

TEGL 26

Tegl og akustik



Tegl og akustik

Manuskript

Civilingeniør Søren Damgaard Kristensen
Acoustica - Carl Bro A/S, Glostrup

Layout og tegninger

Kalk- og Teglinformation

Tryk

Jydsk Centraltrykkeri A/S

Skrift

Helvetica Condensed Light

Papir

Silverblade Art, 130 g

Oplag

5000 eksemplarer

ISBN 87-85104-24-8

Udgivet i januar 1997 af

Kalk- og Teglinformation
Teglbækvej 20
8361 Hasselager
Telefon 86 28 38 11
Telefax 86 28 34 54

Eftertryk tilladt mod kildeangivelse

Forsidebilledet viser et elegant auditorium med
anvendelse af hultegl, opbygning se bagsiden

Forord

Udviklingen inden for teglindustrien går hurtigt m.h.t. udvikling af nye produkter, herunder akustiksten.

Mange nye produkter har set dagens lys, siden den første publikation om »Teglmurværks lydabsorberende egen-skaber« blev udgivet i 1979.

Teglindustrien kan i dag tilbyde et flot udvalg af akustiksten i dansk normal-format. Hertil kommer kombinationsmuligheder med hulsten i normalformat og bredstensformat med liggefladen vendt frem i facaden.

Hermed giver producenterne arkitekten, formgiveren, gode muligheder for også at vælge murværk ved løsning af opgaver med lydregulering og støjdemping.

Det er vort håb, at denne lille pjece vil give inspiration til anvendelse af hultegl, akustiksten, og fremme samarbejdet med de projekterende for udvikling af nye produkter og muligheder med tegl.

Hasselager, december 1996
Hans Rose

Indhold

Tegl og akustik	5
Akustisk projektering og lydisolation	5
Lydregulering - lydabsorption	5
Målinger af absorptionskoefficienter	6-9
Beregning af absorptionskoefficienter	10-12
Anvendelse af hultegl	13-14
Vægtykkelser	16
Stentyper	17-20



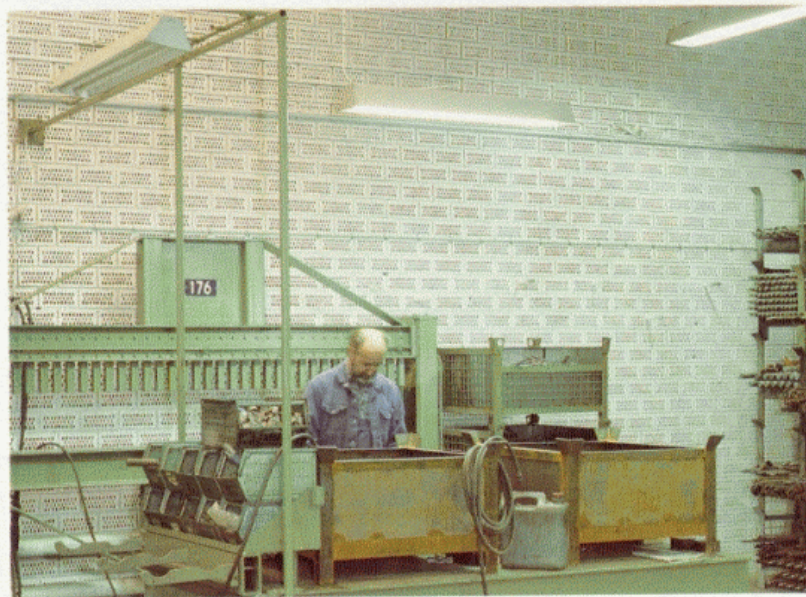
Danisco, København. Arkitekt: Hvidt & Mølgård A/S, København.
Stor glasoverdækket kantine, hvor akustikken og æstetikken elegant er løst ved anvendelse af akustiksten.



Udbygning af Gladsaxe Rådhus

Arkitekt Knud Munk

For at undgå fokusering af lyd fra de krumme vægge i Byrådsalen, er disse udført med absorberende hultegl (akustiksten).



Tilbygning til maskinfabrik i Agerskov

Bygherre: EPOKE A/S Alfred Thomsen

Arkitekt: Jacob Mortensen

Maskinfabrikken er udført med bærende søjle/drager-konstruktion af jernbeton med ydervægge af tegl.

Bagmuren består af mangehulsten i dobbelt højde muret på kant, altså normal 1/2-stens vægtykkelse. Denne bagmurstype blev valgt for at få reduceret støjniveauet i hallen mest muligt. Bygherren valgte endvidere det murede byggeri ud fra de erfaringer, der var gjort ved en række om- og tilbygninger, idet man gerne fortsat ville være frit stillet ved evt. udvidelser og ombygninger.

Tegl og akustik

Denne publikation er den tredje i rækken, som udsendes vedrørende murværks lydabsorberende egenskaber. De to første var henholdsvis byggeblad nr. 19 fra 1979 og byggeblad nr. 34 fra 1988.

Inden for moderne byggeri har hultegl forlængst bevist sin værdi som lydregulerende element, der forener høj lydabsorptionsevne med stor flexibilitet med hensyn til arkitektonisk udformning af de lydabsorberende overflader. Dette har indirekte vist sig ved en stor efterspørgsel efter de tidligere byggeblade, og Kalk- og Teglinformation har derfor fundet det rigtigt nu at genudsende byggebladet i ajourført form som en piece med data for de aktuelle stentyper.

Målinger og beregninger er udført af
Acoustica - Carl Bro as.

Akustisk projektering

Akustik er læren om lyd, og omfatter bl.a. bygningsakustik (lydisolering), rumakustik (lydregulering) og støjbekæmpelse.

Ved projektering af nybyggeri indgår akustikken som en integreret disciplin på linie med statik, VVS, EL og geoteknik. Ved projekteringen skal det sikres,

at de lovmæssige og brugsmæssige krav, der stilles til det pågældende byggeri, vil være opfyldt, når byggeriet er færdigt. Den projekterende har derfor brug for pålidelige oplysninger om de anvendte materials akustiske egenskaber. Det er her vigtigt at skejle mellem følgende to forskellige begreber: Lydisolation og lydabsorption.

Lydisolation

Lydisolation betegner de foranstaltninger, der har til formål at reducere lydtransmissionen fra ét rum til et andet. Et materiales lydisolierende egenskaber beskrives ved reduktionstallet R . I faglitteraturen findes en så omfattende dokumentation for bygningskonstruktioners lydisolierende egenskaber, at der normalt ikke savnes materialeværdier for projekteringen. Teglvægge er i den forbindelse godt repræsenteret, og det kan nævnes, at da bygningslovgivningen i de nordiske lande for mere end 40 år siden blev suppleret med bestemmelser om luftlydisolation mellem boliger, blev kravet fastsat på grundlag af de talværdier for lydisolationen, der erfaringsmæssigt kan tilvejebringes i en veludført bygning, hvor adskillelsen mellem de enkelte boliger består af 1/1-stens teglvægge. Hultegl har ikke nogen særlig høj lydisolation, meningen er jo netop, at lyden

skal trænge ind i hulteglbeklædningen. Her adskiller hultegl sig ikke fra andre typer absorberer. Hvis den væg, hvorpå hulteglbeklædningen etableres, tillige skal have en høj lydisolation, er det den bagvedliggende konstruktion, der skal tilgodese dette krav.

Lydregulering - lydabsorption

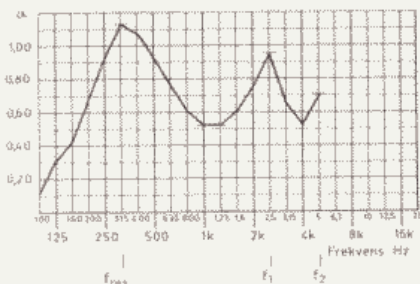
Absorptionskoefficienten er en talstørrelse, som angiver hvor stor en del af den indfaldende lydenergi, der optages af materialet. Absorptionskoefficienten betegnes normalt med bogstavet α (alfa).

Begrebet lydregulering dækker over de foranstaltninger, der gøres for at regulere eller dæmpe den lyd, der er i samme rum som lyd giveren. Foranstaltningerne består i at placere lydabsorberende materialer, f.eks. hultegl i rummet. Materialernes lydabsorberende egenskaber angives ved absorptionskoefficienten, α , som er et tal mellem 0 og 1. $\alpha = 0$ betyder, at al lydenergien reflekteres fra overfladen og tilbage i rummet, $\alpha = 1$ betyder, at al lydenergien absorberes af materialet og omdannes til varme. Absorptionskoefficienten er normalt forskellig ved forskellige frekvenser. I faglitteraturen og i datablade fra producen-

ter findes der omfattende tabeller over absorptionskoefficienter for forskellige typer absorberer, akustiklofter, tæpper, tekstiler mv. under forskellige montageforhold. Denne pjece er en del af dette store materiale og beskriver hultegls lydabsorberende egenskaber.

Lydabsorption af murværk opbygget af hultegl

Lydabsorption af hulsten beror på en resonanseffekt i modsætning til den absorption, der fremkommer ved porøse absorberer som mineraluld, porøse Lecaplader, tæppeforhæng og lignende. Med resonatorabsorberer kan der opnås meget kraftig lydabsorption ved lave frekvenser (mellem 100 og 500 Hz) uden anvendelse af store konstruktions-tykkelser, men absorptionen sker kun i et relativt snævert frekvensområde.



Absorptionskoefficienten for en hulsten (gittertegl type 17) med 23 huller og en perforationsprocent på ca. 23%, opmuret på højkant i 7 cm afstand fra bagvæggen og med 5 cm mineraluld i hul-

rummet er her vist som funktion af frekvensen. Dette frekvensforløb er typisk for hulsten med perforationsprocenter (hulprocenter) på mellem 10 og 30, og det ses, at der er et kraftigt absorptionsmaksimum i det lave mellemtoneområde (315 Hz), som skyldes resonans mellem stenenes huller og det bagvedliggende hulrum. Den frekvens, hvor absorptionsmaksimum optræder, kan ændres ved at ændre på hulrumshøjden. Øges hulrumshøjden, forskydes maksimum mod lavere frekvenser, mindskes hulrummet, forskydes maksimum mod højere frekvenser. Der optræder endvidere to mindre absorptionsmaksima ved høje frekvenser (2,5 og 5 kHz); disse er en følge af resonanssvingninger i stenenes huller, og kan derfor ikke ændres. For at opnå en tilstrækkelig lydregulering i hele frekvensområdet er det oftest påkrævet at kombinere resonatorabsorberer med forskellige resonansfrekvenser eller at anvende resonatorabsorberer i forbindelse med porøse absorberer.

Efterklangstiden er den tid, der forløber fra en lyd giver i et rum afbrydes, indtil lydtrykniveauet i rummet er faldet 60 dB, eller til en tusindedel af begyndelsesværdien.

Et »hårdt« rum som f.eks. et badeværelse har en lang efterklangstid, medens et dæmpet rum som en tæt møbleret dagligstue har en kort efterklangstid. Ved beregning af efterklangstiden i et rum benyttes absorptionskoefficienterne for rummets begrænsningsflader.

Måling af absorptionskoefficienter

På side 8 og 9 er vist målte absorptionskoefficienter for en række vægge med hultegl. De målte værdier er bestemt ved en såkaldt lydromsmetode, der består i, at materialet anbringes i et rum med lydharde overflader (glat beton), som betinger, at rummet i tom tilstand har en meget lang efterklangstid. Når materialet, som i dette tilfælde er en væg af hultegl, er placeret i rummet, vil efterklangstiden blive kortere som følge af prøveemnets lydabsorberende virkning. Det er derfor muligt at bestemme materialets absorptionskoefficient på grundlag af målinger af de ændringer af rummets efterklangstid, som tilstedeværelsen af materialeprøven giver anledning til. Bestemmelse af absorption ved lydromsmetoden er således ikke en direkte måling af den pågældende materialeegenskab, men en beregning på grundlag af prøvelfeltets indflydelse på lydets hendøen i et sådant rum. Teorien for lydfeltets hendøen blev første gang formuleret af W.C. Sabine i begyndelsen af dette århundrede. Han opstillede den berømte formel:

$$T = \frac{0,16}{V} \cdot A$$

- hvor T er efterklangstiden i sek.
 V er rumvolumenet i m^3
 A er det ækvivalente absorptionsareal i m^2 Sabine.

Det ækvivalente absorptionsareal A for et rum er lig med summen af samtlige

overfladers areal multipliceret med deres respektive absorptionskoefficienter

$$A = S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + S_3 \cdot \alpha_3 + \dots + S_n \cdot \alpha_n$$

Ved at anbringe en absorberende flade, prøveemnet, foran et af rummets vægge øges A , og dermed reduceres T .

Målemetoden og krav til lydruddets indretning m.v. er beskrevet i en international standard, International Standards Organisation Recommendation R354:

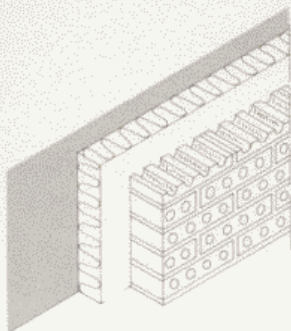
«Measurement of absorption coefficients in a reverberation room».

Resultaterne af målingerne er vist på side 8 og 9. Det ses, at for nogle af prøveemnerne er absorptionskoefficienten større end 1,0 ved resonansfrekvensen. Dette tilsyneladende paradoks skyldes den såkaldte randeffekt, som optræder, når stærkt absorberende materialer anbringes i flader, der kun delvist dækker lydhårde flader. Randeffekten har til følge, at prøvefeltet i akustisk henseende virker større end det faktiske geometriske areal, der indgår i formeludtrykket for beregning af absorptionskoefficienten. Randeffekten er mest udtalt ved lave frekvenser. Randeffekten kan i specielle tilfælde udnyttes i rumakustiske foranstaltninger, fx felter af hultegl, der fordeles i et skakbræt-mønster på en blank væg. Ved normalt forekommende beregninger sættes absorptionskoefficienten dog til maksimalt 1,0, selvom måleatstenen ved enkelte frekvenser viser værdier større end 1,0. Det skal påpeges, at de fundne absorptionskoefficienter kun kan anvendes ved projektering af efter-

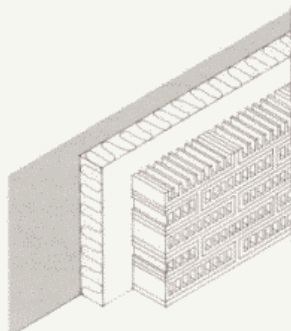
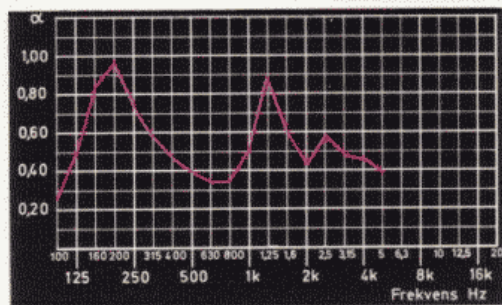
klangstiden i et lokale, såfremt de pågældende hultegltyper indgår i projektet under samme forhold som under målingen, dvs. at dybden af hulrummet bag ved teglvæggen og tykkelsen af mineralfuldsindlægget skal svare til prøvebetingelserne.

Hvis dette ikke er tilfældet, fx når hulrummet er større, må der foretages en vurdering af, hvorledes absorptionskoefficienten kan forventes at være ændret.

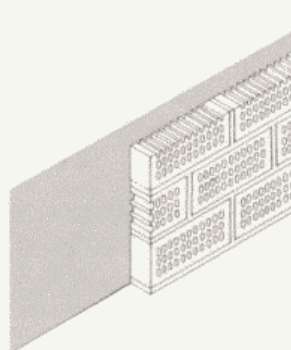
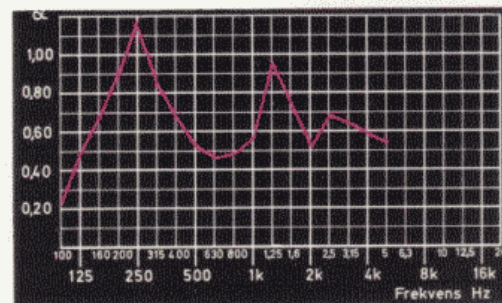
Målte absorptionskoefficienter



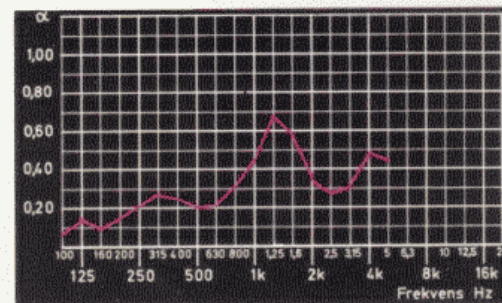
Mur af
Akustiksten nr. 1
perforation: 19%
normalformat,
7 cm hulrum med
5 cm mineraluld

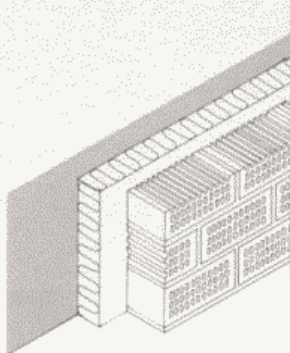


Mur af
Akustiksten nr. 7
perforation: 20%
normalformat,
7 cm hulrum med
5 cm mineraluld

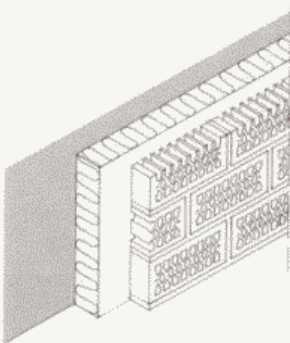
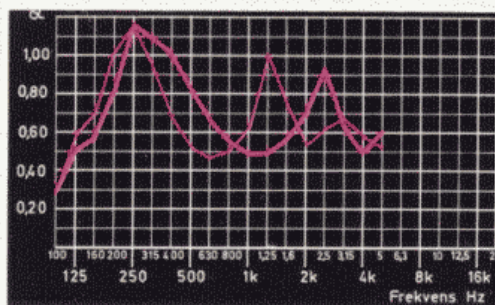


Mur af
Hulsten nr. 13
perforation: 18%
normalformat,
direkte mod bagvæg,
intet hulrum

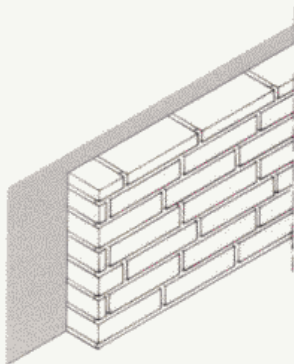
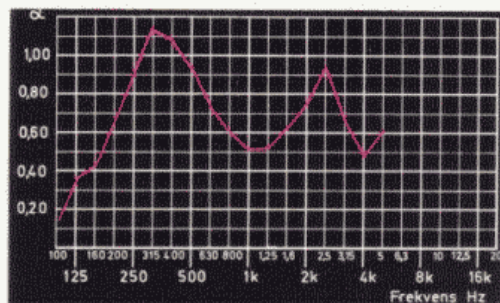




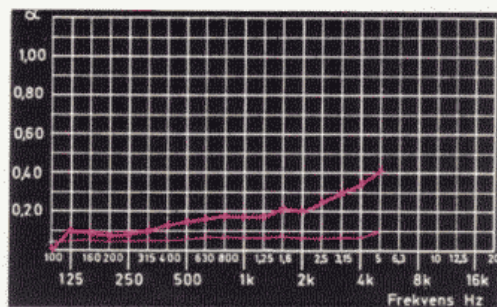
Mur af
Hulsten nr. 13
perforation: 18%
..... dobbelt højde
----- normalformat
7 cm hulrum med
5 cm mineraluld



Mur af
Gittersten nr. 17
perforation: 23%
normalformat,
7 cm hulrum med
5 cm mineraluld



Blank mur
..... tilbageliggende fuger
i grov bakkemørtel
vandfaldsfuger
i strandsandsmørtel



Beregning af absorptionskoefficienter

Til brug for vurdering af absorptionskoefficienter for hulteglbeklædninger med en opbygning, der er anderledes end de typer, der er afprøvet i laboratoriet er der i det efterfølgende angivet en metode, som i praksis har vist sig at give pålidelige resultater.

De anførte formeludtryk, der er baseret på teoretiske og empiriske forudsætninger, angiver sammenhænge mellem hulstenenes og opmuringens geometriske data og de betydende akustiske parametre.

Det karakteristiske forløb for absorptionskurven for en hulteglbeklædning med bagvedliggende hulrum fremgår af figuren.

Her betegner

f_{res} : resonansfrekvensen svarende til størrelsen af hullerne i teglstenene og dybden af det bagvedliggende hulrum.

f_1 og f_2 : resonansfrekvenser svarende til hullængden = stentykkelsen.

α_{res} : absorptionskoefficienten ved f_{res} .

α_1 og α_2 : absorptionskoefficienten ved f_1 og f_2 .

Resonansfrekvensen, f_{res} , kan beregnes ud fra teorien for Helmholtzske resonatorer:

$$f_{res} = 4940 \sqrt{\frac{\rho\%}{d \cdot lk}} \text{ Hz.}$$

hvor

d : hulrumsdybden bag teglvæggen i mm.

$\rho\%$: perforationen i % af det pågældende beklædningsareal.

lk : den korrigerede halslængde i mm.

$lk = l + 1,7 \cdot r$ (cirkulære huller)

$lk = l + 0,96 \cdot \sqrt{A}$ (firkantede huller)

r = hulradius i mm for cirkulære huller

A = hulareal i mm² for firkantede huller

l = stentykkelsen i mm

De to frekvenser f_1 og f_2 beregnes af

$$f_1 = \frac{340000}{2 \cdot lk} \text{ Hz}$$

$$f_2 = \frac{340000}{lk} \text{ Hz}$$

For 55 mm tykke hultegl og $\sqrt{A} = 14$ mm sættes således $f_1 = 2,5$ kHz og $f_2 = 5$ kHz.

α_{res} vil normalt kunne sættes til lidt over 1,0 (randeffekt indregnet).

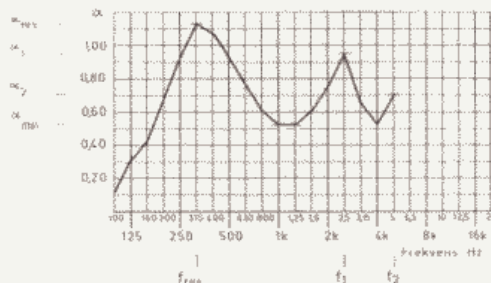
Absorptionskoefficienten vil være større end 0,9 i et frekvensområde på 2 til 3 gange 1/3 oktavs bredde omkring f_{res} , idet faktorer som lille stentykkelse og stor perforationsprocent vil medføre et bredere absorptionsmaksimum.

α_1 og α_2 er stort set uafhængige af hulstenens geometriske data og kan sættes til henholdsvis 0,9 og 0,7 ved beklædninger med mineraluld fyldt hulrum.

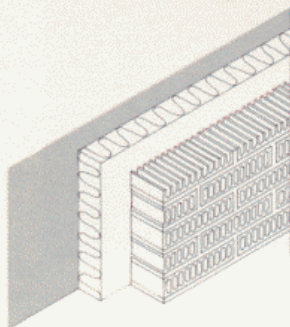
α_{min} afhænger af perforationsprocenten samt differencen $f_{res} - f_1$. Et sammendrag af de forskellige målinger i litteraturen viser den empiriske sammenhæng

$$\alpha_{min} \cong 0,4 \cdot \log(\rho\%)$$

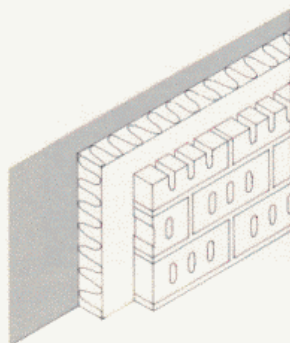
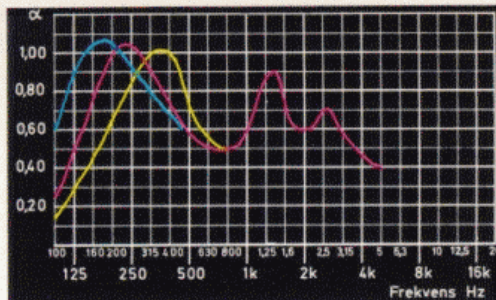
for 23% perforation fås $\alpha_{min} = 0,4 \cdot \log(23) = 0,54$



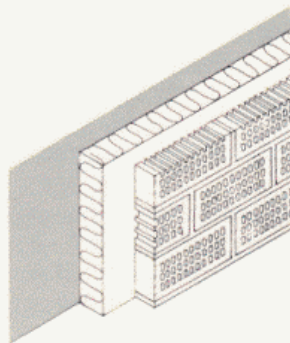
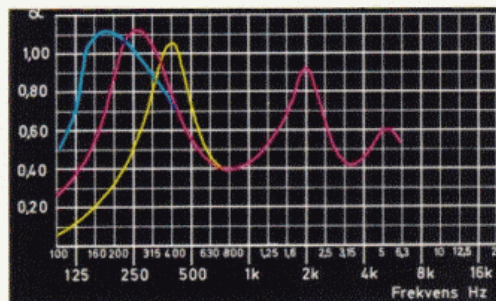
Beregnete absorptionskoefficienter



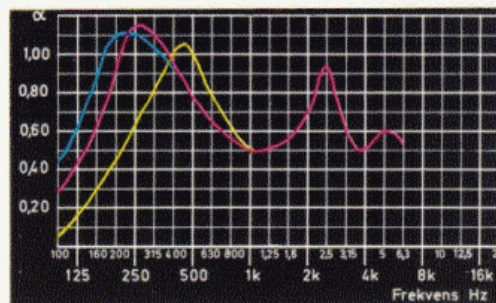
Mur af
Akustiksten nr. 2, 3, 4 og 7
perforation: 20%
normalformat,
— 3 cm hulrum med
— 7 cm mineraluld
— 12 cm hulrum
med mineraluld



Mur af
Hulsten som type
nr. 8 og 10
(ringe perforation)
normalformat,
— 3 cm hulrum med
— 7 cm mineraluld
— 12 cm hulrum
med mineraluld



Mur af
Hulsten som type
nr. 13 og 14
normalformat,
— 3 cm hulrum med
— 7 cm mineraluld
— 12 cm hulrum
med mineraluld



Anvendelse af hultegl

Oversigten over de målte og beregnede værdier for lydabsorptionskoefficienter for vægge opbygget af hultegl viser, at absorptionskoefficientens frekvensmæssige forløb beror på kombinationen: stentype, hulrumsdybde og mineralulds-indfæg.

Det er muligt at opbygge en hulteglvæg således, at dens lydabsorption kan afstemmes efter den frekvensmæssige sammensætning af lyden i det lokale, hvor væggen skal anvendes.

Hulteglvæggens lydabsorberende egenskaber kan udnyttes til to formål: lydregulering og støjdæmpning.

Lydregulering

Lydregulering er betegnelsen for foranstaltninger, hvis formål er at skabe gode akustiske forhold for opfattelse af tale eller musik.

Som et mål for et rums akustiske kvalitet anvendes hyppigst efterklangstiden, der ved hjælp af Sabines formel kan beregnes, når rummets volumen og de begrænsende fladers areal og absorptionskoefficient er kendt. I den akustiske faglitteratur findes anvisninger for hvilke efterklangstider, der bør tilstræbes i rum af forskellig art.

Beregninger af efterklangstider i mindre lokaler til tale eller musik viser hyppigt, at der kun er behov for stærkt absorberende flader på en begrænset del af det

samlede vægareal. I sådanne tilfælde vil det ofte være hensigtsmæssigt at udføre lokalets bagvæg som en absorberende hulteglvæg, der udover at tilføre rummet den fornødne absorption tillige hindrer, at lydrefleksioner fra bagvæggen kan give anledning til ekkodannelse på de forreste tilhørerpladser og på podium eller talerstol.

I lokaler, der udføres med blanke teglstensmure i normalt murværk og et lydreflekterende loft, som er påkrævet af hensyn til behovet for en jævn lydfordeling på tilhørerpladserne, vil der med fordel kunne anvendes hultegl i mindre felter på sidevæggene. Størrelsen af felterne fastlægges på grundlag af en beregning af efterklangstiden. Det vil navnlig være de kombinationer af hultegltyper og hulrum, der fortrinsvis giver absorption ved lave frekvenser, som vil være aktuelle, idet behovet for absorption ved mellem- og høje frekvenser ofte vil være opfyldt alene med lokalets inventar og tilhørere.

Støjdæmpning

Støjdæmpning er betegnelsen for de foranstaltninger, der tager sigte på at nedsætte støjniveauet i et rum, herunder anvendelse af lydabsorberende materialer til at dæmpe lydrefleksioner.

Begrebet støjdæmpning omfatter forholdsregler, der tager sigte på at nedsætte støjniveauet i et lokale med en

eller flere støjkluder (maskiner). Støjen i et sådant rum består dels af lyd, som udstråles direkte fra støjkluden imod modtageren, dels af lyd, som først når modtageren efter at være blevet reflekteret én eller flere gange fra rummets begrænsningsflader.

I nærheden af støjkluderne vil støjniveauet være betinget af den direkte lyd, medens den reflekterende lyd vil være fremherskende i større afstand fra støjkluderne. I de områder, hvor støjen hovedsageligt består af reflekteret lyd, nedsættes støjniveauet, såfremt refleksionerne svækkes. Dette opnås ved, at de reflekterende flader ændres til at være absorberende.

I modsætning til lydregulering af lokaler til tale eller musik, hvor der er en optimal værdi for efterklangstiden, bør efterklangstiden i produktionslokaler i princippet være så lav som muligt, dvs. rummet bør tilføres så meget absorption som muligt. Arbejdstilsynet har i anvisning nr. 1.1.0.1 af november 1995 stillet minimumskrav til absorptionen i produktionslokaler.

Ligesom ved lydregulering er det vigtigt, at de absorberende fladers absorptionskoefficient er nøje afpasset efter støjens frekvensmæssige sammensætning. Støjen i produktionslokaler vil ofte indeholde kraftige lavfrekvente rentonekomponenter, hvis frekvens er bestemt af maskinernes omløbstaf. Hulteglvægge er særligt velegnede til at absorbere denne form for støj, idet stentype og hulrumsdybde kan afpasses således, at resonansfrekvenser svarer til de generende

rene toner.

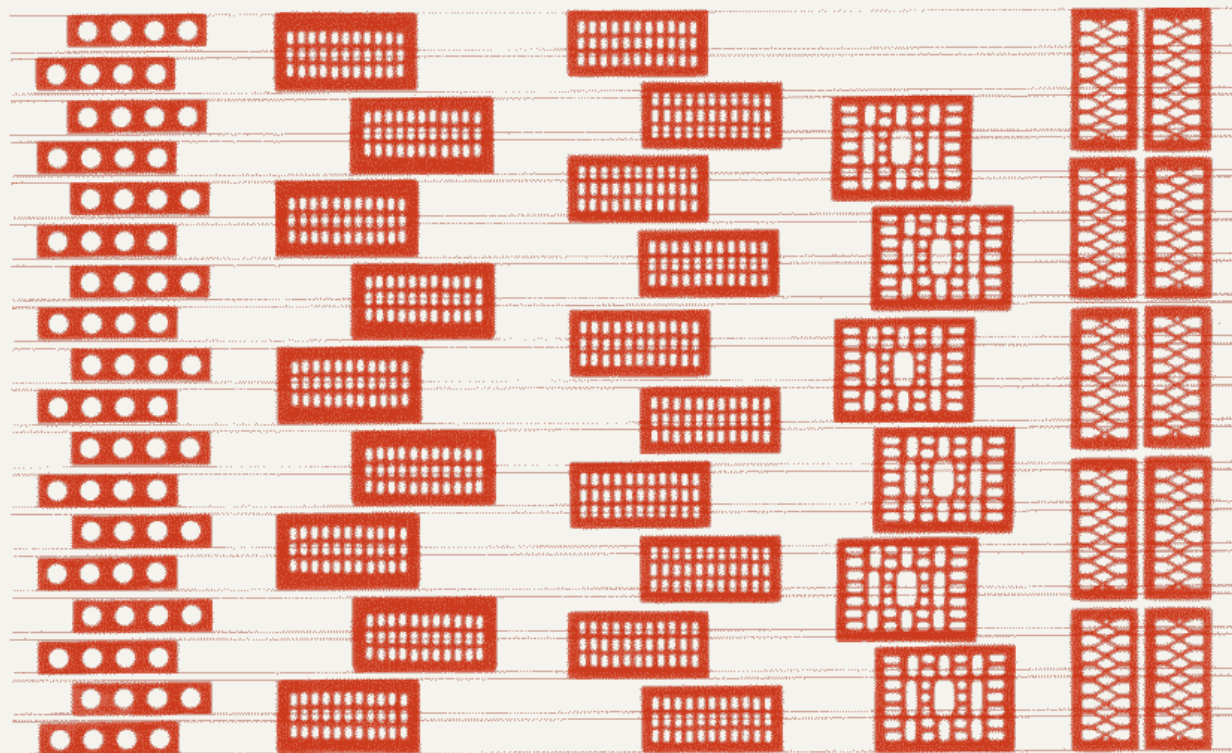
Andre vigtige egenskaber ved hulteglbeklædninger, der anvendes i industrilokaler, er deres store modstandsevne mod mekaniske påvirkninger i form af stød og slag, samt at de normalt ikke kræver vedligeholdelse.

Hultegl i ydervægge

Hvis en hulteglbeklædning udgør bagmuren i en ydervæg, er det vigtigt at være opmærksom på, at der kan opstå problemer med kondensering af vanddamp i isoleringen, fordi bagmuren ikke længere virker som dampspærre. For lave mure, der kan opføres med få eller ingen bindere, er det muligt at ind-

lægge en dampspærre af plast. Dampspærren må ikke ligge direkte bag hullerne, men skal placeres 1/4 til 1/3 inde i isoleringslaget, der således må opbygges i flere lag. Ved høje vægge og ved vægge i særligt fugtbelastede rum, fx svømmehaller, må det anbefales, at hulteglbeklædningen ikke benyttes som bagmur, men opbygges som et selvstændigt lag foran den normale ydervæg.

Skiftegangstegning



Skiftegangstabel

DN format og petringer		2-skiftssten		Sten på kant (rulskifter)		Bredsten på kant		Standerskifter	
Sten: Fuge:	55 mm 12 mm	Sten: Fuge:	122 mm 12 mm	Sten: Fuge:	108 mm 12 mm	Sten: Fuge:	168 mm 10 mm	Sten: Fuge:	228 mm 12 mm
Skifte:	67 mm	Skifte:	134 mm	Skifte:	120 mm	Skifte:	178 mm	Skifte:	240 mm
antal skifter	mm	antal skifter	mm	antal skifter	mm	antal skifter	mm	antal skifter	mm
18	1200	9	1200	10	1200			5	1200
17	1134			9	1080				
16	1067	8	1067			6	1067		
15	1000			8	960			4	960
14	934	7	934			5	890		
13	867			7	840				
12	800	6	800			4	712	3	720
11	734			6	720				
10	667	5	667			5	600		
9	600			5	600				
8	534	4	534			3	534	2	480
7	467			4	480				
6	400	3	400			2	356		
5	334			3	360				
4	267	2	267			1	178	1	240
3	200			2	240				
2	134	1	134						
1	67			1	120				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Vægtykkelser

I det følgende ses bort fra bagmuren, som muren af hultegl fastholdes til, f.eks. ved hjælp af murbindere. Tykkelsen af muren af hultegl plus hulrummet er beskrevet foran under de målte og beregnede eksempler på side 6 til 12. I praksis vil der ud fra den frekvensmæssige sammensætning af lyden i lokalet, hvor væggen skal placeres, vælges stentype og hulrumsdybde og isolering således, at der opnås det ønskede resultat m.h.t. rummets lydregulering/støjdæmpning. Ud fra de på side 17 til 20 viste stentyper fås følgende dimensioner på vægge af akustiksten/hulsten: 48, 55, 108 og 110 mm.

Murværkets lodrette mål

Murværkets lodrette mål kaldes skiftegangsmål, og disse mål angiver murværkets højder. Skiftegangen sættes normalt til 3 skifter = 200 mm = 2M (M er planlægningsmodulen for højdemål i boligbyggeri). På skiftegangstegningen og skiftegangstabellen på side 14 og 15 vises, hvorledes akustiksten/hulsten med følgende højdemål: 55, 122, 108, 168 og 228 mm kan indpasses i den normale skiftegang. Tabellen viser stenhøjder og fuger – skiftegangsmål – i mm. På tegningen kan endvidere ses, hvordan de forskellige stenformater kan sammenbygges, noget som har betydning m.h.t. sammenmuring af forskellige stenformater i samme vægflade.

Murværkets vandrette mål

For anvendelse af de viste stentyper gælder de normale regler for projektering med murværk. Følgende afsnit er hentet fra TEGL 3, Murmål:

»Murværkets vandrette mål fastsættes normalt efter murstensmodulen på 60 mm svarende til 1/4 sten + fugeandel (48 + 12 = 60 mm). Denne murstensmodul på 60 mm svarer til forbandtspringet på 1/4 sten, som anvendes i den overvejende del af de gængse forbandter. Endvidere går murstensmodulen op i planlægningsmodulen (3M = 300 mm = 5 x (1/4 sten + fugeandel)), som skal anvendes ved modulprojektering.

Forbandter

Forbandtet vælges ud fra praktiske og æstetiske krav.

Praktiske krav: kan beregnes og optegnes under projekteringen bl.a. ved hjælp af TEGL 3, Murmål m.v.

Æstetiske krav: kan i et vist omfang bedst afklares ved at opføre en prøvemur.

Stentyper

De fleste teglværker inden for Kalk- og Teglværkstørelsen af 1893 fremstiller i dag specielle hulsten, akustiksten, sten i normal format eller petringer med hul i vinkelret på løbersiden. En velegnet

type der passer ind i murværkets skiftegang og den leveres med hulprocenter, som giver gode lydabsorberende egenskaber.

Hertil kommer mange velegnede hulstentyper, hvor liggefladen vendes frem i facaden.

De her viste stentyper er lagervarer og kan leveres fra dag til dag.

Andre stentyper

kan i et vist omfang fremstilles på bestilling. Ligeledes vil en række af de viste stentyper på side 18 til 20 kunne leveres i andre formater, f.eks. i dobbelt højde eller som 2-skiftssten efter aftale. Ønsker i denne forbindelse bør drøftes med teglproducenten i god tid, f.eks. under skitseprojekteringen.

Yderligere oplysninger om stentyper og producenter kan fås hos **Kalk- og Teglinformation**, Teglbækvej 20, 8361 Hasselager, tlf. 86 28 38 11.





Generelt

må det understreges, at formgiveren, arkitekten, igennem arbejdet med stentyper, fuger, forbandter og de lyd-mæssige krav, kan skabe rum, der med hensyn til de lyd-mæssige forhold og udseendet går op i en større enhed, simpelthen for-ener skønheden og nyten. Hertil kommer, at den blanke teglmur er vedligeholdelsesfri, den er sej og robust m.h.t. modstandsevnen over for stød og slag – derfor vil en blank teglmur også være velegnet i de fleste industri-lokaler.

Stentyper

DN format : 228 x 108 x 55 mm
 Petringer : 220 x 48 x 55 mm




PS: Hulprocenten er baseret på stenens areal.

Nr.	Dansk Normalformat	Petringer	Antal huller	Hulprocent ca.	
	1	x	x	4	23
	2	x		7	19
	3	x	x	11	17
	4	x	x	11	37

Stentyper

DN format : 228 x 108 x 55 mm
 Petringer : 220 x 48 x 55 mm

PS: Hulprocenten er baseret på stenens areal.

Nr.	Dansk Normalformat	Petringer	Antal huller	Hulprocent ca.	
	5	x	x	7	15
	6	x	x	7	16
	7	x	x	9	28

Stentyper

DN format : 228 x 108 x 55 mm
 2-skiftssten, hvor de 122 mm = 2 sk.
 + 1 fuge (2 x 55 + 12 = 122):
 DN format : 228 x 108 x 122 mm
 Sten med dobbelt højde:
 DN format : 228 x 108 x 110 mm



Nr.	Dansk Normalformat	2-skiftssten	Dobbelt højde	Antal huller	Hulprocent ca.
8	x	x	3	9	



10	x	x	3	10	
----	---	---	---	----	--



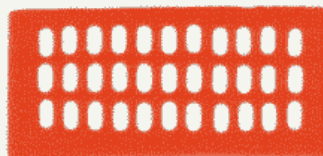
11	x		22	25	
----	---	--	----	----	--



12	x		19	24	
----	---	--	----	----	--

Stentyper

DN format : 228 x 108 x 55 mm
 2-skiftssten, hvor de 122 mm = 2 sk.
 + 1 fuge (2 x 55 + 12 = 122):
 DN format : 228 x 108 x 122 mm
 Sten med dobbelt højde:
 DN format : 228 x 108 x 110 mm



Nr.	Dansk Normalformat	2-skiftssten	Dobbelt højde	Antal huller	Hulprocent ca.
13	x	x	x	33	23 28



14	x		x	33	23
----	---	--	---	----	----



16	x		x	26	23
----	---	--	---	----	----



17	x		x	23	23 33
----	---	--	---	----	----------

Stentyper

Bredsten : 228 x 168 x 55 mm

2-skiftssten, hvor de 122 mm = 2 sk.
+ 1 fuger (2 x 55 + 12 = 122):

Bredsten : 228 x 168 x 122 mm

Sten med dobbelt højde:

Bredsten : 228 x 168 x 110 mm

Stentyper

Bredsten : 228 x 168 x 55 mm

2-skiftssten, hvor de 122 mm = 2 sk.
+ 1 fuger (2 x 55 + 12 = 122):

Bredsten : 228 x 168 x 122 mm

Sten med dobbelt højde:

DN format : 228 x 168 x 110 mm

Nr.	Bredsten	2-skiftssten	Dobbelt højde	Antal huller	Hulprocent ca.
19	x			3	9
22	x			1	3
23	x			3	10

Nr.	Bredsten	2-skiftssten	Dobbelt højde	Antal huller	Hulprocent ca.
27	x			6	11
20	x			38	30
21	x			37	26

Stentyper

Bredsten : 228 x 168 x 55 mm

2-skiftssten, hvor de 122 mm = 2 sk.

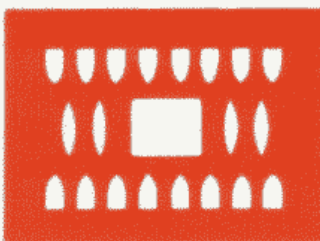
+ 1 fuger (2 x 55 + 12 = 122):

Bredsten : 228 x 168 x 122 mm

Sten med dobbelt højde:

Bredsten : 228 x 168 x 110 mm

Nr.	Bredsten	2-skiftssten	Dobbelt højde	Antal huller	Hulprocent ca.
25	x			34	25 30
26	x			21	20





Kalk- og Teglinformation