

Fylke Nordland	Kommune Hemnes	Sted Valla - Korgen	UTM (ED 50): 04457 73362 04459 73308
Byggherre			
Oppdragsgiver Norges Vassdrags- og Energiverk, Region Midt-Norge			
Oppdrag formidlet av Norges Vassdrags- og Energiverk, Region Midt-Norge			
Oppdragsreferanse Bestilling nr 021151, 04.11.98, oppdragsbekreftelse 06.11.98			
Antall sider 13	Antall bilag 17	Tegn.nr. 101 - 117	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**STABILITETSFORHOLD LANGS RØSSÅGA
PÅ STREKNINGEN VALLA BRU - VALÅMOEN**

Rapport tittel

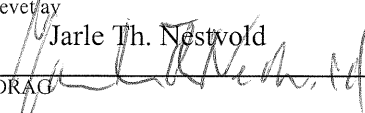
Grunnundersøkelse og vurdering

Oppdrag nr.

12533

Rapport nr.1

30. juni 1999

Rapport skrevet av  Jarle Th. Næstvold	Kontrollert av Eystein Enlid 
SAMMENDRAG Rapporten presenterer resultatene av grunnundersøkelser langs Røssågas vestsida, og en vurdering av stabilitetsforhold på de enkelte delstrekninger sett i forhold til erosjon i elva, med forslag til prioritering av sikringstiltak. Området har til dels store løsmassemektheter med bl.a. bløt og sensitiv eller kvikk leire, og har en svært uregelmessig topografi preget av kraftig erosjonsvirksomhet opp gjennom tidene. Det er utført en god del forbygning langs Røssåga, som antas å ha god effekt for å hindre eller redusere videre erosjon. Både langs Røssåga og trolig ikke minst langs sideelver og bekker finnes det imidlertid fortsatt partier som må antas å ha nokså lav sikkerhet mot ras og erosjon.	

INNHOLD

- 1 ORIENTERING
- 2 UNDERSØKELSER
 - 2.1 Tidligere undersøkelser
 - 2.2 Feltundersøkelser
 - 2.3 Laboratorieundersøkelser
- 3 GRUNNFORHOLD OG STABILITETSFORHOLD
 - 3.1 Geologiske hovedtrekk
 - 3.2 Oversikt - Røssågas vestbredd
 - 3.3 Generelt vedr. stabilitetsforhold
 - 3.4 Grunn- og stabilitetsforhold på del-områder:
 - 3.41 Området ved Valla bru
 - 3.42 Merratneset - Stranda
 - 3.43 Gammeljorda
 - 3.44 Trongmoen
 - 3.45 Solbakken
 - 3.46 Solhaug
 - 3.47 Engesmoen
 - 3.48 Vekthaugen - Nyheim
 - 3.49 Hella - Valåmoen
 - 3.5 Forslag til prioritering av videre forbygning
 - 3.6 Andre sikringstiltak

TEGNINGER

Bilag nr.	Tegn. nr.	Tittel
1	101	OVERSIKTSKART
2	102	SITUASJONSPLAN - 1 (VALLA BRU - GAMMELJORDA)
3	103	SITUASJONSPLAN - 2 (GAMMELJORDA - SOLHAUG)
4	104	SITUASJONSPLAN - 3 (ENGESMO - VEKTHAUGEN)
5	105	SITUASJONSPLAN - 4 (NYHEIM - VALÅMOEN)
		PROFILER MED RESULTATER:
6	106	PROFIL A
7	107	PROFIL B
8	108	PROFIL C
9	109	PROFIL D
10	110	PROFIL E
11	111	PROFIL F
12	112	ØVRIGE SONDERINGER (UTENFOR PROFIL)
		LABORATORIERESULTATER:
13	113	BORPROFIL HULL 5
14	114	BORPROFIL HULL 9
15	115	BORPROFIL HULL 16
16	116	BORPROFIL HULL 27
17	117	TREKSIALFORSØK

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

1. ORIENTERING

Bakgrunn

På strekningen fra Korgen sentrum (Sjøforsen) til utløpet i Sørfjorden ved Valla - Røsså har elva Røssåga gjennom tidene skåret seg ned i mektige løsmasseavsetninger, stort sett avsatt som hav- og fjordavsetninger den gang havnivået sto høyere. Dette har medført en meget aktiv ned-erodering av terrenget langs elva, både i form av erosjon i hovedelva, i sideelver og bekker, som ravinedannelse og i form av skred. Et betydelig antall leirskred er kjent fra historisk tid.

Det er anlagt elveforbygninger for å redusere erosjonen og rasfaren langs relativt store deler av Røssåga, stort sett utført av NVE. Deler av strekningen er imidlertid fortsatt ubeskyttet.

Oppdrag

SCC Kummeneje har utført grunnundersøkelser langs vestsida av elva for å få en nærmere oversikt over grunnforholdene, for vurdering av stabilitetssituasjonen på de enkelte strekningene. Undersøkelsene etterfølger en befaring 23.06.98, med en foreløpig orientering og vurdering gitt i brev 12533B02 09.07.98, på grunnlag av data fra en del tidligere undersøkelser m.m. i området. Undersøkelsene er lagt opp for å utfylle og supplere de data som var kjent fra tidligere, og for å få mer konkrete data fra utvalgte områder.

Innhold

Denne rapporten presenterer resultater fra de utførte undersøkelsene. Tidligere resultater inngår i vurderingsgrunnlaget og er delvis tatt med i fremstillingen. Videre gis en beskrivelse av grunnforholdene, i området som helhet og på delområder, og en vurdering av stabilitetsforholdene på enkelte partier.

2. UNDERSØKELSER

2.1 Tidligere undersøkelser

Det er utført en del tidligere grunnundersøkelser som gir data vedrørende grunnforholdene langs vestsida av Røssåga.

KUMMENEJE har utført følgende undersøkelser i området

Oppdragsnummer	Sted	Formål	Årstall
2852	Valla bru	Undersøkelse for fundamentering	1978
5519	Valla bru	Undersøkelse vedr erosjonssikring	1985
7403	Trongmoen	Undersøkelse etter skred	1989
375	Solhaugen	Omlegging av 145 kV-linje	1966
375	Engesmo-Vekthaugen	Omlegging av 145 kV-linje	1966
405	Markusmoen-Valåmoen	Stabilitetsundersøkelse	1966

Dessuten har vi utført en god del undersøkelser på østsiden av Røssåga, i Korgen sentrum m.m.

VEGVESENET har ikke resultater fra denne strekningen, bortsett fra ved Valla bru.

Noteby har utført en lokal undersøkelse ved Valåmoen - Valåga, for NVE (57169-1, 11.06.96).

2.2 Feltundersøkelser

Feltarbeidet er utført i november 1998, med en Geotech 604D beltegående hydraulisk borerigg med totalsonderingsutstyr.

Det er utført totalsondering i 18 punkter plassert som vist på situasjonsplanene, tegning 102 - 105. Boreddybdene varierer, opp til 41 meter. Resultatene, i form av registrert sonderingsmotstand som funksjon av dybde, er vist grafisk på tegning 106 - 112.

Det er videre tatt opp representative og uforstyrrede prøver i 4 av punktene, i alt 24 prøver.

Etter henvendelse fra NVE ble det opprinnelig oppsatte programmet litt redusert underveis. Det ble således ikke utført poretrykkmålinger i forbindelse med disse boringene.

Hemnes kommune har utført innmåling av borepunktene, og en del profiler i tilknytning til disse.

Tillegg I gir forklaring og metodebeskrivelser for markundersøkelser.

2.3 Laboratorieundersøkelser

Ved åpning i laboratoriet er prøvene beskrevet og klassifisert, og det er utført rutinemessige bestemmelser av vanninnhold, tyngdetetthet (romvekt), udrenert skjærstyrke og sensitivitet.

Det er videre utført treaksialforsøk (1 serie à to forsøk) på én prøve, for undersøkelse av effektive skjærstyrkeparametre.

Resultatene er sammenstilt på tegning 113 - 116 (borprofil) og 117 (treaksialforsøk).

Tillegg II og III gir forklaring og metodebeskrivelser.

3. GRUNNFORHOLD OG STABILITETSFORHOLD

3.1 Geologiske hovedtrekk

Dalføret fra Korgen til Valla er dominert av mektige løsmasseavsetninger, i hovedsak leire og silt, ofte med tynnere sandavsetninger i overflaten. Mesteparten av de finkornige hav- og fjordavsetningene stammer fra isavsmeltningen etter siste istid, da store mengder slamholdig smeltevann ble ført ut i "Korgenfjorden". Etter hvert som landet hevet seg og fjordbunnen ble tørt land, har Røssåga avsatt sand og grus oppå leira. Senere har elva skåret seg ned og fjernet en del av avsetningene.

Rester av den tidligere fjordbunnen finnes igjen i form av store, tilnærmet horisontale plataer, som langs midten av dalen ligger på ca kote +55 ved Korgen sentrum, ca kote +46 ved Kattuglemonen, ca kote +40 ved Engesmo og Tørkbakken og kote +35 - +30 ved jernbanen ved Valla. Ut mot begge dalsider kan det finnes rester av plataer ved litt høyere nivå. Øvre marine grense, dvs det nivå havet nådde opp til ved slutten av istiden, er kote +122 - +125 i dette området.

Synlig fjell i dagen er registrert bare få steder under øvre marine grense.

Den mest naturlige lagrekkefølgen vil således være leire i bunnen, ned mot fjell eller evt bunnmorene, og silt og sand over leira hvor de opprinnelige topplagene er intakte. Det vil også være mest naturlig at lagdelingen i løsmassene i hovedtrekk er tilnærmet parallell med terrengoverflaten i de øvre lag, men at den i dybden kan være noe mer påvirket av fjelloverflatens topografi.

Ved landhevingen etter istiden har Røssåga etter hvert skåret seg ned gjennom løsavleiringene. Elva har i dag praktisk talt nådd en erosjonsbasis i det nåværende havnivå, slik at flo og fjære har innvirkning ganske langt oppover elva.

NGU's kvartærgeologiske kart, blad 1927 II (M = 1:50.000) gir en oversikt over jordartsfordeling (i nåværende terrengoverflate) og en beskrivelse av kvartærgeologiske forhold.

3.2 Oversikt - Røssågas vestbredd

Det aktuelle området strekker seg fra Nordlandsbanen ved Valla bru i nord til Valåmoen i sør.

Opprinnelig, før erosjonsprosessen startet etter landhevingen, må dette området antas å ha hatt terrengnivå på det gamle sjøbunn-nivået, fra ca kote 55 ved Valåmoen fallende til ca kote 30 ved Valla bru. Området er sterkt ned-erodert, slik at det i dag står igjen bare enkelte små plataer av det opprinnelige terrenget. Dermed er det meste av topplagene av sand og silt fjernet, og grunnen domineres nå av leire. Noe av denne leira er sannsynligvis sekundært avsatte, rekonsoliderte rasmasser.

Erosjonen har i stor utstrekning skjedd i sideelver og bekker og i form av raviner, men også i form av leirras. Kvartærgeologisk kart, NGU 1927 II, har en oversikt over identifiserte tidligere leirras i området, delvis med årstall.

Løsmassemektigheten i sonen ut mot Røssåga er stedvis fortsatt stor, med boredybder inntil 30 - 41 m uten å nå fjell. På enkelte strekninger har imidlertid elva gravd seg ned på fjell.

Fasthet og sensitivitet i leira varierer, kfr mer detaljert beskrivelse i avsnitt 3.4.

3.3 Generelt vedr stabilitetsforhold

Så lenge elva eroderer vil stabiliteten av skråninger mot elva svekkes med tiden. Erosjonsprosessen fører til at skråningene går mot labil likevekt, og at en del partier vil rase ut etter hvert som kombinasjonen av helning og høyde passerer likevektstilstanden.

Elva kan forårsake erosjon også etter at den har nådd ned mot havnivået, ved at den meandrerer i sideretningen. Videre vil sidebekker fortsette å grave inntil de når elvas nivå eller kommer ned på fjell.

Andre faktorer som kan svekke stabiliteten og eventuelt utløse ras er menneskelig virksomhet (fylling, graving o.l.), og endringer i grunnvannsforhold eller avløp. Videre kan det skje en langsiktig og langsom forverring ved at saltet i leira vaskes ut, hvorved leira blir sensitiv eller kvikk og kan få redusert styrkeparametrene.

For beregning og vurdering av sikkerheten mot ras utføres likevektsbetraktning langs potensielle bruddflater i de aktuelle terrengprofilene. Sikkerheten i en naturlig tilstand uten hurtige spenningsendringer vurderes på grunnlag av effektivspenningsanalyse, hvor skjærstyrken i jorda uttrykkes som funksjon av effektive spenninger ved hjelp av skjærstyrkeparametrene a (attraksjon) og $\tan \phi$ (friksjon). Det er utført ett treaksialforsøk for undersøkelse av disse parametrene. Dette er lite i forhold til områdets utstrekning. Stabilitetsvurderingene er derfor i stor utstrekning basert på parametre som er antatt på empirisk grunnlag.

For å kjenne de effektive spenninger i jorda må grunnvannsforholdene, grunnvannstand og poretrykk, være kjent. I denne saken ble planlagte poretrykksmålinger utelatt for å redusere programmet. Grunnvannsforholdene må derfor foreløpig baseres på antagelser.

Totalspenningsanalyse, som baserer seg på udrenert skjærstyrke som bestemt ved f.eks. laboratorieundersøkelser, er relevant ved hurtige spenningsendringer, f.eks. hvis det først går et initialras i en elvebredd eller skråningsfot. Den udrenerte skjærstyrken kan derfor ha betydning for omfanget og utstrekningen av eventuelle glidninger.

Et ras kan få spesielt stort omfang dersom det kommer inn i kvikkleire, fordi kvikkleira mister sin fasthet og struktur og blir mer eller mindre flytende etter at det har skjedd et brudd.

Totalspenningsanalyse vil også være relevant i forbindelse med f.eks. oppfylling eller andre tiltak som medfører hurtige endringer i spenningstilstanden.

Sikkerheten mot utglidninger vil vanligvis variere gjennom året, og fra år til år. Høy grunnvannstand som følge av stor nedbør og/eller snøsmelting reduserer den effektive skjærstyrken i grunnen, og dermed sikkerheten. Samtidig stor vannføring i elver og bekker øker erosjonen og kan utløse initialras. Ekstremsituasjoner med økt skredfare kan spesielt være milde vintre med mye nedbør, og kraftige vår- og høstflommer.

3.4 Grunn- og stabilitetsforhold på del-områder

Det gis her en samlet gjennomgang for de enkelte deler av strekningen, med beskrivelse og tolkning av grunnforholdene på grunnlag av de data som nå foreligger, og kommentarer til og vurdering av stabilitetssituasjonen. Potensielle risikomomenter påpekes, men konkrete forslag til fysiske tiltak er ikke inkludert her. Detaljerte resultater finnes i bilagene.

3.41 Området ved Valla bru

Tegning nr 102, 112 og 116.

Boring 27 (totalsondering + prøvetaking) ved gnr 101/2 ble utført som utvidelse av undersøkelsesprogrammet etter henvendelse fra lokalt hold. Prøvetakingen påviser kvikkleire, som etter sonderingen antas å strekke seg fra ca 8 meter til ca 15 - 17 meter under terreng. Det var også sensitiv/kvikk leire i en tidligere boring E ved elvebredden. Det har tidligere skjedd utglidninger av begrenset omfang i skråningen mot Merratelve lenger oppe.

Med mindre det oppstår lokal erosjon f.eks. i forbindelse med brupilarene vurderes stabiliteten mot Røssåga som tilfredsstillende.

Stabiliteten av skråningen sørover mot Merratelve er neppe heller kritisk i nåværende situasjon, etter som Merratelve har lite fall på denne nederste strekningen, men sikkerheten er sannsynligvis beregningsmessig relativt liten, og kan lett svekkes hvis det oppstår erosjon langs elva.

3.42 Merratneset - Stranda

Tegning nr 102 og 112.

Området har et relativt lavt og flatt "forland" ut mot elva, som delvis antas oppbygd av rekonsoliderte rasmasser fra et leirras ca år 1702 ("Falltuva") og et mindre ras av ukjent alder sør for Harahaugen. Sonderingen i punkt 1 indikerer leire som neppe er sensitiv, og trolig middels fast. Strekningen har forbygning bortsett fra over ca 200 meters lengde ved Stranda.

Stabiliteten mot elva vurderes som relativt god.

3.43 Gammeljorda

Tegning nr 102, 103, 106 (profil A) og 112.

Sonderingene i punkt 2 og 3 er relativt like og indikerer silt eller sand ned til ca kote +1,5, videre leire som kan være litt bløt rundt kote ±0 men fastere og neppe sensitiv videre nedover. Høydeforskjellen mot elva er noe større, 10 - 12 meter, og strekningen er ikke forbygd.

Beregningsmessig sikkerhet er neppe særlig høy, men antas ikke kritisk.

3.44 Trongmoen

Tegning nr 103, 107 (profil B), 108 (profil C), 113 og 117.

Her gikk det et ras mot elva 01.02.89. Det ble da utført to dreietrykksonderinger og tatt opp en prøveserie, med resultater framlagt i O.7403 Rapport nr 1. Det ble påvist kvikkleire

i et lag mellom kote +7,5 og kote +3,5 ved nordre raskant, og sonderingene registrerer meget bløte masser som kan være kvikkleire, også mellom raskanten og vegen samt på større dybde.

Rasgropa står fortsatt åpen, og rasmassene danner et framspring ut i elva. Foreslåtte sikringstiltak i form av forbygning, drenering og nedplanering er ikke gjennomført.

De nye boringene i hull 4 og 5 viser også lag med liten motstand fra rundt kote ± 0 og oppover, og prøvetakingen i hull 5 bekrefter forekomst av kvikkleire mellom kote +8,5 og kote +6,5, og sensitiv leire noe videre nedover. Udrenert skjærstyrke er stort sett 30 - 40 kPa (middels fast) både i kvikkleira og den øvrige leira. Ved sondering videre ned til kote -20 - -23 er motstanden jevnt økende, og indikerer mindre sensitiv og trolig middels fast leire.

Sonderingene i punkt 7 og 8 indikerer litt bedre forhold, bl.a. med betydelig fastere grunn fra ca kote -11, men mulighet for sensitiv leire i hull 8, i nivåer som korresponderer med boringene lenger nord (4 - 6 og O.7403).

Sør for rasgropa fra 1989 pågår det en del erosjon i bekkeraviner ut mot elva, fra vegen og utover. Det er opplyst at grunnen på dette området har vært utsatt for småglidninger i lang tid, og at et tidligere flatt parti ut mot elva oppstrøms for raset i 1989 er erodert vekk og at skråningen derved er blitt brattere.

Stabilitetsberegninger i profil B (ved rasgropa) viser lav beregnet sikkerhet, med verdier ned mot labil tilstand. Sikkerheten er lavest for potensielle glideflater fra plataet innenfor vegen og ut i rasgropa, litt høyere for glideflater ut i elva. De gjenliggende rasmassene ved elvebredden virker således stabiliserende med hensyn til nye glidninger ut i elva, og kan også ha en viss positiv effekt ved at de tvinger strømmen ut fra land.

Ved at stabilitetsberegningene delvis er basert på skjærstyrkeparametre som er antatt på empirisk grunnlag og spesielt fordi poretrykksforholdene ikke er dokumentert ved målinger, må de beregnede sikkerhetsfaktoer betraktes som orienterende verdier. Beregningene indikerer imidlertid at dette partiet har en lavere sikkerhet mot nye utglidninger enn det som vanligvis bør forlanges for bebodde og trafikerte områder, og at en videre svekkelse av stabiliteten bør hindres. Dette partiet bør derfor være prioritert med hensyn til forbygning og eventuelt andre sikringstiltak.

3.45 Solbakken

Tegning nr 103, 109 (profil D), 110 (profil E) og 114.

Dette området har mindre høydeforskjeller fram mot elva enn området ved Trongbakken, med nivå rundt kote +10 bakover til 50 - 70 meter fra elvebredden. Videre bakover er det imidlertid steilere terrassekanter opp til noe over kote +40 ved gården Solbakken.

Et eldre fjøs ut mot elveskråningen har fått betydelige skjevheter og skader, og beboerne mener dette og andre forhold er tegn på dårlig stabilitet.

Strekningen har forbygning i elvekanten.

Boringene i punkt 9 ved fjøset og punkt 12 ved bolighuset viser nokså fast grunn. Prøvene viser leire med udrenert skjærstyrke 50 - 70 kPa (fast) i de øvre lagene ned til 5 meter, og sonderingene indikerer enda fastere masser videre i dybden, og sannsynlig fjell på kote -5 ved fjøset.

Stabilitetsberegningene viser tilfredsstillende sikkerhet mot glidninger ut i elva.

Derimot viser boringer utført for andre at det er bløt og sensitiv eller kvikk leire i skråningene videre bakover mot gården Solbakken. Stabilitetsforholdene i denne skråningen er nokså uavhengige av forholdene langs elva og således ikke primært NVE's ansvarsområde, men det påpekes at det ikke må foretas inngrep i form av skjæring eller graving inn mot foten av denne skråningen.

3.46 Solhaug

Tegning nr 103, 111 (profil F), 112 og 115.

Sonderingene i punkt 13 - 18 viser typiske indikasjoner på leire, som neppe er kvikk men som kan være noe sensitiv. Prøveserien i punkt 16 ved elva viser middels fast til fast leire, mens en tidligere prøveserie fra 1965-66 (O.375-2 punkt III/4) lenger fra elva viser middels fast til bløt og noe sensitiv leire. Her er det imidlertid påvist fastere og lite sensitiv leire ved vingeoring i punkt III/5 ved elva.

Massene ytterst mot elva er til dels rasmasser fra eldre skred.

Strekningen har større høydeforskjeller ut mot elva, og har ikke forbygning. Vegen går nær elva.

Det er sannsynlig at grunnvannsforhold og poretrykk i skråningene ut mot elva påvirkes i stabilitetsmessig gunstig retning av at det går en sidedal (Langbekken) parallelt med Røssåga og ca 300 m bak. En nøyere stabilitetsberegning anses lite berettiget på det grunnlaget som foreligger, uten at poretrykksforhold og skjærstyrkevariasjon er mer detaljert påvist. Etter en skjønnsmessig vurdering vil vi imidlertid ikke anse denne strekningen som spesielt utsatt med hensyn til store ras. Lokal erosjon bl.a. i avløp fra vegen som ikke er ført helt ned til elva, kan imidlertid forårsake lokale skader hvis den ikke hindres.

3.47 Engesmoen

Det er ikke utført boringer utenfor Engesmoen ved denne undersøkelsen, men det foreligger boringer fra undersøkelsen i 1965 - 66, O.375-2, på søndre del av strekningen (Okshagen).

Engesmoen er et av de stedene hvor et platå av den opprinnelige sjøbunnen i "Korgenfjorden" står igjen intakt ut mot elva, og har ca 40 meters skråningshøyde med helning 1:2,5 - 1:3 ut mot elva.

Boringene viser middels fast til bløt og til dels sensitiv leire, og stabiliteten ble ansett så vidt usikker at det ble frarådet å legge kraftlinje over dette området. Det skjedde også et lokalt ras av en viss størrelse i januar 1971. Gropa nord for Engesmoen hvor vegen går opp fra elva, er også en rasgrop, etter et eldre ras som sannsynligvis har skjedd i kvikkleire.

Grunnlagsmaterialet er ikke fullstendig nok for detaljerte stabilitetsberegninger. Elveløpets kurvatur samt rasmasser ut i elva på østsiden har nok medført at dette partiet har vært betydelig utsatt for erosjon, og en må da regne med at skråningen mot elva ikke har særlig høy sikkerhetsmargin. Den eksisterende elveforbygningen har imidlertid bedret situasjonen en del, først og fremst ved å hindre fortsatt erosjon, og i noen grad også som støttefylling ved skråningsfoten. Det er viktig at denne elveforbygningen kontrolleres, i det minste etter flomsituasjoner, og utbedres hvis det er tegn til skader eller svakheter.

Videre vil vi påpeke at skråningene sørover mot Storbekken er "urolige", dvs har dårlig overflatestabilitet. Det er en lokal fjellblotning på ca kote +15 ved sidebekken vest for vegen, for øvrig må en regne med leire til ganske stor dybde også på dette partiet, og behovet for forbygning eller steinsetting av bekkeleiet tilrås nærmere vurdert.

3.48 Vekthaugen - Nyheim

De tidligere boringene (O.375-2) viser fjell i liten dybde og til dels i dagen lengst sør, men leire i betydelig mektighet nordover mot Storbekken. Leira er fast i hull 5 - 1 ved elva, bløtere og nokså sensitiv i hull 5 - 3 sør for gården.

En eksisterende elveforbygning dekker strekningen med størst løsmassemekthet, fram til Storbekken.

Også her må en regne med at rasmasser på østsiden av elva presser strømmen over mot vestbredden, og at tilsyn og vedlikehold av forbygningen er viktig.

3.49 Hella - Valåmoen

En del planlagte boringer her ble sløyfet for å redusere programmet.

Det er imidlertid registrert bart eller gruntliggende fjell langs en stor del av strekningen, og dermed ingen vesentlige erosjons- eller stabilitetsproblemer mot Røssåga.

Sonderingen i punkt 25 tyder på relativt fast og neppe sensitiv leire.

Situasjonen langs selve Valåmoen er ikke nærmere vurdert, men den eksisterende forbygningen må kunne antas å gi bra beskyttelse sør for gården.

3.5 Forslag til prioritering av videre forbygning

Samlet lengde av elvebredden fra Valla bru til Valåmoen er ca 6 km, hvorav rundt 2,5 km har eksisterende forbygninger. Videre er det naturlig beskyttelse i form av fjell i dagen eller i liten dybde på en ca 1,5 km lang strekning oppstrøms fra Vekthaugen. Dermed gjenstår av størrelsesorden 2 km av vestre elvebredd som ikke har forbygning. De ubeskyttede strekningene er i varierende grad påvirket av erosjon, og konsekvensene av eventuelle elvebrudd er av forskjellig omfang.

På grunnlag av den oversikten som undersøkelsene har gitt, foreslås følgende prioritering for videre forbygning:

1. Trongmoen.
(Bebodd og trafikert område, betydelige høydeforskjeller, kvikkleire er påvist å forekomme.) Eksisterende forbygning utenfor Solbakken bør forlenges nedover. De første 300 - 400 meter til forbi raset fra 1989 er av størst betydning. På lang sikt bør etter vår mening hele strekningen ned til Valla bru beskyttes ved at de eksisterende forbygninger knyttes sammen. Eventuelle nye skred på dette stedet vil, i tillegg til å true bebyggelse og evt menneskeliv, bryte vegen på et sted hvor det vil bli krevende å etablere ny forbindelse.
2. Merratelva.
Omfanget bør vurderes ut fra en nærmere studie på stedet, om nødvendig med tilleggsboringer for kontroll av grunnforholdene.

I sideelv med mindre vannføring og vannhastighet er det mulig at en relativt enkel steinkledning langs elvebredden kan være tilstrekkelig.
3. Storbekken.
Omfanget bør vurderes ut fra en nærmere studie på stedet, inklusive tilleggsboringer for kontroll av grunnforholdene.
4. Solhaug.
Her anses det ikke sannsynlig at eventuelle brudd i elvebredden vil utvikle seg til virkelig stort omfang, men vegen kan tenkes å bli brutt selv ved mindre ras.

Generelt må forbygninger planlegges og utføres på en slik måte at stabiliteten ikke svekkes i anleggsfasen, ved lokal overbelastning eller skjæring i skråningsfot.

3.6 Andre sikringstiltak

Området langs vestsiden av Røssåga er generelt følsomt og uoversiktlig med hensyn til erosjon og stabilitetsforhold. I tillegg til sikring i form av forbygning mot Røssåga påpekes en del andre tiltak og forholdsregler:

1. Kontroll med vannutløp.

Spesielt langs vegen er det flere eksempler på stikkrenner og grøfter hvor vannet ikke er ført i sikrede nedløp ned til elva, men slippes ut i skråninger hvor det forårsaker lokal erosjon og utvikler aktive raviner. Vegvesenet tilrås å gå over strekningen og sikre nedløpene, med rør eller steinsetting alt etter forholdene.

Utløp fra drensledninger o.l. på jordbruksområder bør i prinsippet sikres på tilsvarende måte, dersom det ikke er klart at utslippet er ubetenkelig. Åpne grøfter og småbekker bør holdes under observasjon, og sikres hvis nødvendig.

I det hele tatt er kontroll med overflatevann og grunnvann viktig for stabiliteten. Drenering av utsatte områder bedrer sikkerheten ved at grunnvannstanden senkes og overflateerosjon motvirkes.

2. Vedlikehold og tilsyn.

Eksisterende forbygninger må ettersees og om nødvendig utbedres hvis det oppstår skader.

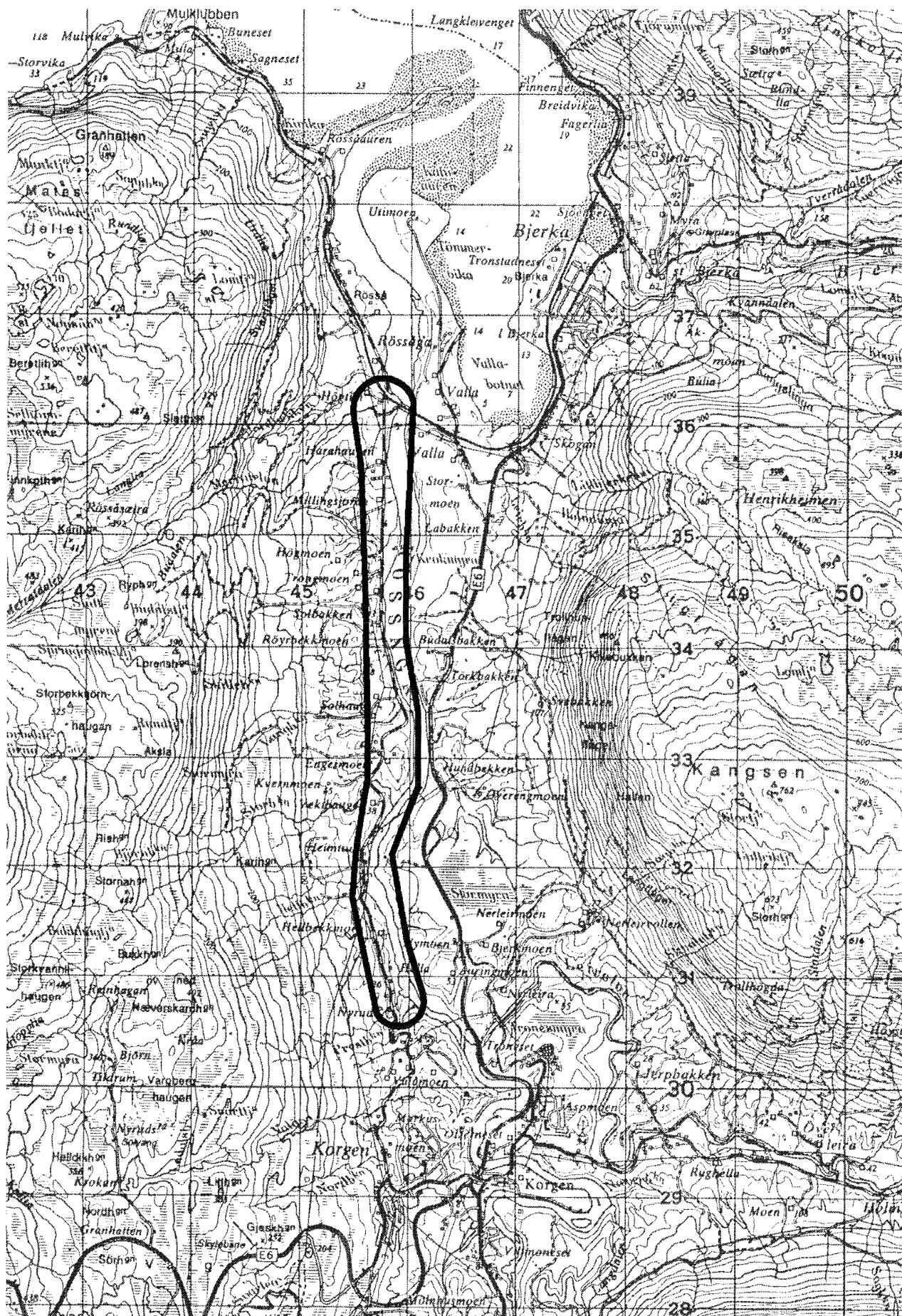
Utviklingen over tid bør kontrolleres i etablerte profiler slik at evt endringer i bunnprofil og strømforhold i selve Røssåga og nedre del av de større sideelvene kan registreres.

En kan ikke utelukke at faren for ras kan være større langs enkelte av sideelvene og bekkene enn langs hovedelva.

3. Arealbruk.

Denne undersøkelsen har vært konsentrert om forholdene i områdene i liten avstand fra elva, og gir ikke oversikt over stabilitetsforholdene lenger unna elva. Det er imidlertid sannsynlig at deler av områdene på Bakklandet ville bli å klassifisere som områder med potensiell fare for ras etter de kriterier som legges til grunn for den regionale kartlegging av fare for kvikkleireras som NGI har drevet for Statens Naturskadefond. Overordnet ansvar for denne typen kartlegging er nå overtatt av Statens Kartverk, og prioritering og innhold vil trolig bli noe endret. Det opplyses imidlertid at det er lite sannsynlig at de områdene som denne rapporten omhandler, vil bli nærmere undersøkt i nær fremtid i dette programmet.

Hemnes kommune må derfor selv vurdere eller få vurdert forsvarligheten av byggevirksomhet i området, og vi må generelt tilrå en klar forsiktighet i denne sammenhengen. Dette gjelder plassering av ny bebyggelse, men i enda høyere grad inngrep i terrenget i form av planeringsarbeid, fylling og graving.



SCC KUMMENEJE
SCANDIACONSULT

R Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NVE, RØSSÅGA

OVERSIKTSKART

Kartblad (M711) : KORGEN 1927 II
UTM-ref. (ED50) : 04457 73362
04459 73308

MÅLSTOKK

1:50000

TEGNET/KONTR.

BSU/

DATO

01.07.99

OPPDRAG

12533

BILAG

1

TEGN. NR.

101

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	SILT		01			.		19.8 (19.5)					
	SAND		02	.									
			03			.							
10	SILT,		04			.		19.8 (19.6)					
	sandige lag		05			.							
			06			.							
15	LEIRE,		07			.		19.3 (19.4)					62 12 62 13
			08			.							80 170
	KVIKKLEIRE,		09			.							9 65
20	LEIRE,		10			.		19.6 (19.8)					33 34
	lagdelt m. siltlag		11			.							9 10
						.							

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/ brudd) Kanusforsøk - Omrørt/Uforstyrret : ∇ / ∇
 Penetrometerforsøk :  Konsistensgrense : W_p ——— W_L Andre forsøk :
 T = Treksialforsøk $\emptyset$ = Ødometerforsøk K = Kornfordeling

SCC KUMMENEJE
SCANDIACONSULT

R Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NVE, RØSSÅGA

BORPROFIL HULL: 5

Terr.høyde: +21.03 Prøve ø: 54mm

DATO
12/98

TEGNET AV
KS/00

KONTR.

OPPDAG
12533

BILAG
13

TEGN. NR.
113

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	SAND, (oppfylt?)	siltig	12					19.8 (19.8)					58 53
		grusig	13										
	LEIRE,		14										
		siltig	15										
			16										
		gruslag											
10													
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

SCC KUMMENEJE
SCANDIACONSULT

R Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NVE, RØSSÅGA

BORPROFIL HULL: 9

Terr.høyde: +9.11 Prøve $\emptyset$: 54mm

DATO
12/98

TEGNET AV
KS/00

KONTR/

OPPDAG
12533

BILAG
14

TEGN. NR.
114

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 m. forvlag (rasmasse)		17			•		19.6 (20.0)			▼		62▼2
			18			•		20.2 (20.0)	▼		▼		72▼2 3
10	LEIRE, lagdelt m. siltlag		19			•		19.8 (20.1)	▼			▼	11 52▼18
			20			•		19.8 (20.1)	▼			▼	8 53▼7
15			21			•		19.4 (19.6)	▼			▼	10 13
20													

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/ brudd) Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret : ▼ / ▼

Penetrometerforsøk : ☐ Konsistensgrense : W_p ——— W_L Andre forsøk : _____

T = Treksialforsøk Ø = Ødometerforsøk K = Kornfordeling

SCC KUMMENEJE
SCANDIACONSULT

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NVE, RØSSÅGA

BORPROFIL HULL: 16

Terr.høyde: +2,80 Prøve ø: 54mm

DATO
12/98

TEGNET AV
KS/00

KONTR

OPPDRAG
12533

BILAG
15

TEGN. NR.
115

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	SILT,	humusflekker leirig	22					19.6 (19.6)					6 5205
10	LEIRE,	sensitiv m. finsandlag	23					18.8 (19.2)					6 26
15	KVIKKLEIRE,	homogen	24					18.9 (18.9)					42 20
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/ brudd) Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret : ▽ / ▽

Penetrometerforsøk :  Konsistensgrense : W_p ——— W_L Andre forsøk :

T = Treksialforsøk Ø = Ødometerforsøk K = Kornfordeling

SCC KUMMENEJE
SCANDIACONSULT

 Rødgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NVE, RØSSÅGA

BORPROFIL HULL: 27

Terr.høyde: _____ Prøve ø: 54mm

DATO
12/98

TEGNET AV
KS/DD

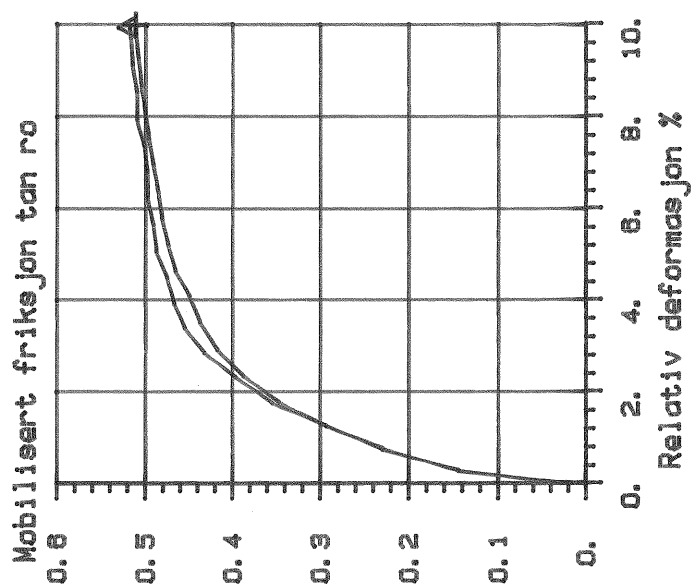
KONT


OPPDRAG
12533

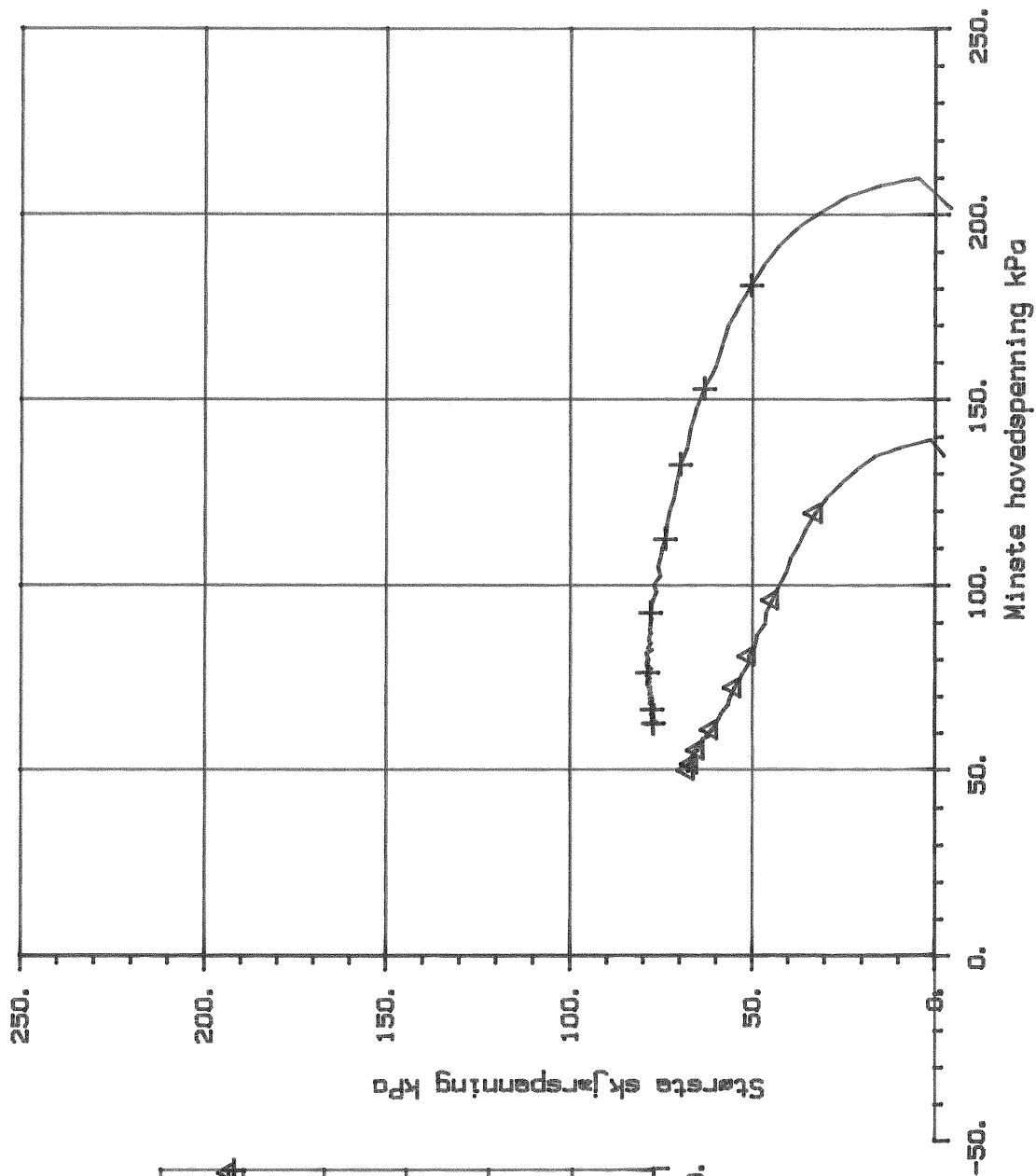
BILAG
16

TEGN. NR.
116

SYMB	Boringsnr.	Dybde, m	Labnr.	Foreektype	Jordart
+	5	17.60	10	CIUA	LEIRE
Δ	5	17.50	10	CIUA	LEIRE



+ $\sigma = 30.0$ kPa
 Δ $\sigma = 30.0$ kPa



SCC KUMMENEJE
 SCANDIACONSULT

R Rådgivende ingeniører i
 Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NVE, RØSSÅGA

TREAKSIALFORSØK

11 DEC. 1998

MÅLESTOKK

TEGNET AV

KS

DATO

12/98

OPPDRAG

12533

BILAG

17

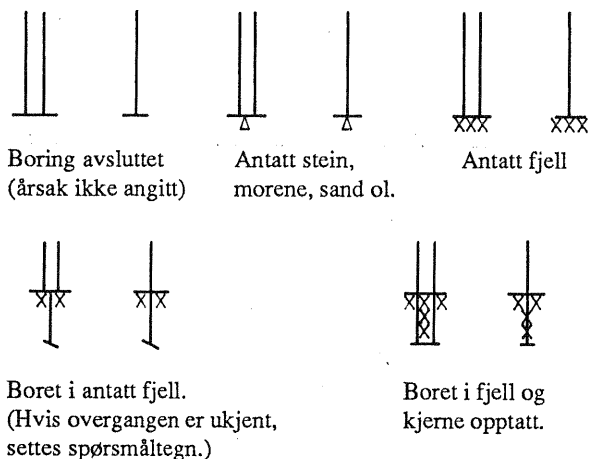
TEGN. NR

117

MARKUNDERSØKELSER

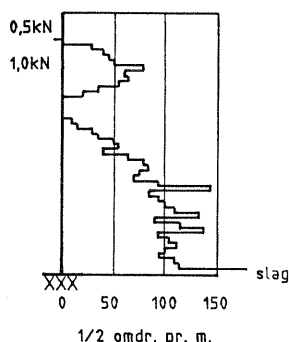
Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

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 omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opptegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borchullet og belastningen angis til venstre for borchullet.



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.

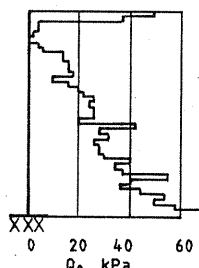
Ramsondering

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:

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvækt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \quad (\text{kNm/m})$$

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

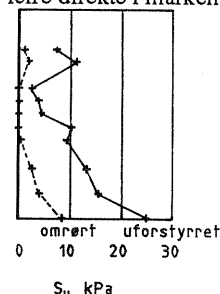
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

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 uttørking før de åpnes i laboratoriet.

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 tilfredsstiller formålet.

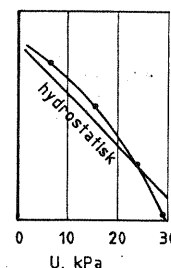
Vingeboring

bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekors, 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.

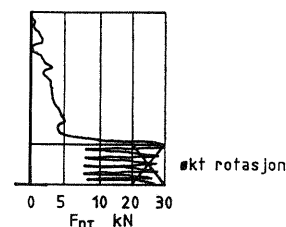


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borchullet.

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

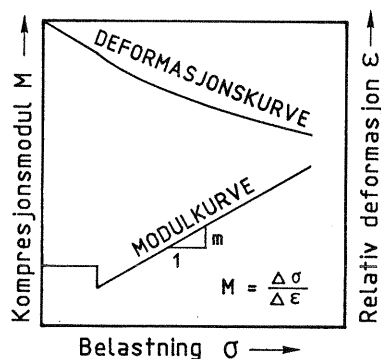
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen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

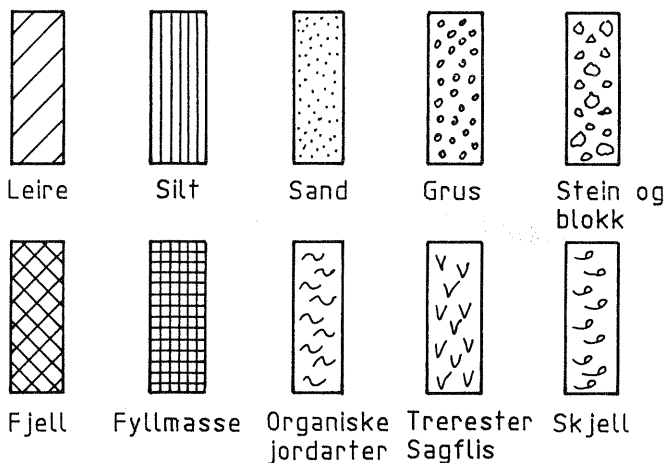
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	> 600

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 bokstavssymboler settes inn i materialsignaturen:
Ca. = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurhelle

SPESEIELLE UNDERSØKELSER

SPESEIELLE MARKUNDERSØKELSER.

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skrueplate med diameter 16 cm som kan skrues ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes modultall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan beregnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad.

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt γ_d ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt $\gamma_{d \max}$ bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes γ_d ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

- Platebelastningsforsøk.

I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

En sirkulær plate med $\varnothing = 30$ cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetsmodulen E beregnes. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

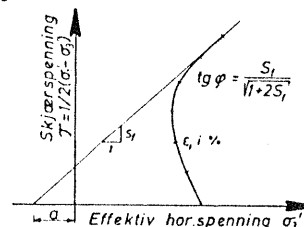
SPESEIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Skjærstyrkeparametrene.

friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a i kN/m^2 , evt. kohesjon $c = a \cdot \tan \phi$) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk).

Forsøket fremstilles of-

est som en vektor i et hovedspenningsdiagram.



Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tetteste lagring av mineralpartiklene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som $\gamma_{d \max}$, og det tilhørende vanninnhold W_{opt} .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarende Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved at et stempel med areal 3 inch^2 med konstant bevegelseshastighet = 0,05 inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarer vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stempelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.