

NOTEBY
NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S



RÅDGIVENDE INGENIØRER - MNIF, MRIF
GEOTEKNIKK, INGENIØRGEOLOGI, GEOFYSIKK
BETONGTEKNOLOGI, MATERIALKONTROLL

1 0 0 8 3

RIKSVEG E 78

PARSELL KALVEBAKKEN - SANDVIKEIDET

PEL 7600 - 7700

VURDERING AV STABILITET

9/7.1973.

xd-0100

INNHOLDSFORTEGNELSE :

A. INNLEDNING	SIDE	3
B. UTFØRTE UNDERSØKELSER	"	3
C. TERRENG - OG GRUNNFORHOLD	"	3
D. STABILITETSBEREGNINGER	"	4
E. SIKRINGSTILTAK	"	5
F. KONKLUSJON. SLUTTBEMERKNINGER	"	6

TEGNINGER:

Tegning nr. 10083 - 0 Oversiktskart

Bilag 2

Overingeniør: O. S. Holm

Saksbehandler: Dagfinn Moe / is

A. INNLEDNING.

Undertegnede, sivilingeniør Dagfinn Moe, er av sorenskriveren i Malangen oppnevnt som sakkyndig ved ekspropriasjonsskjønn i forbindelse med omlegging av riksveg E 78 på parsellen Kalvebakken-Sandvikeidet. Oppdraget gjelder strekningen pel 7600-7700 på eiendommen 25/4 i Tromsø tilhørende Synnøve Berntsen og Arnulf Paulsen. Fra grunneierne er det reist spørsmål om stabiliteten av den prosjekterte vei.

Denne rapport inneholder resultatet av den sakkyndiges vurdering av stabilitetsforholdene.

B. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

Statens Vegvesen har utført en omfattende grunnundersøkelse i området. Resultatet av disse undersøkelsene med en vurdering av stabilitetsforholdene er gitt i geoteknisk rapport 10/72 fra Troms Vegkontor.

Fra Troms Vegkontor har vi fått tilsendt denne rapport samt plankart over området. I tillegg har vi ved forespørsel til avd. ing. Erik Johannessen fått utlånt dennes stabilitetsberegninger samt enkelte data av særlig interesse fra Vegvesenets laboratorieforsøk.

Vårt arbeid har omfattet studie av det utleverte materiale, stabilitetsberegninger, befaring i marken og samtale med grunneieren.

Vegvesenets undersøkelser er så omfattende og grundige at vi ikke har funnet det nødvendig å utføre grunnundersøkelser i egen regi. Våre beregninger og vurderinger er i sin helhet basert på det utleverte materiale fra Troms Vegkontor.

C. TERRENG - OG GRUNNFORHOLD.

Terreng- og grunnforhold er behørig beskrevet i Vegvesenets rapport og vil her kun bli kort resymert. For forklaring av den geotekniske terminologi viser vi til Bilag 2.

Bygningene på eiendommen 25/4 ligger ca 90 m nedenfor den prosjekterte veg målt langs terrenget. Gjennomsnittlig terrenghelning er anslagsvis 20°.

Vegvesenets grunnundersøkelse viser løsmassetykkelser over antatt fjell på opptil 5,5 m.

Grunnen består øverst av et ca 0,5-1,5 m tykt sandlag. Sanden er relativt løst lagret og noe telefarlig.

Videre ned til fjell består grunnen av fast lagrede løsmasser, fortrinnsvis silt, leirig silt og morene. Massene er generelt telefarlige. Den udrenerte skjærfasthet bestemt ved konus og enaksiale trykkforsøk varierer mellom 5-13 Mp/m². Bestemmelse av skjærfasthetsparametrene \bar{c} og φ ved triaksforsøk på prøver fra profil 7670 og 7640 har i begge tilfelle gitt en friksjonsvinkel $\varphi = 35^{\circ}$ og en kohesjonsandel \bar{c} på henholdsvis 3,3 Mp/m² og 0,8 Mp/m².

Grunnvannstanden er målt 0,5-1,3 m under terreng. Nivået vil ventelig variere endel med årstid og nedbørsmengder. Under ugunstige forhold vil vi anta at grunnvannstanden vil ligge nær terrengoverflaten.

D. STABILITETSBEREGNINGER.

Stabilitetsberegninger kan enten baseres på en såkalt totalspenningsanalyse eller en effektivspenningsanalyse. Ved totalspenningsanalysen sammenholdes den beregnede gjennomsnittlige skjærspenning langs potensielle glideflater med massenes udrenerte skjærfasthet (S_u). En effektivspenningsanalyse baseres på skjærfasthetsparametrene \bar{c} og φ idet en tar hensyn til porevannstrykket i grunnen.

I likhet med avd. ing. Erik Johannessen ved Troms Vegkontor mener vi at med de rådende grunnforhold bør stabiliteten prinsipielt baseres på en effektivspenningsanalyse. En slik analyse vil i dette tilfelle også gi det ugunstigste bilde av forholdene.

Vi har utført stabilitetsberegninger på effektivspenningsbasis for profil 7670 og 7640 der fyllingshøydene er størst og stabiliteten presumptivt ugunstigst. Våre beregninger for profil 7670 er sammenholdt med Vegvesenets beregninger for samme profil.

Beregningene viser at man ikke i noen av profilene har tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning langs et potensielt glidesjikt i det øvre sandlaget. Heller ikke for eventuelle dyperegående glideflater er sikkerheten tilfredsstillende dersom det oppstår større porevannsovertrykk p.g.a. rask oppfylling og høy grunnvannstand. Faren for utglidning er sterkt avhengig av den anleggstekniske utførelse.

E. SIKRINGSTILTAK.

Stabiliteten kan forbedres på flere måter:

I vegvesenets geotekniske rapport er det foreslått at vegfyllingen sikres med fyllingssåle og fortanning skåret inn i bakken, samt at oppfyllingen skjer i 3 lag med min. en ukes tidsavstand mellom hvert lag. Rapportens tegninger 10-03 og -04 viser i prinsipp hvordan oppfyllingen tenkes utført for profil 7670.

En slik løsning vil hindre en utglidning i det øvre sandlaget, i noen grad senke grunnvannstanden og motvirke at det bygges opp større porevannsovertrykk i grunnen.

Vi kan anbefale en utfylling utført etter disse retningslinjer, men finner samtidig grunn til å komme med følgende tillegg og presiseringer:

- a. Den fremgangsmåte som er vist i prinsipp på tegningene 10-03 og -04 fra Troms Vegkontor må anvendes på hele strekningen fra pel 7620 til pel 7700. De horisontale såler og fortanninger må gis en bredde på min. 3,5 - 4 m som angitt på tegningen.
- b. I fyllingen må det kun benyttes gode, fritt drenerende sprengsteinsmasser.
- c. Utleggningen av steinmassene må utføres med varsomhet og fyllingsskråningen ordnes med beskrevet helning 1 : 1,25 slik at en ikke risikerer at enkeltblokker løsner og raser ned mot den nedenforliggende bebyggelse.
- d. Massene i grunnen er tildels sterkt telefarlige, og forholdene ligger tilrette for islinsedannelse ved nedtrengning av frost. I teleløsningsperioden vil massenes fasthetsegenskaper være langt dårligere enn det

de målte skjærfasthetsparametre gir uttrykk for. Skjærings- og fyllingsarbeider må derfor ikke utføres i kuldeperioder eller på frosset mark slik at en får et telelag under steinfyllingen. Fyllmassene og terreng må være fri for snø og is ved oppfylling.

- e. Drensforholdene har vesentlig betydning for stabiliteten. Vi kjenner ikke Vegvesenets planer her, men vil foreslå at det på veiens høyre side sett i peleretningen (skjæringssiden) legges en åpen sidegrøft i kombinasjon med en dyp lukket drenggrøft for avskjæring av overflate- og grunnvann. Drensledninger, sidegrøfter og stikkrenner må dimensjoneres for de aktuelle vannmengder slik at oppstuvning unngås.
- f. En utrasning ned på veien av ovenforliggende masser vil kunne gjøre veifyllingen ustabil. Løsmassene på oversiden av vegen må sikres ved støttekonstruksjoner eller på annen måte etter de retningslinjer som er skissert i geoteknisk rapport 10/72 fra Troms Vegkontor.

F. KONKLUSJON. SLUTTBEMERKNINGER.

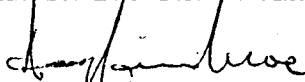
Vi finner at sikkerheten mot utrasning av den prosjekterte veifylling på E 78 mellom pel 7600 - 7700 er tilfredsstillende dersom vegen anlegges etter de retningslinjer som angitt i geoteknisk rapport fra Troms Vegkontor og under hensyntagen til de tilleggsbemerking vi her har anført.

Våre vurderinger er basert på materiale utlevert fra Troms Vegkontor. Dette materiale er så omfattende og grundig at vi ikke har funnet det nødvendig å utføre grunnundersøkelser i egen regi. Det er imidlertid intet i veien for at vi kan utføre en supplerende grunnundersøkelse dersom dette blir forlangt av en av partene.

Det må presiseres at vi kun har vurdert muligheten for utrasninger som direkte eller indirekte vil kunne tilskrives den prosjekterte veg. Vi er kjent med at det tidligere har skjedd en utrasning i den eksisterende riksveg ned mot våningshuset på eiendommen 25/4. Vi har imidlertid hverken hatt mandat eller de nødvendige opplysninger til å kunne uttale oss om faren for gjentatte utrasninger her.

NOTEBY

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S


B. Moe

Geotekniske definisjoner. Laboratorieundersøkelse av prøver

LEIRE

er et meget finkornig materiale med kornstørrelser ned til noen tusendels millimeter, og hvor omtrent halvparten av volumet opptas av vann. Ved en økning av belastningen oppstår porevannstrykk, som etterhvert ebber ut. Denne konsolidering krever tid og medfører setninger og bare en langsom økning i fasthet.

SAND

er et grovkornet materiale, hvor porene kan utgjøre 20—60 % av volumet. Ved en belastningsøkning vil porevannstrykket straks dreneres ut og setningene og fasthetsøkningen kommer raskt.

SILT (MOSAND og MJELE eller KVABB) er mellomjordarter med kornstørrelse 0,06—0,002 mm.

MORENE

er en usortert istidsavleiring inneholdende alle kornstørrelser fra leire til store stein. Det skilles mellom grusig, sandig og siltig morene samt moreneleire ut i fra den kornstørrelsen som dominerer jordarten.

SKJÆRFASHTHETEN (k , S_u eller τ_f)

av en leire bestemmes ved konusforsøk eller ved trykkforsøk med uhindret sideutvidelse på uforstyrrede prøver. Ved trykkforsøket settes skjærfastheten lik halve trykkfastheten. Ved konusforsøket måles nedsynkingen av en konus med bestemt form og vekt og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell.

Ved konusforsøk, enaksiale trykkforsøk eller vingebor bestemmes den udrenerte skjærfasthet hvis anvendelse i geotekniske beregninger er betinget av at belastningene påføres såvidt hurtig at jordarten ikke får anledning til å avgi eller oppta vann og endre sin skjærfasthet tilsvarende.

Skjærfastheten uttrykkes i t/m^2 og oppetegnes oftest i diagram på tegningene med angivelse av bruddformasjonen.

SKJÆRFASHTHETSPARAMETRENE (c' og φ')

(«tilsynelatende kohesjon og friksjonsvinkel») bestemmes ved triaksialforsøk og angir hvorledes skjærfastheten varierer med spenningen. En sylindrisk prøve omslutes med en gummihud og får konsolidere med fri drenering under allsidig vanntrykk i en trykkselle. Prøven blir dernest belastet aksialt til brudd, mens porevannstrykket måles. Resultatet av flere forsøk med forskjellige konsolideringstrykk fremstilles i et Mohr's diagram hvor skjærfastheten angis som funksjon av de effektive hovedspenninger.

Skjærfasthetsparametrene må kjennes for å kunne utføre beregninger hvor det må tas hensyn til endringene i grunnens skjærfasthet som følge av endringer i belastningene og porevannstrykket.

SENSITIVITETEN (S)

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og i omrørt tilstand, som bestemt ved konusforsøk. Sensitiviteten varierer vanligvis ved norske leirer mellom verdier på ca. 3 til verdier større enn 100 (kvikkleirer).

RELATIV FASTHET (H_1)

er et sammenligningstall som gir uttrykk for hvor løs en leire er i omrørt tilstand. H_1 bestemmes ved konusforsøk og varierer vanligvis mellom verdier på ca. 80 til verdier under 1.

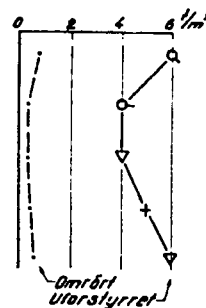
Vi definerer en kvikkleire som en leire med H_1 mindre enn 3,0, hvilket tilsvarer en flytende konsistens.

VANNINHOLDET (W)

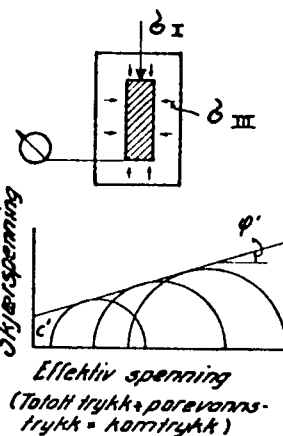
angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørring under $110^\circ C$.

Ved sandprøver kan det bero på tilfeldigheter hvor meget vann det er i porene. Vanligvis oppgis det vanninnhold som tilsvarer vannfylte porer ved den målte porositet.

Normalt vanninnhold i norske leirer ligger på omkring 35 %. Høyt vanninnhold tyder på høy kompressibilitet.



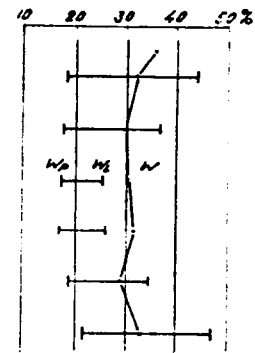
- Trykkforsøk
- ◇ 15-5 % deformasjon ved brudd
- ▽ Konusforsøk
- + Vingebor



FLYTEGRENSE (W_L) og UTRULLINGSGRENSE (W_P)

(Atterbergs grenser) er det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til flytende konsistens henholdsvis fra plastisk til smuldrende konsistens.

Vanninnhold, flytegrense og utrullingsgrense settes gjerne opp i et felles diagram, som gir oversikt over karakteristiske egenskaper ved leirlagene.



PORØSITETEN (n)

er volumet av prøvene i % av totalvolumet av prøven. En leire har normalt porositeter på omkring 50 %. En sand kan ha porositeter fra ca. 20 % til ca. 60 %. En høy porositet tyder på høy kompressibilitet.



$$n = \frac{V_1 \cdot 100}{V_1 + V_2}$$

$$e = \frac{V_1}{V_2} = \frac{n}{1-n}$$

$$w = \frac{n}{1-n} \cdot \frac{1}{s_g} \%$$

PORETALLET (e)

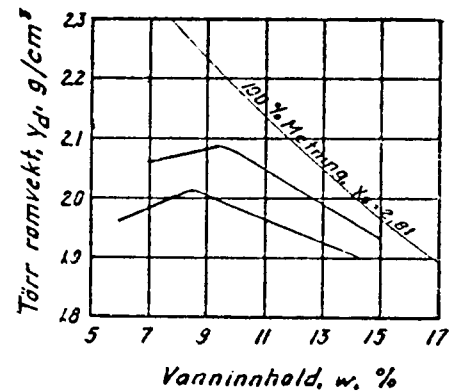
er definert som forholdet mellom porevolumet og volumet av fast stoff i en prøve.

ROMVEKTEN (γ)

er vekten pr. volumenhet av prøven. Romvekt, vanninnhold og porositet er sammenhengende verdier ved vannfylte prøver og er alle uttrykk for lagringsfastheten

TØRR ROMVEKT (γ_D)

er vekten av tørstoffet pr. volumenhet av en prøve.



PAKNINGSFORSØK (Proctor-forsøk)

utføres for å bestemme hvorledes en jordart best kan komprimeres (sammenpakkas). Prøver av den masse som skal undersøkes innstemples i en sylinder ved forskjellige vanninnhold. Komprimeringsarbeidet holdes konstant (6 kgm/cm³ eller 25 kgm/cm³) og for hvert forsøk bestemmes torr romvekt og vanninnholdet. Resultatene fremstilles i et diagram der torr romvekt vises som funksjon av vanninnholdet.

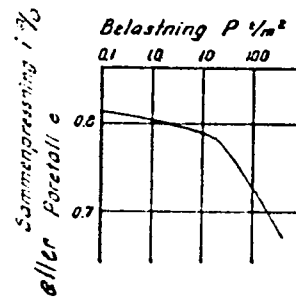
Proctor-maksimum er den maksimalt oppnådde tørre romvekt. Det tilsvarende vanninnhold betegnes som det optimale vanninnhold.

HUMUSINNHOLDET (o)

blir bestemt ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humuserte organiske bestanddeler tilnærmet i % av tørstoff. Det tallmessige uttrykk har sin verdi bare for sammenligning. Høye humusinnhold på 2—3 % gir høy kompressibilitet og lang konsolideringstid.

KOMPRESSIBILITETEN

måles ved odometerforsøk, hvor en leirprobe påføres belastning trinnvis og sammentrykningen avleses på hvert belastningstrinn for bestemte tidsintervaller. Ved forsøket bestemmes jordartens sammentrykningstall og konsolideringskoeffisient som gir grunnlag for beregning av setningenes størrelse og tidsforløp.



KORNFORDELINGSANALYSE

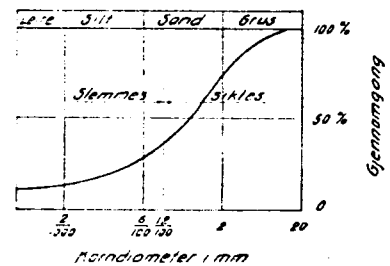
utføres ved sikting fra fraksjonene større enn 0,012 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slæmmes i vann og suspensjonens romvekt måles med bestemte tidsintervaller ved et hydrometer. Kornfordelingskurven beregnes ut fra Stokes lov om partiklers sedimentasjonshastighet.

TELEFARLIGHET

bestemmes ut fra kornfordelingsanalysen og den kapillære stighøyde i massen som måles i et kapillarmeter. Telefaryligheten graderes i gruppene T 1 (ikke telefarlig), T 2 (lite telefarlig), T 3 (middels telefarlig) og T 4 (meget telefarlig).

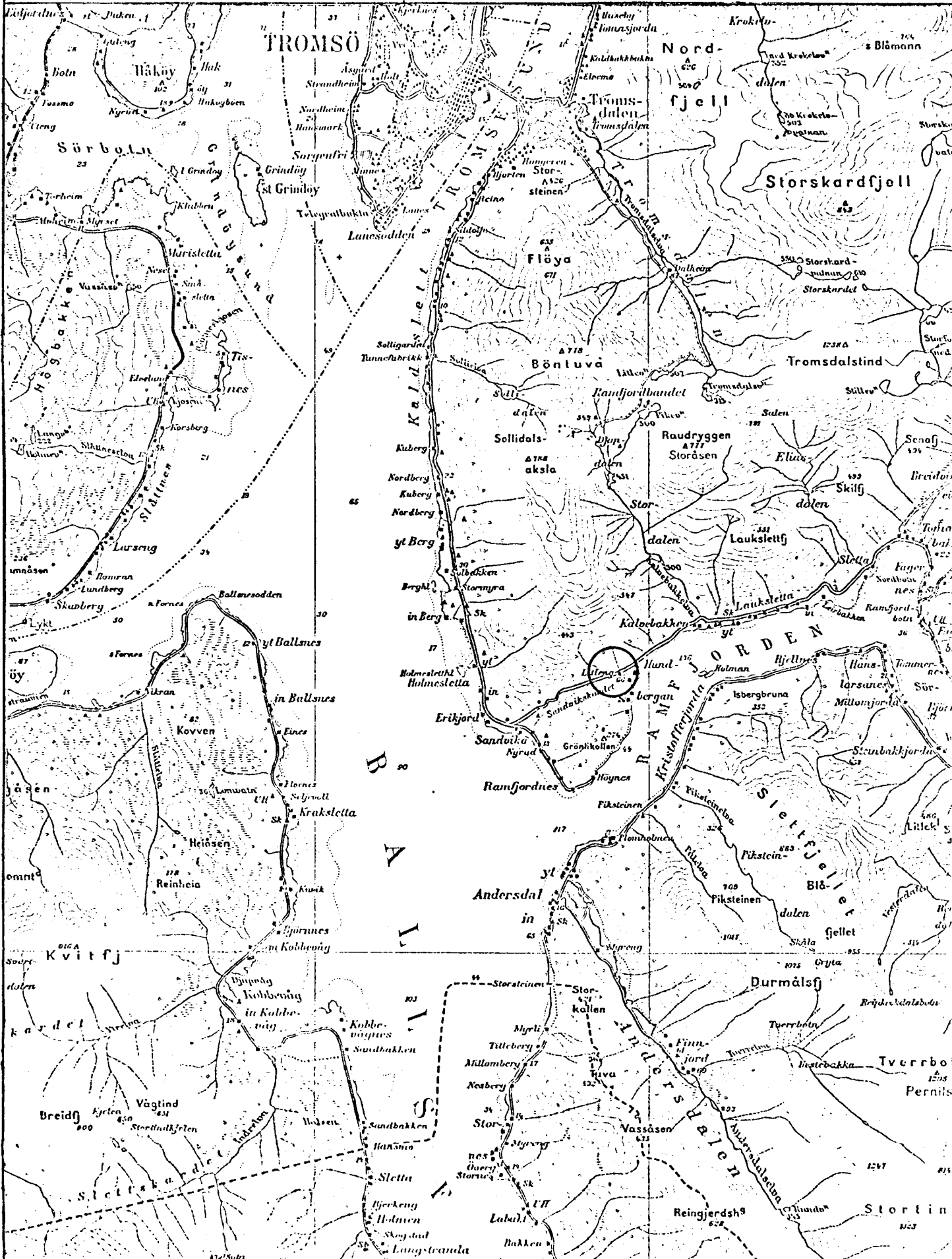
PERMEABILITETSKOEFFISIENTEN (k)

er definert ved Darcys lov, $V = k \cdot I$, hvor V er strømningshastigheten av porevannet og I er gradienten. k uttrykkes vanligvis i cm/sek. og ligger for leirer i området 10^{-6} til 10^{-9} cm/sek. og for sand i området 10^{-1} til 10^{-3} cm/sek. Under en gradient på $I = 1$ kan strømningshastigheten i fet leire folgelig være så liten som 1 cm i året.



Permeabilitetskoeffisienten kan beregnes ut fra tidsforløpet ved odometerforsøk eller kan bestemmes ved direkte forsøk, hvor det måles den vannmengde som går gjennom en prøve med et bestemt tverrsnitt under kjent trykkfall.

ANG.:



BÆRGN.	KONTR.	TEGNET	DATO	MÅL	SAK NR.	TEGN. NR.	REV.
		I.S.	9.7.73	1:100 000	10083	0	