

Fylke	Kommune	Sted	UTM-referanse
Nord-Trøndelag	Steinkjer	Vibe	PS 246 018
Byggherre Agnar Norum/Anton Kvernmo			
Oppdragsgiver Statens Naturskadefond			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Brev av 28.mai 1985, J.nr. 2052/84 EH/øi			
Antall sider	Antall bilag	Tegn. nr.	Antall tillegg
6	6	01 - 06	2

Prosjekt-tittel Statens Naturskadefond
 G.nr. 186, b.nr. 10 og 13
 Kvernmo/Norum, Steinkjer.

Rapport-tittel Grunnundersøkelser og
 stabilitetsvurderinger.

Oppdrag nr. o.5403 6.september 1985

Sammendrag

Det er registrert sig i skråning og oppsprekking på skråningstoppene foran huset tilhørende Agnar Norum i Steinkjer.

Grunnundersøkelsene viser lagdelte masser oppe i skråningen, og leire med tynne silt- og sandlag i elvenivå. Enkelte vannførende lag synes å stå med høyt poretrykk. Beregninger viser dårlig overflatestabilitet, og erosjon og utvasking kan forverre stabiliteten.

Skråningen bør støttes opp i foten og sikres mot erosjon og utvasking ved utlegging av fiberduk og steinfylling ut mot elva. Arbeidet bør utføres i løpet av høsten.

Overingeniør

Ottar Kummeneje

Saksbehandler

Trond Gilde

INNHOOLD

1. INNLEDNING	side	3
2. UTFØRTE UNDERSØKELSER	"	3
3. GRUNNFORHOLD	"	4
4. STABILITET OG SIKRING	"	5

BILAG

1. Oversiktskart 1:50.000
2. Situasjonsplan 1:1.000
3. Profiler m/boringer
4. Borprofil, hull 1
5. Borprofil, hull 3
6. Stabilitetsberegninger og forslag til sikring

TILLEGG

- I Markundersøkelser
- II Laboratorieundersøkelser.

1. INNLEDNING.

- Rapportens innhold: Rapporten omfatter grunnundersøkelser og vurdering av skråningsstabilitet ved enebolig tilhørende Agnar Norum, Steinkjer.
- Stabilitetsproblemer: Huset ligger på toppen av en ca. 10 m høy skråning ut mot elva Ognå ved Vibe i Steinkjer. Avstanden til elva er ca. 20 - 25 m. Foran huset og videre over mot nabotomta tilhørende Anton Kvernmo er det registrert en sprekke i bakken på langs av skråningstopp, se bilag 2. Videre foregår det seg i skråningen, terrengoverflaten synes å ha beveget seg over en meter ut mot elva i løpet av flere år.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

- Markarbeid: Markarbeidet er utført 5 - 7 juni 1985. Det er utført dreiesondering og prøvetaking ved skråningstopp og skråningsfot i ett profil. I alt er det tatt opp 10 uforstyrrede prøver. Videre er det utført poretrykksmåling i to nivå i ett hull nede i skråningen.
- Markarbeidets utførelse er nærmere beskrevet i tillegg I, og resultatene er vist grafisk i profilene i bilag 3.
- Laboratorieundersøkelser: Prøvene er klassifisert og rutineundersøkt mht. tyngdetetthet, vanninnhold og udrenert skjærstyrke. Undersøkelsen utførelse er beskrevet i tillegg II, og resultatene er gitt i borprofilene, bilag 4 og 5.

3. GRUNNFORHOLD.

Løsmasse: Sondering og prøvetaking på skråningstoppen viser lagdelte masser med sand, kalksand, silt og leire ned til 6 m dybde. Leira er i seg sjøl også meget lagdelt med skrå, tynne finsandlag. Videre fra ca. 6 m er det funnet leire, lagdelt med tynne siltlag. I ca. 11 m dybde er det overgang til fastere masse, trolig sand eller grus.

I foten av skråningen er det lagdelt leire med tynne silt- og finsandlag fra terreng, med overgang til fastere masse i ca. 6 m dybde.

Poretrykk: Poretrykksmålinger i skråningen indikerer grunnvannsnivå ca. 3 m under terreng, og poretrykksøkning i dybden noe lavere enn hydrostatisk. I skråningsfoten er poretrykksøkningen i dybden normalt noe større enn hydrostatisk. Forholdene er imidlertid trolig mer varierte enn målingene viser, pga. den markerte lagdelingen med vekslende permeable og tette lag. Dette bekreftes bl.a. av at det ved boring nr. 3 i skråningsfot strømmet vann og masse ut av borhull og prøvetakingshull i flere uker etterpå. Hullene ble forsøkt plugget, men det oppsto nye lekkasjer ved siden av. Til slutt ble det lagt fiberduk og grus over et område på ca. 15 - 20 m² ved elvebredden som filter for å stoppe utvaskingen. Vannstrømmen antas imidlertid å pågå fortsatt.

4. STABILITET OG SIKRING.

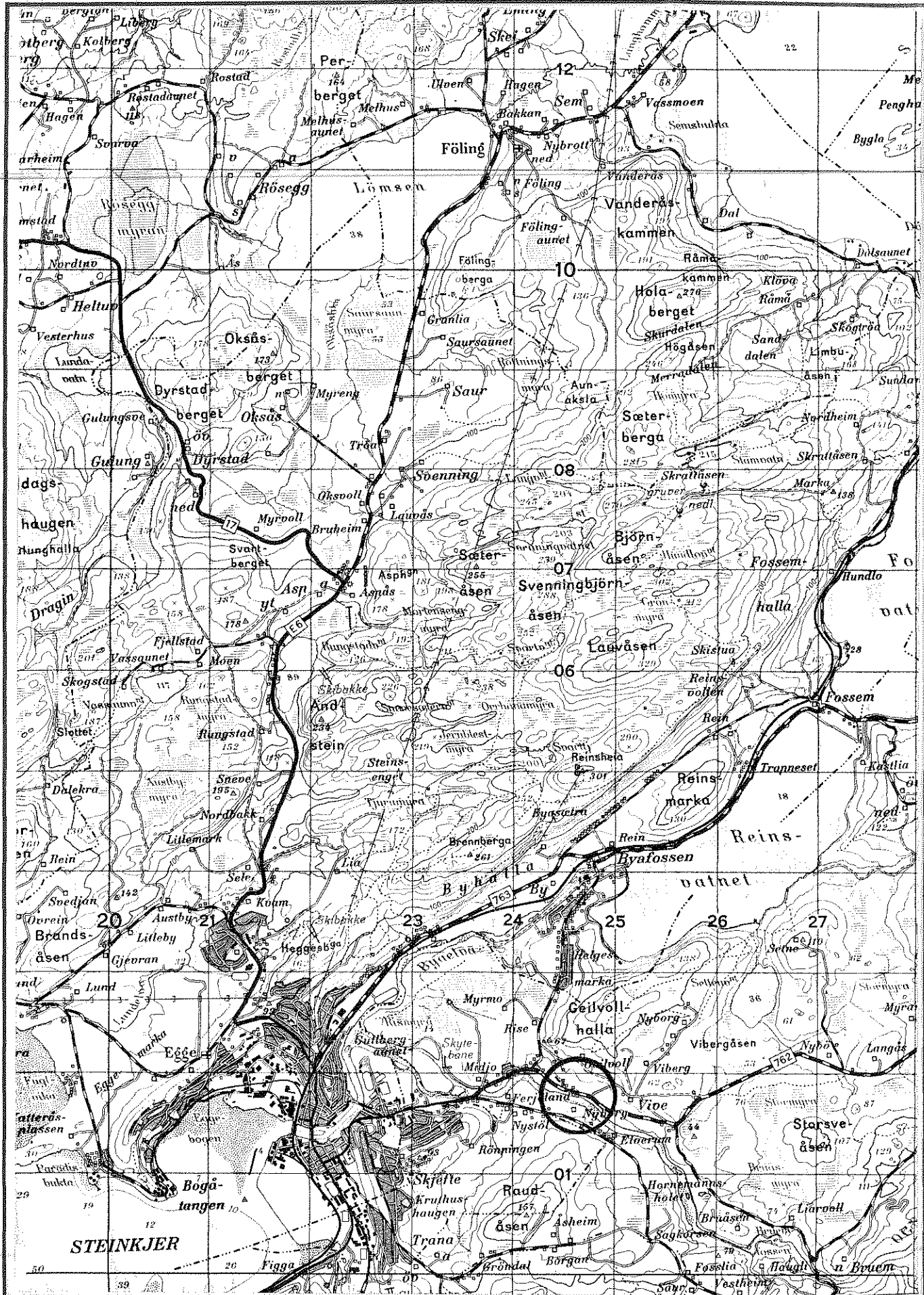
Stabilitet i dag: Beregninger av langtidsstabiliteten av skråningen er meget dårlig, kfr. bilag 6. Dette bekreftes da også av at terrenget på skråningstoppen er oppsprukket. Sprekken går inn mot bolighusets sørøstre hjørne. Ved spesielt ugunstige forhold som f.eks. erosjon i skråningsfot i forbindelse med flom, evt. kombinert med ugunstige poretrykksforhold som følge av mye nedbør eller snøsmelting, kan en ikke se bort fra glidninger som kan berøre bolighuset.

Det langsomme siget i skråningen kan også skyldes bløte vannførende lag med poreovertrykk, og utvasking av masse ved drenering av slike lag, evt. i kombinasjon med erosjon som følge av flom og isgang i elva. Norum mener at strømningsforholdene i elva har forandret seg i løpet av de senere år, og at pågangen inn mot skråningsfoten her er blitt større. Dette kan evt. skyldes erosjonsforbygninger på motsatt elvebredd litt lenger oppe, og spesielt skredet ved Vegvesenets anlegg ved Vibekorsen noen år tilbake.

Forslag til sikring: Med dårlig beregningsmessig stabilitet og påvist sig og oppsprekking, mener vi området bør sikres ved utlegging av en steinfylling i foten av skråningen. En slik steinfylling vil i tillegg til å øke den beregningsmessige sikkerheten mot glidninger, også fungere som erosjonsbeskyttelse ved flom og isgang, og den vil beskytte det allerede utlagte grusfilteret som ellers trolig vil bli vasket bort over tid. Steinstørrelsen ved fylling i elva og opp til flomvannstanden må være tilstrekkelig til å stå imot erosjon, kfr. tilsvarende erosjonsbeskyttelser i nærheten. Under steinfyllinga må det legges fiberduk, for å hindre ytterligere utvasking av masse fra skråningen som følge av utadrettet grunnvannstrøm.

Utstrekning og høyde av motfyllinga er vist i profilene og på situasjonsplanen i bilag 6 sammen med resultater av stabilitetsberegningene. En regner med at det vil gå med anslagsvis 400 m³ stein og 350 m² fiberduk ved utlegging av støttefyllinga.

Sikringsarbeidet bør utføres i høst for å sikre beskyttelsen av den allerede utlagte grusfilterfyllinga.



Kummeneje
Sivilingeniør Ottar Kummeneje



TRONDHEIM
GJØVIK BODØ TROMSØ



STATENS NATURSKADEFOND
GNR. 186, BNR. 10 OG 13, STEINKJER

OVERSIKTSKART

MALESTOKK

1:50 000

TEGNET AV

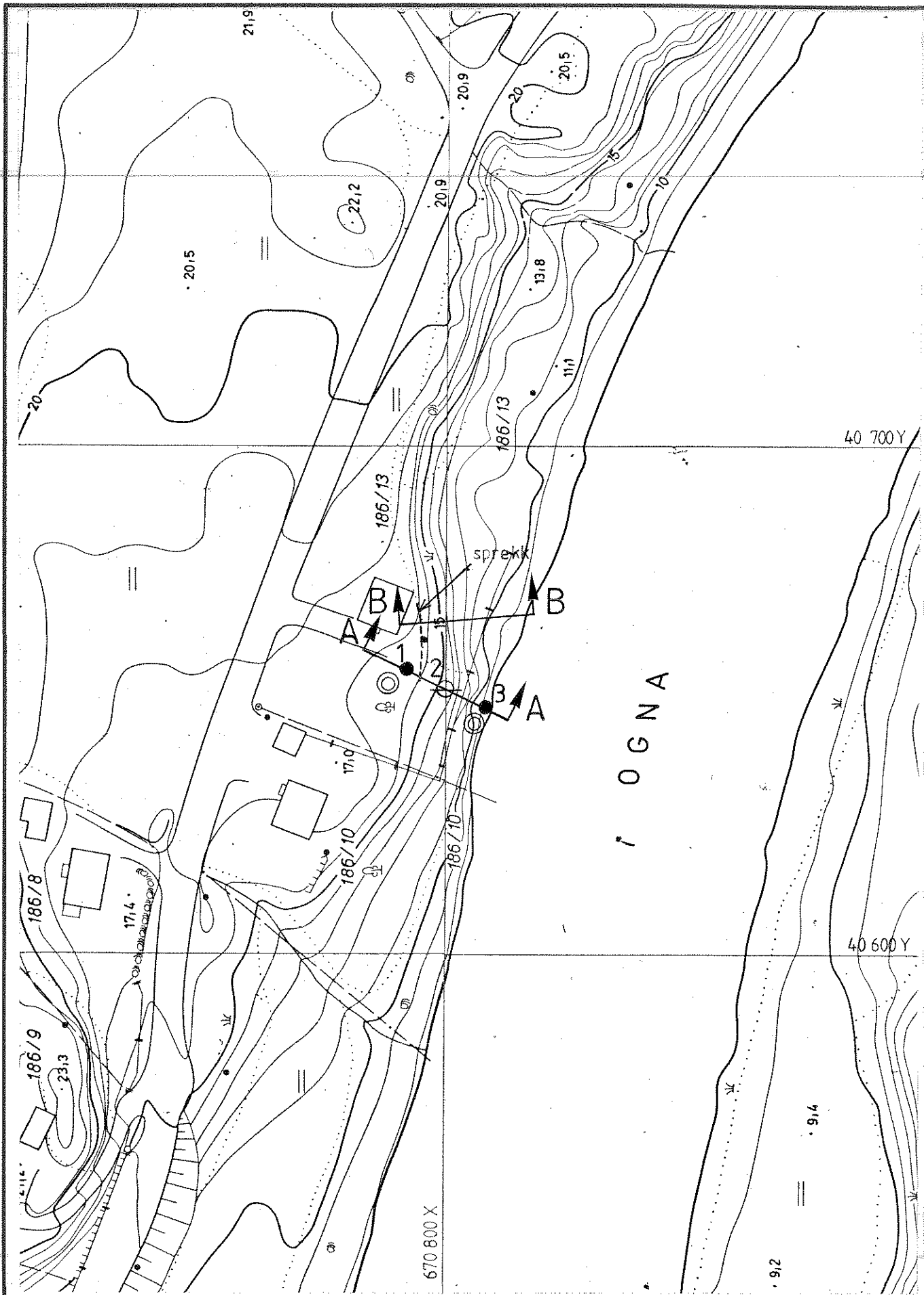
DATO
05.09.85

OPPDRAG

5403

BILAG

TEGN. NR.
01



Kummeneje
Sivilingeniør Ottar Kummeneje



TRONDHEIM
GJØVIK BODØ TROMSØ



STATENS NATURSKADEFOND
GNR. 186 BNR. 10 OG 13, STEINKJER

SITUASJONSPLAN

- Dreiesondering
- ⊙ Proveserie
- ⊖ Poretrykksmåling

MÅLESTOKK
1:1000

TEGNET AV
KE/AG

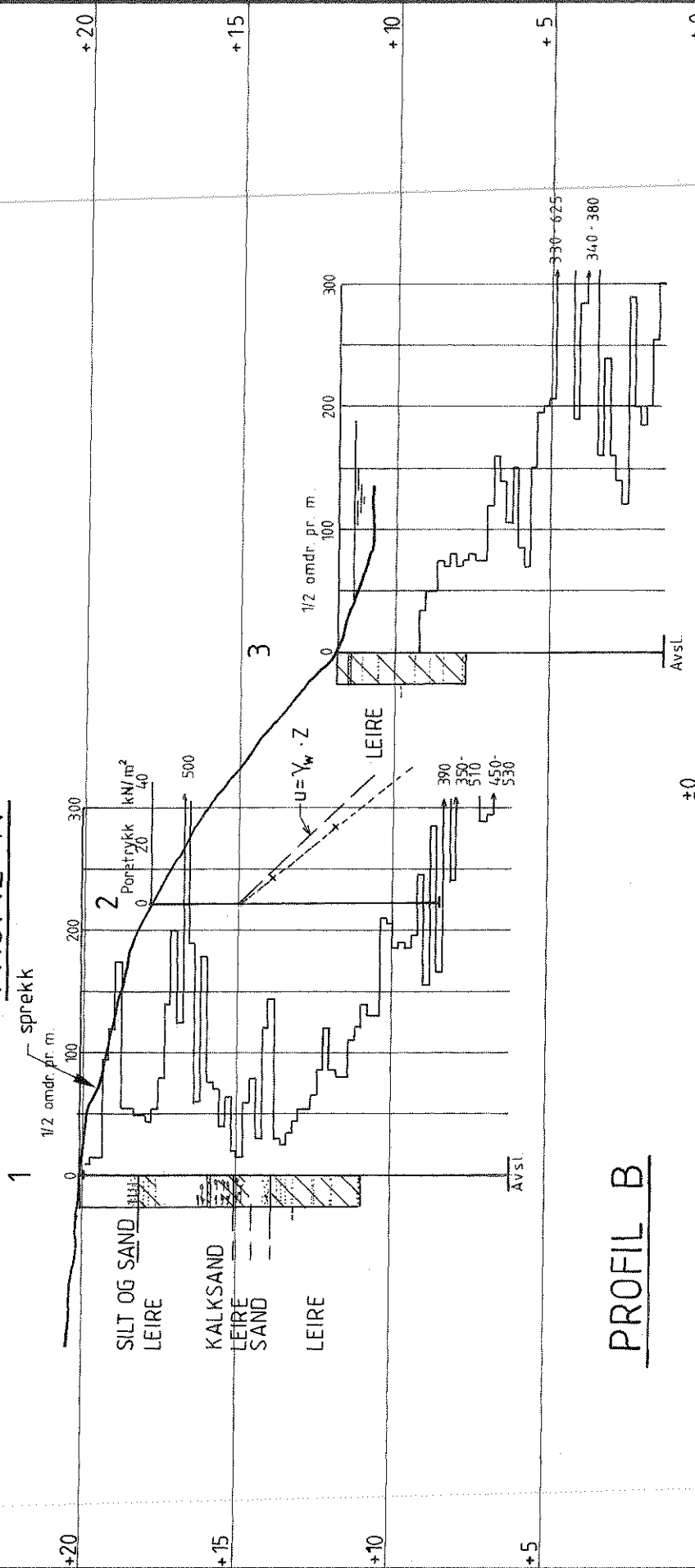
DATO
22.08.85

OPPDRAK
5403

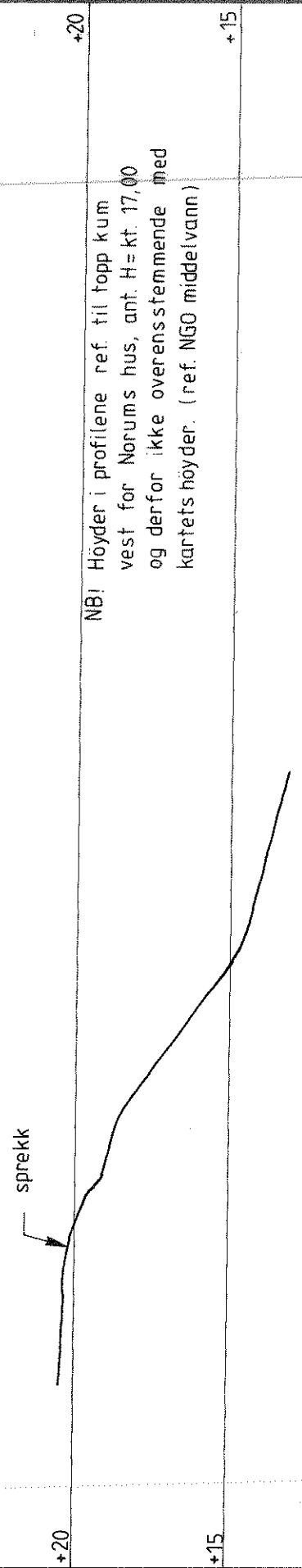
BILAG
2

TEGN. NR.
02

PROFIL A



PROFIL B



NB! Høyder i profilene ref. til topp kum vest for Norums hus, ant. H=kt. 17,00 og derfor ikke overensstemmende med kartets høyder. (ref. NGO middelvann)

Kummeneje
Sivilingeniør Ottar Kummeneje

TRONDHEIM
GJØVIK BODØ TROMSØ

STATENS NATURSKADEFOND
GNR. 186, BNR. 10 OG 13, STEINKJER

PROFIL A, B
Boreresultater

MÅLESTOKK
1:200

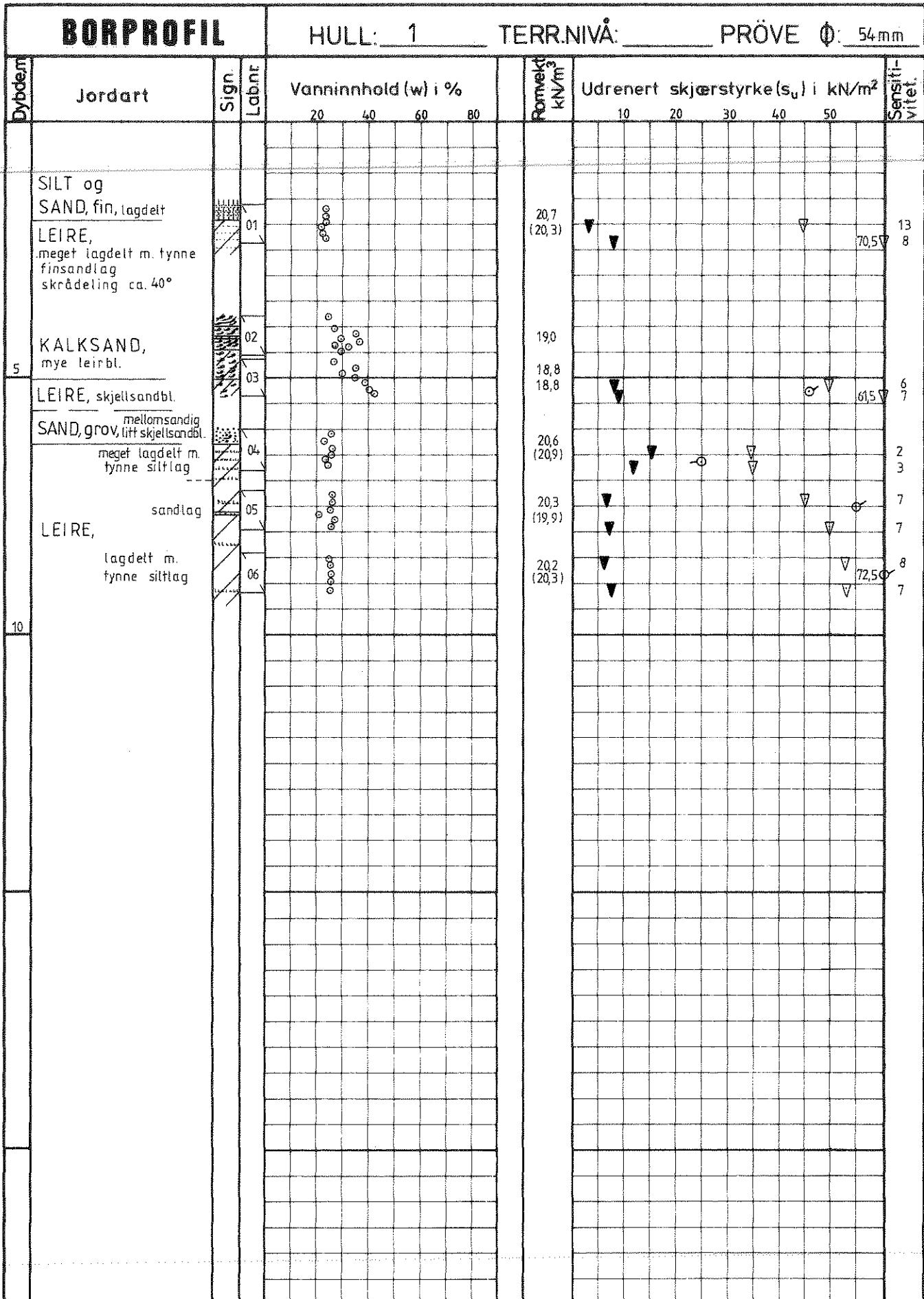
TEGNET AV
KE/AG

DATO
22.08.85

OPPDRAG
5403

BILAG
3

TEGN. NR.
03



<p>Kommuneje</p> <p>Rådgivende ingeniører i Geoteknikk og Ingeniørgeologi</p>	Sted: <u>STEINKJER</u> Mnd/år: <u>06/85</u>	OPPDRAG: <u>5403</u>	
	SYMBOLER: Enkelt trykkforsøk: (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt: Uforstyrret: Penetrometerforsøk: Konsistensgrenser: w _p ————— w _L		BILAG: <u>4</u>
			TEGN. NR.: <u>04</u>

BORPROFIL

HULL: 3

TERR.NIVÅ:

PRÖVE Ø: 54mm.

Dybde m	Jordart	Sign.	Labnr	Vanninnhold (w) i %				Boretryk kN/m ²	Udrenert skjærstyrke (s _u) i kN/m ²					Sensitivitet
				20	40	60	80		10	20	30	40	50	
5	sandlag	07		○	○	○	○	19,8 (20,0)	▼			○	▼	4
	lagdelt m. tynne siltlag	08		○	○	○	○	19,7 (19,7)	▼			○	▼	6
	LEIRE,	09		○	○	○	○	19,9 (20,2)	▼			○	▼	6
	lagdelt m. tynne finsandlag	10		○	○	○	○	20,0 (20,2)	▼		▼	○	▼	7

Kummeneje

Rådgivende ingeniører i Geoteknikk og Ingeniørgeologi

Sted: STEINKJER

Mnd/år: 06/85

OPPDRAK: 5403

SYMBOLER:

Enkelt trykkforsøk: ○_s (strek angir def.% v/brudd)
 Konusforsøk - Omrørt: ▼ Uforstyrret: ▽
 Penetrometerforsøk: □
 Konsistensgrenser: w_p ————— w_L

BILAG:

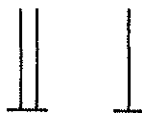
5

TEGN.NR.:

05

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

AVSLUTNING AV BORING (GJELDER ALLE SONDERINGSTYPER).



Boring avsluttet (årsak ikke angitt)



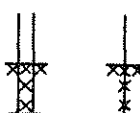
Antatt sten, sand e.l.



Antatt fjell



Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmålstejn.)

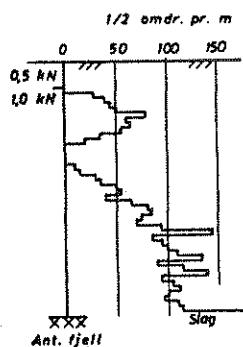


Boret i fjell og kerne opp-tatt.

● Dreiesondering

utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining.

Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreining pr. 20 cm synkning noteres. Ved opp-tegninger vises antall halve omdreining pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.

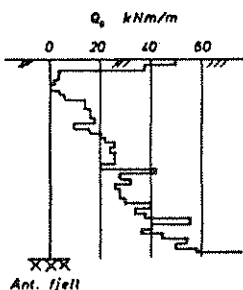


○ Enkel sondering

består av slagboring med lett fjellboremaskin eller spyleboring til fast grunn eller fjell. Ved slagboring med en spesiell spiss kan ned-synkningshastigheten registreres som funksjon av dybden som uttrykk for boremotstanden. Myrddybden bestemmes ved hjelp av en lett myrddybdeprøvetaker som presses ned til antatt myrbunn hvor prøve tas for kontroll.

▼ Ramsondering

utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fall-høyde 0,6 m. Mot-standen mot ned-ramming regis-treres ved antall slag pr. 20 cm synkning.



Rammemotstanden

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \text{ (kNm/m) angis i}$$

diagram som funksjon av dybden.

⊙ Fjellkontrollboring

utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker på-visning.

⊙ Prøvetaking

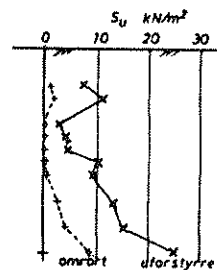
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stem-pelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveg-gede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørring før de åpnes i laboratoriet.

Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av opp-spylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for vanlig sylind-prøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstillende formålet.

+ Vingeboring

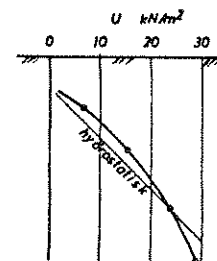
bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ).

Måling utføres ved at et vingekor, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras u-drenerte skjærstyrke, som også måles i om-rørt tilstand etter brudd.



⊖ Porevanntrykket

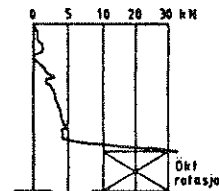
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vann-trykket ved filteret registreres enten hy-draulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terrenng) eller elektro-nisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filtret.



⊖ Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⊖ Dreietrykksondering

utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpres-ningskraft for å holde normert nedtrengningshastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjons-hastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERØKELSER.

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes :

Romvekt
(ρ i KN/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

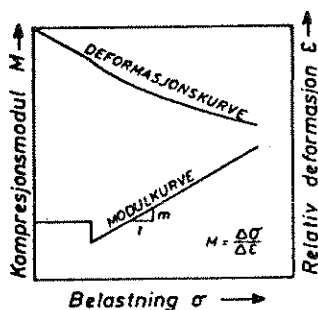
Vanninnhold
(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110°C .

Flytegrense
(w_L i %) og **utrullingsgrense** (w_p i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen $w_L - w_p$ benevnes plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke
(s_u i KN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten (S)
er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke $< 0,5 \text{ KN/m}^2$.

Kompressibilitet
av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt 20 cm^2 og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold
(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vektetapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold
(g/l eller o/oo) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling
ved sikting av fraksjonene større enn $0,06 \text{ mm}$. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

Fraksjonsbetegnelse	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	$< 0,002$	$0,002-0,06$	$0,06-2$	$2-60$	$60-600$	> 600

Jordarten
benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

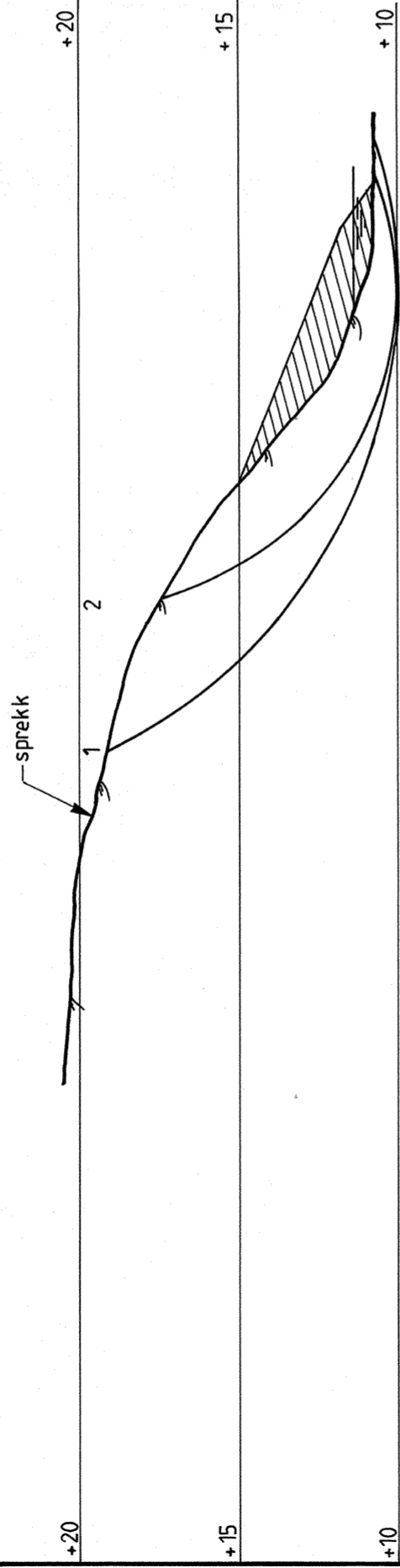
Organiske jordarter
klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).

	Fjell		Silt		Torv
	Blokk		Leire		Trerester
	Stein		Fyllmasse		Skjell
	Grus		Matjord		Moreneleire
	Sand		Gytje, dy		Grusig morene

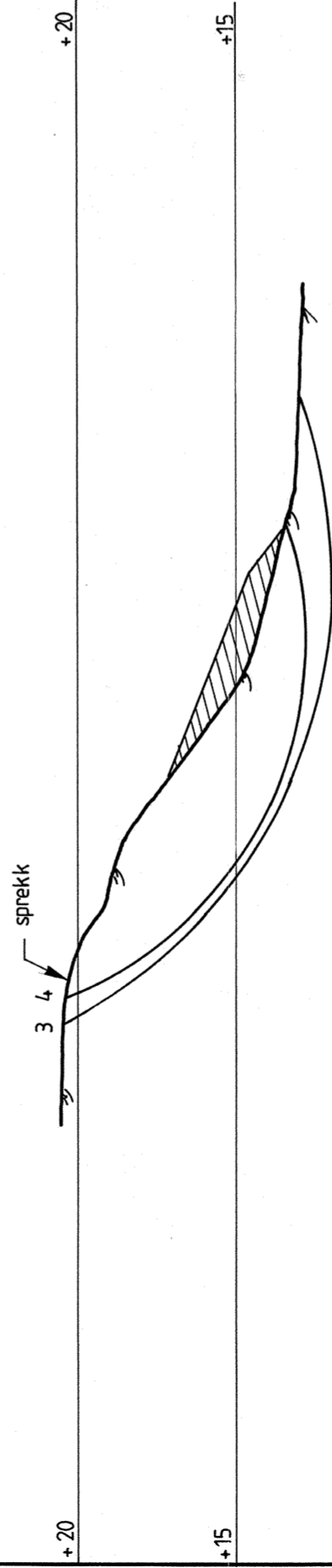
Anmerkning

- T = tørrskorpe
- Leire: R = resedimenterte masser
- X = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:
 - Ca = kalkkonkresjoner
 - Fe = jernkonkresjoner
 - AH = aurhelle

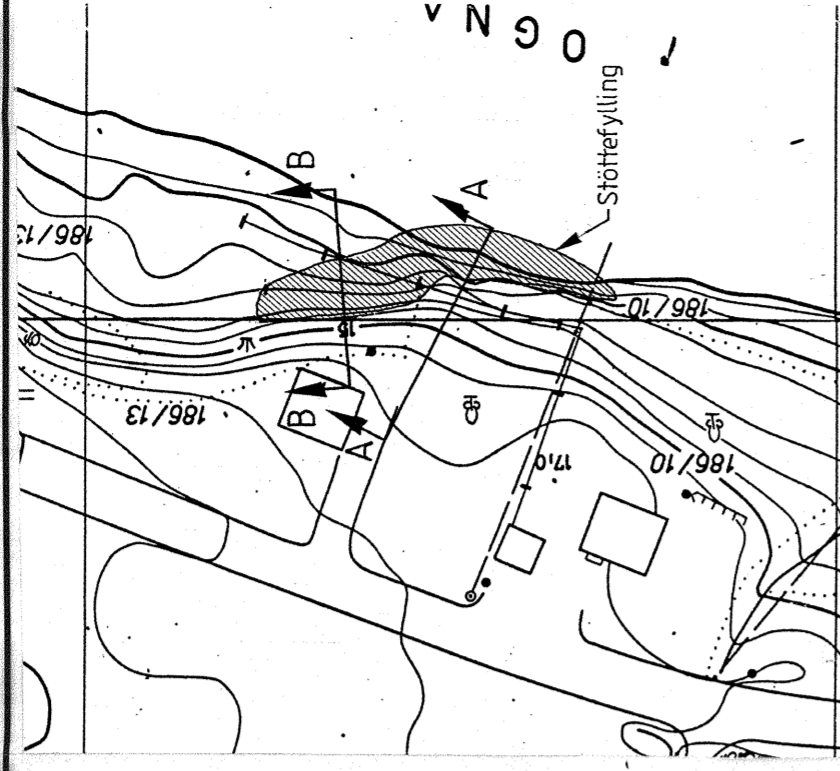
PROFIL A



PROFIL B



NB! Høyder i profilene ref. til topp kum vest for Norums hus, ant. H = kt. 17,00, og derfor ikke overensstemmende med kartets høyder. (ref. NGO middel.v.)



SITUASJONSPLAN M= 1:1000

FLATE	BEREGNET SIKKERHETSFAKTOR UTEN MOTFYLLING	BEREGNET SIKKERHETSFAKTOR MED MOTFYLLING
1	0,99	1,26
2	0,94	1,44
3	1,08	1,24
4	1,05	1,36

KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATE
	STATENS NATURSKADEFOND		MALESTOKK 1:200
	GNR. 186, BNR. 10 OG 13, STEINKJER		1:1000
	Stabilitetsberegninger og støttefylling.	TEGNET AV TG/AG	DATE 05.09.85
			OPDRAG 5403
			BILAG 6
			TEGN. NR. 06

Kummeneje
Sivilingeniør Ottar Kummeneje as

TRONDHEIM
GJØVIK BODØ TROMSØ