

Fylke Nord-Trøndelag	Kommune Steinkjer	Sted Steinkjer	UTM 06224 71024 (ED 50)
Byggherre Steinkjer kommune			
Oppdragsgiver Steinkjer kommune			
Oppdrag formidlet av Steinkjer kommune v/Overing. Sidsel Bryne			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse 07.02.2000			
Antall sider 5	Antall bilag 7	Tegn.nr. 101 - 107	Antall tillegg 2

Prosjekt-tittel

Ras i Byaelva, Steinkjer

Dok.nr: UB.101794-000	Rev:
------------------------------	------------

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Geotekniske vurderinger**

Oppdrag nr.

600035 Rapport nr. 1

24.03.00

Utarbeidet av Ivar Folgerøholm <i>Ivar Folgerøholm</i>	Kontrollert av Odd Arne Rye <i>Odd Arne Rye</i>
<p>SAMMENDRAG</p> <p>Grunnen består av et 1,5-2 meter tykt øvre fast lag, trolig tørrskorpeleire, over siltig leire. Leira er middels fast til fast i hull 104 og øverst i hull 102. Under ca. 6,5 meter i hull 102 er leira bløt. Meget fast grunn er påtruffet i ca. 9-14 meters dybde (avtakende oppover i profilet).</p> <p>Det må utføres stabiliserende planering og erosjonssikring for å sikre rasgropa. Et forslag til planeringsprofil som gjenoppretter elvebredden er gitt i rapporten (tegning 107).</p> <p>Avløpsledningen overfylles med lette masser og pukk/sprengstein (som stabiliseringslag) for å hindre frost og deformasjoner.</p> <p>Stabiliteten utenfor rasområdet er ikke tilfredsstillende dersom elva gis anledning til å erodere i skråningene, eller dersom det foretas inngrep som forverrer skråningsgeometrien.</p>	

INNHold

- 1 GENERELT
- 2 UTFØRTE UNDERSØKELSER
- 3 GRUNNFORHOLD
- 4 STABILITET
- 5 STABILISERINGSTILTAK

BILAG

Bilag nr.	Tegn. nr.	Tittel
1	101	OVERSIKTSKART
2	102	SITUASJONSPLAN
3	103	PROFIL 60 MED BORERESULTATER
4	104	PROFIL 110 MED BORERESULTATER
5	105	BORPROFIL PUNKT 102
6	106	BORPROFIL PUNKT 104
7	107	PROFIL 60 MED FORSLAG TIL PLANERING

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER

1 GENERELT

Deler av skråninga nedenfor Einar Solstads veg 71 raste ut i januar 2000. Rasmassene er avsatt i kanten av Byaelva. Oppmåling etter raset viser en langsgående djupål langs vestre elvebredd. Djupålen fortsetter både oppstrøms og nedstrøms raset. I området ved raset er høydeforskjellen i den nedre delen av skråninga ca 9 meter. Opp til bebyggelsen og Nordlandsbanen er høydeforskjellen ca 16 meter, og avstanden er henholdsvis ca 50 og 70 meter.

I rasgropas bakkant er en avløpsledning avdekket. Denne er nå midlertidig stabilisert.

NTEs høgspenmast ligger ca 35 meter fra elvebredden.

Scandiaconsult er engasjert til å undersøke stabiliteten i rasgropa, samt vurdere nødvendige sikringstiltak for å oppnå tilstrekkelig stabilitet.

Dimensjonering av erosjonssikringer inngår ikke i oppdraget.

Rapporten inneholder resultater fra våre grunnundersøkelser, en geoteknisk vurdering av stabiliteten og hvilke tiltak som er nødvendig i rasgropa. Videre har vi generelt vurdert stabiliteten for de tilstøtende skråningene til rasgropa.

Det er tidligere utført en grunnundersøkelse like nedenfor rasområdet, med resultater presentert i Kummeneje's rapport O.131 av 12.12.1962.

2 UTFØRTE UNDERSØKELSER

Grunnundersøkelsene ble utført i perioden 08-10.02.00.

Til sammen er det utført:

Totalsonderinger i 5 punkt (14,5 – 18,3 meter dype).

Prøveserier i 2 punkt. Til sammen 13 uforstyrrede prøver er hentet opp.

Borpunktene plassering er vist på tegning 102.

Borerresultatene er vist i terrengprofil på tegningene 103 og 104. Profilene er oppmålt av RG-Prosjekt, Steinkjer.

Det er foretatt rutineundersøkelser på prøvene i laboratoriet, og resultatene er vist i borprofiler, tegning 105 og 106.

Tilleggene I og II bakerst i rapporten gir en generell omtale av felt- og laboratorieundersøkelsene.

3 GRUNNFORHOLD

Sonderingene viser et 1,5-2 meter tykt øvre fast lag, trolig tørrskorpeleire. Nedover består grunnen av siltig leire. Leira er middels fast til fast i hull 104 og øverst i hull 102. Under ca. 6,5 meter i hull 102 er leira bløt.

Meget fast grunn er påtruffet i ca. 9-14 meters dybde (avtakende oppover i profilet).

Grunnvannstanden er registrert på ca. kote +9 i borpunkt 104.

Fjell er ikke registrert i noen av boringene.

De tidligere undersøkelser (Kummeneje's rapport O.131) viser i hovedsak samme grunnforhold sør for rasgropa, med unntak av at dybden til de meget faste massene avtar.

Sør for raset (fra RG-prosjekts profil 40) er elvebredden erosjonssikret tidligere.

4 STABILITET

Rasgropa

Slik skråningene ligger i dag, fungerer rasmassene som en motfylling, og stabiliteten mhp. dype glidninger er tilfredsstillende. Men i de steile partier er overflatestabiliteten dårlig, og etter hvert som rasmassene eroderes bort, svekkes også sikkerheten mot dypere glidninger. Det er derfor nødvendig å utføre stabiliseringstiltak. Det kan oppnås med tilfredsstillende sikkerhet mot glidninger ved planering som foreslått i kapittel 5.

For å unngå ny stabilitetssvekkelse pga erosjon må det etableres erosjonssikringer.

Avløpsledningen

Avløpsledningen må sikres mot deformasjoner (sig i skråningen) og frost. Ledningsbrudd vil gi økt vanntrykk i skråningen og fare for utløsning av nye ras.

Til side for rasgropa

Grunnforholdene like sør og nord for rasgropa er noe bedre enn på selve rasstedet. Men sikkerheten kan likevel bli utilfredsstillende dersom elva gis mulighet til å erodere i skråningsfoten og elveløpet.

Utlegging av fyllinger på skråningstopp vil også forverre stabiliteten, og må unngås.

I en ekstremisituasjon for flom eller stor isgang i elva, der erosjonssikringa tar skade, kan det bli utløst ras. Dette vil sannsynligvis dreie seg om lokale ras, i størrelsesorden lik det aktuelle raset, og det er mindre sannsynlig at eventuelle ras i første omgang vil strekke seg langt bakover i skråninga.

Stabiliteten i den bratte skråninga langs Byaelva er anstrengt. Videre erosjonsaktivitet i elvebredden vil øke faren for ras. I første omgang vil områdene nærmest elva være mest utsatt. På samme måte vil tekniske installasjoner i disse områdene være utsatt for skader ved eventuelle ras. Sikkerheten øker med økende avstand fra Byaelva.

Forutsatt at tidligere utlagt erosjonsbeskyttelse nedenfor boligene langs Einar Solstads veg er intakt vil stabiliteten her være tilfredsstillende. Uten erosjonssikring på oppstrøms side av rasgropa er det sannsynlig at erosjonsaktiviteten vil fortsette. På meget lang sikt vil dette kunne true Nordlandsbanen dersom den naturlige erosjonsprosessen får fortsette uten stabiliseringstiltak.

5. SIKRINGSTILTAK

Rasgropa

Det oppnås tilfredsstillende stabilitet med følgende geometri:

- skråning med en helning på 1 : 2,5 fra bakkant av rasskråningen, og ned til kote +2.
- skråning med en helning 1 : 5 videre ned til kote +1.
- oppfylling til kote +1 i djupålen. Planering i henhold til dette er vist på tegning 107.

Det er en forutsetning for et hvert tiltak at det etableres en tilfredsstillende erosjonssikring som hindrer graving i skråningsfoten og utdypning av elvebunnen.

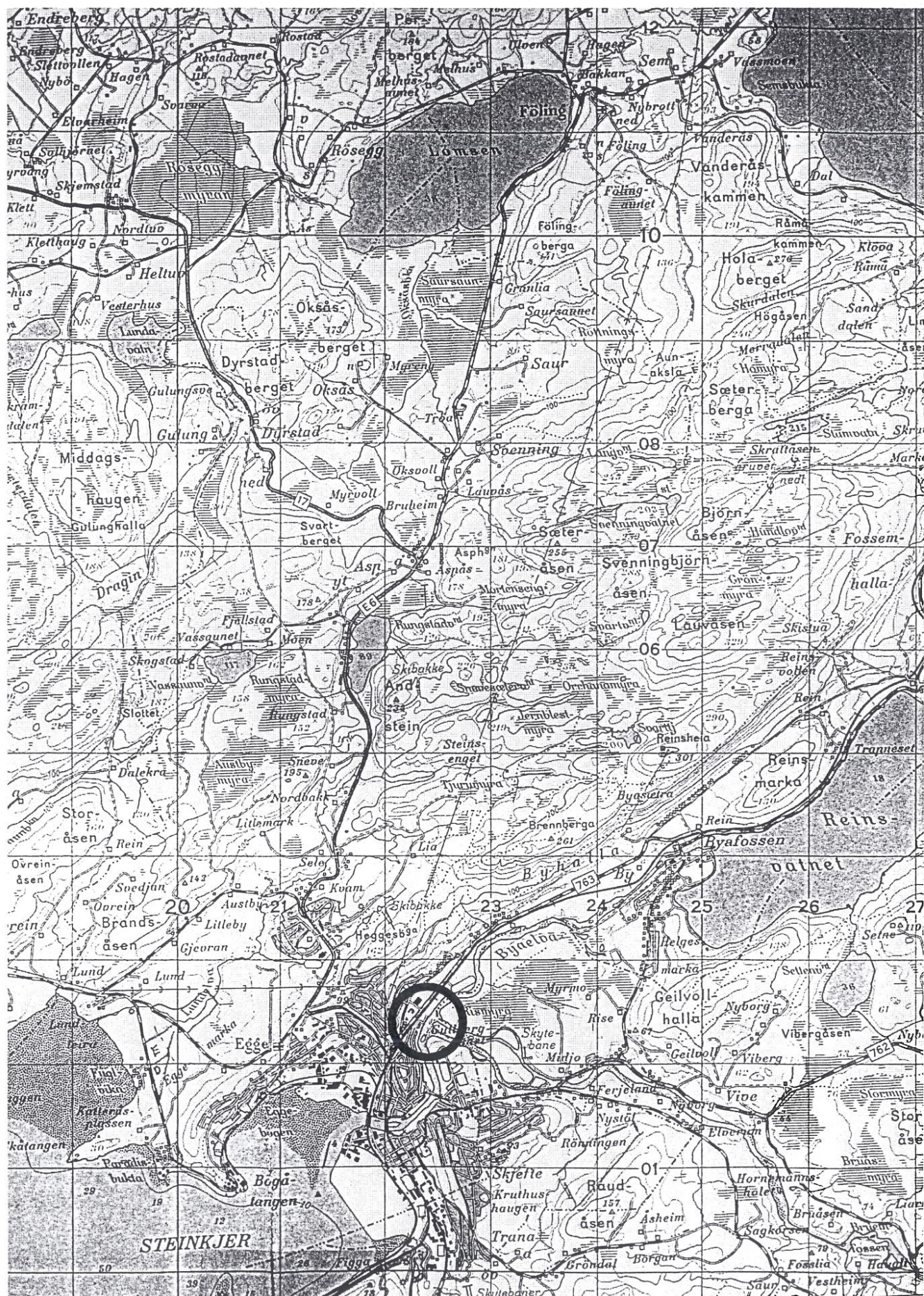
Det foreslåtte terrengprofil representerer overkant ferdig erosjonssikring. Dersom det er ønskelig, kan mer av massene beholdes i foten av skråningen (dvs. dersom skråningen da blir slakere) da dette vil øke stabiliteten. Evt. avvik fra foreslått profil må uansett kontrollberegnes.

Utenfor rasgropa

Området oppstrøms rasgropa kan stabiliseres ved steinplastring. Bunnen av djupålen bør heves til kote +1. Steinplastringa må føres opp til flomvannstanden og bør ha minimum 0,8 meter tykkelse. Nedstrøms må bestående sikring inspiseres og evt. repareres/forsterkes.

Avløpsledningen

Vi foreslår overfylling med lette masser (f.eks. Leca) i kombinasjon med ett minimum 40 cm tykt stabiliseringslag (over de lette massene) av pukk eller sprengstein. Mellom Leca og dekningslag legges fiberduk med kvalitet bestemt av kornstørrelsen av dekningslaget.



KUMMENEJE
SCANDIACONSULT



Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

RAS I BYAELVA, STEINKJER

OVERSIKTSKART

Kartblad (M711) : STEINKJER 1723 III
UTM-ref. (ED50) : 06224 71024

MALESTOKK

1 : 50000

TEGNET/KONTR.

00/ 14
DATO

02.03.00

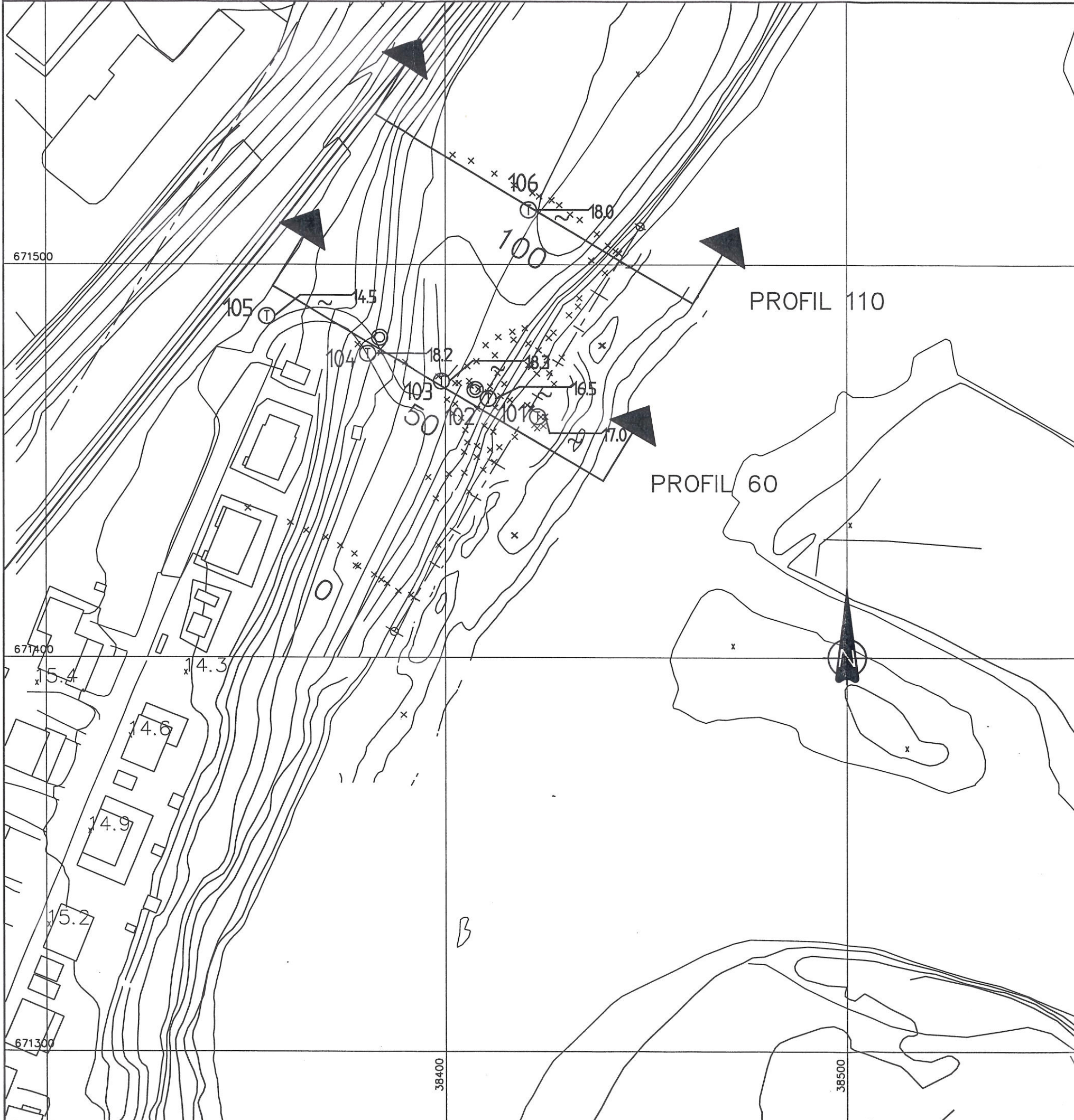
DPPDRAG

600035

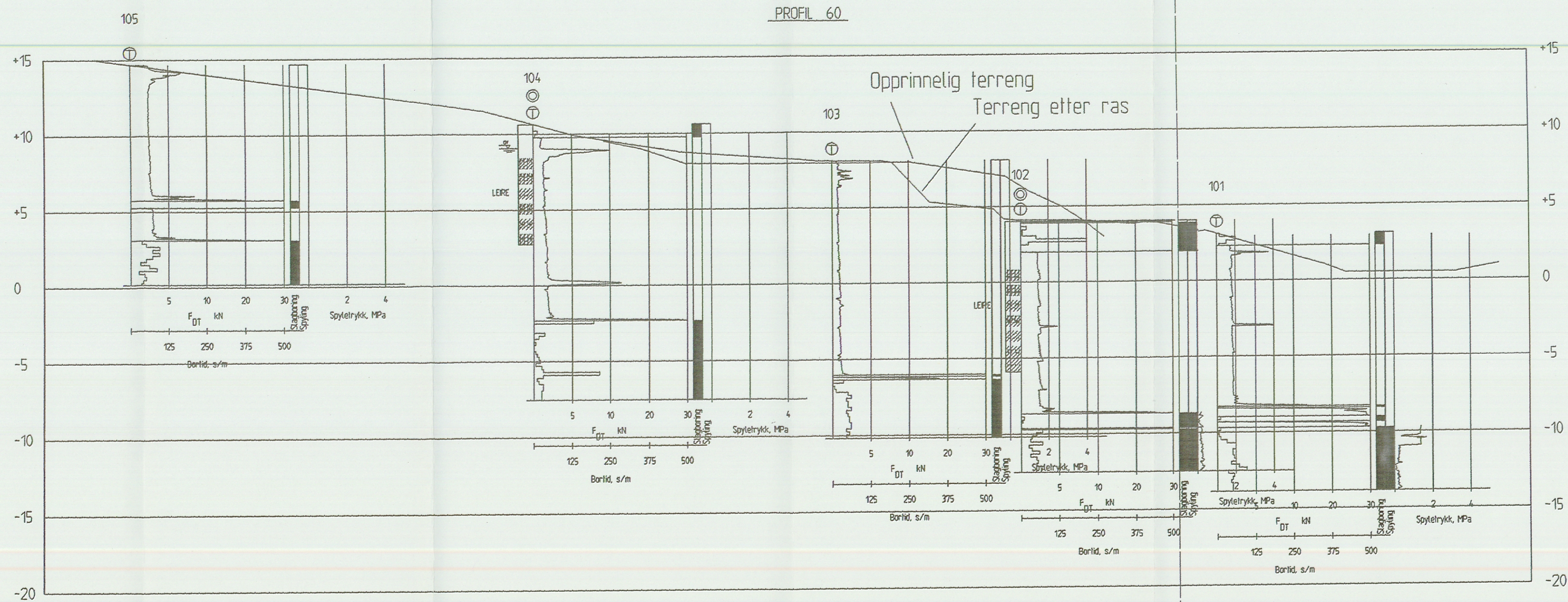
BILAG

TEGN. NR.

101



KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
RAS I BYAELVA, STEINKJER		MALESTOKK 1 : 1000	
SITUASJONSPLAN		TEGNET AV 00	
① Totalsondering		KONTR. 18	
② Prøveserie		DATO 18.02.00	
		OPPDRAG 600035	
		BILAG	
SCC KUMMENEJE SCANDIACONSULT		Rådgivende ingeniører i Geoteknikk og Ingeniørgeologi	
		TEGN. NR. 102	



SCC KUMMENEJE
SCANDIACONSULT

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

RAS I BYAELVA, STEINKJER

PROFIL 60
Boreresultater

MALESTOKK

1 : 200

TEGNET/KONTR.

00/14

DATO

17.02.00

OPPDRA

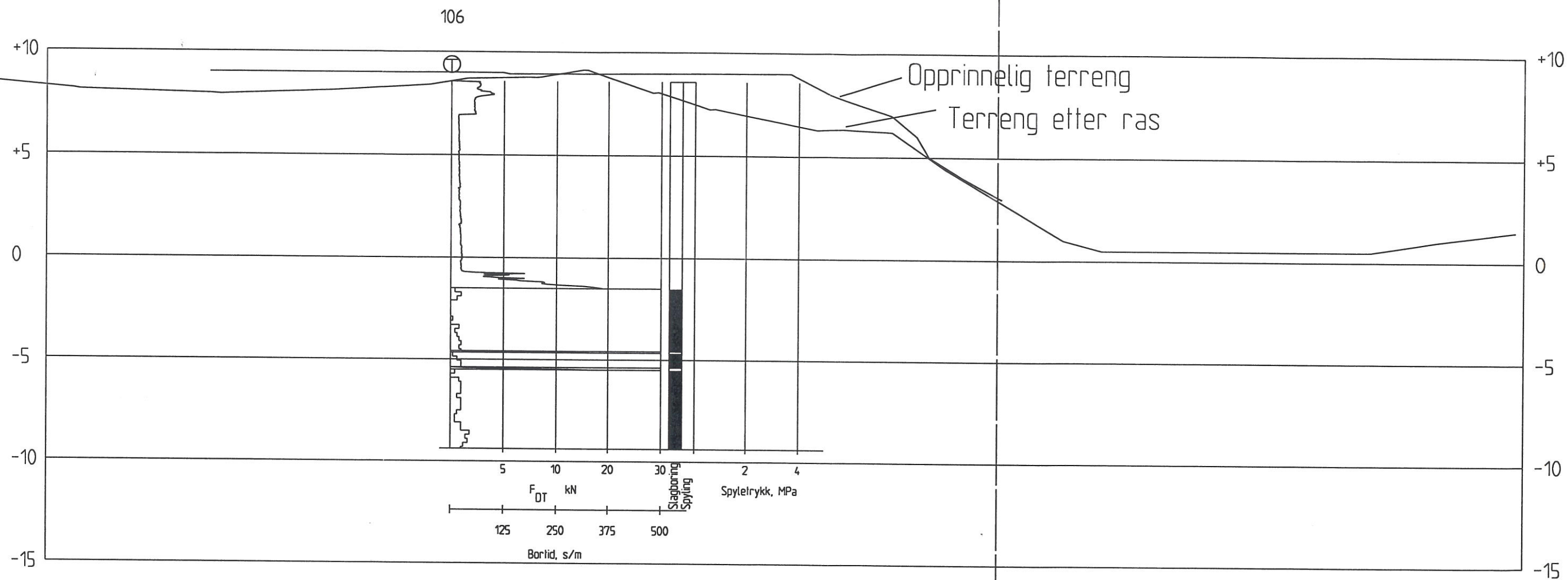
600035

BILAG

TEGN. NR.

103

PROFIL 110



Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S_u) i kPa				S_t
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	LEIRE, siltig		01					19.1 (19.2)					14
			02					19.2 (19.2)					55
			03					19.6 (19.6)					26
			04					19.9 (19.8)					97
			05					20.1 (20.1)					27
			06					20.2 (20.7)					26
			07					20.2 (20.1)					13
10	m. små skjellrester planterester skjellrester skjellsandig gruskorn m. tynne silt og finsandlag enk.gruskorn												13
													13
													12
													16
15													
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/ brudd)

Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret : ∇ / ∇

Penetrometerforsøk : ☐

Konsistensgrense : W_p ——— W_L

Andre forsøk :

T = Treksialforsøk

\emptyset = \emptyset dometerforsøk

K = Kornfordeling



KUMMENEJE
SCANDIACONSULT



Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

RAS I BYAELVA, STEINKJER

BORPROFIL HULL: 102

Terr.høyde: +4,1 Prøve \emptyset : 54mm

DATO

02/00

TEGNET AV
ESK/DD

KONTR



DPPDRAG

600035

BILAG

TEGN. NR.

105

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _t		
				10	20	30	40		10	20	30	40			
5	<div><div>GV</div><div></div><div></div></div> <div>tørskorpeaktig</div> <div>enk. små lrerester</div> <div>LEIRE, siltig, m. felere lag og partier enk. gruskorn og skjellrester</div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	08			.			19.4 (19.3)	▼	▼		58	3	
			09			.	.		19.6 (19.8)	▼		⊙		51	7
			10			.	.		19.2 (19.5)	▼				53	8
			11			.	.		19.6 (19.8)	▼			⊙		7
			12			.	.		19.3 (19.7)	▼			⊙		9
			13			.	.		19.3 (19.3)	▼			⊙		12
						.	.								11
10															
15															
20															

Enkelt trykkforsøk :

(strek angir def.% v/ brudd)

Konusforsøk - Ømrørt/Uforstyrret : ▼ / ▼

Penetrometerforsøk :

Konsistensgrense :

W_p ——— W_L

Andre forsøk :

T = Treksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Kornfordeling



KUMMENEJE
SCANDIACONSULT



Rødgitende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

RAS I BYAELVA, STEINKJER

BORPROFIL HULL: 104

Terr.høyde: +10,6 Prøve ø: 54mm

DATO

02/00

TEGNET AV
ESK/00

KONTR

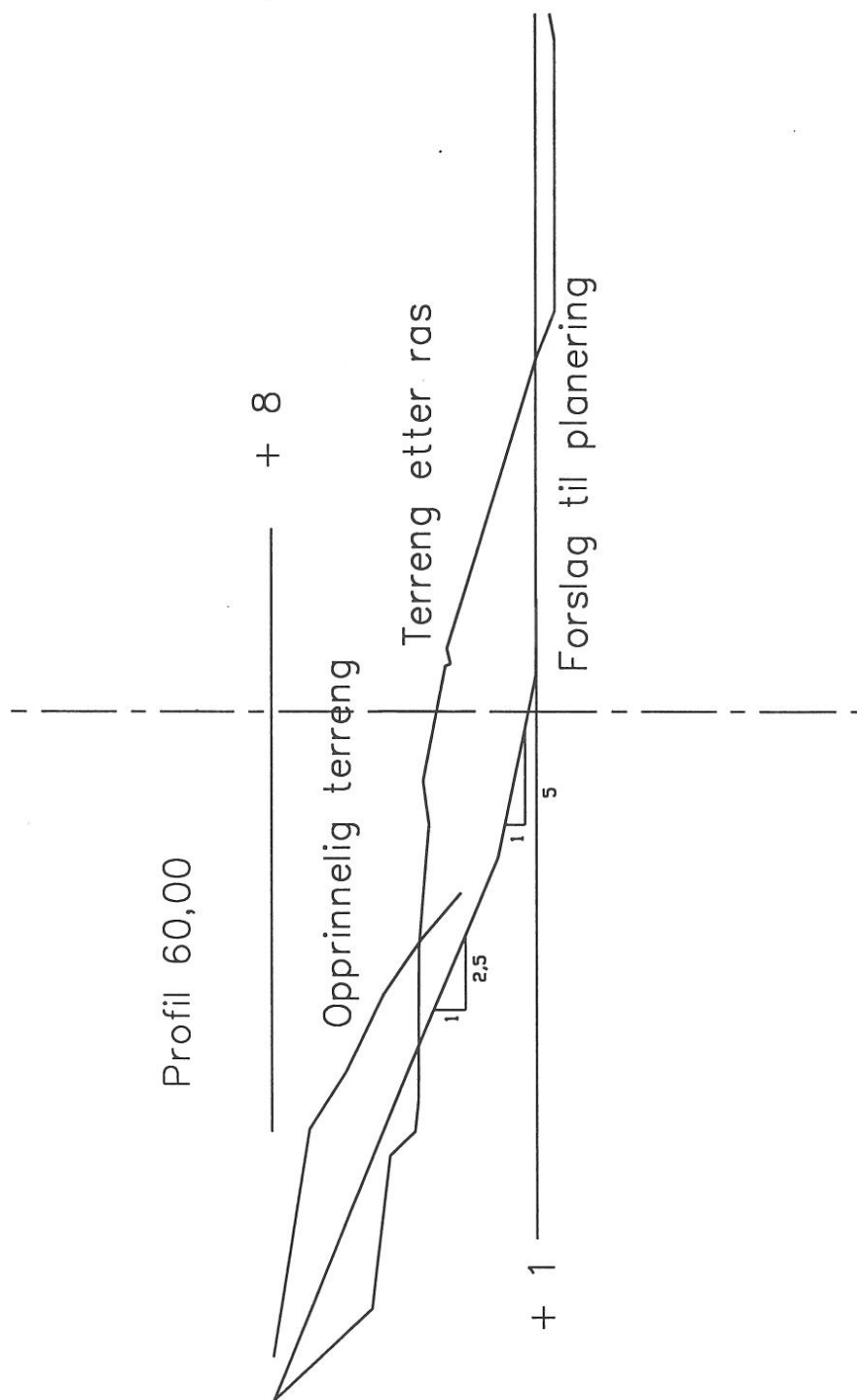
OPPDRAG

600035

BILAG

TEGN. NR.

106



KUMMENEJE
SCANDIACONSULT



Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

RAS I BYAELVA, STEINKJER

Profil 60
Terrenglinjer

MALESTOKK

1 : 200

TEGNET/KONTR.

IF/

DATO

17.03.00

OPPDRAG

600035

BILAG

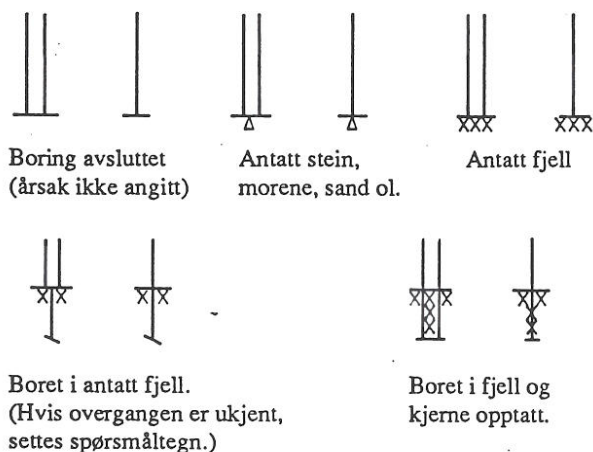
TEGN. NR.

107

MARKUNDERSØKELSER

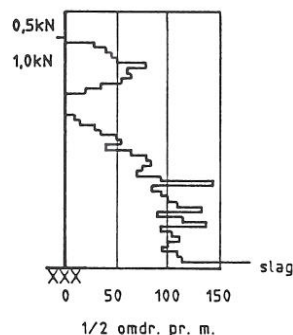
Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



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 opptegninger vises antall halve omdreining pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



Totalsondering

kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

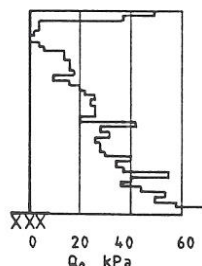
Ramsondering

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 fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres 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 hardmetallkrone 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 påvisning.

Prøvetaking

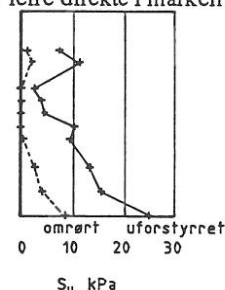
utføres for undersøkelse i laboriet av grunnens geotekniske egenskaper.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede 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 laboriet.

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

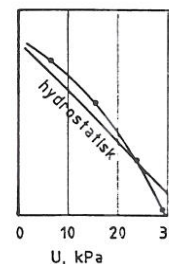
Vinge-boring

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 udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.



Porevanntrykket

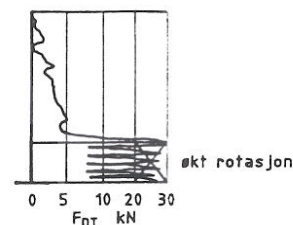
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.



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 nedpressningskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Romvekt

(γ 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

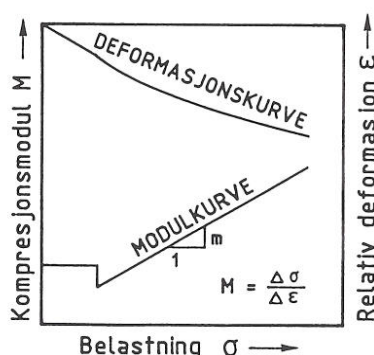
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen 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_t)

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-oksydasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (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.

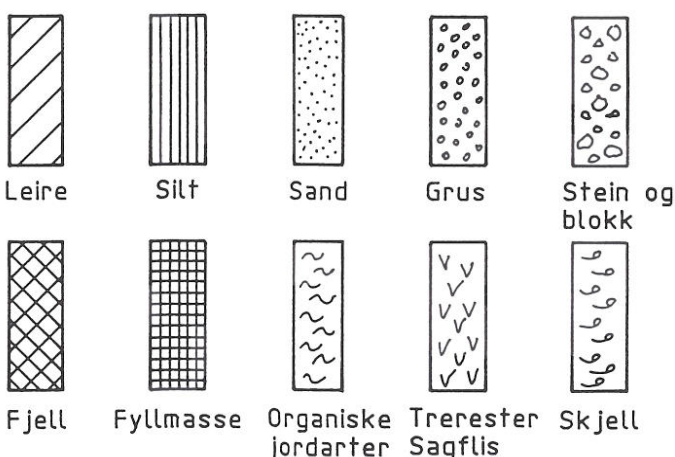
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002-0,06$	$0,06-2$	$2-60$	$60-600$	> 600

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).



Anmerkning

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