



Skredfarekartlegging i Hornindal kommune

24
2015



R
A
P
P
O
R
T

Rapport nr 24-2015

Skredfarekartlegging i Hornindal kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattere: Henrik Langeland og Kalle Kronholm / Asplan Viak

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 10

Forsidefoto: Asplan Viak

ISBN 978-82-410-1071-2

ISSN 1501-2832

Sammendrag:

Emneord: Skredfarekartlegging, Hornindal kommune, snøskred, sørpeskred, steinsprang, jordskred, flomskred

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

April 2015

Forord

Et nasjonalt kartgrunnlag – faresonekart skred – er under etablering for områder med stort skadepotensial fra skred i bratt terreng. Økt kunnskap og oversikt gjennom kartlegging av fareutsatte områder er et viktig verktøy og underlag for skredforebyggende arbeid.

Hovedmålet med kartleggingen er å bedre grunnlaget for vurdering av skredfare til bruk i arealplanlegging og beredskap mot skred. Kartleggingen vil også gi bedre grunnlag for vurdering av sikringstiltak.

Plan for skredfarekartlegging (NVE rapport 14/2011) legger rammene for kartlegging i årene framover, og er et grunnlag for prioriteringene med hensyn på faresonekartlegging for ulike typer skred. Det er utarbeidet lister med geografiske områder som prioriteres for kartlegging av fare for skred i bratt terreng ved eksisterende bebyggelse.

Denne rapporten presenterer resultatene fra faresonekartlegging skred i Hornindal kommune, Sogn og Fjordane fylke. Arbeidet er utført av Asplan Viak.

I kartleggingen inngår utarbeidelse av faresonekart i henhold til kravene i TEK10, som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sannsynlighetene gjelder skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg.

Skredtypene snø-, sørpe-, stein-, jord- og flomskred kartlegges.

Oslo, april 2015



Anne Britt Leifseth

Avdelingsdirektør



Eli K. Øydvin

Seksjonssjef



Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Skredfarekartlegging Hornindal

Utgave: 1

Dato: 2014-12-05

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver:	Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Rapporttittel:	Skredfarekartlegging Hornindal
Utgave/dato:	1 / 2014-12-05
Arkivreferanse:	-
Lagringsnavn	skredfarekartlegging hornindal.docx
Oppdrag:	535516 – Skredfarekartlegging Hornindal
Oppdragsbeskrivelse:	Skredfarekartlegging for utvalgte områder i Hornindal kommune.
Oppdragsleder:	Kalle Kronholm
Fag:	Samferdsel infrastruktur
Tema	Geoteknikk, geologi
Leveranse:	Analyse
Skrevet av:	Henrik Langeland, Kalle Kronholm
Kvalitetskontroll:	Steinar Nes
Asplan Viak AS	www.asplanviak.no

FØREORD

Asplan Viak er engasjert av NVE for å gjennomføre kartlegging av skredfare for utvalde område i Hornindal kommune. Eli Øydvin og Andrea Taurisano ved NVE har vore våre kontaktpersonar for oppdraget.

ÅI, 2014-12-05

Kalle Kronholm
Oppdragsleder

Steinar Nes
Kvalitetssikrar

SAMANDRAG

Asplan Viak har gjennomført ein detaljert faresonekartlegging for NVE. Følgjande områder i Hornindal kommune er kartlagt:

- Kjøs
- Liskog-Grodås-Haugen (vidare delte opp i):
 1. Haugen
 2. Gløverfjellet
 3. Lønsmarka Svor
 4. Ytrehorn
 5. Grodås
 6. Svor
 7. Liskog
- Otterdal
- Sætra

I desse områda har vi utarbeidd faresoner for skred med årleg nominell sannsynlegheit lik 1/100, 1/1000 og 1/5000. Faresonene for alle typer skred i bratt terreng er vurdert på bakgrunn av følgende:

- Kotegrunnlag frå NVE
- Geologiske forhold
- Klimaanalyse
- Informasjon om historisk skredaktivitet og tidlegare utarbeidde relevante skredrapportar frå Hornindal
- Synfaring i terrenget, til fots, med bil og med helikopter
- Registrerte observasjonar i felt og informasjon frå lokalbefolkning under synfaring om tidlegare skredhendingar
- Programvare for å berekne utbreiing for relevante skredtypar

I faresonekarta (Vedlegg 3) er det markert bygningar som ligg innanfor faresonene. Vi har ikkje full oversikt over bruken av bygga, og denne beskrivinga er difor usikker i forhold til sikkerheitskrava for dei enkelte bygga. Tabellen nedanfor viser utsette bygningar.

Fleire bustadhus, hytter og jamvel industribygg ligg innanfor faresona for 1/1000. Løysingane skisserte her er ikkje dei einaste sikringsmoglegheitane som finst, men vi meiner følgande er dei mest opplagte løysingane. Dei føreslegne tiltaka må designast og dimensjonerast etter meir detaljerte berekningar og vurderingar. Vi anbefalar også at behovet for sikring vert undersøkt, ettersom vi ikkje kjenner til korleis alle bygga vert brukt.

Oversikt over bygningar som ligg innanfor faresone 1/1000.

Område	Bygningar innanfor 1/1000	Dimensjonerande skredtype	Mest aktuelle sikringstiltak
Kjøs	Fleire hytter (truleg)	Steinsprang	Steinspranggjerde
	Bustadhus	Steinsprang	Steinspranggjerde
Liskog-Grodås- Haugen			
Haugen	Fleire bustadhus, også industribygg	Flaumskred/snøsørpeskred og snøskred	Ledevoll, V-forma ledevoll, verne skog
Gløverfjellet	Ingen		
Ytrehorn	Ingen		
Lønsmarka	Ingen		
Grodås	Fleire bustadhus	Flaum	Ikkje vurdert
	Fleire bustadhus	Steinsprang	Steinspranggjerde
Svor	Minst 2 bustadhus	Snøskred	V-forma ledevollar
Liskog	Fleire bustadhus	Snøskred	Ledevoll
	Industribygg	Flaumskred	Vanskeleg å sikre
Sætra	Fleire bustadhus og ei hytte	Snøskred	V-forma ledevollar
Otterdal	Fleire bustadhus	Flaumskred/snøsørpeskred Snøskred	Ledevollar

INNHALD

Samandrag.....	3
FIGURLISTE.....	9
1 Innleiing.....	10
1.1 Synfaring.....	10
1.2 Kartgrunnlag	10
1.3 Atterhald og avgrensingar	10
2 Metodikk for fastlegging av faresoner	11
2.2 Kotegrunnlag og terrengmodell	11
2.3 Klimaanalyse.....	11
2.4 Skredhendingar.....	12
2.5 Topografi og terreng.....	12
2.6 Grunnforhold og vegetasjon	12
2.7 Berekningsmodellar for utløpslengd	12
3 Oversikt over kartleggingsområda	15
3.1 Geologi og grunnforhold	15
3.2 Topografi.....	17
3.3 Klima	18
4 Kort beskriving av aktuelle skredtypar i området	20
4.1 Aktuelle skredtypar innanfor planområda	20
4.2 Generell beskriving av skredtypar i bratt terreng	20
5 Eksisterande skredkart.....	22
5.1 Aktsemdskart- og faresonekart.....	22
6 Historisk skredaktivitet.....	25
6.1 Skredaktivitet i Hornindal kommune	25
6.2 Skredhendingar	25
7 Kjøs.....	29
7.1 Terreng, grunnforhold og vegetasjon.....	29
7.2 Skredhendingar	31
7.3 Vurdering av skredfare	31

7.4	Utsette bygg og forslag til sikringstiltak	32
8	Liskog-Grodås-Haugen	34
8.1	Topografi, grunnforhold og vegetasjon	35
8.2	Skredhendingar	40
8.3	Haugen: Vurdering av faresoner	40
8.4	Haugen: Utsette bygg og forslag til sikringstiltak	40
8.5	Gløvfrefjellet: Vurdering av faresoner	41
8.6	Gløvfrefjellet: Utsette bygg og forslag til sikringstiltak	42
8.7	Lønsmarka: Vurdering av faresoner	42
8.8	Lønsmarka: Utsette bygg og forslag til sikringstiltak	42
8.9	Ytrehorn: Vurdering av faresoner	43
8.10	Ytrehorn: Utsette bygg og forslag til sikringstiltak	43
8.11	Grodås: Vurdering av faresoner	43
8.12	Grodås: Utsette bygg og forslag til sikringstiltak	44
8.13	Svor: Vurdering av faresoner	45
8.14	Svor: Utsette bygningar og forslag til sikringstiltak	45
8.15	Liskog: Vurdering av faresoner	45
8.16	Liskog: Utsette bygningar og forslag til sikringstiltak	46
8.17	Vurdering av faresoner for skråningar i elveavsetningar langs Horndøla	46
9	Sætra	47
9.1	Topografi, grunnforhold og vegetasjon	47
9.2	Skredhendingar	48
9.3	Vurdering av faresoner	48
9.4	Utsette bygg og forslag til sikringstiltak	49
10	Otterdal	51
10.1	Topografi, grunnforhold og vegetasjon	51
10.2	Skredhendingar	53
10.3	Vurdering av skredfare	53
10.4	Utsette bygningar og forslag til sikringstiltak	54
11	Referanseliste	56
	VEDLEGG 1: Registreringskart	57

VEDLEGG 2: Helningskart, synfaringsrute og observasjonspunkt	64
VEDLEGG 3: Faresonekart	74

FIGURLISTE

Figur 1. Skisse som viser metoden i alfa-beta modellen. Etter Lied og Kristensen, 2003.....	13
Figur 2. Oversikt over kartlagde område og met.no stasjon 58960 Hornindal.	15
Figur 3. Oversikt berggrunn 1:250000 (NGU).	16
Figur 4. Oversikt lausmassar (NGU). På grunn av ulike kartblad har skredmateriale 2 ulike farger på kartet, mørk rosa og lysare rosa.	17
Figur 5. Månadsnormalar for nedbør og (estimert) temperatur. Data frå eklima.met.no.	18
Figur 6. Aktsemdkart for steinsprang (NVE).	23
Figur 7. Aktsemdkart for snøskred (NVE)	23
Figur 8. Aktsemdsområde for snø- og steinskrud, samla for begge skredtypar (NGI).	24
Figur 9. Aktsemdsområde for jord- og flaumskred (NVE).	24
Figur 10. Oversikt over skredaktivitet i Hornindal kommune. Viser fordeling for ulike skredtypar. Grunnlaget er henta frå Tabell 2.	25
Figur 11. Oversikt kartlagt område Kjøs.	29
Figur 12. Oversiktsbilde Kjøs aust. Skredhending merkt med raud pil, område for blokkutfall merkt med raud ring og Botnagrova med blå pil.	30
Figur 13. Oversiktsbilde Kjøs vest. Markante ryggar på kartet (Figur 11), merkt med raudstipla linjer. Brattskrent over hytter merkt med raudt polygon.	30
Figur 14. Oversikt over den nordlege delen av området Liskog-Grodås-Haugen.	34
Figur 15. Oversikt over den sørlege delen av området Liskog-Grodås-Haugen.	35
Figur 16. Oversiktsbilde Haugen, sørvendt fjellside. Fosselva (blå pil), sva parti (raudt stipla polygon) og brattskrentar (oransje stipla polygon).	36
Figur 17. Oversiktsbilde Haugen, austvendt fjellside. Fleire mindre skredrenner (raude piler), brattskrentar (oransje stipla polygon) og dominerande ryggformasjon (lysegrøn stipla linje).	36
Figur 18. Oversiktsbilde Grodås, vestvendt fjellside. Kyrkjhornselva (blå pil) og brattskrentar bak to bustadfelt (oransje polygon).	37
Figur 19. Liskog, sørvestvendt og vestvendt fjellside.	38
Figur 20. Liskog, vest-nordvestvendt fjellside.	38
Figur 21. Liskog, nordaustvendt fjellside. Skredrenner markert med raude pilar.	38
Figur 22. Liskog, nordvendt fjellside, og fjellside over Svor. Raud pil, markerar skredløp observerte under synfaring.	39
Figur 23. Svor, detaljbilde av brattskrent.	39
Figur 24. Oversikt kartlagt område Sætra.	47
Figur 25. Oversiktsbilde Sætre. Stipla raud pil viser snøskredløp frå 2012. Stipla raudt polygon viser brattskrent under Sætrehornet, og dei fire mindre raude pilene viser markerte renneformasjonar. Stipla oransje linje viser utløpsområde snøskred i 2012.	48
Figur 26. Oversikt kartlagt område Otterdal. Raude piler viser eldre skredhendingar (avsnitt 10.2).	51
Figur 27. Oversiktsbilde Otterdal austvendt fjellside. Himmelsjå definerer omtrentleg knekkpunktet og skogkanten i fjellsida. Skredrenner, uavhengig skredtype markert med raude pilar. Brattskrentane er tydelege utan markering.	52
Figur 28. Oversiktsbilde Otterdal vestvendt fjellside. Himmelsjå definerer omtrentleg knekkpunktet der fjellsida vert slakare inn mot Svarthamrane. Skredrenner, frå lausmasseskrud (1947) er markert med raude pilar ned i Furegjølgrova. Furegjølgrova er markert med blå pil. Oransje pil markerer stein/jord/flaumskrud hending frå 1880. Den blå stipla pila er truleg både bekkeløp og steinsprangrenne. Den sørlegaste merka skredrenna er merka Strekegrova på kartet. Brattskrentar markert med raude stipla polygon.	52

1 INNLEIING

Asplan Viak AS er engasjert av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) for å gjennomføre faresonekartlegging av fire område i Hornindal kommune:

- Kjøs
- Liskog-Grodås-Haugen
- Otterdal
- Sætra

Delar av kartleggingsområda ligg innafør aktsemdssonar for snøskred, steinsprang og lausmasseskred, og i fleire av områda ligg det utsette bygningar. Det er difor ønska at det blir utarbeidd faresoner for skred som stettar krav til sikkerheit mot skred i TEK10.

1.1 Synfaring

Synfaring vart gjennomført frå bakken over to dagar frå 25. til 26. august 2014. I tillegg gjennomførte vi ein helikoptersynfaring 28. august 2014. Deltakande var Kalle Kronholm, Steinar Nes og Henrik Langeland, alle frå Asplan Viak. Under synfaringa blei terrenget i og ovanfor planområda vurdert til fots, med bil og helikopter.

1.2 Kartgrunnlag

Vi har motteke kartgrunnlag og oversikt over kartleggingsområda frå NVE. Det er i tillegg brukt kart og flyfoto over området, blant anna frå www.norgei3d.no.

1.3 Atterhald og avgrensingar

Vurderingane er basert på terreng og vegetasjon som det vart observert under synfaringa. Dersom vegetasjonen endrast i betydeleg grad eller dersom ny informasjon, for eksempel om tidlegare skredhendingar, vert tilgjengeleg bør vurderingane gjerast på nytt.

2 METODIKK FOR FASTLEGGING AV FARESONER

Arbeidet er lagt opp på følgende måte:

A. Før synfaring:

1. Kart- og ortofotostudier
2. Utarbeiding av terrengmodell basert på kotegrunnlag
3. Undersøke og gå igjennom tidlegare skredhendinger, samt relevante rapportar

B. Synfaring:

4. Gjennomgang av områda til fots, med bil og med helikopter
5. Samtalar med privatpersonar, om skredhendinger og andre relevante opplysningar

C. Etter synfaring:

6. Koordinere datagrunnlag
7. Vurdering av utløysingsområder og utløpslengder

Med bakgrunn i arbeidsgangen i oppdraget har vi har nytta følgjande grunnlag for rapporten:

- Kotegrunnlag frå NVE
- Geologiske forhold
- Klimaanalyse
- Informasjon om historisk skredaktivitet og tidlegare utarbeidde relevante skredrapportar frå Hornindal
- Synfaring i terrenget, til fots, med bil og med helikopter
- Registrerte observasjonar i felt og informasjon frå lokalbefolkning under synfaring om tidlegare skredhendinger
- Programvare for å berekne utløpslengder for relevante skredtypar

2.2 Kotegrunnlag og terrengmodell

Terrengmodellane er baserte på kotegrunnlag tilsendt frå NVE. Kotegrunnlaget består hovudsakleg av 1 meterskoter, med 5 meterskoter i mindre områder der 1 meterskoter ikkje er tilgjengelege.

Kotegrunnlaget er nytta for å lage ein terrengmodell for kvart område som skal kartleggast. Opplysinga til terrengmodellen er cellestørrelse lik 2 m x 2 m.

Terrenghellingskarta tek utgangspunkt i terrengmodellen. Hellingskarta brukar vi for å identifisera potensielle kjeldeområde for ulike skredtypar. Døme på dette er snøskred mellom 30-50°, steinsprang over 45° og jordskred/flaumskred mellom 25-45°.

I berekningsmodellane for utløpslengder er også terrengmodellen nytta.

2.3 Klimaanalyse

Klimaforhold, som nedbørsmengde og vindretning vil ha innverknad på alle typar skred i bratt terreng. Ein klimaanalyse gir informasjon om ekstremverdiar som direkte kan påvirke utløysing av alle typar skred. For klimaanalysen blir det brukt klimadata frå værstasjonar tilgjengeleg gjennom eklima.no. Vi brukar værstasjonar som står så nære området som mogleg, og som også har likast mogleg klimaforhold som området. Sjå beskrivelse i avsnitt 3.3.

2.4 Skredhendingar

Tidlegare skredhendingar gir informasjon om utløysingsområder, skredløp, utløpslengd, skredfrekvens og styrande terrengformer. Vi har nytta den nasjonale skreddatabasen (www.skrednett.no) og tidlegare rapportar for å undersøka og henta informasjon om tidlegare hendingar.

2.5 Topografi og terreng

Topografi har innverknad på skredløpet og terreng kan såleis fungere som naturlege sikringstiltak. Ryggar og forsenkingar vil til dømes leda skredmassar, medan lenger flatare parti vil påverke utløpslengda til skredmassane.

Tidlegare skredhendingar vil i større eller mindre grad endre terrenget og kan difor vera moglege å observere i terrenget under synfaring. For at ein skal kunne observera mindre endringar i terrenget bør hendingane vera forholdsvis «ferske». Til dømes kan skade på vegetasjon vise spor etter relativt hyppige snøskred, medan mindre steinsprangblokker kan indikere utfall frå brattskrentar.

Større endringar er synlege i lengre tid og kan som oftast identifiserast på kart og under synfaring. Terrengformer som skredrenner, raviner, ur og avsetningsvifter kan vere teikn på større hendingar, som til dømes snøskred, steinskred eller jord- og flaumskred.

Samansetninga av synfaring til fots, med bil og med helikopter skal gjera det mogleg å oppdaga små ferske skredhendingar og sjå spor etter eldre, eller ferske, større hendingar.

2.6 Grunnforhold og vegetasjon

Gjennom synfaringa registrerer vi mykje informasjon om grunnforhold og vegetasjon som begge har innverknad på utløysingsområde, skredløp og utløpslengd.

Grunnforholda har stor betyding for til dømes steinsprang. Steinblokker sprett lenger på hardt underlag, som til dømes fjell i dagen, enn på eit mjukt underlag som til dømes myr. Ur og grov tett skog har ein bremsande effekt på skred til ein viss skredstorleik. Skog i løysneområdet vil også ha ein påverknad på utløysing av snøskred og jordskred.

2.7 Berekningsmodellar for utløpslengd

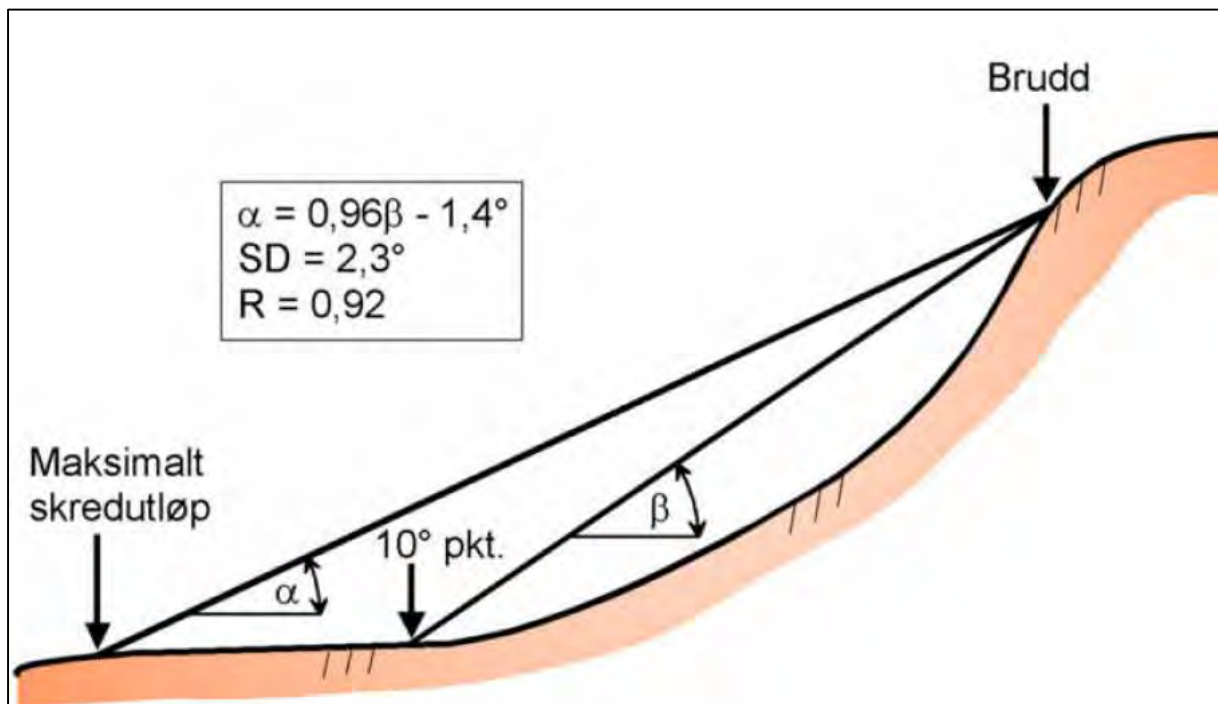
Berekningsmodellar kan hjelpa til med å illustrera utløpslengd og strøymingsretningar for skredtypene som er dimensjonerande i kvart område. Det er viktig å hugse at desse berre er eitt av mange verktøy som supplerer ei vurdering av faresoner.

2.7.1 Snøskred

For utløpsberekningar for snøskred har vi hovudsakleg nytta to kjende modellar; Alfa-Beta modellen og RAMMS.

Alfa-Beta modellen (Lied og Bakkehøi, 1980) er ein topografisk-statistisk modell, som tek utgangspunkt i kjente historiske skredløp. Denne er ofte brukt for utløpsberekningar i Noreg. Modellen er utvikla for terrengforhold der det er moglegheit for store skred, og vi vurderer at dette er samanliknbart med terrengforholda i Hornindal.

Modellen baserer seg på undersøkingar av fleire enn 200 skredbaner og den mest nytta modellen er vist i Figur 1. Alfa-Beta modellen er best egna for konkave skredbaner der ein forventar lange utløp.



Figur 1. Skisse som viser metoden i alfa-beta modellen. Etter Lied og Kristensen, 2003.

I tillegg har vi brukt den dynamiske modellen **RAMMS** (Christen m.fl., 2010) som er utvikla i Sveits. Modellen er utvikla gjennom testing og kalibrering mot målingar og observasjonar av snøskred i Alpane. Det er i berekningane våre brukt parameter som samsvarar med standardverdiane for sjeldne store skred i Sveits og Noreg, men korrigert for høgde over havet. Desse parameterane er avhengige av skredstorleik, returperiode og terrengforhold som helling og kanalisering i skredbanene.

Inngangs- og friksjonsparameterna i berekningane blei valgt i henhold til ulike returperiodar mellom 100 og 5000 år. I tillegg til desse berekningane har vi etterregna tidlegare skredhendingar for å verifisere berekningsresultata. Høgdenivåa for friksjonsparameterna er redusert frå 1500 til 500 og 1000 til 100 for tilpassing til norske forhold. Simuleringane tek ikkje omsyn til skadeomfanget til ei eventuell snøsky og heller ikkje bremseeffekten til vegetasjon eller bygningar. Oppløysningen på anvendt terrengmodell er 2 m x 2 m, som under berekningane er endra til 5 m x 5 m.

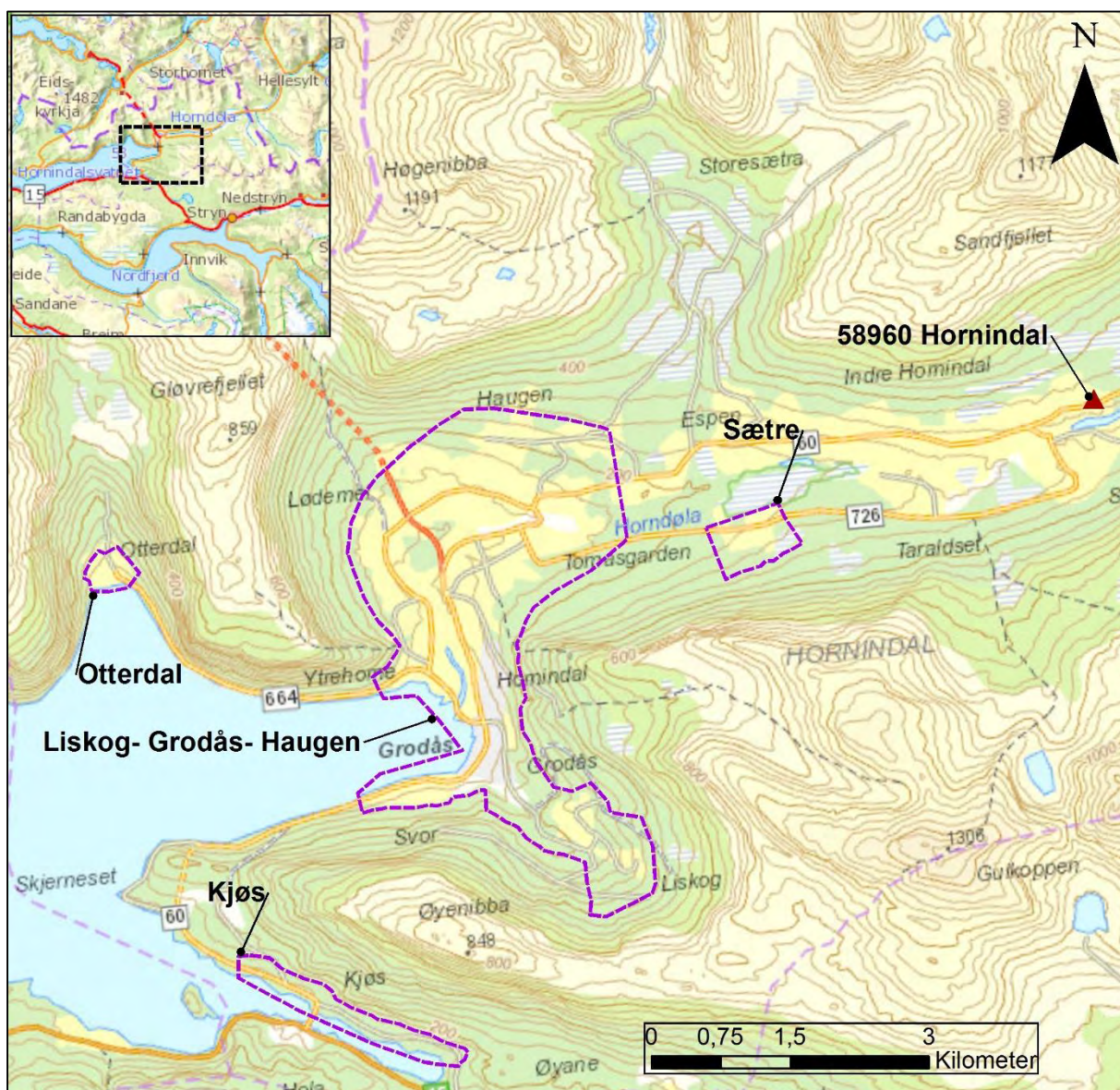
2.7.2 Steinsprang

Vi har utført berekingar av potensiell utløpslengd av steinsprang med programvara **Rockyfor3d** V5.1 (Dorren, 2012). Dette er ein modell som bereknar utløpet av steinsprang (enkeltblokker) ved hjelp av deterministiske og stokastiske algoritmar. Modellen kan inkludera korleis vegetasjon og sikringstiltak påverkar steinsprangløpet.

Parametersettet til modellen er vurdert i felt og basert på erfaring. Det er utført fleire modellkøyringar. Samla vurdering av faren for steinsprang er basert på observasjonar i felt og alle utførte modellkøyringar.

3 OVERSIKT OVER KARTLEGGINGSOMRÅDA

I Hornindal kommune, Sogn og Fjordane, er det angitt fire område for kartlegging (Figur 2).

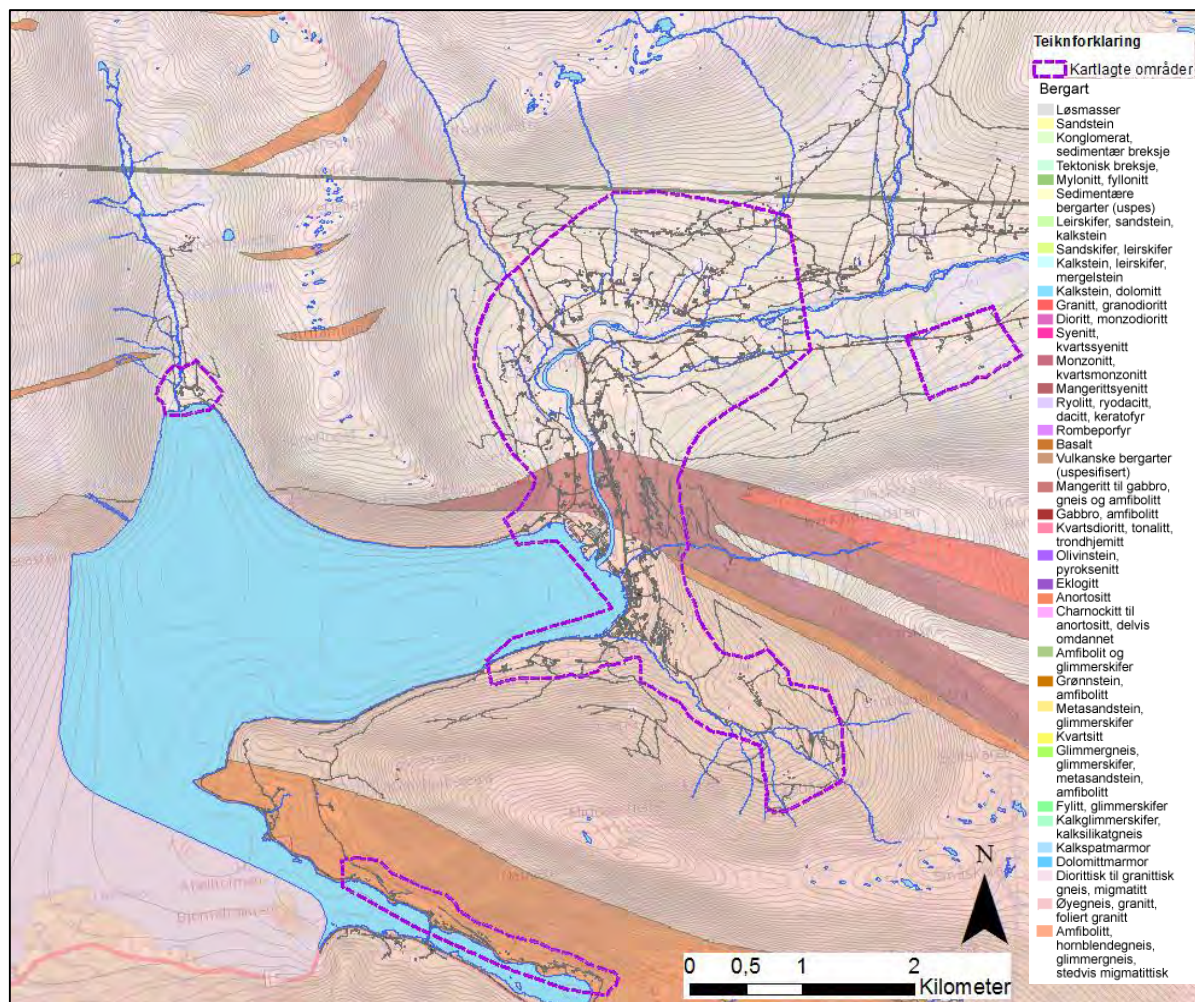


Figur 2. Oversikt over kartlagde område og met.no stasjon 58960 Hornindal.

3.1 Geologi og grunnforhold

Dei kartlagde områda i Hornindal kommune ligg alle innanfor Vestre Gneisregion. Vestre gneisregion består hovudsakleg av autoktone prekambriske bergartar, men det er også innslag av mindre alloktone skyvedekke frå den kaledonske orogenesisen (Figur 3).

Kartleggingsområda Otterdal, Sætre og store delar av Liskog-Grodås-Haugen består hovudsakleg av metamorfe bergartar som granittiske til diorittiske gneisar, nokon stader migmatittisk, samt augegneis. I delar av kartleggingsområdet Liskog-Grodås-Haugen, samt Kjøs, opptrer magmatiske bergartar som monzonitt og anortositt.

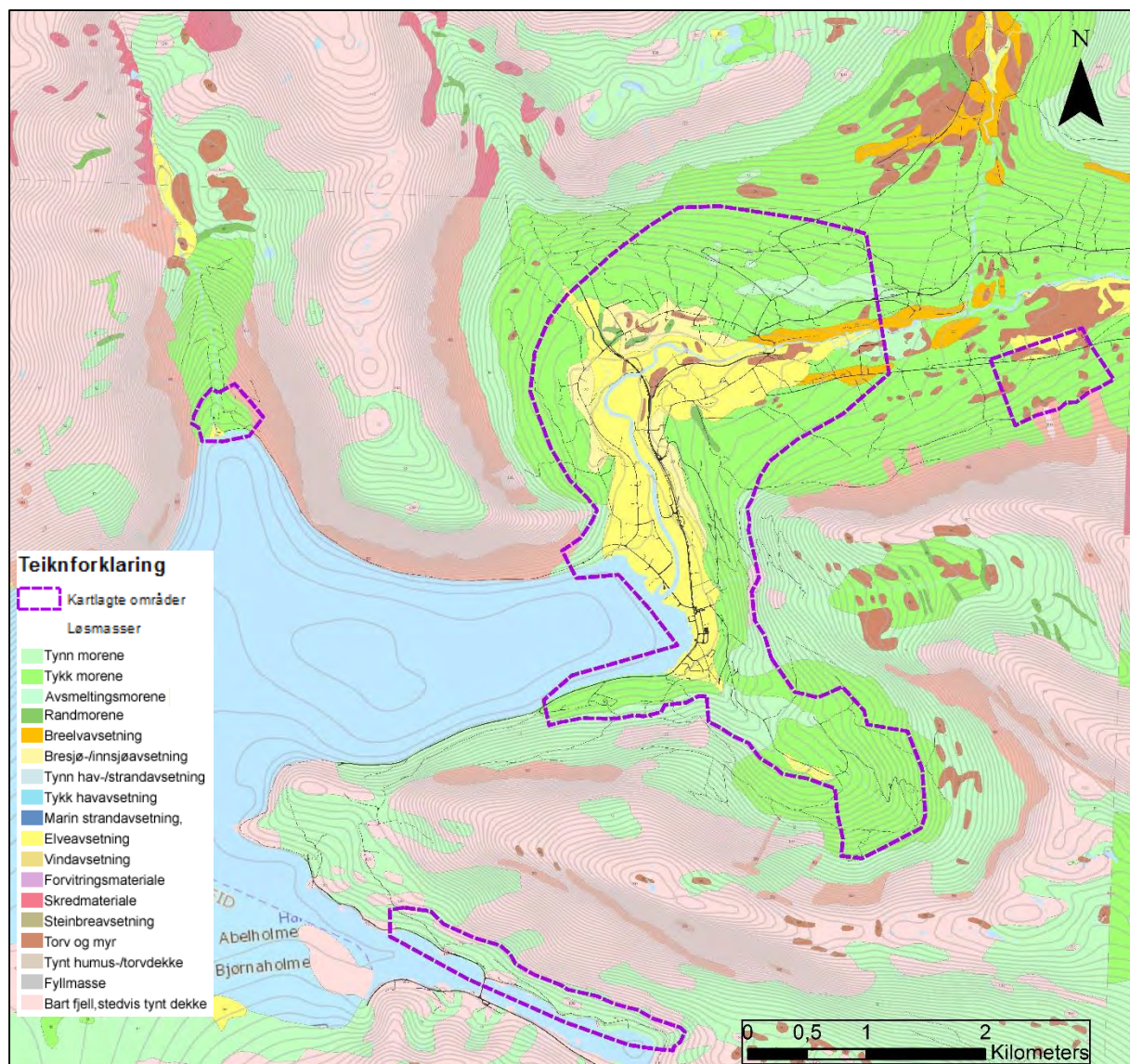


Figur 3. Oversikt berggrunn 1:250000 (NGU).

Lausmassesamansetninga i området er vist på Figur 4. Dalbotnane i området består hovudsakleg av morenemateriale med ulik mektigheit, medan områda rundt større elver hovudsakleg består av elveavsetningar og andre glasialfluviale avsetningar som breelv- og bresjøavsetningar.

Overgangen frå dalbotn mot dalside, ved dei kartlagde områda, består av gradvis tynnare morenedekke. Dalsidene vidare oppover er karakterisert av skredmateriale før ein overgang til bart fjell og tynt lausmassedekke.

Det kvartærgeologiske kartet (Figur 4) viser at skredavsetningar går inn i, eller grensar direkte til områda ved Sætre, Otterdal og delar av Liskog-Grodås-Haugen.



Figur 4. Oversikt lausmassar (NGU). På grunn av ulike kartblad har skredmateriale 2 ulike farger på kartet, mørk rosa og lysare rosa.

3.2 Topografi

Området er generelt karakterisert av relativt tronge dalar med utløp ned mot Hornindalsvatnet. Glasial erosjon har skapt typiske konkave profil på dalsidene med gradvis aukande brattheit mot toppen av fjellet. I tillegg er det fleire relativt store brattskrentar i delar av dalsidene.

Fjella i området er mellom 1000-1300 moh, og er karakterisert av relativt flate platå på toppen. Dette står i kontrast til den meir alpine topografien ein finn rett nord for området, ved Hjørundfjorden og Storfjorden. Dalsidene i området knekk ned mot dalbotnen, og over enkelte kartleggingsområder er høgdeforskjellen i dalsida opp mot 900-1000 m.

Glasial erosjon og elveerosjon har også danna store botnar og tronge gjel i dalsidene. Dette er formasjonar som kan vere både utløysingsområde, skredløp og utløpsområde.

3.3 Klima

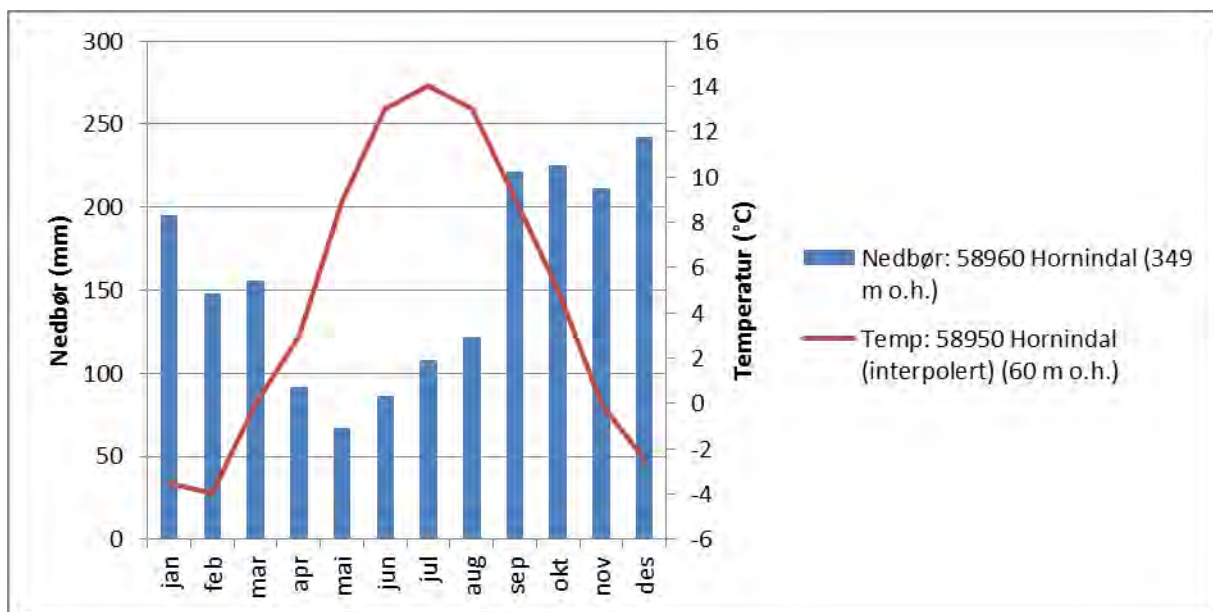
Føremålet med klimaanalysen er å anslå kor mykje snø det kan forventast på bakken, samt kva nedbørsmengde og vindretning i ekstreme nedbørsituasjonar som kan føre til utløyising av skred.

På bakgrunn av data frå eklima.met.no har vi utført ein klimaanalyse for Hornindal kommune. Vi har lagt vekt på data frå met.no stasjon 58960 Hornindal, omtrent 8 km ØNØ for Grodås (Figur 2). Stasjonen har vore i drift siden januar 1895 og fram til i dag. Ved stasjonen observerast nedbør, snødjupn og værtype. Analysen antek vi gjeld for alle vurderte område til tross for at det kan vere store lokale forskjellar i nedbør og vindforhold. Slike lokale forhold i eit stort område vil ikkje vere representert i data frå ein enkelt stasjon.

3.3.1 Normalar

Månadsnormalane for met.no stasjon 58960 Hornindal for normalperioden 1961-1990 er vist i Figur 5. Området er forholdsvis nedbørsrikt (årsnedbør på 1873 mm). Mesteparten av nedbøren kjem på hausten og vinteren.

Nedbørsførande vindretning er hovudsakleg frå sørvest til nordvest, men vind frå aust som flyttar snø kan også førekome. Framherskande vindretning er frå vest. Fjellsider som ligg i le for vind frå vest er dermed mest utsette for snøskred.



Figur 5. Månadsnormalar for nedbør og (estimert) temperatur. Data frå eklima.met.no.

3.3.2 Ekstremverdiar for nedbør

Basert på data frå met.no stasjon 58960 Hornindal (Figur 2) har vi utført berekningar av forventa nedbørsmengder over ulike nedbørperiodar og returperiodar .

Tabell 1. Forventa nedbørmengde (mm) over ulike nedbørsperiodar og ved ulike returperiodar (eklima.met.no).

Returperiode	Sesong	Nedbørsperiode			
		1 døgn		3 døgn	
		Gumbel	NERC	Gumbel	NERC
100 år	År	96	108	171	181
	Vinter (DJF)	93	94	166	162 ‡
	Vår (MAM)	74	73	140	127
	Sommar (JJA)	63	67	107	108
	Haust (SON)	90	98	164	166
1000 år	År	119	156	208	246
	Vinter (DJF)	119	138	211	223 ‡
	Vår (MAM)	98	112	185	181
	Sommar (JJA)	82	104	137	156
	Haust (SON)	113	144	204	228
5000 år †	År	-	271	-	355
	Vinter (DJF)	-	250	-	337 ‡
	Vår (MAM)	-	214	-	297
	Sommar (JJA)	-	202	-	271
	Haust (SON)	-	256	-	341

† Dette estimerast ikkje frå analysen i eklime. Vi har difor angitt verdien for PMP (probable maximum precipitation) frå NERC modellen.

‡ Desse verdiane brukast som utgangspunkt for estimat av brothøgde for berekning av utbreiing av dimensjonerande snøskred.

4 KORT BESKRIVING AV AKTUELLE SKREDTYPAR I OMRÅDET

4.1 Aktuelle skredtypar innanfor planområdet

Tilgrensande bratt terreng til dei fire kartleggingsområda i Hornindal kommune skil seg gjennom ulik topografi, brattleik, storleik og høgdeforskjel. Dimensjonerande skredtype vil difor vera ulike mellom kartleggingsområda, men også ulike innan det same området.

Aktuelle skredtypar innafor dei undersøkte områda er:

- Snøskred, våte (kramfonn) og tørre (mjølfonn)
- Sørpeskred (snøsørpe)
- Steinsprang, steinskred
- Flaumskred
- Jordskred

4.2 Generell beskriving av skredtypar i bratt terreng

Skred i bratt terreng omfattar skred i fast fjell (steinsprang/steinskred/fjellskred), lausmasseskred (jordskred og flaumskred) samt snøskred (inklusive snøsørpeskred).

Fjellskred er ekstraordinære store hendingar der fjellparti med volum på over 100 000 m³ løysnar. Desse er vanskelege å oppdage og for å kartlegge sannsynet for utrasing vil det vera nødvendig å analysere rørsleane i fjellpartiet over tid. Desse er difor ikkje tekne omsyn til i rapporten.

Steinsprang og steinskred løysnar generelt i oppsprukne fjellparti der terrenghellinga er over 40- 45°. Steinsprang er definert som utfall opp til nokre hundre m³, medan steinskred er definert som løyste fjellparti på mellom nokre hundre og fleire hundre tusen m³. Steinsprang førekjem, normalt mest på våren og hausten, som følgje av frysing/tining og rotsprenging eller på grunn av store nedbørsmengder som fører til høgt vasstrykk i sprekkene i fjellet. Allereie avløyste blokker kan også bli sett i rørsle av slike prosessar.

Jordskred løysnar i fjellsider med lausmassar, der terrenghellinga generelt er brattare enn 25-30°. Som oftast er dette hendingar der lausmassane er vassmetta, og auka poretrykk gjer massane ustabile. For lausmassar med stort finstoffinnhald kan jordskred bli løyste i endå slakare terreng, gjerne i kombinasjon med tele.

Snøskred blir utløyst generelt der terrenghellinga er over 30°. Dei fleste store snøskreda blir løyste med terrenghelling mellom 30-50°, då snøen i terrenghelling brattare enn dette glir ut oftare, før snømengder til større skred rekk å samle seg. Fjellsider som ligg i le for dei mest nedbørsførande vindretningane er mest utsette for snøskred. Botnar, skar, bekkedalar og andre forseinkingar i terrenget er mest utsette då det her samlast opp mykje snø. Ryggar og knausar er oftast avblåste. Tett skog kan hindre utløysing av snøskred. Ein føresetnad for dette er at trea er store nok til at dei ikkje snør ned. Snøfall på 0,5-1 meter siste 2-3 døgn gir auka fare for utløysing av store snøskred. Markerte temperaturstigningar gir også auka snøskredfare.

Flaumskred oppstår vanlegvis i samband med ekstreme nedbørssituasjonar som følgje av aktiv erosjon og materialtransport langs bratte vassdrag, bekkeløp med mykje lausmassar

eller gjel og skar utan permanent vassføring. Oppdemming grunna skredhendingar inn i vassdrag og dambrot er ofte også årsak.

Snøsørpeskred er skredmassar av sterkt vassmetta snø. Dei rører seg i stor fart, og kan også føre med seg noko jord og steinmateriale. Snøsørpeskred vert løyste frå ei rekke område der vatn blir tilført og akkumulert i snødekket, som til dømes slake forsenkingar eller myrområde. Dei løyest helst når snøen er laus og lett, i nysnø eller grovkorna snø.

5 EKSISTERANDE SKREDKART

5.1 Aktsemdskart- og faresonekart

For heile Noreg er det utarbeidd aktsemdskart for snøskred, steinsprang og jord- og flaumskred (www.skrednett.no). Karta, som er produsert av NGU, syner område der det er potensiale for desse skredtypane, men gir ingen oversikt over kva sannsynet for skred i aktsemdsområda er. I tillegg har NGI utarbeidd snø- og steinskredkart for utvalde område. Det er ikkje utarbeidd aktsemdskart for snøsørpeskred og fjellskred/steinskred.

5.1.1 Snøskred og steinsprang

Aktsemdskarta for steinsprang (Figur 6) vert framstilt på grunnlag av ein digital høgdemodell der område med terrenghelling > 45 grader automatisk vert klassifisert som løysneområde for steinsprang. I aktsemdskarta for snøskred (Figur 7) er område med brattare terrenghelling enn 30 grader klassifisert som løysneområde. Påfølgjande datamodelleringar gir utløpsdistansar (rekkevidde) frå løysneområda. Utløpsområda vert berekna automatisk utan omsyn til effekten av lokale faktorar, som for eksempel vegetasjon, bygningar eller sikringstiltak. Aktsemdskarta er basert på ein landsdekkande terrengmodell (Statens kartverk) med cellestørrelse på 25 m x 25 m, der datagrunnlaget hovudsakleg er basert på 20 meters koter. Det er ikkje gjort feltsynfaringar i arbeidet med aktsemdskarta.

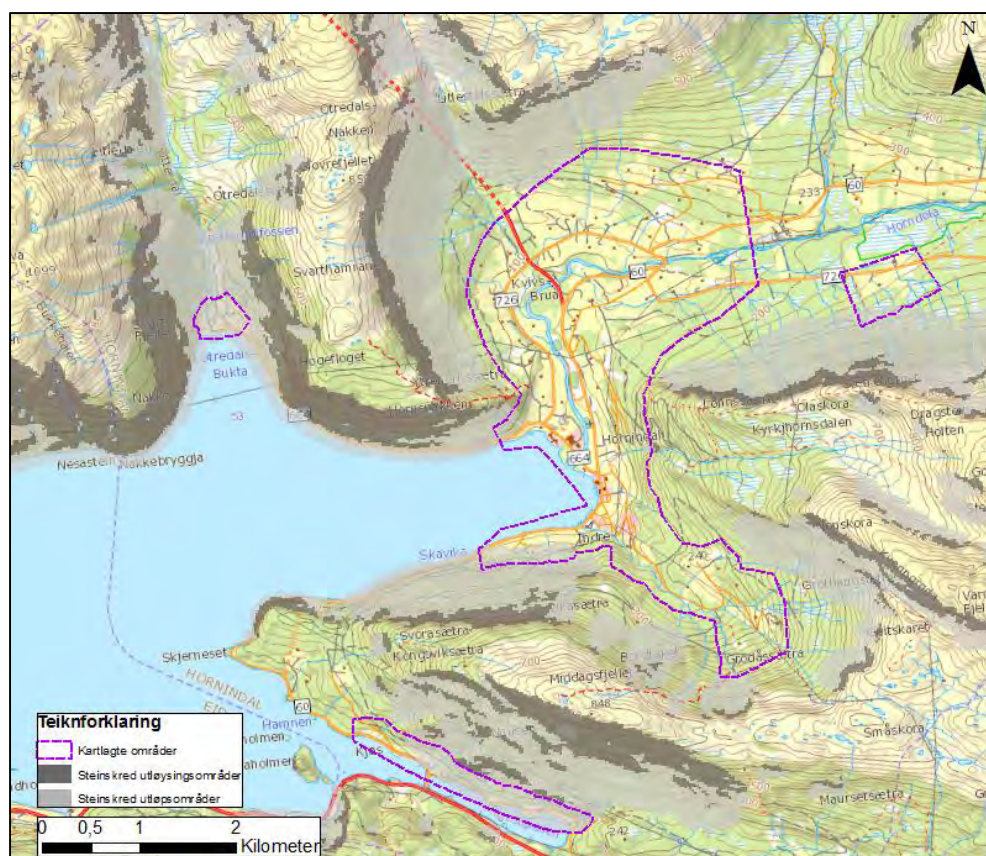
5.1.2 Snø- og steinskred (NGI)

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har for nokon område utarbeidd aktsemdskart for snø- og steinskred (Figur 8), som viser aktsemdsområde for dei to skredtypane samla. Karta er produsert ved å identifisere utløysingsområder for snø- og steinskred gjennom hellingskart, finne utløpsområde gjennom berekning ved hjelp av empiriske modellar, og så kvalitetssikre resultatet ved enkle feltsynfaringar. Desse karta gir heller ikkje sannsynet for snøskred eller steinsprang.

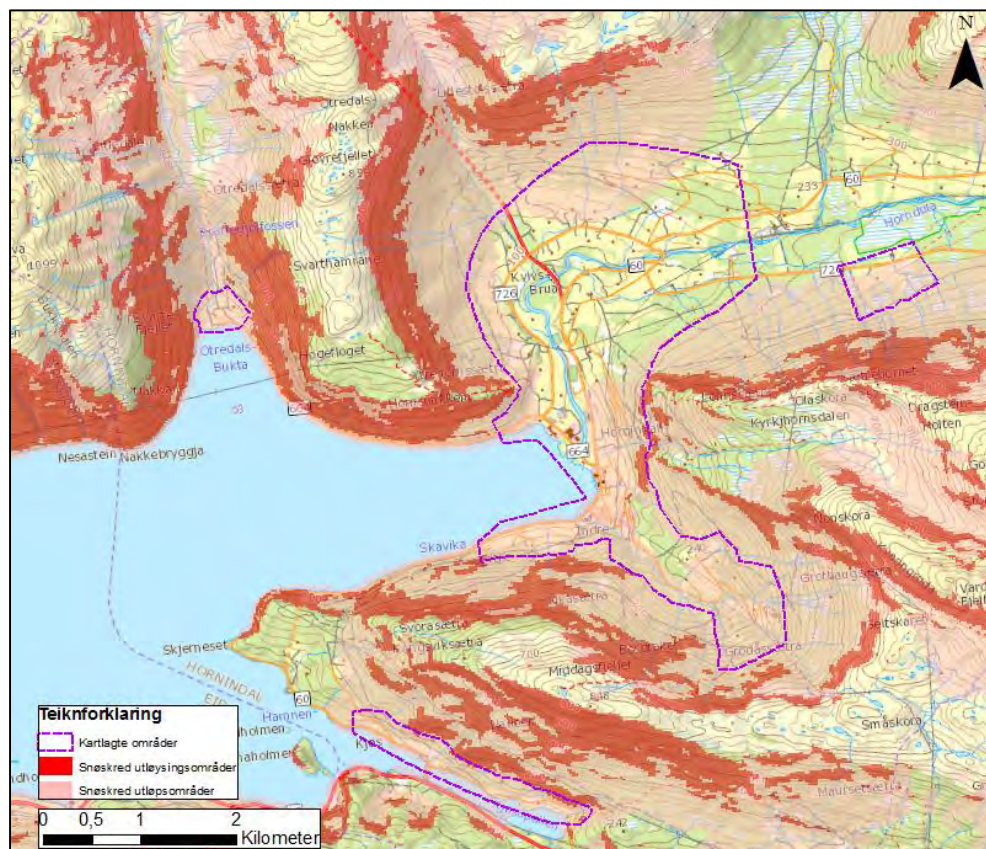
5.1.3 Jord- og flaumskred

Aktsemdskarta for jord- og flaumskred (Figur 9) viser potensielle aktsemdsområde for utløysing og utløp for alle typar lausmasseskred utanom kvikkleireskred og store flaumskred i slake elveløp. NVE har utvikla ein GIS-analyse som viser område med størst potensiell risiko for jord- og flaumskred med tanke på terrenghelling, drenering og lausmassestype. Karta er utarbeidd frå ein digital høgdemodell med oppløysing på 10 meter, og det vart gjennomført feltarbeid på nokre utvalde stader for å justere modellen.

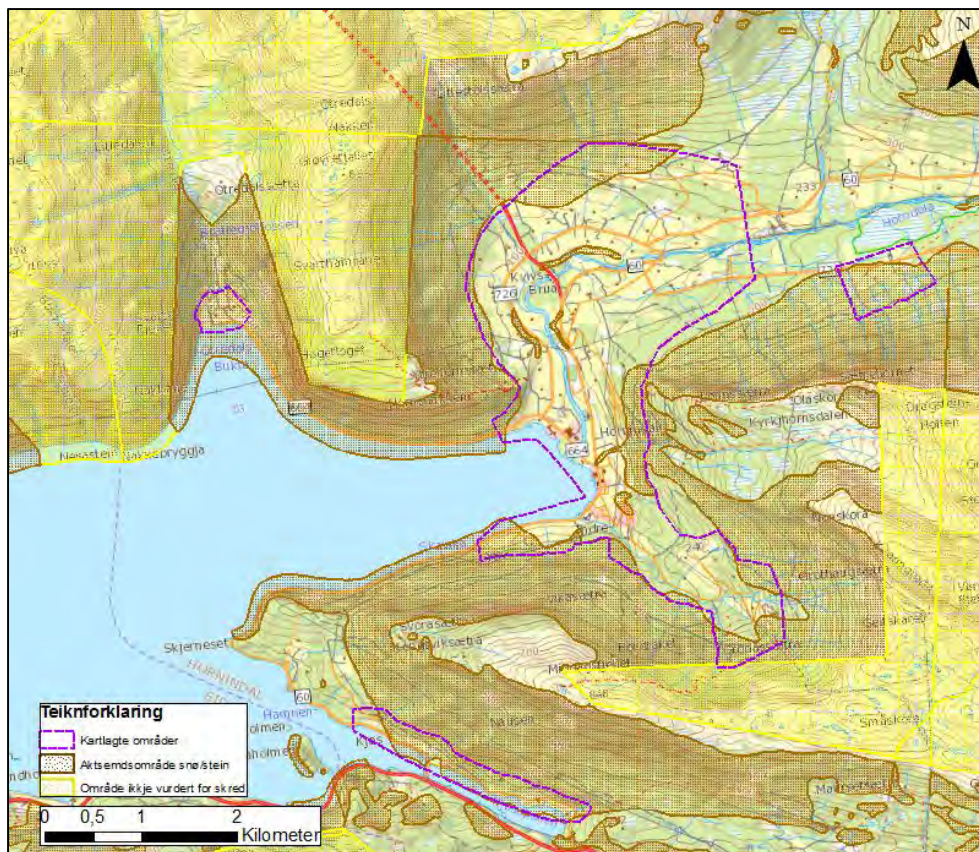
Aktsemdskarta viser at aktsemdssonene for dei ulike skredtypane går inn i store deler av alle dei kartlagde områda. Spesielt i område Kjøs, Otterdal og Sætre er arealet stort sett dekket av aktsemdsoner for ein eller fleire skredtypar.



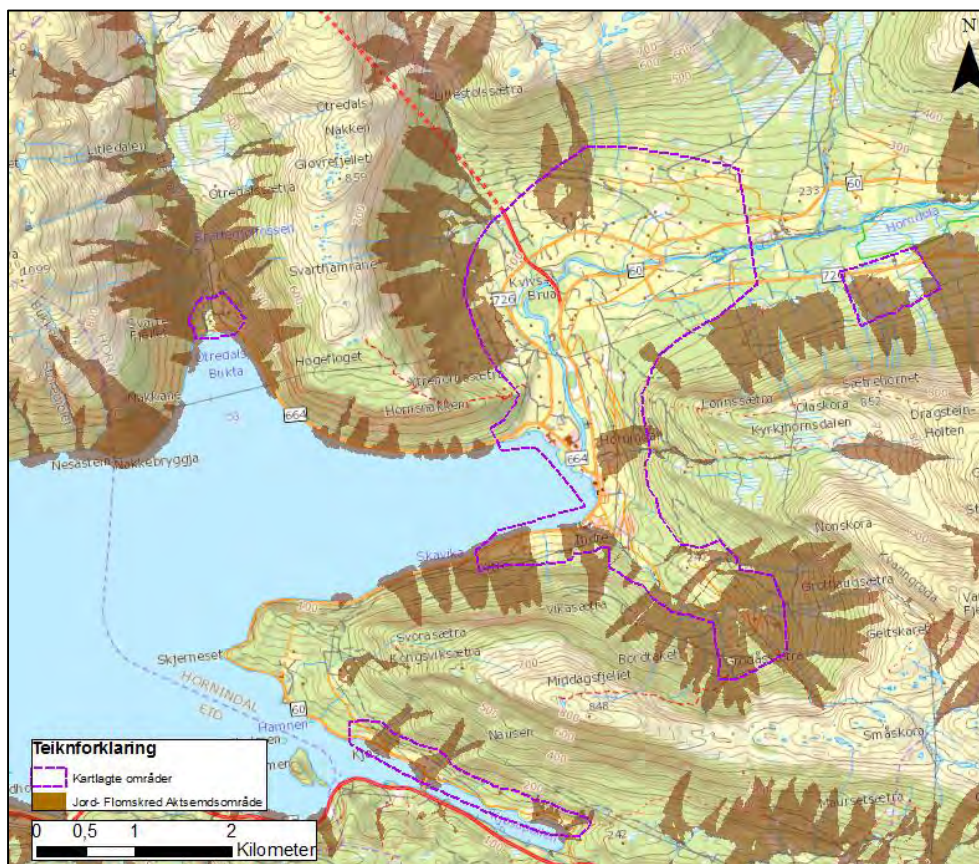
Figur 6. Aktsemdkart for steinsprang (NVE).



Figur 7. Aktsemdkart for snøskred (NVE) .



Figur 8. Aktsemdsomsråde for snø- og steinskred, samla for begge skredtypar (NGI).



Figur 9. Aktsemdsomsråde for jord- og flaumskred (NVE).

6 HISTORISK SKREDAKTIVITET

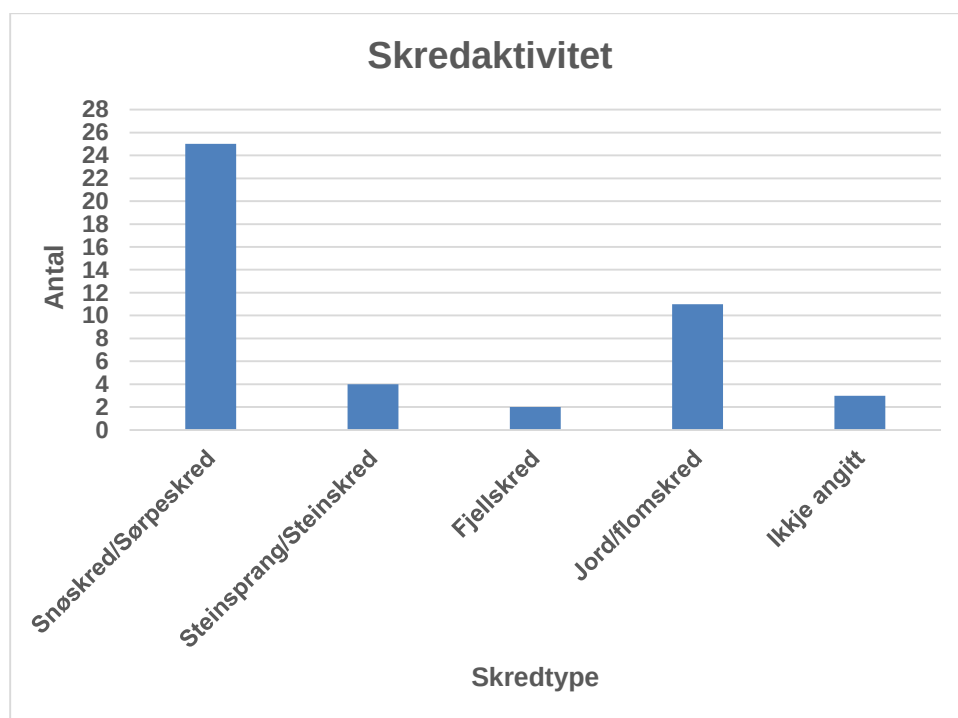
6.1 Skredaktivitet i Hornindal kommune

Skredaktiviteten i Hornindal kommune er omfattende, og fleire skredhendingar har forårsaka skade på bygg og infrastruktur. Vedlegg 1, kart nr. 1.1-1.5, viser registreringskart for kvart område med skredhendingar og omtrentlege utløpsområder registrert gjennom NVE (2014), NGI (1980) og skredhendingar vi har fått kjennskap til gjennom samtalar med privatpersonar og observert under synfaringa.

Skredhendingar og utløpsområder er alle nummererte og korresponderer med same nummer i Tabell 2. Tabellen gir også informasjon om skredtype og dato for hendinga.

Vegstrekninga mellom Hornindal sentrum og Otterdal er svært utsett for skredaktivitet, spesielt steinsprang, snøskred og jordskred. Desse hendingane er ikkje inkludert i oversikta då strekninga ikkje inngår i dei vurderte områda.

Oversikta under er basert på Tabell 2 og viser at snøskred er den mest utbreidde skredtypen i Hornindal kommune. Derneft kan ein også sjå at det har vore ein god del jord- og flaumskredhendingar.



Figur 10. Oversikt over skredaktivitet i Hornindal kommune. Viser fordeling for ulike skredtyper. Grunnlaget er henta frå Tabell 2.

6.2 Skredhendingar

Tabell 2 gir utfyllande informasjon om registrerte skredhendingar i Hornindal kommune.

Registreringane gjennom NVE (2014) er i hovudsak knytt til skade på menneske, dyr, bygg og infrastruktur. Registreringane frå NGI (1980) viser skredhendingar, men også utløpsområde for skred som kan rase fleire gonger pr. år. For meir informasjon om NGI registrerte hendingar visast det til rapporten (NGI, 1980).

Fleire av skreda er registrert å opptre hyppig, >1 pr. år. I søylediagrammet i Figur 10 er dei registrerte skreda i Tabell 2 berre teke med ein gong, uavhengig av om skredet førekjem hyppig eller ikkje. Figur 10 er likevel vurdert til å gi eit rett bilete av kva som er den dominerande skredtypen i Hornindal kommune.

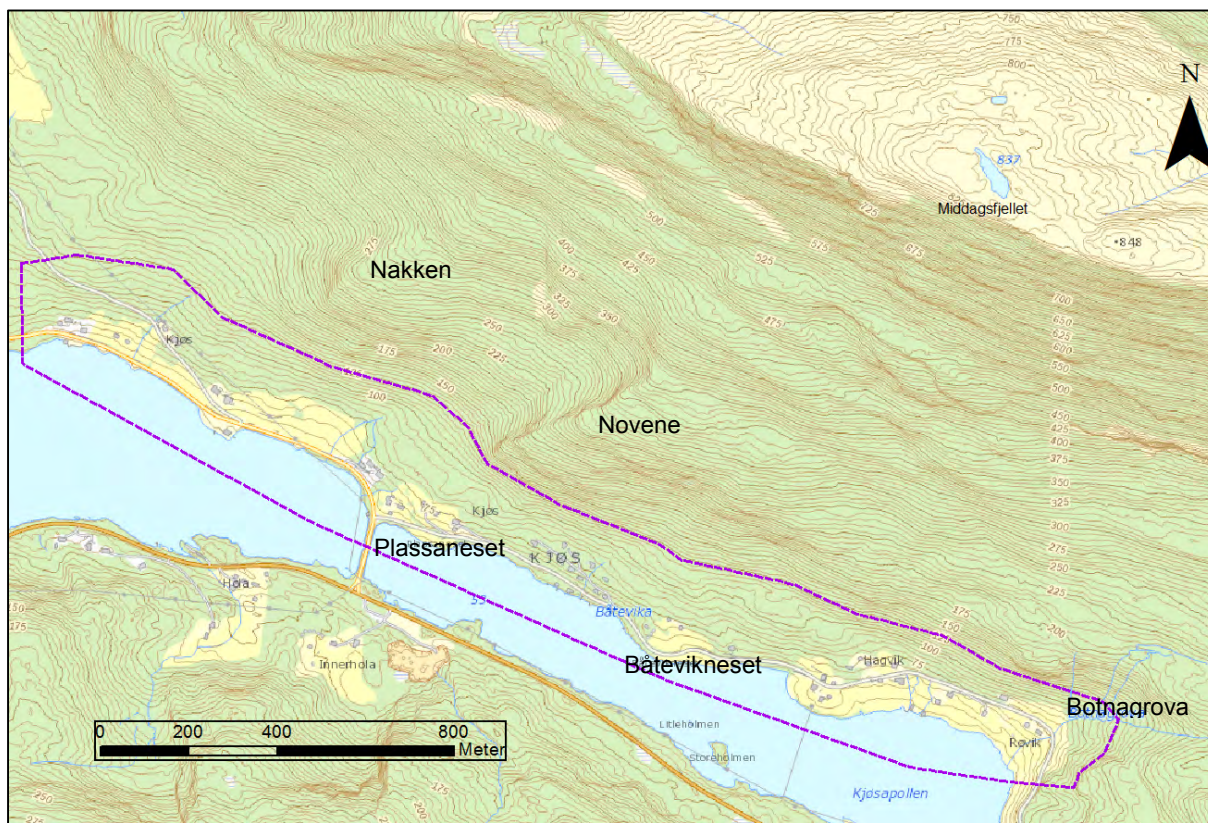
Tabell 2. Informasjon om skredhendingane er vist i Vedlegg 1. Dette er henta frå NVE (2014), NGI (1980), og ifrå egne observasjonar og samtale med privatpersonar. Nr. i NGI kolonna svarar til skrednummer i NGI rapport. Skred som ikkje ligg i tilknytning til dei kartlagde område er ikkje teke med i oversikta.

NGI	NVE	Lokalitet	Skredtype	Dato	Merknad/ skade
Otterdal					
1		Otterdal	Snø	1868	
2		Otterdal	Snø	1950 og 1968	
3		Furegjølgrova, Otterdal	Stein/jord /flaum	03.10.1947	Skadar på inn- og utmark
4		Strekegrova, Otterdal	Flaum	Januar ca.1880	Nokon dyr tekne av skredet
		Vegen frå Hornindal til Otterdal er utsett for steinskred, jordskred og snøskred. Stort tal hendingar registrert, men desse er ikkje omtala, fordi dei ikkje ligg innafor nokon av dei vurderte områda.			
Liskog-Grodås- Haugen					
7		Ytrehorn	Snø		
8		Ytrehorn	Snø	1943	
9		Lødemel	Snø		
10		Lødemel	Snø	1943	
11		Lødemel	Snø	1918,1943, 1968	
12		Svarthammaren Lødemel	Stein	August 1974	Delar av bratt hammer rasa ut
15		Kvivselva, Lødemel	Flaum	12.07.1941	Innmark øydelagt
				1956	Skadar på forbyggingar
17	54	Ytre Haugen	Snøskred	15.02.1868	Skade på garden
18		Lødemel	Lausmasse skred	18.09.1948	Skadar på skog og innmark. 5 sauer tekne av skredet. Skred fortalt om frå privatperson på Haugen. Jordskred frå svaet på rundt 600 moh, gjekk inn i bekken og endra bekkeløpet.
19	54	Ytre Haugen	Snøskred	06.02.1679 (truleg februar)	4 personar omkomne, samt all buskap. Alle hus tekne av snøskredet.
		Ytre Haugen	Snøskred	1697	Truleg ikkje folk skadde, men all buskap utanom hesten drepne. Alle hus teke av snøskred

				17.03.1718	Dei fleste husa teke av skredet, 6 kyr, 24 småfe, og ei jente teke av snø. Jenta overlevde
			Snøskred	Ca. 1945	Skadar på skog
		Ytre Haugen	Sørpeskred	1700-talet	Sørpeskred på innmark langs bekkeløp. Stoppa på haugen over fabrikk (slik den ligg i dag) der det då stod hus, husa vart tekne.
Sætra					
28		Taraldset	Ukjent	1976	
29		Kyrkjhornsdalen	Snø	1918, 1976	
30		Kyrkjhornsdalen	Snø	1918, 1976	
31	51	Gard, Sætra	Snøskred	15.02.1868	Tok nokre hus, m.a. fjøs og nokre sauer
	66	Sætre	Snøskred	2012	Skade på skog
Liskog-Grodås- Haugen					
33		Grodås, Horndøla	Flaum	23/24.11.1906	Flaumvatn over innmark
34		Grodås, Kyrkjhornselva	Flaum	Hausten 1950	Flaumvatn over innmark
35		Småskorfonna, Grodås	Snøskred	1906	
36		Grodås, Grøthaug	Snøskred	1902	
37		Grodås, Svor	Snøskred		
38		Svor	Snøskred	1868	
39-40	55	Lillestølssætra	Snøskred	10.02.1979	Tok alle 5 hus på Lillestølssætra. Stogga først ved Kalvesteinane (180 moh). Skogsskade
	56	Kyrkjhorne	Lausmasse-skred	19.01.1989	Skade på veg
	57	Kyrkjhornselva	Ikkje angitt		Skade på veg
	58	Lund	Jordskred	28.12.2014	Pga. ekstrem nedbør, stor erosjon i Vikaelva ved Lunde trevare og hyttefabrikk
	59	Svor	Ikkje angitt	17.01.1993	Veg skada
	60	Svor	Steinskred	Dato usikker, men før år 1602	>10000 m ³ . Truleg 3 personar omkomne. Skade på bygningar
	61	Svorastranda	Steinsprang	15.12.2013	<100 m ³ , veg skada
				10.12.1997	
	62	Kjoshammaren	Steinskred	15.07.1995	>10000 m ³ . Tok 30 m av vegen. Styrta rett i Hornindalsvatnet og laga flodbølge. Bølgjehøgda ikkje kjent, men 1-2 m på andre sida av vatnet (Navelsaker)
	63	Engebø	Sørpeskred	27.11.2008	Smadra ein vegg på

					bustadhus. 8 stk. evakuerte
	64	Svor	Steinskred	Usikkert	Relativt ny steinskred/steinsprang hending.
	65	Liskog	Snøskred	Usikker	Skade på skog
	66	Liskog	Snøskred	Usikker	Skade på skog
Kjøs					
	67	Middagsfjellet	Steinskred	Usikkert	Relativt ny steinskred/steinsprang hending.

7 KJØS



Figur 11. Oversikt kartlagt område Kjøfjell.

7.1 Terreng, grunnforhold og vegetasjon

Fjellsida over område Kjøfjell strekk seg frå Hornindalsvatnet på 53 moh og opp mot Middagsfjellet på 848 moh (Figur 11). Fjellsida er sørvestvendt. Nedst i fjellsida, langs Hornindalsvatnet, ligg spreidd busetnad.

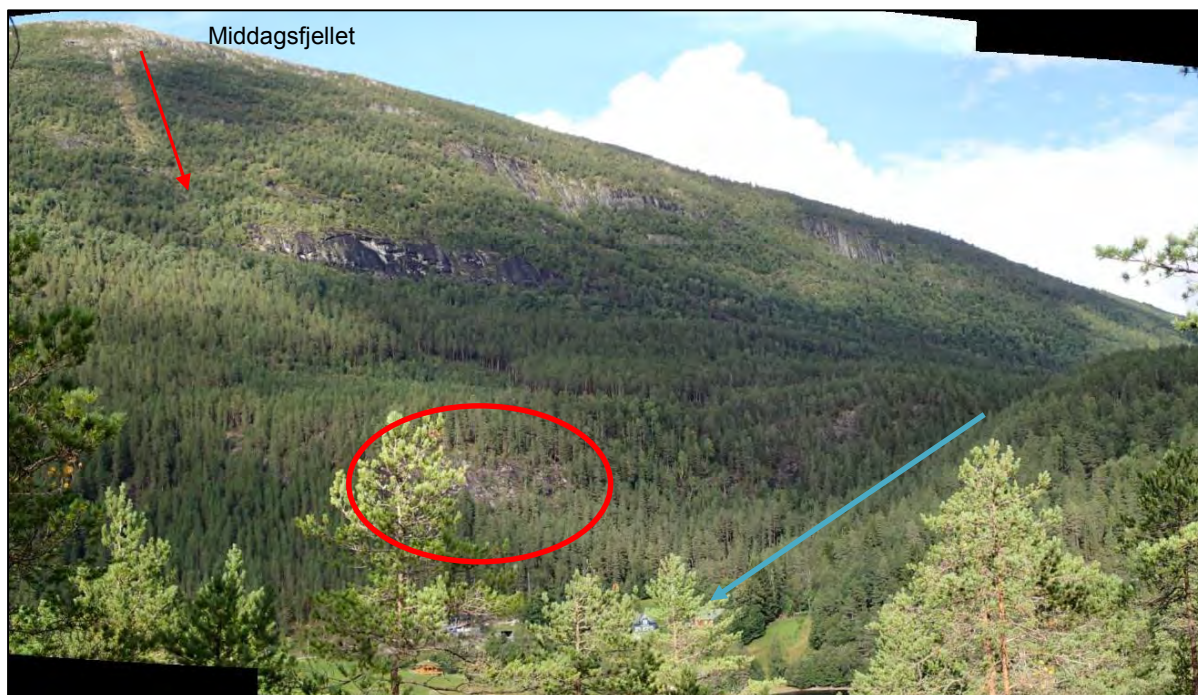
Vedlegg 2 (kart nr. 2.1) inneheld terrenghellingskart, rute under synfaring og registrerte observasjonspunkt under synfaring.

Fjellsida karakteriserast av fleire bratte parti, som ligg stegvis oppover. I fleire av brattpartia er det også nær vertikale brattskrentar med fjell i dagen. Mellom brattpartia er terrenghellinga slakare, fleire stader under 30°.

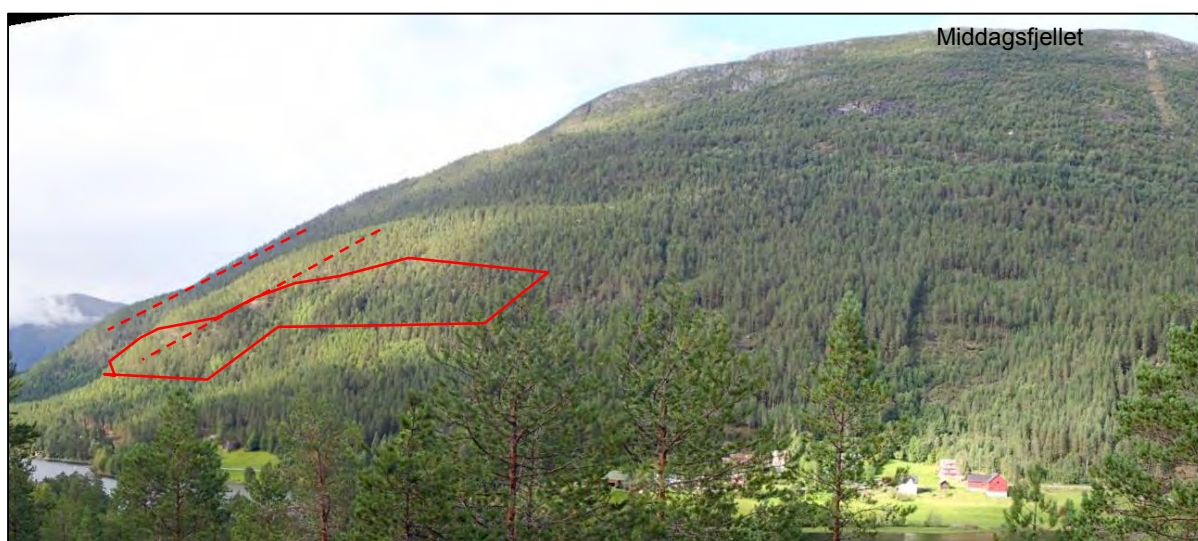
Den nedre delen av fjellsida er i vestre og midtre del, ned mot Plassaneset (Figur 11), karakterisert av to relativt store ryggformasjonar (Nakken og Novene) som dreg mot vest-sørvest. Den nedre, austre delen av fjellsida, mellom Båtevikneset og Botnagrova, har relativt jamn terrenghelling ned mot Hornindalsvatnet, men har også fleire og store brattskrentar med fjell i dagen. Øvre del av fjellsida er dominert av eit større bratt parti som er opp mot 300 m høgt lengst aust, men som avtek i høgde mot vest.

Nedre del av fjellsida karakteriserast av relativt grov morenemasse med liten mektigheit. Det er observert fjell i dagen ved fleire lokalitetar. Oppover i fjellsida avtek tjukkelsen av morenemassane. Nedanfor fjellskrentane er det ur.

Vegetasjonen dominerast av kraftig furuskog opp til ca. 500 moh., nokon stader høgare, medan spreidd bjørkeskog og kratt definerer vegetasjonen øvst i fjellsida opp mot Middagsfjellet (Figur 12 og Figur 13).



Figur 12. Oversiktsbilde Kjør aust. Skredhending merkt med raud pil, område for blokkutfall merkt med raud ring og Botnagrova med blå pil.



Figur 13. Oversiktsbilde Kjør vest. Markante ryggar på kartet (Figur 11), merkt med raudstipla linjer. Brattskrent over hytter merkt med raudt polygon.

7.2 Skredhendingar

For område Kjøs er det ingen registrerte skredhendingar i tilknytning til infrastruktur eller busetnad som er registrert hjå NVE eller Hornindal kommune. Feltsynfaringa i området avdekka likevel område med skredaktivitet (Vedlegg 1, Kart nr. 1.1).

Frå brattskrenten like under Middagsfjellet er det observert relativt nyleg steinsprangaktivitet (Figur 12), truleg som ei større hending. Helikoptersynfaringa viste at det er eit flak med storleik 4 m x 6 m og truleg mindre enn 1 m tjukt som har løyst ut. Lausmassedekket øvst i fjellsida er tynt, og flaket er truleg knust i mindre delar, samtidig som det har rive med seg andre mindre lause blokker, delar av lausmassedekket og skog. Skredløpet har ei utstrekking på ca. 350 høgdemeter og skredet har stoppa på eit større platå, mellom to brattparti i fjellsida. Vi anser dette skredet som eit typisk skred i fjellsida.

Ein ca. 30 m høg brattskrent med fjell i dagen ligg ca. 40 høgdemeter over eit bustadhus rett vest for Botnagrova (vist med raud ring på Figur 12). Observasjonar i felt viser at skråninga som fell ned mot huset frå brattskrenten er mellom 35-40° bratt. Skråninga er i øvre del dominert av vegetasjonsdekt ur med generell blokkstorleik $< 1 \text{ m}^3$. I den same skråninga er det observert fleire ferske blokker på $\geq 0.5 \text{ m}^3$. Brattskrenten er relativt slett i øvre del, medan det i nedre del er meir oppsprukke fjell. Dei geologiske strukturane i brattskrenten er orientert til fordel for utgliding, med hellingsvinkel på foliasjonen slakare enn skråningsvinkel, samt to subvertikale sprekesett som avløyser blokker lateralt og i bakkant.

Bekkeløpet i Botnagrova er bratt og erodert ned til fjell betydeleg breiare enn kva den tilsynelatande normale vassføringa viser. Det er også observert overløp frå bekken og skadar på vegetasjon utover det eroderte området. Det er avsett ein del lausmasser i forbindelse med at elveløpet flatar ut, og her ligg det også ein del vegetasjon som er rive med elveløpet. Bekkeløpet har flaumsikring mot dyrka mark. Fleire mindre bekkeløp rett vest for Botnagrova viser teikn til flaumoverløp og erosjon i forbindelse med flaumhendingar. Sørpeskred kan også være aktuelt langs bekkeløpet, men vi såg ingen tydelege teikn etter denne skredtypen.

I tillegg er det observert overløp og spor etter flaum i forbindelse med bekkeløpet som vert drenert ned vest for ryggformasjonen Nakken ovanfor Plassaneset. Bekkeløpet var stadvis erodert til fjell og har funne fleire løp nedover mot skogsbilveg i direkte overkant av busetnad.

7.3 Vurdering av skredfare

7.3.1 Steinsprang

I forbindelse med brattskrentar der det er fjell i dagen er det fleire stader observert ur, og nokre stader nedfall som vi vurderer som relativt nytt. Bergmassen som vart observert ved brattskrentane muliggjorde plane utglidingar langs foliasjonsplanet. Blokkstorleiken observert i ulike urområde, ligg i snitt mellom 0,25-1 m^3 . Det er også observert større enkeltblokker, opp til ca. 2 m^3 , som har lenger utløpslengd enn ytterkant av observert ur.

Steinsprang har utløysingspotensial i brattskrentar med eksponert fjell, og slike brattskrentar er observert langs heile fjellsida. På bakgrunn av utløpslengd for observert steinskred, topografien i fjellsida, samt modellberekningar med Rockyfor3d, vurderer vi at denne skredtypen primært når inn i området ved utfall frå dei nedre skrentane i fjellsida. Steinsprang frå desse skrentane er dimensjonerande skredtype for hovudparten av faresonene. Nedanfor mindre skrentar der sannsynlegheiten for utfall er til stades, men låg, er det tegna faresoner for skred med årlig sannsynlegheit på 1/5000.

7.3.2 Lausmasseskred

Lausmassedekket i området består av relativt grove massar, og vi vurderer difor at jordskred er lite sannsynleg. Det er ikkje tydelege spor etter jordskred i fjellsida.

Lausmasseskred vil kunne gå langs definerte bekkeløp som flaumskred. Dei to dominerande ryggformasjonane fangar opp og kanaliserer store delar av overflateavrenninga for den vestre delen av området i definerte bekkeløp. I den austre delen av fjellsida følgjer overflateavrenninga mindre terrengformasjonar, og det er fleire mindre definerte bekkeløp. Botnagrova, lengst aust i området, drenerer eit relativt stort myrområde, og er eit tydeleg erodert bekkeløp.

Flaumskred er hovudsakleg aktuelt langsetter bekkeløpet langs Botnagrova, bekkeløpet kanalisert av ryggen "Novene" mot Plassaneset og bekkeløpet kanalisert av ryggen "Nakken" vest i området (Figur 11). Flaumskredaktivitet kan ikkje utelukkast langsetter dei andre bekkeløpa i området, men årleg sannsynlegheit er vurdert som meget liten. For mindre bekkeløp anbefalast det å holde god avstand ved planlegging av infrastruktur. Desse må vurderast i forhold til flaum.

7.3.3 Snøskred

Det er ikkje registrert snøskredhendingar i området, og vi så ingen tydelege skadar etter snøskred. Basert på observasjonar er difor snøskred inn i det vurderte området sjeldne hendingar.

Likevel meiner vi at snøskred ikkje kan utelukkast. Dette sidan terrenget øvst i fjellsida opp mot ryggen har potensielle utløysingsområder. Her er fjellsida bratt nok til at snøskred kan utløysast, og det er ubetydeleg vegetasjon. Det som talar mot store eller hyppige snøskred er at det er ingen større markerte forsenkingar som definerer tydelege utløysningsområder. Klimamessig sett ligg ikkje fjellsida i le for nedbørsførande vindretning, og det er eit begrensa tilfangstareal for fokksnø på nordaustsida av ryggen.

Berekningar av utløpslengde for eventuelle snøskred viser at berre snøskred med eksepsjonelt store volum vil nå inn i planområdet, og då berre i område der skredbana kanalisert av terrenget. Slik kanalisering skjer for eksempel vest for ryggen Novene ovanfor Plassenet (Figur 11). Dagens vegetasjon i fjellsida vil ha ein betydelig oppbremsande effekt på eventuelle snøskred. Samla sett har vi tillagt snøskred innflytelse på faresona på 1/5000 ved Plassaneset, men ikkje 1/100 og 1/1000.

7.3.4 Samla vurdering

For område Kjøs er det steinsprang/steinskred og flaumskred dimensjonerande skredtype. Snøskred har ein litt betyding for faresonene for 1/5000 i mindre delar av området. Faresonene er vist i Vedlegg 3, kart nr. 3.1.

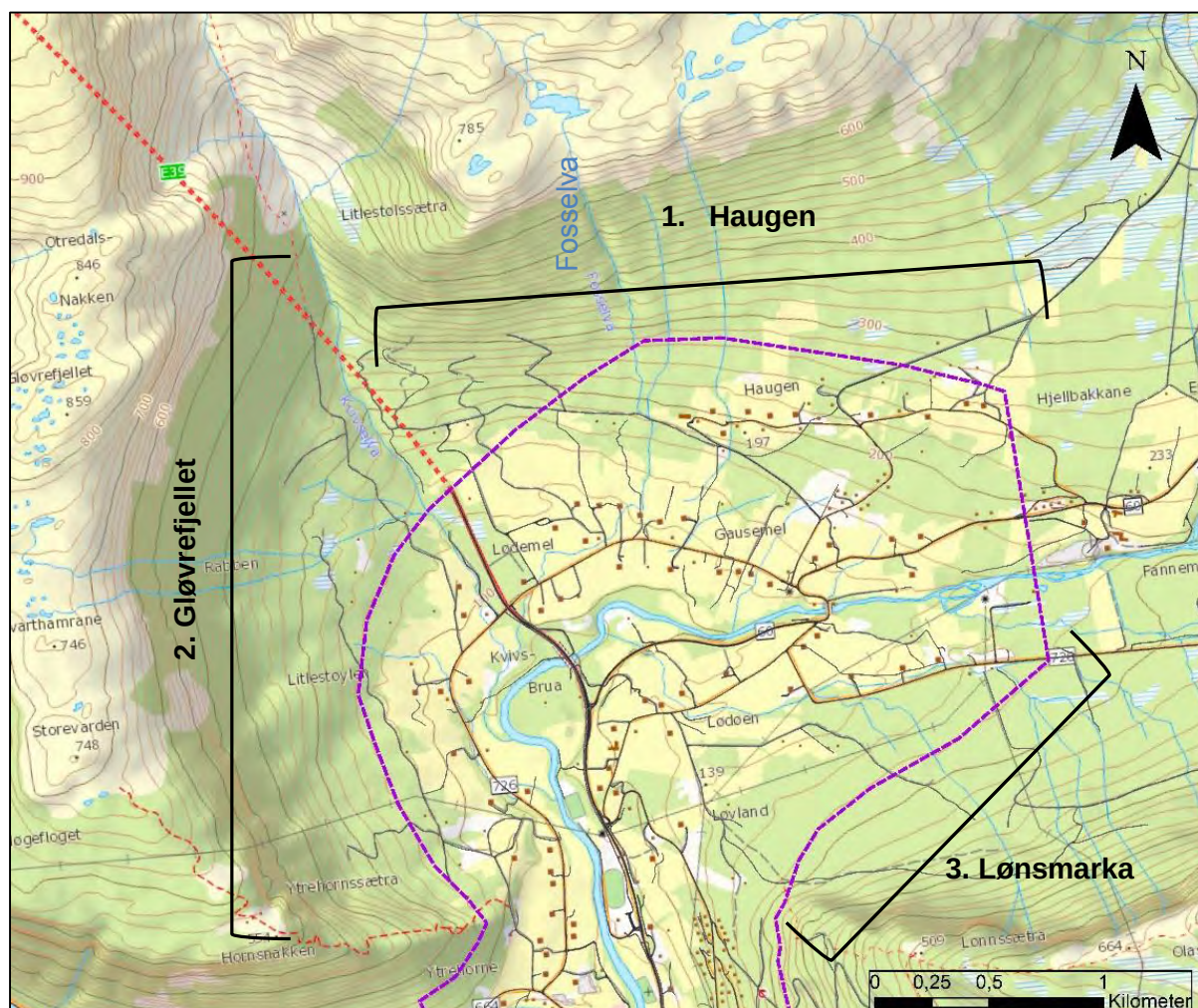
7.4 Utsette bygg og forslag til sikringstiltak

Fleire bustadhus og hytter ligg innanfor faresona for skred med årleg sannsynlegheit på 1/5000, men utanfor faresona på 1/1000. Desse bygga tilfredsstiller dermed kravet til sikkerheit for bygg i sikkerheitsklasse S2.

Plasseringa av fleire eksisterande bygg tilfredsstiller ikkje dagens krav til sikkerheit mot skred:

- A. Mellom Båtevika og Plassaneset (Vedlegg 3, kart nr. 3.1) ligg to bygg (truleg hytter) innanfor faresona for skred med årleg sannsyn på 1/1000. Ytterlegare to bygg ligg heilt inntil faresona. Dimensjonerande skredtype er steinsprang. Ovanfor bygga er det brattkant med fjell i dagen. Her vil eventuelle blokker i bevegelse kunne akselerere ned mot bygga. Det mest aktuelle sikringstiltaket er å plassere eit steinspranggjerde på toppen av denne brattkanten for å stoppe eventuelle blokker i bevegelse. Ved rett dimensjonering vil dette sørge for at dagens krav til sikkerheit mot skred blir tilfredsstillt for dei to hyttene. Breidden på eit steinspranggjerde skal vere rundt 60 m. Med ein antatt kostnad på kr 20.000,- per løpemeter gir det ein estimert kostnad på kr 1,2 mill. På grunn av relativt slakt terreng ovanfor brattkanten, kan det lagast ein voll av lausmassar her. Dersom ein voll dimensjonerast rett, vil den ha same effekt som eit steinspranggjerde. Dersom det er god tilgang på lausmassar og lokale entreprenører kan ta jobben, vil ein voll erfaringsmessig vere eit billegare sikringsalternativ enn steinspranggjerde.
- B. Ved Røvik, omtrent 100 m nordvest for Botnagrova, ligg eit bustadhus under ein bratt skrent med fjell øvst (Vedlegg 3, kart nr. 3.1). Det er sprengt inn i bakkant av huset. Dimensjonerande skredtype er steinsprang, og det blei funne fleire ferske blokker mellom bustaden og foten av fjellskrenten. Det mest aktuelle sikringstiltaket er eit steinspranggjerde ovanfor huset. Vi estimerer at et rett dimensjonert steinspranggjerde med ein breidde på 30 m vil sikre huset slik at dagens krav til sikkerheit mot skred tilfredsstillast. Med ein antatt kostnad på kr 20.000 per løpemeter gir det ein total kostnad på kr 600.000. På grunn av det bratte terrenget mellom skrent og hus, anser vi andre typer sikringstiltak som lite aktuelle.

8 LISKOG-GRODÅS-HAUGEN

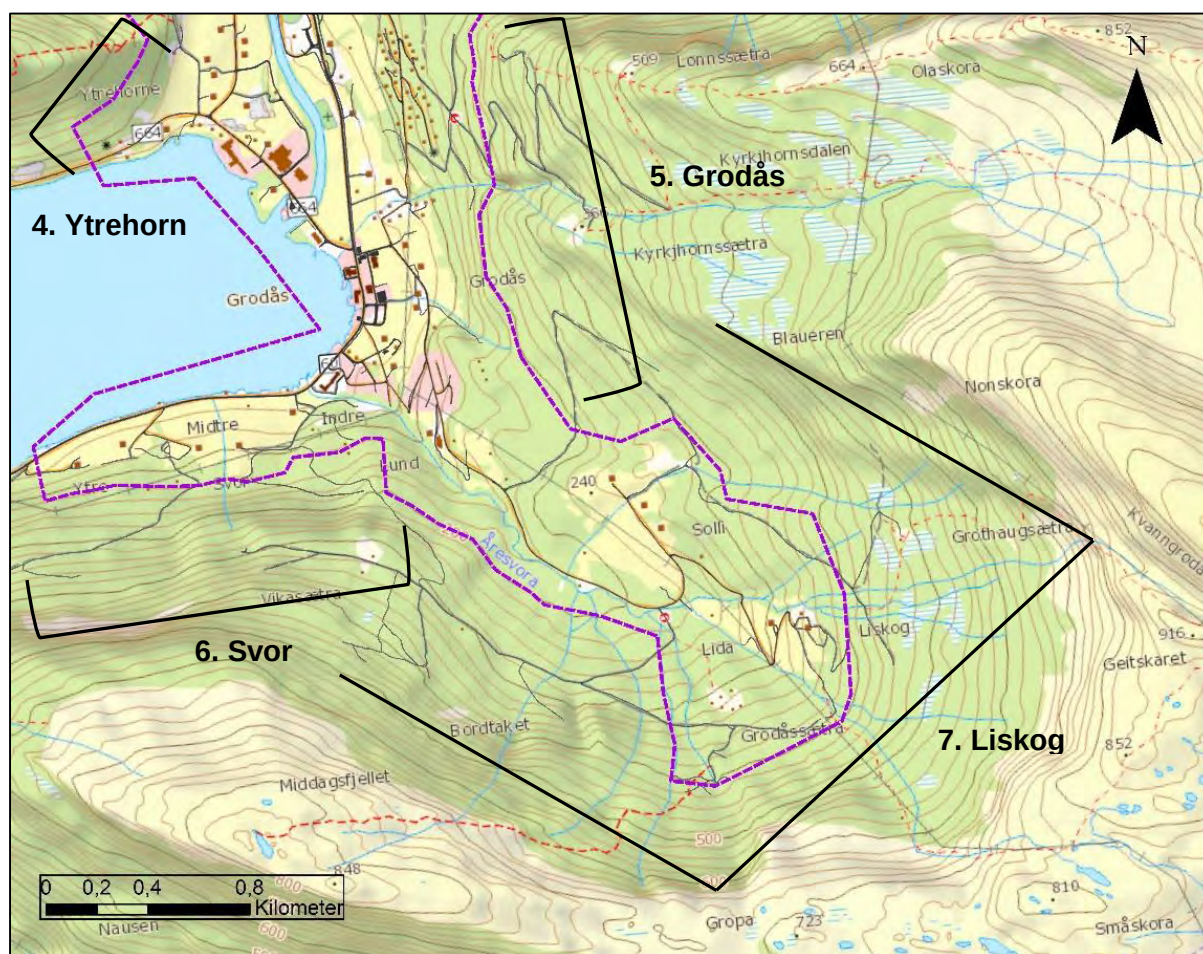


Figur 14. Oversikt over den nordlege delen av området Liskog-Grodås-Haugen.

På grunn av området sin storleik og ulike karakteristikk har vi valt å dele inn Liskog-Grodås-Haugen i følgande område (Figur 14, Figur 15):

1. Haugen
2. Gløvrefjellet
3. Lønsmarka
4. Ytrehorn
5. Grodås
6. Svor
7. Liskog
8. Generelt om skråningane i elveavsetningane langs Horndøla

I dei etterfølgjande beskrivelsane anvender vi desse namna. Vedlegg 2 (kart nr. 2.2 og 2.3), inneheld terrenghellingsskart, rute under synfaring og registrerte observasjonspunkt under synfaringa.



Figur 15. Oversikt over den sørlege delen av området Liskog-Grodås-Haugen.

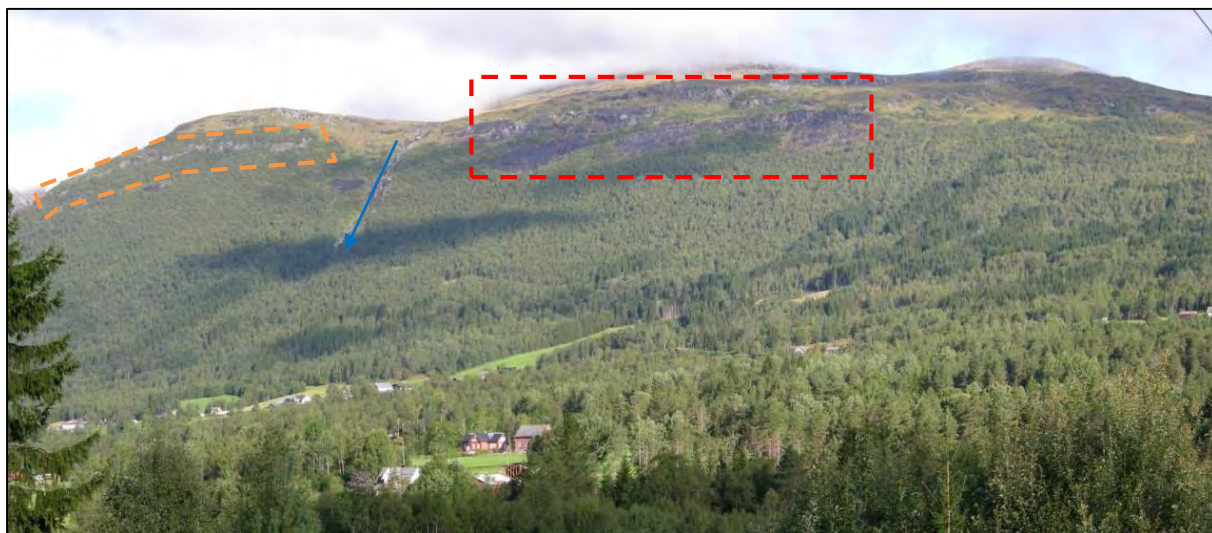
8.1 Topografi, grunnforhold og vegetasjon

Haugen er omkransa av ei stor sørvendt og ei stor austvendt fjellsida (Figur 14). Fjellsidene strekkjer seg frå dalbotnen på omtrent 100 moh, til opp mot over 800 moh. Den sørvendte fjellsida er slak lengst aust og vert brattare mot vest, der fjellsida vert delt av ein stor botn som har retning frå Littlestøsætra mot nord. Fjellsida vert gradvis brattare mot toppen der den knekk innover på eit tilnærma flatt parti på ca. 780 moh. Den sørvendte fjellsida over Haugen karakteriserast av eit stort og bratt blankskurt svaparti lengst aust, den svært eroderte Fosselva ca. midt i fjellsida, og fleire mindre brattskrentar lengst vest (Figur 16). Fosseelva er erodert djupt ned i lausmassedekket og elva går på blankskurt fjell fleire stader i elveløpet frå toppen av fjellsida og ned til ca. 400 moh. Ved ca. 400 moh har elveløpet ved ein eller fleire tidlegare hendingar delt seg og gravd eit djupt definert elveløp i mektige lausmassar. Dette løpet har ein meir sørvestleg retning enn det som er tilfellet i dag.

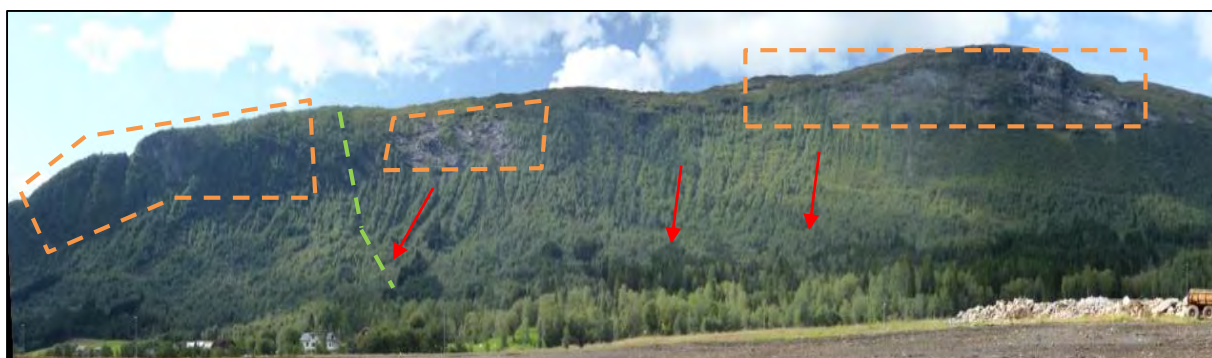
Den austvendte fjellsida nedanfor **Gløvrefjellet** er høgst lengst nord, omtrent 860 moh, og fjellsida er ein del av ein stor fjellrygg som skil Otterdal og Haugen (Figur 14). Fjellsida vert gradvis brattare og er stadvis svært bratt, før den knekk inn på flate platå mot toppen av ryggen. Ryggen vert lågare mot sør og endar i ein bratt rygg, **Ytrehorn**, som går ned mot Grodås. Den sørlege delen av brattryggen som går ned mot Grodås fell ned mot to bustadhus som ligg langs vegen mot Otterdal.

Den austvendte fjellsida er karakterisert av fleire bratte områder/skrentar (Figur 17), og tydelege renneformasjonar i tilknytning til desse. Ein tydeleg ryggformasjon har retning mot nordaust, og er vist på Figur 17. Vi vurderar at denne ryggformasjonen fungerer som ein naturleg ledevoll for skredmassar frå det tydeleg aktive området rett nord for ryggen.

I området er det hovudsakleg bjørk som dominerer vegetasjonen. Storleiken på vegetasjonen avtek med aukande høgde over havet, og øvste del av fjellsidene er vegetasjonsfrie. Større skog, som til dømes granfelt, finst spreidd rundt, men er ikkje observert over ca. 400 moh.



Figur 16. Oversiktsbilde Haugen, sørvendt fjellside. Fosselva (blå pil), sva parti (raudt stipla polygon) og brattskrentar (oransje stipla polygon).



Figur 17. Oversiktsbilde Haugen, austvendt fjellside. Fleire mindre skredrenner (raude piler), brattskrentar (oransje stipla polygon) og dominerande ryggformasjon (lysegrøn stipla linje).

På austsida av **Grodås** strekk fjellryggen Aksla seg austover (Figur 14 og Figur 15). Frå Aksla går det ei bratt nordvendt fjellside ned mot **Lønsmarka**. Den er svært bratt øvst, men hellinga på fjellsida avtek raskt. Dalsida er difor slak der den når planområdet. Aksla og ein fjellrygg litt lengre sør omkransar Kyrkjhornsdalen, som er relativt slak, før den fell brattare ned mot Grodås (Figur 15 og Figur 18).

I den vestvendte sida ved Grodås har Kyrkjhornselva laga eit markert og djupt elveløp ned til terrenget flatar ut. Vi observerte og vurderte også to mindre brattkantar som ligg rett i overkant av to bustadfelt (Figur 18). Vegetasjonen i området er dominert av stor gran og furuskog.



Figur 18. Oversiktsbilde Grodås, vestvendt fjellside. Kyrkjhornselva (blå pil) og brattskrentar bak to bustadfelt (oransje polygon).

Liskog utgjør ein liten dal eller stor botn, der dalbotn er rundt 200 moh og fjellryggane rundt ligg på omtrent 700-1000 moh (Figur 15). Dei sørvendte og vestvendte sidene som ligg rundt botn har slak terrenghelling før dei vert svært bratte heilt øvst (Figur 19). Den nordaustvendte sida frå Middagsfjellet er generelt jamnt bratt. Mellom Liskog og **Svor** vert den nordaustvendte fjellsida litt slakare ved Vikasætra, før den går over i eit svært bratt parti over Svør.

Øvst i alle fjellsidene rundt Liskog er det brattskrentar med fjell i dagen. Den sørvestvendte fjellsida har høge brattskrentar, med tydeleg uravsetning under (Figur 19). I det slakare partiet i fjellsida er det tett granskog, som går over i meir glissen bjørkeskog ved omtrent 500 moh. I bjørkeskogen kan ein observera enkelte mindre skredløp.

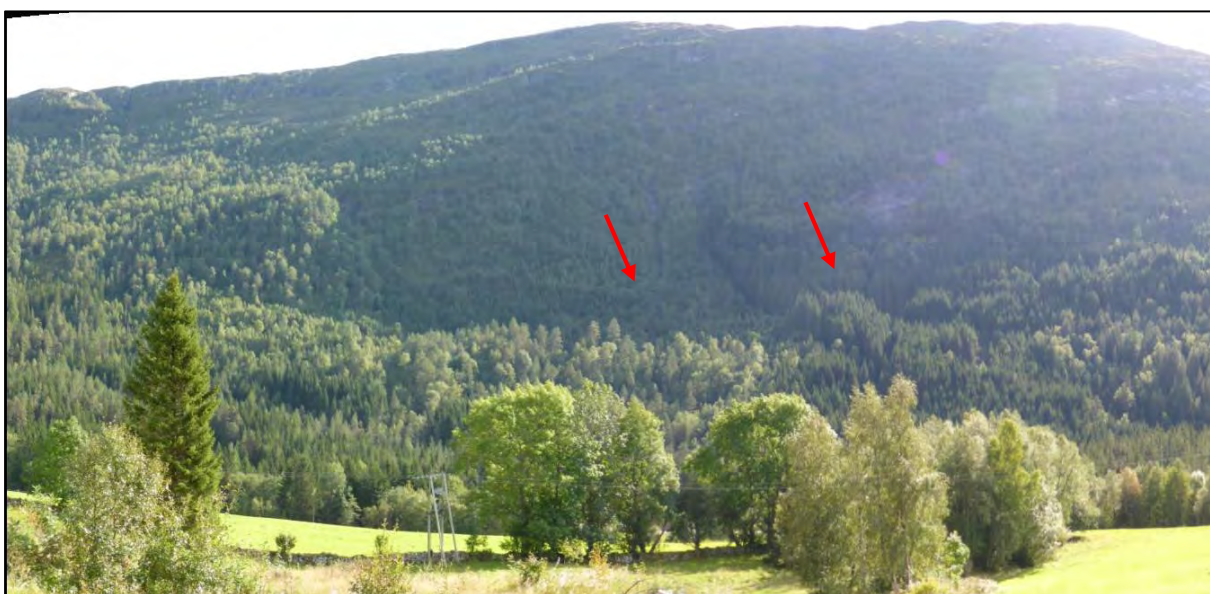
Den vestvendte fjellsida har kun spreidd bjørkevegetasjon over 450 moh, opp mot dei mindre brattskrentane. Terrenget er relativt slakt ned mot området Liskog (Figur 19 og Figur 20). Vidare inn i den nordvest- og nordaustvendte fjellsida, vert terrenghellinga raskt brattare frå dalbotnen (Figur 20 og Figur 21). Frå brattpartia omtrent midt i fjellsida er det teikn til mindre skredrenner i skogen. Skog dekkar omtrent heile fjellsida, forutanom hogstfelta i overgangen mellom Liskog og Svør (Figur 22).



Figur 19. Liskog, sørvestvendt og vestvendt fjellside.



Figur 20. Liskog, vest-nordvestvendt fjellside.



Figur 21. Liskog, nordaustvendt fjellside. Skredrenner markert med raude pilar.



Figur 22. Liskog, nordvendt fjellside, og fjellside over Svor. Raud pil, markerar skredløp observerte under synfaring.



Figur 23. Svor, detaljbilde av brattskrent.

8.2 Skredhendingar

Frå skrednett (NVE, 2014) og NGI rapport (1980) er det registrert fleire skredhendingar i dette området. Desse er omtala i Tabell 2 og vist i kart nr 1.2 og 1.3 (Vedlegg 1). I tillegg har vi registrert skredhendingar vi har fått informasjon om gjennom samtalar med privatpersonar og frå eigne observasjonar i felt.

8.3 Haugen: Vurdering av faresoner

8.3.1 Steinsprang

Det er begrensa steinsprangaktivitet frå brattkantane ovanfor Haugen. Vi vurderer det som lite sannsynleg at blokker i bevegelse vil ha utløp inn i det vurderte området.

8.3.2 Lausmasseskred

Tydelege raviner ned mot og inn i det vurderte området tyder på tidlegare flaumskredhendingar. Det er også registrert eit lausmasseskred i 1948. Dette gjekk knapt 400 m inn i det vurderte området. På synfaringa blei det langsetter Fosselva observert spor etter hyppige hendingar der det transporterast større mengder lausmasse i elva. Slike hendelser kan være flaum, flaumskred eller sørpeskred. Rundt kote 375 har elva potensial for overløp mot vest, og spor i terrenget viser at elva har gått her før. Snøskred er truleg dimensjonerande skredtype over større områder, men flaumskred har stor betyding for faresonene langs forsenkingar i terrenget, og spesielt langs Fosselva.

8.3.3 Snøskred

Tidligere skredhendingar viser at det kan forventast hyppige snøskred frå fjellsida ovanfor det vurderte området. I den vestlege delen av fjellsida har dei potensielle utløysingsområda og skredbanene truleg fått tettare skog sidan dei store skreda på 1800- og 1900-tallet. Dette har vi teke med i vurderingane. Ovanfor den midtre delen av området er det svaberg i dei potensielle utløysingsområda, og her er det ikkje skog. I skredbanene er det no muligens tettare skog enn på 1800- og 1900-tallet. Dette vil medføre at snøskred blir bremsa opp, men for store, sjeldne snøskred vil dette ikkje ha stor betyding, så lenge skredmassane har akselerert ovanfor skoggrensa. Store snøskred frå fjellsida vil kunne få ein betydeleg støvsky, noko som tidlegare er observert.

8.3.4 Samla vurdering

Faresonene i området er over store areal betinga av snøskred, men spesielt midt i området langs Fosselva og elles langs forsenkingar i terrenget, har også flaumskred stor effekt på faresonene.

8.4 Haugen: Utsette bygg og forslag til sikringstiltak

Vi er ikkje kjent med bruken av dei ulike bygga i området, men fleire bustader ligg innanfor faresona for skred med årleg sannsynlegheit på 1/1000. Desse bygga tilfredsstiller ikkje dagens krav til sikkerheit mot skred for bygg i sikkerheitsklasse S2. I øvre del av området ligg

eit industribygg (A i kart nr. 3.3, Vedlegg 3) innafor faresona for skred med årleg sannsynlighet på 1/1000. Vi kjenner ikkje til sikkerheitskravet for bygget.

Skogen ovanfor området Haugen bidreg i betydeleg grad til sikkerheit mot skred. Skogen fører til reduksjon av storleiken på utløysingsområder for snøskred og vil bremse eventuelle snøskred. I tillegg aukar skogen stabiliteten av lausmassedekket og reduserer andelen av nedbør som treff bakken. For å opprettholde dagens faresoner for skred må skogen ikkje avvirkast. Vi anbefalar at dette regulerast.

Mulige sikringstiltak avheng av dimensjonerande skredtype. Enkelte bygg (for eksempel industribygget rundt kote 200, (A i kart nr. 3.3, Vedlegg 3) ligg i eit bekkeløp, eller opp til eit bekkeløp. Då vil dimensjonerande skredtype vere flaumskred. For desse bygga er ein mogleg sikringsløyning å etablere ein ledevoll for å lede eventuelle skredmassar rundt bygget. Dette kan kombinerast med ein utgraving og eventuelt ein endring av bekkeløpet. Dersom bekkeløpet blir endra er det viktig at vatnet blir leda på stader der det tidlegare har runne vatn.

For bygg som ikkje ligg i eller nær bekkeløp, er dimensjonerande skredtype snøskred. Moglege sikringsløyningar for desse bygga er avheng av terrenget ovanfor. Her kan også ledevollar vere aktuelle, gjerne i V-form for å lede skredmassar rundt bygg.

8.5 Gløvfjellet: Vurdering av faresoner

8.5.1 Steinsprang

Steinsprang førekjem i heile området, men i størst grad mot sør ved Ytrehorn, der det er store skrentar. Skrentane har tydeleg ur under, men det er forholdsvis langt ned til øvre grense av det vurderte området. Vi vurderer at hovudparten av steinblokkene vil stoppe i ura. Steinsprang inn i det vurderte området er lite sannsynleg.

8.5.2 Lausmasseskred

Fleire flaumskred langs Kvivselva illustrerer aktivitet frå flaumskred her. Flaumskred er då dimensjonerande her. Terrenginngrepa i forbindelse med ny veg har betydning for utbreiinga av eventuelle flaumskred.

Terrengformasjonane mellom det vurderte området og Gløvfjellet tyder på at det tidlegare har gått fleire flaumskred her. Langs forsenkingane som kjem ned frå området mellom Storevarden og Gløvfjellet har flaumskred ein betydning for faresonene, men snøskred er dimensjonerande skredtype.

8.5.3 Snøskred

Det er registrert fleire snøskredhendingar frå fjellsida mellom Storevarden og Gløvfjellet. Ingen av dei registrerte skreda har gått inn i det vurderte området. Det er fleire botnar i terrenget der det kan samlast opp forholdsvis store snømengder. Desse utløysingsområda vil gi snøskred med lengst utløp. Terrenget ovanfor det vurderte området, mellom kote 150 og kote 200 består av fleire mindre forsenkingar og ryggar. Mindre snøskred vil forholdsvis raskt bli bremsa opp her. Skogen vil også ha ein bremsande effekt. Store snøskred vil også bli bremsa opp i dette terrenget, men store tørre snøskred vil kunne nå eit stykke inn i det vurderte området. Ein tydeleg rygg ved Blåsvedene vil lede skredmassane mot nordaust, og virkar dermed som ein naturleg ledevoll og sikringstiltak (Figur 17). Sør for Blåsvedene er det

vegetasjon i dei potensielle utløysingsområda, og her vurderer vi at snøskred blir utløyst forholdsvis sjeldant.

8.5.4 Samla vurdering

Langs Kvivselva er flaumskred og sedimenttransport i elva dimensjonerande skredtype og hovudproblemet. Lenger sør i området, mellom Storevarden og Gløvrefjellet er snøskred dimensjonerande for faresonene, men langs forsenkingar i terrenget vil sannsynlegheiten for flaumskred bidra med ei utviding av faresonene. Mellom Ytrehorn og Storevarden er steinsprang dimensjonerande skredtype, men i forsenkingane nedanfor fjellsida kan vassrelaterte skred som flaumskred og våtsnøskred/sørpeskred ikkje utelukkast.

8.6 Gløvrefjellet: Utsette bygg og forslag til sikringstiltak

I dette området er det ikkje bygg som ikkje tilfredsstiller dagens krav til sikkerhet mot skred.

8.7 Lønsmarka: Vurdering av faresoner

8.7.1 Steinsprang

Steinsprang er dimensjonerande skredtype i delar av dette området, men sannsynlegheiten for utfall av blokker er forholdsvis lav. Skogen vil stoppe ein forholdsvis stor del av blokkene i bevegelse.

8.7.2 Lausmasseskred

Vi kan ikkje utelukke lausmasseskred i denne fjellsida, men anser årleg sannsynlegheit som forholdsvis låg.

8.7.3 Snøskred

Snøskred kan løysast frå fleire av dei mindre botnane i fjellsida, men skogen reduserer både sannsynlegheiten for utløysing og utbreiinga av eventuelle snøskred.

8.7.4 Samla vurdering

Det er begrensa skredaktivitet i området.

8.8 Lønsmarka: Utsette bygg og forslag til sikringstiltak

Det er ikkje utsette bygg i dette området.

8.9 Ytrehorn: Vurdering av faresoner

8.9.1 Steinsprang

Fjellsida overfor området har flere skrentar der utfall av steinblokker ikkje kan utelukkast, men utfallsfrekvensen er forholdsvis låg. Ura nedanfor skrentane vil stoppe dei fleste blokkene, og berre dei største blokkene vil kunne bevege seg inn i det vurderte området.

Mellom skrentane og det vurderte området er det flere mindre, lokale brattkantar. Vi kan ikkje utelukke utfall frå enkelte av desse, men årleg sannsynlegheit er låg, og rekkevidda er begrensa fordi terrenget ikkje er bratt nok til at blokkene vil nå ein betydeleg hastigheit før dei blir stoppa av ruheiter i terrenget eller skogen.

8.9.2 Lausmasseskred

Det er ingen tydelege bekkeløp i terrenget overfor det vurderte området, nedslagsfeltet er begrensa og lausmassedekket er forholdsvis tynt og grovt. Vi vurderer difor at lausmasseskred har låg årleg sannsynlegheit.

8.9.3 Snøskred

På grunn av skogen og mangel på tydelege større botnar i terrenget overfor det vurderte området, anser vi årleg sannsynlegheit for utløyning av snøskred som meget liten. Mindre utglidingar av snø frå skrentane ved ryggen kan ikkje utelukkast, men rekkevidda av desse vil vere svært begrensa.

8.9.4 Samla vurdering

Steinsprang er dimensjonerande skredtype for dette området, men årleg sannsynlegheit for at steinsprang vil kunne nå inn i det vurderte området er liten.

8.10 Ytrehorn: Utsette bygg og forslag til sikringstiltak

Bygningane i området ligg utanfor faresonene for skred.

8.11 Grodås: Vurdering av faresoner

8.11.1 Steinsprang

Nord og sør for utløpet til Kyrkjhornselva er det potensiale for steinsprang frå flere brattkantar. Årleg sannsynlegheit for utfall er vurdert som relativt liten, og rekkevidda av blokker forholdsvis begrensa. Dette gjeld spesielt nord for Kyrkjhornselva, der terrenget er forholdsvis slakt. Skogen gir god sikring mot steinsprang.

Nordaust for bustadfeltet Kyrkjhornsbakkane, rett sør for Kyrkjhornselva, er flere bustader bygd tett opp mot ein bratt skrent. I skrenten er det flere område med fjell i dagen. Årleg sannsynlegheit for blokkutfall herifrå er forholdsvis stor, og utfall vil truleg treffa bygg. I delar

av skråninga med lausmassedekke er terrenget også bratt, og remobilisering av blokker kan førekomme.

8.11.2 Lausmasseskred og flaum

Kyrkjhornselva har tidligare teke nye løp, og vi anser det som mogleg at det vil skje igjen. Det er etablert sikringstiltak mot dette, men vi vurderer at dette tiltaket vil ha begrensa effekt i store flaumsituasjonar med stor sedimenttransport. Flaum og stor sedimenttransport kan være sekundæreffektar av skred som treff elva høgare i vassdraget, til tross for at hendelsen nedst i vassdraget er flaum. Faresona for skred ved utløpet av Kyrkjhornselva dekker det meste av flaumvifta.

Situasjonen for Vikaelva er den same som for Kyrkjhornselva, men her er det større potensial for erosjon og utgliding av lausmasse frå dei bratte skrentane ned mot elva. Det er utført flaumsikring av den nordlege elvekanten. Vi har ikkje funne opplysingar om flaumvurderingar for dei to elvene.

Mellom dei to elvane går to forsenkingar i terrenget ned mot bygningar. Nedslagsfeltet er ikkje ubetydelege, og vi kan ikkje utelukke flaumskred langs bekkeløpa i forbindelse med intens nedbør. Ved utløpet av den nordlege forsenkinga, ned mot Grodås, er det registrert flaumsikringstiltak.

8.11.3 Snøskred

På grunn av skogen og mangel på tydelege store botnar i terrenget ovanfor det vurderte området, anser vi årleg sannsynlegheit for utløyising av snøskred som meget liten.

8.11.4 Samla vurdering

Utløpa frå Vikaelva og Kyrkjhornselva er forholdsvis dårleg sikra. I situasjonar med stor sedimenttransport, for eksempel som følgje av lausmasseskred i elva høgare oppe i vassdraget, kan elvene ta nye løp. Nedanfor brattkantane i området er steinsprang dimensjonerande. Årleg sannsynlegheit for utfall er ikkje spesielt stor, men øvst i bustadfeltet, Kyrkjhornsbakkane, ligg fleire bustadhus tett inn mot skrentane. Lang rekkevidde på steinblokker er dermed ikkje nødvendig for å treffe bygningar.

8.12 Grodås: Utsette bygg og forslag til sikringstiltak

Fleire bustadhus ligg utsett til for flaum frå Kyrkjhornselva (B i kart nr. 3.2, Vedlegg 3) og Vikaelva (C i kart nr. 3.2, Vedlegg 3). Vi har ikkje vurdert sikringstiltak mot flaum.

Fleire av bustadane i bustadfeltet Kyrkjhornsbakkane (D i kart nr. 3.2, Vedlegg 3) ligg utsett for steinsprang. Bustadane kan sikrast med steinspranggjerdje for å stoppe blokker i bevegelse. Rensk og bolting i lokale skrentar vil også redusere sannsynlegheita for utfall av blokker. Vi vurderer at det er for bratt og for liten plass mellom skråninga og bygningane til å byggja ein lausmassevoll.

8.13 Svor: Vurdering av faresoner

8.13.1 Steinsprang

Steinsprang er forholdsvis hyppige frå skrentane sør for Svor. Under synfaringa blei det observert eit forholdsvis ferskt utfall. Steinsprang har rekkevidde inn i det vurderte området, men rekkevidda er betydeleg mindre enn rekkevidda av snøskred.

8.13.2 Lausmasseskred

Forsenkingar i terrenget kanaliserer vatn frå forholdsvis store og bratte nedslagsfelt. Langs dei største av desse forsenkingane kan ikkje flaumskred utelukkast, og bidreg dermed til faresonene.

8.13.3 Snøskred

Ovanfor skrenten der steinsprang er aktuelt, blir terrenget noko slakere, og her er det potensielle utløysingsområder for snøskred. Det er fleire botnar der det kan samlast store snømengder. Til tross for at det er noko vegetasjon i disse områda, og truleg meir enn i 1868 då det store skredet i området gjekk, er skogen glissen og ikkje tett nok til å utelukke sjeldne snøskred. Skogen i det som kan vere skredbaner for eventuelle snøskred har stor betydning for rekkevidda av mindre snøskred. For store tørrsnøskred forventar vi at effekten av skog vil vere begrensa. Snøskred er dimensjonerande skredtype i den vestlige delen av det vurderte området.

8.13.4 Samla vurdering

Lausmasseskred, steinsprang og snøskred bidreg alle til faresonene i området. Langs forsenkingar i terrenget er vassrelaterte skredprosessar som flaumskred dimensjonerande. Vest i området, omtrent vest for garden Midtre Svor, er snøskred dimensjonerande skredtype. Steinsprang bidreg til faresonene over det meste av området, men har betydeleg mindre utbreiing enn snøskred.

8.14 Svor: Utsette bygningar og forslag til sikringstiltak

Fleire bygg ligg innanfor faresonene for skred. Vi er usikre på bruken av bygga, men antek at det ligger minst to bustadhus innanfor faresona for skred med årleg sannsynlegheit på 1/1000. Det eine ligg på garden Ytre Svor (E i kart nr. 3.2, Vedlegg 3), det andre (F i kart nr. 3.2, Vedlegg 3) på garden mellom Ytre Svor og Midtre Svor. For begge bustader er snøskred dimensjonerande skredtype. Mest aktuelle sikringstiltak er etablering av ein V-forma voll ovanfor bygga, slik at skredmasser blir leda rundt bygga.

8.15 Liskog: Vurdering av faresoner

8.15.1 Steinsprang

Det er steinsprangaktivitet i fleire skrentar ovanfor området, men steinsprang vil ikkje nå ned i det vurderte området.

8.15.2 Lausmasseskred

Lausmasseskred kan nå inn i området fleire stader, hovudsakleg frå fjellsida sør for området. Her er det fleire forsenkingar i terrenget, og fleire av dei munnar ut i tydelege skredvifter.

8.15.3 Snøskred

Fleire registrerte snøskredhendingar når inn i det vurderte området og terrenget ovanfor området består av fleire botnar. Vi vurderer difor snøskredaktiviteten ned mot området som betydeleg. Typiske snøskred vil vere forholdsvis våte. Desse vil hovudsakleg følgje forsenkingar i terrenget, og ha forholdsvis begrensa rekkevidde. Likevel vurderer vi det til at våtsnøskred vil nå inn i det vurderte området.

I sjeldne tilfelle vil det vere tørr snø i hele skredbana. Slike snøskred vil ha betydeleg rekkevidde. Tørrsnøskred frå sørvestsida av dalen vil kunne nå ned til Vikaelva og tørrsnøskred frå austsida av dalen vil i spesielle tilfelle kunne nå ned til bygningane i Lida.

8.15.4 Samla vurdering

Snøskred er dimensjonerande for store delar av området. Våtsnøskred og sørpeskred vil følgje forsenkingar i terrenget, men vil ha begrensa utbreiing elles. Flaumskred vil også førekome langs forsenkingane. Tørrsnøskred antek vi å vere forholdsvis sjeldne hendingar, men desse kan få stor utbreiing.

8.16 Liskog: Utsette bygningar og forslag til sikringstiltak

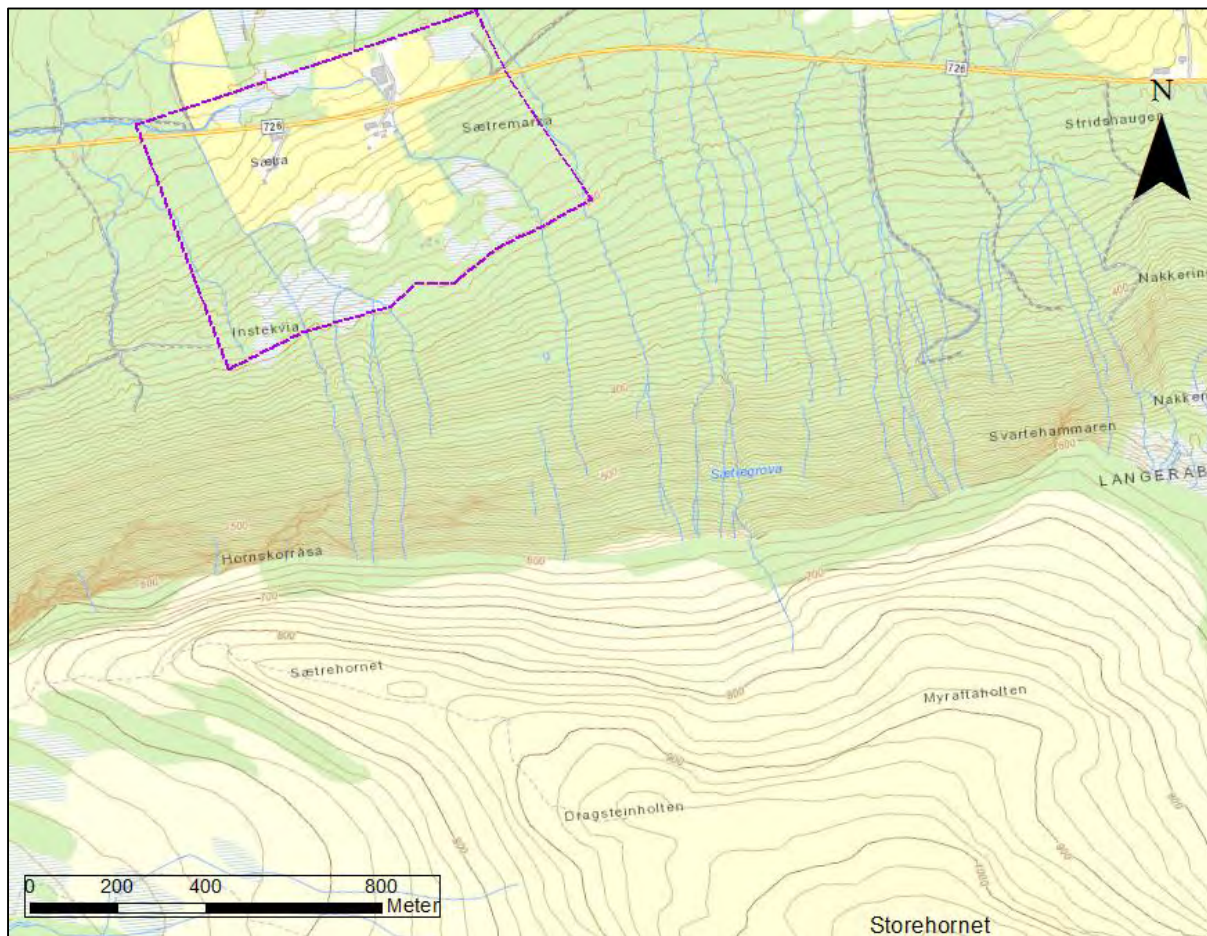
Fleire bygg ligg innanfor faresonene for skred. Vi er usikre på bruken av bygga, men antek at det ved Lida (H i kart nr. 3.2, Vedlegg 3) ligg fleire bustadhus innanfor faresona for skred med årlig sannsynlegheit på 1/1000. Dimensjonerande skredtype her er tørrsnøskred. Det mest aktuelle sikringstiltaket her er ein ledevoll som ledar eventuelle skredmassar rundt utsette bygningar. Eit slikt tiltak vil truleg kunne sikre bygningane slik at dagens krav til sikkerheit tilfredsstillast.

Eit industribygg langs Vikaelva (G i kart nr. 3.2, Vedlegg 3) ligg utsett for flaumskred og snøskred. Vi er usikre på sikkerheitskravet til bygget. På grunn av plasseringa meiner vi det er vanskeleg å sikre bygget til sikkerheitskravet for bygg i sikkerheitsklasse S2.

8.17 Vurdering av faresoner for skråningar i elveavsetningar langs Horndøla

I elvaavsetningane i dalbotnen langs Horndøla er det fleire bratte skråningar. Desse har ein vertikal høgdeforskjell på opp til 40 m. Vi har ikkje utført ein detaljert stabilitetsvurdering av skråningane, men meiner på generell basis at desse står marginalt stabilt. Vi har difor foreslått faresoner for skred med årleg sannsynlegheit på 1/5000 rundt dei største av skråningane. Dersom det blir planlagt inngrep i slike områder bør det utførast detaljvurderingar av stabilitet.

9 SÆTRA



Figur 24. Oversikt kartlagt område Sætra.

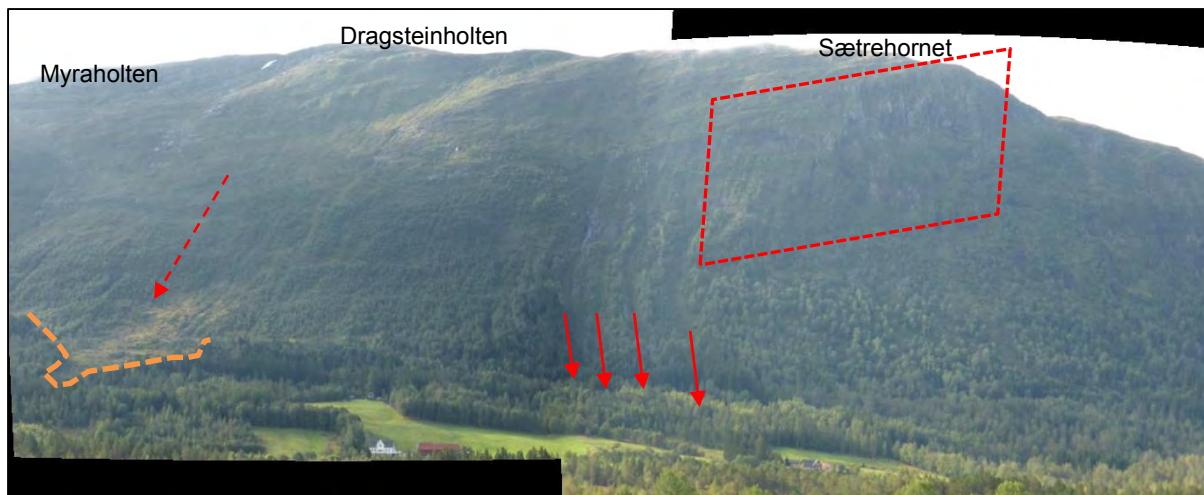
9.1 Topografi, grunnforhold og vegetasjon

Det vurderte området på Sætra ligg mellom 220-300 moh., og omfattar to gardsbruk som ligg i relativt slakt terreng. Fjellsida over området vert markant brattare frå omtrent 400 moh., og går opp mot Dragsteinholten på omtrent 960 moh.

Vedlegg 2 (kart nr. 2.4), inneheld terrenghellingsskart, rute under synfaring og registrerte observasjonspunkt under synfaring.

Den austre delen av fjellsida, under Dragsteinholten, karakteriserast av store skålformer (Figur 24). Skålformene er bratte i øvre del, stadvis over 45°, og har vidare jamn helling, mellom 27-38° ned mot det vurderte området. Den vestre delen av fjellsida, under Sætrehornet, er betydeleg brattare, over 45° ned til terrenget slakkar ut mot området. Lengst vest er det også ein høg, tilnærma vertikal brattskrent.

Frå brattskrenten under Sætrehornet, og ned mot området, går fleire renneformasjonar, som er svært markerte ned til ca. 300 moh (Figur 24 og Figur 25) der terrenget flatar ut.



Figur 25. Oversiktsbilde Sætre. Stipla raud pil viser snøskredløp frå 2012. Stipla raudt polygon viser brattskrent under Sætrehornet, og dei fire mindre raude pilene viser markerte renneformasjonar. Stipla oransje linje viser utløpsområde snøskred i 2012.

Vegetasjonen består av stor skog, mellom anna stor furu- og granskog, i det slakare terrenget opp mot 300 moh. I den austre delen, under Dragsteinholten, er det lite vegetasjon sett vekk frå liten bjørkeskog opp mot omtrent 600 moh. Øvst i fjellsida er det gras og mindre busker. I den vestre delen er det innslag av større skog, gran og bjørk, til omtrent rett under brattskrenten på ca. 550 moh. Renneformasjonane under brattskrenten er vegetasjonsfrie.

Vassdrenering i fjellsida er hovudsakleg i Sætegrova (Figur 24). Det er likevel fleire mindre bekkeløp i fjellsida, samt vassdrenering ned dei 4 markante rennene under Sætrehornet (Figur 25).

Det er observert fleire parti med fjell i dagen i fjellsida. Lengst aust er det fleire tilnærma vertikale brattskrentar mot toppen av fjellsida, og lengst vest er det ein relativt stor brattskrent (Figur 25). I midten av området, spesielt over dei fire renneformasjonane, er det observert fleire parti med blankskurt sva.

9.2 Skredhendingar

Frå skrednett (NVE, 2014) og NGI rapport (1980) er det registrert fleire skredhendingar i dette området. Desse er omtala i Tabell 2 og vist i kart nr 1.3 og 1.4 (Vedlegg 1). I tillegg har vi registrert skredhendingar vi har fått informasjon om gjennom samtalar med privatpersonar og frå egne observasjonar i felt.

9.3 Vurdering av faresoner

9.3.1 Steinsprang

Det er truleg steinsprangaktivitet frå dei bratte skrentane i fjellsida sør for det vurderte området. Vi har ikkje vurdert dette i detalj, fordi dimensjonerande skredtype er snøskred.

9.3.2 Lausmasseskred

Dei fire markerte rennene i terrenget sørvest for det vurderte området, samt karakteristiske vifteformer i munningen av dei fleste rennene, tyder på aktivitet frå flaumskred. Hyppige snøskred er med på å holde rennene vegetasjonsfrie heilt ned til planområdet si sørlege grense. Det blei ikkje observert ferske spor etter flaumskred i felt og på flyfoto, og det er ingen historikk som tydar på hyppig flaumskredaktivitet inn i området.

Basert på det nemnte kan vi likevel ikkje utelukke flaumskred inn i det vurderte området, spesielt mot sørvest. Dimensjonerande skredtype er snøskred, men spesielt i den sørvestlige delen av området er flaumskred ein del av den samla årlege sannsynlegheit for skred.

9.3.3 Snøskred

Følgande observasjonar tydar alle på stor snøskredaktivitet ned mot området:

- Relativt nylege skredskader i skogen i øvre del av det vurderte området.
- Historiske hendingar (Kart nr. 1.4, Vedlegg 1).
- Botnar med bratt terreng nedanfor Dragsteinholten og Sætrehornet.

Vi har brukt RAMMS til å etterrekna enkelte av skredhendingane. Deretter har vi køyrt modellen med dei potensielle løysneområda og brothøgder estimert frå klimaanalysen som ein del av bakgrunnen for å teikne faresoner. Dei registrerte historiske hendingane gir også verdifull informasjon. Dessverre har vi ikkje informasjon om alderen på hytta øvst i området.

9.3.4 Samla vurdering

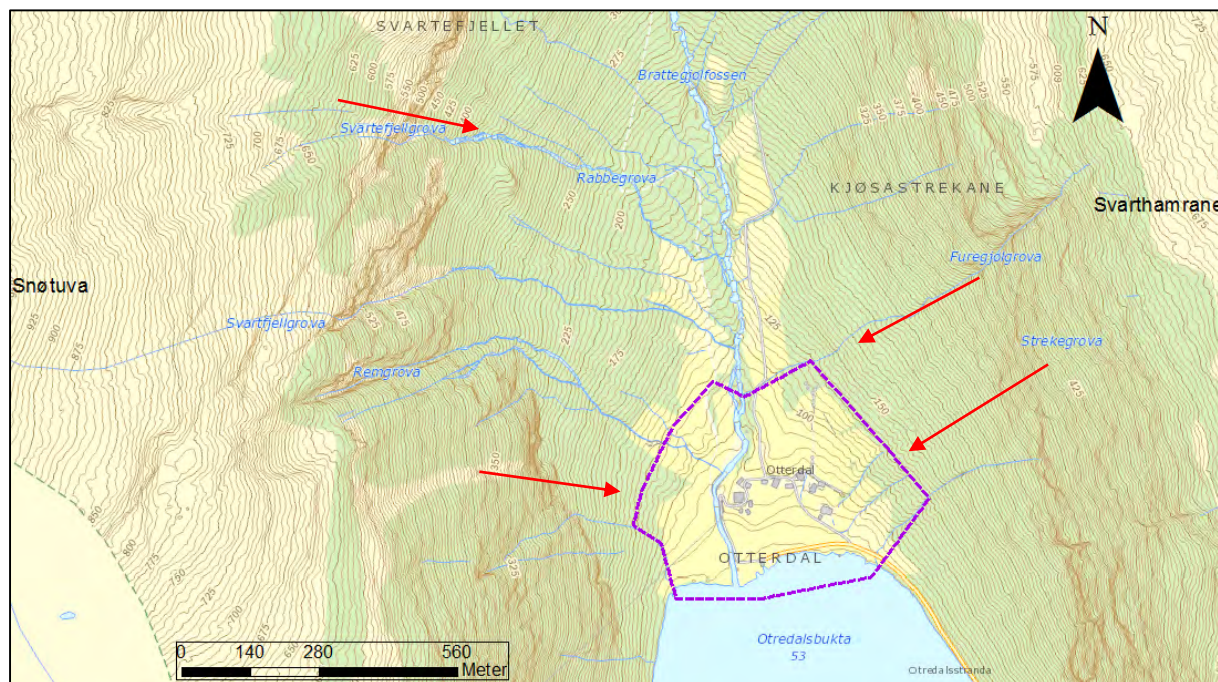
For området Sætra er snøskred dimensjonerande skredtype. Flaumskred har ein liten betyding for faresonene, nedanfor utløpet av dei fire tydelege ravinenene, i den sørvestlege delen av området. Faresonene er vist i kart nr. 3.4, vedlegg 3.

9.4 Utsette bygg og forslag til sikringstiltak

Det er fleire bustadhus på dei to gardsbruka i det vurderte området, og øvst i området ligg ei hytte. Verken bustadhusa eller hytta tilfredsstiller dagens krav til sikkerheit mot skred for bygg i sikkerheitsklasse S2 (1/1000).

- A. Bygga på garden er utsett for snøskred med ein årleg sannsynlegheit på rundt 1/600 (A i kart nr. 3.4, Vedlegg 3). Mest aktuelle sikringsløyning er ein V-forma voll ovanfor bygningane, slik at eventuelle skred blir leda rundt bygga. Oversida av vollen må vere forholdsvis bratt, og kan for eksempel byggast som tørrmur. Dersom vollen blir dimensjonert rett, vil eksisterande bygningar tilfredsstille kravet til sikkerheit mot skred for bygg i sikkerhetsklasse S2 (1/1000). Kostnaden på ein slik voll vil avhenge av ynskja sikkerheitsnivå, tilgang på lausmassar, stein og entreprenørar. Vi estimerer grovt at kostnaden for ein slik voll vil bli rundt kr 2-3 mill. Det må truleg nyttast ein del dyrka mark til etablering av vollen. Ein alternativ sikringsløyning er å plassere støtteforbyggingar i utløyingsområdet. På grunn av storleiken på utløyingsområdet, vurderer vi grovt denne løysinga som dyrare enn ein voll.
- B. Bygga på garden er utsett for snøskred med ein årleg sannsynlegheit på rundt 1/600 (B i kart nr. 3.4, Vedlegg 3). Mest aktuelle sikringsløyning er som for nabogarden ein V-forma voll ovanfor bygningane, slik at eventuelle skred blir leda rundt bygga. Kostnadsestimatet er som for A ovanfor, på kr 2-3 mill. Også her vurderer vi at støtteforbyggingar i utløyingsområdet blir ein dyrare løysing.
- C. Hytta er utsett for snøskred med ein årleg sannsynlegheit på rundt 1/60 (C i kart nr. 3.4, Vedlegg 3). Mest aktuelle sikringsløyning er som for gardsbruka ein V-forma voll ovanfor bygningane, slik at eventuelle skred blir leda rundt hytta. Kostnadsestimatet er som beskrevet ovanfor på kr 2-3 mill. Også her vurderer vi at støtteforbyggingar i utløyingsområdet blir ein dyrare løysing.

10 OTTERDAL



Figur 26. Oversikt kartlagt område Otterdal. Raude piler viser eldre skredhendingar (avsnitt 10.2).

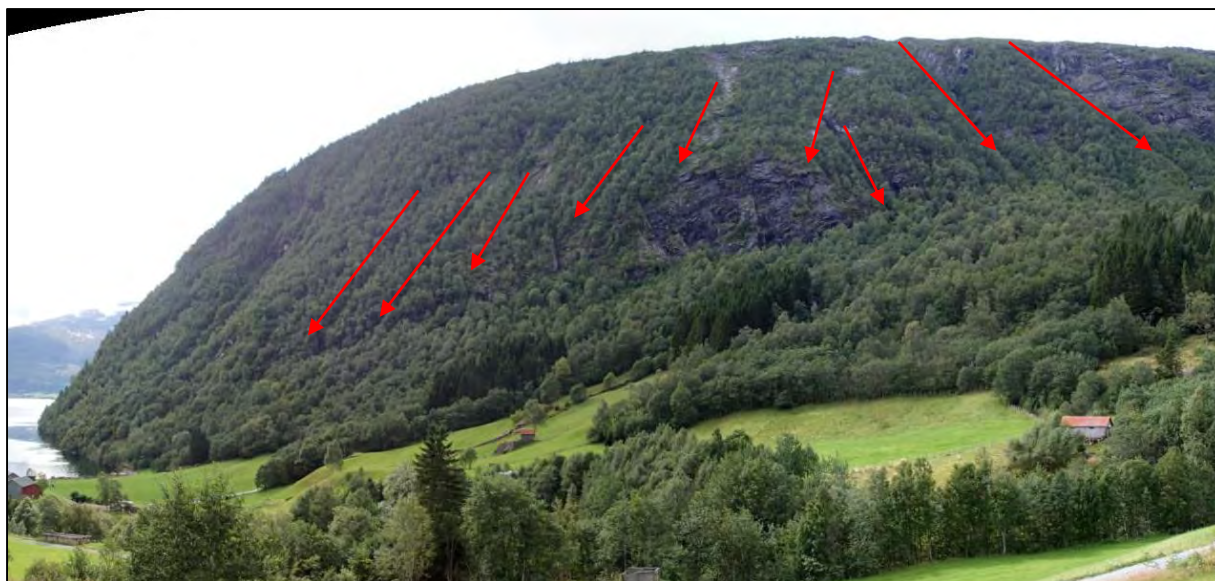
10.1 Topografi, grunnforhold og vegetasjon

Topografien i Otterdal er karakterisert av svært bratte omkransande fjellsider. Dalbotnen er relativt flat, ned mot Hornindalsvatnet, men oppover dalen, mot nord, vert det raskt brattare.

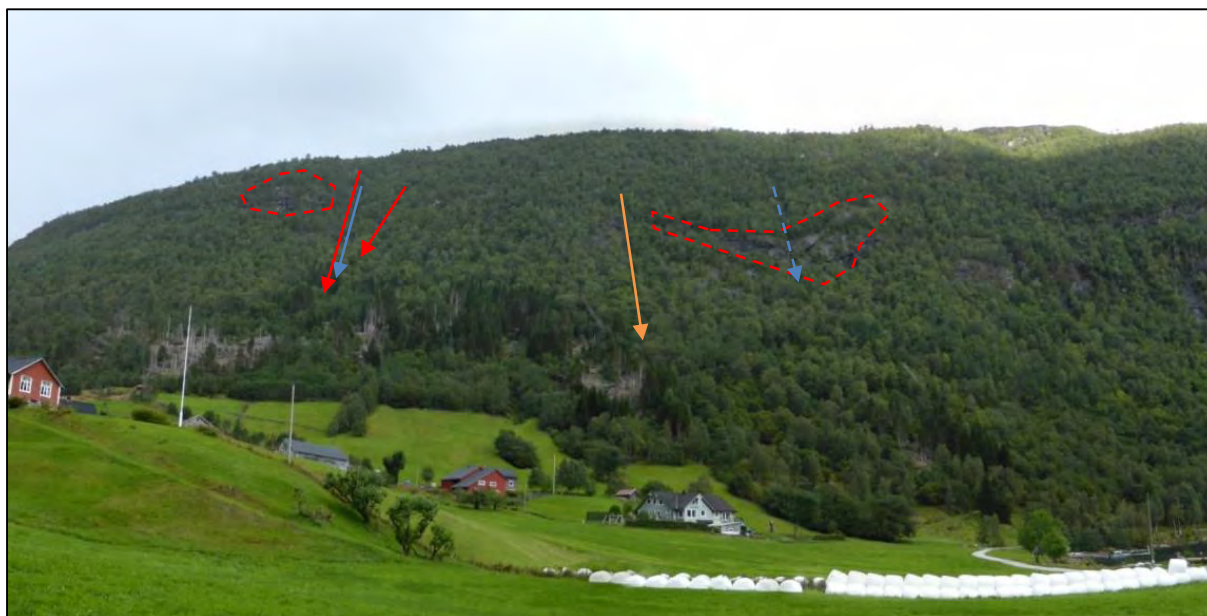
Vedlegg 2 (kart nr. 2.5) inneheld terrenghellingskart, rute under synfaring og registrerte observasjonspunkt under synfaring.

Den austvendte fjellsida går frå Hornindalsvatnet på 53 moh og opp mot Snøtuva på 1116 moh (Figur 26 og Figur 27). Frå dalbotnen vert terrenget jamt brattare opp mot ein tydeleg brattskrent. Fjellsida er vedvarande svært bratt frå denne overgangen til omtrent 625 moh, der den knekk inn og vert flatare mot Snøtuva. I fjellsida, og spesielt frå knekkpunktet på omtrent 625 moh, er det fleire tydeleg markerte renner og gjel og fleire store brattskrentar med fjell i dagen. Fleire av desse har utløp frå markerte skålformer opp mot Snøtuva (Figur 26). Ein definert brattskrent går gjennom heile fjellsida. Denne ligg høgare i fjellsida mot nord og skrenten sin høgde vert også større mot nord (Figur 26 og Figur 27).

Svarthamrane på 746 moh, markerar toppen på den vestvendte fjellsida som ligg ovanfor kartleggingsområdet (Figur 26 og Figur 28). Fjellsida vert jamt gradvis brattare opp mot omtrent 600 moh, der den vert slakare inn mot Svarthamrane. I den vestvendte fjellsida går det fleire markerte renneløp ned mot dalbotnen (Figur 28). Furegjølgrova er den nordlegaste og Strekegrova går ned omtrent mitt i. Den stipla blå pila viser eit kombinert bekkeløp/steinsprangrenne. To brattskrentar er tydelege i fjellsida.



Figur 27. Oversiktsbilde Otterdal austvendt fjellsida. Himmelsjø definerer omtrentleg knekkpunktet og skogkanten i fjellsida. Skredrenner, uavhengig skredtype markert med raude pilar. Brattskrentane er tydelege utan markering.



Figur 28. Oversiktsbilde Otterdal vestvendt fjellsida. Himmelsjø definerer omtrentleg knekkpunktet der fjellsida vert slakare inn mot Svarthamrane. Skredrenner, frå lausmasseskred (1947) er markert med raude pilar ned i Furegjølgrova. Furegjølgrova er markert med blå pil. Oransje pil markerer stein/jord/flaumskred hending frå 1880. Den blå stipla pila er truleg både bekkeløp og steinsprangrenne. Den sørlegaste merka skredrenna er merka Strekegrova på kartet. Brattskrentar markert med raude stipla polygon.

Skoggrensa i den austvendte fjellsida går ved omtrent 625 moh. I den bratte delen av fjellsida er skogen glissen, og dominert av tynn bjørkeskog. Renner og gjel er vegetasjonsfrie. Under brattskrenten og ned mot dalbotnen er skogen større og dominert av store bjørketre og granfelt. Det er også fleire tydeleg definerte skredrenner i skogen under brattskrenten. Skoggrensa går ved omtrent 600 moh i den vestvendte fjellsida. Skogen er størst og dominert av granskog nedst, medan bjørkeskog er dominerande øvst, opp mot 600 moh.

10.2 Skredhendingar

Tydeleg eroderte renner og gjel viser at fjellsidene er utsett for skredprosessar. Langs rennene og gjela er det også lokalisert bekkeløp som renn ned i hovudelva i dalbotnen.

NGIs oversikt over tidligare skredhendingar (NGI, 1980) viser følgande skredhendingar ned mot busetnaden i Otterdalen (desse er omtala i Tabell 2 og vist i kart nr. 1.5, vedlegg 1):

- 1) Snøskredhending i 1868. Skredet kom ned frå den austvendte fjellsida lengst sør mot det kartlagde området og gjekk ut på innmark og ned til elva.
- 2) Snøskred som kjem ned ved den søre Svartfjellgrova. Skreda gjekk ikkje inn i kartleggingsområdet. Skredhendingar både i 1868 og ca. 1950. Skredet ca. 1950 gjekk heilt ned i elva. Det er usikkert om denne vart demt opp. Ved store nok massar kan skred føre til problem rundt demming av elv pga. skredmassar og evt. etterfølgjande dambrot.
- 3) Flaumskred ned Furegjølgrova i 1947. Skredet følgde grova godt heile vegen ned til elva, men hadde også eit avhopp, der Furegjølgrova kjem inn i det kartlagde området lengst nord (Figur 26). Usikkert om denne hendinga demde opp elva, eller om skredet var for lite.
- 4) Stein/jord/flaumskred ned Strekegrova i januar ca. 1880. Skredet gjekk ned dei to bekkeløpa definert som Strekegrova, og gjekk frå dei to løpa ut på innmark og heilt ned til vatnet (Figur 26). Hendinga hadde stor utbreiing på innmark, og ville ha trefft delar av eit hus som står i Otterdal i dag.

10.3 Vurdering av skredfare

Skredtypene i området består truleg sjeldent av ein enkelt skredtype, men er ofte samansett av massebevegelsar av snø, vatn og lausmasse. I tillegg vil skred som går i hovedelva kunne forårsake sekundæreffektar. I henhold til TEK10 med veileder skal sekundærvirkningar også vurderast.

10.3.1 Steinsprang

Frå dei bratte skrentane aust og vest for det vurderte området løysnar det hyppig enkeltblokker. Basert på observasjonar i ur og av skrentane, er typisk blokkstorleik $< 1 \text{ m}^3$ for hendingar med årleg sannsynlegheit på 1/100 og 1/1000. Blokkstorleik for dimensjonerande steinsprang med årleg sannsynlegheit på 1/5000 er 2-3 m^3 . Enkeltblokker vil kunne nå inn i ytterkant av det vurderte området, spesielt i vest, men på grunn av ur og vegetasjon vil steinsprang ha begrensa utbreiing inn i området. Dette er vurdert på bakgrunn av observasjonar i felt samt beregningar med Rockyfor3d.

10.3.2 Lausmasseskred

I dei brattare delane av terrenget ovanfor det vurderte området består lausmassedekket av forholdsvis grove massar, både morene og ur. Desse er forholdsvis veldrenerte, og vi anser difor jordskred som forholdsvis sjeldne hendingar.

Gradvis nedbryting av fjellet betyr at det stadig blir tilført avløyste steinblokker til gjel og renner. Ved intens nedbør, gjerne saman med snøsmelting, kan desse massane rivast med av vatnet som flaumskred. Også sørpeskred eller skred som startar som våte snøskred kan rive lausmassar med seg. Historiske opplysingar og terrengformer tyder på at dette er ein meget aktiv prosess i området. Flaumskred vil hovudsakleg følgje etablerte forsenkingar i terrenget, men kan også ta nye vegar dersom forsekingane blir demt opp.

10.3.3 Snøskred

Ovanfor tregrensa både aust og vest for det vurderte området ligg fleire område som er potensielle utløysingsområde for snøskred. Både terreng og klima favoriserer snøskred frå fjellsida vest for området. Dei historiske opplysingane støttar denne tolkinga. Eit snøskred i 1868 gjekk i elva, mindre enn 50 m frå dagens bygningar.

Snøskred vil hyppig vere våte, med begrensa rekkevidde. Mindre hyppige snøskredhendingar vil bestå av tørr snø. Desse vil ha betydeleg lenger rekkevidde enn våtsnøskred. Ein naturleg voll aust for hovudelva gjennom Otterdal beskyttar delvis bygningane aust for vollen mot snøskred. Toppen av vollen er omtrent 7 m over vasslinja i elva. Hovudparten av skredmassane frå dimensjonerande snøskred antas å bli stoppa av denne naturlige vollen. Sjeldne snøskredhendingar kan få ein betydeleg støvsky, som ikkje vil bli stoppa av denne. Utbreiinga av ei eventuell støvsky er ikkje inkludert i faresonene.

10.3.4 Sekundæreffektar av skred

Fleire skred rundt planområdet har potensiell utbreiing som går ned til hovudelva. Fleire av dei historiske hendingane har gått ned til elva. Opp gjennom Otterdalsdalen er det mange skred som kan nå ned til elva. Det er difor ikkje usannsynleg at vassføringa i hovudelva gjennom Otterdal vil påverkast av skredhendingar. Dei mest sannsynlege sekundære effektane er sørpeskred langs hovudelva, og stor transport av sediment, trær og busker. I begge tilfelle er det mogleg at elva går over sine breidder og tek nytt løp. Dette har vi inkludert i faresonene.

10.3.5 Samla vurdering

Otterdal har forholdsvis høg skredaktivitet. Aust i området er lausmasseskred dimensjonerande skredtype inne i det vurderte området, men øvst i fjellsida kan skreda utløysast som sørpeskred eller våte snøskred.

Vest i området er lausmasseskred hyppigaste skredtype, men utbreiinga er forholdsvis begrensa. Også her kan skreda utløysast som sørpeskred eller våtsnøskred øvst i fjellsida, medan utbreiinga i området skjer som lausmasseskred. Skredhendingar med tørrsnø er forholdsvis sjeldne, men vil ha betydeleg utbreiing inn i det vurderte området. Ein naturleg voll aust for hovudelva begrensar utbreiinga av dei faste massane i tørrsnøskredet, men ei støvsky og skredvind vil strekke seg over store deler av det vurderte området.

Sekundæreffekter av skred kan forventast i hovudelva gjennom Otterdal. Øvst i det vurderte området er elveløpet til hovudelva forholdsvis veldefinert, og muligheiten for nye løp er begrensa. I nedre del av det vurderte området går elva gjennom forholdsvis slakt vifteforma terreng. Her er det sannsynleg at elva vil finne nye løp ved stor transport av sørpe, sediment eller trær.

10.4 Utsette bygningar og forslag til sikringstiltak

Vi har ikkje full oversikt over bruken av bygg i Otterdal. Denne beskrivinga er difor usikker i forhold til sikkerheitskrava for dei enkelte bygga.

Fleire bygg tilfredsstiller ikkje dagens krav til sikkerheit mot skred. Vi har vidare gruppert fleire av bygga saman i forhold til dei foreslåtte sikringstiltaka:

- A. Eit bustadhus aust i området ligg utsett for flaumskred (A i kart nr. 3.5, Vedlegg 3). Huset er plassert berre få meter frå ei ravine der det gjekk flaumskred i ca. 1880. Vi estimerer at årleg sannsynlegheit for at skred skal treffe bustaden er rundt 1/300. Skred mot bygget er mest sannsynleg flaumskred, men det kan også utløysast som sørpeskred eller våtsnøskred øvst i fjellsida. Det mest aktuelle sikringstiltaket for bustaden er ein skredvoll som skal leda eventuelle skredmassar aust for bustaden. Vollen kan etablerast av lausmassar med forholdsvis bratt tørrmur på austsida. Bustaden ligg forholdsvis utsett til, og for å tilfredsstille dagens krav til sikkerheit mot skred, krevst ein meget stor voll. Dette vil truleg ha store kostnader. Vi anser det for meir aktuelt å utføre sikringstiltak som vil auke graden av sikkerheit, men ikkje opp til dagens krav. Kostnaden av sikringstiltaket vil avhenge av tilgangen på stein, lausmasse og lokale entreprenørar, samt ønska sikkerheitsnivå. Basert på erfaring estimerer vi kostnaden på vollen til kr 1-2 mill. Tiltaket kan eventuelt kombinerast med tilsvarande voll for bygga rundt punkt B.
- B. Vi antek at det eine bygget her er eit bustadhus (B i kart nr. 3.5, Vedlegg 3). Vi estimerer årleg sannsynlegheit for at skred skal treffe bygningane er rundt 1/500. Massene som kjem ned til bygget antek vi til å hovudsakleg vere vassmetta snø og lausmasse. Som for bustaden ved punkt A, er mest aktuelle sikringstiltak ein skredvoll som skal leda eventuelle skredmasser rundt bustaden. Tiltaket må også designes med tanke på sikkerheit for bustaden ved punkt A. Det er difor naturleg at sikringstiltak for desse bygga vurderast samla. Kostnadane for eit sikringstiltak er meget grovt estimert til ca. kr 1-2 mill.
- C. Vi antek at dei to bygga rundt punkt C ikkje er bustadhus, men låver (C i kart nr. 3.5, Vedlegg 3). Den høgre av låvene ligg marginalt til i forhold til krava i sikkerheitsklasse S3. Massane som kjem ned til bygget antek vi hovudsakleg å vere vassmetta snø og lausmasse. Som sikringstiltak kan ein lausmassevoll etablerast på austsida av bygget, slik at skredmassar blir leda mellom bygga ved punkt B og C. Kostnaden for eit enkelt tiltak er estimert til rundt kr 500.000,-.
- D. Bygga på ryggen aust for hovudelva er primært utsette for snøskred frå fjellsida mot vest (D i kart nr. 3.5, Vedlegg 3). Våtsnøskred er forholdsvis hyppige, men vil hovudsakleg stoppe før elva eller i elva. For denne skredtypen antek vi at den naturlege vollen aust for elva er god sikringseffekt. Tørrsnøskred kan få større utbreiing og den naturlige ryggen vil ha begrensa effekt mot denne skredtypen. Vi vurderer at årleg sannsynlegheit for skred som går over ryggen ved punkt D er rundt 1/500. I tillegg kan skredvind få betydeleg utbreiing aust for ryggen. Dette er ikkje teke med i faresonene. Eit muleg sikringstiltak er å etablere ein voll på toppen av den naturlege vollen, vest for dagens bygningar. Det vil vere fleire utfordringar med eit slikt tiltak, hovudsakleg 1) det er begrensa plass til å etablere ein voll mellom eksisterande bygg og skrenten ned mot elva, og 2) stabiliteten av den naturlege ryggen, gitt ein betydeleg masseøking av en voll. Gitt desse utfordringane meiner vi ein voll er lite aktuelt. Ein ledevoll vest for elva er ein muleg sikringsløyising, men denne må truleg byggast i stor høgde og lengde for å få effekt. Eventuelt kan det etablerast støtteforbyggingar i utløysingsområda for snøskred.

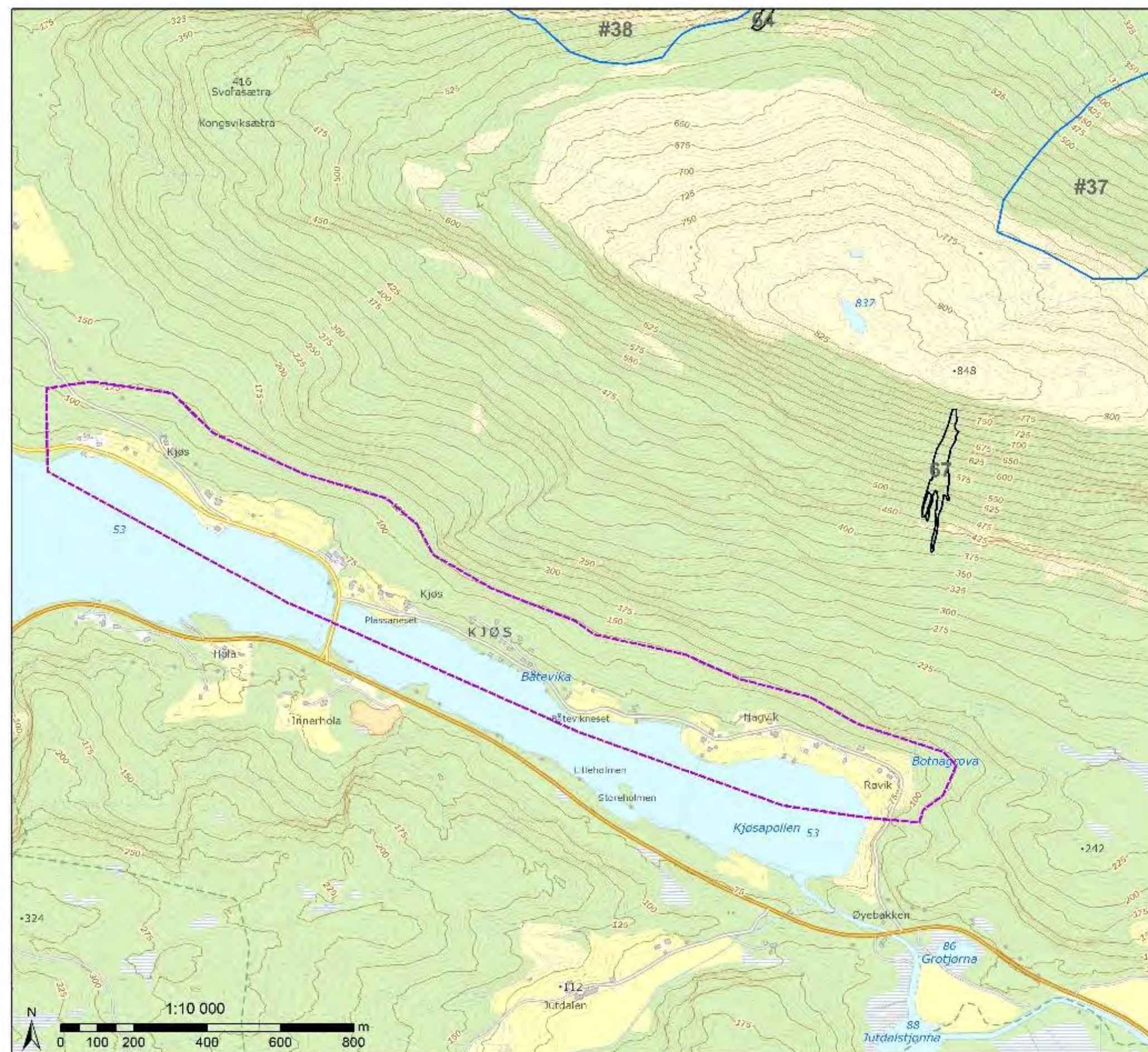
11 REFERANSELISTE

- Christen, M., Kowalski, J., & Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology*, 63(1-2), 1–14. doi:10.1016/j.coldregions.2010.04.005.
- Dorren L.K.A., 2012. Rockyfor3D (v5.1) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. ecorisQ paper (www.ecorisq.org): 31 s.
- Lied, K., & Bakkehøi, S. (1980). Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographic parameters. *Journal of Glaciology*, 26(94), 165–177.
- Lied, K. og Kristensen, K. 2003: Håndbok om snøskred. Vett og Viten AS.
- NGI 1980. Skredkartlegging – Hornindal Kommune, Dok nr.:80437-1. Sogn og Fjordane fylkeskommune, Utbyggingsavdelinga. Norges Geotekninske Institutt, Oslo.
- NVE 2014. Skrednett.no. Online, besøkt: 01.09.2014. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.

VEDLEGG 1: REGISTRERINGSKART

Innhold

- Registreringskart
- Kart nr.: 1.1 Kjøs
- Kart nr.: 1.2 Liskog-Grodås-Haugen sør
- Kart nr.: 1.3 Liskog-Grodås-Haugen nord
- Kart nr.: 1.4 Sætre
- Kart nr.: 1.5 Otterdal



Teiknforklaring

- Kjøfjell Kjøfjell
- Skredhendinger registrert av NVE Skredhendinger registrert av NVE

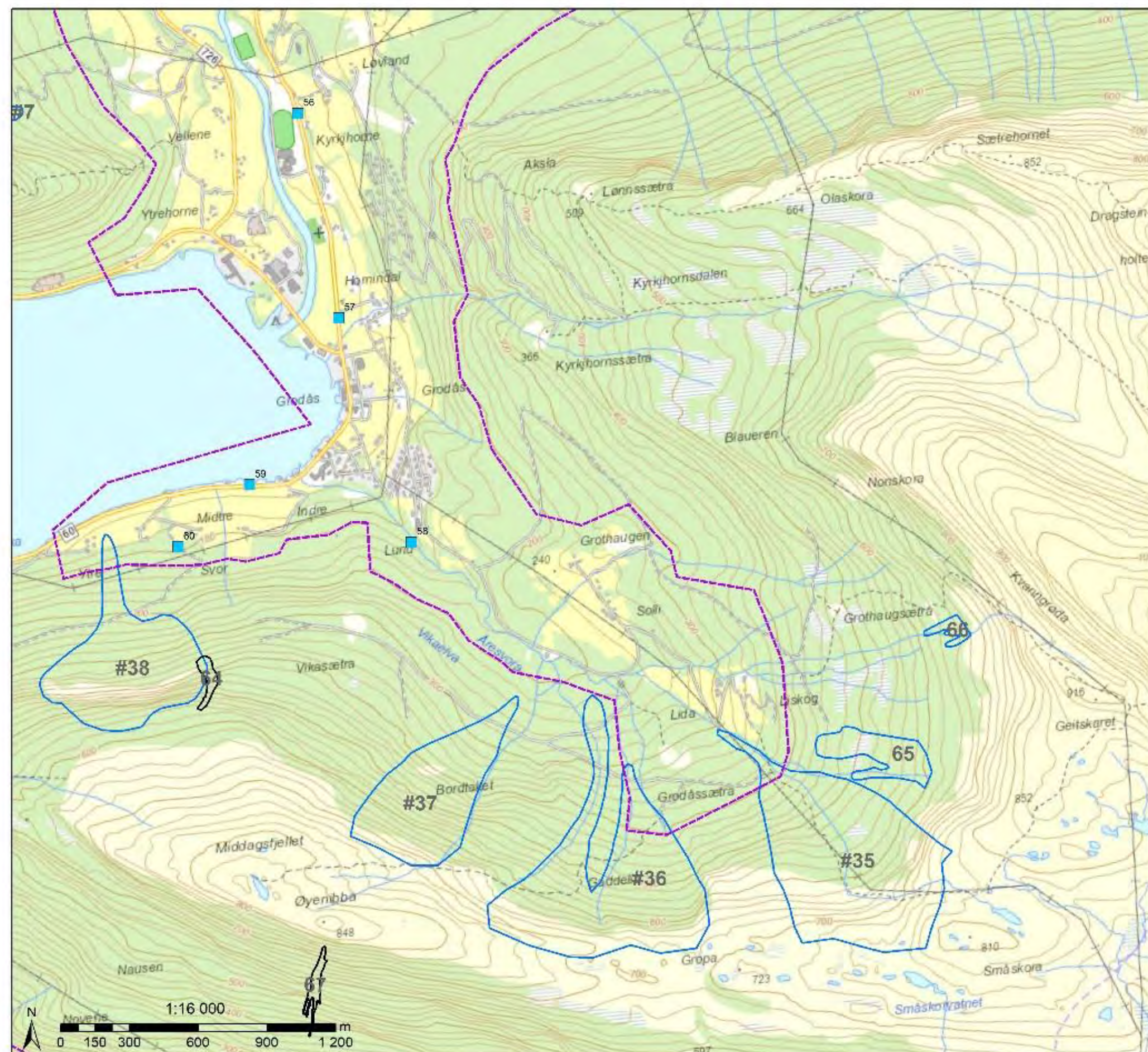
Skredhendelser

Skredtype

- Snøskred Snøskred
- Snøskred med støvsky Snøskred med støvsky
- Steinsprang Steinsprang
- Flomskred Flomskred
- Lausmasseskred Lausmasseskred

NVE, Hornindal, Skredfarevurdering

Registreringskart Kjøfjell	Oppdrag: 535516	Kart nr.: 1.1
Skredhendinger og utløpsområde	Utført: HL	Kontrollert: SN
	Dato: 2014-12-04	ETRS 89 UTM 33 N



Teiknforklaring

- Liskog-Grodås-Haugen sør
- Skredhendinger registrert av NVE

Skredhendelser

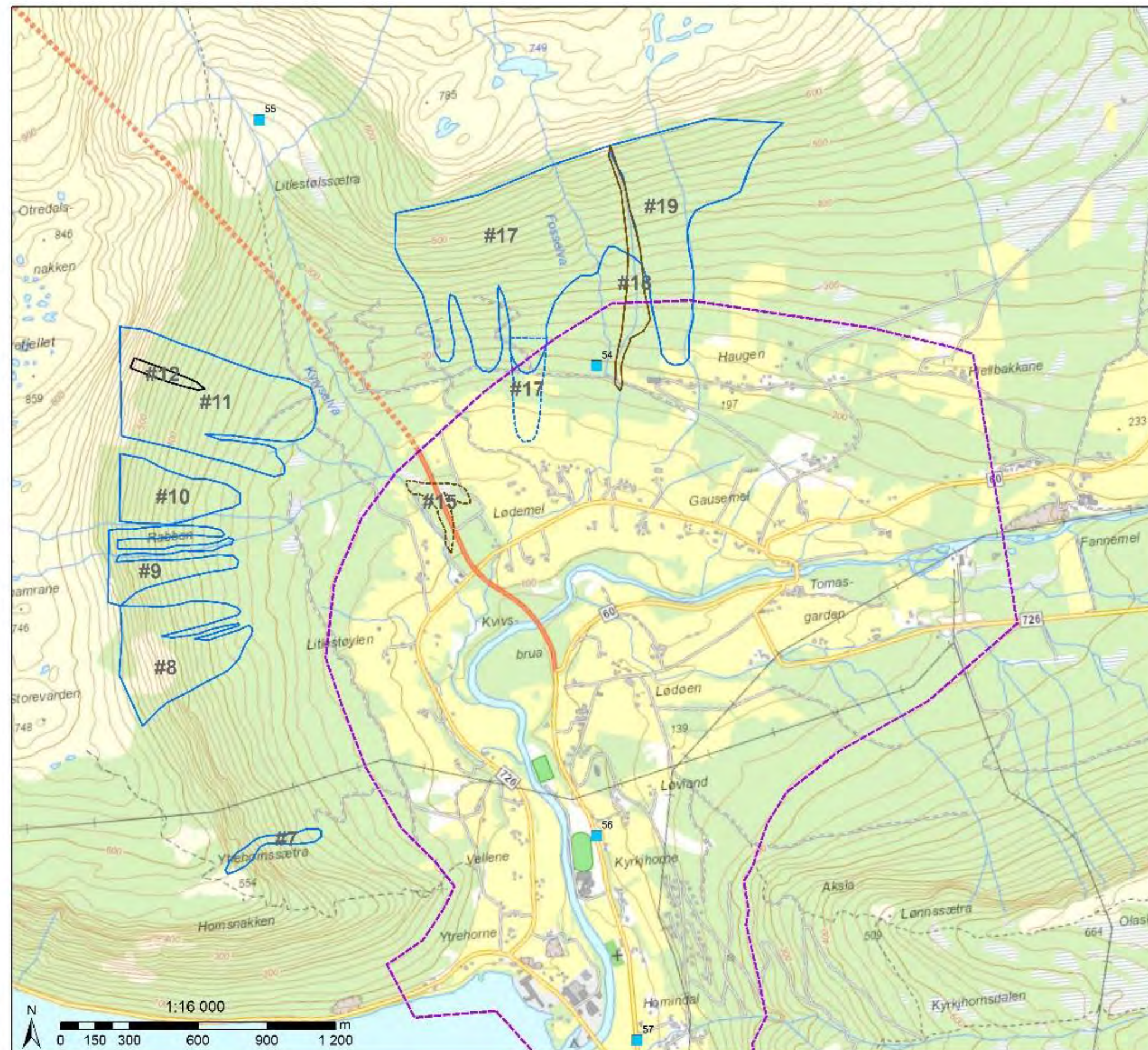
Skredtype

- Snøskred
- Snøskred med støvsky
- Steinsprang
- Flomskred
- Lausmasseskred

NVE, Hornindal, Skredfarevurdering

Registreringskart Liskog-Grodås-Haugen sør	Oppdrag: 535516	Kart nr.: 1.2
Skredhendinger og utløpsområde	Utført: HL	Kontrollert: SN
	Dato: 2014-12-04	ETRS 89 UTM 33 N





Teiknforklaring

- Liskog-Grodås-Haugen nord
- Skredhendinger registrert av NVE

Skredhendelser

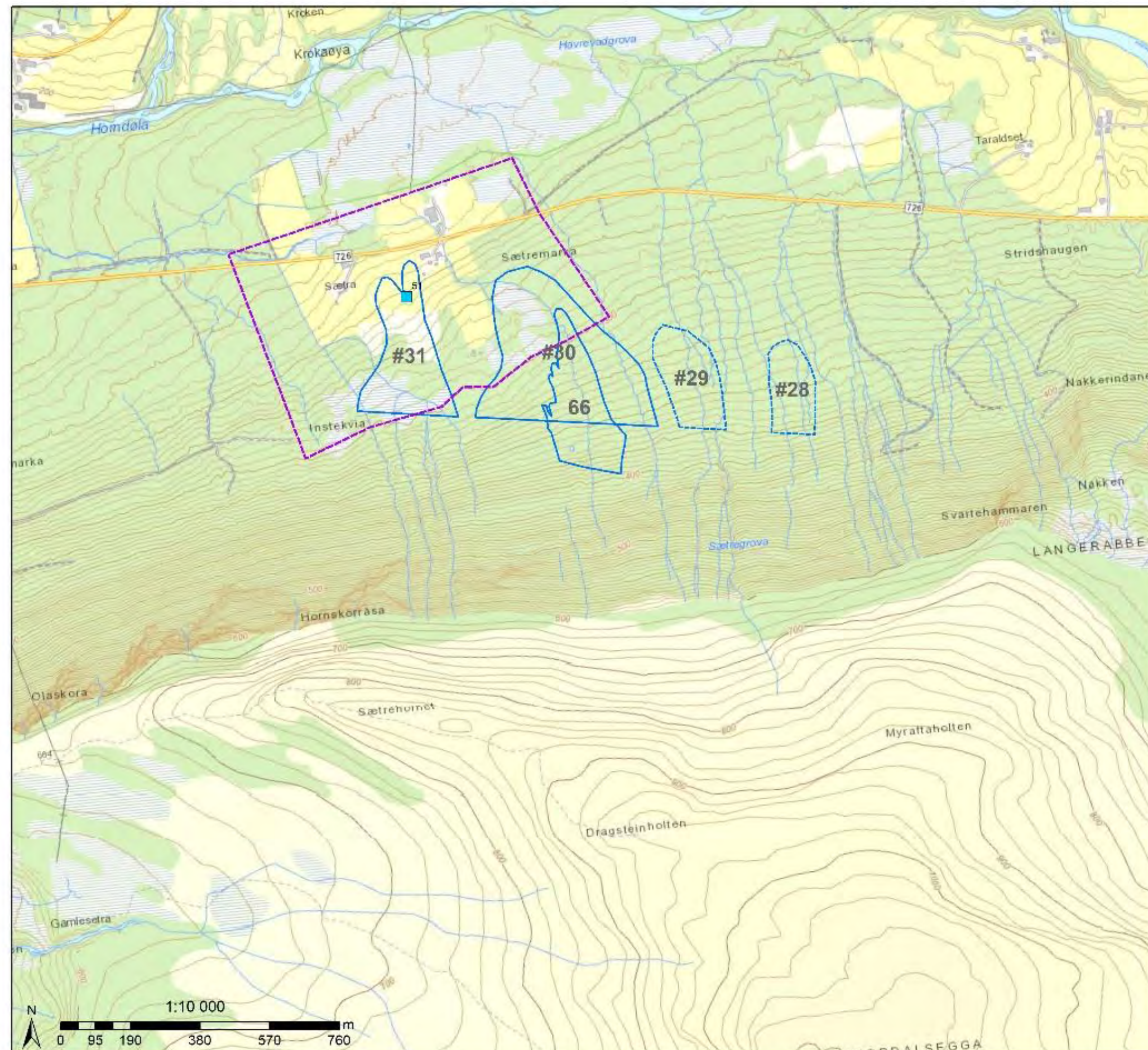
Skredtype

- Snøskred
- Snøskred med støvsky
- Steinsprang
- Flomskred
- Lausmasseskred

NVE, Hornindal, Skredfarevurdering

Registreringskart Liskog-Grodås-Haugen nord	Oppdrag: 535516	Kart nr.: 1.3
Skredhendinger og utløpsområde	Utført: HL	Kontrollert: SN
	Dato: 2014-12-04	ETRS 89 UTM 33 N





Teiknforklaring

- Sætre
- 5 Skredhendinger registrert av NVE

Skredhendelser

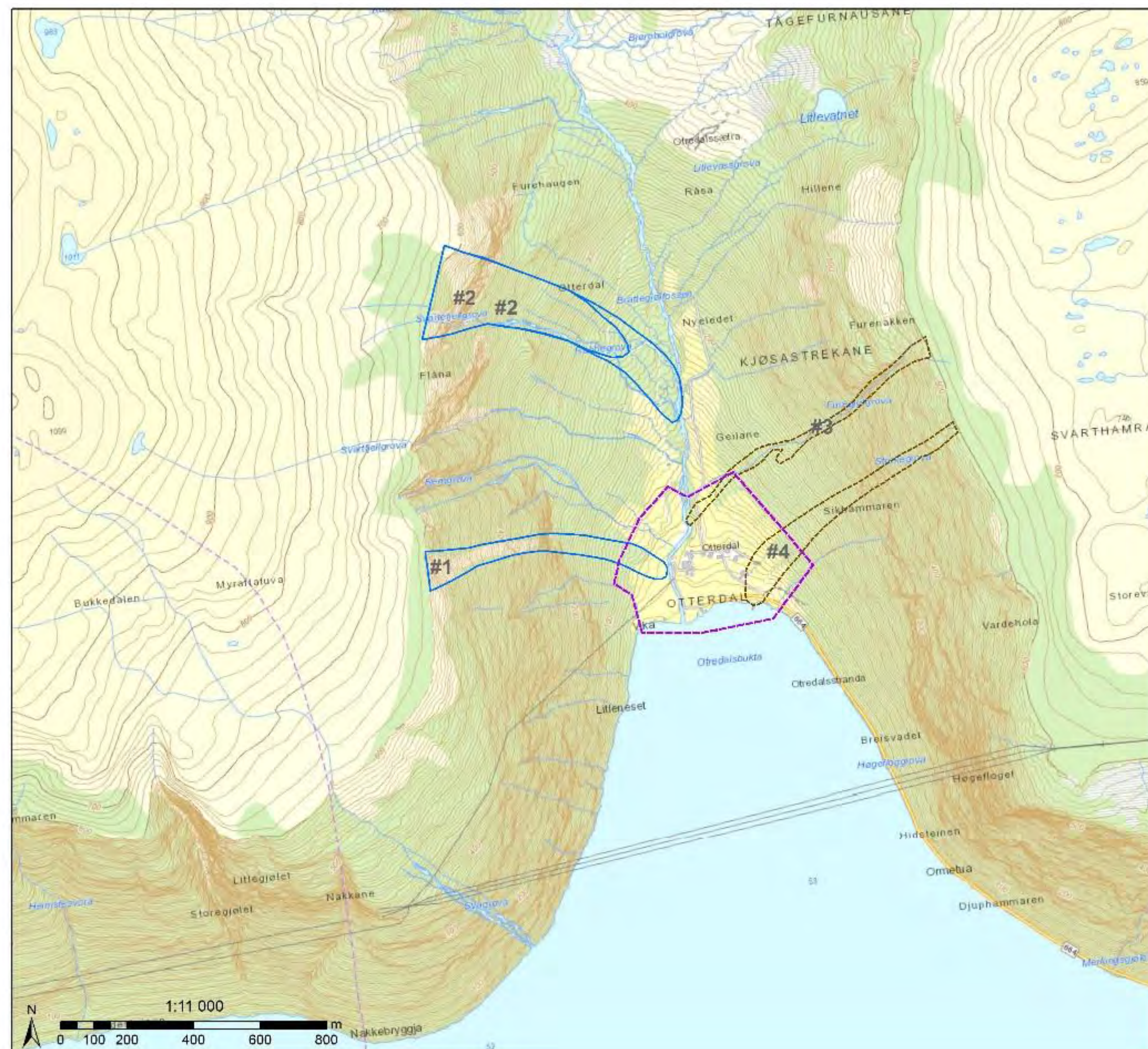
Skredtype

- Snøskred
- Snøskred med støvsky
- Steinsprang
- Flomskred
- Lausmasseskred

NVE, Hornindal, Skredfarevurdering

Registreringskart Sætre	Oppdrag: 535516	Kart nr.: 1.4
Skredhendinger og utløpsområde	Utført: HL	Kontrollert: SN
	Dato: 2014-12-04	ETRS 89 UTM 33 N





Teiknforklaring

- Otterdal
- Skredhendinger registrert av NVE

Skredhendelser

Skredtype

- Snøskred
- Snøskred med støvsky
- Steinsprang
- Flomskred
- Lausmasseskred

NVE, Hornindal, Skredfarevurdering

Registreringskart Otterdal	Oppdrag: 535516	Kart nr.: 1.5
Skredhendinger og utløpsområde	Utført: HL	Kontrollert: SN
	Dato: 2014-12-04	ETRS 89 UTM 33 N



VEDLEGG 2: HELNINGSKART, SYN FARINGSRUTE OG OBSERVASJONSPUNKT

Innhald

- Observasjonspunkter
- Helningskart med synfaringsrute
 - o Kart nr.: 2.1 Kjøs
 - o Kart nr.: 2.2 Liskog-Grodås-Haugen sør
 - o Kart nr.: 2.3 Liskog-Grodås-Haugen nord
 - o Kart nr.: 2.4 Sætre
 - o Kart nr.: 2.5 Otterdal

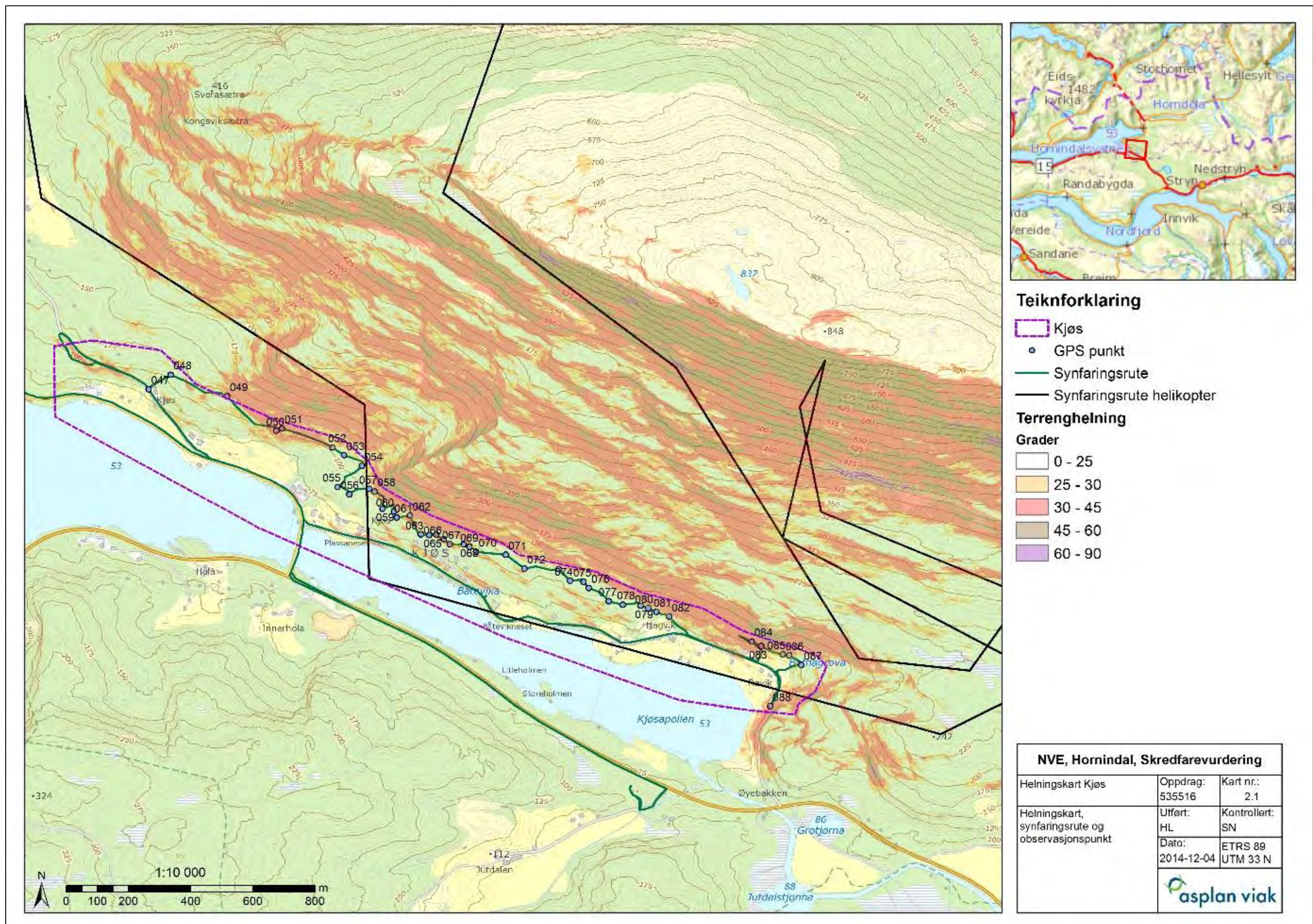
Observasjonspunkter Kjøs, Kart nr 2.1	
GPS nr.	Merknad
047	Stikkrenne 800 betongrøyr. Delvis tett. Garasje ligg om lag 2 meter frå bekkeløp, nødvendig med bedre forbygning mot bekk.
048	Stikkrenne 400, under skogsbilveg. Bør utvides.
049	Fleire brattskrentar og fjell i dagen, men ingen teikn til aktivitet. Heller ingen underliggande ur. 20° bratt under skrentar.
050	2 m høg skrent med ur under. Ur ca. 20 m brei og 30 m lang. Brattheit på ura mellom 32-35°.
051	Steinsprangblokk 1.5 m ³ , truleg frå eldre hending. Over blokka ligg ur, omtrent 0.5 m ³ blokkstørrelse.
052	Steinsprangblokk ca. 1 m ³ . Eldre hending.
053	Mindre bekkeløp, liten erosjon og truleg liten vassføring i bekken.
054	Større bekkeløp, med bra vassføring. Frå dette punktet har bekken fleire flomløp. Tynt lausmassedekke, med stedvis eksponert fjellgrunn.
055	Stikkrenne 400 under skogsbilveg. Drenerer bekkeløpet frå pkt. 054. Bør utvides ettersom bekken tydeleg har fleire flomløp.
056	Stikkrenne 400, under skogsbilveg. Bør renskes, vatnet frå flaumbekken går truleg også hit. Nedanfor skogsbilvegen er det myr, og vassmetta lausmasser.
057	Steinsprangblokk, 1.5-2 m ³ , eldre hending.
058	Vestre grense større ur-utbreiing, ur omtrent 42° bratt.
059	Nedre grense ur, og enkelt steinsprangblokk 2 m ³ . Blokkstr. i ur, mellom 0.25- 0.5 m ³ , brattheit ca. 33°.
060	Nedre grense ur
061	Austre grense ur
062	Vestre grense ny ur, god gradering i urene. Blokkstr. Ca. 0.25-0.5m ³
063	Steinsprangblokk opp mot 20 m ³ .
064	Nedre grense ur, blokkstr. rundt 0.5 m ³ .
065	Grense ur i overkant sva. Bør undersøke hytteplassering i detalj, evt. sikringstiltak.
066	Steinsprangblokk 0.25-0.5 m ³ .
067	Steinsprangblokk 0.5 m ³ .
068	Steinsprangblokk 0.25-0.5 m ³ .
069	Steinsprangblokk 1 m ³ .
070	Steinsprangblokk 0.25 m ³ .

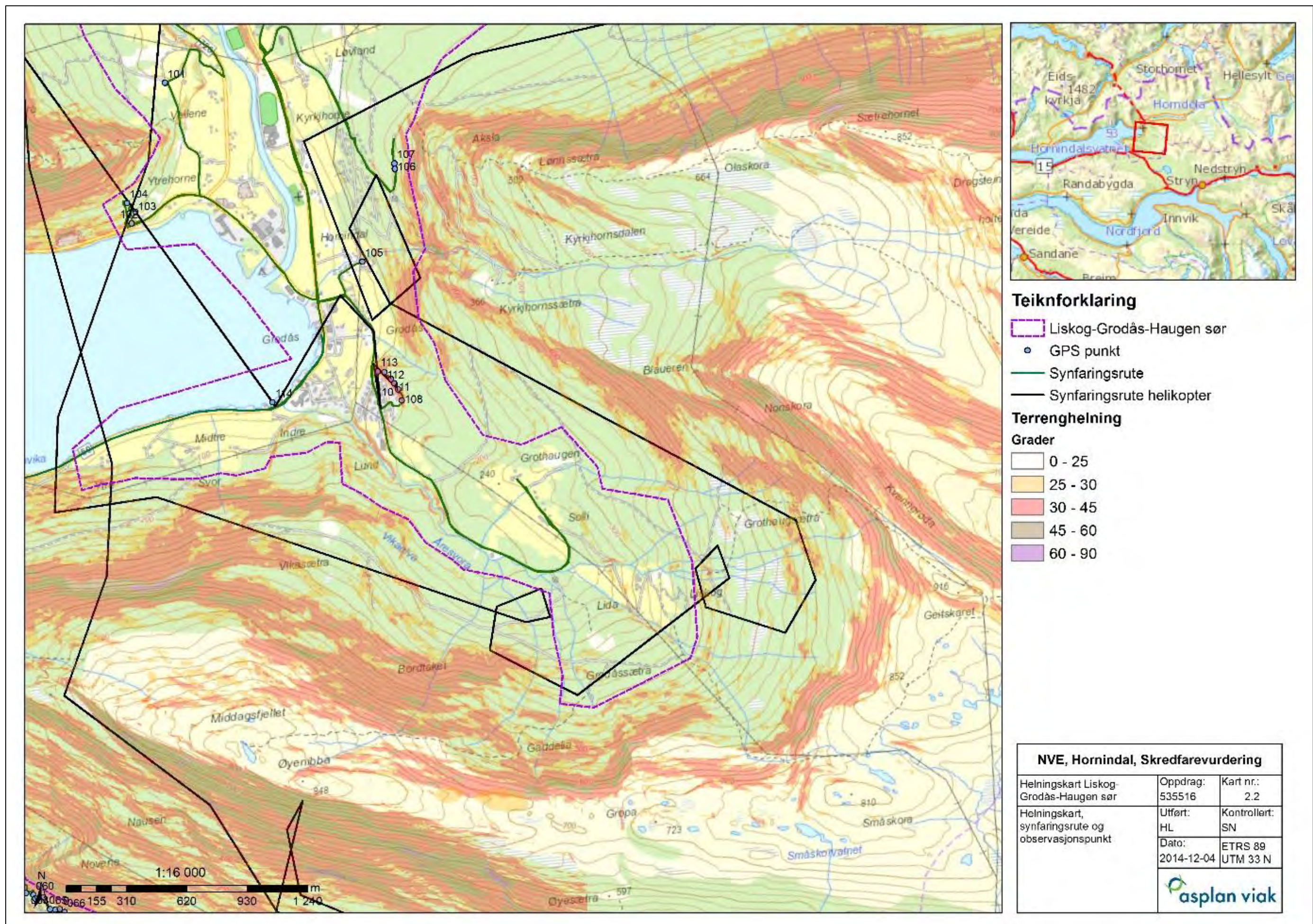
071	Truleg steinsprangblokk 2 m ³ .
072	Tydeleg rygg i terrenget med søraustleg retning, fungerer som godt hinder for steinsprang.
073	Grense bratt ur, blokkstr. rundt 0.5 m ³ , 40-50 m bredde.
074-075	Rygg i terrenget, aust vest retning, fungerer som godt steinsprang hinder. 2 ryggar parallelle.
076	Tørr bekk, kan være overløp mellom ryggene, og drenere vatn forbi.
077	Renne med samling av fleire bekkeløp.
078	Rygg i terrenget, retning aust-vest, med forseinking bak.
079	Grense lokal ur, blokkstr. opp mot 1 m ³
080	Grense ur (som 079), men mindre blokkstr. lengre aust i ura. Rundt 0.5 m ³
081	Bekkeløp med mest truleg stor vassføring under nedbørsektremar. Etablert kunstig voll mot bekken som beskyttar busetnad og innmark.
082	Brønninntak, med kunstig voll mot busetnad.
083- 084	Brattskrent over enkelt hus. Skrenten er omtrent i snitt 30 m høg, og 130 m lang. Skrenten er i øvre del forholdsvis slett, dette vart også observert frå helikopter. Den øvre delen er også mindre vegetert, før vegetasjonen er kraftigere over skrenten. I nedre del av skrenten er oppsprekkinga meir framtrekande, og fleire avløyste blokker er observert. Foliasjonen fell dalsideparallelt, samt at det er to bratte sprekkesett som avløyser foliasjonen. Nedste del er også betydeleg meir vegetert, og eit faremoment er remobilisering av blokker ved rotvelt, eller rotsprengning i skrenten. Vatnsig kan også framprovosere issprenging. Fleire ferske blokker ligg direkte under skrenten, omtrent 0.5 m ³ . Også større blokker rundt 1 m ³ , men dette er tydeleg eldre hendingar. Skråninga ned mot huset er i terrenget målt til rundt 35°.
085	Flaumløp, truleg kun under store nedbørsmengder, ikkje i tilknytning til bekk, men tydelege erosjonsspor frå vatn. Drenerer ned i Botnagrova (087).
086	Mindre bekk, tydeleg erodert. Truleg aktiv under nedbørsektremar.
087	Bekkeløp som bærer preg av periodevis stor vassføring. Relativt breitt løp, omtrent 2 m, på blankskurt berg. Bekkeløpet er bratt, og overløp og flaumløp er registrert langs løpet. Det er også observert skader på skog langs løpet. Der bekkeløpet treff innmark er det laga tørrmur, ca. 2 m høg langs bekkekanten mot innmark. Det er også stor oppsamling av lausmasser der bekkeløpet flater ut.
088	Fjellskjæring langs veg. Bergmassen er tydeleg oppsprukke, noko som fører til mindre blokkstr. i skjæring. Generelt er det lite laust direkte i skjæring. Kun enkelte nedfall i grøft langs vegen, truleg lite aktivt. Nord for fjellskjæring ligg avløyste større blokker, og det er teikn til relativt ferske nedfall. Blokk på vestsida av vegen, 0.25 m ³ , kan være frå denne hendinga.
Observasjonspunkter Liskog-Grodås-Haugen, Kart nr. 2.2 og 2.3	
GPS nr.	Merknad
089	Stikkrenne 1000, under veg. Bekken går ned til gard langs grensa av kartleggingsområdet. Stort tilsigsområde. Det ligg lausmasser i bekkeløpet der straumingshastigheiten kan vera stor under flaum, så løpet er ikkje tydeleg erosjonsutsatt.
090	Same bekkeløp som 089.
091	Stikkrenne 1000 under veg. Sørpeskred og jordskred er vurdert til å skje hyppig i området basert på tidlegare hendingar. Problema startar truleg høgt i skråninga og lausmassene i tilknytting til skredhendinga vert ført ut på innmark. Stor

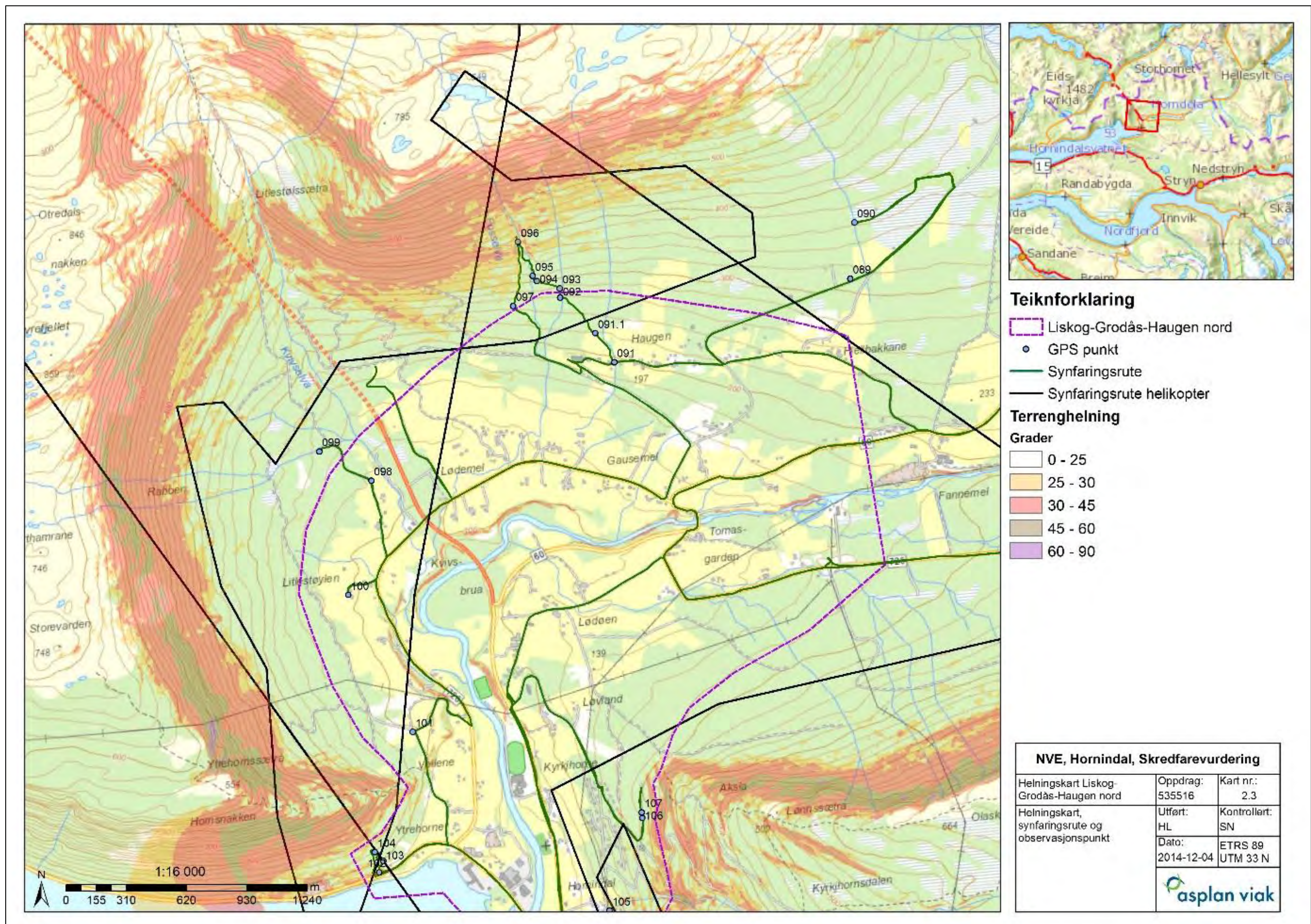
	vassmetting gjer at dei kan rekke langt. Fosseskreda/elva omr. Lokale har ikkje opplevd at bekken tek nye løp av betydning «Jordskred på 1940-talet frå svaet mot Fosseelva. Jordskreda svinga mot elva over wp 095, slik at bekken over svaet endra løp.
091.1	Sørpeskred på innmark langs bekkeløp på 1700-talet. Stoppa på haugen over fabrikk der det då stod hus, husa vart tekne. Bekken langs innmark har tørrmur langs vestre side ned til gps punkt 091.
092	Bekk med mindre vassføring.
093	Djup ravine (2 m), erodert i lausmasser eller i avsetning frå eldre jordskredhending.
094	Fosseskreda, stort elveløp som har erodert seg djupt. Elveløpet viser teikn på flaumhendingar og truleg snøskredhendingar. Fleire trær ligg langs elveløpet, det er skade på ståande vegetasjon og det er fleire teikn på overløp.
095	Topp skogsveg, kan være ein struktur elva følgjer ved overløp.
096	Punkt der det tidlegare har vore elvedeling eller skredhendingar har endra løp. Eit vestre djupt renneløp har truleg vore aktivt under tidlegare stor vassføring eller skredhendingar. Dette løpet er ikkje aktivt i dag, men kan reaktiverast ved større hendingar eller blokkering av eksisterande elveløp. Lengre oppe i elveløpet rundt 500 moh ligg ei stor avløyst blokk, 20 m ³ . Langs toppen av sva (omtrent 650 moh), aust for fosseskreda, ligg fleire større blokker, 30-40 m ³ .
097	Ytste, vestre del av eldre renneløp. Renna flater ut og går over i myrområde. Vidare nedover ser ein spor av fleire ulike djupe renner med eldre aktivitet. Rennene er opp mot 3 m djupe.
098	Flatt terreng vi fleire djupe erosjonskanalar, mektig lausmassedekke, relativt finkorna.
099	Snøskredområde under Gløvrefjellet. Stort sva-område som samlar snø, skredskada skog, ferske hendingar. Gran felt utgjer omtrentleg grense for skredaktivitet.
100	Naturleg høg rygg orientert nordaust frå Blåsvedene, utgjer god sikring for skredaktivitet i dette området. Skredrenner frå Blåsvedene er tydeleg aktive og ferske lausmasser er observert. Truleg snøskred og steinsprang og jord/flaumskred.
101	Brattskrent ved høgspenst viser mindre aktivitet, men skrenten har betydeleg underliggende ur. Steinsprang hovudsakleg dimensjonerande. Granskog opp mot den bratte renna tyder på mindre aktivitet, renna er også generelt tett vegetert. Den mindre renna rett sør viser teikn på meir aktivitet, truleg steinsprang og evt. jord/flaumskred.
Observasjonspunkter Sætre, Kart nr 2.4	
GPS nr.	Merknad
115	Innmark viser teikn av eldre erosjonsraviner, slak gradient og loper etter td. jordskred.
116	Hytte øvst på jordet. Snøskred hending har komme ned i austre del av området. Mykje stor granskog er knekt. Steinsprang kan være ein faktor over den vestre delen av området. Renner under Sætrehornet er tydeleg aktive, ingen vegetasjon i rennene. Lengs vest i området ligg brattvegg over. 250 m høg , med underliggende ur, ingen fersk aktivitet av stor størrelse er registrert, men truleg jamt

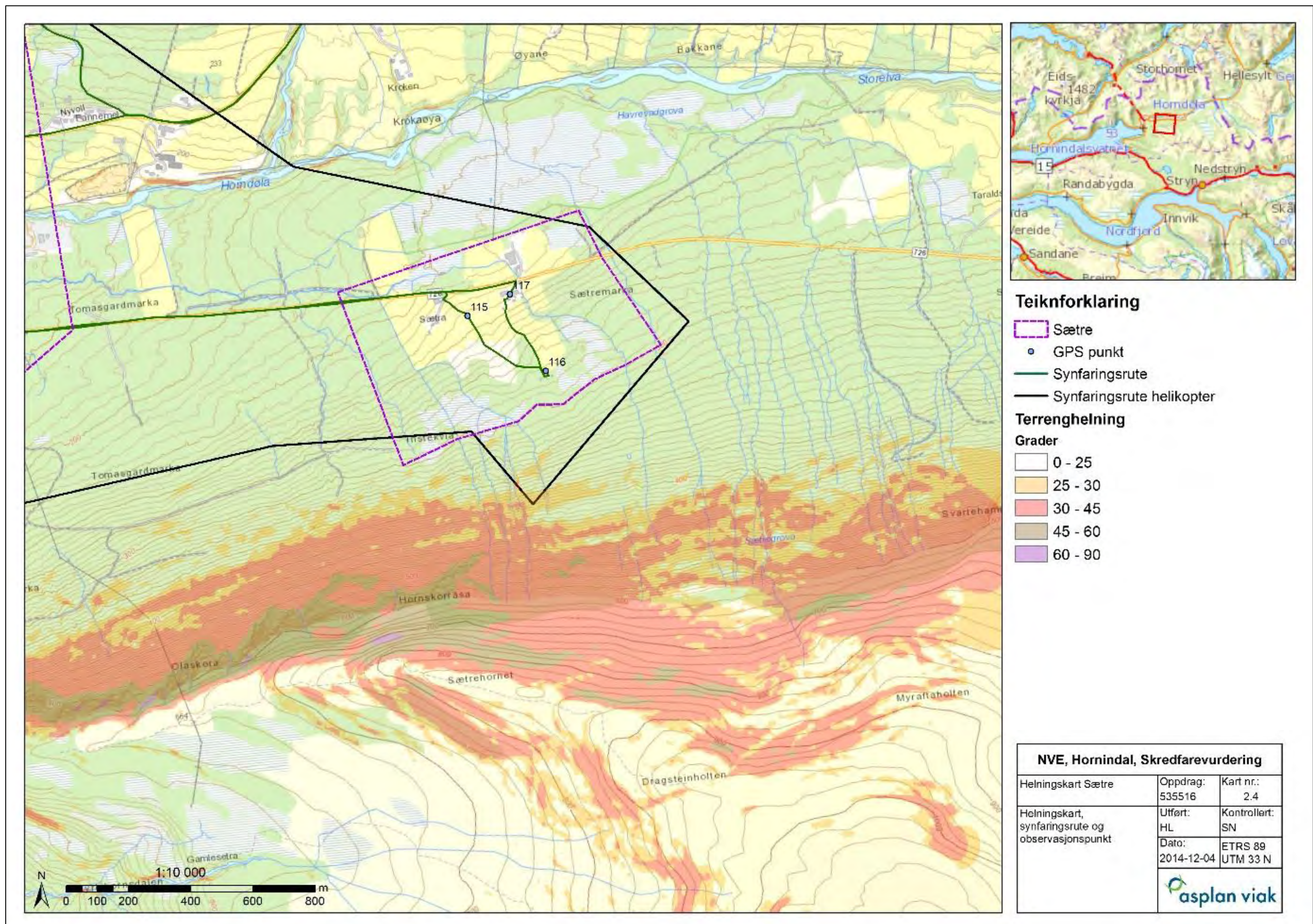
	mindre steinsprang ned mot ur.
117	Kontakt med privatperson, bur på garden. Stor snøskredhending i februar 2012, rett aust for hytte øvst på innmark. Skredet gjekk langt inn i skogen og raserte ein stor del granskog. Bjørk i midtre del av skredløp har ingen bremseeffekt, og er også truleg nedsnødd slik at skredet går over. Det er identifisert to store botnar (mellom Dragsteinholten og Sætrehornet) øvst i fjellsida som truleg fungerer som utløysingsområder for snø. Også stor hending i 1868 ned mot haugen på jordet mellom gardane, mot gps punkt 115.
Observasjonspunkter Otterdal, Kart nr 2.5	
GPS nr.	Merknad
026	Fersk aktivitet, lausmasser og mindre blokker. Frå overliggende renner.
027	Fersk blokk, ca. 1 m ³ . Kan også være remobilisert.
028	Bekkeløp med tydeleg massetransport, grus/sand og blokker opp mot 0.5 m ³ .
029	Overgang frå markert renne til skredvifte-formasjon. Aktivitet i renne er truleg snøskred (tørr og våt), og flaumskred. Trær og mindre blokker (<0.5 m ³) i renna. Vifta er truleg frå fleire eldre større hendingar. Vegetasjon på vifta var relativt intakt forutan i bekkeløp.
030	Stort bekkeløp, med tydeleg flomaktivitet. Bekken har erodert seg gjennom lausmassedekket og ned på berggrunn. Djup ravine frå opprinneleg høgde lausmassedekke, ca. 2-4 m?. Bekken renn inn på innmark, der løpet vidare er lagt i steinkanal, noko som kan tyde på at vatn har vore eit problem nedover mot innmark.
031	Bekkeløp, mindre intensitet og størrelse enn 030. Stedvis erodert til fast fjell og stedvis lausmasser liggende i bekkeløp.
032	Bratt og truleg kraftig elv under store nedbørsperiodar. Erodert til berg, ca. 2-3 m ned i lausmasser.
033	Bekk med mindre erosjonsspor, men tydeleg spor etter vassføring over breidda.
034	Nedbørsløp truleg rydda av grunneigar, truleg i forbindelse med skogsveg. Stikkrenne 200.
035	400 stikkrenne. Bekken fortsetter ut på innmark under, med liten forseinking på innmark.
036	500 stikkrenne. Tydeleg mindre renner i lausmassane på innmark nedanfor tyder på at det kan har vore større hendingar i dette området. I dag går bekken i skogstarmen inn på innmarksarealet.
037	Bekker som renn ned langs vegen, på overside skogsbilveg, og inn på innmark frå underkant veg, bør ryddast og opnast for bedre avrenning. Nedfall frå skog og frå lausmassesekret over veg har delvis og har potensial til å tette grøfta. Fleire djupe renner (3-4 m), som viser eldre hendingar.
038	Klare erosjonsspor i lausmasseskråning ned mot skogsbilveg. Ingen tydelege bekkeløp antyder at lausmassane er til tider svært vassmetta. Renn også vatn ut frå lausmasseskråninga.
039	Stikkrenne 300.
040	Elv, under synfaringa tørr, rett nord for enden av skogsbilveg. 2-3 m breitt elveløp som viser stor erosjonsaktivitet. Tydeleg aktivt ved flaum og store nedbørsmengder.
041	Flaumløp, kan være at elva ved 040 også finn nye løp ved stor nedbørsintensitet. Har vært tydelig aktiv i sommar. Avset lausmasser av liten kornstørrelse.

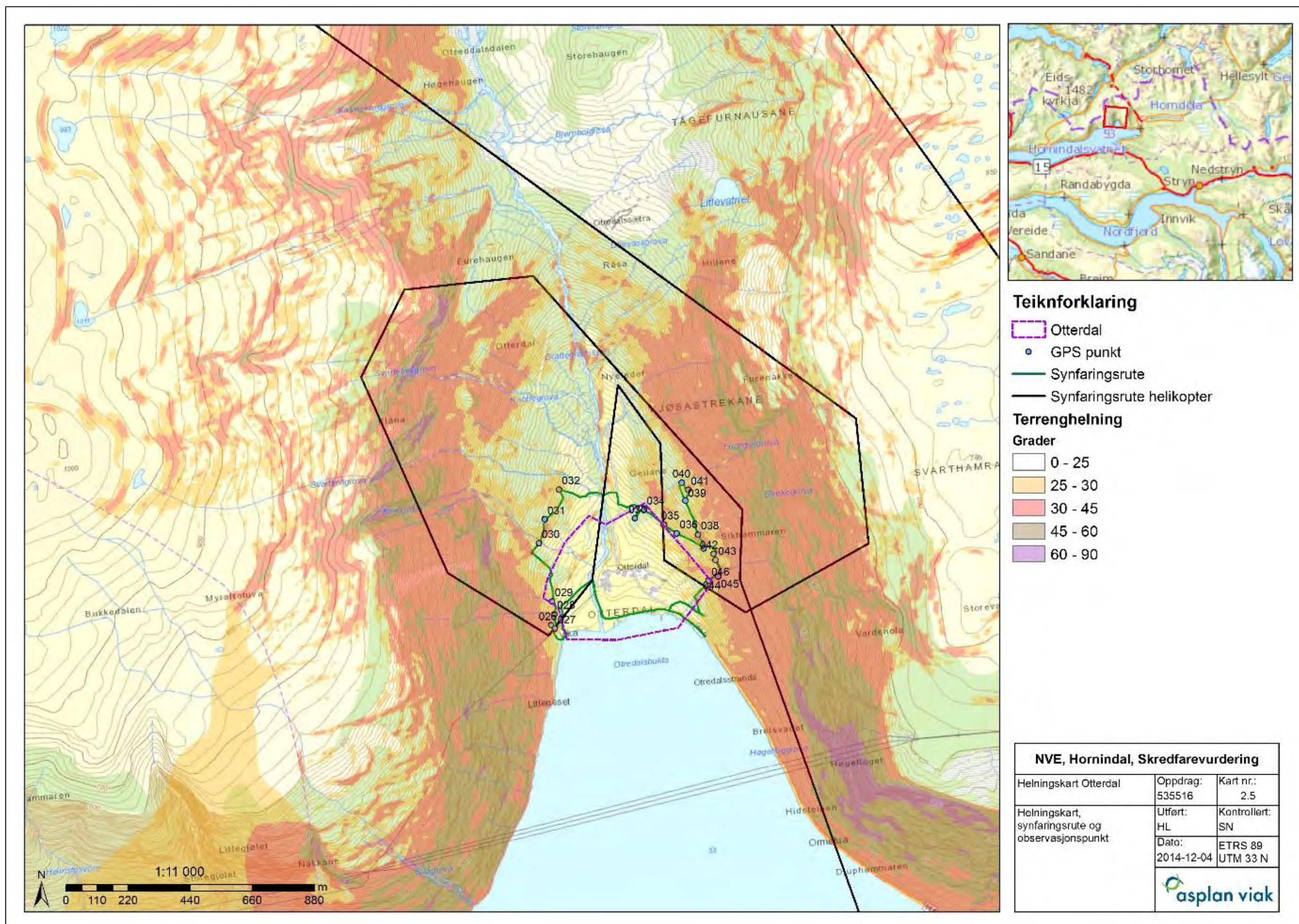
042	Bekk i djup renne, vassførande under synfaring, men lite erodert ned i lausmassedekket. Bekkeløp vert mindre definert oppover.
043	Mindre bekkeløp, truleg flaumløp under intens nedbør.
044/045	Bekk, truleg flaumutsett. Erodert ned på blankskurt berg over stor bredde, 2m.
046	Auking i lausmasseavsetning og djupare renner. Bekken har erodert djupt, opp mot 5 m, og ikkje gått på fast fjell.







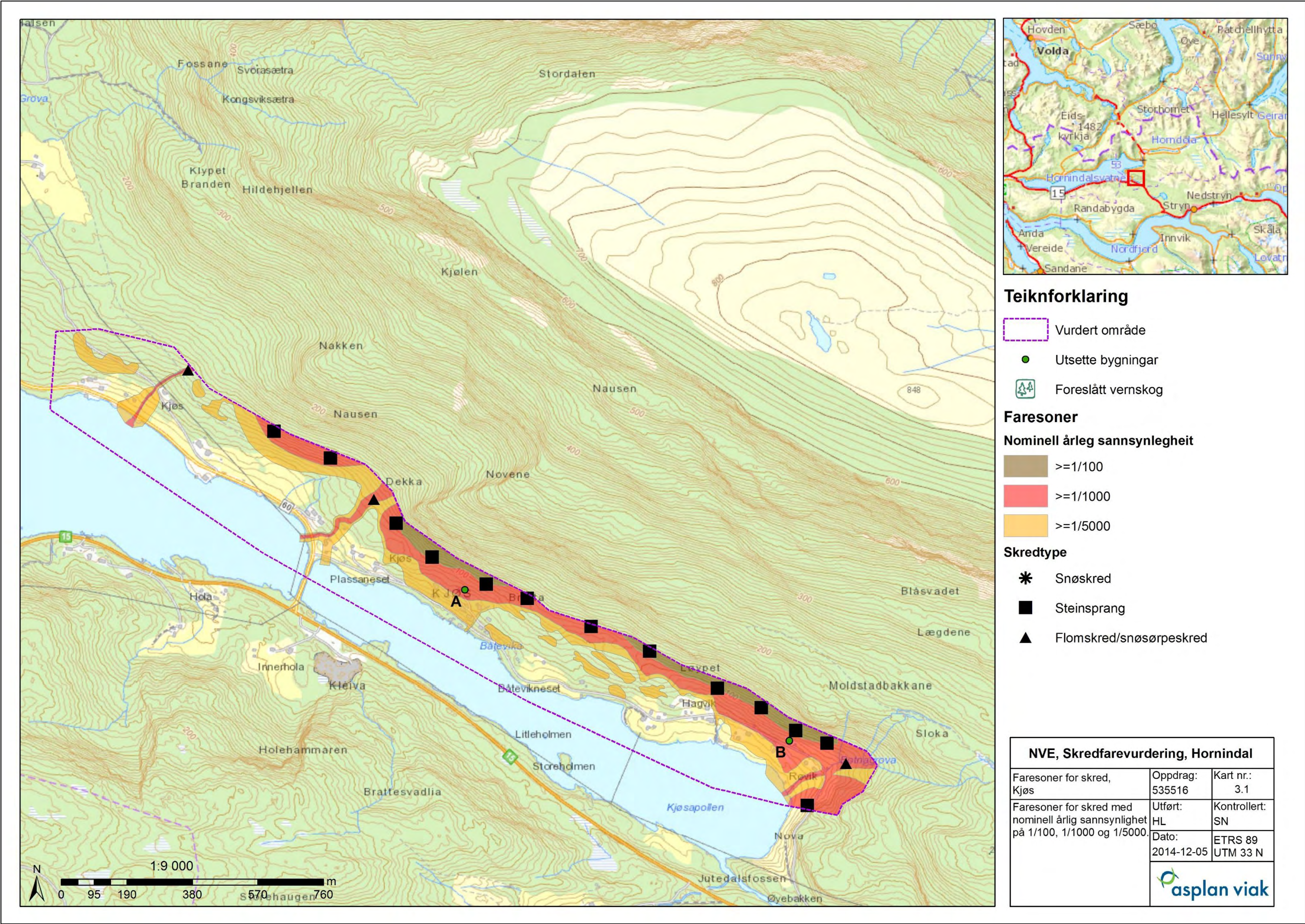


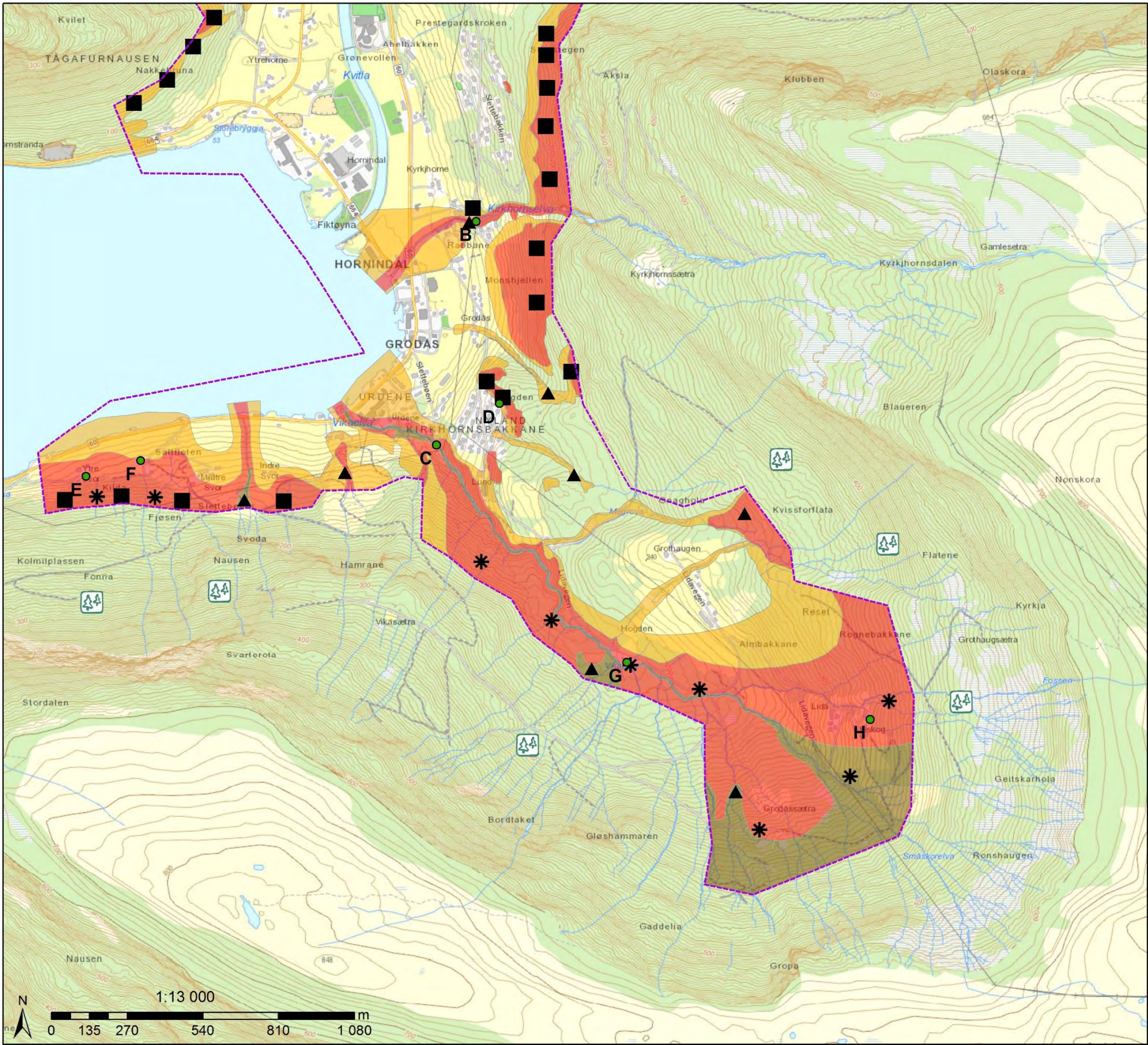


VEDLEGG 3: FARESONEKART

Innhald

- Faresonekart
 - Kart nr.: 3.1 Kjøs
 - Kart nr.: 3.2 Liskog-Grodås-Haugen sør
 - Kart nr.: 3.3 Liskog-Grodås-Haugen nord
 - Kart nr.: 3.4 Sætre
 - Kart nr.: 3.5 Otterdal





Teiknforklaring

- Vurdert område
- Utsette bygningar
- Foreslått vernskog

Faresoner

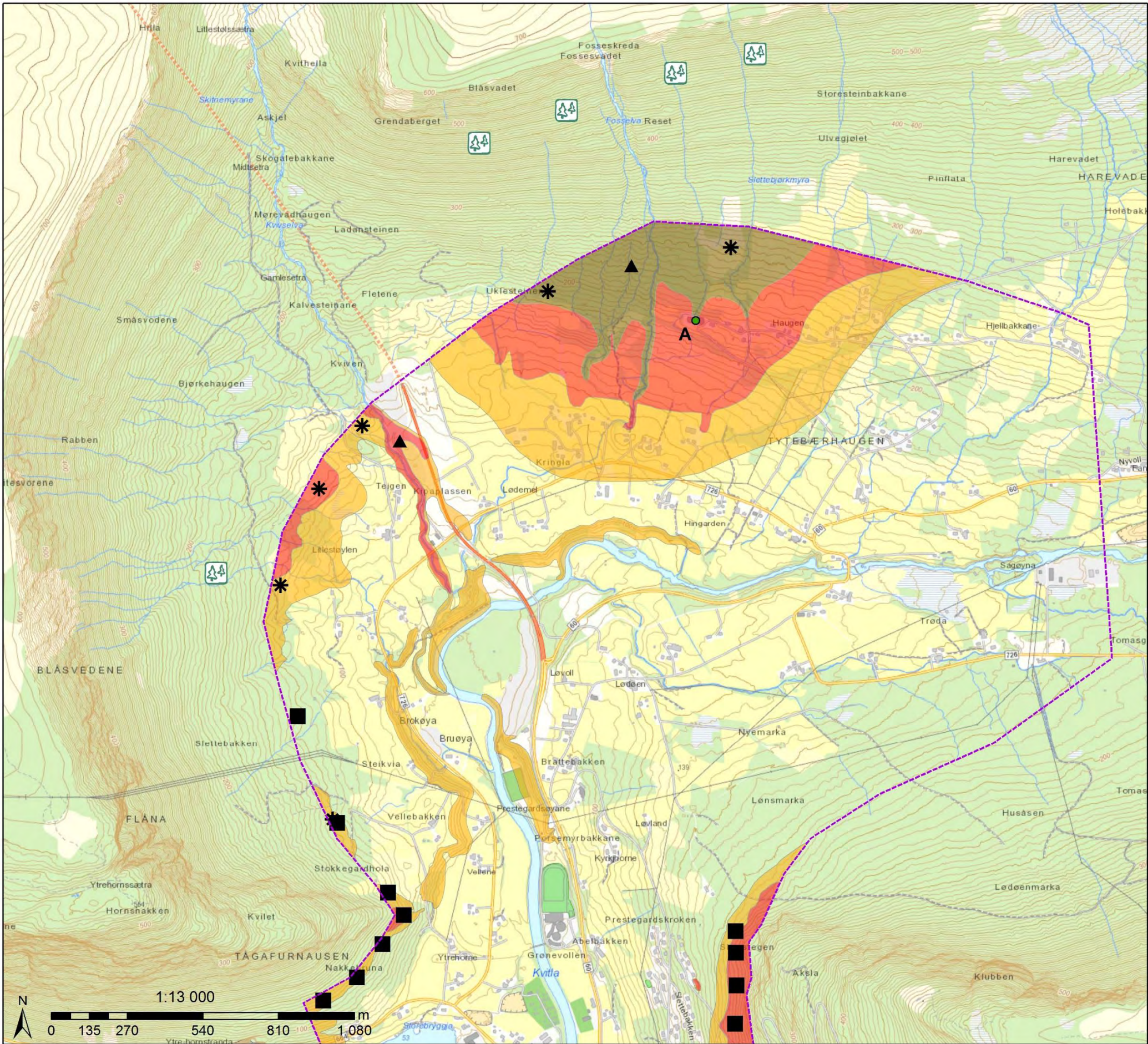
Nominell årleg sannsynlegheit

- >=1/100
- >=1/1000
- >=1/5000

Skredtype

- Snøskred
- Steinsprang
- Flomskred/snøsørpeskred

NVE, Skredfarevurdering, Hornindal		
Faresoner for skred, Liskog-Grodås-Haugen sør	Oppdrag: 535516	Kart nr.: 3.2
Faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000.	Utført: HL	Kontrollert: SN
	Dato: 2014-12-05	ETRS 89 UTM 33 N



Teiknforklaring

- Vurdert område
- Utsette bygningar
- Foreslått vernskog

Faresoner

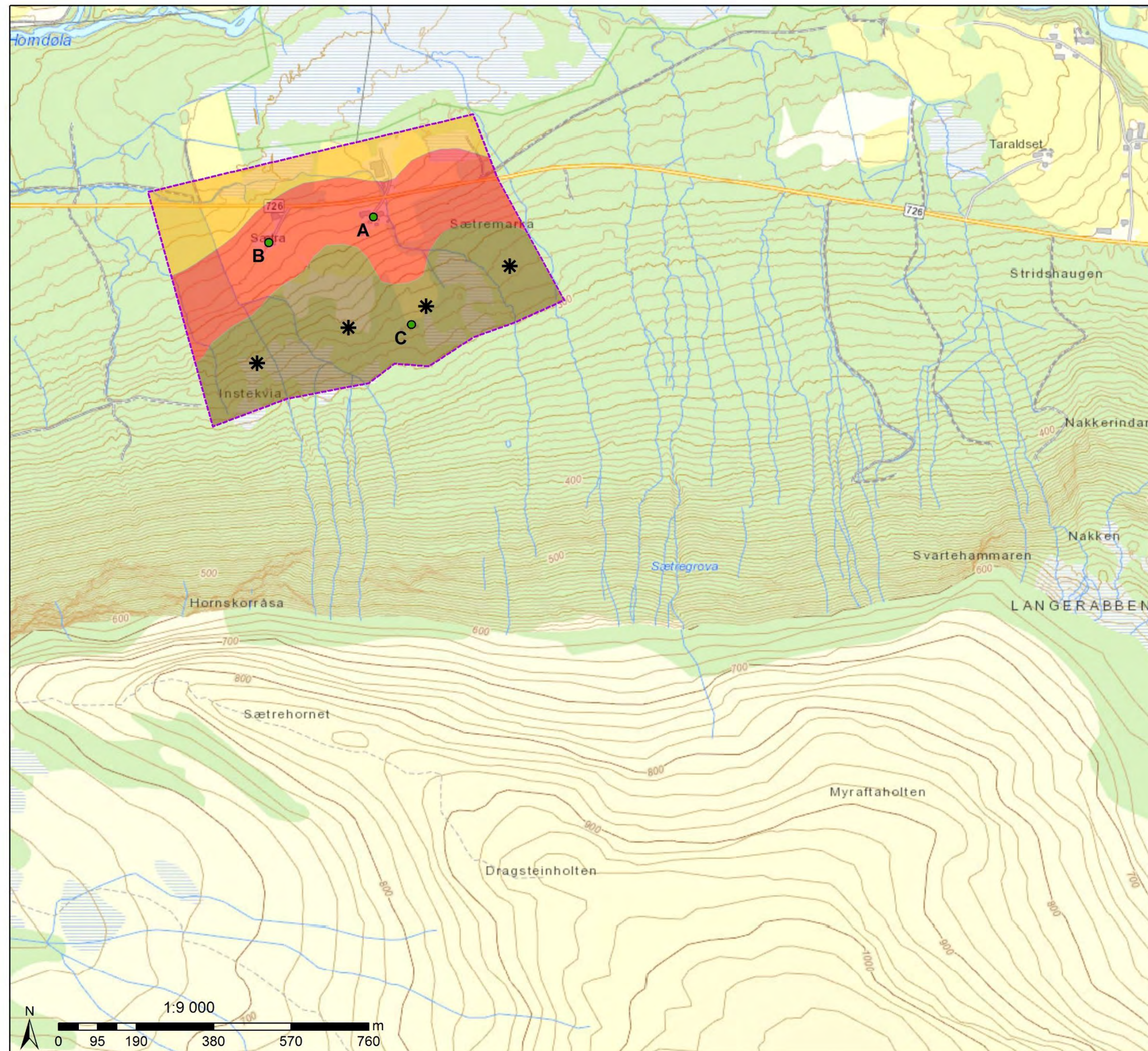
Nominell årleg sannsynlegheit

- $\geq 1/100$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/5000$

Skredtype

- Snøskred
- Steinsprang
- Flomskred/snøsørpeskred

NVE, Skredfarevurdering, Hornindal		
Faresoner for skred, Liskog-Grodås-Haugen nord	Oppdrag: 535516	Kart nr.: 3.3
Faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000.	Utført: HL	Kontrollert: SN
	Dato: 2014-12-05	ETRS 89 UTM 33 N
asplan viak		



Teiknforklaring

- Vurdert område
- Utsette bygningar
- Foreslått vernskog

Faresoner

Nominell årleg sannsynlegheit

- $\geq 1/100$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/5000$

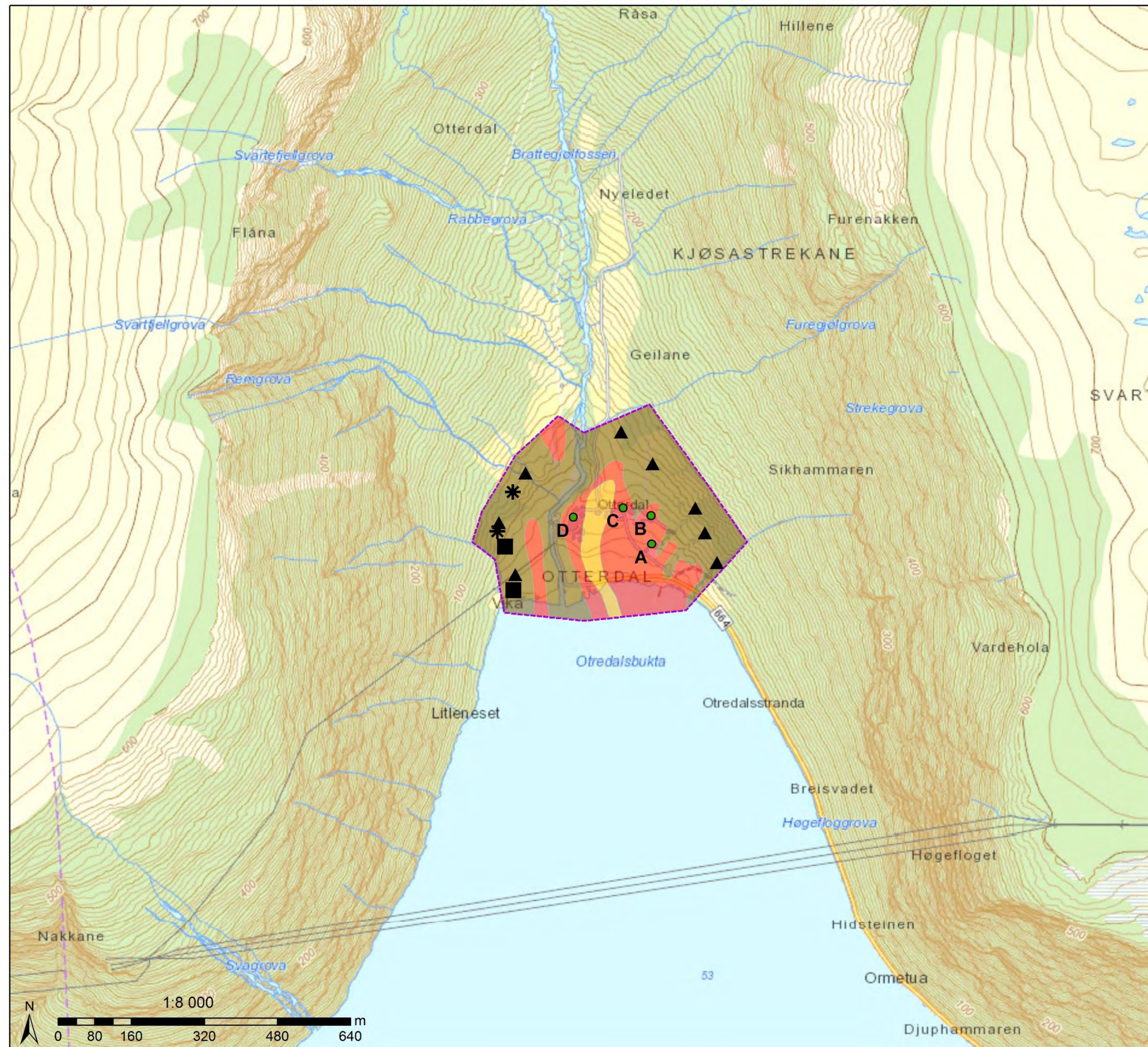
Skredtype

- ✱ Snøskred
- Steinsprang
- ▲ Flomskred/snøsørpeskred

NVE, Skredfarevurdering, Hornindal

Faresoner for skred, Sætre	Oppdrag: 535516	Kart nr.: 3.4
Faresoner for skred med nominell årleg sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000.	Utført: HL	Kontrollert: SN
	Dato: 2014-12-05	ETRS 89 UTM 33 N





Teiknforklaring

- Vurdert område
- Utsette bygningar
- Foreslått vernskog

Faresoner

Nominell årleg sannsynlegheit

- $\geq 1/100$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/5000$

Skredtype

- ✱ Snøskred
- Steinsprang
- ▲ Flomskred/snøsørpeskred

NVE, Skredfarevurdering, Hornindal

Faresoner for skred, Otterdal	Oppdrag: 535516	Kart nr.: 3.5
Faresoner for skred med nominell årleg sannsynlegheit på 1/100, 1/1000 og 1/5000.	Utført: HL	Kontrollert: SN
	Dato: 2014-12-05	ETRS 89 UTM 33 N





Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no