

RAPPORT

KARTLEGGING AV OMRÅDER MED  
POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED

RAPPORTEN OMFATTER KARTBLADET SKI,  
M = 1 : 50 000

Oppdragsgiver: Statens naturskadefond

880037-1

1 september 1989

NGI



RAPPORT

KARTLEGGING AV OMRÅDER MED  
POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED

RAPPORTEN OMFATTER KARTBLADET SKI,  
M = 1 : 50 000

Oppdragsgiver: Statens naturskadefond

880037-1

1 september 1989

Norges Geotekniske Institutt

# Norges Geotekniske Institutt

Norwegian Geotechnical Institute



RAPPORT

KARTLEGGING AV OMRÅDER MED  
POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED

RAPPORTEN OMFATTER KARTBLADET SKI,  
M = 1:50 000

Oppdragsgiver: Statens naturskedefond

880037-1

1 september 1989

## SAMMENDRAG

OMRÅDER MED POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED ER AVMERKET MED SKRAVUR PÅ KART I MALESTOKK 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 0.7 km<sup>2</sup> FORDELT PÅ 6 OMRÅDER. INNEN SKRAVERTE OMRÅDER BØR DET, FORUT FOR ENHVER BYGNINGSMESSIG VIRKSOMHET, TAS KONTAKT MED TEKNISK SAKKYNDIG FOR VURDERING AV BEHOVET FOR DETALJERTE GEOTEKNISKE UNDERSØKELSER OG/ELLER STABILISERENDE TILTAK.

for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Odd Gregersen

Per Tuft

Arbeid også utført av: Else Motzfeldt

PT/RBjH

Postal Address:  
P.O.B. 40 Tåsen  
N-0801 Oslo 8  
Norway

Street Address:  
Sognsveien 72  
Oslo

Telephone:  
National  
(02) 23 03 88  
International  
+ 47 2 23 03 88

Telex:  
19787 ngi n

Facsimile:  
National  
(02) 23 04 48  
International  
+ 47 2 23 04 48

Postal Giro  
Account No.  
5 16 06 43

Bankers:  
Bergen Bank  
Account No.:  
5096.05.01281

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 880037-2. 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 skredmasseres utløpsdistanse og skadeomfang i forbindelse med det foreliggende prosjekt.

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: Lysern, Askim, Våler, kfr. kartbilag 2-4 i Vedlegg A.

På de andre kartbladene, hvor det ikke er funnet områder med kvikkleire, er det ingen skraverte områder, og kartene er således ikke tatt med i rapporten.

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 (betingelser 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. enkeltvis 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 naturskadefond's 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.

LISTE OVER VEDLEGG:

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

## VEDLEGG A - BESKRIVELSE AV SKRAVERTE OMRADER

INNHold:

1. KARTBLAD LYSERN .....	s. A2
Krokerudalen .....	s. A2
Vaglen .....	s. A2
2. KARTBLAD ASKIM .....	s. A3
Ramstad .....	s. A3
Østvet .....	s. A3
Presthagen .....	s. A3
3. KARTBLAD VALER .....	s. A4
Skårnes .....	s. A4

FIGURER:

- Fig. A1:           Oversikt over kartblad, M = 1 : 50 000,  
                  på Østlandet som omfattes av kartleggingen.
- Fig. A2:           Oversikt over inndeling av vedlagte kartblader,  
                  M = 1 : 20 000 relativt til M = 50 000.

KARTBILAG:

- |   |              |
|---|--------------|
| 1. Faresonekart, kvikkleire. Kartblad Ski     | M = 1:50 000 |
| 2. Faresonekart, kvikkleire. Kartblad Lysern, | M = 1:20 000 |
| 3. Faresonekart, kvikkleire. Kartblad Askim,  | M = 1:20 000 |
| 4. Faresonekart, kvikkleire. Kartblad Våler,  | 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, Ski i målestokk 1:50 000, kfr. kartbilag 1. De samme områdene er også avmerket på kvartærgeologiske/topografiske kart i målestokk 1:20 000, og beskrivelsen av områdene følger denne kartbladindelingen, kfr. kartbilag nr. 2-4.

## 1. KARTBLAD LYSERN

### Krokerudalen (0.06 km<sup>2</sup>)

Koordinater: X 185800 - Y 16700

Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, flyfoto, topografisk kart, befaring, boring (dreie-trykksondering nr. 2)

Området består av et mindre platå med skråninger ned mot raviner i nord og sør, og mot Hobølelva i vest. I bakkant er det fjell i dagen. Skråningene har en høyde på 20-30 m.

Boring nr. 2 er ført ned til fjell i ca. 44 m dybde. Det er kvikkleire fra ca. 8 m og ned til 42 m dybde.

### Vaglen (0.05 km<sup>2</sup>)

Koordinater: X 186100 - Y 17200

Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, flyfoto, topografisk kart, befaring, boring (dreie-trykksondering nr. 3)

Området består av et mindre platå på sydøst-siden av Hobølelva. Høydeforskjellen ned til elva er ca. 30 m.

Det er en ravine mot nord og fjell i dagen i syd.

Boring nr. 3 indikerer kvikkleire fra ca. 6 m dybde og ned til fjell i ca. 11 m dybde.

## 2. KARTBLAD ASKIM

### Ramstad (0.28 km<sup>2</sup>)

Koordinater: X 182000 - Y 21200

Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, flyfoto, topografisk kart, befaring, boring (dreie-trykksondering nr. 7)

Området består av et jevnt hellende terreng, med høydeforskjell på ca. 25 m.

Området er begrenset av bekkeraviner i nord, vest og syd.

Boring nr. 7 er ført ned til fjell i ca. 15 m dybde, og det er kvikkleire mellom 6 og 13 m dybde.

### Østveit (0.10 km<sup>2</sup>)

Koordinater: X 181500 - Y 21200

Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, flyfoto, topografisk kart, befaring, boring. (Dreie-trykksondering nr. 8)

Området ligger like syd for foregående område og terrenget er jevnt hellende.

Boring nr. 8 indikerer kvikkleire fra 6 m dybde og ned til fjell i ca. 14 m dybde.

### Presthagen (0.08 km<sup>2</sup>)

Koordinater: X 176200 - Y 19600

Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, flyfoto, topografisk kart, befaring, boring (dreie-trykksondering nr. 13)

Området består av et mindre platå med skråninger på ca. 20 m mot sør og vest.

Boring nr. 13 indikerer kvikkleire fra ca. 3 m og ned til fjell i 8 m dybde.

### 3. KARTBLAD VALER

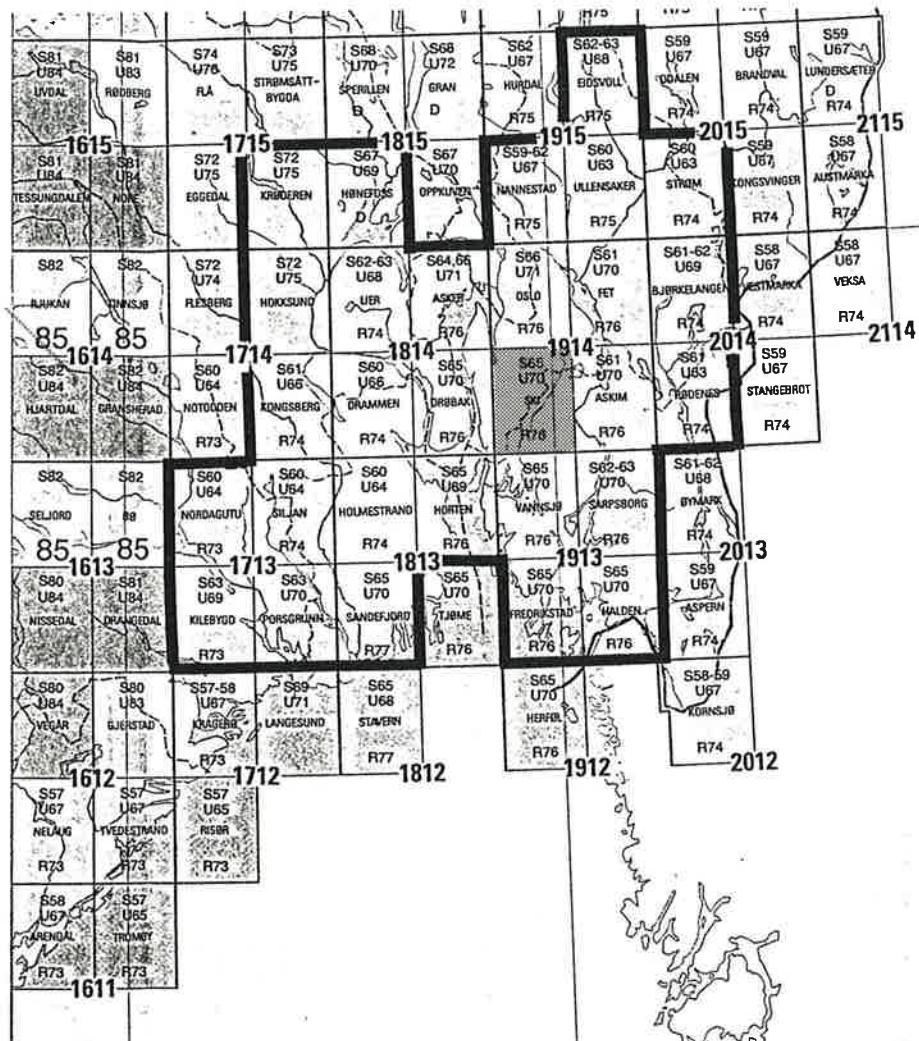
Skårnes (0.14 km<sup>2</sup>)


Koordinater: X 167300 - Y 6700

Vurderingsgrunnlag: Kwartærgeologisk kart, flyfoto, topografisk kart,  
befaring, boring (dreie-trykksondering nr. 19)

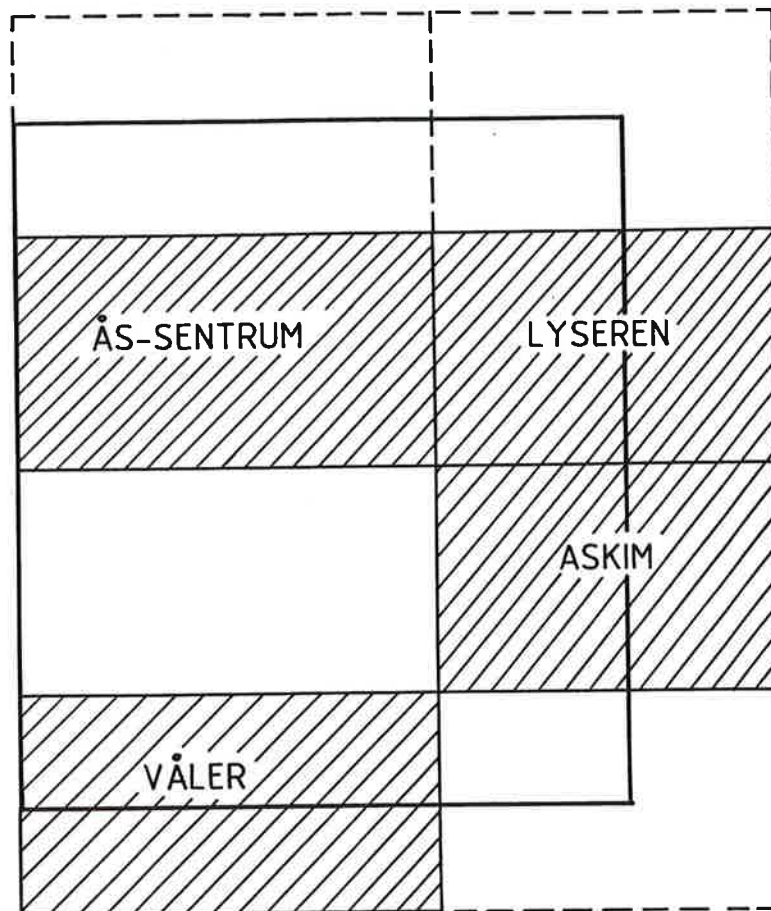
Området består av et platå med skråninger på 10-15 m ned mot Hobølelva i syd og vest.

Boring nr. 19 indikerer kvikkleire i fra 4 m dybde og ned til ca. 16 m dybde. Boringen er avsluttet på fjell i 18.5 m dybde.



<p>KARTLEGGING AV KVIKKLEIREOMRÅDER</p>	<p>Rapport nr. 880037-1</p>	<p>Figur nr. A1</p>
	<p>Tegner <i>[Signature]</i></p>	<p>Dato 89-10-03</p>
<p>Oversikt over kartblad, M = 1 : 50 000, på Østlandet som omfattes av kartleggingen</p>	<p>Kontrollert <i>[Signature]</i></p>	
	<p>Godkjent</p>	





Kartblad 1914 III, Ski, M = 1 : 50 000



Topografiske kart (økonomisk kartverk), M = 1 : 20 000

### KARTLEGGING AV KVIKKLEIREOMRÅDER

Oversikt over inndeling av vedlagte kartblader,  
M = 1 : 20 000 relativt til M = 50 000

Rapport nr.  
880037-1

Figur nr.  
A2

Tegner  
*Ali*

Dato  
89-09-29

Kontrollert  
*[Signature]*

Godkjent



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 KVARTÆRGEOLOGISKE FORHOLD,  
VURDERING AV OMRÅDENES TOPOGRAFI OG TOLKNING AV ENKLE FELTUNDER-  
SØKELSER

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 ( $3,8^\circ$ ) 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  $0,15 \times$  effektivt overlagingstrykk).

På denne bakgrunn er følgende topografiske kriterier benyttet i kartleggingen:

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

En prinsippskisse av disse to situasjonene er vist på Fig. B 01.

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.

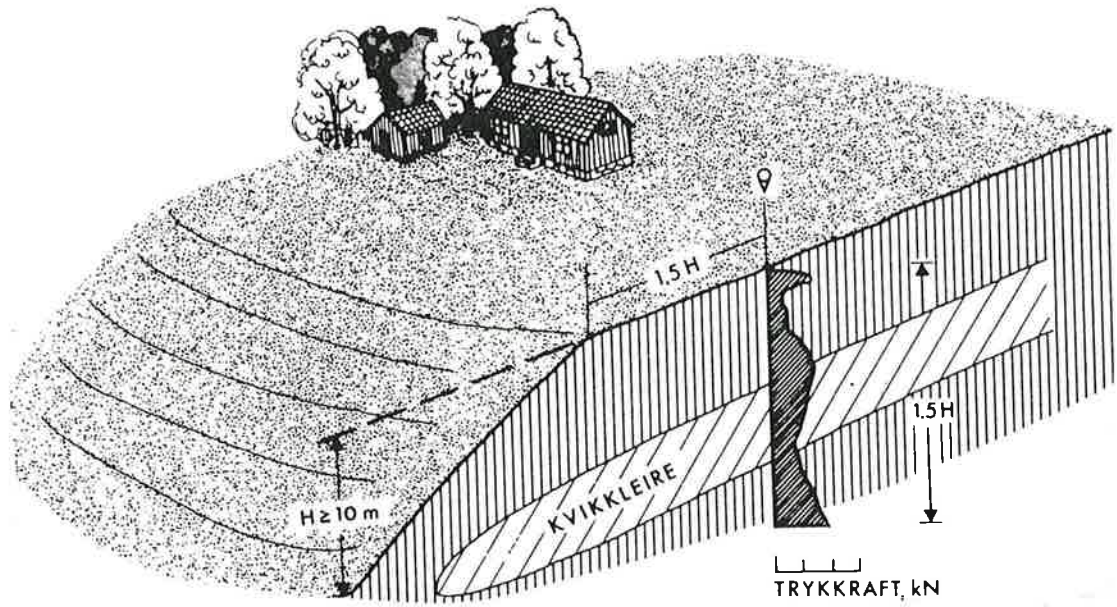


I ravineterreng plasseres boringen i en avstand av  $1,5 \times H$  (ravinehøyden) innenfor topp skråning, og avsluttes i en dybde av  $1,5 \times H$  under terrengnivå, se Fig. B 01. Ved en slik plassering vil store kvikkleireforekomster, som kan lede til store skred, bli lokalisert. Mindre soner kan 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.

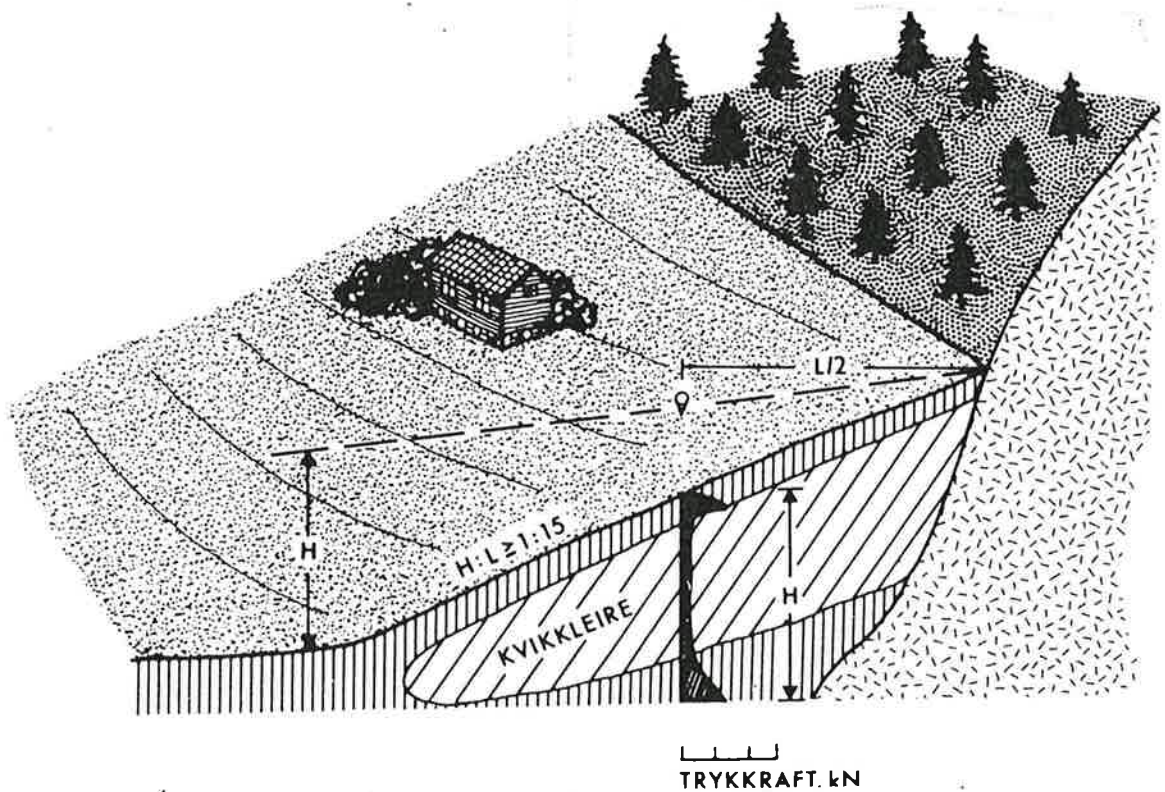
I naturlig hellende terreng plasseres boringen midt i skråningen og avsluttes i en dybde tilsvarende skråningshøyden. Også i dette tilfellet kan små kvikkleiresoner og dypereliggende kvikkleiresoner bli oversett ved kartleggingen.

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

## KARTLEGGING AV KVIKKLEIREOMRÅDER

Prinsippskisse som viser plassering av boring i ravineområdet og naturlig skrånende terreng

Rapport nr.  
880037-1

Figur nr.  
B1

Tegner

Dato  
89-10-03

Kontrollert

Godkjent



NGI



VEDLEGG C - RETTLEDNING OM UTFØRING AV MINDRE TERRENGINNGREP I OMRADER  
MED POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED

INNHOLD:

1. FORMÅL MED OG BEGRENSNING AV RETTLEDNINGEN .....	C2
2. GRAVING AV GRØFTER .....	C3
2.1 Grøfter i ravinert terreng .....	C4
2.2 Grøfter i jevnt hellende terreng .....	C5
3. BAKKEPLANERING .....	C5
3.1 Stabilitetsforhold etter ferdig planering .....	C6
3.2 Stabilitetsforhold under planeringsarbeidet .....	C8
4. NY BEBYGGELSE .....	C10
4.1 I ravinert terreng .....	C10
4.2 I jevnt hellende terreng .....	C10
5. ANLEGG AV VEIER .....	C11
5.1 I ravinert terreng .....	C11
5.2 I jevnt hellende terreng .....	C11
6. DEPONERING AV MASSER .....	C11



## 1. FORMAL MED OG BEGRENSNING AV RETTLEDNINGEN

VED MINDRE TERRENGINNGREP (GRAVING, FYLLING, 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 UTTALELSE.

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 Hornneskilen i 1983, 20 dekar (utløst ved oppfylling).

### 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

\* "Kvikkleireskred"  
Skred som utvikles hurtig og som ofte omfatter store arealer hvor rasmassene gjerne blir flytende

\*\* "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"\* 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 laboratoriearbeider.

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.

**I DET ETTERFØLGENDE ER INNVIRKNINGEN PÅ STABILITETSFORHOLDENE 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**

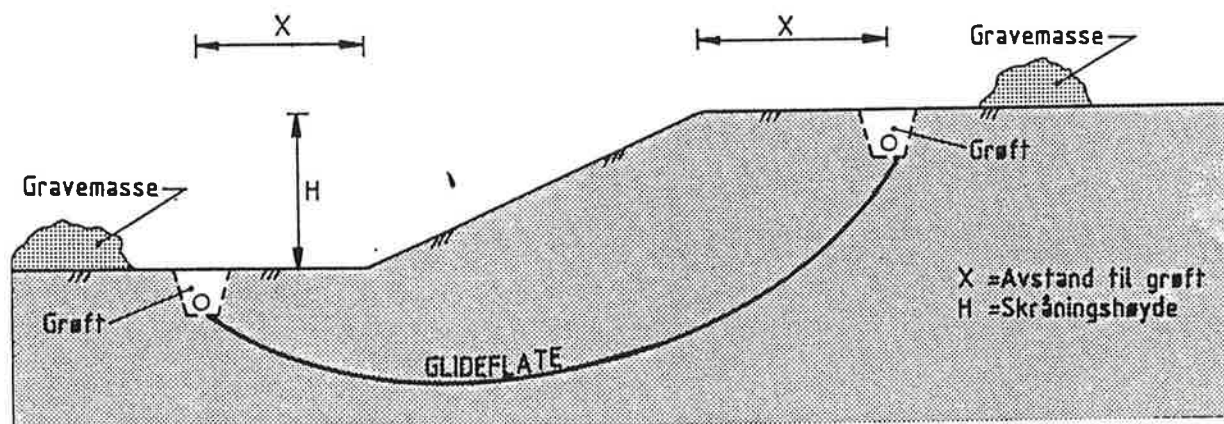
## 2. GRAVING AV GRØFTER

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 grøftearbeidene henvises til "Forskrifter ved graving og avstiving av grøfter", utgitt av Statens arbeidstilsyn.

\* "Jevnt fallende terreng"  
Fellesbetegnelse på lange, slake skråninger. Skråningshelningen er mindre enn for "raviner", som oftest vesentlig slakere.

## 2.1 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.



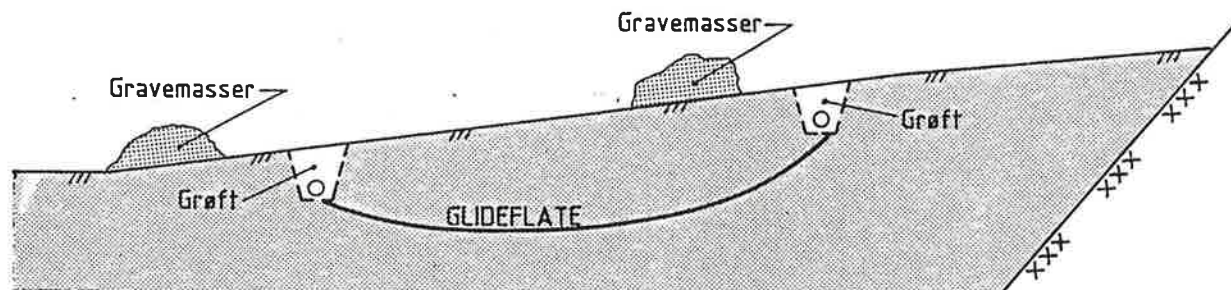
Figur C1 Ved graving av grøfter i fot og topp av bratte leirskråninger bør gravemassene plasseres vekk fra skråningen

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

- 2.1.1  $X > 4H$ : Innvirkningen på skråningsstabiliteten vil være av liten betydning. Grøfter, inntil 2 m dype, kan etableres uten spesielle tiltak.
- 2.1.2  $4H > X > 2H$ : 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.
- 2.1.3  $X < 2H$ : Innvirkningen på skråningsstabiliteten er stor. Grøfter frarådes utført uten kontakt med geoteknisk sakkyndig. Se for øvrig pkt. 2.2.1 "Lukking av bekker".
- 2.1.4 I skråningens koteretning: Innvirkningen på skråningsstabiliteten er meget stor. Grøfter frarådes utført uten kontakt med geoteknisk sakkyndig.
- 2.1.5 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.

## 2.2 Grøfter i "jevnt hellende terreng"

Graving av grøfter vil ha en ugunstig innvirkning på sikkerheten. Forverring 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 tilnærmert uavhengig av om plasseringen er langt nede eller høyt oppe i skråningen.

2.2.1 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. Gravemassene plasseres nedenfor grøften og i avstand fra denne tilsvarende minst 2 x grøftedybden.

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

## 3. BAKKEPLANERING

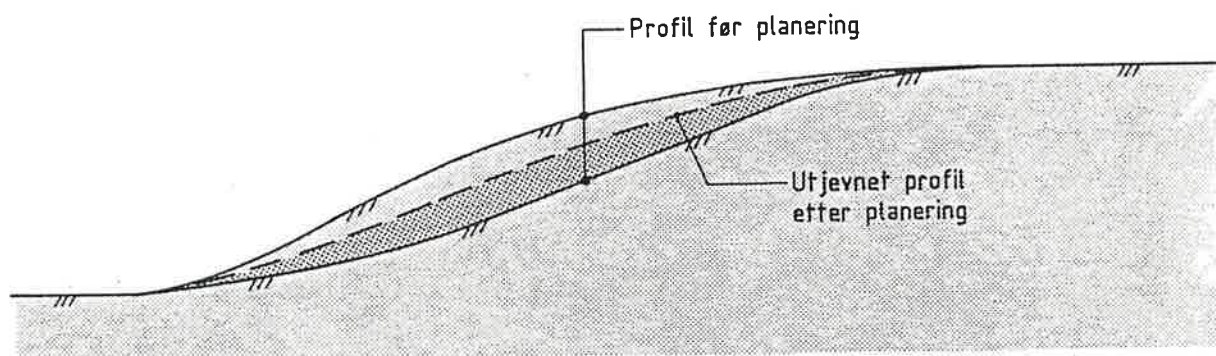
Dette avsnittet omhandler planeringsarbeider, med massevolum mindre enn 1000 m<sup>3</sup> eller areal mindre enn 10 dekar. Arbeider som faller utenfor nevnte kriterier forutsettes forelagt geoteknisk sakkyndig til uttalelse. Likeledes forutsettes det at alle permanente planeringsarbeider skal resultere 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 stabilitetsforverring.

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.

### 3.1 Stabilitetsforhold etter ferdig planering

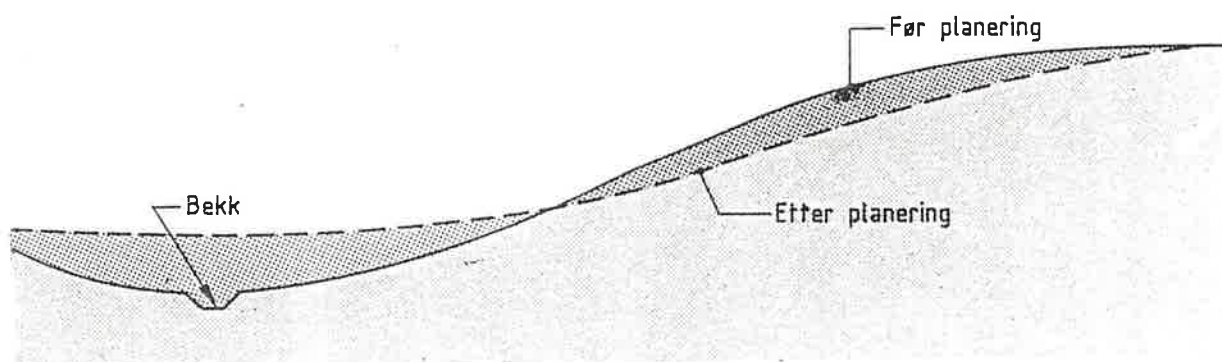
#### 3.1.1 Utjevning av mindre lokale rygger og søkk ved sideveis forskyvning av masser.



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

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

#### 3.1.2 Nedskjæring av topper og oppfylling av daler

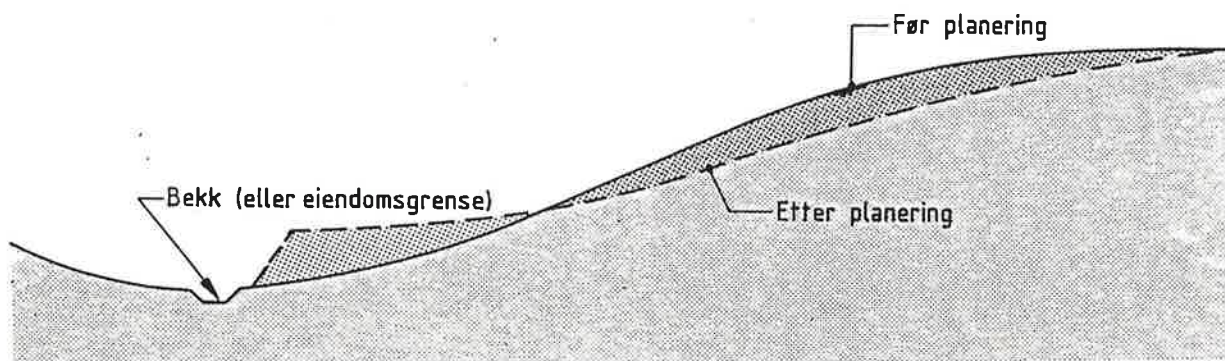


Figur C4 Planering ved oppfylling av dalbunnen forbedrer stabiliteten



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.

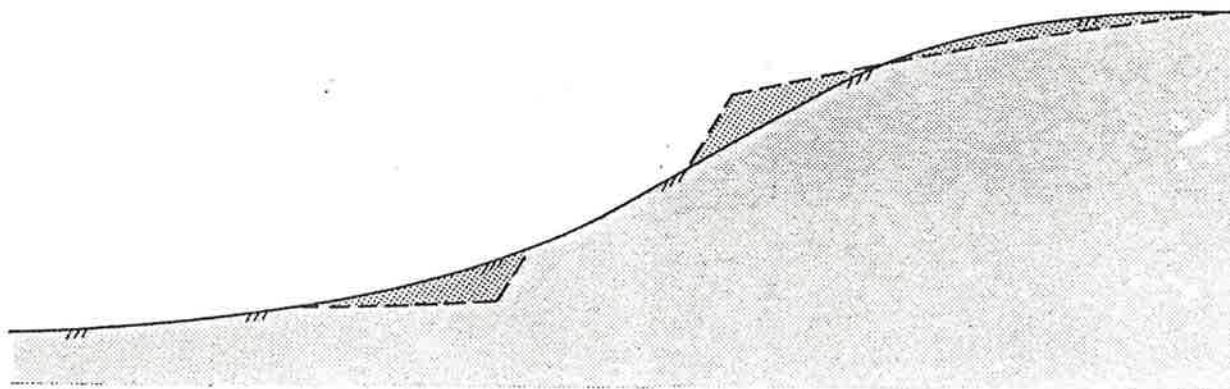
### 3.1.3 Oppfylling som avsluttes mot bekkeløp, eiendomsgrense o.l. i bunn av ravine



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

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

### 3.1.4 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.

### 3.2 Stabilitetsforhold under planeringsarbeidet

Ved bakkeplaneringsarbeider tar man generelt sikte på nedskjæring av høyereliggende 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.

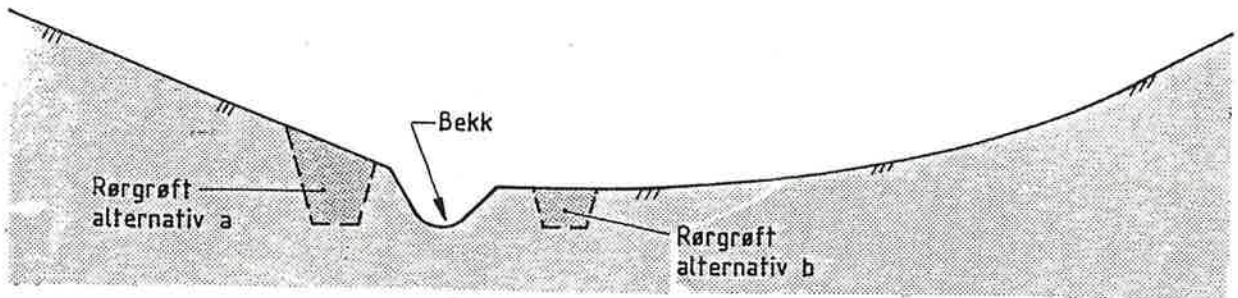
Ofte vil faren for skred være størst i forbindelse med utførelsen av selve planeringsarbeidene. Faktum er at i de fleste tilfeller der bakkeplanering har medført skred, har skredene skjedd som følge av midlertidig stabilitetsforverring under flytting av jordmasser. Det er derfor nødvendig at slike arbeider 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.

#### 3.2.1 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.

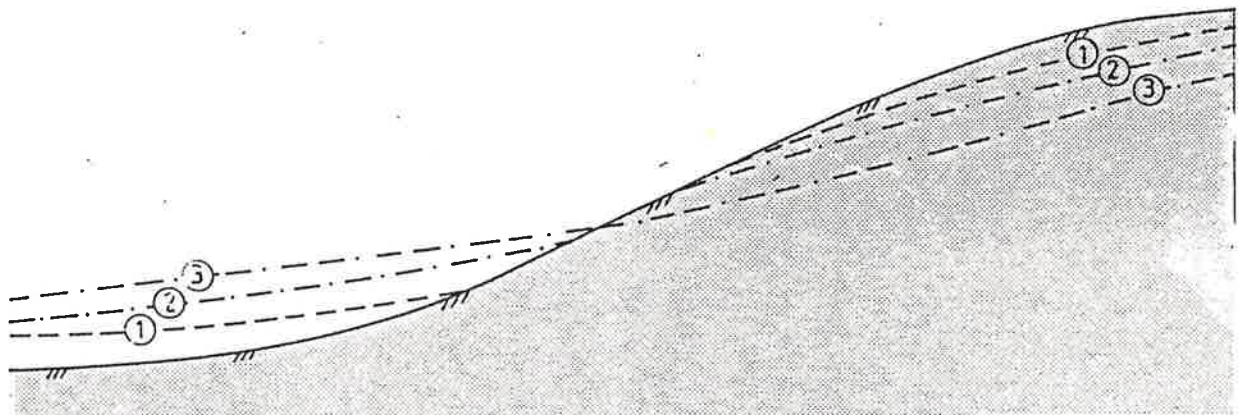
Det kan være ønskelig å rette ut rørgrøften i forhold til bekketraséen. Dette kan gjøres dersom en unngår undergraving av skråningen. Ved undergraving av skråningen på kortere eller lengre partier bør geoteknisk sakkyndig kontaktes, se Fig. 7 a og b. Se også Pkt. 2 GRAVING AV GRØFTER.



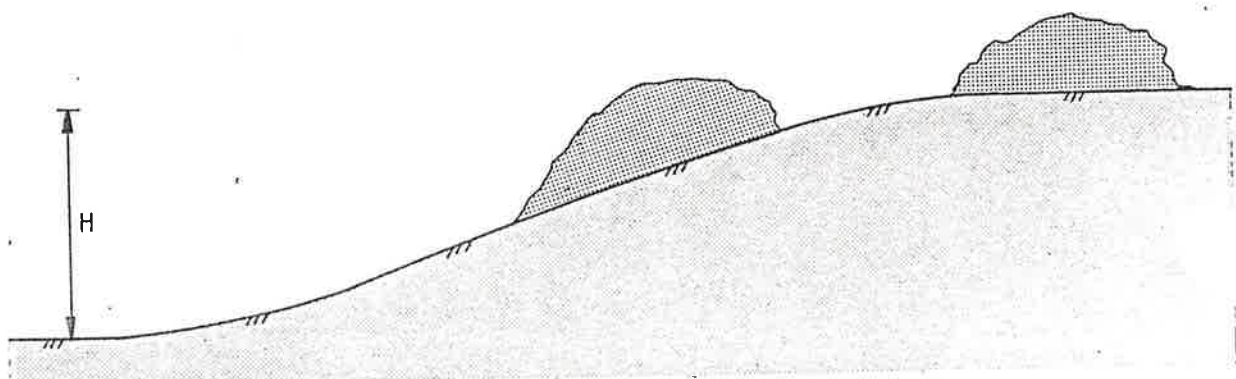
Figur C7 Lukking av bekkeløp. Rørgrøftalternativ "a" reduserer sikkerheten vesentlig og betinger vurdering av geoteknisk sakkyndig. Alternativ "b" har liten innvirkning på sikkerheten og kan gjennomføres.

### 3.2.2 Masseforflytting

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

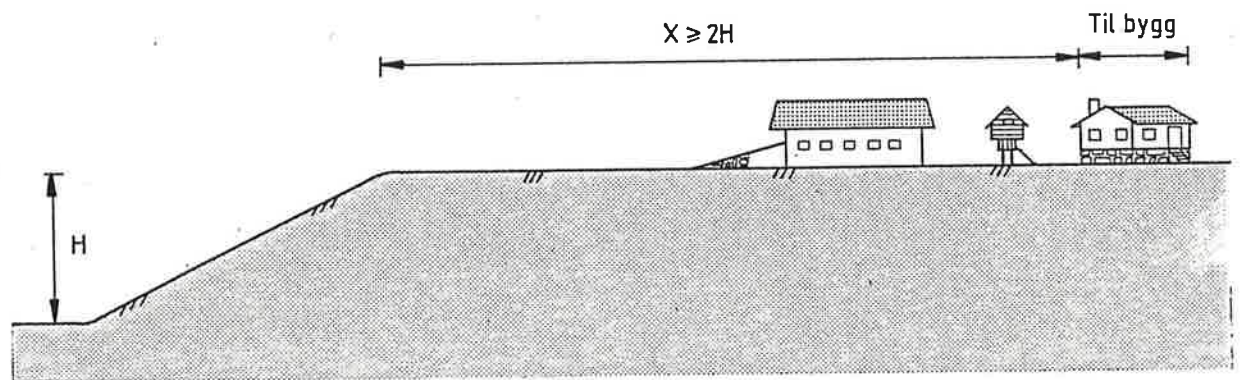


Figur C9 Massedepoter i og ved skråning bør unngås



#### 4. 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.

##### 4.1 I ravinert leirterreng

I ravinert leirterreng, se Figur 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.

##### 4.2 I jevnt hellende terreng

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



## 5. ANLEGG AV VEIER

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

### 5.1 I ravinert leirterreng

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

### 5.2 I jevnt hellende terreng

Veitrasêer bør helst legges i terrengets fallretning. Veier 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.

## 6. DEPONERING AV MASSER

De skraverete 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 avsnittet for BAKKEPLANERING, hvor aktuelle fremgangsmåter er skissert.



V E D L E G G D - REFERANSELISTE



## REFERANSELISTE

Norges Geotekniske Institutt (1985)  
Rettledning ved små inngrep i/ved skråninger i kvikkleire.  
Vedlegg til "Faresonekart, kvikkleire".  
Oppdragsrapport til Statens naturskadefond.  
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.

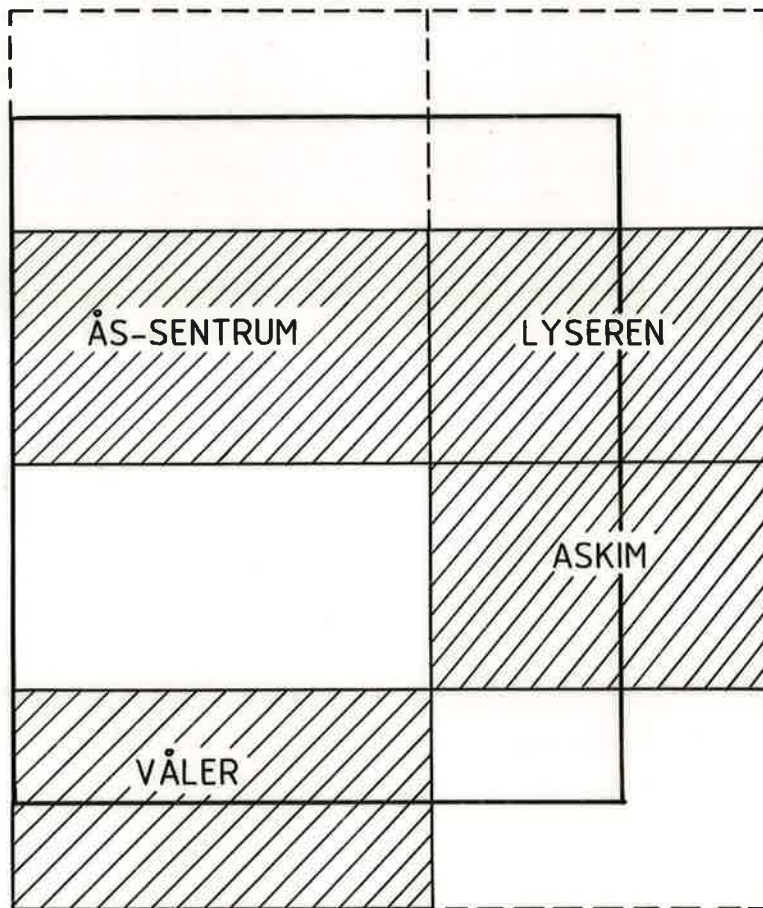
# dokumentkontrollside

<b>Oppdragsgiver / Prosjekt</b> <p style="text-align: center;">Statens naturskadefond</p> Kontraktnr.  NGIs prosjektnr.                    880037 - Ski		<input checked="" type="checkbox"/> NS-ISO 9001 <input type="checkbox"/> NS-ISO 9002 <input type="checkbox"/> NS-ISO 9003 <input checked="" type="checkbox"/> Egen kontroll Sign. <i>P.T.</i>					
<b>Dokumenttittel</b> <p style="text-align: center;">Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred</p> Utarbeidet av		Dokument nr. <p style="text-align: center;">880037-1</p> Dato <p style="text-align: center;">89.09.01</p>					
Skal kontrollers av: Sign. .....	Kontrolltype	Dokument		Revisjon 1		Revisjon 2	
		Godkjent		Godkjent		Godkjent	
		Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign.
	Helhetsvurdering*						
	Språk						
	Logisk						
	Teknisk - <i>skjønn</i>						
	- total						
	- tverrfaglig						
	Utforming						
PT	Slutt	30/5-90	<i>P.T.</i>				
JS	Kopiering	20/6-90	<i>J.S.</i>				
* Gjennomlesning av hele rapporten og skjønnsmessig vurdering av innhold og presentasjonsform.							
<b>Dokument godkjent for utsendelse</b>		Dato	Sign.				

# referanseside · documentation page



Rapportnummer / Report No. 880037 - Ski	<input checked="" type="checkbox"/> Rapport Report <input type="checkbox"/> Intern rapport Internal Report
Rapporttittel / Report title Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Rapporten omfatter kartbladet Ski, M = 1:50 000  Oppdragsgiver / Client Statens naturskadefond  Prosjektleder / Project Manager Odd Gregersen  Utarbeidet av / Prepared by Per Tuft	<b>Distribusjon / Distribution</b> <input type="checkbox"/> Fri Unlimited <input type="checkbox"/> Begrenset Limited <input type="checkbox"/> Ingen None  Dato / Date 89.09.01  Revisjon / Revision  Sider / Pages
Emneord / Keywords	
<b>Geografiske opplysninger / Geographical information</b>	
<b>Landområder / Onshore</b> Land, fylke / Country, County Norge, Akershus, Østfold Kommune / Municipality Frogn, Enebakk, As, Ski, Vestby, Hobøl, Spydeberg, Våler, Skiptvedt Sted / Location  Kartblad / Map 1914 III - Ski UTM-koordinater / UTM-coordinates NL 791 973 PM 256 177	<b>Havområder / Offshore</b> Havområde / Offshore area  Feltnavn / Field name  Sted / Location  Felt, blokknr. / Field, Block No.



Kartblad 1914 III, Ski, M = 1 : 50 000



Topografiske kart (økonomisk kartverk), M = 1 : 20 000

### KARTLEGGING AV KVIKKLEIREOMRÅDER

Oversikt over inndeling av vedlagte kartblader,  
M = 1 : 20 000 relativt til M = 50 000

Rapport nr.  
880037-1

Figur nr.  
A2

Tegner  
*Ali*

Dato  
89-09-29

Kontrollert

Godkjent



NGI











