

NOTEBY
NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S



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

6 8 9 9

L. E. O

STATENS INSTITUTT FOR STRÅLEHYGIENE

NYBYGG, GAMLE GRINIVEI, BÆRUM

GRUNNUNDERSØKELSER, FUNDAMENTERING

OG FJELLARBEIDER

ANBUÐSRAPPORT

25. august 1973

INNHALDSFORTEGNELSE:

A.	INNLEDNING	side 4
B.	UNDERSØKELSER I MARKEN OG LABORATORIET	" 4
C.	GRUNNFORHOLD	" 5
	1. Topografi	" 5
	2. Bergarter	" 5
	3. Løsmasser	" 7
D.	GRAVEARBEIDER, STABILITET	" 7
E.	SPRENGNINGSARBEIDER	" 8
	1. Utforming av skjæring	" 8
	2. Borbarhet og sprengbarhet	" 8
	3. Offentlige vedtekter	" 8
	4. Dekning	" 8
	5. Uønsket tenning	" 9
	6. Varsling	" 9
	7. Rystelser	" 9
	8. Sprengstoff og tennmidler	" 9
	9. Hullavstander	" 9
	10. Borhullsavvik	" 10
	11. Lading	" 10
	12. Oppgjør	" 10
F.	FJELLSIKRINGSARBEIDER	" 11
	1. Fjellrensk	" 11
	2. Bolting	" 11
G.	FUNDAMENTERING OG JORDTRYKK	" 12
H.	TILEAKEFYLLING MOT UTVENDIGE VEGGER OG MURER, DRENASJE	" 12
I.	SPRENGMASSENE ANVENDBARHET TIL BYGGETEKNISKE FORMÅL	" 13

TEGNINGER:

6899-0	Oversiktskart	
-1	Situasjonsplan) løs i lomme
-2a	Borplan) løs i lomme
-3 t.o.m. -8	Profiler	
-10	Sikring av løsmasser Prinsippskisse	
-11	Drenasje langs grunnmur Prinsippskisse	
-151	Ingeniørgeologisk kart	
-152	Klassifisering av steinmaterialer til asfaltdekker og bærelag	
4000-2	Ingeniørgeologisk bilag	
4000-206	Ingeniørgeologiske undersøkelsesmetoder, Registreringer i marken.	

Bilag 1 og 2.

Overingeniør: O.S. Holm
 Gruppeleder/saksbehandler: P. Bollingmo

A. INNLEDNING.

Statens bygge- og eiendomsdirektorat skal oppføre et bygg for Statens Institutt for Strålehygiene ved den Gamle Griniveien, Bærum.

Bygningen er på tre etasjer med kjeller under halvparten og en vaktmesterbolig på to etasjer i forbindelse med sydenden av bygningen.

Tomten ligger i en bratt nordvestvendt skråning ned mot veien slik at bygget bare får to etasjer over terreng mot sydøst.

Utførende arkitekt er Ark, Finn Leborgs Arkitektkontor A/S og rådgivende ingeniører i byggeteknikk er Borring & Rognerud A/S.

Som rådgivende ingeniører i geoteknikk har vi utført grunnundersøkelser for bygget samt profilert tomten. Den foreliggende rapport er en anbudsrapport, og inneholder resultatet av undersøkelserne og en utredning om grunnarbeider og fundamentering, samt krav til utførelsen av disse arbeidene. Det er tidligere utarbeidet en arbeidsrapport nr. 6899 datert 4/3.1970.

B. UNDERSØKELSER I MARKEN OG LABORATORIET.

Det er tatt 6 terrengprofiler av tomten.

For å få et inntrykk av løsmassenes art og relative fasthet samt dybdene til fast grunn eller fjell er det i profilene utført 10 dreieboringer, 22 enkle sonderinger og 2 fjellkontrollboringer. Videre er det tatt opp 1 serie med uforstyrrede prøver med 54 mm prøvetaker for laboratoriebestemmelse av grunnens geotekniske data.

For nærmere beskrivelse av boringsutstyret, laboratorieundersøkelserne og fremstillingen av resultatene henvises til rapportens bilag 1 og 2.

Det er også foretatt en geologisk undersøkelse for å bestemme fjellets art og kartlegge sprekkesystemer. Fjellmassenes brukbarhet til byggetekniske formål er bedømt ut fra en laboratoriebestemmelse av bergartenes sprøhet og flisighet, som er definert på tegning 4000-2. Videre er fjellets bor- og sprengbarhet vurdert ut fra bergartenes mineralsammensetning, hardhet, struktur, sprøhetstall og oppsprekningsgrad.

C. GRUNNFORHOLD.

Resultatet av undersøkelsene er vist i 6 profiler på tegninger nr. 6899-3 til -8. Profilenes og boringenes beliggenhet fremgår av borplanen, tegning 6899-2a. De geologiske forhold er vist på tegning 6899-151. Prosjektet er lagt inn på situasjonsplanen, tegning 6899-1.

1. Topografi.

Griniveien stiger svakt langs tomten fra kote 119 i vest til kote 121 i øst. Fra veien stiger naturlig terreng mot sydøst. Fra nabobygget i syd er det lagt ut en steinfylling med topp varierende fra kote 142 i vest til 138 i øst. Foten av fyllingen følger omtrent tomtegrensen. Langs denne varierer terrenget fra kote 139 i syd til kote 130 i nordøst.

Det er fjell i dagen omtrent midt i tomten og nede langs veien i nord. Utenfor tomten er det fjell langs Griniveien og Nordveien i nord og øst og et steinbrudd og utsprengt siloanlegg i sydvest.

Boringene tyder på at fjellet på det dypeste ligger over 5 m under terreng, men den gjennomsnittlige løsmasseoverdekningen er 2-3 m. Fjellet faller som terrenget av mot nordvest. I den sydlige delen av tomten tyder boringene på at det er flere stup og kast i fjelloverflaten.

2. Bergarter.

På grunnlag av befaringer i tomten og i steinbruddet har vi dannet oss et bilde av bergartene i området. Over tomten går det en markert bergartsgrense nordøst/sydvest (se tegning 6899-151). I sydøst er det en lys, svakt rødlig syenittporfyr med meget finkornig grunnmasse og spredte 2-5 mm store feltspatkorn. Nord for syenittporfyren er det en mørk grå-sort basalt, også meget tett og finkornig. Sannsynligvis vil bygget i sin helhet komme i basalten.

Syenittporfyren har tre markerte sprekkesystemer:

- 1) Utholdende, plane sprekker med strøk N45°V og vertikalt fall.
Sprekkeavstand ca. 30 cm.
- 2) Utholdende, plane sprekker med strøk N55°Ø og fall 70-90°SØ.
Sprekkeavstand ca. 1 m.
- 3) Tilnærmet horisontalt sprekkesystem med sprekkavstand ca. 30 cm.

Basalten har omtrent de samme sprekkesystemene:

- 1) Utholdende, plane sprekker med strøk N35°V og vertikalt fall.
Sprekkeavstand ca. 30 cm.
- 2) Utholdende, plane sprekker med strøk Ø-V og fall 70°S.
Sprekkeavstand ca. 50 cm.
- 3) Tilnærmet horisontalt sprekkesystem med sprekkavstand ca. 30 cm.

Sprekkesystem 2) er sannsynligvis det samme både i basalten og syenittporfyren, slik at man i virkeligheten har alle varianter av strøk innen N55-90°Ø og fall 70-90°S.

Sprøhets- og flisighetsmålingene på bergartene ga følgende resultater:

Prøve	Flisighet f	Sprøhet S20	Fraksjon	Pakningsgrad
Syenittporfyr	1.30	39	11-16 mm	0
Basalt	1.37	34	11-16 mm	0

Begge bergartene er ganske harde, med en hardhet etter Mohs skala på 6.0 - 6.5.

3. Løsmasser.

Løsmassene består hovedsakelig av sandig og siltig leire. Over størstedelen av tomten er det øverste laget forvitret til en meget fast tørrskorpe som har en tykkelse på opptil 3 m. Videre tyder boringene på at det enkelte steder spesielt i den sydligste delen av tomten, er fylt opp med inntil 1 m leire, grus og stein. Selve fjelloverflaten er sannsynligvis dekket av et lag av sand og grus.

Prøveserien (se tegning 6899-4) viser meget høye fastheter både i tørrskorpen og den underliggende siltige leiren. Lenger syd er massene av lavere fasthet og må enkelte steder karakteriseres som middels faste til bløte.

Vanninnholdet i prøveserien varierer fra 20 til 30 %, hvilket er normalt for norske leirer og tilsier liten til middels kompressibilitet.

Grunnvannstanden antas å ligge like under terrengoverflaten. Mellom profilene II og III går det et lite bekkesig tvers over tomten.

Løsmassene må karakteriseres som meget telefarlige, tilsvarende telegruppe T₄, Byggetalblad NBI (14) 101.

D. GRAVEARBEIDER. STABILITET.

Prosjektert nedre gulvnivå varierer fra kote 121,55 i nord til kote 118,25 under midtbygget og kote 120,30 for vaktmesterboligen i syd.

Utgravingsnivå vil således mot sydøst ligge opptil 6 m under nåværende terreng og opptil 5 m under antatt fjelloverflate.

Langs sydøstfasaden bør terrenget før sprengningen jevnes ut med en maksimal helning på 1:2 ned mot den planlagte terrassen.

Avgravingen til fjell for fjellskjæringen bør utføres med en helning på 1:1,5. Skråningsfoten bør legges 2 m fra toppen av skjæringen. I den sydligste delen av tomten ved vaktmesterboligen må løsmassene sikres. Sikringen kan foretas med en mur støpt min. 1,5 m fra toppen av fjellskjæringen. Muren forankres til fjell med bolter av ϕ 25 mm c/c 1 m. Se forøvrig tegning 6899-10.

Langs resten av sydøstfasaden vil skråningen sannsynligvis være stabil, men grunnvannsstrømmer i og over fjellet kan føre til lokale ustabiliteter, slik at det stedvis kan bli påkrevet med sikringsarbeider av samme type som nevnt ovenfor.

E. SPRENGNINGSARBEIDER.

1. Utforming av skjæring.

Fjellskjæringen for bygget får retningen N45°Ø og kommer følgelig omtrent parallelt med sprekkesystem 2) som sannsynligvis har strøk innen N55-90°Ø og fall 70-90°S. Da disse sprekkeene står meget steilt (70-90°), er det fare for utfall hvis skjæringen sprenges vertikalt.

Det må derfor sprenges med en helning på 75° med horisontalen. Man skulle derved være relativt fri for utfall. Man må imidlertid vente at det kan bli behov for noe spredt bolting for å få en fullstendig sikker skjæring.

2. Borbarhet og sprengbarhet.

Bergarten ventes å ha dårlig borbarhet med relativt høy borslitasje.

Normalt vil bergarten også ha dårlig sprengbarhet. Dette er noe avhengig av fjellets oppsprekningsgrad, som stedvis ventes å være forholdsvis stor. Man må likevel regne med et høyt sprengstoff-forbruk og dårlig fragmenterte masser. Det er derfor usikkert om det vil være økonomisk å forsøke å oppnå så god fragmentering ved sprengningen at steinen kan benyttes direkte til tilbakefyllingen. Dette vil antagelig kreve et betydelig høyere sprengstoff-forbruk enn nødvendig til å ta ut massen. Den innledende sprengning kan avklare dette.

3. Offentlige vedtekter.

Foruten denne rapport gjelder "Regler for bruk av sprengstoff", "Lagringsbestemmelser" og "Politivedtekter for Bærum kommune". For at sprengningsarbeidet skal kunne utføres med den nødvendige sikkerhet skal skytebasen ha erfaring fra tilsvarende sprengning.

4. Dekning.

Før hver sprengning skal entreprenørens anleggsleder vurdere om dekning er nødvendig, og entreprenøren er ansvarlig for skader som følge av

steinsprut.

5. Uønsket tenning.

Entreprenøren må gjøre seg kjent med eventuelle høyspentledninger, radiosendere eller andre lokale forhold som kan forårsake uønsket tenning. Han må selv i denne forbindelse sørge for å ta de nødvendige forholdsregler m.h.t. tennertype, initieringsmetode og eventuell isolasjon.

6. Varsling.

Ved all sprengning skal det, foruten varsling og postering ifølge "Regler for bruk av sprengstoff", også varsles ved hjelp av sirene. Før sprengning varsles med 2 støt 1 minutt før avfyring. Etter utført sprengning signaliseres med 1 støt. Signalenes betydning skal gjøres kjent i naboskapet.

7. Rystelser.

På grunn av eksisterende bebyggelse tillates det ikke at rystelsene fra sprengningsarbeidet overskrider en svingehastighet $v = 60$ mm/sek, eller amplituden $A = 100$ μ m målt på nærliggende bygningskonstruksjoner. Vibrasjonsmålere skal monteres på Bærum kommunes sandsilo, og husene til A/S Argo og Centraltrykkeriet. Entreprenøren skal selv sørge for at rystelsesmålinger blir foretatt.

Resultatet av rystelsesmålingene skal til enhver tid være tilgjengelig for byggherrens representant. Entreprenøren skal aldri påbegynne lading av neste salve før måleresultatene fra siste salve foreligger.

8. Sprengstoff og tennmidler.

Dersom annet ikke er avtalt tillates kun benyttet konvensjonelle sprengstofftyper, d.v.s. dynamitt og pulversprengstoffer. I konturhullene skal benyttes rørladninger, eventuelt kombinert med detonerende lunte for å sikre god detonasjon.

9. Hullavstander.

Største hullavstand i kransen skal være 0.5 m, og avstanden fra kranshullene til nest ytterste hullrad skal være 0.5 m.

Ved pallsprengning skal det underbores med $1/3$ x forsetningen under teoretisk bunn.

10. Borhullsavvik.

Konturhullene skal i alle profiler bores så parallelt de teoretiske flater som mulig. Som krav stilles en ansettnøyaktighet på 10 cm. Retningsavviket skal være maksimalt 5 %.

Ved pallsprengningen skal det, for å oppnå en nøyaktig avslutning av hullene i riktig nivå, benyttes snorer som gir et utgangspunkt på pallen. For å få nøyaktig ansett av konturhullene ved pallsprengningen skal det også benyttes snorer for markering av teoretisk profil, og det skal benyttes gradskive med libelle for kontroll av borhullets helning.

11. Lading.

I konturhullene skal det lades med 1 stk, 25 x 200 mm gummidynamitt i bunnen og 22 x 100 mm Geomit rørladninger til ca. 0,5 m fra toppen av hullet.

Rørladninger skal sentreres i hullene ved hjelp av sentreringsskiver.

I konturen skal benyttes flest mulig like tennernummer.

Boring og lading av det som ikke angår konturhullene og neste hullrad skal tilpasses entreprenørens utstyr. Imidlertid antas at det ikke kan benyttes mer sprengstoff enn 5 kg pr.tennernummer for å unngå skadelige rystelser. Dette kan tilpasses etter resultatet av rystelsesmålingene.

Entreprenøren må i samarbeide med oss utarbeide en detaljert sprengningsplan og ladeskjema som før arbeidets utførelse forelegges Bærum kommunes Ingeniørvesen til godkjennelse.

12. Oppgjør.

I enhetsprisene skal medtas samtlige direkte og indirekte utgifter til sprengning og fjernelse av massene. Herunder er bl.a. innbefattet: Boring, lading, skyting, opplasting, transport innenfor tomten og rensk.

Rensk inngår i enhetsprisen for sprengning, mens øvrig sikring ikke inngår.

Entreprenøren vil ikke kunne kreve tillegg til sprengningsprisene som kompensasjon for dårlig fjell, bortledning av vanlig forekommende vann-

tilsig, variasjoner i borbarhet og sprengbarhet, eller endringer i de veiledende ladningsmengder.

Viser det seg at det blir nødvendig med tettere konturhullavstand, vil byggherren rekvirere dette. Likeledes hvis det kan greie seg med større konturhullavstand. Entreprenøren oppgir tilleggs- eventuelt fradragpris pr. 1m hull inkl. boring, lading og skyting ved minking evt. økning av konturhullavstanden.

F. FJELLSIKRINGSARBEIDER.

1. Fjellrensk.

I forbindelse med sprengningsarbeidene skal det utføres fjellrensk som skal gi sikre arbeidsforhold i anleggsperioden. Dette gjelder også de deler av anleggsperioden som følger etter sprengningsarbeidene.

Omkostningene forbundet med driftsrensk skal innkalkuleres i enhetsprisene for sprengning.

2. Bolting.

Bolter til sikring skal omstøpes i sin fulle lengde, enten med cementmørtel eller polyester. Selve bolten skal være laget av armeringsstål Ks 40. Hullet for bolter helt innstøpt med cementmørtel skal ha diameter minst 10 mm større enn nominell diameter på bolten. Hvis det benyttes polyesterforankring skal hulldiameteren være maks. 6 mm større enn boltediameteren. Ved bruk av cementmørtel til innstøpingen skal det benyttes ekspanderende tilsetningsstoff, f.eks. Betokem In. Det kan også benyttes ferdigblandet mørtel, f.eks. Betokem ExM eller tilsvarende, og til innføring av mørtel skal benyttes Berg-Jet eller tilsvarende. Boltenes diameter skal være 20 mm.

Det vil kunne bli behov for bolter med lengder fra 1-4 m.

G. FUNDAMENTERING OG JORDTRYKK.

Etter de utførte boringene ligger fjellet dypest midt på bygningen, men på grunn av sannsynlige lokale stup og kast i fjellet i denne delen av tomten kan en ikke utelukke større dybder. Under den nordre delen av den kjellerløse vaktmesterboligen kan en derfor vente dybder på over 3.5 m til fjell. Nord for profil V er derimot dybdene til antatt fjell vesentlig mindre, maksimalt ca. 2.0 m under o.k. gulv i profil IV.

Eventuelle pilarer kan utføres fra fullt utgravet nivå i byggegroppen. I overgangen mot fjell må man være oppmerksom på at grus og morenelag kan gi innvasking av løsmasser i sjaktene. Det kan derfor bli nødvendig å renske pilarfoten med slampumping i vannfylt hull, samt støpe ut pilarene med dykket rørstøp. Det må sørges for god fjellfot, eventuelt med sprengning der fjellet ligger brattere enn ca. 1:2.

Dersom skjæringen for bygget utføres ifølge avsnitt E, vil bygget ikke bli utsatt for jord- eller fjelltrykk fra skråningen mot sydøst. Jordtrykket mot ferdige konstruksjoner kan derfor beregnes som hviletrykk etter formelen:

$$p_o = K_o \gamma h$$

der $K_o = 0.3$

γ = tilbakefyllingsmassenes romvekt = 2.0 t/m^3

h = fyllingshøyde mot vegg

Den oppgitte jordtrykkskoeffisienten $K_o = 0.3$ forutsetter at tilbakefyllingen foregår etter tegning 6899-11 og som beskrevet i avsnitt H om tilbakefylling.

H. TILBAKEFYLLING MOT UTVENDIGE VEGGER OG MURER, DRENASJE.

Tilbakefylling og drenasje utføres som vist på tegning 6899-11.

Man må være særlig omhyggelig ved legging av drenasje og fylling av filtermasse slik at det ikke oppstår sperresjikt av innvaskede finmasser som kan føre til vanntrykk på veggen. Ved tilbakefylling med sprengstein må det påses at asfalteringen av kjellerveggen ikke skades.

Det må videre sørges for drenasje under kjellergulvet, og effektiv bortledning av overflatevann og bekkesig ved foten av skråningen mot sydøst.

I. SPRENGMASSENE ANVENDBARHET TIL BYGGETEKNISKE FORMÅL,

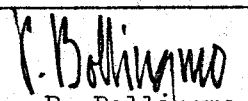
Resultatene av sprøhets- og flisighetsmålingene er vist på tegning 6899-152 "Klassifikasjon av steinmaterialer til asfaltdekker og bærelag". Begge bergartene kommer i klasse 2.

Bygget antas i sin helhet å komme i basalten, og denne bergarten er velegnet til byggetekniske formål.

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S



O.S. Holm.


P. Bollingmo.

Boringsutstyr. Opptegning av resultatet av sonderbøringer

HENSIKTEN MED MARKARBEIDET

Sonderbøringer med forskjellige typer redskap brukes for å få den første orientering om dybdene til fjell eller fast grunn samt art og lagringsfasthet av massen. Ved sonderboringene finnes «antatt fjell» og orienterende verdier for massens geotekniske egenskaper.

Ved prøvetakning og laboratorieundersøkelsen av prøvene fås nøyaktige data for prøvenes geotekniske egenskaper. Prøveseriene plasseres på grunnlag av resultatet av sonderboringene og det foreliggende tekniske problem, slik at de best mulig blir representative for byggegrunnen.

Undersøkelsene i marken kan foruten sonderboring og prøvetaking omfatte måling av grunnvannstanden eller porevannstrykket ved piezometere, vinge-boring for skjærfasthetsbestemmelse, belastningsforsøk direkte på grunnen eller på peler, setningsobservasjoner osv.

DREIEBOR

er 20 mm spesialstål i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 30 mm skruespiss. Boret belastes med 100 kg og dreies ned for hånd eller motor. Motstanden mot boret tegnes opp med en tverrstrekk på borchullet dit borspissen er nådd for hver 100 halve omdreining. Antall halve omdreininger påføres høyre side av borchullet.

Skravert borchull angir at boret er sunket uten dreining for den belastning som er påført venstre side av borchullet. Er borchullet merket med kryss betyr det at boret er slått ned.

Dreieboret gir forholdsvis god orientering om art og lagringsfasthet av den masse som det bores gjennom.

RAMSONDERING

utføres med 32 mm borestål i 3 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 40 mm sylindrisk spiss. Boret rammes ned ved hjelp av et fallodd på 75 kg, som føres på borstangen og drives av en motornokk.

Rammearbeidet registreres som det antall slag med fallhøyde 50 cm som skal til for å drive boret ned 50 cm. Resultatet tegnes opp ved å avsette rammemotstanden

$$Q_0 = \frac{\text{Vekt av lodd} \times \text{fallhøyde}}{\text{Synkning pr. slag}} \quad (\text{tm/m})$$

som funksjon av dybden.

$Q_0 = 1-3$ tm/m tilsvarende en løs grunn.

$Q_0 = 10-20$ tm/m tilsvarende en fast grunn.

Ramboret har normalt større nedtrengningsevne enn dreieboret, men gir mindre pålitelige opplysninger om arten av jordmassene. Ramboret gir gode opplysninger om den dybde peler må rammes til for å oppnå den forutsatte bæreevne.

SPYLEBOR

består av $\frac{3}{4}$ " rør som spyles ned i grunnen ved hjelp av trykkvann fra ledningsnettet eller fra en motorpumpe. Spyleboret er nederst forsynt med en spylespiss med tilbakeslagsventil og øverst en vannsiv. Spyleboret er egnet for oppsøkning av fjell i finkornet masse, men boret stopper lett i grove masser. Spyleboret gir i alminnelighet ikke pålitelige opplysninger om grunnens art.

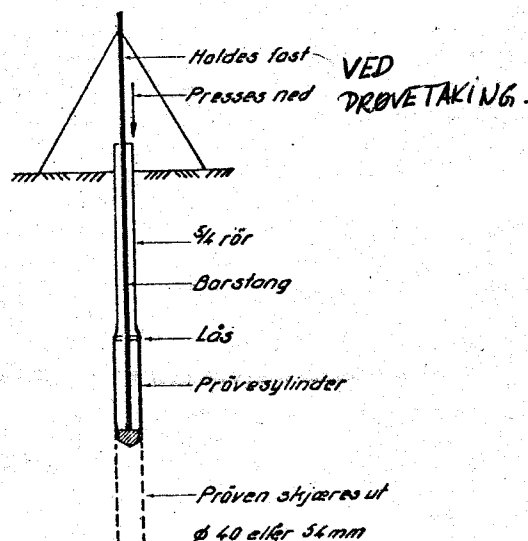
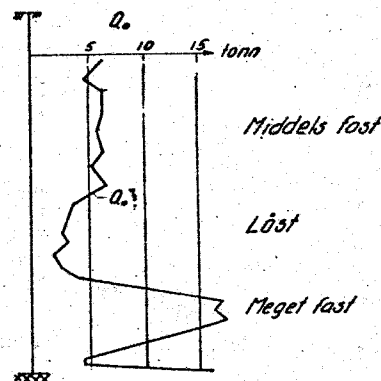
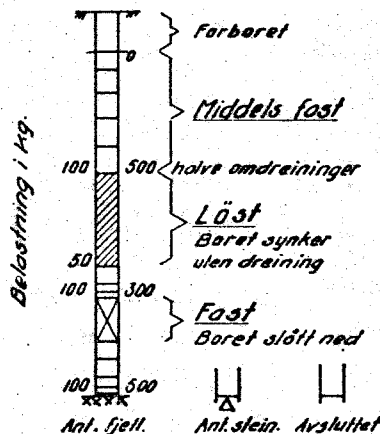
PRØVETAKING

De vanlig brukte prøvetakere er 40 og 54 mm stempelbor. Begge prøvetakere består av en tynnvegget sylinder, som forbindes opp til terrengoverflaten ved hjelp av $\frac{5}{8}$ " rør. Nederst i sylindren er et stempel som er forbundet til overflaten med borstenger. Stempleet er fastlåst i sylindrens nedre ende når prøvetakeren presses ned til ønsket dybde. Når en prøve skal tas, frigjøres låsen, stempleet holdes fast og sylindren presses ned ved hjelp av forlengelsesrørene og skjærer ut prøven.

Prøvetakeren trekkes opp og etter forsegling med voks blir prøvene sendt til laboratoriet for undersøkelse.

RAM-PRØVETAKERE

brukes i meget fast masse. De er i prinsippet som 40 og 54 mm prøvetaker, men vesentlig solidere, slik at de kan rammes ned i grunnen. Prøvene blir ikke uforstyrrede, men blir representative for grunnen hva de øvrige geotekniske egenskaper angår.



RØRKJERNEBOR

(tubkjernebor) brukes til prøvetaking i faste masser. Et 3" foringsrør med spesiell sko og slagstykke rammes ned med et 150 kg fallodd. Prøver av massen trenger opp gjennom skoen og inn i et indre rør som av og til tas opp og tømmes for prøvemasse.

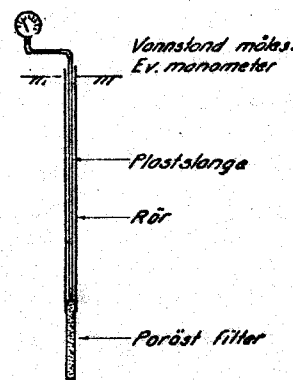
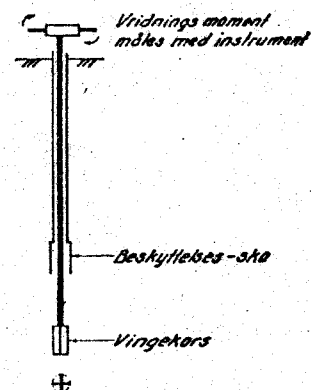
VINGEBOR

brukes for direkte bestemmelse av leirens skjærfasthet i marken uten å ta opp prøver. Et vingekorset som ligger inne i en beskyttelsessko føres ned til 60 cm over den dybde det skal måles og vingekorset skyves ut av beskyttelsesskoen og ned i leiren. Vingekorset er forbundet opp med borstenger, som gjør det mulig å dreie vingekorset rundt ved hjelp av et instrument som samtidig registrerer det maksimale torsjonsmoment ved brudd i leirmassen rundt vingekorset. Skjærfastheten finnes av en kalibreringskurve.

PORETRYKKSÅLING. BESTEMMELSE AV GRUNNVANNSTANDEN

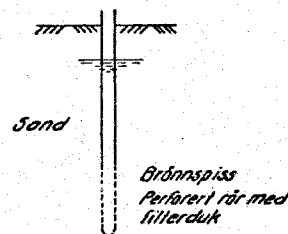
Et piezometer for måling av porevannstrykket eller grunnvannstanden er et sylindrisk porøst filter med 32 mm diameter. Filteret presses ned i bakken ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret går et stigerør av plast opp gjennom røret. Poretrykket bestemmes ved måling av vannstanden i røret ved et elektrisk instrument eller ved et tilkoblet manometer.

En brønnspiss brukes til å finne grunnvannstanden i grov sand og grus. Vannstanden måles direkte i røret.

**FJELLKONTROLLBORING**

foregår med vognbormaskiner av type Atlas Copco BVB-21. Bormaskinen er montert på en føring på en vogn. Mating og opptrekk skjer via kjedetrekk fra en luftmotor. Til boringen brukes 32 mm borstenger i 3 m lengder, som skjøtes ved hjelp av muffe med reppjenger. Det brukes vanligvis 48 mm hardmetallkrysskjær og vannspyling. Maskinen krever en ca. 9 m³/min. kompressor og 6 atmo lufttrykk.

Med dette utstyr kan bores gjennom all slags grunn, fra leire til steinfylling. Overgangen mellom løs masse og fjell konstateres ved øket bormotstand og ved at boringen gir jevn fremdrift i fjell. Det bores vanligvis 3–5 m ned i fjellet for å påvise fjellets beliggenhet med full sikkerhet.

**ROTASJONSBORING**

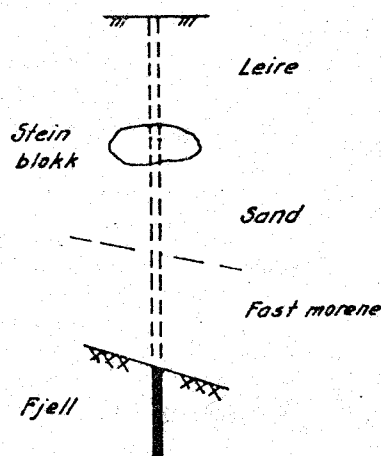
foregår ved hjelp av en diamantbormaskin, som roterer og mater et rør ned gjennom massen. Røret er nederst påskrudd hardmetall- eller diamantkroner. Inne i røret føres borstenger som nederst har et kjernebor med påskrudd hardmetall- eller diamantkroner for boring gjennom større stein og for boring ned i fjellet for påvisning av fjellets beliggenhet med full sikkerhet. Man får kjerner av større stein og av fjellet, men kun lite representative prøver av den masse som ligger over fjellet. Til kjøling av kronen og stabilisering av borchullet brukes enten vannspyling eller spyling med tung borvæske.

HJELPEUTSTYR

består av rør av forskjellig art som kan senkes, spyles eller rammes ned i grunnen for utføring av borchullet, og som ofte er forsynt med en rammespiss som kan tas ut av røret når dette er rammet ned til ønsket dybde.

Tung borveske brukes i stor utstrekning ved prøvetaking i sand og grus. Borvesken består bl. a. av oppslemmet bentonit eller leire og hindrer borchull i sand fra å rase sammen.

I spesielle tilfeller blir borvesken pumpet ned gjennom en meisel som løser massene ved bunnen av borchullet.

Fjellkontrollboring

Det brukes motornokker, motorpumper og bortårn som muliggjør at redskapen kan heises opp til 20 m i luften over bakken uten å skru av rør.

Nedtrykningsåk og forankringsrammer, sandpumper, verktøy, arbeidsbrakker osv. er vanlig hjelpeutstyr.

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 langsam 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.

SKJÆRFASTHETEN (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 nedsynken 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 opptegnes oftest i diagram på tegningene med angivelse av bruddformasjonen.

SKJÆRFASTHETSPARAMETRENE (c' og φ')

(«tilsynelatende kohesjon og friksjonsvinkel») bestemmes ved triaksialforsøk og angir hvorledes skjærfastheten varierer med spenningen. En sylindrisk prøve omsluttet 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.

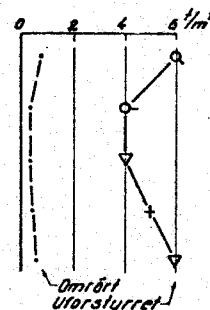
Vi definerer en kvikkleire som en leire med H_1 mindre enn 3,0, hvilket tilsvarer en flytende konsistens.

VANNINNHALDET (W)

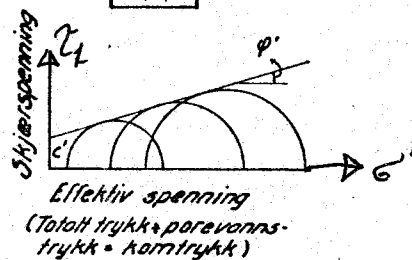
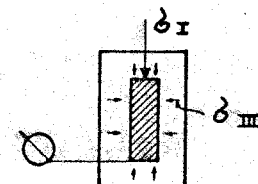
angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørring under 110°C .

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 porøsitet.

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



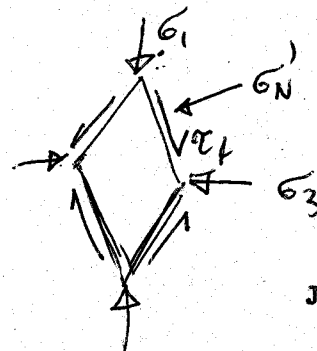
- Trykkforsøk
- △ Konusforsøk
- + Vingebor



$$\tau_f = (\sigma'_N + a) \tan \varphi'$$

$$c = a \cdot \tan \varphi$$

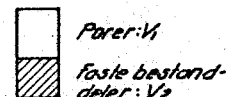
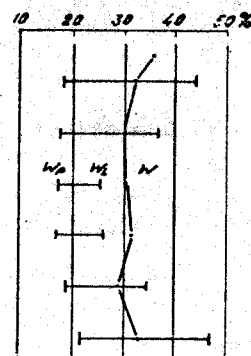
σ'_N = Normalspenning på plan på hvilket τ_f virker.



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.



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

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

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

PORØSITETEN (n)

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

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 porøsitet er sammenhengende verdier ved vannfylte prøver og er alle uttrykk for lagringsfastheten

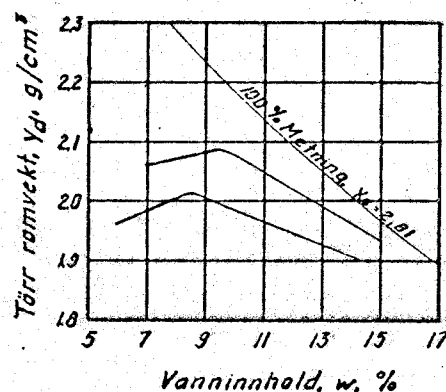
TØRR ROMVEKT (γ_D)

er vekten av tørrstoffet pr. volumenhet av en prøve.

PAKNINGSFORSØK (Proctor-forsøk)

utføres for å bestemme hvorledes en jordart best kan komprimeres (sammenpakkes). 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 tørr romvekt og vanninnholdet. Resultatene fremstilles i et diagram der tørr romvekt vises som funksjon av vanninnholdet.

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

**HUMUSINNHALDET (o)**

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

KOMPRESSIBILITETEN

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

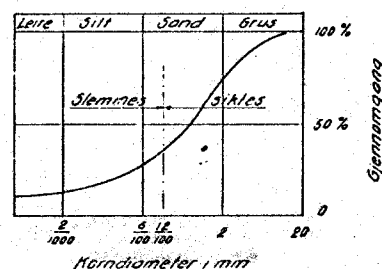
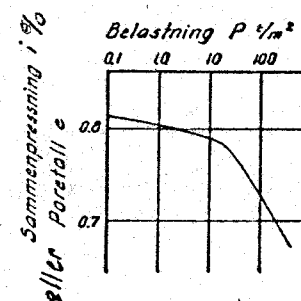
TELEFARLIGHET

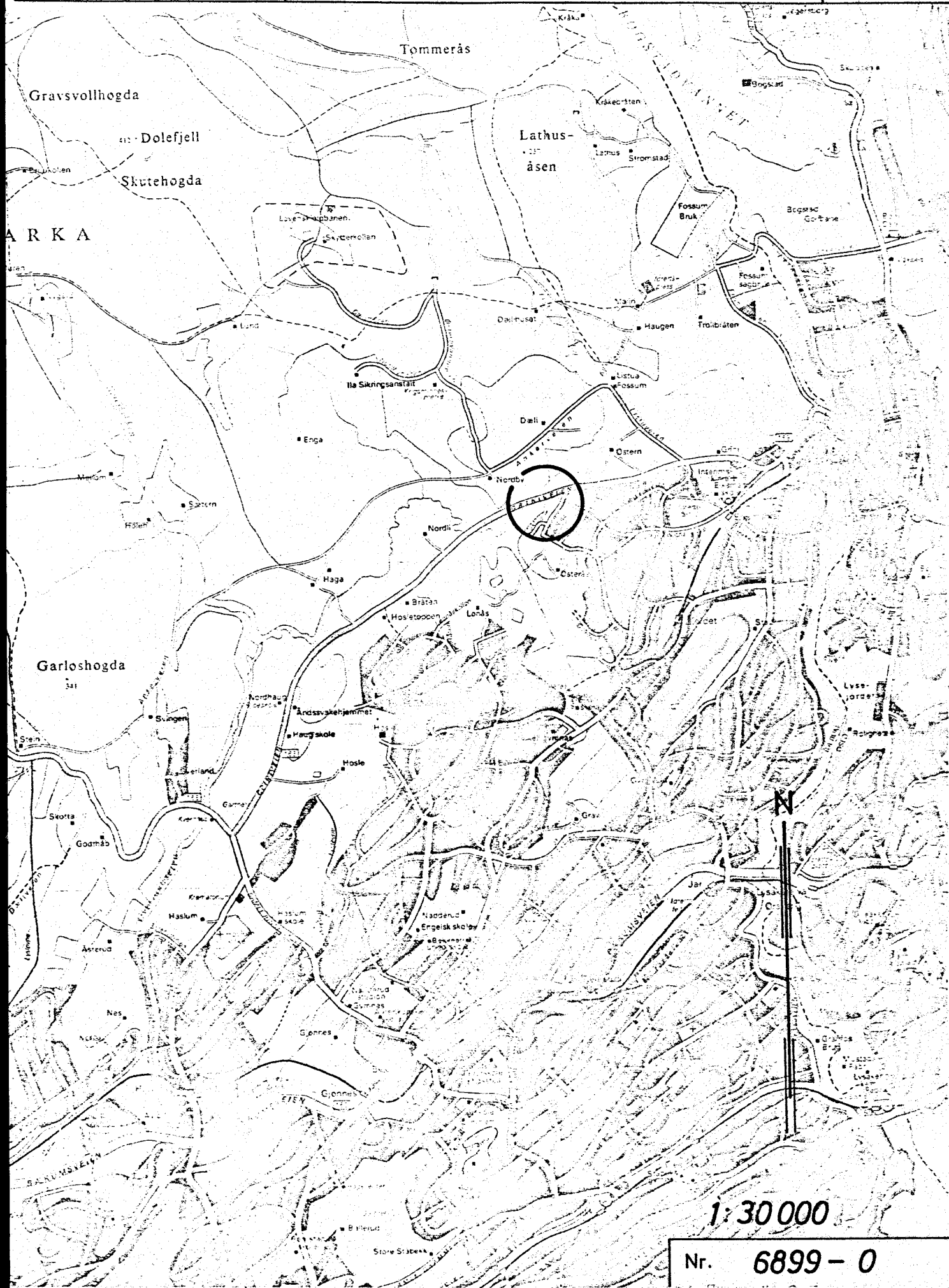
bestemmes ut fra kornfordelingsanalysen og den kapillære stighøyde i massen som måles i et kapillarmeter. Telefaryligheten graderes i gruppene T 1 (ikke telefarlig, T 2 (lite telefarlig), T 3 (middels telefarlig) og T 4 (meget telefarlig).

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 følgelig være så liten som 1 cm i året.

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



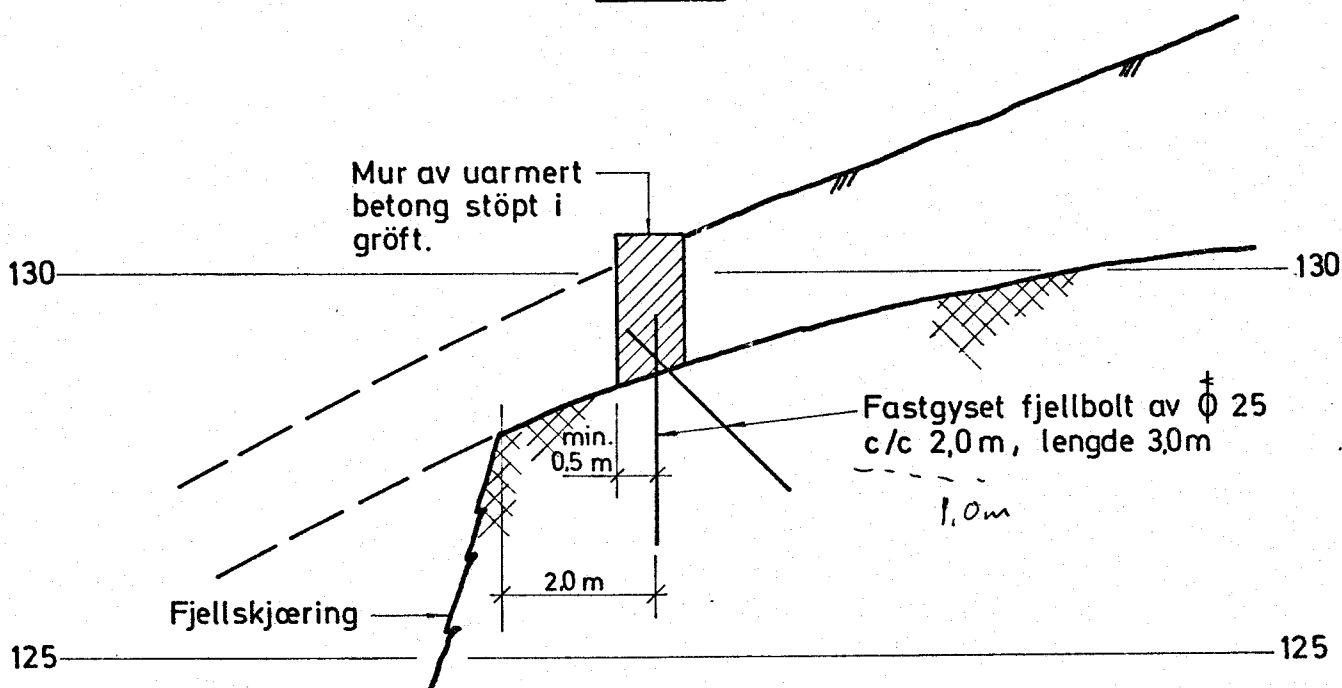


1:30 000

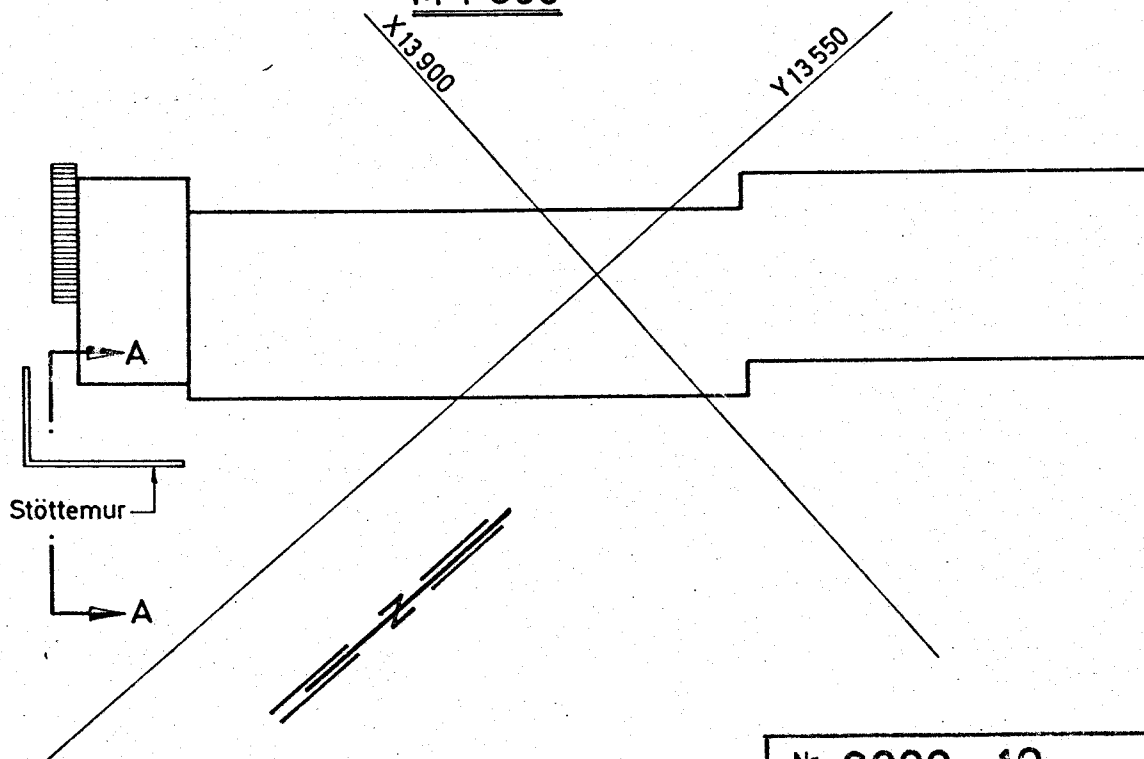
Nr. 6899-0

Ang.: Sikring av løsmasser - Prinsippskisse.

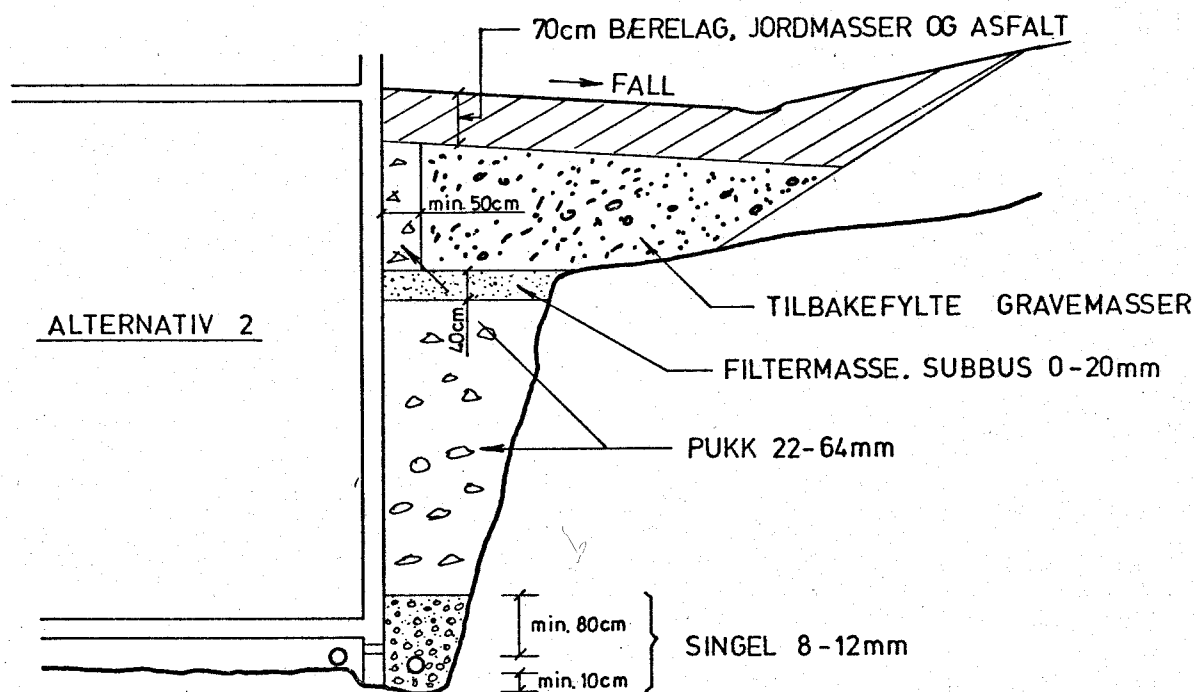
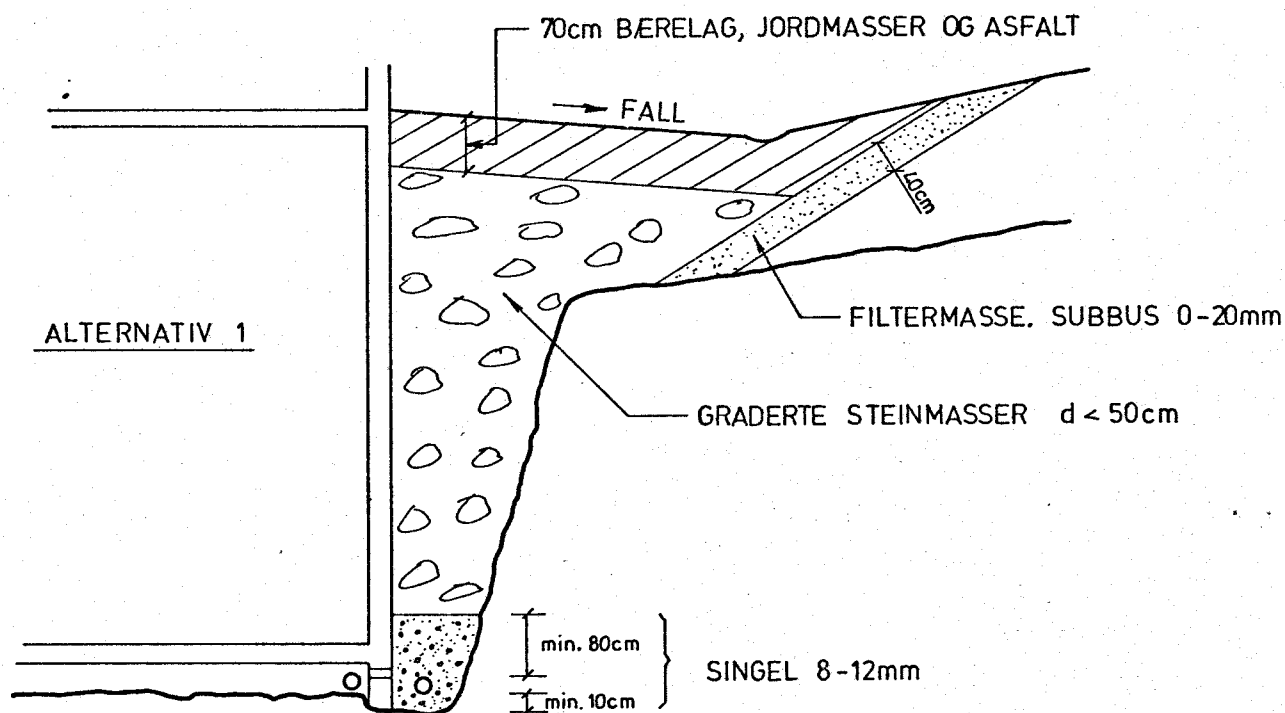
Snitt A - A
M 1:100



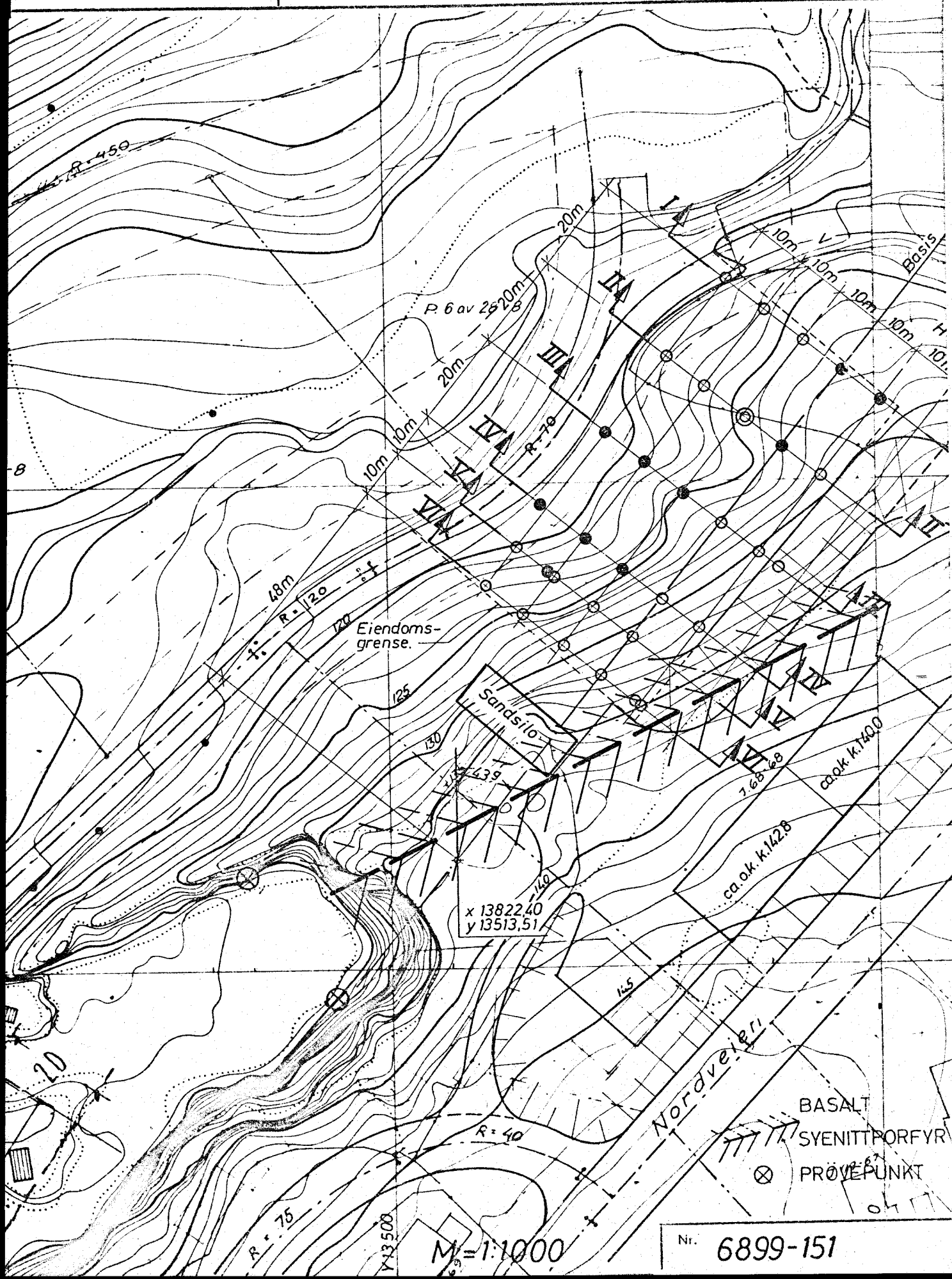
Situasjonsskisse
M 1:500



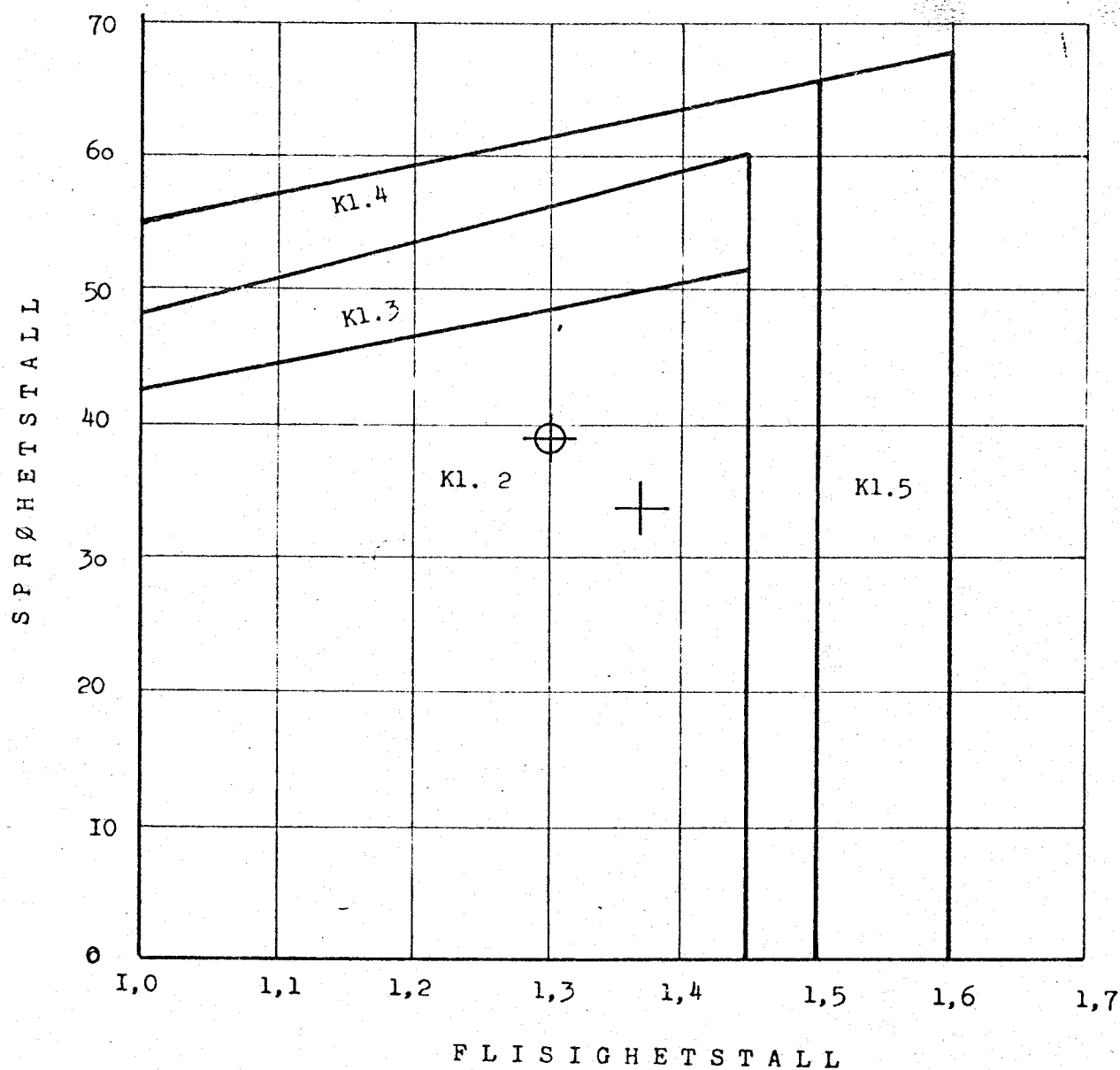
ANG.: DRENASJE LANGS GRUNNMUR - PRINSIPPSKISSE



1. Det skal anvendes 5" cementrør. Dersom grunnvannet er aggressivt (myr, sulfatholdig grunnvann e.l.), benyttes spesielle rør av motstandsdyktig materiale.
2. Rørenden settes halvt inn i muffen og sentreres, f.eks. ved hjelp av små stein i muffen.
3. Rørskjøtene skal dekkes med Porolon drensfilter. Glassvatt, treull eller andre organiske materialer skal ikke anvendes over rørskjøtene.
4. Det skal være forbindelse fra grus- eller kultlag under kjellergulvet til drenasjesystemet.



Ang.: Klassifisering av steinmaterialer til asfaltdekker og bærelag



⊕ SYENITPORFYR

+ BASALT

ANG.: STEINMATERIALER TIL VEIBYGGINGSFORMÅL, FALLPRØVEN OG VEILEDENE KVALITETSKRAV

FALLPRØVEN

For å få et mål på et steinmaterialenes kornform og motstandsdyktighet mot mekaniske påvirkninger, bestemmer man dets flisighetstall og sprøhetstall. Disse to bestemmelser betegnes som fallprøven.

Metoden er spesielt benyttet i forbindelse med materialer til veibygging-formål, så som slitedekker, bærelag og forsterkningslag samt betongtilslag og andre byggetekniske formål.

For veiformål klassifiseres steinmaterialene i kvalitetsklasser fra 2 (høyeste kvalitet) til 5 (laveste kvalitet) på grunnlag av fallprøven (Fig. 1). Det vises forøvrig til "Retningslinjer for utførelse av bituminøse vegdekker og bærelag", 2. utgave, utarbeidet og utgitt av Nordisk Vegteknisk Forbunds norske avdeling og Den Norske Ingeniørforening, utgitt ved Ingeniørforlaget i 1972.

På grunnlag av disse retningslinjer og krav som vanligvis benyttes av våre veimyndigheter er det utarbeidet en veiledende tabell over forholdet mellom årsdøgntrafikk, belegningstype og kvalitetsklasse (Fig. 2).

Flisighetstall (f).

Flisighetstallet er mål for et steinmaterialenes kornform.

Flisighetstallet måles på de fraksjoner som benyttes til bestemmelse av sprøhetstall, før knusing i fallapparat. Flisighetstallet (f) angis som forholdet mellom midlere bredde og midlere tykkelse på bergarts-kornene i den undersøkte fraksjon (Fig. 3).

Det benyttes kvadratsikt til bestemmelse av bredden og stavsikt til bestemmelse av tykkelsen.

Dess høyere flisighetstallet er, dess høyere er innholdet av flisig (bladig) stein.

BEREGN.	KONTR.	TEGNET	DATO	MÅL	SAK NR.	TEGN. NR.	REV.
			aug, 73		4000	2	

ANG.: STEINMATERIALER TIL VEIBYGGINGSFORMÅL, FALLPRÖVEN OG VEILEDENE KVALITETSKRAV

Sprøhetstall (s).

Sprøhetstallet gir opplysning om en bergarts evne til å motstå nedknusing.

Forsøket består i at en bestemt mengde fra en fraksjon av en bergartsprøve knuses i et fallapparat (Fig. 4). Sprøhetstallet er den prosentvise del av prøven som etter nedknusingen passerer siktet for nedre grense.

Forsøket utføres med 20 slag av fall-loddet og benevnes ofte som s_{20} .

Det utføres normalt analyse av minst to parallelle prøver. Det foretas en ny sprøhetmåling dersom det i de nedknuste prøvene finnes nok materiale av den ønskede fraksjon. Denne ekstra analyse kalles omslag. Den gir ytterligere holdepunkter med hensyn til materialets motstandsevne mot videre nedknusing, f.eks. som følge av trafikkbelastning.

Kommentar.

Foruten resultatene fra fallprøven er det viktig at man også vurderer de geologiske forhold, steinknusertyper og steinmaterialets bruksformål.

BEREGN.	KONTR.	TEGNET	DATO	MÅL	SAK NR.	TEGN. NR.	REV.
			aug. 73		4000	2	

ANG.: STEINMATERIALER TIL VEIBYGGINGSFORMÅL, FALLPRØVEN OG VEILEDENE KVALITETSKRAV

KLASSIFISERING

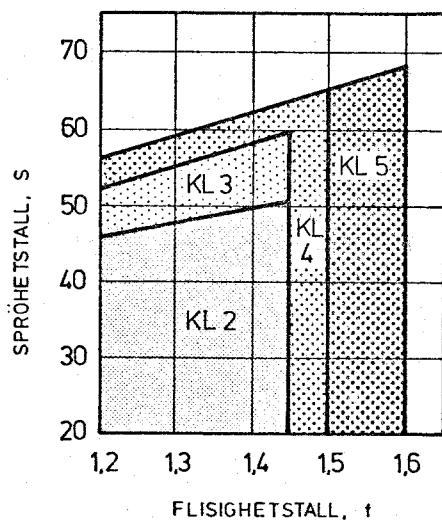


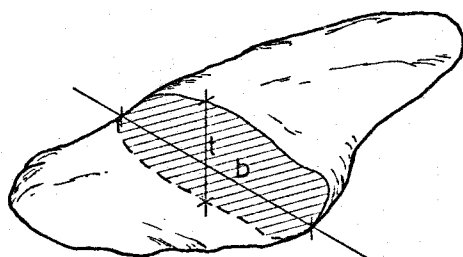
FIG. 1

VEILEDENE KRAV TIL
KVALITETSKLASSE

BELEGNINGSTYPE	ÅRSDÖGNTRAFIKK				
	6000 ^	3000-6000	1000-3000	500-1000	500 v
ASFALTBETONG	2	3	3	3	3
ASFALTGRUSBETONG	4	4	4	4	5
TOPEKA (SANDASFALT)	2	2	2	2	2
ASFALTSTAB. GRUS	4	4	5	5	5
ASFALTERT PUKK	3	3	4	4	4
OVERFLATEBEHANDLING	3	3	3	3	3
PENETRASJONSDEKKE	5	5	5	5	5
OLJEGRUS				2	3
OTTADEKKE			3	4	4
BÆRELAG	3	3	3	3	3
FORSTERKNINGSLAG	5	5	5	5	5

FIG. 2

DEFINISJON AV FLISIGHETSTALL



FLISIGHETSTALL: $f = b/t$

FIG. 3

FALLAPPARAT

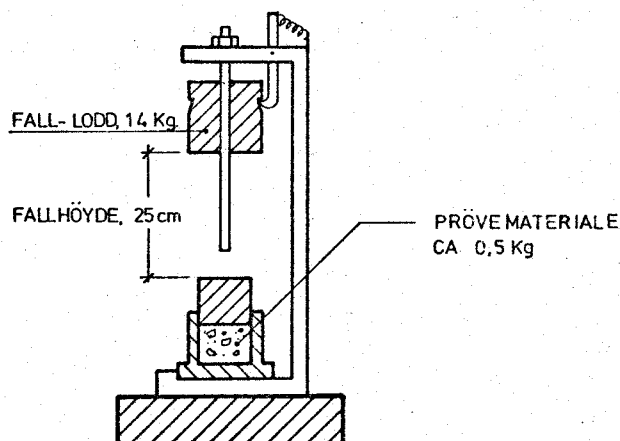
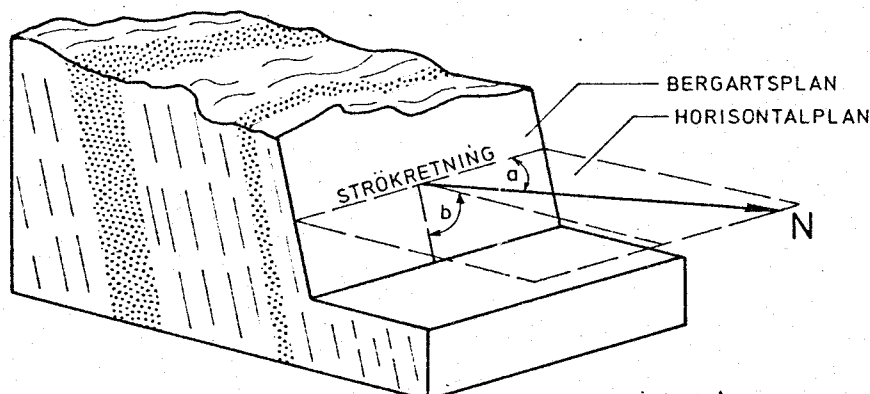


FIG. 4

Strøk og fall.

Retningen på skjæringslinjen mellom et bergartsplan og horisontalplanet kalles strøkretningen, eller bare strøket. Strøkretningen angis som en vinkel mellom denne skjæringslinjen og magnetisk nord, f.eks. N60°V (vinkelen a på figuren).



Fallet eller fallvinkelen er et bergartsplans vinkel med horisontalplanet, målt fra horisontalplanet og ned. Denne vinkelen måles vinkelrett på strøket (vinkelen b på figuren). Det er ikke entydig hvilken vei planet heller ved bare å oppgi fallvinkelen. Derfor angis også omtrent hvilken himmelretning planet heller mot (f.eks. NØ på figuren). En fullstendig angivelse av strøk og fall for eksemplet på figuren vil, hvis vinkelen a = 60° og b = 50°, være: strøk N60°V, fall 50°NØ.

På geologiske karter angis strøk og fall med et tegn, f.eks. $\swarrow 50$.

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

Hvis planet står vertikalt (fall 100°), er karttegnet: \swarrow

Hvis planet ligger horisontalt (fall 0°), er karttegnet: \swarrow (udefinert strøk).

Angivelse av strøk og fall benyttes til å angi stillingen i rommet på et hvilket som helst bergartsplan, så som lagdeling, skifrighet, foliasjon, sprekkeplan og bånding, men hvis ikke annet er sagt vil det være bergartens strøk og fall det gjelder. Bergartens strøk og fall måles på lagdelingen. Skifrighet er oftest, men ikke alltid, uttrykk for lagdeling.

Isotrope bergarter så som typiske granitter og gabbroer har ingen planparallel struktur, og følgelig kan man ikke måle strøk og fall på disse bergartene.

GODKJENT	TEGNET	DATO	SAK NR.	TEGN. NR.	REV.
J.H.	T.S.	1.12.72	4000	206	

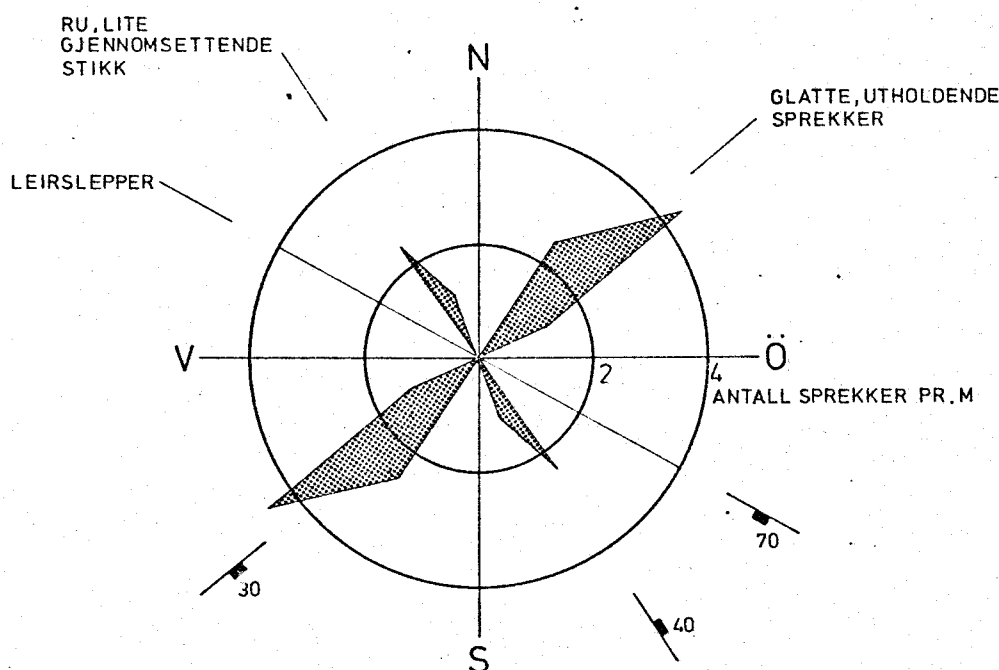
Sprekkerosen.

Sprekker, stikk, forkastninger og knusningssoner fremtrer oftest som plan, og er en type bergartsplan som angis med strøk og fall. På geologiske kart brukes følgende strøk- og falltegn for sprekker og stikk.

50, (vertikalt), (horisontalt).

Sprekker og stikk opptre innen et område gjerne som systemer hvor sprekkene innen et system har omtrent samme strøk og fall.

Innen et aktuelt område for et fjellanlegg måles strøk og fall for så mange sprekker og stikk som mulig, og resultatet tegnes opp i en sprekkerose.



Sprekkerosen angir stikk og sprekkers hyppighet og orientering. Hvert "blad" representerer et sprekkesystem, og lengden av "bladene" i sprekkerosen viser hvor hyppig sprekker og stikk opptre innen hvert system. Hyppigheten angis enten som antall sprekker pr. meter, avstand mellom sprekkene, eller som antall observasjoner av sprekker fra dette systemet innen et aktuelt område.

Bredden av "bladene" angir variasjonsområdet for sprekkenes strøkretning innen et system. Det har ingenting å gjøre med sprekkenes bredde, utholdenhet eller karakter forøvrig, da dette angis med tekst utenfor sirkelen. Fallet angis rundt sirkelen med strøk og falltegn.

GODKJENT	TEGNET	DATO	SAK NR.	TEGN. NR.	REV.
J. H.	T.S.	1.12.72	4000	206	