



0 GENERELT

- 01 Bladet gir anvisning på hvordan ytterveggs lyd-isolering og innendørs støy kan bestemmes etter en forenklet beregningsmetode. Viktige begreper er definert. Det er redegjort for faktorer som påvirker ytterveggs lydisolering og lydabsorpsjonen i rom-met. Videre er det redegjort for støysituasjoner og støygrenser.
- 02 Byggforskriftene stiller ingen krav til lydisolering mot utendørs støykilder. Følgelig må ytterveggsiso-leringen avpasses etter støysituasjonen utendørs og en akseptabel innendørs støy.
- 03 Tradisjonelle ytterveggskonstruksjoner med doble vinduer i god utførelse gir tilstrekkelig vern mot uten-dørs støy når denne er innenfor anbefalte grense-verdier. En spesiell støyvurdering er da normalt ikke påkrevd for vanlige boliger. Ved sterkt trafikkerte gater, veger, i nærhet av fly-plasser, jernbaner eller støyende industrianlegg over-skrides ofte disse grenseverdier for utendørs støy. En spesialutførelse av ytterveggen kan da bli nød-vendig for å sikre akseptable innendørs bruksforhold.
- 04 Når utendørs støy ligger innenfor anbefalte grense-verdier for dagtid, men brukeren stiller strengere krav enn normalt til innendørs støy, vil også en spesial-utførelse av ytterveggene være nødvendig. Dette gjelder f.eks. brukere med forskjøvet døgnrytme (skift-arbeidere) som har sove- og hvileperioden på dagtid.
- 05 Henvisninger
Det vises til byggdetaljblad A 523.421 som behandler lydisoleringsegenskaper for yttervegger. For øvrig vises det til byggdetaljblad: Bygningsaku-stikk og støy. Begreper og definisjoner, del A og B (NBI Aa.921 i tidligere serie).
- 06 Som tillegg til bladet følger A 523.411 – Tillegg, to skje-maer med samme fortekst som Eksempel 332 (Skjema 1) og 342 (Skjema 2), med plass for beregning med egne verdier, se side 6.

1 DEFINISJONER

- 11 Utendørs lydnivå L_u
Utendørs lydnivå betegnes L_u og angis i dB(A). Ved tidsvarierende støy angis det ekvivalente lydnivået (se byggdetaljserien gruppe G 42 eller tidligere blad NBI

Aa.921, pkt. 207). L_u måles 2 m foran bygningens fasade, og lydets refleksbidrag er da inkludert. Når L_u måles eller bestemmes beregningsmessig for direkte lydfelt (NBI Aa.921, pkt. 307), adderes 3 dB til måle- eller beregningsverdien.

- 12 Innendørs lydnivå L_i
Innendørs lydnivå betegnes L_i og er midlere lydnivå i rommet med angivelser som i pkt. 11.
- 13 Lydnivådifferanse
Lydnivådifferansen er differansen mellom utendørs lydnivå L_u og innendørs lydnivå L_i og angis i dB(A). Lydnivådifferansen angir samlet virkning av vegg-konstruksjonens lydisolerende og rommets lydabsorberende egenskaper. Denne størrelsen er direkte måleteknisk etterprøvbart.
- 14 Ytterveggsdemping D_A
Ytterveggsdempingen D_A er lydnivådifferansen for føl-gende normalbetingelser:
Utendørs støytype – Uskjermet vegtrafikkstøy i tett-begyggelse
Bygningsdelens lydtransmisjonsflate – 10 m²
Mottakerrommets volum – 31 m³
Mottakerrommets midlere etterklangstid – 0,5 sekund

2 YTTERVEGGSISOLERING OG ROMABSORPSJON

- 21 Lydoverføring gjennom ulike bygningsdeler er be-handlet i byggdetaljblad A 523.421, avsnitt 2.
- 22 Lydnivådifferansen bestemmes av følgende faktorer:
– Vinduskonstruksjonen
– Vegg- og takkonstruksjonen
– Ventil og åpninger
– Ytterveggsarealet
– Lydens innfallsvinkel
– Rommets lydabsorpsjon
– Støytypen (støyens frekvensspektrum)
Faktorenes tallmessige betydning fremgår av korrek-sjonstabellene under avsnitt 4.

3 OVERSIKT

- 31 Støyens styrke angis ofte med ett tall, som lydnivå i dB(A). For å imøtekomme ønsket om en enkel bereg-ningsgang anviser dette bladet en beregningsmetode med skillekonstruksjonens lydisolering angitt med ett

Ettertrykk forbudt

tall, ytterveggsdemping i dB(A). Normalbetingelsene som definert i pkt. 14, er innebygd i denne verdien. Når forholdene avviker fra normalbetingelsene, bestemmes lydnivådifferansen ved å korrigere ytterveggsdempingen ved hjelp av et sett korreksjonstabeller som vist i avsnitt 4.

Ytterveggsdempingen for en rekke skillekonstruksjoner er gitt i byggetalblad A 523.421, avsnitt 4.

32 Begrensninger og nøyaktighet

321 Denne forenklete beregningsmetoden kan bare anvendes for situasjoner som ligger innenfor korreksjonstabellens variasjonsområde. For situasjoner som faller utenfor dette området, henvises til beregningsmetoder i litteraturlisten, pkt. 72. Disse beregningsmetoder anbefales også når det stilles bestemte krav til beregningsnøyaktighet, f.eks. ved prosjektering av lydstudio, målerom m.v.

322 Beregningsnøyaktigheten til denne metoden regnes å være tilstrekkelig for vanlige prosjekteringsformål, dvs. veiledende for valg av riktig konstruksjon. Ved måleteknisk etterprøving forventes resultatet å falle innenfor ± 3 dB(A) av beregningsverdien.

33 Bestemmelse av nødvendig lydisolering

331 Beregningen tar utgangspunkt i oppgitt utendørs lydnivå og maksimalt tillatelig innendørs lydnivå (pkt. 52). Lydnivådifferansen korrigeres for avvik fra normalbetingelsene iflg. tabellene i avsnitt 4. Innsetting i følgende beregningsskjema gir minimumsverdier for ytterveggsdempingen for veggdel, vindusdel og ventilasjonsåpninger i ytterveggen.

332 Eksempel

Ytterveggs lydisolering mot soverommet skal bestemmes.

- Utendørs støy fra skjermet vegtrafikk har ekvivalent lydnivå (L_u) på 55 dB(A) (se pkt. 11).
- Tillatelig ekvivalent lydnivå (L_i) i soverommet settes til 25 dB(A) (se pkt. 52).
- Veggarealet er 7,5 m² (se pkt. 42).
- Vindusarealet er 1,5 m² (20 % av vegg) (se pkt. 14).
- Rommets volum er 26 m³ (se pkt. 43).
- Rommets midlere etterklangstid er 0,4 sekund (se pkt. 44).

Eksempel 332

Pkt.	Beregning av D_A	dB(A)	dB(A)
11	Oppgitt L_u	55	
52	Tillatelig L_i	- 25	
13	Lydnivådifferansen	= 30	
41	Korreksjon: Støytype	1	
42	» Ytterveggsareal	- 1	
43	» Romvolum	1	
44	» Etterklangstiden	- 1	
45	» Lydinnfall	0	
14	D_A for ytterveggen	= 30	$D_A = 30$
46	Korreksjon: Arealforhold – vindusdel	- 5	
14	D_A for vindusdel	= 25	
	Korreksjon: Ventilasjonskanaler	10	
14	D_A for ventilasjonskanal	= 35	
46	Korreksjon: Arealforhold – veggdel		3
14	D_A for veggdel		= 33

For beregning med egne verdier vises til: Skjema 1 i A 523.411 – Tillegg, side 6.

34 Bestemmelse av innendørs lydnivå

341 Beregningen tar utgangspunkt i oppgitt utendørs lydnivå og ytterveggsdempingen for delflaten med den svakeste lydisoleringen – som regel vindusflaten. Korreksjonsverdien for avvik fra normalbetingelsene hentes fra tabellene i avsnitt 4.

342 Eksempel

Innendørs lydnivå skal bestemmes ved togpassering.

- Utendørs lydnivå (L_u) fra toget oppgis til 80 dB(A) (se pkt. 51)
- Veggkonstruksjonen er av vanlig bindingsverkstype med forseglede ruter i vindusdelen
- Totalt ytterveggsareal er 12 m²
- Romvolumet er 80 m³
- Midlere etterklangstid er 0,35 sekund
- Vindusarealet er 8 m² (Ca. 67 % av totalt ytterveggsareal)

Eksempel 342

Pkt.	Beregning av L_i /nødvendig D_A	dB(A)	dB(A)	dB(A)
11	Oppgitt L_u	80		
14	D_A for vindusdel	- 25	$D_A = 25$	$D_A = 25$
	L_i ved normaliserte forhold	= 55		
41	Korreksjon: Støytype	- 3		
42	» Ytterveggsareal	1		
43	» Romvolum	- 4		
44	» Etterklangstiden	- 2		
45	» Lydinnfall	0		
46	» Arealforhold, vindusdel	- 1		- (-1)
12	Beregnet L_i	= 46		
	Korreksjon: Ventilasjonskanaler		10	
14	D_A for ventilasjonskanaler		= 35	
46	Korreksjon: Arealforhold, veggdel			3
14	D_A for veggdel			= 29

For beregning med egne verdier vises til: Skjema 2 i A 523.411 – Tillegg, side 6.

4 KORREKSJONSTABELLER

41 Støytype

Følgende korreksjoner anvendes for ulike utendørs støykilder

Tabell 41

Korreksjonsverdier for støykilder

Jetfly, landing	- 5 dB(A)
Jernbane, sporvogn	- 3 »
Jetfly, avgang	- 2 »
Vegtrafikk, uskjermet område	0 »
Vegtrafikk, skjermet område (se fig. 41)	1 »

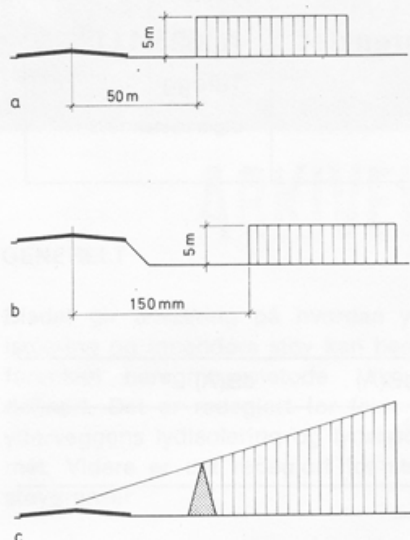


Fig. 41

Skjermet område for vegtrafikk

Feltet er skravert. Den aktuelle høiden er 5 m over terrenget.

- a. Veglegemet i flukt med terrenget – skjermet område ca. 50 m fra vegmidte (bakkeabsorpsjon)
 b. Veglegemet over terreng – skjermet område ca. 150 m fra vegmidte (bakkeabsorpsjon)
 c. Skjermet område (skyggesone) bak skjerm

42 Ytterveggsareal

Ytterveggsarealet er rommets samlede vegg-, vindus- og takareal som er «synlig» fra støykilden. Korreksjonsverdier, se tabell 42.

Tabell 42

Korreksjonsverdier for ytterveggsareal

Ytterveggsareal m ²	Korreksjonsverdi dB(A)
3,6 til 4,4	- 4
4,5 » 5,6	- 3
5,7 » 7,1	- 2
7,2 » 8,9	- 1
8,8 » 11,1	0
11,2 » 14,1	1
14,2 » 17,7	2
17,8 » 22,3	3
22,4 » 28,1	4
28,2 » 35,0	5
36,0 » 44,0	6
45,0 » 56,0	7
57,0 » 70	8
71,0 » 89	9
90 » 112	10

43 Romvolum

Volumet av det rommet som er «synlig» fra ytterveggsflatene defineres som rommets volum. Det ses bort fra volumet bakenfor innvendige skjermvegger, høye reoler eller lette vegger. Korreksjonsverdier, se tabell 43.

Tabell 43

Korreksjonsverdier for romvolum

Romvolum m ³	Korreksjonsverdi dB(A)
11 til 13	4
14 » 17	3
18 » 22	2
23 » 27	1
28 » 34	0
35 » 43	- 1
44 » 55	- 2
56 » 69	- 3
70 » 87	- 4
88 » 110	- 5
111 » 139	- 6
140 » 175	- 7
176 » 220	- 8
221 » 278	- 9
279 » 350	- 10

44 Etterklangstid

- 441 Rommets midlere etterklangstid for frekvensområdet 100–3150 Hz anvendes ved bestemmelse av korreksjonsverdien etter tabell 441.

Tabell 441

Korreksjonsverdier for etterklangstid

Midlere etterklangstid sekund	Korreksjonsverdi dB(A)
0,23 til 0,28	- 3
0,29 » 0,35	- 2
0,36 » 0,44	- 1
0,45 » 0,56	0
0,57 » 0,70	1
0,71 » 0,88	2
0,89 » 1,11	3
1,12 » 1,40	4
1,41 » 1,77	5
1,78 » 2,23	6
2,24 » 2,81	7
2,82 » 3,53	8
3,54 » 4,45	9
4,46 » 5,61	10

- 442 Etterklangstiden kan bestemmes ved måling.

- 443 Etterklangstiden T kan beregnes ved uttrykket:

$$T = 0,16 \frac{V}{A} \text{ sekund, hvor}$$

V = romvolum i m³ og

A = rommets ekvivalente absorpsjonsareal i m².

A = $\sum \alpha_i S_i$, hvor

α_i er absorpsjonsfaktoren for delflate i,

S_i er arealet for delflate i, m²,

i er antall begrensingsflater i rommet.

- 444 Når måling eller beregning ikke kan utføres, kan rommets midlere etterklangstid skjønsmessig settes til 0,5 sekund for normalt, behagelig dempet rom (innflyttet boligrom, klasserom i bruk, dempet kontor, kontorlandskap, talestudio m.v.), 1 sekund for noe klangrikt rom (udempet kontor, samlingslokaler, gymnastikksaler m.v.) og 2 sekunder for klangrikt rom (konsertlokaler, kirker, industrilokaler m.v.).

45 Lydinnfall

451 Når lydskilden passerer med en retning tilnærmet parallell med fasaden (veg, jernbane) og lyden følgelig faller inn fra ulike retninger, er korreksjonsverdien 0.

452 Når lyden faller inn fra en bestemt retning (fast kilde) eller fra en sektor, anvendes korreksjonsverdier iflg. tabell 452.

Innfallsvinkelen er vinkelen mellom flatenormalen og siktelinjen fra ytterveggen til lydskilden, se fig. 452.

Tabell 452

Korreksjonsverdier når lyden faller inn fra en bestemt retning

Innfallsvinkel v°	Korreksjonsverdier dB(A)
0 til 27	-3
28 " 45	-2
46 " 55	-1
56 " 62	0
63 " 68	1
69 " 73	2
74 " 76	3
77 " 79	4
80 " 81	5
> 81	6

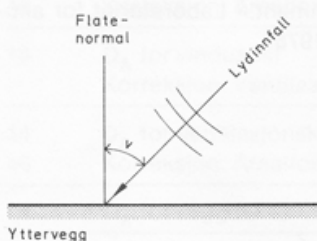


Fig. 452
Innfallsvinkel v ved lydinnfall

46 Arealforholdet

461 Når ytterveggen består av bare en bygningsdel, er korreksjonsverdien 0.

462 Når ytterveggen består av to delflater, veggdel og vindusdel, med ulike lydisolasjonsegenskaper, korrigeres D_A for ytterveggen, se tabell 462.

Samhørende korreksjonsverdier utleses i samme kolonne.

Eksempel: Vindusarealet utgjør 20 % av totalt yttervegsareal. Samhørende verdier i tabellen er innringet. Verdier i en annen kolonne kunne også velges. D_A for vindusdelen blir her 5 dB mindre enn for hele ytterveggen. D_A for veggdelen blir 3 dB større enn for hele ytterveggen.

Tabell 462

Korreksjonsverdier for vindusdel/veggdel

Arealforhold: Vindusareal i forhold til totalt yttervegsareal i %	Korreksjon for vindusdel (svakeste delflate)
10%	-5 -7 -8 -9 -10 dB(A)
20%	-3 -5 -6 -7 (-7) "
40%	-1 -2 -3 -4 (-4) "
80%	0 0 0 -1 (-1) "
Korreksjon for veggdel (beste delflate)	+1 +3 +5 +10 +15 dB(A)

5 STØYSITUASJONER OG STØYGRENSER

51 Støysituasjoner (flere støykilder)

Utendørs støysituasjoner kan måles eller bestemmes etter ulike beregningsmetoder. Tabell 51 viser eksempler på noen typiske støykilder og støysituasjoner.

Tabell 51

Typiske støykilder og støysituasjoner

Jetfly, avstand 300 meter	110 - 120 dB(A)
Propellfly, avstand 300 meter	95 - 105 "
Pressluftklining, avstand 50 meter	90 - 100 "
Meget støyende industristrøk	90 - 100 "
Meget sterk gatestøy	90 - 100 "
Motorsykel, avstand 10 meter	85 - 95 "
Høye rop, avstand 10 meter	80 - 90 "
Bil, avstand 10 meter	70 - 80 "
Stille industristrøk	70 - 80 "
Gate, sammenhengende hus begge sider, om dagen	60 - 70 "
Gate, sammenhengende hus begge sider, om natten	30 - 35 "
Stille villastrøk, om dagen	40 - 50 "
Stille villastrøk, om natten	20 - 25 "

En støysituasjon kan være sammensatt av flere støykilder. Den dominerende støykilden vil være dimensjonerende for ytterveggisolaseringen.

Vegtrafikkstøy er den mest vanlige utendørs støykilden. Det foreligger nå en nordisk beregningsmodell for vegtrafikkstøy utgitt av Nordisk ministerråd i 1978. Denne vil foreligge i norsk utgave i 1979.

52 Støygrenser

Anbefalte grenseverdier i ulike brukssituasjoner er gitt i eget byggdetaljblad om støy i rom, retningslinjer ved prosjektering. Tabell 52 gjengir de mest støyfølsomme brukssituasjoner.

Tabell 52

Støynivå ved ulike brukssituasjoner

Gruppe	Støynivå mindre enn	Ønskelig lydforhold ut fra rommenes funksjon	Eksempel på romtype
1	25 dB(A)	Rom med ekstreme krav til stillhet eller lydopplevelse	Studio, konsertlokale, soverom
2	30 dB(A)	Rom med strenge krav til taleforståelighet over store avstander Krav til lyd kvalitet Rom for hvile og sterk konsentrasjon	Fierformåls-saler Kino Dagligrom, hotellrom
3	35 dB(A)	Rom med strenge krav til taleforståelighet over midlere avstander Rom for vanlig konsentrasjon	Undervisnings-lokale Enkeltkontor
4	40 dB(A)	Rom med strenge krav til taleforståelighet over korte avstander Rom med flere ikke-støyende aktiviteter	Skolelandskap Kontorlandskap, konsentrasjonskrevende arbeid

6 BESTEMMELSE AV D_A

- 61 I byggdetaljblad A 523.421 er D_A bestemt for en rekke bygningsdeler i yttervegg. Når andre bygningsdeler ønskes benyttet, må tilhørende D_A bestemmes.

Normalbetingelsene ved bestemmelse av D_A er gitt i pkt. 14. Innsetting i følgende uttrykk gir ytterveggsdempingen over en skillekonstruksjon i yttervegg.

$$D_A = -10 \log \sum 10^{(L_{ui} - R_i)/10} \text{ dB(A)}$$

i = indeks for 1/3 oktavband fra 100 til 3150 Hz.

R_i = laboratoriemålt lydreduksjonstall, dB

L_{ui} = relativt spektrum for vegtrafikkstøy i tettbebyggelse. 1/3 oktavspektrret er veid med veiekurve A og har spektralverdier som angitt i tabell 61.

Tabell 61
Spektralverdier

Indeks i	Senterfrekvens 1/3 oktavband, Hz	L_{ui} dB
1	100	-20
2	125	-19
3	160	-18
4	200	-16
5	250	-14
6	315	-13
7	400	-12
8	500	-11
9	630	-10
10	800	-9
11	1000	-9
12	1250	-9
13	1600	-10
14	2000	-12
15	2500	-14
16	3150	-16

- 62 Foruten denne eksakte bestemmelsen av D_A kan ytterveggsdempingen bestemmes tilnærmet når skillekonstruksjonens indeks for luftlydisolering, I_a , er gitt:

$$D_A = I_a - 5 \text{ dB(A)}$$

7 REFERANSER

- 71 Bladet er utarbeidet av Jan Arne Austnes i samarbeid med Sigurd Hveem og redigert av Målfrid Enge og Ivar Størseth.
Redaksjonen avsluttet april 1978.

72 Litteratur

- 721 Second proposal for ISO 140:
Acoustics – Measurements of sound insulation in buildings and of building elements.
Part V: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades.
- 722 DIN 52210, Teil 5 Bauakustische Prüfungen, Luft- und Trittschalldämmung. Messung der Luftschalldämmung von Fenstern und Aussenwänden am Bau.
- 723 Ljunggren, S. «Fönsters isolering mot trafikbuller», Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm. Rapport R 46: 1973, 37 s.
- 724 Kårfalk, G., «Generaliserade Trafikbullerspektra», Chalmers Tekniska Högskola, rapport 77-20, april 1977.
- 725 Rindel, R. H., «Transmission of traffic noise through windows. Influence of incident angle on sound insulation in theory and experiment.» Laboratoriet for akustik, DTH. Rapport nr. 9, 1975.

 Byggforskserien	UDK 534.83 SfB (21) Stikkord: yttervegg, isolering, lyd	Yttervegg Lydisolering bestemt ved forenklet beregningsmetode	Byggdetaljer A 523.411 Tillegg Utgitt høsten 1978
--	--	--	--

- 6 -

Skjema 1

Bestemmelse av nødvendig lydisolering (kfr. pkt. 33 og Eksempel 332)

Pkt.	Beregning av D_A	dB(A)	dB(A)
11	Oppgitt L_u		
52	Tillatelig L_i	-	
13	Lydnivådifferansen D_A	=	
41	Korreksjon: Støytype		
42	» Ytterveggsareal		
43	» Romvolum		
44	» Etterklangstiden		
45	» Lydinnfall		
14	D_A for ytterveggen	=	$D_A =$
46	Korreksjon: Arealforhold – vindusdel		
14	D_A for vindusdel	=	
	Korreksjon: Ventilasjonskanaler	10	
14	D_A for ventilasjonskanal	=	
46	Korreksjon: Arealforhold – veggdel		
14	D_A for veggdel		=

Skjema 2

Bestemmelse av innendørs lydnivå (kfr. pkt. 34 og Eksempel 342)

Pkt.	Beregning av L_i /nødvendig D_A	dB(A)	dB(A)	dB(A)
11	Oppgitt L_u			
14	D_A for vindusdel	-	$D_A =$	$D_A =$
	L_i ved normaliserte forhold	=		
41	Korreksjon: Støytype			
42	» Ytterveggsareal			
43	» Romvolum			
44	» Etterklangstiden			
45	» Lydinnfall			
46	» Arealforhold, vindusdel			- ()
12	Beregnet L_i	=		
	Korreksjon: Ventilasjonskanaler		10	
14	D_A for ventilasjonskanaler		=	
46	Korreksjon: Arealforhold, veggdel			
14	D_A for veggdel			=