


NGU Rapport 95.034

Refraksjonsseismiske målinger ved  
Hemnes Marina, Hemnesberget,  
Hemnes kommune, Nordland

Rapport nr. 95.034		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
<b>Tittel:</b> Refraksjonsseismiske målinger ved Hemnes Marina, Hemnesberget, Hemnes kommune, Nordland				
<b>Forfatter:</b> Eirik Mauring & Janusz Koziel		<b>Oppdragsgiver:</b> Nordland Teknisk Sandnessjøen A/S		
<b>Fylke:</b> Nordland		<b>Kommune:</b> Hemnes		
<b>Kartbladnavn (M=1:250.000)</b> Mo i Rana		<b>Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)</b> 1927 III Elsfjord		
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b> Hemnesberget 33V 4373 73457		<b>Sidetall:</b> 9		<b>Pris:</b> 30,-
<b>Feltarbeid utført:</b> 8/2-9/2-1995		<b>Rapportdato:</b> 17/2-1995		<b>Prosjektnr.:</b> 61.2562.01
				<b>Ansvarlig:</b> 
<b>Sammendrag:</b> <p>Refraksjonsseismiske målinger er utført langs to profiler nær et moloanlegg ved Hemnes Marina, Hemnesberget i Nordland. Målingene ble utført på oppdrag fra Nordland Teknisk A/S, Sandnessjøen. Undersøkelsene ble foretatt i et område der materiale fra moloen hadde rast ut. Hensikten med målingene var å få et grunnlag for vurdering av risikoen for nye ras.</p> <p>Profil P1 er målt langs rasretningen, og viser stort sett løsmasseykkelser i området 0,5-1,5 m. Det er ikke påvist økte løsmasseykkelser langs profilet. Det er derfor lite trolig at en her har rasfarlige masser. Profil P2 er målt parallelt med moloen og viser en tydelig forsenkning/dyprenne i fjell ved starten av profilet. Løsmasseykkelsen er her maksimalt 14 m. Dette området kan utgjøre en potensiell risiko for eventuelle seinere ras. Det bør derfor utføres geotekniske undersøkelser for ytterligere å få vurdert denne risikoen.</p>				
Emneord: Geofysikk		Rasfare		
Refraksjonsseismikk				
Havneanlegg				Fagrapport

## INNHOOLD

1 INNLEDNING.....	4
2 UTFØRELSE.....	4
3 RESULTATER.....	4
4 KONKLUSJON .....	5

### Tekstbilag

Refraksjonsseismikk - metodebeskrivelse

### Databilag

Refraksjonsseismiske profiler

### Kartbilag

95.034-01: Oversiktskart

## 1 INNLEDNING

Refraksjonsseismiske målinger ble utført langs to profiler nær et moloanlegg ved Hemnes Marina, Hemnesberget i Nordland. Målingene ble utført på oppdrag fra Nordland Teknisk Sandnessjøen A/S. Undersøkelsene ble foretatt i et område der materiale fra moloen hadde rast ut. Hensikten med målingene var å få et grunnlag for vurdering av risikoen for nye ras. Undersøkelsene ble utført 8/2 og 9/2-1995 av Janusz Koziel med assistanse av personell fra oppdragsgiver.

## 2 UTFØRELSE

En generell beskrivelse av den refraksjonsseismiske metode er vedlagt i tekstbilag. Som registreringsinstrument ble benyttet en digital seismograf av typen Scintrex S-2 'Echo'. Det ble benyttet en registreringskabel med 12 hydrofoner. Det ble målt to profiler (P1 og P2). Hydrofonavstanden var 10 m. Kabelen ble lagt ut på sjøbunnen langs profilretningen. Profil P1 ble lagt gjennom rasåpning i molo langs antatt rasretning og oppdragsgivers profil VIII. Profil P2 ble lagt parallelt med molo, ca. 30 m fra denne (se kartbilag -01).

Som energiseringskilde ble det benyttet små dynamittladninger som ble plassert på sjøbunnen i ønskede posisjoner langs profillinjen. Det ble plassert skuddpunkt 5 m ut fra endehydrofonene og ett ved midten av hydrofonutlegget. For å få bedre dekning av fjellrefraktoren langs profilene, ble det i tillegg plassert fjernskudd i større avstand fra endene av hydrofonutleggene.

Lokaliseringen av profil P1 antas å være godt bestemt, mens profil P2 er mer usikker. Det gjelder vesentlig lokaliseringen i profilretningen. Usikkerheten skyldes dårlig kontroll med fastpunkt på land.

Datakvaliteten var stort sett god.

## 3 RESULTATER

Intercept-tid og +/- metoden er benyttet ved tolkning av de refraksjonsseismiske profilene. Data om dyp til sjøbunn er ikke lagt inn i de tolkede snitt (se databilag). Angitte dyp til fjell refererer seg til dyp under sjøbunnen, og representerer korteste avstand fra profillinjen og ned til fjelloverflaten. For begge profiler kan to hastighetslag erkjennes i måledata, der det øverste representerer løsmasser og det nederste fjell. Usikkerheten i beregnede dyp til fjell (løsmassemekktigheten) regnes som  $\pm 1$  m ned til 10 m dyp og  $\pm 10$  % for dyp større enn 10 m.

### Profil P1

Det øverste laget har en seismisk hastighet på ca. 1560 m/s og representerer løsmasser. Det nederste laget har seismisk hastighet i området 5260 m/s-5500 m/s og representerer massivt fjell. Mellom posisjon 90 og 110 er løsmassemektheten 3-4 m, mens den avtar til ca. 1 m ved posisjon 120. Fra posisjon 120 til 195 er løsmassemektheten 0,5-1,5 m. Den økte mektigheten mellom posisjon 90 og 110 kan skyldes at denne delen av profilet går over rasvifta. Det er ikke påvist økende løsmassemekthet utover langs profilet i rasretningen. Det er derfor lite trolig at en her har rasfarlige masser.

### Profil P2

Seismisk hastighet i det øverste laget er, som for P1, ca. 1560 m/s og representerer løsmasser. Det nederste laget har seismisk hastighet på ca. 5800 m/s og representerer massivt fjell. Mellom posisjon 115 og 150 er løsmassetykkelsen 4-14 m. Denne tykkelsen er for stor til at den alene kan skyldes utrast materiale. Det er her trolig en forsenkning/dyprenne i fjell. Denne kan utgjøre en potensiell risiko for eventuelle seinere ras. Mellom posisjon 160 og 220 er løsmassemektheten forholdsvis konstant og ligger i området 0,5-1,5 m.

Profil P1 og P2 krysser hverandre ved posisjon P1-100, P2-145. Løsmassetykkelsen for P1 er her ca. 3,5 m og for P2 ca. 7 m. Denne uoverensstemmelsen kan skyldes feilposisjonering av P2. Ved posisjon P2-150 er løsmassetykkelsen ca. 4 m. En feilposisjonering på kun 5 m kan altså forklare avviket. En annen forklaring er at metodiske svakheter gjør det vanskelig å tolke brå endringer i fjelltopografien.

## 4 KONKLUSJON

Refraksjonsseismiske målinger ble utført langs to profiler nær et moloanlegg ved Hemnes Marina, Hemnesberget i Nordland. Målingene ble utført i et område der materiale fra moloen hadde rast ut. Hensikten med målingene var å få et grunnlag for vurdering av risikoen for nye ras.

Profil P1 er målt langs rasretningen og viser stort sett løsmassetykkelser i området 0,5-1,5 m. Det er ikke påvist økte løsmassetykkelser i profilretningen. Det er derfor lite trolig at det en her har rasfarlige masser. Profil P2 er målt parallelt med moloen og viser en tydelig forsenkning/dyprenne i fjell ved starten av profilet. Løsmassetykkelsen er her maksimalt 14 m. Dette området (ca. 30 m bredt) kan utgjøre en potensiell risiko for eventuelle seinere ras. Det bør derfor utføres geotekniske undersøkelser for ytterligere å få vurdert denne risikoen.

### REFRAKSJONSSEISMIKK - METODEBESKRIVELSE

Metoden grunner seg på at lydets forplantningshastighet forandrer seg med mediets elastiske egenskaper. Det aktuelle hastighetsområde i den såkalte ingeniørseismikk er fra ca. 200 m/s i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/s i enkelte bergarter.

En 'lydstråle' fra en sprengning i overflaten treffer en grense mellom to sjikt hvor lydhastigheten er henholdsvis  $V_1$  og  $V_2$ , og vinkelen mellom lydstråle og innfallslodd kalles  $i$ . Etter at strålen har passert sjiktgrensen vil den danne en vinkel  $R$  med innfallsloddet, slik at

$$\sin i / \sin R = V_1 / V_2$$

Når  $R=90^\circ$ , vil den refrakterte stråle følge sjiktgrensen, og vi har

$$\sin i = V_1 / V_2$$

Den bestemte innfallsvinkel som tilfredsstillers denne betingelse kalles kritisk vinkel eller  $i_c$ .

Lydforplantningen langs sjiktgrensen vil gi opphav til sekundærbølger som returnerer til terrengoverflaten under vinkelen  $i_c$ . I en viss kritisk avstand fra skuddpunktet vil disse refrakterte bølger nå fram før de direkte bølger som har fulgt terrengoverflaten. Den kritiske avstand er proporsjonal med dypet til sjiktgrensen og forøvrig bare avhengig av forholdet mellom de to hastigheter. Denne sammenheng utnyttes ved å plassere seismometre (geofoner) langs en rett linje i terrenget og registrere de først ankomne bølger fra skudd i hensiktsmessig valgte posisjoner langs samme linje. Man får da bestemt de nødvendige data for å fastlegge dypene til sjiktgrensen. Dersom overdekket er homogent med hensyn på lydhastigheten langs profilet, kan det oppnås en god dybdebestemmelse for hver seismometerposisjon. Imidlertid vil det ofte være betydelige laterale variasjoner til stede, og overdekkehastighetene blir ved små dyp bare bestemt i nærheten av skuddpunktene. Ofte vil det derfor være naturlig å legge størst vekt på dybdebestemmelsen under skuddpunktene.

Disse betraktninger kan utvides til å gjelde flere sjiktgrenser. Man får refrakterte bølger fra alle grenser når hastigheten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengoverflate må ikke være for stor. I praksis vil man ofte få vanskeligheter når denne vinkel overstiger  $25^\circ$ .

Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i gangtidsdiagrammene, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten seinere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt

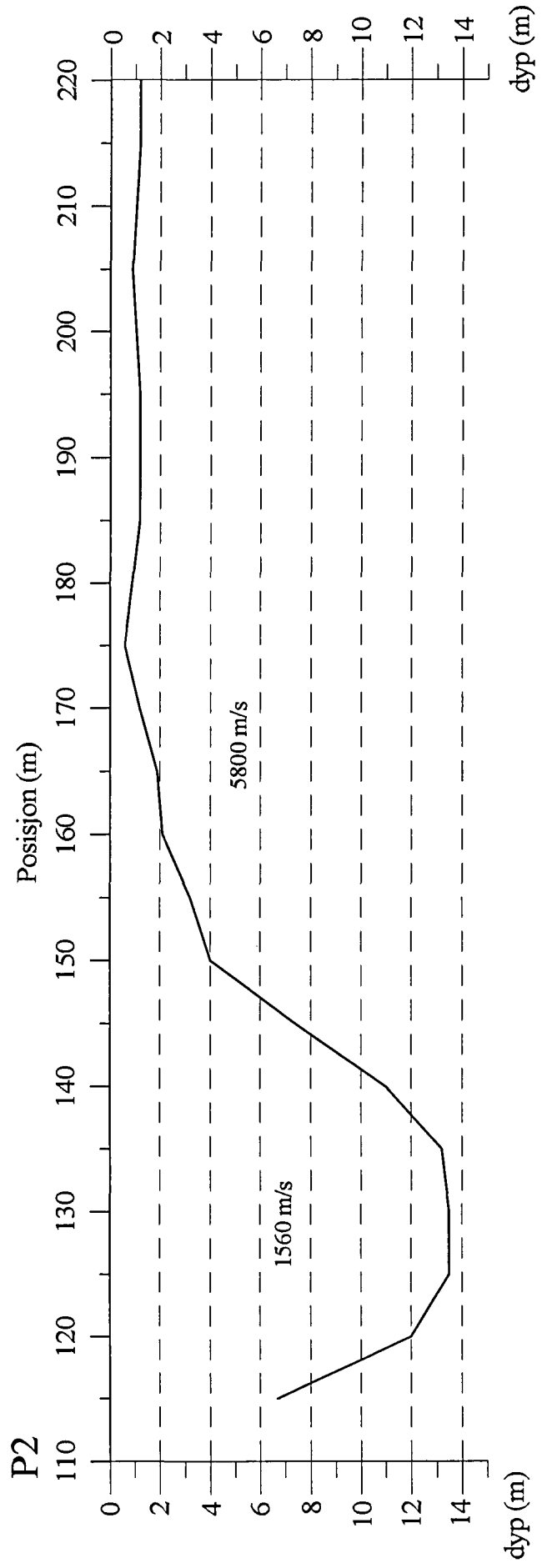
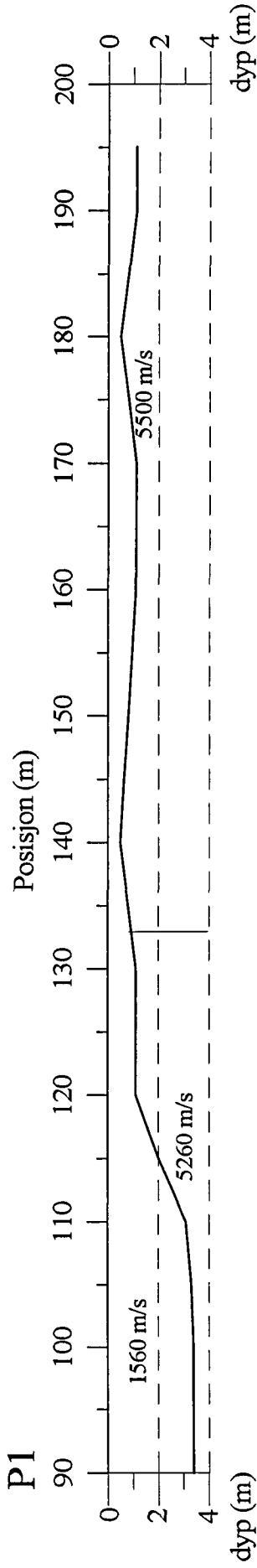
'blind sone', og de virkelige dyp kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde er til stede hvis man har et sjikt med lavere hastighet enn det overliggende. Fra denne sjiktgrense vil det ikke komme refrakterte bølger til overflaten, og lavhastighetssjiktet vil ikke kunne erkjennes av måledata. Generelt kan det sies at usikkerheten i de beregnede dyp øker med antall sjikt. Med analog apparatur vil en kunne bestemme første ankomsttid med en usikkerhet på 1 millisekund ved middels god opptaks kvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/s, tilsvarer dette en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestemmelsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer eventuelle feil på grunn av at forutsetningene om isotropi og homogenitet ikke gjelder fullt ut.

Ved meget god datakvalitet kan første ankomsttid avleses med 0.5 millisekunders nøyaktighet. Med denne nøyaktigheten er det allikevel urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell (mindre enn én meter) blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og man må regne med prosentvis store feil i dybdeangivelsene.

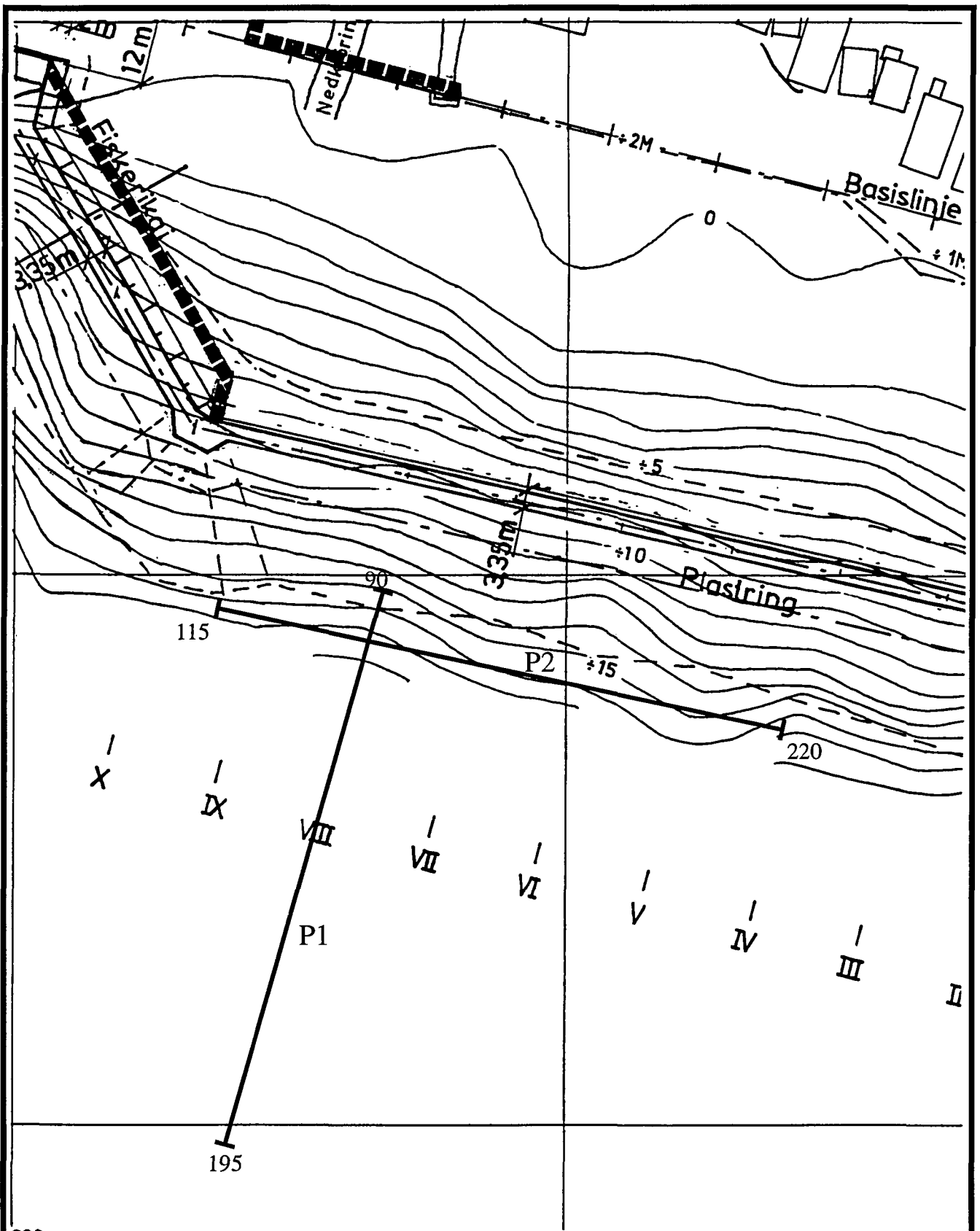
### P-BØLGEHASTIGHET I NOEN MATERIALTYPER

<i>Luft</i>		<i>330 m/s</i>
<i>Vann</i>		<i>1400-1500 m/s</i>
<i>Organisk materiale</i>		<i>150-500 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>200-800 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1400-1700 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>700-1500 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1500-1900 m/s</i>
<i>Hardpakket bunmorene</i>		<i>1900-2800 m/s</i>
<i>Leire</i>		<i>1100-1800 m/s</i>
<i>Oppsprukket fjell</i>		<i>&lt; 4000 m/s</i>
<i>Fast fjell</i>		<i>3500-6000 m/s</i>

# HEMNES MARINA, HEMNESBERGET, REFRAKSJONSSEISMISKE PROFILER







600

NGU/NORDLAND TEKNISK SANDNESSJØEN A/S  
OVERSIKTSKART

## HEMNES MARINA

HEMNES KOMMUNE, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:10000

MÅLT JK

TEGN EM

TRAC

KFR

Feb. -95

Feb. -95

TEGNING NR  
95.034-01

KARTBLAD NR  
1927 III