

Kapittel 5

Leca mot lyd



Innhold

5.1 Generelt	56
5.2 Definisjoner, måleprinsipper og krav	56
5.2.1 Begreper og definisjoner	56
5.2.2 Måleprinsipper	56
5.2.2.1 Måling av luftlydisolasjon	56
5.2.2.2 Måling av trinnlydnivå	57
5.2.2.3 Forholdet mellom laboratorieverdier og målinger i ferdig bygning	57
5.2.3 Kravgrenser etter Teknisk forskrift (TEK) til PBL	57
5.2.3.1 Overordnede funksjonskrav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL	57
5.2.3.2 anbefalte grenseverdier i NS 8175	57
5.3 Leca® lydskillevegger	58
5.3.1 Materialer og konstruksjoner	58
5.3.1.1 Leca® blokker	58
5.3.1.2 Massive vegger	58
5.3.1.3 Dobbeltegger	58
5.3.1.4 Utførelse	58
5.3.2 Krav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL	58
5.3.3 Leca® vegger – Luftlydisolasjon	60
5.4 Lydløsninger med Leca® Byggeplank	63
5.4.1 Generelt om Leca® Byggeplank	63
5.4.2 Krav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL	63
5.4.3 Lydegenskaper med Leca® Byggeplank løsninger	64
5.5 Detaljløsninger og arbeidsveiledning	68
5.5.1 Utførelse	68
5.5.2 Viktige tilslutningsdetaljer	68
5.5.2.1 Lydskillevegg mot gulv	68
5.5.2.2 Lydskillevegg mot etasjeskiller	69
5.5.2.3 Etasjeskiller mot yttervegg av Leca® Isoblokk	69
5.5.2.4 Leca® Byggeplank på trevegger	69
5.5.2.5 Lydskillevegg mot yttervegg	69
5.5.2.6 Lydskillevegg mot tak	70
5.5.2.7 Leca® Pipe i lydskillevegg	70
5.5.2.8 Pipe gjennom etasjeskiller	70
5.6 Leca® lydabsorberende konstruksjoner	71
5.6.1 Krav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL	71
5.6.2 Absorpsjonsfaktor for Leca® konstruksjoner	71
5.6.3 Beregning av etterklangstid	71
5.6.4 Praktiske anvisninger	71
5.7 Leca® mot industristøy	73
5.7.1 Krav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL	73
5.7.2 Leca® lydkonstruksjoner i nybygg	73
Materialvalg	73
Eksempel	73
5.7.4 Leca® brukt til støydemping i eksisterende industri	73
5.8 Leca® mot utendørs støy	74
5.8.1 Krav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL	74
5.8.2 Leca® yttervegger – trafikkstøyreduksjon	74
5.8.3 Beregning av innendørs lydnivå	74
5.9 Leca® støyskjermer	76
5.9.1 Grenseverdier	76
5.9.2 Støyskjerm murt av Leca® blokker	76
Prosjektering	76
Fundamentering	76
Muring av søyler og skjerm	76
Søyler	76
5.9.3 Overflatebehandling	76
Litteraturliste/referanser	77

5 Leca® mot lyd

5.1 Generelt

Dette kapitlet omhandler de viktigste lydtekniske egenskapene til Leca® produktene. Det gir en enkel innføring i generell lydteknikk, gjengir de viktigste krav og anbefalinger i Teknisk forskrift (TEK) til plan- og bygningsloven /5.1/ og gir eksempler på tekniske løsninger som tilfredsstiller kravnivået i ferdige konstruksjoner. Det er angitt en rekke viktige lyddetaljer og råd for lydteknisk prosjektering. I tillegg til Leca® lydsillevegger (avsnitt 5.3) er lydløsninger for etasjeskillere med Leca® Byggeplank behandlet i avsnitt 5.4.

De lydtekniske egenskapene til Leca produktene i denne håndboken representerer vår mest oppdaterte informasjon, og erstatter verdier i tidligere utgaver av Leca Lyd og Leca Teknisk Håndbok. Verdiene er basert på felt- og laboratoriemålinger utført av SINTEF Byggforsk (tidligere NBI). Alle verdier forutsetter riktig planlegging og utførelse.

5.2 Definisjoner, måleprinsipp og krav

5.2.1 Begreper og definisjoner

Lyd er definert som trykkforandring i luft som øret kan oppfatte. Trykkforandringene gir en bølgebevegelse mot ørets trommehinne med små variasjoner omkring atmosfæretrykket. Ørets følsomhetsområde er svært stort, og vi bruker derfor en logaritmisk enhet, desibel (dB) for lydtrykk.

Luftlydisolasjon beskriver en konstruksjons evne til å isolere mot luftlydoverføring i bygninger.

Veid laboratoriemålt lydreduksjonstall (R_w) karakteriserer laboratoriemålt luftlydisolasjon i en skillekonstruksjon uten flanketransmisjonsbidrag. Angis i desibel (dB).

Veid feltmålt lydreduksjonstall (R'_w) benyttes i forskriftssammenheng i forbindelse med krav til luftlyd-isolering i skillekonstruksjoner. R'_w er basert på R_w , men gjelder for konstruksjoner i ferdig bygg korrigert for flanketransmisjonsbidrag. Angis i desibel (dB).

Trinnlydnivå beskriver en konstruksjons evne til å overføre lyd fra fottrinn, dunking o.l. i bygninger.

Laboratoriemålt veid normalisert trinnlydnivå ($L_{n,w}$) karakteriserer laboratoriemålte trinnlydsegenskaper for en skillekonstruksjon uten flanketransmisjonsbidrag. Angis i desibel (dB).

Feltmålt veid normalisert trinnlydnivå ($L'_{n,w}$) benyttes i forskriftssammenheng i forbindelse med krav til trinnlydnivå mellom rom. $L'_{n,w}$ er basert på $L_{n,w}$, men gjelder for konstruksjoner i ferdig bygg korrigert for flanketransmisjonsbidrag. Angis i desibel (dB).

Lydnivå beskriver styrken av lyd (støy) i eller utenfor en bygning. Angis ved målestørrelser:



- ▶ A-veid tidsmidlet lydtryknivå ($L_{p,A,T}$),
- ▶ A-veid maksimalt lydtryknivå ($L_{p,AF,max}$),
- ▶ C-veid maksimalt lydtryknivå ($L_{p,C,max}$) eller oktavbåndnivåer.

Det er vanlig å benytte enheten dB(A) om A-veide nivåer. Denne størrelsen beskriver ørets måte å oppfatte lyd på.

Trafikkstøyreduksjonstall ($R_w + C_{tr}$) er definert som summen av veid lydreduksjonstall, R_w og omgjøringstall for spektrum for trafikkstøy, C_{tr} . Enhetene er definert i NS-EN ISO 717-1 /5.3/. $R_w + C_{tr}$ karakteriserer ytterflatens lyd-isolerende evne mot veitrafikkstøy. Angis i desibel (dB).

Etterklangstid (T) i et rom er den tid det tar for lydtryknivået å avta 60 dB etter at lydkilden avbrytes. Angis i sekunder (s).

Absorpsjonsfaktor (α) er forholdet mellom den lyd-energi som absorberes av en flate (evt. trenger gjennom flaten) og hele energien som treffer flaten. Angis som ubenevnt tall fra 0 til 1.

Knutepunktsdempning (K) er et mål (i dB) for hvor mye lydenergien blir dempet ved passering gjennom et knutepunkt. Med knutepunkt menes i denne forbindelse koblingen mellom vegg/vegg, vegg/gulv eller vegg/tak, se avsnitt 5.5.2. Høy knutepunktsdemping er gunstig både for luftlydisolasjon og trinnlydisolasjon.

God knutepunktsdemping oppnås ved:

- ▶ stor flatemasse (kg/m^2) i skillekonstruksjon i forhold til flankerende konstruksjoner
- ▶ total adskillelse av konstruksjonene i knutepunktet
- ▶ elastiske mellomlegg
- ▶ tilleggisolering av flankerende konstruksjoner

5.2.2 Måleprinsipp

5.2.2.1 Måling av luftlydisolasjon

Luftlydisolasjon måles etter standardmetode med høyttalerlyd. I prinsippet brukes samme metode for laboratoriemålinger og feltmålinger. Lydtryknivået måles samtidig på både sender- og mottakersiden. Differansen mellom lydtryknivåene korrigeres for

skilleflatens areal og mottakerrommets lydabsorpsjon. Absorpsjonsarealet beregnes ut fra målt etterklangstid. Luftlydisolasjonen er svært frekvensavhengig og måles derfor ved ulike frekvensbånd. Resultatene sammenlignes deretter med en standardisert referansekurve og til slutt beregnes en veiet entallsverdi som karakteriserer luftlydisolasjonen.

5.2.2.2 Måling av trinnlydnivå

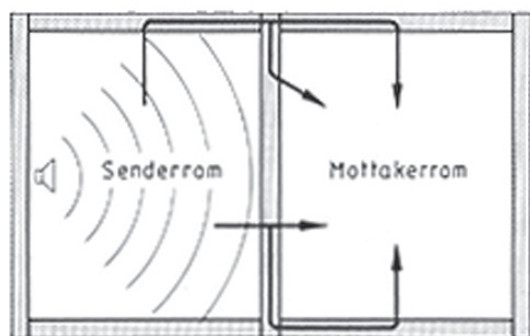
Trinnlydnivået måles etter standardmetode med et standardisert hammerverk (bankemaskin) som plasseres på et dekke eller gulv i senderrommet. I prinsippet brukes samme metode for laboratorie-målinger og feltmålinger. Målingen brukes vanligvis på etasjeskillere, men også på trapper, altanganger, terrasser osv. der det er krav til trinnlydnivå. Lydtryknivået måles her bare i mottakerrommet og korrigeres for mottakerrommets volum og lydabsorpsjon. Trinnlydnivået er svært frekvensavhengig og måles derfor ved ulike frekvensbånd. Resultatene sammenlignes deretter med en standardisert referansekurve og det beregnes en veiet entallsverdi som karakteriserer trinnlydnivået.

Siden man her måler et nivå fra bankemaskinen (og ikke en nivådifferanse som ved luftlydisolasjons-målinger) betyr dette at et høyt tall er uttrykk for dårlig trinnlyddemping.

5.2.2.3 Forholdet mellom laboratorieverdier og målinger i ferdig bygning

I et godkjent laboratorium er de bygningstekniske forhold slik at lyden utelukkende kan passere fra sender- til mottakerrom gjennom den skillekonstruksjonen som skal måles. I ferdig bygning er slike idealiserte betingelser umulige å oppnå. Figur 5.1 illustrerer noen overføringsveier utenom selve skillekonstruksjonen, og figur 5.2 viser trinnlydoverføring i et bygg.

Lyd kan også overføres via utettheter, kanaler, himlinger, gulv osv. Særlig stort blir dette såkalte indirekte lydtrap eller flanketransmisjon når de flankerende bygningsdeler er gjennomgående og i tillegg er lettere enn selve skillekonstruksjonen. Ved normalt gode byggetekniske detaljløsninger vil flanketransmisjon utgjøre ca. 3 dB. Antatt flanketransmisjon må trekkes fra verdien oppnådd i laboratorium før sammenligning med kravnivåer.



Figur 5.1 Lydoverføringsveier mellom rom i ferdig bygning. Flanketransmisjon

5.2.3 Kravgrenser etter Teknisk forskrift (TEK) til PBL

5.2.3.1 Overordnede funksjonskrav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL

I Teknisk forskrift (TEK) til plan- og bygningsloven /5.1/ er kravene til lydforhold angitt som overordnede funksjonskrav. Bygning skal utformes slik at brukernes behov for tilfredsstillende lydforhold ved arbeid, søvn, hvile og rekreasjon er tilfredsstillt ved forventet bruk av bygningen.

Oppfyllelse av kravene til lydforhold kan dokumenteres på to måter:

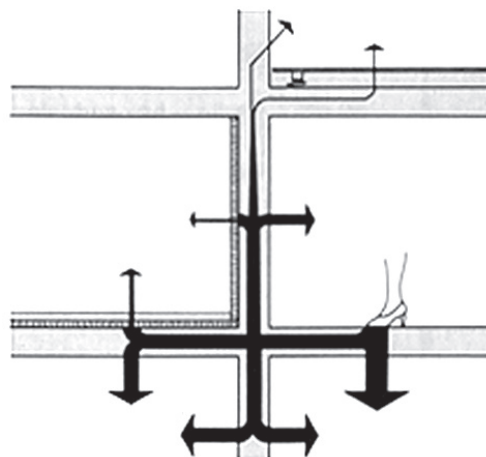
- ved at byggverket utføres i samsvar med spesifikasjoner som er allment akseptert for å gi tilfredsstillende lydforhold
- ved verifiserbare analyser og/eller beregninger som dokumenterer at andre spesifikasjoner gir tilfredsstillende lydforhold

Det er ikke angitt etterprøvbare, nominelle krav-grenser i selve forskriften. Når det gjelder anbefalte grenseverdier er det i Veiledning til Teknisk forskrift til PBL /5.1/ henvist til NS 8175 Lydforhold i bygninger – Lydklassifisering av ulike bygningstyper /5.4/. I tillegg finnes det tilsvarende regler for vibrasjoner.

Veiledningen angir en del brukskategorier der det er nødvendig med støybeskyttende tiltak: boliger, skoler, barnehager, fritidshjem, sykehus, pleieanstalter, overnattingssteder, kontor, arbeidslokaler i industri og håndverk osv.

5.2.3.2 Anbefalte grenseverdier i NS 8175

Videre angir Veiledningen at dersom man tilfredsstiller de grenseverdier som er gitt i NS 8175 /5.4/, klasse C, så forventes det at forskriftens intensjon er oppfylt. Rent formelt er grenseverdiene anbefalinger, men i praksis vil verdiene her for luftlydisolasjon, trinnlydnivå, etterklangstid og lydnivå bli lagt til grunn for hva man kan kalle "forskriftsnivået" for lydforhold for de ulike bygningstyper.



Figur 5.2 Trinnlydoverføring

Hva som er akseptabelt lydnivå er et individuelt spørsmål. Forskriften med tilhørende veiledning og Norske Standarder stiller bare krav som skal sikre en viss minstestandard, og mange vil føle behov for bedre lydforhold enn dette. NS 8175 /5.4/ er derfor inndelt i fire lydklasser der klasse A har de strengeste lydkravene og klasse D de svakeste. Samtidig er altså kravene til lydforhold i Teknisk forskrift til PBL /5.1/ knyttet til klasse C. Standardens inndeling i lydklasser gjør det mulig for byggherren å velge ønsket lydstandard, samtidig som oppnådd klasse kan brukes som argument ved kjøp og salg av bygninger.

Det stilles fortsatt ikke krav til skillekonstruksjoner internt i en og samme boenhet. Som regel er det likevel fornuftig å legge vekt på lydisolerende tiltak, f.eks. i skillekonstruksjoner mot barne- og ungdomsrom, mot våtrom og mot evt. tekniske rom.

5.3 Leca® lydskillevegger

5.3.1 Materialer og konstruksjoner

5.3.1.1 Leca® blokker

Leca blokker leveres med forskjellige betongdensiteter fra 500 kg/m³ til 1.300 kg/m³. Høy densitet og dermed høy flatevekt er gunstig i lydsammenheng. Flatevekt for ulike dimensjoner er oppgitt i tabell 5.2 a. Oversikt over blokkdensiteter finnes i kapittel 2.2.6, tabell 2.1. Betongdensitet 1.300 kg/m³ benyttes kun i Leca Lydblokk, som er et spesialprodukt for lydskillevegger. Blokkformatet er 175 x 250 x 250 mm. Aktuelle vegg- eller vangetykkelser er da enten 250 mm eller 175 mm. I tillegg kommer pusstykkelsen.

5.3.1.2 Massive vegger

Massive, relativt tunge lydskillevegger gir normalt sikrere resultater enn lette, sammensatte vegger, blant annet fordi det er lettere å unngå luftlydlekkasjer.

Normalt er lavfrekvensegenskapene bedre for tunge, stive vegger. Dette har betydning i forhold til isolering mot radio, TV og musikkanlegg som ofte har betydelig lavfrekvensinnhold. Ved spesielt strenge lydisolasjonskrav vil en kombinasjon av et tungt, massivt veggskall og en såkalt strålingsminskende kledning gi gode resultater, se veggtype B-E og I, J i tabell 5.2 c. Platekledningen bør være tynn, tung og bøyningselastisk. Flatemassen bør være ca. 8 – 11 kg/m².

I praksis er det liten forskjell på 12 mm sponplater, 11 mm trefiberplater og 9–13 mm gipsplater. Det er bedre å benytte to tynne plater enn én tykk med samme totale tykkelse. Avstanden til veggen må ikke være for liten, og mellomrommet fylles med mineralull. Det benyttes mineralull av vanlig bygningskvalitet. Tunge mineralullmatter gir ingen merkbar bedring av lydisolasjonen. Om mulig bør stenderne ikke ha kontakt med basisveggen. Dersom dette er umulig, bør det benyttes stendere av stål i stedet for tre. Generelt gir konstruksjoner med stålstendere bedre lydegenskaper enn tilsvarende med trestendere. Et alternativ til frittstående bindingsverk er Gyproc Akustikkprofil med to lag 13 mm gipsplater (veggtype I og J, tabell 5.2 c).

5.3.1.3 Dobbeltvegger

Dobbeltvegg med tunge vanger gir vanligvis ikke bedre lydisolasjon enn en massiv vegg med samme flatevekt. Dette fordi lydsvingningene overføres fra ett skall til et annet via tilslutninger langs vegger og dekker. Derfor bør vangene i en dobbeltvegg adskilles. Avstanden mellom vangene kan være f.eks. 50 mm. Her plasseres en mineralullplate. Dette sikrer at hulrommet blir gjennomgående og demper dessuten langsgående lydsvingninger i hulrommet. I tillegg må vangene stå på adskilte fundamenter, se veggtype F i tabell 5.2 c.

Leca Isoblokk er en varmeisolerende sandwichblokk som består av to Leca lettklinkervanger limt sammen ved hjelp av en polyuretankjerne. Isolasjonens stivhet gjør at lydbølger i frekvensområdet 400–500 Hz vil "slå igjen" veggen. Leca Isoblokk skal derfor ikke benyttes i lydskillende vegger i bygninger. Leca Isoblokk i yttervegg gir normalt god lydisolering mot veitrafikk-støy på grunn av god demping ved lave frekvenser.

5.3.1.4 Utførelse

De oppgitte verdiene for luftlydisolasjon i tabell 5.2 a forutsetter fulle ligge- og stussfuger med minst 10 mm puss på en side. Alternativt kan blokkene strengmures og settes "knas" uten mørtel i stussfugene med tosidig puss (minst 10 + 5 mm). Kompakte vegger av Leca blokker med puss på bare én side gir akseptable lydisolasjonsverdier og i tillegg lydabsorpsjon på den upussede siden. Leca Lydblokk har tett struktur og har derfor liten lydabsorberende evne.

For dobbeltvegger er det helt avgjørende at begge vangene pusses, og dessuten at vangene har så liten kontakt som mulig. Vangene bør ikke forbindes med stålbindere da dette kan føre til lydoverføring i veggen. Bruk av dobbeltveggkonstruksjon til lydisolasjonsformål er en teknisk vanskelig løsning, og den bør bare velges i spesielle tilfeller der spesialister prosjekterer, slik at kontakt mellom vangene helt kan unngås. Ved f.eks. gulv på grunn kan det være mulig å utføre helt adskillelse uten for store omkostninger.

5.3.2 Krav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL

Paragraf 13-7 i Teknisk forskrift til PBL /5.1/ omtaler lydforhold. Grenseverdier er gitt i NS 8175, klasse C /5.4/. Grenseverdiene refererer til feltmålte verdier (R'_w). Tabell 5.1 viser eksempler på minsteverdier for luftlydisolasjon (angitt ved R'_w) som skal være oppfylt for de ulike bygningskategoriene iht. NS 8175. For fullstendig oversikt, se i NS 8175.

Type bruksområde	Klasse C R'_w [dB]
Boliger	
Mellom boenheter innbyrdes og mellom boenheter og fellesareal / fellesgang / trapperom o.l.	55
Mellom boenheter og nærings- og servicevirksomhet, garasjeanlegg o.l.	60
Bygninger til undervisningsformål, skoler	
Mellom undervisningsrom og personalrom / fellesarealer / fellesrom, samt mellom personalrom og fellesgang uten dørforbindelse	48
Mellom undervisningsrom og fellesgang / korridor med dørforbindelse	35
Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppsøving, enkle lydstudier eller andre spesialrom med støyende aktiviteter og andre undervisningsrom / personalrom / fellesarealer	60
Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og fellesgang/korridor med dørforbindelse	50
Barnehager og skolefritidsordning	
Mellom rom for søvn og hvile og samtalerom / personalrom og andre fellesrom / arealer uten dørforbindelse	48
Mellom rom som foran og andre fellesrom/arealer med dørforbindelse	35
Helsebygninger, slik som sykehus og pleieanstalter	
I sykehus: Mellom senge- eller beboerrom og fellesarealer / fellesrom / trapperom o.l. uten dørforbindelse	48
I pleieanstalter: Mellom senge- eller beboerrom og fellesarealer / fellesrom / trapperom o.l. uten dørforbindelse	52
Overnattingssteder	
Mellom gjesterom og fellesarealer/fellesrom/trapperom o.l. uten dørforbindelse	52
Mellom gjesterom og nærings- og servicevirksomhet, garasjeanlegg o.l.	60
Kontorer	
Mellom kontorer og fellesarealer / fellesgang / korridor uten dørforbindelse	37

Tabell 5.1 Laveste grenseverdier for veid feltmålt lydreduksjonstall R'_w (Utdrag fra NS 8175 /5.4/)



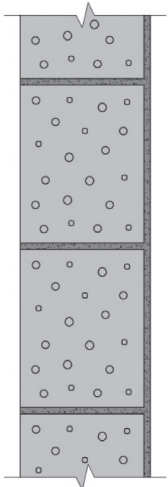
5.3.3 Leca® vegger – Luftlydisolasjon

I tabell 5.2 a og b er det angitt verdier for Leca vegg-løsninger og labratoriemålte lydverdier, R_w for ulike skillevegger. Flanketransmisjonstapet er vanligvis ca. 2-3 dB ved normalt gode bygningsmessige forhold (løsninger, detaljer og utførelse), hvilket må tas hensyn til ved bestemmelsen av forventet veid luftlydisolasjon, R'_w i ferdig bygg. Reduksjonen bør regnes noe høyere for vegger med spesielt gode verdier av R_w .

Dårlige detaljer og upresis utførelse kan gi betydelig større flanketransmisjonstap, se avsnitt 5.5.

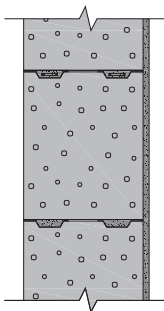
Lydverdiene i tabell 5.2 a og b forutsetter fulle ligge- og stussfuger med puss på en side, alternativt strengmurt og satt “knas” uten mørtel i stussfugene og tosidig puss. Se detaljer i tabellene.

For Leca Lydblokk forutsettes 10 mm puss på begge sider.

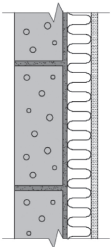
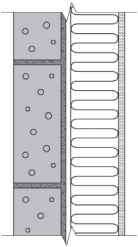
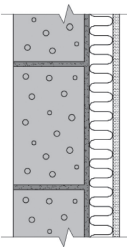
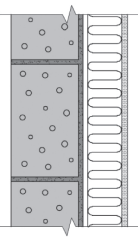
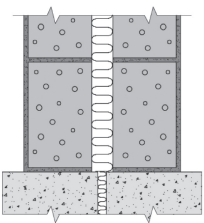
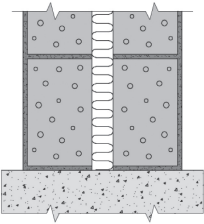
Veggtype	Skisse	Blokktype	Total tykkelse inkl. puss [mm]	Vekt pr. m ² ferdig vegg [kg/m ²]	Beregnet* luftlydisolasjon R _w (dB)
Type A		Leca Universalblokk			
		10 cm (3/770)	110	110	44 dB
		15 cm (3/770)	160	140	47 dB
		20 cm (3/770)	210	170	48 dB
		25 cm (2/650)	260	180	49 dB
		Leca Finblokk			
		10 cm (4/770)	110	110	45 dB
		15 cm (4/770)	160	140	48 dB
		20 cm (4/770)	210	170	52 dB
		Leca Lydblokk			
		17,5 cm (8/1 300)	195	280	55 dB
		25 cm (8/1 300)	270	390	58 dB

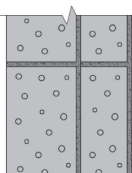
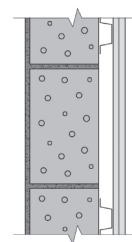
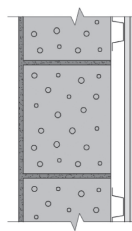
*) Lydverdiene forutsetter fulle ligge-og stussfuger, samt minimum 10 mm puss på én side. Alternativt delte murte liggefuger, blokkene satt ”knas” i stussfugene, samt tosidig puss (5+10 mm). Laboratoriemålte lydverdier. Installert i bygget må forventes noe lavere verdi pga. flanketransmisjonstap, normalt 3 dB reduksjon for Leca-konstruksjoner. NB! Leca Lydblokk pusses alltid 10 mm på begge sider.

Tabell 5.2 a Luftlydisolasjon til kompakte Leca vegger med fulle ligge- og stussfuger

Veggtype	Skisse	Blokktype	Total tykkelse inkl. puss [mm]		Vekt pr. m ² ferdig vegg [kg/m ²]		Beregnet* luftlydisolasjon R_w (dB)	
Type A		Leca Lettveggblokk	Puss 10+10 mm	Sparkel 3+3 mm	Puss 10+10 mm	Sparkel 3+3 mm	Puss 10+10 mm	Sparkel 3+3 mm
		118 mm (2,5/1000)	138	124	130	100	42 dB	39 dB
		Leca Basicblokk LSX	Puss en side 5 mm	Puss to sider 5+5 mm	Puss en side 5 mm	Puss to sider 5+5 mm	Puss en side 5 mm	Puss to sider 5+5 mm
		15 cm (3,5/630)	155	160	123	135	44 dB	45 dB
		20 cm (3/550)	205	210	128	135	45 dB	46 dB
		25 cm (2/500)	255	260	138	145	46 dB	47 dB
		*) Lydverdiene forutsetter delt limt-/tynn fugemurt liggefuge, stussfuger satt “knas” sammen og en til to-sidig sparkel/puss til full lufttetthet. Laboratiemålte lydverdier. Installert i bygget må forventes noe lavere verdi på grunn av flanketransmisjonstap, normalt 3 dB for Leca-konstruksjoner.						

Tabell 5.2 b Luftlydisolasjon til kompakte Leca Lock vegger

Veggtype	Skisse	Basisvegg	Kombinert med	Total tykkelse inkl. puss [mm]	Labmålt* luftlydisolasjon R _w
Type B					
Leca Blokk 10 cm med fulle ligge- og stussfuger og 10 mm puss på én side.		Leca Blokk 10 cm (3/770)		170	57 dB
Vertikale stålstendere c/c 600 mm festet til den pussede siden av Leca veggen. 50 mm mineralull.			Vertikale stålstendere 50 mm mineralull		
12-13 mm bygningsplate.			12–13 mm bygningsplate		
Type C					
Leca Blokk 10 cm med fulle ligge- og stussfuger og 10 mm puss på én side.		Leca Blokk 10 cm (3/770)		230	60 dB
Vertikale, frittstående stål- eller tre-stendere c/c 600 mm mot den pussede siden av Leca veggen. 100 mm mineralull.			Frittstående stål- eller trestendere 100 mm mineralull		
12-13 mm bygningsplate.			12–13 mm bygningsplate		
Type D					
Leca Blokk 15 cm med fulle ligge- og stussfuger og 10 mm puss på én side.		Leca Blokk 15 cm (3/770)		220	54 dB
Vertikale trestendere (36 x 48 mm) festet til den pussede siden av Leca veggen. 50 mm mineralull.			Vertikale trestendere 50 mm mineralull		
12-13 mm bygningsplate.			12–13 mm bygningsplate		
Type E					
Leca Blokk 15 cm med fulle ligge- og stussfuger og 10 mm puss på én side.		Leca Blokk 15 cm (3/770)		245	61 dB
Vertikale, frittstående stål- eller trestendere c/c 600 mm mot den pussede siden av Leca veggen. 10 mm luftspalte 75 mm mineralull.			Frittstående stål- eller trestendere 75 mm mineralull		
12-13 mm bygningsplate.			12–13 mm bygningsplate		
Type F					
Dobbeltvegg. To vanger av Leca Blokk 15 cm med fulle liggefuger og 10 mm puss på én side av hver vange.		Leca Blokk 15 cm (3/770)	Leca Blokk 15 cm (evt. 10 cm) (3/770)	370	> 63 dB
50 mm mineralull imellom. Vangene må stå på adskilte betongplater, f.eks. gulv på grunn. R'w avhenger av fugeløsningen.			50 mm mineralull NB! Delt fundament		
Type G					
Som Type F: Dobbelvegg. To vanger av Leca Blokk 15 cm med fulle liggefuger og 10 mm puss på én side av hver vange.		Leca Blokk 15 cm (3/770)	Leca Blokk 15 cm (evt. 10 cm) (3/770)	370	48 dB
50 mm mineralull imellom. Men vangene står på felles fundament/ betongplate (ingen fuge).			50 mm mineralull OBS! Ingen fuge i fundament		

Veggtype	Skisse	Basisvegg	Kombinert med	Total tykkelse inkl. puss [mm]	Labmålt* luftlydisolasjon R _w
Type H					
Dobbeltvegg. Eksisterende vegg av Leca Blokk 15 cm med 10 mm puss på en side.		Leca Blokk 15 cm (3/770)		270	51 dB
Ny vegg mures med fulle ligge- og stussfuger og 10 mm puss på én side.			Leca Blokk 10 cm (3/770)		
Type I					
Leca Blokk/Finblokk 15 cm med fulle ligge- og stussfuger og 10 mm puss på én side.		Leca Blokk / Finblokk 15 cm (3/770) / (4/770)		215	58 dB
Gyproc Akustikkprofil c/c 600 mm mot den upussede siden av Leca veggen pga. hulromsresonans.			Gyproc Akustikkprofil		
2 lag 13 mm gipsplater.			2 lag 13 mm gipsplater		
Type J					
Leca Blokk/Finblokk 20 cm med fulle ligge- og stussfuger og 10 mm puss på én side.		Leca Blokk / Finblokk 20 cm (3/770) / (4/770)		265	62 dB
Gyproc Akustikkprofil c/c 600 mm mot den upussede siden av Leca veggen pga. hulromsresonans.			Gyproc Akustikkprofil		
2 lag 13 mm gipsplater.			2 lag 13 mm gipsplater		
*) Lydverdiene forutsetter kompakte vegger av Leca blokker med fulle ligge-og stussfuger, samt minimum 10 mm puss på én side. Laboratiormålte lydverdier. Installert i bygget må forventes noe lavere verdi pga. flanketransmisjonstap, normalt 3 dB reduksjon for Leca-konstruksjoner.					
Som kledning kan man bruke enten 12 mm sponplate, 13 mm gipsplate eller 12 mm trefiberplate (panelplate). Disse regner man er likeverdige med hensyn til lydisolasjonsegenskaper.					
Det er viktig at Gyproc Akustikkprofilene (Type I og J) festes mot den upussede siden pga. hulromsresonans. Fester man profilene på den pussede siden, må veggen først lektes med vertikale trestendere c/c 600 mm. Se også monteringsanvisning på www.gyproc.no .					

Tabell 5.2 c Luftlydisolasjon til sammensatte Leca vegger



5.4 Lydløsninger med Leca® Byggeplank

5.4.1 Generelt om Leca® Byggeplank

Leca Byggeplank er armerte elementer av Leca lett-klinkerbetong og kan leveres i 200 og 250 mm tykkelse. Standard bredde er 600 mm. På bestilling kan smalere tilpasningselementer og skrælelementer leveres. Standard lengder fra 2,38 m til 7,48 m med 100 mm sprang. Tillatt nyttelast for de ulike spennvidder og tykkelser finnes i brosjyren Leca Byggeplank /5.6/.

Leca Byggeplank er i seg selv luftåpen. Den må derfor alltid gis en porenettende overflatebehandling (slemming, pussavretting eller påstøp) for å hindre lydlekkasjer og andre luftgjennomstrømninger. I noen tilfeller er poretettingen på underside i kombinasjon med flytende gulv på trinnlydplater av mineralull. Ved bruk av Leca Svillelist (20 x 10 mm) ved oppleggene, oppnås en ytterligere lydteknisk forbedring. Alle gjennomføringer for rør og kanaler må gjenstøpes eller skummes med fugeskum for å hindre luftlydlekkasjer. Leca Byggeplank er brannklassifisert som en REI 60 konstruksjon for begge tykkelsene. Som brannskille må Byggeplanken slemmes på minimum én side.

Vi anbefaler kombinasjonen av Leca Byggeplank og Weber Lydgulv (trinnlydplater og flytesparkel) alt. Weber komfortgulv (trinnlydplater med vannbåren gulvvarme og flytesparkel). Som flytesparkel brukes

Weber gulvavretting. Dette er løsninger i tabell 5.4 a. Denne kombinasjonen gir en etasjeskiller som:

- ▶ tilfredsstiller kravene til bolig
- ▶ er rask å legge
- ▶ gir lav byggehøyde
- ▶ gir ferdig avrettet underlag til alle typer gulv
- ▶ kan kombineres med elektrisk og vannbåren gulvvarme
- ▶ er brannsikker
- ▶ er råtesikker
- ▶ gir knirkefrie gulv

5.4.2 Krav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL

Paragraf 13-7 i Teknisk forskrift til PBL /5.1/ omtaler lydforhold. Grenseverdier er gitt i NS 8175, klasse C /5.4/. Grenseverdiene refererer til feltmålte verdier. For etasjeskiller er det krav både til luftlydisolasjon og trinnlydnivå. Eksempler på grenseverdier til luftlydisolasjon, R'_{wv} , er tidligere angitt i tabell 5.1.

Tabell 5.3 viser eksempler på høyeste tillatte verdi for trinnlydnivå (angitt ved $L'_{n,w}$) som skal være oppfylt for de ulike bygningskategoriene iht. NS 8175 /5.4/. For fullstendig oversikt se i NS 8175 /5.4/.

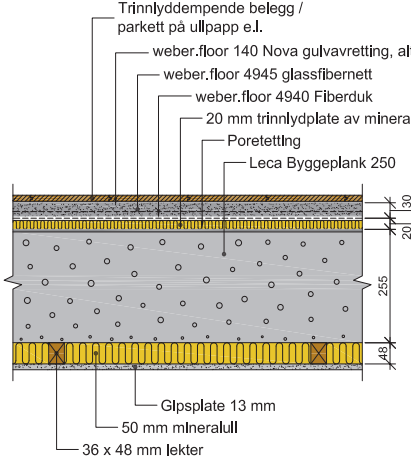
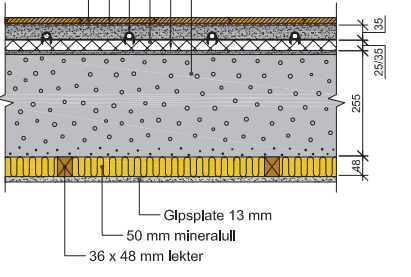
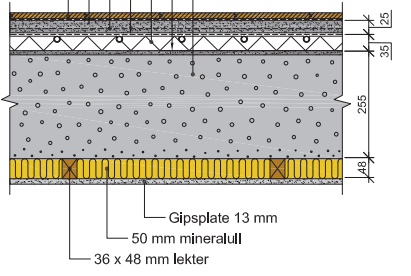
Type bruksområde	Klasse C $L'_{n,w}$ [dB]
Boliger. Mellom boenheter	
I en boenhet fra fellesareal / fellesgang / trapperom	53
I en boenhet fra nærings- og servicevirksomhet, garasjeanlegg, takterasse o.l.	48
I en boenhet fra toalett, bad, bod o.l., samt fra altan, terrasse o.l. i en annen boenhet	58
Bygninger til undervisningsformål, skoler	
Mellom to undervisningsrom / personalrom	63
I undervisningsrom / personalrom fra fellesarealer / oppholdsrom	63
I undervisningsrom / personalrom / kommunikasjonsvei, som fellesgang / korridor / trapperom	58
Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppsøving, enkle lydstudier eller andre spesialrom med støyende aktiviteter	53
I undervisningsrom / personalrom / fellesarealer fra spesialrom	53
I spesialrom som foran fra fellesgang / korridor med dørforbindelse	58
Barnehager og skolefritidsordning. Mellom rom for søvn og hvile	
Mellom rom for søvn og hvile og samtalerom / personalrom og andre fellesrom / fellesarealer uten dørforbindelse	58
I rom som foran fra fellesrom / fellesarealer / fellesgang med dørforbindelse	63
Helsebygninger, så som sykehus og pleieanstalter. Mellom senge- eller beboerrom	
Mellom senge- eller beboerrom	58
I senge- og beboerrom fra fellesarealer / fellesrom / trapperom o.l.	58
I senge- eller beboerrom fra bad, toaletter, balkonger o.l.	63
Overnattingssteder. Mellom gjesterom	
Mellom gjesterom og fellesarealer / fellesrom / korridor o.l.	58
I gjesterom fra nærings- og servicevirksomhet, takterrasser, fellesaltangang, garasjeanlegg, o.l.	53
Kontorer. Mellom kontorer	
Mellom kontorer og møterom	63
I kontorer fra fellesarealer / fellesgang / korridor	63

Tabell 5.3 Høyeste grenseverdier for feltmålt veid normalisert trinnlydnivå $L'_{n,w}$ (Utdrag fra NS 8175 /5.4/)

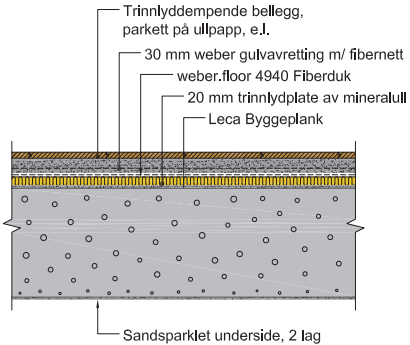
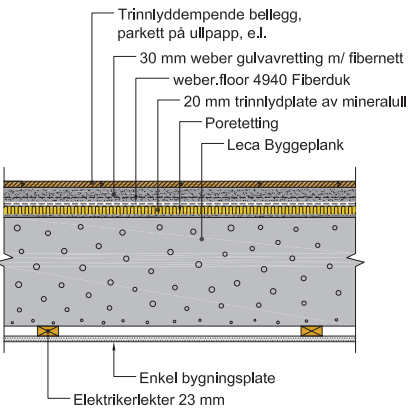
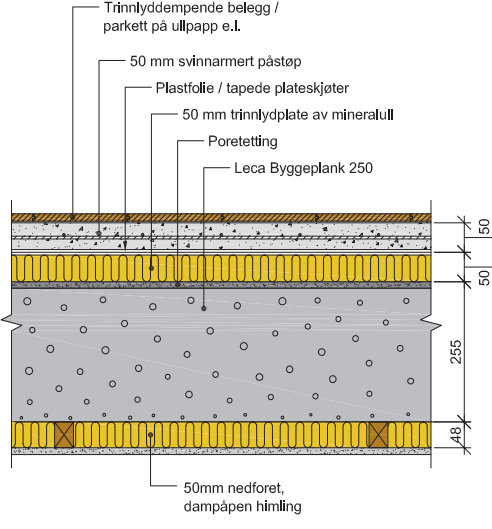
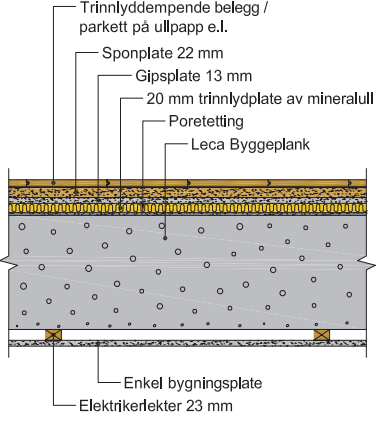
5.4.3 Lydegenskaper med Leca® Byggeplank løsninger

Tabell 5.4 a og b angir verdier for forventet veid normalisert trinnlydnivå ($L'_{n,w}$) og veid luftlydisolasjon (R'_w) i ferdig bygg for ulike løsninger med Leca Byggeplank. Flanketransmisjonstapet er vanligvis ca. 3 dB ved normalt gode bygningsmessige forhold (løsninger, detaljer og utførelse), og dette er tatt hensyn til ved bestemmelsen av $L'_{n,w}$ og R'_w . Type A, B og C er Webers anbefalte løsninger, mens type D-K er andre alternative løsninger.

Dårlige detaljer og upresis utførelse kan gi betydelig større flanketransmisjonstap, se avsnitt 5.5. For å sikre god tetthet skal fugene i Leca Byggeplank alltid støpes ut med mørtel/betong. I tillegg skal over- eller undersiden alltid porettes med pussavretting eller sparkling.

Type	Skisse	Tykkelse Leca Byggeplank [mm]	Total dekke-tykkelse [mm]	I ferdig bygg Trinnlydnivå $L'_{n,w}$	Luftlyd isolasjon R'_w
A Lyddেকে		200	325	51 dB	57 dB
		250	375	47 dB	60 dB
B Komfortেকে Rasjonell		200	330	51 dB	57 dB
		250	380	47 dB	60 dB
C Komfortেকে DeLuxe		200	330	51 dB	57 dB
		250	380	47 dB	60 dB
Verdiene forutsetter liten/moderat flanketransmisjon (ca. 3 dB reduksjon i forhold til laboratoriemåling). Se avsnitt 5.5 Detaljløsninger og arbeidsveiledning.					

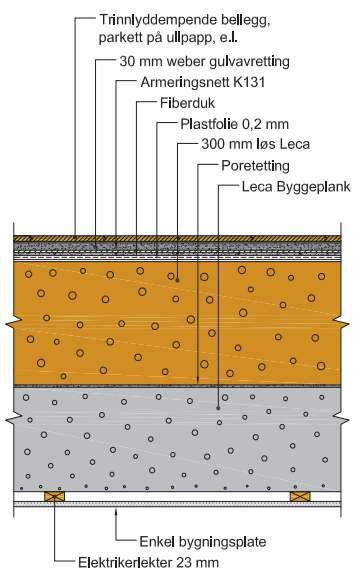
Tabell 5.4 a Leca Lyddেকে

Type	Skisse	Tykkelse Leca Byggeplank [mm]	Total dekke-tykkelse [mm]	I ferdig bygg Trinnlydnivå $L'_{n,w}$	Luftlyd-isolasjon R'_w
D		250	≈ 310	50 dB	58 dB
E		250	350	51 dB	57 dB
F		250	420	47 dB	60 dB
G		250	405	48 dB	56 dB
Verdiene forutsetter liten/moderat flanketransmisjon (ca. 3 dB reduksjon i forhold til laboratoriemåling). Se avsnitt 5.5 Detaljløsninger og arbeidsveiledning.					

Tabell 5.4 b Alternative løsninger

Type	Skisse	Tykkelse Leca Byggeplank [mm]	Total dekke- tykkelse [mm]	I ferdig bygg Trinnlydnivå $L'_{n,w}$	Luftlyd- isolasjon R'_w
H	Trinnlyddempende belegg / parkett på ullpapp e.l. 60 mm svinnarmert påstøp Leca Byggeplank 2 x 13 mm gipsplate 50 mm mineralull 36 x 48 mm lekter	250	400	57 dB	56 dB
I	Trinnlyddempende belegg / parkett på ullpapp e.l. 60 mm svinnarmert påstøp Leca Byggeplank 2 x 13 mm gipsplate 75 mm mineralull 48 x 36 mm lekter festet i elastiske stålbøyler	250	425	54 dB	60 dB
J	Trinnlyddempende belegg, parkett på ullpapp, e.l. 30 mm weber gulvavretting m/ fibernet weber.floor 4940 Fiberduk 20 mm trinnlydplate av mineralull Armeringsnett K131 Plastfolie 0,2 mm 300 mm løs Leca Poretetting Leca Byggeplank Enkel bygningsplate Elektrikerlekter 23 mm	200 250	600 650	48 dB 44 dB	55 dB 57 dB
Verdiene forutsetter liten/moderat flanketransmisjon (ca. 3 dB reduksjon i forhold til laboratoriemåling). Se avsnitt 5.5 Detaljløsninger og arbeidsveiledning.					

Tabell 5.4 b Alternative løsninger, forts.

Type	Skisse	Tykkelse Leca Byggeplank [mm]	Total dekke-tykkelse [mm]	I ferdig bygg Trinnlydnivå L'_{n,w}	Luftlyd-isolasjon R'_w
K		200	580	57 dB	54 dB
		250	630	53 dB	56 dB
Verdiene forutsetter liten/moderat flanketransmisjon (ca. 3 dB reduksjon i forhold til laboratoriemåling). Se avsnitt 5.5 Detaljløsninger og arbeidsveiledning.					

Tabell 5.4 b Alternative løsninger, forts.



5.5 Detalløsninger og arbeidsveiledning

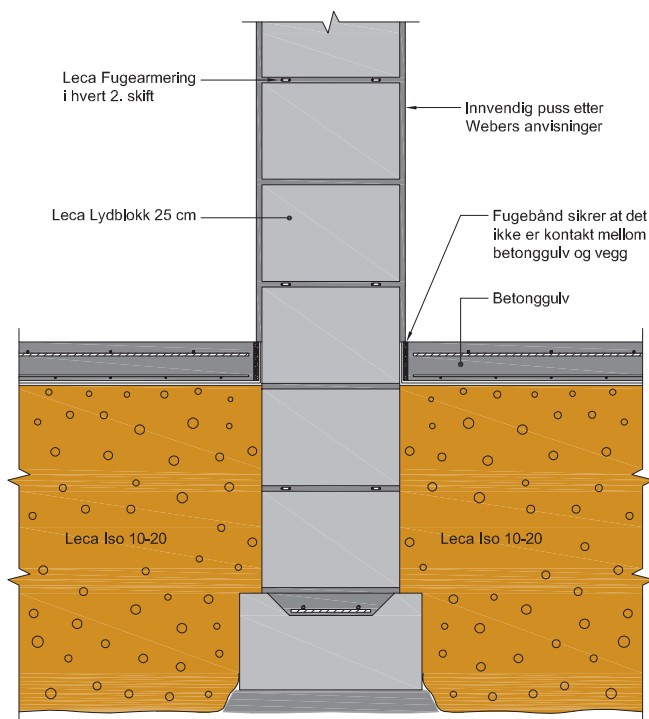
5.5.1 Utførelse

For å oppnå gode lydtekniske konstruksjoner er det av avgjørende betydning at detaljer og knutepunkter er riktig prosjektert. Gode vegg- og dekkelsøsninger kan lett "punkteres" av dårlige sammenkoblingsdetaljer. Like viktig er den håndverksmessige utførelsen. Gode lydkonstruksjoner er avhengig av riktig utførelse.

Leca lydskillevegger skal i utgangspunktet mures med fulle mørtelfuger, også stussfuger. Andre utførelser kan også være aktuelle, se tabell 5.2a og 5.2b. Dårlig fylte fuger skal fylles før veggen pusses. Alle Leca flater som ikke skal benyttes som lydabsorbent, skal pusses eller slemmes til full poretetting. Det er spesielt viktig at flater som senere blir utilgjengelige sår fylles og slemmes/pusses før innbygging. Lydskillevegger bør derfor mures opp og slemmes/pusses før bindingsverk og trebjelkelag settes opp. Ved bruk av Leca Byggeplank skal alltid fugene støpes ut med mørtel/betong. I tillegg skal over- eller undersiden alltid porettes for å unngå luftlydlekkasjer. Dette gjøres ved pussavretting eller sparkling.

Trappevanger bør ikke forankres i lydskillevegger, men bør være frittstående. Dette gjelder spesielt felles trapp i flerfamiliehus.

Slissing i lydvegger bør om mulig unngås. Man må ta spesielle hensyn ved nødvendige rørgjennomføringer for å unngå lydlekkasjer. Normalt gir elastisk fugemasse bedre lydtetting enn dytt, mineralull o.l. Kombinasjon av fugemasse og dytt er gunstig.



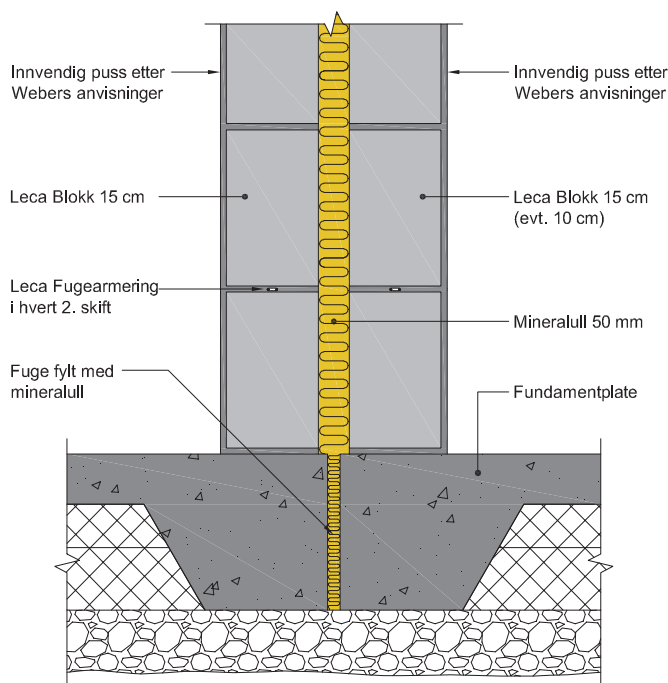
Figur 5.3 Betonggulv skiller fra lydskillevegg med fuger

5.5.2 Viktige tilslutningsdetaljer

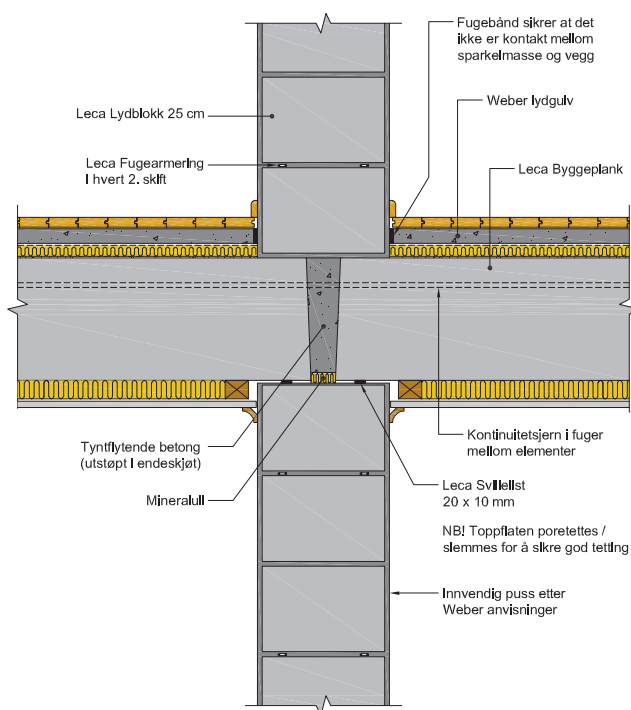
5.5.2.1 Lydskillevegg mot gulv

For å hindre lydgjennomgang i betonggulv skal det alltid legges inn fuger i overgangen mellom vegg og gulv. Ved massive vegger legges det fuger på begge sider, se figur 5.3.

Ved dobbeltvegger legges det fuge mellom murvangene, se figur 5.4. Vangene skal ikke bindes sammen med bindere. Veggkonstruksjonen må stå på adskilte fundamenter ved f.eks. plate på mark for at lydisolering skal være tilfredsstillende. Begge murvanger må være pusset på minst én side.



Figur 5.4 Dobbeltvegg av Leca Blokk 15 cm (10 cm)



Figur 5.5 Endeskjøt over bærende lydskillevegg

5.5.2.2 Lydskillevegg mot etasjeskiller

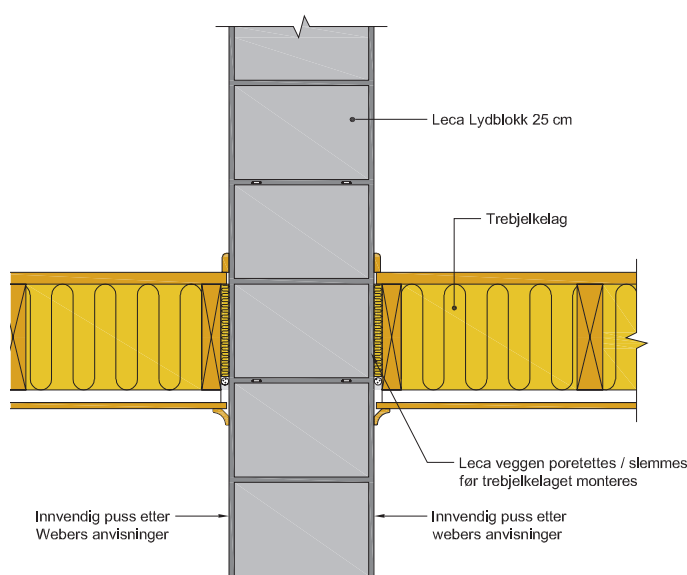
Ved bruk av Leca Byggeplank skal det støpes ut minimum 50 mm fuge for endeskjøt for å sikre god tetting, se figur 5.5. Fugen fylles med tyntflytende betong.

5.5.2.3 Etasjeskiller mot yttervegg av Leca® Isoblokk

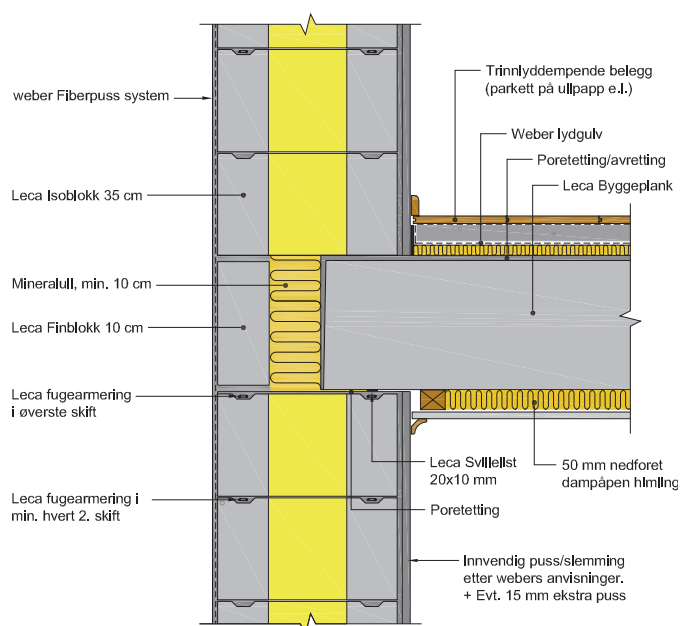
Når det benyttes Leca Isoblokk i yttervegg i horisontaldelte boliger, bør det benyttes 15 mm ekstra puss på innvendig side for å redusere sjenerende lydoverføring vertikalt. Det bør også benyttes en etasjeskiller med gode lydegenskaper, f.eks. som vist i figur 5.7.

5.5.2.4 Leca® Byggeplank på trevegger

Til sammenligning med Leca Byggeplank på tunge vegger, vil trevegger medføre økt flanketransmisjon. Det anbefales derfor å velge løsninger som har antatt feltmålte verdier som er ca. 2 dB bedre enn det som er oppgitt som verdier for vanlig utførelse (opplegg på tunge vegger).



Figur 5.6 Trebjelkelag montert parallelt med lydskillevæggen

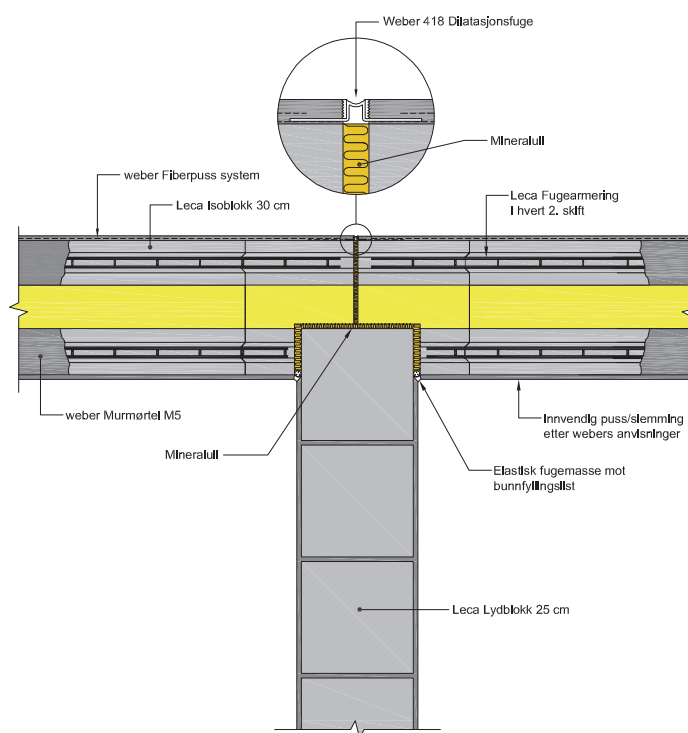


Figur 5.7 Overgang mellom Leca Lyddekke og yttervegg av Leca Isoblokk 35 cm

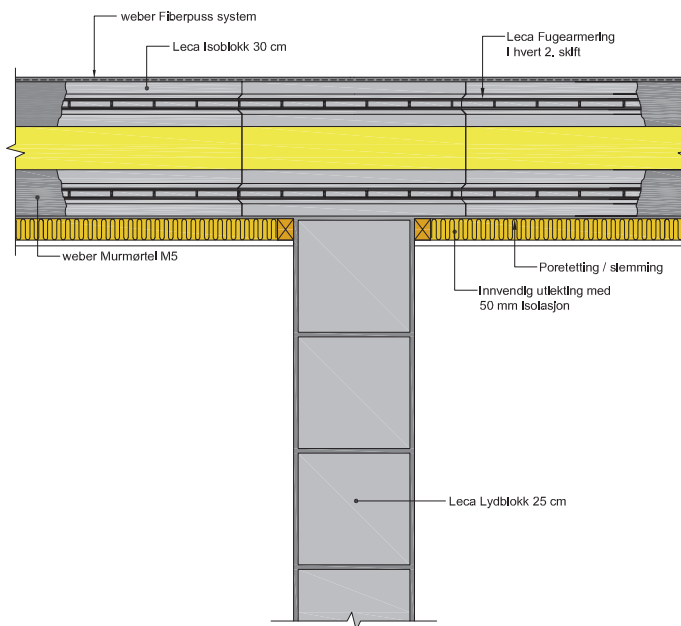
For øvrig henvises det til brosjyren Leca Byggeplank.

5.5.2.5 Lydskillevegg mot yttervegg

Lydskillevegger bør føres lengst mulig ut i yttervegg for å sikre god lydtetting og hindre flanketransmisjon. Samtidig er det viktig at det legges inn tilstrekkelig varme-isolasjon for å unngå kuldebro. Se figur 5.8 og 5.9.



Figur 5.8 Horisontalsnitt av lydskillevegg mot yttervegg av Leca Isoblokk 30 cm



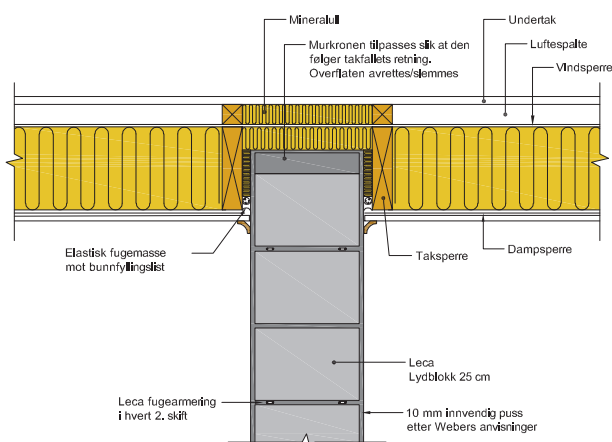
Figur 5.9 Horisontalsnitt av lydskillevegg mot yttervegg av Leca Isoblokk 25 cm

5.5.2.6 Lydskillevegg mot tak

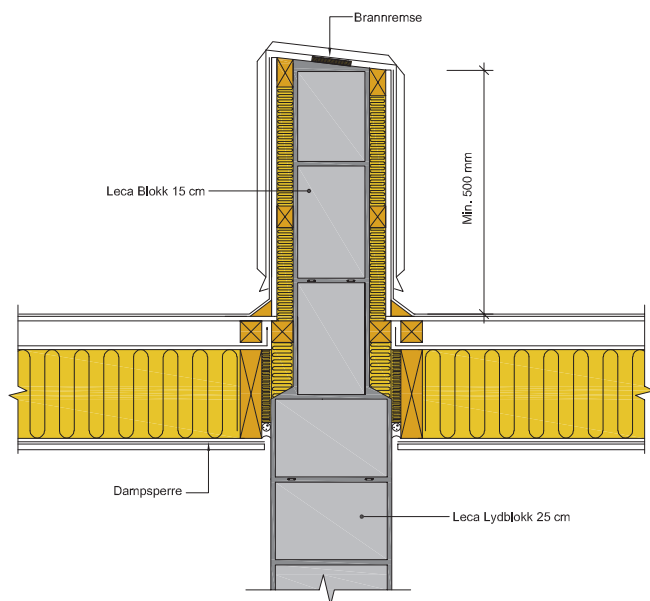
For å sikre god lydtetting bør lydveggen føres godt opp i takkonstruksjonen, se figur 5.10. Faren for kuldebro bør vurderes, og alle Leca-flater poretettes før trekonstruksjoner monteres. Skal skilleveggen samtidig fungere som brannvegg, skal den stikke min. 500 mm over tak, se figur 5.11. Ved å benytte tilleggisolasjon og Leca Basic Blokker 15 cm LSX med betongdensitet 630 kg/m³ i stedet for Leca Lydblokker (1.300 kg/m³) i de øverste skiftene, reduseres effekten av kuldebroen. Dersom taket utføres i ubrennbar konstruksjon (Euroklasse A2s1, do) med brannmotstand min. REI 60, f.eks. Leca Byggeplank, kan brannveggen avsluttes opp under taket.

5.5.2.7 Leca® Pipe i lydskillevegg

Av lyd- og funksjonsmessige hensyn bør hver leilighet ha eget pipeløp. I bygg med horisontaldelte leiligheter kan imidlertid leiligheter i 1. og 3. etasje og 2. og 4. etasje benytte samme løp. Dette forutsetter lukket ildsted. Alle Leca overflater må poretettes tilstrekkelig, også gjennom etasjeskiller. Fuge mellom dekke og pipestokk tettes med elastisk fugemasse.



Figur 5.10 Veggavslutning mot tak



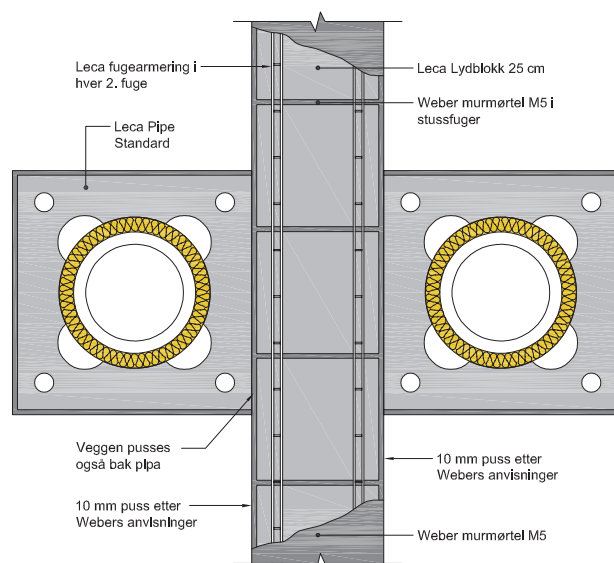
Figur 5.11 Lydskillevegg/brannvegg (REI 240) føres min. 500 mm over tak

Pipestokken bør ikke mures inn i lydskilleveggen. Det anbefales derfor ikke å bruke toløps pipe, men to enkle piper som figur 5.12 viser.

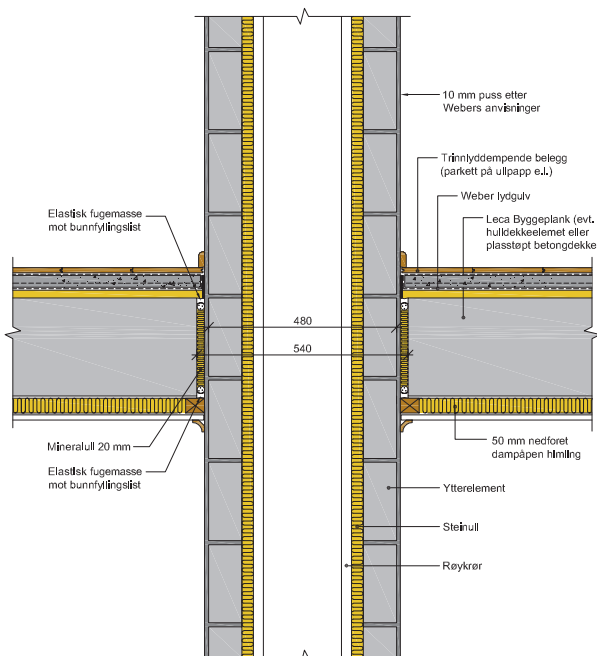
5.5.2.8 Pipe gjennom etasjeskiller

Ved gjennomføring av murt Leca Pipe i etasjeskiller kan en forvente en reduksjon på 2-3 dB av luftlydisolasjonen ved tilfredsstillende utførelse. I boliger med lydkrav medfører det at man må velge en etasjeskiller som holder minst 2-3 dB mer enn kravet. For å oppnå dette resultatet må alle fuger være lufttette i forbindelse med gjennomføringen og det må sørges for at det ikke er noen stiv forbindelse mellom etasjeskiller og pipe.

Ved gjennomføringer i etasjeskiller med lydkrav, må pipen pusses på alle 4 sider. Dette må tas hensyn til ved avsetning av utsparing for pipen, se figur 5.13. Ved trebjelkelag må en være oppmerksom på at tetteproblematikken vil kunne være mer komplisert enn ved tunge dekkeløsninger.



Figur 5.12 Leca Pipe mot lydskillevegg



Figur 5.13 Ytterelement, steinull og røykrør gjennom etasjeskiller

5.6 Leca® lydabsorberende konstruksjoner

Krav til demping av støy i arbeids- og boligmiljø er stadig stigende. Den åpne strukturen i Leca blokker og den spesielle overflaten på Leca Byggeplank gjør at flatene får en god lydabsorberende virkning. Det er en forutsetning at flatene ikke pusses, men behandles slik at den åpne strukturen bevares.

En lydabsorberende konstruksjon med Leca blokker eller Byggeplank kan dekke flere funksjoner. Både Leca blokker og Leca Byggeplank er bærende, varme-isolerende, lydisolerende og brannsikre. Kombinasjonen av egenskaper gjør at man kan oppnå funksjonsriktige konstruksjoner til rimelig pris.

5.6.1 Krav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL

Paragraf 13-7 i Teknisk forskrift til PBL /5.1/ omtaler lydforhold. Grenseverdier er gitt i NS 8175, klasse C /5.4/. Grenseverdiene refererer til feltmålte verdier. Iht. NS 8175 skal følgende høyeste verdi for etterklangstid T (sek.) være oppfylt for de ulike bygningskategoriene, se tabell 5.5. For fullstendig oversikt se i NS 8175.

De spesifiserte grenseverdiene gjelder rommidlet etterklangstid i hvert enkelt oktavbånd fra 125 til 2.000 Hz bestemt etter NS 8175 /5.4/. For trapperom gjelder grenseverdier til etterklangstid først fra 500 Hz og oppover. For gymnastikksaler gjelder grenseverdier fra 250 Hz.

5.6.2 Absorpsjonsfaktor for Leca® konstruksjoner

Absorpsjonsfaktor for Leca murverk og Leca Byggeplank er målt etter klangromsmetoden beskrevet i NS-EN ISO 354 /5.5/. Måling av lydabsorpsjon i klangrom. Gjennomsnittlig absorpsjonsfaktor måles i oktavbånd 125 til 4.000 Hz og man kan også angi veid absorpsjonsfaktor. Absorpsjonsfaktoren påvirkes minimalt av overflatebehandling i form av sprøytemaling eller maling med rull. Benyttes en overflatebehandling som tetter porene (f.eks. slemming), vil absorpsjonsfaktorene bli vesentlig lavere. Frittstående murte Leca vegger har vesentlig bedre lydabsorpsjon i bassområdet enn faststøpte blokker.

Laveste grenseverdi for midlere absorpsjonsfaktor (angitt ved α) for lokaler for industri, håndverk, forretning, kantiner, restauranter o.l. er α = 0,20 for klasse C iht. NS 8175 /5.4/. Verdien gjelder midlere absorpsjons-faktor for gulv, vegger og tak i hvert av oktavbåndene 500, 1.000, 2.000 og 4.000 Hz.

5.6.3 Beregning av etterklangstid

Sabine’s formel

Etterklangstiden i rom med normal form kan beregnes etter formelen:

$T = 0,16 \cdot V / A$ (sek) der:

V er rommets volum i m³

A er absorpsjonsarealet i rommet målt i m² Sabine. A finner man ved å multiplisere arealet av hver material-overflate (S) i rommet med flatens absorpsjonsfaktor (α):

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

Etterklangstiden beregnes for hver av frekvensene 125, 250, 500, 1.000 og 2.000 Hz.

Beregningseksempel:

Beregningseksempel for etterklangstid i et lokale med følgende mål er gitt i tabell 5.7:

Lengde = 25 m

Bredde = 20 m

Høyde = 5 m

Rommvolum V = 2.500 m³

5.6.4 Praktiske anvisninger

Vanligvis er det ønskelig med minst mulig variasjon i etterklangstid ved de forskjellige frekvenser. I undervisningsrom bør det ikke forekomme større avvik enn 0,2 sek. fra gjennomsnittsverdien. Tabell 5.8 gir eksempler på ønskelig etterklangstid i ulike rom. Arbeidsmiljøforskriftene stiller spesielle krav til lyd-regulering i støyende industri.

Type bruksområde	Klasse C T [s]
Boliger	
I trapperom/fellesarealer/fellesgang	1
Bygninger til undervisningsformål, skoler	
I undervisningsrom ¹⁾ , møterom	0,5
I undervisningslandskap	0,4
I trapperom	0,8
Gymnastikksal, svømmehall, rom med støyende aktiviteter	0,5 x h(3,0)
Barnehager og skolefritidsordning	
I oppholdsrom i barnehage og skolefritidsordning	0,4
I trapperom/fellesgang	0,8
Helsebygninger, så som sykehus og pleieanstalter	
I undersøkelsesrom,behandlingsrom, operasjonsstue og sengerom	0,6
I fellesareal, TV-stue	0,2
Overnattingssteder	
I trapperom/fellesarealer/fellesgang	1
Kontorer	
Kontorer, møtelokaler	0,2 x h
I fellesarealer/fellesgang/trapperom	1
¹⁾ I undervisningsrom for sang og musikk kan noe lenger etterklangstid være riktig.	

Tabell 5.5 Høyeste grenseverdier for etterklangstid T (Utdrag fra NS 8175 /5.4/)

Type konstruksjon	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Leca Blokk 10 cm, upusset, faststøpt mot betong	0,1	0,3	0,5	0,45	0,45	0,45
Leca Blokk 15–30 cm, upusset, frittstående	0,35	0,4	0,55	0,5	0,5	0,5
Leca Finblokk, alle dimensjoner	0,13	0,32	0,16	0,26	0,31	-
Leca Byggeplank, underside	0,3	0,35	0,45	0,45	0,5	0,5

Tabell 5.6 Absorpsjonsfaktor α for Leca konstruksjoner

	S (areal i m²)	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1.000 Hz		2.000 Hz	
		α	A	α	A	α	A	α	A	α	A
Takflate: Leca Byggeplank, sprøytemalt	500	0,3	150	0,35	175	0,45	225	0,45	225	0,5	250
Veggflate: upusset Leca murverk	310	0,35	109	0,4	124	0,55	171	0,5	155	0,5	155
Gulvflate: betong	500	0,01	5	0,01	5	0,02	10	0,02	10	0,02	10
Vinduer	100	0,35	35	0,25	25	0,18	18	0,12	12	0,07	7
Dører	40	0,18	7	0,12	5	0,1	4	0,09	4	0,08	3
10 personer	10 pers.	0,17	2	0,36	4	0,4	4	0,4	4	0,4	4
Sum absorpsjon			308		338		432		410		429
Etterklangstid T = 0,16 V/A		1,3		1,18		0,93		0,98		0,93	
Midlere etterklangstid er 1,1 sek. Dersom vegger og tak har tett og glatt overflate som f.eks. puss eller betong, blir etterklangstiden ca. 8,4 sek. Den subjektive "hørestyrken" slik øret oppfatter den, er ved Leca alternativet redusert til omtrent den halve.											

Tabell 5.7 Beregningseksempel for etterklangstid

Ønsket etterklangstid			
Rommets volum V	Konferanse, foredrag, skolerom	Konsert vanlig musikk	Konsert orgelmusikk
30.000 m³	1,1 sek.	1,6 sek.	2,2 sek.
10.000 m³	1,0 sek.	1,5 sek.	2,0 sek.
3.000 m³	0,9 sek.	1,4 sek.	1,8 sek.
1.000 m³	0,8 sek.	1,3 sek.	1,6 sek.
300 m³	0,7 sek.	1,2 sek.	1,4 sek.
100 m³	0,6 sek.	1,1 sek.	1,2 sek.

Tabell 5.8 Eksempel på ønskelig etterklangstid



5.7 Leca® mot industristøy

Leca blokker og elementer benyttes i lydskillende og absorberende konstruksjoner for å dempe lydnivået i det enkelte rom og hindre støyutbredelse til naborom eller omgivelsene. Lydskillende konstruksjoner kan utføres med forskjellige tykkelser av blokker/elementer. Av tabell 5.2 a–b fremgår hvilke lydisolerende egenskaper forskjellige Leca konstruksjoner gir. Lydabsorberende konstruksjoner oppnås ved å la Leca flaten stå upusset. Det kan benyttes spekkmurte Leca blokkvegger og Leca Byggeplank.

Lydabsorberende Leca overflate er en mekanisk sterk/robust overflate som kan sprøytemales eller stå ubehandlet. Lydabsorberende flater må ikke gis en overflatebehandling som tetter porene i overflaten. Skal konstruksjonene også funksjonere som lydsille, må en av sidene porettes. I avsnitt 5.6 "Leca lydabsorberende konstruksjoner" fremgår opplysninger om absorpsjonskoeffisienter og etterklangstid.

5.7.1 Krav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL

Paragraf 13-7 i Teknisk forskrift til PBL /5.1/ og Veiledning til Teknisk forskrift /5.2/ viser til NS 8175 /5.4/ for anbefalte grenseverdier for lydtryknivå fra tekniske installasjoner. NS 8175 angir også laveste grenseverdier for midlere absorpsjonsfaktor, α , for andre arbeidslokaler enn kontorer der det regnes med støyende aktiviteter. For klasse C er $\alpha = 0,20$.

5.7.2 Leca® lydkonstruksjoner i nybygg

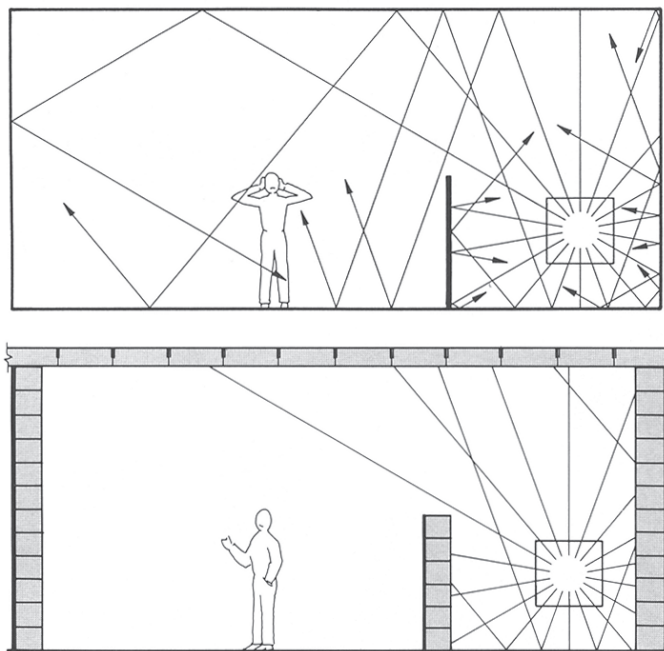
Materialvalg

Taket utføres i Leca Byggeplank. For lengder/belastninger, se brosjyren Leca Byggeplank. Vegger mures med Leca blokker til spekk og pusses på én side. Støykilder mures inn med Leca blokker 15, 20 evt. 25 cm og støysiden mures til spekk (lydabsorpsjon). Motsatt side pusses. Dersom lydabsorpsjon er unødvendig, kan også Leca Lydblokk benyttes.

Eksempel

Ved en av våre tidligere Leca-fabrikker ble det benyttet 200 mm Leca vegg til innbygging av selve blokkmaskinen. Veggene var murt til spekk på støysiden og pusset

på motsatt side. Støynivået 1 meter fra blokkmaskinen, ble her registrert til 112 dB(A). Umiddelbart utenfor var støynivået 83 dB(A). Man regner at 8 dB reduksjon er ca. halvering av den subjektive hørestyrken. Denne "støyboksen" hadde flere dører/vinduer/lydsluser som selvfølgelig gjorde at verdien var dårligere enn laboratiemålt reduksjonstall for 200 mm Leca vegg.



Figur 5.15 Skjematiske tegninger av lydstrålegang fra en støykilde i et lokale uten og med lydabsorberende Leca flater på tak, vegger og skjermer. Bare de to første refleksjonene er inntegnet. I det første tilfellet treffes mottakeren av et stort antall refleksjoner som gir et økt lydtryknivå.

5.7.4 Leca® brukt til støydemping i eksisterende industri

Støyforholdene i eksisterende industri kan forbedres vesentlig ved riktig bruk av Leca-materialer. Støykilder kan bygges inn med Leca blokker/elementer. Overflaten porettes alltid med puss/slemming på yttersiden. Innvendig bør Leca-flatens lydabsorberende egenskaper utnyttes. I tillegg kan arbeidsplasser innbygges eller skjermes.

5.8 Leca® mot utendørs støy

Stadig flere mennesker føler seg plaget av støy fra veitrafikk, fly og annen støyende aktivitet. På støyutsatte steder er det derfor nødvendig å vie ytterveggenes lydisolerende evne også oppmerksomhet.

I enkelte tilfeller (flystøy) vil også valg av takkonstruksjon og ventilasjon ha stor betydning for resultatet. Murte yttervegger av Leca gir god lydisolasjon, hvis det samtidig velges gode vindus- og ventilløsninger.

Leca Isoblokk gir bedre lydisolering enn vanlige trevegger, men ved spesielt strenge krav til ytterveggløsning bør man velge en tyngre Leca vegg med tilleggisolering av utlektet platekledning (strålingsminskende kledning), samtidig som vindusarealet gjøres så lite som mulig. Spesielle lydisolerende vinduer er nødvendig, og ventiler i støybelastede ytterflater bør unngås.

5.8.1 Krav i Teknisk forskrift (TEK) til PBL

Paragraf 13-7 i Teknisk forskrift til PBL /5.1/ omtaler lydforhold. Grenseverdier for lydtryknivå innendørs som følge av utendørs støy er gitt i NS 8175, klasse C /5.4/. Se tabell 5.10.

Spesielle støyvurderinger anses som nødvendig kun når utendørs døgnekvivalentnivå, $L_{pA,24h}$ overskrider 50-55 dB(A).

5.8.2 Leca® yttervegger – trafikkstøy-reduksjon

I tabell 5.11 er det gitt verdier for ulike Leca yttervegg-løsninger (vegger og forblendinger) og forventet trafikkstøy reduksjonstall $R_w + C_{tr}$. Veggene utføres som beskrevet i tabellen.

5.8.3 Beregning av innendørs lydnivå

Måling av varierende støy innendørs med periode-vis lave verdier er måleteknisk sett vanskelig og tidkrevende. Kontroll av innendørs lydnivå (døgnmiddel) gjøres derfor helst etter anerkjente beregningsmetoder. Beregningene tar gjerne utgangspunkt i utendørs lydnivå (døgnmiddel).

Innendørs lydnivå, $L_{pA,24h}$, beregnes som differansen mellom utenivået og beregnet/målt trafikkstøy-reduksjonstall for ytterveggkonstruksjonen inkl. vindu og evt. ventil. Det gjøres korreksjoner for ventiltipe, areal av yttervegg, romvolum, etterklangstid i rommet m.m. I rom uten vindu kan innendørs lydnivå som et grovt overslag regnes som differansen mellom utendørs støy-nivå og ytterveggenes trafikkstøy-reduksjonstall, $R_w + C_{tr}$. I rom med vindu vil trafikkstøyreduksjonstallet for vinduet som regel bestemme innendørs lydnivå, men man skal alltid passe på at veggens trafikkstøyreduksjonstall er minst 8–10 dB bedre enn vinduet, da dette gir en optimal kombinasjon.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C [dB]
Boliger		
I oppholds- og soverom fra utendørs lydkilder	$L_{pA,24h}$	30
I soverom fra utendørs lydkilder	$L_{pAF,max}$ natt, kl. 23–07	45
Skoler og andre bygninger til undervisningsformål		
I undervisningsrom/møterom, samt i undervisningsrom for syns- og hørselshemmede fra utendørs lydkilder	$L_{pA,T}$	30
Barnehager, skolefritidsordning og førsteklasserom		
I oppholdsrom fra utendørs lydkilder	$L_{pA,T}$	32
Helsebygninger som sykehus og pleieinstitusjoner		
I senge- eller beboerrom fra utendørs lydkilder	$L_{pA,24h}$	30
I senge- eller beboerrom fra utendørs lydkilder	$L_{pAF,max}$ natt, kl. 23–07	45
Overnattingssteder		
I gjesterom og fellesarealer fra utendørs lydkilde	$L_{pA,24h}$	35
Kontorer		
I kontorer og møterom fra utendørs lydkilder	$L_{pA,T}$	35

Tabell 5.10 Høyeste grenseverdier for innendørs A-veid ekvivalent lydtryknivå $L_{pA,eq,T}$ i brukstid og maksimalt lydtryknivå $L_{pA,max}$ (Utdrag fra NS 8175 /5.4/)

Veggtype	Skisse	Total tykkelse inkl. puss [mm]	Trafikkstøy reduksjonstall $R_w + C_{tr}$
Type A			
Vegg av Leca Isoblokk 35 cm (5/630). Murt med fulle liggefuger, uten mørtel i stussfuger. Utvendig: Weber Fiberpuss system. Innvendig: 10 mm puss etter Webers anvisninger.		370	40 dB
Type B			
Vegg av Leca Isoblokk 30 cm (5/630). Murt med fulle liggefuger, uten mørtel i stussfuger. Utvendig: Weber Fiberpuss system. Innvendig: poreetting, vertikale trestendere c/c 600 mm festet til Leca veggen / 50 mm mineralull, dampsperre, 12-13 mm bygningsplate.		370	45 dB
Type C			
Vegg av Leca Isoblokk 25 cm (4/630). Murt med fulle liggefuger, uten mørtel i stussfuger. Utvendig: Weber Fiberpuss system. Innvendig: poreetting, vertikale trestendere c/c 600 mm festet til Leca veggen / 50 mm mineralull, dampsperre, 12-13 mm bygningsplate.		330	44 dB
Type D			
Vegg av Leca Blokk 25 cm (2/650 alt. 2/500). Strengmurt uten mørtel i stussfuger.¹⁾ Utvendig: Weber Fiberpuss system. Innvendig: poreetting, frittstående trestendere c/c 600 mm / 100 mm mineralull, dampsperre, 12-13 mm bygningsplate.		380	55 dB
Type E ²⁾			
Forblending med Leca Fasadeblokk (4/900). Murt med fulle liggefuger, uten mørtel i stussfuger. Utvendig: Weber Fiberpuss system. Bakenforliggende konstruksjon: GU plate 9 mm, trebindingsverk c/c 600 mm (48 x 148 mm) / 150 mm mineralull, dampsperre, 12-13 mm bygningsplate.		330	47 dB
Type F ²⁾			
Forblending med Leca Fasadeblokk (4/900). Murt med fulle liggefuger, uten mørtel i stussfuger. Utvendig: Weber Fiberpuss system. Bakenforliggende konstruksjon: GU plate 9 mm, trebindingsverk c/c 600 mm (48 x 98 mm) / 100 mm mineralull, dampsperre, 12-13 mm bygningsplate.		280	44 dB
1) Strengmuring forutsetter at mørtelarealet utgjør minst 2/3 av liggeflaten. 2) Forutsetter forankring med BI universalskinne og Leca Fasadeblokk Bindere og 2530 mm luftspalte (delvis ventilert). Se monteringsanvisning på www.weber-norge.no.			

Tabell 5.11 Trafikkstøyreduksjonstall for Leca yttervegger

5.9 Leca® støyskjermer

Murte Leca støyskjermer gir stor tilpasningsdyktighet til terrengforhold og mulighet for variert overflate ved forskjellige pusstyper. Leca lettklinkerbetong i blokker og veggelementer er meget motstandsdyktig mot fuktighet og frost og gir minimale vedlikeholds-kostnader. Leca Veggelement for montering mellom fundamenterte søyler kan leveres på ordre.

5.9.1 Grenseverdier

I Miljøverndepartementets rundskriv om veitrafikk-støy gis grenseverdier for høyeste tillatte støynivå ved planlegging av nye boligområder. I NS 8175 /5.4/ er tilsvarende grenseverdier angitt for ulike bygningskategorier og da inkludert alle typer utendørs lydkilder (vei, jernbane, fly og industri). Høyeste anbefalte ekvivalente støynivå utenfor boliger er 55 dB(A).

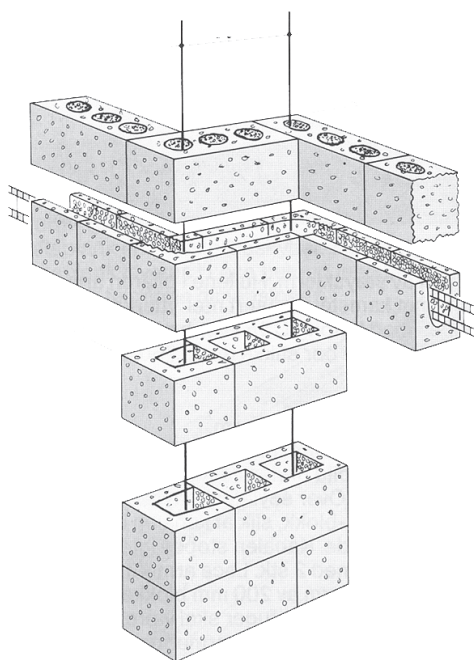
5.9.2 Støyskerm murt av Leca® blokker, eksempel

Prosjektering

Murt støyskerm med c/c søyler maks. 5 m og høyde maks. 3 m har tilstrekkelig stabilitet mot dimensjonerende vindlast i tettbebyggelse på ikke værhardt sted, forutsatt komprimering av tilbakefylte masser inntil pilarene. Hvor muren tar retningsendring på minst 45° med knekkpunkt over en pilar, kan man sløyfe søylen. Eksempel på murt skjerm med systematisk bruk av vinkelendringer er vist i figur 5.16.

Fundamentering

Hull for pilarer graves ut til frosthøi dybde eller maks. 2 m. Bunnen avrettes med en mørtelkake av weber B20 eller tilsvarende. Pilarer mures av Leca Konstruksjonsblokk opp til underkant av støyskerm. Hullene i pilaren armeres med 2 stk. 12 mm kamstål plassert nær ytterkant i hvert hull og istøpes med weber B20 eller tilsvarende.



Figur 5.16 Murt vinkelskjem

Armeringsjernene bør stikke minst 750 mm opp over overkant av pilar.

Muring av søyler og skjerm

Første skift av skjermen mures av Leca U-blokk 20 cm på et oppjustert og solid understøttet bord. Det mures med fylte vertikalfuger. Over søylefot benyttes tilhogde passbiter av Leca U-blokk 25 cm, slik at kanalen i U-blokkskiftet blir gjennomgående. Kanalen støpes igjen med weber B20 og armeres med 2 stk. Leca U-blokkarmering.

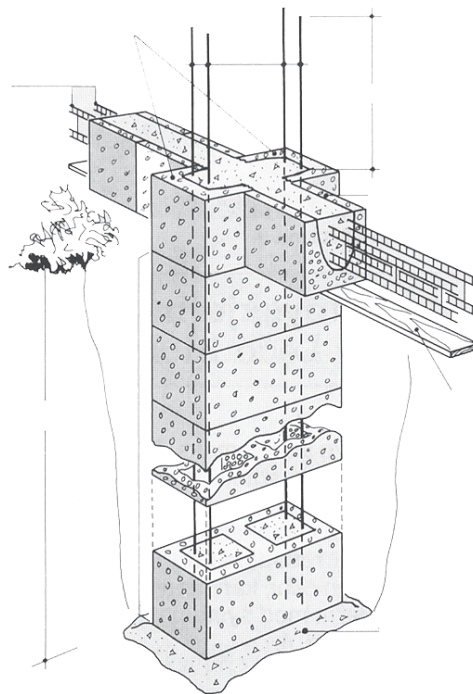
Deretter mures skjerm av Leca blokker 20 cm og søyler av Leca Konstruksjonsblokk. Alle fuger skal være fylte og muren armeres med 2 stk. Leca Fugearmering i hver 2. fuge. Armeringen skal være gjennomgående over søyler og skjøting skjer med minst 300 mm overlapp. Se figur 5.17.

Søyler

Samtidig med muringen av selve støyskjermen, mures søyler av Leca Konstruksjonsblokk som en fortsettelse av pilarene. Søylene armeres med 2 stk. 12 mm kamstål i hvert hull og hullene istøpes med weber B20 på samme vis som pilarene. Ved skjerm over 2,5 m bør søylene armeres og istøpes i to trinn og en armeringsskjøt legges inn midt i murhøyden. Ved armeringsskjøt skal jernene ha et omfar på minst 500 mm.

5.9.3 Overflatebehandling

Murverk og elementer som støyskjermer bør ikke stå ubehandlet. Overflatebehandling på en eller begge sider av støyskjermen kan f.eks. være puss, slemming eller maling. På toppen anbefales en tetting med f.eks. weber.tec Superflex D2 samt en beslagløsning, skiferstein eller tradisjonell takstein.



Figur 5.17 Fundament for murt skjerm med gjennomgående U-blokkskift

Litteraturliste/referanser

/5.1/ = Byggeteknisk Forskrift

/5.2/ = Veiledning til Byggeteknisk Forskrift

/5.3/ = NS-EN ISO 717-1 Akustikk - Vurdering av lydisolasjon i bygninger og av bygningsdeler -
Del 1: Luftlydisolasjon

/5.4/ = NS 8175 Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper

/5.5/ = NS-EN ISO 354 Akustikk - Måling av lydabsorpsjon i klangrom

/5.6/ = Leca Byggeplank - brosjyre