

UB.112290-000

RAPPORT 68-1

NSB BANE REGION NORD

Nordlandsbanen

Raudberget tunnel

Seismiske målinger

SVERRE MYKLEBUST A/S

Seismiske målinger

Nyveien 23b 1320 Stabekk

Rapport 68-1

Stabekk, 21. november 1994

NSB Bane Region Nord

Nordlandsbanen

Raudberget tunnel

Seismiske målinger

INNHOLD

Innledning

Markarbeid

Utsetting og innmåling

Måleresultater

BILAG OG TEGNINGER

- Bilag A : Orientering om seismiske målinger.
- Bilag B : Seismiske hastigheter i løsmasser og fjell,
samt orientering om nøyaktigheten av beregningene.
- Tegn.nr. 68-1 : Situasjonsplan seismiske målinger profil 1-8/94.
- Tegn.nr. 68-2 : Seismiske målinger profil 1-7/94.
- Tegn.nr. 68-3 : Seismiske målinger profil 8/94.

INNLEDNING

Sverre Myklebust A/S har etter oppdrag fra NSB Bane Region Nord, ved Berdal Strømme A/S, utført seismiske målinger for påhugg Raudberget tunnel.

Hensikten med undersøkelsen var å finne løsmassedybdene langs profilene, samt registrere de seismiske hastighetene i fjellet.

MARKARBEID

Arbeidene ble utført i tidsrommet 28.9-2.10.94 under ledelse av Sverre Myklebust.

Til målingene ble det brukt en 24 kanalers seismograf, Terraloc ABEM. Geofonavstand var 5m og skuddavstand 25m. Samlet profil-lengde 670m fordelt på 8 profiler.

UTSETTING OG INNMÅLING

Måleprogrammet er satt opp i samarbeid med Svein Sørheim fra Berdal Strømme og satt ut av det seismiske målelaget.

Profilene er kjedet ut med mål langs bakken. Dette gjør at horisontal-avstanden blir kortere enn utsatte peler er merket med.

Utkjedete lengder er profil 1 og 7/94 55m, profil 2-6/94 80m og profil 8/94 225m.

Innmåling og profilering er utført av Scan Survey A/S.

Etter våre notater i marken skulle profilene 5 og 6/94 starte ca. 3m fra skinnegangen, mens situasjonsplanet viser en noe større avstand.

MÅLERESULTATER

Resultatet av målingene er vist på rapportens profiltegning. Løsmassedybdene varierer fra ca. 2-15m. De største avsetningene finnes i siste del av profilene 2-6/94.

Det er registrert et topplag med hastighet 400-500m/s og et bunnlag på 700-800m/s i første del av tverrprofilene, som øker til 1000-1200m/s i siste del av profilene. Vanligvis viser hastighets-skillet overgang til vannmettede masser, men da skulle bunnlaget hatt en hastighet på 1500m/s eller høyere. Dette kan tyde på delvis drenerte masser som kan bestå av silt/sand, evt. blandet med blokk/urmasser. For å kunne fastslå dette, må det bores eller prøvegraves i profilene.

Fjellhastigheter.

Tverrprofilene viser fjellhastigheter på 4300-4400m/s. Dette er svært lave hastigheter, og en må regne med oppsprukket eller lagdelt fjell.

Lengdeprofilet viser en hovedhastighet på 4900m/s. Langs dette profilet er det registrert flere markerte svakhetssoner med

hastighet under 3000m/s som kan være svakhetssoner eller igjenfylte kløftsoner.

Sluttkommentar.

Profiltegningene viser alle detaljer som er fremkommet i gangtidsdiagrammene. Men i de dypeste partier kan det være blindsonelag mot fjellet, og da vil løsmassedybdene bli større enn angitt.

Forøvrig vises det til bilag B i rapporten som gir orientering om seismiske hastigheter i løsmasser og fjell, samt orientering om nøyaktigheten av beregningene.


Sverre Myklebust

SEISMISKE MÅLINGER

Anvendelse

Seismiske målinger kan nyttes til å besvare en rekke spørsmål angående grunnforholdene. Metoden er anvendbar til å registrere løsmassemektheter og gir også en god indikasjon på fjellets kvalitet.

Seismiske målinger kan også utføres under vann og er derfor godt egnet til undersøkelser for havneanlegg, broer og tunnelutslag under vann.

ARBEIDSOPPLEGG OG PRINSIPP

Geofoner plasseres langs et profil, vanligvis med 5 eller 10 meters avstand. Mindre sprengladninger avfyres i overflatelaget, og lydbølgene som forplanter seg fra skuddpunktet blir registrert av geofonene. I geofonene blir vibrasjonen i grunnen omsatt til elektriske impulser, som gjennom kabler blir ført fram til registreringsinstrumentene. Disse består av forsterker og registreringsapparat. I registreringsapparatet blir de elektriske impulsene overført til en film som har tidsinndeling.

På denne måten kan en finne ut hvor lang tid lydbølgene har brukt fra skuddpunktet gjennom de forskjellige lagene fram til geofonene. Hastighetene i de lag som undersøkes, får en ved å plote de observerte gangtider i et diagram som funksjon av avstand mellom geofonene og skuddpunktet.

På grunnlag av matematisk utledede formler kan en beregne dypet til de forskjellige lagene. Formelen bygger på følgende forutsetninger:

1. Konstant hastighet innenfor lagene i området ved hvert beregningspunkt.
2. Hastighetene fra lag til lag må øke nedover i dypet.
3. Økningen i hastighetene mellom lagene må være så stor at hvert lag blir registrert i gangtidsdiagrammet.

Avvik fra disse forutsetninger kan gi grunnlag for følgende feilkilder:

- a. Dersom bunnlaget har lavere hastighet enn topplaget, kan en beregne for store dyp til fjell.
- b. Blindsoner er lag som har høyere hastighet enn overliggende lag, men lagets mektighet og beliggenhet i dypet gjør at det ikke kan registreres i gangtidsdiagrammet. I slike tilfelle kan en beregne for små dyp til fjell.

Måleresultatene vil i de fleste tilfelle gi indikasjon på om de nevnte forutsetninger er oppfylt.

SEISMISKE HASTIGHETER I LØSMASSE

Seismiske hastigheter (longitudinalbølger) spenner over et stort område fra ca. 300m/s i organiske eller tørre og løse jordlag til ca. 2800m/s i tettlagrede, vannmettede morenemasser. Avgjørende for hastighetene er sammensetningen av løsmassene, porøsitet, vanninnhold og kornstørrelse.

I de fleste tilfeller vil en få en markert hastighetsøkning i overgangen til grunnvannet. Vannhastigheten ligger på ca. 1470m/s.

De seismiske hastighetene kan gi visse indikasjoner på løsmasstype. Bakgrunnen for dette er at forskjellige løsmasstyper faller innenfor visse hastighetsområder. Nedenfor er det satt opp en tabell over variasjonsområder for hastighetene i enkelte løsmasstyper:

Over grunnvann		Under grunnvann
Sand	300 - 1000m/s	1000 - 1800m/s
Leire	400 - 1200m/s	1400 - 1700m/s
Grus	300 - 1200m/s	1500 - 2000m/s
Morene	500 - 1400m/s	1500 - 2800m/s

Ved hjelp av seismiske hastigheter og vurdering av de geologiske forhold, kan en få god informasjon om løsmasse-avsetningene. Men for endelig bestemmelse av løsmasstype, må en ha prøver av massene.

SEISMISKE HASTIGHETER I FJELL

Det kan være store variasjoner i fjellhastighetene avhengig av hvilke bergarter en måler over, fra 3000m/s i porøs sandstein til opp imot 7000m/s i bergarter som diabas/gabbro.

Normalt regner en med at f.eks. gneisbergarter med hastigheter over 5000m/s er av god kvalitet, lav oppsprekkningsgrad. I skifrige bergarter er hastighetene vanligvis noe lavere og en kan få variasjoner i hastighetene på opptil 1000m/s, avhengig av om det måles parallelt eller på tvers av strøkretningen.

Hastigheter i svakhetssoner for vanlige bergarter i Norge:

Svakhetssoner	3000 - 4000m/s
Svakhetssoner eller igjenfylte kløfter	2000 - 3000m/s

Hastigheter fra 4000m/s - 4500m/s kan i spesielle tilfeller være svakhetssoner (sprekksoner).

NØYAKTIGHET AV BEREKNINGENE

Ut i fra tidligere erfaringer regner en med en nøyaktighet på $\pm 1m$ inntil 10m løsmasser og $\pm 10\%$ over 10m løsmasser.

Avvik fra dette kan oppstå ved ujevn fjelloverflate, blindsonelag og spesielle geologiske forhold, men i de fleste tilfeller vil dette kunne registreres i gangtidsdiagrammene.

Alle dybdebestemmelsene er vinkelrett på fjellflaten.



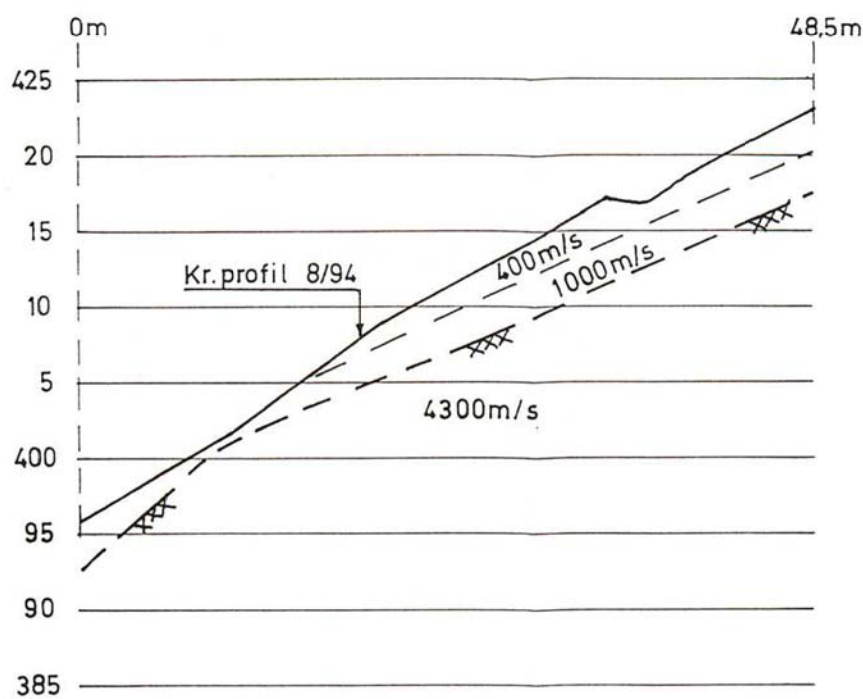
INNMÅLING AV PELER FOR GRUNNBORING

PUNKT	X	Y	Z
220-V-Terreng	943720.966	-78301.429	419.61
220-V-Pel	943720.945	-78301.395	419.96
220-H-Terreng	943718.830	-78302.899	419.68
220-H-Pel	943718.801	-78302.870	419.93
205-V-Terreng	943731.435	-78317.965	418.14
205-V-Pel	943731.487	-78317.995	418.47
185-H-Terreng	943741.750	-78334.904	416.69
185-H-Pel	943741.728	-78334.962	417.04
185-V-Terreng	943743.446	-78333.769	417.29
185-V-Pel	943743.446	-78333.769	417.65
170-Terreng	943753.014	-78345.741	416.88
170-Pel	943752.948	-78345.748	417.22
150-V-Terreng	943769.342	-78362.190	416.09
150-V-Pel	943769.355	-78362.208	416.44
150-H-Terreng	943766.539	-78362.732	415.57
150-H-Pel	943766.527	-78362.715	415.91

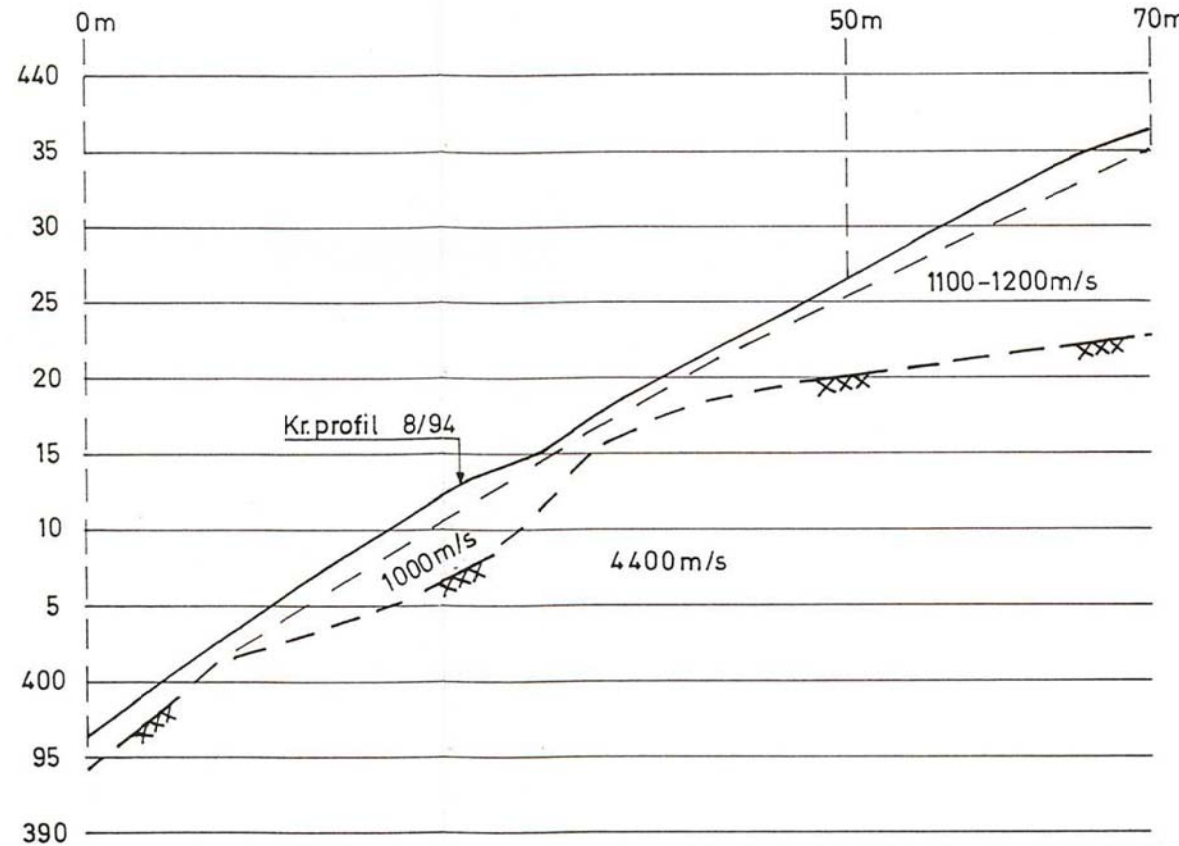
Oppdragsgiver : NSB Bane Region Nord			
Anlegg : Nordlandsbanen			
Sted : Raudberget tunnel			
Situasjonsplan, seismiske målinger Profil 1/94 - 8/94		Målestokk	Målt
		1:1000	Beregn.
		Tegn. SM	nov. - 94
Sverre Myklebust AS		Tegn. nr. 68 - 1	
Seismiske målinger			

Berdal Strømme a.s		NORDLANDSBANEN KROKSTRAND SEISMISKE PROFILER			
 Sponstugrenda 14 1263 Oslo Fax : 22 62 50 23 Tel.: 22 62 50 20		PROFILOVERSIKT			
		1:1000	Dato: 29.10.94	Sign: J. RAVN	Tegn: 281

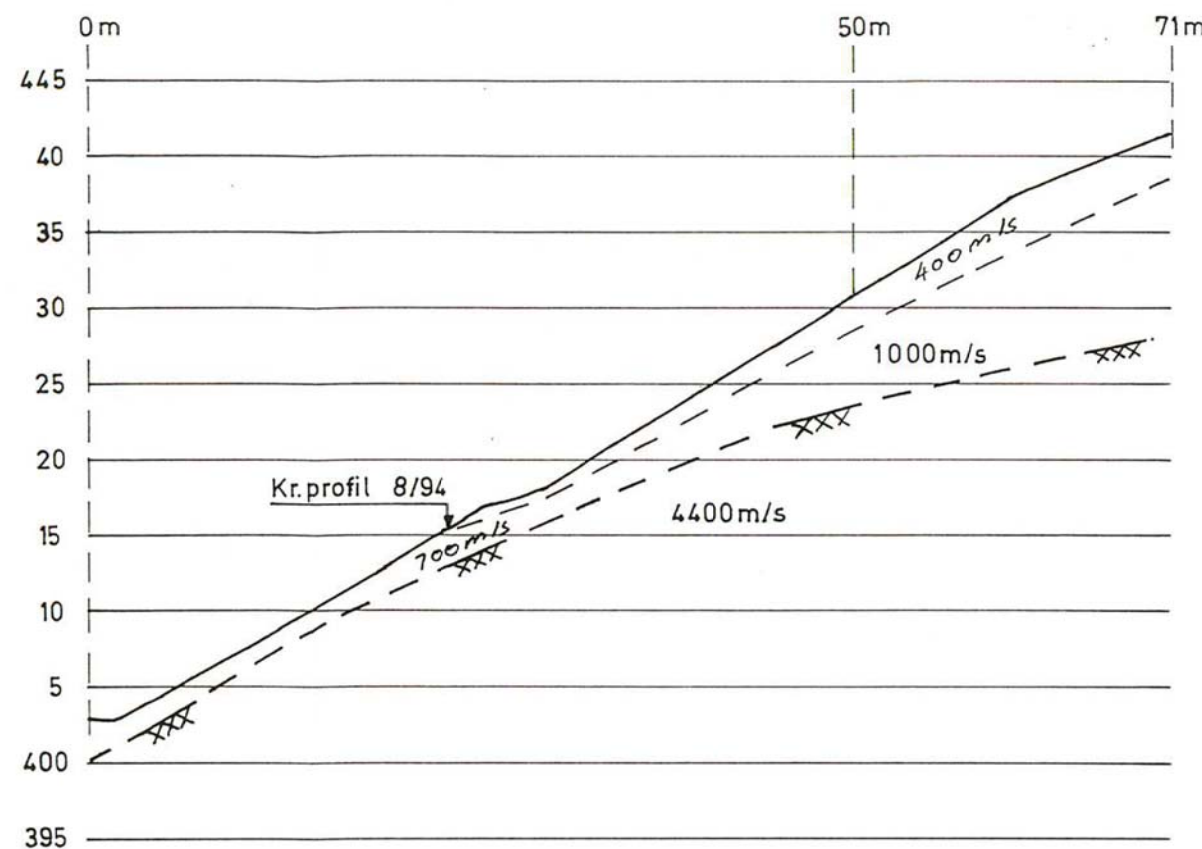
Profil 1/94



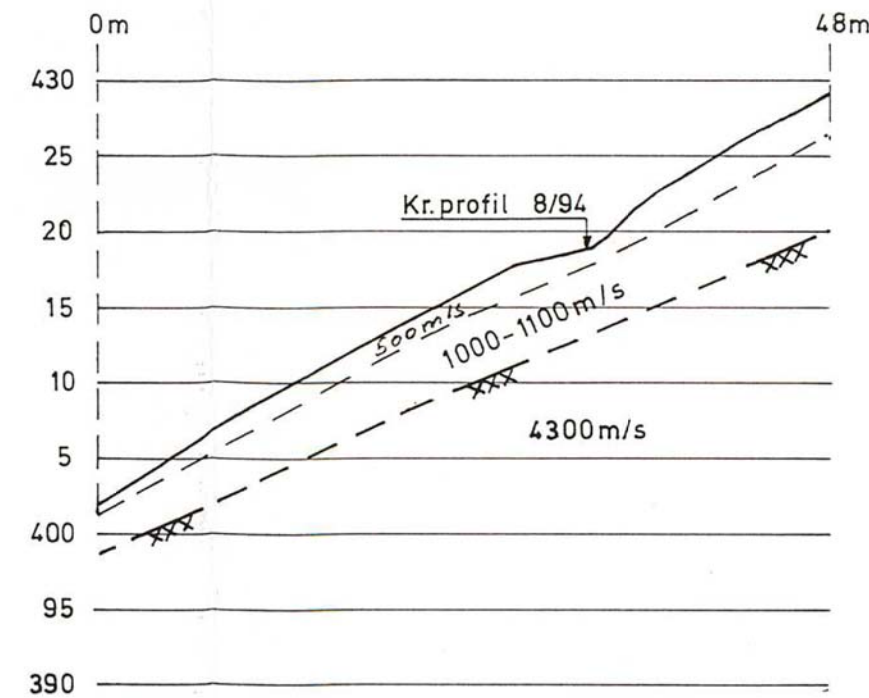
Profil 3/94



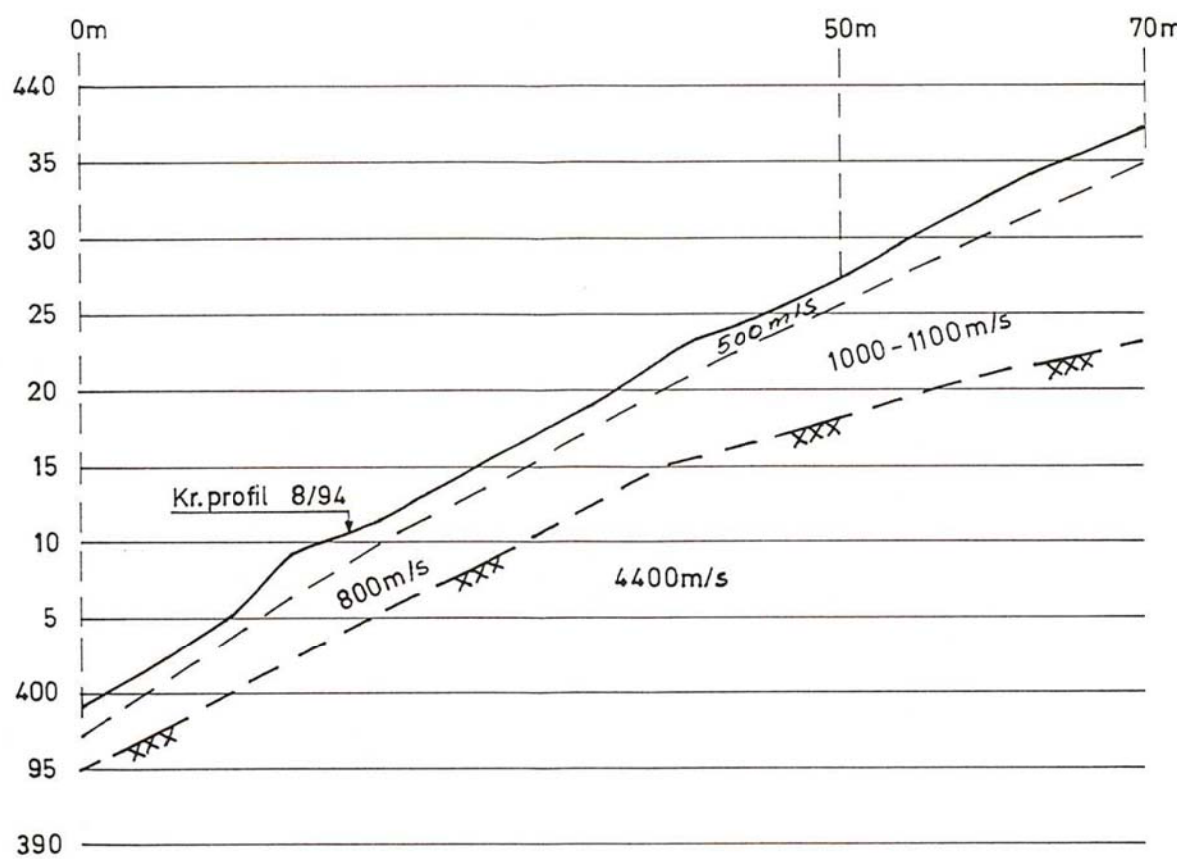
Profil 5/94



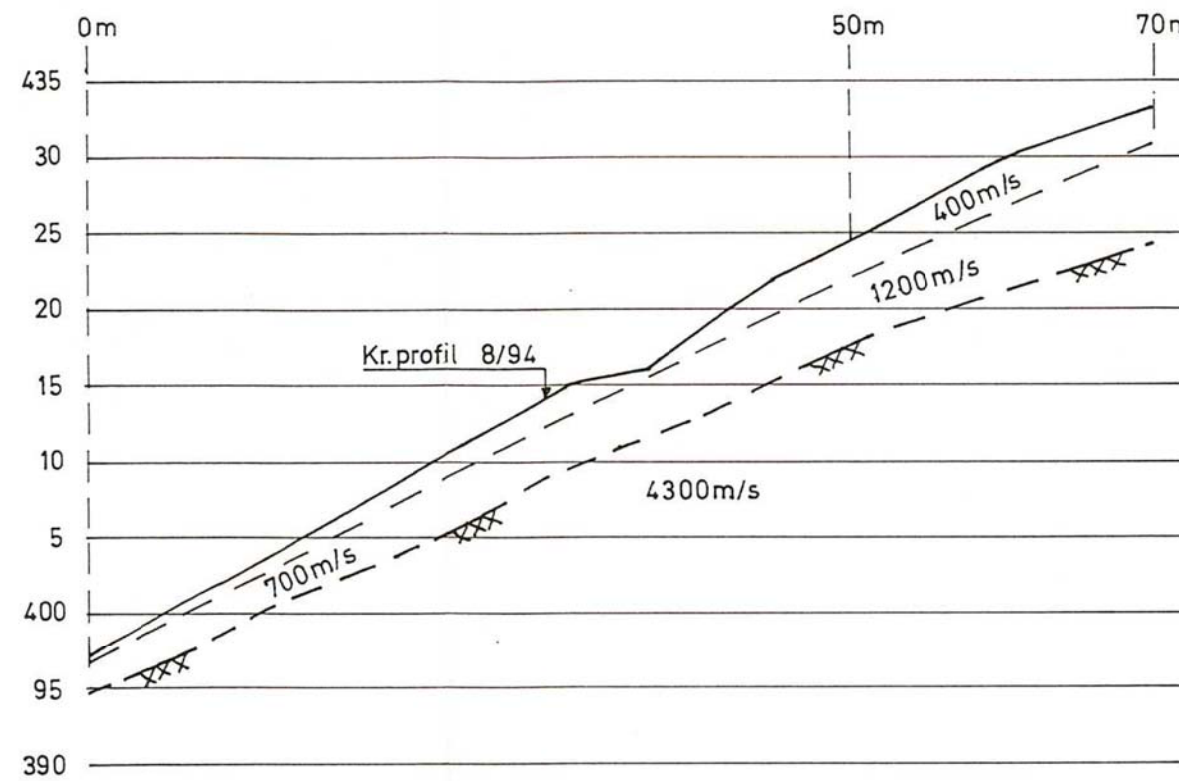
Profil 7/94



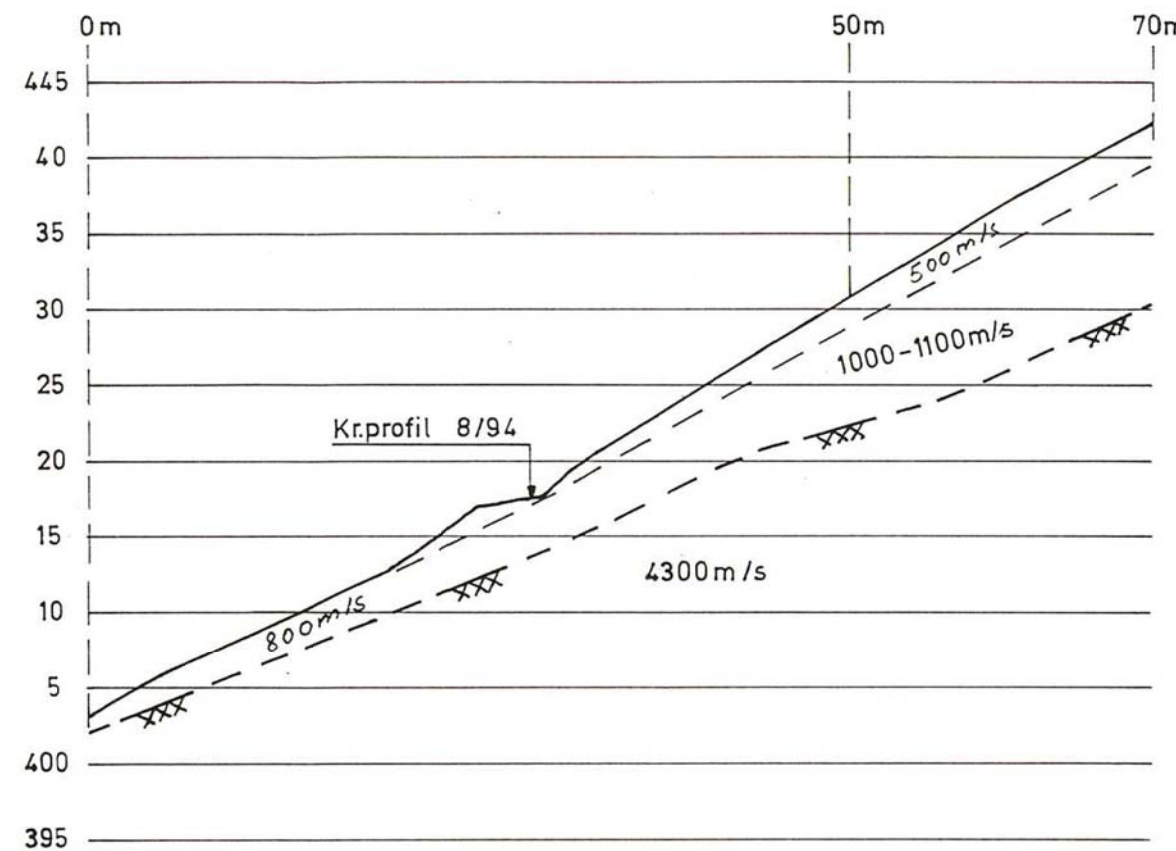
Profil 2/94



Profil 4/94

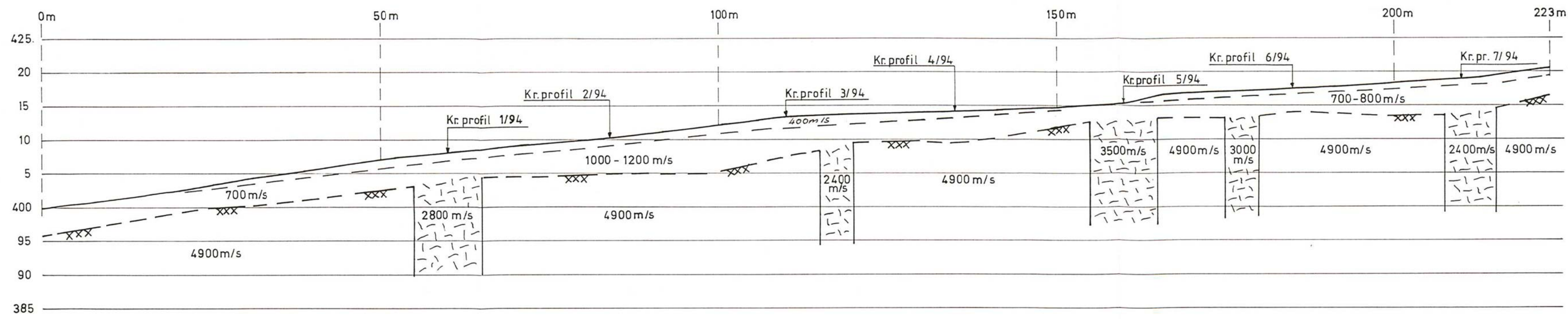


Profil 6/94



Oppdragsgiver : NSB Bane Region Nord				
Anlegg : Nordlandsbanen				
Sted : Raudberget tunnel				
Seismiske målinger Profil 1/94 - 7/94	Målestokk 1:500	Målt	SM	okt. - 94
		Beregn.	"	" " "
		Tegn.	"	nov. - 94
		Klr.		
Sverre Myklebust AS		Tegn. nr. 68 - 2		
Seismiske målinger				

Profil 8/94



Oppdragsgiver : N S B Bane Region Nord				
Anlegg : Nordlandsbanen				
Sted : Raudberget tunnel				
Seismiske målinger Profil 8/94	Målestokk 1:500	Målt	SM	okt. - 94
		Bereg.	"	" "
		Tegn.	"	nov. - 94
		Kfr.		
Sverre Myklebust AS		Tegn. nr. 68 - 3		
Seismiske målinger				