

# Rapport

Oppdragsgiver: **Statens vegvesen Region Nord**

Oppdrag: **Ryaforbindelsen  
Undersjøisk vegtunnel**

Emne: **Ingeniørgeologisk anbudsrapport**

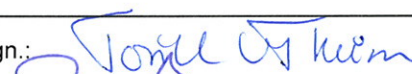
Dato: **27. juni 2008**

Rev. – Dato

Oppdrag- /  
Rapportnr. **710029 - 3**

Oppdragsleder: **Torill Utheim**

Sign.:



Saksbehandler: **Sverre Barlindhaug**

Sign.:



Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Ole-Andre Helgås**

## Sammendrag:

Statens vegvesen Region Nord planlegger veiforbindelse under Rystraumen i Tromsø kommune. Det skal bygges undersjøisk tunnel mellom Larseng på Kvaløya og Balsnes på Malangshalvøya.

Berggrunnen i området er dominert av massiv granatglimmerskifer/-gneis. Skifrihetsplanene i bergarten er nesten flattliggende. I områder med eksponert berg er oppsprekning langs skifriheten dominerende, men generelt er det stor avstand mellom sprekken og de er lite markerte. Andre sprekker er steile og forekommer meget sporadisk.

Det er utført vertikal kjerneboring på Malangshalvøya og på Kvaløya nær tunneltraseen. Begge hullene viser massiv granatglimmerskifer i hele dybden og indikerer at dette vil være den dominerende bergarten langs hele tunnelen.

I følge de seismiske undersøkelsene er store deler av sjøbunnen langs tunneltraseen dekket av løsmasser, som antas å være enten leirige, siltige marine avsetninger eller morene.

De seismiske hastighetene indikerer også at berggrunnen under sjøbunnen er homogen uten større svakhetssoner. Det kan være markerte sprekkesoner i berggrunnen som vil kunne berøre tunnelen, men som ikke har blitt registrert av de seismiske undersøkelsene.

Ved påhugget på Larsengsiden viser grunnundersøkelser at det er mellom 2 m og 3,5 m med løsmasser over berg og at bergoverflaten er nær horisontal langs tunnelaksen. Bebyggelse og et bekkeløp gjør at det ikke er ønskelig å flytte påhugget lenger inn enn planlagt. For å kunne etablere påhugget på planlagt sted, vil det være aktuelt med forhåndssikring av berget og forsiktig tunnelsprengning til å begynne med.

Ved påhugg på Vikransiden er det ubetydelig med løsmasser over berg og terrenget stiger på langs tunnelaksen. Dette forventes å gi enklere forhold for å etablere et stabilt tunnelpåhugg.

## Innholdsfortegnelse

|     |                                 |   |
|-----|---------------------------------|---|
| 1.  | Innledning.....                 | 3 |
| 2.  | Utførte undersøkelser .....     | 3 |
| 2.1 | Seismiske registreringer.....   | 3 |
| 2.2 | Kjerneboringer .....            | 4 |
| 2.3 | Geotekniske undersøkelser ..... | 5 |
| 3.  | Geologi.....                    | 5 |
| 3.1 | Løsmasser .....                 | 5 |
| 3.2 | Berggrunn .....                 | 5 |
| 3.3 | Hydrogeologi .....              | 6 |
| 4.  | Tunneltrase .....               | 6 |
| 5.  | Tunnelpåhugg.....               | 7 |
| 5.1 | Balsnes .....                   | 7 |
| 5.2 | Larseng.....                    | 7 |
| 6.  | Referanser.....                 | 8 |

## Tegninger

|              |  |
|--------------|--|
| 710029 -0    | Oversiktskart                                      |
| 710029 -151a | Plan ingeniørgeologiske og seismiske undersøkelser |
| 710029 -150  | Ingeniørgeologisk lengdeprofil                     |
| 02052 -301   | Profil P1/02 (GeoPhysix A/S)                       |
| 710029 -160  | Profil P2U3/87                                     |
| 02052 -302   | Profil P2/02 (GeoPhysix A/S)                       |
| 710029 -161  | Profil P2U1/87                                     |
| 710029 -162  | Profil P2U2/87                                     |
| 02052 -303   | Profil P3/02, pel 1650 - 2000 (GeoPhysix A/S)      |
| 02052 -304   | Profil P3/02, pel 2000 – 2350 (GeoPhysix A/S)      |
| 02052 -305   | Profil P3/02, pel 2350 - 2500 (GeoPhysix A/S)      |

## Vedlegg

|           |   |
|-----------|---|
| Vedlegg 1 | Refraksjonsseismisk metodebeskrivelse (GeoPhysix A/S) |
| Vedlegg 2 | Tegnforklaring refraksjonsseismikk (GeoPhysix A/S)    |
| 4000 -3   | Ingeniørgeologiske undersøkelser. Strøk og fall       |

## 1. Innledning

Statens vegvesen Region Nord planlegger veiforbindelse mellom Malangshalvøya og Kvaløya ved Rystraumen. Forbindelsen er tenkt gjennomført med en undersjøisk tunnel mellom Larseng på Kvaløya og Nordforneset på Balsnes på Malangshalvøya. Tunnelen blir om lag 2700 m lang og er planlagt med tverrsnitt T 8,5. Basert på grunnforholdenes vanskelighetsgrad og krav til anlegget plasseres tunnelen i undersøkelsesklasse B – vanlig kontroll.

Planleggingsarbeidet har gått over lang tid, og det er utført undersøkelser i perioden 1986-2007.

Den foreliggende rapporten er en sammenstilling av de utførte undersøkelsene, og gir en oppsummering av grunnforholdene langs planlagt tunneltrase. I tillegg inneholder rapporten en vurdering av bergforholdene med tanke på tunneldriving og bergsikring.

## 2. Utførte undersøkelser

Multiconsult v./ tidl. Noteby A/S utførte i 1986 akustiske undersøkelser for å dokumentere dybdeforholdene langs aktuelle tunneltraseer. Resultatene er presentert i rapport nr. 44011-1, oktober 1986.

I 1987 utførte Multiconsult v./ tidl. Noteby A/S orienterende ingeniørgeologiske undersøkelser av eksponert berg ved planlagt tunneltrase på Kvaløya og på Balsnes. Det ble også gjennomført refraksjonsseismiske målinger langs 3 profiler for den undersjøiske delen av tunnelen. Resultatene er presentert i rapport nr. 38153-1, september 1987.

I 2002 gjennomførte Geophysix A/S supplerende seismiske undersøkelser langs den mest aktuelle tunneltraseen. Undersøkelsene omfattet 15 kabelutlegg langs 3 profiler. De to ytterste profilene dekker områder både på land og sjø, ref. GeoPhysix rapport nr. 02052, rev.1, november 2002.

I 2006 utførte Geo Drilling 2 kjerneboringer ved planlagt tunneltrase. Begge kjerneboringene er boret vertikalt. Boringen som er utført på Malangshalvøya ved Vikran er 140 m dyp. Den andre, på Kvaløya ved Larseng, er 110 m dypt. Borekjernene er logget av NGI, jfr. rapport nr. 20061309-1, mai 2006.

Statens vegvesen har gjennomført grunnundersøkelser ved begge tunnelpåhuggene, jfr. rapport nr. 2005080759-45, mai 2008.

### 2.1 Seismiske registreringer

Plassering av refraksjonsseismiske profiler er vist på tegning nr. 710029-151 a.

#### Profil P1 (utført 2002), tegning nr. 02052-301

Profilen dekker den østligste delen av den planlagte tunneltraséen, består av 4 kabelutlegg og er 358 m langt. Det er registrert bare opptil 1 m med løsmasse langs profilen. Ved refraksjonsseismiske registreringer er det vanskelig å skille ut løsmasser med mektighet mindre enn 1 m.

I berggrunnen er det stort sett registrert seismisk hastighet på mellom 5400 m/s og 5600 m/s, men på de siste 30 m av profilen (lengst vest) er det målt en seismisk hastighet på 5100 m/s.

#### Profil P2U3 (utført 1987), tegning nr. 710029-160

Profilen er et utlegg på 215 m. Det er registrert løsmassemektighet mellom 1 og 3 m langs profilen. Seismisk hastighet i løsmassene er målt til 1900 m/s, og indikerer middels fast lagrede masser.

I berget er det registrert seismiske hastigheter på 5100 m/s og 5200 m/s ved endene av profilen. Omtrent ved midten av profilen er det registrert et ca 40 m bredt parti med noe lavere hastighet, 4300 m/s.

#### Profil P2 (utført 2002), tegning nr. 02052-302

Profilen består av 3 kabelutlegg og er 316 m langt. Langs de østligste ca 256 meterne av profilen er løsmassemektighet opp til 1,5 m. På de siste 60 meterne øker mektigheten til 2,5 m.

I berggrunnen er det hovedsakelig registrert seismiske hastigheter på 5400 m/s og 5500 m/s. I den vestlige delen av profilen er det registrert en ca 10 m bred lavhastighetszone med hastighet 3500 m/s. Denne sonen vil sannsynligvis krysse tunnelen en plass mellom ca. pel 1290 og 1340 og kan representere svakt berg.

#### Profil P2U1 (utført 1987), tegning nr. 710029-161

Profilen er et utlegg på 215 m. Løsmassemektighet varierer mellom 0 og 10 m, og den seismiske hastigheten i løsmassene ligger mellom 2300 m/s og 2400 m/s.

I berget er det målt seismiske hastigheter mellom 5500 m/s og 6300 m/s.

#### Profil P2U2 (utført 1987), tegning nr. 710029-162

Profilen er et utlegg på 215 m. Løsmassemektighet varierer fra 5 til 7 m. Seismisk hastighet i løsmassene varierer mellom 1800 m/s og 2300 m/s.

I berget er den seismiske hastigheten 5200 m/s langs hele profilen.

#### Profil P3 (utført 2002), tegning nr. 02052-303, -304 og -305

Profilen dekker den vestligste delen av tunneltraséen, består av 8 kabelutlegg og er 843 m langt. Langs de østligste ca 330 m av profilen er det registrert løsmassemektighet mellom 3 og 5 m. Videre vestover og inn mot land varierer mektigheten mellom 0 og 2 m.

Den seismiske hastigheten i berggrunnen er i hovedsak målt til 5100 m/s bortsett fra et ca 10 m bredt parti inne ved land hvor det er registrert en seismisk hastighet på 4100 m/s.

## 2.2 Kjerneboringer

Plassering av utførte kjerneboringer er vist på plantegning nr 710029 – 151 a. Hullet ved Nord-Forneset ble boret 140 m dypt i berg mens hullet på Larseng ble boret 3 m i løsmasse og 110 m i berg. Kjernerne fra begge hullene viser massiv granatglimmerskifer hvor skifrihetsplanene er nær horisontal. Det er generelt lite spalting langs skifrihetsplanene og det er bare sporadisk registrert annen oppsprekning av kjernen. Det er ikke registrert noen knusningssoner ved kjerneboringen og det er ikke registrert noe kjernetap.

### 2.3 Geotekniske undersøkelser

Statens vegvesen har gjennomført grunnboringer ved begge tunnelpåhuggene. Resultatene fra disse undersøkelsene er presentert i rapport 200508759-45. Undersøkelsene viser at det ved påhugget på Balsnessiden i hovedsak bare er et tynt morene- og vegetasjonsdekke over berg. Ved påhugget og langs planlagt tunneltrase på Larsengsiden varierer tykkelsen på løsmasselaget over berg på mellom 2,2 m og 3,5 m.

## 3. Geologi

### 3.1 Løsmasser

Både på Balsnes og ved Larseng er bergoverflaten i hovedsak dekket av løsmasser.

Eksponert berg finnes langs strandkanten og i veiskjæringer på Balsnessiden. I områdene med løsmassedekke er terrenget ofte myrlendt, noe som indikerer at løsmassene kan bestå av tett morene eller at det finnes lag av siltige, leirige marine avsetninger.

Grunnboringer ved påhugg Larseng viser at løsmasselaget er mellom 2 m og 4 m tykt. Boringene indikerer at løsmassene i hovedsak er marine sedimenter.

De refraksjonsseismiske undersøkelsene indikerer at løsmassene på sjøbunnen kan bestå vesentlig av siltige og leirige marine sedimenter, med mektigheter fra 1 m til 3 m. Ved lavbrekket indikerer de seismiske undersøkelsene at det sannsynligvis er faste moremasser. Mektigheten på det antatte morenelaget kan være opptil 10 m.

### 3.2 Berggrunn

Ryaforbindelsen ligger i et område hvor berggrunnen er dominert av metamorfe bergarter fra kambro-silur. De dominerende bergartene er granatglimmerskifer og granatglimmergneis. NGUs geologiske kart M= 1:50.000 indikerer at det nord for påhugget ved Larseng forekommer en lys grå, finkornig gneis tolket som meta-arkose med lag av kvartsitt.

I henhold til NGUs geologiske kart har skifriheten i bergartene strøkretning mot NØ og svakt fall mot NV. Under feltkartlegging er det registrert at eksponert berg hovedsakelig er massivt, og generelt viser liten oppsprekning langs skifriheten. Ved Balsnes er det registrert skifrihetssprekker med strøk N40°–50°Ø og fall ca 10°N. Ved Larseng faller skifrihetsplanene svakt mot øst.

Under feltarbeidet ble det sporadisk observert sprekker som ikke følger skifriheten. En vesentlig del av disse sprekkene er steile, og har strøkretning N70°V eller N80°Ø. Det er også registrert enkelte sprekker med strøk N30°V og fall ca 70°SV.

De refraksjonsseismiske undersøkelsene viser generelt høye seismiske hastigheter i berggrunnen langs tunneltraseen, hovedsakelig 5100 m/s - 5600 m/s. Lengst øst i profil P2U1/87 er det registrert et parti med hastighet helt opp i 6300 m/s. Dette indikerer generelt homogen, fast berggrunn. De gjennomgående høye seismiske hastighetene kan også gjenspeile at målingene er gjennomført nesten parallelt med bergartsskifriheten og dermed orientert langs bergartsmineralene.

Sonene med lavere hastigheter som er registrert i profil P2/02, P3/02 og P2U3/87 (seismisk hastighet henholdsvis 3500 m/s, 4100 m/s og 4300 m/s) representerer neppe mektige leirfylte knusningssoner. Mest sannsynlig representerer sonene partier som er tettere oppsprukket enn

berggrunnen omkring, eller partier der bergarten er foldet slik at skifriheten og mineralorienteringen ikke lenger er parallell med måleretningen i de seismiske profilene.

Utførte kjerneboringer bekrefter overflatekartleggingen av berggrunnen og de generelt høye seismiske hastighetene i berggrunnen. Begge kjerneborhullene viser massiv granatglimmerskifer hvor skifriheten er nær horisontal. Det er registrert helt ubetydelig spalting langs skifrihetsplanene eller annen oppsprekning.

### 3.3 Hydrogeologi

Vannforholdene i fjellgrunnen gir normalt ikke grunn til spesielle problemer i Norge.

Ved påhuggsområdene vil tunnelen imidlertid gå gjennom en sone med dagfjell. I dagfjellssonen er berget vanligvis mer oppsprukket, og sprekkeene mer åpne, enn for øvrig. Dette fører ofte til noe vannlekkasje på disse partiene av tunnelen.

På Larsengsiden krysser traseen under en bekk i påhuggsområdet. Dette bekkeløpet må trolig midlertidig legges om i anleggsperioden. For å hindre innlekkasje i tunnelen og bevare bekken, må det trolig iverksettes tiltak for den permanente situasjonen.

De utførte undersøkelsene indikerer at bergoverflaten er dekket av løsmasser langs nesten hele den planlagte tunneltraseen både på land og under sjøen. Løsmassene antas å være enten finstoffrike marine sedimenter eller morene. Det antas at massene generelt vil være lite permeable, men i overgangen mellom løsmassene og bergoverflaten kan det være vannførende sjikt. Et slikt sjikt kan medføre lekkasjeproblemer ved påhuggene, spesielt på Larsengsiden hvor det tette løsmasselaget vil dekke et stort område slik at vannsjiktet kan være under trykk.

Den massive granatglimmerskiferen /-gneisen, som er observert i blotninger nær tunneltraseen ved Larseng og på Balsnes og ved kjerneboring, er erfaringsmessig lite permeabel, og vil erfaringsmessig bare gi små vannlekkasjer inn i tunnelen. Lekkasjer vil imidlertid kunne opptre som spredte drypp og fukt fordelt over store deler av tunnelen. Konsentrerte lekkasjer kan opptre i forbindelse med eventuelle sprekkesoner. De tre sonene som er avdekket med lavere seismisk hastighet enn berget rundt, kan representere partier der det vil bli økt lekkasje.

Tunneldriving kan medføre senkning av grunnvannet, som igjen kan gi setninger i overliggende løsmasser og dermed skade på eventuell bebyggelse over. Den aktuelle tunnelen kommer kun i berøring med bebyggelse lokalt rundt påhuggsområdet på Larsengsiden. Ut fra registrerte løsmasseforhold vurderes imidlertid setningsfaren som lite.

Siden dette er en undersjøisk tunnel med lavbrekk og alt lekkasjevann må pumpes ut, er ønskelig å holde innlekkasjen på et minimum. Ved tunneldriving skal det derfor utføres kontinuerlig sonderboring foran stoff med lekkasjemåling. Ved innlekkasje større enn 3 liter pr. minutt / hull skal det utføres injeksjon.

## 4. Tunneltrase

Kjerneboringerne viser massiv granatglimmerskifer ned til ca. 130 m under havoverflaten. I og med at registrert skifrihet i blotninger i området og i kjerneborhullene er nær horisontal, indikerer dette at bergartstypen som er registrert i kjerneborhullene kan være representativ langs hele tunnelengden.

I og med at bergmassen er en granatglimmerskifer med nær horisontal skifrihet, vil store deler av tunnelen bli drevet nær parallelt med skifriheten. Dette kan gi vanskelige brytningsforhold med borkrangel og dårlig sprengningseffekt.

Bergkvaliteten indikerer generelt gode stabilitetsforhold hvor sikring i hovedsak forventes å kunne begrenses til spredt bolting og sprøytebetong. Det at skifriheten er nær parallell med tunnelen kan medføre at det i store deler av tunnelen blir flat heng. I veggene forventes nødvendig bergsikring i hovedsak å kunne begrenses til sporadisk bolting dersom det blir utført forsiktig kontursprengning. Ved for kraftig kontursprengning vil det kunne åpnes opp sprekker langs skifriheten og gi økt sikringsbehov. For å redusere behovet for omfattende rensk og eventuell sikring med sprøytebetong, er det derfor viktig at det blir utført forsiktig kontursprengning.

De utførte seismiske undersøkelsene har avdekket 3 soner med lavere seismisk hastighet enn berget for øvrig. De seismiske hastighetene indikerer imidlertid ikke markerte svakhetssoner, men berget kan være svakere eller mer oppsprukket enn bergmassene for øvrig langs den planlagt tunneltraseen. Muligheten for at det finnes svakhetssoner som seismikken ikke har avdekket er til stede, men sannsynligheten for at slike soner vil være store og at de vil representere helt oppknust berg vurderes som liten.

Antatt forløp av registrerte lavhastighetssoner er vist på ingeniørgeologisk kart og lengdeprofil, tegning nr. 710029-150 og -151 a. Sonenes plassering og forløp på tunnelnivå er antatt ut fra registreringer på seismiske undersøkelser.

Under driving av den undersjøiske tunnelen skal det gjennomføres kontinuerlig sonderboring foran stoff for å kartlegge både lekkasjesituasjonen og kvaliteten på bergmassene foran og over tunnelen. På bakgrunn av resultater fra sondboringene kan nødvendige tiltak planlegges og settes i gang umiddelbart og før passering av eventuelle svake og oppknuste partier.

Plassering av snunisjer er vist med pelnummer på tegningene. Endelig plassering vil imidlertid også bli vurdert ut fra de geologiske forhold for å unngå uønskede stabilitetsproblemer. Plasseringene av snunisjer og havarilummer er derfor orienterende på tegningene. Den endelige plassering vil bli utført etter hvert som bergforholdene blir avdekket.

## **5. Tunnelpåhugg**

### **5.1 Balsnes**

Terrenget stiger svakt på langs planlagt tunnelpåhugg ved Nordfornes. Videre viser kartlegging og utført grunnboring at det enten er eksponert berg eller ubetydelig med løsmasser over berg. Det vil trolig være behov for forsiktig kontursprengning og forhåndssikring inntil tunnelen har tilstrekkelig bergoverdekning. Det kan være behov for korte eller delte tunnelsalver til å begynne med.

### **5.2 Larseng**

Ved tunnelpåhugget på Larseng er terrenget og bergoverflaten nær horisontal langs planlagt tunnelakse. Bebyggelse og et bekkeløp gjør at påhugget er fastlåst til ca. pel 2785. Ved denne plasseringen er det nødvendig med sikker omlegging av bekken for å hindre problemer for tunnelen. Videre må det i anleggsfasen etableres sikringstiltak mot løsmassene. Ved sprengning av forskjæringen må det benyttes forsiktig kontursprengning og det må påregnes forhåndssikring i deler av forskjæringen for å unngå at toppen av skjæringen sklir ut. Rundt tunnelpåhugget må det gjennomføres forhåndssikring før sprengning tar til og de første salvene må være med redusert inndrift og delt tverrsnitt.

## 6. Referanser

- /1/ Noteby A/S, rapport nr. 44011-1, oktober 1986
- /2/ Noteby A/S, rapport nr. 38153-1, september 1987
- /3/ GeoPhysix, rapport nr. 02052, rev.1, november 2002
- /4/ NGI, rapport nr. 20061309-1, mai 2006
- /5/ Statens vegvesen, Ressursavdelingen: Geoteknikk, Rv 858 Ryaforbindelsen, tilbudsrapport. Rapport nr. 2005080759-45, 2008-05-09
- /6/ Zwaan, K.B., 2001: Berggrunnskart TROMSØ 1534 III, M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

**Arkivreferanser:**

|             |                                      |                        |             |
|-------------|--------------------------------------|------------------------|-------------|
| Fagområde:  | Ingeniørgeologi                      |                        |             |
| Stikkord:   | Undersjøisk veitunnel, anbudsrapport |                        |             |
| Land/Fylke: | Troms                                | Kartblad:              | 1534 III    |
| Kommune:    | Tromsø                               | UTM koordinater, Sone: | 34 W        |
| Sted:       | Rya                                  | Øst: 4140              | Nord: 77185 |

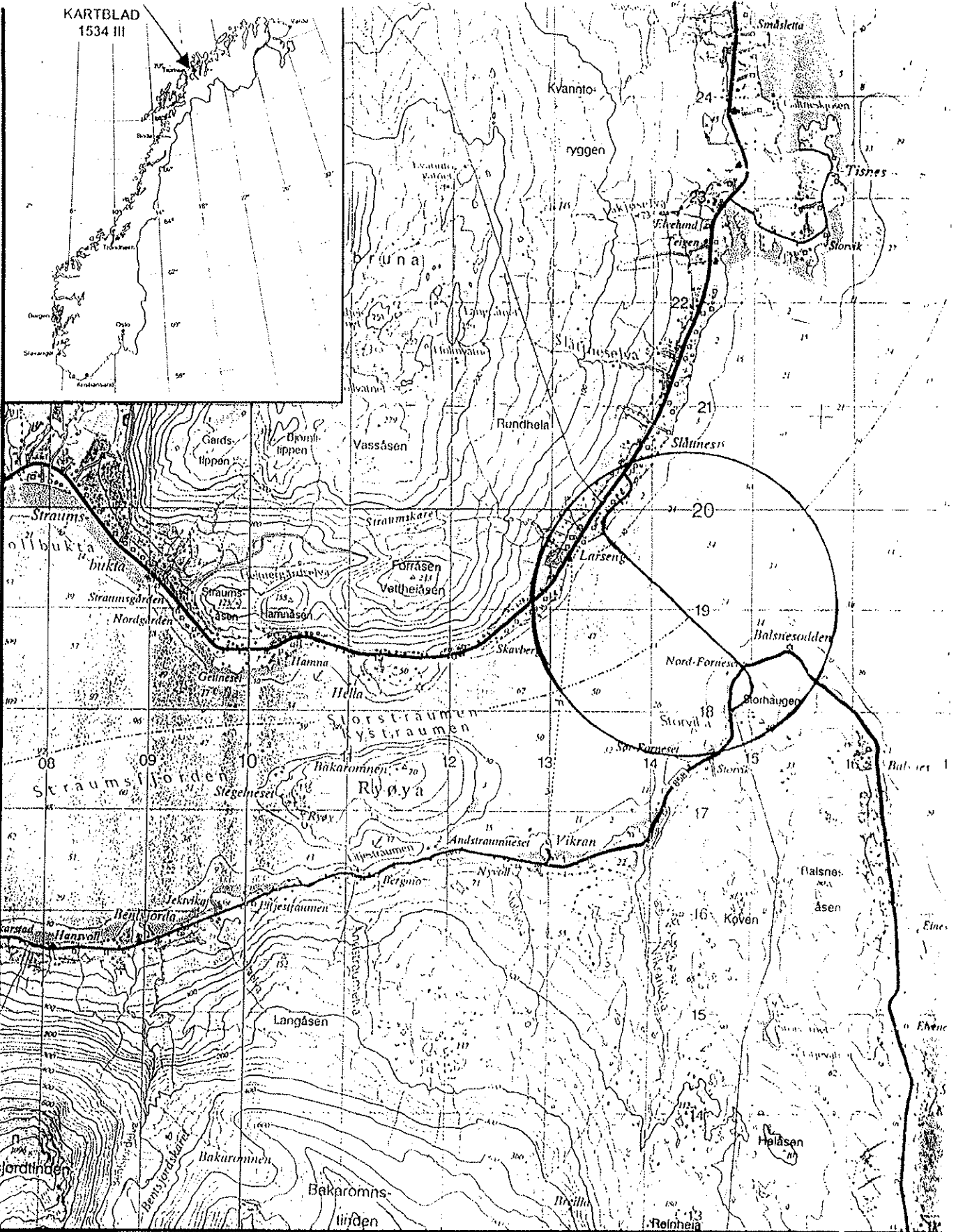
**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

|   |             | Dokument<br>27. juni 2008 |      | Revisjon 1 |                  | Revisjon 2 |                         | Revisjon 3 |      |
|---|-------------|---------------------------|------|------------|------------------|------------|-------------------------|------------|------|
|   |             | Dato                      | Sign | Dato       | Sign             | Dato       | Sign                    | Dato       | Sign |
| Forutsetninger  | Utarbeidet  | 27.06.08                  | SVB  |            |                  |            |                         |            |      |
|   | Kontrollert | 27.06.08                  | TUT  |            |                  |            |                         |            |      |
| Grunnlagsdata   | Utarbeidet  | 27.06.08                  | SVB  |            |                  |            |                         |            |      |
|   | Kontrollert | 27.06.08                  | TUT  |            |                  |            |                         |            |      |
| Teknisk innhold   | Utarbeidet  | 27.06.08                  | SVB  |            |                  |            |                         |            |      |
|   | Kontrollert | 27.06.08                  | TUT  |            |                  |            |                         |            |      |
| Format  | Utarbeidet  | 27.06.08                  | SVB  |            |                  |            |                         |            |      |
|   | Kontrollert | 27.06.08                  | TUT  |            |                  |            |                         |            |      |
| Anmerkninger  |             |                           |      |            |                  |            |                         |            |      |
| Godkjent for utsendelse<br>(Seksjonsleder/Avdelingsleder) |             |                           |      |            | Dato:<br>14/7-08 |            | Sign.:<br>Toril Østheim |            |      |

KARTBLAD  
1534 III



# OVERSIKTSKART

## STATENS VEGVESEN REGION NORD RYAFORBINDELSEN

MULTICONSULT AS  
Avd. NOTEBY

Fikstveien 13, 9016 TRONHEIM  
Tlf: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41

Dato 18.06.03

Oppdragsnr. 710029

Tegnet HF

Tegningsnr. 0

Målestokk  
150 000

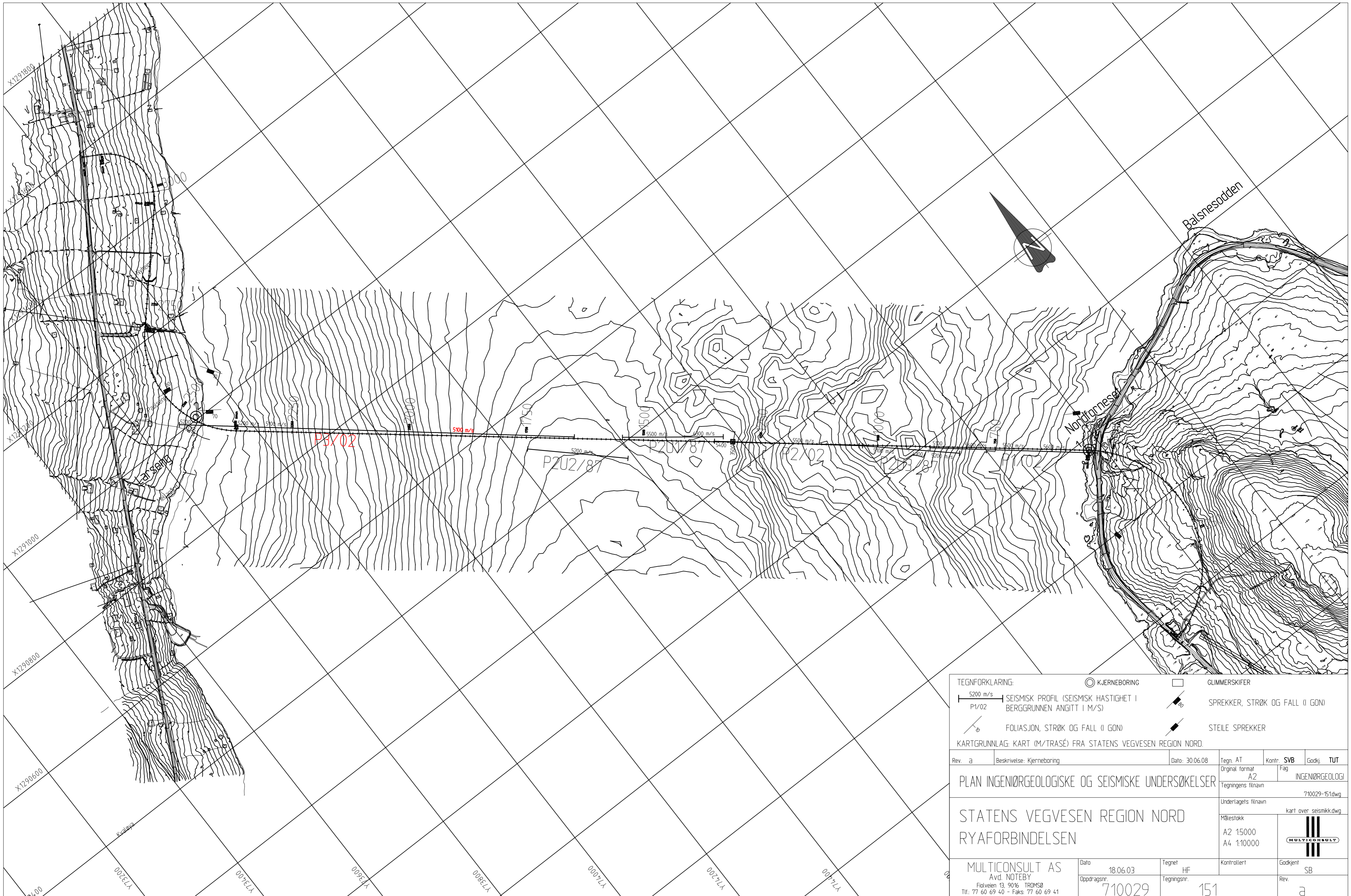
Kontrollert

Undersøkellesplan nr.  
710029-151



Godkjent SB

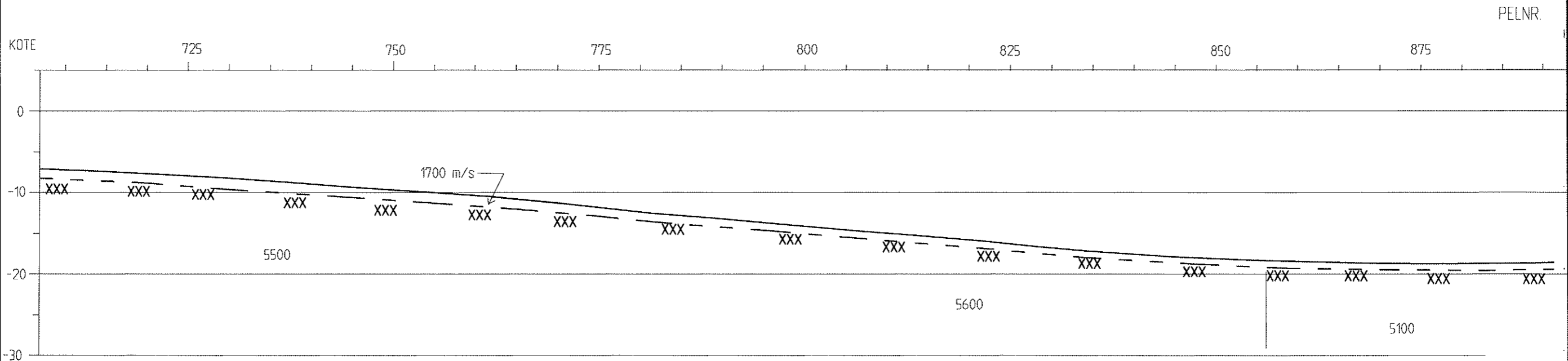
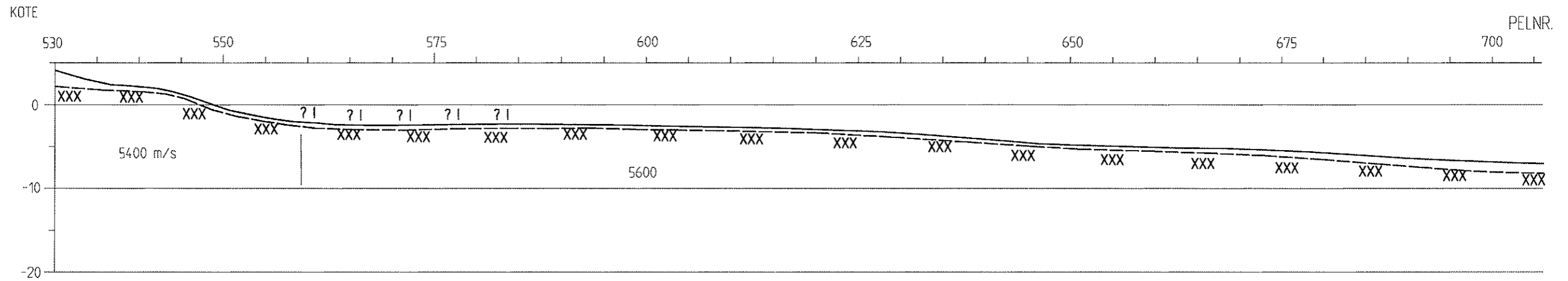
Rev.



|  |   |                                     |                                 |
|--|---|-------------------------------------|---------------------------------|
| TEGNFORKLARING:  |   | ⊙ KJERNEBORING                      | □ GLIMMERSKIFER                 |
| 5200 m/s   | SEISMISK PROFIL (SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN ANGITT I M/S) | ↘                                   | SPREKKER, STRØK OG FALL (I GON) |
| P1/02  |   | ↘                                   | STEILE SPREKKER                 |
| ↘  | FOLIASJON, STRØK OG FALL (I GON)                                |                                     |                                 |
| KARTGRUNNLAG: KART (M/TRASÉ) FRA STATENS VEGVESEN REGION NORD.                                     |   |                                     |                                 |
| Rev. a   | Beskrivelse: Kjerneboring                                       | Dato: 30.06.08                      | Tegn. AT Kontr. SVB Godkj. TUT  |
| PLAN INGENIØRGEOLOGISKE OG SEISMISKE UNDERSØKELSER   |   | Original format A2                  | Fag INGENIØRGEOLOGI             |
|  |   | Tegningens filnavn                  | 710029-151dwg                   |
| STATENS VEGVESEN REGION NORD RYAFORBINDELSEN   |   | Underlagets filnavn                 | kart over: seismikk.dwg         |
|  |   | Målestokk A2 1:5000 A4 1:10000      |                                 |
| MULTICONSULT AS<br>Ave. NOTEBY<br>Fidveien 13, 9016 TRØMSØ<br>Tlf: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41 |   | Dato 18.06.03<br>Oppdragsnr. 710029 | Tegnet HF<br>Tegningsnr. 151    |
|  |   | Kontrollert                         | Godkjent SB                     |
|  |   |                                     | Rev. a                          |

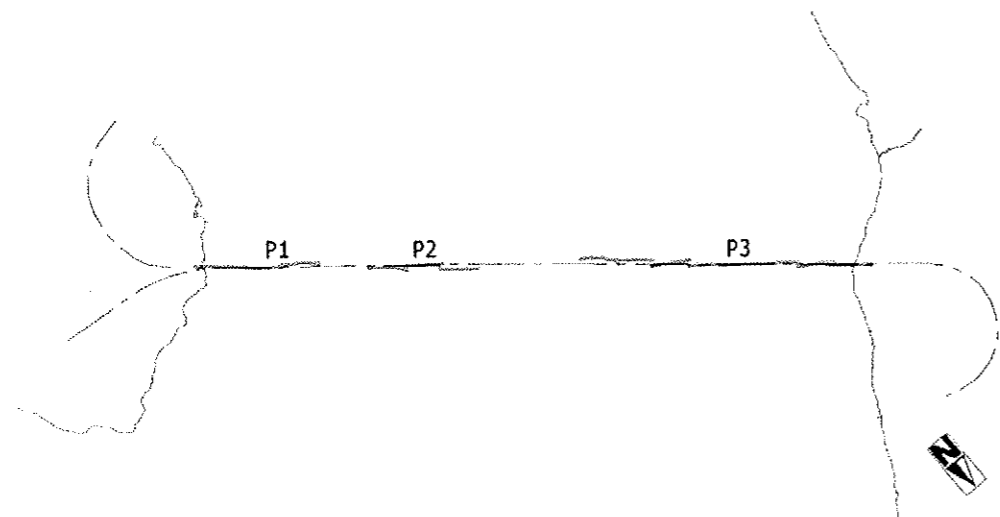


# P1/02 pel. 530-890



### MERKNADER:

- Rev. 1b: Pelnr. er lagt inn av Multiconsult juli 2008
- Bunnprofil er basert på sosi-fil fra ekkolodding høsten 2002
- ? ! Interpolert. Ikke dekket av bunnkotekart mellom kote 0 og -2.56.



| TEGNFORKLARING |                          |
|----------------|--------------------------|
|                | TERRENGOVERFLATE/SJØBUNN |
|                | FJELLOVERFLATE           |

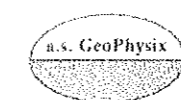


## Statens vegvesen, Troms

RV 858 Ryaforbindelsen

Supplerende refraksjonsseismiske undersøkelser for undersjøisk tunnel.

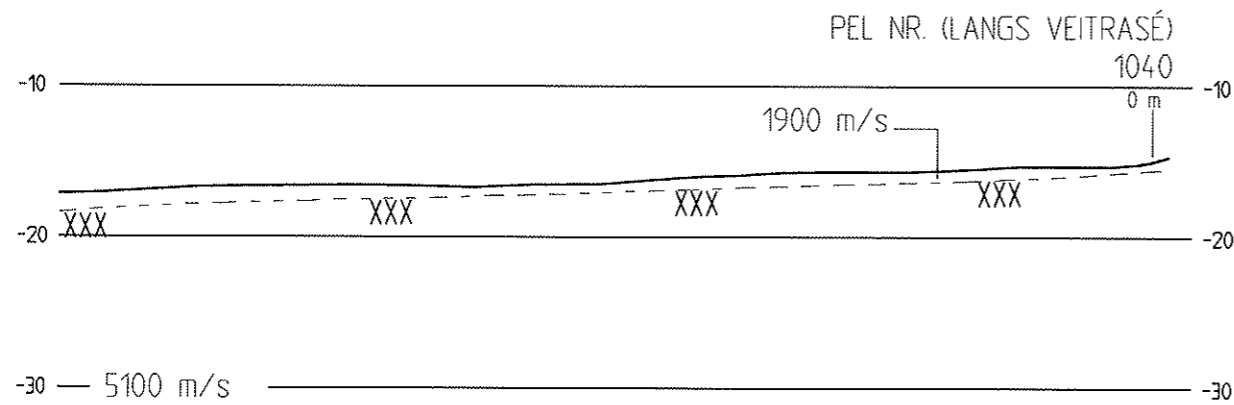
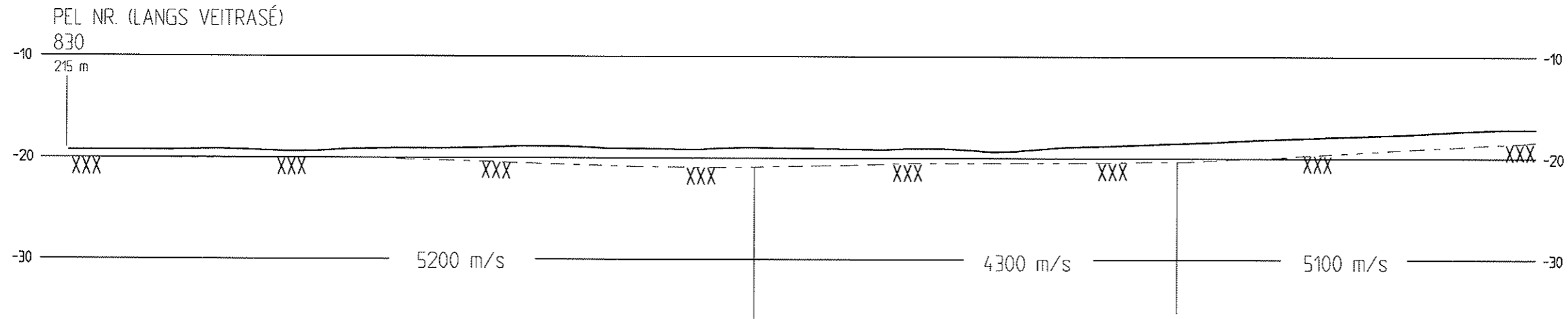
Profil P1/02, pel. 530-890



a.s. GeoPhysix

|             |             |
|-------------|-------------|
| Drawn       | M.W.        |
| Appr.       | S.P.        |
| Date        | 19.11.02    |
| Scale       | 1:500       |
| Project No. | 02052       |
| Drawing No. | -301 rev.1b |

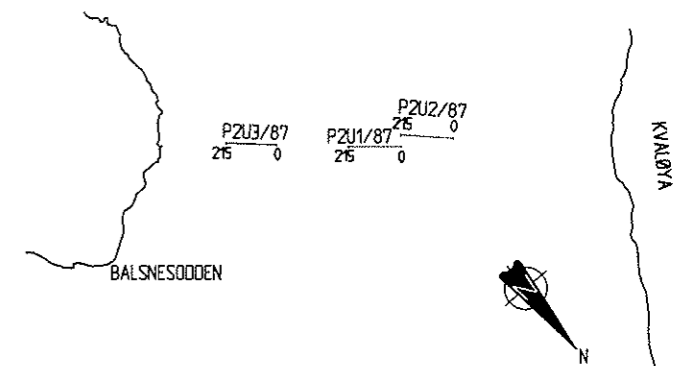
# P2U3/87



## TEGNFORKLARING:

- TERRENG/SJØBUNN
- XXX - - XXX ANTATT BERGOVERFLATE

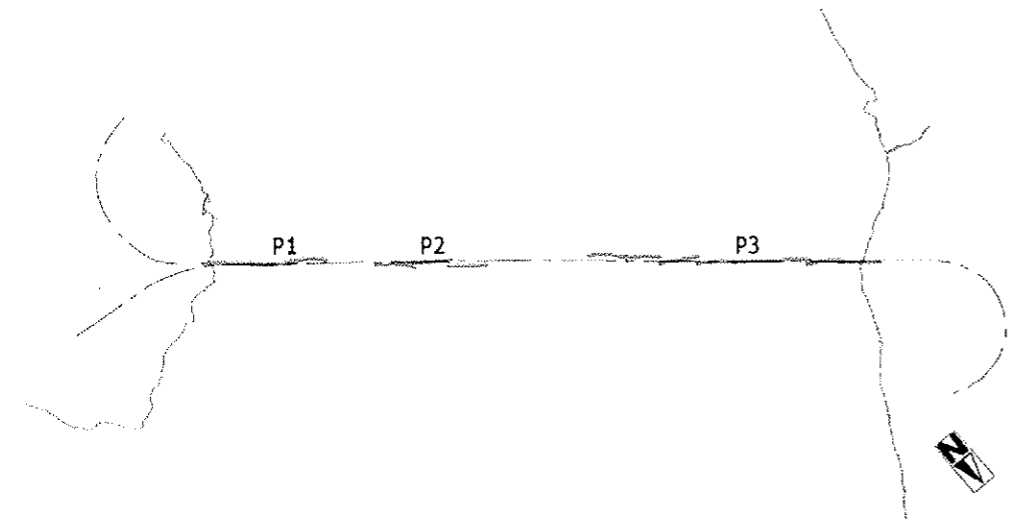
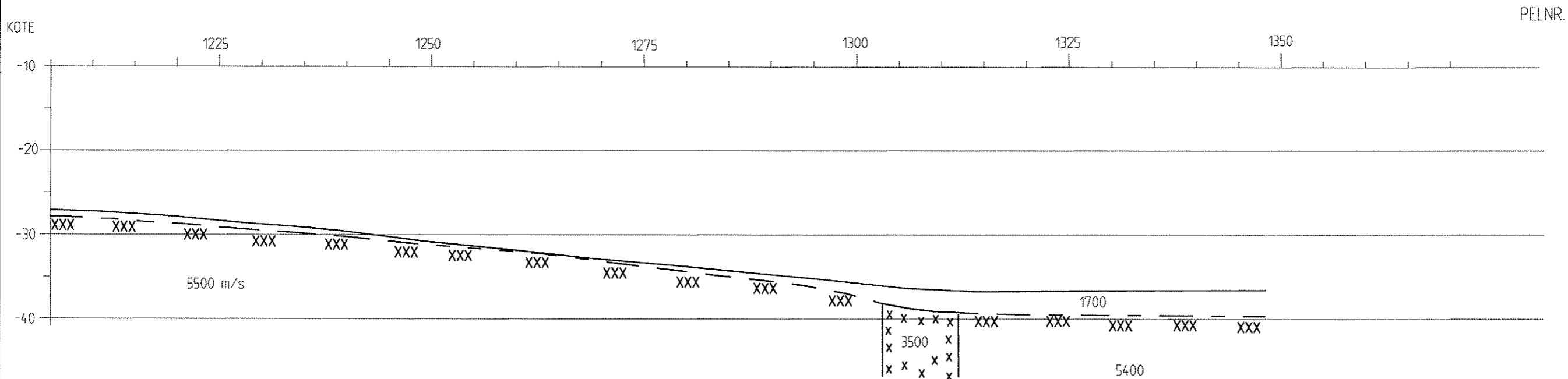
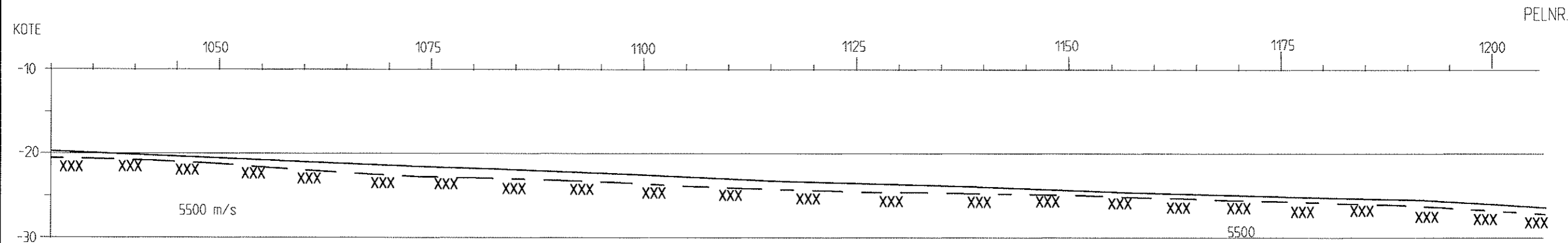
## OVERSIKTSKART



MERKNAD: TEGNINGEN ER EN DIGITALISERING AV TEGNING NR. 38153-304 FRA NOTEBYS RAPPORT NR. 38153-1 (1987)

| Rev. | Beskrivelse   | Dato                  | Tegn.                             | Kontr.      | Godkj.                           |
|------|---|-----------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------------------|
|      | PROFIL P2U3/87  |                       | Original format<br>A3             |             | Undersøkesplan nr.<br>710029-151 |
|      |   |                       | Tegningens filnavn                |             | 710029-160-162.dwg               |
|      | STATENS VEGVESEN REGION NORD<br>RYAFORBINDELSEN   |                       | Målestokk<br>A1 1:250<br>A3 1:500 |             |                                  |
|      | MULTICONSULT AS<br>Avd. NOTEBY<br>Fiolveien 13, 9016 TROMSØ<br>Tlf. 77 60 69 40 - Faks. 77 60 69 41 | Dato<br>18.06.03      | Tegnet<br>HF                      | Kontrollert | Godkjent                         |
|      |   | Oppdragsnr.<br>710029 | Tegningsnr.<br>160                |             | Rev.                             |

P2/02 pel. 1030-1350



**TEGNFORKLARING**

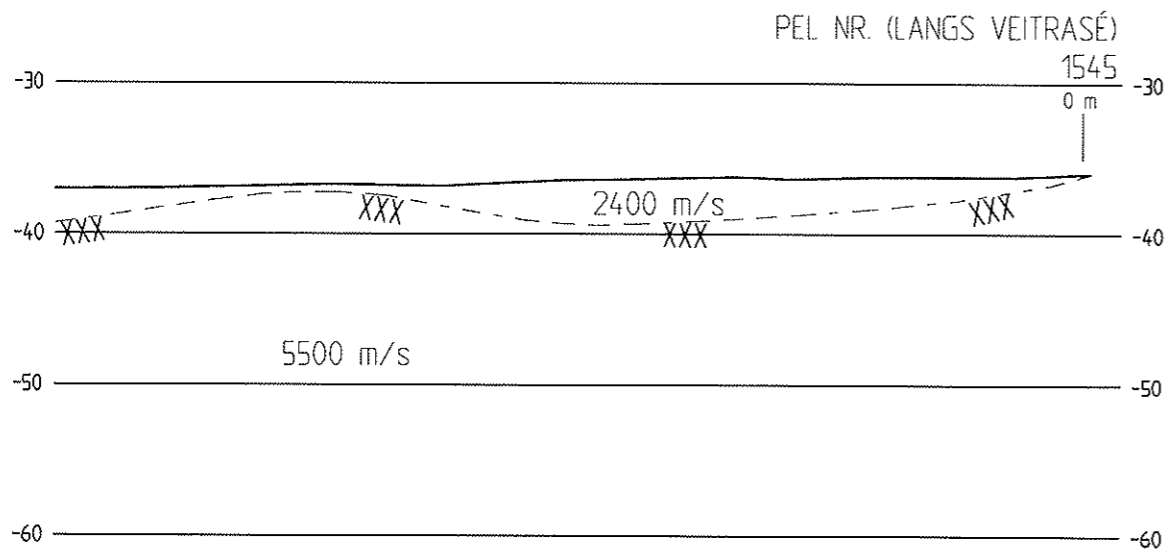
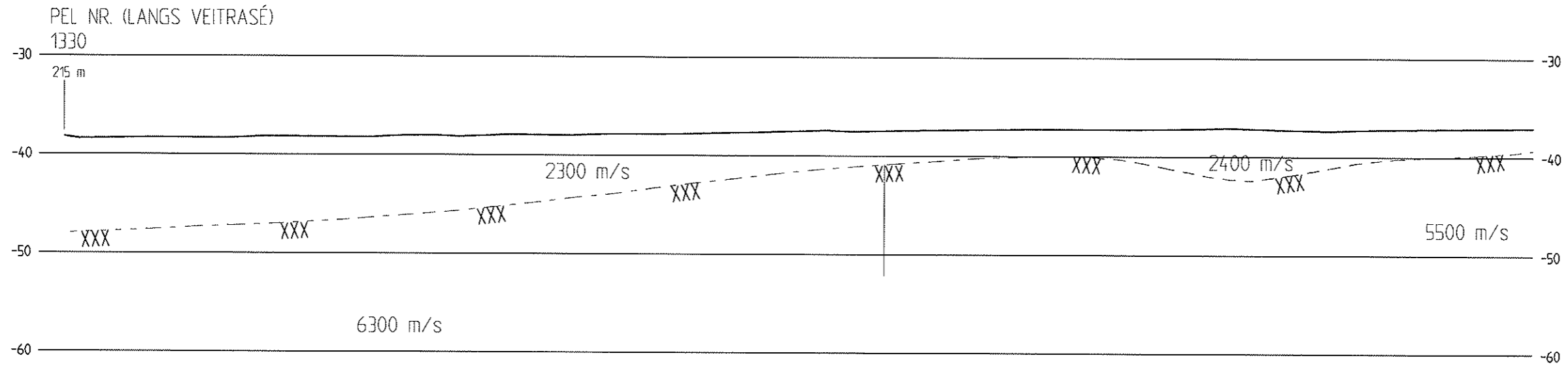
|  |                          |
|--|--------------------------|
|  | TERRENGOVERFLATE/SJØBUNN |
|  | FJELLOVERFLATE           |

**MERKNADER:**  
 - Rev. 1b: Pelnr. er lagt inn av Multiconsult juli 2008  
 - Bunnprofil er basert på sosi-fil fra ekkolodding høsten 2002

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Statens vegvesen, Troms</b>   |             |
| RV 858 Ryaforbindelsen   |             |
| Supplerende refraksjonsseismiske undersøkelser for undersjøisk tunnel. |             |
| Profil P2/02, pel. 1030-1350   |             |
| Drawn  | M.W.        |
| Appr.  | S.P.        |
| Date   | 19.11.02    |
| Scale  | 1:500       |
| Project No.  | 02052       |
| Drawing No.  | -302 rev.1b |



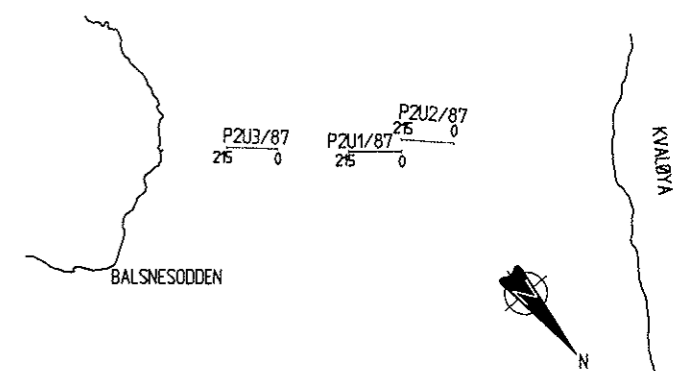
# P2U1/87



## TEGNFORKLARING:

- TERRENG/SJØBUNN
- XXX - - - XXX ANTATT BERGOVERFLATE

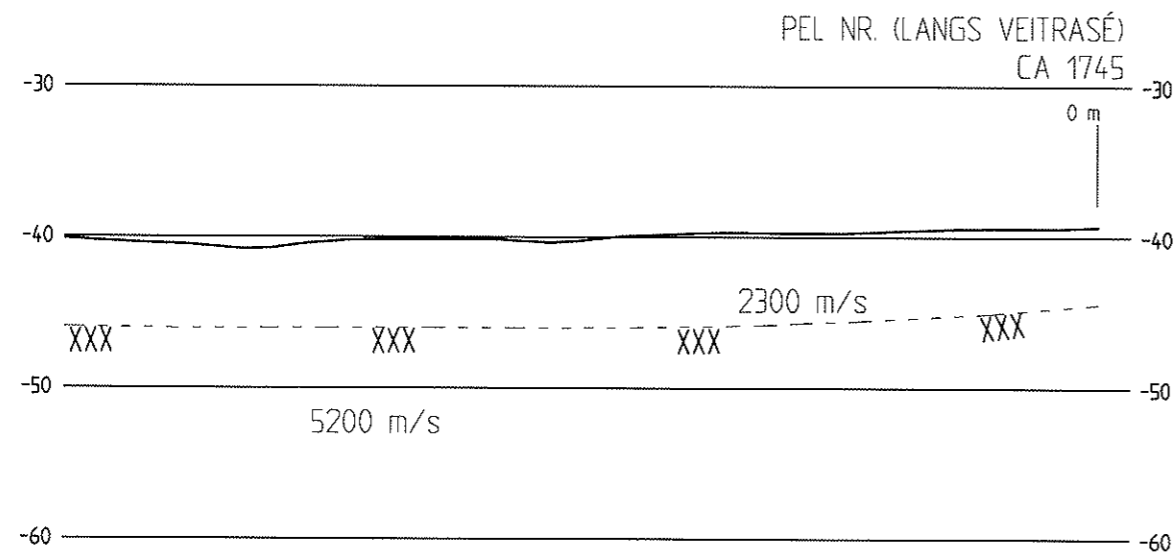
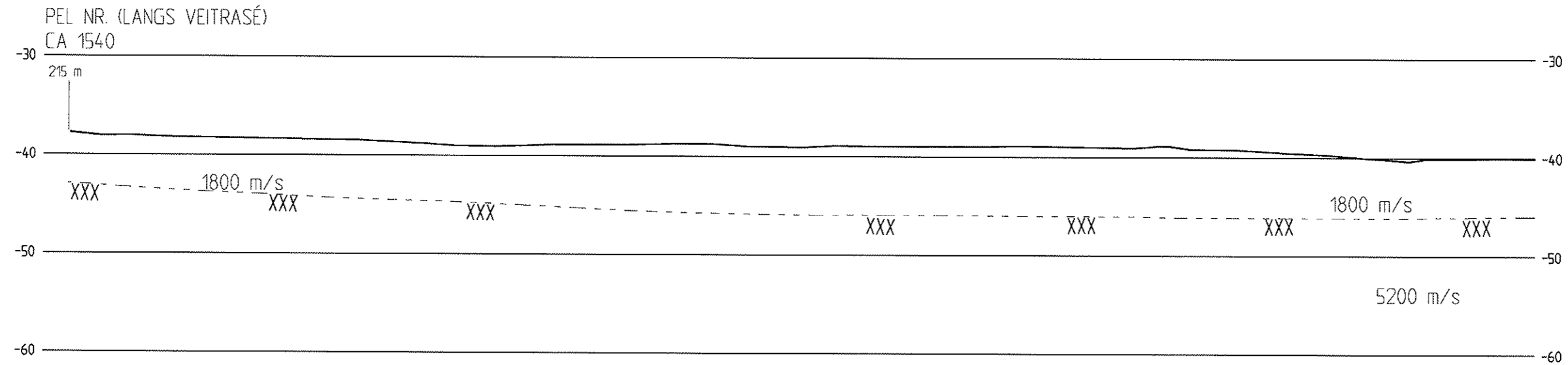
## OVERSIKTSKART



MERKNAD: TEGNINGEN ER EN DIGITALISERING AV TEGNING NR. 38153-302 FRA NOTEBYS RAPPORT NR. 38153-1 (1987)

| Rev. | Beskrivelse   | Dato                  | Tegn.                                    | Kontr.                               | Godkj.   |
|------|---|-----------------------|--|--------------------------------------|----------|
|      | PROFIL P2U1/87  |                       | Original format<br>A3                    | Undersøkellesplan nr.<br>7100229-151 |          |
|      | STATENS VEGVESEN REGION NORD<br>RYAFORBINDELSEN   |                       | Tegningens filnavn<br>710029-160-162.dwg | Undertagets filnavn                  |          |
|      | Målestokk<br>A1 1:250<br>A3 1:500   |                       |  |                                      |          |
|      | MULTICONSULT AS<br>Avd. NOTEBY<br>Fiolveien 13, 9016 TROMSØ<br>Tlf: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41 | Dato<br>18.06.03      | Tegnet<br>HF                             | Kontrollert                          | Godkjent |
|      |   | Oppdragsnr.<br>710029 | Tegningsnr.<br>161                       |                                      | Rev.     |

# P2U2/87



| Rev. | Beskrivelse   | Dato                  | Tegn.                                     | Kontr.                              | Godkj.   |
|------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|----------|
|      | PROFIL P2U2/87  |                       | Original format<br>A3                     | Undersøkellesplan nr.<br>710029-151 |          |
|      |   |                       | Tegningens filnavn<br>7100229-160-162.dwg |                                     |          |
|      | STATENS VEGVESEN REGION NORD<br>RYAFORBINDELSEN   |                       | Undertagets firnavn                       | Målestokk<br>A1 1:250<br>A3 1:500   |          |
|      | MULTICONSULT AS<br>Avd. NOTEBY<br>Fiolveien 13, 9016 TRØMSØ<br>Tlf: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41 | Dato<br>18.06.03      | Tegnet<br>HF                              | Kontrollert                         | Godkjent |
|      |   | Oppdragsnr.<br>710029 | Tegningsnr.<br>162                        | Rev.                                |          |

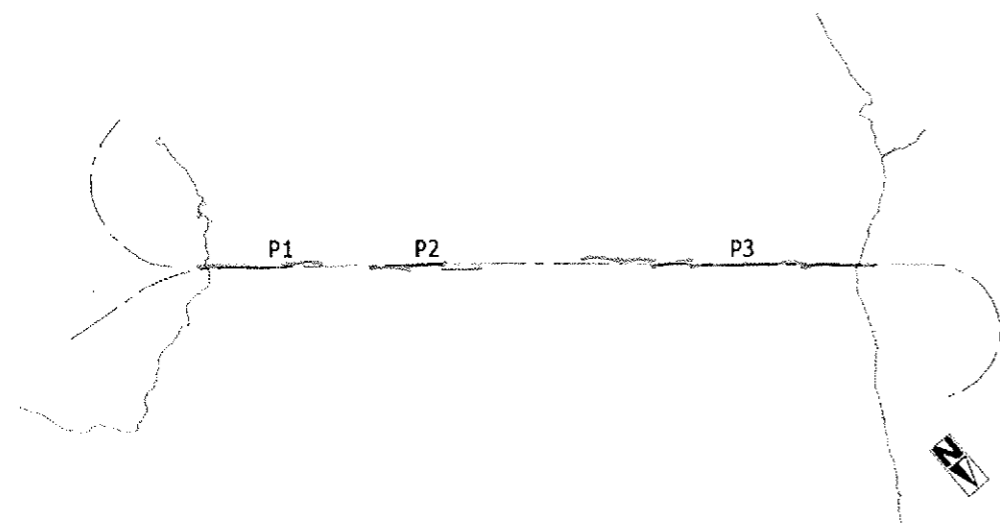
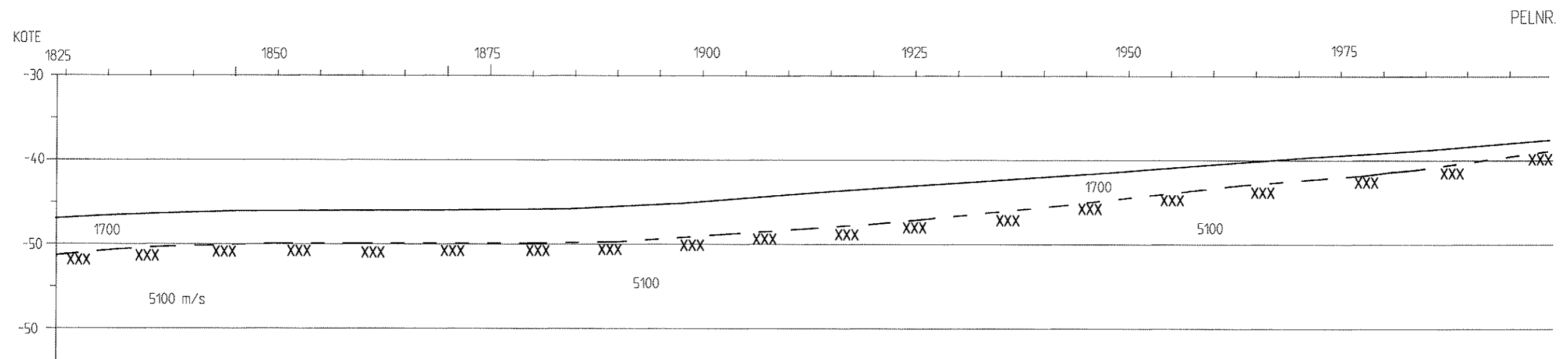
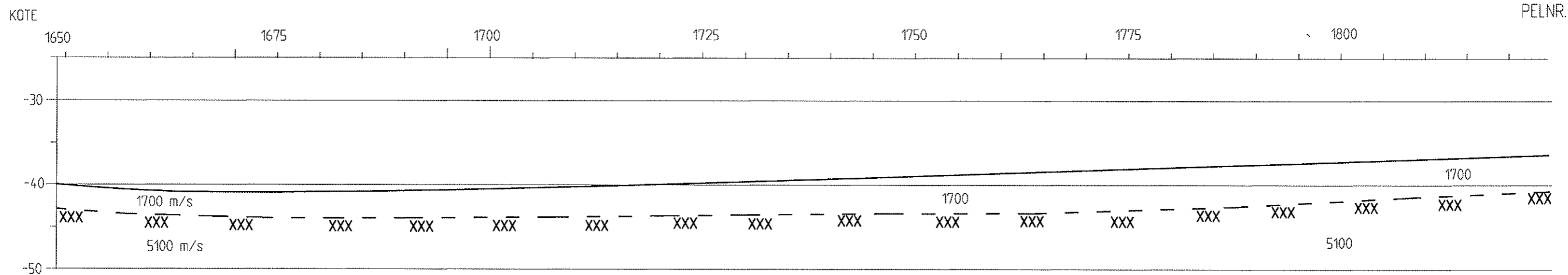
TEGNFORKLARING:

- TERRENG/SJØBUNN
- XXX - - XXX ANTATT BERGOVERFLATE

OVERSIKTSKART

MERKNAD: TEGNINGEN ER EN DIGITALISERING AV TEGNING NR. 38153-303 FRA NOTEBYS RAPPORT NR. 38153-1 (1987)

# P3/02 pel. 1650-2000



**TEGNFORKLARING**

|  |                          |
|--|--------------------------|
|  | TERRENGOVERFLATE/SJØBUNN |
|  | FJELLOVERFLATE           |

**MERKNADER:**

- Rev. 1b: Pelnr. er lagt inn av Multiconsult juli 2008
- Bunnprofil er basert på sosi-fil fra ekkolodding høsten 2002

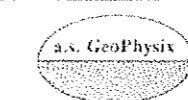


## Statens vegvesen, Troms

RV 858 Ryaforbindelsen

Supplerende refraksjonsseismiske undersøkelser for undersjøisk tunnel.

Profil P3/02, pel. 1650-2000

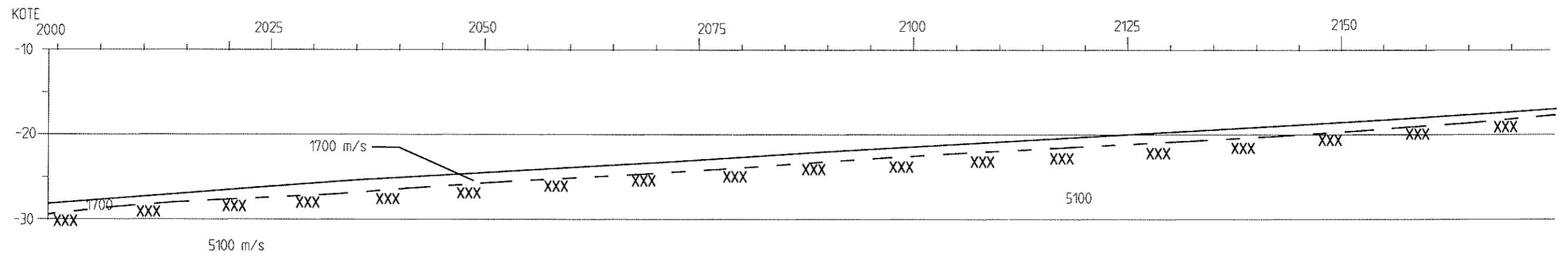


**a.s. GeoPhysix**

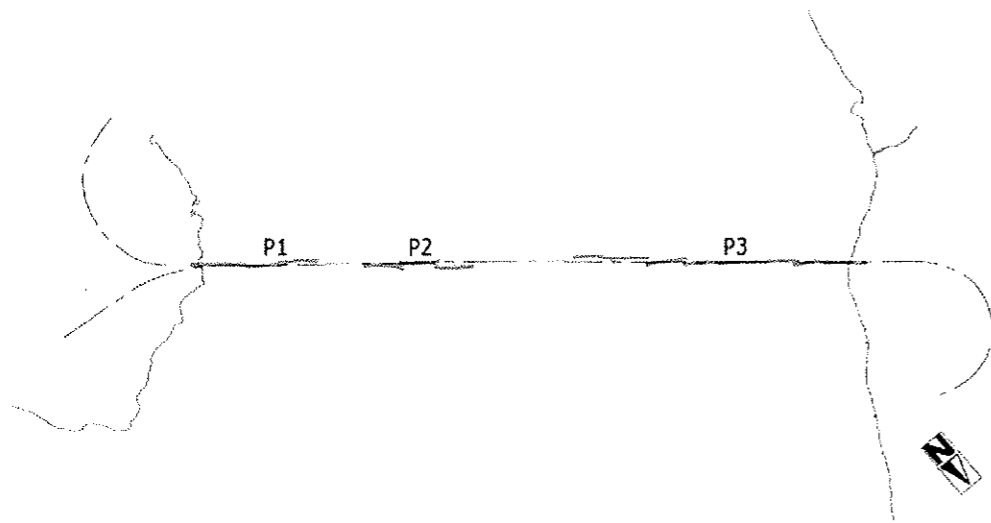
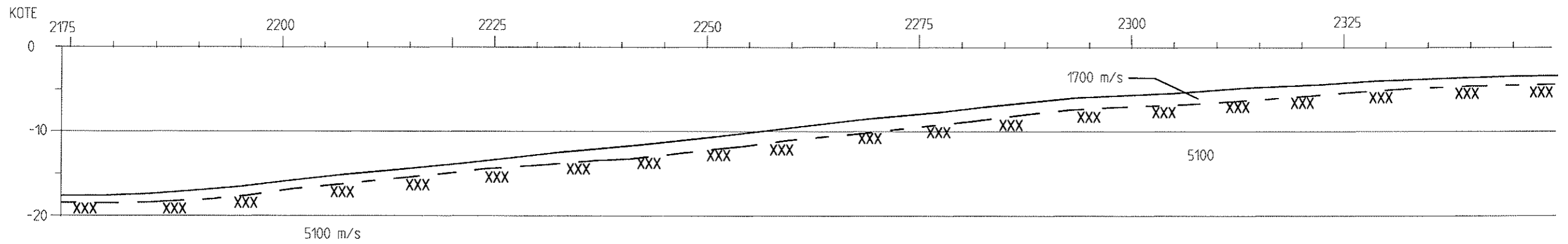
|             |             |
|-------------|-------------|
| Drawn       | M.W.        |
| Appr.       | S.P.        |
| Date        | 19.11.02    |
| Scale       | 1:500       |
| Project No. | 02052       |
| Drawing No. | -303 rev.1b |

P3/02 pel. 2000-2350

PELNR.



PELNR.



**TEGNFORKLARING**

|  |                          |
|--|--------------------------|
|  | TERRENGOVERFLATE/SJØBUNN |
|  | FJELLOVERFLATE           |

**MERKNADER:**

- Rev. 1b: Pelnr. er lagt inn av Multiconsult juli 2008
- Bunnprofil er basert på sosi-fil fra ekkolodding høsten 2002

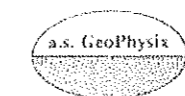


**Statens vegvesen, Troms**

RV 858 Ryaforbindelsen

Supplerende refraksjonsseismiske undersøkelser for undersjøisk tunnel.

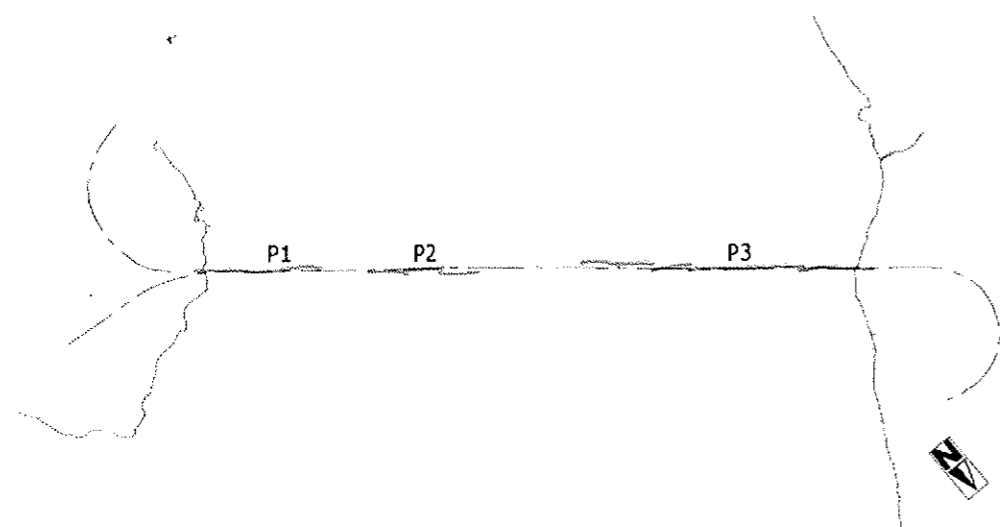
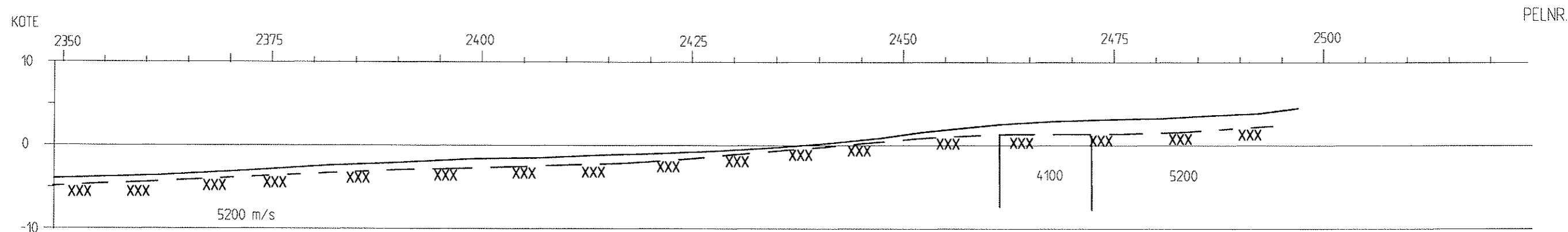
Profil P3/02, pel. 2000-2350



**a.s. GeoPhysix**

|             |             |
|-------------|-------------|
| Drawn       | M.W.        |
| Appr.       | S.P.        |
| Date        | 19.11.02    |
| Scale       | 1:500       |
| Project No. | 02052       |
| Drawing No. | -304 rev.1b |

# P3/02 pel. 2350-2500



**TEGNFORKLARING**

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| —   | TERRENGOVERFLATE/SJØBUNN |
| XXX | FJELLOVERFLATE           |

**MERKNADER:**

- Rev. 1b: Pelnr. er lagt inn av Multiconsult juli 2008
- Bunnprofil er basert på sosi-fil fra ekkolodding høsten 2002

|  |  |  |
|--|--|--|
|  <b>Statens vegvesen, Troms</b> | RV 858 Ryaforbindelsen<br>Supplerende refraksjonsseismiske undersøkelser for undersjøisk tunnel.<br>Profil P3/02, pel. 2350-2500 | Drawn M.W.<br>Appr. S.P.<br>Date 19.11.02<br>Scale 1:500<br>Project No. 02052<br>Drawing No. -305 rev.1b |
|  |  <b>a.s. GeoPhysix</b>                      |  |

## VEDLEGG

- VEDLEGG 1      Refraksjonsseismisk metodebeskrivelse (1 side)  
VEDLEGG 2      Tegnforklaring refraksjonsseismikk (1 side)

## Vedlegg 1

### Refraksjonsseismisk metodebeskrivelse

Den refraksjonsseismiske metoden benytter seg av kritisk refrakterte lydbølger som blir generert ved overgang til lag med høyere hastighet og returnert til overflaten.

Lydhastigheten i de forskjellige lagene og tidsavstanden 'rundt' laget er registrert. Disse data blir brukt for å beregne sann hastighet og tykkelse på et lag.

En kritisk refraktert bølge har en utgående retning som er parallell med laggrenseflaten som er blitt passert.

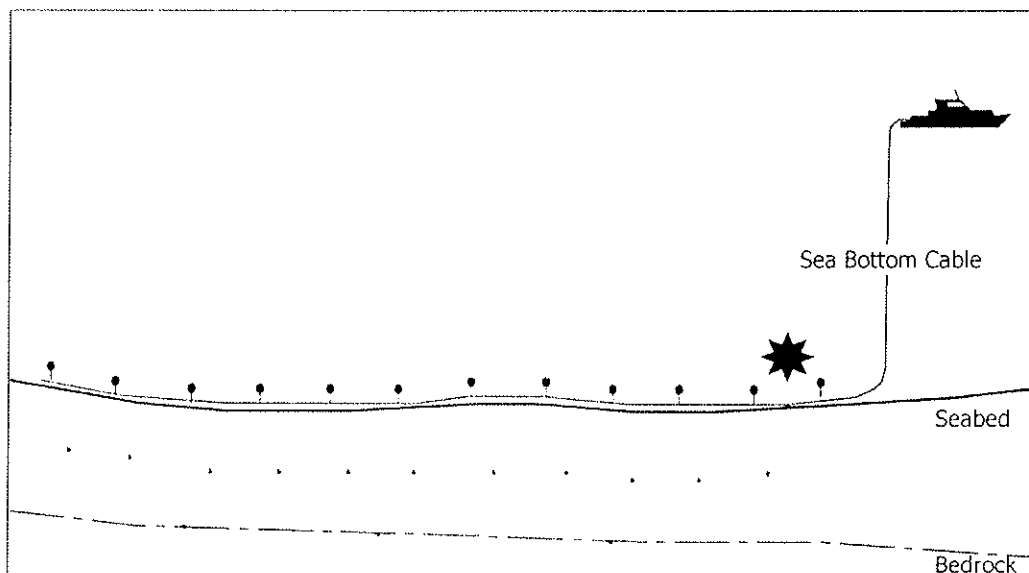
Lydbølgen vil utbrede seg langs grenseflaten med hastigheten til det underliggende laget.

Etter retur til overflaten vil bølgefronten utbre seg med en hastighet som tilsynelatende er lik med hastigheten i det underliggende laget.

Dette blir brukt for å bestemme horisontale hastighetsforandringer som for eksempel svakhetssoner i fjellgrunnen.

I en flerlagsmodell vil flere refrakterte bølger returnere til overflaten. Det er den først ankomne bølgen til en hydrofon på bunnen som blir brukt i beregningene.

Tykkelsen på et lag må være minst like tykt som overliggende lag for å bli registrert på overflaten.



*Figur: Hydrofonene er lagt ut med kjent avstand og koblet til et registreringsinstrument. En lydbølge er generert ved en detonasjon nær sjøbunnen. I detonasjonøyeblikket starter registreringen av ankomsttid til hver enkelt hydrofon.*

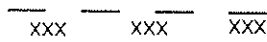
# TEGNFORKLARING REFRAKSJONSSEISMIKK



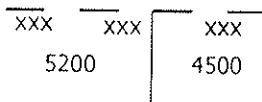
TERRENG/BUNNPROFIL



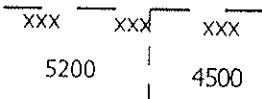
LAGGRENSE I LØSMASSER



FJELLOVERFLATE



VERTIKAL HASTIGHETSGRENSE  
I FJELLGRUNNEN (klar)



VERTIKAL HASTIGTETSGRENSE  
I FJELLGRUNNEN (uklar)



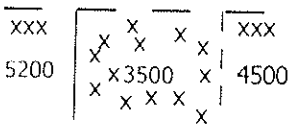
LAGGRENSE I FJELLGRUNNEN



LAGGRENSE I FJELLGRUNNEN



DIFFUS LAGGRENSE I FJELLGRUNNEN  
(gradvis økende hastighet)



LAVHASTIGHETSSONE I FJELLGRUNNEN  
(klar grense til venstre, diffus til høyre)

## VANLIGE SEISMISKE HASTIGHETER

500 - 800

SEDIMENT (over vann, løst lagret)

900 - 1200

SEDIMENT (over vann, fast lagret)

1500 - 2100

SEDIMENT (under vann)

> 2000 - 4000

LAVHASTIGHETSSONE I FJELLGRUNNEN

4000 - 5500

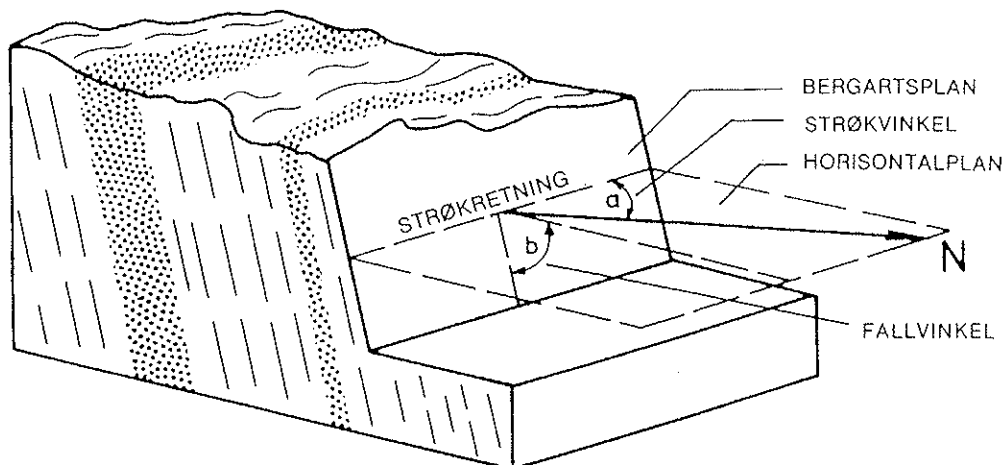
VANLIG HASTIGHET I FJELLGRUNNEN

5500-6500

HØY HASTIGHET I FJELLGRUNNEN

## STRØK OG FALL

Strøk (også kalt strøkreting og strøkvinkel) er retningen av skjæringslinjen mellom et strukturplan og horisontalplanet, målt i forhold til nordretningen.



Fall, eller fallvinkelen, er et bergartsplans vinkel med horisontalplanet, målt fra horisontalplanet og ned. Denne vinkelen måles vinkelrett på strøket. Det er ikke entydig hvilken vei planet heller ved bare å oppgi fallvinkelen, derfor angis også hvilken himmelretning planet heller mot (for eksempel NØ på figuren). En fullstendig angivelse av strøk og fall for eksemplet på figuren vil, hvis vinkelen  $a = 60^\circ$  og  $b = 50^\circ$  være: Strøk  $120^\circ$  eller  $300^\circ$ , fall  $50^\circ$  NØ. Alternativt angis strøkretingen som N  $60^\circ$  V.

På geologiske kart angis strøk og fall med tegn, for eksempel:



Tallet på tegnet angir fallvinkelen, og tegnet er orientert i strøkretingen. Strøket angis vanligvis ikke med gradetall på kartet.

Hvis planet står vertikalt (fall  $90^\circ$ ) er karttegnet:



Hvis planet ligger horisontalt (fall  $0^\circ$  og udefinert strøk) er karttegnet:

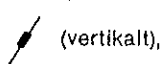


Strøk og fall benyttes for å angi stillingen i rommet av et bergartsplan, så som lagdeling, skifrihet, foliasjon og bånding. Skifrihet er oftest, men ikke alltid, uttrykk for lagdeling.

Homogene og isotrope bergarter som typiske granitter og gabbroer har ofte ingen planparallel struktur, og følgelig kan strøk og fall ikke måles.

Sprekker, stikk, forkastninger og knusningssoner er ofte plane strukturer som angis med strøk og fall.

På geologiske kart brukes følgende strøk- og falltegn på diskontinuiteter i berget (sprekker etc.).



(vertikalt),



(horisontalt).

| Rev. | Beskrivelse  | Dato                                | Tegn.                  | Kontr.      | Godkj.   |
|------|--|-------------------------------------|------------------------|-------------|----------|
|      | INGENIØRGEOLOGISKE UNDERSØKELSER<br>STRØK OG FALL                  | Original format                     | Fag<br>Ingeniørgeologi |             |          |
|      | MULTICONSULT AS<br>Avd. NOTEBY                                     | Tegningens filnavn<br>Strøk-og-fall |                        |             |          |
|      |  | Målestokk                           |                        |             |          |
|      |  | Dato<br>14. april 2000              | Konstr./Tegnet<br>LV   | Kontrollert | Godkjent |
|      | Fiolveien 13 - 9016 Tromsø<br>Tlf: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41 | Oppdrag nr.<br>4000                 | Tegning nr.<br>3       | Rev.        |          |