



NGU Rapport 96.055

Skredfarekartlegging i Lærdal i samband med
den nye stamveien Oslo-Bergen

Rapport nr.: 96.055		ISSN 0800-3416		Gradering: Åpen	
Tittel: Skredfarekartlegging i Lærdal i samband med den nye stamveien Oslo-Bergen					
Forfatter: Lars Harald Blikra (Norges geologiske undersøkelse) og Asbjørn Rune Aa (Høgskulen i Sogn og Fjordane)			Oppdragsgivar: Statens Vegvesen i Sogn og Fjordane		
Fylke: Sogn og Fjordane		Kommune: Lærdal			
Kartblad (M=1:250.000) Årdal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1417 II Lærdalsøyri og 1517 III Borgund			
Forekomstens navn og koordinatar:		Sidetal: 60		Pris: kr. 425	
		Kartbilag: 12			
Feltarbeid utført: 1995	Rapportdato: 22.04.1996	Prosjektnr.: 2689.00	Ansvarleg: <i>Eiliv Ha.</i>		
<p>Samandrag:</p> <p>Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Høgskulen i Sogn og Fjordane (HSF) har etter oppdrag frå Statens Vegvesen i Sogn og Fjordane utført skredkartlegging og skredfarevurderingar i Lærdal frå Lærdalsøyri til Borlaug. Undersøkingane har hatt som mål å greia ut skredfaren ved ulike vegstrekningar i samband med den nye stamveien mellom Oslo og Bergen. Arbeidet har omfatta feltkartlegging, gravearbeid, intervju og terrenganalysar.</p> <p>Estimata av skredfare syner at områda mellom Stuvane og Bjørkum austre og ved Voldum er mest skredutsette. Det er særleg stor skredfare langs ein strekning på omlag 400 m ved Sausegjelet og ein strekning på 300 m ved Voldum. Også dei to vegalternativa mellom Lai og Kvenshagen har høg skredfare. Relativ høg skredfare er det også langs vegstrekningane ved Lærdalsøyri-Nedre Eri, Sæltun-Koret, Heggset-Bjøraker og Bjøraker Borlaug. Vurderingane syner at vegtraseane mellom Lai og Kvenshagen har omlag dobbel så stor skredfare som vegtraseen mellom Heggset og Bjøraker.</p> <p>Estimeringane av skredfare kan brukast i konsekvensanalysar for å vurdere skredrisiko ved ulike vegalternativ (tal for skredfare og tal for trafikk). Desse tala kan vidare brukast til å vurdere i kva område skredsikring har størst effekt. For å sikra at talmaterialet blir brukt på ein rett måte rår vi til at NGU og HSF blir med på desse analysane.</p> <p>Sikring mot snøskred ved Sausgjelet, Voldum og ved Kvenshagen kan redusere skredrisikoen i desse områda. Slike tiltak er ikkje vurderte i denne rapporten. Det bør også vurderast sikring mot steinsprang fleire stader, særleg i samband med tunnelinnslag.</p>					
Emneord: Skred		Skredfare		Gelogisk risiko	
Skredavsetning		Geomorfologi			

INNHALD

1. INNLEIING	5
2. HOVUDTREKK I GEOLOGI OG TOPOGRAFI.....	6
3. NEDBØR OG FLAUMAR/FLAUMSKRED	8
4. SKREDTYPAR	9
4.1 SNØSKRED.....	10
4.2 LAUSMASSESKRED (JORDSKRED OG FLAUMSKRED).....	11
4.3 STEINSPRANG OG FJELLSKRED.....	11
5. METODAR VED ESTIMERING AV SKREDFARE.....	12
5.1 SKREDFREKVENNS.....	13
5.2 EININGSSKREDFARE	14
5.3 SKREDEKSPONERING FOR EIN VEGSTREKNING	14
5.4 RISIKO.....	14
6. SKREDUNDERSØKINGAR I LÆRDAL	16
6.1 LÆRDALSØYRI - NEDRE ERI (VEGTRASE 1A-B, 1C, 2A-B, 2C) (KARTVEDLEGG 2, LOKALITET 1-14).....	16
6.2 HÅBAKKEN-TØNJUM (VEGTRASE 3) (KARTVEDLEGG 3, LOKALITET 15 OG 16)	20
6.3 SANDEN (VEGTRASE 3D-E) (KARTVEDLEGG 3, LOKALITET 17-18)	21
6.4 LUND - GRØTTEBØ - BØ (VEGTRASE 4C) (KARTVEDLEGG 4, LOKALITET 19-21)	22
6.5 LUNDKLEIVI (VEGTRASE 4A-B) (KARTVEDLEGG 4, LOKALITET 22)	24
6.6 ØDEGÅRD - ØVRE LYSNE (VEGTRASE 4A-B, 4B, 4A-C-D) (KARTVEDL. 4 OG 5, LOKALITET 23-27)	25
6.7 SALTJULEN (VEGTRASE 4D, 4A-B) (KARTVEDLEGG 6, LOKALITET 28-30)	27
6.8 STUVANE - BJØRKUM AUSTRE (VEGTRASE 5A-B) (KARTVEDLEGG 7, LOKALITET 31-36)	27
6.9 SÆLTUN - KORET (VEGTRASE 5A-B) (KARTVEDLEGG 8, LOKALITET 37-40).....	31
6.10 SJURHAUGEN - FREMRE ØYGARDEN (VEGTRASE 6A OG 6B) (KARTVEDLEGG 9, LOKALITET 41-44)	33
6.11 BAKKEN - VOLDUM - HØRGE - HJELLE (VEGTRASE 7A, 7B) (KARTVEDLEGG 10, LOKALITET 45-51).....	34
6.12 STEINKLEPP/NYGARD (VEGTRASE 9A-B-C) (KARTVEDLEGG 11, LOKALITET 52)	39
6.13 LAI - KVENSHAGEN - BJØRAKER (VEGTRASE 9B, 9C) (KARTVEDLEGG 12, LOKALITET 53-60).....	40
6.14 HEGGSET - BJØRAKER (VEGTRASE 9A) (KARTVEDLEGG 12, LOKALITET 61-69).....	48
6.15 BJØRAKER - BORLAUG (VEGTRASE 10) (KARTVEDLEGG 12, LOKALITET 69-72).....	50
7. OPPSUMMERING/KONKLUSJONAR.....	52
8. REFERANSELISTE	57

VEDLEGG

Vedlegg 1. Liste over personar i Lærdal som har gitt opplysningar om skred og skredfare.

Vedlegg 2. Teiknforklaring til kartvedlegg 2-12

KARTVEDLEGG

Kartvedlegg 1. Oversiktskart over Lærdal med lokalisering av kartvedlegg.

Kartvedlegg 2. Lærdalsøyri - Nedre Eri.

Kartvedlegg 3. Tønjum - Sanden.

Kartvedlegg 4. Lund - Grøtnebø - Bø, Lundskleivi - Ødegård - Lysne.

Kartvedlegg 5. Nedre Lysne - Øvre Lysne.

Kartvedlegg 6. Saltkjelen - Stuvane.

Kartvedlegg 7. Sloane - Saude - Nausagrovi - Bjørkum.

Kartvedlegg 8. Sæltun - Koret.

Kartvedlegg 9. Sjurhaugen.

Kartvedlegg 10. Bakken - Voldum - Horge.

Kartvedlegg 11. Steinklepp.

Kartvedlegg 12. Hegg - Borgund.

1. INNLEIING

På oppdrag frå Statens Vegvesen i Sogn og Fjordane (Vegkontoret) har Høgskulen i Sogn og Fjordane (HSF) og Norges geologiske undersøkelse (NGU) utført skredkartlegging i Lærdalsdalføret frå Lærdalsøyri til Borlaug (Fig. 1). Granskingane har hatt som føremål å utgreia skredfare og skredfrekvensar ved dei ulike vegstrekningar og alternative vegtrasear for den nye stamveien mellom Oslo og Bergen. Arbeidet som omfattar feltkartlegging, gravearbeid, intervju og terrengeanalyser utgjer bakgrunnsstoffet for skredfarevurderingane. Det er også lagt vekt på detaljerte skredfaglege granskingar for å betra kunnskapen om skredtypar og skredfrekvensar. Det er difor gjort gravearbeid i nokre av skredviftene for å kartlegga skredtypar og for å finna alder på ulike skredhendingar (14 aldersdateringar av gamle markoverflater er analysert ved eit laboratorium i Florida, USA). Slike detaljstudiar vil vera viktige data også for seinare vurderingar av skredfare langs veganlegg.

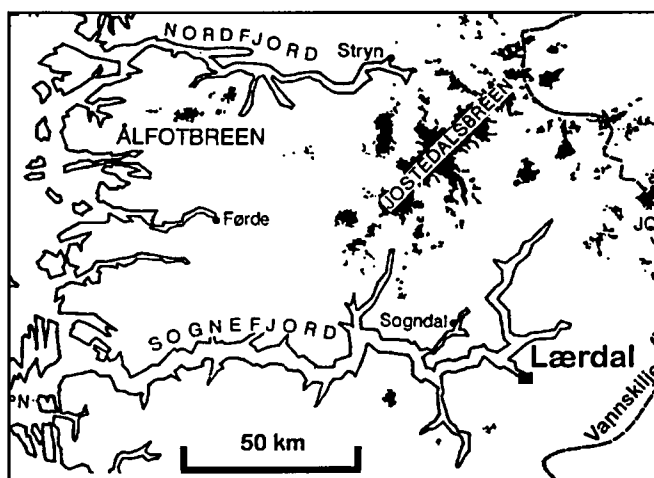
I samband med innsamling av eksisterande materiale om ras og skredfare i Lærdalsdalføret har vi hatt kontakt med overingeniør Gunnar Lotsberg ved Statens vegvesen, fylkesgeolog Bjørn F. Russenes, teknisk sjef i Lærdal Johan Grøtnebø, arkeolog Kristine Bjørndal, bygdebokforfattar Kåre Hovland og tidlegare vegvoktar Ola Sletten. Vidare er det under feltarbeidet samla inn ei rekkje opplysningar om historisk kjende skred frå lokalfolk i dalføret (sjå liste over personar i vedlegg 1). Studentane Tonje Dahlberg og Gunn Nordgulen ved Høgskulen i Sogn og Fjordane har kandidatoppgåve om skred i Lærdalsdalføret. Dei har samla inn detaljdata om enkelte område og har også hatt intervju med fleire personar i dalføret. Fylkesgeolog Einar Anda ved Fylkeskommunen i Møre og Romsdal har gitt viktige råd og innspel til ulik bruk og definisjonar av estimering av skredfare. Tidlegare granskingar av HSF og NGU av det store jordskredet og omliggande område ved Skårheim inngår også i denne rapporten, sjølv om dette vil føreligge i større detalj i ein eigen rapport til Statens Naturskadefond og Lærdal kommune. Ottar Læg Reid ved Høgskulen i Sogn og Fjordane har reinteikna kartvedlegga.

Eksisterande materiale om skred og skredfare frå Lærdal omfattar rapportar frå Nedre Eri (Frækaland, 1983), Tønjum (Russenes, 1982; Haye, 1982; Bjørnbæk, 1983; NGI, 1983), Eri-Grøtnebø (NGI, 1995), Tynjadalen (NGI, 1992), Horge (NVE, 1977; Russenes, 1977, 1980), Steinklepp (Russenes, 1983), Hegg (Russenes, 1979), Skårheim (Russenes, 1993) og Borlaug (Russenes, 1979).

Dei skredfaregranskingane som er utførde omfattar eit stort område med til dels lange vegstrekningar, og det er difor ikkje satsa på like mykje detaljstudiar i alle områda. Siktemålet har i hovudsak vore å skaffa tilstrekkeleg informasjon om skred og skredfare til å kunna vurdere samla skredfare for dei ulike vegstrekningar og vegalternativ. Det bør gjerast oppfølgjande kartlegging og vurderingar for å koma med meir detaljerte grenser mellom soner med ulik skredfare. Dette vil vera viktig ved planlegging av sikringstiltak. Det må

understrekast at det ikkje finst metodar for eksakte målingar av skredfare, verken med omsyn til utbreiing av fareområda eller dei forventade skredfrekvensane. Fareområda og -nivåa må estimerast. Det er i rapporten brukt fleire metodar og omgrep ved estimering av skredfare (skredfrekvens, einingsskredfare og skredeksponering). Tala frå skredeksponering kan brukast ved risikoestimeringar når ein kjenner trafikktilhøva.

Rapporten gir ein generell gjennomgang av hovudtrekk i geologi og topografi (Kap. 2), nedbør (Kap. 3), klassifikasjon av skredtypar (Kap. 4) og metodar ved estimering av skredfare (Kap. 5). Hovudparten av rapporten inneheld dei ulike skredundersøkingane (Kap. 6). Dette er delte inn i 15 ulike område frå Lærdalsøyri til Borlaug. Ein konklusjon om skredfare blir gitt til slutt under kvart delområde. Oppsummering/konklusjonar summerar opp hovudresultata av undersøkingane og gir tabellar og diagrammer over skredfaren i ulike område (Kap. 7).



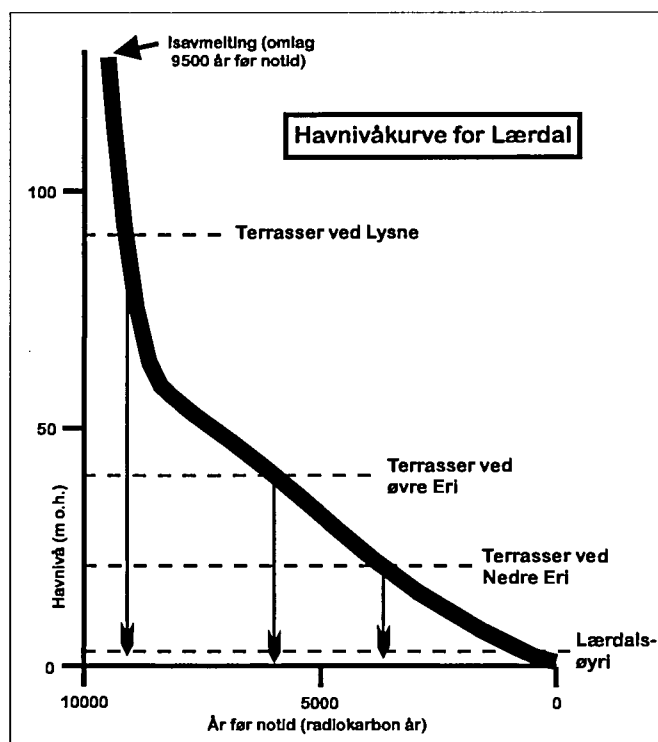
Figur 1. Oversiktskart over Sogn og Fjordane.

2. HOVUDTREKK I GEOLOGI OG TOPOGRAFI

Berggrunnen i Lærdal er samansett av tre hovudeiningar, grunnfjell, kambro-silurisk fyllitt og Jotundekke bergartar. Grunnfjellet med granittiske til diorittiske bergartar, gneisar og migmatittar ligg underst i lagrekkja. I Lærdalsdalføret finn ein grunnfjell frå Lærdalsøyri til Borlaug. Men frå Lysne til Borlaug kjem fyllitt og Jotundekke fram i den sørlege dalsida, og tildels i dalbotnen frå Borgund til Øvre Hegg. Jotundekket, som ligg øverst i lagrekkja, har gabbro som dominerande bergart. Dessutan finst mangeritt, jotunnitt, anortositt og noritt. Det går ei rekkje forkastingar i nord-sørleg retning gjennom grunnfjellet og fyllitten. I grensa mellom grunnfjell og skyvedekke og forkastingar innan Jotundekket kan det vera knusingssoner som gir opphav til steinsprang og fjellskred.

Heile dalføret er prega av bratte, høge dalsider (Kartvedlegg 1). Frå fjorden og ei mil austover til Ljøsne ligg dalbotnen berre få meter over fjordnivå. Fjellsidene når fleire stader opp i 13-

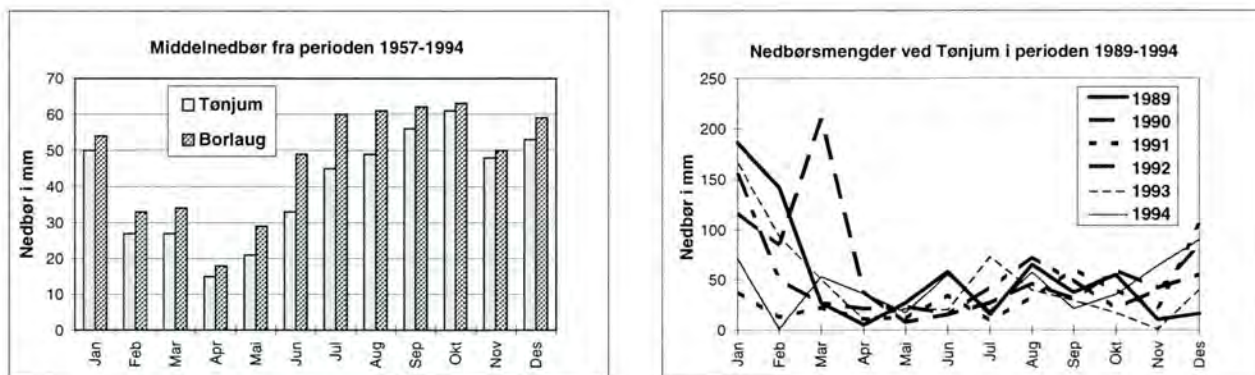
1400 m o.h. Nord for Ljøsne er det mest samanhengande bratt dalside opp til Nordnosi, 1558 m o.h. Dalbotnen i nedre delen av dalføret er relativt vid, 1 km og meir. Elvesletter fyller dalbotnen, stadvis med høgare terrasser langs dalsidene, men ofte ligg det skredvifter over desse terrassane. Ved Lysne deler dalen seg i to greiner. Råsdalen mot søraust er hovuddal, og Lærdalsdalen får meir preg av sidedal eller trengt elvegjel med svinget forløp. Elva og skredvifter fyller heile dalbotnen. Ved Borgund får dalen igjen eit litt opnare preg, med slak dalbotn, elveslette og ulike vifter frå dalsidene. I dalsidene munnar hengande sidedalar ut, desse kan vera tronge og djupe, eller ha preg av korte bratte gjel. Frå munningen av sidedalane ned til hovuddalen finst det vifter som har stor variasjon i både gradient og kornsamansetning. Dei mest grovkorna har preg av ur, gjerne med blokktinger i overflata, og blokkene kan ha diameter på fleire meter. Slike eksempel finn ein øverst i Tønjumvifta og ved Sausgjelet. Dei lågareliggande elveslettene og terrassane langs dalsidene er avsette under ulike havnivå etter siste istid. Like etter at isen smelta bort frå området var havnivået ca. 125 meter høgare enn i dag (Marin grense). Ved kjennskap til korleis landet heva seg etter siste istid og fram til i dag (endringar i havnivå), kan ein bestemma alderen på ein del av desse terrassane og elveslettene. Figur 2 viser ei kurve over desse endringane etter at isen smelta bort frå Lærdalsdalføret.



Figur 2. Strandlinjekurve frå Lærdal. Konstruert på grunnlag av data frå Møre og Romsdal (Svendsen & Mangerud 1987). Denne blir brukt til å bestemma når havet trakk seg bort frå dei ulike områda i Lærdalsdalføret. Havet forsvann for vel 3.000 år sidan frå terrassane ved Eri, og for mindre enn 1.000 år sidan i nedre delar av dalføret ved Lærdalsøyri.

3. NEDBØR OG FLAUMAR/FLAUMSKRED

Låg nedbør er karakteristisk for Lærdal. Årsnedbøren ligg mellom 400 og 500 mm pr. år. Lågaste årsnedbør er registrert på Ljøsne, 388 mm. Dette er den lågaste målinga på heile Vestlandet. På Borlaug er nedbøren noko høgare, 495 mm. Ettervinteren og våren er turraste årstida (Fig. 3). Det kan imidlertid vera store variasjonar i nedbørsmengder og enkelte månader kan det vera opp i mot 200 mm (Fig. 3). I 1933 var det for eksempel ikkje nedbør på Ljøsne i perioden mai til juli. Sjølv om det er låge nedbørsverdiar for dalføret, er gjennomsnittet for Lærdalsvassdraget langt høgare, 1130 mm/år. Det betyr at nedbøren aukar mykje oppå fjellet, der er det tre gonger meir nedbør enn i låglandet. Ofte kan elvane vera store sjølv om det er lite nedbør i dalføret, særleg i snøsmeltinga om våren.



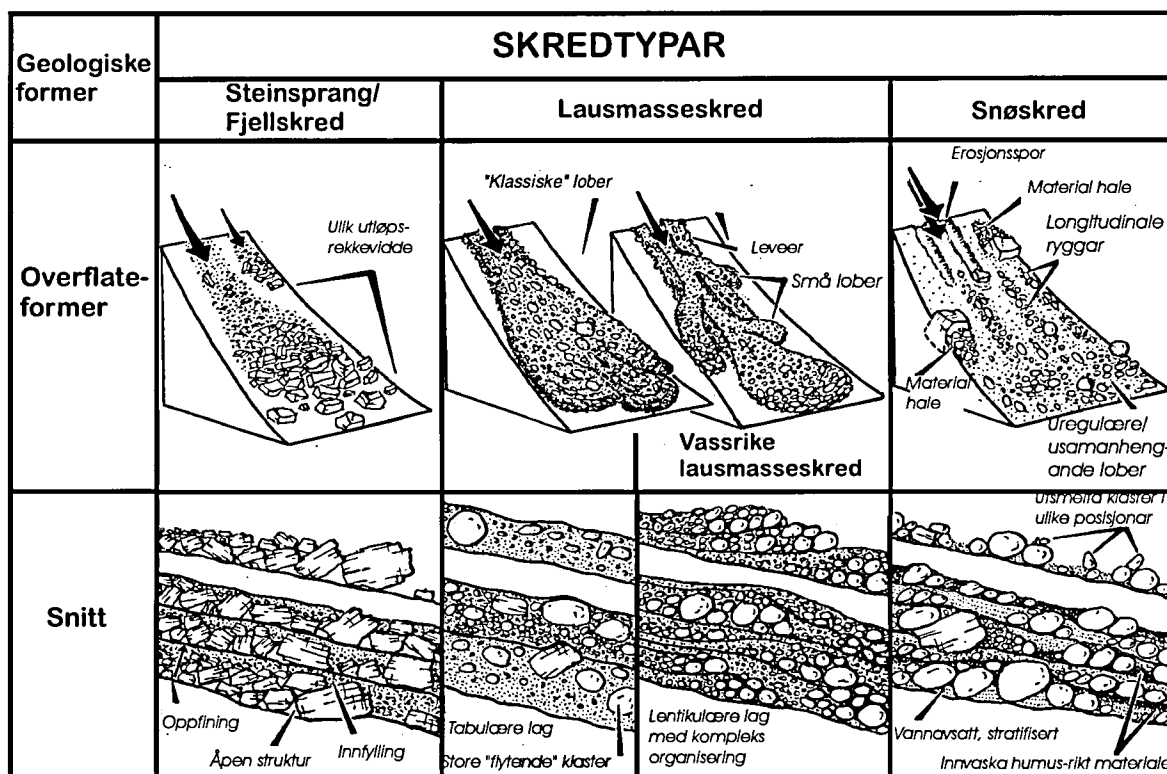
Figur 3. Nedbørsmålingar frå Lærdal. Diagrammet til venstre viser middelnedbør for perioden 1957 til 1994, medan diagrammet til høyre syner månedsnedbør for perioden 1989 til 1994. Data er henta frå Det Norske Meteorologiske Institutt, Klimaavdelingen.

I tilknytning til høg nedbør er det ofte flaumar og flaumskred. Dette medfører gjerne skade på vegane, ikkje minst når sideelvane veks opp. Dei kan då ta nye løp på viftene. I bygdebøkene er det omtalt nokre store skadeflaumar på 1600 og 1800 talet, då fleire gardar fekk redusert skylda si. Mellom 1661 og 1692 var det ein reduksjon på vel 3 laup på midtre og nordre Voll, etter store elveskadar på fleire gardar etter flaumane i 1660 og 1690 åra. I 1829 var det ein flaum som m.a. øydela 5 mål jord i grensa mellom Voll og Bø. I 1860 var det ein storflaum som ser ut til å vera mest omtalt av alle i dei historiske kjeldene. Skadane var mange og store i heile dalføret. Den mektige Steinebrui vart teken, og dette gir eit inntrykk av kor stor flaumen var (Engesæter, 1978). Ein av husmannsplassane i Grøtøyane vart heilt rasert og fråflytt. Ein ny storflaum i 1879 trua med å kløyva Grøtøyane i to. Storflaumen i 1860 gjorde stor skade på jordreinene nedafor garden Yste Bø. Frå Bøafossen kom det i 1885 ei skrede med snø og jord som slo ned skog og gjorde stor skade. Garden har frå dei eldste tider ofte «vorten heimsøkt av flaum og elveskade». Tunet vart flytt i 1974 då «elvi» («Salsågjeli») hadde teke nytt far og var farleg nær husi. I 1722 vart skyldi nedsett grunna stor flaumskade. I 1934 var det ein

storflaum som «...reiv bort veier og broer, mange husdyr druknet...». Det var særleg sideelvane som vaks opp og gjorde skade. til dømes ved Tønjum, Voldum, Undviksbakken i Borgund og Bråflat (Bergens Tidende, 1934). I 1971 gjorde ein storflaum liknande skadar, ikkje minst i tilknytning til sideelvane.

4. SKREDTYPAR

Skred blir brukt som eit overordna term for alle typar hurtige masserørsler frå fjell, lausmassar og snø. I denne rapporten har vi klassifisert skreda i snøskred, lausmasseskred (jordskred og flaumskred) og steinsprang/fjellskred (Fig. 4). I karta som er vedlagt har vi brukt symboler for desse hovudtypane.



Figur 4. Klassifikasjon av skredtypar.

4.1 Snøskred

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

- Tørrsnøskred
- Våtsnøskred
- Sørpeskred

I Lærdalsdalføret er snøskred etter måten sjelden grunna den låge nedbøren. Dei største snøskredområda finn ein ved Sausegjelet (sjå Fig. 5) og ved Voldum, stader som har store kjeldeområder med lesideeffekt ved nordvestlege vindar. Desse går oftast som våtsnøskred, men kan også gå som tørrsnøskred. Sørpeskred kan gå i ein del av dei bratte skredviftene som i hovudsak er dominerte av flaumskred



Figur 5. Snøskred ved Sausegjelet rundt 1920. Foto er frå Lærdal Lions Club (1992), opprinneleg henta frå Lærdal Bygdebok sitt arkiv.

4.2 Lausmasseskred (Jordskred og Flaumskred)

Desse skreda kan variera mykje etter vassinnhald. Vassrike lausmasseskred langs mindre og større bekker blir ofte kalla *flaumskred* og dei er svært vanlege i mange område i Lærdalsdalføret. Dei store skredviftene ved Tønjum og i Stuvane er for eksempel dominerte av materiale transportert med flaumskred (sjå Fig. 6). Flaumskreda avset materialet i tunger eller loper, og er i Lærdalsdalføret svært blokkrike med mykje blokker i storleiken 2-5 m i diameter. Skred som losnar ved utglidingar i lausmassedekket eller ved at f.eks. steinsprang eller mindre fjellskred drar med seg lausmassar til eit stort lausmasseskred har vi i denne rapporten kalla *jordskred*. Slike skred treng ikkje vera så rike på vatn. Eit eksempel på dette er det store jordskredet som gjekk ved Skårheim i mai 1993 (Fig. 7).



Figur 6. Blokkrike avsetningar i overflata av den store skredvifta ved Tønjum. Sjå person som skala.

4.3 Steinsprang og fjellskred

Dei kan variera alt frå mindre steinar som losnar i ei bratt fjellside til store bergstykke som går ut. Fjellskred eller steinskred (små fjellskred) kan gå mykje lenger ut i dalbotnen enn enkelte steinblokker. Område dominerte av steinsprang finn ein ei rekkje stader i dalføret, mellom anna i dei vestlege dalsidene ved Eri og Heggset (Fig. 8). Store fjellskred er etter forholda sjeldne hendingar, men dei kan ha ei svært lang rekkjevidde. Eit slikt stort skred finn ein ved Sæltun. Dette har blitt utløyst høgt oppe frå den nordlege fjellsida og har gått over elva og opp i motsett dalside. Det er ikkje vurdert risiko for slike store skred sidan dei er svært sjeldne og vanskeleg å forutsjå.



Figur 7. Oversiktsbilde av det store lausmasseskredet som gikk ved Skårheim i 1993. Skredet har avsett materialet i tre tunger i nedre delar.



Figur 8. Dalside dominert av steinsprang ved Heggset.

5. METODAR VED ESTIMERING AV SKREDFARE

Det er ikkje heilt opplagt kva ein meiner med skredfare. Skredsannsyn kan definerast og estimerast enten i høve til standardeiningar i terrenget (einingsskredfare) eller i høve til objekter (objektskredfare), Anda (1995). Det er i denne rapporten gjort estimeringar av totale skredfrekvensar mot ei bestemt vegstrekning og vidare overført dette til einingskredfare (sjå definisjonar under). Skredfarevurderingane byggjer på data samla inn ved feltkartlegging, gravearbeid, historiske kjelder og enkle estimeringar av teoretisk rekkevidde. Teoretisk rekkevidde av steinsprang er estimert ut frå topografiske tilhøve (Domaas 1985). Denne enkle metoden tar utgangspunkt i høgdedifferansen frå øverste fjellskrent til ytterste skredblokk. For snøskred er det kun gjort vurderingar ut frå siktevinkel frå høgaste utløysingsparti og ned til vegtraseen (Lied, 1992). Ein må vera klar over at estimeringane av skredfare byggjer på data det er knytta stor uvisse til.

5.1 Skredfrekvens

Omgrepet skredfrekvens for ei vurdert strekning er i denne rapporten brukt om tal på skred innan ein gitt tidsperiode. Dette blir omrekna til 1 skred pr. x år (sjå eksempel i Fig. 10). Ved vurdering av steinsprangfrekvensar er det i område utanfor dyrka mark gjort ei grov oppteljing av blokker som har kryssa ei bestemt vegstrekning (f.eks. 25 m lang). I område med mykje dyrka mark er det ut frå lokalisering av ur og teoretisk rekkevidde av steinsprang estimert tal på blokker som kan ha kryssa vegen. Det er i slike tilfelle brukt erfaringar frå område utanfor dyrka mark. Tal på snøskred og jordskred langs ulike vegstrekningar er estimert ut frå overflatekartlegging, gravegroper og historiske kjelder. Graving i skredviftene har vist seg å gje mykje informasjon om skredfrekvensar og kva skredtypar som opptrer (Fig. 9).



Figur 9. Studiar av skredvifta ved Voldum.

Skredfrekvensen langs eit område som naturleg høyrer saman (område der ein reknar med lik skredfare) blir altså estimert ut frå tal på skred i høve til det aktuelle tidsrommet desse skreda har gått (Fig. 10). Desse skredfrekvensane er så samanlikna, og evt. justert mot historiske data der dette finst. Ved estimering av skredfrekvensar er det for steinsprang nytta 5.000 år som grunnlag. Steinsprangaktiviteten like etter at isen forsvann for ca. 9500 år sidan og fram til omlag 5.000 år før notid er rekna for å vera svært låg. Denne aktiviteten auka etter at klimaet blei kaldare og fuktigare for omlag 5.000 år sidan. Ved dei lågareliggende slettene må ein ved oppteljing av steinblokker bruka eit kortare tidsrom som grunnlag (2.000 år ved Lærdalsøyri).

Det same grunnlaget er nytta ved snøskredfare. Lausmasseskred ser i hovudtrekk ut til å vera avgrensa til dei siste 3.000 åra, dette viser både dateringar i Lærdalsdalføret og andre stader på Vestlandet (Blikra, 1993, 1994). Ved estimering av jordskredfrekvens er difor 3.000 år nytta som grunnlag.

5.2 Einingsskredfare

Langs dei ulike vegtraseane blir det vidare estimert einingsskredfare (Anda, 1995) (sjå Fig. 10). Dette er den minste eininga ein vurderer skredfare for, og i denne rapporten er dette definert til å vera sannsynet for at ein strekning på 25 m av vegen blir råka av skred. Dette omgrepet uttrykkjer kor stor skredfaren er i eit bestemt punkt (= 25 m) av vegen, og gir eit uttrykk for kor farleg det er å kryssa vegen i dette punktet (25 m) med ein standard fart. Ein slik skredfare tar omsyn til at ulike skred har ulik breidde, f.eks. vil store snøskred få ein oppjustert skredfare samanlikna med steinsprang som berre treffer kortare strekningar av ein veg.

5.3 Skredeksponering for ein vegstrekning

Strekninga si skredeksponering blir her definert som summen av einingsskredfaren langs denne (Fig. 10). Dette gir eit uttrykk for den potensielle skredfaren ein enkelt trafikant utset seg for ved å kryssa strekninga. Reint statistisk vil dette gi noko for høg skredsannsyn, men ved svært låge sannsyn vil dette utgjera svært lite. Dersom det er like stort sannsyn for å bli råka av eit skred når ein passerar strekning S1 som S2, så har S1 og S2 like stor skredeksponering. Dersom det fører til 2 gonger større sannsyn å kryssa strekning S1 som S2 vil skredeksponeringa til S1 vera to gonger større enn skredeksponeringa til S2.

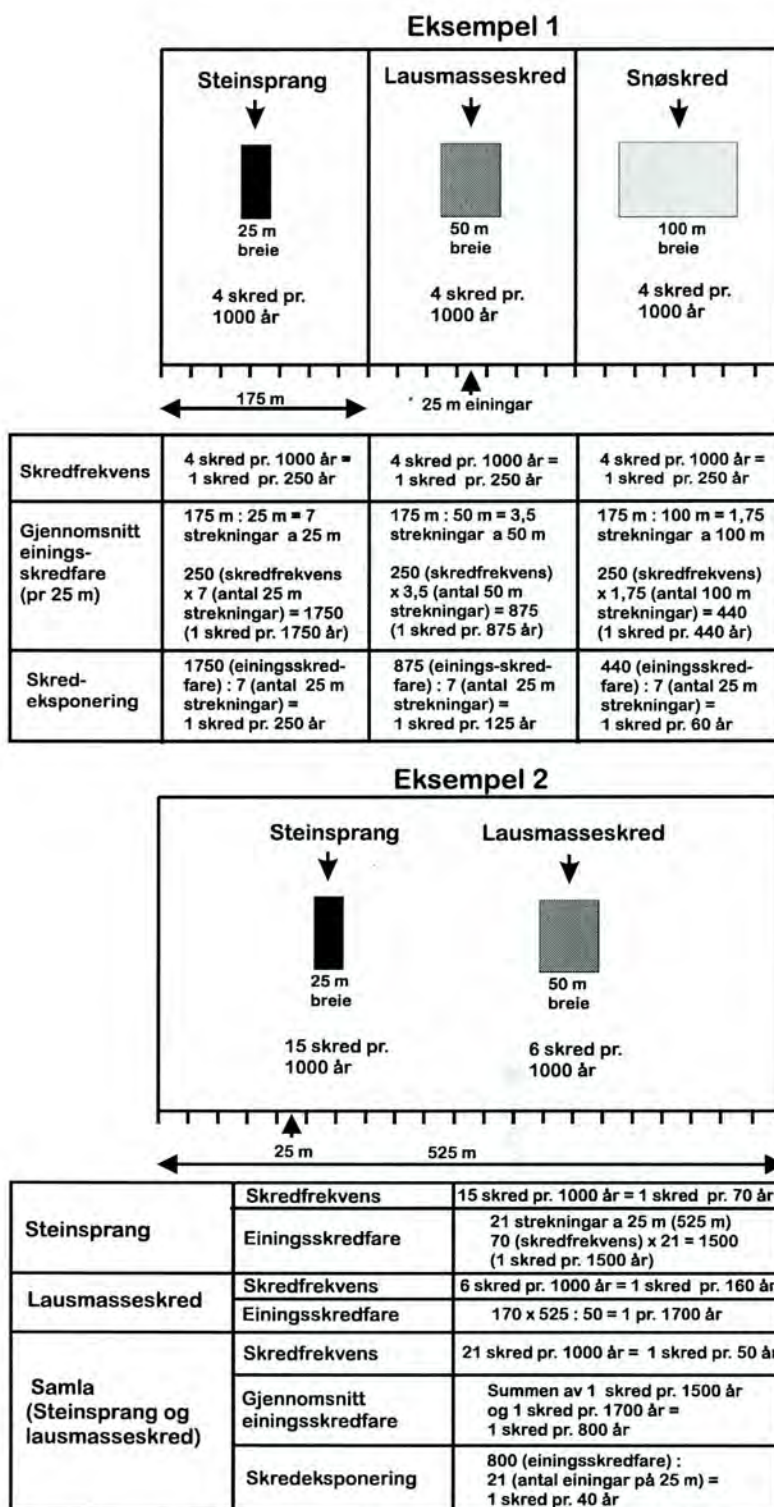
Skredeksponeringa langs ein vurdert strekning er altså summen av einingsskredfaren langs strekningen (i einingar på 25 m), og ein einingsskredfare på 1 skred pr. 500 år langs ein strekning på 100 m (4 einingar på 25 m) vil då gi ein skredeksponering på 1 skred pr. 125 år (4 skred pr 500 år), sjå også Fig. 10.

Tal på skredeksponering kan brukast direkte for å samanlikna skredfaren ved ulike vegstrekningar og for å vurdere i kva område sikringstiltak gir størst reduksjon av skredrisiko.

5.4 Risiko

Risiko er produktet av sannsyn (skred) og konsekvens (trafikk). Risikoen vil auka med skredfare og trafikkmengda. Tala frå skredeksponering kan her brukast saman med tal frå trafikktilhøve for å koma fram til ein skredrisiko for ulike vegstrekningar. Ein treng då informasjon om trafikktilhøve som seier noko om kor lenge og ofte det vil opphalde seg bilar i ei sone på 25 meter av vegstrekninga. Ein må vera klar over at trafikkmønsteret kan variera noko over året, og trafikken vil for eksempel vera lågare om vinteren enn om sommaren. Ved estimering av risiko for snøskred må ein f.eks. då truleg ta omsyn til trafikktilhøva i tidsrommet november til april. Eit mindre steinsprang treng vidare ikkje berøra vegstrekninga

i lang tid samanlikna med snøskred, lausmasseskred og større steinsprang eller fjellskred, og slike forhold vil også influera på estimering av skredrisiko. Skredrisiko er ikkje vurdert eller estimert i denne rapporten.



Figur 10. Eksempel på estimering av skredfare.

6. SKREDUNDERSØKINGAR I LÆRDAL

Skredundersøkingane i Lærdalsdal omfattar feltkartlegging, intervju, terrengeanalysar og noko graving. Desse resultatane blir omtala under ei rekkje delområde frå Lærdalsøyri til Borlaug. Dei enkelte områda som blir omtala har fått eit nummer som samsvarar med lokalitetsnummer på kartvedlegga (Kartvedlegg 2-12). Under dei enkelte områda er det også gjort ei vurdering av skredfare med estimering av skredfrekvensar. Aktuelle sikringsmetodar for enkelte av skredområda blir berre kort omtala. Feltkartlegginga og karakterisering (sedimentologiske kjenneteikn) og tolking av skredmateriale i massetak og gravde grøfter er utført etter metodikk utvikla ved NGU (Blikra m.fl. 1989; Blikra 1994), sjå figur 4. Enkle estimeringar av teoretisk rekkevidde for steinsprang er foretatt etter modell av Domaas (1985).

6.1 Lærdalsøyri - Nedre Eri (vegtrase 1a-b, 1c, 2a-b, 2c) (Kartvedlegg 2, lokalitet 1-14)

Feltkartlegging

Kartlegginga av rasmassar frå Lærdalsøyri til Nedre Eri syner at steinsprang og jordskred er dei dominerande skredtypene (Kartvedlegg 2). Mange stader ligg det blokker avsette av steinsprang over eldre jordskredlober eller -tunger. Desse jordskredtungene ligg i området 0-1000 m ut til eller over vegen, medan dei ved punkt 4000-4500 (ved Nedre Eri, trase 1 a-b) ligg eit stykke innafor vegen. Langs eksisterande trase for E16 ligg det mange stader steinsprangblokker heilt ned til vegen, og nokre plasser også på andre sida av vegen. Ved punkt 3500 (alternativ 1 a-b) ligg det store blokker i elva.

Nedanfor følgjer omtale av nokre lokalitetar.

Lok. 1. Ei stor skredtunge ligg her omlag 50 m nedanfor vegen. Denne er danna av enten eit stort jordskred eller eit mindre fjellskred. Store blokker etter steinsprang frå fjellsida ligg heilt ned til vegen (ei blokkvifte med rotpunktet i bekken/skredbana). Det ligg her ei 2-3 m høg forbygging for elva frå 25 m o.h. og ned til vegen.

Lok. 2. Det ligg her store blokker på opp i 2 m i diameter, og nokre av desse ser relativt ferske ut. Tilsvarande blokker finn ein langs heile strekninga søraustover mot det planlagde tunnelinnslaget (Lok. 5).

Lok. 3. Fleire større blokktinger eller vifter strekkjer seg frå fjellsida og ut mot elvesletta. Vegen er skoren gjennom foten av desse. Nedover frå Kvannskorgjelet er det tydelege skredspor (Løskori), og med vifta bygd ut i overgangen til elvesletta. Generelt ser det ut som om fallsortering manglar i desse viftene (ikkje markert større blokker i foten samanlikna med rotpunktet for viftene). Dette tyder på at dei kan vera avsette ved enkelthendingar som mindre fjellskred eller blokkrike jordskred.

Lok. 4 (ved planlagd tunnelinnslag). Frå Himlingshammaren (50 m o.h.) og ned til riksvegen er det samanhengande blokkfelt (ur). To store blokker på ca. 10 m³ ligg ved foten av ura. Det planlagde tunnelinnslaget er plassert her, altså i eit område med mykje blokker danna ved steinsprang.

Lok. 5. Grensa til feltet med blokker avsatt av steinsprang stig her austover. Berget ligg her i dagen, med berre nokre få blokker i overflata (sjå kartvedlegg 2). Mellom lokalitet 5 og 6 er det bart fjell med lite spor etter steinsprang ned mot vegen.

Lok. 6 - 9. Blokker frå steinsprang ligg ned mot vegen frå lokalitet 6 til eit stykke sør for lokalitet 9 (sjå kartvedlegg 2). Berget stikk ofte fram mellom ura. Nokre parti er mindre utsette for steinsprang, f. eks. et bergparti mellom lok. 6 og 7 og mellom 7 og 8. Ved lokalitet 9 ligg det store steinblokker i elva (storparten er truleg frå eit stort steinskred i 1983).

Lok. 10-12. Langs denne strekninga er det mykje skredmassar i overgangen frå fjellsida til elvesletta. Det er fleire store vifter som går langt ut frå dalsida ved utløpet av store skredbanar (lok. 11 og 12). Det er kartlagt mange tungar eller lobar avsette av jordskred, eller i enkelte tilfelle også mindre fjellskred. Over desse tungene og viftene er det mykje steinblokker frå steinsprang. Tunellutslaget er planlagt i sørleg del av skredvifta ved lokalitet 12. Her er det spor etter både jordskred og steinsprang.

Lok. 13. Det ligg her ei skredvifte som har eit kjeldeområde på over 800 m o.h. (sjå skredbane på kartvedlegg 2). Vegen skjær seg gjennom fronten av denne. Skredvifta er danna ved jordskred og steinsprang. Sørøver frå denne finn ein mykje skredmassar avsette ved jordskred, men desse når ikkje vegbana.

Lok. 14. Ei stor vifte ligg vest for garden Linja. Den har sitt rotpunkt i store og djupe skredbanar som har eit kjeldeområde heilt oppe i 1200 meters høgd. Storparten av vifta er avsett av jordskred og truleg sørpeskred, men snøskred går også her. Skredvifta går ikkje heilt ut til vegen. Det er ein del skog på vifta som tyder på at ein ikkje så altfor høg skredfrekvens.

Intervju/historiske kjelder

Ifølgje Leif Hauge (40 år) har det ikkje gått større steinsprang ned mot vegen ved Lærdalsøyri (Lokalitet 1 - 5). Det blei imidlertid sprengt vekk to store steinblokker ved innkøyrsla til vegvesenet sine bygningar.

Den 11. oktober 1983 gjekk det eit steinskred ved lokalitet 9 som stengde vegen i 100 meters lengde (Frækaland 1983). Skredet gjekk om morgonen og ein fekk såvidt stoppa skulebussen. Steinskredet starta ved at eit fjellstykkje på ca. 500 m³ losna frå ein hammar i ca 300 meters høgd. Fjellstykket vart tidleg knust nedover fjellsida og blokkmassane spreidde seg i ei vifteform, og mesteparten vart liggande att i ura ovanfor vegbana. Berre dei største blokkene nådde vegen og elva. Desse 10 blokkene utgjorde ca. 200 m³.

Registreringane vidare buggjer i hovudsak på samtale med Petter Skogen. Den vestlegaste garden på Nedre Eri (lokalitet 10) er den mest rasutsette i dette området. I februar 1928 gjekk ein stein frå fjellsida gjennom fjøsveggen. Like sør for garden (mellom lok. 10 og 11) gjekk eit større steinskred hausten 1944. Mange dyr, i alt 15 sauer, vart drepne. I 1951 gjekk eit nytt steinskred på same staden. Ved lokalitet 12 fall det ifølgje Arne Eri ut ein fjellhammar 27. januar 1984. Hammaren kom frå ca. 200 m o.h., vart oppknust i blokker som la seg utover bøen. Blokkene gjekk ikkje ut til vegen. Sidan 1984 har det ikkje vore større stein/blokkutfall her.

Terrenganalysar og teoretisk rekkevidde

Store delar av fjellveggen vil vera potensielle utløysingsområde for steinsprang. Ei enkel utrekning av teoretisk utløpsrekkevidde for steinsprang er foretatt i dette området, basert på vertikale fallhøgder (Domaas 1985). Denne enkle metoden kan vera brukbar i område med bratte fjellveggar og ei flat elveslette. Grensa for maksimum utløpsrekkevidde er lagt inn på kartvedlegg 2. Den viser at vegen i store parti ligg innafor denne grensa. Det er ikkje registrert snøskred i det aktuelle området, men ein antar at det i ekstreme tilfelle kan vera fare for snøskred frå fjellsida langs Nedre Eri (leside for vind frå sørvest til nordvest). Imidlertid er det få område som ligg gunstig til for akkumulasjon av store snømengder i denne bratte fjellsida, kanskje bortsett frå dei store skredbanane som fører ned til vifta ved lokalitet 14 (ved Linja). Siktelinja frå toppen av potensielt kjeldeområde og ned til vegbana ved Linja er 36° , noko som syner at snøskred kan gå over vegen. Med dei låge nedbørsmengdene i Lærdalsdalføret er det vanskeleg å bruke eksisterande modellverktøy til å forutsjå snøskredrekkevidde. Endringar i klimatiske tilhøve kan likevel endra på dette.

Skredfare

Store delar av strekninga er utsett for skred. Sjølv elvesletta her er forholdsvis ung, kanskje yngre enn 2000 år. Steinblokkene ein ser er difor yngre enn dette, noko som har stor betydning for vurdering av skredfare. Sidan området nedanfor vegen er dyrka og rydda er det umuleg å gjera ei faktisk oppteljing av blokker. Det er heller ikkje gjort detaljerte studiar av fjellsida for å finne spor etter ferske blokkutfall. Dette kan vera ganske misvisande ettersom vi veit at store delar av fjellsidene her har potensielle utløysingsområde for steinsprang (det vil ofte vera tilfeldig at ein har ferske spor i eit område og ikkje i eit anna).

Ved Lærdalsøyri (lokalitet 1-5) vil det mest skredutsette partiet ligga vest for tunnelinnslaget. For heile strekninga mellom lok. 1 og 5 (600 m) har ein ut frå blokketthet ned mot vegen og estimeringar av maksimal rekkevidde funne at omlag 60 blokker kan ha kryssa vegen i dette området. Skredfrekvensen for steinsprang vil då vera 1 skred pr. 33 år. Ein reknar vidare med at minst 5 større skred (steinskrud/jordskrud) har kryssa vegen. Dette utgjær 1 skred pr. 400 år. Ein kan truleg redusera skredrisikoen i dette området ved å bygga nokre fangvollar mot steinsprang. Samla skredfrekvens i dette partiet (Lok. 1 til 5) er estimert til 1 skred pr. 30 år. Einingsskredfaren blir då 1 skred pr. 680 år (600 m strekning). Samla skredeksponering blir 1 skred pr. 28 år.

Det aktuelle tunnelinnslaget (lok. 4) er planlagt å ligge i eit område med mykje steinsprang, noko som betyr at sikring bør utførast. Men hvis innslaget blir lagt noko lenger mot aust, mot lokalitet 5, vil ein unngå noko av dette problemet.

Det vil vera fare for steinsprang langs store delar av partiet mellom lokalitet 6 og til lokalitet 10, men det er vanskeleg å estimera skredfrekvens. Ved lokalitet 6 og 7 er det rekna med at det har gått 5 steinsprang pr. 50 m vegstrekning, det vil sei totalt 70 steinsprang langs den 700 m lange strekninga. Skredfrekvensen blir då 1 skred pr. 30 år, og einingsskredfaren 1 skred pr. 800 år (skredeksponering på 1 skred pr. 29 år). Størst skredfrekvens reknar ein med vil vera frå lokalitet 8 til 10 (1200 m strekning). Det er rekna at det har gått 5 steinsprang pr. 25 m

strekning. Total skredfrekvens langs den 1200 m lange strekninga blir då 1 skred pr. 13 år (ved 240 steinsprang på 3000 år). Einingskredfaren blir 1 skred pr. 600 år og skredeksponeringa 1 skred pr. 13 år.

Frå lokalitet 10 til 13 (omlag 800 m skredutsett strekning) vil skredfaren vera mykje mindre (vegen ligg svært nær den teoretiske maksimale utløpsrekkevidda), og det er rekna med at det kan ha gått omlag 10 steinsprang over vegen i løpet av dei siste 3000 år. Det er estimert ein skredfrekvens på ca. 1 skred pr. 300 år langs dette partiet. Einingskredfaren blir då 1 skred pr. 12.000 år.

Det planlagde tunnelinnslaget ligg i skredfarleg terreng (ved lokalitet 12). Det er tenkt lokalisert på grensa mellom ei mindre jordskredvifte og ein skråning dominert av steinsprang. Ein foreslår å leggja utslaget noko lenger mot sør for å unngå å gå inn i jordskredvifta. Det bør då byggast skredsikring mot steinsprang. Det er estimert at det kan ha gått 5 steinsprang over ein vegstrekning på 25 m i ein samla strekning på 250 m. Skredfrekvensen vil då vera 1 skred pr. 60 år og einingskredfare 1 skred pr. 600 år (skredeksponering på 1 skred pr. 60 år).

Det er fare for jordskred og steinsprang ved skredvifta ved lokalitet 13 (200 m). Det er rekna med ein frekvens av jordskred på 1 skred pr. 500 år og frekvens av steinsprang på 1 skred pr. 150 år (totalt 20 steinsprang i 200 meters lengde). Total skredfrekvens blir 1 skred pr. 120 år, og einingskredfaren 1 skred pr. 750 år (pr. 25 m strekning). Skredeksponeringa blir då 1 skred pr. 95 år.

Det er vidare fare for snøskred ved lokalitet 14 (400 m lang strekning ved skredvifta, Linja). Ein må truleg rekna med ein skredfrekvens ned på eksisterande veg på 1 skred pr. 200 år. Reknar ein 100 m breie snøskred vil dette bety ein einingskredfare på 1 skred pr. 800 år. Skredeksponering blir då 1 skred pr. 50 år.

Skredfrekvensen på den 600 m lange skredutsette strekninga ved Lærdalsøyri (trase 1c, lokalitet 1 til 5) er estimert til 1 skred pr. 30 år, og med einingskredfare på 1 skred pr. 680 år. Skredeksponeringa langs den 600 m lange strekninga blir etter dette 1 skred pr. 28 år.

Ved dagens vegtrase frå lokalitet 5 til eit stykke sør for tunnelutslaget ved lokalitet 12 (omlag 2700 m skredutsett strekning) er skredfrekvensen estimert til 1 skred pr. 9 år. Einingskredfaren langs den 2700 m skredutsette strekninga blir då 1 skred pr. 950 år. Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 9 år.

Frå tunnelutslaget ved lokalitet 12 og fram til den store vifta ved Tønjum går vegtrase 1c i ein omlag 850 m lang skredutsett strekning. Skredfrekvensen vil her vera 1 skred pr. 33 år, med einingskredfare på 1 skred pr. 700 år. Skredeksponeringa langs heile strekninga blir 1 skred pr. 20 år.

6.2 Håbakken-Tønjum (vegtrase 3) (Kartvedlegg 3, lokalitet 15 og 16)

Feltkartlegging

Tunnelutslaget ved Håbakken er lokalisert til ei steinsprangur (lokalitet 15). Vegtraseen går raskt ut frå ura og over mot den store vifta ved Tønjum. Estimeringa av teoretisk rekkevidde av steinsprang syner at vegtraseen ligg innanfor denne i ei lengd på 150 m.

Den store vifta ved Tønjum (lokalitet 16) ligg ved utløpet av det bratte og tronge Teiggjelet (Fig. 11). Teiggjelet har eit stort kjeldeområde, og den botnforma dalen når opp i over 1300 m o.h. lengst i søraust. Mange mindre gjel og skredbanar fører ned i hovudgjelet, og bidrar med materialtransport ned i gjelet. Overflata på vifta er karakterisert av store blokkrike lobar eller tunger og ryggar (Fig. 6). Blokktingene i øvre delar er ofte bratte, enkelte er opp i 7 til 8 m høge og må representera store skredhendingar. I desse øvre delane ligg blokktingene tydeleg over kvarandre og gjenspeglar enten ulike stadium i ei skredhending eller fleire skredhendingar. Ein finn enkeltblokker opp i 4 m i diameter. Oppe ved utløpet av Teiggjelet eller rotpunktet for vifta ligg det ein stor blokkrygg med ein brattkant på nordsida på opp i 8 m ned mot dagens bekk. Denne blokkrike ryggen vil vera med på å styra skreda mot den nordlege delen av vifta. Ut frå overflata av vifta og lokalisering av nedskjeringar av terrassane ned mot elva ser det ut som om den nordlege halvparten av vifta er mest aktiv i dag (sjå grense på kartvedlegg 3). Den store skredvifta ved Tønjum er tolka til å vera avsett ved vassrike lausmasseskred (flaumskred), eller ved sørpeskred med mykje materiale.

Rapportar som omhandlar vifta ved Tønjum omfattar geologiske undersøkingar (Haye 1982) og vurderingar av sikringstiltak (Bjørnbæk 1983; Lied og Sandersen 1983).

Intervju/historiske kjelder

I 1883 skal ein flaum ha øydelagt ein husmannsplass på vifta. Det er også registrert ein flaum i 1850. Husmannsplassen Gjeilane ved Tunjo vart so skadd av skred i 1873 at folk ikkje kunne leva der meir (Ve, 1940 s.31). Følgjande sitat er henta frå Bergens Tidende 7 mai 1934 «Et stort sneskred gikk lørdag ut i Tønjumelven ovenfor fossen på Tønjum og demmet elven opp. Sne, vann og grus flommet ut over jordene og ødela mark og åker over et areal på 25-30 mål» «Elven tok nytt leie, som ligger henimot hundre meter ved siden av det gamle, og truet lenge med å ta med seg husene på garden»

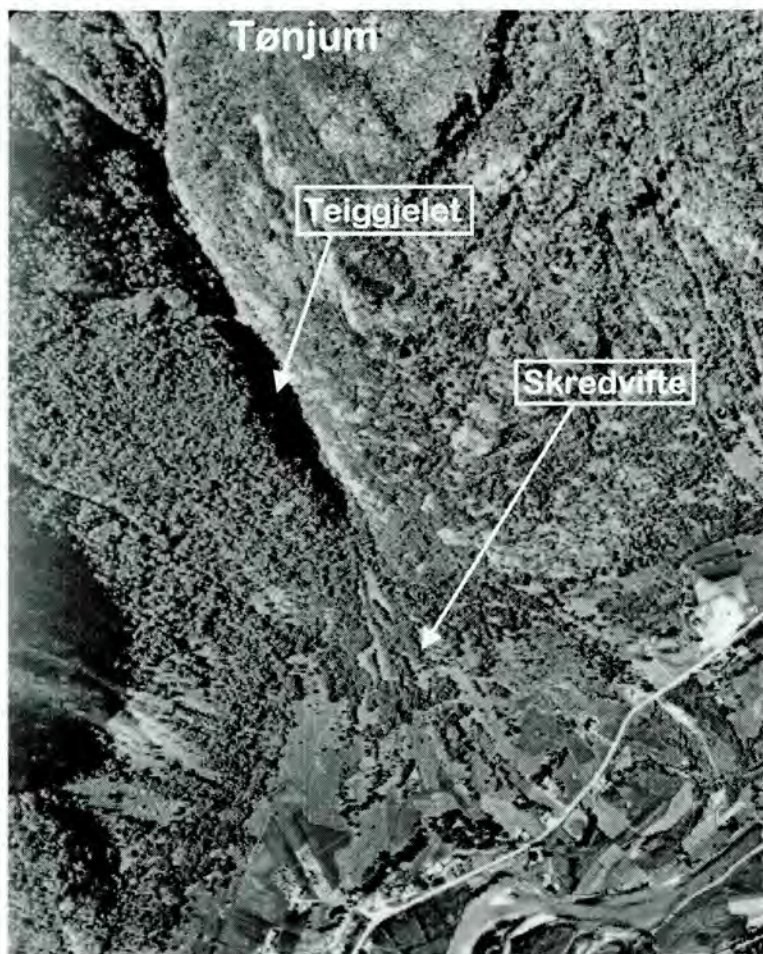
Skredfare

Ved Håbakken er det fare for steinsprang i ei omlag 150 m lang vegstrekning (50 m brei del av dalsida). Skredfaren minkar raskt frå tunnellutslaget som ligg i den mest utsatte området. Totalt tal på blokker som kan ha kryssa vegtraseen i ei 150 m lang strekning er estimert til 50, det vil bety ein total skredfrekvens på 1 skred pr. 100 år. Einingsskredfaren blir då 1 skred pr. 600 år og skredeksponeringa 1 skred pr. 100 år. Det bør vurderast sikringstiltak ved tunnellutslaget, særleg sidan dette området er mest utsatt.

Overflatekartlegginga på den store vifta ved Tønjum syner at den nordlege delen er mest utsett (sjå kartvedlegg 3). I ei omlag 300 m lang strekning er det estimert ein skredfrekvens på 1 flaumskred pr. 150 år. Med ein skredbreidde på 100 m vil einingsskredfaren vera 1 skred pr.

450 år. I dei andre partia (ca. 600 m) vil skredfare vera mykje mindre, truleg vil skredfrekvensen i dei andre områda til saman vera mindre enn 1 skred pr. 1000 år (einingskredfare mindre enn 1 skred pr. 5000 år).

Skredfrekvensen langs heile det skredutsette området (ca. 1050 m) vil vera 1 skred pr. 60 år. Einingskredfare vil vera 1 skred pr. 1000 år og skredeksponeringa 1 skred pr. 24 år.



Figur 11. Oversikt over skredvifta ved Tønjum.

6.3 Sanden (vegtrase 3d-e) (Kartvedlegg 3, lokalitet 17-18)

Feltkartlegging

Ei stor skredvifte er avsatt frå det djupe Moldagjeli (Lok. 17). Vifta går heilt ut til elva og er i overflata dominert av svært blokkrike tunger og lobar (jordskred eller sørpeskred) og store enkeltblokker (steinsprang). Størst skredaktivitet i dag ser ut til å vera i den sørlege delen der det er utvikla ei lita vifte ved utløpet av dagens skredkanal. Nokre små snitt viser at massane er dominerte av jordskred, men med enkelte steinsprangblokker i overflata. Vidare sørover er skredmassane samansette av jordskredtunger, men med store blokker som er transporterte ved steinsprang (Lok. 18). Blokker opp i 5 m i diameter frå steinsprang ligg fleire stader ut i elva. To større frontar av svært blokkrikt materiale er tolka til å vera avsett av eit lite fjellskred (steinskred), sjå kartvedlegg 3. Ved garden Sanden ligg det store steinblokker ved husa og i

skråninga ned mot vegen. Nord for lokalitet 17 ligg det store steinblokker (steinsprang) ned mot terrassekanten (brattkanten) ved kote 50.

Terrenganalysar og teoretisk rekkevidde

Store delar av den bratte dalsida har potensielle område for utløyising av steinsprang. Snøskred er truleg ikkje viktige her då fjellsida ligg mot sørvest (leside ved nordaustlege vindar). Estimering av steinsprangrekkevidde syner at ein teoretisk kan få steinsprang langt utanfor dagens vegbane (sjå kart). Jordskred kan gå ut i vegbana langs store delar av denne strekninga, men med klart størst frekvens langs den store skredvifta (Lok. 17).

Skredfare

Det er vurdert skredfare for delstrekningar og til slutt ein samla skredfrekvens for den skredutsette strekninga langs trase 3d-e. Nord for lokalitet 17 ligg vegtraseen eit stykke utanfor område med registrerte skredblokker, og skredfaren er rekna å vera låg. Reknar ein at 3 skredblokker kan ha kryssa vegtraseen langs ein strekning på 150 m vil skredfrekvensen vera 1 pr. 1000 år. Einingsskredfaren vil vera 1 pr. 6000 år. Ein reknar med at kan få jordskred ned til vegen 1 gang pr. 200 år langs den store skredvifta ved lok. 17, men desse vil truleg vera lokalisert til eit mindre parti i den søraustlege delen av vifta (ca. 100 m). Einingsskredfaren vil her vera 1 skred pr. 400 år (50 m breie jordskred).

I dei andre partia på vifta (ca. 200 m) er det estimert skredfrekvens av jordskred på 1 pr. 500 år (einingsskredfare på 1 pr. 2000 år). Det er også teoretisk muleg å få jordskred vidare søraustover. Det er klart at det har gått mange steinsprang over den planlagde vegtraseen (anslagsvis 10-15 store steinblokker ligg i dag nedanfor dagens vegtrase), men ein del blokker kan ha blitt fjerna eller begravd av elvesediment. For heile strekninga frå lok. 17 til Sanden gard (ca. 400 m) er det estimert at omlag 30 steinblokker har gått ned til og kryssa vegen. Den totale steinsprangfrekvensen ned til og over vegen blir då 1 skred pr. 100 år. Einingsskredfaren for steinsprang blir 1 skred pr. 1600 år (25 meters strekning).

Samla skredfrekvens på heile den vurderte skredutsette strekninga (ca. 900 m) er estimert til 1 skred pr. 60 år. Gjennomsnitt einingsskredfare langs heile strekninga vil vera 1 skred pr. 1400 år. Skredeksponeringa blir etter dette 1 skred pr. 40 år. Skreda som vil nå vegen vil enten vera jordskred eller svært store steinblokker. Områda like nedanfor fronten av dei små fjellskreda vil vera noko sikrare ettersom dei svært grove blokkene vil bremsa ned eventuelle steinsprang (stor friksjon).

6.4 Lund - Grøttebø - Bø (vegtrase 4c) (Kartvedlegg 4, lokalitet 19-21)

Feltkartlegging

Store vifter ved Lund og Bø er dominerte av flaumskredavsetningar (sjå lokalitet 19 og 21). Dagens skredbane er lokalisert til dei vestlege delane av vifta. Mindre vifter er utvikla i område der skredviftene er skorne gjennom på eit seinare tidspunkt. I områda mellom viftene ved Lund og Bø er steinsprang den dominerande skredtypen (Fig. 12). Enkelte store blokker er registrert 10-15 m frå dagens vegtrase (sjå lokalitet 20). Ei datering av organisk materiale

under eit dekke av store blokker (steinsprang) gav ein alder på 870 ± 50 år før notid. Dette indikerar at frekvensen av steinsprang har vore størst dei siste 1000 åra.

Terrenganalysar og teoretisk rekkevidde

Heile den bratte sørlege fjellsida er utsett for utløyising av steinsprang. Snøskred er truleg ikkje viktig då fjellsida ligg mot nord, og den er for bratt til at store mengder snø vil akkumulere. Estimering av rekkevidde av steinsprang syner at ein teoretisk kan få steinsprang utanfor den planlagde vegtraseen over ein ca. 600 m lang strekning ved Grøtnebø (Lok. 20). Det er ei stor sleppe i ca. 250 meters høgd, og frå denne går det hyppige steinsprang. Flaumskred og jordskred kan i enkelte område nå vegtraseen, særleg dei vassrike ytre delane under flaumar kan vera eit problem (f.eks. bekken ved Bø, Lok. 21).

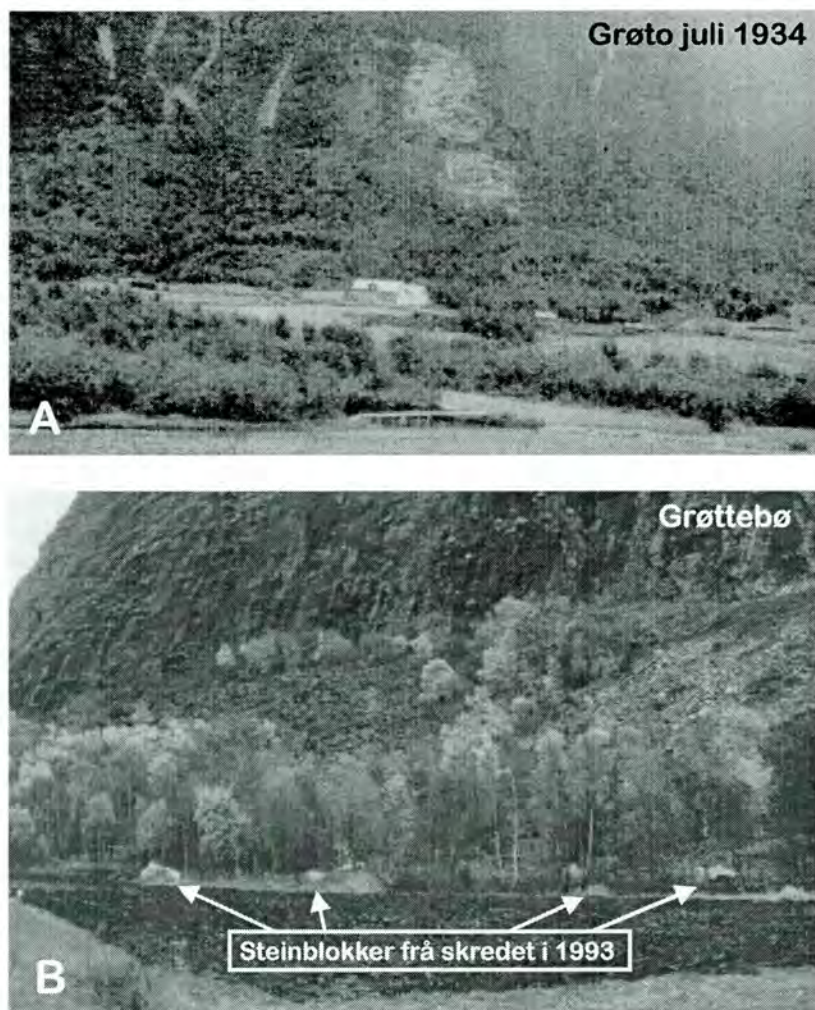
Intervju/historiske kjelder

Ved garden Bø gikk det eit flaumskred på slutten av 1600 talet. På Øvre Bø er det registrert kulturfund frå jernalderen i overflata, noko som syner at denne delen av vifta ikkje har vore utsett for skred i seinare tid (siste 1000 år) (Bjørndal 1995). Like sørvest for Grøtnebø gikk det eit steinskred i 1993 som gikk nesten heilt ned til vegen (Fig. 12B). Det gikk også eit steinskred i 1934 (Fig. 12A, sjå også Ve (1940)).

Skredfare

Skredfaren langs den planlagde vegtraseen er rekna for å vera låg. Langs ein 600 m lang strekning ved Grøtnebø er det estimert ein skredfrekvens for steinsprang på 1 pr. 500 år (estimert at totalt 10 steinblokker har kryssa vegtraseen dei siste 5.000 år). Den utvida punkt-skredfaren blir 1 skred pr. 12000 år. Vegtraseen ligg utanfor dei store skredviftene, men ein kan ikkje utelukka ein viss fare ved Bø (ca. 100 m lang strekning ved lokalitet 21) og like aust for Lund (ca. 250 m lang strekning ved Lokalitet 19). Her vil ein iallefall vera i dei ytre delane av eit flaumskred eller jordskred. Det er estimert ein skredfrekvens ved desse to lokalitatane på 1 skred pr. 500 (Bø) og 1 skred pr. 1000 år (Lund). Utvida punkt-skredfare med 50 m breie skred vil etter dette vera 1 skred pr. 1000 år (Bø) og 1 skred pr. 5000 år (Lund). Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 120 år.

<p><i>Skredfrekvensen i dei skredutsette områda mellom lokalitet 19 og 21 (ca. 950 m) vil vera 1 skred pr. 200 år. Einingsskredfaren vil då vera 1 skred pr. 4700 år. Skredeksponeringa (summen av einingsskredfaren langs heile strekninga) blir då 1 skred pr. 120 år.</i></p>
--



Figur 12. Fjellsida ved Grøttebø. (A) Frå steinskredet i 1934 (Ve 1940); (B) Frå steinskredet i 1993.

6.5 Lundkleivi (vegtrase 4a-b) (Kartvedlegg 4, lokalitet 22)

Ved Lundkleivi er det kartlagt samanhengande dekke av skredblokker (steinsprang) ned til omlag 60 m o.h. Dette området går ned mot ein breelvterrasse, og ein finn enkeltblokker nedanfor denne. Det låg også store steinblokker ute i elva, nedanfor vegen. Det er ei sprekkesone i grunnfjellet med retning VSV-ANA i 100-150 meters høgd. Steinsprang går truleg mest hyppig frå denne sonen. Estimering av teoretisk rekkevidde av steinsprang syner at dei kan gå ut i elva (sjå kartvedlegg 4).

Den skredutsette strekninga er på omlag 500 m. Det er estimert at 50 blokker kan ha kryssa veggana i løpet av dei siste 5000 år. Dette gir ein samla skredfrekvens på 1 skred pr. 100 år og einingsskredfaren blir 1 skred pr. 2000 år. Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 100 år.

Skredfrekvensen for heile strekninga er estimert til 1 skred pr. 100 år. Einingsskredfaren blir 1 skred pr. 2000 år, og skredeksponeringa 1 skred pr. 100 år.

6.6 Ødegård - Øvre Lysne (vegtrase 4a-b, 4b, 4a-c-d) (Kartvedl. 4 og 5, lokalitet 23-27)

Feltkartlegging

Store skredvifter ligg på rekkje og rad frå Ødegård og opp til Øvre Lysne (Fig. 13). Dei ligg i utløpa av store skredbanar frå den bratte nordlege fjellsida og er i hovudsak dominerte av flaumskred. Dei vestlegaste skredviftene rekk så vidt ned til dagens vegtrase (alternativ 4a-b). Nokre mindre vifter ligg ned til vegen mellom Nedre Lysne og Mid-Lysne (Lok. 26). Viftene frå Nedre Lysne til Øvre Lysne ligg over store breelvterrasser, men dei når ikkje heilt ut til kanten av desse (Fig. 13B). Dei nordlegaste viftene ved Øvre Lysne er dominert av steinsprang. Arkeologiske utgravingar i eit massetak ved Øvre Lysne (Lok. 27) viser kulturlag og kulturspor som stammar fra tidsperioden ca. 3200 til 2600 år før notid (Bjørndal 1995). Dette kulturlaget er dekkja av massar avsett av flaumskred (minst 4 flaumskredepisodar), sjå Fig. 14.

Intervju/historiske kjelder

Ifølge gardbrukar Ivar Rikheim gjekk det eit jordskred på skredvifta ved Ødegård i 1981 (Lok. 23). Det kom då ei tunge av jord blanda med mykje tre ned til husa. Ned langs bekkeløpet rann det våtare jordmassar over vegen. Forbygninga oppe på vifta vart bygd etter dette skredet. Nokre små vatn inne på fjellet blir av og til demde opp, og då kan det brått kome mykje vatn ned gjelet. N. Ljøsne er kjent for å liggja utsett til for flaum og skred frå dei to fossane Engelskfossen og Kattgjelfossen (Lok. 23 og 24), Espe og Hovland (1990). Desse har gått med jamne mellomrom og fylt opp veier og dyrka mark. Siste raset gjekk i 1977 og etter den tid blei det ifølgje Espe og Hovland (1990) førebygt på ein solid og sikker måte.

Terrenganalysar og teoretisk rekkevidde

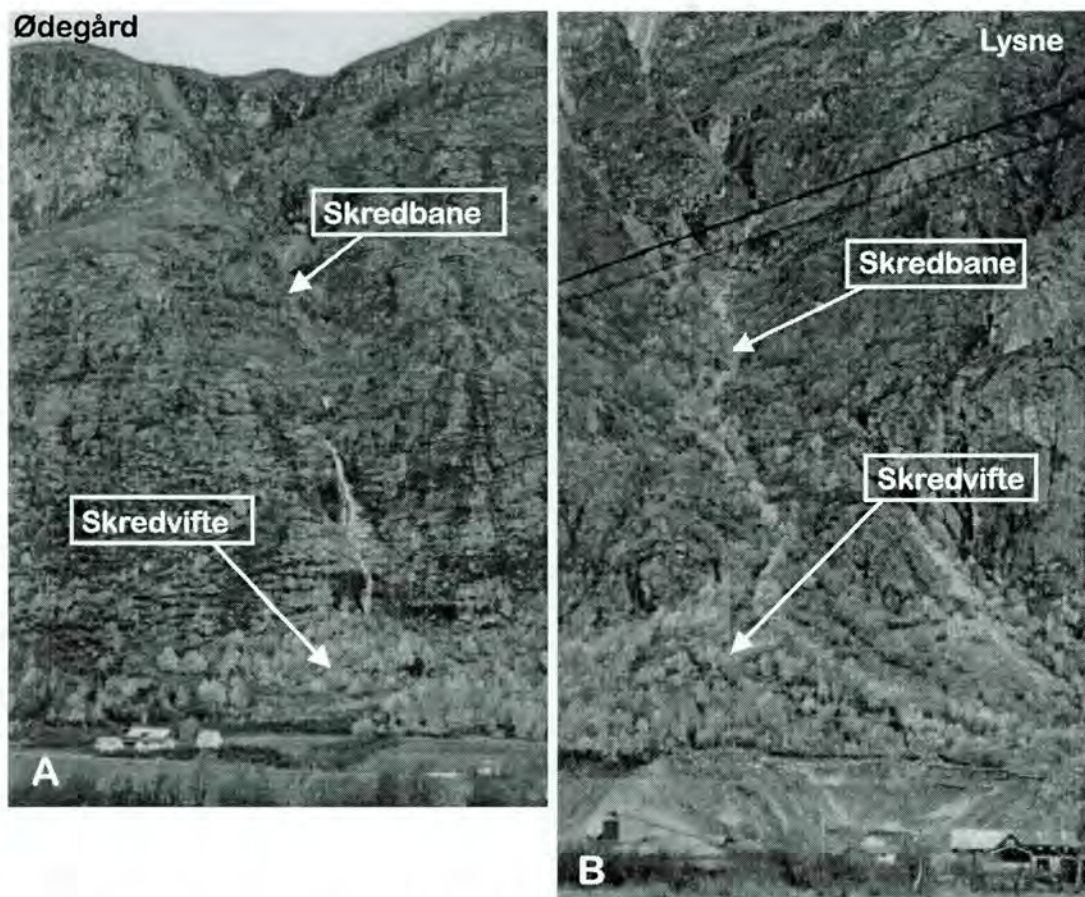
Store delar av den bratte nordlege fjellsida har potensielle område for utløysing av steinsprang, imidlertid vil utløpsrekkevidda for steinsprang vera kortare enn utbreiinga av flaumskredviftene i området. Skredviftene dominerte av steinsprang ved Øvre Lysne ligg langt frå vegtraseen, og estimering av teoretisk rekkevidde syner at steinsprang ikkje kan nå vegen. Dette endrar seg når ein nærmar seg Saltkjelen (sjå avsnitt 6.7 frå Saltkjelen).

Skredfare

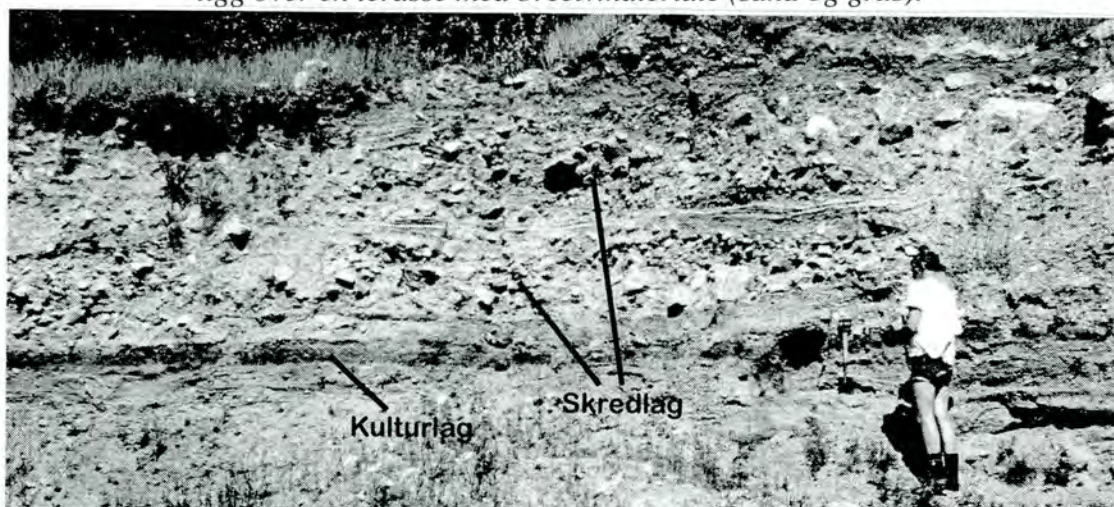
Sidan vegtrase 4a-b ligg heilt i ytre delane av skredviftene, vil vegen ikkje ligga særleg utsett til for flaumskred. Ved Ødegård kan dei ytre, vassrike delane av eit flaumskred kunna nå vegen. Ekstreme langtrekkande flaumskred kan nå vegen, og ein reknar med at ein i området mellom Ødegård og Øvre Lysne kan få flaumskred eller jordskred ned på vegen 5 stader ca. 1 gong pr. 200 år. Samla skredfrekvens blir då 1 skred pr. 40 år langs ein strekning på 3500 m. Gjennomsnitt einingsskredfare langs heile strekninga blir då 1 skred pr. 2800 år (ved 50 m breie skred). Skredeksponeringa blir etter dette på 1 skred pr. 20 år. Vegen nedanfor Øvre Lysne vil ligga i den skredsikraste delen. Dimensjonering av brua over bekkene bør gjerast for å kunna tola sedimentrike flaumar frå vifta (f.eks. bekken frå viftene ved Ødegård (Lok. 23) og Lysne (Lok. 24)). Eksposisjonen med størst lesideakkumulasjon av snø ved nordlege og

nordaustlege vindar indikerar at snøskred ikkje vil vera noko stort problem, sjølv om ein sjølvstakt ikkje kan utelukka slike. Vegalternativ 4a-c-d vil ligge utanfor skredfarleg område i dette partiet.

Samla skredfrekvens langs den 3500 m strekninga er estimert til 1 skred pr. 40 år, medan einingsskredfaren er 1 skred pr. 2800 år. Skredeksponeringa blir då på 1 skred pr. 20 år.



Figur 13. Skredvifter frå Ødegård (A) og Lysne (B). Legg merke til at skredvifta ved Lysne ligg over en terrasse med breelvmateriale (sand og grus).



Figur 14. Massetak ved skredvifta på Lysne. Legg merke til det markerte kulturlaget som stammar frå ein tidsperiode mellom 3200 og 2600 år før notid

6.7 Saltkjelen (vegtrase 4d, 4a-b) (kartvedlegg 6, lokalitet 28-30)

Feltkartlegginga syner at skredavsetningane i den bratte nordlege dalsida er dominerte av steinsprang. Mellom lokalitetane 28 og 30 ligg det store blokker (ofte 3-4 m i diameter) frå steinsprang ned mot og på sørsida av den planlagde vegtraseen 4d. Ved lokalitet 29 ligg den planlagde vegtraseen heilt opp i sjølve ura. Estimering av teoretisk rekkevidde av steinsprang gir også noko av det same biletet, med vegtrase 4d liggande innanfor denne teoretiske rekkevidda frå litt vest for lokalitet 28 og til eit stykke aust for lokalitet 30.

Ut frå ei vurdering av tal på steinblokker ned til og over den planlagde traseen 4d er det estimert ein skredfrekvens på 1 skred pr. 50 år for strekninga mellom lokalitet 28 og 30 (500 m). Einingskredfaren blir 1 skred pr. 1000 år (skredeksponering på 1 skred pr. 50 år). Vegalternativ 4a-b ligg mykje tryggare til i høve til skredfare. Dette alternativet ligg innanfor den estimerte utløpsrekkevidda for steinsprang i ei strekning på omlag 400 m frå lokalitet 29 og austover, men ein reknar med at faren for steinsprang er svært låg. På den 400 m lange strekninga er det estimert ein skredfrekvens på 1 pr. 1000 år ved vegalternativ 4a-b. Einingskredfaren blir 1 skred pr. 16.000 år (skredeksponering på 1 skred pr. 1000 år).

Samla skredfrekvens for vegtrase 4 d er estimert til 1 skred pr. 50 år, og med einingskredfare på 1 skred pr. 1000 år. Skredeksponeringa blir då 1 skred pr. 50 år. Skredeksponeringa for vegtrase 4a-b er estimert til 1 skred pr. 1000 år.

6.8 Stuvane - Bjørkum austre (vegtrase 5a-b) (kartvedlegg 7, lokalitet 31-36)

Feltkartlegging

Fire store skredvifter ligg på rekkje og rad i den nordlege dalsida mellom Sloane og Bjørkum austre. Dei strekkjer seg alle ned til vegen og ut mot elva. Nedslagsfeltet til viftene har svært ulik storleik, med vifta frå Sausgjelet (Lok. 31) som klart det største (Fig. 5). Men også vifta frå Jutlaelvi har eit stort nedslagsfelt.

Lok. 31. Den store skredvifta mellom Sloane og Saude er avsett ved munninga av Sausgjølet. Den strekkjer seg frå hovudelva (ca. 100 m o.h.) opp til rotpunktet på ca. 230 m o.h., og breidda er ca. 600 m i dalbotnen. Eit relativt horisontalt nivå på 125 m o.h. i austkanten av vifta tyder på at ho er bygd over ei eldre breelvflate. Nivået ligg omlag ved den marine grensa. Det er også tilsvarende mindre nivå i vestkanten av vifta. Det er difor berre dei øvre delane av brattkanten ut mot vegen/elva som er skredmassar (breelvmateriale ligg truleg under). Skredvifta er dominert av svært blokkrikt materiale, med enkeltblokker opp i 6 m i diameter. Kartlegginga viser at dette materialet ofte ligg som store tunger/lober eller markerte ryggar (vanlegvis ca. 2 m høge, men tildels meir), noko som syner at mykje av skredmassane er avsette under svært store skredhendingar, truleg som store flaumskred eller sørpeskred. Imidlertid er det langs dagens skredkanal og i dei øvre delane av vifta spor etter snøskred (stein/blokk med ferske brudd og nedslått skog, sjå kartvedlegg 7). Spora etter snøskred blir ferskare oppover, det gjeld både nye skarpkanta blokker og småstein som ligg på overflata av

større blokker. Vegetasjonen blir yngre oppover vifta, og knekte buskar og tre har ofte nye vertikale skot. Med unntak av dei friske snøskredblokkene er steinblokkene overgrodde med mose og lav. Dei er tydeleg gamle utan at ein kan seia noko nærare om alder. Midtre deler av den vestlege halvdel av vifta er karakterisert av omlag rein ur, store blokkryggar med overgrodde blokker. Blokkene har kartlav på opptil 50 cm, noko som tyder på at denne delen av vifta har ein høg alder. Forma på vifta viser vidare at den er danna i ulike stadium, med ei yngre sekundær vifte langs dagens skredbane/bekkeløp. Dette løpet er i dei nedre delane nedskore ca. 4 m. Blokkryggar på begge sider av denne kanalen kan vera avsatt både under flaumskred/sørpeskred og ved snøskred (kastar opp materiale til sida, særleg i ytresvingar). Nedslagsfeltet eller kjeldeområdet til Sausgjelet og skredvifta er svært stort, og vil ha stor tilgang på lausmateriale under skredhendingar.

Lok. 32. Frå Ytre og Fremre Tungegjeli er det bygt opp ei skredvifte som er dominert av materiale avsett av jordskred/flaumskred. Husa ved Saude ligg på slike store jordskredtungar. Ein finn gamle tungar etter jordskred nesten ned til elva. På austsida av vifta finn ein også store steinblokker som er komne ned ved steinsprang, desse er observerte nesten heilt ned til vegen. *Lok. 33.* Finn her ei stor skredvifte avsett i tilknytning til Jutlaelvi. Den har eit toppunkt i 275 meters høgd, og strekkjer seg heilt ut til elva. Vifta er tydeleg todelt med ei stor hovudvifte som er skoren gjennom av ei yngre vifte i dei sentrale delene (på begge sider av Jutlaelvi), sjå kartvedlegg 7. Kartlegginga i overflata av vifta syner at ho er karakterisert av blokkrike lober/tungar og ryggar. Enkelte steinblokker er opp i 6 m i diameter. Skredvifta er tolka til å vera bygt opp av massar transporterte av flaumskred og sørpeskred. Vegetasjonen i ei sone langs elva er ung bjørke- og oreskog. «Stauren» (Jøtulen) oppe på fjellkanten er gjennomslått av sprekker, men blokker frå denne vil neppe nå ned til vegen (vil bli fanga opp av gjelet langs Jutlaelvi).

Lok. 34. Ved munninga av fjellskaret langs Nausagrovi er det bygd opp ei bratt skredvifte som går heilt ut til elva (Fig. 15). Vifta er todelt med ei hovudvifte og ei mindre vifte i midten (på begge sider av Nausagrovi). Vifta er karakterisert av blokkrike lober/tungar og ryggar, som viser resultatet av flaumskred og/eller sørpeskred. Ein finn steinblokker opp i 2 m i diameter, og enkelte ferske blokker ligg langt ned mot vegen. Enkelte parti har ein relativ ung skog. Bekken har ikkje skore seg langt ned, noko som gjer at framtidige skred lett kan ta andre far enn langs dagens bekk.

Like aust for Bjørkum øystre er det ei lita vifte som i hovudsak ser ut til å vera avsett ved jordskred (*Lok. 35*). Enkelte store steinblokker utanfor denne syner at det går ein del steinsprang. Vidare austover, ved fyllplassen (*Lok. 36*), ligg det store steinblokker i ei tungeform heilt ut mot vegen. Dette er resultatet av eit større fjellskred.

På sørsida av vegen er det ikkje gjort noko detaljert kartlegging, men ein finn vifter dominert av jordskred sør for Hønjum og like ved Bjørkum. Ellers er denne sørlege dalsida dominert av steinsprang, og rasmassar frå steinsprang går heilt ned til elva frå lokalitet 35.

Intervju/historiske kjelder

Informasjon om skred frå Sausgjelet (Lok. 31) har vi frå mange hald. Oftast stoppar skreda i eller like nedanfor gjelet. Snøskred har gått over vegen og ned i elva fleire gonger i historisk tid. Ifølgje tidlegare vegvoktar Olav Sletten gjekk fonna og stengte vegen fleire gonger i 1943. Snøskred har stengt vegen fleire gonger også etter dette (for 10-15 år sidan gjekk det skred over vegen). Det er opplyst frå fleire at store og tildels turre snøskred kan gå i stor breidde og nå heilt over til motsett dalside (sjå bilde, Fig. 5). Våte snøskred går oftast langs det djupe bekketaret, men desse kan også gå heilt ut til elva, sjølv om dei fleste stoppar høgare oppe på vifta. Det er ellers fortalt at skredaktiviteten var større i åra rundt krigen (1940-45) og før, og at det dei siste åra ikkje har vore så mykje skred.

Det er ikkje registrert skred i historisk tid ved vifta frå Tungegjeli. Vegen ved Jutlaelvi (Lok. 33) har vore stengt 3 gonger sidan 1938 (Olav Sletten). Den siste gongen var i 1971 då det proppa seg fullt av jordmassar under brua. Denne situasjonen var prega av stor flaum i hovedelva og ofte flaumskred i sideelvane. To mål med innmark vart rasert, og flaumen gjorde skade på brui over Storelvi. Ny bru i betong vart oppført i 1973 (Espe og Hovland, 1990, s. 53). Garden Bjørkjo blei ifølgje Kåre Hovland og Ambjørg Sæltun flytta p.g.a. skred. Flaumskreda går heilt ned i hovudelva.

I 1947 flytta folk frå huset som stod på skredvifta frå Nausagrovi (Lok. 34) (Kåre Hovland, Olav Sletten). Eit stort flaumskred gjekk då over vegen, men vegen har ikkje vore stengt av skred etter dette (Fig. 15) (Espe og Hovland, 1990, s. 40).

I 1971 var vegen stengt på grunn av flaum. Det gjekk eit jordskred like aust for Bjørkum i 1981 (sørsida av elva). Skredet var omlag 600 m langt og stoppa omlag 50 m frå tunet. Ei gammal turkestove stod att midt i skredet. 400 m³ masse måtte køyrast bort (Espe og Hovland, 1990 s. 53).

Terrenganalysar og teoretisk rekkevidde

Snøskred og flaumskred/jordskred kan ha ein rekkevidde som går ned i elva i partiet frå Sloane og opp til og med vifta ved lokalitet 34. Steinsprang kan i ekstreme tilfelle nå dagens vegbane i nokre partier ved lokalitet 32 og 35 (sjå estimering av maksimal rekkevidde i kartvedlegg). Nedslagsfeltet til vifta ved Sausgjelet er svært stort samanlikna med dei andre viftene i området. Delar av dette kjeldeområdet vil også ligga i lesida ved nordvestlege vindar, noko som gir stort potensiale for opphoping av store snømengder.

Skredfare

Både feltkartlegginga og historisk kjende skred syner at det frå Sausgjelet går snøskred som går over vegen. Reknar ein at det har gått snøskred over vegen 4 gonger sidan 1943 vil dette vera i gjennomsnitt 1 skred pr. 13 år. I tillegg er det i nærleiken av bekketaret fare for større flaumskred. Sidan ein i Lærdalsdalføret har svært lite nedbør, vil det truleg vera nedbøren som er avgjerande for hyppighet av skred. Med dei prognosane ein har for framtidig klima (mildare med meir nedbør) kan derfor skredfrekvensen i mange område i Lærdalsdalføret vera større enn ein har hatt fram til i dag. Den største skredfaren vil vera knytt til den sentrale vifta (ca. 150 m). For dende er det estimert ein skredfrekvens på 1 skred pr. 15 år (einingsskredfare ved

100 m breie skred er 1 skred pr. 23 år). For resten av vifta (ca. 250 m) er det estimert ein skredfrekvens på 1 skred pr. 25 år og med einingsskredfare på 1 skred pr. 63 år. Total skredfrekvens ved lokalitet 31 (400 m lang strekning) er estimert til 1 skred pr. 9 år, mens einingsskredfaren for strekninga blir 1 skred pr. 38 år. Skredeksponeringa langs vifta er då 1 skred pr. 2,4 år. Skredsikring langs vifta vil truleg kunna løysast med overbygg langs brattkanten ved elva.



Figur 15. Skredvifta ved Nausgrova.

Ved jordskred/flaumskredvifta ved Saude (Lok. 32) er det ikkje historisk kjende skred, men det ligg mykje massar etter eldre jordskred/flaumskred. Det er ellers fare for at ekstremt langtrekkande steinsprang kan nå vegtraseen. Det er for heile vifta estimert ein skredfrekvens på 1 skred pr. 300 år (omlag 300 m lang strekning). Reknar ein 50 m breie skred vil einingsskredfaren vera 1 skred pr. 1800 år. Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 150 år.

Skredvifta ved Jutlaelvi (Lok. 33) har ein større skredfrekvens, med fleire kjente skredhendingar (har også eit stort nedslagsfelt). Langs den sentrale vifta (omlag 150 m lang strekning) er det estimert ein skredfrekvens på 1 skred pr. 25 år, medan det for resten av vifta (omlag 200 m) vil vera mykje mindre (estimert ca. 1 skred pr. 500 år). Einingsskredfare ved 50 m breie skred vil då vera i storleiken 1 skred pr. 75 og 1 skred pr. 2000 år. Total skredfrekvens ved lokalitet 33 (350 m lang strekning) vil vera i storleiken 1 skred pr. 25 år, med einingsskredfare på 1 skred pr. 175 år. Skredeksponeringa er estimert til 1 skred pr. 12,5 år. Det bør vurderast om ein bør dimensjonera brua over Jutlaelva til å kunna stå imot større flaumskred. Ei lita vifte mellom lokalitet 33 og 34 (omlag 100 m lang strekning) er estimert å

kunna ha ein skredfrekvens (jordskred) på 1 skred pr. 500 år. Einingsskredfare vil då vera 1 skred pr. 1000 år.

Skredvifta ved Nausagrovi (Lok. 34) har truleg noko sjeldnare skredeepisodar enn vifta ved Jutlafossen (mindre nedslagsfelt). Ein har her ei estimering på 1 skred pr. 50 år langs den sentrale vifta (150 m lang strekning), medan det er estimert 1 skred pr. 500 år for resten av vifta (150 m strekning). Total skredfrekvens ved lokalitet 34 (vegstrekning på 300 m) vil då vera 1 skred pr. 45 år, og med einingsskredfare på 1 skred pr. 270 år (50 m breie skred). Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 23 år.

Vidare austover vil det vera ein liten fare for steinsprang ved lokalitet 35 (300 m lang strekning). Total skredfrekvens er estimert til 1 skred pr. 500 år, med einingsskredfare på 1 skred pr. 6000 år. Ved det store fjellskredet (Lok. 36) er skredfare svært låg. Fjellskredet vil bremse opp aktuelle steinsprang.

Samla for heile vegstrekinga mellom Sloane og til og med vifta ved Nausagrovi (1750 m) vil estimata over gi ein total skredfrekvens på ca. 1 skred pr. 6 år. Einingsskredfare for den 1750 m lange skredutsette strekinga vil då vera 1 skred pr. 120 år. Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 1,7 år

6.9 Sæltun - Koret (vegtrase 5a-b) (Kartvedlegg 8, lokalitet 37-40)

Feltkartlegging

Ved garden Sæltun er det eit stort og gammalt fjellskred (Lok. 37), ei flaumskredvifte som stadvis er aktiv (Lok. 38), og ei fjellside med aktive steinsprang austover mot Koret (Lok. 39 og 40).

Lok. 37. Vest for Sæltun har det gått eit stort fjellskred (Fig. 16) frå den nordlege dalsida. Skredet har kryssa elva og gått ca. 50 m opp i den sørlege dalsida der det er ei markert tunge av store blokker (sjå utbreiing i kartvedlegg 8). Dette fjellskredet er geologisk interessant, men alderen er enno ukjend. Der skredet ligg må tilhøva vurderast som stabile. I den sørlege dalsida vest for dette skredet ligg det skredmassar som stammar frå steinsprang (frå Skredbergi).

Lok. 38. Husa på Sæltun ligg på ei stor flaumskredvifte. Vifta strekkjer seg frå elva (190 m o.h.) og opp til 270 meters høgd i den sørlege dalsida. Nede ved vegen er ho ca. 350 m brei. Vifta er bratt øverst, men flatar ut nedover. Overflata er prega av mange blokktinger. Enkeltblokker opp mot rotpunktet kan ha diameter på opptil 4 meter, men den gjennomsnittlege blokkstorleiken er 0,5-1 m. Øverst ved rotpunktet er det eit søkk på omlag 3 m mot den vestlege fjellside. Mot den austlege dalsida går vifta over i store blokker som er komne ned ved steinsprang. Langs elva er det eit 5-8 m djupt erosjonsløp øverst. Langs dei nedre delene av elva er det bygd nokre mindre vollar for å hindra at elva spreier seg ut til sidene. Det er utvikla ei yngre vifte langs dagens elveleie, på austsida av vifta (sjå kartvedlegg 8). Vifta har eit stort nedslagsfelt som strekkjer seg opp i 1400 m o.h.

Lok. 39 til 40. Frå lokalitet 39 er det registrert skredmassar som stammar frå steinsprang. Langs ein strekning på 300 meter er det fleire jordskredtinger ned mot vegen (sjå kartvedlegg

8). Vidare oppover frå desse er det mykje steinsprangmateriale (Sæltøygardsskredene). Ferske spor i dalsida syner hyppig steinsprangaktivitet. Lengst aust mot Koret (Lok. 40), ved det planlagde tunnelinnslaget finn ein også steinblokker som stammar frå steinsprang, men her er der berre bygt opp ei lita ur.



Figur 16. Bilde frå 1869/1870 som viser den blokkrike overflata av fjellskredet ved Sæltun.

Intervju/historiske kjelder

Vi har snakka med Ambjørng Selthun som har budd på garden sidan 1945. Det er ikkje kjent at husa på vifta har vore utsette for flaum eller skred. Dei eldre var likevel på vakt når Fossagrovi vaks opp. I 1934 var vegen stengd ved elva. Sætafossen gjekk då med snødemme og tok ut ei mengd grus og jord i lia, førde det med ned i dalbotnen og truga med å øydelegga garden Selto (Ve, 1940). I 1971 var det stor flaum og vegen var stengd fleire stader i Lærdalsdalføret. Både ved Sausgjelet og ved Sæltun gjekk elva over vegen. Det kjem ofte steinar ned på vegen ved uteløa i Sæltøygardsskredene

Terrenganalysar og teoretisk rekkevidde

Det er antyda grenser for teoretisk rekkevidde for steinsprang like vest for lokalitet 37 (frå den nordlege dalsida) og frå lokalitet 39 til 40 (kartvedlegg). Frå lokalitet 39 til 40 ligg denne grensa langt utanfor den planlagde vegtraseen.

Skredfare

Vegen ved det store fjellskredet (Lok. 37, Fig. 16) vil liggja trygt (den svært grove overflata vil redusera rekkevidda til aktuelle steinsprang). Den austlege delen av skredvifta ved Sæltun (Lok. 38) er mest utsett for flaumskred. Erosjonsløpet øverst medfører truleg at elva vil halde seg på austsida av vifta, men unntaket vil vera hvis dette løpet vart fylt av skredmassar. Ut frå dei store skredmassane som ligg på vifta, det store nedslagsfeltet og historisk registrering er det estimert ein skredfrekvens på 1 skred pr. 100 år for den austlege delen av vifta (omlag 150 m lang vegstrekning). Einingsskredfare med 50 m breie skred vil då vera 1 skred pr. 300 år. Langs resten av vifta (ca. 250 m) er skredfaren estimert til 1 skred pr. 500 år, og med einingsskredfare på 1 skred pr. 2000 år. Den totale skredfrekvensen langs heile vifta (400 m) er då 1 skred pr. 80 år, og einingsskredfare blir 1 skred pr. 650 år. Skredeksponeringa langs vifta er 1 skred pr. 40 år. I ei sone langs elva vil vegen vera utsett for overfløyning, og dimensjonering av bru etc. bør gjerast med tanke på dette.

Ved Sæltøygardsskredene (mellom lokalitet 39 og 40) er vegen lagt noko lenger sør mot fjellsida enn dagens vegbane. Dette vil auka frekvensen av steinsprang ned på vegen. Her vil det også vera ein fare for jordskred eller større steinskred. Både feltregistreringar, estimering av teoretisk rekkevidde og historiske registreringar syner at ein har relativt stor fare for steinsprang langs denne strekninga. Det er estimert ein samla skredfrekvens på strekninga frå litt aust for lokalitet 39 til litt vest for lokalitet 40 (til fjellknausen) på 1 skred pr. 15 år (omlag 600 m lang vegstrekning). Einingsskredfare langs den 600 m lange strekninga blir då 1 skred pr. 350 år (skredeksponering på 1 skred pr. 15 år. Vollar for å fanga opp steinsprang er truleg tilstrekkeleg sikring her. Tunnellinnslaget ved Koret (Lok. 40) går inn i ei lita steinsprangur. Det skredutsette området er omlag 100 m langt. Det er estimert ein total skredfrekvens på 1 skred pr. 100 år, det vil seie ein einingsskredfare på 1 skred pr. 400 år. Det bør vurderast sikring her, tunnelopninga bør byggjast noko ut frå dalsida.

Total skredfrekvens fra Sæltun til Koret blir i storleiken 1 skred pr. 10 år. Einingsskredfare langs den 1100 m skredutsette strekninga blir då 1 skred pr. 470 år.

6.10 Sjurhaugen - Fremre Øygarden (vegtrase 6a og 6b) (Kartvedlegg 9, lokalitet 41-44)

Feltkartlegging

Kartlegginga syner at tunnelutslaget ved Sjurhaugfossen (Lok. 41) ligg i ein skråning med skredmasser (steinblokker avsette ved steinsprang). Enkelte blokker er opp til 6-7 m i diameter. Vegtraseen vidare søraustover mot Hagen følgjer i hovudtrekk den nedre kanten av desse skredmassane (sjå kartvedlegg 9). Like aust for Hagen (Lok. 42) er det ei lita skredvifte avsett av jordskred frå skredbanar i den sørlege dalsida. Vidare austover vil vegalternativ 6a ligge heilt opp mot skredmassane ved lokalitet 43. Tunnelinntaket for trase 6a, like nord for Fremre Øygarden (Lok. 44), ligg inne i skredmassar (steinblokker frå steinsprang). Tunnelinnslaget for vegalternativ 6b ligg i eit område med meir fjell, men også her ligg det steinblokker som truleg er komne ned ved steinsprang.

Terrenganalysar og teoretisk rekkevidde

Topografien i dei bratte dalsidene her er ganske uryddig, og det er derfor vanskeleg å estimera teoretiske rekkevidder for steinsprang. Det er eit par stader antyda noko om maksimal rekkevidde frå steinsprang frå dei næraste fjellskrentane (mellom Lok. 41 og 42, og ved Lok. 44). På strekninga mellom lokalitet 41 og 43 er det heilt klart at steinsprang kan gå over vegen. Steinblokkene som ligg ned mot vegen er ofte svært store, noko som kan føra til at aktuelle steinsprang stoppar opp før dei når vegen.

Skredfare

Frå lokalitet 41 (ved tunnelinnslaget) til lokalitet 42 (omlag 450 m) er det estimert ein frekvens av steinsprang som kan kryssa vegen på 1 skred pr. 40 år (dei svært store blokkene i nederste deler vil redusera rekkevidda av steinsprang). Einingsskredfare blir 1 skred pr. 720 år (skredeksponering på 1 skred pr. 40 år). Tunnelutslaget ved lokalitet 41 bør sikrast (ligg i område med steinsprang blokker).

Det er vidare antyda ein skredfrekvens på 1 pr. 500 år ved jordskredvifta ved Haugen (100 m strekning ved lokalitet 42). Einingsskredfare blir då 1 skred pr. 1000 år ved 50 m breie jordskred (skredeksponering på 1 skred pr. 250 år).

Ved alternativ 6a er det fare for steinsprang i ein 100 m lang strekning ved lokalitet 43. Det er estimert ein skredfrekvens på 1 skred pr. 200 år, og einingsskredfare på 1 skred pr. 800 år (skredeksponering på 1 skred pr. 200 år).

Tunnelinnslaget ved vegalternativ 6a (75 m ved lokalitet 44) ligg utsett til for steinsprang (ligg midt i ura). Skredfrekvensen er estimert til 1 skred pr. 150 år, med ein einingsskredfare på 1 skred pr. 450 år (skredeksponering på 1 skred pr. 150 år). Her bør det sikringsarbeid vurderast. Tunnelinnslaget ved alternativ 6b ligg truleg noko sikrare til, men også her vil det vera fare for steinsprang i ein strekning på omlag 100 m. Det er estimert ein total skredfrekvens på 1 skred pr. 200 år og einingsskredfare på 1 skred pr. 800 år (skredeksponering på 1 skred pr. 200 år).

Total skredfrekvens for alternativ 6a (725 m skredutsett strekning) vil vera 1 skred pr. 25 år, med einingsskredfare på 1 skred pr. 700 år. Skredeksponeringa er estimert til 1 skred pr. 25 år. Total skredfrekvens for alternativ 6b (650 m skredutsett strekning) vil etter dette vera 1 skred pr. 30 år, og einingsskredfaren vil vera i storleiken 1 skred pr. 750 år. Skredeksponeringa ved dette alternativet er estimert til 1 skred pr. 30 år.

6.11 Bakken - Voldum - Horge - Hjelle (vegtrase 7a, 7b) (kartvedlegg 10, lokalitet 45-51)

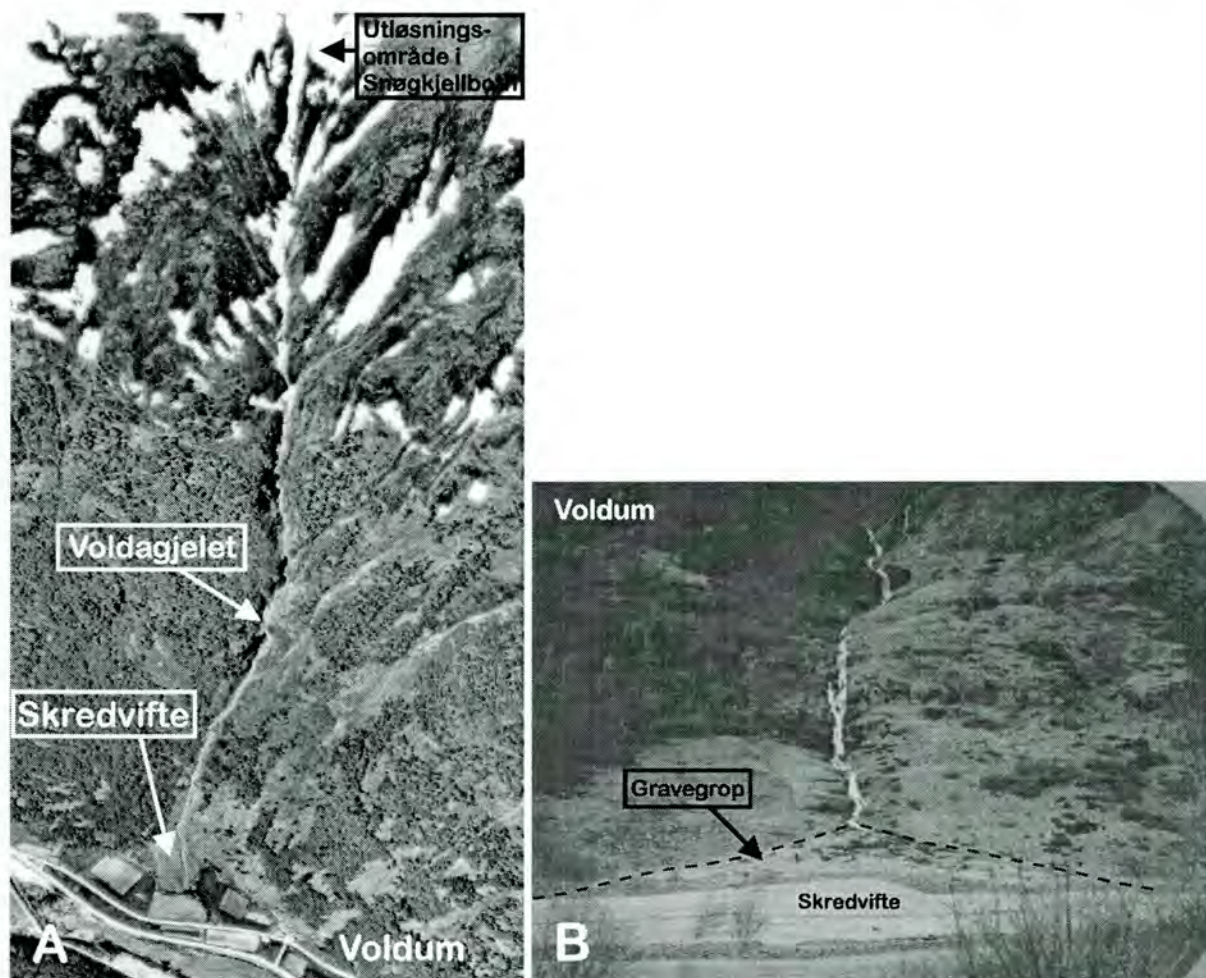
Feltkartlegging

Lok. 45. Tunneluttaket for vegtrase 7a, like nord for Bakken, ligg i ei dalside karakterisert av mykje stor blokk. Dei ligg i mindre tungeformer eller ryggformer, og helningsgradientane på desse er mykje slakare enn vanlege skråningar danna ved steinsprang. Dette tyder difor på at dei blokkrike avsetningane her er danna ved større steinskred eller små fjellskred. Dei er

truleg utløyste frå den markerte forkastningsskrednten i 600 meters høgde (Jotundekkebergarter).

Lok. 46. Tunneluttaket for vegalternativ 7b ved Liheim kjem ut i eit område med enkelte steinblokker, som truleg er komne ned ved steinsprang.

Lok. 47. Den store skredvifta ved utløpet av Voldagjeli ser ut til å strekka seg heilt ut til elva (Fig. 17). I dei øvre delane (over det dyrka/planerte området) er vifta karakterisert av lobar og tunger som er resultatet av lausmasseskred. Ferske steinar og større steinblokker som ligg strødd i overflata er materiale transportert med snøskred. Det ligg konsentrert mest skredmassar like nedanfor utløpet av gjelet, men ein klar vifteform trer tydeleg fram på det topografiske kartet heilt ned til elva. Den nordlege delen av vifta, ved bekken, er noko gjennomskoren og det er utvikla ei svak sekundær vifte i dette partiet (sjå kartvedlegg 10). Snøskredavsetningar finn ein også høgare oppe i fjellsida, nord for gjelet. Desse avsetningane stammar frå snøskred og steinsprang frå den bratte fjellveggen i nord/nordvest. Sjølve Voldogjeli strekkjer seg langt vestover opp til Snøgkjellbotn, til ei høgd på 1400 m o.h.



Figur 17. Skredvifte ved Voldum. Legg merke til utløysingsområde for snøskred i Snøgkjellbotn. Gravegropa er lokalisert et stykke oppe i skredvifta (sjå Fig. 18).

Lok. 48. Frå skredvifta ved Voldum og nordover mot lokalitet 48 ligg det samanhengande skredmassar ned mot gamle vegen. Ved lokalitet 48 ligg det ei stor blokkrik tunge ned mot vegtraseen. Denne er tolka til å vera avsett ved eit mindre fjellskred.

Lok. 49. Ved Horge er det bygt ut ei flaumskredvifte frå sideelva Eisanda eller Horgeelva. Vifta har ei slak overflate, breidda er ca. 600 m ved foten og avstanden frå foten til rotpunktet er ca. 350 meter. Det er registrert loper eller tunger etter lausmasseskred i øvre delar av vifta (sjå kartvedlegg 10). I tidsrommet 1907-10 vart det utført forbygningsarbeid over ei lengd på ca. 130 m i øverste del av vifta. Dette var for å kanalisera dei hyppige flaumane og snøskreda bort frå busetnad og åkerland (Russenes 1977). Ifølgje rapport frå NVE (1977) vart det gjort omfattande skader på anlegget. Skredfaren for området er vurdert med tanke på planlagt bustadfelt (Russenes 1977). Russenes omtalar ei ur danna av steinsprang på austsida av elva, ved rotpunktet, men desse når ikkje vidare nedover vifta. I lia vest for elva er det ikkje registrert skredfarleg område. Ifølge Russenes vil eventuelle steinblokker frå denne sida bli fanga opp i eit flaumløp som vart turrlagt under forbygginga i 1907. Det har ikkje kome steinsprang ned i denne sidan 1907.

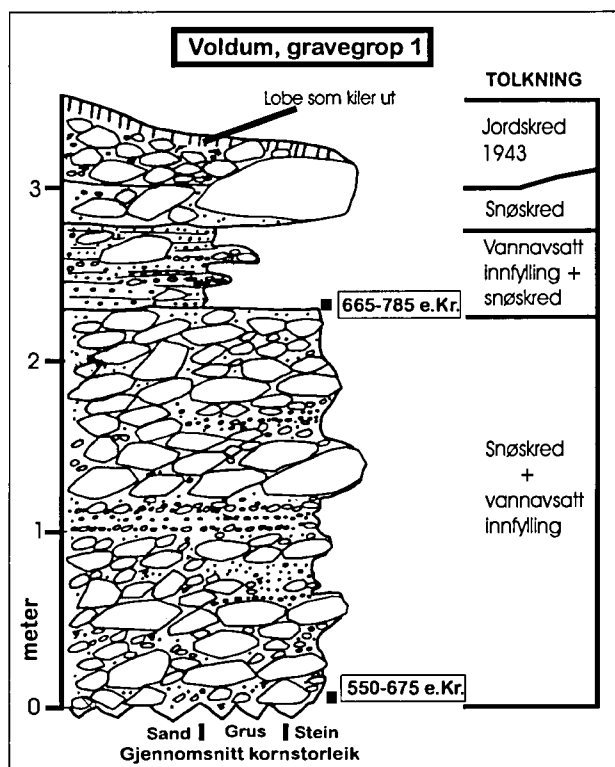
Lok. 50. Her er det fleire parti med grovblokkige avsetningar som strekkjer seg langt ned mot vegen. Vi reknar med at mykje av dette er kome ned ved mindre fjellskred frå den markerte forkastingsskrenten i Jotundekket.

Lok. 51. Frå utløpet av eit lite bekkefar like sørvest for Hjelle ligg det skredmassar som stammar frå jordskred. Eit eller fleire har gått over vegen (sjå kartvedlegg 10). Det meste av skredmassane er truleg frå eit jordskred i 1906 (sjå under).

Gravearbeid

Det er grave ei grop i den sørlege, øvre halvparten av vifta (sjå lokalisering i kartvedlegg 10 og Fig. 9 og 17). Det var ikkje muleg å få gravetillatelse i områda ned mot vegtraseen. Gropa var nesten 4 m djup, og viser vekslande massar (Fig. 18). To radiokarbondateringar i botnen av gropa og på 1 meters djup syner at denne delen er avsett frå ca. 1400 til 1300 år før notid. Materialet i denne delen syner klart at det er avsett av mange snøskred. Frå 2,5 til 3,1 m i gropa (Fig. 18) er det meir vassavsett materiale, men med enkelte stein og større blokker som er frakta ned på vifta av snøskred (fleire snøskred). Over dette laget ligg ein del blokk som er tolka til å vera snøskredmateriale (fleire snøskred). Over dette igjen, opp til dagens overflate ligg ytre delane av ei jordskredtunge. Dette kan stamma frå jordskredet i 1943.

Gravearbeidet syner at det går mykje snøskred ned på vifta, imidlertid vil avsetninga på vifta kunne skifta over tid. Gravinga blei også gjort ganske langt opp på vifta i forhold til vegtraseen. Den viser imidlertid at snøskredaktiviteten til tider kan vera svært stor, slik som for 1450 til 1300 år sidan. Det er estimert at det i denne korte perioden har gått minst 10 snøskred som har avsett materiale i den sørlege kanten på vifta. Det vil seie ein frekvens på minst 1 skred pr. 15 år på denne delen av vifta.



Figur 18. Snitt som viser avsetningane i gravegropa i vifta ved Voldagjelet (Lok. 47). Tala syner radiokarbondateringar.

Intervju/historiske kjelder

Det er mykje informasjon om skred ved Voldagjeli (Lok. 47).

Olav Voldum (Bonde på Voldum): Det har ifølgje forteljingar gått eit stort jordskred rundt 1760. Dette skredet gjekk heilt ned til hovudelva og demde denne opp, og er truleg opphavet til dannelsen av Borgundsfjorden. I 1943 gjekk det ifølgje Voldum eit jordskred over vegen. Dette starta med ei oppdemning oppe i fossen. Vidare har det gått turre snøskred over elva i 1943 og i 1951. I 1983 gjekk det eit vått snøskred som delte seg opp i fire til fem armar nede på vifta. Dette skredet dekkar store deler av vifta, og den sørlege armen gjekk berre ca. 20 m frå busetnaden ved Liheim. Snøskreda går ved nordvestleg ver.

Olav Sletten (tidlegare vegvoktar): I 1943 var gamle vegen stengt i 14 dagar p.g.a. snøskred. Fonna gjekk over hovudelva og var særst hardpakka. Dette var det største raset Sletten kunne huske. Han reknar med at gamle vegen var stengt 10-15 gonger i hans tid som vegvoktar. Han meinte at fonna har kryssa nyvegen ein gong (1982?). Utløysingsområdet ligg heilt bak i Snøkjellbotn (Fig. 18A), og fonna langs grovi kan vera 150 meter brei på det verste. Fonna nord for gjelet har ei mykje mindre utløpsrekkevidde (denne går nesten årleg etter nordvestleg ver).

Kåre Hovland (bygdebokforfattar): Han seier at Voldogjelet er ein årviss skredplass, og fortel om eit kollosalt jordskred i gamal tid. Statholder Gyldenløve var på gjennomreise og etter hans skildring så hadde de året før vore eit forferdeleg uver med skred, jordfald osv. Han nemde spesielt at det kom eit jordskred tvers over dalen som demde opp elva, slik at det på 24 timar ikkje rann vatn gjennom. Dette meiner han er grunnen til at Borgundfjorden vart danna.

Store nedbørsmengder i fjellet førte i 1906 til eit ekstremt flaumskred i elva ved Horge. Elva tok nytt løp og øydela gardsbygningar og mykje dyrka mark. Øydeleggingane skal ha nådd ned forbi gammal riksveg (Russenes 1980). Oppe i Horgedalen har det gått 5-6 jordskred, truleg samstundes med flaumskredet nede på vifta. Snøskredaktivitet er det ikkje funne dokumentasjon på her.

Olav Sletten fortel vidare at det den 13 november 1906 gjekk eit jordras ved garden Sletten (Lok. 51). Dette raset drap to kyr og ein kalv. Skredet gjekk like aust for gardstunet, der bekken går i dag.

Terrenganalysar og teoretisk rekkevidde

I nokre få parti er det gjort estimat av teoretisk utløpsrekkevidde for steinsprang (ved Lok. 46, 47 til 48, og 50), sjå kartvedlegg 10. Tunnelinnslaget ved lokalitet 46 ligg klart innanfor denne grensa. Mellom lokalitet 47 og 48 og ved lokalitet 50 ligg denne grensa omlag ved vegtraseen. Fleire stader er det skredmassar frå steinskred og mindre fjellskred. Desse er svært grovkorna (store blokker), og dette vil bidra til at utløpsrekkevidda for steinsprang vil bli redusert.

Siktevinkel frå øvre kjeldeområdet for Voldagjelet i 1400 meters høgd og ned på vegtraseen er 27°. Erfaringstal viser at snøskred normalt har ein rekkevidde som gir ein sikteinkel på 25-35° (Lied 1992).

Skredfare

Tunnelinnslaget ved Bakken (Lok. 45, vegtrase 7a) ligg i eit område med steinsprang blokker. Det bør derfor sikrast mot slike. Dei nederste delene av ura er tolka til å vera avsett ved eit lite fjellskred, og ein reknar derfor dei nederste delane å vera ganske sikre. Eit alternativ er å leggja tunnelinnslaget noko lenger ned, f.eks. mot kote 425.

Tunnelinnslaget ved lokalitet 46 (50 m strekning ved vegtrase 7b) ligg i eit område med spreidde blokker. Den ligg også eit stykke innafor den estimerte teoretiske rekkevidda for steinsprang. Det er estimert ein frekvens av steinsprang ned mot denne delen av vegen på 1 pr. 500 år. Ved bruk av einingsskredfare vil dette seie 1 steinsprang pr. 1000 år mot ein vegstrekning på 25 m (skredeksposisjon på 1 skred pr. 500 år).

Vegen over vifta ved Voldagjelet (Lok. 47) ligg utsett til for snøskred og jordskred. Ekstremt langtrekkande jordskred ned mot vegtraseen vil vera sjeldne, skredet i 1943 gjekk truleg ikkje heilt ned til nyvegen, medan skredet på 16-1700 tallet gjekk heilt ut til elva. Frekvensen av jordskred ned til og over vegtraseen er estimert til 1 skred pr. 500 år. Størst fare for jordskred vil vera i den nordlege delen, ved dagens bekk. Både den store skredvifta, gravegropa og historiske hendingar syner at det går ofte snøskred. Det er omtalt 3 snøskred etter 1943 som har gått over vegtraseen. Gravearbeidet syner at det i den eine kanten kan vera tale om 1 snøskred pr. 15 år, men det vil for heile vifta vera mykje høgare frekvens, kanskje i storleiken 1 skred pr. 5 år i øvre delar. Det er estimert ein skredfrekvens ned på og over vegen på 1 pr. 20 år. På grunn av at snøskreda kan vera svært breie vil store delar av vegstrekninga over vifta (300 m) ha einingsskredfare på 1 skred pr. 30 år mot ein vegstrekning på 25 m (200 m breie

snøskred). Skredeksponeringa for den 300 m lange strekninga blir då 1 skred pr. 2,5 år. Det er ikkje vurdert kva typar rassikring som kan vera aktuelle her.

Mellom lokalitet 47 og 49 og ved lokalitet 50 er det svært liten skredfare, med einingsskredfare (25 m strekning) på godt under 1 steinsprang pr. 1000 år.

Det vil vera skredfare ved Horgevifta (Lok. 49) i ei sone langs elveløpet. I dei andre sonene vurderer vi skredfaren for liten så langt nede på vifta som riksvegen går. Ein reknar med ein frekvens ved dagens elveløp til å vera i storleiken 1 pr. 100 år. Det er rekna med at flaumskred vil vera omlag 50 m breie, slik at einingsskredfaren (25 m strekning) vil vera 1 pr. 300 år i ei strekning på omlag 150 meter. Skredeksponeringa blir då 1 skred pr. 50 år.

Ved lokalitet 51 kan det vera fare for jordskred, med ein estimert frekvens på ei strekning på 100 m i storleiken 1 skred pr. 500 år (einingsskredfare på ca. 1 pr. 1000 år). Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 250 år.

Størst skredfare i denne strekninga er ved Voldum med estimert skredfrekvens på 1 skred pr. 20 år og einingsskredfare på 1 skred pr. 30 år. Skredeksponeringa er då 1 skred pr. 2,5 år. Ved skredvifta ved Horge er det i den sentrale delen estimert ein skredfrekvens på 1 skred pr. 100 år og einingsskredfare på 1 skred pr. 300 år. Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 50 år.

6.12 Steinklepp/Nygaard (vegtrase 9a-b-c) (Kartvedlegg 11, lokalitet 52)

Vegtraseen fram mot tunnelinnslaget ved Nygaard ligg i eit område med spor etter lausmasseskred og steinsprang (Lok. 52). Sjøelve innslaget ligg i eit område med samanhengande blokker avsett ved steinsprang. Faren for jordskred ligg i området frå Nygardsgrovi og opp til innslaget. Steinsprangfaren vil auka frå 50 m aust for bekken og opp mot innslaget (sjå også estimering av teoretisk rekkevidde for steinsprang).

Det er estimert ein jordskredfrekvens på 1 skred pr. 300 år for strekninga mellom bekken og innslaget (omlag 170 m). Hvis halve veistrekninga blir berørt av eit jordskred vil einingsskredfaren vera på 1 skred pr. 600 år. Vegstrekninga med fare for steinsprang er ca. 100 m lang. Det er estimert ein total skredfare på 1 skred pr. 50 år, og med einingsskredfare på 1 skred pr. 200 år (skredeksponeringa blir 1 skred pr. 30 år). Det kan her vera aktuelt å leggja tunnelinnslaget noko lenger ned, eller å føra ut eit overbygg lenger ned. Dette vil minska skredfaren mykje.

Total skredfrekvens for den 170 m lange strekninga blir i storleiken 1 skred pr. 40 år, og einingsskredfare på 1 skred pr. 210 år. Skredeksponeringa er estimert til 1 skred pr. 30 år.

6.13 Lai - Kvenshagen - Bjøraker (vegtrase 9b, 9c) (Kartvedlegg 12, lokalitet 53-60)

Feltkartlegging

Langs planlagde vegtrasear i den sørlege dalsida mellom Lai og Kvenshagen er det kartlagt avsetningar avsett av jordskred og snøskred (Fig. 19). Steinsprang er rekna for å vera av mindre fare i dette partiet.



Figur 19. Den austlege dalsida ved Skårheim. Gravegropene ved Skårheim er viste.

Lok. 53. Tunnelutslaget for vegalternativ 9 b ligg i ein skredbane som er utvikla ved lausmasseskred. Utglidningar frå området ved tunnelutslaget og oppover dalsida har ført til fleire lausmasseskred som er avsette ned mot garden Lai. Det kan her heller ikkje utelukkast ein viss fare for at langtrekkande steinsprang kan nå tunnelutslaget. I partiet vidare mot sør går traseen i massar danna av lausmasseskred (ned til ca. 50 m sør for garden Haugen). Her går vegtraseen over i eit område dekkja av morene. Like sør for Haugen kryssar vegen ei ny skredravine.

Lok. 54. Vegalternativ 9b går 50 til 100 m nedanfor det store lausmasseskredet som gjekk i 1993 (Fig. 7). Det ferske skredet frå 1993 er karakterisert av tre store lobar eller armar. Dei er frå 1 til 2 m høge og har bratte frontar. Vegen kryssar fleire skredbanar i dette området. Massane frå desse skreda ligg for det meste nedanfor vegtraseen, i utløpet av skredrennene (sjå kartvedlegg 12). Frå lokalitet 54 til 55 kryssar vegtraseen ein serie av slike skredrenner. Avsetningane frå desse lausmasseskreda finn ein i form av store lobar eller tungar og blokkrike ryggar. Det er gjort graving i eit parti med lausmasseskred mellom lokalitet 54 og 55 (sjå nedanfor).

Lok. 55. Tunnelutslaget for vegtrase 9c ligg like sørvest for garden Skårheim. Den ligg i grensa mellom skredmassar og morene. Vegtraseen går omlag 50 m i morenemateriale før han kryssar over den markerte skredrenna like ovanfor Skårheim. Mykje av skredmassane frå denne skredbana ligg i ei vifte ved Skårheim, men ein har også registrert mykje skredmassar frå jordskred lenger oppe i dalsida (sjå kartvedlegg 12). Frå lokalitet 55 går vegtraseen over eit ca. 100 m breitt parti med morenemassar før den kryssar ei ny skredrenne like ovanfor våningshuset, aust for Skårheim.

Lok. 56. Frå våningshustet aust for Skårheim og til Teigum går vegen i skredmassar frå jordskred. Garden Teigum ligg på ei lita jordskredvifte avsett frå skredrenna like ovanfor. I dalsida sørvest for Teigum er det registrert spor etter snøskred. Snøskreda losnar langt oppe i fjellsida på ei utflatning i ei høgd frå 1000 til omlag 1300 m.

Lok. 57. Ei lita vifte er avsett ved utløpet av ein markert skredbane like søraust for Teigum. Det er registrert spor etter både snøskred og jordskred oppe i dalsida. Skredbanen her er skoren ned i fjell. Losneområdet ligg oppe på eit platå i 1000 til 1300 meters høgd. Vidare austover kjem vegen igjen inn i områder dominerte av jordskred (sjå kartvedlegg 12).

Lok. 58. Litt større viftesystem karakteriserte av lobar og tungar frå lausmasseskred ligg i dette området. Skredrennene er markerte og ganske djupe, og dei går høgt opp i dalsida. Mellom lokalitet 57 og 58 ligg også to store blokkrike tungar som er tolka til å vera eit mindre fjellskred.

Lok. 59. Ei stor skredvifte ligg ved utløpet av Kvenshaggjelet (Fig. 20). Den strekkjer seg heilt ned mot garden Kvenshagen, og vegtraseen ligg ca. 100 m oppe i vifta. Vifta er karakterisert av blokkrike lobar og ryggar danna av lausmasseskred eller sørpeskred. Vidare er det særleg i den austlegaste delen av vifta mykje spor etter snøskred (ferske blokker, knekte tre). Dagens skredbane munnar ut i den austlege delen, og overflata på vifta tyder på at det austlege partiet er yngst. Kvenshaggjelet er eit djupt og markert gjel som går heilt opp i ein botn i 1500 meters høgd.

Lok. 60. Nokre små vifter ligg ved utløpet av mindre skredbanar like aust for den store Kvenshagvifta. Dei når imidlertid ikkje heilt ned til vegtraseen. Det er spor etter snøskred i overflata på desse viftene. Losneområdet for desse snøskreda ligg i ei mykje lågare høgd enn ved Kvenshaggjelet, ca. 900 til 1000 m o.h.

Frå lokalitet 60 til lokalitet 69 er det ikkje registrert skredmassar langs vegtraseen. Vegen blir her liggande langt frå mindre steinsprangavsetningar.



Figur 20. Skredvifte ved Kvenshagen. Legg merke til tett granskog i den høyre delen (sørleg).

Gravearbeid

Det er grave to groper ved Skårheim og to groper ved Kvenshagen. Ein må vera klar over at informasjonen frå slike groper berre gir eit minimumstal over skredhendingane. Skred kan avsetja materiale i nærliggjande område utan at materiale blir avsett ved gravelokalitetene.

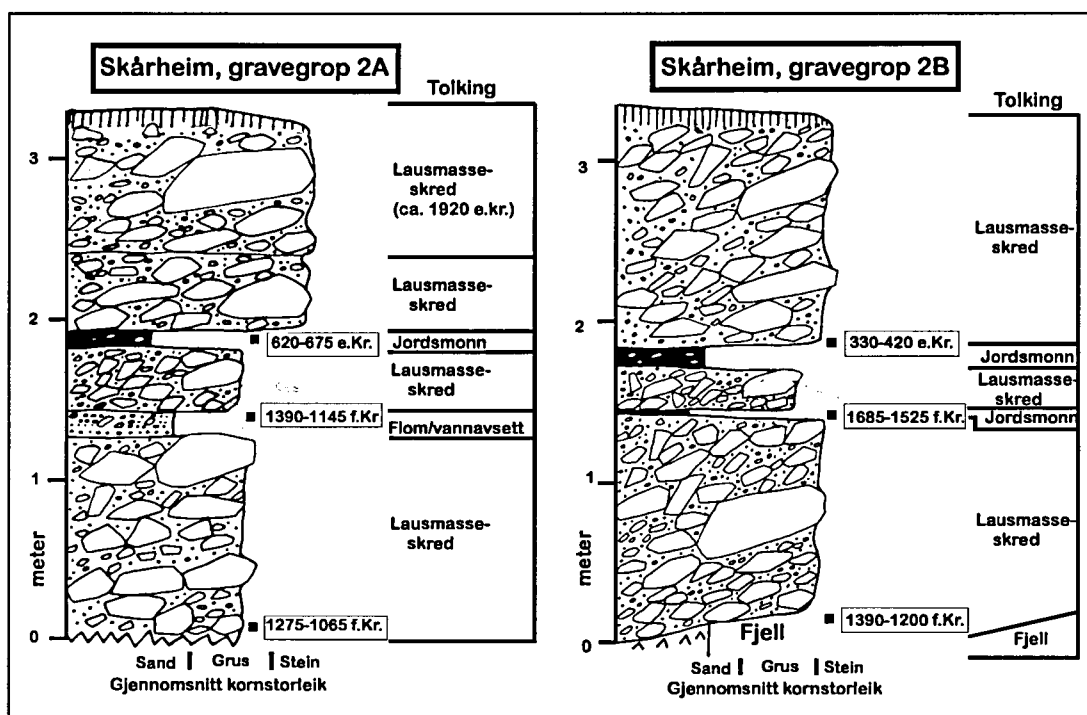
Ved Skårheim (Lok. 55) er det grave ei litt over 3 m djup grop like sør for garden, på ei lita skredvifte ved utløpet av Skårheimsgrovi (2A, Fig. 21). Gropa ligg i kanten av ei 8-10 m brei, 40 m lang og ca. 1 m høg blokkrik tunge. Den største steinblokka i overflata av denne er 120 cm i diameter. Den viser 4 ulike skredhorisontar som er tolka til å vera avsette av lausmasseskred. Organisk-haldig materiale i botnen av gropa er datert til år 1275-1065 f. Kr. Toppen av eit sandig, vannavsett lag på 1,25 m er datert til 1390-1145 f.Kr. Eit 0,5 m tjukt jordskredlag ligg over dette, og over dette igjen ligg det ei gammal markoverflate. Alderen på toppen av denne er bestemt til år 620-675 e.Kr. Det ligg to jordskredlag over dette gamle jordsmonnet. Det øverste laget er truleg resultatet av eit jordskred som gjekk i år 1877. På eit platå litt vest for Skårheim er det også grave ei grop (2B, Fig. 21). Gropa er litt over 3 meter djup, og ein kom ned på fjell i botn. Den syner tre ulike lag av lausmasseskred. Ei datering i botnen syner ein alder på 1390-1200 f.Kr. Denne prøven er teken i botnen av eit tjukt jordskredlag. På toppen av dette laget ligg det ei gammal markoverflate som er datert til 1685-1525 f.Kr. Den unge alderen i botnen av gropa kan skuldast forureining av ungt organisk materiale. Dette kan spesielt vera utsett i overgangen mot fjell der drenering av vatn vil vera stor. Over det gamle jordsmonnet ligg det eit 20 cm tjukt skredlag som er tolka til å vera ytre delar av eit lausmasseskred. Over dette ligg det eit 10 cm tjukt jordsmonn med småsteinar og kolbitar. Toppen av dette er datert til år 330-420 e.Kr. Dette laget er igjen dekkja av eit 1,5 m tjukt jordskredlag.

Ved Kvenshagen (Lok. 59) er det grave ei grop i den vestlegaste delen, heilt i utkanten av den store skredvifta (3A, Fig. 22). Den viser veksling mellom jordskred- og snøskredmateriale.

Dateringar ved 0,5 og 1,9 m syner at store delar er avsett for mellom 3000 og 2000 år sidan. Det har gått fleire snøskred i periodar like før 1120-930 f.Kr., og like før og etter år 355-115 f.Kr. Det har gått jordskred like etter 1120-930 f.Kr og eit jordskred ein gong etter 355-115 f.Kr. Kwart lag med snøskredmateriale er tolka til å vera avsett av fleire snøskred. Ei gravegrop like sør for Kvenshagen, sentralt i skredvifta syner at skredmassane er mykje yngre (3B, Fig. 22). I botnen av gropa, under eit 1,5 m tjukt lag av snøskredmateriale, er ein prøve av organisk materiale datert til år 1285-1420 (e.Kr.). Dette snøskredlaget er tolka til å vera avsett av ei rekkje med snøskred. På 1,9 m er det eit 10 cm tjukt jordsmonnlag, der toppen er datert til 1475-1645 e.Kr. Over denne gamle markoverflata ligg det eit jordskredlag og på toppen eit 0,5 til 1,0 m tjukt lag med blokker som er tolka til å vera avsett av fleire snøskred. Til eine sida kilar det inn tjukkare lag med snøskredmateriale og eit lag med jordskredmassar (Fig. 22).

Gravegropene syner at den austlege og meir sentrale vifta er mykje yngre enn den vestlege delen. Dei syner vidare at snøskredaktiviteten til tider kan vera stor.

Eit snitt i nygravd tomt ved garden på Teigum (ved Lok. 56) syner eit jordsmonnlag mellom to jordskred. Det er ikkje tatt prøver til datering av dette laget.



Figur 21. Resultata frå gravegropar ved Skårheim. Sjå lokalisering i kartvedlegg 12.

Intervju/historiske kjelder

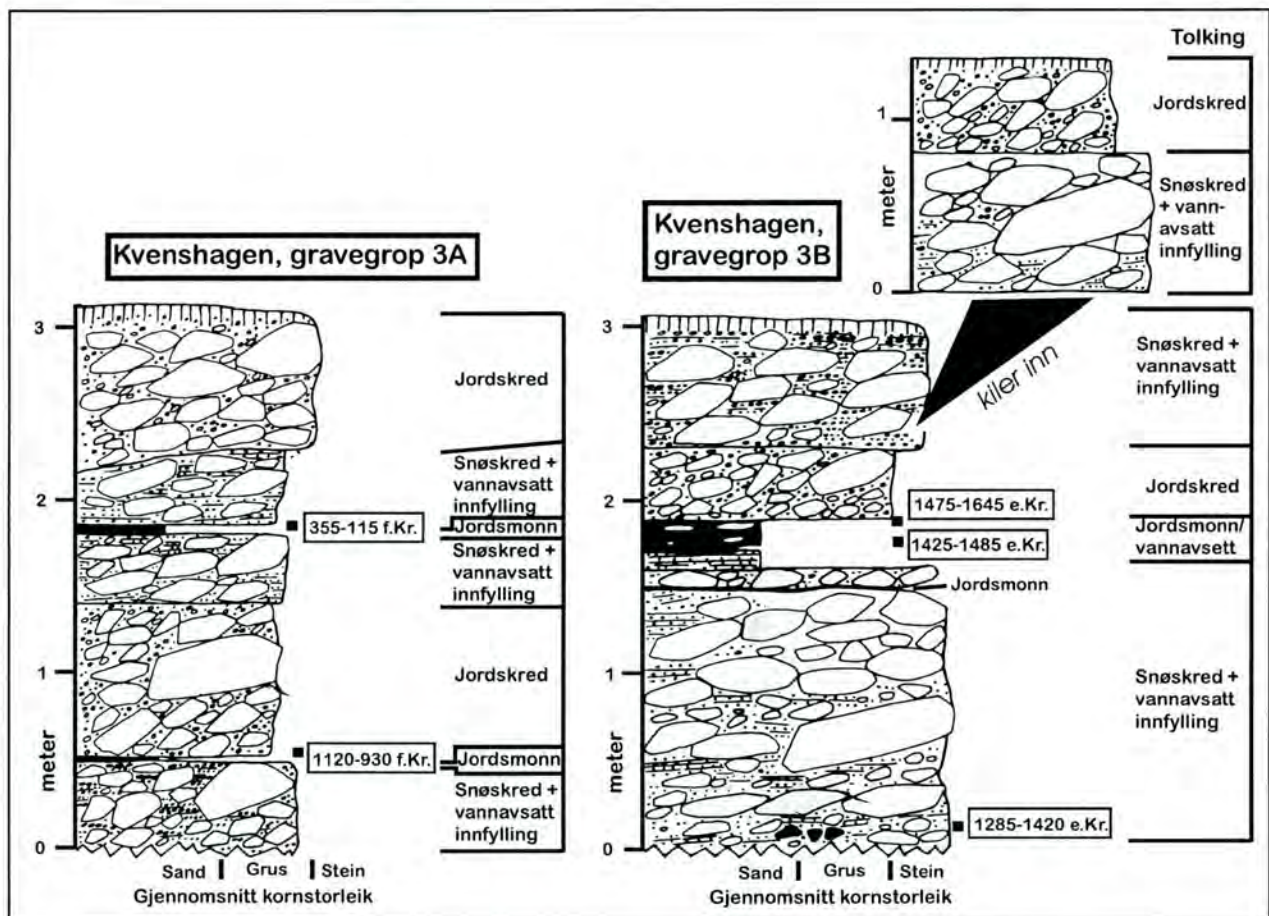
Ved garden Lai (Lok. 53) er det ikkje kjent at det har gått skred, men mykje av områda like under dalsida er kjent for å vera gammal skredjord (Torvald Prestegård). Det er også blitt fortalt at 6-8 kyr gjekk iveg av skred i gammal tid.

Det store skredet som gjekk i mai 1993 starta ved utløyning av eit bergstykke i 1000 meters høgd. Dette skredet drog med seg jord og stein og utvikla seg til eit stort lausmasseskred (Lok. 54, Fig. 7).

Ved skredvifta ved Skårheim (Lok. 55) er det kjent at det gjekk eit jordskred i 1877 (Torfinn Skårheim, Espe og Hovland 1990). Storparten av skredet stoppa i form av ei stor lobe ved gravegropa (G2A, kartvedlegg 12), men enkelte steinar gjekk litt lenger nedover. I 1928 kom det sørpeskred eller «snødemme» heilt inntil husa på Skårheim. Vidare er det registrert at snøskred har gått ned til steingjerdet, ca. 510 m o.h.

Ved Teigum er det to snøskredområde som er kjende (Gardbrukar på Teigum). Like vest for garden gjekk det for eit par år sidan eit snøskred ned på beitet. I gamal tid skal det ha gått snøskred ned mot høgdenivå med husa (ca. 480 m o.h.). Aust for garden (Lok. 57) er det kjent at snøskred kan gå nesten ned til dagens veg (ca. 480 m o.h.). Losneområda for desse snøskreda er på eit platå i 1000-1300 meters høgd (i overgangen mot ein ny brattkant).

Ved Kvenshagen (Lok. 59) er det kjent at det går mykje snøskred, men det er lite informasjon om rekkevidde. Det er imidlertid sagt at det er størst fare for fonn i den austlege delen av skredvifta. Ved lokalitet 60 gjekk det snøskred ned mot kote 505 i 1994/95. Dette er ca. 100 m ovanfor den planlagde vegtraseen.



Figur 22. Resultat frå gravegropar ved Kvenshagen. Sjå lokalisering i kartvedlegg 12.

Terrenganalysar og teoretisk rekkevidde

Ved tunnelutslaget for vegtrase 9c (Lok. 53) er terrenget svært bratt (over 30°) og steinsprang frå dei små skrentene ovanfor kan derfor nå ned til vegbana.

Det er gjort eit grovt estimat på rekkevidde til snøskred ved fire lokalitetar ved bruk av siktevinkel mellom losneområde og vegtraseen. Siktevinkel frå losneområde ved Skårheim og ned mot vegen er ca. 26°, noko som indikerar at snøskred svært sjeldan kan nå vegtraseen her. Siktevinkel frå losneområdet og ned til vegtraseen vest for Teigum (vest for Lok. 56) og aust for garden (Lok. 57) er på 31 og 30°. Vegtraseen ligg såleis innanfor dei normale verdiane for rekkevidde av snøskred. Ved Kvenshagen er siktevinkelen frå toppen av losneområdet og ned til vegtraseen på omlag 34°, og syner difor at snøskred har stort potensial til å nå ned til den planlagde vegtraseen.

Skredfare

Lokalitet 53 til aust for Haugen. Ved lokalitet 53 er det fare for jordskred og steinsprang. Ut frå dateringar og frekvensar ved liknande små jordskredvifter ved Skårheim er det her estimert at det kan ha gått omlag 6 jordskred dei siste 3000 åra. Jordskreda vil truleg følgja den djupe skredrenna. På ein 25 meters strekning er det estimert at det kan ha gått omlag 4 steinsprang ut til eller forbi vegtraseen. Samla skredfrekvens i sjølve skredrenna er derfor estimert til 1 skred pr. 360 år. Einingsskredfaren i denne skredrenna (ca. 50 m) blir 1 skred pr. 420 år. Det bør vurderast å leggja tunnelutslaget litt lenger sør, utanfor skredrenna. Dette vil redusera skredfaren. Frå denne skredrenna ved lokalitet 53 og til skredbanen aust for Haugen har det gått jordskred, men vegtraseen ligg her på eit platå og ein er i utkanten av skredområdet. Har estimert ein samla antal jordskred på 4 over ein strekning på 100 m. Den totale skredfrekvensen på den 200 m lange strekninga blir då 1 skred pr. 750 år, med einingsskredfare ved 50 m breie skred på 1 pr. 1500 år. Ved skredrenna aust for Haugen er det rekna at 4 jordskred har passert vegtraseen. Dette vil seie ein skredfrekvens på 1 skred pr. 750 år. Strekninga er ca. 50 m og det betyr einingsskredfare på 1 skred pr. 750 år.

Samla skredfrekvens frå tunnelutslaget ved lokalitet 53 til og med skredrenna aust for Haugen vil etter dette vera 1 skred pr. 200 år (14 jordskred og 8 steinsprang). Einingsskredfaren (25 m lang strekning av den totale på 200 m) vil vera 1 skred pr. 720 år. Skredeksponeringa blir då 1 skred pr. 90 år.

Strekninga frå skredrenna ved Haugen og 170 m mot søraust går i morenemateriale (Lok. 54) og sidan det ikkje har gått skred her tidlegare reknar ein denne strekninga å vera nokså trygg. Dette til tross for at altså vegtraseen ligg like nedanfor det store lausmasseskredet frå 1992. Den markerte utflatinga i terrenget ovanfor vegtraseen vil bremsa opp mykje av skreda, og dei ser også ut til å bli fanga opp av skredrennene på begge sider.

Lokalitet 54 til Skårheim. Frå lokalitet 54 og til like under tunnelutslaget for vegtrase 9c (sørvest for garden Skårheim) går vegtraseen i område prega av jordskred. Vegen kryssar tre eller fire skredrenner som har sitt utløp nedanfor vegtraseen (små vifter frå 450 til 475 m o.h.). Ei gravegrop på et lite platå like søraust for desse skredrennene viser at det på denne lokaliteten har gått 3 lausmasseskred dei siste 3000 åra (Fig. 21). Reknar ein at det har gått 4 lausmasseskred i kvar av skredbanane i tillegg til omlag 6 skred på platået ved gravegropa (G2b i kartvedlegg) vil dette bety samla 18 skred på ein strekning på 250 m. Den totale skredfrekvensen langs denne strekninga blir då 1 skred pr. 170 år. Einingsskredfaren blir, viss

ein reknar at jordskreda i snitt er 50 m breie, på 1 skred pr. 850 år. Skredeksponeringa blir her 1 skred pr. 85 år. Tunnelutslaget for vegtrase 9c ligg i kanten av dette skredområdet, i grensa mot ein 50 m sikrare strekning.

Lokalitet 55 ved Skårheim. Vegtraseen kryssar her ei markert skredrenne over Skårheimsgrovi (ca. 100 m vegstrekning). Ei gravegrop i vifta som ligg ved utløpet av renna, nedanfor vegtraseen, syner at det har gått 4 jordskred dei siste 3000 åra. Gropa har truleg ikkje fanga opp alle skred som har gått. Historiske registreringar viser at det gjekk eit jordskred for ca. 100 år sidan, dette er det øverste laget i gravegropa (Fig. 21). Det har vidare gått eit sørpeskred rundt 1920/30. Det er vidare registrert snøskred ned til ca. 100 m ovanfor vegtraseen, men ein reknar med at faren for snøskred heilt ned til vegen er liten. Reknar ein at det har gått totalt 8 skred i dette området er skredfrekvensen på 1 skred pr. 375 år, dette gjeld for både vegtrase 9b og 9c. Einingsskredfaren er då estimert til 1 skred pr. 750 år og skredeksponeringa til 1 skred pr. 190 år. Vegtraseen går vidare mot søraust over eit 100 m langt parti med morenemateriale, og skredfaren er her vurdert til å vera svært liten.

Frå husa aust for Skårheim til lokalitet 56 ved Teigum. Dette er ein 300 m lang strekning som går i område med jordskredmassar. Den kryssar skredrenner etter jordskred like ovanfor husa aust for Skårheim og ovanfor Teigum. I mellomliggande område går vegen i område som kan vera dekkja av noko jordskredmassar, med det er truleg ikkje store mengder. Vidare kan dette området vera utsett for snøskred. Det er estimert at det i kvar skredrenne har gått 4 skred, og vidare totalt 4 lausmasseskred i mellomliggande område (totalt 12 skred). Dette blir ein skredfrekvens for jordskred på 1 skred pr. 250 år. Einingsskredfaren er estimert til 1 skred pr. 1500 år. Ein har vidare estimert ein fare for snøskred på 1 skred pr. 200 år i eit parti like aust for Teigum. Utvida punktskredfare ved snøskred i 100 meters breidde langs strekninga på 300 m blir då 1 skred pr. 600 år. Totalt skredfrekvens, inkludert jordskred og snøskred, blir då 1 skred pr. 110 år, medan einingsskredfaren blir ca. 1 skred pr. 400 år. Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 33 år.

Lokalitet 57. Dei fleste snøskreda stoppar oppe i sjølve gjelet, men kan også gå ut på bøen. Dette viser både vifta som ligg ved utløpet og historisk informasjon som seier at snøskred kan gå nesten ned til vegen. Vegtraseen er lagt heilt opp til utløpet av skredbanen, og det er estimert at det kan gå snøskred ca. 1 gong pr. 100 år. Området som er utsett for snøskred vil ved vegtraseen vera avgrensa til eit 50 m breitt område, og einingsskredfaren vil også vera 1 skred pr. 100 år. Skredeksponeringa blir då 1 skred pr. 50 år. Det kan ellers vera ein fare for jordskred, men denne er truleg liten.

Mellom lokalitet 57 og 59. Her går vegtraseen i område med mykje jordskred. Fleire vifter er bygt ut til eit samanhengande viftesystem i utløpet av markerte skredbanar. Like aust for lokalitet 57 ligg nokre større blokklober som truleg er komne ned ved fjellskred. Dette høgareliggjande partiet er ganske skredsikkert. Skredviftene vest og aust for lokalitet 58 har tilførsel frå fleire skredbanar. det er rekna med at vifta vest for lokalitet 58 kan vera bygt opp av omlag 8 jordskred (to skredbanar), medan viftesystemet aust for lokalitet 58 kan vera bygd opp av omlag 16 jordskred (5 til 6 skredbanar). Strekninga frå vifta vest for lokalitet 57 og opp til den store skredvifta ved Kvenshagen (Lok. 59) er omlag 350 m lang. Samla skredfrekvens langs strekninga er 1 skred pr. 125 år (24 jordskred i løpet av 3000 år).

Einingsskredfaren langs strekninga på 350 m vil då vera 1 skred pr. 875 år (estimert breidde på jordskred er 50 m). Skredeksponeringa er estimert til 1 skred pr. 60 år.

Lok. 59. Den store vifta ved Kvenshagen er bygd opp av jordskred og snøskred, det viser både overflateformer og gravegropene. Den vestlege delen av vifta er den eldste, medan det i det siste har vore mest skredaktivitet i den austlege delen. I den vestlege grensa av vifta har det gått 2 jordskred i løpet av dei siste 3000 åra (Fig. 22), men antalet er mykje større mot sentrale delar. Snøskredaktiviteten i denne delen ser ut til å vera ganske låg, men ein må truleg rekna med at snøskred også her kan nå vegbana ca. 1 gong pr. 500 år. I den austlege delen viser gravegropa (Fig. 22, 3B) at det har gått 2 jordskred i løpet av dei siste 300 åra. Vidare har det gått mykje snøskred, kanskje i storleiken 6 snøskred i løpet av 300 år. Ut frå anslaga over er det i den vestlege delen (125 m lang strekning) estimert ein skredfrekvens på 1 jordskred pr. 500 år og 1 snøskred pr. 500 år (totalt 1 skred pr. 250 år). Einingsskredfaren ved å rekna med 50 m breie jordskred og 100 m breie snøskred vil då vera 1 skred pr. 420 år (skredeksponering på 1 skred pr. 85 år). I den austlege delen (150 m lang strekning) vil frekvensen vera 1 jordskred pr. 150 år og 1 snøskred pr. 50 år (den totale skredfrekvensen blir 1 skred pr. 40 år). Reknar ein med 50 m breie jordskred og 100 m breie snøskred vil einingsskredfaren bli 1 skred pr. 65 år. Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 11 år. Samla for heile vifta vil den totale skredfaren vera 1 skred pr. 35 år. Einingsskredfaren for heile vifta (275 m) blir då 1 skred pr. 115 år og skredeksponeringa på 1 skred pr. 10 år. Det kan vera aktuelt med skredsikring i form av ledevollar for snøskred i dette området (vollar for å lede snøskred lenger mot aust, mot lokalitet 60).

Lok. 60. Det kan her vera ein liten fare for at snøskred kan nå vegbana. Frekvensen er estimert til 1 skred pr. 500 år langs ein vegstrekning på 100 m. Einingsskredfaren ved 50 m breie snøskred blir då 1 skred pr. 1000 år, og skredeksponeringa blir 1 skred pr. 250 år.

Strekninga mellom lokalitet 60 og 69 er rekna for å vera skredsikker.

Total skredfrekvens ved vegtrase 9 b blir 1 skred pr. 14 år (72 skred pr. 1000 år). Total skredfrekvens ved vegtrase 9c blir 1 skred pr. 16 år (60 skred pr. 1000 år). Einingsskredfaren for den skredutsette strekninga (2150 m) mellom lokalitet 53 og 69 blir då 1 skred pr. 450 år (vegtrase 9b), og skredeksponeringa blir 1 skred pr. 5,2 år. For vegtrase 9c vil den skredutsette strekninga vera 1500 m og einingsskredfaren 1 skred pr. 350 år. Skredeksponeringa ved denne traseen er estimert til 1 skred pr. 5,8 år. Størst skredfare er det ved Kvenshagen med ein skredeksponering på 1 skred pr. 10 år langs ein strekning på 275 m.

6.14 Heggset - Bjøraker (vegtrase 9a) (Kartvedlegg 12, lokalitet 61-69)

Feltkartlegging

Langs denne vegstrekninga ligg nokre parti utsett til for lausmasseskred og steinsprang (kartvedlegg 12).

Lok. 61. Tunnelutslaget ligg i eit parti med spor etter jordskred. Ved å leggja uttaket litt mot sør vil ein koma ut av dette området.

Lok. 62. Ved Heggset kjem den planlagde traseen til å koma inn i den søraustlege kanten av ei stor skredvifte ved utløpet av Leifsgjeli. Vifta er karakterisert av blokkrike lober frå jordskred, men med enkelte blokker frå steinsprang høgare oppe.

Mellom *lokalitet 63 og 66* er dalsidene karakteriserte av blokker avsette av steinsprang (Fig. 8). I enkelte parti ligg det små blokkrike tunger, som er tolka til å vera avsette ved steinskred eller svært små fjellskred. Desse er ofte svært grovkornige, med svært store blokker. Ved lokalitet 64 og 65 ligg det tunger avsette av lausmasseskred. Frå lokalitet 65 og til litt vest for lokalitet 66 ligg vegtraseen svært nær eller opp til områder med samanhengande dekke av steinblokker. Ein finn store steinblokker som ligg spreidd utover i ei sone frå det samanhengande dekket, i enkelte tilfeller opp til 80 meter nedanfor denne grensa. Blokkene kan vera svært store, opp i 6 m i diameter. Det føreligg ei skredfarevurdering for busetnaden ved lokalitet 65 (Russenes 1979), der det vert tilrådd bygging av sikringsvoll dersom området skal nyttast til bustadføremål.

Ved *lokalitet 66 og 68* er det små skredvifter som går ned til eller over vegtraseen. Desse er karakteriserte av lober avsett i samband med lausmasseskred.

Ved *lokalitet 67* ligg vegtraseen heilt i kanten av ura, og ein finn blokker nedanfor vegtraseen. Mellom *lokalitet 68 og 69* er det ikkje registrert steinblokker nær vegtraseen.

Intervju/historiske kjelder

Ifølgje Johannes Heggset og Olav Sletten gjekk det eit flaumskred ned på vegen for nokre år sidan. Truleg gjekk det eit liknande skred også for ca. 100 år sidan.

Heile strøket ved Hegg er kjent for å vera utrygt for steinsprang (Kåre Hovland). I eit tilfelle i 1841 var det ein stor stein som losna i berget ovanfor garden. Det blei sagt at steinen gjekk gjennom taket i stova og slo ihel ei jente, Agate Nilsdatter.

Det er ikkje registreringar som tyder på at det har gått snøskred på denne sida.

Terrenganalysar og teoretisk rekkevidde

Langs store delar av strekninga er det estimert ei teoretiske rekkevidde for steinsprang (sjå kartvedlegg 12). Den planlagde vegen går i dei fleste stadane innafor denne grensa, svært ofte midt mellom denne grensa og området med samanhengande dekke av steinblokker. Det er ikkje vurdert fare for snøskred her, sjølv om det i ekstreme tilfelle også kan gå slike skred. Imidlertid er dalsida her svært bratt og den ligg ikkje i lesida ved nordvestleg ver.

Skredfare

Ved tunnelinnslaget (Lok. 61) er det estimert ein frekvens av jordskred på 1 pr. 500 til 1000 år.

Ved vifta på Heggset (Lok. 62) er det vurdert ein frekvens av jordskred på 1 pr. 100 år for den 200 m lange strekninga som vegen er i kontakt med skredvifta. Reknar ein med at eit vanleg jordskred her har ein breidde på ca. 100 m, vil einingsskredfaren vera på 1 skred pr. 200 år. Skredeksponeringa er då estimert til 1 skred pr. 25 år.

I partiet mellom lokalitet 63 og 65 er det fare for steinsprang. Det er observert enkelte blokker nedanfor vegen i dette partiet, men vegen ligg eit stykke frå sjølve ura. Reknar ein med at det i løpet av dei siste 5000 åra har gått 1 steinblokk nedanfor vegtraseen for kvar 25 m, vil 44 steinblokker ha kryssa heile vegtraseen i 1100 meters lengde. Skredfrekvensen langs heile partiet vil då vera i storleiken 1 steinsprang pr. 100 år. Einingsskredfaren (25 m lang strekning) er då estimert til 1 steinsprang pr. 5000 år og skredeksponeringa til 1 skred pr. 115 år.

Strekninga mellom lokalitet 65 til litt vest for 66 ligg nærare opp til steinura og har truleg noko høgare skredfrekvens. Ein har her estimert at det har gått 6 steinsprangblokker forbi vegtraseen for kvar 25 m i løpet av dei siste 5000 åra. Vegstrekninga er ca. 550 m lang og det vil seie ein total skredfrekvens ned på denne vegstrekninga på ca. 1 steinsprang pr. 35 år. Einingsskredfaren vil vera ca. 1 skred pr. 800 år og skredeksponeringa 1 skred pr. 35 år. I parti der vegen går heilt opp i ura kan skredfrekvensen vera noko høgare, og det bør vurderast å leggja traseen noko lenger ned, eller sikre.

Ved jordskredvifta ved lokalitet 66 (100 m) er det estimert at det kan ha gått 6 skred i løpet av dei siste 3000 åra (skredfrekvens på 1 skred pr. 500 år). Einingsskredfaren vil her vera 1 pr. 1000 år og skredeksponeringa 1 skred pr. 250 år.

I ein 200 m strekning ved lokalitet 67 er de fare for steinsprang. I den vestlegaste delen (100 m lang strekning) er det estimert at 6 steinsprangblokker kan ha kryssa vegtraseen for kvar 25 m. Dette vil seie totalt 24 blokker langs strekninga. Skredfrekvensen for den 100 m lange vegstrekninga vert då 1 skred pr. 200 år, medan einingsskredfaren blir 1 skred pr. 800 år (skredeksponering på 1 skred pr. 200 år). Dei austlegaste 100 m bort til lokalitet 68 har ein lågare frekvens. Det er her estimert at det kan ha gått 3 steinsprangblokker forbi vegtraseen for kvar 25 m. Skredfrekvensen for den 100 m lange strekninga blir då 1 skred pr. 400 år, medan einingsskredfaren blir 1 skred pr. 1600 år (skredeksponering på 1 skred pr. 400 år).

Ved lokalitet 68 er det fare for jordskred og kanskje steinsprang. Ein reknar med at det har gått 3 jordskred dei siste 3000 åra, det vil sei ein frekvens på 1 pr. 1000 år. Sidan vifta berre er 75 m brei vil einingsskredfaren også vera 1 skred pr. 1000 år (skredeksponering på 1 skred pr. 330 år).

Steinsprangfaren ved lokalitet 68 og opp til lokalitet 69 er rekna for å vera låg. Det er ikkje registrert blokker nedanfor vegen her. Vegtraseen ligg imidlertid innanfor den teoretiske rekkevidda til steinsprang. Reknar ein at det kan ha gått omlag 10 steinblokker forbi vegen langs heile den 300 m lange strekninga blir skredfrekvensen 1 skred pr. 500 år. Einingsskredfaren blir då 1 skred pr. 6000 år, og skredeksponeringa 1 skred pr. 500 år.

Den totale skredfrekvensen på heile strekninga mellom lokalitet 61 og 69 blir etter dette på ca. 1 skred pr. 15 til 20 år. Einingsskredfaren langs den skredutsette strekninga (2900 m) blir då 1 skred pr. 1.200 år og skredeksponeringa blir 1 skred pr. 10 år.

6.15 Bjøraker - Borlaug (vegtrase 10) (Kartvedlegg 12, lokalitet 69-72)

Feltkartlegging

På strekninga mellom lokalitet 69 og lokalitet 72 (Borlaug) er det kartlagt skredmassar frå steinsprang og lausmasseskred (sjå kartvedlegg 12).

Lok. 69. Det ligg her ei lita jordskredvifte avsett ved utløpet av ein skredbane i den nordlege dalsida.

Lok. 70. I ein strekning på omlag 300 m ligg det blokker frå steinsprang heilt ut mot vegtraseen (Fig. 23). Enkelte store steinblokker har gått over på motsatt side av elva. Ein fjellrygg i ein strekning på 200 m vidare mot lokalitet 71 beskyttar denne delen mot steinsprang.

Lok. 71. Her ligg det nokre jordskredtunger ut mot vegbana. Desse er avgrensa av to fjellrygger både mot vest og aust.

Lok. 72. Frå fjellryggen like aust for lokalitet 71 og opp til Borlaug er skredmassane dominerte av jordskredtunger. Desse når ikkje heilt ned til vegen før ein kjem heilt opp til Borlaug. Ei stor skredvifte er avsett ved utløpet av Borlaugsgrovi, og den går heilt ut til hovedelva. Den yngste delen av vifta langs grovi ligg altså då heilt ut i vegtraseen. Den bratte overflata på vifta er karakterisert av blokkrike tunger og ryggar, typisk for flaumskred, jordskred eller materialhaldige sørpeskred. Borlaugsgrovi har eit svært stort nedslagsfelt og drenerar store areal oppe på plataet i nord (1300 til 1400 m o.h.).



Figur 23. Dalside dominert av steinsprang ved Eråksøyne.

Intervju/historiske kjelder

Ifølgje Ve (1940) tok ein bekk i 1934 eit nytt far og grov med seg store mengder jord og litt stein og skog.

Terrenganalysar og teoretisk rekkevidde

Det er gjort ei enkel estimering av teoretisk rekkevidde av steinsprang. Den syner at steinsprang kan gå langt forbi vegtraseen ved lokalitet 70. Også ved lokalitet 71 ligg denne grensa utanfor vegtraseen.

Skredfare

Langs den 150 m lange strekninga ved lokalitet 69 er det estimert eit totalt antal lausmasseskred på 10. Dette vil utgjera ein skredfrekvens på 1 skred pr. 300 år. Ved 50 m breie skred vil einingsskredfaren vera 1 skred pr. 900 år, og skredeksponeringa blir 1 skred pr. 150 år.

Langs den 300 m lange strekninga ved lokalitet 70 er det fare for steinsprang. Det er estimert at det langs denne strekninga kan ha gått omlag 80 blokker ned til og over vegen i løpet av dei siste 5000 åra. Dette vil seie ein total skredfrekvens på 1 skred pr. 60 år. Einingsskredfaren vil då vera 1 skred pr. 750 år, og med ein skredeksponering på 1 skred pr. 60 år.

Ved lokalitet 71 er det estimert at det har gått 4 jordskred ned til vegen (1 skred pr. 750 år). Vidare kan det vera fare for steinsprang. Det er estimert at 5 steinsprang har gått over vegen, noko som betyr ein skredfrekvens på 1 skred pr. 1000 år. Samla skredfrekvens langs den 150 m lange strekninga blir då 1 skred pr. 430 år. Einingsskredfaren blir 1 skred pr. 1600 år og ein skredeksponering på 1 skred pr. 270 år.

Ved fjellryggen vest for lokalitet 71 og frå fjellryggen aust for lokalitet 71 og opp til lokalitet 72 er det ikkje rekna noko skredfare.

Ved Borlaug (Lok. 72) er det fare for lausmasseskred i eit 150 m breitt parti ved Borlaugsgrovi. Størst skredfare er det i nærleiken av sjølve grovi. Den store vifta og det store nedslagsfeltet indikerar at frekvensen av skred kan vera stor. Det er estimert ein skredfrekvens på 1 skred pr. 50 år langs den 150 m lange strekninga. Reknar ein med at skreda kan vera 50 m breie vil einingsskredfaren vera 1 skred pr. 150 år. Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 25 år.

<p><i>Den totale skredfrekvensen frå lokalitet 69 til 72 vil vera 1 skred pr. 24 år. Einingsskredfaren langs ein 750 m lang skredutsett strekning er då 1 skred pr. 450 år. Skredeksponeringa blir 1 skred pr. 15 år.</i></p>

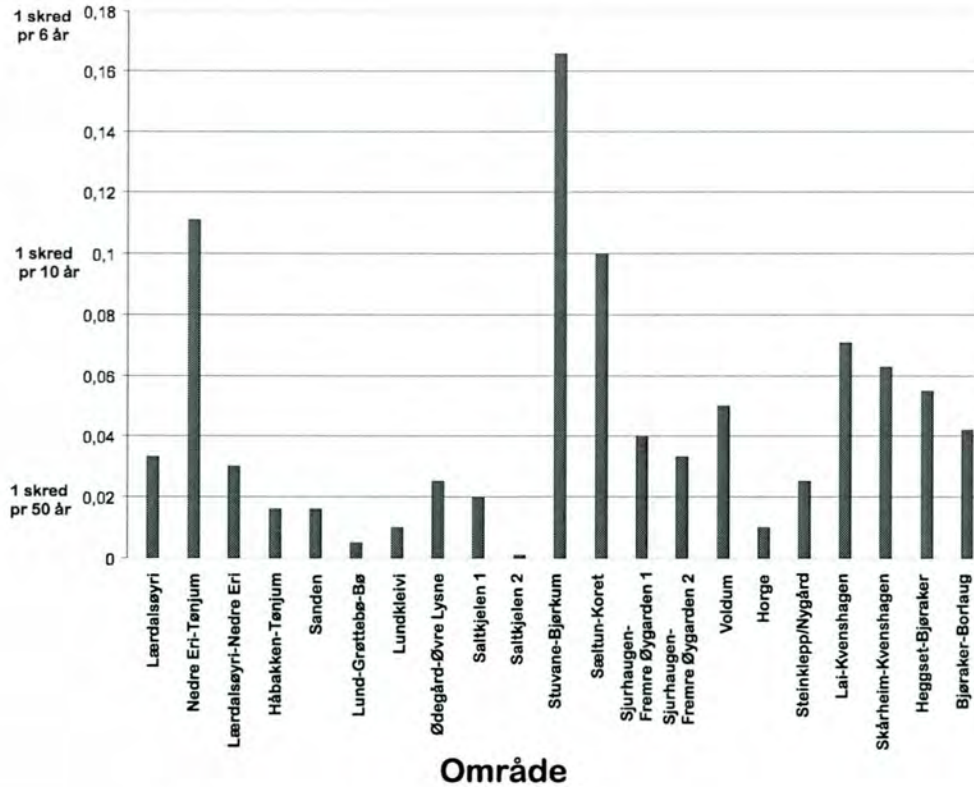
7. OPPSUMMERING/KONKLUSJONAR

Tabell 1 gir ein oversikt over den estimerte skredfaren ved ulike vegstrekningar. Det er gjort estimat både av strekninganes skredfrekvens, einingsskredfaren og skredeksponeringa (sjå forklaring til desse omgrepa i kapittel 5). Særleg vil skredeksponeringa vera viktig når ulike vegalternativ skal vurderast opp mot kvarandre. Desse tala kan også brukast ved vurdering av kvar sikringstiltak bør setjast i verk.

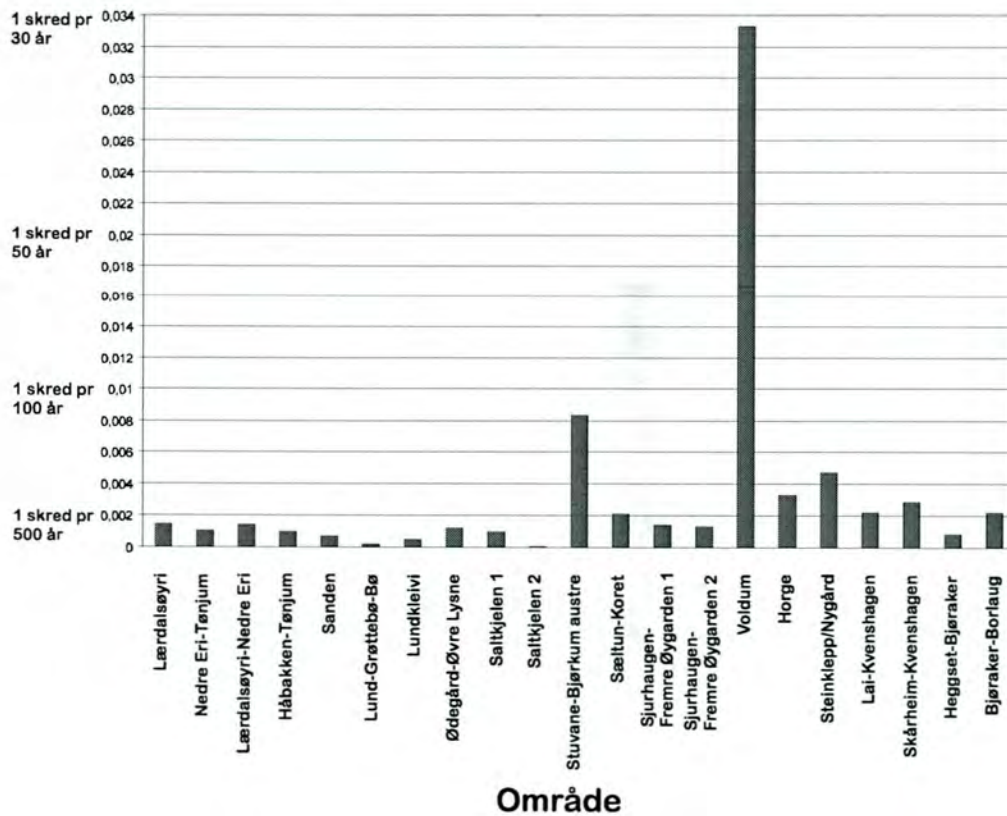
Estimeringane av strekninganes skredfrekvens (totalt antal skred ned mot ei bestemt vegstrekning innanfor ein bestemt tidsperiode) syner at ein langs strekningane Lærdalsøyri-Nedre Eri, Stuvane-Bjørkum austre, Sæltun-Koret, Voldum, Lai-Kvenshagen, og Heggset-Bjøraker har ein skredfrekvens som er større enn 1 skred pr. 20 år (Fig. 24). Tala frå einingsskredfaren syner at strekningene Stuvane-Bjørkum austre og Voldum er dei mest utsette områda (1 skred pr. 120 og 1 skred pr. 30 år), sjå figur 25. Vidare er det einingsskredfare på mellom 1 pr. 200 og 1 pr. 500 år ved Sæltun-Koret, Horge, Steinklepp/Nygård, Lai-Kvenshagen og Bjøraker-Borlaug.

Tabell 1. Oversikt over estimeringar av skredfare langs ulike strekningar.

Område	Lok. nr.	Veg-trase	Skred-farleg område (meter)	Strekningens skredfrekvens (skred pr. antal år)	Einings-skredfare (gjennomsnitt pr. 25 m)	Skred-eksponering (Summering av einingsskredfare)
Lærdalsøyri	1-5	1c	600	1 pr. 30	1 pr. 680 år	$1/28 = 0,036$
Lærdalsøyri- Nedre Eri	5-12	1a-b	2700	1 pr. 9	1 pr. 950 år	$1/9 = 0,111$
Nedre Eri-Tønjum	12-15	2c	850	1 pr. 33	1 pr. 700 år	$1/20 = 0,050$
Håbakken-Tønjum	15-16	3	1050	1 pr. 60	1 pr. 1000 år	$1/24 = 0,042$
Sanden	17-18	3d-e	900	1 pr. 60	1 pr. 1400 år	$1/39 = 0,026$
Lund-Grøttebø-Bø	19-21	4c	950	1 pr. 200	1 pr. 4700 år	$1/120 = 0,008$
Lundkleivi	22	4a-b	500	1 pr. 100	1 pr. 2000 år	$1/100 = 0,010$
Ødegård-Øvre Lysne	23-27	4a-b	1000	1 pr. 40	1 pr. 800 år	$1/20 = 0,050$
Saltkjelen	28-30	4d	500	1 pr. 50	1 pr. 1000 år	$1/50 = 0,020$
«	«	4a-b	400	1 pr. 1000	1 pr. 16.000 år	$1/1000 = 0,001$
Stuvane-Bjørkum austre	31-36	5a-b	1750	1 pr. 6	1 pr. 120 år	$1/1,7 = 0,592$
Sæltun-Koret	37-40	5a-b	1100	1 pr. 10	1 pr. 470 år	$1/11 = 0,091$
Sjurhaugen-Fremre Øygarden	41-44	6a	725	1 pr. 25	1 pr. 700 år	$1/24 = 0,042$
«	«	6b	650	1 pr. 30	1 pr. 750 år	$1/29 = 0,035$
Voldum	47	7a-b	300	1 pr. 20	1 pr. 30 år	$1/2,5 = 0,400$
Horge	49	7a-b	150	1 pr. 100	1 pr. 300 år	$1/50 = 0,020$
Steinklepp/Nygård	52	9a-b-c	170	1 pr. 40	1 pr. 210 år	$1/31 = 0,032$
Lai-Kvenshagen	53-60	9b	2150	1 pr. 14	1 pr. 450 år	$1/5,2 = 0,192$
Skårheim-Kvenshagen	55-60	9c	1500	1 pr. 16	1 pr. 350 år	$1/5,8 = 0,172$
Heggset-Bjøraker	61-69	9a	2900	1 pr. 18	1 pr. 1200 år	$1/10 = 0,100$
Bjøraker-Borlaug	69-72	10	750	1 pr. 24	1 pr. 450 år	$1/15 = 0,067$



Figur 24. Skredfrekvensar for ulike vegstrekningar.



Figur 25. Diagram over einingssskredfare ved ulike vegstrekningar.

Einingskredfaren gir ikkje alltid eit heilt rett bilete av kvar problema er størst. Enkelte stader med lange skredutsette strekningar vil vera eit større problem enn område med høgare einingskredfare, men med ein kort skredfarleg strekning. Den omrekna einingskredfaren til skredeksponering (summering av einingskredfare) vil her vera til hjelp. Den seier noko om dei relative ulikskapane i sannsyn for å bli råka av skred mellom ulike vegstrekningar. Høg verdi uttrykkjer stor skredfare, liten verdi liten skredfare. Desse tala syner at den 1750 m lange skredutsette strekninga ved Stuvane-Bjørkum austre og den 300 m lange strekninga ved Voldum er dei klart mest skredfarlege områda (Fig. 26 og Tabell 1). Også dei to vegalternativa mellom Lai og Kvenshagen har ein høg skredeksponering. Dette området har ein dobbel så stor skredfare som strekningane Lærdalsøyri-Nedre Eri, Sæltun-Koret og Heggset-Bjøraker. Det er altså dobbel så stor skredfare ved vegalternativ 9b/9c (Lai-Kvenshagen) som ved 9a (Heggset-Bjøraker).

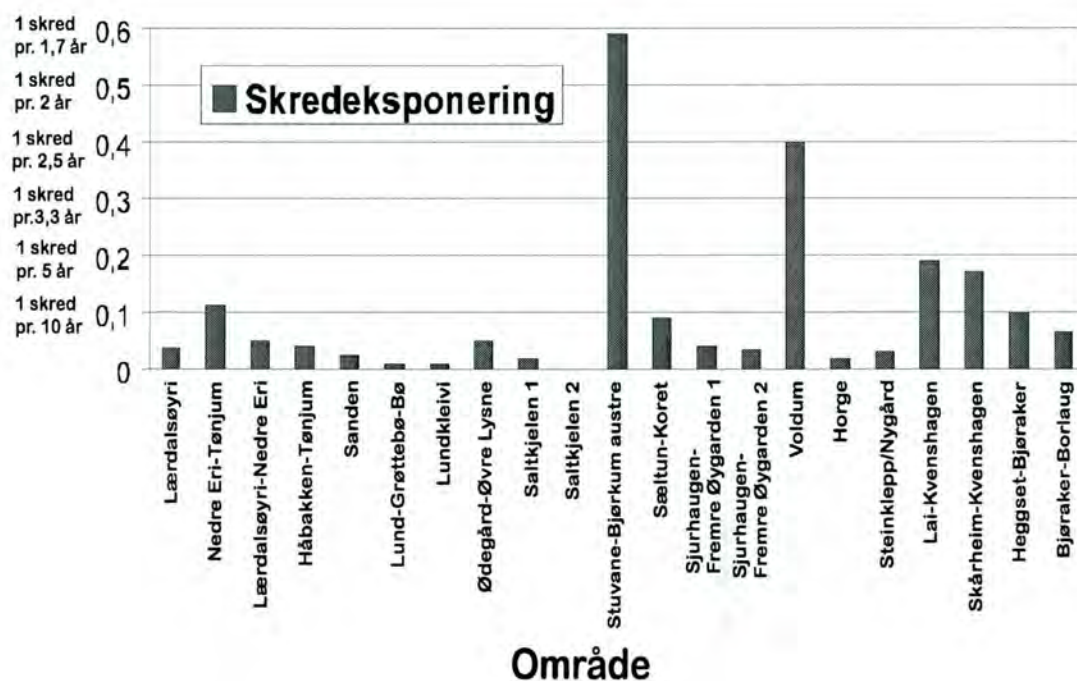


Fig. 26. Diagram over skredeksponeringa ved ulike vegstrekningar. Dette seier noko om den relative skredfaren mellom dei ulike områda.

For å vurdera skredfaren i mindre parti er det laga ein oversikt over ein del område med stor skredfare (Tabell 2 og Fig. 27). Skredeksponeringa syner tydeleg at skredsikring mot snøskred ved Saude og Voldum kan redusera skredrisikoen i desse områda. Også skredfaren ved Jutlaelvi (lausmasseskred/flaumskred) og ved Kvenshagen (snøskred) er høg. Det er difor snøskredfaren ved Kvenshagen som i hovudsak gjer at skredfaren i området Lai-Kvenshagen er høg.

Tabell 2. Estimeringar av skredfare i dei mest utsette områda. Forklaring til skredtype: St = steinsprang, Lø = løsmasseskred/flaumskred, Sn = Snøskred.

Område	Lok. nr.	Veg-trase	Meter	Skred -type	Strekningens skredfrekvens (skred pr. antal år)	Einings-skredfare (gjennomsnitt pr. 25 m)	Skred-eksponering (Summering av einingsskredfare)
Seklepp	6-7	1a-b	700	St	1 pr. 30	1 pr. 800 år	$1/29 = 0,035$
Høgakleivi-Nedre Eri	8-10	1a-b	1200	St	1 pr. 13	1 pr. 600 år	$1/13 = 0,077$
Tønjum	16	3	300	Lø	1 pr. 150	1 pr. 450 år	$1/38 = 0,026$
Sausgjelet	31	5a-b	400	Sn, Lø	1 pr. 10	1 pr. 38 år	$1/2,4 = 0,417$
Jutlaelvi	33	5a-b	350	Lø	1 pr. 25	1 pr. 175 år	$1/13 = 0,077$
Nausagrovi	34	5a-b	300	Lø	1 pr. 45	1 pr. 270 år	$1/23 = 0,044$
Sæltun	38	5a-b	400	Lø	1 pr. 80	1 pr. 650 år	$1/40 = 0,025$
Sæltøygardsskredene	39-40	5a-b	600	St, Lø	1 pr. 15	1 pr. 350 år	$1/15 = 0,067$
Sjurhaugen	41-42	6a-b	450	St	1 pr. 40	1 pr. 720 år	$1/40 = 0,025$
Voldum	47	7a-b	300	Sn, Lø	1 pr. 20	1 pr. 30 år	$1/2,5 = 0,400$
Steinklepp/Nygård	52	9a-b-c	170	St, Lø	1 pr. 50	1 pr. 200 år	$1/30 = 0,033$
Skårheim	54-55	9b	350	Lø, Sn	1 pr. 120	1 pr. 400 år	$1/29 = 0,035$
Skårheim-Teigum	56	9b-c	300	Lø, Sn	1 pr. 110	1 pr. 400 år	$1/33 = 0,030$
Teigum, aust	57	9b-c	50	Sn	1 pr. 100	1 pr. 100 år	$1/50 = 0,020$
Kvenshagen	59	9b-c	275	Sn, Lø	1 pr. 35	1 pr. 115 år	$1/10 = 0,100$
Heggset	62	9a	200	Lø	1 pr. 100	1 pr. 200 år	$1/25 = 0,040$
Fjellborg	65-66	9a	550	St	1 pr. 35	1 pr. 800 år	$1/35 = 0,029$
Borlaug	72	10	150	Lø	1 pr. 50	1 pr. 150 år	$1/25 = 0,040$

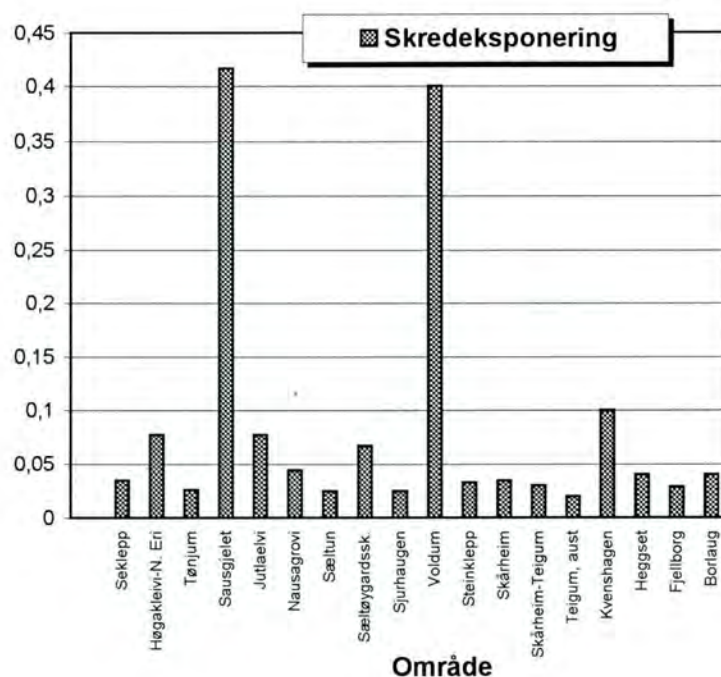
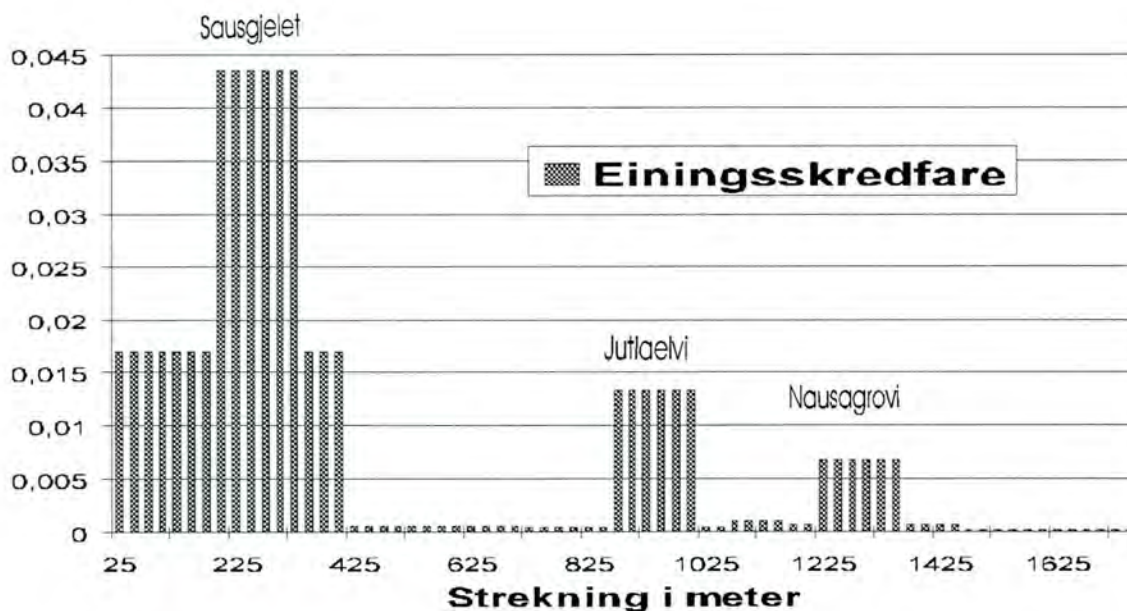
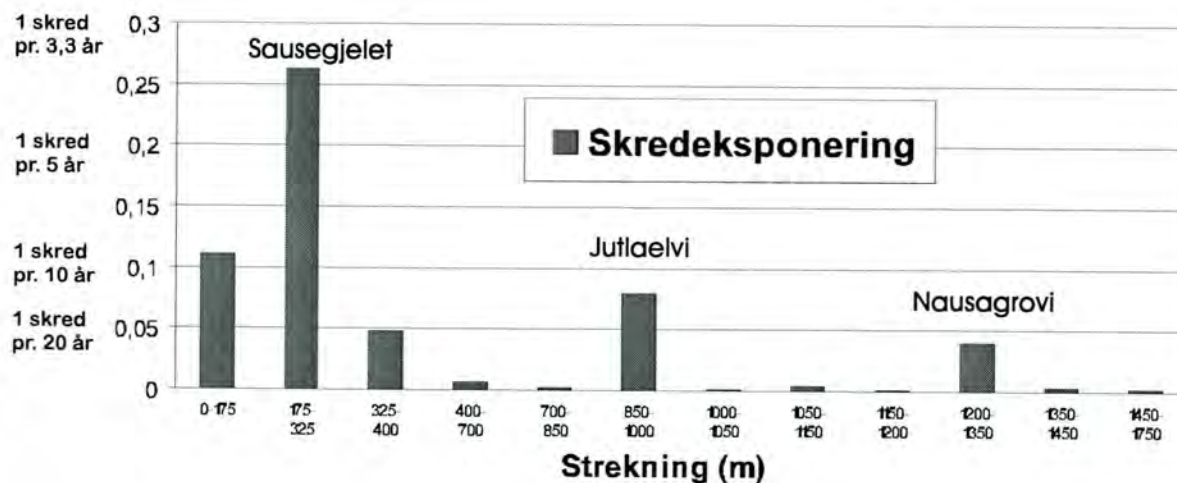


Fig. 27. Diagram over skredeksponeringa i strekningar med høgast skredfare. Dette syner den relative skredfaren mellom dei ulike områda. Skredeksponering på 0,05 er 1 skred pr. 20 år, 0,1 er 1 skred pr. 10 år, 0,2 er 1 skred pr. 5 år og 0,4 er eit skred pr. 2,5 år.

For vegstrekninga mellom Stuvane og Bjørkum er det laga diagram som syner einingsskredfare og skredeksponering i ulike deler (Fig. 28 og 29). Denne syner klart den store skredfare i ein 150 m lang strekning ved Sausgjelet, men også i ein omlag 250 m lang strekning før og etter dette partiet er det relativt høg skredfare. Vidare er det ein høg skredfare i ein 150 m lang strekning ved Jutlaelvi og eit 150 m langt parti ved Nausagrovi. Dette syner tydeleg at skredsikring gir størst effekt i den sentrale delen ved Sausgjelet, men sikring av resten av vifta gir like stor effekt som ein samla sikring ved Jutlaelvi og Nausagrovi.



Figur 28. Einingskredfare i ulike delar av området Stuvane-Bjørkum (einingskredfare for kvar 25 m langs heile strekninga). Einingskredfare på 0,005 er 1 skred pr. 200 år, 0,01 er 1 skred pr. 100 år, 0,02 er 1 skred pr. 50 år og 0,04 er 1 skred pr. 25 år.



Figur 29. Skredeksponering i ulike delar av området Stuvane-Bjørkum.

Sikring mot snøskred ved Sausgjelet, Voldum og ved Kvenshagen kan redusere skredrisikoen i disse områda. Tiltak mot lausmasseskred eller flaumskred må vurderast, dette gjeld særleg ved Jutlaelvi i Stuvane. Vidare bør det vurderast sikring mot steinsprang fleire stader, særleg i samband med tunnelinnslag. Steinsprang utgjer størst fare ved Sæltøygardsskredene og i områder mellom Lærdalsøyri og Nedre Eri. Skredsikringstiltak er ikkje vurderte i denne rapporten, og ein tilrår oppfølgjande estimeringar av effekten av aktuelle sikringstiltak.

Tala frå skredeksponeringa langs ulike vegstrekningar kan brukast i konsekvensanalysar. Tal frå skredeksponering og trafikktilhøve vil gje eit uttrykk for skredrisikoen langs ulike strekningar. Vi rår til at NGU og HSF blir med under ein slik analyse, for å sikra at talmaterialet blir brukt på ein rett måte.

8. REFERANSELISTE

- Anda, E. 1995:** Skredfare - sannsynlighet for skred. Abstract. Miljøgeologisk konferanse i Norge 1995. Geologisk institutt/Senter for miljø- og ressursstudier, Universitetet i Bergen.
- Askvik, H. 1984:** Beskrivelse av berggrunnen i fjellområdet mellom Aurland og Lærdal. Rapport Geologisk Institutt, Universitetet i Bergen.
- Bergens Tidende 1934:** Flomskade i indre Sogn. Bergens Tidende 7. mai 1934.
- Bjørnbæk, E. 1983:** Skredsikring mot Teiggjeli ved Tønjum. Rapport Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen, Vassdragsdirektoratet, Forbygningssavdelings vestlandskontor.
- Bjørndal, K. 1995:** Lærdal og Borgund. Kulturminne og busetting gjennom 3500 år. Rapport, Sogn og Fjordane Fylkeskommune, Nærings- og kulturavdelinga, Kulturseksjonen.
- Blikra, L.H. (1993):** Postglasiale skredavsetninger i Vest Norge: sedimentære facies, stratigrafi, skredaktivitet og paleoklima. Seminar om klima og skred. Sogn og Fjordane Distriktshøgskule Skrifter 2, 10-36.
- Blikra, L.H. (1994):** Postglacial colluvium in western Norway: sedimentology, geomorphology and palaeoclimatic record. Dr.avhandling, Geologisk Institutt, Universitetet i Bergen.
- Domaas, U. 1985:** Rekkevidden av steinsprang. Norges Geotekniske Institutt. Rapport nr. 58500-1.
- Engesæter, A.A. 1978:** Gamle vegar i Lærdal. Sogn og Fjordane distriktshøgskule, rapport.
- Espe, A., Gram, O. og Hovland, K. 1987:** Lærdal Bygdebok, bind I. Heim og ætt, Borgund sokn, Lærdal kommune.
- Espe, A. og Hovland, K. 1990:** Lærdal Bygdebok, bind II. Heim og ætt, Tønjum sokn, Lærdal kommune.
- Espe, A. og Hovland, K. 1994:** Lærdal Bygdebok, bind III. Heim og ætt, Tønjum og Hauge sokn, Lærdal kommune.
- Frækaland, S.H. 1983:** Europaveg 68 HP 05 Voldsbru - Lærdal Ø. Steinskred ved Trombestein KM 5,2. Rapport Vegkontoret i Sogn og Fjordane, Hermansverk.

- Haye, T. 1982:** Kartlegging av skredvifte ved Tønjum - Lærdal. Rapport Sogn og Fjordane fylkeskommune, Plan- og Utbyggingssjefen.
- Lied, K. 1992:** Snø og steinskred. Kartlegging og erfaringer. Norges Geotekniske Institutt, Publikasjon 183.
- Lied, K. & Sandersen, F. 1983:** Teiggjeli, Tønjum, Lærdal. Alternativ plan til sikring mot flomskred. Rapport 83424, Norges Geotekniske Institutt.
- Russenes, B.F. 1977:** Vurdering av skredfaren i påtenkt bustadfelt ved Horge - Lærdal. Rapport Sogn og Fjordane fylkeskommune, Utbyggingssjefen.
- Russenes, B.F. 1979:** Vurdering av skredfare for bustadområde ved Hegg - Borgund - Lærdal. Rapport Sogn og Fjordane fylkeskommune, Utbyggingssjefen.
- Russenes, B.F. 1980:** Skredfarevurdering - Horge/Horgedalen i Borgund - Lærdal kommune. Rapport Sogn og Fjordane fylkeskommune, Utbyggingssjefen.
- Russenes, B.F. 1982:** Skredfarevurdering for bustadfelt ved Tønjum - Lærdal kommune. Rapport Sogn og Fjordane fylkeskommune, Plan- og utbyggingssjefen.
- Russenes, B.F. 1983:** Skredvurdering - bustadfelt ved Nesheim gbnr. 64.1 - Steinklepp - Lærdal. Rapport Sogn og Fjordane fylkeskommune, Plan- og utbyggingssjefen.
- Russenes, B.F. 1993:** Stort fjell- og jordskred ved Borlaug i Lærdal. Notat Sogn og Fjordane fylkeskommune, Plan- og utbyggingssjefen.
- Ve, S. 1940:** Skog og treslag i Indre Sogn frå Lærdal til Fillefjell. Meddelelse nr. 23 fra Vestlandet Forstlige Forsøksstasjon. A.S. John Griegs Boktrykkeri.

Vedlegg 1

Liste over personer i Lærdalsdalføret som har gitt opplysningar om skred og skredfare.

Berge, Agnar: Skred i Stuvane

Eri, Mette: Skred i øvre Eri

Hauge, Jens: Skred i område ved Hauge

Hauge, Leif: Skred ved Lærdalsøyri

Hauge, Leif: Skred og historiske hendingar ulike stader i Lærdal

Hegg, Johannes: Jordskred ved Hegg

Hovland, Kåre: Skred ulike stader i Lærdal

Prestegård, Torvald: Skred ved Lai

Rikheim, Ivar: Skred ved Ødegård

Skogen, Petter: Steinsprang og skred i Eri-området og andre stader i Lærdal

Skårheim, Torfinn: Skred ved Skårheim

Sletten, Olav: Skred og skredfare i samband med arbeidet som vegvoktar fra 1938 til 1983

Selthun, Ambjørg: Skred og flaum i Sæltun-området og ved Bjørkum

Teigum, gardbrukar: Skred ved Teigum

Voldum, Olav: Skred ved Voldum

Vedlegg 2

TEIKNFORKLARING



Skredavsetningar, samanhengande dekke



Skredavsetningar avsette av steinsprang



Skredavsetningar avsette av lausmasseskred



Skredavsetningar avsette av snøskred



Steinsprang utanfor område med samanhengande skredavsetningar



Snøskred utanfor område med samanhengande skredavsetningar



Skredblokker utanfor område med samanhengande skredavsetningar



Skredbanar/skredløp



Utbreiing av skredvifter eller større skredtunger



Ryggformer/levar



Store tunger avsette av lausmasseskred



Front av fjellskred



Område med morene



Område med bart fjell



Estimering av teoretisk rekkevidde av steinsprang



Lokalitetsnummer



Gravegrop

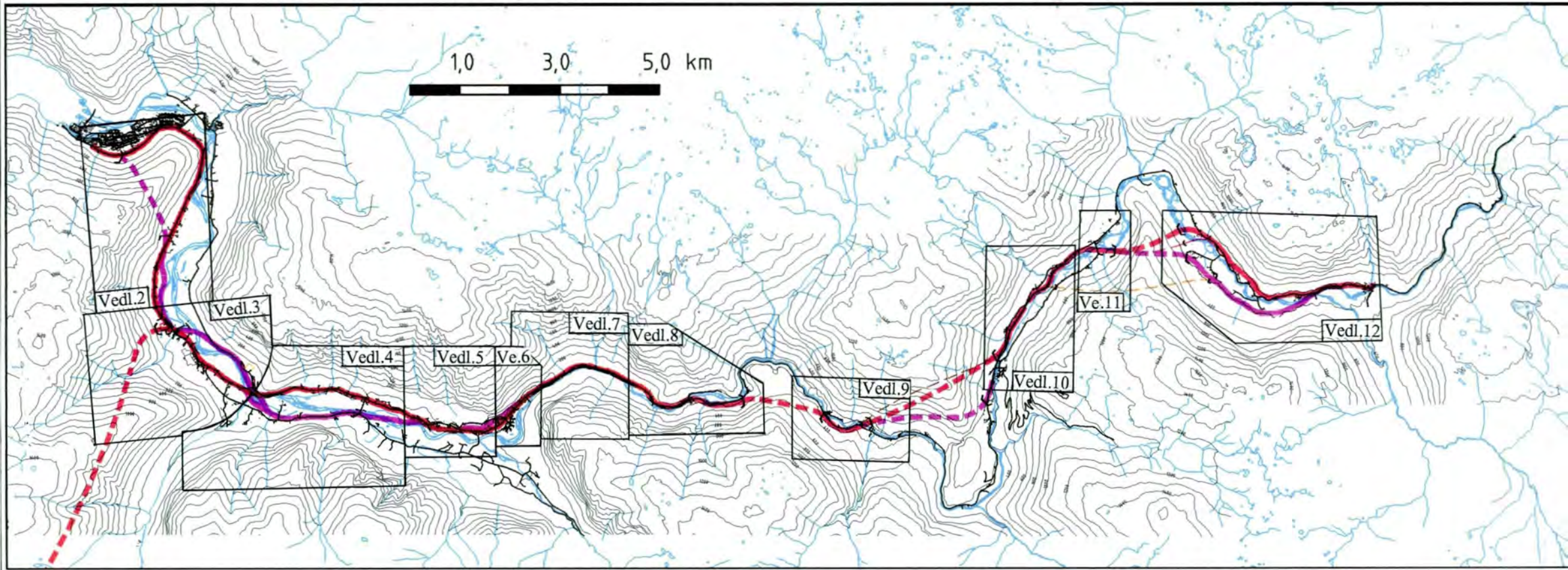


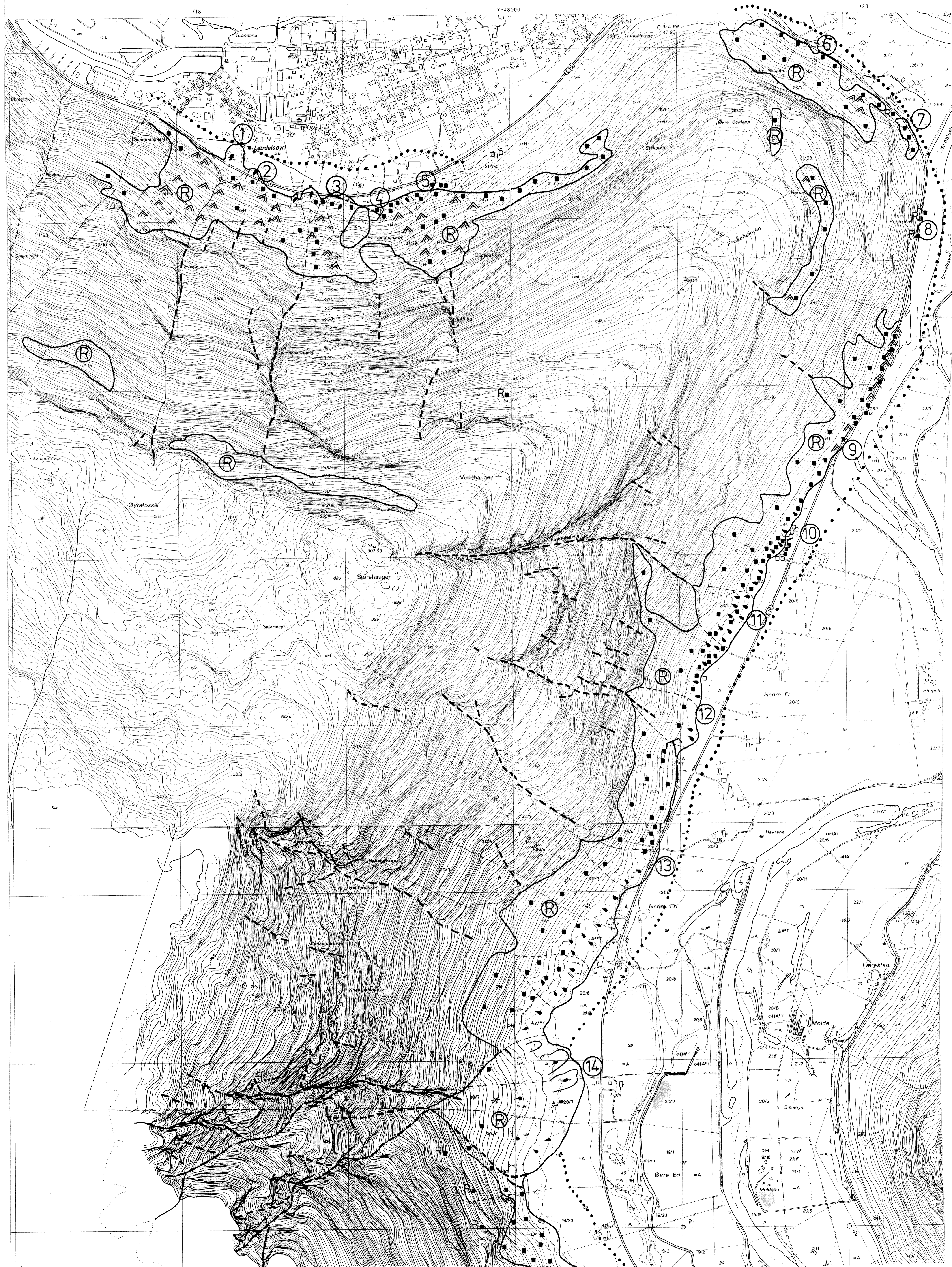
Planlagde vegtrasear



Planlagde tunnelinnslag

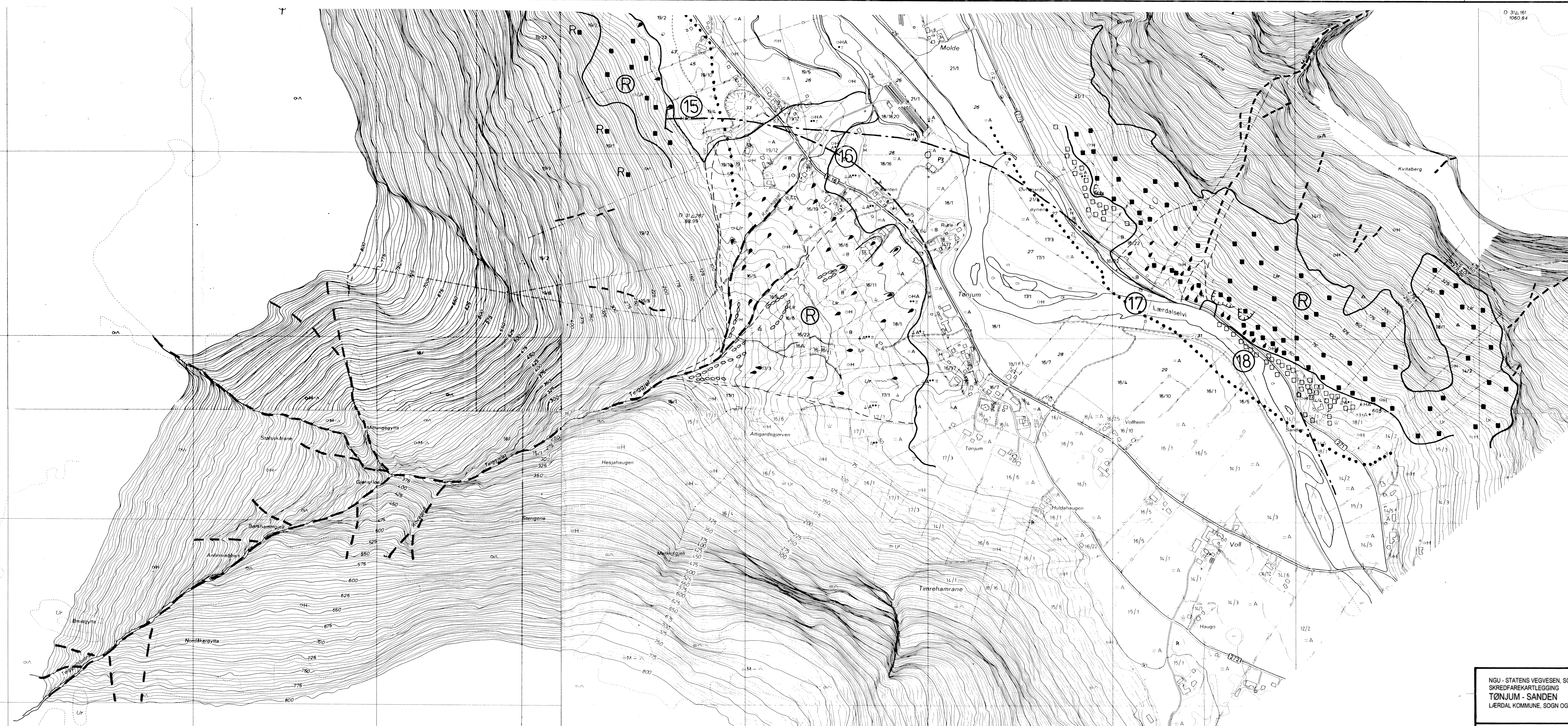
Kartvedlegg 1. Oversiktskart over Lærdal med lokalisering av kartvedlegg.





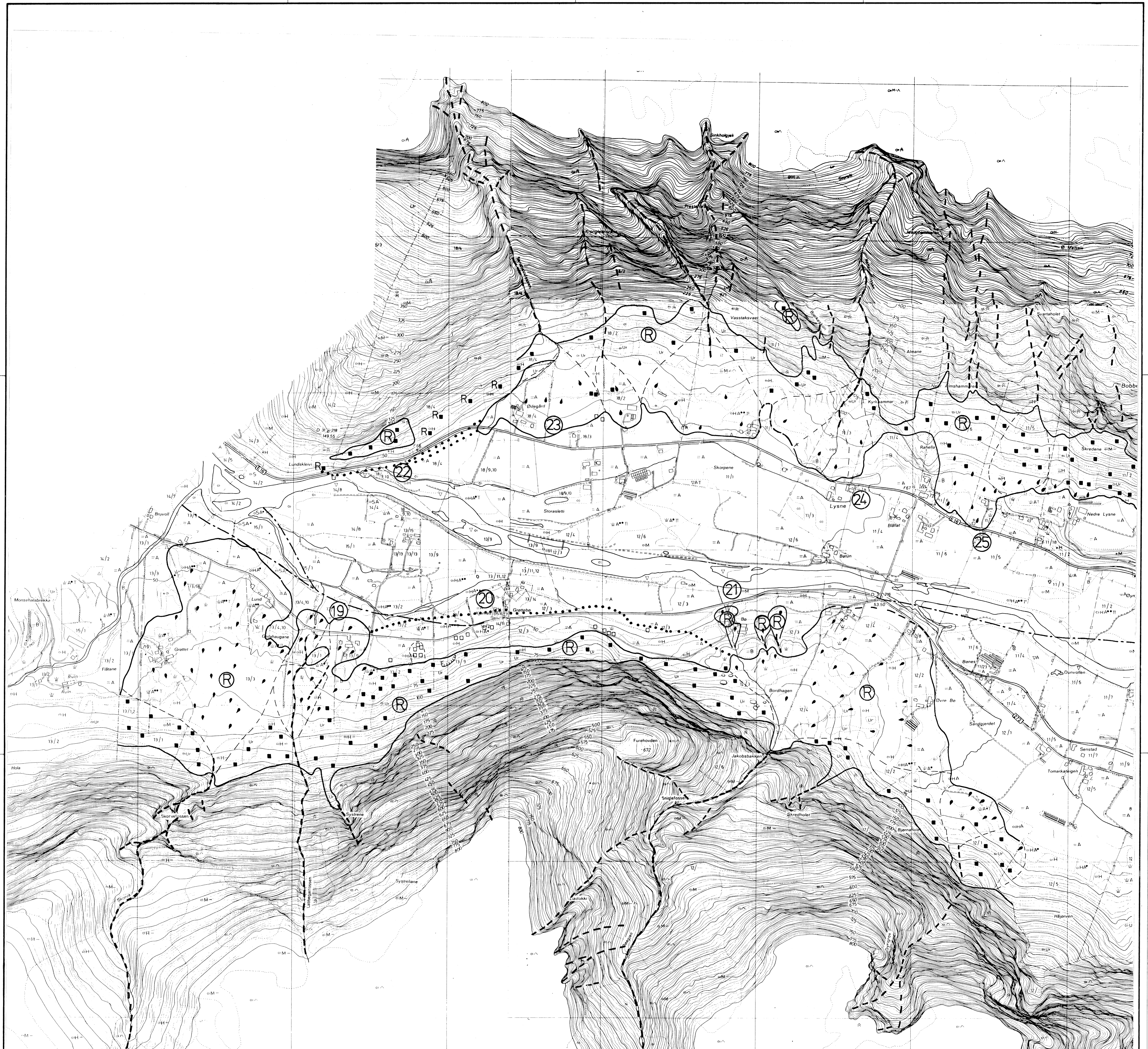
KARTVEDLEGG 2

NSU - STATENS VEGVESEN, SOGN OG FJORDANE SKREDFAREKARTLEGGING LÆRDALSØYRI - NEDRE ERI LÆRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	DBS. LHB,ARÅa	OKT. 1995
	1 : 5 000	TEGN. LHB	JAN. 1996
		TRAC. OL	MARS 1996
	KFR.		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 96.055 - 01	KARTBLAD NR. 1417 II	



D 312.161
1060.84

NGU - STATENS VEGVESEN, SOGN OG FJORDANE SKREDFAREKARTLEGGING TØNJUM - SANDEN LÆRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE		KARTVEDLEGG 3	
		MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT LHB.ARAa OKT. 1995 TEGN LHB JAN 1996 TRAC OL MARS 1996 KFR.
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM		TEGNING NR. 96.055 - 02	KARTBLAD NR. 1417 II

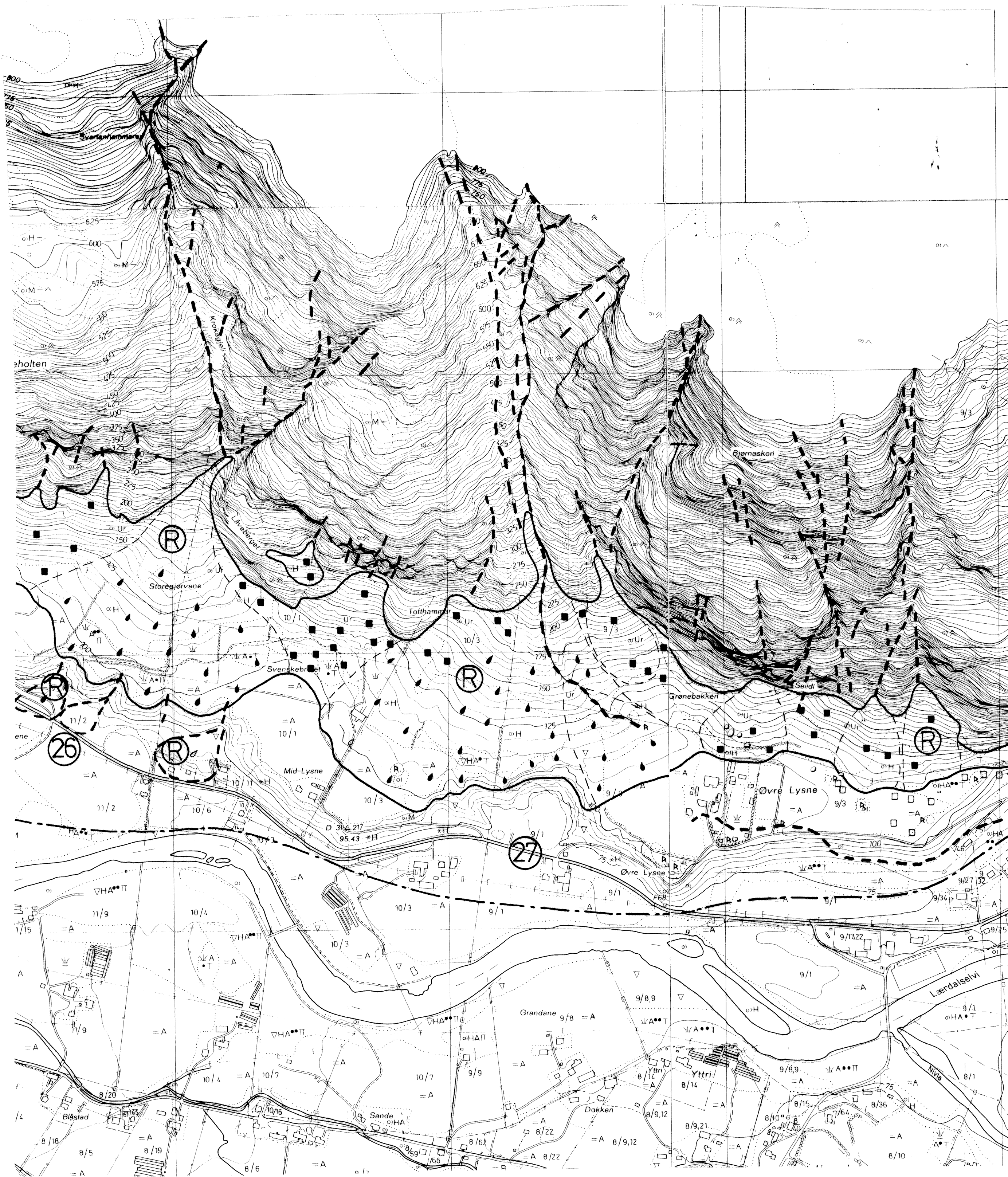


UKEN) 21 22 Y-4-800 23 24

KARTVEDLEGG 4.

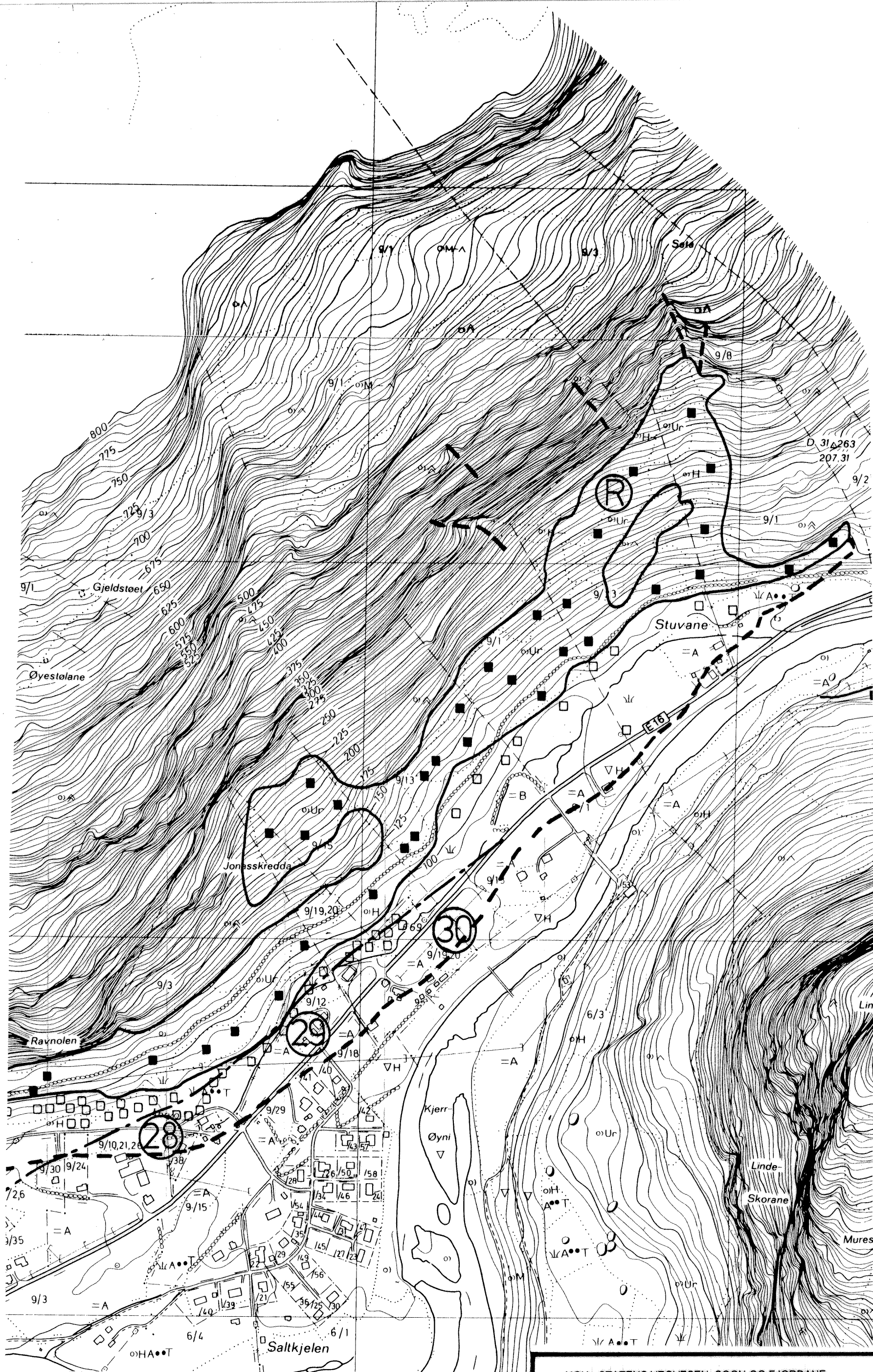
NGU - STATENS VEGVESEN, SOGN OG FJORDANE SKREDFAREKARTLEGGING LUND - GRØTTEBØ - BØ, LUNDSKLEIVI - ØDEGÅRD - LYSNE LÆRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK 1 : 5 000	OBS. LHBARØ OKT. 1995
	TEGN. LHB JAN. 1996	TRAC. OL MARS 1996
	KFR.	

NORGE GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 96.055-03	KARTBLAD NR. 1417 II
--	--------------------------	-------------------------



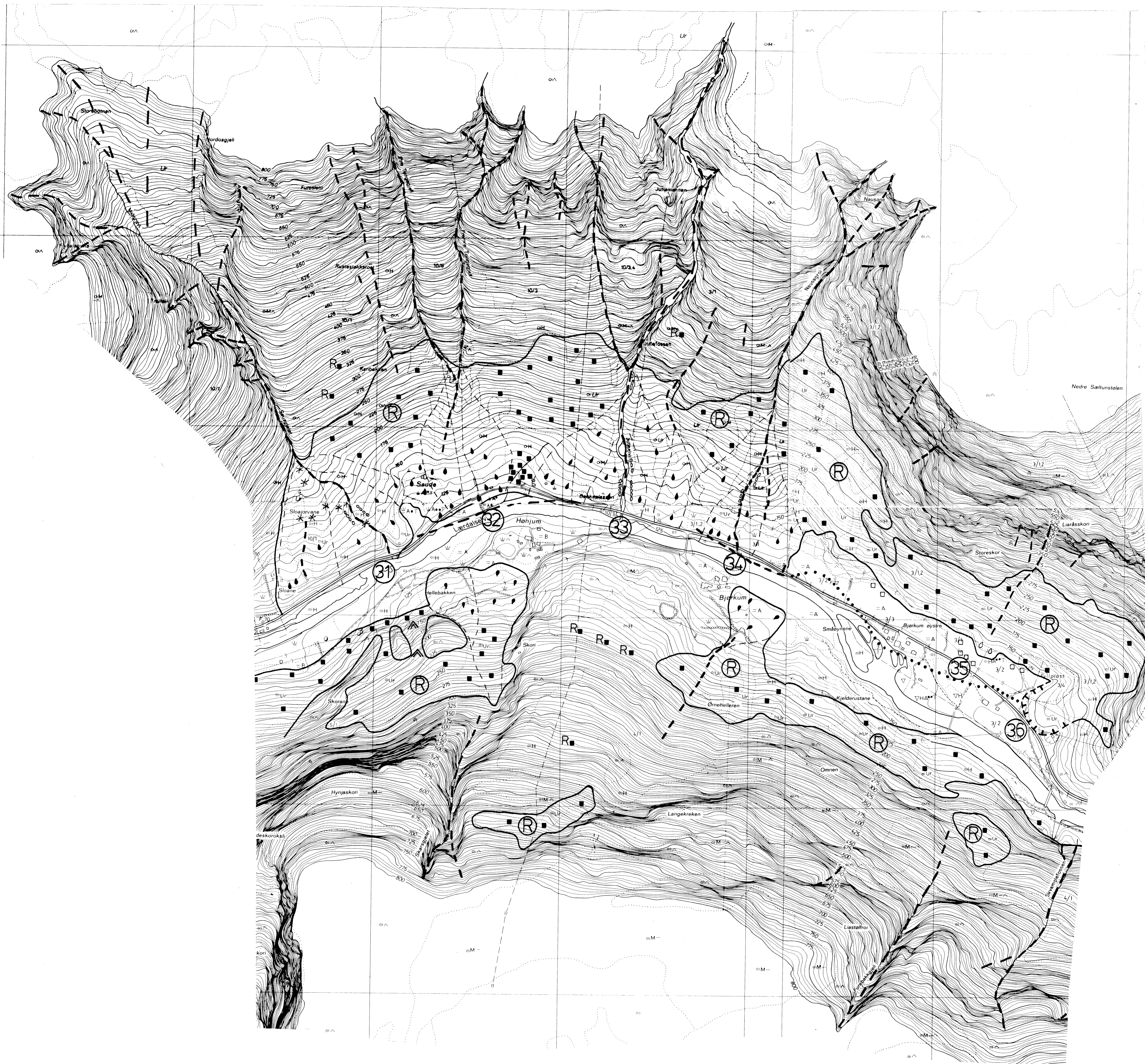
KARTVEDLEGG 5

NGU - STATENS VEGVESEN, SOGN OG FJORDANE SKREDFAREKARTLEGGING NEDRE LYSNE - ØVRE LYSNE LÆRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	MÅLT LHB.ARAa	OKT. 1995
	1 : 5 000	TEGN	LHB JAN. 1996
		TRAC	OL MARS 1996
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 96.055 - 04	KARTBLAD NR. 1417 II	



KARTVEDLEGG 6

NGU - STATENS VEGVESEN, SOGN OG FJORDANE SKREDFAREKARTLEGGING SALTKJELEN - STUVANE LÆRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT LHB,ARAa OKT. 1995	
		TEGN LHB JAN. 1996	
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.055 - 05	TRAC OL MARS 1996
			KFR.
		KARTBLAD NR. 1417 II	



KARTVEDLEGG 7

NGU - STATENS VEGVESEN, SOGN OG FJORDANE SKREDFAREKARTLEGGING SLOANE - SAUDE - NAUSAGROVI - BJØRKUM LÆRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	OBS. LHB, ARÅ	OKT. 1995
	1 : 5 000	TEGN. LHB	JAN. 1996
		TRAC. OL	MARS 1996
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 96.055 - 06	KARTBLAD NR. 1417 II	



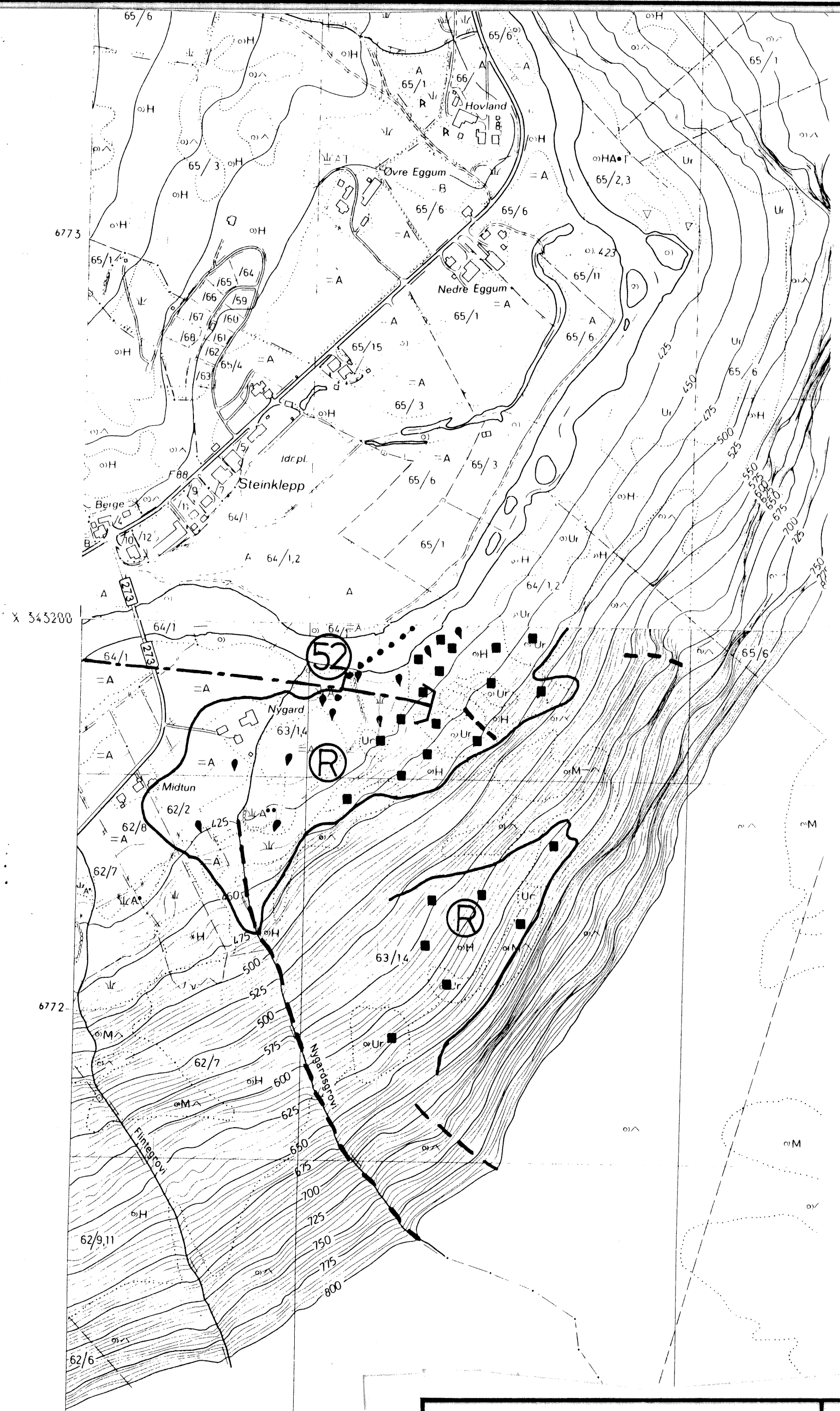
KARTVEDLEGG 8

NGU - STATENS VEGVESEN, SOGN OG FJORDANE SKREDFAREKARTLEGGING SÆLTUN - KORET LÆRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	MÅLT LHB,ARaa OKT. 1995
	1 : 5 000	TEGN LHB JAN. 1996
		TRAC OL MARS 1996
	KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
	96.055 - 07	1417 II, 1517 III



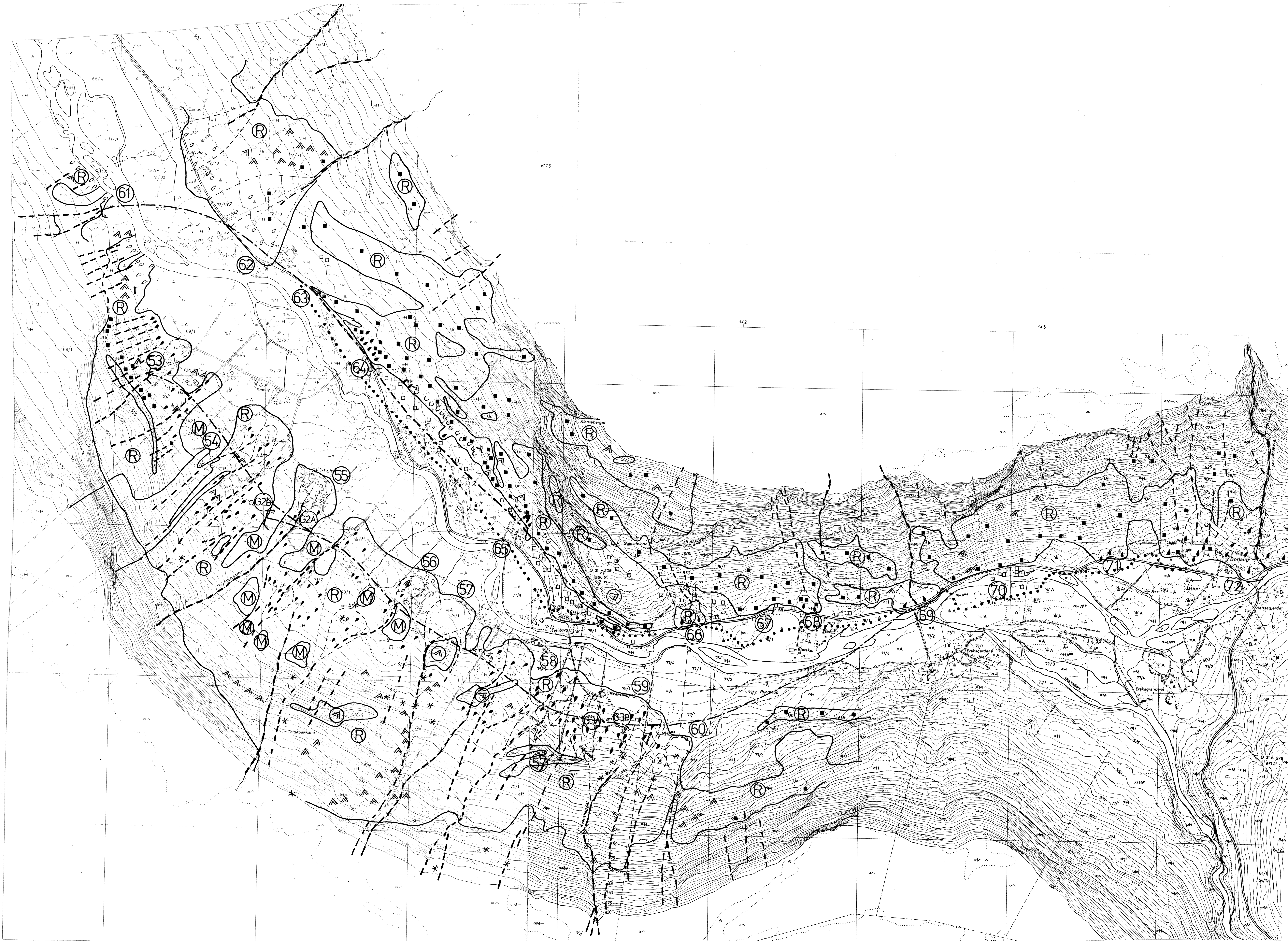
KARTVEDLEGG 9

NGU - STATENS VEGVESEN, SOGN OG FJORDANE SKREDFAREKARTLEGGING SJURHAUGEN LÆRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	MÅLT LHB,ARAa	OKT. 1995	
	1 : 5 000	TEGN	LHB	JAN. 1996
		TRAC	OL	MARS 1996
		KFR		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.		
	96.055 - 08	1517 III		



KARTVEDLEGG 11

NGU - STATENS VEGVESEN, SOGN OG FJORDANE SKREDFAREKARTLEGGING STEINKLEPP LÆRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT LHB,ARAA	OKT. 1995	
		TEGN LHB	JAN. 1996	
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.055 - 10	TRAC OL	MARS 1996
			KFR.	
		KARTBLAD NR. 1517 III		



NSU - STATENS VEIVÆSEN, SOGN OG FJORDANE SKREDFAREKARTLEGGING HEGG - BORGUND LERDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE		KARTVEDLEGG 12	
MÅLSTOKK 1 : 5 000	OBS. LHB ARÅS TEGN. LHB TRAC. OL KFR.	OKT. 1995 JAN. 1996 MARS 1996	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 96.055 - 11	KARTBLAD NR. 1517 III	