

Dok.nr. UB.100465-000 Rev. 000

Rapport over :

Grunnundersøkelser ved forlengelse av Varnes flyplass.

II. Nordlandsbanens gjennomføring i tunnel ved pel 100 + 55 m.

O.362.2 - II

januar 1957.

Bilag:

1. Tegnforklaring.
2. Oversiktskart M = 1 : 2000.
3. - 5. Kornfordelingskurver fra hullene 6, 8 og 10.
6. - 8. Borprofiler hull 6, 8 og 10.
9. Profil I. Langs rullebanens senterlinje. Trykksonderinger og jordartsbeskrivelse.
10. Profil III. Langs jernbanen. Trykksonderinger og jordartsbeskrivelse.
11. Profil I. Langs rullebanens senterlinje. Grunnvannstand, poretrykk og permeabilitet.
12. Profil III. Langs jernbanen. Grunnvannstand.
13. Profil III. Langs jernbanen. Grunnvannstand, poretrykk og permeabilitet.

| <u>Innhold:</u> | side |
|---|------|
| 1. Innledning. | 3 |
| 2. Utførte boringer og målinger i marken. | 3 |
| 3. Laboratorieundersøkelser. | 6 |
| 4. Beskrivelse av grunnforholdene. | 6 |
| 5. Resultat av grunnvannstandsmålinger. | 8 |
| 6. Resultat av poretrykkmålinger. | 8 |
| 7. Resultat av permeabilitetsmålinger. | 8 |
| 8. Vannstand i elven og i Trondheim havnebasseng. | 11 |
| 9. Jernbanens fremføring under flyplassen. | 11 |
| 10. Sammendrag og konklusjon. | 17 |

1. INNLEDNING.

Etter oppdrag av Forsvarets Anleggsdirektorat har Norges geotekniske institutt utført grunnundersøkelser i forbindelse med forlengelse av øst-vestbanen på Værnes flyplass i vestlig retning.

Ved utvidelsen vil rullebanen måtte krysse Nordlandsbanen. Jernbanen er derfor projektert ført under rullebanen i tunnel i sin gamle trace ved rullebanens senterlinje pel 100 + 55 m. Tunnelens lengde er 165 m med formasjonsplan under rullebanen på kote - 0,14 N.G.O. Til sidene for tunnelen vil jernbanen gå i åpen kasse eller skjæring med stigning 10 o/oo.

I denne rapport blir grunnforholdene langs jernbanen beskrevet, og geotekniske spørsmål i forbindelse med utførelsen av dette arbeid vurdert.

2. UTFORTE BORINGER OG MÅLINGER I MARKEN.

Markarbeidet er utført i tiden juli/oktober under ledelse av sivilingeniør O. Kummeneje og tekniker G. Lundgren fra instituttet med arbeidshjelp dels fra A/S Anlegg og dels leiet på stedet. Nivellering og innmåling av profiler og borpunkter er foretatt av tekniker Moen fra F.A.D.'s anleggskontor på Værnes.

Grunnundersøkelsene er foretatt langs en linje, profil III, parallell den nåværende jernbane og ca. 10 meter vest for denne. Profilet og beliggenheten av de utførte boringer er vist på oversiktskartet, bilag 2.

Undersøkelsene i marken har bestått i trykksonderinger, prøvetaking, måling av grunnvannstand og poretrykk i dybden samt permeabilitetsmålinger. Det er ialt i profil III utført 12 trykksonderinger til dybder fra 12 til 30 meter under terreng. Videre er det foretatt prøvetaking i 3 hull og tatt opp ialt 21 uforstyrrede prøver. Grunnvannstanden er målt på 9 steder i profilet, og i 3 hull er det målt poretrykk og permeabilitet i forskjellige dybder ned til 13 - 14 meter under terreng.

Grunnvannstandsmålere står fremdeles nede til observasjon på 5 steder, i hull 8, 40, 41, 42 og 43. Videre observasjoner av grunnvannstanden vil bli

utført fra F.A.D.'s anleggskontor på Varnes utover vinteren.

Trykksonderinger.

Instituttets trykksonderingsutstyr består av stålrør med utvendig diameter 36 mm og 1 meters lengder med glatte skjöter som presses ned i grunnen ved en hånddrevet forankret nedtrykningsmaskin. Sondens spiss med flatetverrsnitt 10 cm^2 er fri av rørene og presses ned foran disse ved en kraft som overføres til spissen ved sølvstålstenger i 1 meters lengder inne i stålrørene.

Spissens motstand mot nedpressing måles ved en målebøyle i kraftoverføringen fra maskinen til stålstengene. Nedpressingen skjer med jevn hastighet ca. 1,25 cm/sek. en meter ad gangen, og motstanden avleses og noteres for hver 10 cm synkning av boret.

Ved innmontering av en spesiell elektrisk måledåse i stedet for målebøylen ble ved enkelte hull såvel spissmotstanden som rørenes sidefriksjon observert under nedpressingen.

Prøvetaking.

Med det anvendte 54 mm prøvetakingsutstyr skjæres prøvene ut med tynnveggede rustfri stålsylindre, lengde 80 cm eller 40 cm og diameter 54 mm. Prøvesylindrene forsegles i begge ender med voks og gummihefter for å hindre uttørking.

For å komme ned med prøvetakingsutstyret ble det skovlboret og spylt og rammet ned foringsrør. Omrørte prøver fra de øvre jordlag ble tatt over på glass.

Grunnvannstand- og poretrykkmåling.

Måling av poretrykket (vanntrykket) og grunnvannstanden i marken ble utført med et utstyr som nederst består av et porøst bronsefilter med diameter 3,2 cm og lengde 30 cm. Filteret påskrues stålrør med glatte skjöter, og fra filteret føres en plastslange opp gjennom rørene. Filteret med forlengelsesrør presses eller rammes ned i grunnen.

Filteret og plastslangen fylles med vann, og poretrykket ved filteret blir målt ved å observere den vannstand som innstiller seg i plastslangen.

Grunnvannstandsmålingene blir utført ved å plassere filteret like under grunnvannstandsnivået, og vannet i plastslangen vil da innstille seg i samme høyde som grunnvannstanden.

Målingene av poretrykket ble utført i flere dybder, og for hver dybde over ett eller flere døgn for at vannstanden i slangen skulle få tid til å innstille seg. Samtidig ble det foretatt observasjoner av vannstanden i elven.

Permeabilitetsbestemmelse.

Måling av grunnens vanngjennomslippelighet i marken er utført med det ovenfor beskrevne utstyr for poretrykkmåling. Etter at poretrykket ved filteret er observert, kan målingen av permeabiliteten utføres på følgende måter:

Konstant trykkehøyde. Plastslangen fra filteret fylles med vann og kobles til en åpen flaske med stort tverrsnitt. Vannoverflaten i flasken blir holdt i konstant høyde, og vannmengden, som strømmer fra flasken og ut gjennom filteret i grunnen i løpet av en viss tid, blir målt. Trykkehøyden er differensen mellom vanntrykket ved filteret under målingen og det tidligere målte naturlige poretrykk i filterets dybde.

Målingene fortsettes til vanngjennomgangen er konstant.

Fallende trykkehøyde. Plastslangen fylles med vann opp til en viss høyde, og idet vannet synker fritt i slangen, avleses vannhøyden i slangen med visse tidsintervaller. Trykkehøyden avtar således under forsøket.

Da plastslangen har lite tverrsnitt, er bestemmelse med fallende trykkehøyde mest hensiktsmessig ved liten permeabilitet.

Permeabiliteten er ut fra målingene beregnet under forutsetning av at grunnen rundt filteret er isotrop og av stor utstrekning. Det sees bort fra trykktap i slange og filter.

3. LABORATORIEUNDERSKÖKELSE.

De epptatte uforstyrrede prøver er undersøkt på instituttets laboratorium i Oslo.

Idet prøven skyves ut av sylindren, blir det ved besiktigelse gitt en jordartsbeskrivelse. Videre er det utført følgende bestemmelser:

Vanninnholdet er angitt som vekt av vann i prosent av tørrvekt etter tørring ved 110°C. Det er utført 4 - 6 bestemmelser fordelt over prøven.

Porositeten, d.v.s. porevolumet i % av prøvens totalvolum, er bestemt ved å veie og måle hele prøven.

Romvekt er angitt i t/m^3 .

Udrenert skjærfasthet for de mest finkornede jordarter er bestemt ved enaksede trykkforsøk på prøver med tverrsnitt 3,6 x 3,6 cm og høyde 10 cm. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Den udrenerte skjærfasthet av uforstyrret og omrørt prøve er også bestemt ved konusforsøk. Dette er en indirekte metode, idet nedsynkningen av en konus med bestemt vekt og form måles, og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell.

Sensitiviteten er forholdet mellom skjærfastheten av uforstyrret og omrørt materiale. Denne verdi er bestemt i laboratoriet på grunnlag av konusforsøk.

Kornfordeling. For enkelte prøver i boring 6, 8, 10, 16 og 30 er det foretatt bestemmelse av kornfordelingen ved sikting og hydrometeranalyser. Resultatet av disse undersøkelser fremgår av kornfordelingskurver i bilag 3 - 5.

4. BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDENE.

Terreng. Terrengtet langs profil III parallelt og ca. 10 meter vest for jernbanen ligger mellom kote 7 og 8. Ca. 100 meter syd for rullebanens senterlinje faller terrengtet av i sydlig retning med helning 1 : 50 ned til kote 5. Terrengtet er videre sydover horisontalt og stiger igjen ca. 400 meter syd for rullebanen. Terrengtet er tilnærmet horisontalt til sidene og langs

rullebanens senterlinje fra enden av nåværende rullebane og vestover 200 meter til skråningen ned mot Stjördalselven.

Lösavleiringene.

Grunnforholdene ved de 3 prøvetakingshullene fremgår av borprofilene i bilag 6 - 8. Det er her angitt jordartsbetegnelser og diagrammer som viser naturlig vanninnhold, porøsitet, romvekt og for de fineste jordarter skjærfasthet bestemt ved enkle trykkforsøk og konus. I bilag 3 - 5 er vist kornfordelingskurver for prøver fra forskjellige dybder.

På profilene I og III i bilag 9 og 10 er det på grunnlag av prøvetakingen og de utførte trykksonderinger angitt en hovedinndeling av lösavleiringene. Videre er trykksonderingene tegnet inn i profilene ved at spissmotstanden i dybden er angitt i kg/cm^2 .

Grunnforholdene langs jernbanen karakteriseres ved at det under et tynnere sandlag finnes grov sand og tildels grus til 2 - 4 meter under terreng. Grovsandlaget går dypest på strekningen nord for rullebanens senterlinje. Under grovsanden er det fin sand med overgang til silt på ca. kote - 7, 13 - 14 meter under terreng. Ved hull 6 er det et grovt lag fra kote - 6,5 til - 9,5.

Finsanden er stort sett løst lagret og ensgradert med porøsitet omkring 45 %. Vanninnholdet ligger mellom 25 og 35 % og romvekten omkring 1,9.

Silten under finsanden har vanninnhold ca. 30 % og porøsitet mellom 40 og 45 %. Romvekten er ca. 1,95 og udrenert skjærfasthet er 3 - 5 t/m^2 .

Langs rullebanens senterlinje vestover mot Stjördalselven har grunnen samme lagdeling med grov sand over fin sand og overgang til silt på større dybder. Skillet mellom grov og fin sand faller fra ca. kote 5 ved jernbanen til kote 1,5 ved den nye riksveg 50's trace innenfor elveskråningen. I grovsandlaget er det ut mot elven en del grus og stein.

5. RESULTAT AV GRUNNVANNSTANDSMÅLINGER.

Grunnvannstandsobservasjonene tok til i september, og er på side 9 opp- tegnet frem til desember for 5 punkter i profil III. Grunnvannstanden er i tiden fra september til i slutten av november steget 50 - 60 cm i alle punkter, og viser videre i desember en tendens til å falle. Det er så- ledes betydelige sesongmessige variasjoner i grunnvannstanden, og det obser- veres fortsatt i punktene 40, 41, 8, 42 og 43.

I profilene I og III i bilag 11 og 12 er den observerte grunnvannstand i september og november inntegnet. Langs jernbanen står grunnvannstanden høyest i punkt 8 ved rullebanens senterlinje, hvor vannstanden har steget fra kote 4,4 til 5,0. Nordover mot Stjørdal faller grunnvannstanden svakt til ca. kote 3,5 ved punkt 40 i avstand 500 meter fra rullebanens senterlinje. Syd- over mot Høll faller grunnvannstanden noe sterkere til kote 1,5 til 2,0 ved punkt 43 ca. 500 meter syd for senterlinjen.

Vestover langs rullebanens senterlinje faller grunnvannstanden fra kote 4,4 - 5,0 ved hull 8 ved jernbanen, til kote 2,4 - 3,1 ved hull 20 ved skrån- ingen ned mot Stjørdalselven tilsvarende et fall 1 : 90.

Flo og fjære i elven påvirker ikke grunnvannstanden inne ved jernbanen. Observasjoner av grunnvannstanden i tiden 4 - 5. oktober er på side 10 vist i samme diagram som vannstanden i elven.

6. RESULTAT AV PORETRYKKMÅLINGENE.

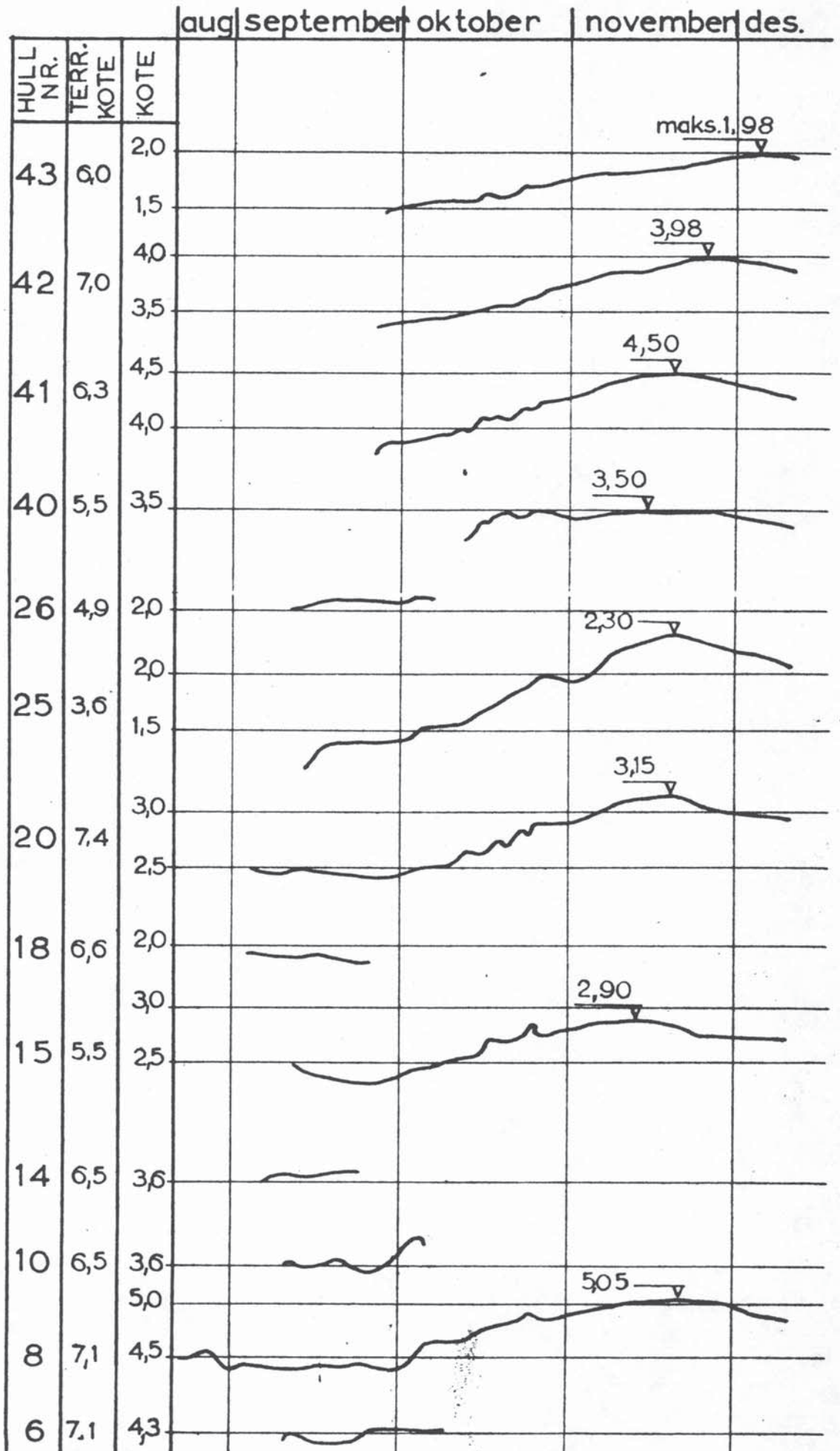
Resultatene av de utførte poretrykkmålinger er tegnet opp i bilag 13. De målte poretrykk i t/m^2 er vist i den dybde målingen er foretatt, og det fremgår at poretrykkene tilsvarende hydrostatisk trykk fra grunnvannstanden representert ved linjen $\gamma_w \cdot h$.

7. RESULTAT AV PERMEABILITETSMÅLINGENE.

Den observerte vanngjennomslippelighet i cm/sek (permeabilitetskoeffisient) er i bilag 13 anført i tallverdi i den dybde målingen er foretatt.

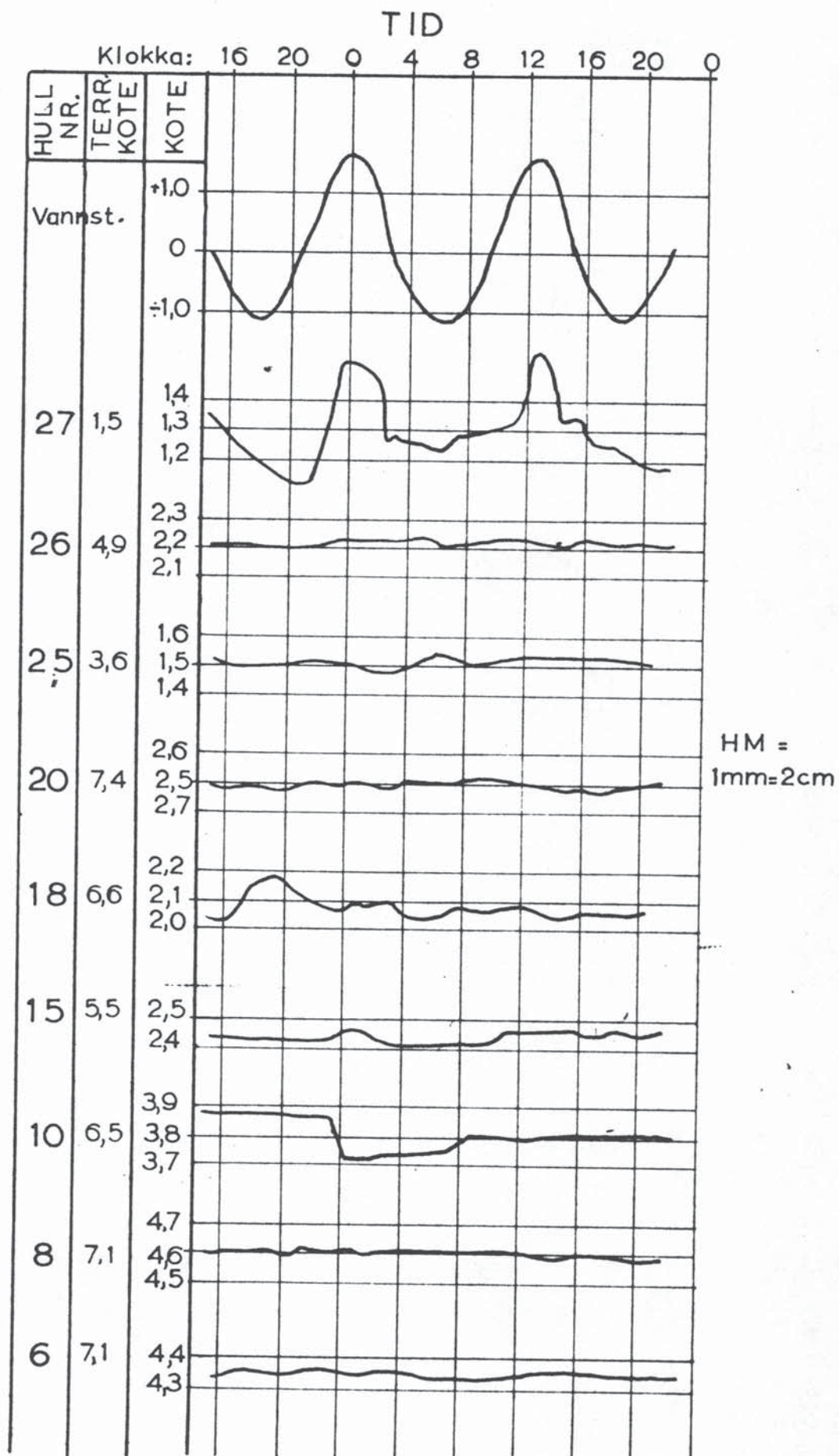
Målingene viser stort sett en vanngjennomslippelighet 10^{-3} cm/sek i de øvre grovere lag og verdier mellom 10^{-4} og 10^{-5} cm/sek i finsanden.

GRUNNVANNSTANDSOBS. Aug.-Des. 1956 .



HM = 1mm = 5cm

GRUNNVANNSTANDSOBS. 4.-5. okt. 1956.



8. VANNSTAND I ELVEN OG I TRONDHEIM HAVNEBASSENG.

Observasjoner av flo og fjære i oktober i Stjørdalselven ved rullebanens senterlinje er vist grafisk på side 12. I diagrammet er også målinger av flo og fjære i Trondheim havnebasseng i dette tidsrom tegnet inn. Vannstanden ved flo når tilnærmet samme høyde på de to steder, mens fjærevannstanden er noe høyere i elven.

Ved pålandsvind, vestavind, må en regne med at vannstanden ved Stjørdal kan bli noe høyere enn i Trondheim.

For vurdering av vannstanden ved flo i elven er det funnet å kunne sammenligne med de kontinuerlige målinger i Trondheim havnebasseng fra 1928. På side 13 er vist den målte årlige maksimale vannstand i Trondheim. Den høyeste vannstand er målt i 1946 på kote 2,3. På samme side er grafisk vist hvor mange ganger flø_sjø har svinget over tilsvarende koter i samme tidsrom.

9. JERNBANENS FREMFØRING UNDER FLYPLASSEN.

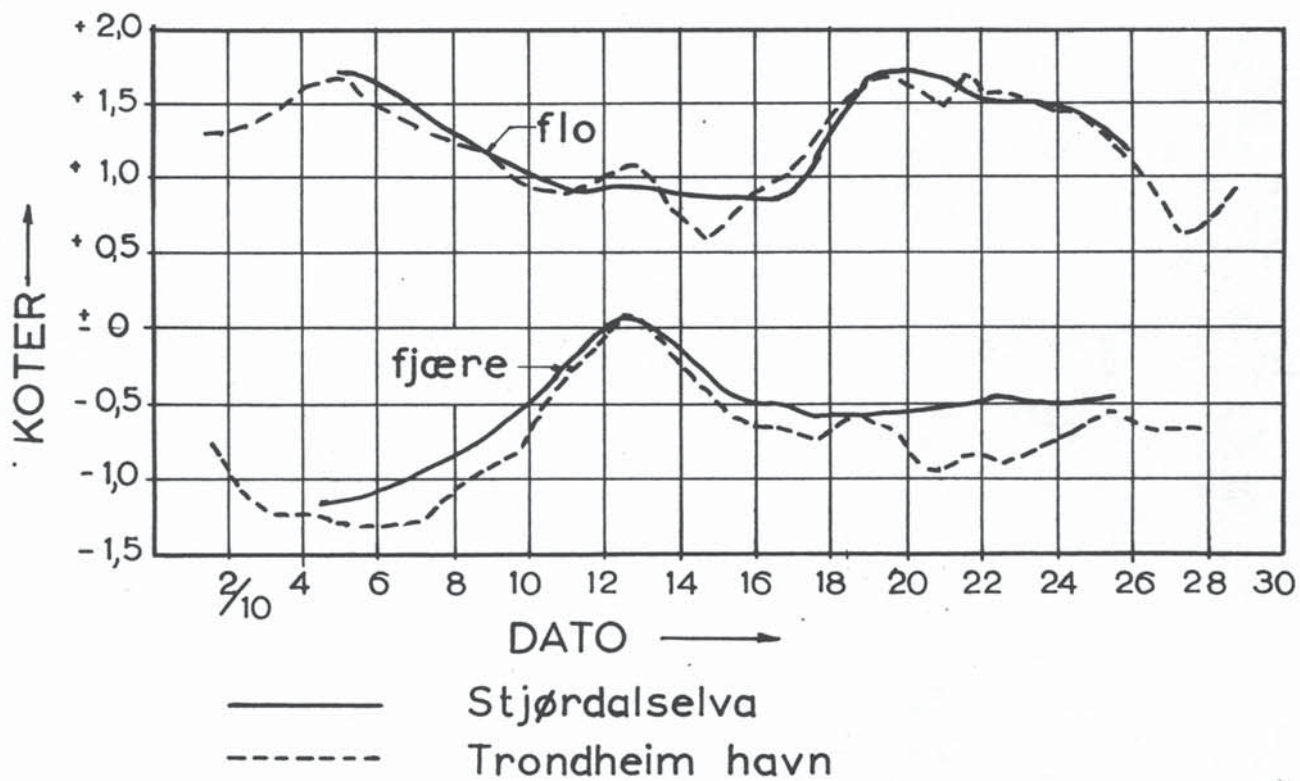
Ved de foreliggende planer er jernbanen projektert ført lavere ned i sin gamle trace og under rullebanen i en 165 meter lang tunnel. Rullebanens plan ligger ved jernbanens passering på kote 7,3, mens jernbanens formasjonsplan i tunnelen under rullebanen ligger på kote - 0,14 (N.G.O.) Nord og syd for tunnelen stiger jernbanen med 10 o/oo til den når opp i nåværende banes nivå ca. 500 meter fra rullebanen.

Ved den projekterte tunnel ligger jernbanens formasjonsplan ca. 8 meter under terreng og 5 meter under nåværende grunnvannstand. Planet vil ligge under grunnvannstand i ca. 800 meters lengde.

Det forutsettes at tunnelen utføres som en gravitasjonskonstruksjon i vanntett betong. Videre antas det at det til begge sider ved jernbanens nedføring til tunnelen støpes åpent kassetverrsnitt fra bunnen og opp til grunnvannstanden. Det vil neppe være tilrådelig å basere seg på en kunstig permanent senkning av grunnvannstanden ved pumping.

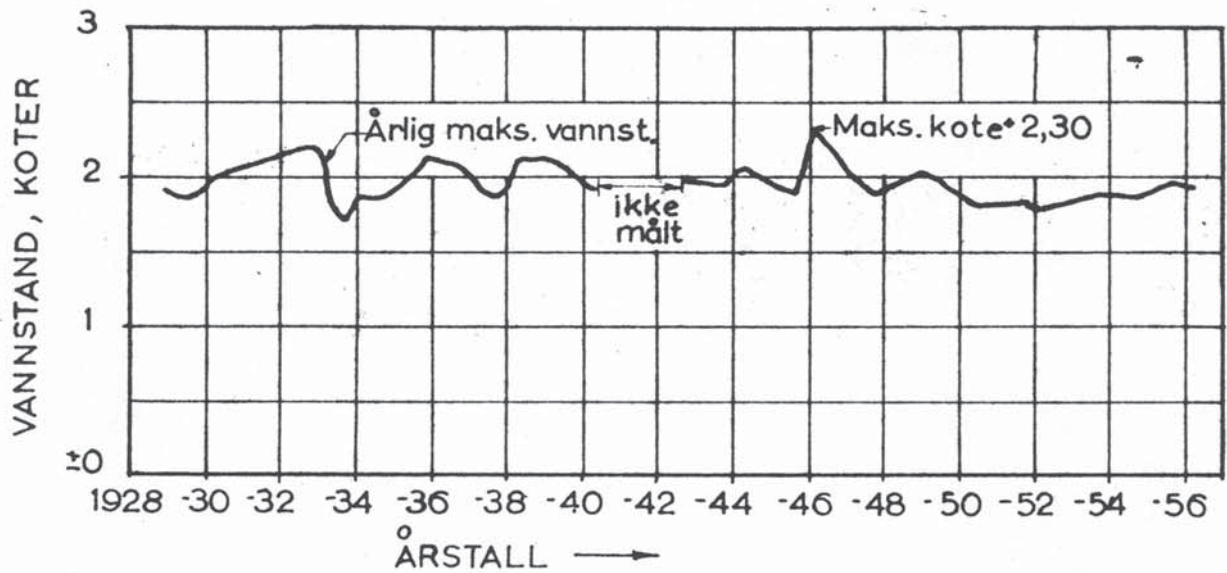
Ved utgraving og støping av tunnelen vil det være en stor fordel å kunne utføre dette i tørr byggegrop. Arbeidsmåten for å oppnå dette avhenger av til hvilken dybde under grunnvannet det skal graves samt jordart og grunn-

VANNSTANDSOBSERVASJONER i oktober 1956

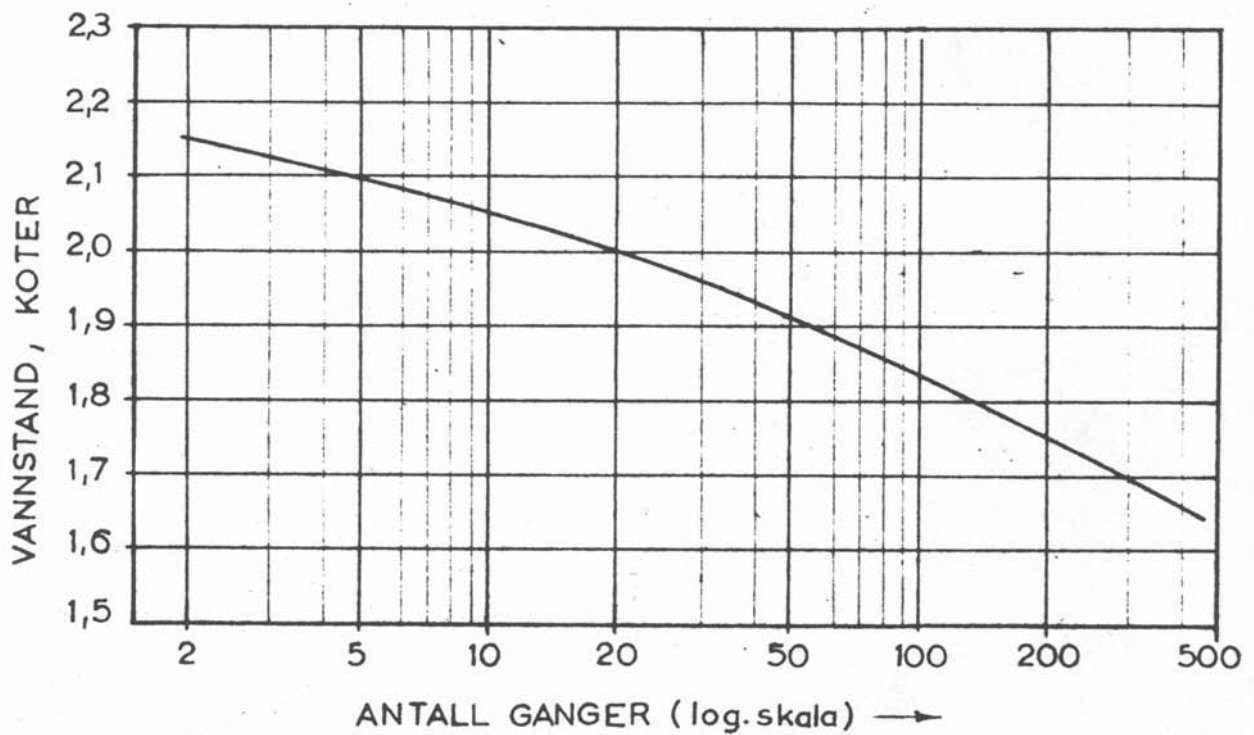


SPRINGFLO-OBSERVASJONER

Trondheim havn , 1928-1956.



ANTALL FLOSVINGNINGER OVER ANGITT KOTEHØYDE
I TIDSRUMMET 1928 - 56.

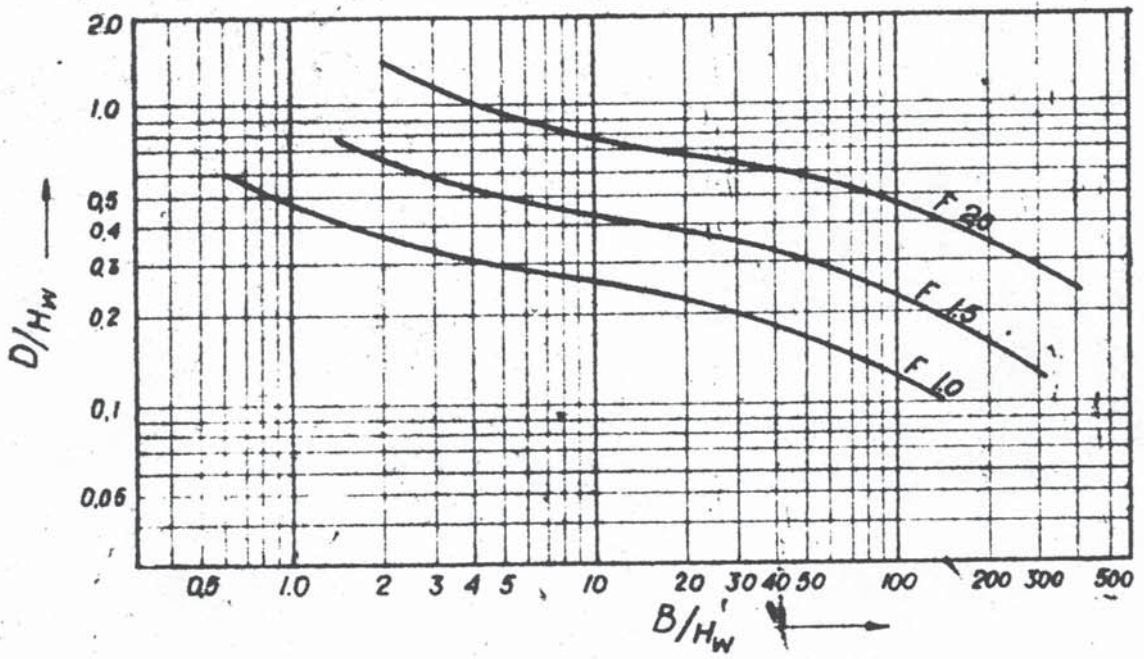
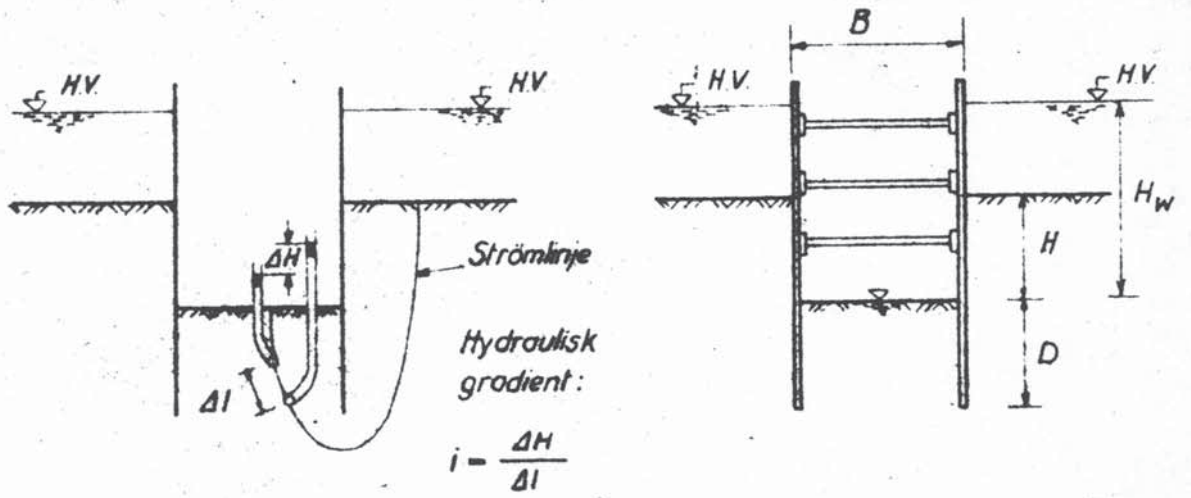


forhold i og under gravedybden. I det foreliggende tilfelle er det under grunnvannstand finsand med overgang til silt på ca. kote - 6. Hvis den hydrauliske gradient i finsanden inn i byggegropen blir for stor, vil bunnen av utgravningen bli løs og uegnet såvel til arbeidsplass som fundamenteringsunderlag. Hvis det fundamenteres på slik løs sand, som til en viss grad blir opprotet ved arbeidet i gropen, må en regne med større og i mange tilfeller ujevne setninger.

Ved å senke grunnvannet naturlig ved drenering med avløp ut i Stjørdalselven, vil man kunne redusere såvel lengde som høyde av den vanntette konstruksjon ved nedkjøringene til tunnelen, samtidig som oppløftstrykket på tunnel og konstruksjoner senkes. Avløpet i elven bør legges under fjærevannstand. Baserer man seg på fall 1 : 100 og et effektivt avløp på kote 0, idet man regner at avløpet i fjæreperioden er stort sett nok til også å kunne ta tilsiget under flo, vil man muligens kunne senke grunnvannet ved jernbanen fra kote 5 til mellom kote 2,0 og 2,5. For å redusere oppstuvning i avløpet ved flo i elven er det også mulighet for å lukke avløpet med tilbakeslagsventil og samle dreinsvannet i samlekummer i flotiden.

Utgravningen kan derved utføres med vanlige naturlige sideskråninger ned til det senkede grunnvann. Ved den videre utgravning under grunnvannet bør man starte fra sidene, hvor gravedybden er minst, og etter hvert grave seg dypere frem mot tunnelen. Hvor gravedybden under grunnvannet er liten, vil man kunne tørrlegge og holde gravebunnen fast ved å lede det innstrømmende vann til dypere partier i utgravningen, sumper eller hull, og pumpe fra disse. De utgravede partier bør så raskt som mulig dekket med grovere materialer, gjerne i form av filter med grov sand og derpå grus og singel for å stabilisere finsanden i bunnen og i fot av graveskråning og avlede det innstrømmende vann til pumpeumpene.

Når gravedybden blir såvidt stor at den nevnte fremdriftsmetode ikke lenger synes egnet, vil man kunne grave dypere innenfor relativt korte spuntvegger fra det utgravete nivå og noe under den projekteerte gravedybde. Beregning av til hvilken dybde spuntveggen bør føres ned for å sikre mot hydraulisk grunnbrudd, kan utføres ved beregningsdiagrammet side 15. En tilråder å benytte en sikkerhetskoeffisient 2,0 mot grunnbrudd.



Istedenfor de nevnte spuntvegger kunne også utgravningen tenkes utført ved å sette ned en vegg av "vacuum well points" i begge sider av utgravningen. Ved pumping etableres således et undertrykk hvorved graveskråningene kan utføres relativt steile. Da imidlertid grunnen har såvidt liten vanngjennomslippelighet, vil et system med "vacuum well points" kreve stor påpasselighet og nøyaktighet. Det er også mulig at benyttelse av denne metode ikke vil stille seg særlig økonomisk gunstig.

Når utgravningen er ferdig, bør det i bunnen av denne fylles grovere materiale hvori nedlegges dremsforbindelse på tvers av tunnelen. Under stöpning av bunnplaten bør grunnvannstanden holdes under denne. Ved den videre stöpning må ikke grunnvannstanden heves raskere enn at konstruksjonens vekt til enhver tid er større enn oppløftstrykket fra grunnvannet.

Skal en for konstruksjonene under driften basere seg på en kontinuerlig senket grunnvannstand ved drenering ut i elven, bør en være oppmerksom på at ethvert dremssystem med tiden vil kunne gå tett. For at dremssystemet skal virke tilfredsstillende vil det kreve vedlikehold og kontroll. Rundt konstruksjonene bør det fylles grovere materialer som vil ha en drenerende virkning. Materialene bør ha kornstørrelse og gradering som hindrer finsanden i å trenge inn i dreneringen. Forat dremsledningene på langs av tunnelene og i avløpet skal kunne rengjøres, bør disse forsynes med stakekummer i ikke for stor avstand. Vannstanden på utsiden av konstruksjonene bør kontrolleres ved å sette ned vannstandsmålere til observasjon.

For å heve tunnelen mest mulig opp fra grunnvannet kan det foreslås at tunnelens takkonstruksjon direkte inngår i rullebanedekket. En vil derved spare høyde samtidig som belastningen på taket reduseres. Gjenfyllingen etter utgravningen på siden av tunnelen bør utføres med grovere materialer som komprimeres godt forat ikke rullebanedekket skal sette seg i forhold til tunnel-taket.

Da finsanden i grunnen ligger på grensen av å være telefarlig, bør en på de steder hvor det er mulighet for at frosten kan slå igjennom betongkonstruksjonen, være oppmerksom på telefaren.

10. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

De utførte grunnundersøkelser langs jernbanen ved kryssningen av flyplassens forlengelse har gitt følgende bilde av grunnforholdene:

Fra terreng mellom kote 6 og 7 er det sand og grov sand til 2-4 m dypde, dypest nord for rullebanens senterlinje. Under den grove sand er det fin sand med overgang til silt på ca. kote -7,13 - 14 m under terreng. Mens grovsanden er fast lagret, er finsanden relativt løs med porøsitet omkring 45%. Siltlaget under finsanden har vanninnhold 30% og udrenert skjærfasthet $3-5 \text{ t/m}^2$.

Grunnvannstanden ved jernbanen varierer ikke merkbart med flo og fjære i elven, men har sesongmessige variasjoner. Således er vannstanden steget 0,5 - 0,6 m fra september til slutten av november. Grunnvannstanden ligger ved kryssningen med rullebanen i underkant av grovsandlaget mellom kote 4 og 5. Nordover og sydover ca. 500 m fra rullebanens senterlinje faller grunnvannstanden svakt henholdsvis til kote 3 og 1,5-2.

Porevanntrykket i dybden tilsvarende hydrostatisk trykk fra grunnvannstanden.

Vanngjennomslippeligheten er i den grove sand ca. 10^{-3} cm/sek. og ligger i finsanden mellom 10^{-4} og 10^{-5} cm/sek.

Observasjoner av vannstanden i Stjørdalselven har vist at vannstanden ved flo sjø svarer godt til målt flo i Trondheim havnebasseng. Målinger i Trondheim tilbake til 1928 viser en høyeste målt flovannstand på kote 2,30, mens den i samme tidsrom fem ganger har vært over kote 2,10.

Ved det foreliggende prosjekt er jernbanen ført under rullebanen i en ca. 160 m lang tunnel. Jernbanens formasjonsplan i tunnelen er lagt på kote -0,14 (N.G.O.), og planet vil således ligge 4-5 m under nåværende grunnvannstand. Med den viste stigning, 10 o/oo, vil planet

først nå opptil grunnvannstandens nivå ca. 400 m nord og syd for rullebanens senterlinje.

Det forutsettes at tunnelen blir å utføre som en gravitasjonskonstruksjon i vanntett betong og på begge sider åpent kassetverrsnitt opp til grunnvannstand.

En grunnvannsenkning kan utføres ved naturlig drenering med avløp ut i Stjørdalselven ca. 200 m vest. Idet avløpet legges under fjærevannstand, bør grunnvannstanden kunne senkes fra ca. kote 4,5 til mellom kote 2 og 2,5 ved jernbanen.

Utgravningen kan derved utføres med naturlig graveskråning ned til den senkede grunnvannstand. Da finsanden i gravedybden er relativt tett, vil man kunne grave noe dypere ved å pumpe fra pumpesumper eller hull med grovere materiale i bunnen.

Når den hydrauliske gradient inn i utgravningen blir for stor, vil bunnen bli løs og uegnet såvel til fundamenteringsgrunn som arbeidsplass. En dimensjonering av spuntdybden kan utføres etter diagram på side 15. Den utføres innenfor relativt korte spuntvegger.

Det foreligger også mulighet for å foreta en grunnvannsenkning ved "vacuum well points".

Før bunnplaten støpes bør det i bunnen fylles grovere materialer for å kunne drenere og hindre vanntrykk under den ferske betongstøp.

Velges det å basere seg på en permanent grunnvannsenkning ved drenering med avløp ut i Stjørdalselven, må man være oppmerksom på at dette vil stille krav til utførelse, vedlikehold og kontroll for at drencsystemet skal forbli effektivt. Rundt konstruksjonene bør det fylles grovere materialer med filtervirkning overfor finsanden, drencledningene bør forsynes med stakekummer og grunnvannsrør nedsettes til kontroll.

For å heve tunnelen kan det foreslås at tunneltaket inngår som en del av rullebanedekket.

Ved prosjekteringen bør man være oppmerksom på at finsanden i grunnen ligger på grensen til å være telefarlig.

De foretatte undersøkelser langs jernbanen skulle kunne danne grunnlag for en videre prosjektering, detaljbehandling og utførelse av den planlagte krysning i tunnel under rullebanen. Instituttet ser det ikke praktisk og mulig i denne rapport å gå nærmere inn på detaljer ved utførelsen, men står gjerne til tjeneste med råd eller videre bearbeidelse ved spørsmål som måtte oppstå under prosjekteringen eller anleggsarbeidet.

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

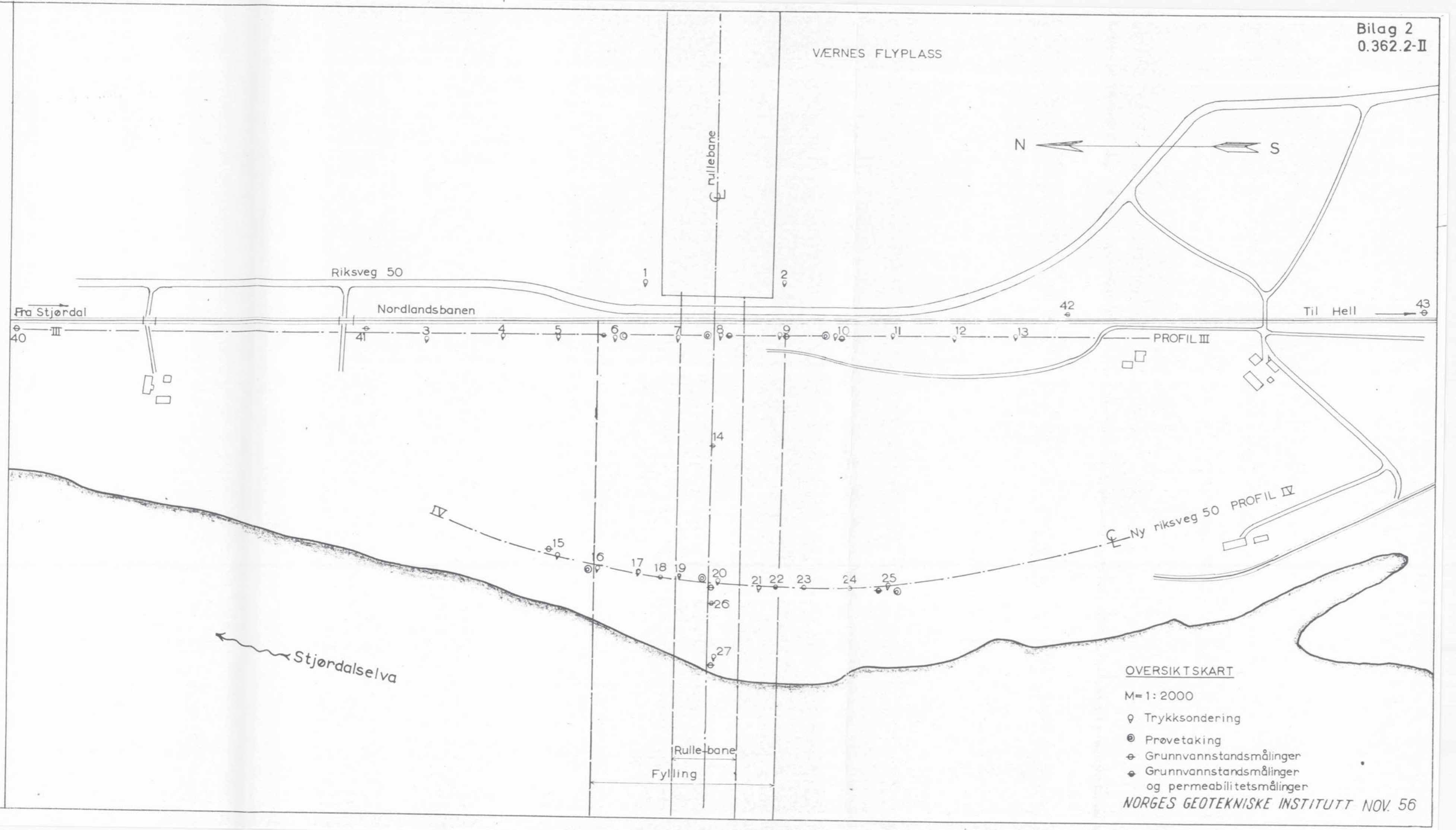


Ove Eide

Ottar Kummeneje

OK/MW/ET

VÆRNES FLYPLASS



OVERSIKTSKART

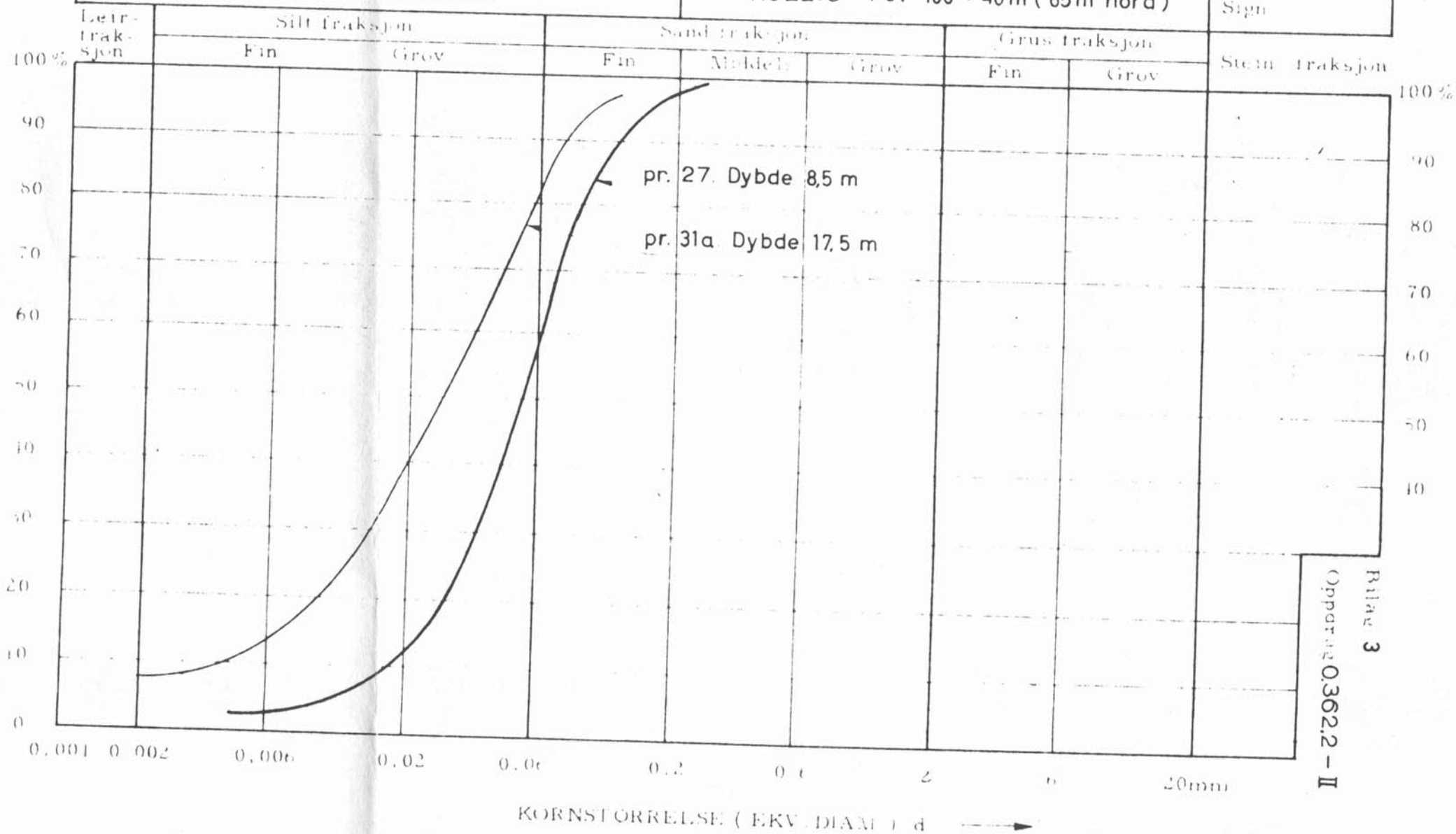
M=1:2000

- ∅ Trykksondring
- ⊙ Prøvetaking
- ⊕ Grunnvannstandsmålinger
- ⊙ Grunnvannstandsmålinger og permeabilitetsmålinger

KORNSTØRRELSE FORDELING

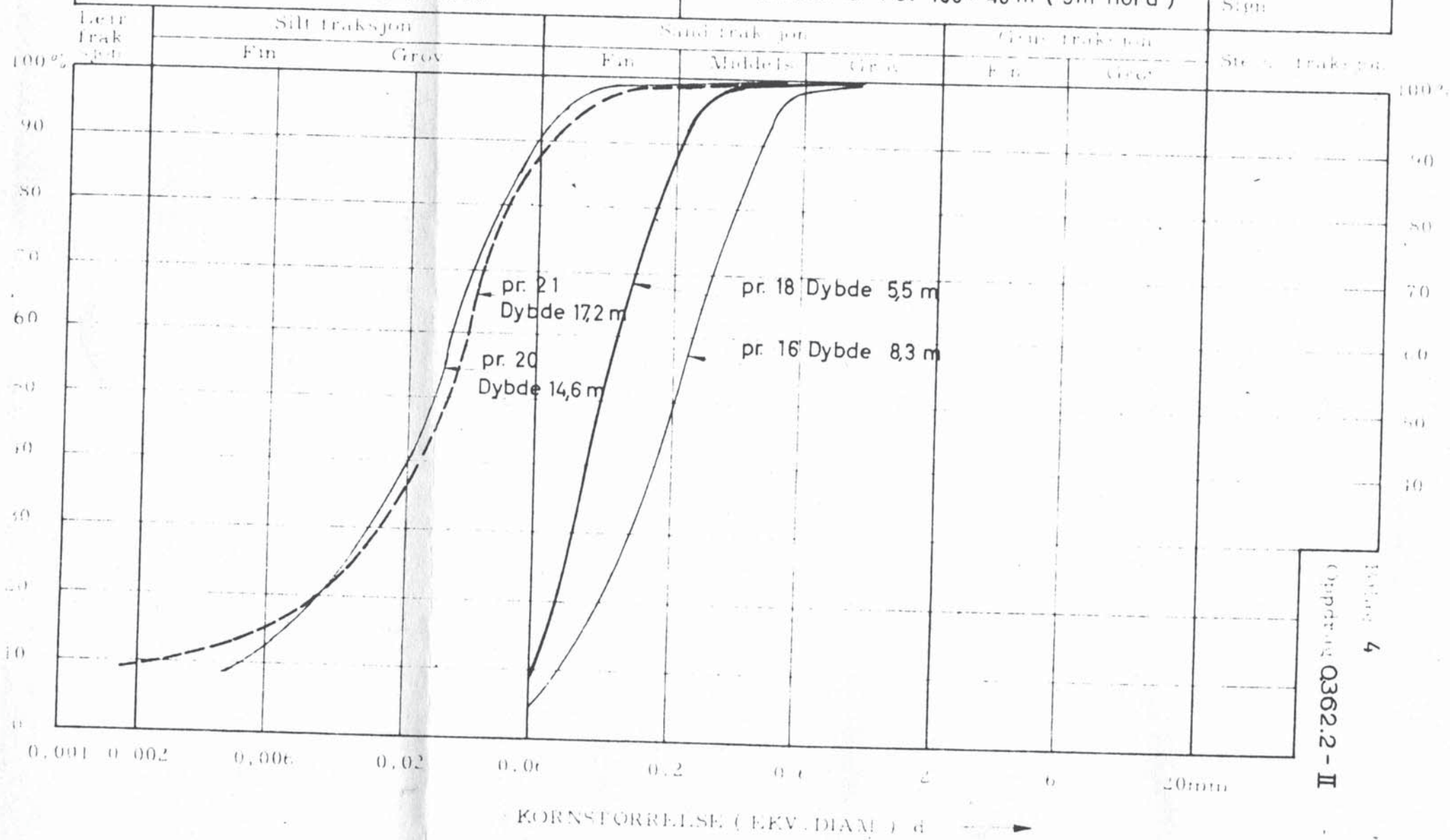
HULL: 6 Pel 100 + 40 m (65 m nord)

Sign



PEL VERTMENGDE N AV KORN < d

Bl. 3
Oppdr. nr. 0.362.2 - II



Boring 4
 Oppdrags 0362.2 - II

KORNSTØRRELSE (EKV. DIAM.) d

Fig. 120

Norges geotekniske institutt

KORNSTØRRELSE- FORDELING

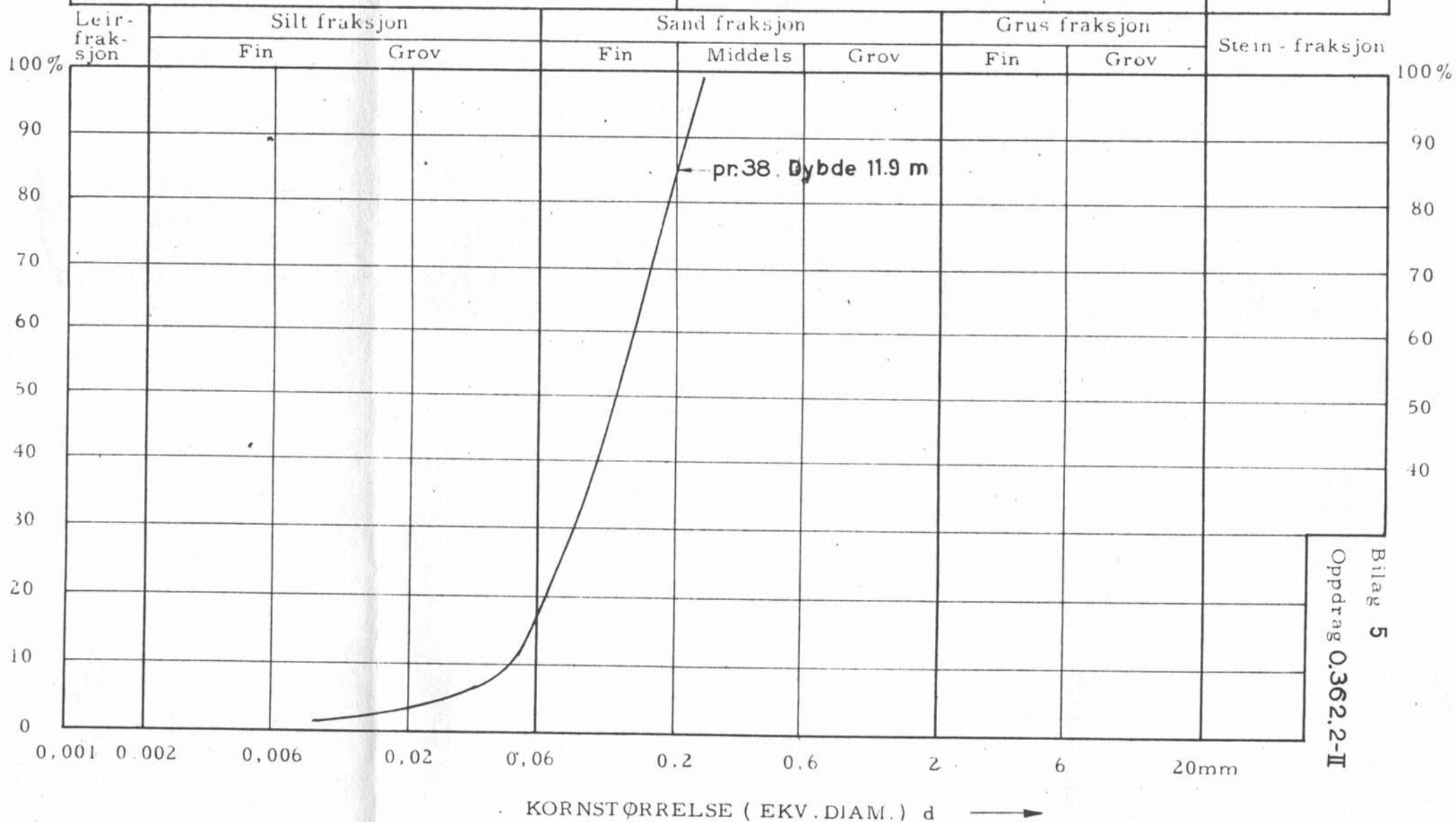
Sted VÆRNES FLYPLASS

HULL: 10 Pel 100+40, 80 m syd

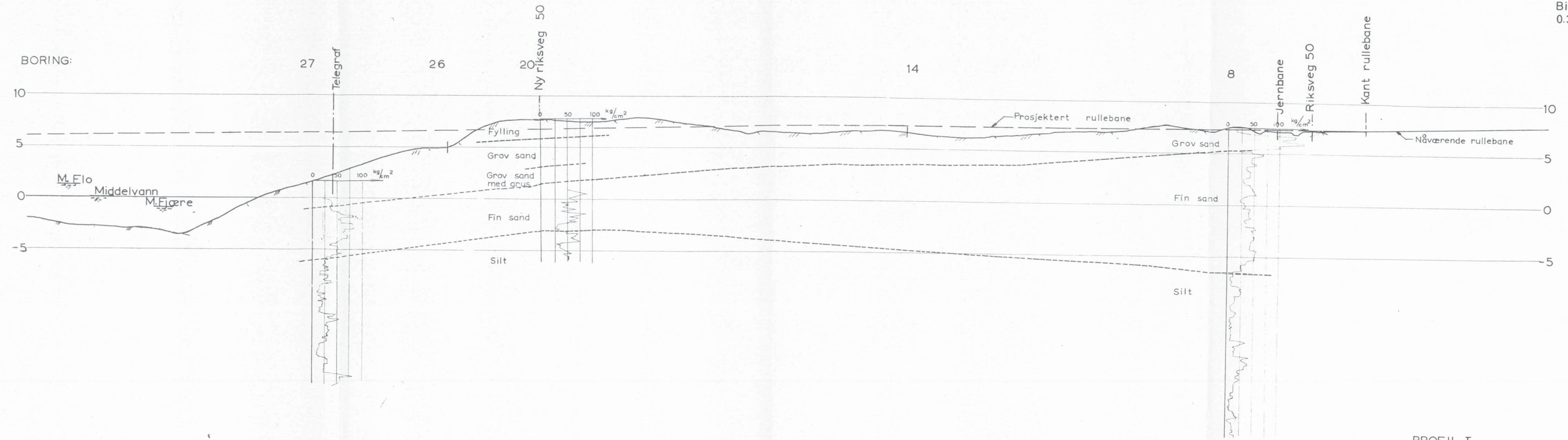
Dato 22-11-56

Sign.

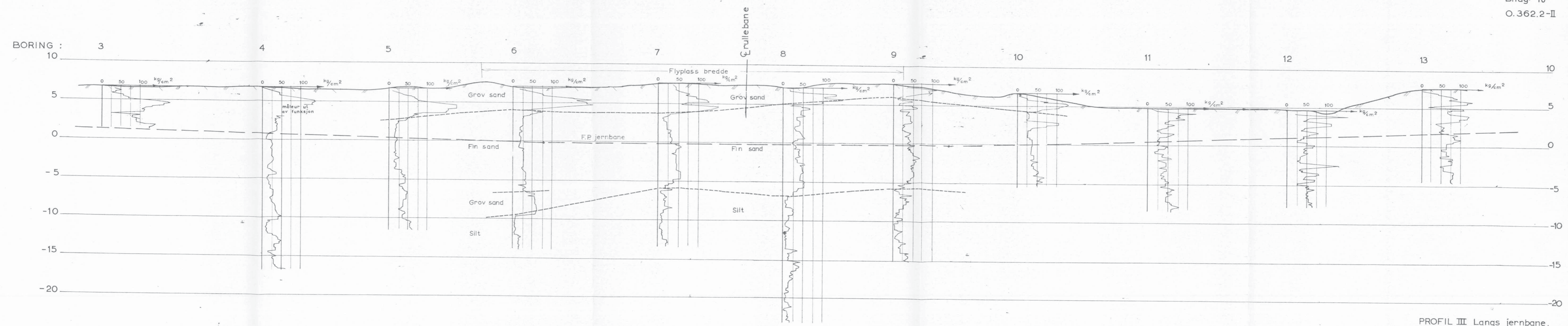
REL. VEKTMENGDE N AV KORN < d



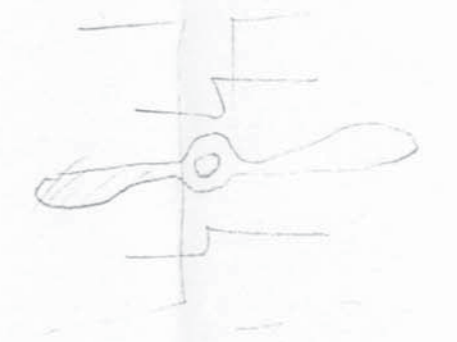
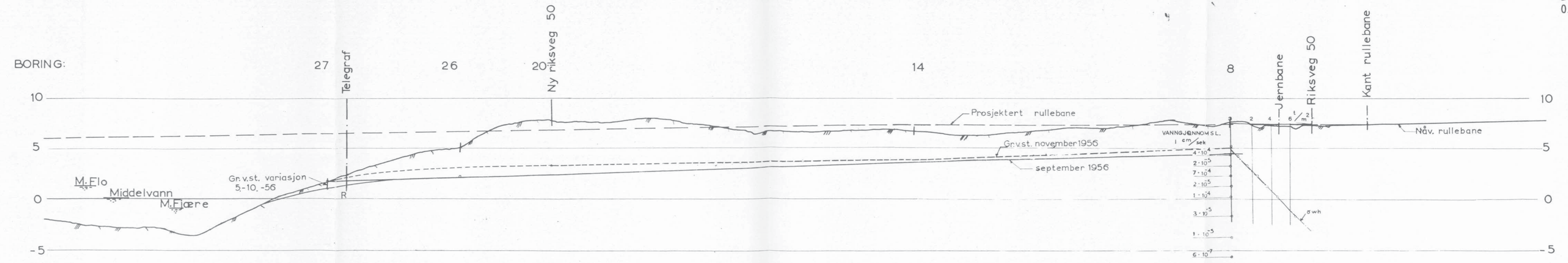
Bilag 5
Oppdrag 0.362.2-II



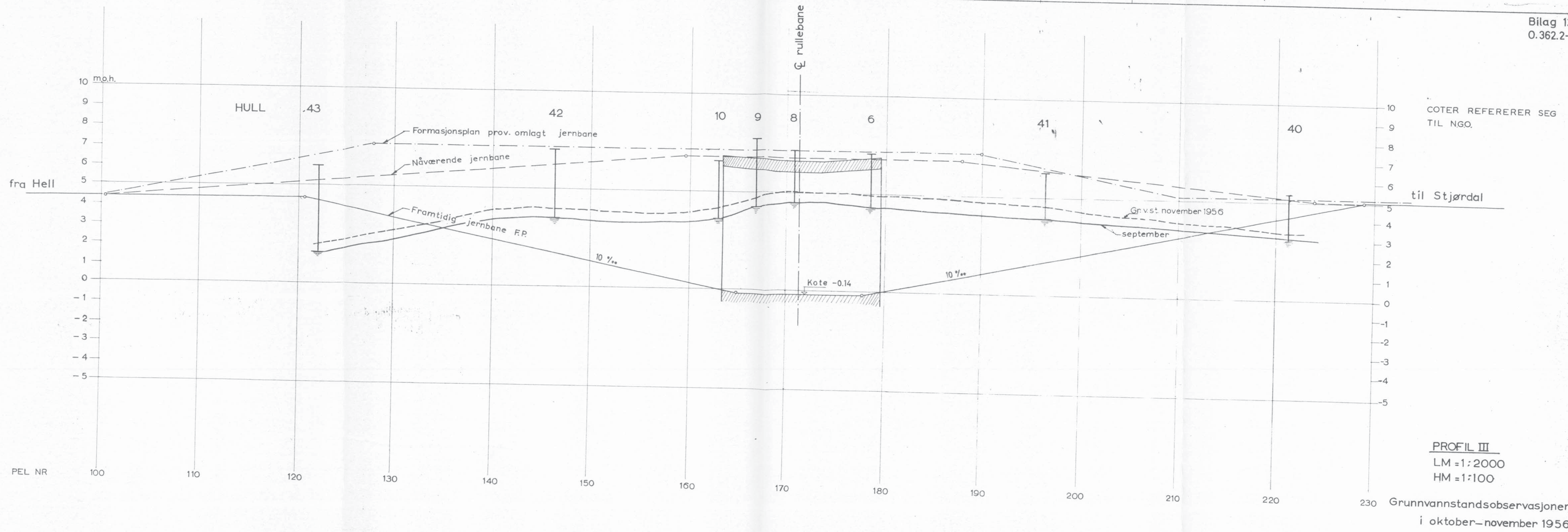
PROFIL I
 LM= 1: 500
 HM= 1: 200
 Trykksonderinger
 Jordartsbeskrivelse



PROFIL III Langs jernbane.
LM=1:500
HM=1:200
Trykksonderinger
Jordartsbeskrivelse



PROFIL I
LM=1: 500
HM=1: 200
Poretrykkmålinger
Permeabilitetsmålinger

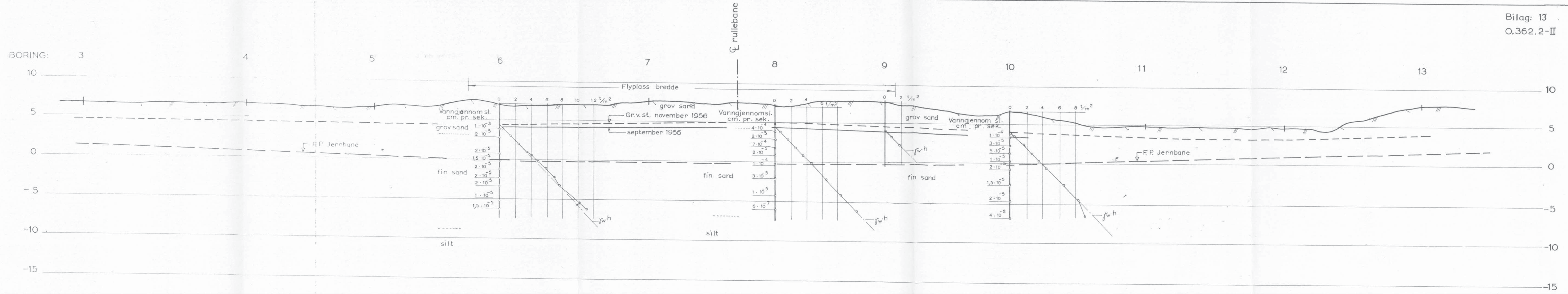


COTER REFERERER SEG
TIL NGO.

fra Hell
til Stjørdal

PROFIL III
LM = 1:2000
HM = 1:100

Grunnvannstandsobservasjoner
i oktober-november 1956



PROFIL III Langs jernbanen
LM = 1:500
HM = 1:200
Poretrykkmålinger.
Permeabilitetsmålinger.