

Oslo, 11.12.79

Bgk,

UB.112034-000

UROLIG FYLLING VED SNÅSAVATNET  
NORDLANDSBANEN KM 165,0  
Gk. 4148,1

Flere fyllinger langs Snåsavatnet har i tidens løp gjennomgått store setningsbevegelser, og det har av den grunn stadig vært behov for opp-pakking av sporet. Spesielt har venstre skinnestreng vært utsatt. Man har også kunnet registrere sporforskyvninger sideveis ut mot vannet.

Setningene har satt sitt tydelige preg på de over 50 år gamle steinfyllingene. De opprinnelige ballastmurer på sjøsiden kan nå finnes igjen nede i fyllingsskråningene i et nivå som vitner om synkninger av størrelsesorden 1-2 m på de verste stedene. Steinfyllingene har etter hvert fått temmelig uryddig og gissen karakter.

Geoteknisk kontor har tidligere utført grunnundersøkelser på to slike utsatte steder, nærmere bestemt ved km 150,3 og km 152,3 (h.h.v. Gk 2022 og Gk 2027, høsten 1952). Foranlediget av melding om nye setninger i sporet juli d.å. og derpå følgende befarings, har Geoteknisk kontor igjen utført grunnundersøkelser. Denne gang for en fylling ved km 164,95 som var ett av flere steder hvor man på samme tid hadde setninger.

Fyllingen ligger i slakt hellende skogsterreng ved kanten av Snåsavatnet. Høyden er gjennomgående 2-3 m over terreng, bortsett fra ved stikkrennen (km 165,950) hvor den kommer opp i ca. 3-4 m. En interessant observasjon ved stikkrenneutløpet er at de ytre 4-5 bunnhellene har forskjøvet seg 10-15 cm fra hverandre. Dette kan indikere at det foregår horisontale bevegelser utover mot vannet. Ellers gir beliggenhet av den gamle ballastmur beskjed om at



de totale synkninger av fyllingens ytre del har vært av størrelse 1,0-1,5 m. Den siste setning og påfølgende oppakking dreier seg angivelig om 10-15 cm ved venstre skinnestreng.

### G r u n n u n d e r s ø k e l s e r

Det er foretatt dreieboringer med maskinelt borutstyr i tre profiler. De fleste borskudd er utført i et profil sentralt i setningsområdet, hvor det også er tatt opp prøver av grunnen med Ø 40 mm stempelprøvetaker. Samtlige boringer er avsluttet på fjell med god appell.

Borhullenes plassering, samt profiler med boringsresultatene inntegnet, er vist på vedlagte tegning.

### G r u n n f o r h o l d

Det er registrert små dybder til fjell. På oversiden av fyllingen er det stedvis fjell i dagen, og ved fyllingsfot i strandkanten er det bare 2-3 m løsmassemekthet. Fjelloverflaten faller noe av til største dybde ca. 6 m under terreng i en avstand ca. 22 m fra spor.

Dreieboringene indikerer løst lagrede masser på sjøsiden. Prøveserien i profil km 164,935 har vist at grunnen består av finsand, silt og leire, i mer eller mindre lagdelt avsetning. Ved laboratorieanalysene er naturlig vanninnhold bestemt til 25-30%, og udrenert skjærfasthet til rundt 25 kN/m<sup>2</sup>. (Skjærfastheten er målt med konusmetoden, som egentlig anses dårlig egnet på jordprøver av denne type.)

### S e t n i n g s v u r d e r i n g

Etter konvensjonelle beregningsmetoder, vil sikkerheten mot større utglidninger være tilfredsstillende. Det synes derfor lite sannsynlig at de setninger som foregår skyldes glidninger som følge av overbelastning. Det er helt på det rene at setningene heller ikke skyldes vanlig komprimering av undergrunnen.



Terrenget har en viss helning ned mot vannet og antakelig ligger også lagdelingen i løsmassene under og nedenfor fyllingen i tilnærmet samme helning. Dette kan gi muligheter for grunnvannsstrøm og dannelse av poreovertrykk under fyllingen, spesielt i perioder med stor nedbør. Med fjell i dagen på oversiden av linjen og med god anledning for avrenning av overvann til stikkrennen, er imidlertid svingene små for at nevnte forhold kan ha særlig betydning for setningsutviklingen. Likevel er det temmelig sikkert at vann er den dominerende årsaksfaktor, og for å finne en plausibel forklaring må man rette søkelyset på selve Snåsavatnet, og spesielt hva som kan skje i strandkanten under større og mindre vannstandsvariasjoner.

Etter oppgaver fra hydrologisk avdeling i Vassdragsdirektoratet, over døgnlige vannstandsmålinger i tidsrommet 1972 - 1978, har den maksimale vannstandsvariasjon i denne perioden vært 2,29 m. Høyeste vannstand er målt i mai 1976 (kote 24,23), og laveste i mars 1977 og august 1978 (kote 21,94). Største variasjon innen ett og samme år er 2,08 m (1976), og minste 1,33 m (1977). Største variasjon innen en måned er målt til 1,73 m, også i 1976. Den gjennomsnittlige variasjon for alle disse årene er utregnet til 1,67 m, og "normalt" middelvannstand ligger på kote 22,77 m. Registreringer for 1979 er ennå ikke innkommet, men det er sannsynlig at vannstanden har ligget godt over middelårets. På den tid grunnundersøkelsene fant sted, lå vannstanden på ca. 23,3 (19.9.79). Den maksimale vannstandsvariasjon i måleperioden er markert på profilene.

Vanligvis vil naturlige vannstandsvariasjoner av denne størrelse ikke medføre større problemer, unntatt som i dette tilfelle under helt spesielle jordartsforhold. Mellomjordartene silt og finsand, gjerne i lagdeling med leire, er svært følsomme for vann, både m.h.t. oppløsting, poretrykk og erosjon. Utsatt for vanntrykk eller overskudd av porevann oppstår som regel flytetendenser i slike masser.



Ved stigende vannspeil vil oppbløting skje langt inn under jernbanefyllingen. Dette vil i og for seg ikke påvirke fyllingens stabilitet nevneverdig, men setninger kan utvikles allerede i denne fase som følge av at steinmassene gradvis presses ned i oppbløtningssonen, gjerne fremskyndet av rystelser fra togtrafikken. (Dette kunne vært unngått med skikkelig filterlag mellom steinfylling og undergrunn.) Det er likevel først når vannstanden synker igjen at man kan forvente de største problemene. Den finkornige grunnen er så lite permeabel at vannet en tid blir "hengende" igjen i porene, mens ytre vannspeil synker. I denne fasen vil tyngden av jordmassene på nytt øke, samtidig som vanntrykk i porene mobiliseres. Dette vil i en kortere periode føre til dårligere stabilitet p.g.a. redusert skjærfasthet i grunnen, nok til at mindre plastiske signinger kommer i stand under fortrinnsvis fyllingens ytre del, men tydeligvis ikke nok til at regulære glidninger kan utløses. Et slikt forløp vil kunne gjenta seg i større og mindre grad flere ganger i løpet av året i takt med vannspeilets svingninger, og deformasjonene i undergrunnen vil summeres og til slutt gjøre seg utslag som setninger og forskyvninger i sporet.

Slike poretrykkstilstander vil neppe kunne bli særlig langvarige, da poretrykket vil synke etter hvert som vannet finner veg og strømmer ut mot lavvannsnivået. I denne strømningsfasen er det i disse massene en åpenbar fare for at erosjon og massetransport kan finne sted, noe som i sin tur også kan gi betydelige bidrag til setningsutviklingen. Tilsvarende effekt vil man også kunne få ved bølgeslagsutvasking i og under den gisne fyllingen.

I henhold til ovennevnte hendelsesforløp skulle man først og fremst vente at setningene inntreffer ved synkende vannspeil og ved lav vannstand. Det er imidlertid ikke sikkert at deformasjoner i grunnen vil forplante seg umiddelbart til sporet. Man kan godt tenke seg en faseforskyvning p.g.a. indre friksjon og hvelvvirkning i steinmassene, som i en tid vil kunne bygge over lokale svakheter og hulrom i masser på lavere nivå. I så fall kan man også risikere



relativt store og plutselige setninger når disse "hvelvene" først bryter sammen.

#### F o r s l a g   t i l   u t b e d r i n g .

Med støtte i ovenstående betenkning vil det være formålstjenlig å lage en "sperre" eller barriere for masseforflytninger utover mot vannet. I det aktuelle tilfelle kan dette relativt enkelt utføres ved å grave en grøft ned til fjell og fylle denne med velgraderte grusmasser. Grøftebredden bør minst være 1,5 m. Grazing og fylling må eventuelt utføres seksjonsvis og på en tid av året da det er lav vannstand, gjerne vinterstid.

Vi vil likevel foreslå en annen løsning, som er mer generell og som også kan anvendes på andre steder uavhengig av dybden til fjell utenfor fyllingsfot. Denne går ut på å legge ut motfylling av grus, helst noe steinholdig, direkte på terreng utenfor jernbanefyllingen. Forslag til motfylling er vist stiplet på profilene. Tanken bak en slik stabiliserende fylling er å motvirke de omtalte plastiske svingninger i grunnen, samtidig som grusen skal virke filtererende og etter en tid stoppe utgående massetransport.

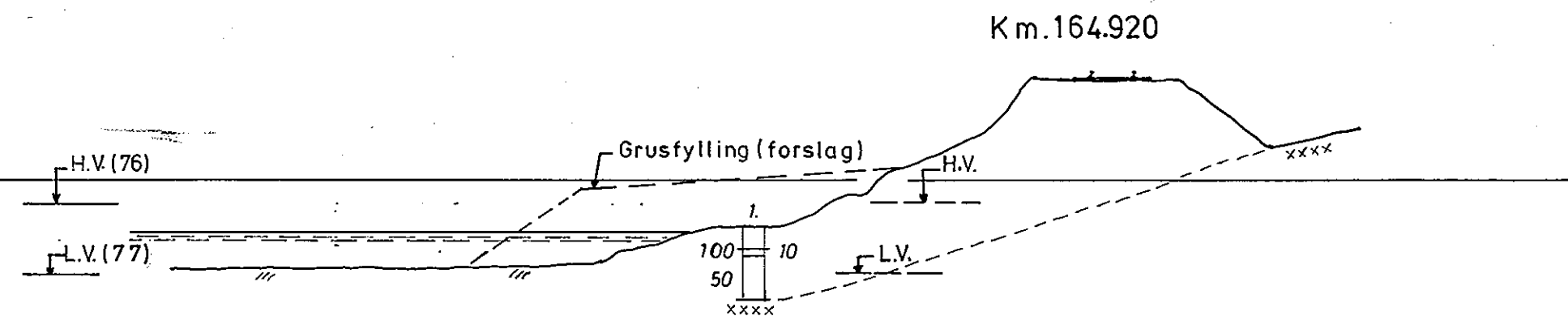
Hvis dette tiltak alene skulle vise seg utilstrekkelig, har man fremdeles anledning til å supplere med ovennevnte grøftetiltak.

*H. Harpmann*

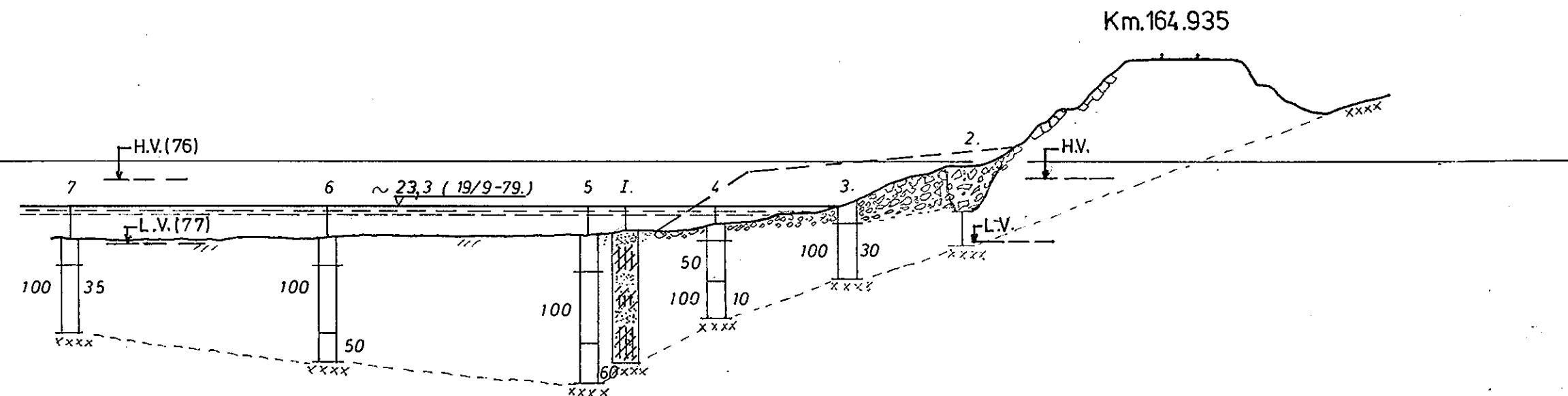
---

*B. Falstad*

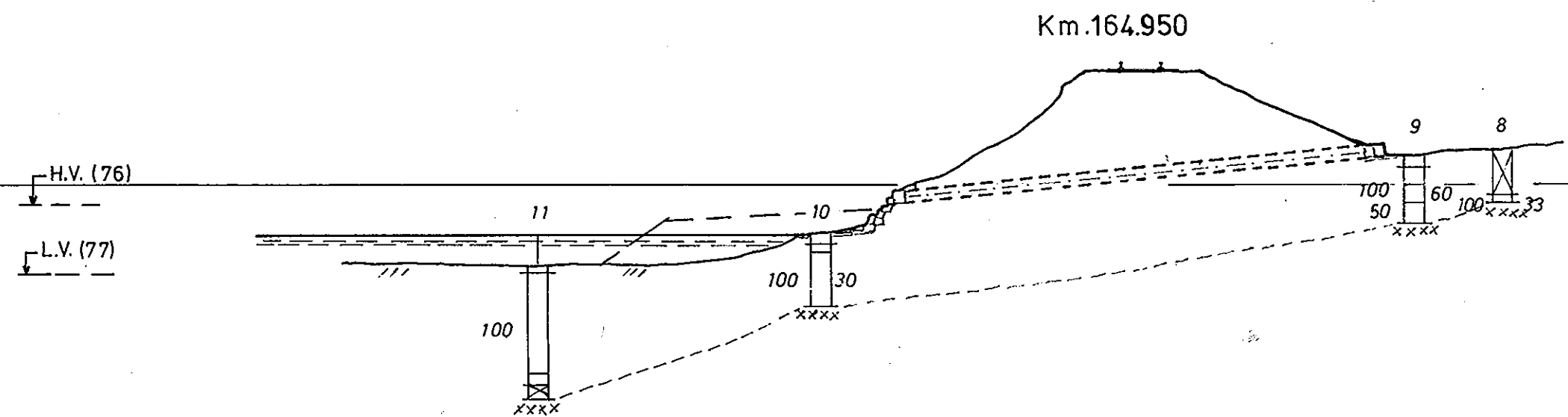
Kote 25



Kote 25

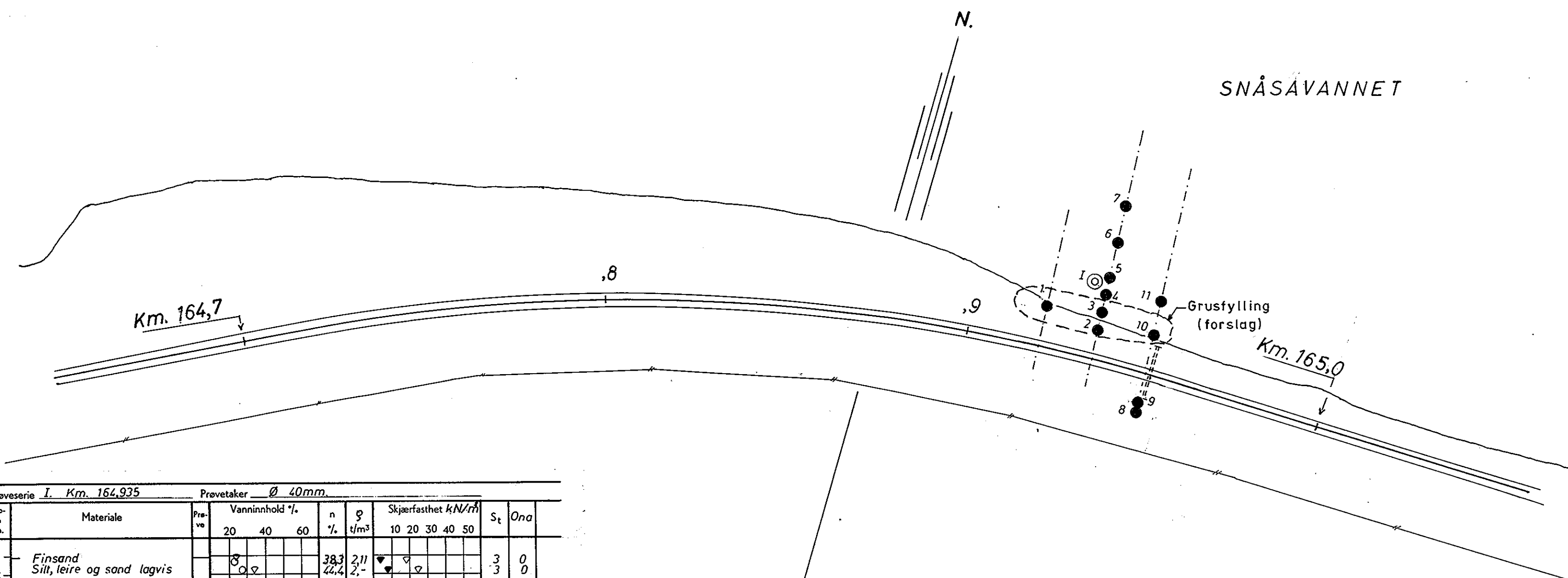


Kote 25



Prøveserie I. Km. 164.935		Prøvetaker Ø 40mm.											
Dyb- de i m.	Materiale	Vanninnhold %			n %	ρ t/m³	Skjærfasthet kN/m²					S <sub>t</sub>	O <sub>na</sub>
		20	40	60			10	20	30	40	50		
1	Finsand				38,3	2,11						3	0
2	Silt, leire og sand lagvis				44,4	2,-						3	0
3	Finsand				44,8	1,93						30	0
4	Leire og finsand				42,5	2,01						15	0
5	Finsand - m/ Silt												
6	Leirholdig sand og silt												
7													

SNÅSAVANNET



Kotehöjder etter N.G.O. N.N. 1954.

Tegnforklaring etter N.G.F. 1974

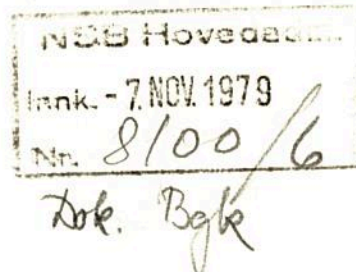
Lab. nr. 68 - 71/344

En boringsbok

Urolig fylling ved Snåsavatnet. Nordlandsbanen km. 165,-	Målestokk 1: 200 1:1000	Boret Sept. 79. Kpv. Tegnet - " - 29.11.79 B. Falstad
	Sak nr. Gk. 4148	Tegn. nr. 1
NORGES STATSBANER - GEOTEKNISK KONTOR		



NORGES  
VASSDRAGS- OG ELEKTRISITETSVESEN  
VASSDRAGSDIREKTORATET  
HYDROLOGISK AVDELING



NSB  
Geoteknisk Institutt  
v/herr Falstad  
Storgt. 33

• OSLO 1

Deres ref.

Vår ref. (bes oppgitt ved svar)

Dato

Vedlegg

4880 /79-V ØT/agj.

5.11.79

SNÅSAVATN I NORD-TRØNDELAG

Vi viser til telefonsamtale 1.11.79 og oversender herved utskrift av våre vannstandsobservasjoner i Snåsavatn ved målestasjon 1843-0 Snåsavatn. Vannstandskalaens nullpunkt ligger på 20,58 m o.h. i NGO generalplan (korreksjon av 1954 på + 0,523 m er ikke regnet med).

Etter fullmakt

  
Ø. Tilrem.

  
I. Hagen

Vedlegg.

Умножить на 1000

Rm 165,350

$$① 0,5 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1,8 \cdot 10,1 = 54,5$$

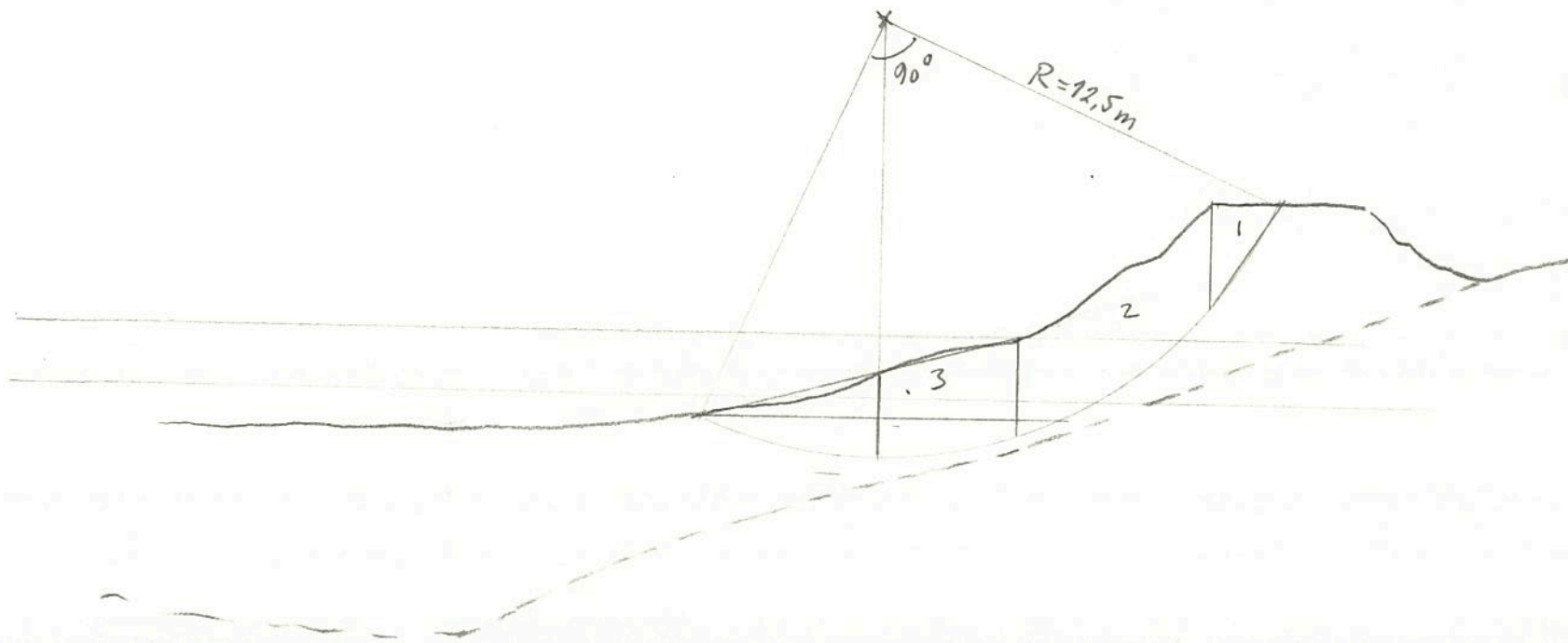
$$② 5,4 \cdot 2,9 \cdot 6,7 \cdot 2,0 = 209,8$$

$$③ 0,5 \cdot 9,2 \cdot 2,4 \cdot 2,0 \cdot 0,8 = 17,7$$

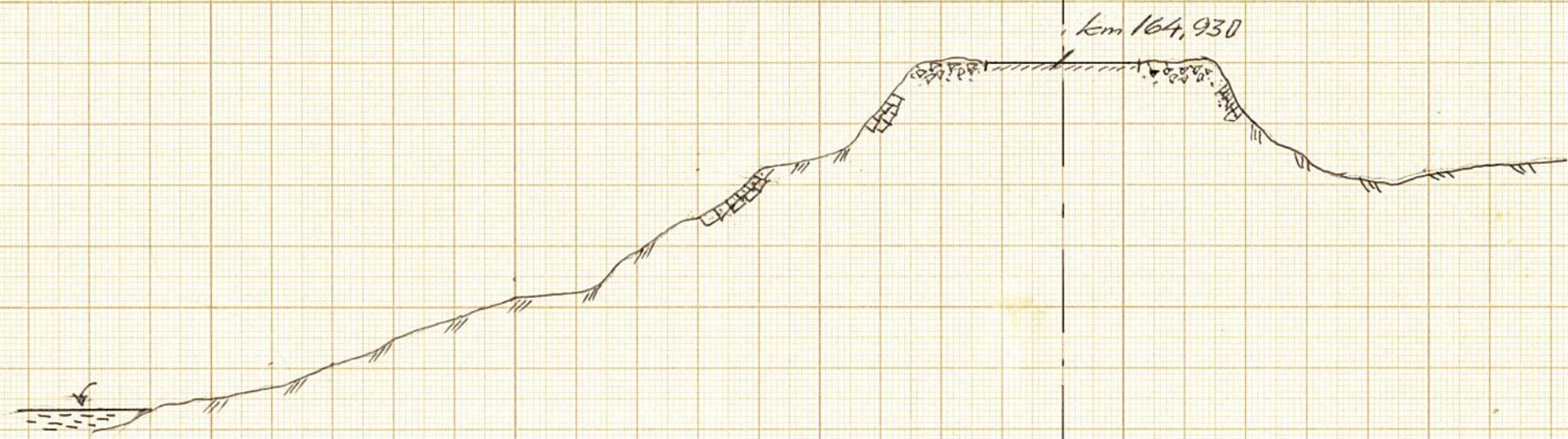
$$M_d = \underline{\underline{282,0}}$$

$$M_s = \frac{90}{180} \pi \cdot 12,5^2 \cdot \epsilon_m = 245,4 \cdot \epsilon_m$$

$$\epsilon_{mob.} = \frac{282,0}{245,4} = \underline{\underline{1,15}} \text{ t/m}^2$$

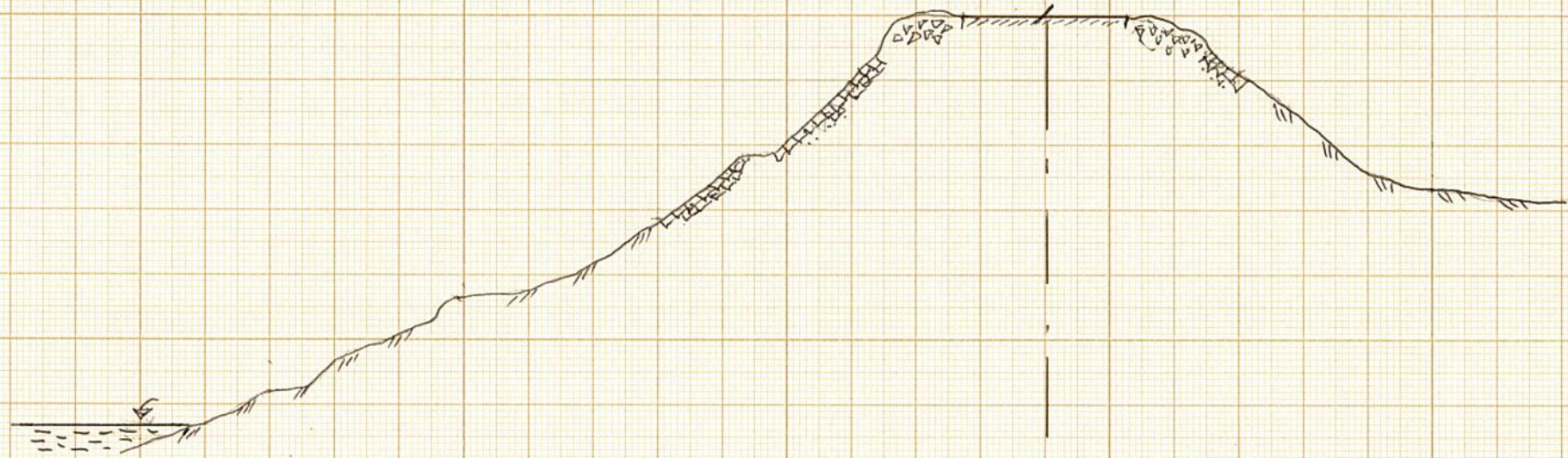




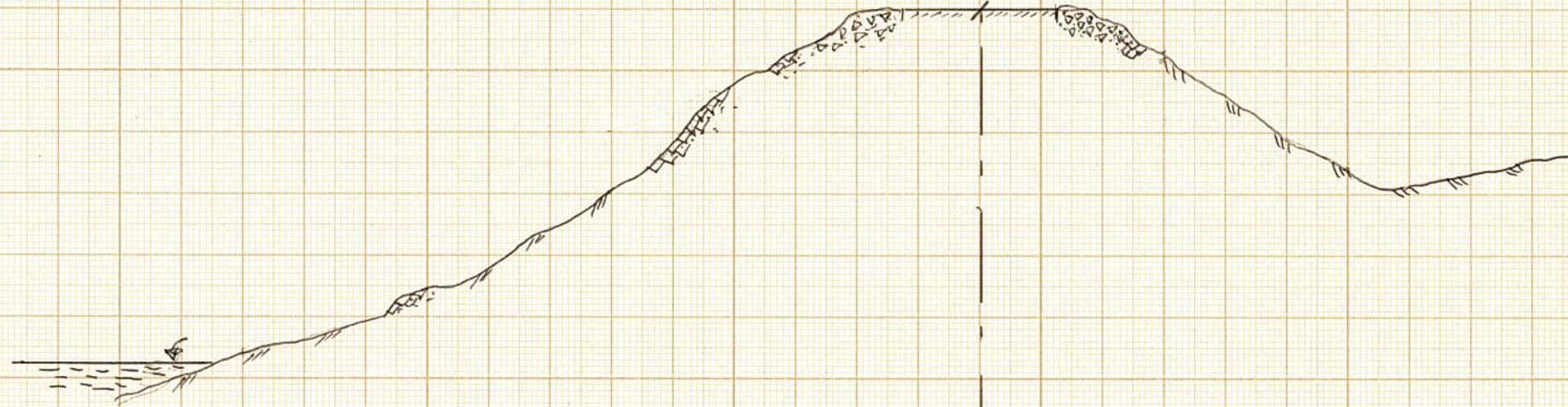




km 164,940



km 164,945







Baf.  
Bgk-arkiv

Distriktsjefen

TRONDHEIM

Henvendelse til  
B. Falstad

Deres referanse

Saksreferanse  
6831/165,0 B/BafDato  
17. DES. 1979UROLIG FYLLING VED SNÅSAVATNET  
NORDLANDSBANEN KM 165,0

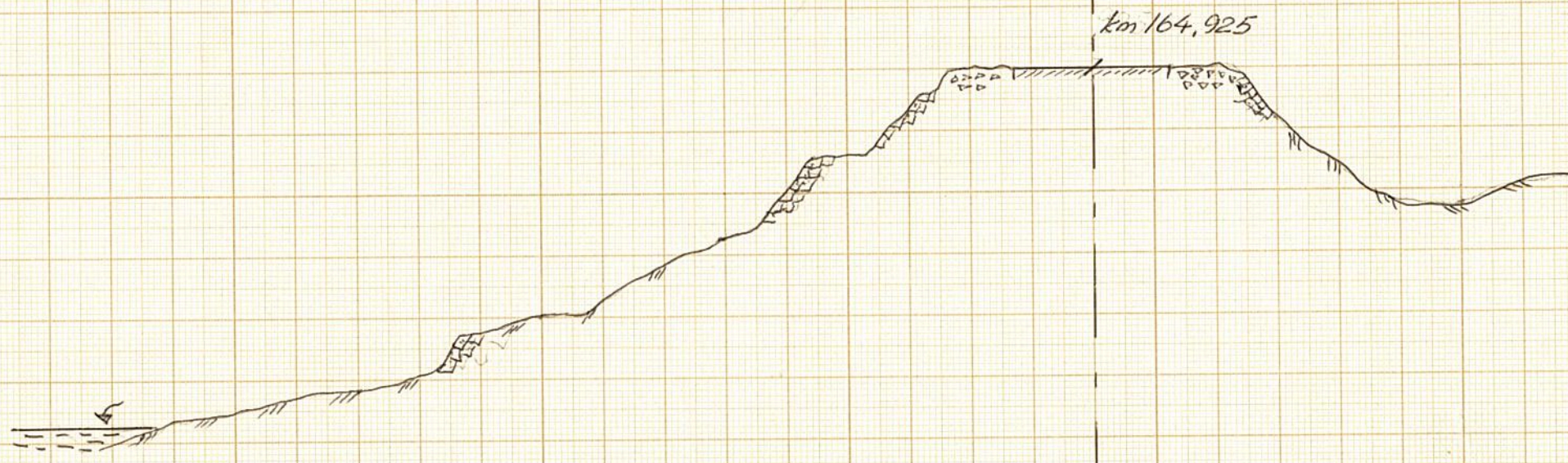
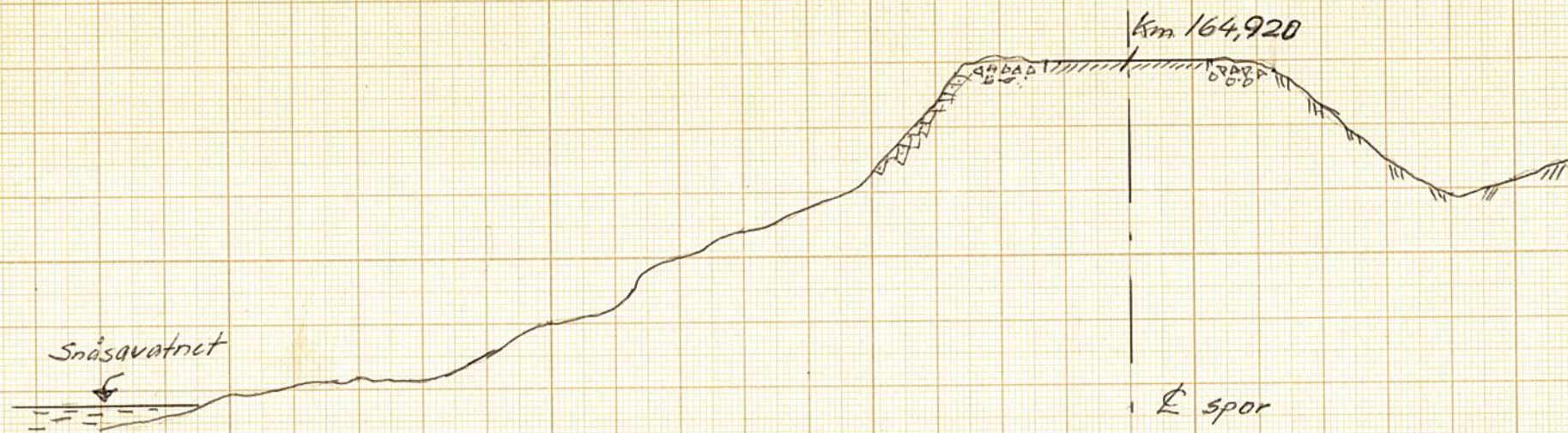
Foranlediget av melding om setninger i sporet på flere steder langs Snåsavatnet, har Geoteknisk kontor i løpet av høsten utført grunnundersøkelser på ett av de mest utsatte steder. Den geotekniske rapporten, datert 11.12.79, oversendes vedlagt i 2 eksemplarer.

Årsaken til setningene er sannsynligvis signinger og masse-transport under fyllingen som følge av vannstandsvariasjoner i Snåsavatnet.

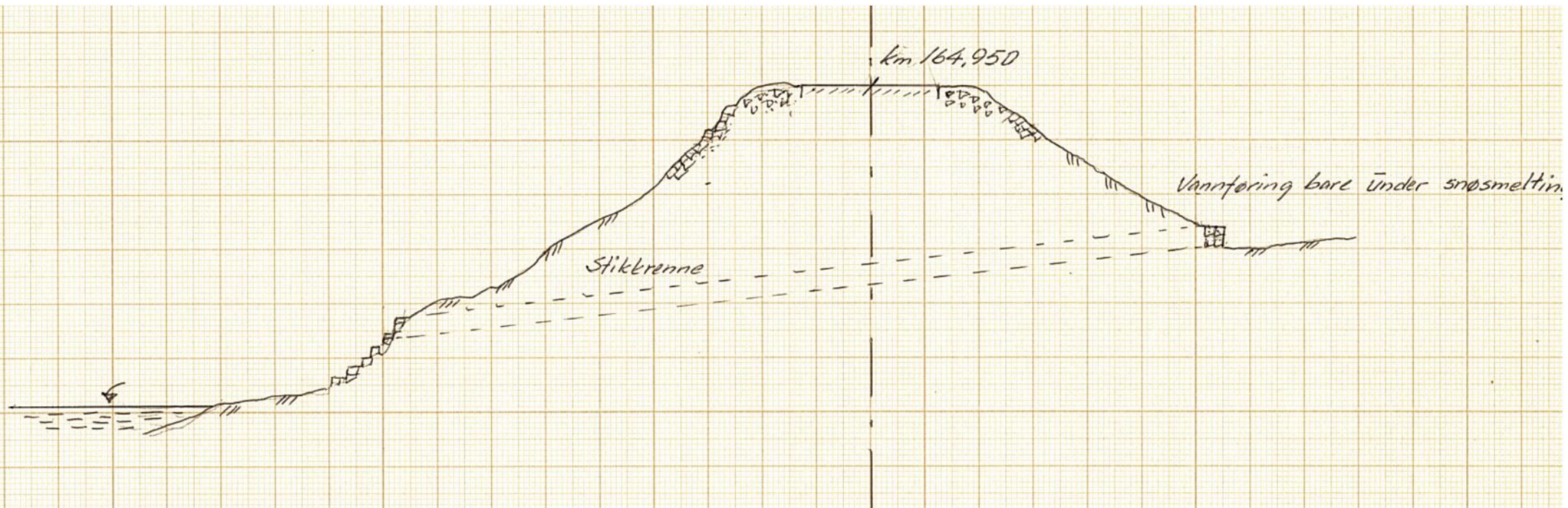
Som utbedrende tiltak er i første omgang foreslått utlegging av motfylling/filterfylling av velgradert grus utenfor jernbanefyllingen. Dette er en generell løsning som også kan tenkes utført på andre steder hvis forsøket blir vellykket.

Bilag: 2









Steinkjer 3.8.1979

Bm. ass. O. Svendsjød