© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

FUNKTIONSKONTROLL MED VIBRATIONSMÄTNING VID UNDERJORDS-SPRÄNGNINGAR

Tord Stenström, Forskningsingenjör
LKAB, Malmberget

Bakgrund

I skivrasbrytningens olika skeden har observerats dålig funktion av sprängningar. Vid breddning av öppningsstigar, blådderöppningar och vid fastskjutningar med "tak" kvar ser man ofta hål med ANFO i som av någon anledning inte har detonerat. För att försöka få klarhet i omfattningen och orsaken till odetonerade och bristfälligt detonerade hål har vibrationsmätning gjorts vid skjutningar av ordinarie skivraskransar.

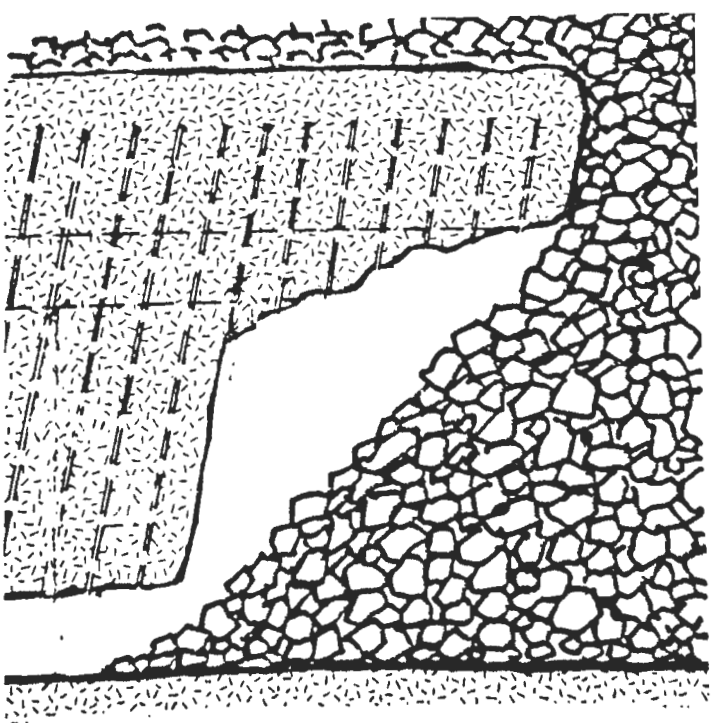

Fig. 1 Typisk geometri vid fastskjutning p g a felfunktion i salvans sprängborrhål

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Mätförfarande

Genom vibrationsmätning i berget nära en salva kan man detektera när i tiden de olika borrhålen detonerar. För att med säkerhet kunna urskilja signalerna från olika borrhål måste de initieras med olika intervall. Amplituden på signalen ger också en indikation på hur stor del av hålet som har detonerat. På grund av bergets varierande transmissionsegenskaper och hålets försättning blir dock osäkerheten i denna bedömning stor. En faktor som avsevärt försvårar tolkningen är den stora spridningen i tiden på sprängkapslarna.

Mätteknik

I orten bredvid salvorten monteras accelerometrar, som ansluts till en förstärkare och kopplas till en registreringsenhet.

Vid mätningarna har accelerometrar och två typer av förstärkare B&K 2635 samt B&K 2634 använts. De registreringsenheter som använts har varit bandspelare Teac XR 510, Sigram 034 och transientrecorder TR 31.

Vid de olika mätningarna har antalet accelerometrar och placeringen varierat en del. För att få tydliga och korta vibrations"paket" från varje borrhål måste accelerometern placeras nära salvan. En stor hjälp vid tolkningen av vibrationskurvan är att få jämförande signaler från flera olika placerade accelerometrar.

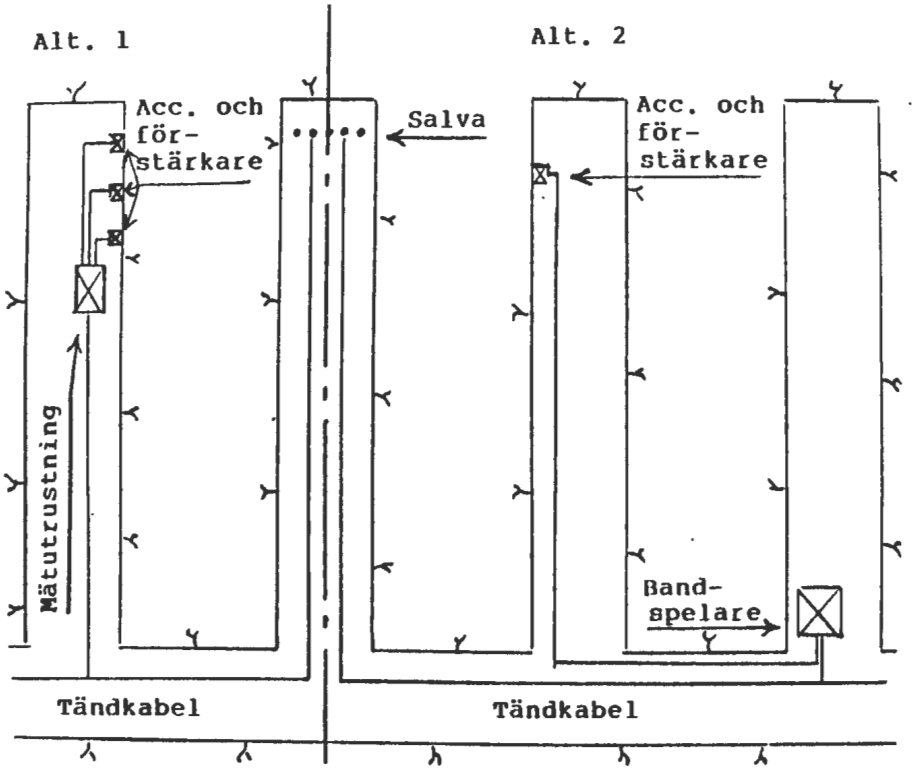

Fig. 2 a Principlayout för vibrationsmätning

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

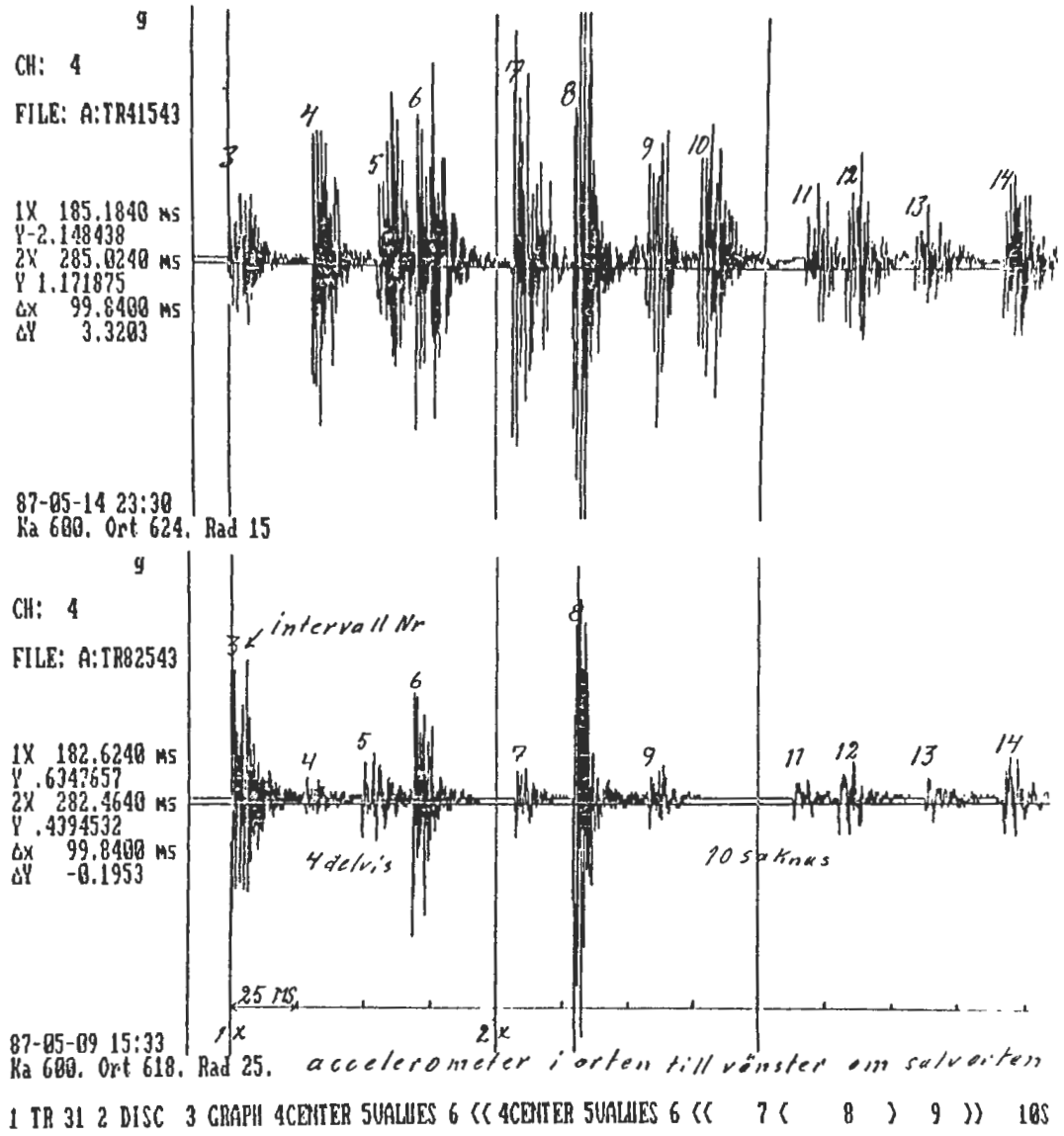

Fig. 2 b Exempel på vibrationskurva

Utförda mätningar

De mätningar som jag här ska redovisa har utförts vid SSAB:s gruva i Grängesberg, samt vid LKAB:s gruvor i Kiruna och Malmberget.

Laddning, sprängning

Vid alla gruvorna tillämpas förvägsladdning med ANFO. När en krans skall skjutas primersätts hålen utifrån. Om hålen har laddats ut långt, medför det litet avstånd mellan hål som detonerat och nästa håls primer.

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Nitro Nobels NONEL-sprängkapslar med 25 ms intervall har genomgående använts, utom vid Malmbergets andra kontroll. Där användes en av Nitro Nobel speciellt framtagen elektrisk VA-OD sprängkapsel där ledaren är kontrollerbar. Anledningen var misstanken att NONEL-sprängkapseln var orsaken till odetonerade hål.

Grängesberg

På uppdrag av SSAB utförde Gert Bjarnholt från SveDeFo kontrollen under W 35 och 45 1986.

Totalt fem salvor följdes upp. I två av salvorna var flera hål upptända med samma intervall och därför kan endast resultat från tre salvor redovisas. Avladdnings-längden har varit 1-2 m.

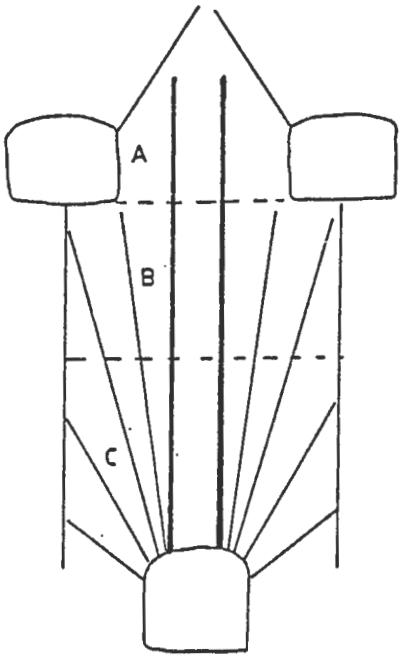

Fig. 3 Borrkrans Grängesberg

Resultat:

- Ingen salva har detonerat felfritt
- Andelen EJ detonerade hål är 20 %
- Andelen DELVIS detonerade hål är 15 %

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

LKAB, Kiruna

Petro Bloc AB har på uppdrag av Kimit AB utfört mätningarna under april 1986.

Resultat från fem salvor redovisas. Avladdningslängden har varit 0-4.5 m.

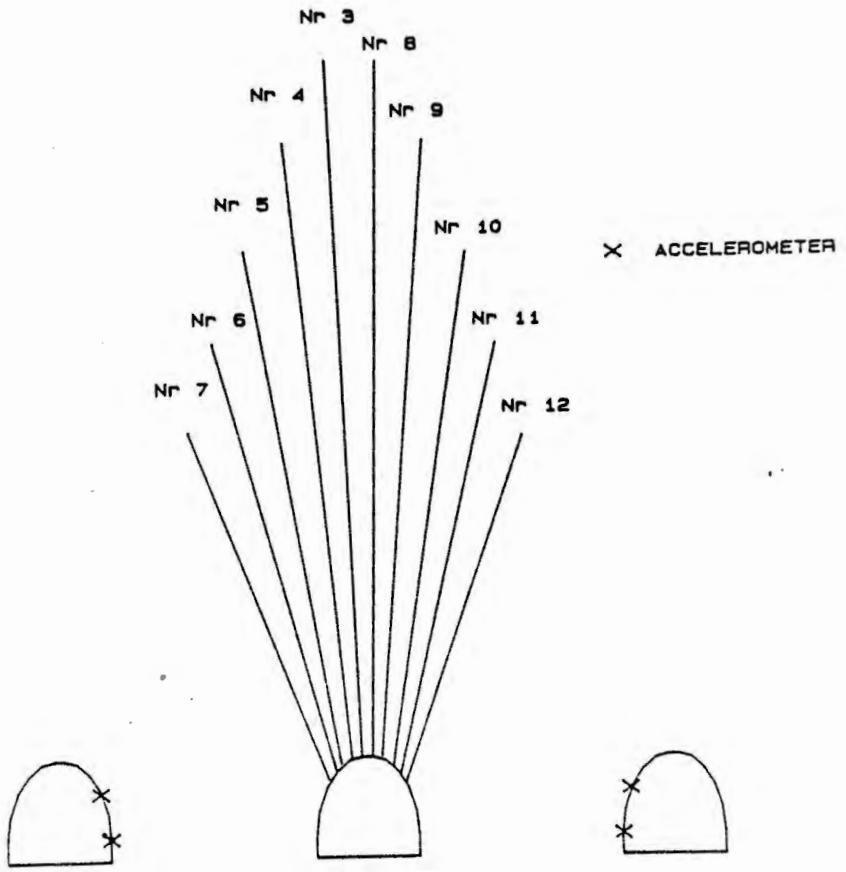

Fig. 4 Borrkrans Kiruna

Resultat:

- Ingen salva har detonerat felfritt
- Andelen EJ detonerade hål är 32 %

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

BORRHÅLS-AVSTÅND(m)	ABSOLUT FREKVENS	RELATIV FREKVENS	KUMULTATIV FREKVENS
0-0.20	0	0.0	0.0
0.21-0.40	1	7.1	7.1
0.41-0.60	4	28.6	35.7
0.61-0.80	5	35.7	71.4
0.81-1.00	1	7.1	78.6
1.01-1.20	0	0.0	78.6
1.21-1.40	1	7.1	85.7
> 1.41	2	14.3	100.0

Fig. 5 Frekvensfördelning av avståndet från detonerat hål till odetonerat håls primer

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

LKAB, Malmberget - I

Med hjälp av Bengt Niklasson från SveDeFo utfördes kontrollen under april-juni 1987.

Avladdningslängden har varit 2-10 m.

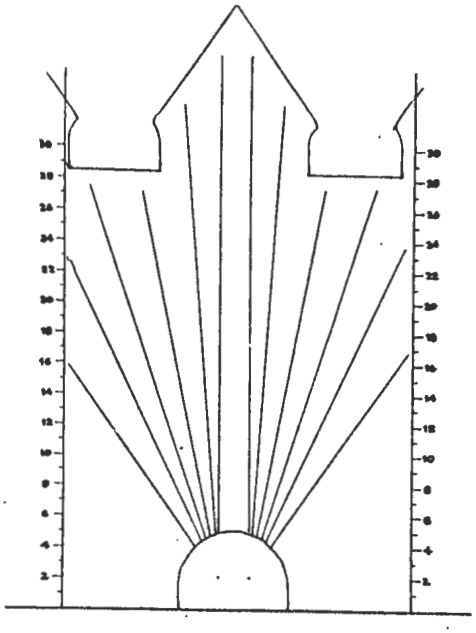

Fig. 6 Borrkrans Malmberget

RESULTAT I:

Sammanställning av 14 stycken kontrollerade salvor

Hål Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Detonerat	14	14	13	12	10	14	14	10	11	13	13	14
Delvis och ej det.			1	2	4			4	3	1	1	

(Av 14 möjliga)

Andelen FELFRITT detonerade salvor är 5 av 14 = 35.7 %.

Andelen DELVIS samt EJ detonerade hål är 16 av 168 = 9.5 %.

Medelavståndet till hål som detonerat = 1.48 m.
Med standardavvikelsen = 0.31 m.

Medelavståndet till hål som delvis och ej detonerat = 1.19 m.
Med standardavvikelsen = 0.31 m.

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

LKAB, Malmberget - II

Kontrollen utfördes med egen personal under nov-dec 1987.

Avladdningslängden har varit 2-12 m.

Borrkrans, se Fig. 6.

RESULTAT II

Sammanställning av 25 stycken kontrollerade salvor

Hål Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Detonerat	23	24	20	20	15	25	22	19	24	20	20	23
Delvis och ej det.	1	1	5	5	10		3	6	1	5	5	2

I ovanstående salvor har inget avbrott eller jordfel funnits i sprängkapselns ledare.

Resultatet från denna kontroll blev sämre än föregående, därmed kan sprängkapselfel som orsak till odetonerade hål avfärdas.

Andelen FELFRITT detonerade salvor är 6 av 25 = 24 %.

Andelen DELVIS samt EJ detonerade hål är 44 av 299 = 15 %.

Medelavståndet till hål som detonerat = 1.42 m,
med standardavvikelsen 0.49 m.

Medelavståndet till hål som delvis och ej detonerat = 1.29 m,
med standardavvikelsen 0.66.

Sammanfattning av resultat

	Antal salvor	Delvis och ej detonerade hål
Grängesberg	3	35 %
Kiruna	5	32 %
Malmberget 1	14	10 %
Malmberget 2	25	15 %

© 1988 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Diskussion

Vid skivrasbrytningens typiska solfjäderborrning med litet hålavstånd i början av borrhålen och primerns placering, oftast 1-6 m upp i borrhålen, kan man konstatera att sannolikheten för initieringsfel på grund av bergrörelser är mycket stor. Med de små bergrörelser som erfordras för att kapa av ett intilliggande Ø 100 mm borrhål under intervalltiden 25 ms behövs en relativ hastighet på berget på i medeltal endast 4 m/s. Sannolikheten är därför mycket stor att delar av borrhålet förskjuts så att endast primer eller en del av borrhålet detonerar.

Referenser

SveDeFo, 1987: Funktionskontroll av sprängning med skivraskransar i Grängesberg. Intern rapport till SSAB, Grängesberg.

Anders Nordqvist, Petro Bloc AB, Kiruna, 1987: Vibrationsmätningar i Kuj. Intern rapport till Kimit AB.