

Vibration och stöt – Sprängningsinducerade luftstöt- vågor – Riktvärden för byggnader

*Vibration and shock – Blast induced airborne shock waves – Guidance levels
for buildings*

Innehåll

- 1 Omfattning
 - 2 Referenser
 - 3 Definitioner
 - 4 Riktvärden
 - 5 Mätning och analys
 - 6 Riskanalys
 - 7 Instrumentspecifikation
- Bilaga A: Litteraturhänvisningar, informativ (ej bindande)

1 Omfattning

Denna standard innehåller mätmetoder och riktvärden för toppvärdet på tillåtet reflektionstryck för sprängningsinducerade luftstöt-vågor. Riktvärdet skall användas för bestämning av gränsvärden för att undvika skador på byggnader.

Standarden är tillämplig för alla slag av sprängningsarbeten.

Riktvärdena tar inte hänsyn till psykologiska effekter som luftstöt-vågor kan ha på personer i närliggande byggnader, ej heller till de risker för skador som kan uppstå i stötvågskänslig utrustning.

2 Referenser

SS 460 48 66 Vibration och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader

3 Definitioner

luftstöt-våg

normalt en tryckstegring som utbreder sig med överljudshastighet.

ANM – Vid sprängning i luft är tryckstegringen nästan momentan. Vid bergsprängning kan tryckstegringen ta flera tiotal millisekunder. Tryckstegringen utbreder sig då med den normala ljudhastigheten.

frifältstryck

det tryck som kan mätas vid fri vågutbredning och där inga störningar från närliggande ytor påverkar mätningen.

reflektionstryck

det tryck som uppkommer då en våg träffar en yta vinkelrätt mot utbredningsriktningen. Reflektionstrycket stiger med faktorn f :

$$f = \frac{P_r}{P_s} = \left[8 \frac{P_s}{P_0} + 14 \right] \sqrt{\frac{P_s}{P_0} + 7}$$

som för tryck (P_r) under 1000 Pa. och lufttrycket (P_0) 101300 Pa, d v s $P_s \ll P_0$, kan approximeras med:

$$f \approx 2(1 + 0,43 P_s/P_0) \approx 2$$

där:

P_r = reflektionstrycket

P_s = frifältstrycket

P_0 = normalt lufttryck

Reflektionstrycket är alltså ungefär lika med dubbla frifältstrycket.

4 Riktvärden

4.1 Riktvärden för byggnader

Riktvärdet för maximalt reflektionstryck från sprängningsarbete är 500 Pa att tillämpas på avstånd över 20 m. Vid tunnelsprängning gäller avståndet från tunnelmynning.

4.2 Reduktionsfaktor

Bestämning av gränsvärde eller andra åtgärder kan, om så erfordras, behandlas i en riskanalys. För fasta anläggningar såsom bergtäkter och gruvor samt större anläggningsarbeten kan riktvärdet multipliceras med en faktor 1–0,5 beroende på avstånd och byggmaterial

5 Mätning och analys

5.1 Allmänt

Mätningen av luftstöt vågor utförs normalt som **övervakningsmätning**. Enligt 5.2 sker registrering av toppvärdet i Pa. Källan (laddningen) är i detta fall normalt innesluten i berg eller mark.

Utvidgad mätning utförs enligt 5.3 då normal övervakning bedöms ej räcka till.

5.2 Övervakningsmätning

Övervakningsmätning görs för kontroll av toppvärdet. Övervakningsinstrumentet skall visa toppvärdet av reflektionstrycket i Pa samt tiden för registreringen. I redovisningen skall mätpunkternas placering samt instrumenttyp och avståndet sprängsalva/tunnelmynning-mättpunkt anges.

5.3 Utvidgad mätning

Utvidgad mätning bör ske då det behövs underlag för noggrannare bedömning av skaderisker och tillåtna tryck. Den kan innehålla ökat antal mätpunkter med hänsyn till utbredningsförhållanden, mätning av trycktidsförlopp och frekvensanalys.

5.4 Mätpunkternas placering

En mätpunkt skall vara där det skadliga trycket uppstår d v s nära den reflekterande ytan. Mätpunkterna för reflektionstryck skall placeras inom 0,15 m från ytan och minst 1,5 m från mark, hörn, tak och utskjutande partier på byggnaden.

Måts frifältstrycket skall mätpunkten placeras minst 10 m framför det känsliga objektet, t ex en fasad eller fönsteryta och minst 10 m från andra ytor som kan störa stötvågen, för att undvika reflektionsstörningar.

6 Riskanalys

Riskanalys görs enligt SS 460 48 66 med följande tillägg:

- bedömning av risker kopplade till väderlek, geometriska faktorer i omgivningen såsom reflektion mot ytor, fokusering av tryckvågor mot känsliga punkter,
- tillåtet reflektionstryck,
- för avstånd under 20 m kan högre riktvärden tillämpas och/eller särskilda åtgärder vidtagas.

7 Instrumentspecifikation och funktionskontroll

7.1 Instrumentspecifikation

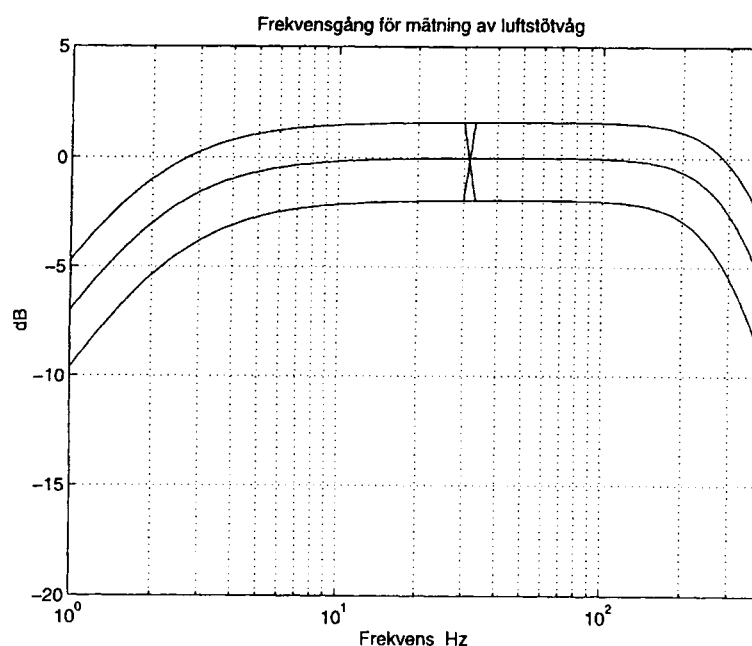
Instrument (inklusive mikrofon) för mätning av tryckstegringen skall vara specificerat enligt följande:

- övre gränshfrekvens (-3 dB) 315 Hz med filterbranthet 12 dB/oktav,
- undre gränshfrekvens (-3 dB) 2 Hz med branthet 6 dB/oktav,
- samplingsfrekvensen (vid digitalt system) ≥ 3000 Hz,
- mätområde 10 Pa –1000 Pa.

7.2 Funktionskontroll, kalibrering och kontroll av frekvensgång

Funktionskontroll av hela systemet skall utföras före varje mätperiod eller vid mätningar för långtidsövervakning i samband med installation och periodisk tillsyn av mätsystemet.

Kalibrering av systemet utförs vid frekvensen 31,5 Hz och ljudtrycket 10 Pa (114 dB). Onoggrannheten skall vara mindre än 5 %. Hela systemet skall kalibreras varje år. Vid misstanke om att något inträffat som påverkar systemets mätnoggrannhet skall systemet kalibreras på nytt.



Figur 1 – Frekvensgång för mätning av luftstöt våg

Kontroll av frekvensgången för hela systemet sker med ett sinussvep med konstant ljudtryck, 10 Pa (114 dB), i frekvensområdet 2–315 Hz. Systemsvaret skall då hamna inom toleransområdet enligt figur 1.

7.3 Beskrivning av filterkaraktäristik

Den nominella filterfunktionen är ett enpoligt Butterworth högpassfilter med gränshfrekvens (-3dB) 2 Hz, följt av ett tvåpoligt Butterworth lågpassfilter med gränshfrekvens (-3dB) 315 Hz.

Toleranserna erhålles genom att för den undre kurvan tillåta en 10% för hög gränshfrekvens för högpassfiltret, en 10% för låg gränshfrekvens för lågpassfiltret och en 20% för låg amplitud. På motsvarande sätt erhålles den övre kurvan genom att tillåta 10% för låg gränshfrekvens för högpassfiltret, 10% för hög gränshfrekvens för lågpassfiltret och 20% för hög amplitud.

Man tillåter alltså $\pm 10\%$ tolerans på gränshfrekvenserna och $\pm 20\%$ tolerans på amplituden.

Tabell 1. Nominell frekvensgång och toleransområde

Frekvens Hz	Förstärkning			Förstärkning dB		
	undre	nominell	övre	undre	nominell	övre
1.00	0.331	0.447	0.582	-9.63	-7.02	-4.72
1.25	0.395	0.530	0.684	-8.07	-5.53	-3.30
1.60	0.470	0.624	0.797	-6.56	-4.10	-1.98
2.00	0.538	0.707	0.892	-5.38	-3.01	1.00
2.50	0.600	0.781	0.974	-4.43	-2.15	-0.23
3.15	0.656	0.844	1.042	-3.67	-1.47	0.35
4.00	0.701	0.894	1.094	-3.09	-0.97	0.78
5.00	0.732	0.928	1.129	-2.71	-0.64	1.05
6.30	0.755	0.953	1.154	-2.44	-0.42	1.24
8.00	0.771	0.970	1.171	-2.25	-0.26	1.37
10.00	0.781	0.981	1.181	-2.14	-0.17	1.45
12.50	0.788	0.987	1.188	-2.07	-0.11	1.49
16.00	0.793	0.992	1.192	-2.02	-0.07	1.53
20.00	0.795	0.995	1.195	-1.99	-0.04	1.55
25.00	0.797	0.997	1.197	-1.97	-0.03	1.56
31.50	0.998	0.998	0.998	-0.02	-0.02	-0.02
40.00	0.799	0.999	1.999	-1.95	-0.01	1.57
50.00	0.799	0.999	1.999	-1.95	-0.01	1.58
63.00	0.799	0.999	1.199	-1.95	-0.01	1.58
80.00	0.797	0.998	1.198	-1.97	-0.02	1.57
100.00	0.794	0.995	1.196	-2.00	-0.04	1.55
125.00	0.786	0.988	1.190	-2.10	-0.10	1.51
160.00	0.763	0.969	1.175	-2.35	-0.27	1.40
200.00	0.718	0.929	1.141	-2.88	-0.64	1.14
250.00	0.633	0.848	1.068	-3.98	-1.43	0.57
315.00	0.502	0.707	0.927	-5.99	-3.01	-0.66
400.00	0.353	0.521	0.715	-9.05	-5.67	-2.91
500.00	0.235	0.356	0.505	-12.59	-8.97	-5.94

Bilaga A
(informativ)

LITTERATUR

R Forsén och B Selin, "SKADOR PÅ GLASRUTOR VID SPRÄNGÄMNESDETONATION", FOA Rapport C 20832-2-3, 1991

A-M Wilhelmsen och B Larsson, LJUDBANGAR OCH BYGGNADSSKADOR, Byggnadsforskningen Rapport R43:1972, Stockholm 1972

A Person och L-Å Almgren, LJUDTRYCKVÅGORS UTBREDNING VID DETONATION AV LADDNINGAR PÅ MARKEN OCH DESS STÖRANDE INVERKAN PÅ MÄNNISKOR OCH BEBYGGELSE, SveDeFo-Rapport, 1971

J W Reed, EXPLOSION AIRBLAST PREDICTION ON PERSONAL COMPUTER AND APPLICATION TO HENDERSEN, NEVADA, INCIDENT, 23rd DOD Explosives Safety Seminar, Atlanta, GA, Aug 8-11, 1988

J J Olson and L R Fletcher, AIRBLAST – OVERPRESSURE LEVELS FROM CONFINED UNDERGROUND PRODUCTION BLASTS, Bureau of Mines Report of Investigation RI 7574, 1971

E Abrahamsson, LÅGA TRYCK VID EXPLOSIONER, Fortifikationsförvaltningen, C-Rapport nr 175 (103), 1979

S Lamnevik, EXPLOSIVA FÖRLOPP, DIAGRAM FÖR KONSEKVENSANALYS, FOA-Rapport, 1989

S Lamnevik, EXPLOSIVA FÖRLOPP, GRUNDER FÖR KONSEKVENNS OCH RISKANALYS, FOA-Rapport, 1985

American National Standard, ESTIMATING AIRBLAST CHARACTERISTICS FOR POINT EXPLOSIONS IN AIR, WITH A GUID TO EVALUATION OF A ATMOSPHERIC PROPAGATION AND EFFECTS, ANSI S2.20-1983