

NGU Rapport 2000.032

Skredfarekartlegging i Tomrefjorden,
Møre og Romsdal

| | | | | |
|---|----------------------------|--|--|--|
| Rapport nr.: 2000.032 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen | |
| Tittel: Skredfarekartlegging i Tomrefjorden, Møre og Romsdal | | | | |
| Forfatter: Lars Harald Blikra og Einar Anda | | Oppdragsgjevar: NGU, Møre og Romsdal fylkeskommune og Vestnes kommune | | |
| Fylke: Møre og Romsdal | | Kommune: Vestnes | | |
| Kartblad (M=1:250.000) | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1220 II Vestnes | | |
| Forekomstens navn og koordinater: | | Sidetal: 20 | Pris: 110 | |
| | | Kartbilag: 3 | | |
| Feltarbeid utført: mai 1998 | Rapportdato: 18.04 2000 | Prosjektnr.: 2689.00 | Ansvarleg: <i>Bjørn Bergstrøm</i> Bjørn Bergstrøm | |
| <p>Samandrag:</p> <p>NGU har i samarbeid med Møre og Romsdal fylkeskommune utført skredfarekartlegging langs austsida av Tomrefjorden. Dette er eit testprosjekt for å sjå korleis ein kan bruka geologiske metodar for ei betre estimering av skredfare. Kartlegginga syner at skredsonene kan gjerast meir detaljerte samanlikna med det som er gjort tidlegare.</p> <p>Området er prega av ei rekkje historiske og førhistoriske jordskred og flaumskred (vass-, jord- og steinmassar). Slike skred representerer også det største farepotensialet. Elles kan det gå sørpeskred (vassrike snøskred) og flaum langs og dels utover elvene og bekkene i området. Det er også fare for snøskred i delar av området, særleg i eit parti sør for Kvennåna.</p> <p>Mellom 40 og 50 hus er vurdert til å ha eit farenivå (nominelt sannsyn for skred) som er over $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år. Det vil seie at vi kan rekna med at kvart av desse husa kan bli råka av skred oftare enn ein gong kvart 333 år, i gjennomsnitt. Vidare ligg fleire bustadhus innafor eit farenivå på 10^{-3} pr. år (skred oftare enn ein gong kvart 1000 år). Eit bustadområde med om lag 15 hus som tidlegare er vurdert til å liggja innafor farenivået $3 \cdot 10^{-3}$, er vurdert til også å liggja utanfor farenivået på 10^{-3}.</p> <p>Vi tilrår at kommunen lager ein plan for skred- og flaumsikring. Norges Geotekniske Institutt har tidlegare foreslått sikringstiltak i området. Sidan flaumfaren er stor langs mange av elvene rår vi til at kommunen tar kontakt med NVE. Eksisterande drift og vidare planar for masseuttak og skogsbilvegar i området bør sjåast i samanheng med sikringstiltaka.</p> | | | | |
| Emneord: | Skred | Skredfare | Risiko | |
| | Jordskred | Snøskred | Skredsikring | |
| | Flaum | Flaumfare | Flaumsikring | |

INNHold

| | |
|---|-----------|
| 1. INNLEIING | 5 |
| 2. METODAR OG LOVGRUNNLAG | 6 |
| 2.1 GEOLOGISK KARTLEGGING OG GRAVINGAR..... | 6 |
| 2.2 INTERVJU..... | 6 |
| 2.3 SKREDFARE – SIKKERHETSKRAV FOR BYGGJEGRUNN..... | 7 |
| 3. SKREDTYPAR..... | 7 |
| 3.1 SNØSKRED | 7 |
| 3.2 LAUSMASSESKRED (JORDSKRED OG FLAUMSKRED)..... | 8 |
| 3.3 STEINSPRANG OG FJELLSKRED | 8 |
| 3.4 FLAUM..... | 8 |
| 4. HISTORISKE KJELDER OG EKSISTERANDE SKREDRAPPORTAR..... | 8 |
| 5. GEOLOGISK KARTLEGGING/DOKUMENTASJON..... | 9 |
| 5.1 OMRÅDE 1. ORFONNA – KROGSBAKKEN..... | 10 |
| 5.2 OMRÅDE 2. GJERDE - GRØTRYGGBAKKEN | 10 |
| 5.3 OMRÅDE 3. LØVOLLSELVA NORD | 11 |
| 5.4 OMRÅDE 4. LØVOLLSELVA SØR..... | 12 |
| 5.5 OMRÅDE 5. LANGSTEIN..... | 12 |
| 5.6 OMRÅDE 6. KVENNÅNA OG SØROVER..... | 13 |
| 5.7 OMRÅDE 7. TEIGANE..... | 14 |
| 5.8 OMRÅDE 8. FOSSÅNA-REITBUKTA..... | 15 |
| 6. SKRED- OG FLAUMFARE | 15 |
| 6.1 OMRÅDE 1. ORFONNA – KROGSBAKKEN..... | 15 |
| 6.2 OMRÅDE 2. GJERDE - GRØTRYGGBAKKEN | 15 |
| 6.3 OMRÅDE 3. LØVOLLSELVA NORD | 15 |
| 6.4 OMRÅDE 4. LØVOLLSELVA SØR..... | 16 |
| 6.5 OMRÅDE 5. LANGSTEIN..... | 16 |
| 6.6 OMRÅDE 6. KVENNÅNA OG SØROVER..... | 17 |
| 6.7 OMRÅDE 7. TEIGANE..... | 17 |
| 6.8 OMRÅDE 8. FOSSÅNA-REITBUKTA..... | 17 |
| 7. SIKRINGSTILTAK – SKRED OG FLAUM..... | 17 |
| 7.1 BÅRSNESET – KLASGARDEN, OMRÅDE 1 | 17 |
| 7.2 GRØTRYGGBAKKEN (SNØSKRED OG JORDSKRED), OMRÅDE 2..... | 18 |
| 7.3 LØVOLLSELVA NORD (JORDSKRED/FLAUMSKRED OG FLAUM), OMRÅDE 3..... | 18 |
| 7.4 LØVOLLSELVA SØR (JORDSKRED/FLAUMSKRED OG FLAUM), OMRÅDE 4..... | 18 |
| 7.5 LANGSTEIN (JORDSKRED/FLAUMSKRED OG FLAUM), OMRÅDE 5..... | 18 |
| 7.6 KVENNÅNA OG SØROVER (SNØSKRED OG JORDSKRED), OMRÅDE 6..... | 18 |
| 7.7 FOSSÅNA-REITBUKTA (JORDSKRED/FLAUMSKRED OG FLAUM), OMRÅDE 7 | 18 |
| 7.8 STORE TOMRA (SNØSKRED)..... | 18 |
| 7.9 SKOGSBILVEG OG MASSETAK..... | 19 |
| 7.10 PRIORITERING AV OMRÅDER FOR SIKRING | 19 |
| 8. KONKLUSJONAR | 19 |
| 9. REFERANSAR..... | 20 |

KARTVEDLEGG

Kartvedlegg 1. Skredgeologisk kart over Tomrefjorden. Målestokk 1:10 000.

Kartvedlegg 2. Overløpshøgder langs bekker og elver. Målestokk 1:10 000.

Kartvedlegg 3. Skredfarekart over Tomrefjorden. Målestokk 1:10 000.

1. INNLEIING

Etter avtale med Vestnes kommune har Norges geologiske undersøkelse (NGU) i samarbeid med Møre og Romsdal fylkeskommune gjort ei skredfarekartlegging i Tomrefjorden (brev av 10.07.97 og 17.12.98), sjå figur 1. Kontaktperson i Vestnes kommune har vore bygningsjef Jostein Bø.

Det er tidlegare utført skredfarevurderingar i dette området (Norges Geotekniske Institutt 1977a, 1977b, 1978, 1982). Skredfarekartet fra 1982 viser at store områder ligg innafør eit nominelt sannsyn for skred på meir enn $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år (skredfrekvens 333 år), Norges Geotekniske Institutt (1982). Dei nye undersøkingane syner at ein kan nyansera skredfaren i dei ulike områda.

Det er utført detaljert skredgeologisk kartlegging i området for å dokumentera dei ulike skredtypane som kan opptre og for å verifisera skredbanar og moglege utløpsområde for skred. Vidare er det utført gravearbeider (groper) for å kunna sei noko meir om skredtypar og skredfrekvens. 10 dateringar av plantemateriale er utført for å bestemma alder på dei ulike skredhendingane (Laboratoriet for radiologisk datering ved NTNU i Trondheim). Det er ikkje gjort nye analysar av rekkjevidde av snøskred i denne rapporten.

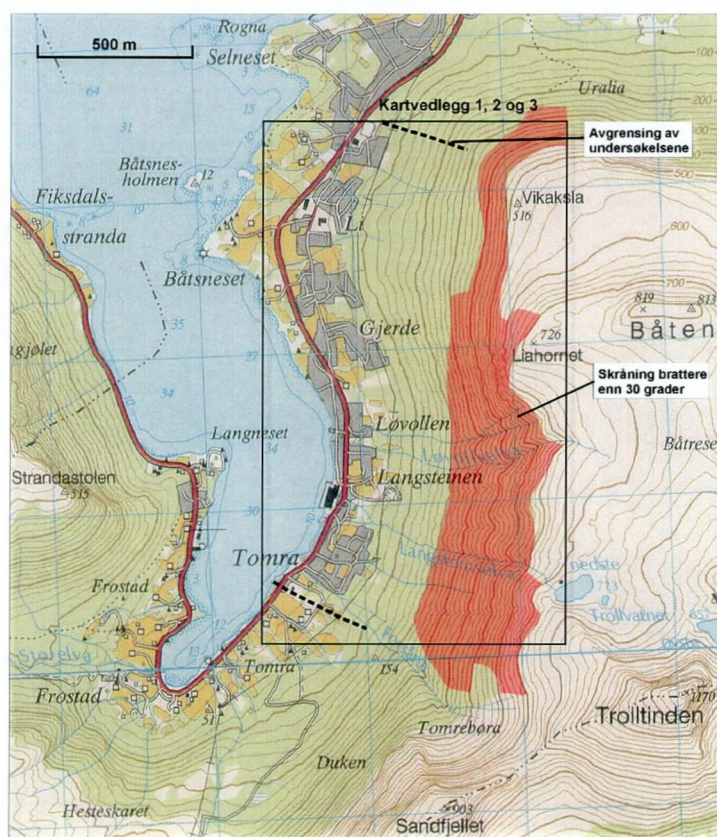


Fig. 1. Oversiktskart frå Tomrefjorden. Boksen viser utsnitt i kartvedlegg 1, 2 og 3. Skråningsgradienter brattare enn 30° er vist med raudt. Avgrønsing av kartleggingsområdet er vist med stipla linje.

2. METODAR OG LOVGRUNNLAG

2.1 Geologisk kartlegging og gravingar

Den austlege dalsida i Tomrefjorden er geologisk kartlagt med vekt på dokumentasjon av skredavsetningar. Dette er utført etter metodar utvikla ved NGU, oppsummert av Blikra & Sæmundson (1998), jmf. figur 2. Ei detaljert kartlegging og dokumentasjon av ulike typar skred og avsetningar vil gi større moglegheit for ei meir detaljert evaluering av skredfaren. Ei slik kartlegging gjer mykje informasjon om skredtypar, utløpsretningar og rekkjevidder. Figur 2 og kartvedlegg 1 gir ei oversikt over den geologiske kartlegginga.

Informasjon frå gravegroper har vist seg å gi svært viktige data for estimering av rekkjevidder og frekvensar av skred. Det er ved NGU dei siste åra gjort ei rekke slike studiar både på Vestlandet, Austlandet og i Nord Noreg (Blikra 1994; Blikra & Aa 1996; Blikra & Nemeč 1998). Det er utarbeida kriteriar for å kunne skilja ulike skredtypar frå kvarandre (f.eks. snøskred og jordskred), sjå figur 2. I samband med skredfarekartlegginga i Tomrefjorden vart det utført 4 gravingar, og det blei innhenta informasjon frå to mindre grøfter. Desse dataene er presentert i figur 3 til 8.


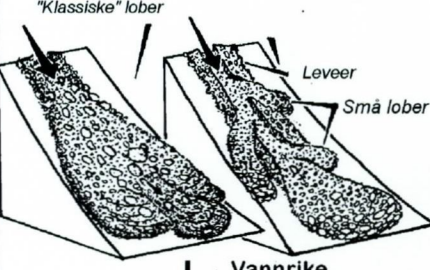
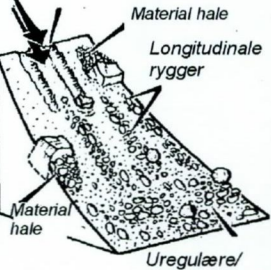
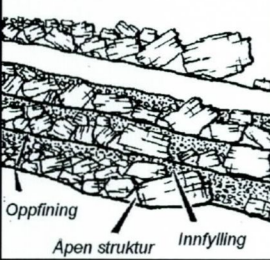

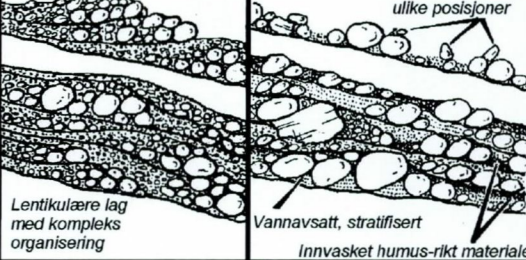
| GEOLOGISKE FORMER | SKREDTYPER | | |
|----------------------|---|--|---|
| | Steinsprang/ Fjellskred | Løsmasseskred | Snøskred |
| Overflate- former |  |  |  |
| Snitt |  |  |  |

Fig. 2. Karakteristiske kjenneteikn for ulike skredtypar (etter Blikra & Nemeč, 1998).

2.2 Intervju

Det vart gjort nokre intervju med folk i området, men mykje av informasjonen om historiske skredhendingar er henta frå NGI rapporter (NGI 1977a, b).

2.3 Skredfare – sikkerhetskrav for byggjegrunn

Områda langs austsida av Tomrefjorden er bygd ut over tid, frå før ein hadde sikkerhetskrav i forhold til skredfare. Plan- og bygningslova som kom i 1965, ga et generelt krav om skredsikker byggjegrunn. I 1985 kom det graderte grenseverdier for ny byggjegrunn, med maksimal farenivå (nominelt sannsyn for skred) på $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år for vanlege bustadhus. Det vil seie inntil eit skred pr. 333 år i gjennomsnitt. Denne grenseverdien vart også praktisert før dette (frå 1965).

I 1987 skjerpa ein minstekravet for vanlege bustadhus (klasse 2) til eit farenivå på 10^{-3} pr. år (inntil eit skred pr. 1000 år i gjennomsnitt). Denne grensa gjeld også i dag (Tekniske forskrifter til Plan- og bygningslova, 1997 - med tilhørande rettleiing frå april 1999). For enkle bygg (klasse 1) er 10^{-2} pr. år det største tillatne skrednivået (skredintervall 100 år). For større bygg (klasse 3) skal farenivået være under 10^{-3} pr. år (sjeldnare enn 1 skred pr. 1000 år), alt etter byggets konsekvens (personbruk og økonomisk verdi).

Skredfare, eller «nominelt sannsyn for skred», er sannsynet for at ei lengdeining på 30 m på tvers av skredretninga skal bli truffe av skred, jf. rettleiinga til forskrifta. Dette betyr at ei lengre grenselinje (til dømes 1 km) med eit farenivå på 10^{-3} pr. år (skredintervall 1000 år), vil kunne bli truffe av skred langt oftare enn ein gong kvart 1000 år, fordi kvar eining på 30 m har eit farenivå på 10^{-3} pr. år.

Det er ikkje mogleg å gje eksakte talverdier på skredfare. Særleg for sjeldne skred er slike estimat usikre. Ut frå historiske skredobservasjonar, forhistoriske/geologiske data og skredmodellar for utløpsrekkjevidder, har vi så godt som råd skissert grensene for farenivåa $3 \cdot 10^{-3}$ og 10^{-3} pr. år.

3. SKREDTYPAR

I denne rapporten har vi klassifisert skreda i snøskred, lausmasseskred (jordskred og flaumskred) og steinsprang/fjellskred (sjå også Fig. 2). I karta som er vedlagt har vi brukt symboler for desse tre hovudtypane. Vi har ikkje omtalt årsaker til utløysing av ulike skredtyper i denne rapporten da dette ikkje har noko å sei for estimering av skredsoner.

3.1 Snøskred

Ein kan dela snøskred inn etter vassinnhald, men materialinnhald (lausmateriale, trestokkar osv) kan variera svært mykje.

- *Tørresnøskred*
- *Våtsnøskred*
- *Sørpeskred*

På austida av Tomrefjorden er snøskred etter måten sjeldan grunna eksposisjonen i høve til dei framherskande vindretningane. Snøskred er derfor mykje meir vanlege på vestsida av

fjorden. Mindre snøskred er registrert i området, men det er ikkje kjent kva type dette er. Truleg er det våtsnøskred. Sørpeskred kan gå i ein del av dei bratte skredviftene som i hovudsak er dominert av flaumskred

3.2 Lausmasseskred (jordskred og flaumskred)

Lausmasseskred blir normalt utløyst i samband med store nedbørsmengder over kort tid eller i kombinasjon med sterk snøsmelting. Skreda kan variera mykje etter vassinnhald. Vassrike lausmasseskred langs mindre og større bekker blir ofte kalla flaumskred og dei er svært vanlege i det undersøkte området. Store delar av dalsida nedanfor kote 150 til 200 er dekket av materiale frå flaumskred. Flaumskreda dannar ofte blokkrike tunger eller lober.

3.3 Steinsprang og fjellskred

Dei kan variera alt frå mindre steinar som losnar i ei bratt fjellside til store bergstykker som går ut. Fjellskred kan gå mykje lenger ut i dalbotnen enn enkelte steinblokker. Det er ikkje kartlagt slike skred ned mot dei busette områda. Eit større utfall frå Liahornet vil kunne gå ned til busetnaden, men vi vurderer farenivået for dette å vera svært lågt og underordna dei andre skredtypene.

3.4 Flaum

Delar av busetnaden ligg utsett for flaum. Det er heilt klart at dei store elvene er truga av både flaum og flaumskred.

4. HISTORISKE KJELDER OG EKSISTERANDE SKREDRAPPORTAR

Dei historisk registrerte skreda er dokumentert i kartvedlegg 1. NGI rapportane syner at det har gått jordskred eller flaumskred langs dei større bekkene i historisk tid (Norges Geotekniske Institutt 1977 a, b), langs Løvøllelva nord i 1830, Løvøllelva sør i 1920, langs dei tre elvene ned mot verftet på Langstein i 1847, 1911, 1930 (og eit skred som ikkje er tidfesta), og to flaumskred frå Fossåna i 1836 og eit seinare (sjå kartvedlegg 1). Også ned mot Grøttryggbakken sør for Gjerde har det gått to flaumskred eller jordskred i historisk tid. Mange av desse flaumskreda gjekk heilt ned til fjorden. Registreringane som er gjort av NGI viser elles mykje skredmassar av eldre dato. Geologiske granskingar i området syner at mykje av desse eldre skredmassane er svært gamle og er danna i eit klima svært ulik det me har i dag (Blikra 1994).

Den vestvente eksponeringa gjer at fjellside sjeldan vil samla mykje snø til å utløysa store snøskred (Fig. 1). Frekvensen av snøskred i den austlege sida av Tomrefjorden er derfor låg (NGI 1977a). Det er rett nok registrert at det kan gå snøskred ned mot kote 75 ved Langstein.

Vidare er det registrert eit snøskred ved Grøtryggbakken i første halvdel av 1800 talet som gjekk ned mot kote 50 (kartvedlegg 1). Det er også hevda at det skulle ha gått et snøskred ned mot kote 30 i byrjinga av 1800 talet. I 1911 gjekk det eit snøskred ned mot kote 30 like sør for Kvennåna. Dette er det einaste snøskredet som ville ha gått inn i eksisterande busetnad i det kartlagde området.

NGI har utført teoretiske modellestimat (utløpsdistansemodell) der grensa for eit skred pr. 333 år er lagt ned mot kote 15 til 25 (område mellom Grøtryggbakken og Store Tomra. Denne grensa stig opp til kote 50 mellom Gjerde og Krogsbakken. I løpet av dei siste 200 år har det berre gått eitt snøskred ned i den eksisterande busetnaden, i 1911, sør for Kvennåna. Dette snøskredet var 50 til 100 m breitt. I den 1,5 km lange strekningen mellom Gjerde og Store Tomren har altså NGI trekt sonen for 333 årsskredet ned til kote 25. Snøskreda i området ser ut til å vera i storleik 50 til 100 m breie. Reknar ein med at snøskreda har ein storleik på 100 m, skulle NGI's fareestimat tilseie at det skulle ha gått om lag 15 snøskred dei siste 333 år. Dei historiske registreringane syner at det berre har gått eit snøskred dei siste 200 åra, og dette skredet stansa også før den estimerte faregrensa til NGI (skredintervall 333 år).

Ut få ei samla vurdering av dei historiske dataene kan det sjå ut som om faren for snøskred er estimert for høgt, og at skredgrensa til NGI (frekvens 333 år) er trekt for langt ned i enkelte område. Ein må likevel vera klar over at modellane syner at ein ikkje kan sjå bort frå at ekstreme snøskred truleg kan gå ned til sjøen i fleire område.

Dei historiske registreringane av jord- og flaumskred syner at dette er dei langt vanlegaste skreda. Sju slike skred har i løpet av dei siste 200 år gått heilt til fjorden. Den skredgeologiske kartlegginga som vart gjort av Blikra (1994) understrekar også at jord- og flaumskred er klart dei viktigaste skreda i denne dalsida. Desse registreringane syner at skredfaren i ulike delar av dalsida varierer mykje, og at det er viktig med detaljert geologisk kartlegging for å verifisera fareområda.

5. GEOLOGISK KARTLEGGING/DOKUMENTASJON

Den skredgeologiske kartlegginga i området er dokumentert i kartvedlegg 1. Dalsida er karakterisert av store mengder laumassar (morene) som i dei øvre delar av fjellsida er skore gjennom av markerte skredbanar. Store skredvifter (jordskred) ligg i utløpet av desse. Ein del av viftene er svært gamle og avsett for 14 000 til 11 000 år sidan, då havet stod frå 45 til 80 meter høgare enn i dag. Kartlegginga syner at jordskred og flaumskred er svært aktive i området (merka med dråpesymbol på kartet). Desse skreda er konsentrert til bekkene. Sidan mange av bekkene er djupt skore ned i laumassar, skal det svært mykje til for at skreda skal kunna ta andre løp. Dette varierer rett nok svært mykje frå bekk til bekk, og i dei nedre delar har skreda større moglegheiter for å ta nye løp (sjå også overløpshøgder i kartvedlegg 2).

Stein- og jordavsetningar etter snøskred og skredskader på skog er observert i områder over kote 100 i områdene frå Kvennåna og sørover (merka med stjernesymbol på kartet).

Det er også foretatt gravningar for å kunne sei noko meir om skredtypar og skredfrekvenser. 4 groper vart gravd opp ved bruk av gravemaskin, og ytterlegare 2 grøfter vart undersøkt. Det var mange tydelege skredlag med gamle jordsmonn mellom. Lagdeling og materialtype er dokumentert og prøver tatt ut for datering av plantemateriale. Tabell 1 viser resultat frå 10 dateringar av organisk materiale.

Tabell 1. Radiokarbon datering i Tomrefjorden utført ved Radiologisk Laboratorium, NTNU i Trondheim (Sjå lokalisering i snitt i figur 3 – 8).

| Kapittel (område) | Grave-grop | Prøvenr. | Lab. Nr. | Alder (Radiokarbon år før nåtid) | Alder (Kalender år før nåtid) |
|-------------------|------------|-------------|----------|----------------------------------|-------------------------------|
| 5.6 (område 6) | G 1 | Tomre 2 | T-14066 | 440 ± 60 | 510-575 |
| 5.6 (område 6) | G 1 | Tomre 4 | T-14067 | 350 ± 35 | 380-515 |
| 5.6 (område 6) | G 2 | Tomre 6 | T-14068 | 2415 ± 45 | 2410-2535 |
| 5.6 (område 6) | G 2 | Tomre 10 | T-14069 | 235 ± 95 | Yngre enn 385 |
| 5.3 (område 3) | G 3 | Sæhle 1 | T-14070 | 1840 ± 45 | 1765-1875 |
| 5.3 (område 3) | G 3 | Sæhle 2 | T-14071 | 615 ± 60 | 595-700 |
| 5.2 (område 2) | G 4 | Sæhle 6 | T-14072 | 2500 ± 75 | 2445-2790 |
| 5.5 (område 5) | G 5 | Langstein 1 | T-14073 | 835 ± 95 | 725-875 |
| 5.7 (område 7) | G 6 | Teigane 1 | T-14074 | 5180 ± 90 | 5935-6055 |
| 5.7 (område 7) | G 6 | Teigane 2 | T-14075 | 3510 ± 75 | 3720-3920 |

I det følgjande blir dei ulike delområda skildra i meir detalj (10 ulike delområde).

5.1 Område 1. Orfonna – Krogsbakken

Enkelte mindre parti har vore utsett for jordskred. Ved Orfonna kan dei øvste husa liggja skredutsett. Også øvst i Klasgarden og ved Krogsbakken kan det vera ei viss fare for jordskred. Vidare tilseier topografien at eit område øvst ved Bårdsneset kan vera utsett for sørpeskred. To bekker kan vidare vera utsett for flaum og sørpeskred.

5.2 Område 2. Gjerde - Grøtryggbakken

Det har gått jordskred ned mot hjørnet av bustadfeltet ved Gjerde, men rekkjevidda av skreda aukar vidare sørover kor dei har gått ned mot kote 40. Det øvste huset her kan liggja utsett til for jordskred. Vidare er det registrert historiske snøskred i området. Ei gravegrop (G4) like ovanfor det øvste huset syner spor etter fleire snøskred dei siste 2500 år (Fig. 3). I andre delar av grøfta er det tre steinlag i torva som er eldre enn 2500 år gamal, noko som også syner fleire snøskredepisodar. Vidare er det eit yngre jordskred.

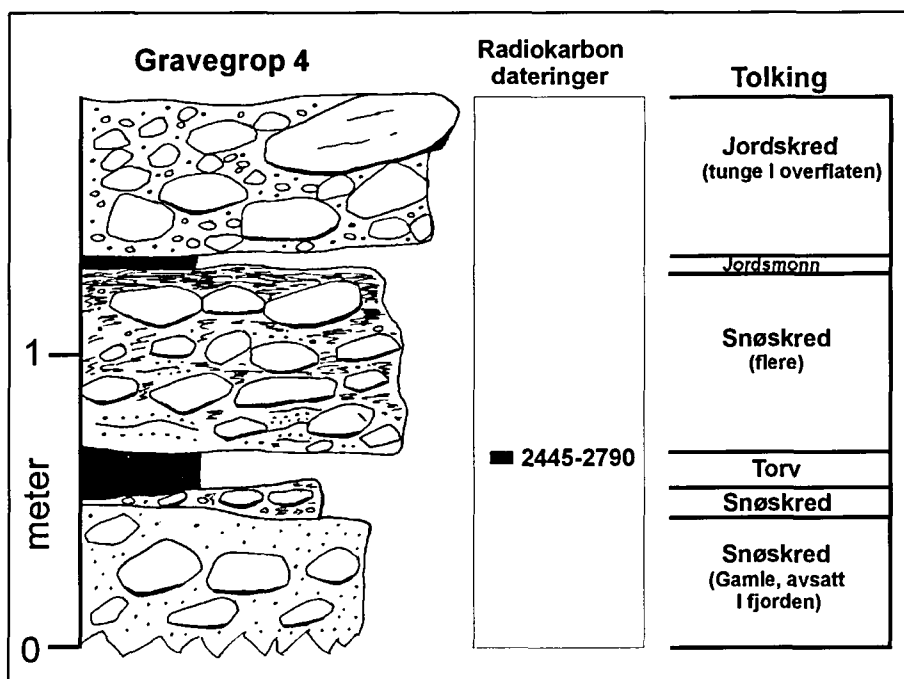


Fig. 3. Skisse av lagdeling og dateringar frå gravegrop G4, sør for Grøteryggbakken. Den viser at det har gått et jordskred og fleire snøskred dei siste 2500 åra. Sjå lokalisering i kartvedlegg 1.

5.3 Område 3. Løvollselta nord

Ei stor jordskredvifte er kartlagt frå kote 175 til 40. Denne er bygd opp i ein periode med eit anna klima enn det ein har i dag, men det er også yngre jordskred- og flaumavsetningar langs Løvollselta, som vitnar om høg skred- og flaumaktivitet. Fleire mindre skredvifter langs elva vitnar om dette. Jordskreda kan følgjast heilt ut til sjøen. Generelt er elva skore lite ned, og det er fare for overløp mellom kote 150 og 75 og ved kote 40 til 20 (kartvedlegg 2). Fleire stader er elva berre skore ned ein meter, noko som gjer at det er stor fare for at elva under skred- eller flaumepisodar kan ta seg nye løp. Særleg utsett er eit parti ved kote 40 der det er særleg fare for overløp mot busetnaden i vest. Det vart grave ut ei grop (G3) mellom kote 25 og 30 på ei mindre skredvifte. Den viser at det har gått minst to større jordskred i løpet av dei siste 700 åra (Fig. 4). Vidare er det spor etter eit snøskred som har gått her for om lag 1000 år tilbake.

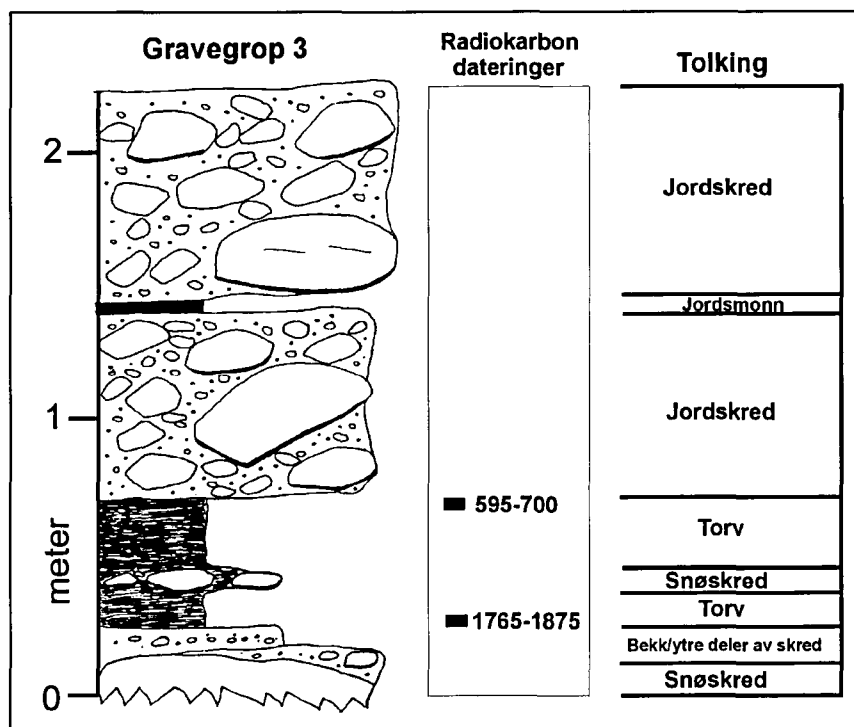


Fig. 4. Skisse av lagdeling og dateringar frå gravegrop G3 ved Løvollen. Den syner at det har gått to jordskred dei siste 600-700 åra og at det har gått snøskred ned i området. Sjå lokalisering i kartvedlegg 1.

5.4 Område 4. Løvollselva sør

Også her er det danna ei stor skred- og flaumvifte som i ettertid er skore ned av elva. Mange spor etter jord- og flaumskred er observert. Det er fare for overløp i toppunktet for vifta, men eit mogleg overløp vil høgst sannsynleg bli fanga opp av eit basseng på innsida av skogsveg ved det store massetaket. Eit eventuelt jordskred eller ein stor flaum vil lett kunne ta eit nytt løp like ovanfor det øvste huset i feltet, og vidare nedover er det mange stader fare for overløp (sjå kartvedlegg 2). Vi viser også til tidlegare skredfarevurdering for ei tomt ved Langstein (Blikra 1997).

5.5 Område 5. Langstein

Mange jordskred er kartlagt, og tre elver går ned mot verftsområdet på Langstein. Den sørlege elva er sikra og er truleg også dimensjonert mot jordskred. Det kan vera fare for overløp mellom kote 100 og 50, men desse vil truleg komme ned like nord for dei nye husa i området og gå ned i kanalen igjen. Skred eller flaum langs den nordlege elva vil truleg bli fanga opp av massetaket, men dette avhenger av om det blir gjort noko med tanke på sikring ved massetaket. I flaumsituasjonar kan dreneringa langs vegane vera utilstrekkeleg dimensjonert og det kan i slike situasjonar vera fare for at skred eller flaum kan kryssa vegen og dermed kunne fortsette ned mot Langstein. Elva frå Langsteinrabban ligg svært grunt frå kote 35 og jordskred eller store flaumar kan truga busetnaden ved kote 15 (kartvedlegg 2). Fleire stader er overløpshøgda (skred og flaum) berre ein meter. Ei gravegrop (G5) i området viser at det har gått minst 3 større jordskred i løpet av dei siste 800 åra (Fig. 5). Fleire skred i historisk tid vitnar også om denne store skredfaren.

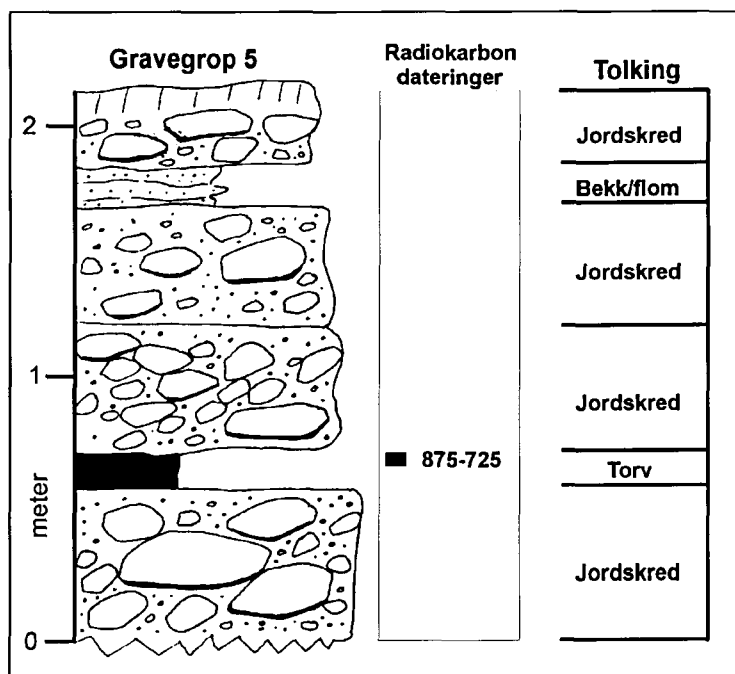


Fig. 5. Skisse av lagdeling og dateringar frå gravegrop G5 ved Langstein. Den viser at det har gått minst tre jordskred i løpet av dei siste 800 åra. Sjå lokalisering i kartvedlegg 1.

5.6 Område 6. Kvennåna og sørover

Langs Kvennåna kan det også gå jordskred, men elva har skore seg djupt ned i terrenget heilt ned til området ved kote 30. Dette avgrensar fareområdet. Det er observert mange spor etter snøskred i områda over kote 75 (kartvedlegg 1). Dette er både stein og jord avsett av snøskred og skade på skog. Også elva i sør er skore djupt ned, men nedanfor desse nedskjæringane er området mellom elvene utsett for snøskred. To grøfter (G1 og G2, Fig. 6 og 7) syner at både snøskred og jordskred kan gå langt ned mot fjorden. Figur 6 viser at det har gått eit jordskred nedanfor kote 20 for 400-500 år tilbake. Vidare viser dateringane at det har gått mange snøskred i løpet av dei siste 2500 år.

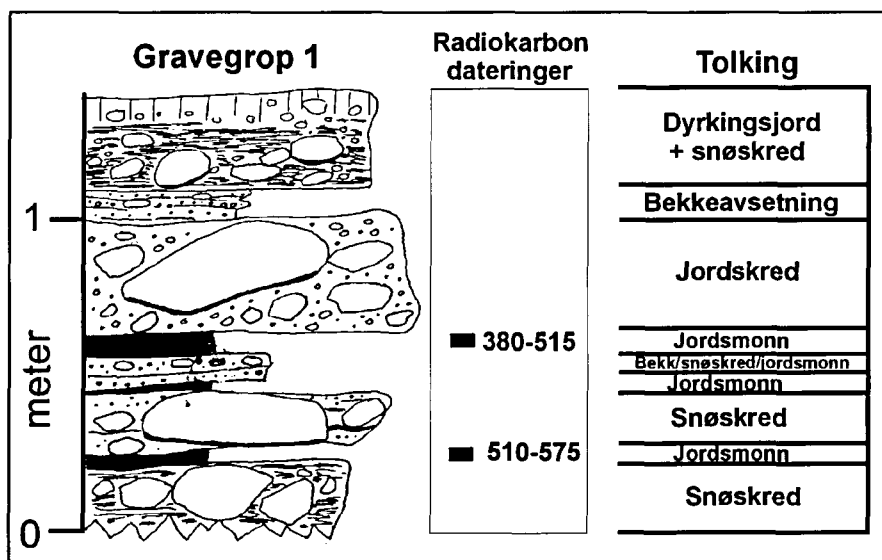


Fig. 6. Skisse av lagdeling og dateringar frå gravegrop G1 sør for Kvennåna. Den viser at det har gått eit jordskred og minst fire snøskred dei siste 600 åra. Sjå lokalisering i kartvedlegg 1.

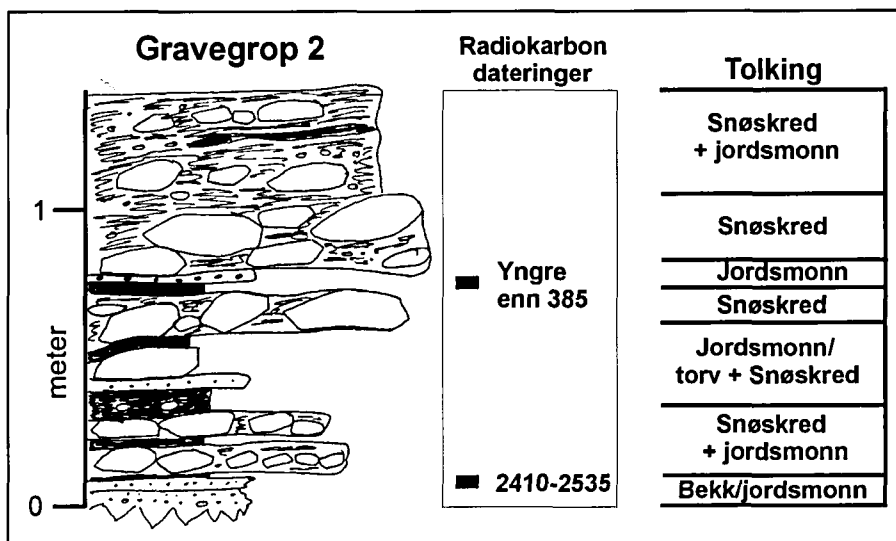


Fig. 7. Skisse av lagdeling og dateringar frå gravegrop G2 sør for Kvennåna. Informasjonen frå gropa syner at det har gått minst sju snøskred ned i dette området i løpet av dei siste 2500 åra. Sjå lokalisering i kartvedlegg 1.

5.7 Område 7. Teigane.

Elvene nord og sør for Teigane er djupt skore ned og vil kunne kanalisere og styre både snøskred og jordskred. Ei gravegrop (G6) ved kote 40 syner berre eitt stort jordskred (Fig. 8). Det ligg mektig torv både over og under dette skredet. Dateringane syner at skredet er om lag 6000 år gammalt og det har ikkje gått skred etter dette. Gravinga understrekar at området er relativt sikkert.

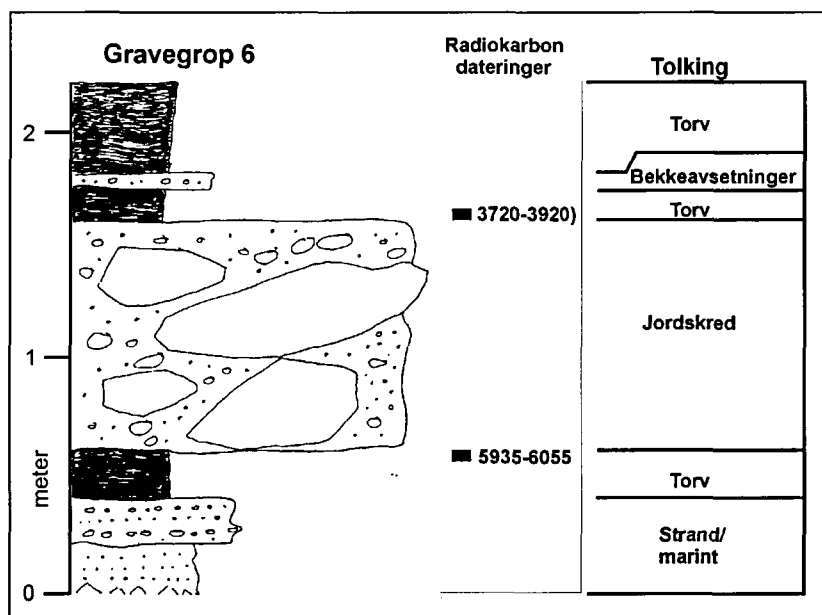


Fig. 8. Skisse av lagdeling og dateringar frå gravegrop G6 ved Teigane. Den viser at det har gått et stort jordskred for omlag 6000 år sidan. Sjå lokalisering i kartvedlegg 1.

5.8 Område 8. Fossåna-Reitbukta

Tre bekker går ned i dette området. Det er kartlagt mange spor etter jordskred eller flaumskred. Sjølv med overløp vil skreda halda seg på nordsida av husa på Store Tomra. Det er spor etter snøskred i områda over kote 100. Flaumskred har gått ned til sjøen i desse områda to stader i 1836. Det skal også ha gått eit skred til sjøen etter dette. På grunn av dei store nedskjeringane langs elvene (kartvedlegg 2) er faren for flaumskred og flaum størst i nedre delar.

Faren for store snøskred frå den store botnen under Sandfjellet (sør for Tomrebøra, sjå Fig. 1) er ikkje vurdert i denne rapporten. Det er spor etter snøskred ved kote 100 (kartvedlegg 19) og det er truleg fare for snøskred heilt ned til sjøen. Vi rår til at NGI og Statens naturskadefond vurderer dette.

6. SKRED- OG FLAUMFARE

Skredfarenivåa (nominelt sannsyn for skred) er estimert ut frå den geologisk kartlegginga, data frå gravegroper, historisk kjente skred og stilt saman med tidlegare skredfare rapportar frå området (Fig. 9 og kartvedlegg 3). Ved utarbeidinga av skredfaresonene er sannsynet for skred estimert pr. terrengening på 30 m (sjå kap. 2.3).

6.1 Område 1. Orfonna – Krogsbakken

Mindre delar av området kan vera utsett for jord- og sørpeskred, men med eit farenivå mindre enn 10^{-3} pr. år (skredintervall 1000 år). Fleire mindre bekker kan også vera utsett for flaum, for eksempel ved Klasgarden og Krogsbakken.

6.2 Område 2. Gjerde - Grøtryggbakken

Området er utsett for jordskred og snøskred. Kartlegginga, gravegropa, historiske hendingar og NGI's rekkeviddemodell tilseier at dei øvste husa på Grøtryggbakken har eit farenivå mellom $3 \cdot 10^{-3}$ og 10^{-3} pr. år (skredintervall mellom 333 og 1000 år), sjå figur 9 og kartvedlegg 3. To hus øvst på Gjerde ligg heilt opp til grensa for farenivået 10^{-3} (skredintervall 1000 år).

6.3 Område 3. Løvollselva nord

All informasjon syner at skredfaren i dette området er stor, og at omlag sju hus ligg utsett til for jordskred med eit farenivå som vi vurderer til å vera over $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år (skredintervall 333 år). Det gjekk også eit skred her i 1830. Elva er skore lite ned og det er stor fare for at store deler av busetnaden kan bli utsett for flaum. Ein kan vidare ikkje sjå bort frå ein viss fare for snøskred for husa lengst nord.

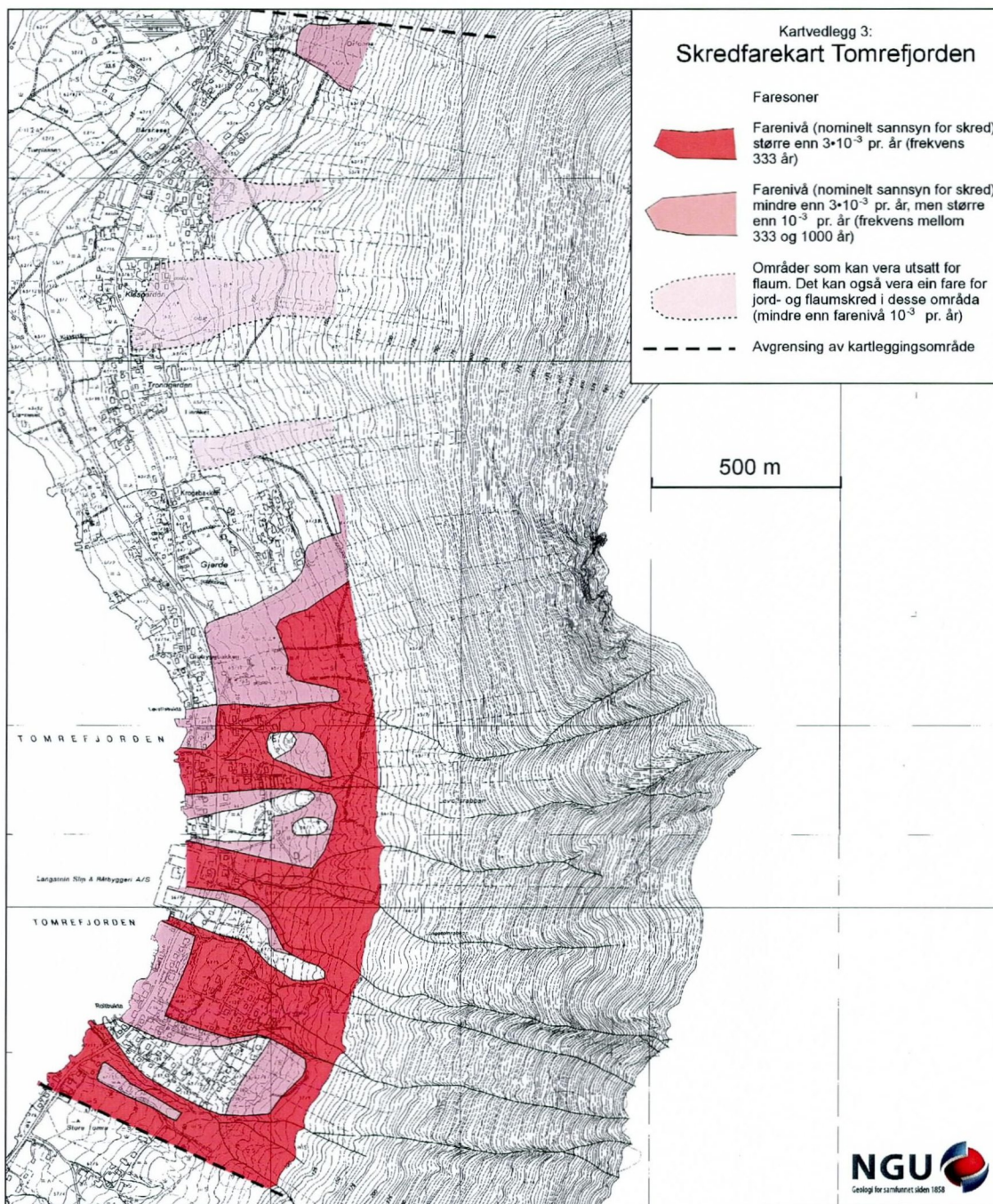


Fig. 9. Skredfarekart Tomrefjorden (sjå også kart i M 1:5000 i kartvedlegg 3).

6.4 Område 4. Løvollselva sør

Omlag 15 hus i dette området er vurdert til å ha eit farenivå over $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år (skredintervall 333 år). Det gjekk eit skred her i 1820. Det er vidare fare for skader ved flaum, særleg i dei nedre delar der elva ikkje er skore så mykje ned.

6.5 Område 5. Langstein

Fire hus nær elva ligg utsett til for jordskred med eit estimert farenivå over $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år (skredintervall 333 år), medan ytterlegare nokre hus er vurdert til å liggja innafør farenivået 10^{-3} pr. år (skredintervall 1000 år). Det er også fare for flaum.

6.6 Område 6. Kvennåna og sørover

Store delar av busetnaden (nær 20 hus) ligg utsett til for snøskred med eit estimert farenivå over $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år (skredintervall 333 år), sjå figur 9 og kartvedlegg 3. Grensa for farenivået 10^{-3} pr. år (skredintervall 1000 år) er vurdert til å gå heilt til fjorden. Området er vurdert til å vera det mest snøskredutsette området. Også deler av busetnaden langs elva som fører ned til Reitbukta er vurdert til å ha eit farenivå over $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år (skredintervall 333 år). Her er det også fare for flaum.

6.7 Område 7. Teigane

I følgje NGI (1982) ligg omlag 15 hus innafor farenivået $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år (skredintervall 333 år). Våre granskingar tyder på at farenivået er mindre enn dette, og er truleg også mindre enn 10^{-3} pr. år (skredintervall 1000 år). Faregrensa på 10^{-3} (skredintervall 1000 år) er vurdert til å liggja ovanfor eksisterande busetnad i området (Fig. 9 og kartvedlegg 3). Skred er venta å bli styrt til begge sider av dei djupe bekkenedskjæringane.

6.8 Område 8. Fossåna-Reitbukta

Ei relativt brei sone langs elva er vurdert til å ha eit farenivå over $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år (skredintervall 333 år), sjå figur 9 og kartvedlegg 3. Ytterlegare eit område er vurdert til å ha eit farenivå mellom $3 \cdot 10^{-3}$ og 10^{-3} pr. år (skredintervall mellom 333 og 1000 år). Det kan vera fare for både flaum, jordskred og snøskred. Faren for store snøskred frå botnen under Sandfjellet er ikkje vurdert i denne rapporten. NGI bør trekkjast inn ved ei vurdering av denne faren.

7. SIKRINGSTILTAK – SKRED OG FLAUM

Skred- og flaumfare er knytta til elvene og bekkene i området. Fleire av desse bør sikrast. Dette bør gjerast i samarbeid med NVE. Fleire område ligg så utsett til for skred og flaum at ein vil tilrå tiltak for sikring eller reduksjon av skredfaren (kartvedlegg 2). I kartvedlegg 2 er det også angitt omtrentlege djup på bekkenedskjæringar, noko som er avgjerande for moglege overløp ved skred- eller flaumhendingar. To område med busetnad er vurdert til å liggja så utsett til for snøskred at sikring bør utgreiast. NGI og Statens naturskadefond bør trekkjast inn ved sikringstiltak mot snøskred. Nedanfor gis ein kort omtale av desse områda med eit førebels forslag til type tiltak.

7.1 Bårsneset – Klasgarden, område 1

Vi rår til at NVE vurderer Klaselva ved Klasgarden og Åna ved Årsneset (øvre deler) for mulig sikring.

7.2 Grøtryggbakken (snøskred og jordskred), område 2

To hus er vurdert til å ha eit farenivå over 10^{-3} pr. år (skredintervall 1000 år). Sikring bør vurderast.

7.3 Løvollselta nord (jordskred/flaumskred og flaum), område 3

Det skal lite til før eit jordskred tar eit nytt løp og kan gå inn i busetnaden i området. Det mest kritiske punktet er ved kote 40, men det er mange moglegheiter for overløp også høgare oppe i dalsida (kartvedlegg 2). Bekken er fleire stader berre skore ned ein meter og dette er for lite til å kunne styra eventuelle skred. Ved kote 150 er det fare for overløp (1 m nedskjæring), og eit skred eller stor flaum som tar denne vegen vil kunne komme over til Løvollselta sør. Sidan det er bustader i store deler av fareområdet bør store deler av elva førebyggjast med sikringsvollar. NGI har forslag til slike tiltak (NGI 1978). Desse tiltaka synest å vera fornuftige, og det er viktig å koordinera sikringa av Løvollselta nord og sør.

7.4 Løvollselta sør (jordskred/flaumskred og flaum), område 4

Det er mange stader fare for overløp frå elva under skred- og flaumepisodar (kartvedlegg 2). Frå kote 50 er elva fleire stader berre skore ned 1.5 m. Sikring i form av vollar langs den sørlege sida av elva bør gjerast omtrent frå kote 50. Dette kan kombinerast med sikringsvoll frå nordre Løvollselta slik NGI har foreslått (NGI 1978).

7.5 Langstein (jordskred/flaumskred og flaum), område 5

Sikring i form av vollar bør foretas også ved Langsteinselta. Det er fare for flaumskred og flaum. Større uttak av massar i området må takast med i vurderinga ved tiltak. Elva bør forebyggjast like ovanfor busetnaden som kan styra skred inn mot Langsteinselta.

7.6 Kvennåna og sørover (snøskred og jordskred), område 6

Ein stor del av busetnaden i området ligg utsett til for snøskred og jordskred. Sikringstiltak er vanskeleg pga. tett busetnad. Vi kan ikkje ta stilling til sikringsmetodar i dette tilfellet, men ei mogleg sikring kan vera å styra moglege snøskred mot nord ut mot Kvennåna. Ein kan også vurderast senking av bekkeløp.

7.7 Fossåna-Reitbukta (jordskred/flaumskred og flaum), område 7

Fossåna er lite skore ned i eit parti ved kote 60 til 75 (ca. 2 m) og nedanfor kote 15 (ca. 1 m), sjå kartvedlegg 2. Elles går elva i ein djup kanal som effektivt vil kunne styra eventuelle flaum- eller jordskred. Sikring av Fossåna ved kote 75 til 60 for å hindra overløp og vidare noko sikring i nedre delar ned mot Reitbukta er nødvendig for å redusera skred- og flaumfaren. Også langs elva som kjem ned like nord for Fossåna bør sikring vurderast.

7.8 Store Tomra (snøskred)

Det er truleg fare for store snøskred frå botnen under Sandfjellet (Fig. 1). Ei vurdering av farenivået og moglege sikringstiltak bør gjerast av NGI.

7.9 Skogsbilveg og massetak

Skogsbilvegen i området ligg i hovudsak nedanfor løsneområda for skred. Vi trur derfor ikkje at denne vegen i vesentleg grad har auka faren for skred og flaum. Føresetnaden for dette er at ein held vegen under oppsyn. Tetting av grøfter eller stikkrenner kan samle opp flaumvatn og gje nye løp for flaum og sørpeskred.

Det er ikkje gjort noko systematisk gjennomgang av skogsbilvegen men omsyn til ein mogleg auke av skredfaren langs skredløpa i dette prosjektet. Men fleire stader er det registrert at overløpshøgden for potensielle skred er redusert langs vegen der denne kryssar skredløp. Vidare er enkelte mindre skredløp tetta igjen langs traseen, noko som kan auka faren for utglidningar lokalt og føre til endra utløpsretningar for skred. Vi rår til at det blir gjort ein synfaring og gjennomgang av skogsbilvegen i samband med vurdering av sikringstiltak i området.

Det er viktig å vurdere ei mogleg endring av skredfaren ved vidare drift av massetak i Tomrefjorden. Slike inngrep kan endra utløpsretningar og utløpsrekkjevidder for skred. Det er derfor viktig at uttak av massar skjer på ein måte som reduserer farenivået og hjelper til å sikra bustader nedanfor. Dette er også vurdert av NGU i ein tidlegare skredrapport (Blikra 1997). Vi rår derfor til at eksisterande drift og planar for vidare masseuttak blir sett i samanheng med sikringstiltaka i området.

7.10 Prioritering av områder for sikring

Prioritering av områder for sikring mot jordskred/flaumskred og flaum bør diskuterast med NVE, då deler av dette ligg under deira ansvarsområde. Ut frå farenivå og risiko meiner vi at dette bør gjerast etter følgjande prioritering: 1. Løvollselva nord; 2. Løvollselva sør; 3. Langstein og 4. Fossåna-Reitbukta. Snøskredområdet sør for Kvennåna bør sikrast sidan mange hus har eit farenivå over $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år (skredintervall 333 år). Dette er området i Tomrefjorden med høgast risiko når ein tar omsyn til tal på bustader. Faren for store snøskred ned mot Store Tomra bør vurderast. NGI og Statens naturskadefond bør trekkjast inn ved vurdering av sikringstiltak mot snøskred.

8. KONKLUSJONAR

Kartlegginga og dei detaljerte undersøkingane ved bruk av gravegroper har gitt mykje informasjon om kva skredtypar som opptrer og kor ofte skred går. Dette har ført til at skredfarenene er meir detaljerte samanlikna med det som er gjort tidlegare.

Jord- og flaumskred er dei vanlegaste skreda. Desse vil gå i samband med større flaumperiodar. Snøskred og jordskred i eit parti sør for Kvennåna representerer truleg den største risikoen. Langs fleire av elvene og bekkene i området er faren for jordskred/flaumskred og flaum stor.

Mellom 40 og 50 hus er vurdert til å ha eit farenivå (nominelt sannsyn for skred) som er større enn $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år. Det vil seie at kvart av desse husa kan bli råka av skred oftare enn ein gong kvart 333 år i gjennomsnitt. Ytterlegare ein del bustadhus har eit farenivå mellom $3 \cdot 10^{-3}$ og 10^{-3} pr. år (skredintervall mellom 333 og 1000 år).

Vi rår til at kommunen vurderer sikringstiltak i området. Sidan flaumfaren er stor langs mange av elvene rår vi til at kommunen tar kontakt med NVE om sikring av desse. Drift og framtidige planar for masseuttak i området bør sjåast i samanheng med sikringstiltaka i området. Vidare bør skogsbilvegen i området også vurderast.

9. REFERANSAR

Blikra, L.H. 1994: Postglacial colluvium in western Norway: Sedimentology, geomorphology and palaeoclimatic record. Dr. Scient avhandling, Universitetet i Bergen.

Blikra, L.H. 1997: Førebels rapport: Skredfareutgreiing ved Langstein i Tomrefjorden, Vestnes kommune. *Norges geologiske undersøkelse*, brev av 26.05 1997.

Blikra, L.H. & Nemeč, W. 1998: Postglacial colluvium in western Norway: depositional processes, facies and palaeoclimatic record. *Sedimentology* 45, 909-959.

Blikra, L.H. & Sæmundson, 1998: The potential of sedimentology and stratigraphy in avalanche-hazard research. *NGI publikasjon* 203, 60-64.

Blikra, L.H. & Aa, A.R. 1996: Skredfarekartlegging i Lærdal i samband med den nye stamveien Oslo-Bergen. *NGU Rapport 96.055*, 58 s.

Norges Geotekniske Institutt 1977a: Vestnes kommune – Skredundersøkelser i Tomrefjorden. *NGI Rapport 76419-1*.

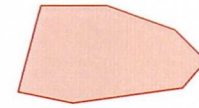
Norges Geotekniske Institutt 1977b: Vestnes kommune – Detaljerte undersøkelser av skredforholdene i tre nye utbyggingsområder i Tomrefjord. *NGI Rapport 76419-2*.

Norges Geotekniske Institutt 1978: Befaring i Tomrefjord for vurdering av elveforbygninger ved Løvoll- og Langsteinelvene. *NGI Rapport 76419-3*.

Norges Geotekniske Institutt 1982: Vestnes kommune – Faresonekart for området mellom Gjerde og Tomren i Tomrefjord. *NGI Rapport 76419-4*.

Kartvedlegg 1:
Skredgeologisk kart med
historiske skred - Tomrefjorden

Geologi



Avgrensning av skredmasser og skredvifter

Skredbaner

Løp med fare for flom og sørpeskred

Jordskred

Snøskred

Steinsprang

Historiske skred

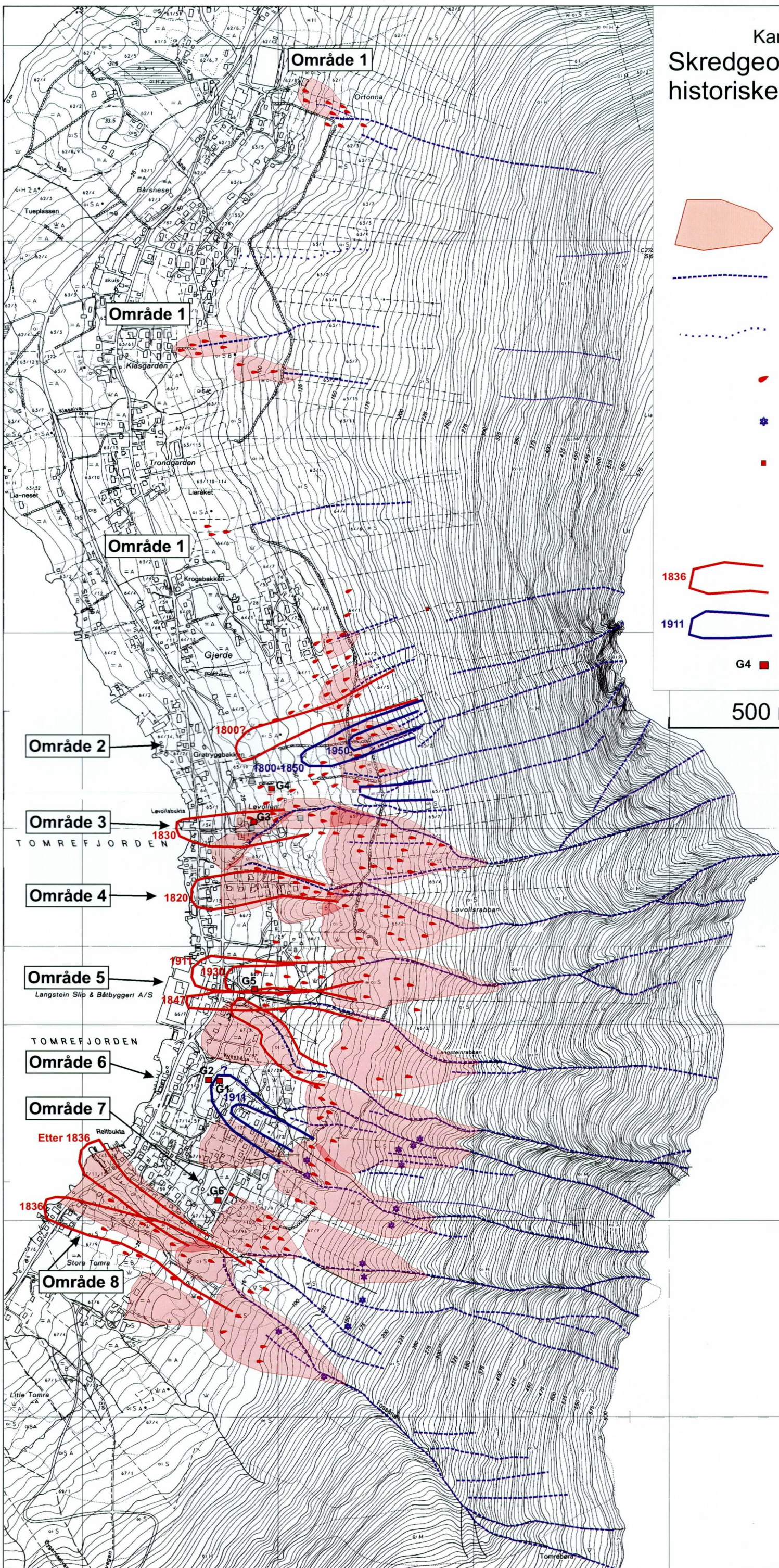
1836 Jordskred/flomskred

1911 Snøskred

G4 Gravegroper

Målestokk 1:10 000

500 m



Kartvedlegg 2:
Overløpshøgder langs bekker
og elver - Tomrefjorden

1 Overløpshøgder (Dybder på
bekkenedskjæringar)

7.1 Område som bør vurderast sikrast



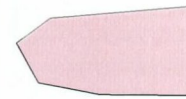
500 m

Kartvedlegg 3: Skredfarekart Tomrefjorden

Faresoner



Farenivå (nominelt sannsyn for skred) større enn $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år (frekvens 333 år)



Farenivå (nominelt sannsyn for skred) mindre enn $3 \cdot 10^{-3}$ pr. år, men større enn 10^{-3} pr. år (frekvens mellom 333 og 1000 år)



Områder som kan vera utsatt for flaum. Det kan også vera ein fare for jord- og flaumskred i desse områda (mindre enn farenivå 10^{-3} pr. år)



Avgrensning av kartleggingsområde

Tegner: Irene Lundquist, NGU

500 m

