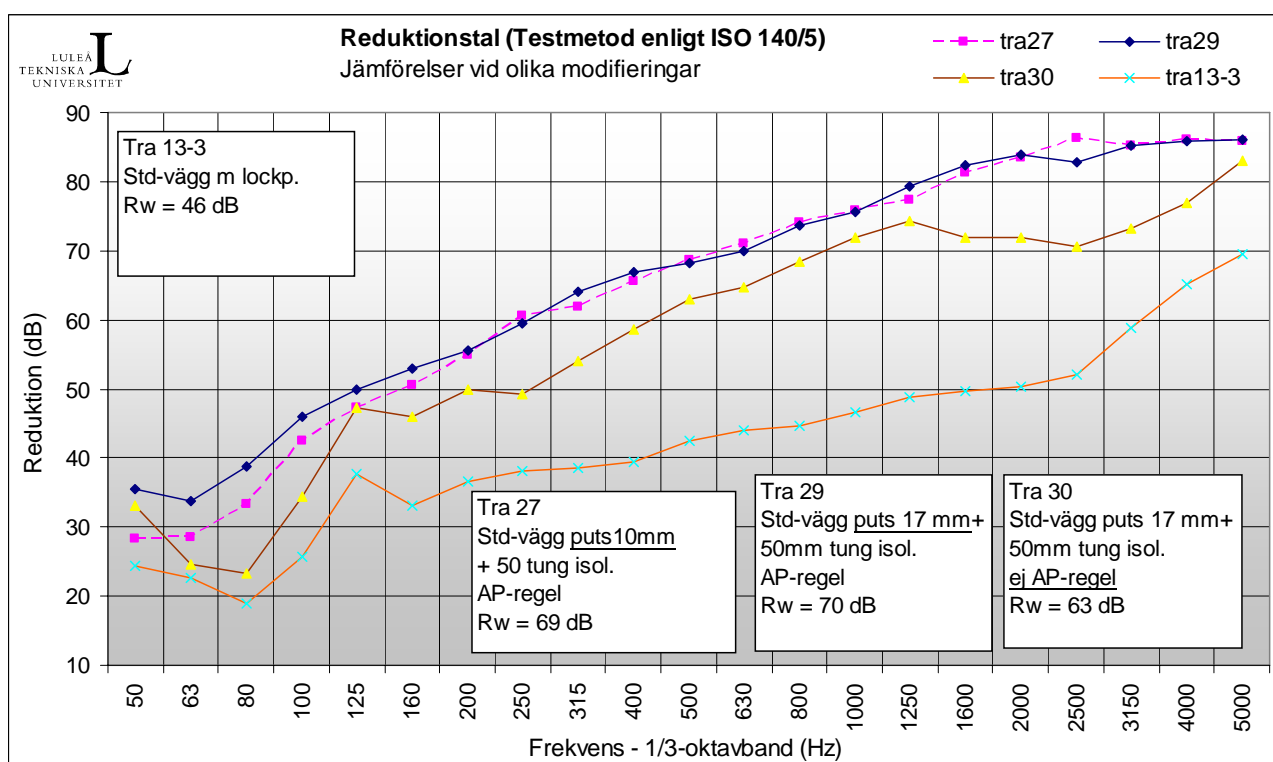
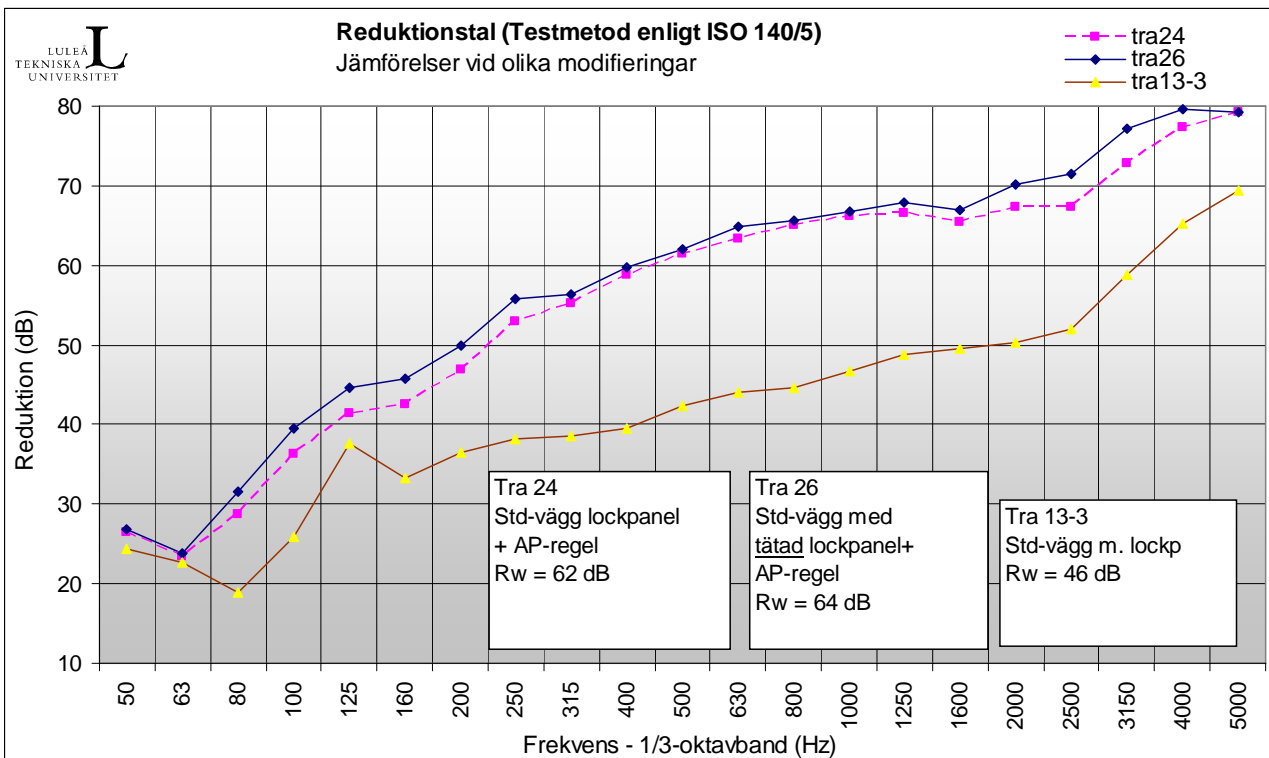
Jämförelser vid olika modifieringar

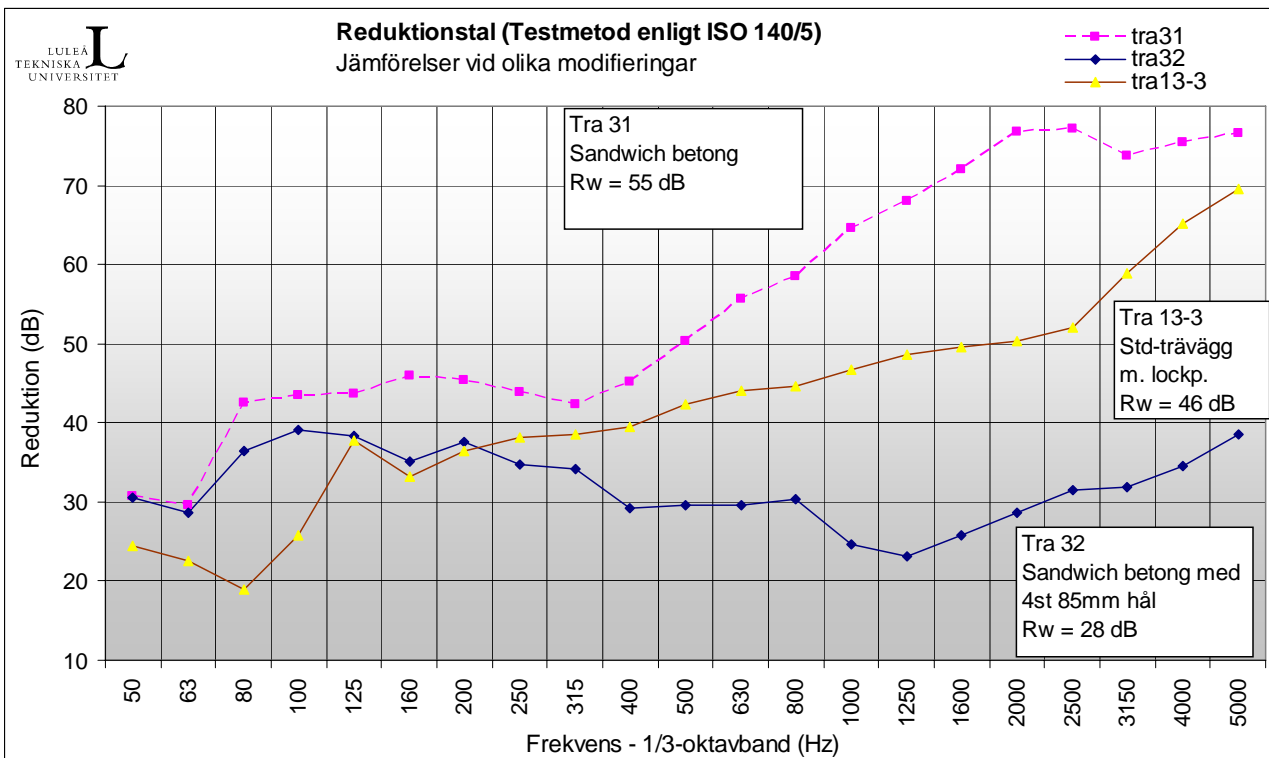


Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)

Jämförelser vid olika modifieringar



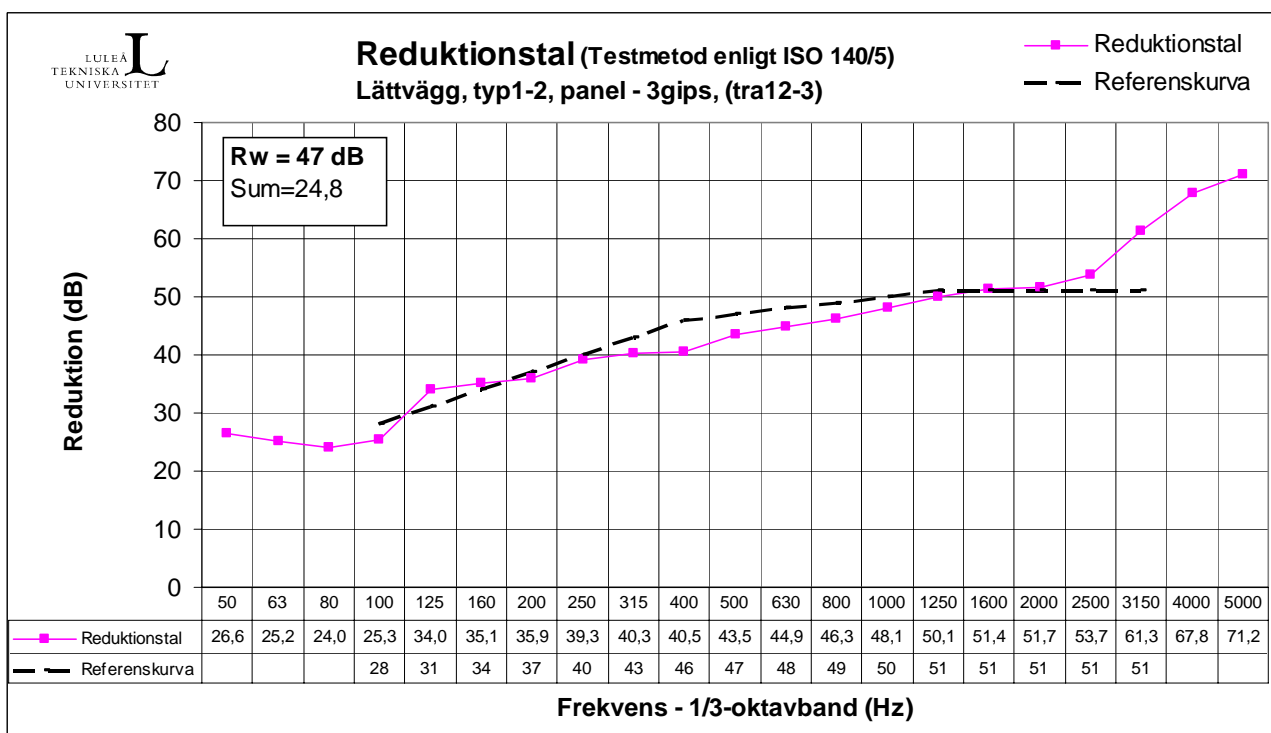
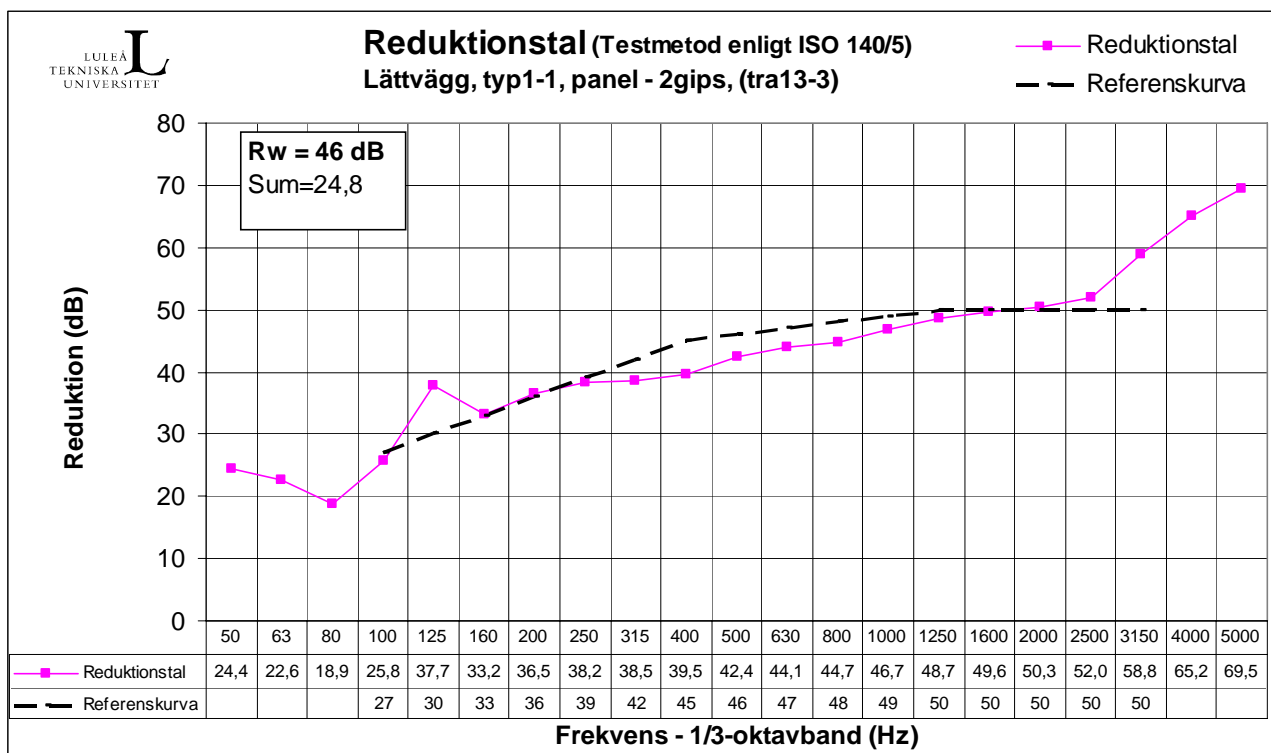


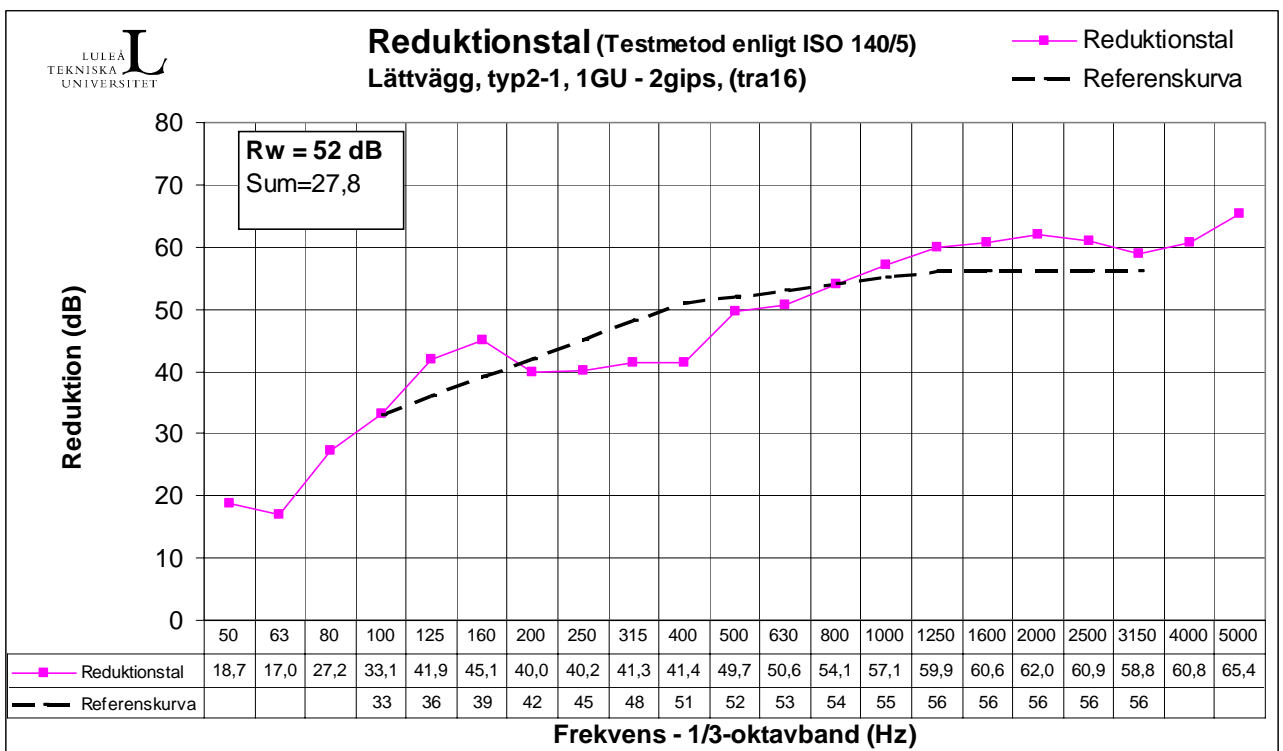
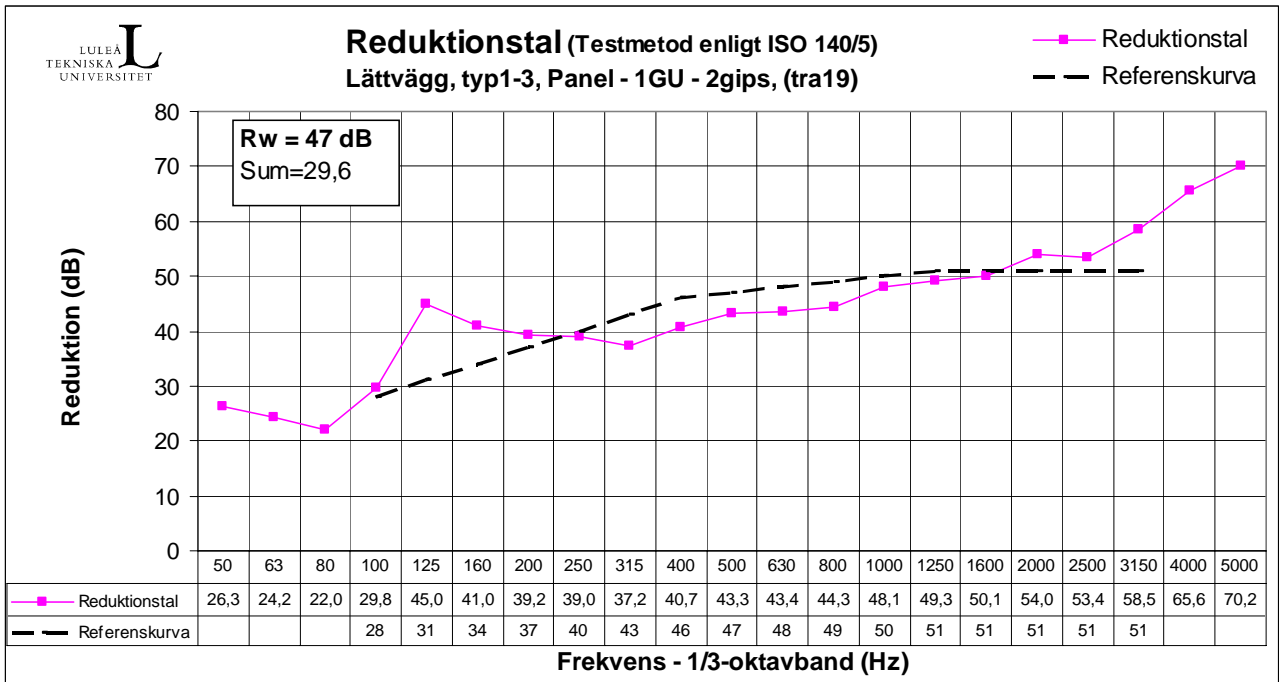


Bilagor

- Bilaga 1 Resultatdiagram för respektive test
- Bilaga 2 Skisser på de olika väggtyperna
- Bilaga 3 Montering av sandwich betongelementet i provöppningen
- Bilaga 4 Montering av lättväggselementet i provöppningen – standardutförande
- Bilaga 5 Montering av lättväggselementet i provöppningen – extra skivor - AP-profil
- Bilaga 6 Foton på panelväggar och AP-profil

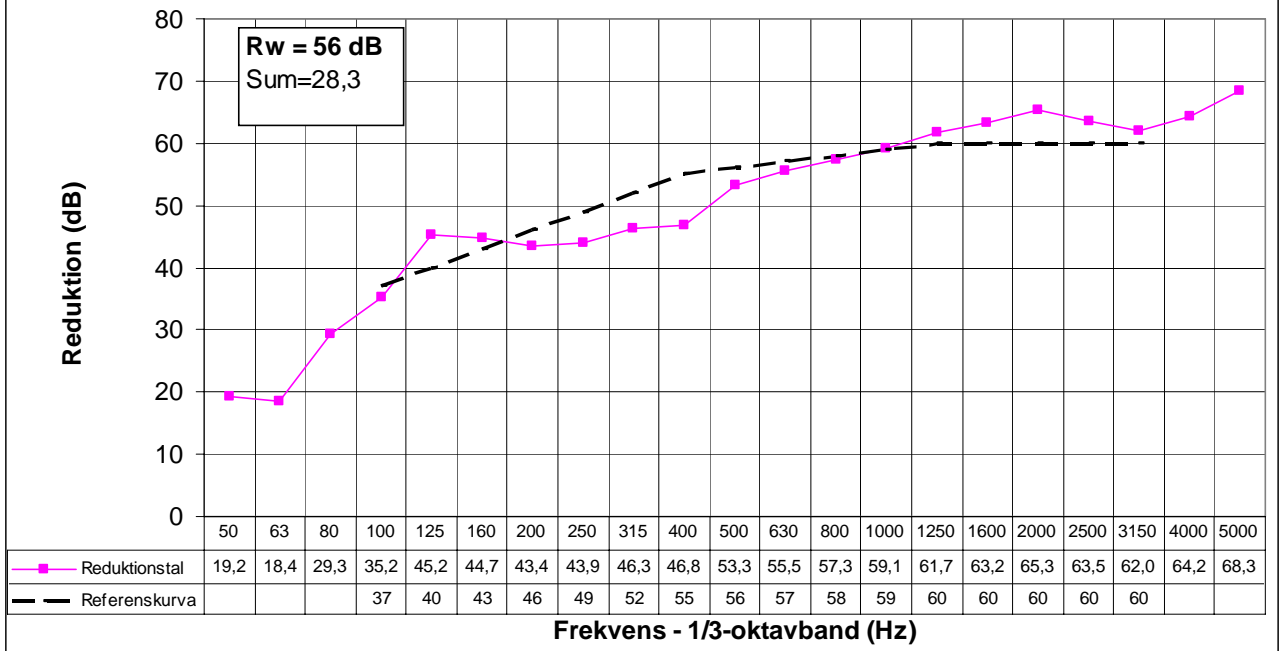
Bilaga 1 Resultatdiagram för respektive test





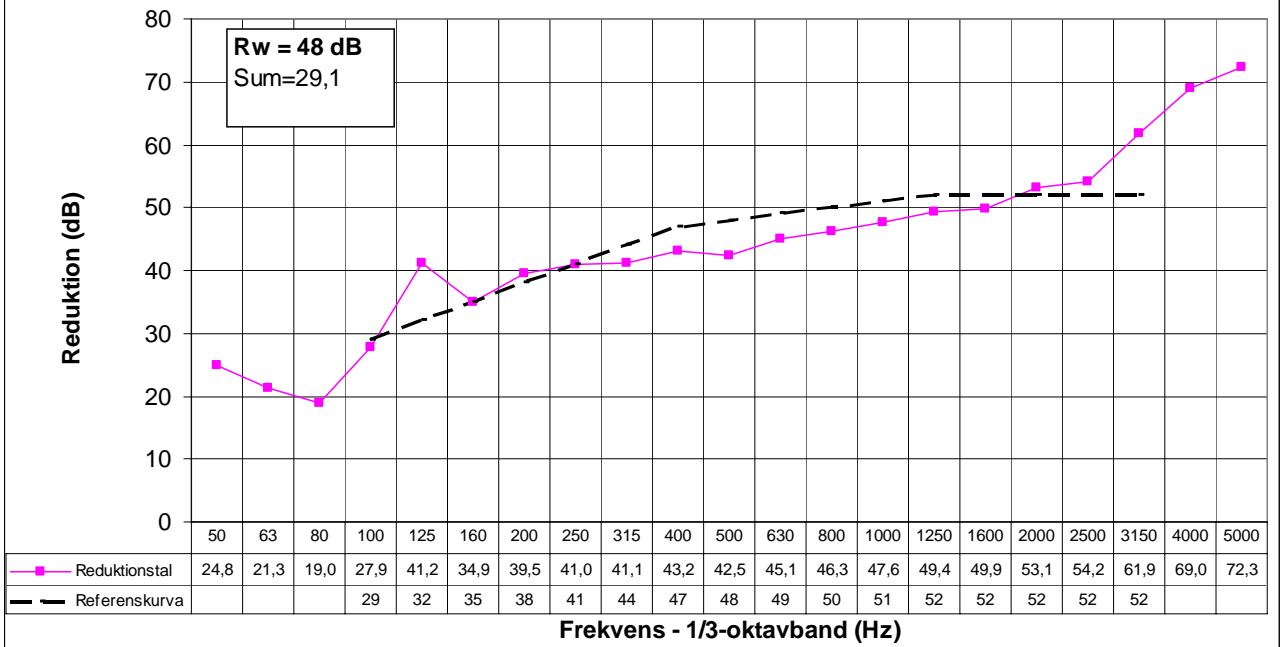
Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)
Lättvägg, typ2-2, 2GU - 2gips, (tra17)

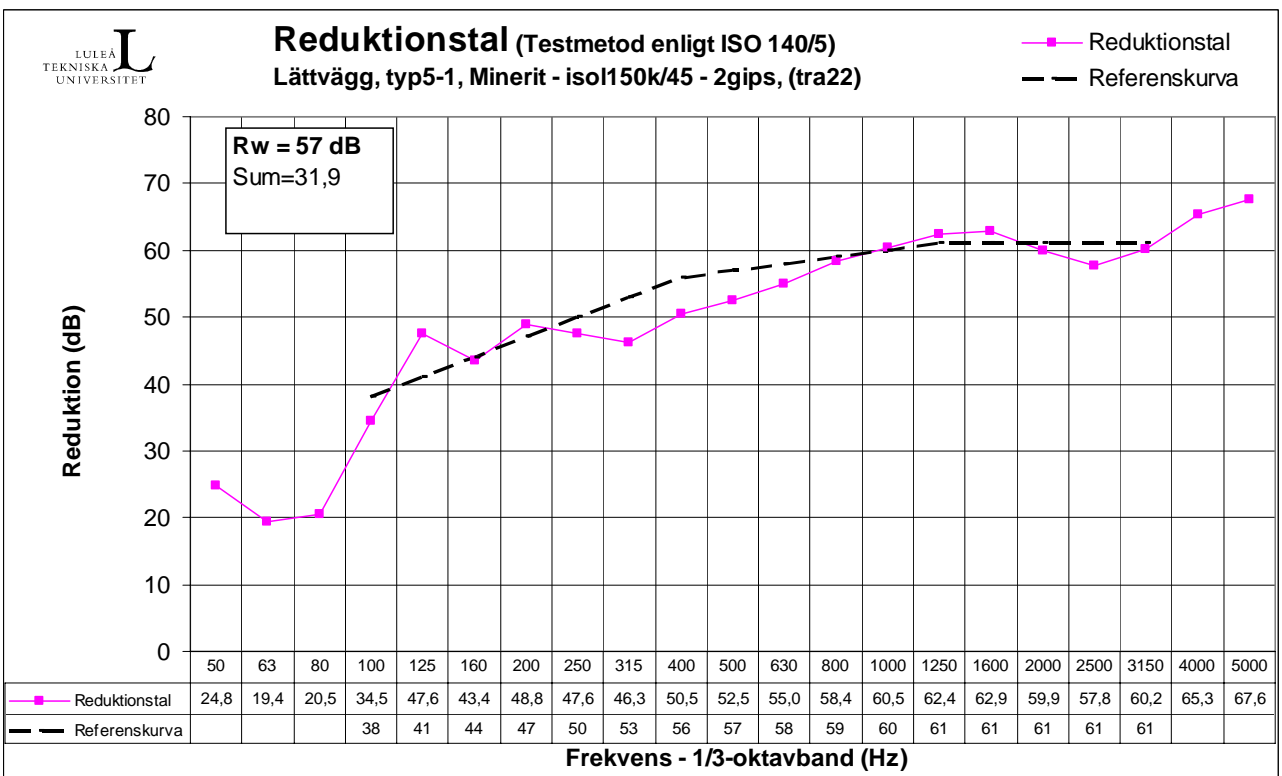
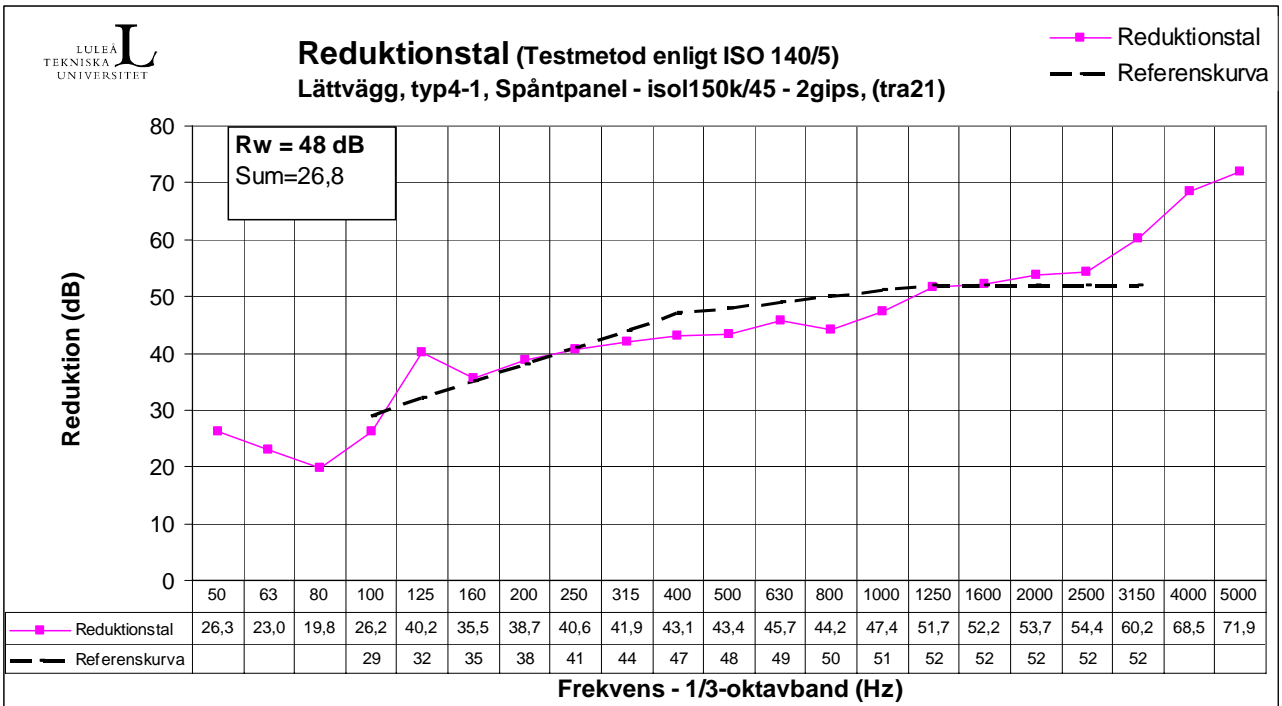
—■— Reduktionstal
- - - Referenskurva



Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)
Lättvägg, typ3-1, Lockpanel - isol150k/45 - 2gips, (tra20)

—■— Reduktionstal
- - - Referenskurva

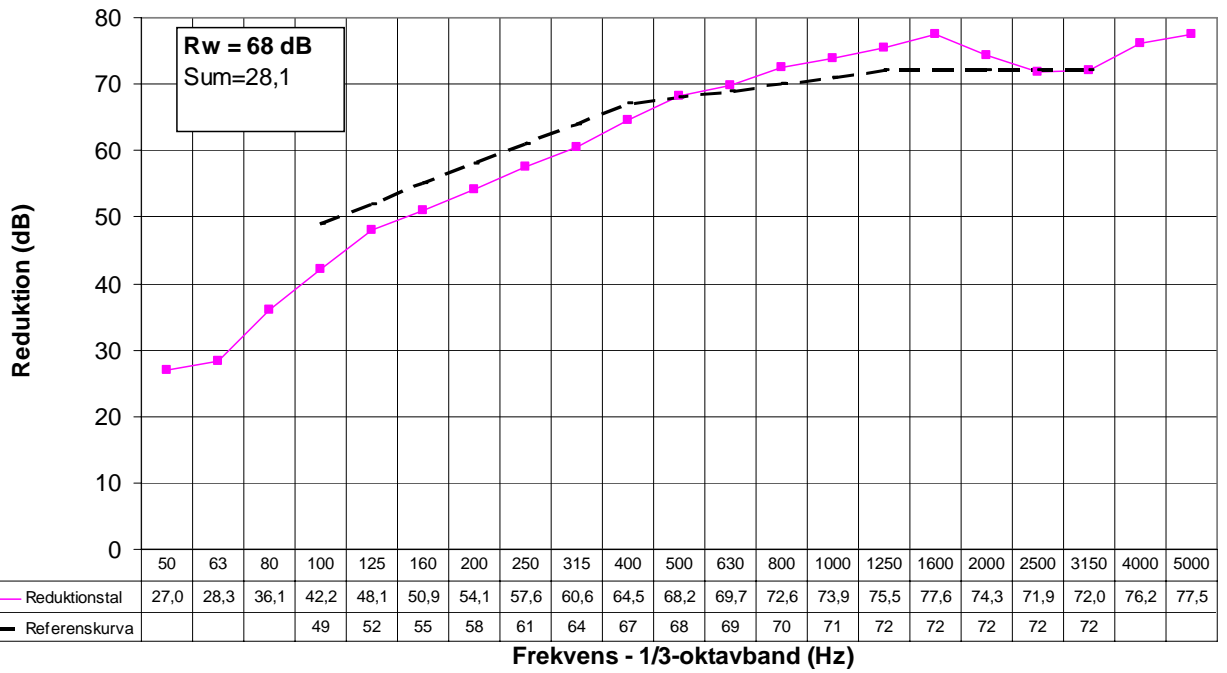




Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)

Lättvägg, typ5-2, Minerit - isol150k/45 - AP-regel - 2gips, (tra23-2)

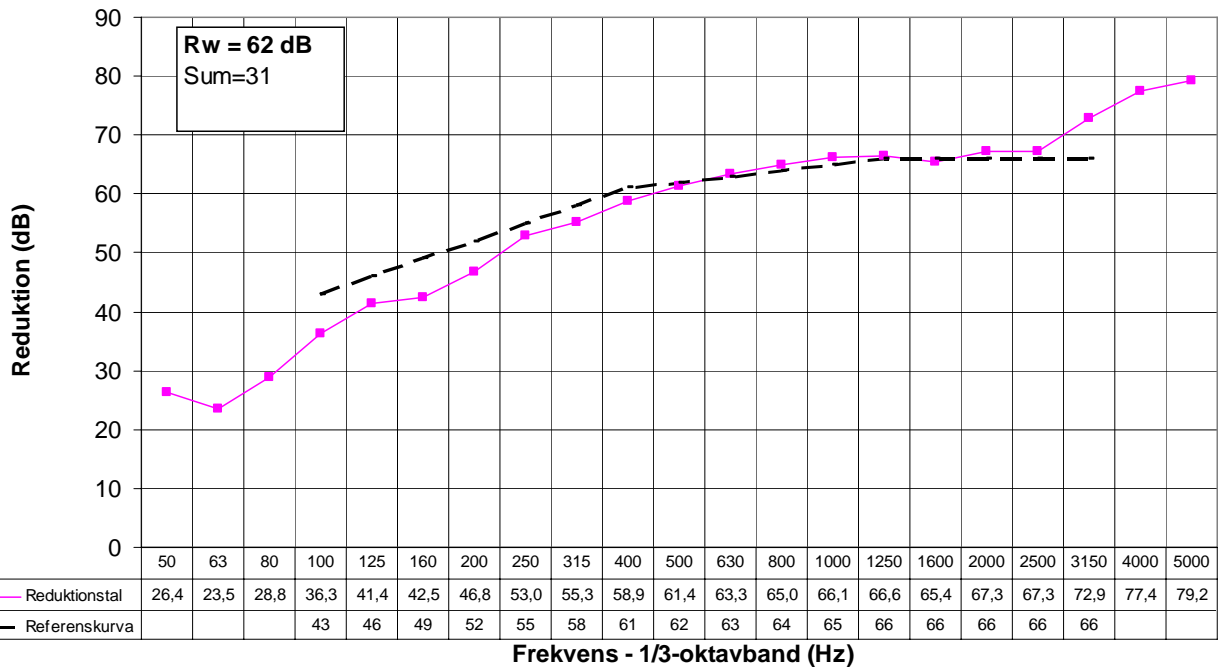
—■— Reduktionstal
- - - Referenskurva



Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)

Lättvägg, typ6-1, Lockpanel -lätt isol/45-AP-regel-2gips, (tra24)

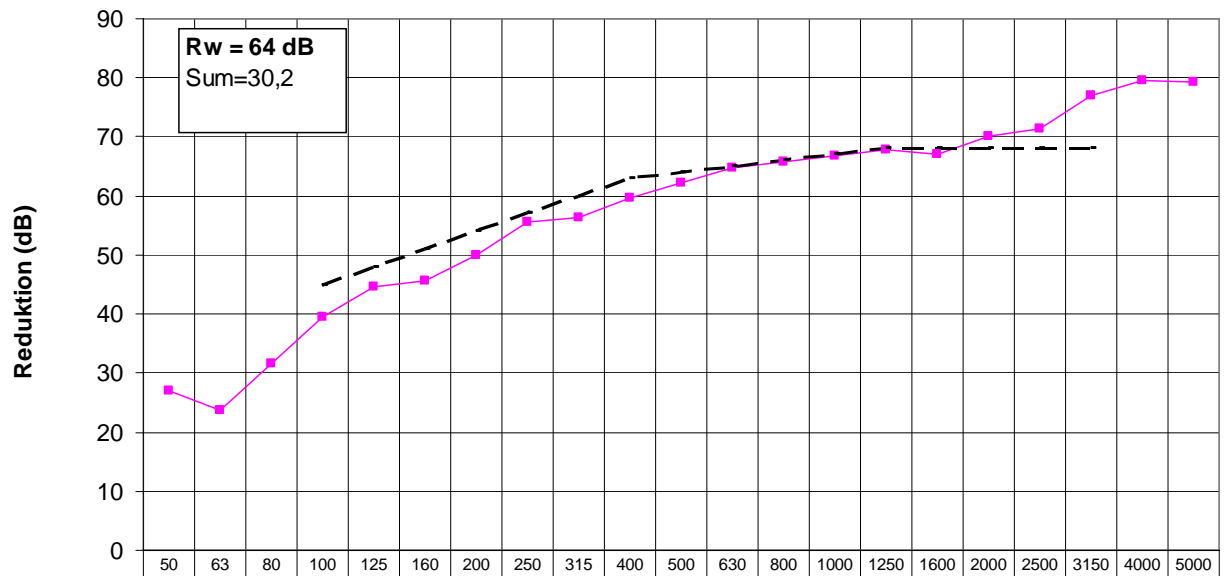
—■— Reduktionstal
- - - Referenskurva



Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)

Lättvägg, typ6-2, Tätad lockpanel -lätt isol/45- A-regel-2gips, (tra26)

—■— Reduktionstal
— — Referenskurva



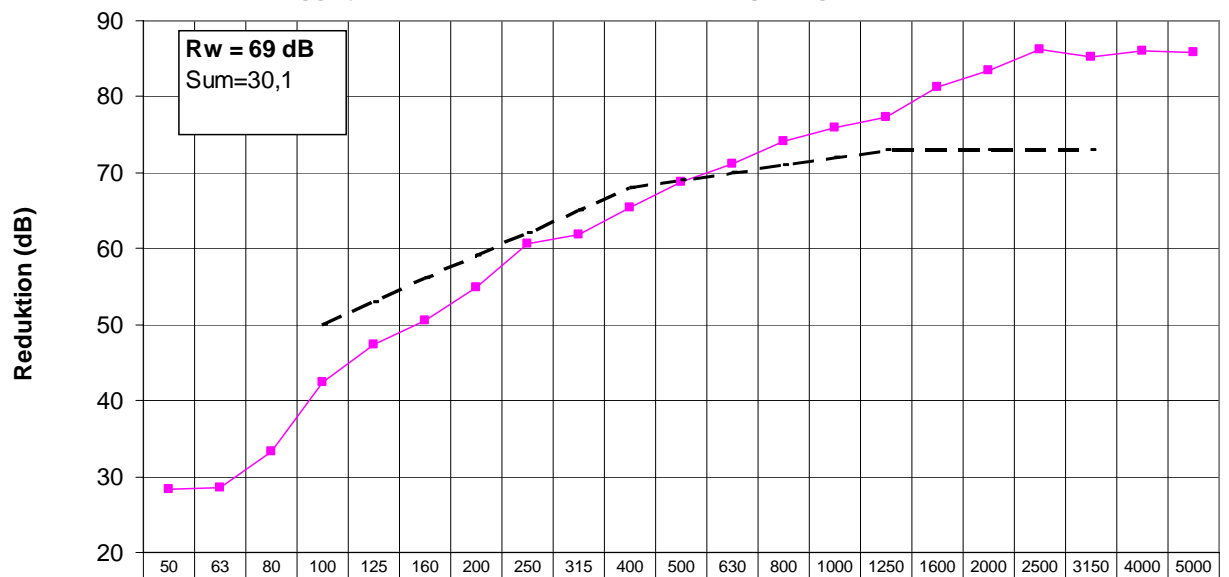
	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	
—■— Reduktionstal	26,9	23,8	31,5	39,6	44,7	45,7	49,9	55,7	56,4	59,7	62,1	64,8	65,7	66,7	67,8	67,0	70,1	71,4	77,1	79,6	79,3	
— — Referenskurva				45	48	51	54	57	60	63	64	65	66	67	68	68	68	68	68	68		

Frekvens - 1/3-oktavband (Hz)

Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)

Lättvägg, typ7-1, Puts 10mm -putsb50 - AP-regel - 2gips, (tra27)

—■— Reduktionstal
— — Referenskurva



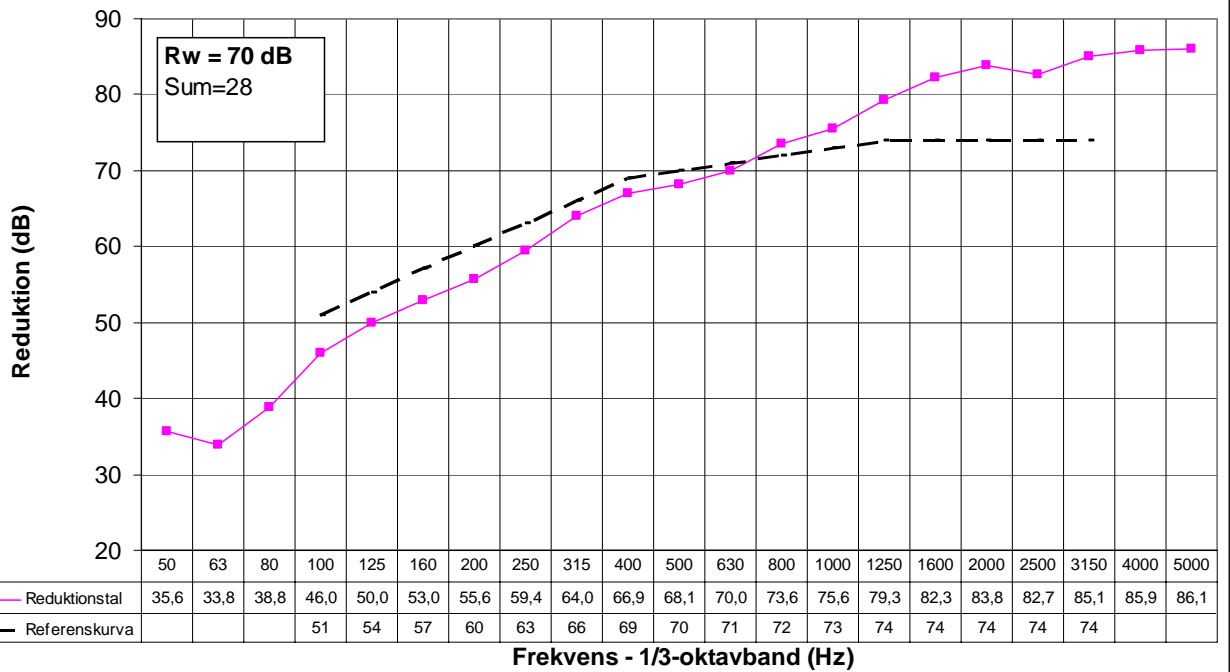
	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	
—■— Reduktionstal	28,3	28,6	33,3	42,5	47,3	50,5	54,9	60,6	61,9	65,5	68,7	71,1	74,1	75,9	77,4	81,2	83,4	86,2	85,3	86,0	85,8	
— — Referenskurva				50	53	56	59	62	65	68	69	70	71	72	73	73	73	73	73	73		

Frekvens - 1/3-oktavband (Hz)

Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)

Lättvägg, typ7-2, Puts 17mm-putsb50 - AP-regel - 2gips, (tra29)

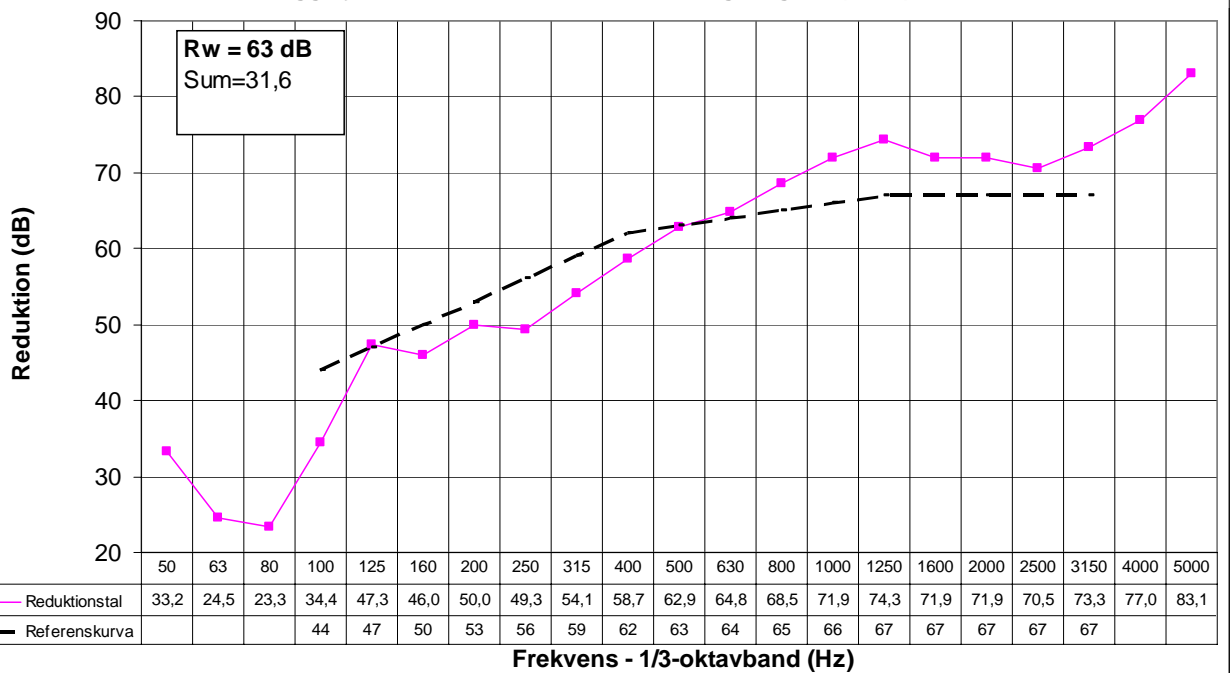
—■— Reduktionstal
- - - Referenskurva



Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)

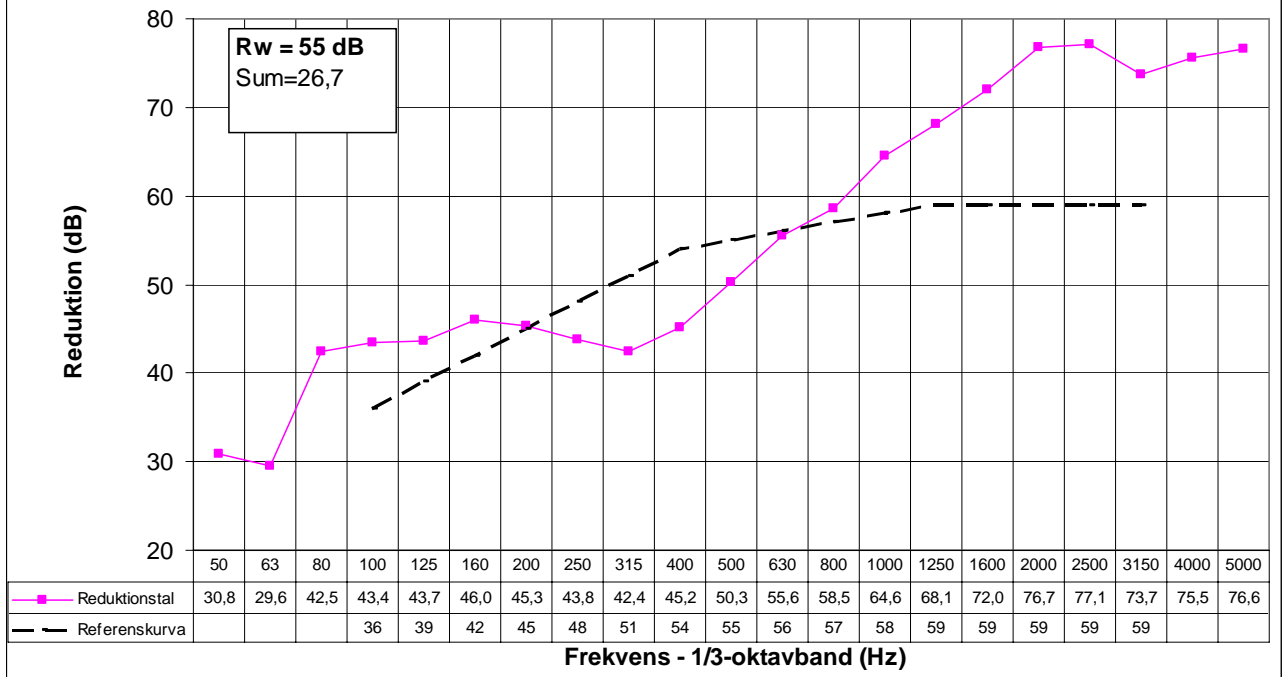
Lättvägg, typ7-3, Puts 17mm-putsb50-std-regel-2gips, (tra30)

—■— Reduktionstal
- - - Referenskurva



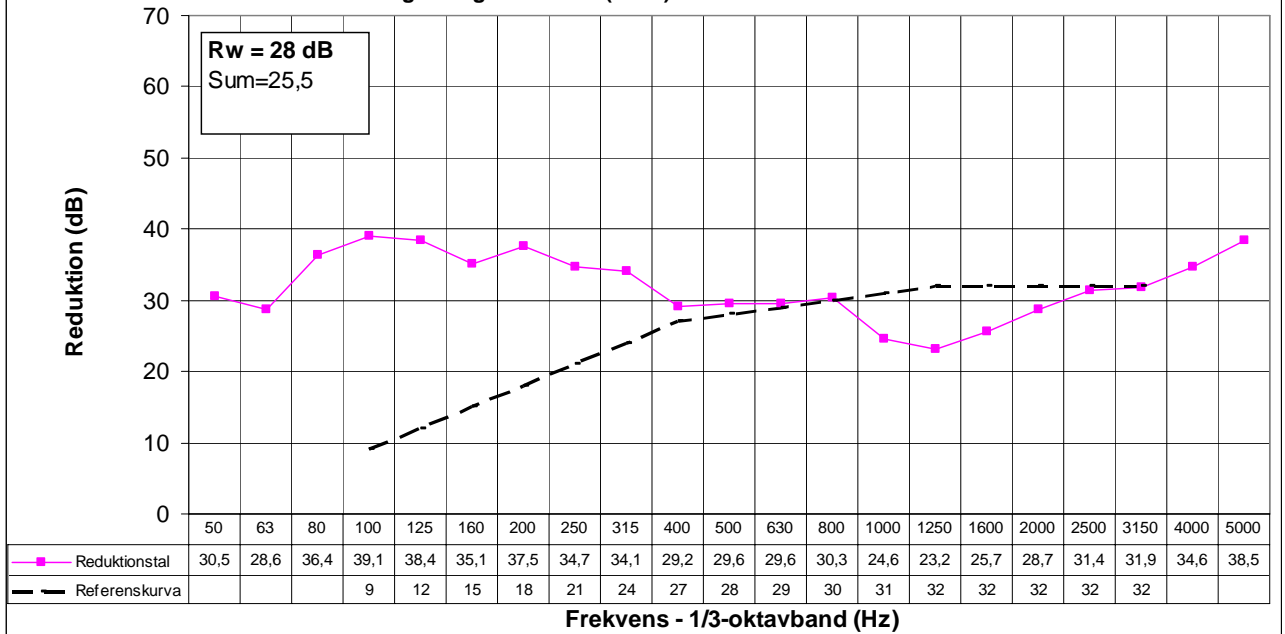
Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)
Sandwich betong, Typ 8-1, 80betong-100isol-80betong (tra31)

—■— Reduktionstal
- - - Referenskurva



Reduktionstal (Testmetod enligt ISO 140/5)
Sandwich betong, Typ 8-2, 80betong-100isol-80betong,
+4 st genomg. hål 85 mm (tra32)

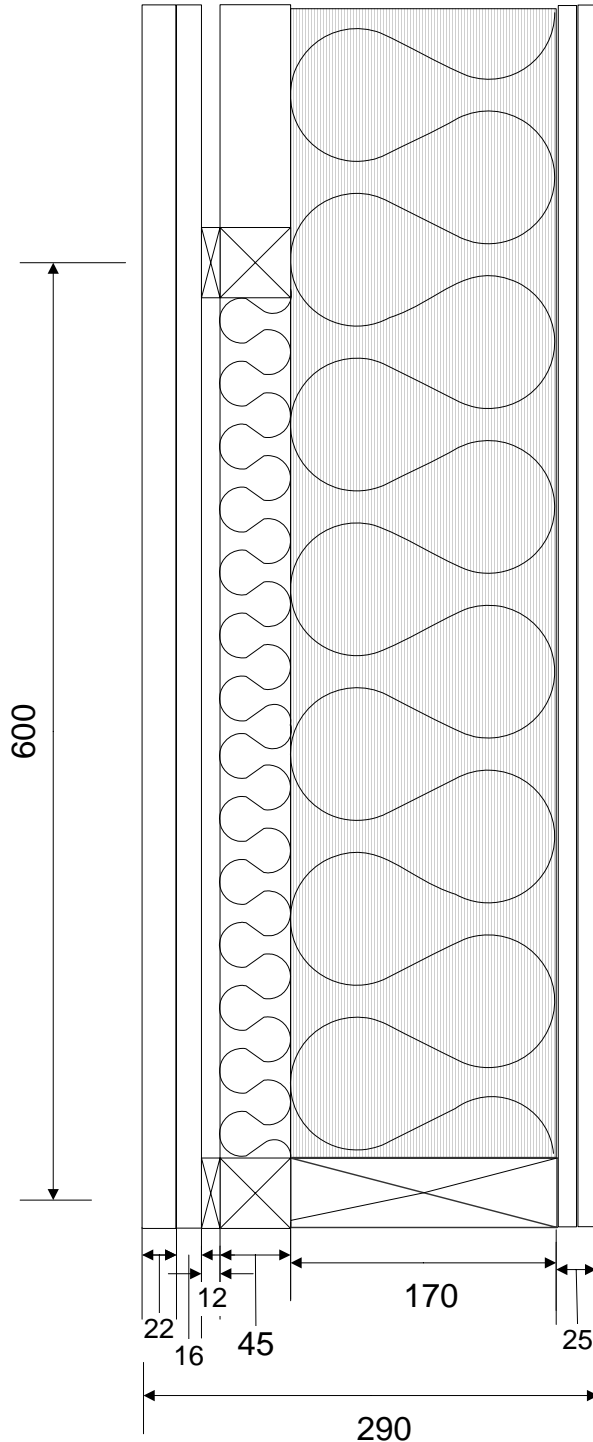
—■— Reduktionstal
- - - Referenskurva



Bilaga 2 Skisser på 16 olika väggtyper med modifieringar

Yttre skikt:
Panel=9,2 kg/m²

Inre skikt:
2 gips = 18 kg/m²



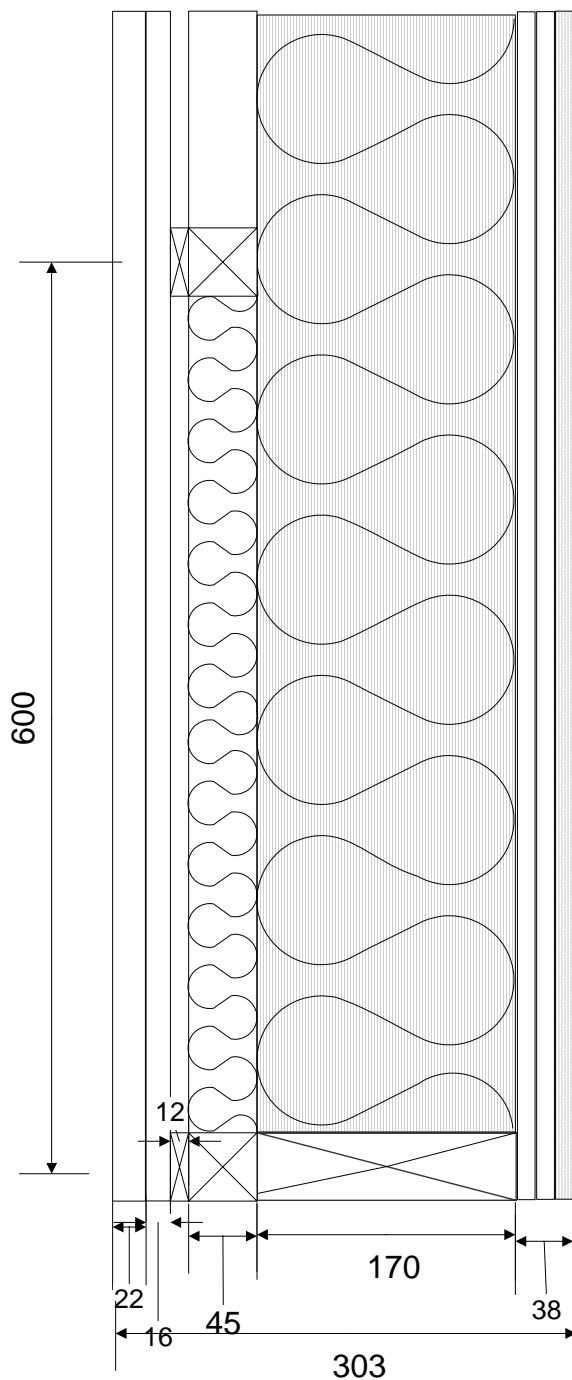
1-1. STANDARDVÄGGENS UPPBYGGNAD

12,5 x 12,5	GIPS
0,2	PLASTFOLIE
45x170	STOLPAR, C600
170	MINERALULL, ULTIMATE
45x45	REGLAR, C600
45	MINERALULL ICOPAL WINDY
12x45	LÄKT
16x70	UNDERBRÄDA
22x170	LOCK

290 mm TOTALMÅTT

Yttre skikt:
Panel=9,2 kg/m²

Inre skikt:
3 gips = 27 kg/m²



1-2. MODIFIERAD STANDARDVÄGG

FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:

□ EXTRA GIPS INVÄNDIGT

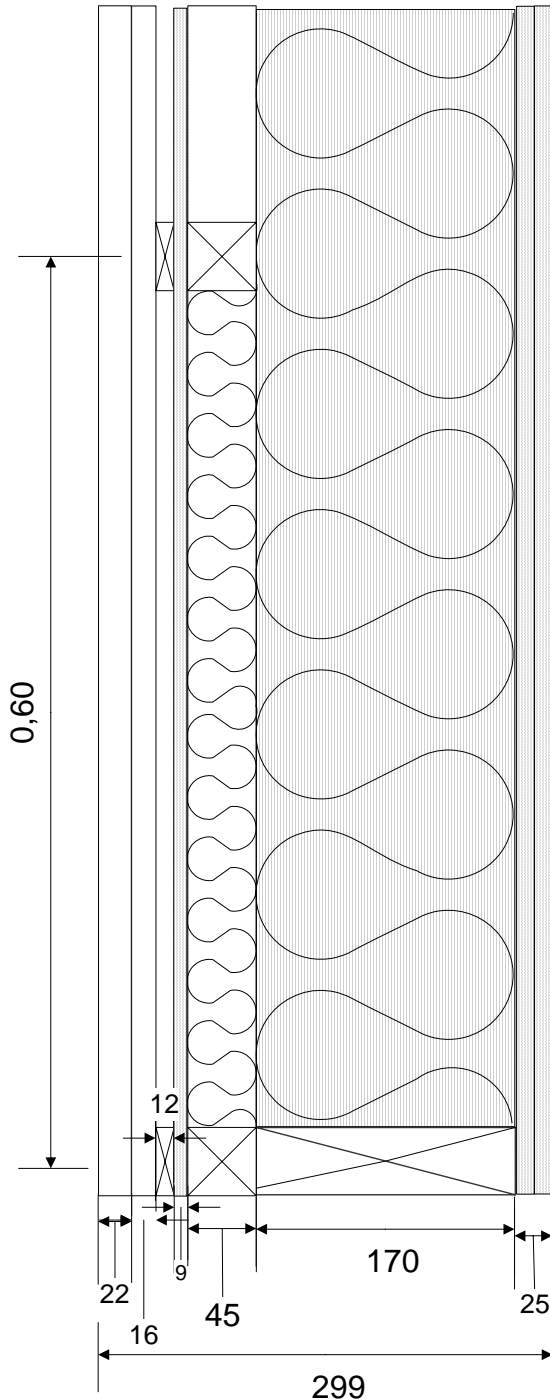
3 x12,5	GIPS
0,2	PLASTFOLIE
45x170	STOLPAR, C600
170	MINERALULL, ULTIMATE
45x45	REGLAR, C600
45	MINERALULL
	ICOPAL WINDY
12x45	LÄKT
16x70	UNDERBRÄDA
22x170	LOCK

303 mm

TOTALMÅTT

Yttre skikt:
 Panel=9,2 kg/m²
 GU=7,5 kg/m²
 Tot=16,7 kg/m²

Inre skikt:
 2 gips = 18 kg/m²



1-3. MODIFIERAD STANDARDVÄGG

FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:

GU UTVÄNDIGT (under panelen)

2x12,5 GIPS

0,2

45x170

170

45x45

45

9

12x45

16x70

22x170

PLASTFOLIE

STOLPAR, C600

MINERALULL, ULTIMATE

REGLAR, C600

MINERALULL

ICOPAL WINDY

GU

LÄKT

UNDERBRÄDA

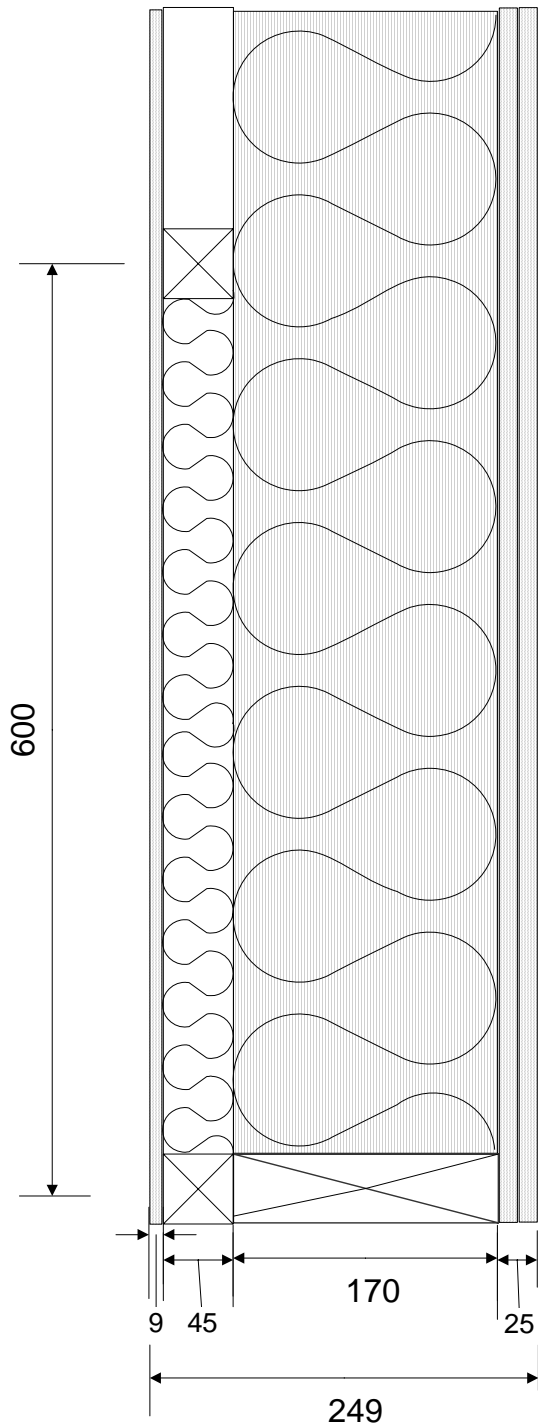
LOCK

299 mm

TOTALMÅTT

Yttre skikt:
 Panel=9,2 kg/m²
 GU =7,5 kg/m²
 Tot=16,7 kg/m²

Inre skikt:
 2 gips = 18 kg/m²



2-1. MODIFIERAD STANDARDVÄGG

FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:

- EXTRA GU UTVÄNDIGT
- INGEN YTTERPANEL

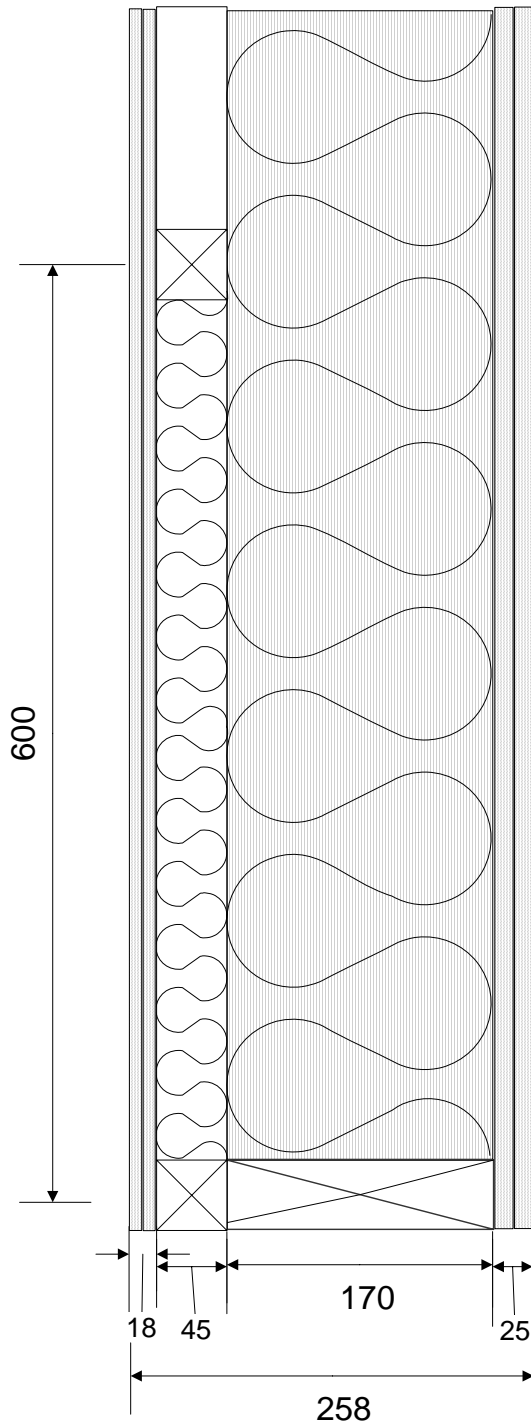
2x12,5	GIPS
0,2	PLASTFOLIE
45x170	STOLPAR, C600
170	MINERALULL, ULTIMATE
45x45	REGLAR, C600
45	MINERALULL
	ICOPAL WINDY
<u>9</u>	<u>GU</u>
12x45	LÄKT
	<u>INGEN YTTERPANEL</u>

249 mm

TOTALMÅTT

Yttre skikt:
Panel=9,2 kg/m²
GU=15 kg/m²
Tot=16,7 kg/m²

Inre skikt:
2 gips = 18 kg/m²



2-2. MODIFIERAD STANDARDVÄGG

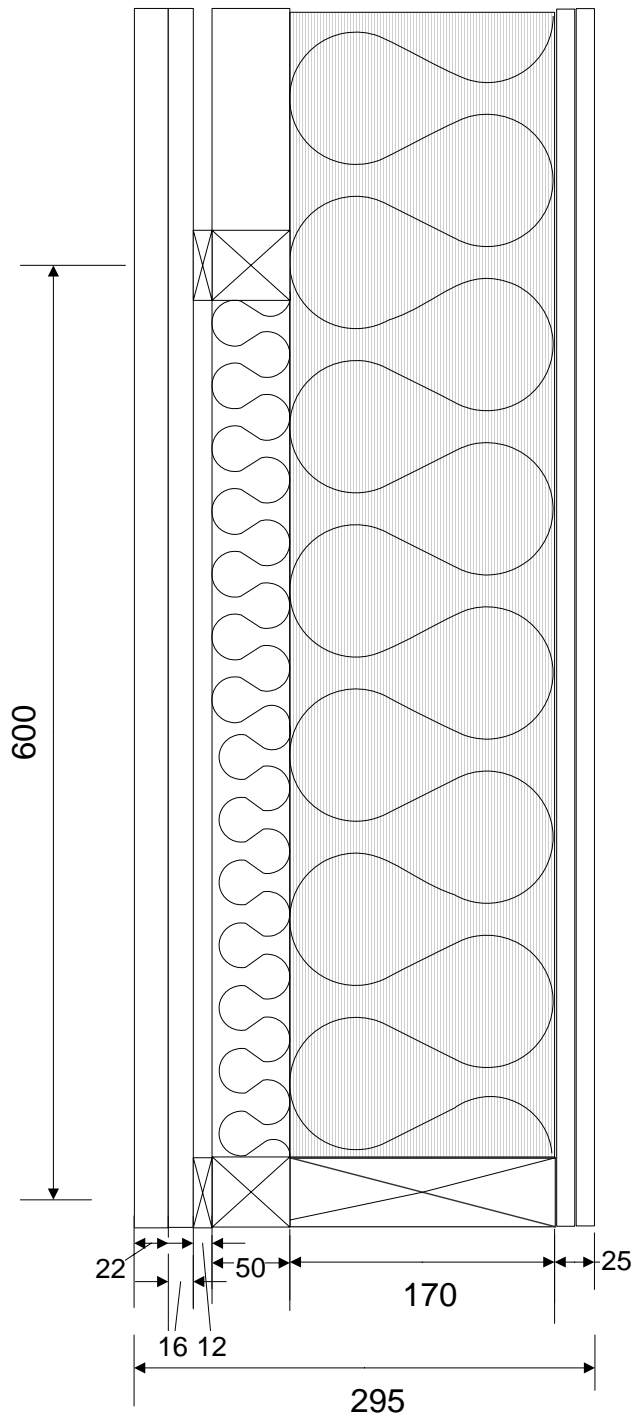
FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:

- EXTRA GU UTVÄNDIGT
- INGEN YTTERPANEL

2x12,5	GIPS
0,2	PLASTFOLIE
45x170	STOLPAR, C600
170	MINERALULL, ULTIMATE
45x45	REGLAR, C600
45	MINERALULL ICOPAL WINDY
<u>9+9</u>	<u>2 GU</u>
12x45	LÄKT <u>INGEN YTTERPANEL</u>
258 mm	<u>TOTALMÅTT</u>

Yttre skikt:
Panel=9,2 kg/m²

Inre skikt:
2 gips = 18 kg/m²



3-1. MODIFIERAD STANDARDVÄGG

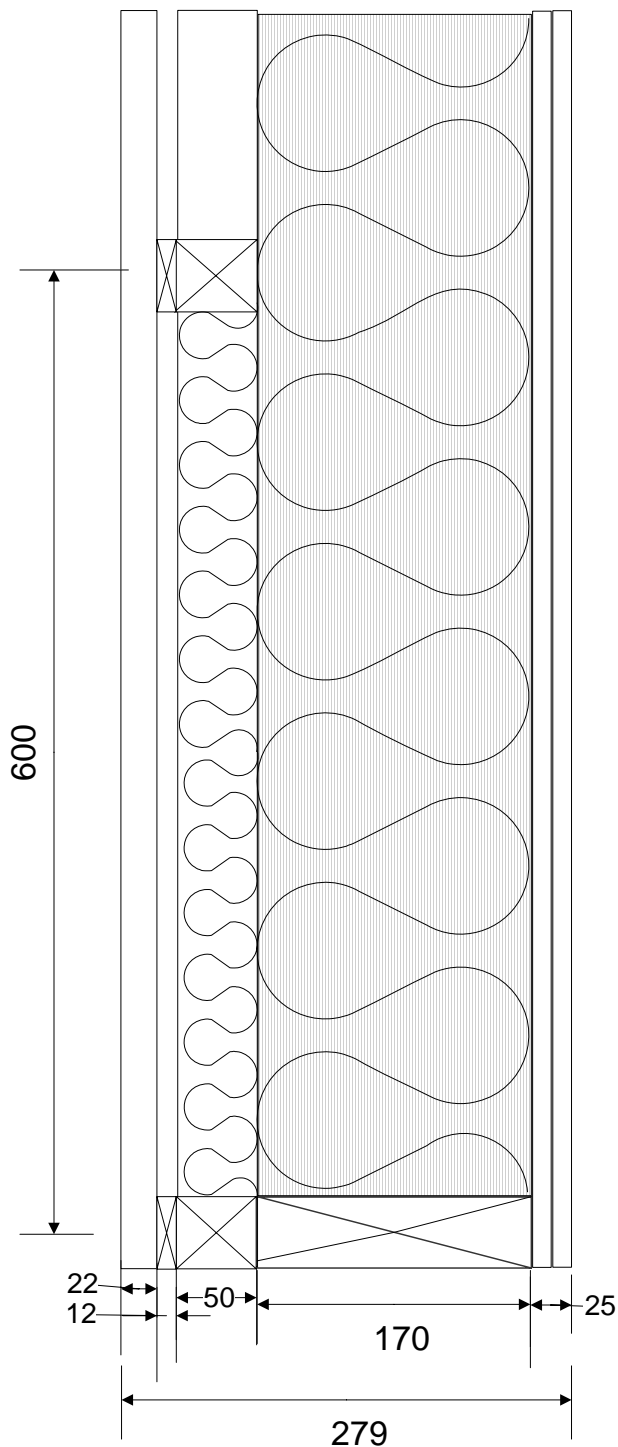
FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:
TUNG ISOLERING YTTERVÄGG

2x12,5	GIPS
0,2	PLASTFOLIE
45x170	STOLPAR, C600
170	MINERALULL, ULTIMATE
50x45	REGLAR, C600
50	MINERALULL, 150 kg/m ³
	ICOPAL WINDY
12x45	LÄKT
16x70	UNDERBRÄDA
22x170	LOCK

295 mm TOTALMÅTT

Yttre skikt:
Panel=9,2 kg/m²

Inre skikt:
2 gips = 18 kg/m²



4-1. MODIFIERAD STANDARDVÄGG

FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:

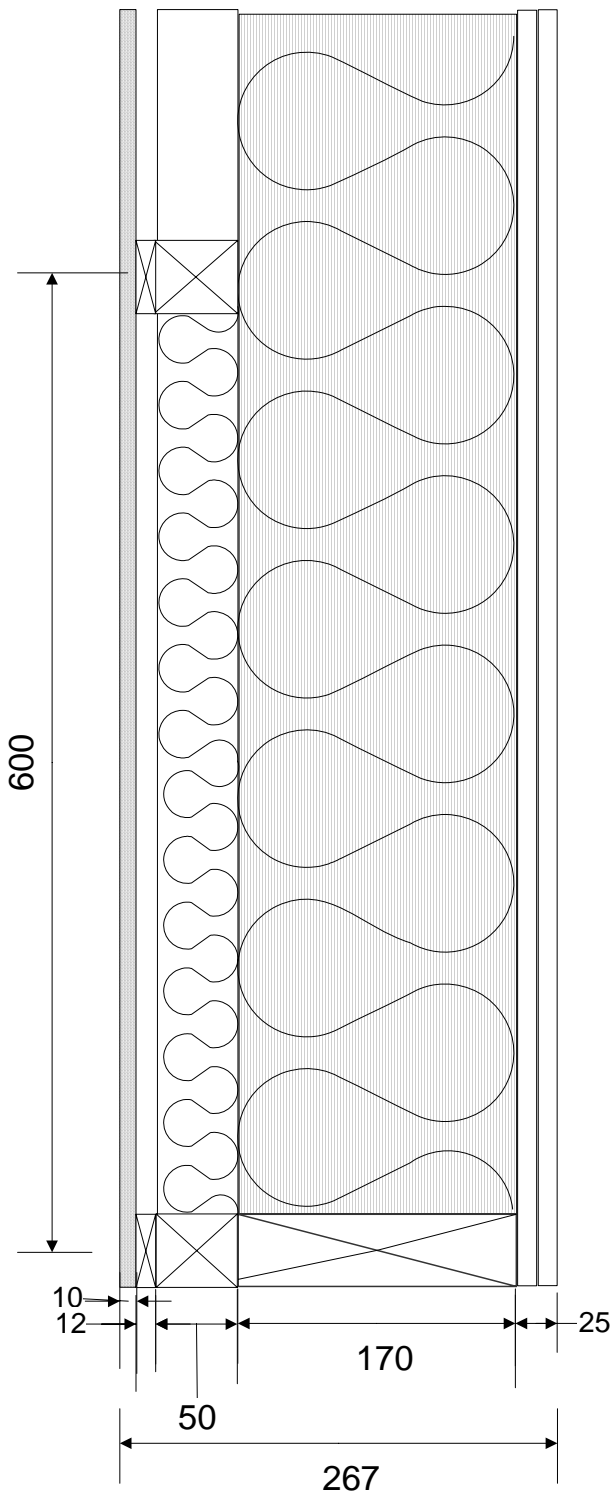
- SPONTPANEL YTTERVÄGG
- TUNG YTTERVÄGGSISOLERING

2x12,5	GIPS
0,2	PLASTFOLIE
45x170	STOLPAR, C600
170	MINERALULL, ULTIMATE
50x45	REGLAR, C600
<u>50</u>	<u>MINERALULL, 150 kg/m³</u>
	ICOPAL WINDY
12x45	LÄKT
<u>22</u>	<u>SPONTPANEL</u>

279 mm **TOTALMÅTT**

Yttre skikt:
Minerit = 24 kg/m²

Inre skikt:
2 gips = 18 kg/m²



5-1. MODIFIERAD STANDARDVÄGG

FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:

η MINERIT YTTERVÄGG

η TUNG YTTERVÄGGSISOLERING

2x12,5

GIPS

0,2

PLASTFOLIE

45x170

STOLPAR, C600

170

MINERALULL, ULTIMATE

50x45

REGLAR, C600

50

MINERALULL, 150 kg/m³

ICOPAL WINDY

12x45

LÄKT

10

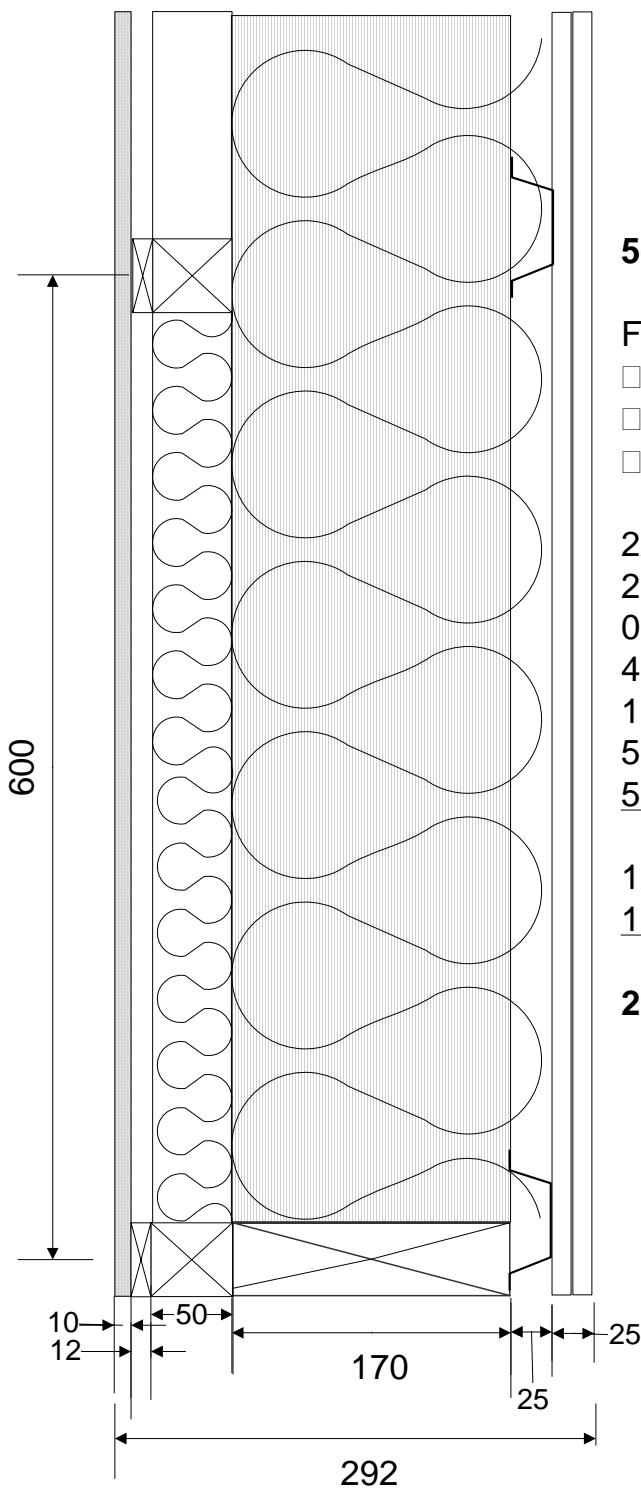
MINERIT

267 mm

TOTALMÅTT

Yttre skikt:
Minerit = 24 kg/m²

Inre skikt:
2 gips = 18 kg/m²



5-2. MODIFIERAD STANDARDVÄGG

FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:

- MINERIT YTTERVÄGG
- TUNG YTTERVÄGGSISOLERING
- AP-REGEL

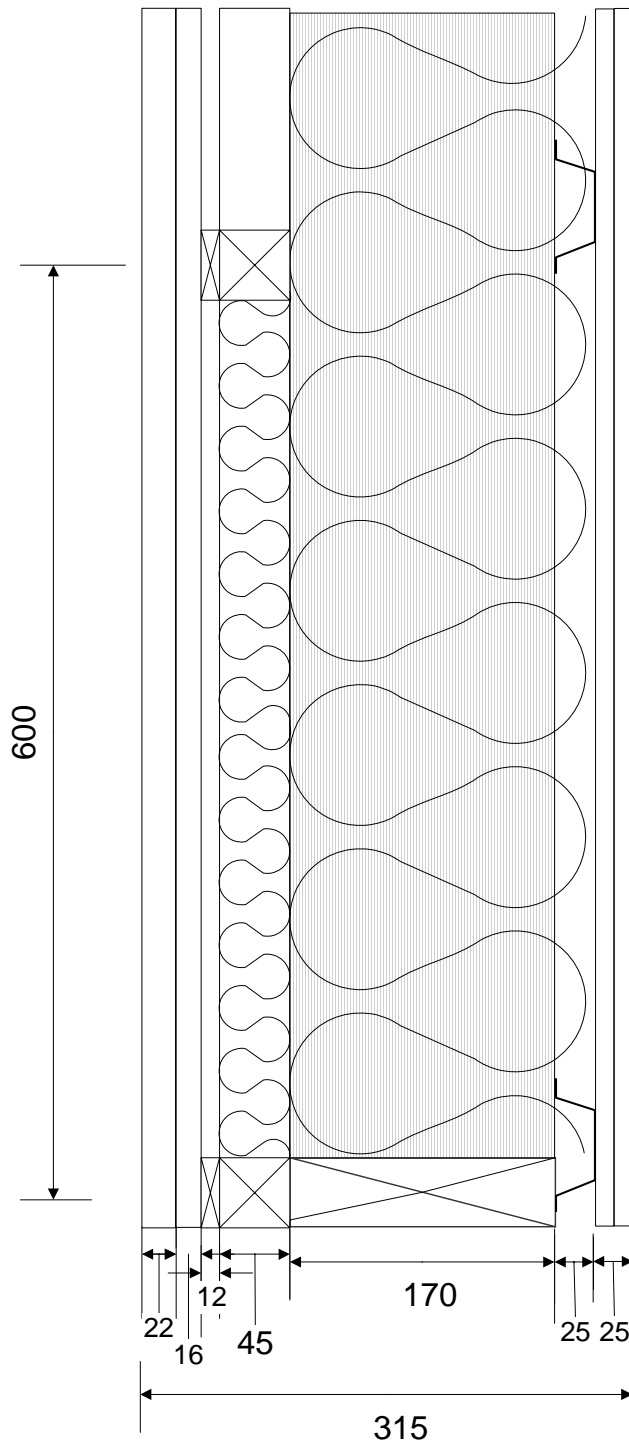
2x12,5	GIPS
25	AP-REGEL
0,2	PLASTFOLIE
45x170	STOLPAR, C600
170	MINERALULL, ULTIMATE
50x45	REGLAR, C600
50	MINERALULL, 150 kg/m ³
	ICOPAL WINDY
12x45	LÄKT
10	MINERIT

292 mm

TOTALMÅTT

Yttre skikt:
Panel=9,2 kg/m²

Inre skikt:
2 gips = 18 kg/m²



6-1. MODIFIERAD STANDARDVÄGG
6-2. TÄTAD LOCKPANEL

FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:

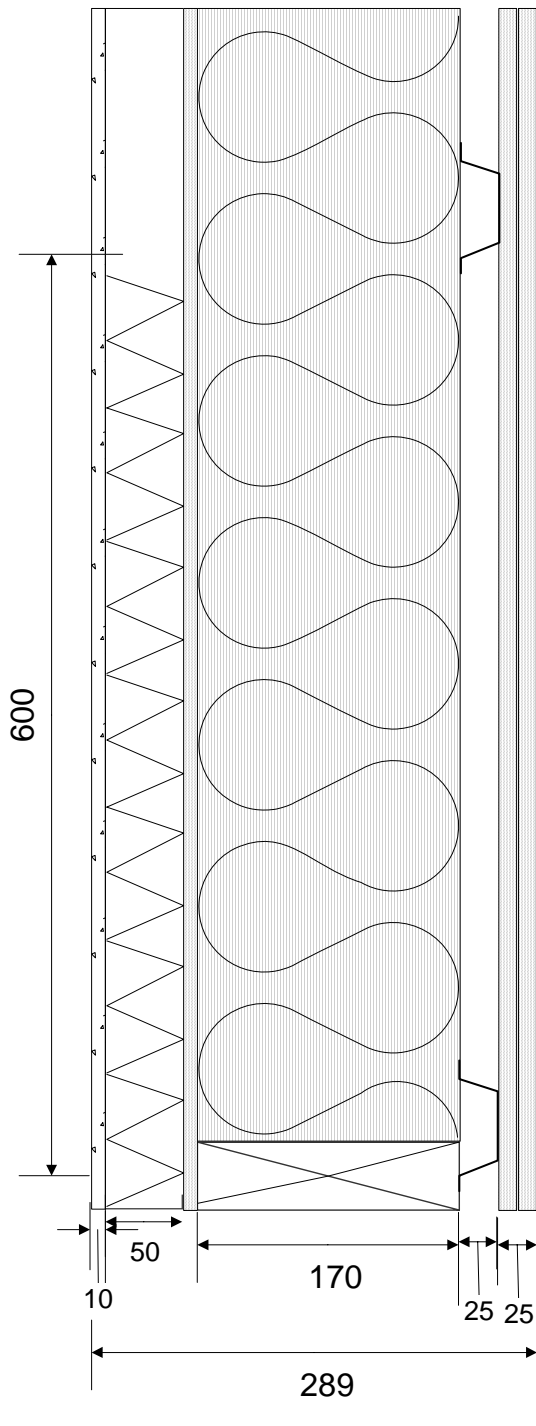
- AP-REGEL
- TÄTAD LOCKPANEL

2x12,5	GIPS
25	AP-REGEL
0,2	PLASTFOLIE
45x170	STOLPAR, C600
170	MINERALULL, ULTIMATE
45x45	REGLAR, C600
45	MINERALULL
	ICOPAL WINDY
12x45	LÄKT
16x70	UNDERBRÄDA
22x170	LOCK

315 mm TOTALMÅTT

Yttre skikt:
 GU=7,5 kg/m²
 Isolering=4,25 kg/m²
 Puts 10mm=20 kg/m²

Inre skikt:
 2 gips = 18 kg/m²



7-1 VÄGG M. PUTSFASAD

FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:

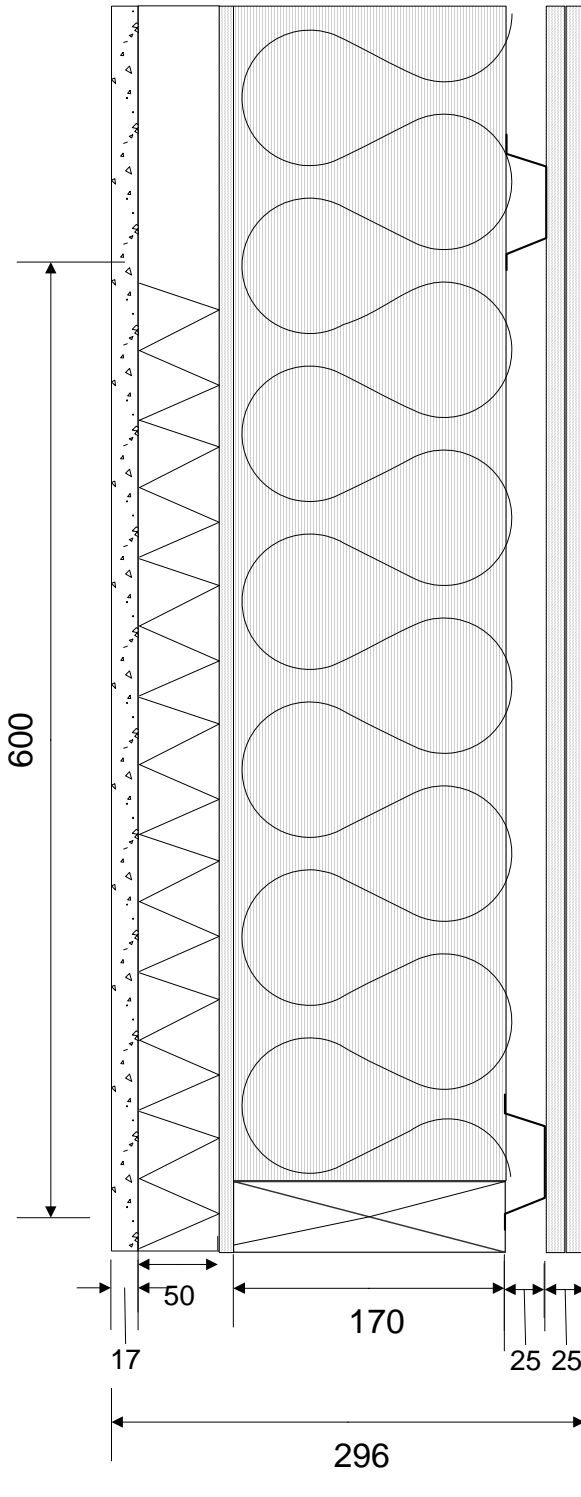
□ AP-REGEL

2x12,5	GIPS
25	AP-REGEL
0,2	PLASTFOLIE
45x170	STOLPAR, C600
170	MINERALULL, ULTIMATE
9	GU
50	ISOLERING
10	PUTS

289 mm TOTALMÅTT

Yttre skikt:
 GU=7,5 kg/m²
 Isolering=4,25 kg/m²
 Puts 10mm=34 kg/m²

Inre skikt:
 2 gips = 18 kg/m²



7-2 VÄGG M. PUTSFASAD

FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:

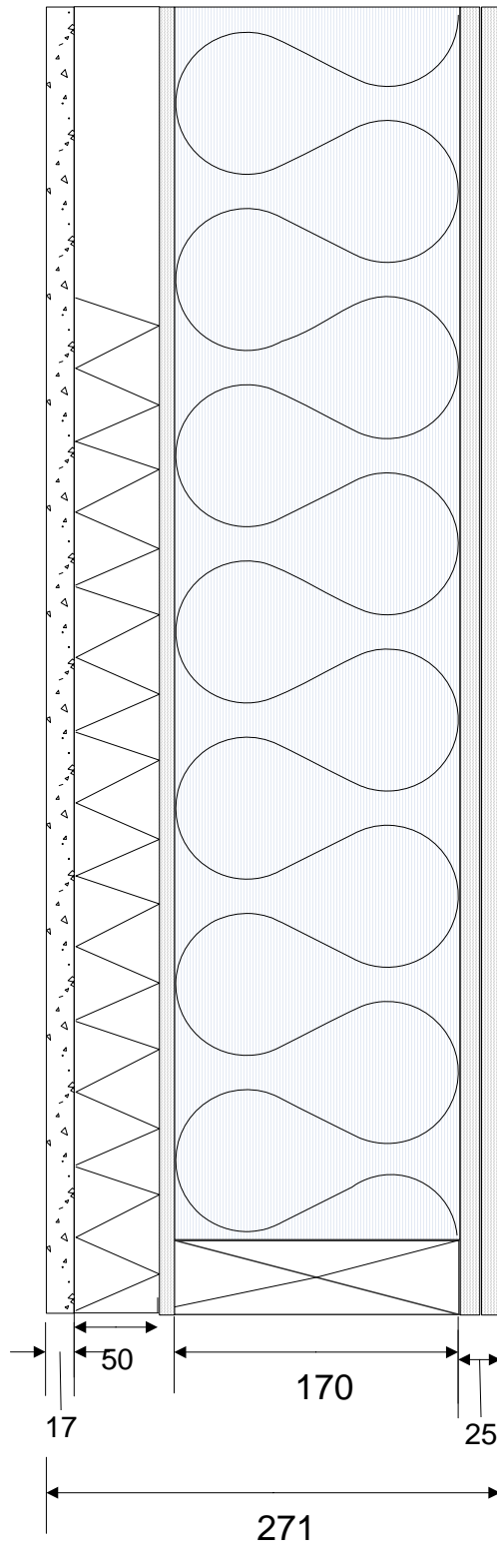
η AP-REGEL
 η 10+7 mm PUTSFASAD

2x12,5	GIPS
25	AP-REGEL
0,2	PLASTFOLIE
45x170	STOLPAR, C600
170	MINERALULL, ULTIMATE
9	GU
50	ISOLERING
17	PUTS

296 mm TOTALMÅTT

Yttre skikt:
GU=7,5 kg/m²
Isolering=4,25 kg/m²
Puts 10mm=34 kg/m²

Inre skikt:
2 gips = 18 kg/m²



7-3 VÄGG M. PUTSFASAD

FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER:
10+7 mm PUTSFASAD

2x12,5	GIPS
0,2	PLASTFOLIE
45x170	STOLPAR, C600
170	MINERALULL, ULTIMATE
9	GU
50	ISOLERING
17	PUTS

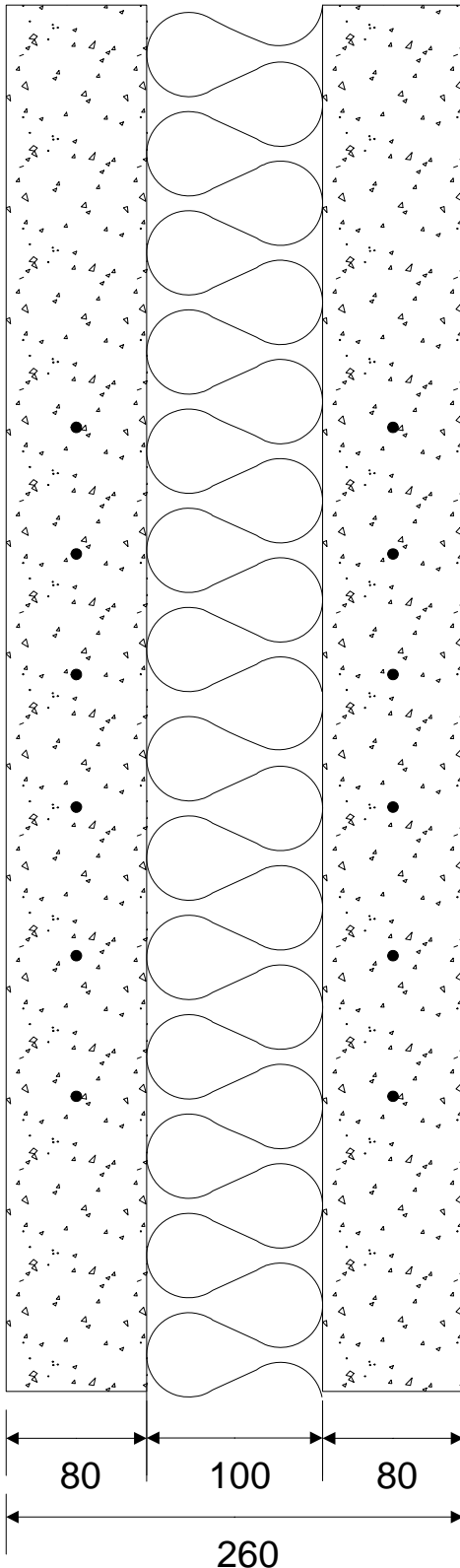
271 mm TOTALMÅTT

Sandwichbetong:

Betong 80mm = 200 kg/m²

Isolering = 15 kg/m²

Betong 80 mm = 200 kg/m²



8-1

SANDWICH BETONG

80

BETONG, armering

100

Paroc betongelementskiva

Skivankare

80

BETONG, armering

260 mm

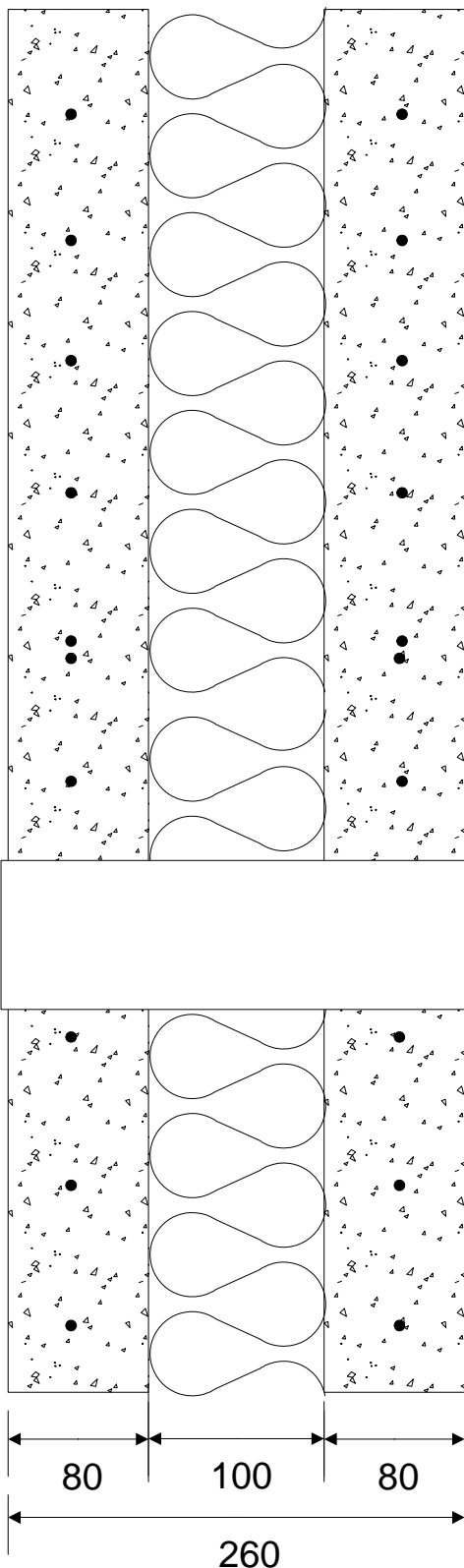
TOTALMÅTT

Sandwichbetong:

Betong 80mm = 200 kg/m²

Isolering ca 15 kg/m²

Betong 80 mm = 200 kg/m²



8-2 SANDWICH BETONG

TEST MED 4 ÖPPNA HÅL, DIAM. 85 mm

TOT. 0,023 m²

2,1% av den totala provytan

80 BETONG, armering
100 Paroc betongelements-kiva
Skivankare
80 BETONG, armering

260 mm

TOTALMÅTT

85

4 st hål á 85 mm

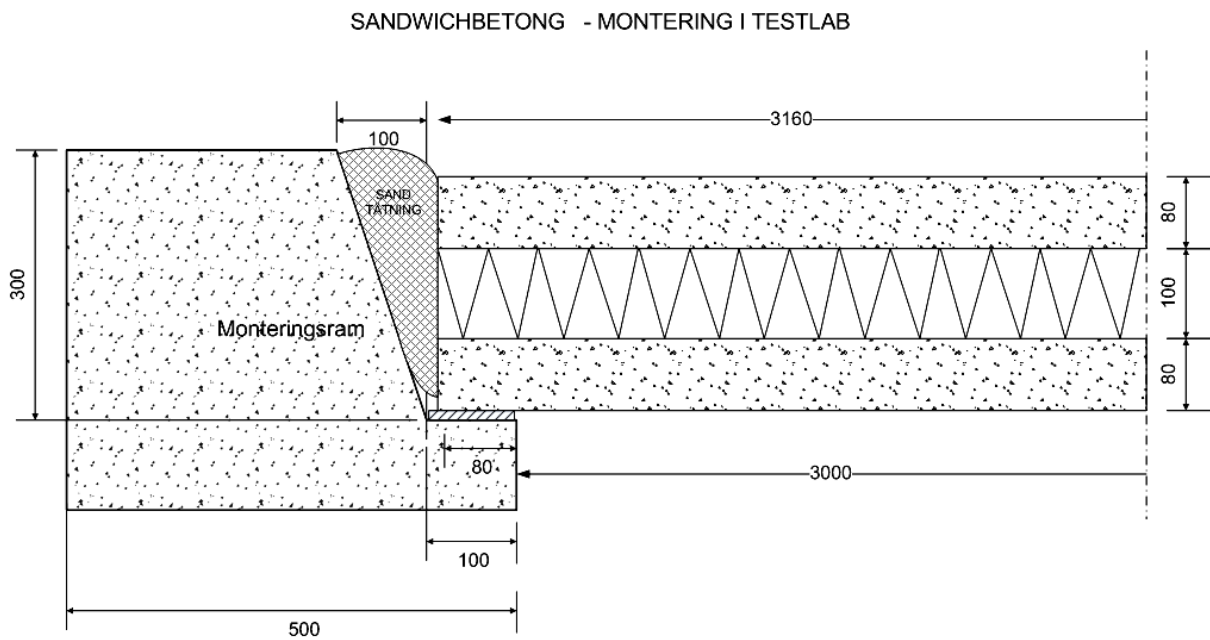
80

100

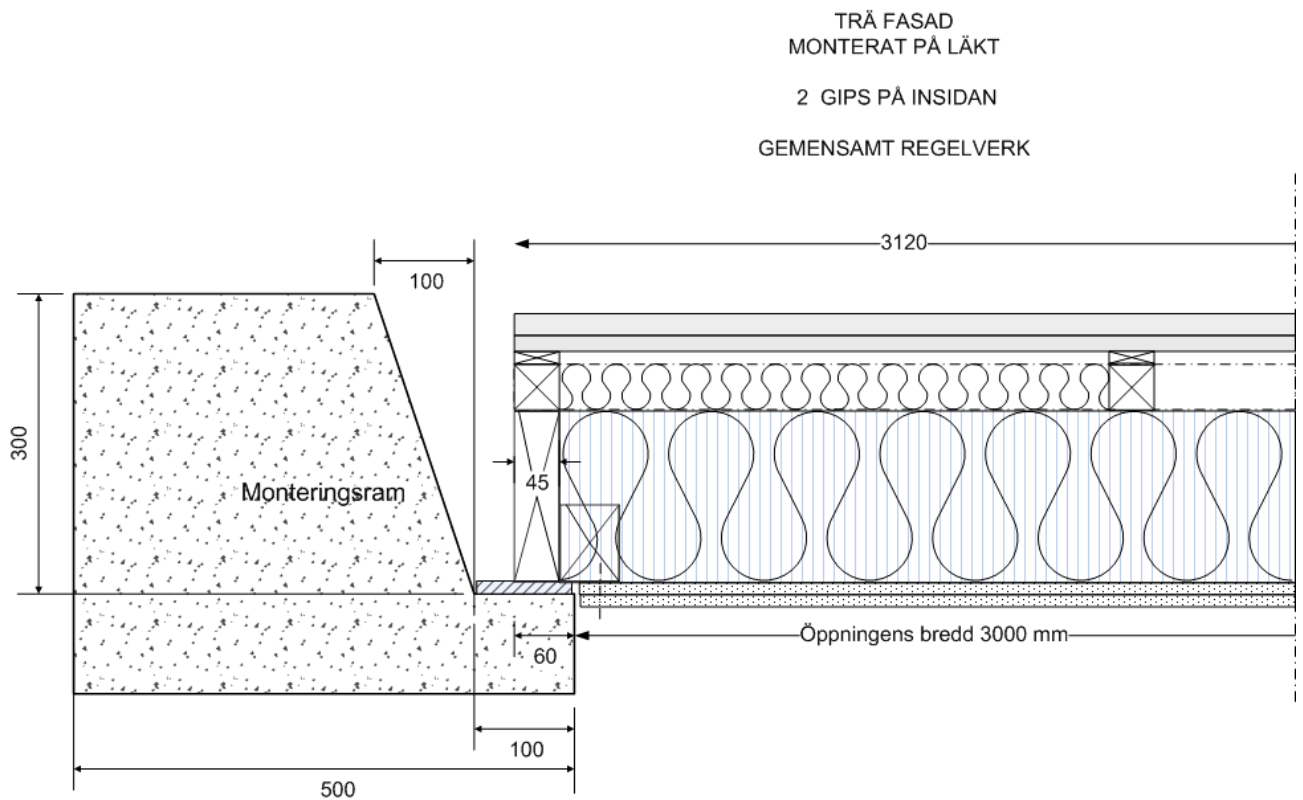
80

260

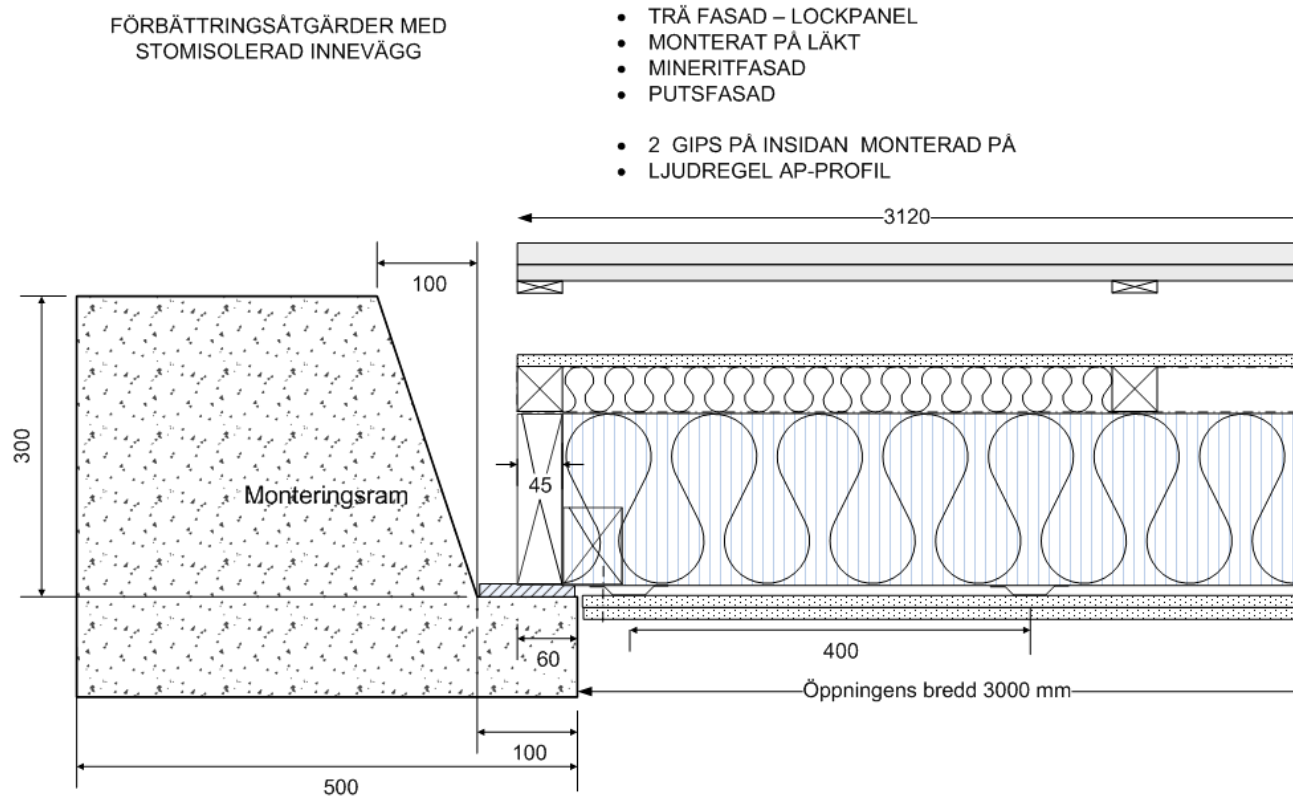
Bilaga 3 Montering av sandwich betongelementet i provöppningen



Bilaga 4 Montering av lättväggselementet i provöppningen – standardutförande (tätning tillkommer)



Bilaga 5 Montering av lättväggselementet i provöppningen – extra skivor, AP-profil (tätning tillkommer)



Bilaga 6 Fasad av lockpanel



Bilaga 7 Fasad av spontpanel



Bilaga 8 Innervägg upphängd på AP-profil – vibrationsdämpande system

