

# Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred

Kartbladet Ørland, M = 1:50 000

950062-1

20 desember 1995

**Oppdragsgiver:** Statens naturskadefond

**Kontaktperson:** E. Hamre

**For Norges Geotekniske Institutt**

**Prosjektleder:**

  
Odd Gregersen

**Rapport utarbeidet av:**

  
Astri Eggen

**Kontrollert av:**

Odd Gregersen

**Arbeid også utført av:**

Reidar Otter

## Sammendrag og konklusjoner

**OMRÅDER MED POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED ER AVMERKET MED SKRAVUR PÅ KART I MÅLESTOKK 1:50 000 OG 1:20 000, KFR. VEDLAGTE KARTBLAD I VEDLEGG A. HVERT AV DISSE OMRÅDENE OMTALES SEPARAT I RAPPORTEN. SKRAVERTE AREALER UTGJØR TIL SAMMEN OMKRING 380 MÅL FORDELT PÅ 4 OMRÅDER. INNEN SKRAVERTE OMRÅDER FORUTSETTES DET, FORUT FOR ENHVER BYGNINGSMESSIG VIRKSOMHET, AT DET TAS KONTAKT MED TEKNISK SAKKYNDIG FOR VURDERING AV BEHOVET FOR DETALJERTE GEOTEKNISKE UNDERSØKELSER OG/ELLER STABILISERENDE TILTAK.**

Rapporten bygger på studier av geologiske og topografiske forhold samt vurdering av resultater av enkle grunnundersøkelser. Resultater fra grunnundersøkelsene er samlet i egen datarapport, kfr. NGI-rapport 950062-2. Forutsetninger og kriterier for arbeidet er gjort nærmere rede for i vedlegg B.

Områder som etter de oppsatte kriteriene er klassifisert som potensielt skredfarlige kvikkleireområder er avmerket med svart skravur på vedlagte kvartærgeologiske kart, målestokk 1:50 000 og ekvidistanse 20 m, kfr. kartbilag nr. 1 i vedlegg A. Hver sone angir det antatt maksimale areal hvor et større kvikkleireskred kan inntreffe. Det er ikke foretatt noen vurdering av skredmassers utløpsdistanse og skadeomfang i forbindelse med det foreliggende prosjektet.

For en mer nøyaktig angivelse av hvert enkelt områdes antatt maksimale begrensning, er områdene også inntegnet på kart i målestokk 1:20 000, ekvidistanse 5 m. Med hensyn til kartbladinndeling, kfr. fig. A1 og A2 i vedlegg A. Følgende kartblad fra økonomisk kartverk er benyttet: Garten, kfr. kartbilag nr. 2 i vedlegg A.

Det skal påpekes at kartleggingens geografiske begrensning følger 1:50 000-kartet. På de deler av 1:20 000-kartene som ligger utenfor denne begrensning (angitt på kartene) og som er kartlagt er de skraverte områdene vist, men ikke omtalt i denne rapporten.

Som det fremgår av tegnforklaringene på kartene benyttes tre typer skravur på sonene, henholdsvis skrå (45°), vertikal og horisontal skravur. Den første kategori, skrå skravur, omfatter områder hvor grunnboringer klart indikerer forekomst av kvikkleire. Innenfor områder med horisontal skravur er kvikkleire påvist ved mer detaljerte undersøkelser. Det er videre foretatt stabilitetsberegninger som viser at sikkerheten er lav, men akseptabel for den nåværende anvendelse av området. Vertikal skravur angir områder hvor det ikke er utført



boringer eller hvor boringene er vanskelige å tolke med tanke på eventuell forekomst av kvikkleire.

Bortsett fra områder med horisontal skravur gir ikke det foreliggende undersøkelsesmateriale tilstrekkelig informasjon til å vurdere konkret sikkerheten for de skraverte områdene. Således vet vi i dag ikke hvorvidt stabilitetsforholdene i de skraverte (potensielt skredfarlige) sonene er tilfredsstillende eller ikke. For å bringe dette på det rene må det utføres mer detaljerte grunnundersøkelser.

Innen skraverte områder bør det ikke foretas noen ny bygningsmessig eller anleggsmessig virksomhet av vesentlig omfang medmindre det på forhånd er foretatt en analyse av stabilitetsforholdene på stedet (betinginger nye undersøkelser) eller at det er utført tiltak for å bedre stabiliteten. Ansvarlig geoteknisk sakkyndig må forestå de geotekniske vurderingene og godkjenne planene for ny virksomhet samt kontrollere gjennomføringen av denne. Ved mindre terrenginngrep kan sikkerheten vurderes av kommunens tekniske etat, kfr. vedlegg C: "Rettledning om utføring av mindre terrenginngrep i områder med potensiell fare for kvikkleireskred".

Den alt vesentligste delen av de marine leirområdene er ikke skravert. For disse områdene anser vi det lite sannsynlig at store skred (større enn 10 mål) vil inntreffe. Problemer av større eller mindre omfang vil imidlertid også kunne forekomme her. For eksempel kan mindre skred inntreffe i tilknytning til bratte eller høye skråninger. Slike skred vil neppe forplante seg langt bakover fra selve skredkanten (kanskje noen 10-talls meter). Likeledes, i forbindelse med byggevirksomhet, vil det kunne oppstå store vanskeligheter ved grunnarbeidene. Disse forholdene er ikke behandlet i den foreliggende rapporten. Hva angår stabiliteten, vil mindre bygningsmessige aktiviteter (f.eks. enkeltvise hus, små fyllinger) i ikke skraverte områder kunne utføres uten nærmere geotekniske undersøkelser. Aktiviteter nær skråningstopp bør unngås. Ved større inngrep (veier, større bebyggelse, grøfter, fyllinger, bakkeplaneringer etc.) bør alltid detaljerte geotekniske undersøkelser utføres.

Denne rapport inngår i Statens naturskadefonds prosjekt for en landsomfattende kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Prosjektet er planlagt å omfatte ca. 80% av de marine leirområdene i Trøndelag og på Østlandet.



## VEDLEGGSOVERSIKT

- VEDLEGG A - BESKRIVELSE AV SKRAVERTE OMRÅDER
- VEDLEGG B - FORUTSETNINGER OG KRITERIER FOR KARTLEGGINGEN
- VEDLEGG C - RETTLEDNING FOR UTFØRING AV MINDRE TERRENGINNGREP I OMRÅDER MED POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED
- VEDLEGG D - REFERANSELISTE

## Vedlegg A - Beskrivelse av skraverte områder

### INNHold

A1 KARTBLAD GARTEN.....	2
A1.1 Gjørrestolen (ca 50 mål).....	2
A1.2 Vatn (ca 110 mål) .....	2
A1.3 Olderen (ca 80 mål) .....	3
A1.4 Bjørndalen (ca 140 mål).....	3

### Figurer

Figur A1      Oversikt over kartblad, M = 1:50 000, i Trøndelag som omfattes av kartleggingen

Figur A2      Oversikt over kartbladinndeling i M = 1:20 000

### Kartbilag

Faresonekart kvikkleire.	Kartblad Ørland	M = 1:50 000
Faresonekart kvikkleire.	Kartblad Garten	M = 1:20 000



**I det etterfølgende er det gitt korte beskrivelser av de skraverte områdene (områder som bør vurderes nærmere av teknisk sakkyndig før igangsettelse av enhver bygningsmessig virksomhet).**

Samtlige skraverte områder er avmerket på vedlagte kvartærgeologiske kart, Ørland, i målestokk 1:50 000, kfr kartbilag nr 1 i vedlegg A. De samme områdene er også avmerket på topografiske kart i målestokk 1:20 000, og beskrivelsen av områdene følger denne kartbladinnstillingen, kfr kartbilag nr 2, vedlegg A.

## A1 KARTBLAD GARTEN

### A1.1 Gjørrestolen (ca 50 mål)

Koordinater: X 626500 Y -52500

Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, befarings- og boring (dreietrykkssondering nr 207)

Området ligger ned mot Litlvatnet i sør. I vest avgrenses området av utflatende terreng, i nord av fjell og utflatende terreng og i øst avgrenses området mot området Vatn. Høydeforskjellen er på 15 m og skråningshelningen er 1:10 til 1:15. Det ligger en gård på området.

Dreietrykkssondering nr 207 indikerer kvikkleire fra 1 til 18 m dybde. Boringen er avsluttet på 26,5 m dybde uten at fjell ble påtruffet.

### A1.2 Vatn (ca 110 mål)

Koordinater: X 626500 Y -52200

Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, befarings- og boring (dreietrykkssondering nr 205)

Området ligger ned mot Litlvatnet. I vest avgrenses området mot området Gjørrestolen og i øst avgrenses området ved utflatende terreng. Den øvre del av området avgrenses av fjell både i nordvest, nord og sydøst. Det går en bekk gjennom området og det ligger en gård der. Høydeforskjellen er på ca 25 m og skråningshelningen er ca 1:10.



Dreietrykkssondering nr 205 indikerer kvikkleire på 0–6 m dybde og 10–13 m dybde. Boringen er avsluttet ved antatt fjell på 13 m dybde. Det ble også tatt en vinge boring som indikerer kvikkleire fra 1 til 6 m dybde.

### A1.3 Olderen (ca 80 mål)

Koordinater: X 624500 Y -52900

Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, befarings- og boring (dreietrykkssondering nr 201)

Området ligger i en vestvendt skråning ned mot Storvatnet. Det avgrenses i nord og øst av fjell og slakt terreng, og i syd av Bjørndalsbekken.

Høydeforskjellen i området er 20 m og skråningshelning er 1:6. Det ligger en gård i området.

Dreietrykkssondering nr 201 indikerer kvikkleire like over fjell på 5 m dybde.

### A1.4 Bjørndalen (ca 140 mål)

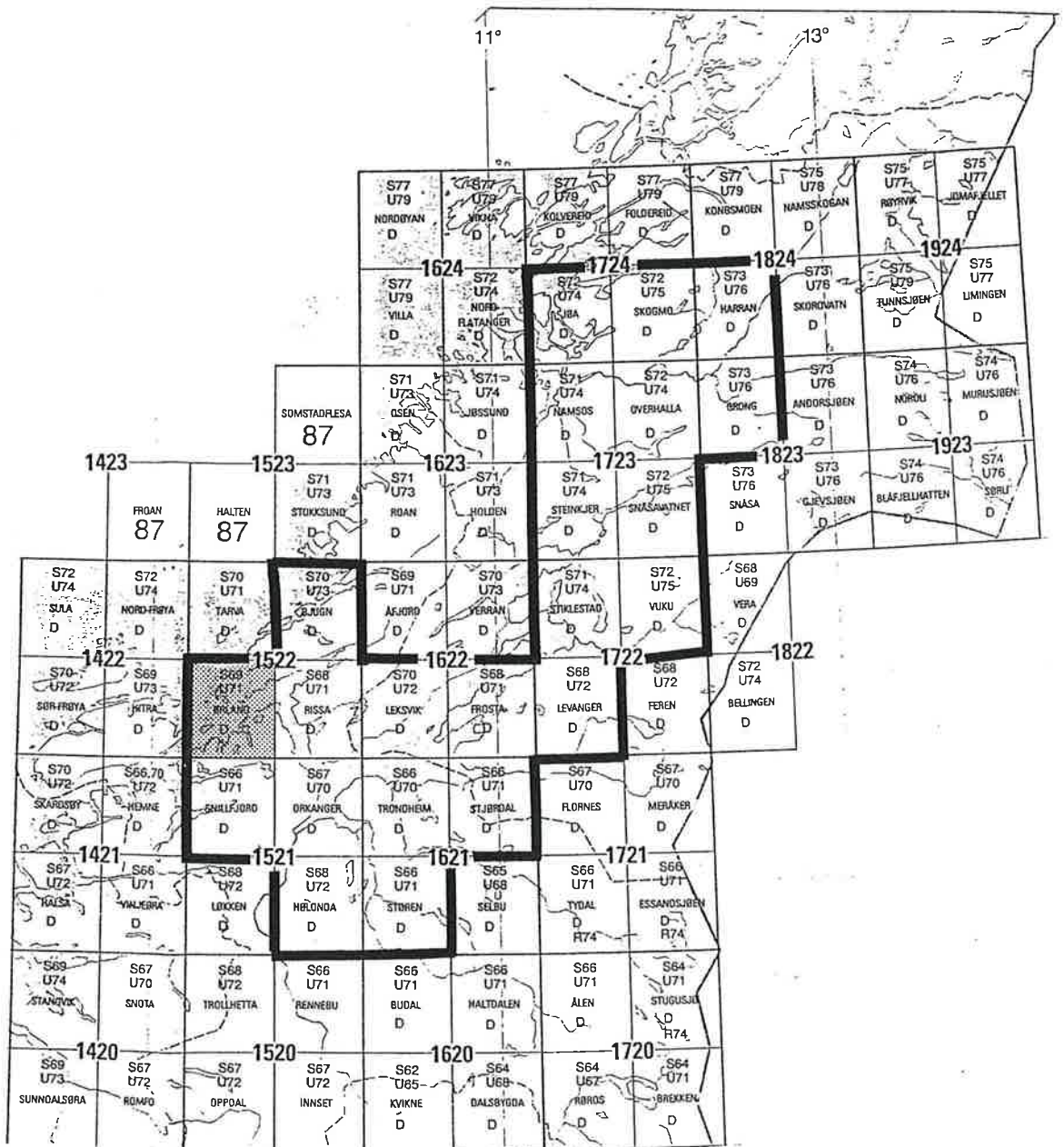
Koordinater: X 624600 Y -52300

Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, befarings-

Området ligger sydøst for Bjørndalsbekken. Det avgrenses av bekken i nord-vest og fjell i sydøst.

Høydeforskjellen fra bekken og opp på et relativt flatt parti med myr er 10–15 m. Skråningen ned mot bekken er til dels meget bratt (1:2).

Det er ingen bebyggelse i området og det ble ikke boret der pga. vanskelig tilgjengelighet.



## KARTLEGGING AV KVIKKLEIREOMRÅDER

Oversikt over kartblad,  $M = 1 : 50\ 000$ ,  
i Trøndelag som omfattes av kartleggingen.

Rapport nr.  
950062-1

Figur nr.  
A1

Tegner

*GWS*

Dato  
95.12.13

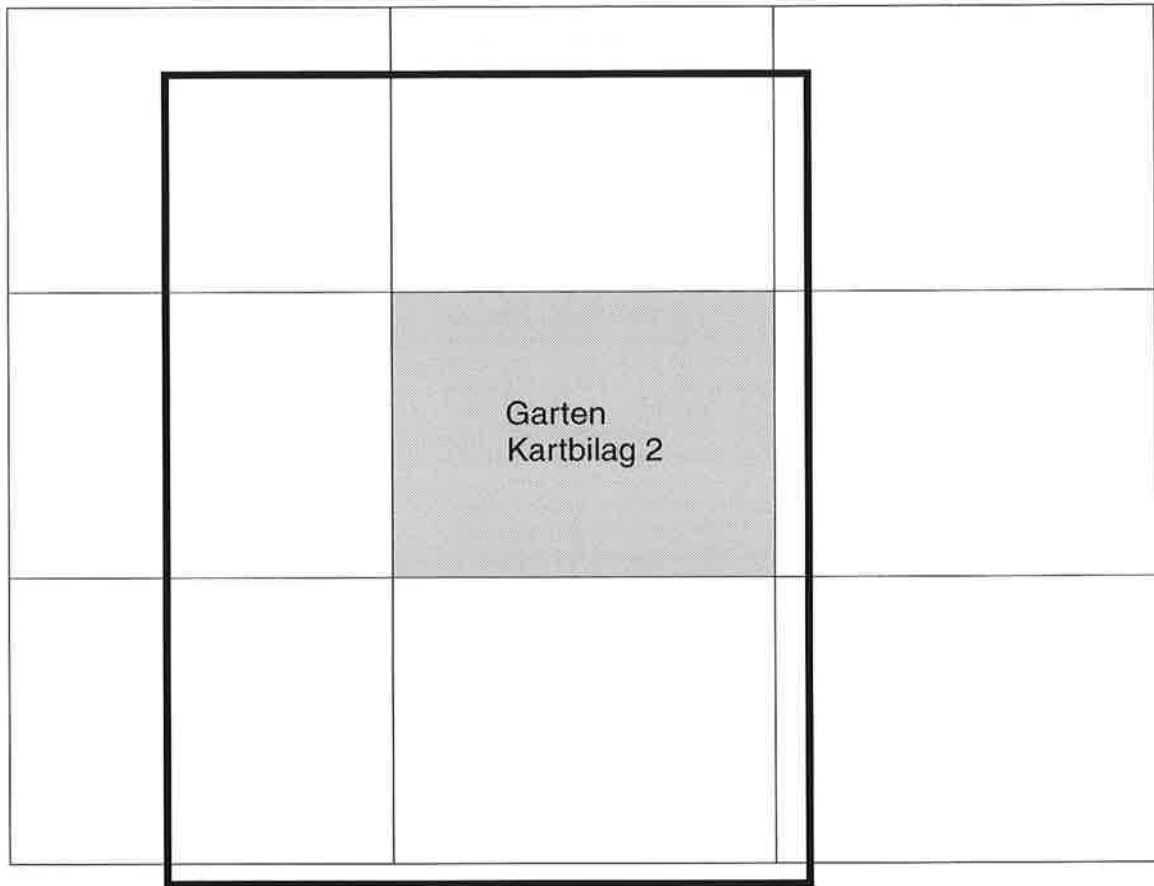
Kontrollert

Godkjent

9








Kartblad 1522-III Ørlandet, M = 1 : 50 000



Topografisk kart (økonomisk kartverk),  
med inntegning av potensielle  
kvikkleireskredområder.  
M = 1 : 20 000

<b>KARTLEGGING AV KVIKKLEIREOMRÅDER</b>  Oversikt over kartbladinndeling i M = 1 : 20 000.	Rapport nr. 950062-1	Figur nr. A2
	Tegner <i>GrB</i>	Dato 95.12.19
	Kontrollert <i>Key</i>	
	Godkjent <i>7</i>	

## Vedlegg B - Forutsetninger og kriterier for kartleggingen

### Figurer:

- Fig. B1 - Prinsippskisse som viser plassering av boring i ravineområder og naturlig skrånende terreng



## KARTLEGGING ER BASERT PÅ STUDIER AV KVARTÆR- GEOLOGISKE FORHOLD, VURDERING AV OMRÅDENES TOPO- GRAFI OG TOLKNING AV ENKLE FELTUNDERSØKELSER

Det er to hovedforutsetninger som må være til stede samtidig for at et kvikkleireskred skal kunne inntreffe:

- Leiren må stå med spenninger nær bruddtilstand
- Leiren må være kvikk (ha høy sensitivitet)

Den første forutsetning, at spenningsnivået må ligge nær bruddtilstanden, er en direkte funksjon av overflatetopografien. Områder hvor høydeforskjellene er små, vil altså være lite utsatt for skredfare bare på grunnlag av topografien. Denne første begrensningen av de marine områdene foretas etter studie av topografiske og kvartærgeologiske kart samt feltbefaringer.

De topografiske kriteriene lagt til grunn, er basert på en analyse av en serie gamle skred (Aas, 1979). Denne analysen viste at større skred i ravineområder stort sett skjer der skråningshøyden er høyere enn 10 m. Den samme analysen viste likeledes at naturlig hellende terreng brattere enn 1:15 (3,8°) kan være skredfarlig når grunnen inneholder kvikkleire. Disse erfaringsmessige topografiske terskelverdiene for skredfare i kvikkleireområder underbygges av teoretiske analyser. Stabilitetsberegninger viser at leiren kan være nær bruddtilstand under disse topografiske forhold (spenningsnivå av størrelse 0,15 x effektivt overlagingstrykk).

På denne bakgrunn er følgende topografiske kriterier benyttet i kartleggingen:

For ravinert terreng:	H (skråningshøyden)	≥	10 m
For naturlig hellende terreng:	H/l (helningen)	≥	1:15

En prinsippskisse av disse to situasjonene er vist på fig. B01.

Det er også satt en nedre grense på et områdes størrelse for å inngå i vurderingen. I overensstemmelse med NGIs praksis for betegnelsen "kvikkleireskred" er denne grensen satt til 10 mål.

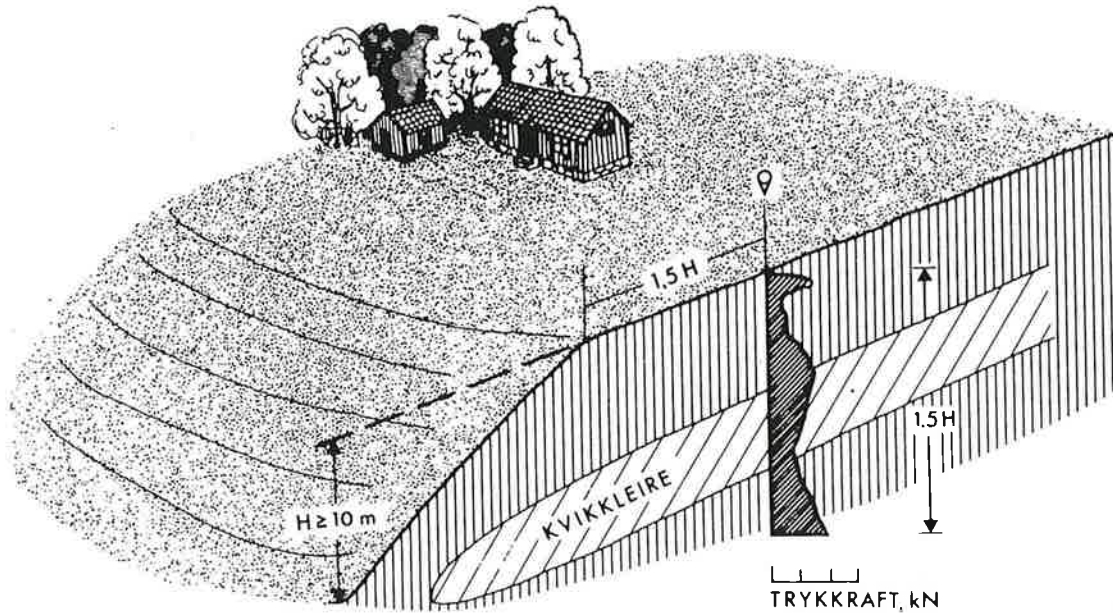
I ravineterreng plasseres boringen i en avstand av 1,5 x H (ravinehøyden) innenfor topp skråning, og avsluttes i en dybde av 1,5 x H under terrengnivå, se fig. B01. Ved en slik plassering vil store kvikkleireforekomster, som kan lede til store skred, bli lokalisert. Mindre soner kan derimot bli oversett ved kartleggingen. Innen slike mindre soner kan små skred (10 mål eller mindre) inntreffe, men disse vil neppe utvikle seg til store skred. Dypereliggende forekomster av kvikkleire vil også kunne forekomme uten å bli lokalisert av våre



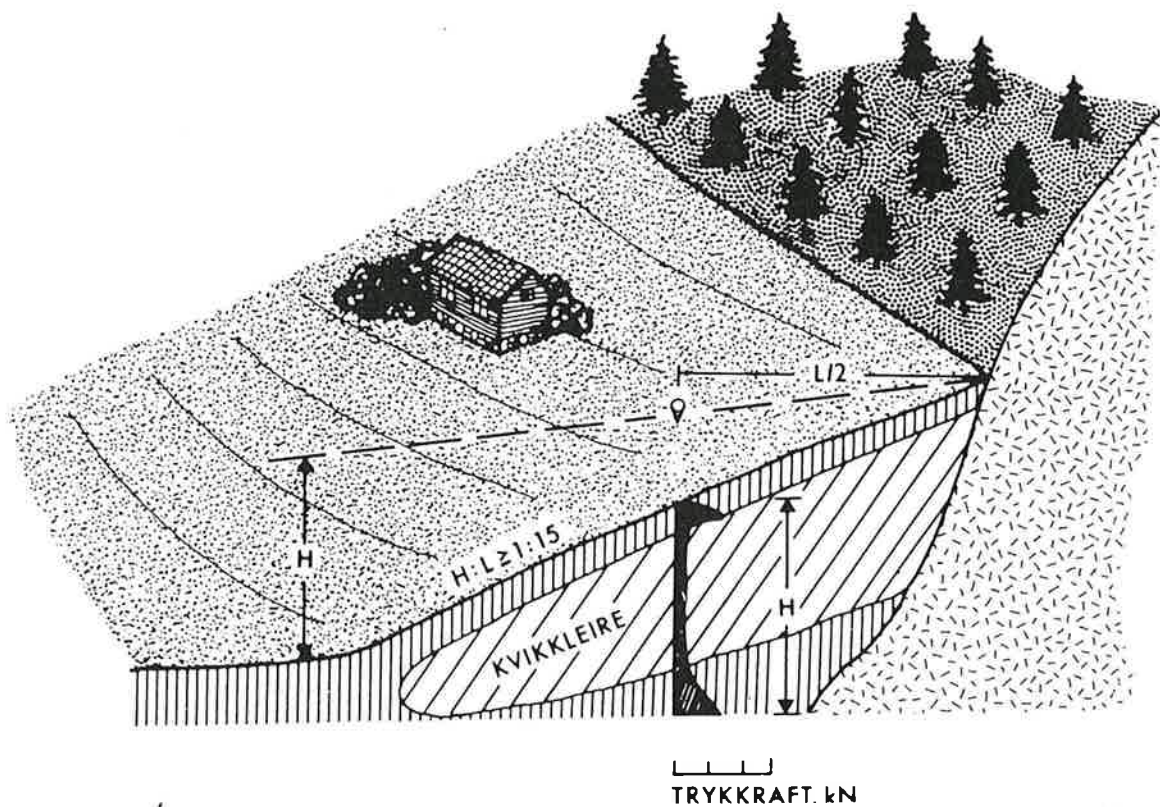
boringer. Slike forekomster vil imidlertid ligge for dypt til å kunne innvirke på stabiliteten, og vil således ikke kunne føre til kvikkleireskred.

I naturlig hellende terreng plasseres boringen midt i skråningen og avsluttes i en dybde tilsvarende skråningshøyden. Også i dette tilfellet kan små kvikkleiresoner og dypereliggende kvikkleiresoner bli oversett ved kartleggingen.


Antallet boringer som utføres innenfor et enkelt område, vil avhenge av mange forhold (topografi, geologi, anvendelse av området o.l.) Den innbyrdes avstanden mellom boringene kan derfor variere sterkt fra område til område. I gjennomsnitt vil vi imidlertid anslå at hver boring dekker arealer av størrelse 50–100 mål.



a) Perspektivskisse av platåterreng



b) Perspektivskisse av naturlig hellende terreng

<p><b>KARTLEGGING AV KVIKKLEIREOMRÅDER</b></p>	<p>Rapport nr. 950062-1</p>	<p>Figur nr. B1</p>
<p>Prinsippskisse som viser plassering av boring i ravineområdet og naturlig skrånende terreng.</p>	<p>Tegner <i>GB</i></p>	<p>Dato 95.12.13</p>
	<p>Kontrollert <i>AES</i></p>	
	<p>Godkjent <i>07</i></p>	



## Vedlegg C - Rettledning om utføring av mindre terrenginngrep i områder med potensiell fare for kvikkleireskred

### INNHold

C1 FORMÅL MED OG BEGRENSNING AV RETTLEDNINGEN.....	2
C2 GRAVING AV GRØFTER.....	4
C2.1 Grøfter i ravinert terreng .....	4
C2.2 Grøfter i jevnt hellende terreng.....	5
C3 BAKKEPLANERING .....	6
C3.1 Stabilitetsforhold etter ferdig planering .....	6
C3.2 Stabilitetsforhold under planeringsarbeidet .....	8
C4 NY BEBYGGELSE.....	10
C4.1 I ravinert terreng .....	10
C4.2 I jevnt hellende terreng.....	10
C5 ANLEGG AV VEGER .....	10
C5.1 I ravinert terreng .....	10
C5.2 I jevnt hellende terreng.....	11
C6 DEPONERING AV MASSER.....	11



## C1 FORMÅL MED OG BEGRENSNING AV RETTLEDNINGEN

**VED MINDRE TERRENGINNGREP (GRAVING, FYLING, BAKKEPLANERING ELLER NYBYGGING) INNEN OMRÅDER MED POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED\*, KAN VURDERING AV SIKKERHETEN UTFØRES AV KOMMUNENS TEKNISKE ETATER. I TVILSTILFELLER OG VED STØRRE INNGREP BØR PROSJEKTENE FORELEGGES GEOTEKNISK SAKKYNDIG TIL UT-TALELSE**

I områder der faresonekartet viser potensiell fare for kvikkleireskred, er det forutsatt at ethvert terrenginngrep, om enn lite, vurderes av teknisk sakkyndig før påbegynnelse. Siktemålet med denne rettledningen er å spre kompetanse slik at en del enkle, rutinemessige inngrep kan vurderes i kommunenes egne fagetater uten å trekke inn geoteknisk sakkyndig. Dette gjelder imidlertid kun inngrep som ikke vil få nevneverdig innvirkning på stabilitetsforholdene.

Prinsippskissene i rettledningen er ment som et hjelpemiddel til å identifisere problemene som man i ulike situasjoner vil stå overfor. Løsningene som angis for teknisk gjennomføring, er først og fremst begrunnet i sikkerhetsmessige forhold.

Inngrep i områder med kvikkleire vil nesten uten unntak innebære en stabilitetsforverring. Ofte kan konsekvensene være dramatiske. Selv relativt små inngrep vil erfaringsmessig kunne resultere i store skred. Fra senere tid kan nevnes: Båstadskredet i 1974, 70-80 dekar (utløst ved bakkeplanering), Rissaskredet i 1978, 330 dekar (utløst ved oppfylling) og skredet i Horneskilen i 1983, 20 dekar (utløst ved oppfylling).

---

\* "Kvikkleireskred"

Skred som utvikles hurtig og som ofte omfatter store arealer hvor rasmassene gjerne blir flytende.



## SKRAVERTE FELTER PÅ FARESONEKARTET ANGIR OMRÅDER MED POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED

Områdene er fremkommet på grunnlag av studie av terrengformer og resultater av grunnboringer. (Arbeidet er begrenset til arealer større enn ca. 10 dekar, til "ravinert terreng"\* med høydeforskjeller på mer enn 10 m og til "jevnt hellende terreng"\*\* brattere enn 1:15). Undersøkelsene gir imidlertid ikke grunnlag for noen detaljert analyse av stabilitetsforholdene av de enkelte potensielt skredfarlige områdene. En detaljert kartlegging av et område vil ofte betinge omfattende supplerende felt- og laboratoriarbeider.

Hvert skravert område angir det antatt maksimale arealet som et eventuelt skred vil omfatte. Skredmassenes utløpsdistanse og skadeomfang er ikke vurdert.

Det er kun potensiell fare for kvikkleireskred som er vurdert. Andre typer leirskred kan også forekomme. Disse vil imidlertid normalt få et mer begrenset omfang, og vil heller ikke ha et så raskt forløp som kvikkleireskred.

Kvikkleireskred mindre enn 10 dekar kan inntreffe utenfor skraverte områder. Slike områder er imidlertid, av økonomiske grunner, ikke dekket av denne oversiktskartleggingen.

Kartet gir ingen informasjon om eventuelle fundamenteringsmessige problemer som kan oppstå.

---

### \* "Ravinert terreng"

I denne sammenheng brukt som en fellesbetegnelse på leirterreng som ender i en bratt skråning, som oftest med skråningshelning brattere enn 1:4. Betegnelsen brukes uten hensyn til dannelses måte.

### \*\* "Jevnt hellende terreng"

Fellesbetegnelse på lange, slake skråninger. Skråningshelningen er mindre enn for "raviner", som oftest vesentlig slakere.



**I DET ETTERFØLGENDE ER INNVIRKNINGEN PÅ STABILITETS-FORHOLDENE VED ULIKE INNGREP VURDERT. KUN FAREN FOR STORE SKRED INNGÅR I VURDERINGEN, MENS LOKALE UTGLIDNINGER I GRØFTER, BYGGEGROPER, GJENNOM FYLLMASSE O.L. IKKE ER TATT MED.**

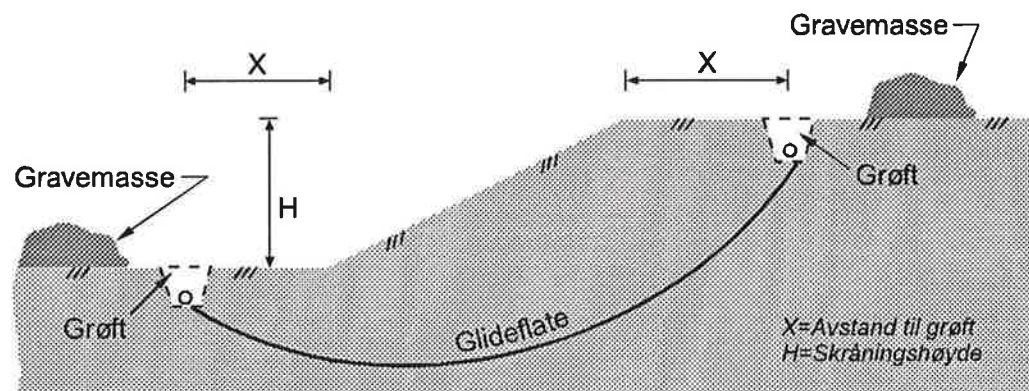
## C2 GRAVING AV GRØFTER

Dette avsnittet omhandler graving av inntil 2 m dype grøfter. Grøfter mer enn 2 m dype bør forelegges geoteknisk sakkyndig til uttalelse. Vedrørende lokal stabilitet i forbindelse med gjennomføring av grøftarbeidene, henvises til "Forskrifter ved graving og avstiving av grøfter", utgitt av Statens arbeidstilsyn.

### C2.1 Grøfter i ravinert terreng

Graving av grøfter i eller i nærheten av en bratt leirskråning vil ha en ugunstig innvirkning på skråningsstabiliteten. Forverringen beror på at man ved grøftingen reduserer lengden på den potensielle glideflate. Herved reduseres også skråningens stabiliserende kapasitet, se fig. C1.

Desto større avstand mellom grøft og skråning, desto mindre innvirkning på stabiliteten.



*Figur C1 Ved graving av grøfter i fot og topp av bratte leirskråninger bør gravemassene plasseres vekk fra skråningen.*

Grøftens innvirkning på stabiliteten kan grovt inndeles i følgende fem kategorier:

#### C2.1.1 $X > 4H$ :

Innvirkningen på skråningsstabiliteten vil være av liten betydning. Grøfter, inntil 2 m dype, kan etableres uten spesielle tiltak.

### C2.1.2 $4H > X > 2H$ :

Innvirkningen på skråningsstabiliteten vil være av betydning. Grøfter må graves seksjonsvis med suksessiv graving og gjenfylling. Seksjonslengden bør ikke overskride 6 m. Tilbakefyllingsmassene legges ut lagvis og komprimeres (spesielt viktig for grøfter ved foten av skråninger). Gravemassene plasseres vekk fra skråningen.

### C2.1.3 $X < 2H$ :

Innvirkningen på skråningsstabiliteten er stor. Grøfter frarådes utført uten kontakt med geoteknisk sakkyndig. Se for øvrig pkt. 2.2.1 "Lukking av bekker".

### C2.1.4 *I skråningens koteretning:*

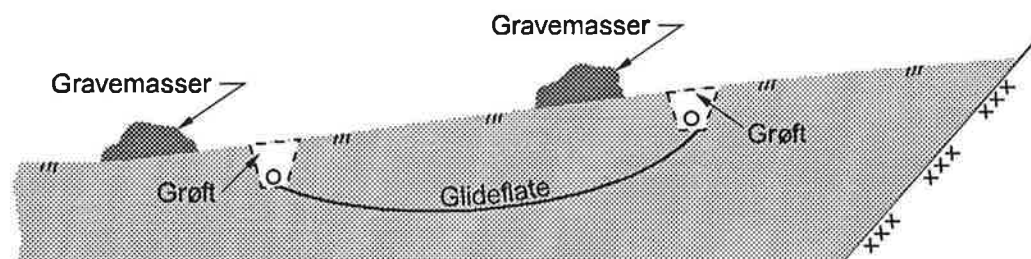
Innvirkningen på skråningsstabiliteten er meget stor. Grøfter frarådes utført uten kontakt med geoteknisk sakkyndig.

### C2.1.5 *I skråningens fallretning:*

Innvirkningen på skråningsstabiliteten er begrenset. Grøfter graves seksjonsvis med suksessiv graving og gjenfylling. Seksjonslengden bør ikke overskride 6 m. Tilbakefyllingsmassene legges ut lagvis og komprimeres.

## C2.2 Grøfter i jevnt hellende terreng

Graving av grøfter vil ha en ugunstig innvirkning på sikkerheten. Forverringen beror på at grøftingen reduserer lengden på den potensielle glideflate og således reduserer skråningens stabiliserende kapasitet, fig. C2.



Figur C2 Jevnt hellende terreng med grøfter

I terreng med jevn helning vil grøftens innvirkning på skråningsstabiliteten som regel være tilnærmet uavhengig av om plasseringen er langt nede eller høyt oppe i skråningen.

### C2.2.1 *I skråningens koteretning:*

Innvirkningen på skråningsstabiliteten er av betydning. Grøfter graves seksjonsvis med suksessiv graving og gjenfylling. Seksjonslengden bør ikke overskride 6 m. Tilbakefyllingsmassene legges ut lagvis og komprimeres. Grave-massene plasseres nedenfor grøften og i avstand fra denne tilsvarende minst 2 x grøftedybden.

### C2.2.2 *I skråningens fallretning:*

Innvirkningen på skråningsstabiliteten er begrenset. Grøfter graves seksjonsvis med suksessiv graving og gjenfylling. Seksjonslengden bør ikke overskride 12 m.

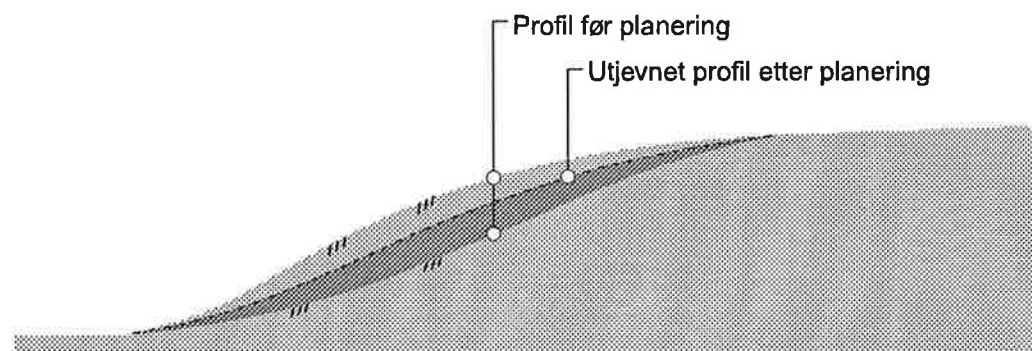
## C3 BAKKEPLANERING

Dette avsnittet omhandler planeringsarbeider, med massevolum mindre enn 1000 m<sup>3</sup> eller areal mindre enn 10 dekar. Arbeider som faller utenfor nevnte kriterier forutsettes forelagt geoteknisk sakkyndig til uttalelse. Likeledes forutsettes det at alle permanente planeringsarbeider skal resultere i en uendret eller forbedret stabilitet. I forbindelse med ethvert bakkeplaneringsprosjekt er det imidlertid vanskelig å unngå en stabilitetsforverring under enkelte faser av arbeidet. De etterfølgende retningslinjer er utarbeidet med spesiell vekt på å unngå slike midlertidige stabilitetsforvring.

Det foreligger allerede en veiledning om utførelse av bakkeplaneringsarbeider: "Aktuelt fra Landbruksdepartementets opplysningstjeneste", nr. 2 og nr. 4, 1974". Kapitlet om skredfare vil fortsatt være retningsgivende for planeringsarbeider utenfor potensielt skredfarlige områder.

### C3.1 Stabilitetsforhold etter ferdig planering

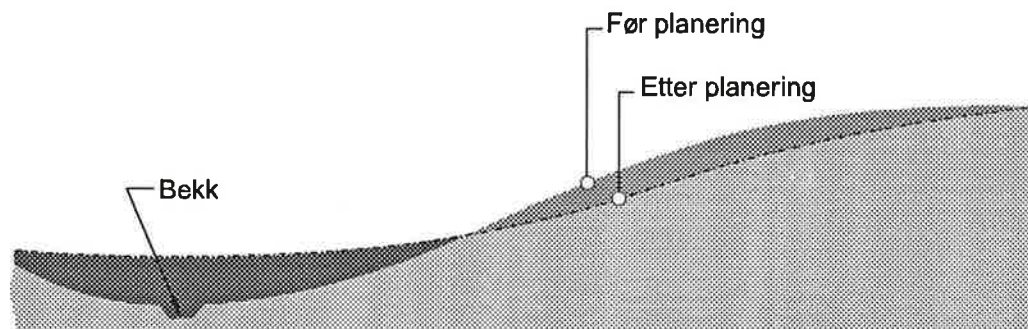
#### C3.1.1 *Utjevning av mindre lokale rygger og søkk ved sideveis forskyvning av masser*



*Figur C3 Sideveis planering ved utjevning av mindre lokale rygger og søkk har liten innvirkning på stabiliteten*

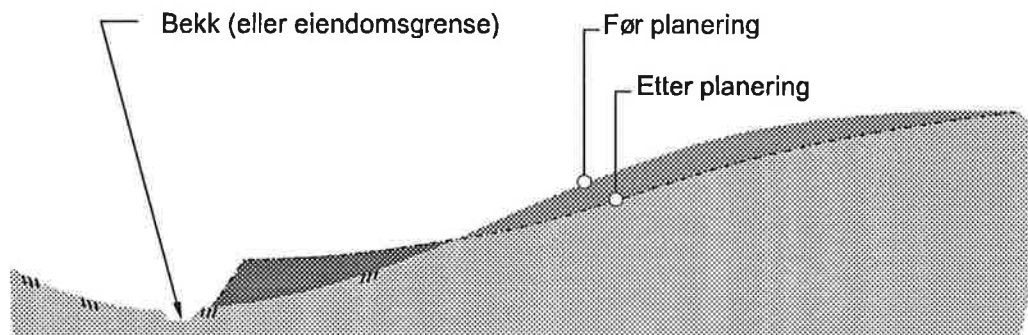
Arbeidet har liten innvirkning på skråningens totale stabilitet og kan utføres når det ikke legges opp større massedepoter under arbeidet.

### C3.1.2 Nedskjæring av topper og oppfylling av daler



Figur C4 Planering ved oppfylling av dalbunnen forbedrer stabiliteten

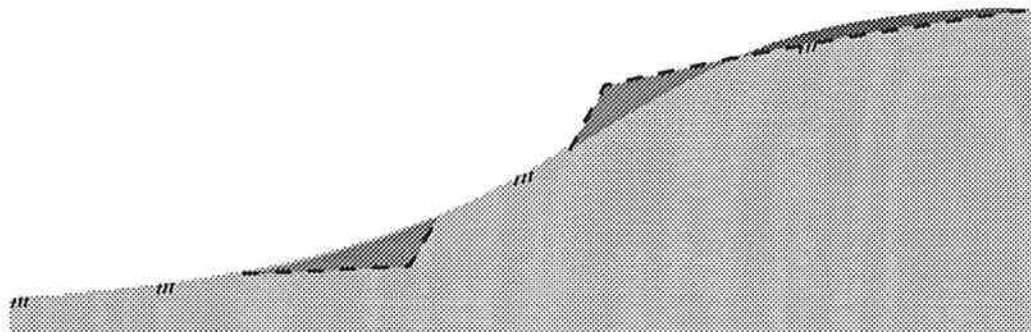
Arbeidet har positiv innvirkning på skråningens totale stabilitet og kan gjennomføres under forutsetning av at bekkelukkingen ikke medfører nevneverdig stabilitetsforverring. Dette er behandlet nærmere i avsnitt 3.2.1.



Figur C5 Oppfylling som avsluttes mot bekk, eiendomsgrense o.l. kan forverre stabiliteten

Fyllingen vil forverre den lokale stabiliteten ved bekket, og kan utløse skred som forplanter seg videre bakover. Dette kan igjen resultere i en større skredutvikling i bakenforliggende områder. Planene bør forelegges geoteknisk saksyndig til uttalelse før påbegynnelse.

### C3.1.3 Oppstramming av eksisterende skråning



*Figur C6* Oppstramming av skråning ved utfylling fra topp eller utgraving i fot medfører forverring av stabiliteten.

Inngrepene, enkeltvis eller samlet, vil forverre skråningsstabiliteten og kan utløse skred. Store områder kan bli berørt. Inngrepene bør forelegges geoteknisk sakkyndig til uttalelse og vil normalt betinge at grunnundersøkelser utføres.

## C3.2 Stabilitetsforhold under planeringsarbeidet

Ved bakkeplaneringsarbeider tar man generelt sikte på nedskjæring av høyreliggende partier og oppfylling av de lavereliggende. Som regel vil derfor bakkeplanering, når den er ferdig utført, kunne innebære en betydelig forbedring av stabilitetsforholdene i et område.

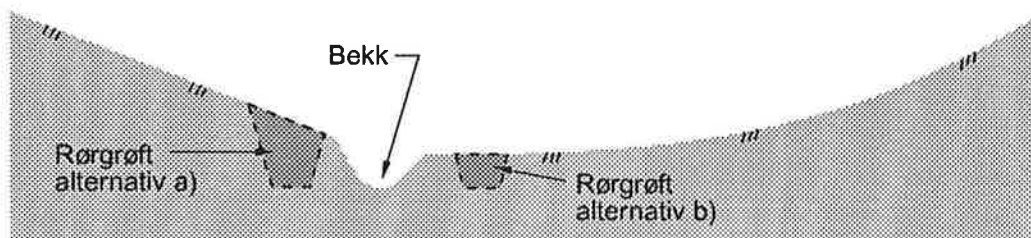
Ofte vil faren for skred være størst i forbindelse med utførelsen av selve planeringsarbeidene. Faktum er at i de fleste tilfeller der bakkeplanering har medført skred, har skredene skjedd som følge av midlertidig stabilitetsforverring under flytting av jordmasser. Det er derfor nødvendig at slike arbeider gjennomføres etter retningslinjer som ivaretar den stabilitetsmessige sikkerheten. De arbeidsoperasjonene som er anbefalt i det etterfølgende kan av denne grunn virke noe urasjonelle og kostnadskrevene, men anses nødvendige ut fra en sikkerhetsmessig vurdering.

### C3.2.1 Lukking av bekker

I forbindelse med oppfylling av bekkedaler må først bekken legges i rør. Dette kan være en kritisk fase for stabiliteten. Det er først og fremst to forhold en skal være oppmerksom på i denne forbindelse:

Bekkeløpet må renskes for å sikre et stabilt underlag for rørene. Dersom dette innebærer en utdypning av løpet, må arbeidet utføres i seksjoner med maks. 6 m seksjonslengder. Ved utdypninger på mer enn 0,5 m bør geoteknisk sakkyndig kontaktes.

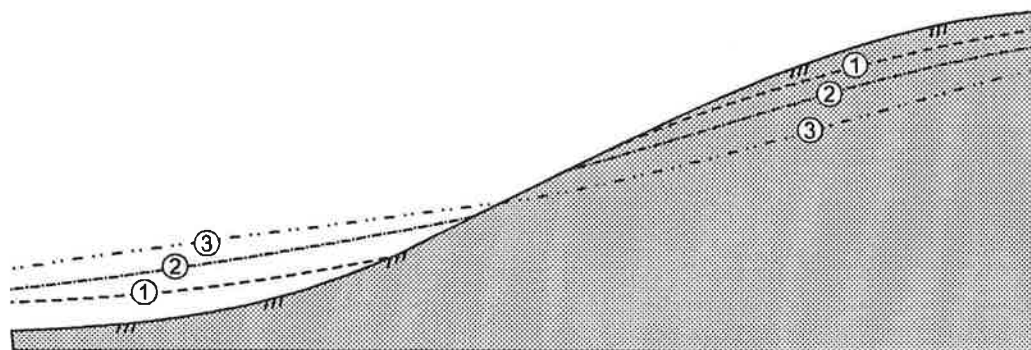
Det kan være ønskelig å rette ut rørgrøften i forhold til bekketraséen. Dette kan gjøres dersom en unngår undergraving av skråningen. Ved undergraving av skråningen på kortere eller lengre partier bør geoteknisk sakkyndig kontaktes, se fig. C7a og b. Se også pkt. 2 "GRAVING AV GRØFTER".



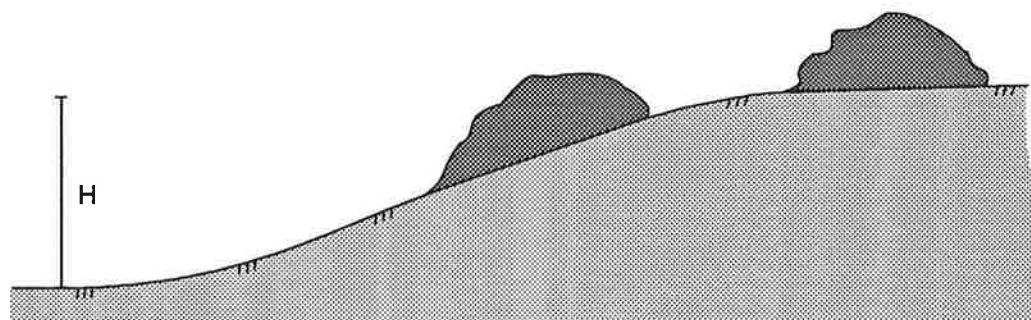
*Figur C7 Lukking av bekkeløp. Rørgrøftalternativ "a" reduserer sikkerheten vesentlig og betinger vurdering av geoteknisk sakkyndig. Alternativ "b" har liten innvirkning på sikkerheten og kan gjennomføres.*

### C3.2.2 Masseforflytning

I hovedsak bør planering i skredfarlige områder skje ved at massene for hvert skjær med doseren, skyves fra toppen av skråningen og helt ned i bunnen. Derved vil man helt kunne unngå midlertidige depoter og tipper, se fig. C8.



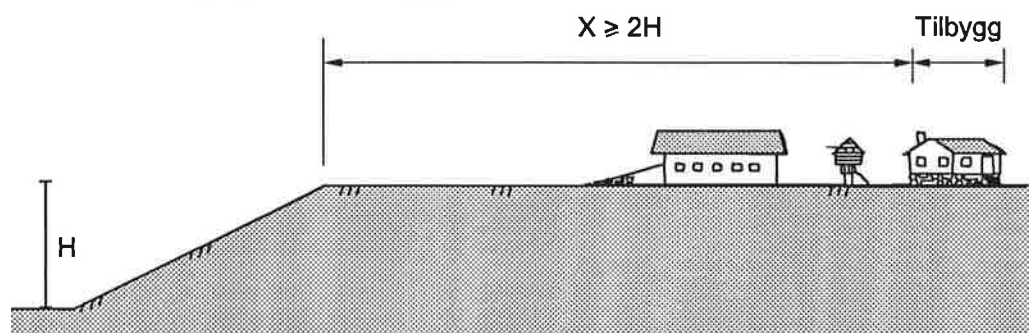
*Figur C8 Planering av skråninger bør skje ved flåvis nedskjæring*



*Figur C9 Massedepoter i og ved skråning bør unngås*

## C4 NY BEBYGGELSE

Ved nye byggeprosjekter i områder med potensiell fare for kvikkleireskred forutsettes at nødvendige grunnundersøkelser utføres på forhånd. Det etterfølgende er derfor begrenset til å gjelde mindre tilbygg og nødvendig nybygging i tilknytning til eksisterende bebyggelse. En absolutt betingelse er at stabiliteten ikke forverres på grunn av bebyggelsen.



Figur C10 Ny bebyggelse i ravinert leirterreng

### C4.1 I ravinert terreng

I ravinert leirterreng, se fig. C10, må nybygget ligge i en avstand av minst 2 x ravinedybden fra topp skråning. Ved kortere avstand til topp skråning bør geoteknisk sakkyndig kontaktes. For å unngå tilleggsbelastning på grunnen, bør vekten av utgravde masser for kjeller minst tilsvare vekten av tilbygget. Gravemassene transporteres direkte bort fra området til sikkert deponeringssted.

### C4.2 I jevnt hellende terreng

I jevnt hellende terreng vil stabilitetskonsekvensene kunne være betydelige, slik at geoteknisk sakkyndig bør kontaktes på forhånd.

## C5 ANLEGG AV VEGER

Dette avsnittet omhandler nødvendig omlegging av mindre gårdsveger. Etablering av nye gjennomfartsveger i potensielt skredfarlige områder betinger grunnundersøkelser.

### C5.1 I ravinert terreng

Vegtraséer bør legges lengst mulig bort fra skråningstopp. Gravemassene fjernes fra området før bærelagsmassene kjøres ut. Veger nærmere enn 2H fra skråningstopp forelegges geoteknisk sakkyndig til uttalelse.



## C5.2 I jevnt hellende terreng

Vegtraséer bør helst legges i terrengets fallretning. Veger som legges parallelt med skråningen eller på skrå i forhold til fallretningen, bør tilpasses topografien slik at skjæringer og fyllinger blir minst mulig. I tvilstilfeller anbefales det å ta kontakt med geoteknisk sakkyndig.

## C6 DEPONERING AV MASSER

De skraverte områdene på oversiktskartene angir potensiell fare for kvikkleireskred og må aldri benyttes som deponeringssted for fyllmasser, uten at de inngår i en plan for stabilisering av et område. Ofte benyttes nettopp raviner som tippsted for avfallsmasser i forbindelse med nydyrking, riving av gammel bebyggelse o.l. Slik ukontrollert deponering kan forverre stabiliteten betydelig og bør unngås. Konsekvensene kan bli svært alvorlige.

Angående utfylling for stabilisering av raviner, henvises til avsnitt 3: "BAKKEPLANERING", hvor aktuelle framgangsmåter er skissert.





## Vedlegg D - Referanseliste



### REFERANSELISTE:

- Norges Geotekniske Institutt (1985)  
Rettledning ved små inngrep i/ved skråninger i kvikkleire  
Vedlegg til "Faresonekart, kvikkleire"  
Oppdragsrapport til Statens naturskadefond, NGI-rapport nr. 80012-2,  
17 desember 1985
- Aas, G (1979)  
"Kvikkleireskred"  
Foredrag ved konferanse om "Skredfare og arealplanlegging",  
Ullensvang Hotel, Hardanger, 24-26 april 1979, 25 s.

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

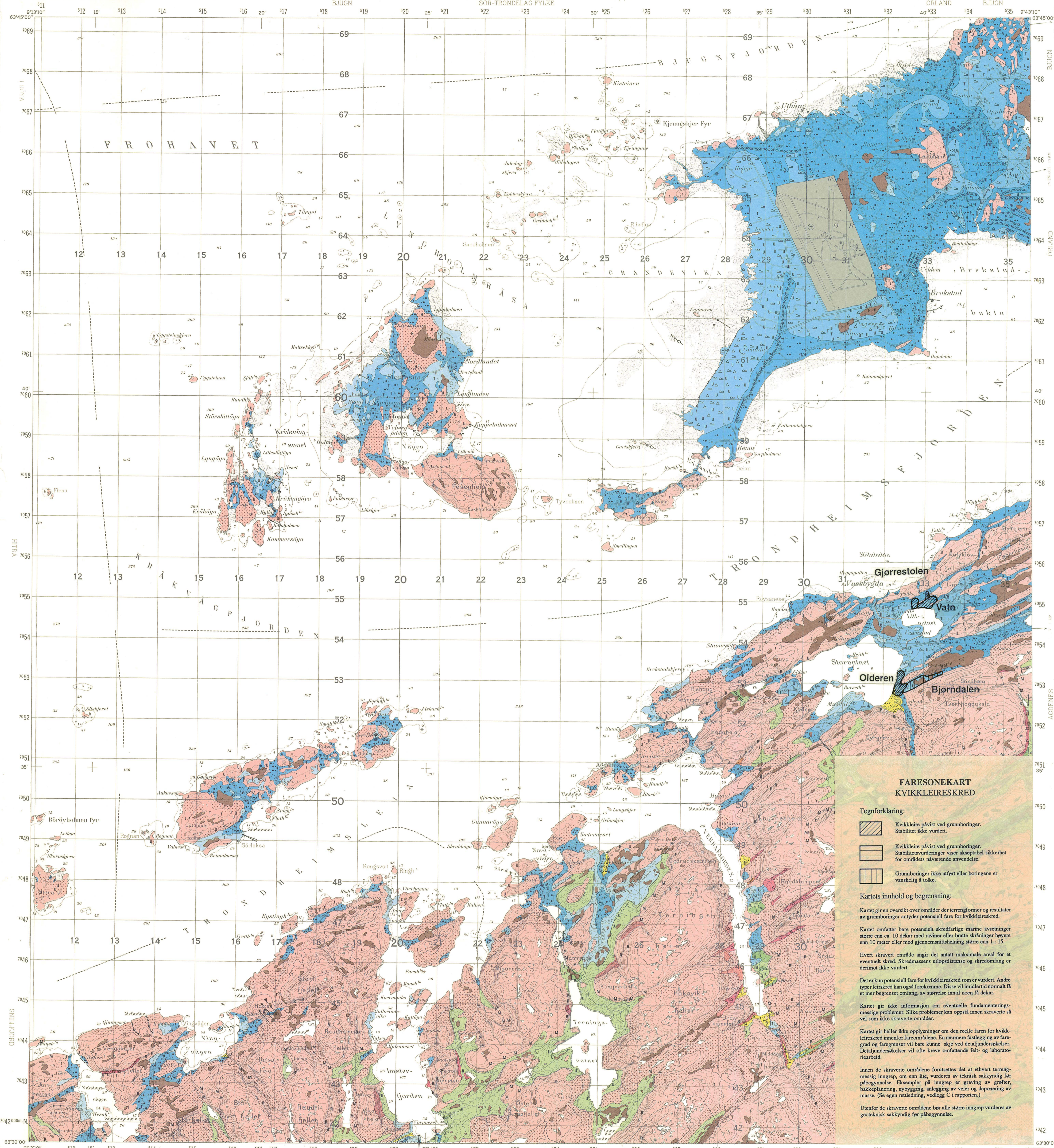


<b>Oppdragsgiver/Client</b> Statens naturskadefond	<b>Dokument nr/Document No.</b> 950062-1
<b>Kontraksreferanse/ Contract reference</b>	<b>Dato/Date</b> 20 desember 1995
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred Kartblad Ørland, M = 1:50 000 <b>Prosjektleder/Project Manager</b> Odd Gregersen <b>Utarbeidet av/Prepared by</b> Astri Eggen	<b>Distribusjon/Distribution</b> <input type="checkbox"/> Fri/Unlimited <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited <input type="checkbox"/> Ingen/None
<b>Emneord/Keywords</b> Quick clay, mapping	
<b>Land, fylke/Country, County</b> Sør-Trøndelag <b>Kommune/Municipality</b> Agdenes, Ørland, Snillfjord <b>Sted/Location</b>  <b>Kartblad/Map</b> Ørland <b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> NR 110420-350690	<b>Havområde/Offshore area</b>  <b>Felt navn/Field name</b>  <b>Sted/Location</b>  <b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>

Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001							
Kon- trollert av/ Reviewed by	Kontrolltype/ Type of review	Dokument/Document		Revisjon 1/Revision 1		Revisjon 2/Revision 2	
		Kontrollert/Reviewed		Kontrollert/Reviewed		Kontrollert/Reviewed	
		Dato/Date	Sign.	Dato/Date	Sign.	Dato/Date	Sign.
OG	Helhetsvurdering/ General Evaluation *	19/12-95	OG				
	Språk/Style						
OG	Teknisk/Technical - Skjønn/Intelligence - Total/Extensive - Tverrfaglig/ Interdisciplinary	19/12-95	OG				
THa	Utforming/Layout						
AEg	Slutt/Final	20/12-95	AEg				
JGS	Kopiering/Copy quality	4/1-96	JGS				
* Gjennomlesning av hele rapporten og skjønnsmessig vurdering av innhold og presentasjonsform/ On the basis of an overall evaluation of the report, its technical content and form of presentation							

<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 19/12-95	<b>Sign.</b> <i>Odd Gregersen</i>
--	---------------------------	-----------------------------------

950062-1 karfilag 1



### TEGNFORKLARING Legend

**LOSMASSER**  
Superficial deposits

- MOENEMATERIALE, SAMMENHENGENDE DEKKE, STEDVIS MED STOR MEKTIGHET  
Til, continuous cover, locally of great thickness
- MOENEMATERIALE, USAMMENHENGENDE ELLER TYNT DEKKE OVER BERGRUNNEN  
Til, discontinuous or thin cover on bedrock
- BREELAVSETNING (GLASIFLUVAL AVSETNING)  
Glacial till deposit
- HAV- OG FJORDAVSETNING, SAMMENHENGENDE DEKKE, OFTE MED STOR MEKTIGHET  
Marine deposit (excluding shore deposit), continuous cover, often of great thickness
- MARIN STRANDAVSETNING, SAMMENHENGENDE DEKKE  
Marine shore deposit, continuous cover
- HAV- OG FJORDAVSETNING OG STRANDAVSETNING, USAMMENHENGENDE ELLER TYNT DEKKE OVER BERGRUNNEN  
Marine deposit, discontinuous or thin cover on bedrock
- ELVE- OG BEKKELAVSETNING (FLUVIAL AVSETNING)  
Fluvial deposit
- SKREDMATERIALE, (FASMA) MATERIALE SAMMENHENGENDE DEKKE, STEDVIS MED STOR MEKTIGHET  
Rapid mass-movement deposit, continuous cover, locally of great thickness
- SKREDMATERIALE, (FASMA) MATERIALE USAMMENHENGENDE ELLER TYNT DEKKE OVER BERGRUNNEN  
Rapid mass-movement deposit, discontinuous or thin cover on bedrock
- TORV OG MYR (ORGANISKE MATERIALE)  
Peat and bog (organic material)
- HUMUSDEKKE/TYNT TORVDEKKE OVER BERGRUNNEN  
Humus cover or a thin cover of peat on bedrock
- FYLLMASSE  
Anthropogenic material

**BART FJELL**  
Exposed bedrock

- BART FJELL  
Exposed bedrock
- LITEN FJELLBLØTTING  
Small exposure of bedrock

**SMÅ ELLER VANSKELIG AVGRENSBARE AVSETNINGER I OMRÅDER DOMINERT AV ANDRE LOSMASSER/BART FJELL**  
Sporadic deposits in areas dominated by other superficial deposits or exposed bedrock

**MOENEMATERIALE**  
Til

- BREELAVSETNING  
Glacial till deposit
- HAV- OG FJORDAVSETNING  
Marine deposit
- MARIN STRANDAVSETNING  
Marine shore deposit
- ELVE- OG BEKKELAVSETNING  
Fluvial deposit
- VINDAVSETNING  
Eolian deposit
- FORVITRINGSMATERIALE  
Weathered material
- SKREDMATERIALE  
Rapid mass-movement deposit
- TORV OG MYR  
Peat and bog
- HUMUSDEKKE/TYNT TORVDEKKE OVER BERGRUNNEN  
Humus cover or a thin cover of peat on bedrock
- FYLLMASSE  
Anthropogenic material

**KORNSTØRRELSE**  
Grain size

- BLOKK (B) > 256 mm
- STEIN (St) 64 mm - 256 mm
- GRUS (G) 64 mm - 2 mm
- SAND (S) 2 mm - 0.063 mm
- SILT (Si) 0.063 mm - 0.002 mm
- LEIR (L) < 0.002 mm

**SYMBOLER BRUKES ENKELT NÅR EN FRAKSJON UTGJØR MER ENN 80%. SAMMENSETTE SYMBOLER BRUKES NÅR FLERE FRAKSJONER INNGÅR MED MER ENN 10%, HVERFRAKSJONEN BIR ANSLÅTT.**  
The symbols are entered individually when one fraction exceeds 80%. Combined symbols are used when several fractions exceed 10%, the largest fraction being indicated last.

**EKSEMPLER**  
Examples

- GRUS (G) MER ENN 80%  
Gravel (G) more than 80%
- SANDIG GRUS (GS) MEST GRUS, SAND MER ENN 10%  
Sandy gravel (GS). Most gravel, sand exceeds 10%
- GRUSIG SAND (SG) MEST SAND, GRUS MER ENN 10%  
Gravelly sand (SG). Most sand, gravel exceeds 10%
- LEIRIG SILT (LS) MEST SILT, LEIR MER ENN 10%  
Clayey silt (LS). Most silt, clay exceeds 10%

**MEKTIGHET OG LAGFOLGE**  
Thickness and stratigraphy

(SYMBOLER FOR AVSETNINGSTYPEN OG KORNSTØRRELSE ER VISST OVENFOR)

**EKSEMPLER**  
Examples

- DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER 3 M MEKTIG  
The thickness of the mapped deposit is 3 m
- MEKTIGHETEN TIL DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER STØRRE ENN 2 M  
The thickness of the mapped deposit exceeds 2 m
- DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN BESTÅR AV 1 M SAND, UNDER ER DET 3 M SANDIG GRUS OVER FJELL  
The mapped deposit consists of 1 m sand, which is underlain by 3 m of gravelly sand on bedrock
- DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER 2 M MEKTIG, UNDER ER DET EN 1 M MEKTIG BREELAVSETNING  
The mapped deposit is 2 m thick, this is underlain by a glacial till deposit of 5 m or till which exceeds a thickness of 1 m

**ISBEVEGELSESTRETTING**  
Direction of ice movement

ISSJURINGSSTRIPE, BEVEGELSE MOT OBSERVASJONSPUNKET  
Glacial striation, movement towards the observation point

KRYSSENDE ISSJURINGSSTRIPER, ØKENDE ANTALL HÅNER MED ØKENDE RELATIV ALDER.  
RELATIV ALDER IKKE FÅS LITTE  
Crossing glacial striations, increasing number of ticks indicate increasing relative age. Relative ages uncertain.

ISSJURINGSSTRIPER INNENFOR SEKTOREN  
Glacial striation within the sector

RUNDVA, OBSERVASJONSPUNKET I PULSPISSEN  
Pole moraine, the observation point in the snowhead

**OVERFLATEFORMER**  
Surface morphology

ELVE- ELLER BEKKEDENGLØJNING  
Fluvial channel

QJEL, UTTORMET AV ELV OVELLER BREELV  
Small canyon, fluviol and/or glacially eroded

RAVINE  
Gully

TERRASSEKANT  
Terrace edge

VETEFORM  
Fan

STRANDKULL  
Beach ridge

SKREKANT  
Scarp

RYGG  
Ridge

PLASTISKE FORMER I FJELLOVERFLATEN  
Plastically moulded bedrock surface

**ANDRE SYMBOLER**  
Other symbols

HØYT BLOKKHOLD I OVERFLATEN  
High frequency of boulders on the surface

SKJELLOKALITET  
Shale locality

MASSETAK I DRIFT  
Gravel in operation

**SUPPLERENDE UNDERSØKELSER AV LOSMASSENE**  
Supplementary investigations of the superficial deposits

RADIOCARBON DATERING MED REFERANSE  
Radiocarbon dating with reference

Referanse til dette kartet: Faib. A. 1 - 1988  
ØRLAND 1522 III, kvartærgeologisk kart - M. 1:50 000  
geotekniske og kartografiske  
Norges geologiske undersøkelse

### FARESONEKART KVIKKLEIRESKRED

Tegnforklaring:

- Kvikkleire påvist ved grunnboringer. Stabilitet ikke vurdert.
- Kvikkleire påvist ved grunnboringer. Stabilitetsvurderinger viser akseptabel sikkerhet for området skråningsvendelse.
- Grunnboringer ikke utført eller boringene er vanskelig å tolke.

Kartet inneholder og begrenset:

Kartet gir en oversikt over områder der termogrammer og resultater av grunnboringer angir potensial fare for kvikkleireskred.

Kartet omfatter bare potensielt skråningsvendende marine avsetninger større enn ca. 10 dekar med ravnere eller bratte skråninger høyere enn 10 meter eller med gjennomsnittshelling større enn 1:15.

Hvert skravert område angir det antatt maksimale areal for et eventyrlig skred. Skredmassens utløpsretning og skredomfang er det ikke vurdert.

Det er kun potensial fare for kvikkleireskred som er vurdert. Andre typer leirekred kan også forekomme. Disse vil imidlertid normalt fi et mer begrenset omfang, av størrelse innen noen få dekar.

Kartet gir ikke informasjon om eventuelle fundamentingsmessige problemer. Slike problemer kan oppstå innen skraverte så vel som ikke skraverte områder.

Kartet gir heller ikke opplysninger om den reelle faren for kvikkleireskred innenfor farenområdene. En nærmere fastleggelse av fare og faregrenser vil bare kunne skje ved detaljundersøkelser. Detaljundersøkelser vil ofte kreve omfattende felt- og laboratoriarbeid.

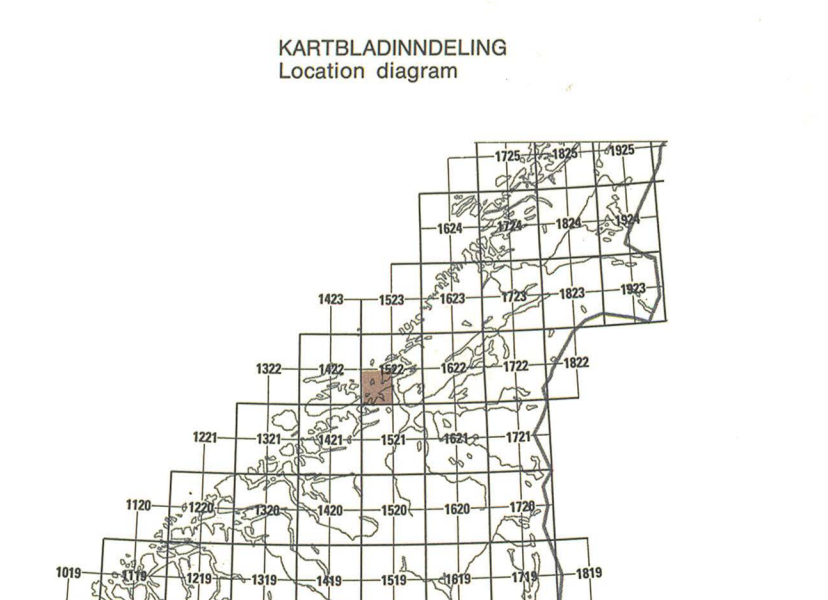
Innen de skraverte områdene forutsettes det at et skred termogrammessig inngrep, om enn lite, vurderes av teknisk sakkyndig før påbegynnelse. Eksempler på inngrep er graving av grøfter, bakkeplanering, utbygging, utlegging av vaser og deponering av masse. (Se egen retningsledning, vedlegg C i rapporten).

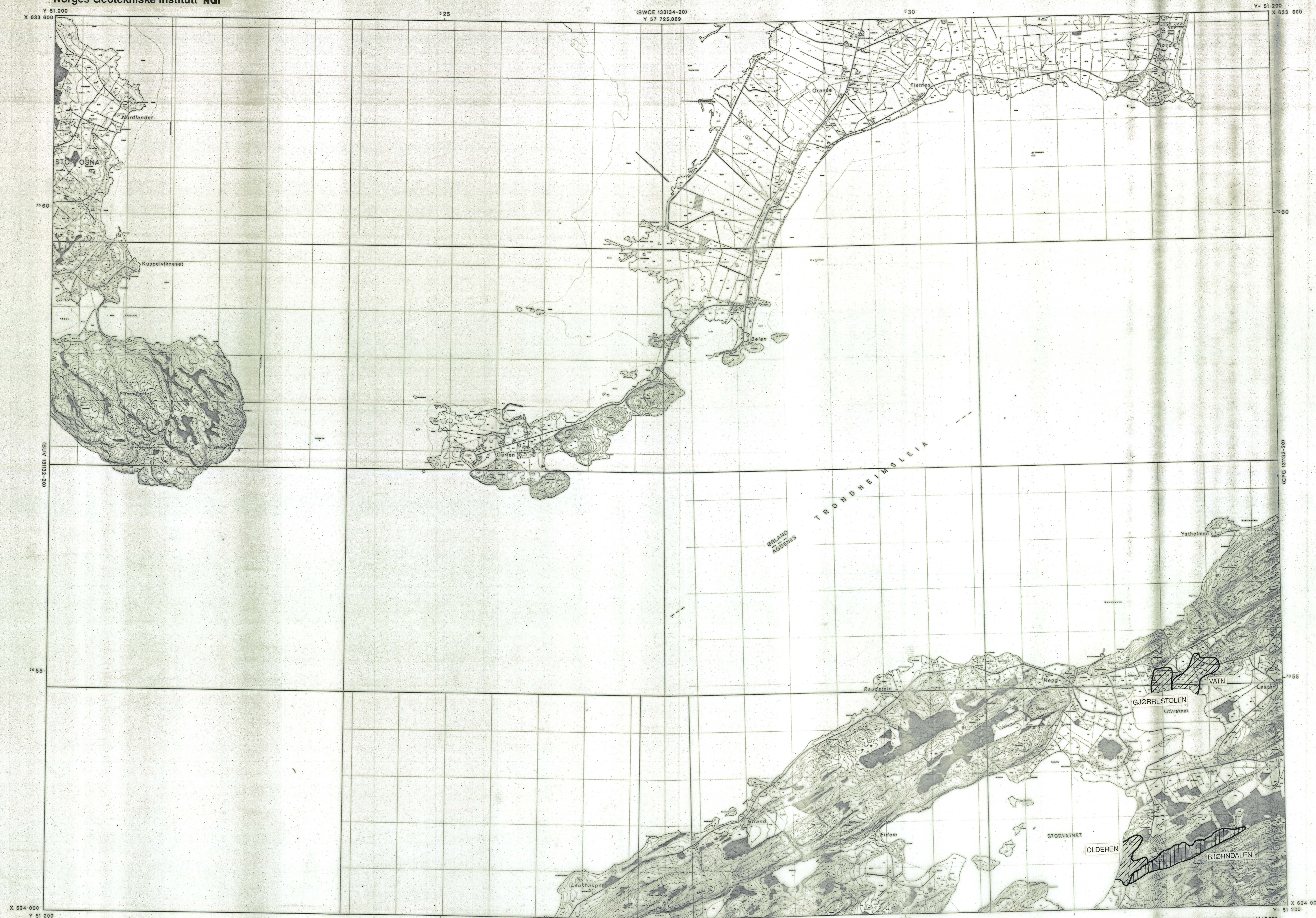
Utendør de skraverte områdene bør alle større inngrep vurderes av geoteknikk sakkyndig før påbegynnelse.

Målestokk 1:50000  
Ekvivalens 20 m

BRUK AV UTM RUTENETT FOR REFERANSEPUNKTER  
Instruction in using UTM grid for reference points

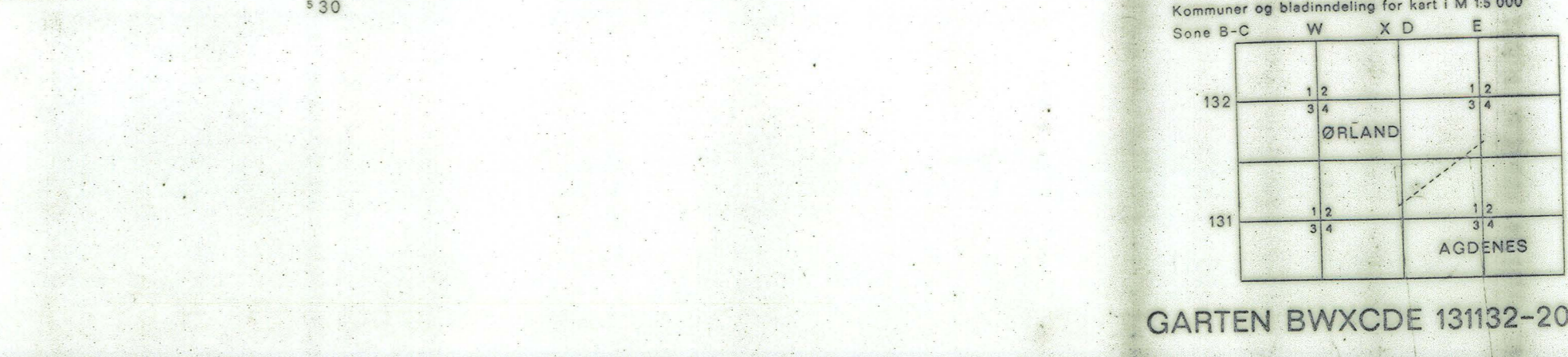
SONDETYPE	KARTREFERANSE	SONDETYPE	SONDETYPE	SONDETYPE
ØST ZONE	ØST ZONE	ØST ZONE	ØST ZONE	ØST ZONE
32V	32V	32V	32V	32V
NR	NR	NR	NR	NR





ØKONOMISK KARTVERK  
SØR-TRØNDELAG FYLKE  
Nedfotografert og sammensatt av 16 kartblad  
1:15 000 Orig. kartblad konstr. risset av  
FJELLANGER WIDERØE A/S  
Ester fotografier fra 1967/1969  
Grunntekst ikke rettslig bindende  
Utgitt av SØR-TRØNDELAG FYLKE 1975

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



950062-1  
Kartbilag 2