

BERÄKNING AV SPRÄNGBULLRETS STÖRNIVÅ
OCH LJUDTRYCKSMÄTNINGAR VID NITRO
METALLS SKJUTPLATS I ÖRSJÖDALEN.

Algot Persson

DS 1973:10

26.4.1973

STIFTELSEN
SVENSK DETONIKFORSKNING
SWEDISH DETONIC RESEARCH FOUNDATION

VINTERVIKEN – 117 48 STOCKHOLM
SWEDEN

BERÄKNING AV SPRÄNGBULLRETS STÖRNIVÅ
OCH LJUDTRYCKSMÄTNINGAR VID NITRO
METALLS SKJUTPLATS I ÖRSJÖDALEN.

Algot Persson

DS 1973:10

26.4.1973

Sammanfattning.

I samband med sprängfogning av plåt vid en skjutplats i norra Värmland har ett mätinstrument för kontinuerlig övervakning av ljudtrycksnivåer i sprängbullen provats. Mätningarna bekräftar att den metod för beräkning av sprängbullrets störningsnivå som tillämpats är användbar. Försöken har utförts i samarbete med Nitro Consult AB och Nitro Metall.

Nitro Metall utförde under perioden 10 - 12 april 1973 ett antal provsprängningar i ett område c:a 14 km rakt öster Sysseleback i Värmland. Laddningarna avfyraades i samband med sprängfogning av plåtmaterial. Stiftelsen Svensk Detonikforskning gjorde i samarbete med Nitro Consult AB under samma period ett antal ljudtrycksmätningar på några bebyggda orter runt skjutplatsen. Syftet med dessa mätningar var att prova en anläggning för automatisk registrering av sprängbuller, samt att med dessa mätningar bekräfta en på förhand utarbetad prognos av sprängbullrets styrka på olika orter runt skjutplatsen.

Beräkning av störområde.

Skjutplatsen är belägen vid Örsjödalén, se karta i fig. 1, i ett relativt ödsligt område en dryg mil öster om Klarälvsdalen och c:a 3 km från gränsen mot Kopparbergs län. Inom 5 km:s avstånd från skjutplatsen finns endast enstaka sommarstugor, vid Leksjöarna och Örsjön. 5 - 7 km öster om skjutplatsen finns 20 à 30 sommarstugor grupperade kring sjön Femten. Den fasta befolkningen finns i huvudsak i Klarälvsdalen runt orter som Sysseleback, Ransbyn, Dalby och Lekenäs.

En beräkning av de nivåer som ljudtrycket kan nå upp till kan göras enligt följande.

Om ostörd utbredning antages och inverkan av terräng och väderförhållanden försummas kan maximala statistiska trycket P_m i mbar beräknas ur

$$P_m = \frac{700 \sqrt[3]{Q}}{R}$$

där Q är laddningsvikten i kg TNT eller därmed ekvivalent sprängämne och R avståndet till laddningen i m. Antages att en laddningsvikt av 1000 kg Gurit kommer att användas blir P_m vid ostörd utbredning enligt tabell 1 (1000 kg Gurit motsvarar c:a 500 kg TNT). Tidigare mätningar bekräftar att genom inverkan av väderförhållanden kan ljudtrycket tillfälligtvis nå upp till 2 à 3 ggr detta värde men då endast i någon riktning från skjutplatsen. Se rapport från Stiftelsen Svensk Detonikforskning och Nitro Consult AB /1/ av den 12/3 1973 från mätningar i Tönnesfjäll. Hur dessa ljudtrycksnivåer upplevs av människor framgår ganska väl av en dos-response skala utarbetad för ljudbangar och som visas i fig. 2. Dock kan tilläggas att vibrationer i byggnadsdelar såsom fönster och veka väggar kan iakttagas redan vid nivå 1. Störnivån runt skjutplatsen blir då som i tabell 1, sista kolumnen. Sprängningar av upp till 1 à 2 ton Gurit kan således vid vissa tillfällen komma att ge bullerstörningar i Klarälvsdalen.

För sommarstugebebyggelsen inom och strax bortom 5 km:s radien från skjutplatsen kan, om inte terrängen har någon skyddande inverkan, bullret bli besvärande. Störningsgraden kommer emellertid att bero på antalet sprängningar per dag.

Maximaltrycket från samtidigt avfyrate laddningar.

Vid dessa sprängningar avfyrades vid flera tillfällen två laddningar samtidigt genom tändning medelst pentylstubin. Tryckvågen från två samtidigt avfyrate laddningar kan samverka i vissa riktningar från laddningsarrangemanget och enligt Reed /2/ kan trycket från två lika stora laddningar uppgå till mellan 1.2 - 1.7 ggr värdet för en av laddningarna. Hur vågorna samverkat i olika riktningar på stora avstånd från laddningarna har på grund av den meteorologiska situationens dominerande inverkan på ljudutbredningen inte kunnat utredas. Vid beräkning av ljudtrycket i tabell 2 och 3 har en faktor 1.5 använts.

Ljudtrycksmätningar.

Under provsprängningsperioden 10 - 12 april 1973 utfördes ljudtrycksmätningar dels med tre stycken självregistrerande mätstationer, se fig. 3a, dels med den tidigare använda utrustningen med UV-skrivare, fig. 3b.

Den självregistrerande mätstationen var uppbyggd av kondensatormikrofon med bärfrekvensförstärkare kopplad till ett maximalvärdesregistrerande instrument av typen "Vibracorder", med fyra mätkanaler. Förutom en maximalvärdes-avkännande krets innehåller varje mätkanal ett minne med cirka 100 sekunders hålltid samt en fallbygelskrivare. Anordningen registrerar största positiva eller negativa signalamplitud som tillföres ingången och utskrift göres under 100 sekunder på skrivaren om ingen högre signal dessförinnan tillföres ingången. Genom att använda två utav de fyra kanalerna och justera förstärkningen erhöles två mätområden 0 - 0.5 mbar och 0 - 2 mbar.

Mikrofonen försågs med ett vävklot för reduktion av vindbrus samt en plasthuv som regnskydd.

Av de tre självregistrerande stationerna placerades en vid Långbergets sporthotell, en vid Hantverkshuset i Sysslebäck samt en vid Uddeholm AB:s plantskola i Dalby. Mätning med UV-skrivare utfördes vid Femtryan vid sydspetsen av sjön Femten. Se karta fig. 1.

Resultat av ljudtrycksmätningar.

Mätresultaten framgår av tabellerna 2 och 3. Under mätdagarna blåste det stundtals mycket kraftigt (se tabellerna). Upp till 15 m/s uppmättes vid

Långberget. Detta resulterade i tryckvariationer till följd av luftströmningen runt mikrofonen som registrerades av maximalvärdesmätaren. Vid några tillfällen visade instrumentet i Långberget upp till 1 mbar:s utslag. Av denna anledning kan det av instrumentet vid tidpunkten för tryckvågens ankomst registrerade maximaltrycket inte med säkerhet anses vara ett mått på trycket i ljudvågen från sprängningen men detta tryck kan i varje fall ej ha varit större.

I tabell 2 har därför framför de registrerade värdena satts tecknet mindre än eller lika med ($\leq$). Jämför man nu de uppmätta värdena i tabell 2 och 3 med de för ostörd utbredning beräknade finner man att endast i några fall har den självregistrerande utrustningen visat ett större värde och detta vid de tillfällen då stark vind rådde. Kontrollmätningen vid Långberget den 11/4 kl. 11.⁵⁶ visar med all tydlighet att mikrofonsystemet utsatts för vindens inverkan. I sin nuvarande utformning är således den självregistrerande apparaturen alltför känslig för vinden. En modifiering för eliminering av vindinverkan måste därför göras om apparaturen skall kunna användas för registrering av ljudtrycksnivåer mindre än 1 mbar.

Vid Femtryan uppmättes likaledes ljudtryck lägre än de beräknade vilket emellertid inte utesluter att man vid en annan vädersituation kan registrera högre nivåer. Den meteorologiska situationens inverkan ger märkliga resultat på ljudutbredningen. Vid skjutningen den 10/4 var trots sydlig vind inte bullret hörbart vid Långberget medan det på samma plats den 11/4 trots kraftig nordlig vind kunde uppfattas som ett svagt muller för örat.

Slutord.

Mätningarna visar att ljudtrycksnivån sannolikt inte vid något tillfälle överskred det förutberäknade, vilket också varit fallet vid tidigare mätningar. De högsta värdena i tabell 1 kan således tjäna som en övre gräns för den nivå ljudtrycket kan nå upp till vid normala väderleksförhållanden. Ett självregistrerande instrument är av stor betydelse för insamlandet av tryckdata runt skjutplatsen, men det nu använda systemet kan inte användas för registrering av så små maximaltryck som vanligtvis uppnås på orter utanför 5 km:s radie vid de här aktuella laddningsstorlekarna.

Litteratur.

1. Persson, A,
Eriksson, B.

Ljudtrycksnivåer och bullerstörningar från provskjutningar på Tönnesfjället den 21/2 och 22/2 1973.-

Nitro Consult AB NCS 1973:23.

2. Reed, J.W.

Airblast from Plowshare projects.-
Proceedings of the Symposium on Education for the peaceful use of Nuclear explosives.

Tucson University of Arizona, Press,
Tucson, 1970.

Tabell 1. Förväntat maximalt ljudtryck och tänkbar störnivå runt skjutplatsen vid Örsjöberget, vid detonation av 1 ton Gurit.

Avstånd km	Förväntat max. tryck i mbar		Störnivå enligt dos-response skala i fig. 2
	ostörd utbredn.	betingat av vädersituat.	
5	1.0	3.0	3 - 4
10	0.6	1.8	2 - 4
15	0.4	1.2	2 - 3
20	0.3	0.9	2 - 3
25	0.2	0.6	1 - 2

Tabell 2 Resultat av ljudtrycksmätningar med självregistrerande stationer.

Mätplats	Datum	Tid	Avst. km	Laddn.-vikt kg	Beräknat pos. max. tryck mbar *)	Uppmätt max. tryck mbar	Vind riktn. styrka m/s	Anm.
Långberget	10/4	11. 17	14.5	400 + 320	0.40	≤ 0.08	SSO 2-4	Ej hörbart
	"	14. 40	"	350	0.27	≤ 0.27	SSO 4-6	" "
	11/4	11. 56	"	360 + 350	0.40	0.08 ≤ 1.0	N 10-15	Registrerat på UV-skrivare. Svagt muller.
	"	14. 45	"	350	0.27	≤ 1.06	N 10-15	
	12/4	10. 30	"	310 + 215	0.37	≤ 0.3	N 6-10	
	"	13. 28	"	310 + 310	0.38	≤ 0.8	N 6-10	
	10/4	11. 17	13.5	400 + 320	0.44	≤ 0.03		
	"	14. 40	"	350	0.29	≤ 0.15		
	11/4	11. 56	"	360 + 350	0.44	≤ 0.46		
	"	14. 45	"	350	0.29	≤ 0.15		
Dalby	12/4	10. 30	"	310 + 215	0.40	≤ 0.21		
	"	13. 28	"	310 + 310	0.42	≤ 0.28		
	10/4	11. 17	11.0	400 + 320	0.54	≤ 0.1		
	"	14. 40	"	350	0.36	≤ 0.1		
	11/4	11. 56	"	360 + 350	0.54	≤ 0.48		
	"	14. 45	"	350	0.36	≤ 0.31		
	12/4	10. 30	"	310 + 215	0.49	-		Mätstationen ej i funktion
	"	13. 28	"	310 + 310	0.52	-		" "
								" "
								" "

Tabell 3. Resultat av ljudtrycksmätningar vid Femtryan.

Datum	Tid	Avstånd km	Laddn.vikt kg	Ber. pos. max. tryck mbar	Uppmätt max. tryck mbar	Vind riktn. styrka m/s	
12/4	10. ³⁰	7.2	310 + 215	0.74	0.39	N	4-6
"	13. ²⁸	7.2	310 + 310	0.79	0.45	N	2-7

Fig. 1. Karta över skjutplatsen.

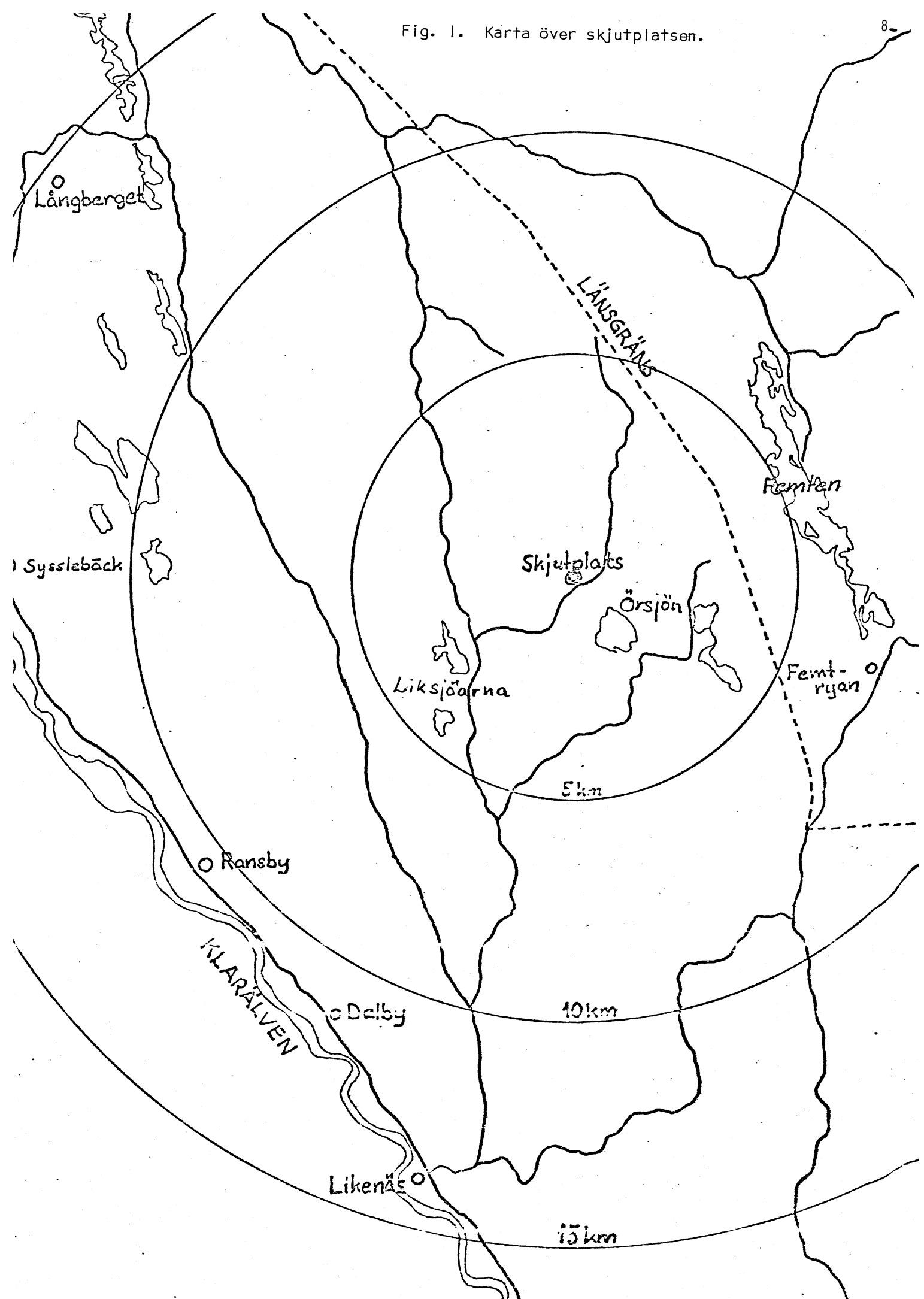


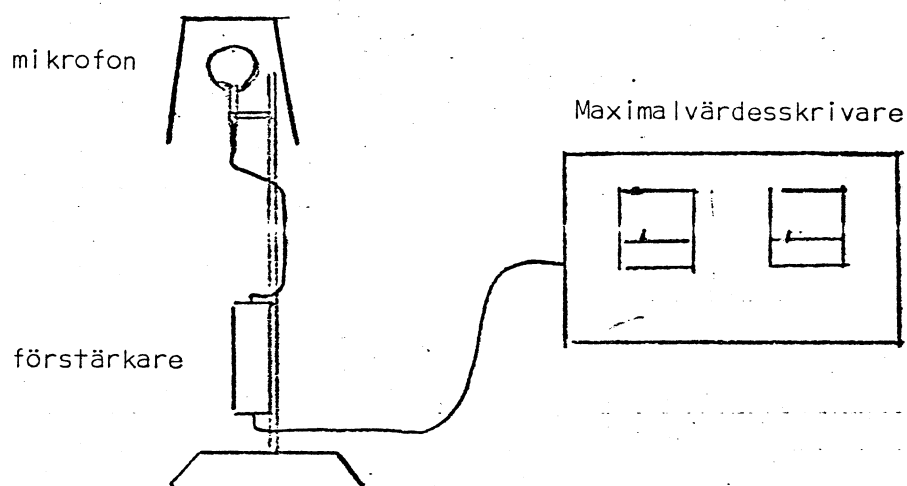
Fig. 2.

Dos-response-skala hämtad ur rapport om

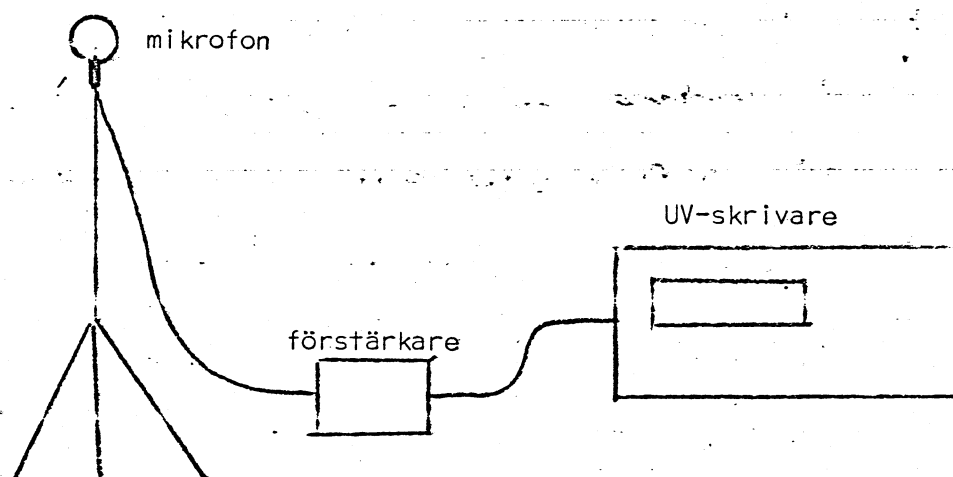
"Ljudbangar och byggnadsskador" av W. Kiessling o. A-M. Vilhelmsen,
Chalmers Tekniska Högskola 1972

Ungefärligt nom.
övertryck utomhus
mbar

Nivå 1.	Ljud liknande avlagset åskmuller, kan ge överrumpningsreaktion hos särskilt känsliga individer eller väcka lättsovda personer - tillvänjning sker sannolikt.	0.2
Nivå 2.	Liknande medelhårt åskmuller - överrumpningsreaktion förefinnes hos personer utomhus i tysta områden, sovande väcks i tysta områden.	0.5
Nivå 3..	Lätt knallande ljud, hörs genom bakgrunds- buller, fönster kan skallra, ger orienterings- reflex och skrämsel, väcker tungsövda personer.	1.0
Nivå 4.	Högt knallande ljud, klart hörbart genom bak- grundsbuller, orienteringsreaktion och skräm- selreflex vanlig utomhus, fönster skallrar, veka konstruktioner vibrerar, ätande djur ser upp och visar orienteringsreaktion.	2.0
Nivå 5.	Kraftig skrällande knall, fönster skallrar, byggnader vibrerar, fönster eller lös puts kan brista i sällsynta fall, skrämsel hos majoriteten exponerade utomhus. Majoriteten av sovande väcks.	5.0



a) Självregistrerande mätstation.



b) Manuellt betjänad mätstation.

Fig. 3. Blockschema över mätstationer.