NGI Rapport / Report

Kvikkleirekartlegging, Mo i Rana med omland

Kartbladene Mo i Rana- 1927 I, Elsfjord- 1927 III & Storforshei- 2027 IV

Risiko for kvikkleireskred

20081080-00-8-R
11. desember 2009
Rev. 0,

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere dette før bruk av dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this before using this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pirsenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Prosjekt

Prosjekt:	Kvikkleirekartlegging, Mo i Rana med omland
Rapportnummer:	20081080-00-8-R
Rapporttittel:	Kartbladene Mo i Rana- 1927 I, Elsfjord- 1927 III & Storforshei 2027 IV Risiko for kvikkleireskred
Dato:	11. desember 2009
Revisjon:	Rev. 0,

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver:	NVE
Oppdragsgivers kontaktperson:	Hallvard Berg
Kontraktreferanse:	Avtaledokument av 1. juli 2009

For NGI

Prosjektleder:	Trond Vernang
Rapport utarbeidet av:	Trond Vernang
Kontrollert av:	Odd Gregersen

Sammendrag

Det er foretatt en kartlegging av områder med fare for kvikkleireskred innenfor kartbladene Mo i Rana- 1927 I, Elsfjord- 1927 III & Storforshei- 2027 IV. Kartleggingen er basert på studier av kvartærgeologi, topografi, befaringer og utførte grunnundersøkelser. Likeledes er det gjennomført en klassifisering av faresonene med hensyn på faregrad, konsekvens og risiko.

Resultatene er presentert på kart; se kartbilag 01-18. Av de 44 kartlagte kvikkleiresonene innenfor kartbladene, er 1 sone kommet i høyeste faregradklasse, ingen i høyeste konsekvensklasse, og heller ingen i de to høyeste risikoklassene.

BS EN ISO 9001
Sertifisert av BSI
Reg. No. FS 32989

Sammendrag (forts.)

Det anbefales utført supplerende grunnundersøkelser for sonen i høyeste faregradklasse. Hensikten med de supplerende undersøkelsene er å oppnå en best mulig bestemmelse av sikkerheten mot skred, samt å vurdere behovene for stabiliserende og/eller erosjonssikrende tiltak.

Innhold

1 Innledning 4

2 Generell beskrivelse 5
2.1 Rana kommune 5
2.2 Hemnes kommune 6
2.3 Leirfjord kommune 7
2.4 Vefsn kommune 8

3 Lokalisering av potensielle faresoner 8

4 Klassifiseringsmetode 9

5 Resultater av evalueringen 11

6 Tiltak 11

7 Plan- og byggesaksarbeid innefor faresoner 12

8 Plan- og byggesaksarbeid utenfor faresoner 12

9 Referanser 13

Vedlegg

A Veileder: Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper
B Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner
C Nøkkeldata for kvikkleiresoner innenfor kartblad Mo i Rana 1927 I, kartblad Elsfjord 1927 III & kartblad Storforshei 2027 IV
D Beskrivelse av kvikkleiresonene

Kartbilag

01-06 Faregradskart M = 1: 20 000
07-12 Konsekvenskart M = 1: 20 000
13-18 Risikokart M = 1: 20 000

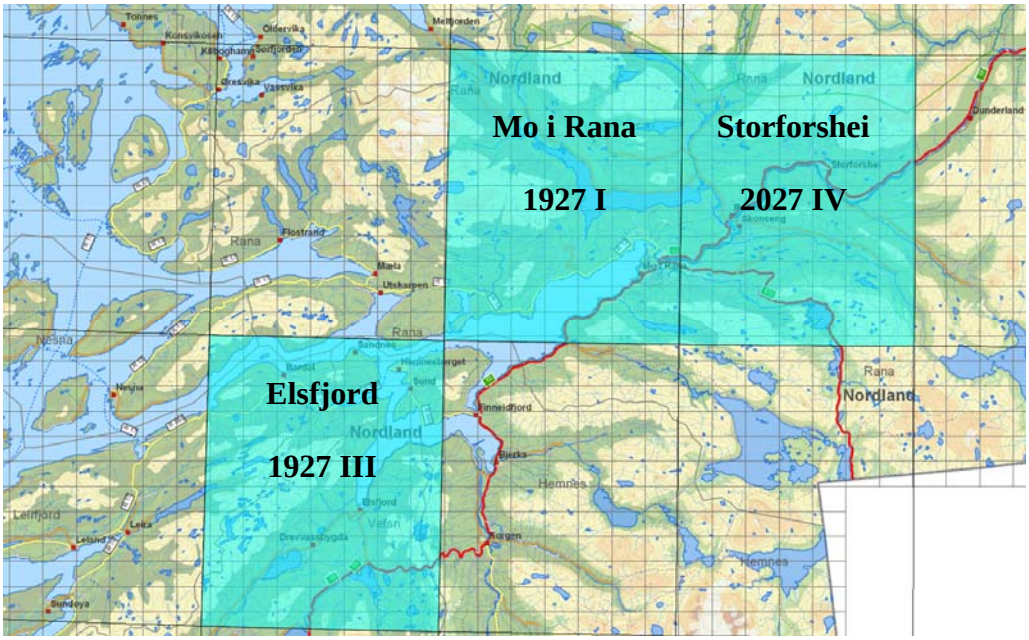
Kontroll- og referanseside

1 Innledning

NGI har på oppdrag fra Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) utført kvikkleirekartlegging av kartbladene Mo i Rana- 1927 I & Elsfjord 1927 III & Storforshei 2027 IV i M-711 serien. Dette er en del av det landsomfattende arbeidet med å kartlegge skredfarlige kvikkleireområder i Norge.

Prosjektet ble igangsatt i kjølvannet av skredkatastrofen i Rissa. Hensikten er å forebygge faren for kvikkleireskred i fremtiden. Resultatene vil bli lagt til grunn ved planlegging av utbyggingsområder og terrenginngrep samt ved sikring av prioriterte skredutsatte områder. Kartleggingen har omfattet befaring i felt, grunnundersøkelser samt utarbeidelse av fare- konsekvens- og risikokart.

Kartbladene dekker nordre deler av Vefsn kommune, nordøstre del av Leirfjord kommune, nordvestre del av Hemnes kommune samt søndre del av Rana kommune. Se figur 1. Øvrige deler av kommunene dekkes ikke av de nevnte kvartærgeologiske kartbladene og er derfor ikke befart eller kartlagt i denne omgang. Kommunene Leirfjord, Hemnes og Vefsn er delvis kartlagt i tidligere prosjekter.



Figur 1: Kartblad kartlagt mht. skredfarlige kvikkleireområder.

Grunnlag for arbeidet har vært kvartærgeologiske kart, grunnundersøkelser utført av NGI høsten 2008 samt av Multiconsult vinteren 2009. Diverse rapporter om grunnundersøkelser og skredhendelser er gjennomgått, fra bl.a. jernbaneverket, Statens vegvesen, Jernverket på Mo samt flere geotekniske firmaer. Se ref /3/-/53/. Kommunene Hemnes, Rana, Leirfjord og Vefsn og grunneiere i de befarte områdene har alle vært behjelpelige med supplerende

informasjon. For de marine områdene på kartbladet Storforshei, er NGUs løsmassekart tilgjengelig på weben brukt som grunnlag for kartleggingen.

Befaringer utført sommeren og høsten 2008 har ført til utelukking av flere områder i kartleggingen på grunn av fjellblotninger, som ikke tidligere var kartlagt.

Grunnundersøkelsene som ble utført høsten 2008 og vinteren 2009 ble plassert i områder hvor det erfaringsmessig kan forekomme kvikkleire, og der konsekvensen ville være stor dersom et kvikkleireskred inntraff. Flere av dreietrykksonderingene som ble utført avkrefter store kvikkleireforekomster.

Lokalt kan det ikke utelukkes at det forekommer mindre lommer med kvikkleire i mindre avgrensede områder, som ikke er kartlagt i dette prosjektet.

2 Generell beskrivelse

Befaringene ble foretatt av Andreas Persson og Trond Vernang i periodene juli/august og september/oktober 2008.

Kartbladet Mo i Rana 1927 I omfatter søndre deler av Rana kommune. Kartbladet Elsfjord 1927 III omfatter nordøstlige del av Leirfjord kommune, nordvestlige del av Hemnes kommune og nordre del av Vefsn kommune. Kartbladet Storforshei 2027 IV omfatter sørøstre deler av Rana kommune.

Tidligere er kommunene Hemnes, Leirfjord og Vefsn delvis kartlagt, jfr. kartblad 1826-I Mosjøen, 1926-IV Fustvatnet &1927-II Korgen.

2.1 Rana kommune

Området innenfor kartbladet Mo i Rana 1927 I og Storforshei 2027 IV ble befart. Befaringene har omfattet områder med marine avsetninger i Rana kommune.

Kvartærgeologisk kartblad Mo i Rana 1927 I, viser marine avsetninger langs Ranafjorden og marine avsetninger på Ytteren og Alteren-Altermark.

Hav- og fjordavsetninger har stor utbredelse i dalene innen kommunen da det under avsmeltningen ble avsatt store mengder finere partikler i datidens fjorder. Avsetningene ble bygd opp til områdets marine grense, som i dag ligger rundt 120 meter over havet.

Under landhevningen ble hav- og fjordavsetningene erodert av elver og bekker og det ble dannet ravinelandskap. Betydelig mengder masse ble også avsatt i terrasser lenger ned i vassdraget. Det pågår stadig erosjon i ravinene og flere steder har det gått skred i nyere tid. Mange av ravinene er nedskåret med opptil 50 meter uten at fjell er blottlagt i ravinebunnen.

Det kvartærgeologiske kartet (Mo i Rana) indikerer sammenhengende fluviale avsetninger over store deler av sentrumsområdet av Mo i Rana. Disse mektige elveavsetningene avsatt av Ranaelva og dens sideelver, ligger over marine avsetninger.

På Gullsmedvik vest på Mo har det gått store skred i nyere tid på grunn av utfyllingsarbeid i forbindelse med Jernverket. Det har også forekommet undersjøiske skred i sjøen utenfor Gullsmedvik.

Også langs Ranaelva, Tverråga og Revelåga har det gått utglidninger som skyldes masseforflytting. Hovedsakelig har disse skredene gått i sand- og siltmasser.

2.2 Hemnes kommune

Kommunens område innenfor kartblad 1927-III Elsfjord har blitt befart. Befaringene har innbefattet områder med marine avsetninger i Hemnes kommune. De mektigste marine avsetningene på kartblad Elsfjord, innefor Hemnes kommune ligger mellom Hemnesberget og Gangvika.

Kvartærgeologisk kart som dekker det befarte området på Hemnesberget og omegn indikerer sammenhengende dekke av hav- og fjordavsetninger og strandavsetninger over store deler av området. De marine avsetningene ligger i nord-sørlig retning, som trolig skyldes svakhetssoner i berggrunnen, og løsmassene er avsatt i disse forsenkningene. Lokalt er det markert mektige marine avsetninger. Avsetningene ble bygd opp til områdets marine grense, som i dag ligger rundt 120 meter over havet.

Under landhevningen ble hav- og fjordavsetningene erodert av elver og bekker og det ble dannet ravinelandskap. Det pågår fortsatt erosjon i disse ravinene. Mange av ravinene er nedskåret med opptil 15 meter uten at fjell er blottlagt i ravinebunnen.

I forbindelse med omlegging av riksvei 808 ved Sund sør for Hemnesberget har Statens Vegvesen hatt problemer med utglidninger grunnet dårlig stabilitet.

2.3 Leirfjord kommune

Kommunens område innenfor kartblad 1927-III Elsfjord har blitt befart. Befaringene har innbefattet områder med marine avsetninger i Leirfjord kommune.

Kvartærgeologisk kart som dekker det befarte området på Bardal indikerer sammenhengende dekke av hav- og fjordavsetninger og strandavsetninger over store deler av området. Bardal går i nordøstlig- sørvestlig retning, som trolig skyldes svakhetssoner i berggrunnen, og løsmassene er avsatt i disse forsenkningene. Lokalt er det markert mektige marine avsetninger. Avsetningene ble bygd opp til områdets marine grense, som i dag ligger rundt 120 meter over havet.

Under landhevningen ble hav- og fjordavsetningene erodert av elver og bekker og det ble dannet ravinelandskap. Det pågår fortsatt erosjon i disse ravinene og flere steder har det gått skred i nyere tid. Mange av ravinene er nedskåret med opptil 15 meter uten at fjell er blottlagt i ravinebunnen.

Befaringene har ført til utelukking av flere områder i kartleggingen på grunn av oppstikkende fjellknauser. Størst mektighet av marine avsetninger antas å være der Riksvei 808 går over Bardalselva. Langs Bardalselva pågår det noe erosjon, og det er nedtegnet flere store skredgroper på kvartærgeologisk kart. Det er flere steder spor etter sig og utglidninger langs elva.

Bardalselva ligger omtrent midt i dalen og har tydelig erodert i terrenget og som etter hvert har fått en svært svingete kurvatur. På tvers av dalen stiger terrenget slakt ca. 20 m fra elven og inn til foten av fjellet. Trolig er det noe poreovertrykk i forhold til hydrostatisk poretrykk i de nærliggende marine avsetningene.

I forbindelse med omlegging av riksvei 808 gjennom Bardal har Statens Vegvesen hatt problemer med flere utglidninger grunnet dårlig stabilitet. Høsten 1997 skjedde en utglidning etter sprengning og anleggsarbeid. Utglidningen førte til skade på et hus og et uthus. Elveleiet ble bortimot helt stengt av leirmassene og førte til en oppstuving oppstrøms skredet.

Våren 1979 gikk det et skred ved Rotbakken i skråning ned mot Bardalselva. Trolig skyldes utglidningen en uheldig kombinasjon av snøsmelting og mye nedbør.

2.4 Vefsn kommune

Området innenfor kartbladene Elsfjord 1927 III ble befart. Befaringene omfattet områder med marine avsetninger i Vefsn kommune.

De senere år har det vært en rekke mindre utglidninger langs Drevja som ikke har forårsaket alvorlige skader. Det pågår erosjon i avsetningene under flomperioder og det er påvist kvikkleire flere steder langs vassdraget.

Høsten 1947 gikk det et skred mellom Drevja og Toven stasjoner. Ved utglidningen skled skinnegang, fylling og underliggende terreng ut i en lengde av ca. 60 meter. 3 dager før skredet gikk, hadde vitner observert sprekkdannelser ved jernbanelinjen. Det ble ikke observert markbevegelser ved elvekanten. Erosjon i en stikkrenne og vekten av fyllingen var trolig medvirkende årsaker til utglidningen. Totalt raste det ut ca. 30 000 m^3 leire.

Lokalt stikker berg opp i rygger i Drevja. Trolig er dermed den vertikale erosjonen i Drevja noe redusert i disse områdene, men den meandrerende erosjonen vil vedvare. For ravinene med deres sidebekker vil erosjonen fortsatt virke vertikalt inntil fjell påtreffes. I flomperioder vil erosjonen være størst og forebygning bør foretas lokalt.

3 Lokalisering av potensielle faresoner

Lokaliseringen av faresonene bygger på studier av geologiske og topografiske forhold samt vurdering av resultatene av grunnundersøkelsene.

Erosjon i leirområder består blant annet av elve- og bekkeerosjon som skaper raviner. Når skråninger når kritiske verdier for høyde eller helning, utløses større og mindre skred. Den vanligste naturlig utløsende årsak til kvikkleireskred er erosjon. Skredene er en direkte følge av bratte og høye skråninger. I et geologisk perspektiv begrenses erosjon av fjell eller terskler i vassdraget. Stor dybde til fjell eller nedenforliggende stabilt vannspeil gir et større erosjonspotensiale med dypere raviner enn der dybde til fjell er mindre. Utvasking av salter i leire gir ”kvikk” leire og større, mer tilbakeskridende skred enn en har i ikke-kvikk leire. Kvikkleire som ikke er utløst i et skred, vil senere kunne gli ut når forholdene ligger til rette. Påviste faresoner gir indikasjon om slike steder.

Menneskelige inngrep som bekkelukkinger, rør under veier og steinplastring i bunn av elver gir kunstige erosjonsterskler som hindrer videre senkning av bekkene. Bekkelukking er ofte foretatt sammen med bakkeplanering og gir mer stabile skråninger etter ferdigstillelse.

Faren for kvikkleireskred er begrenset til områder med marine avsetninger, det vil si avsetninger hvor det kan dannes kvikkleire. For at skred skal kunne inntreffe, må leiren stå med skjærspenninger nær bruddtilstand. Det vil si at det må være en viss minimum høydeforskjell innen området for at skred skal kunne skje. Nedre grense for denne skråningshøyden er satt til 10 m i dette studiet. Dette er i overensstemmelse med utførte analyser som viser at større skred i ravineområder stort sett skjer der skråningshøyden er større enn 10 m.

Det påpekes at det også utenfor de påviste sonene kan inntreffe kvikkleireskred i marine avsetninger. For disse områdene anser vi imidlertid at det er mindre sannsynlig for at store skred vil forekomme. **Det vil alltid være planlegger/tiltakshavers ansvar å fremskaffe relevant informasjon om forholdene og bringe på det rene hvorvidt et område kan være utsatt for skredfare, PBL, § 68.**

4 Klassifiseringsmetode

Klassifiseringen av faresonene omfatter evaluering av faregrad, konsekvens og risiko for hver enkelt sone. Det er benyttet en kvalitativ metode basert på poengverdier, ref. /1/.

Faregrad er evaluert på grunnlag av topografiske, geotekniske og hydrologiske kriterier. Konsekvens er evaluert etter graden av urbanisering i sonen: antall boenheter, arbeidsplasser, veier, toglinjer, kraftlinjer etc.

Evalueringen gjøres på grunnlag av kriteriene som fremgår av tabellene 1 og 2.

Tabell 1 Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 2 Evaluering av faregrad

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa: Undertrykk, kPa:	3 -3	> + 30 > - 50	10 – 30 -(20 – 50)	0 – 10 -(0 – 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: forverring forbedring	3 -3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	 Ingen
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faregrad og konsekvens er delt inn i tre klasser etter resultatet av evalueringen:

Tabell 3 Faregradsklassifisering

Faregrad	Lav	Middels	Høy
Poeng	0-17	18-25	26-51
Prosent	0-33,3	35,3-49,0	51,0-100

Tabell 4 Konsekvensklassifisering

Konsekvens	Mindre alvorlig	Alvorlig	Meget alvorlig
Poeng	0-6	7-22	23-45
Prosent	0-13,3	15,6-48,9	51,1-100

Faregrad – og konsekvensevalueringene er grunnlaget for bestemmelse av risikoklasse: risiko = % faregrad x % konsekvens. Risiko er inndelt i fem klasser, hvorav 5 er høyeste risiko.

Tabell 5 Risikoklasser

Risikoklasse	1	2	3	4	5
Poeng	0-166	167-628	629-1905	1906-3203	3204-10000

5 Resultater av evalueringen

Kartleggingen har resultert i at 44 områder er lokalisert som potensielt skredfarlige. Disse er opplistet i Vedlegg C ”Nøkkeldata for kvikkleiresoner innenfor kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei.” Resultatene av evalueringen er presentert på temakartene, henholdsvis for faregrad, konsekvens og risiko, kartbilag 01-06, 07-12 og 13-18. Fordelingen av antall soner mellom de ulike klassene, er som følger:

Faregrad

Klasse:	Høy	Middels	Lav
Antall soner:	1	25	18

Konsekvens

Klasse:	Meget alvorlig	Alvorlig	Mindre alvorlig
Antall soner:	0	12	32

Risiko

Klasse:	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
Antall soner:	0	0	6	19	19

6 Tiltak

NGI anbefaler at det utføres supplerende grunnundersøkelser for soner i de høyeste risikoklassene, klasse 4 og 5. Likeledes bør dette vurderes også for soner i faregradklasse ”høy”, som ikke er kommet i risikoklassene 4 og 5.

Behovet for supplerende undersøkelser skyldes at evalueringen, som oftest, er basert på lite informasjon om grunnforholdene. De supplerende undersøkelsene skal gi grunnlag for en forbedret evaluering av faregraden, samt gi grunnlag for en gjennomføring av stabilitetsanalyser slik at behovet for eventuelle sikringstiltak kan bestemmes.

Faregradevaluering, utført på grunnlag av mangelfull informasjon om grunnforholdene, skal være noe konservativ/forsiktig antatt. Det vil si at sonen kan være angitt for stor, det kan være angitt sone hvor det ikke er reell fare for kvikkleireskred, eller faregraden kan være estimert for høyt. Supplerende undersøkelser vil bedre grunnlaget for vurdering av disse forholdene.

Innenfor kartbladene 1927-I, 1927-III og 2027-IV har sonen Bardal kommet i høyeste faregrad. For denne sonen anbefales det utført supplerende undersøkelser. Slike undersøkelser kan vise at det bør gjennomføres sikringstiltak. Hensikten med de supplerende undersøkelsene er å oppnå en best mulig bestemmelse av sikkerheten mot skred, samt å vurdere behovene for stabiliserende og/eller erosjonssikrende tiltak.

7 Plan- og byggesaksarbeid innefor faresoner

Utbygging innenfor kvikkleiresoner er en stor utfordring idet det må tas stilling til vanskelige stabilitetsmessige spørsmål. For det første må stabiliteten for hele faresonen analyseres. Dette gjøres for å vurdere hvorvidt det kan inntreffe skred av slikt omfang at utbygningsområdet kan bli truet. Utbygningsområdet må friskmeldes med hensyn til slike skred før utbygging kan påbegynnes. Likeledes må det vurderes om byggevirksomheten i seg selv kan føre til at skred blir utløst, i byggefasen eller etter utbygging. Utbygging vil imidlertid ofte være mulig, men under forutsetning av gode retningslinjer og at prosedyrer blir fulgt.

NVE har i samarbeid med geotekniske konsulenter, utarbeidet retningslinjer til hjelp i arbeidet med plan- og byggesaker innenfor faresoner. Det henvises til rapportens Vedlegg A ” Veiledning: Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper”. Retningslinjene er i prinsippet basert på at det stilles krav til geotekniske utredninger og ROS-analyse avhengig av byggeprosjektets alvorlighetsgrad.

Som det fremgår av Vedlegg A, kan det gjennomføres enkelte mindre inngrep i faresoner uten at det er behov for grunnundersøkelser eller geoteknisk assistanse. Vedlegg B ” Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner” gir råd om hvordan slike arbeider skal kunne gjennomføres på en sikkerhetsmessig tilfredsstillende måte.

8 Plan- og byggesaksarbeid utenfor faresoner

Det skal gjøres oppmerksom på at det kan finnes skredfarlige kvikkleireområder også utenfor de angitte faresonene. En rekke viktige historiske skred i for eksempel Stjørdal kommune ligger utenom kartlagte faresoner, bla. ved Hegra og Lånke. Faresonene er resultat av en regional kartlegging og har først og fremst hatt som mål å lokalisere og klassifisere områder hvor det kan være fare for store kvikkleireskred. Det er derfor alltid nødvendig at forekomster av kvikkleire kartlegges og skredfare vurderes ved inngrep i områder med marin leire. Dersom kvikkleire blir påvist og topografien tilsier at skredfare kan være tilstede, anbefales at de samme krav legges til grunn for den geotekniske prosjekteringen som ved byggevirksomhet innenfor faresoner.

9 Referanser

/1/ Norges Geotekniske Institutt. Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport 20001008-2, rev. 2, datert 16. desember 2002

/2/ Norges Geotekniske Institutt. Kvikkleirekartlegging av kartbladene Mo i Rana- 1927 I, Elsfjord- 1927 III & Storforshei- 2027 IV. Grunnundersøkelser. Rapport 20081080-00-8-R, datert 11.12.2009.

Rapporter benyttet i kartleggingen i delområdene

Drevja

/3/ NSB. Geoteknisk kontor. Leirras den 2. oktober 1947 mellom Drevja og Toven stasjoner. Rapport GK 683, datert 10. november 1947.

/4/ NSB. Geoteknisk kontor. Glidninger i fyllingsskråning og grunnundersøkelse. Fylling ved Kummernes. Drevja. Rapport GK 684, datert 12.november 1947.

/5/ NSB. Geoteknisk kontor. Glidninger i fyllingsskråning ved Bjorhus, Toven. Rapport GK 2911, datert 6. februar 1962.

/6/ NSB. Geoteknisk kontor. Glidninger i fyllingsskråning ved Smalburemmen, Toven. Rapport GK 2912, datert 8. februar 1962.

/7/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3721, datert 14. januar 1971.

/8/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3720, datert 14. januar 1971.

/9/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3723, datert 14. januar 1971.

/10/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3724, datert 14. januar 1971.

/11/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3725, datert 14. januar 1971.

/12/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3726, datert 14. januar 1971.

/13/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3729, datert 14. januar 1971.

/14/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3732, datert 14. januar 1971.

/15/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3733, datert 14. januar 1971.

/16/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3722, datert 24.november 1972.

/17/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3730, datert 24.november 1972.

/18/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3728, datert 27. november 1972.

/19/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3731, datert 27. november 1972.

/20/ NSB. Geoteknisk kontor. Systematiske grunnundersøkelser, Drevja-Toven. Rapport GK 3727, datert 30.november 1972.

Bardal

/21/ Norges Geotekniske Institutt. Jordskred på gården Jordbakken, Bardal i Leirfjord. Rapport 79024-1, datert 24. juli 1979.

/22/ Statens vegvesen, Nordland. Utbygningsavdelingen. Grunnundersøkelser. Rv 808-05: Leirvik-Levang X17. Parsell: Vassdalsvatnet-Engen. Rapport Wh-734-02 nr. 1, datert 30. juli 1997.

/23/ Statens vegvesen, Nordland. Utbygningsavdelingen. Grunnundersøkelser. Rv 808-05: Leirvik-Levang X17. Parsell: Ras ved Vassdal. Etterberegning/vurderinger av raset. Rapport Wh-734-02 nr. 3, datert 20. januar 1998.

/24/ Kummeneje, Scandiaconsult. Leirfjord kommune, Ras i Vassdalsbygda. Skredfare ved gnr. 98 bnr. 1 og 2. Grunnundersøkelser. Datarapport, datert 30. januar 1998.

Hemnesberget

/25/ Kummeneje, Scandiaconsult. Hemnes kommune. Vannbehandlingsanlegg Geitvika, Hemnesberget. Grunnundersøkelser, geoteknisk vurdering. Rapport 13001 nr. 1, datert 15. desember 1999.

/26/ Statens vegvesen. Riksvei 808, Finneidfjord-Hemnesberget. Grunnundersøkelser Sundsbukta. Rapport 2005/41536-008, datert 28. februar 2006.

/27/ Statens vegvesen. Riksvei 808-01, Varpen x E6-Hemnesberget. Sundsbukta. Geoteknisk sammendrag. Rapport 2005/41536-011, datert 20. juli 2006.

/28/ Rambøll. Åsen industriområde, Hemnes kommune. Grunnundersøkelser. Rapport 6061103 nr. 1, datert 17. januar 2007.

/29/ Multiconsult. Hemnes kommune, boligområde Åsen. Grunnundersøkelser, orienterende geoteknisk vurdering. Rapport 412517-1, datert 16. juli 2007.

/30/ Multiconsult. Hemnes kommune, boligområde Høghågen. Grunnundersøkelser, orienterende geoteknisk vurdering. Rapport 412518-1, datert 18. juli 2007.

Alteren

/31/ Multiconsult. Norwegian Talc Altermark AS. Ny adkomstvei til ny talkgruve. Orienterende grunnundersøkelser, geoteknisk vurdering. Rapport 300711-1, datert 1. november 2001.

/32/ Multiconsult. Norwegian Talc AS. Ny gruve, Altermark. Grunnundersøkelser. Rapport 411330-5, datert 9. juni 2006.

Rana

/33/ NSB. Geoteknisk kontor. Forslag til stabilisering av fylling v/Langneset. Rapport Gk 418, datert 26. september 1941.

/34/ NSB. Tverrånes skjæring. Grunnundersøkelser Gk. 2362, datert 26. november 1956.

/35/ Norges Geotekniske Institutt. Grunnundersøkelser for Nord-Rana Sykehus, Mo i Rana. Rapport O.451, datert 22. januar 1957.

/36/ NSB. Geoteknisk kontor. Gullsmedvikskjæringen ved Mo i Rana. Grunnundersøkelse Gk 2097, datert 28. januar 1957.

/37/ Statens vegvesen. Veglaboratoriet. Geoteknisk seksjon. Geoteknisk forhåndsvurdering av vegprosjekt ved Revelåa, Mo i Rana. Rapport W 25, datert 23. april 1964.

/38/ Norges Geotekniske Institutt. A/S norsk jernverk. Grunnundersøkelser i forbindelse med skredfare innerst i Ranafjorden. Rapport 71005-1, datert 18. oktober 1972.

/39/ Norges Geotekniske Institutt. A/S norsk jernverk. Grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering i forbindelse med utglidning nedenfor stålverket. Rapport 71005-2, datert 14. november 1972.

/40/ Norges Geotekniske Institutt. A/S norsk jernverk. Stabilitetsvurdering av skråning mellom stålverket og Revelåga i forbindelse med planlagt utbygging. Rapport 71005-3, datert 10. desember 1973.

/41/ NSB. Geoteknisk kontor. Avsporing av malmtog mellom Mo i Rana og Storforshei 17. februar 1976. Rapport 4055, datert 3. september 1976.

/42/ NSB. Geoteknisk kontor. Utglidninger på Nordlandsbanen 10.11.1978. Erosjonsskred ut mot Ranaelva. Rapport Gk 876, datert 20. november 1978.

/43/ Statens vegvesen. Veglaboratoriet. Grunnundersøkelser for E6. Finneidfjord-Dalselv, Dalselvbukta. Rapport W-162 C 01, datert 11. januar 1979.

/44/ Noteby. A/S Norsk Jernverk. Rana Gruber. Utlastningsanlegg Gullsmedvik. Geotekniske grunnlagsdata for anbud på fundamentering og mudring. Rapport 18547-6, datert 18. februar 1985.

/45/ Noteby. A/S Norsk Jernverk. Rana Gruber. Utlastningsanlegg Gullsmedvik. Sammenstilling av data etter utrasning 15. februar 1987. Rapport 18547-9, datert 13. mai 1987.

/46/ Noteby. A/S Norsk Jernverk. Rana Gruber. Utlastningsanlegg Gullsmedvik. Årsaken til raset 15. februar 1987. Rapport 18547-10, datert 14. mai 1987.

/47/ Norges Geotekniske Institutt. Storebrand/Norden. Vurdering av geoteknisk årsak til utglidningen av norsk jernverks utskipningsanlegg i Gullsmedvik, Mo i Rana. Rapport 87014-1, datert 20. mai. 1987.

/48/ Noteby. A/S Norsk Jernverk. Rana Gruber. Utskipningskai Gullsmedvik. Poretrykksmålinger etter utrasningen 15. februar 1987. Rapport 18547-11, datert 10. desember 1987.

/49/ NSB. Geoteknisk kontor. Nordlandsbanen. Stabilitetsvurderinger v/fyllingsarbeider langs jernbanen utført av vegkontoret, Nordland. Parsell Tverrånes-Lyngheim. Rapport Gk 4350, datert 9. mai 1990.

/50/ Statens vegvesen. Transportplan Mo i Rana. Parsell: Lyngheim-Tverrånes. Rapport WH-11-04 nr. 1, datert 16. juni 1990.

/51/ Multiconsult. Rana kommune. Hovedvannledning Klokkerhagen. Geoteknisk vurdering av gravetrasé. Notat 412229, datert 23. januar 2007.

/52/ Multiconsult. Rana kommune, Jotnadalen, Gruben. Grunnundersøkelser, geoteknisk vurdering. Rapport 413090-1, datert 2. juli 2008.

/53/ Multiconsult. Rana kommune. Vannrenseanlegg, Hammeren. Grunnundersøkelser. Rapport 413091-1, datert 3. juli 2008.

Rapport nr.: 20081080-00-8-R
Dato: 2009-12-11
Rev. dato:
Side: A1
Rev.:

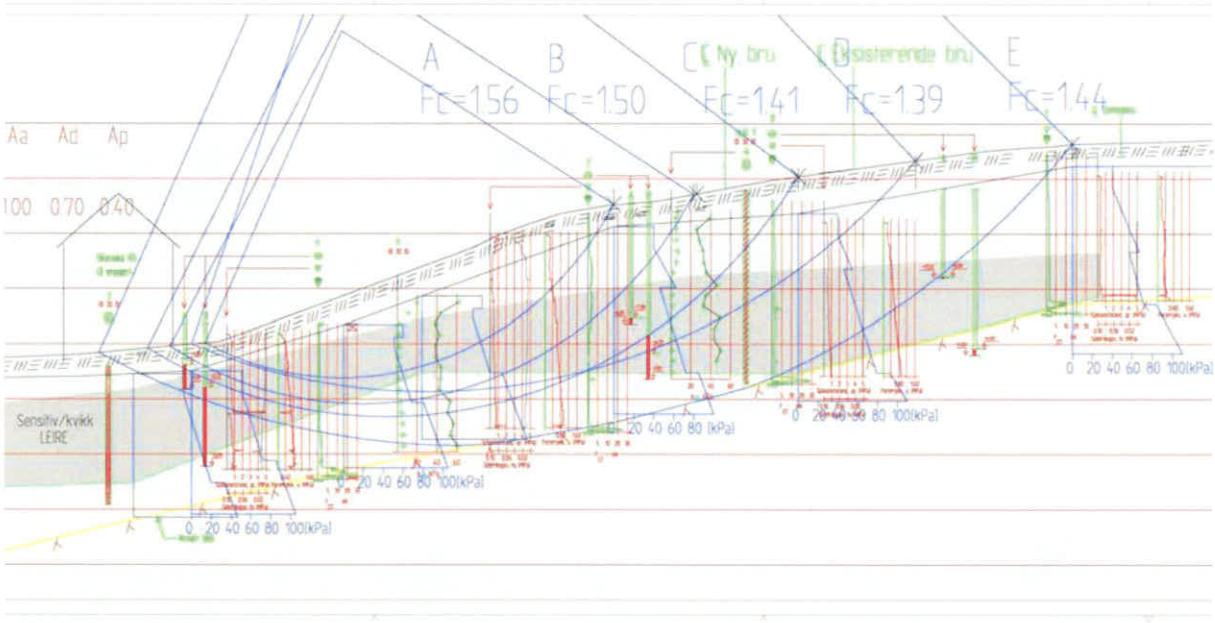
Vedlegg A - Vedlegg 1 - NVEs retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag

Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper

Vedlegg 1

Veileder:

Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper



Denne veilederen er utarbeidet i tilknytning til NVEs "Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag".

INNHOLD

Forord 5

1 Formål/virkeområde og problemstilling 7

2 Definisjoner/terminologi 7

3 Krav til sikkerhet 11

3.1 Forklaring til tabell 3.1 12

4 Krav til geotekniske utredninger i arealplanlegging og byggesaksbehandling 14

4.1 Generelt 14
4.2 Utredning av potensiell fare (kommuneplan og kommunedelplan) 15
4.3 Utredning av reell fare 17
4.4 Byggesak 18

5 Krav til grunnundersøkelser 18

5.1 Omfang og type 18
5.2 Kvalitet 19

6 Krav til stabilitetsvurderinger 19

6.1 Materialparametre 19
6.2 Vurdering av skredtyper 20
6.3 Analysemetoder 20

7 Krav til kontroll 21

8 Tiltak 21

9 Referanser 21

FORORD

Som en del av NVEs "Program for økt sikkerhet mot leirskred" er det gjennomført en risikoklassifisering av tidligere kartlagte, potensielt skredfarlige kvikkleiresoner. NGI har bistått i dette arbeidet. Erfaringene fra denne klassifiseringen, blant annet gjennom en utstrakt kontakt med kommunene, har vist at hensynet til skredfare i kvikkleiresoner ikke har vært tilstrekkelig ivaretatt i kommunal arealplanlegging og byggesaksbehandling. NVE har derfor revidert og utvidet sine retningslinjer for arealplanlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag til også å inkludere kvikkleireområder og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.

Erfaringene har også vist at det er behov for prosedyrer og retningslinjer som sikrer en bedre samhandling mellom forvaltning og geoteknisk bransje i utredning og dokumentasjon av skredfare i arealplanlegging og byggesaksbehandling. NVE har på bakgrunn av dette henvendt seg til den geotekniske bransjen og bedt utvalgte representanter fra fagmiljøet i Norge utforme en veileder for vurdering av områdestabilitet ved utbygging i terreng der jordarter med sprøbruddegenskaper kan medføre fare for skred. Følgende personer/firma har deltatt i utvalget:

Signe Kirkebø, Multiconsult, Odd Musum og Einar Lyche, Rambøll, Elisabeth Gundersen og Frode Oset, Vegdirektoratet, Odd Gregersen, NGI, Arne Engen, NGI/Norconsult og Erik Endre, NVE. Utvalget har vært ledet av Arne Engen. Utkast til veileder er sendt til NTNU for kommentarer under arbeidets gang. Alle som har bidratt til veilederen takkes.

Vi håper veilederen vil bidra til en kvalitetsmessig god og mest mulig lik vurdering av stabilitet i kvikkleireområder og andre jordarter med tilsvarende egenskaper.

Veilederen har vært offentlig tilgjengelig på NVEs nettsider siden 1. juli 2008, da den ble publisert som et vedlegg til NVEs retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag. Det er nå gjort enkelte justeringer av veilederen både i struktur og innhold.

Oslo, mars 2009

Steinar Schanche (sign.)

1 FORMÅL/VIRKEOMRÅDE OG PROBLEMSTILLING

Formålet med denne veilederen er å bidra til å forebygge skredulykker i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, heretter kalt sprøbruddmateriale, ved at det blir tatt nødvendig hensyn til fare for skred i kommunal arealplanlegging og i byggesaker. Veilederen er ment for det geotekniske fagmiljøet i Norge, og skal bidra til en kvalitetsmessig god og mest mulig lik vurdering av stabilitet i disse områdene.

Selv om veilederen er relativt detaljert på enkelte områder, er den ikke ment å være en lærebok i vurdering og beregning av stabilitet i naturlige skråninger med sprøbruddmaterialer. For mer detaljert beskrivelse av metodikk henvises det for eksempel til ref. /1/, /2/, /3/, /4/ og /5/. Eksempler på alminnelig akseptert praksis er gitt i ref. /6/, /7/ og /8/.

Veilederens innhold samsvarer med og utdyper NVEs "Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag", ref. /9/.

Veilederen gjelder for ny bebyggelse, herunder også ny utbygging i områder med eksisterende bebyggelse, og er utarbeidet med tanke på å tilfredsstille kravet om sikkerhet mot skredfare i plan- og bygningsloven § 68 og Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK).

For eksisterende bebyggelse foreligger det ingen tilsvarende krav i lovverket om sikkerhet mot skred. Myndighetenes bidrag til sikringstiltak vil være avhengig av disponible budsjettmidler. For områder med eksisterende bebyggelse vil en ut fra samfunnsøkonomiske hensyn ofte måtte akseptere at sikkerheten mot skred ikke kan heves til et nivå som kreves for ny utbygging. De tekniske og økonomiske mulighetene for gjennomføring av stabiliserende tiltak vil være avgjørende for videre arealbruk.

Utrednings- og dokumentasjonskrav beskrevet i denne veilederen vil på enkelte områder innebære en skjerping av tidligere praksis i bransjen. Dette gjelder spesielt vurdering av skreds utstrekning. Skred i områder med sprøbruddmaterialer kan som kjent bli svært omfattende. Dette innebærer at fareutredning, inklusive utredning av stabiliserende tiltak ikke skal avgrenses av den aktuelle planens eller byggesakens areal. Risikoreduserende tiltak (stabiliserende tiltak o.l.) må ofte skje utenfor (og til dels i betydelig avstand fra) det området som planen eller byggesaken omfatter.

2 DEFINISJONER/TERMINOLOGI

Med **skred** i denne veilederen menes skred i **kvikkleire** og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, benevnt "**sprøbruddmateriale**".

Faregrad: Sannsynligheten for skred.

Konsekvens: Skadeomfang dersom et skred inntreffer.

Kvikkleire: Leire som i omrørt tilstand er flytende, dvs. omrørt skjærstyrke < 0,5 kPa, ref. /26/.

Løsneområde: Det området som sklir ut.

Materialfaktor, γ_M: Partialfaktor for en jordparameter (materialegenskap) som også tar hensyn til modellusikkerhet, ref. /21/.

Omrørt skjærstyrke: Skjærstyrke etter at leira er fullstendig omrørt.

Progressivt brudd: Et brudd som utvikler seg ved en gradvis reduksjon i styrke langs et kritisk glideplan, initiert av lokal styrkeoverskridelse.

Retrogressivt skred: Et skred som utvikler seg bakover fra et initialskred, normalt ved at bruddkanten er ustabil (Rissa-skredet), figur 2.2.

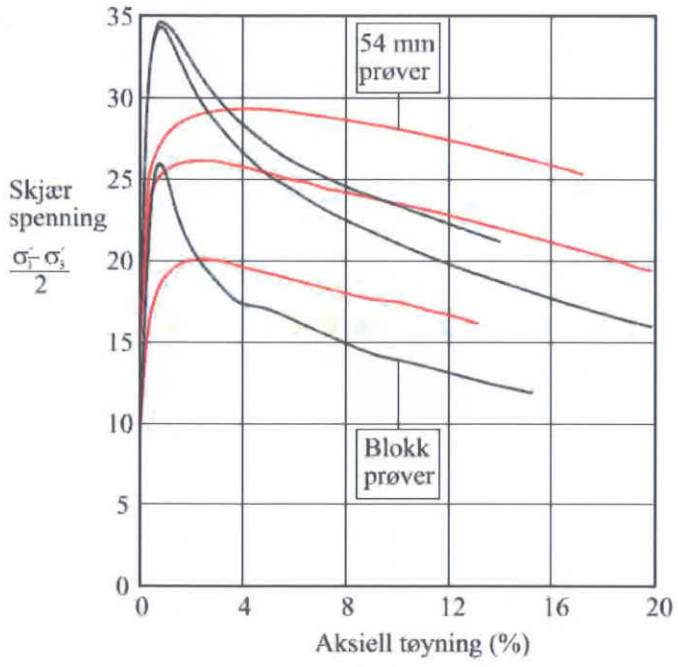
Risiko: Produktet av faregrad og konsekvens.

Sensitivitet, S_t: Forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale.

Sprøbruddmateriale: Jordarter (leire og silt) som utviser en utpreget sprøbruddoppførsel, med betydelig reduksjon i styrke ved tøyninger ut over tøyning ved maksimal styrke, se figur 2.1, det vil si materiale med sensitivitet ≥ 15 og omrørt styrke < 2 kPa.

Utløpsområde: Det området der skredmassene ender opp.

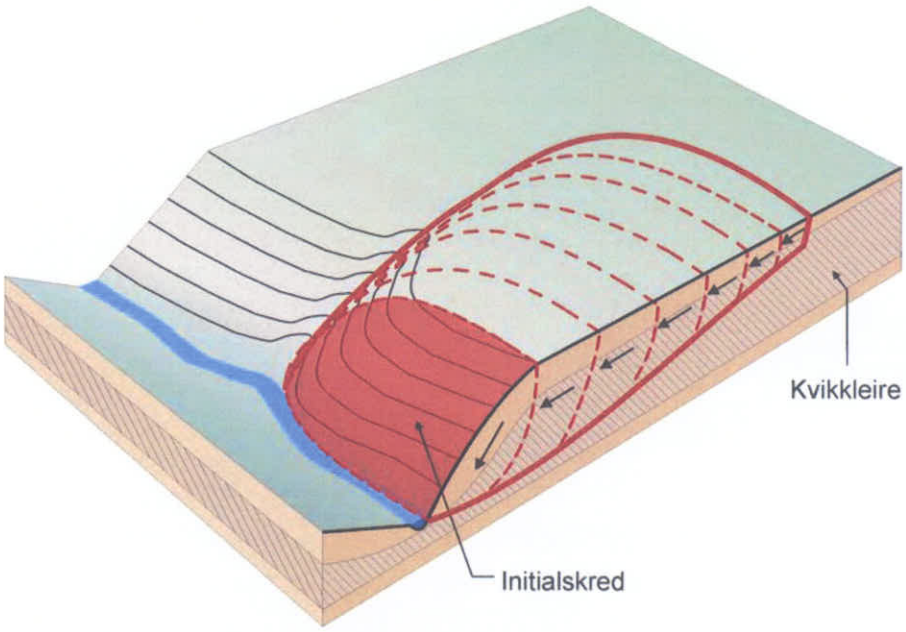
Figur 2.1 viser eksempel på sprøbruddoppførsel fra treaksialforsøk på blokkprøver fra Onsøy, sammenlignet med tilsvarende forsøk på Ø54 mm prøver.



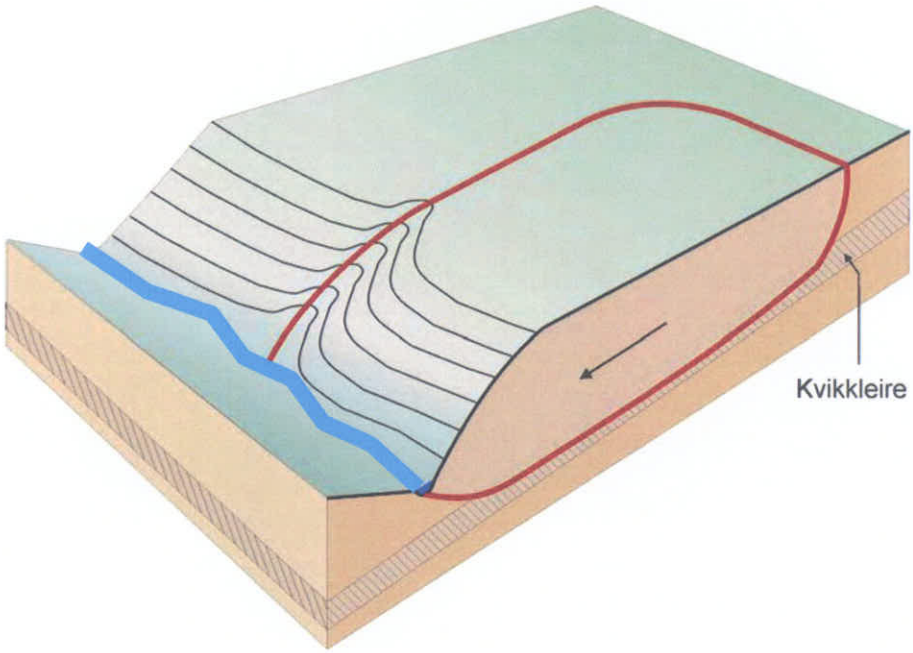
Figur 2.1 Treaksialforsøk på leire fra Onsøy

Aktuelle skredtyper som kan forekomme i områder med sprøbruddmaterialer er initialskred, retrogressivt skred og flakskred. For nærmere beskrivelse av disse skredtypene henvises det til ref. /10/ samt til figurene 2.2 og 2.3 under. Felles for de to skredtypene er at utstrekningen

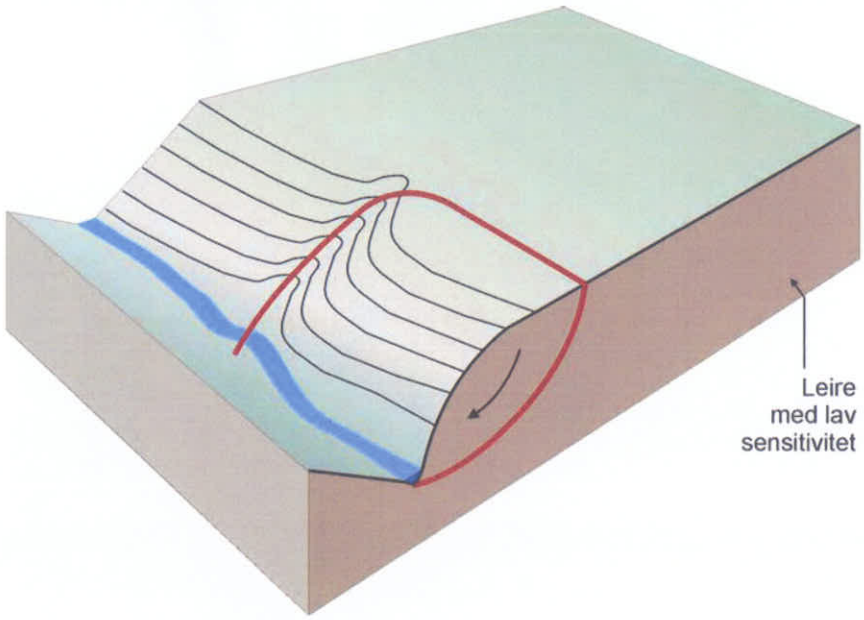
kan bli meget stor. Videre viser figur 2.4 skredtype rotasjonsskred i silt/leire med lav sensitivitet. Skredet vil få et relativt lite omfang.



Figur 2.2 Initialskred og retrogressivt skred



Figur 2.3 Flakskred, utløst ved progressiv bruddutvikling i sprøbruddmateriale



Figur 2.4 Rotasjonsskred

3 KRAV TIL SIKKERHET

Tabell 3.1 gir en sammenstilling av krav til sikkerhetsnivå, vurderinger, beregninger og kontroller som forutsettes utført. Som det fremgår vil kravene avhenge av tiltakskategori (K1-K3) og områdets faregradklasse (lav, middels eller høy). Krav til kontroll vil også avhenge av prosjektklasse (NS 3480).

Kravene som er angitt i tabellen tilfredsstiller kravene til nominell sannsynlighet som beskrevet i TEK og kravet om tilstrekkelig sikkerhet i pbl § 68.

Det henvises for øvrig til ref. /11/ og til ref. /12/.

Tabell 3.1 Krav til sikkerhetsnivå i områder med fare for skred i sprøbruddmaterialer

Tiltakskategori	**Faregradsklasse før utbygging**		
	Lav	**Middels**	**Høy**
K1. Små tiltak uten tilflytting av personer. **Ingen negativ påvirkning på stabilitetsforholdene:** Garasjer, mindre tilbygg, mindre terrenginngrep o.l.	**Krav framgår av Veiledning, ref. /11/**	**Krav framgår av Veiledning, ref. /11/**	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) ikke forverring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480)
K2. Tiltak av begrenset omfang uten tilflytting av personer. **Negativ påvirkning på stabilitetsforholdene:** Private og kommunale veier, grøfter, planeringer, oppfyllinger o.l.	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) ikke forverring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) forbedring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) forbedring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)
K3. Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker og tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner: Boliger, institusjoner, skoler, næringsbygg, VAR-anlegg, sentralt kraftnett o.l.	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) forbedring **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) vesentlig forbedring **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) vesentlig forbedring **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)

3.1 Forklaring til tabell 3.1

Tiltakskategori

Den ansvarlige for geoteknisk prosjektering bestemmer tiltakskategori (K1, K2 eller K3) for det planlagte prosjektet.

K1 gjelder for små tiltak som ikke påvirker stabilitetsforholdene negativt. Tiltaket skal ikke medføre tilflytting av mennesker til området. K1 omfatter for eksempel mindre påbygg, garasjer og andre lette konstruksjoner. I tvilstilfelle bør tiltaket plasseres i K2 eller K3.

K2 gjelder for tiltak av lite/begrenset omfang, men som påvirker stabilitetsforholdene negativt. Tiltaket skal ikke medføre tilflytting av mennesker til området. K2 omfatter påbygg, garasjer, andre mindre konstruksjoner, private og kommunale veier, samt grave- og fyllingsarbeider. I tvilstilfelle bør tiltaket plasseres i K3.

K3 gjelder for alle tiltak som innebærer tilflytting av mennesker til området, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner som VAR-anlegg, sentralt kraftnett og lignende. Større grave- og fyllingsarbeider legges til K3.

Faregradsklasse

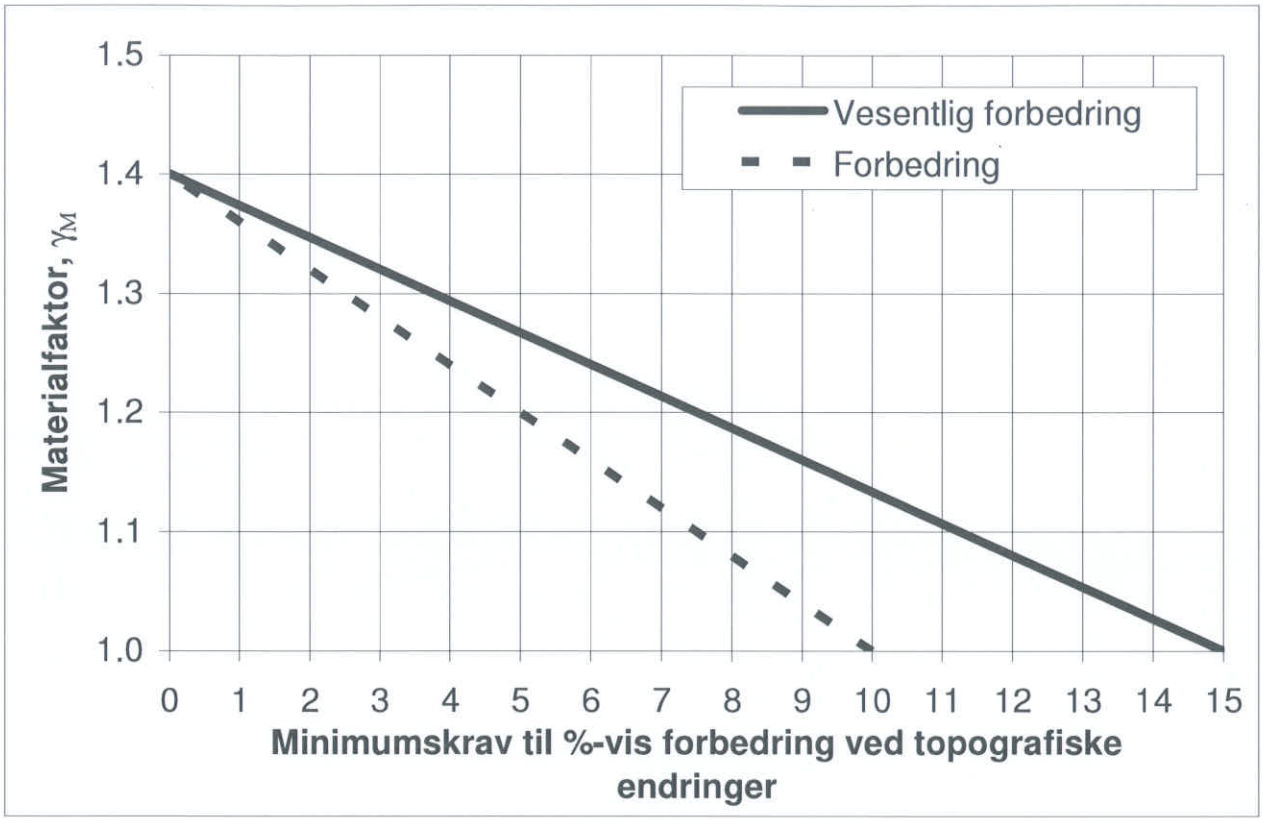
Den ansvarlige for geoteknisk prosjektering bestemmer maksimal utbredelse av en mulig faresone i tilknytning til tiltaket. Viktige faktorer i dette arbeidet vil være topografiske forhold (raviner), utbredelsen av sprøbruddmaterialet (nivå og mektighet) og erosjonsforhold.

Det skal deretter foretas en faregradevaluering av sonen. Faregradevaluering utføres i henhold til prosedyrene gitt i ref. /12/ (utføres for mest kritiske snitt). Tidligere kartlagte faresoner er allerede faregradevaluert for situasjonen før utførelse av tiltak.

Sikkerhetsnivå

Tabellen angir hvilke minimumskrav som stilles til sikkerhet. Som det fremgår kan kravene oppfylles på tre ulike måter:

- Tiltaket gjennomføres iht. "Sikkerhetsmessige vurderinger ved små inngrep i kvikkleiresoner", ref. /11/. Dette er den enkleste form for sikkerhetsvurdering og benyttes ved mindre tiltak (tiltakskategori K1) i områder med lav eller middels faregrad. Betinger ikke assistanse fra geoteknisk rådgiver. I alle andre tilfeller skal det gjennomføres faregradevaluering og stabilitetsanalyser.
- Beregning av absolutt materialfaktor, γ_M. Beregnet materialfaktor: $\gamma_M \geq 1{,}4$. Beregning av materialfaktor betinger relativt omfattende grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger, jfr. anbefalinger gitt i kapittel 5 og 6.
- Beregning av relativ prosentvis forbedring av sikkerheten ved å endre områdets topografi. Kravene til stabilitetsforhold er "vesentlig forbedring", "forbedring", se figur 3.1, eller "ingen forverring" (tiltaket medfører ingen forverring av skråningsstabiliteten).



Figur 3.1 Minimumskrav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer

Generelle kommentarer

Bakgrunnen for at det åpnes for at kravet til sikkerhet kan tilfredsstilles ved å sørge for en minimum prosentvis forbedring av beregnet materialfaktor ved topografiske endringer, er det faktum at dagens situasjon opplagt har en sikkerhet mot utglidning på minst 1,0, siden skråningen står. Den forbedringen av beregnet sikkerhet man da oppnår ved tiltaket, er dermed reell (i motsetning til den absolutte beregnede sikkerheten, som er beheftet med usikkerhet i de valgte styrkeparametrene).

Dersom man beregner en materialfaktor før utbygging under 1,0, må beregnings-forutsetningene revurderes og nye beregninger utføres slik at beregnet materialfaktor før utbygging blir tilnærmet 1,0.

I tillegg til kravene til beregnet sikkerhet som gitt ovenfor, skal utløsende skredfaktorer, som for eksempel erosjon, vurderes og planlegges eliminert ved tiltak eller restriksjoner.

Dersom stabilitetsvurderinger, basert på relativt enkle bestemmelser av leiras styrke, viser lavere sikkerhet enn kravene gitt ovenfor, skal det utføres mer avanserte analyser av sikkerheten mot utglidning. Slike analyser vil betinge at det utføres spesielle laboratorieforsøk for bestemmelse av jordas egenskaper. Dette omfatter bestemmelse av både drenerte og udrenerte parametre avhengig av hvilke bruddtyper som er vurdert å være relevante.

Det presiseres at kravet til prosentvis forbedring gjelder for enhver potensiell glideflate. Dette betyr at det ikke er nok å heve beregningsmessig sikkerhet for den glideflaten som var funnet

å være kritisk før tiltaket. Man må også se på forbedringen av andre glideflater som beregningsmessig har lavere sikkerhet mot utglidning enn $\gamma_M = 1{,}4$. Normalt vil det være tilstrekkelig å sammenligne beregnet γ_M før og etter det planlagte tiltaket for glideflatene som er funnet å være kritisk før og etter tiltaket.

Dersom utbyggingen i et skredutsatt område skal skje i flere etapper og over en relativt lang periode (flere år), er det situasjonen før første utbyggingsetappe som skal legges til grunn som "før-situasjonen" ved vurdering av prosentvis forbedring av tiltak i senere utbyggingsetapper.

Prosjekterende geotekniker skal bruke skjønn ved vurdering av hvorvidt tiltak i tiltakskategori K2 skal plasseres i prosjektklasse 2 eller 3. Skjerpet kontroll av geoteknisk rådgivning utføres for prosjektklasse 3, jfr. NS 3480. Geoteknisk rådgiver har plikt til å informere oppdragsgiver om dette.

Statens vegvesen og Jernbaneverket har egne retningslinjer med krav til undersøkelser og sikkerhet. For prosjektering av statlige veier og jernbane i områder med sprøbruddmaterialer, henvises det til disse retningslinjene, ref. /6/ og /27/.

4 KRAV TIL GEOTEKNISKE UTREDNINGER I AREALPLANLEGGING OG BYGGESAKSBEHANDLING

4.1 Generelt

Kommunen skal styre bruken av kommunens arealer på en best mulig måte. En forutsetning for god arealstyring er tilstrekkelige kunnskaper om fareutsatt areal. Der kommunen ikke har tilstrekkelige kunnskaper om farene må kommunen enten selv utrede dem eller gi utbygger pålegg om dette. Når fareområdene er kjent kan kommunen enten styre utbyggingen unna fareområdene eller gi bestemmelser om at nødvendige sikringstiltak skal være gjennomført før utbygging. Utredning av fare bør skje så tidlig som mulig i planprosessen. I de fleste tilfeller vil det være lite hensiktsmessig å utsette slike utredninger til byggesaken.

Behovet for detaljering og kvalitet på fareutredning vil være forskjellig på de ulike plannivåene (kommuneplan, reguleringsplan/bebyggelsesplan og i byggesak), men den må være tilstrekkelig til å vurdere om planen er gjennomførbar, herunder hvilke sikringstiltak som må kreves.

Fareutredning med utredning av stabiliserende tiltak må omfatte hele det fareutsatte areal (faresone), også den delen av faresonen som ligger utenfor den aktuelle planens eller byggesakens areal. Risikoreduserende tiltak (stabiliserende tiltak o.l.) vil derfor i noen tilfelle måtte skje utenfor (og i stor avstand fra) aktuell plan eller byggesak.

Utrednings- og dokumentasjonskrav beskrevet her er en skjerping av tidligere praksis i bransjen. Det medfører at flere allerede bebygde områder ikke vil ha et sikkerhetsnivå som her er fastsatt for ny utbygging. Dette gir utfordringer ved byggesaksbehandling i slike områder.

I den nasjonale faresonekartlegging av potensielt skredfarlige kvikkleireområder, gjennomført for Sørøst-Norge og Trøndelag, ble minstearealet for områder som skulle kartlegges satt til 10 dekar, og minste høydeforskjeller (skråningskanter) satt til 10 meter. I tillegg var kartgrunnlaget til dels utilstrekkelig. Det kan derfor også i de kartlagte regionene være flere områder med skredfare som ikke er vurdert, i tillegg til de regioner som ikke er kartlagt. I

forbindelse med arealplanleggingen i den enkelte kommune, er det behov for å identifisere slike områder. Faregradsevaluering for disse områdene skal utføres som beskrevet i ref. /12/.

Prosedyren beskrevet under gir råd om utredning tilpasset det utredningsbehov som gjelder for aktuell plan. Generelt skal planen være tilstrekkelig utredet til å avgjøre om den er gjennomførbar innenfor teknisk, økonomisk og miljømessig akseptable rammer og slik at kommunen ikke får et ansvar for videre utredning etter at planen blir et offentlig dokument. Målsettingen er at spørsmål om skredfare skal avklares så tidlig som mulig i planprosessen. Geoteknisk utredning skal avklare følgende forhold:

1. Identifisere fareutsatt areal (utstrekning på faresone)
2. Analysere skredfaren/stabiliteten i faresonen (faregradevaluering, stabilitetsanalyser).
3. Vurdere og eventuelt utrede alternative løsninger for å redusere faren for skred for å få tilfredsstillende sikkerhet for ønsket utbygging.

Anbefalt utredning på de ulike plannivåene:

Kommuneplan/kommunedelplan:
Områder der det er mulig (potensiell) skredfare identifiseres/avgrenses. Dersom det ikke er potensielle faresoner som berører planområdet er planen klarert i forhold til denne typen skred.

Reguleringsplan/bebyggelsesplan:
Dersom det er potensielle faresoner i planområdet utredes skredfaren i sonene i forhold til kravene/sikkerhetsnivåene i kap. 3. Det utredes hvilke stabiliserende tiltak som eventuelt må gjennomføres i og utenfor planområdet for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i samsvar med tabell 3.1 og fig. 3.1. Det lages kostnadsoverslag for tiltakene som grunnlag for å vurdere hvor realistisk planen er før den vedtas.

Byggesak:
Tilstrekkelig sikkerhet dokumenteres i samsvar med kravene i kap 3. dersom dette ikke er gjort i forbindelse med reguleringsplan/bebyggelsesplan. Sikringstiltak planlegges ved behov. Tilstrekkelig sikkerhet dokumenteres for gjennomføringsfasen og for situasjon etter utbyggingen.

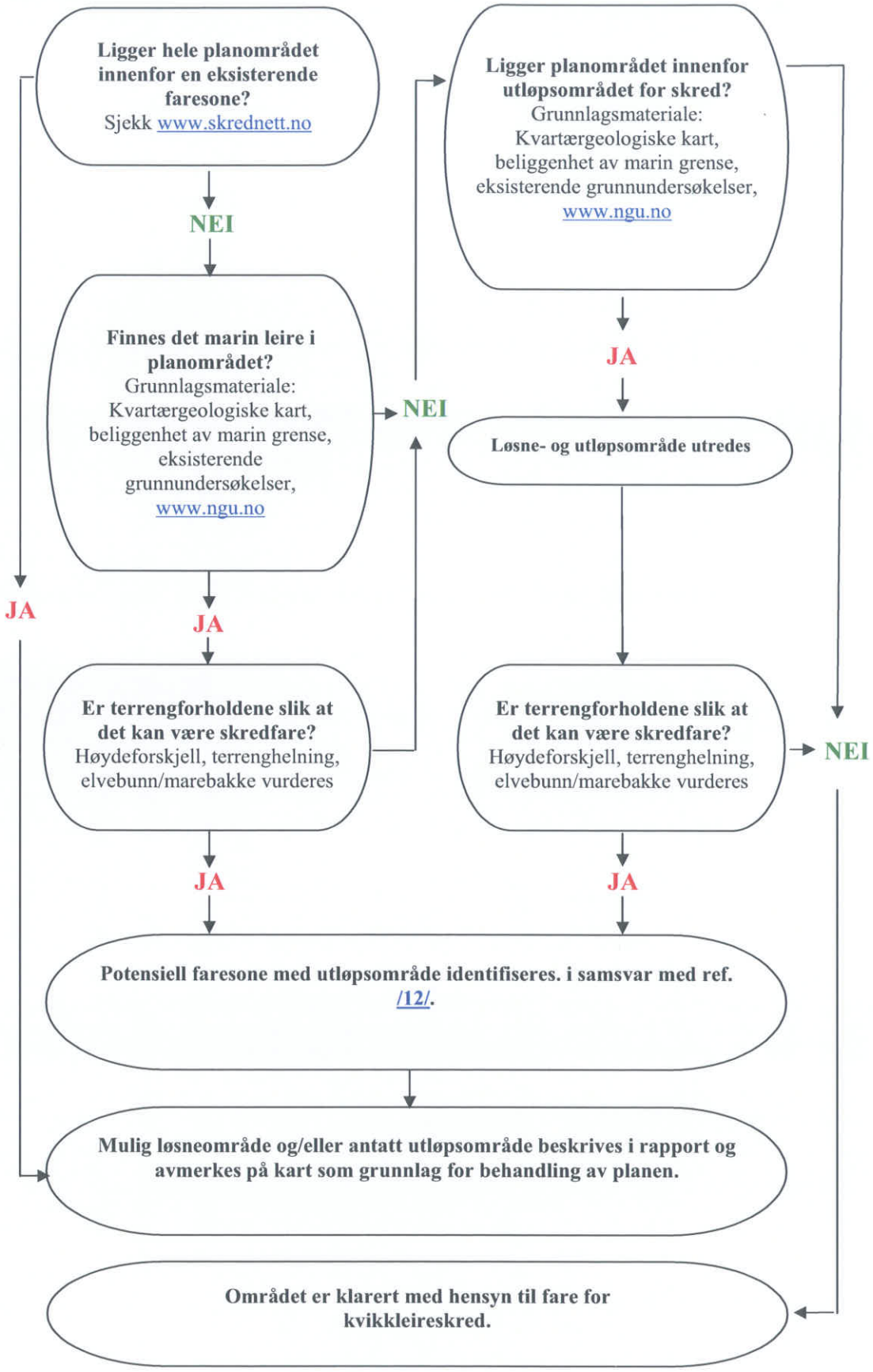
I det etterfølgende er utredninger/vurderinger som bør gjennomføres på de ulike plannivåene nærmere beskrevet.

4.2 Utredning av potensiell fare (kommuneplan og kommunedelplan)

Målet er å finne og avgrense områder som kan være utsatt for skred slik at disse kan avmerkes i kommuneplanens arealdel, kommunedelplan eller som temakart til arealdelen/kommunedelplanen. Vurderingen omfatter kjente faresoner og i tillegg en vurdering av areal med mulig skredfare utenom kjente faresoner.

Utredning omfatter både løsneområder og utløpsområder for skredmasser. Arbeidet omfatter innsamling og evaluering av relevant eksisterende informasjon, ref. /12/.

Flytskjema for de geotekniske vurderingene for utredning av planområder med potensiell fare for kvikkleireskred er vist i figur 4.1.

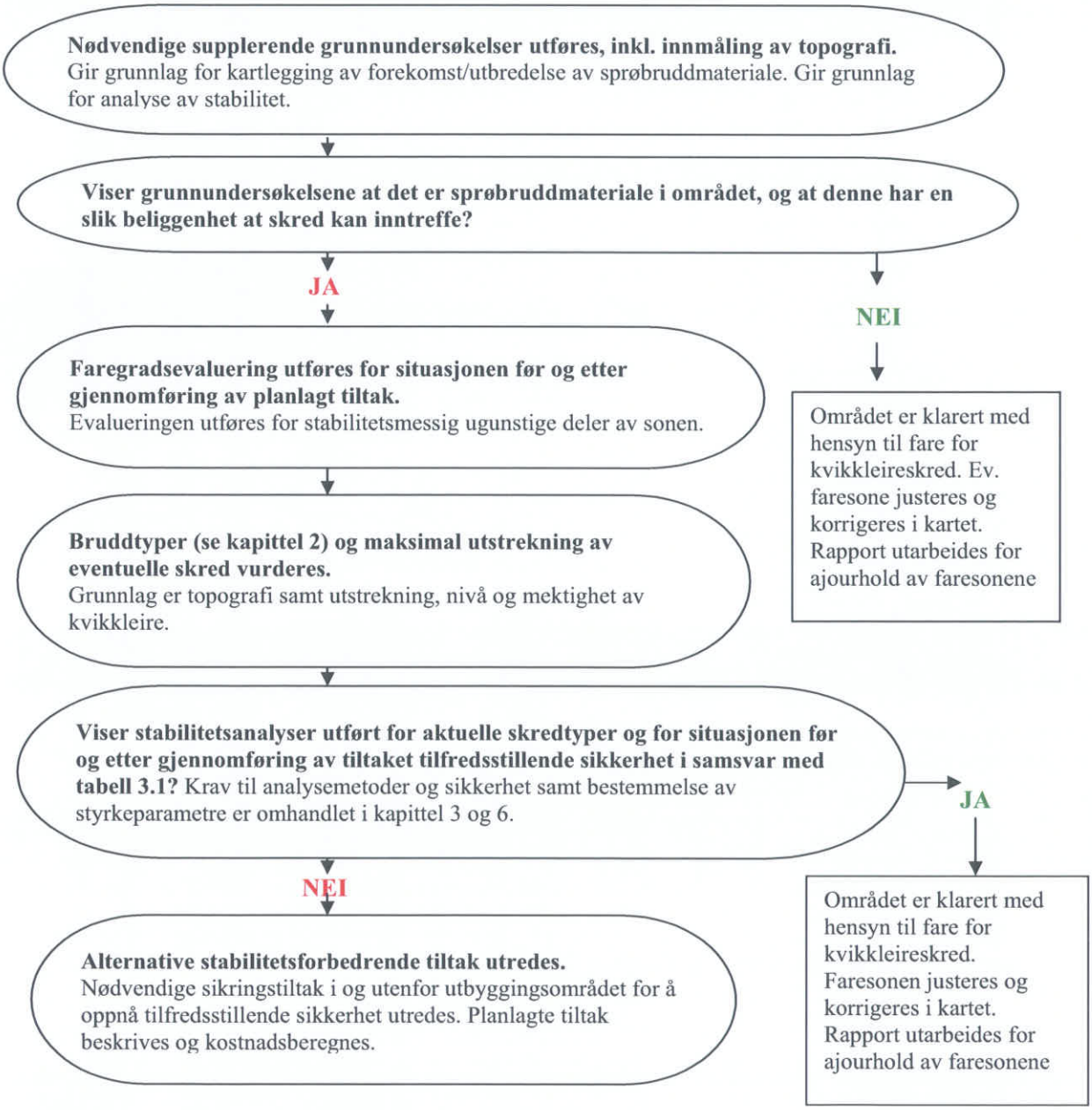


Figur 4.1 Flytskjema for utredning av potensiell skredfare

4.3 Utredning av reell fare (reguleringsplan/bebyggelsesplan)

Utredning av reell fare bør skje i forbindelse med reguleringsplan/bebyggelsesplan. Ved utredning av reell fare skal fareområdene avgrenses og utredes i forhold til kravene/ sikkerhetsnivåene i kap. 3, jf. tabell 3.1 og figur 3.1. Eventuelle nødvendige sikringstiltak i og utenfor planområdet må også utredes i et slikt omfang at en kan dokumentere at planen kan gjennomføres og bebyggelsen kan få tilstrekkelig sikkerhet innenfor teknisk, økonomisk og miljømessig akseptable rammer. I den forbindelse skal faresoners utstrekning justeres og eventuelt deles i mindre soner med bakgrunn i ny informasjon. De geotekniske vurderingene/aktivitetene for utredning av reell fare er vist i figur 4.2 under.

Det forutsettes at arbeidet beskrevet under utredning av potensiell fare (kommuneplan og kommunedelplan) er utført. Hvis ikke bør potensiell fare utredes først for å avklare behovet for mer detaljerte utredninger av reell fare.



Figur 4.2 Flytskjema for vurdering av reell skredfare

4.4 Byggesak

I byggesak skal det dokumenteres at området har tilstrekkelig sikkerhet mot skred. Tilstrekkelig sikkerhet skal dokumenteres for alle faser i utbygningen. Eventuelle nødvendige stabilitetsforbedrende tiltak skal gjennomføres før oppstart av anleggsarbeider som kan påvirke stabiliteten i negativ retning.

Det forutsettes at arbeidet beskrevet under utredning av potensiell og reell fare er utført. Hvis ikke, må dette inngå i arbeidet med byggesaken, se figurene 4.1 og 4.2 over.

Det tilhører prosjekteringsansvaret å finne frem til konkrete sikringstiltak eller løsninger som eliminerer faren eller reduserer den til det nivået hvor bygging/deling kan tillates. Kommunen skal påse at det fremlegges tilstrekkelig dokumentasjon og bør i slike saker alltid vurdere å kreve uavhengig kontroll av prosjekteringen jf. Saksbehandlingsforskriften (SAK) § 30.

I gjennomføringsfasen anbefales det å sikre at sakkyndige har tilstrekkelig kontroll på den faktiske gjennomføringen. Det bør være en klausul om at råd som gis blir tilstrekkelig fulgt opp. Geotekniker bør fraskrive seg oppdrag der det ikke klart fremgår hvordan gjennomføringen skal følges opp av fagkyndig.

Også for tiltak som ikke krever tillatelse eller er meldepliktig etter plan- og bygningsloven, f.eks. enkelte typer av tiltak i landbruket i LNF-områder, må skredfaren vurderes i forhold til sikkerhetsnivå og prosedyrer i kap 3.

5 KRAV TIL GRUNNUNDERSØKELSER

5.1 Omfang og type

Hovedtyngden av grunnundersøkelsene utføres vanligvis i forbindelse med reguleringsplan eller bebyggelsesplan. Dersom de ikke er utført da må de utføres i forbindelse med byggesaken. Grunnundersøkelsene i reguleringsplan skal som et minimum inneholde et tilstrekkelig antall sonderinger (for eksempel dreietrykk- eller totalsonderinger) til å bestemme lagdeling i området samt utstrekning av evt. sprøbruddmateriale. Videre skal det foretas bestemmelse av styrkeegenskaper (for eksempel ved trykksonderinger, prøvetaking eller vingeboringer).

Tolkning av lagdeling og forekomster av sprøbruddmateriale basert på dreietrykksonderinger og totalsonderinger er beskrevet i NGF melding nr 7 (Dreietrykksondering), ref. /13/.

Poretrykksforholdene skal bestemmes på minimum én sentral lokalitet i hver sone. Det skal derfor installeres piezometre i minimum to nivåer på hver lokalitet.

Inhomogene grunnforhold vil betinge mer detaljerte undersøkelser enn homogene forhold. Dette vil gjelde både for kartlegging av lagdeling og utstrekning av sprøbruddmateriale, for bestemmelse av styrkeparametre og for poretrykksforhold. Likeledes vil områder der de topografiske forholdene er varierende, betinge flere boringer enn områder med en ensartet topografi.

5.2 Kvalitet

Grunnundersøkelsene skal utføres i henhold til NGF meldinger nr. 3, Dreiesondering, ref. /14/, nr. 4, Vingeboring, ref. /15/, nr. 5, Trykksondering, CPTU, ref. /16/, nr. 6, Grunnvannstand og poretrykk, ref. /17/, nr. 7, Dreietrykksondering, ref. /13/, nr. 9, Totalsondering, ref. /18/, samt Statens vegvesen, håndbok 015, Feltundersøkelser, ref. /19/.

Kvaliteten på trykksonderinger (CPTU) som skal benyttes til bestemmelse av styrkeparametre, skal tilfredsstille kvalitetsklasse 1 i samsvar med ref. /20/.

Prøver som det utføres laboratorieundersøkelser på, skal være av god kvalitet. Prøvene skal tilfredsstille kravene til kvalitetsklasse 1 i samsvar med ref. /22/. Det henvises også til NGF melding nr. 11, Veiledning for prøvetaking, ref. /23/.

Arbeidet skal utføres av kvalifisert personell med dokumentert kunnskap og praksis i feltarbeid.

I tabell 5.1 under er det gitt et forslag til inndeling i kvalitetsklasser basert på volumtøyning i prosent av totalt volum under konsolidering i laboratoriet til in-situ markspenninger.

Tabell 5.1 Kvalitetsklasser basert på volumtøyning

OCR	$\Delta V/V_0$		
	Kvalitetsklasse 1 Perfekt	**Kvalitetsklasse 1 Akseptabel**	**Kvalitetsklasse 2 Forstyrret**
1,0 – 1,2	< 3,0	3,0 – 5,0	> 5,0
1,2 – 1,5	< 2,0	2,0 – 4,0	> 4,0
1,5 – 2,0	< 1,5	1,5 – 3,5	> 3,5
2,0 – 3,0	< 1,0	1,0 – 3,0	> 3,0
3,0 – 8,0	< 0,5	0,5 – 1,0	> 1,0

6 KRAV TIL STABILITETSVURDERINGER

6.1 Materialparametre

Jordas karakteristiske styrkeparametre bestemmes som forsiktig anslåtte middelverdier.

Det forutsettes at man har oppnådd kvalitetsklasse 1, ref. kapittel 5.2, på forsøkene utført i laboratoriet. Ved valg av karakteristiske styrkeverdier, skal de målte styrkene fra aktive og passive triaksialforsøk samt fra eventuelle direkte skjærforsøk (DSS) tas ut ved samme tøyning for samtlige jordlag (prinsippet om tøyningskompatibilitet). Normalt gjøres dette ved den tøyning som gir den høyeste summen fra aktive-, passive- og DSS-forsøk. Dersom man kun har resultater fra aktive triaksialforsøk, skal valg av anisotropiforhold ta hensyn til kravet om tøyningskompatibilitet. Ref. /25/ beskriver prinsippet om tøyningskompabilitet nærmere, samt angir målte verdier for anisotropiforhold. Det bemerkes at disse anisotropiforholdene ikke tar hensyn til prinsippet om tøyningskompabilitet, og heller ikke til anbefalingen om å redusere maksimalt målt eller utledet aktiv skjærstyrke fra blokkprøver, se under.

Dersom planlagte terrengendringer vil medføre en vesentlig endring i effektivspenningsnivået, skal dette tas hensyn til ved valg av skjærstyrke. Videre skal man ved valg av styrkeparametre ta hensyn til tidsaspekter og tøyningsnivå.

Når man utfører treaksialforsøk på blokkprøver, ser man spesielt på de aktive forsøkene en utpreget sprøbruddoppførsel, selv på lav-sensitive leirer. Udrenert skjærstyrke er dessuten avhengig av belastningshastigheten eller tiden til brudd. Når man legger korrelasjoner mot blokkprøver til grunn for dimensjonering, må det derfor vurderes om mulige effekter av sprøbrudd og tidseffekter bør tas spesielt hensyn til, noe som ikke har vært vanlig når man baserer seg direkte på vanlige 54 mm-prøver. Styrkeparametre bestemt ved den maksimalt målte aktive skjærstyrken ("peak-styrken") fra blokkprøver anbefales derfor normalt redusert med 15 %, ref. /25/.

Ved utledning av udrenert skjærstyrke fra trykksonderinger (CPTU), henvises det til anerkjente korrelasjoner mellom trykksonderinger og laboratorieforsøk på blokkprøver (uten 15 % styrkereduksjon), for eksempel ref. /24/ og ref. /25/. Også her anbefales det at man reduserer den tolkede aktive skjærstyrken med 15 % i meget sensitive/kvikke leirer (sprøbruddmateriale).

Tolkning av vingeboringer med hensyn på skjærstyrke og sensitivitet er beskrevet i ref. /15/, herunder også korreksjon av målte verdier.

Ved bestemmelse av poretrykkene i bakken skal det tas hensyn til eventuelle årstidsvariasjoner.

6.2 Vurdering av skredtyper

Aktuelle skredtyper som kan forekomme i områder med sprøbruddmateriale er vist i kapittel 2. Det skal utføres stabilitetsvurderinger/-analyser for alle skredtyper som er vurdert å være aktuelle.

6.3 Analysemetoder

Sikkerheten mot utglidning av en skråning skal bestemmes både for dagens situasjon med drenert jordoppførsel, og for hendelser som kan medføre udrenert jordoppførsel og bruddutvikling. Oppfylling, erosjon eller annen utgraving i skråning samt ekstrem nedbør er eksempler på hendelser som kan medføre udrenert jordoppførsel og bruddutvikling.

Dagens drenerte tilstand eller en endring som er kritisk etter lang tid, for eksempel en utgraving, analyseres med en drenert aϕ-analyse, mens udrenert tilstand analyseres med en udrenert s_u-analyse. Den udrenerte tilstanden kan også, i tillegg, analyseres med en udrenert aϕ-analyse. Det må i tilfelle tas behørig hensyn til poretrykksoppbygging for de potensielle bruddtyper, samt tas hensyn til anisotropi og sprøbruddoppførsel, tilsvarende som ved s_u-analysen (jf. kapittel 6.1).

Tørrskorpelaget og forvitringssonen skal modelleres som et drenert aϕ-materiale, enten man ser på drenert eller udrenert tilstand. I tørrskorpelaget må da et realistisk grunnvannsnivå modelleres, samt at man må vurdere hvorvidt man kan ha vannfylte sprekker.

Vanligvis bestemmes sikkerhetsfaktor (materialfaktor) mot utglidning av skråninger ved bruk av beregningsprogrammer som er basert på grenselikevektsmetoden, for eksempel en versjon

av lamellemetoden. Alternativt kan man også benytte ulike versjoner av program basert på elementmetoden.

Beregning av skjærtøyninger langs kritisk skjærflate kan i visse tilfeller gi nyttig tilleggsinformasjon for vurdering av faren for skred. På den måten kan man sammenligne beregnet tøyningsnivå med spennings-/tøyningskurver fra gode triaksialforsøk, og dermed få en formening om hvor man ligger på tøyningskurven i forhold til maksimal styrke ("peak-styrke"). I slike tilfeller utføres deformasjonsanalyser, for eksempel basert på elementmetoden. I disse analysene er jordstivhet og relativ stivhet mellom ulike jordlag av betydning for resultatet, i tillegg til de faktorene som inngår i forbindelse med stabilitetsanalyser med grenselikevektsmetoden.

7 KRAV TIL KONTROLL

De geotekniske vurderingene skal utføres av kvalifisert personell. Konkrete utbyggingstiltak i kvikkleireområder vil ligge i prosjektklasse 2 eller 3 i samsvar med NS 3480, jf. tabell 3.1.

For prosjektklasse 2 og 3 vil kontrollen bestå i å gjennomgå prosjektets geotekniske problemstillinger, grunnlagsdata, løsninger og beregninger og påvise eventuelle feil og mangler.

For prosjektklasse 2 vil vanlig kontroll være dekkende. Kontrollen utføres av en annen geoteknisk kyndig person enn den som har utført prosjekteringen.

Alle geotekniske vurderinger og beregninger i prosjektklasse 3 skal gjennomgå en skjerpet kontroll, iht. NS 3480. Kontrollen skal da utføres av en person eller organisasjon som er uavhengig av den geoteknisk prosjekterende (firma/organisasjon).

Gjennomført prosjekteringskontroll skal beskrives og dokumenteres.

8 TILTAK

Dersom analysene viser at det er behov for det, jf. krav til beregningsmessig sikkerhet/forbedring i kapittel 3, skal alternative løsninger samt ulike tiltak for å bedre områdets stabilitet vurderes. Slike tiltak kan være erosjonsbeskyttelse, heving av elve-/bekkeleie, omlegging av elv/bekk, bakkeplanering, bekkelukking, utslaking av bratte partier, drenering i bratte skråninger, grunnforsterkning, lette masser, beplantning/vegetasjon og lignende. Det skal dokumenteres at man ved det/de valgte tiltakene vil oppnå tilstrekkelig sikkerhet av området. Anleggskontroll skal planlegges og gjennomføres i et omfang som beskrevet i NS 3480.

Det presiseres at dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved å benytte tiltak som grunnforsterkning, lette masser etc. (dvs. ikke topografiske endringer), gjelder kravet om at beregningsmessig materialfaktor, $\gamma_M \geq 1{,}4$, etter at tiltaket er utført.

9 REFERANSER

/1/ Transportation Research Board, TRB (1996)
Special report 247
Landslides: Investigation and Mitigation

/2/ Bjerrum, Løken, Heiberg and Foster (1969)
A field study of factors responsible for quick clay slides
Proc. of 7th ICSMFE, Mexico, 1969

/3/ Bjerrum (1973)
Problems of Soil Mechanics and Construction in soft clays
State-of-the-art report to Session 4, Proc. of 8th ICSMFE, Moscow, 1973

/4/ Aas (1981)
Stability of natural slopes in quick clay
Proc. of 10th ICSMFE, Stockholm, 1981

/5/ Karlsrud, Aas and Gregersen (1984)
Can we predict landslide hazards in soft sensitive clays?
Summary of Norwegian Practice and Experience.
Proc. of 4th International Symposium on Landslides, Toronto, 1984

/6/ Statens vegvesen (2006)
Håndbok 016, Fjerde utgave
Geoteknikk i vegbygging

/7/ Engen, Arne (2003)
Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger
Eksempler fra praksis, naturlige skråninger, områdestabilitet
Kurs 20. – 22. mai 2003, Rica Hell Hotell

/8/ Gregersen, Odd (1976)
Jordartsegenskaper
Bestemmelse og anvendelse ved stabilitetsanalyser i leire
Vurdering av en 25 m høy kvikkleireskråning i Båstad i Trøgstad
NIF-kurs 20. – 22. mai 1976, Pers Hotell, Gol

/9/ NVE
Retningslinje nr. 1/2008.
Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag.
Sist revidert 5. mars 2009

/10/ Karlsrud, Kjell (1989)
Skredrisiko i kvikkleireavsetninger
Foredrag Geoteknikkdagen 1989

/11/ NVE/NGI
Sikkerhetsmessige vurderinger ved små inngrep i kvikkleiresoner.
Veiledning

/12/ NGI
Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire.
Rapport 20001008-2, Revisjon 3, datert 8. oktober 2008

/13/ NGF melding nr. 7
Dreietrykksondering

/14/ NGF melding nr. 3
Dreiesondering

/15/ NGF melding nr. 4
Vingeboring

/16/ NGF melding nr. 5
Trykksondering, CPTU

/17/ NGF melding nr. 6
Grunnvannsstand og poretrykk

/18/ NGF melding nr. 9
Totalsondering

/19/ Statens vegvesen (1997)
Håndbok 015
Feltundersøkelser

/20/ ISO/FDIS 22476-1: 2006(E).13
Geotechnical investigation and testing – Part 1:
Electrical cone and piezometer penetration tests

/21/ NS-EN 1997-1: 2004 + NA: 2008
Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering
Del 1: Allmenne regler

/22/ NS-EN 1997-2: 2007 + NA: 2008
Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering
Del 2: Prosjektering basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver

/23/ NGF melding nr. 11
Veiledning for prøvetaking

/24/ Karlsrud, K., Lunne, T. Kort, D.A., Strandvik, S. (2005)
CPTU Correlations for Clays
ICSMGE 2005, Osaka, Japan
NGI-rapport 20041198-1 datert 10. januar 2005

/25/ Karlsrud, Kjell (2003)
Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger
Skjærstyrkeegenskaper av leire og bruk i stabilitetsanalyser
Kurs 20. – 22. mai 2003, Rica Hell Hotell

/26/ NGF melding nr. 2

Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk, Presentasjon av geotekniske undersøkelser

/27/ Jernbaneverket Infrastruktur
Dokumentnummer JD 520
Underbygning, Regler for prosjektering og bygging

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Retningslinjeserien i 2008

Nr. 1 Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag (62 s.)

Vedlegg B - Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner

Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner

Veiledningen legger opp til at sikkerhetsmessige vurderinger av små inngrep i kvikkleiresoner skal kunne gjennomføres av kommuners tekniske etat og landbrukskontor. Det er gitt råd om hvordan ulike inngrep kan gjennomføres slik at faren for store skred ikke blir vesentlig forverret. Prinsippskissene er ment som et hjelpemiddel til å identifisere problemer som man i ulike situasjoner står overfor.

Inngrep i kvikkleiresoner vil ofte innebære en stabilitetsforverring. Konsekvensene kan være dramatiske. Selv relativt små inngrep vil erfaringsmessig kunne resultere i store skred: Båstadskredet i 1974, 70-80 dekar (utløst ved bakkeplanering), Rissaskredet i 1978, 330 dekar (utløst ved oppfylling) og skredet i Hornneskilen i 1983, 20 dekar (utløst ved oppfylling). Det er derfor viktig at rådene gitt i det etterfølgende blir fulgt. Ved tvilstilfeller forelegges prosjektene geoteknisk rådgiver til uttalelse.

Kun faren for store skred inngår i vurderingen. Faren for lokale utglidninger i grøfter, byggegroper, gjennom fyllmasse o.l. må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

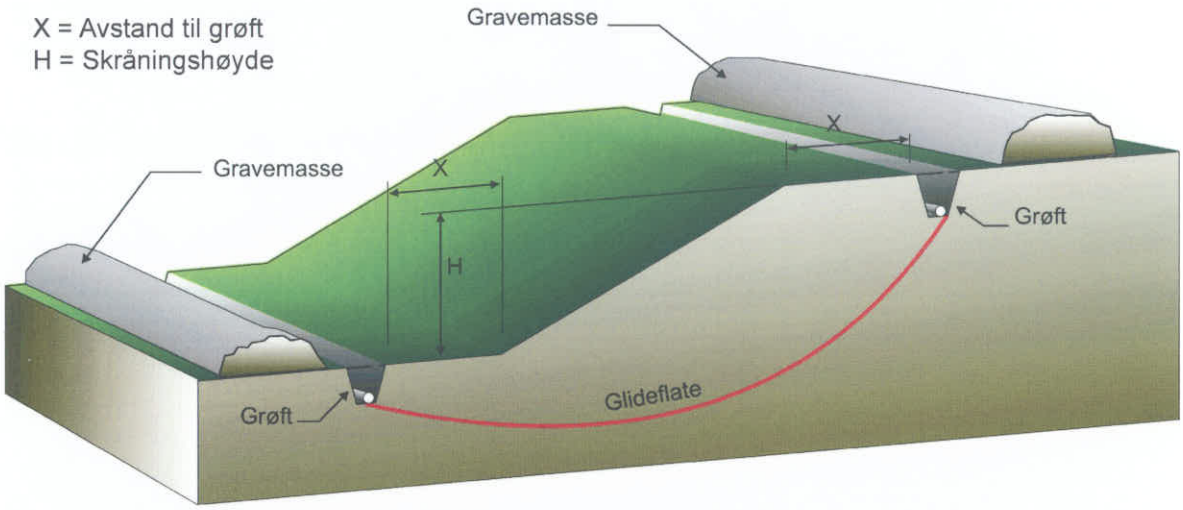
GRAVING AV GRØFTER

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

Grøfter i ravinert terreng

Graving av grøfter i eller i nærheten av en bratt leirskråning vil ha en ugunstig innvirkning på skråningsstabiliteten. Forverringen beror på at man ved grøftingen reduserer lengden på den potensielle glideflate. Herved reduseres også skråningens stabiliserende kapasitet, se fig. 1.

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



Figur 1 Ved graving av grøfter i fot og topp av bratte leirskråninger bør gravemassene plasseres vekk fra skråningen.

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

1. $X > 4H$:

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

2. $4H > X > 2H$:

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

3. $X < 2H$*:*

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

4. I skråningens koteretning:

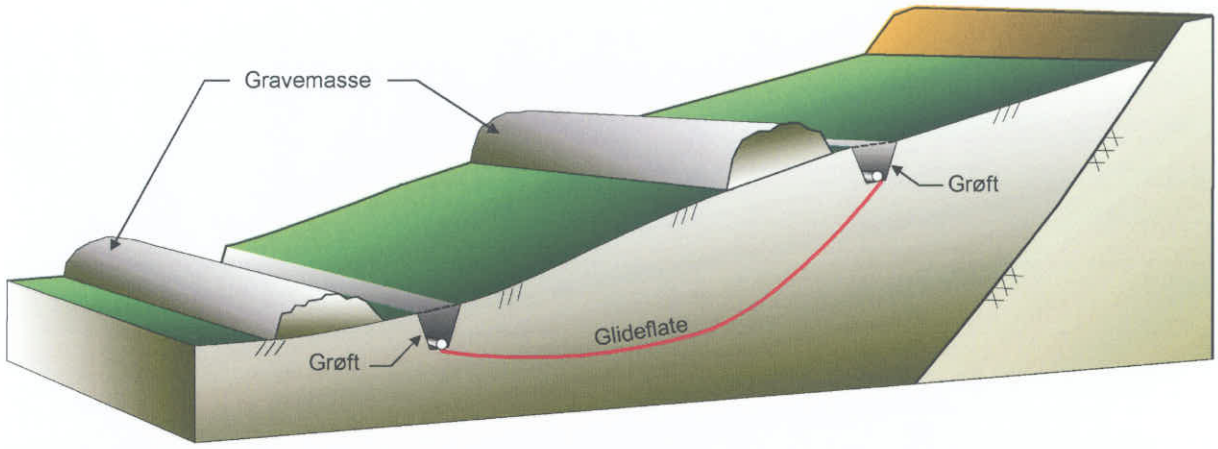
Innvirkningen på skråningsstabiliteten er meget stor. Grøfter frarådes utført uten kontakt med geoteknisk sakkyndig.

5. I skråningens fallretning:

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

Grøfter i jevnt hellende terreng

Graving av grøfter vil ha en ugunstig innvirkning på sikkerheten. Forverringen beror på at grøftingen reduserer lengden på den potensielle glideflate og således reduserer skråningens stabiliserende kapasitet, fig. 2.



Figur 2 Jevnt hellende terreng med grøfter

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

I skråningens koteretning:

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

I skråningens fallretning:

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

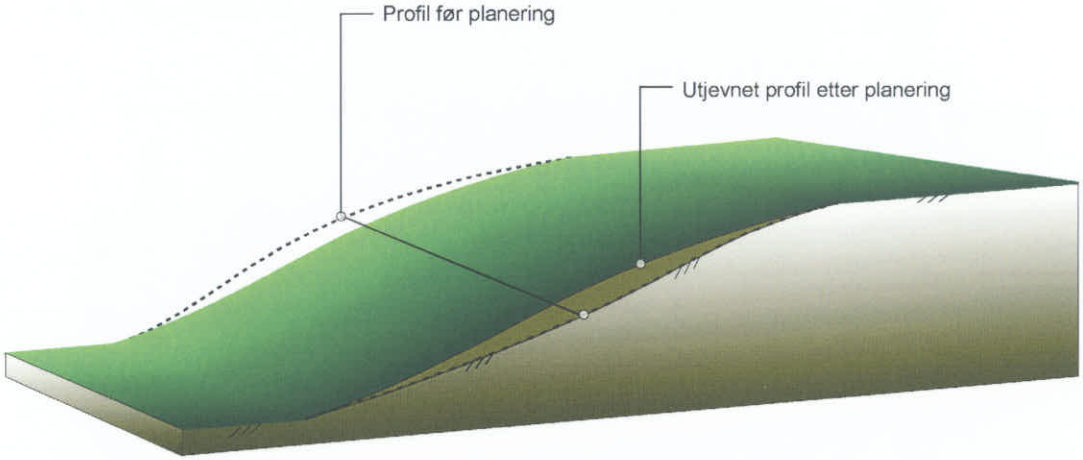
BAKKEPLANERING

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

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

Stabilitetsforhold etter ferdig planering

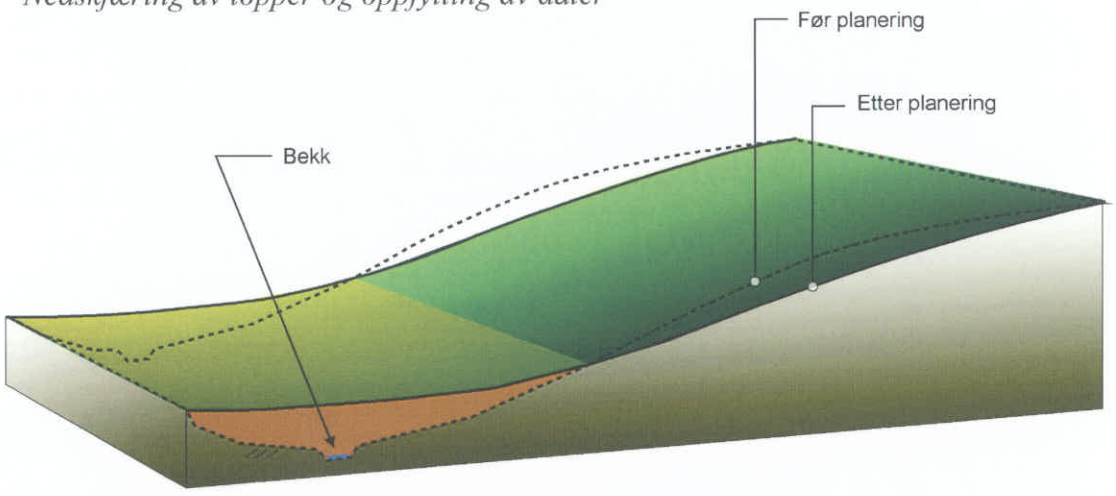
1. Utjevning av mindre lokale rygger og søkk ved sideveis forskyvning av masser



Figur 3 Sideveis planering ved utjevning av mindre lokale rygger og søkk har liten innvirkning på stabiliteten

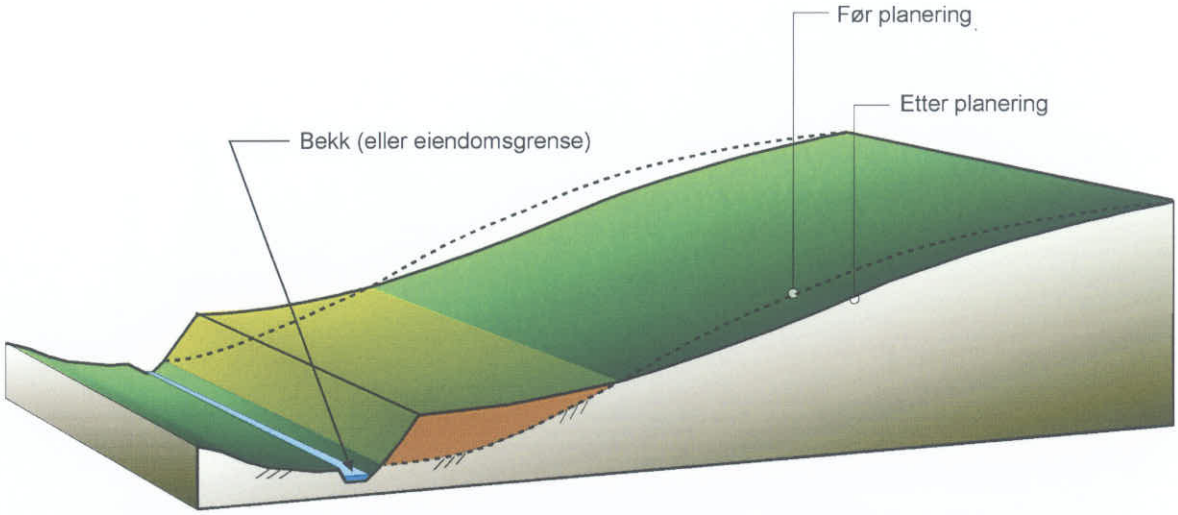
Arbeidet har liten innvirkning på skråningens totale stabilitet og kan utføres når det ikke legges opp større massedepoter under arbeidet.

2. Nedskjæring av topper og oppfylling av daler



Figur 4 Planering ved oppfylling av dalbunnen forbedrer stabiliteten

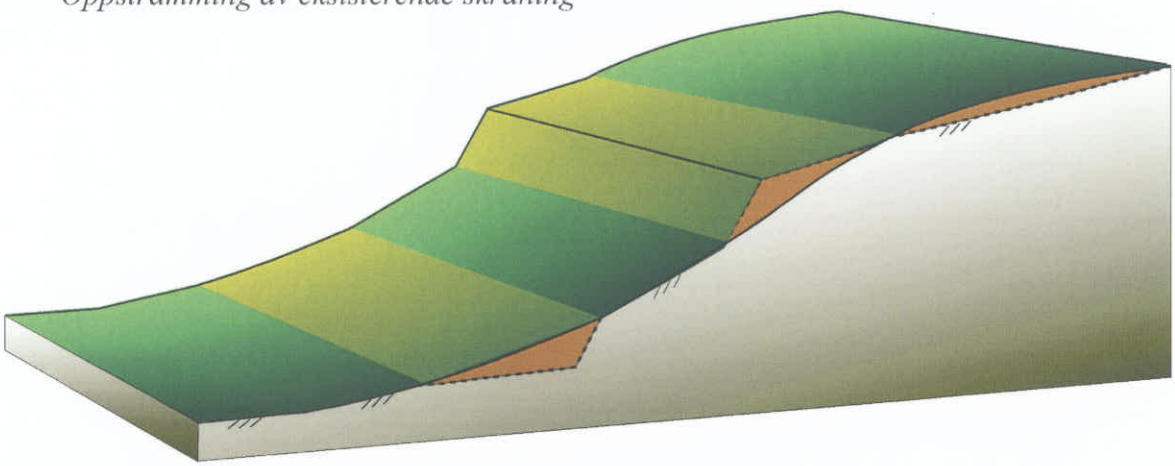
Arbeidet har positiv innvirkning på skråningens totale stabilitet og kan gjennomføres under forutsetning av at arbeidene i anleggsfasen ikke medfører nevneverdig stabilitetsforverring. Dette er behandlet nærmere under "Stabilitetsforhold under planeringsarbeidet".



Figur 5 Oppfylling som avsluttes mot bekk, eiendomsgrense o.l. kan forverre stabiliteten

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

3. *Oppstramming av eksisterende skråning*



Figur 6 Oppstramming av skråning ved utfylling fra topp eller utgraving i fot medfører forverring av stabiliteten.

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

Stabilitetsforhold under planeringsarbeidet

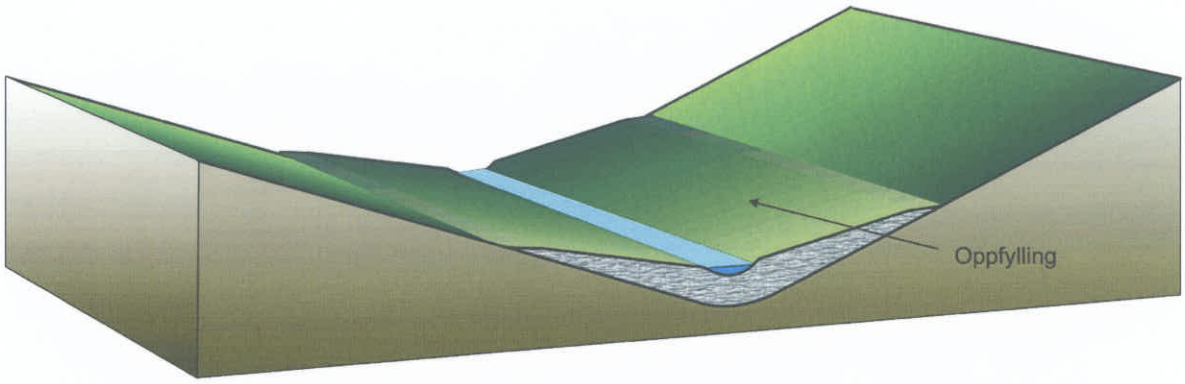
Ved bakkeplaneringsarbeider tar man generelt sikte på nedskjæring av høyereliggende partier og oppfylling av de lavereliggende. Som regel vil derfor bakkeplanering, når den er ferdig utført, kunne innebære en betydelig forbedring av stabilitetsforholdene i et område.

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

1. Etablering av nytt bekkeløp oppå oppfyllingen

Etablering av nytt bekkeløp oppå oppfyllingen betinger lite graving/ tilrettelegging langs skråningsfot forut for oppfylling og er således stabilitetsmessig en gunstig løsning, se fig. 7.

Det er også andre grunner for å velge denne løsningen. Bekker skaper variasjon i landskapet, og mange planter og dyr er knyttet til bekkedragene. Videre bidrar åpne bekker til redusert forurensning nedstrøms, fordi den naturlige renseprosessen i vannet er avhengig av lys. Åpne bekker gir også mindre fare for flomskader, både fordi de normalt har større kapasitet for flomvannet, og fordi de gir bedre muligheter til å kontrollere avrenningsforholdene i flomsituasjoner enn lukkede systemer. Løsningen er benyttet med stort hell mange steder, bl.a. i forbindelse med NVEs sikringstiltak mot leirskred. Både internasjonalt og i en del byer/tettsteder i Norge har en sett verdien av det åpne vannet, og mange steder brukes betydelige ressurser på å gjenåpne tidligere lukkede vassdrag.



Figur 7 Etablering av nytt bekkeløp oppå oppfyllingen er en god løsning både geoteknisk og miljømessig

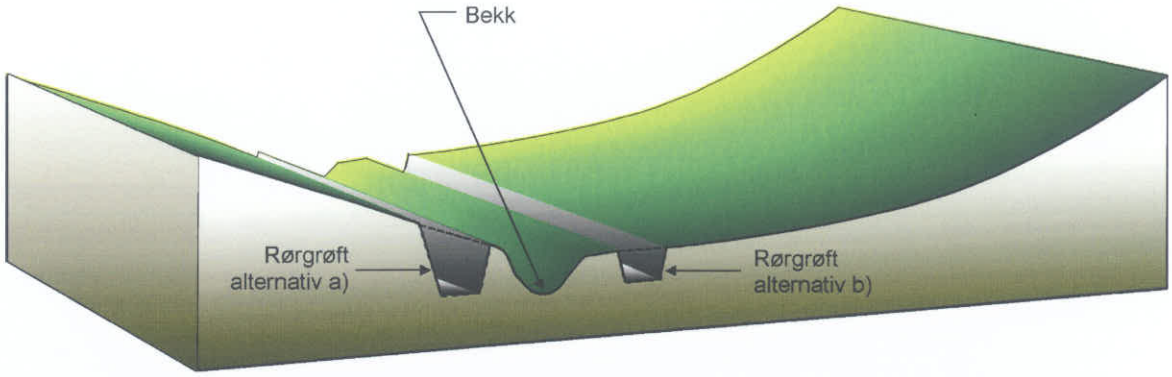
2. Lukking av bekker

I noen tilfeller kan det være ønskelig legge bekken i rør. Dette må utføres før oppstart av oppfyllingsarbeidene og kan således være en kritisk fase for stabiliteten. Det er først og fremst to forhold en skal være oppmerksom på i denne forbindelse:

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

Det kan være ønskelig å rette ut rørgrøften i forhold til bekketraséen. Dette kan gjøres dersom en unngår undergraving av skråningen. Ved undergraving av skråningen på kortere eller lengre partier bør geoteknisk sakkyndig kontaktes, se fig. 8 alternativ a og b. Se også «GRAVING AV GRØFTER».

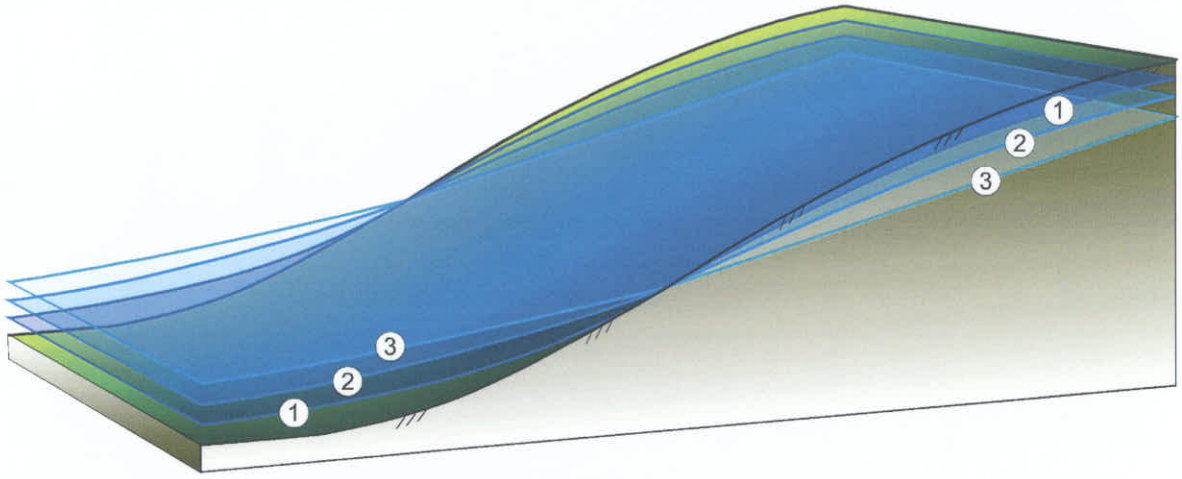
Det skal bemerkes at det finnes flere eksempler på at lukking av bekker har ført til betydelige skader som følge av oversvømmelse, enten fordi kulvertene er underdimensjonerte, eller fordi de tilstoppes.



Figur 8 Lukking av bekkeløp. Rørgrøftalternativ «a» reduserer sikkerheten vesentlig og betinger vurdering av geoteknisk sakkyndig. Alternativ «b» har liten innvirkning på sikkerheten og kan gjennomføres.

3. *Masseforflytning*

I hovedsak bør planering i skredfarlige områder skje ved at massene for hvert skjær med doseren, skyves fra toppen av skråningen og helt ned i bunnen. Derved vil man helt kunne unngå midlertidige depoter og tipper, se fig. 9 a og b.



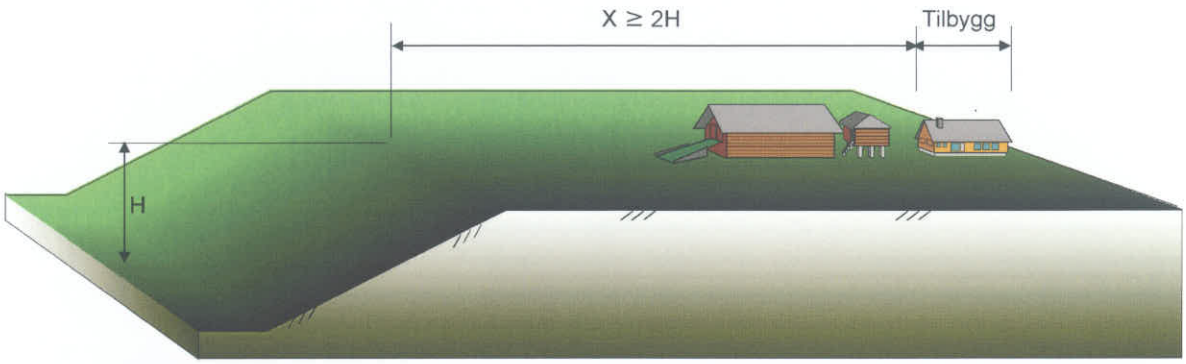
Figur 9 Planering av skråninger bør skje ved flåvis nedskjæring

NY BEBYGGELSE

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

I ravinert terreng

I ravinert leirterreng, se fig. 10, må nybygget ligge i en avstand av minst 2 x ravinedybden fra topp skråning. Ved kortere avstand til topp skråning bør geoteknisk sakkyndig kontaktes. For å unngå tilleggsbelastning på grunnen, bør vekten av utgravde masser for kjeller minst tilsvare vekten av tilbygget. Gravemassene transporteres direkte bort fra området til sikkert deponeringssted.



Figur 10 Ny bebyggelse i ravinert leirterreng

I jevnt hellende terreng

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

ANLEGG AV VEGER

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

I ravinert terreng

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

I jevnt hellende terreng

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

DEPONERING AV MASSER

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

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

Bygging i kvikkleireområder
Veiledning ved arealplanlegging og byggesaksbehandling

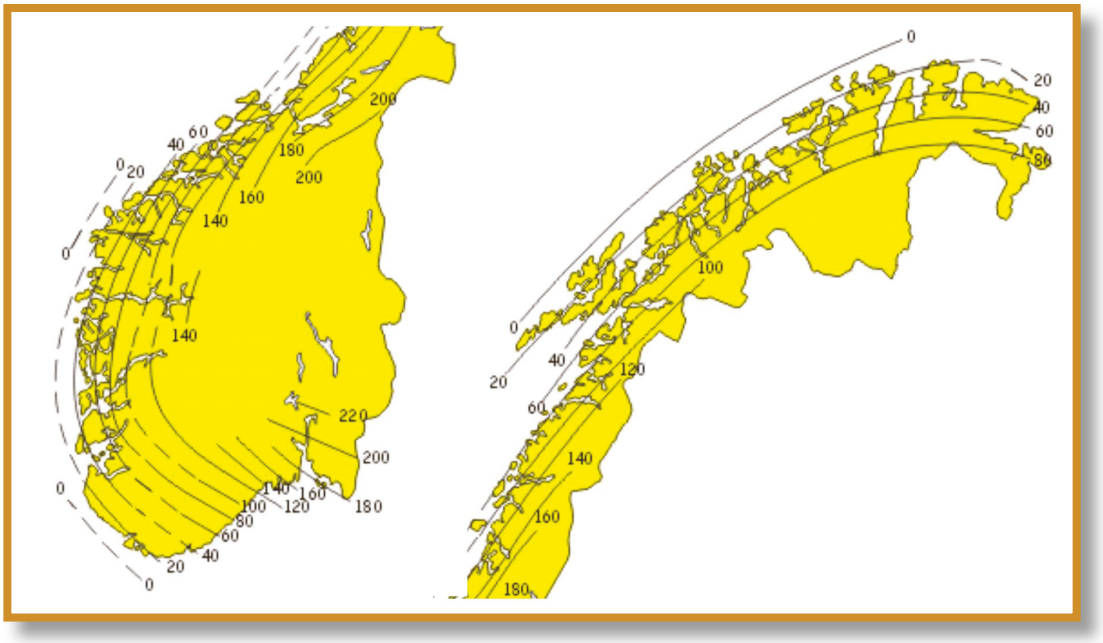
Figur 1 Kvikkleireskredet i Rissa, 29. april 1978. (Foto Aftenposten)

GENERELT

I områder hvor det kan være fare for kvikkleireskred, vil ekstra aktsomhet være en nødvendig forutsetning ved alle menneskelige inngrep. Erfaring viser at forståelsen for faren for skred har vært mangelfull i store deler av det byggfaglige miljøet. Således er de aller fleste større kvikkleireskred i de siste 20 – 30 årene utløst av menneskelig aktiviteter. For å forebygge skred i fremtiden, er det nå utarbeidet en "Veiledning for arealplanlegging og byggesaksbehandling" ved bygging i områder med fare for kvikkleireskred.

Det helt spesielle med kvikkleireskred er den store utstrekningen disse skredene kan få. Også det forhold at skredene skjer meget hurtig og oftest uten forvarsel, gjør at kvikkleireskred kan bli katastrofale. Kvikkleireskredet i Rissa er illustrerende i så måte, se figur 1. Skredet ble utløst av et mindre terrenginngrep nede ved innsjøen Botnen. 5 mill. m3 leire raste ut i løpet av få minutter. Skredgropen ble 1,5 km lang.

Faren for kvikkeireskred er begrenset til områder under marin grense (MG). MG ligger på fra kote 125 til 225 på Østlandet og i Trøndelag og en del lavere på Sørlandet, Vestlandet og i Nord-Norge, se figur 2. Nødvendig dokumentasjon om faren for kvikkleireskred skal fremlegges ved all utbygging i områder med marin leire hvor det kan være skredfare. Det er planlegger/tiltakshavers ansvar å fremskaffe relevant informasjon om forholdene og bringe på det rene hvorvidt det aktuelle plan-/utbygningsområdet kan være utsatt for skredfare.



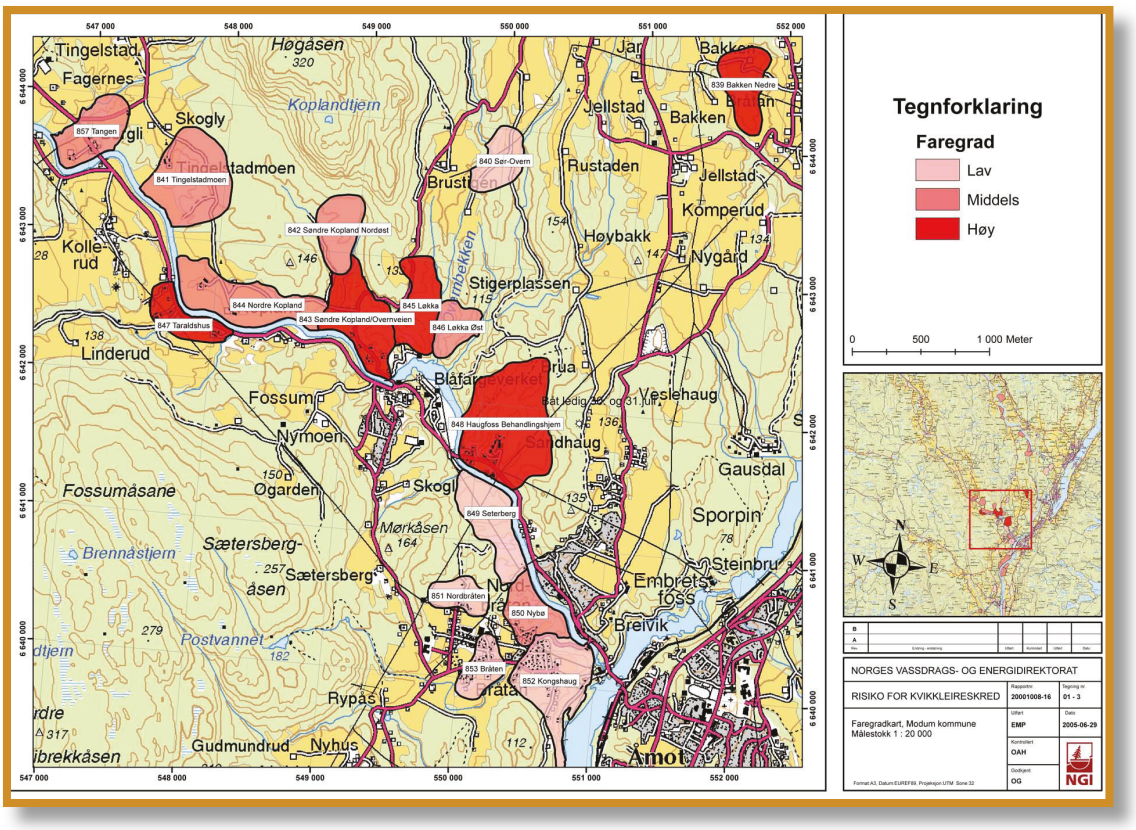
Figur 2 Linjene viser marin grense (MG), hvor høyt havet sto etter at innlandsisen trakk seg tilbake.

FAREGRADEVALUERING

Et viktig element i forebyggingen av kvikkleireskred, er å foreta "faregradevaluering" i forbindelse med plan-/og byggesaker i områder med mulig fare for kvikkleireskred. Faregrad er et mål for hvor stor fare det er for at et skred skal inntreffe. En viktig del av faregradevalueringen vil være å lokalisere mulige utløsningsområder for skred. Dette er spesielt viktig, idet skred i kvikkleire kan bre seg langt fra selve utløsningsstedet, kfr Rissa-skredet.

For Østlandet og Trøndelag forligger det kart som viser lokaliteten av større faresoner, klassifisert med hensyn til faregrad, konsekvens og risiko, ref. www.ngu.no/Skrednett, se figur 3. Marine områder utenfor sonene må evalueres og eventuelt undersøkes med tanke på skredfare ved planbehandling/utbygging.

Faregradevalueringen inngår som en del av en risikoanalyse. Analysen er basert på en kvalitativ metode utviklet for områder med kvikkleire, ref/1/. Faregrad og konsekvens evalueres for hver enkelt sone, basert på poeng-verdier. Faregrad er evaluert på grunnlag av topografiske, geotekniske og hydrologiske kriterier. Konsekvens er evaluert etter graden av menneskelig aktivitet i sonen: antall personer, bebyggelse, infrastruktur etc. Faregrad og konsekvens er delt inn i tre klasser etter resultatet av evalueringen:



Figur 3 Eksempel på faregradkart, utsnitt av Modum kommune.

Faregrad:	Lav	Middels	Høy
Konsekvens:	Mindre alvorlig	Alvorlig	Meget alvorlig

Faregrad- og konsekvensevalueringen er grunnlaget for bestemmelse av risikoklasse:
Risiko = faregrad x konsekvens. Risiko er inndelt i fem klasser, hvorav 5 er høyeste risiko.

For plan- og byggesaksbehandling er det faregradevalueringen (sannsynligheten for skred) som legges til grunn. Risikoklassifiseringen benyttes ved prioritering av områder som skal sikres mot skred.

STABILITETSANALYSER/KONTROLL

En viktig målsetting for myndighetene har vært å legge til rette for en mest mulig enhetlig vurdering av skredfareproblemer internt i det geotekniske fagmiljøet. Dette er spesielt viktig i områder med fare for kvikkleireskred, idet oppgavene er meget krevende og at konsekvensen ved et skred kan være meget stor. For å søke å oppnå dette, er det utarbeidet en veiledning for geotekniske rådgivere ved vurdering av stabilitet i områder der sensitiv/kvikk leire utgjør fare for skred, ref /2/. Anbefalingen omfatter blant annet forslag til type og omfang av grunnundersøkelser, valg av metoder for stabilitetsanalyser og krav til minimum sikkerhetsnivå (materialfaktor). Anbefalingen er utarbeidet av en arbeidsgruppe bestående av representanter fra de største geotekniske konsulentmiljøene: Multiconsult, Rambøll, Vegdirektoratet og NGI. Det henstilles til at myndighetene påser at veiledningen legges til grunn ved all geoteknisk prosjektering i områder med fare for kvikkleireskred.

For ytterligere å sikre at utbyggingsoppgaver i områder med fare for kvikkleireskred behandles på en sikker og enhetlig måte, er det i retningslinjene innarbeidet krav om at all prosjektering skal forelegges for uavhengig faglig kontroll.

KOMMUNEPLAN

For planområder der det er lagt ut for utbygging/fortetting og/eller spredt utbygging i LNF områder, skal det foretas en vurdering av om det kan foreligge fare for at kvikkleireskred kan inntreffe innenfor hele eller deler av planområdet. Likeledes skal det vurderes om hele eller deler av planområdet ligger innenfor utløpsområdet for skred. På dette planstadiet kreves det ikke utført egne grunnundersøkelser. Arbeidet består i innsamling og evaluering av foreliggende informasjon og skal som et minimum omfatte følgende punkter:

1. *Undersøke om det kan finnes marin leire i planområdet.* Grunnlagsmaterialet vil være kvartærgeologiske kart og informasjon om beliggenheten av marin grense (MG). Data fra foreliggende grunnundersøkelser skaffes til veie.

2. *Undersøke om planområdet ligger innenfor utløpsområdet for skred.* Grunnlagsmaterialet vil være det samme som under pkt. 1.

Dersom svarene er negative på pkt. 1 og 2, er området klarert med hensyn til fare for kvikleireskred.

Dersom svaret er positivt på pkt. 1 og/eller pkt. 2 :

3. *Tidligere kartlagte faresoner markeres i arealdelen eller på vedlagte temakart til kommuneplanen.*

4. *Utløpsområder for skred markeres i arealdelen eller på vedlagte temakart til kommuneplanen.*

5. *Dersom planområdet ligger utenfor tidligere kartlagte fareområder, gjøres en vurdering av hvorvidt det kan foreligge en potensiell skredfare.* Kvartærgeologiske kart (løsmassetyper og mektighet, fjellblotninger etc.), topografiske kart (skråningshelninger, høydeforskjeller) og eventuelle tidligere grunnundersøkelser (bestemmelse av forekomster av sensitiv/kvikkleire) legges til grunn for vurderingen. I vurderingen av en sones utstrekning, skal det antas at et skred kan forplante seg en avstand tilsvarende 15 x H (skråningshøyden) bakover fra utløsningsstedet. For øvrig henvises til ref. /2/.

6. *Nye faresoner faregradevalueres (ref. /1/) og markeres i arealdelen eller på vedlagte temakart til kommuneplanen.*

7. *Nye utløpsområder for skred markeres i arealdelen eller på vedlagte temakart til kommuneplanen.*

8. *Krav om eventuelle supplerende undersøkelser, faregradevalueringer, stabilitetsanalyser med mer ved reguleringsplanutarbeidelse skal fremgå i retningslinjene til planen.* Om mulig angis omfang av undersøkelser og kostnader.

REGULERINGSPLAN

Dersom det på kommuneplannivå ikke er vurdert om det kan foreligge fare for kvikkleireskred, må dette inngå i arbeidet med reguleringsplanen, se punktene 1-8 i det overstående.

På reguleringsplannivå skal områdestabiliteten analyseres og eventuelle behov for generelle stabilitetsforbedrende tiltak avklares. Arbeidet omfatter følgende aktiviteter:

9. *Grunnundersøkelser gjennomføres for å kunne foreta en nærmere vurdering av skredfaren.* Undersøkelsene skal som et minimum gi grunnlag for kartlegging av forekomst/utbredelse av sensitiv/kvikkleire. Om nødvendig skal undersøkelsene også gi grunnlag for analyse av stabilitetsforholdene. Krav til omfang og kvalitet av undersøkelsene er drøftet i ref. /2/.

Dersom undersøkelsene viser at det ikke forekommer kvikkleire på området eller at kvikkleiren har slik beliggenhet at kvikkleireskred ikke kan inntreffe, er området klarert med hensyn til fare for kvikkleireskred.

Dersom undersøkelsene derimot har påvist kvikkleire med beliggenhet som tilsier at kvikleireskred kan inntreffe, skal området utredes videre:

10. *Faregradevaluering utføres for situasjonen før og etter gjennomføring av planen.* For enkelte større soner kan det være aktuelt å foreta en oppdeling av sonen i flere mindre soner, som bedre avspeiler den sannsynlige utstrekningen av et kvikkleireskred. Evalueringen utføres for den stabilitetsmessig ugunstigste delen av sonen.

11. *Stabilitetsanalyser utføres for situasjonen før og etter gjennomføring av planen.* Krav til analysemetoder og bestemmelse av styrkeparametere er drøftet i ref. /2/.

12. *Behovet for sikringstiltak vurderes.* I noen tilfeller kan det være behov for å gjennomføre omfattende sikringstiltak, også utenfor selve utbygningsområdet. Slike forhold er det viktig å få avklart tidligst mulig i planprosessen

13. *Foreta ekstern kontroll av geoteknisk prosjektering, utført på reguleringsplannivå.* Geoteknisk prosjektering i områder med fare for kvikkleireskred kan være meget krevende, og konsekvensen ved et skred vil ofte være stor. Det er derfor bestemt at det skal gjennomføres ekstern kontroll av prosjekteringen.

Som det fremgår av overstående, vil geoteknisk rådgivning utgjøre en viktig del av planarbeidet.
I det etterfølgende er det nærmere gjort rede for hvilke krav som stilles til den geotekniske rådgivning i forbindelse med gjennomføring av reguleringsplan. Det stilles krav til hvilke geotekniske problemstillinger som skal utredes samt at det stilles krav til sikkerhetsnivåene ved stabilitetsanalyser. Kravene avhenger av hvilke faregradklasse området har, samt av utbygningsprosjektets konsekvens.

Geotekniske problemstillinger som skal utredes

Den etterfølgende tabellen viser hvilke problemstillinger som skal utredes av geoteknisk rådgiver, avhengig av konsekvensen ved utbygging (prosjektkategori A, B, C og D) og faregradklasse.

Prosjektkategori	Faregradklasser før utbygging		
	Høy	Middels	Lav
A. Tilflytting av mennesker: Boliger, skoler, institusjoner, industri- og næringsbygg o.l.	Faregradevaluering Stabilitetsberegning Ekstern kontroll	Faregradevaluering Stabilitetsberegning Ekstern kontroll	Stabilitetsberegning Ekstern kontroll
B. Viktige samfunnsmessige funksjoner: Hovedveier, Toglinjer, VAR-anlegg og sentralt Kraftnett o.l.	Faregradevaluering Stabilitetsberegning Ekstern kontroll	Faregradevaluering Stabilitetsberegning Ekstern kontroll	Stabilitetsberegning Ekstern kontroll
C. Ingen tilflytting, påvirker stabiliteten: Veier, grøfter, planeringer og oppfyllinger o.l.	Stabilitetsberegning Ekstern kontroll	Stabilitetsberegning Ekstern kontroll	Stabilitetsberegning Ekstern kontroll
D. Ingen tilflytting, liten påvirkning på stab.forholdene: Små tilbygg (< 20 m^2), grunne grøfter (<2 m), mindre planering (<1 000 m^3) og små oppfyllinger (<1 m) o.l.	Stabilitetsberegning	Rettledning, ref /3/	Rettledning, ref /3/

Kommentarer til tabell

En utbygging deles inn i en av fire kategorier, A, B, C og D, avhengig av konsekvens ved et skred.

A. Tilflytting av mennesker. Det kreves både faregradanalyse, stabilitetsberegninger og uavhengig kontroll, når faregradklassen før utbygging for sonen er høy eller middels. I faregradklasse lav kreves ikke faregradevaluering.

B. Viktige samfunnsmessige funksjoner. Samme utredninger som for prosjektkategori A.

C. Ingen innflytting, påvirker stabiliteten. Kreves ikke faregradevaluering

D. Ingen innflytting, liten påvirkning på stab. forholdene. Kreves stabilitetsanalyse i faregradklasse høy, for øvrig kreves kun at ”Rettledning ved små inngrep i/ved skråninger i kvikkleire” følges, ref /3/.

Krav til sikkerhetsnivåer

Den etterfølgende tabell viser hvilke krav som stilles til sikkerhetsnivåer ved stabilitetsanalyser, avhengig av konsekvensen ved utbygging (prosjektkategori A, B, C og D) og faregradklasse. Sikkerheten kan bestemmes enten ved stabilitetsanalyse eller ved at terrenginngrep medfører en stabilitetsmessig forbedring.

Faregradklasse	Krav til sikkerhetsnivå				
	Stab. analyse	Forbedring av sikkerhet ved fysiske terrenginngrep			
	Tilstrekkelig beregnings-messig sikkerhet	Vesentlig forbedring	Forbedring	Ikke forverring	"Rettledning.."
Høy	A, B, C, D	A, B	C	D	
Middels	A, B, C	A, B	C		D
Lav	A, B, C			A, B, C	D

Definisjon av begrepene ”tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet”, ”vesentlig forbedring”, ”forbedring” og ”ikke forverring” er gitt i ref. /2/.

For prosjektkategoriene A og B er kravene identiske. Tilstrekkelig sikkerhet mot skred kan dokumenteres ved stabilitetsanalyser, både for byggefasen og permanent. Dette gjelder for alle tre faregradklasser. Ved alternativ dokumentasjon, forbedring gjennom fysiske tiltak, forlanges ”vesentlig forbedring” for faregradklassene høy og middels og ”ikke forverring” for faregradklasse lav.

For prosjektkategori C kan tilstrekkelig sikkerhet dokumenteres ved stabilitetsanalyser, både for byggefasen og permanent. Dette gjelder for alle tre faregradklasser. Ved alternativ dokumentasjon, forbedring gjennom fysiske tiltak, forlanges ”forbedring” for faregradklassene høy og middels og ”ikke forverring” for faregrad-klasse lav.

For prosjektkategori D kreves stabilitetsmessig dokumentasjon kun for faregradklasse høy, enten ved at tilstrek-kelig beregningsmessig sikkerhet bekreftes, eller ved å dokumentere at de fysiske inngrep tilfredsstiller kravet om ”ikke forverring” av sikkerheten. For soner i faregradklase middels og lav anvendes ”Sikkerhetsmessige vurderinger ved små inngrep i kvikkleiresoner”, se ref. /3/.

BYGGEPLAN

Krav som ikke er utredet/gjennomført i forbindelse med kommuneplan (punktene 1-8) og reguleringsplan (punktene 9-13) skal oppfylles i byggeplan.

I byggeplan skal kravet om at området skal ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred dokumenteres.

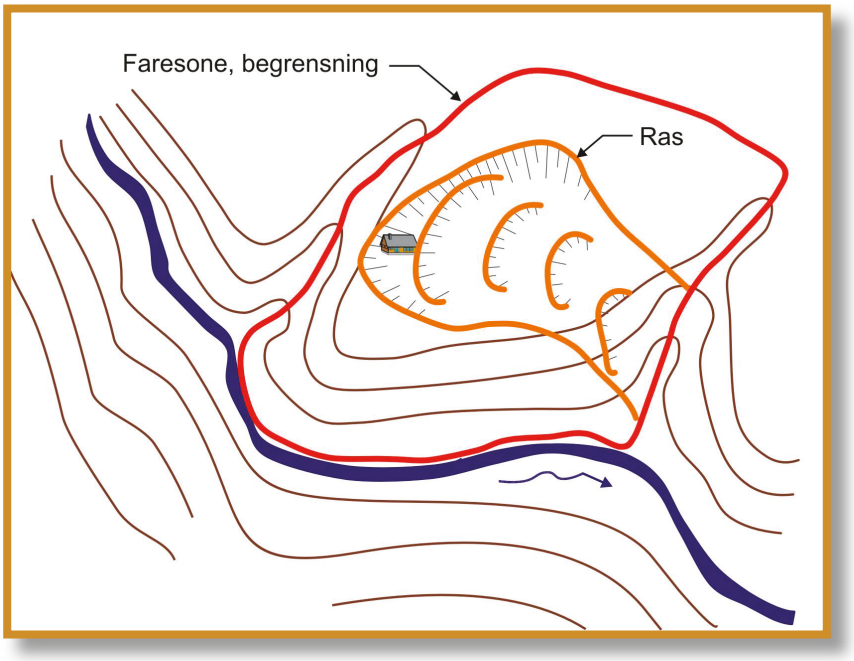
14. *Uttalelse med dokumentasjon om at området har tilstrekkelig sikkerhet skal foreligge før oppstart.* Ansvarshavende skal ha sentralgodkjennelse i tiltaksklasse III. Dersom det er nødvendig å foreta stabilitetsforbedrende tiltak, skal disse være gjennomført før oppstart av utbyggingsprosjektet.

BEGREPER/DEFINISJONER

I Kvikkleire, blir flytende ved omrøring.
Praktisk talt all leire i Norge er avsatt i saltvann (marin leire). Saltet i porevannet er bindemiddelet i leiren. Gjennom de siste 8 – 10 000 år har det skjedd en gradvis utvasking av saltet. Når saltet forsvinner blir leiren kvikk. Effekten av at saltet er borte er at leiren blir flytende ved omrøring, når den blir overbelastet eller kommer i bevegelse. Det er denne egenskapen som gjør at skred i kvikkleire kan få så stor utstrekning. Uforstyrret kvikkleire har tilnærmet samme styrke som en ikke kvikk leire. En kvikkleire er altså en vanlig marin leire der saltet er vasket ut. I teorien kan all marin leire bli kvikk.

Kvikkleire kan gjenvinne sin styrke ved tilsetting av salt til leiren. Tilsetting av kalk/sement har en ennå gunstigere innvirkning på styrkeegenskapene til leiren. Kalk/sementtilsetting har derfor gjennom de siste 20-30 årene blitt en mye anvendt grunnforsterkningsmetode i bløte sensitive leirer.

II Kvikkleiresone, angir antatt maksimal utberedelse av et eventuelt kvikleireskred.
En kvikkleiresone angir et mulig skredfarlig område. Som oftest går sonen ned mot et vassdrag. Størrelsen på en sone er basert på topografiske kriterier, samt i de fleste tilfelle også resultatet av enkle geotekniske undersøkelser. En sone angir antatt maksimal utbredelse av et skred. Maksimal utbredelse kan bare inntreffe dersom grunnforholdene er mest mulig ugunstige i hele sonen.



Figur 4 Skissen illustrerer at skred i kvikkleire kan bre seg langt fra utløsningsstedet. Stabilitet må vurderes for hele sonen

Supplerende undersøkelser vil ofte vise at forholdene er mindre ugunstige enn antatt. Resultatet av supplerende undersøkelser kan derfor bli at en sone:

- Utgår
- Begrenses i utstrekning
- Får en lavere faregradklassifisering.

Det skal påpekes at det kan være skredfarlige områder også utenfor sonene. Skred utenfor sonene vil i de fleste tilfelle få vesentlig mindre omfang enn skred innenfor sonene, mindre enn 10 dekar.

III Kvikkleireskred, kan berøre hele sonen.
Skred i sensitiv/kvikk marin avsetning av leire og/eller silt. Skred i kvikkleire skiller seg ut fra skred i ikke kvikke leirer ved at utstrekningen kan bli meget stor, skredene skjer hurtig samt at det sjelden gis forvarsel. Dette tilsier at aktsomhetsnivået må være høyt ved anleggsvirksomhet i en kvikkleiresone.

Et skred i en kvikkleiresone kan ramme områder som ligger langt fra utløsningsstedet. For å sikre seg mot skred ved bygging i en kvikkleiresone, må det derfor evalueres hvorvidt skred utløst på andre deler av sonen kan ramme prosjektet. Det er derfor ikke tilstrekkelig å analysere sikkerheten for skred lokalt. Risikoanalyser er et egnet verktøy til å lokalisere stabilitetsmessig utsatte områder.

IV Risikoanalyse

For å kunne redusere omfang og skader av uønskede hendelser, som for eksempel leirskred, utføres risikoanalyser før utbygningsprosjekter igangsettes. Risikoanalyser er utviklet for dette formålet. Risikoanalyser utføres for "nåsituasjonen" og for "situasjonen etter utbygging", slik at effekten av gjennomføringen av utbyggingsplaner kan fremgå. Risikoanalysen vil avdekke faregrad-, konsekvens- og risikonivået. For partier med uakseptabelt risikonivå må det gjennomføres tiltak for å redusere risikoen. Aktuelle tiltak kan være: supplerende grunnundersøkelser med reviderte stabilitetsanalyser, endring av topografien (gjenfylling av raviner/nedplanering av rygger), forbedre grunnens geotekniske egenskaper (kalk-/sementpeler) eller foreta endringer i planene.

Risiko er produktet av sannsynligheten (faregraden) for og konsekvensene av hendelsen.

NGI har utviklet en kvalitativ metode for kartlegging av risiko for skred i områder med kvikkleire, hvor faregrad og konsekvens evalueres for hver enkelt sone basert på poengverdier. Metoden er beskrevet i /1/.

REFERANSELISTE

/1/ NGI. Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport 20001008-2, Revisjon 2 datert 16. desember 2002.

/2/ NVE. Anbefalte krav til geoteknisk prosjektering ved utbygging i områder med fare for kvikkleireskred.

/3/ NGI. Rettledning ved små inngrep i/ved skråninger i kvikkleire.

Vedlegg C - Nøkkeldata for kvikkleiresoner innenfor kartbladene

Mo i Rana 1927 I,

Elsfjord 1927 III &

Storforshei 2027 IV

Nøkkeldata for kvikkleiresoner innenfor kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei

Sone ID	Navn	Kommune, sted	Nord	Øst	Faregradsklasse	Konsekvensklasse	Risikoklasse
1638	Tømmernesenget	Vefsn, Drevja	7321187	421100	Middels	Mindre alvorlig	1
1639	Fallhaugen	Vefsn, Drevja	7321670	421218	Lav	Mindre alvorlig	1
1640	Mellommyra	Vefsn, Drevja	7321830	421582	Middels	Mindre alvorlig	1
1641	Mellommyrdalen	Vefsn, Drevja	7322076	421763	Middels	Mindre alvorlig	1
1642	Brattli	Vefsn, Drevja	7322370	421795	Lav	Mindre alvorlig	2
1643	Røyråsenget	Vefsn, Drevja	7322519	421995	Lav	Mindre alvorlig	2
1644	Øvstforsenget	Vefsn, Drevja	7322794	422674	Lav	Mindre alvorlig	1
1666	Vedneset	Vefsn, Drevja	7323031	423070	Lav	Mindre alvorlig	1
1667	Lilleenget	Vefsn, Drevja	7323438	422966	Lav	Mindre alvorlig	1
1668	Stormyra	Vefsn, Drevja	7323696	423304	Lav	Mindre alvorlig	2
1669	Stormyra Nord	Vefsn, Drevja	7323919	423173	Lav	Mindre alvorlig	2
1670	Bjorhus	Vefsn, Drevja	7322924	423349	Middels	Mindre alvorlig	2
1671	Elsfjord Kirke	Vefsn, Elsfjord	7332472	434291	Lav	Alvorlig	2
1672	Vassdal Sør	Leirfjord, Bardal	7341383	423813	Middels	Mindre alvorlig	2
1673	Vassdal	Leirfjord, Bardal	7341567	423916	Middels	Alvorlig	2
1674	Rytun	Leirfjord, Bardal	7341763	424255	Middels	Mindre alvorlig	1
1675	Haugjord	Leirfjord, Bardal	7341934	424716	Middels	Mindre alvorlig	1
1676	Haugjord Øst	Leirfjord, Bardal	7341908	424879	Middels	Mindre alvorlig	1
1677	Lindseth	Leirfjord, Bardal	7343092	425940	Middels	Mindre alvorlig	1
1678	Lagli	Leirfjord, Bardal	7343447	426107	Middels	Mindre alvorlig	1
1679	Enga	Leirfjord, Bardal	7343899	426292	Middels	Mindre alvorlig	1
1680	Sommerro Sør	Leirfjord, Bardal	7343754	426778	Middels	Mindre alvorlig	2
1681	Sommerro	Leirfjord, Bardal	7344009	426965	Middels	Mindre alvorlig	2
1682	Bergsnov	Leirfjord, Bardal	7344208	426709	Middels	Mindre alvorlig	2
1683	Breimo Nedre	Leirfjord, Bardal	7344196	427291	Middels	Alvorlig	3
1684	Solheim Øst	Leirfjord, Bardal	7344385	427071	Middels	Mindre alvorlig	2
1685	Solstrand Vest	Leirfjord, Bardal	7344481	427403	Middels	Mindre alvorlig	1
1686	Solstrand	Leirfjord, Bardal	7344505	427901	Middels	Mindre alvorlig	2
1687	Bardal	Leirfjord, Bardal	7344886	427495	Høy	Mindre alvorlig	2
1688	Bardalsjøen	Leirfjord, Bardal	7344794	427011	Middels	Alvorlig	3

Nøkkeldata for kvikkleiresoner innenfor kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei

Sone ID	Navn	Kommune, sted	Nord	Øst	Faregradsklasse	Konsekvensklasse	Risikoklasse
1689	Åsheim	Hemnes, Hemnesberget	7346223	440156	Lav	Alvorlig	2
1690	Framnes	Hemnes, Hemnesberget	7343976	439451	Lav	Alvorlig	2
1691	Agnetbekken	Hemnes, Hemnesberget	7342778	439605	Middels	Mindre alvorlig	2
1692	Gangvikelva	Hemnes, Hemnesberget	7342762	439864	Lav	Mindre alvorlig	1
1693	Lakshusneset	Hemnes, Hemnesberget	7342232	439833	Middels	Alvorlig	2
1694	Storhagamoen	Mo i Rana, Alteren	7357013	453643	Lav	Mindre alvorlig	1
1695	Stillbekken	Mo i Rana, Alteren	7356597	452876	Lav	Mindre alvorlig	1
1696	Stor-Alteren	Mo i Rana, Alteren	7355028	455258	Lav	Alvorlig	2
1697	Øyjord	Mo i Rana, Ytteren	7359102	458256	Lav	Mindre alvorlig	1
1698	Yttrabekken Nord	Mo i Rana, Ytteren	7358597	460075	Middels	Alvorlig	3
1699	Yttrabekken Sør	Mo i Rana, Ytteren	7358458	460266	Middels	Alvorlig	3
1700	Rønningen	Mo i Rana, Ytteren	7358801	460379	Middels	Alvorlig	3
1701	Formodalen	Mo i Rana, Gruben	7355482	463539	Lav	Alvorlig	3
1702	Hammerrevelen	Mo i Rana, Gruben	7354569	464011	Lav	Mindre alvorlig	1

Vedlegg D - Beskrivelse av kvikkleiresonene

Innhold

D1 Vefsn kommune **3**

D1.1 1638 Tømmernesenget 3
D1.2 1639 Fallhaugen 3
D1.3 1640 Mellommyra 3
D1.4 1641 Mellommyrdalen 4
D1.5 1642 Brattli 4
D1.6 1643 Røyråsenget 4
D1.7 1644 Øvstforsenget 4
D1.8 1666 Vedneset 5
D1.9 1667 Lilleenget 5
D1.10 1668 Stormyra 5
D1.11 1669 Stormyra Nord 5
D1.12 1670 Bjorhus 6
D1.13 1671 Elsfjord Kirke 6

D2 Leirfjord kommune **6**

D2.1 1672 Vassdal Sør 6
D2.2 1673 Vassdal 7
D2.3 1674 Rytun 7
D2.4 1675 Haugjord 7

D2.5 1676 Haugjord Øst 8
D2.6 1677 Lindseth 8
D2.7 1678 Lagli 8
D2.8 1679 Enga 9
D2.9 1680 Sommerro Sør 9
D2.10 1681 Sommerro 9
D2.11 1682 Bergsnov 10
D2.12 1683 Breimo Nedre 10
D2.13 1684 Solheim Øst 10
D2.14 1685 Solstrand Vest 11
D2.15 1686 Solstrand 11
D2.16 1687 Bardal 11
D2.17 1688 Bardalsjøen 12
D3 Hemnes kommune **12**
D3.1 1689 Åsheim 12
D3.2 1690 Framnes 12
D3.3 1691 Agnetbekken 13
D3.4 1692 Gangvikelva 13
D3.5 1693 Lakshusneset 13
D4 Rana kommune **14**
D4.1 1694 Storhagamoen 14
D4.2 1695 Stillbekken 14
D4.3 1696 Stor-Alteren 14
D4.4 1697 Øyjord 15
D4.5 1698 Yttrabekken Nord 15
D4.6 1699 Yttrabekken Sør 15
D4.7 1700 Rønningen 16
D4.8 1701 Formodalen 16
D4.9 1702 Hammerrevelen 16

D1 Vefsn kommune

D1.1 1638 Tømmernesenget

Koordinater: X 7321187 Y 421100
Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen er et jevnt hellende ravinert parti ned mot Drevja. Skråningshøyden er i overkant av 15 m. Leirras 2. oktober 1947. Jernbanen raste ut i en lengde av 60 m.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D1.2 1639 Fallhaugen

Koordinater: X 7321670 Y 421218
Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen er jevnt hellende ned mot Drevja. Skråningshøyden er opptil 15 m. Leirras 2. oktober 1947. Jernbanen raste ut i en lengde av 60 m, 500 m lenger sør.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D1.3 1640 Mellommyra

Koordinater: X 7321830 Y 421582
Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen er et jevnt hellende ravinert parti ned mot Drevja. Skråningshøyden er opptil 25 m. Glidninger langs jernbanen i forbindelse med fylling.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D1.4 1641 Mellommyrdalen

Koordinater:	X 7322076	Y 421763
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen er et jevnt hellende ravinert parti ned mot Drevja. Skråningshøyden er i overkant av 15 m. Glidninger langs jernbanen i forbindelse med fylling.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D1.5 1642 Brattli

Koordinater:	X 7322370	Y 421795
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen er et jevnt hellende ravinert parti ned mot Drevja. Skråningshøyden er i overkant av 15 m.

Dreietrykksondering nr. 2 indikerer kvikkleire fra terreng til 8 m dybde.

D1.6 1643 Røyråsenget

Koordinater:	X 7322519	Y 421995
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen er et jevnt hellende ravinert parti ned mot Drevja. Skråningshøyden er i overkant av 20 m.

Dreietrykksondering nr. 3 indikerer kvikkleirer fra 11-25 m under terreng.

D1.7 1644 Øvstforsenget

Koordinater:	X 7322794	Y 422674
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen er et jevnt hellende ravinert parti ned mot Drevja. Skråningshøyden er i overkant av 15 m.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D1.8 1666 Vedneset

Koordinater:	X 7323031	Y 423070
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen er et jevnt hellende nes ned mot Drevja. Skråningshøyden er i rundt 15 m.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D1.9 1667 Lilleenget

Koordinater:	X 7323438	Y 422674
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen er et jevnt hellende parti ned mot Gullmobekken. Skråningshøyden er rundt 15 m.

Dreietrykksondering nr. 4 indikerer kvikkleire i intervallene 1-3, 8-10 og 13-20,5 m dybde under terreng.

D1.10 1668 Stormyra

Koordinater:	X 7323696	Y 423304
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av et flatt myrplatå med jevnt hellende skråninger ned mot Drevja. Skråningshøyden er i rundt 10 m.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D1.11 1669 Stormyra Nord

Koordinater:	X 7323919	Y 423173
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av jevnt hellende skråninger ned mot Drevja. Skråningshøyden er i overkant av 10 m.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D1.12 1670 Bjorhus

Koordinater:	X 7322924	Y 423349
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av jevnt hellende skråninger ned mot Drevja. Skråningshøyden er i overkant av 20 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D1.13 1671 Elsfjord Kirke

Koordinater:	X 7332472	Y 434291
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen er jevnt hellende ned mot Elsfjorden. Skråningshøyden er i overkant av 20 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Dreietrykksondering nr. 7 indikerer kvikkleire fra terreng til 2 m dybde og fra 5,5-6,5 m. Dreietrykksondering nr. 8 indikerer kvikkleire fra terreng til 4 m dybde.

D2 Leirfjord kommune

D2.1 1672 Vassdal Sør

Koordinater:	X 7341383	Y 423813
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen er et slakt platå med slake skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 10 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Dreietrykksondering nr. 11 indikerer kvikkleire fra 3 m til 16,5 m under terreng.

D2.2 1673 Vassdal

Koordinater:	X 7341567 Y 423916
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen er et slakt platå med slake skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 10 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Tidligere grunnundersøkelser indikerer mektige kvikkleireavsetninger i sonen. Dreietrykksondering nr. 12 indikerer kvikkleire fra 25 m til 29 m under terreng. Dreietrykksondering nr. 13 indikerer kvikkleire fra 23 m til 28 m under terreng.

D2.3 1674 Rytun

Koordinater:	X 7341763 Y 424255
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen er et slakt platå med slake skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 10 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. I sonen, den 13. november 1997 raste ca 240 meter av RV 808 ut ved Vassdal. Rasområdet er beregnet til 66 dekar og ca 250.000 m3 var involvert i skredet. Raset inntraff like etter sprengning. Et hus ble med i skredet.

Grunnundersøkelser viser mektige kvikkleireavsetninger.

D2.4 1675 Haugjord

Koordinater:	X 7341934 Y 424716
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen består av jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 15 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D2.5 1676 Haugjord Øst

Koordinater: X 7341908 Y 424879
Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen består av jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 10 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D2.6 1677 Lindseth

Koordinater: X 7343092 Y 425940
Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen består av jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 10 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. Utglidning sør på sonen.

Dreietrykksondering nr. 18 indikerer kvikkleire fra 4 m til 23 m under terreng.

D2.7 1678 Lagli

Koordinater: X 7343447 Y 426107
Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen består av jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 15 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Dreietrykksondering nr. 19 indikerer kvikkleire fra terreng til 5 m og 10-12 m, og 36-40 m under terreng.

D2.8 1679 Enga

Koordinater:	X 7343899	Y 426292
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er opptil 15 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. Flere eldre skred i området. Gammel skredgrop i sonen.

Dreietrykksondering nr. 21 indikerer kvikkleire fra 20 m til 23 m og 33-35 m under terreng.

D2.9 1680 Sommerro Sør

Koordinater:	X 7343754	Y 426778
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 15 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. Flere eldre skred i området. Gammel skredgrop i sonen.

Dreietrykksondering nr. 22 indikerer kvikkleire fra 5 m til 12 m under terreng.

D2.10 1681 Sommerro

Koordinater:	X 7344009	Y 426965
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av platå med jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 15 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. Flere eldre skred i området. Gammel skredgrop i sonen.

Dreietrykksondering nr. 23 indikerer kvikkleire fra 7 m til 12 m under terreng.
Dreietrykksondering nr. 24 indikerer kvikkleire fra 1 m til 5 m under terreng.

D2.11 1682 Bergsnov

Koordinater:	X 7344208	Y 426709
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av platå med jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 15 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. Flere eldre skred i området. Gammel skredgrop i sonen.

Dreietrykksondering nr. 26 indikerer kvikkleire fra 3,5 m til 12 m under terreng.

D2.12 1683 Breimo Nedre

Koordinater:	X 7344196	Y 427291
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av platå med jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 20 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. Flere eldre skred i området. Gammel skredgrop i sonen.

Dreietrykksondering nr. 25 indikerer kvikkleire fra 5 m til 6 m under terreng. Mektigheten er lokalt større.

D2.13 1684 Solheim Øst

Koordinater:	X 7344385	Y 427071
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 10 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. Flere eldre skred i området.

Dreietrykksondering nr. 27 indikerer kvikkleire fra 5 m til 15 m under terreng.

D2.14 1685 Solstrand Vest

Koordinater:	X 7344481	Y 427403
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 10 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. Flere eldre skred i området.

Dreietrykksondering nr. 28 indikerer kvikkleire fra 7 m til 13 m under terreng.

D2.15 1686 Solstrand

Koordinater:	X 7344505	Y 427901
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av ravinerte skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 10 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. Flere eldre skred i området.

Dreietrykksondering nr. 35 indikerer kvikkleire fra 11 m til 19 m under terreng.

D2.16 1687 Bardal

Koordinater:	X 7344886	Y 427495
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av ravinerte skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 20 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. Flere eldre skred i området. Skred på gården Rotbakken 16. mai 1979.

Dreietrykksondering nr. 33 indikerer kvikkleire fra 9 m til 23 m under terreng.

D2.17 1688 Bardalsjøen

Koordinater:	X 7344794	Y 427011
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av jevnt hellende skråninger ned mot Bardalselva. Skråningshøyden er i overkant av 15 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger. Flere eldre skred i området. Skred på motsatt side av elva, på gården Rotbakken 16. mai 1979.

Dreietrykksondering nr. 36 indikerer kvikkleire fra 11 m til 17 m under terreng.

D3 Hemnes kommune

D3.1 1689 Åsheim

Koordinater:	X 7346223	Y 440156
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen er jevnt hellende ned mot Juvika. Skråningshøyden er opptil 20 m.

Dreietrykksondering nr. 37 indikerer kvikkleire fra terreng til 6 m under terreng.

D3.2 1690 Framnes

Koordinater:	X 7343976	Y 439451
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen er jevnt hellende ned mot Sundsbukta. Skråningshøyden er opptil 15 m.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D3.3 1691 Agnetbekken

Koordinater:	X 7342778 Y 439605
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen består av platå med jevnt hellende skråninger ned mot Gangvikelva og Agnetbekken. Skråningshøyden er i overkant av 20 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Dreietrykksondering nr. 47a indikerer kvikkleire fra 10 m til 16,5 m under terreng. Dreietrykksondering nr. 48 indikerer kvikkleire fra 17 m til 35 m under terreng.

D3.4 1692 Gangvikelva

Koordinater:	X 7342762 Y 439864
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen er ravinert med jevnt hellende skråninger ned mot Gangvikelva. Skråningshøyden er i overkant av 15 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Dreietrykksondering nr. 47b indikerer kvikkleire fra 1 m til 3 m under terreng.

D3.5 1693 Lakshusneset

Koordinater:	X 7342232 Y 439833
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen er jevnt hellende ned mot Gangvika. Skråningshøyden er opptil 15 m.

Dreietrykksondering nr. 49 indikerer kvikkleire fra 1,5 -5 m, 8-10,5 og fra 12-14 m under terreng.

D4 Rana kommune

D4.1 1694 Storhagamoen

Koordinater:	X 7357013	Y 453643
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av ravinerte skråninger. Skråningshøyden er i overkant av 20 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Dreietrykksondering nr. 53 indikerer kvikkleire fra 3,5 m til 9 m under terreng.

D4.2 1695 Stillbekken

Koordinater:	X 7356597	Y 452876
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen består av ravinerte skråninger. Skråningshøyden er i overkant av 25 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D4.3 1696 Stor-Alteren

Koordinater:	X 7355028	Y 455258
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring	

Sonen er jevnt hellende ned mot Alterbukta. Skråningshøyden er opptil 15 m.

Dreietrykksondering nr. 57 indikerer kvikkleire fra 7 m til 15 m under terreng. Kvikkleiren ser ikke ut til å gå ned i strandsonen.

D4.4 1697 Øyjord

Koordinater:	X 7359102 Y 458256
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen består av enkelte ravinerte skråninger. Skråningshøyden er i overkant av 15 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Dreietrykksondering nr. 60 indikerer kvikkleire fra 13 m til 20 m under terreng.

D4.5 1698 Yttrabekken Nord

Koordinater:	X 7358597 Y 460075
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen består av platå med bratte (1:2) skråninger ned mot Yttrabekken. Skråningshøyden er opptil 20 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Dreietrykksondering nr. 61 indikerer kvikkleire fra 19 m til 28,5 m under terreng. Kvikkleiren ligger i nivå med bekken.

D4.6 1699 Yttrabekken Sør

Koordinater:	X 7358458 Y 460266
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen består av platå med bratte (1:2) skråninger ned mot Yttrabekken. Skråningshøyden er opptil 20 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

D4.7 1700 Rønningen

Koordinater:	X 7358801 Y 460379
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen består av platå med bratte (1:3) skråninger ned mot Leirhølabekken. Skråningshøyden er i overkant av 20 m. Lokalt har det vært mindre utglidninger.

Dreietrykksondering nr. 62 indikerer kvikkleire fra 2 m til 6,5 m og fra 12,5-26,5 m under terreng.

D4.8 1701 Formodalen

Koordinater:	X 7355482 Y 463539
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

Sonen består av platå med bratte (1:3) raviner ned mot Tverråga. Skråningshøyden er i overkant av 25 m.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet. Multiconsult har utført grunnundersøkelser.

D4.9 1702 Hammerrevelen

Koordinater:	X 7354569 Y 464011
Vurderingsgrunnlag:	Kvartærgeologisk kart, topografisk kart, flyfoto, befaring

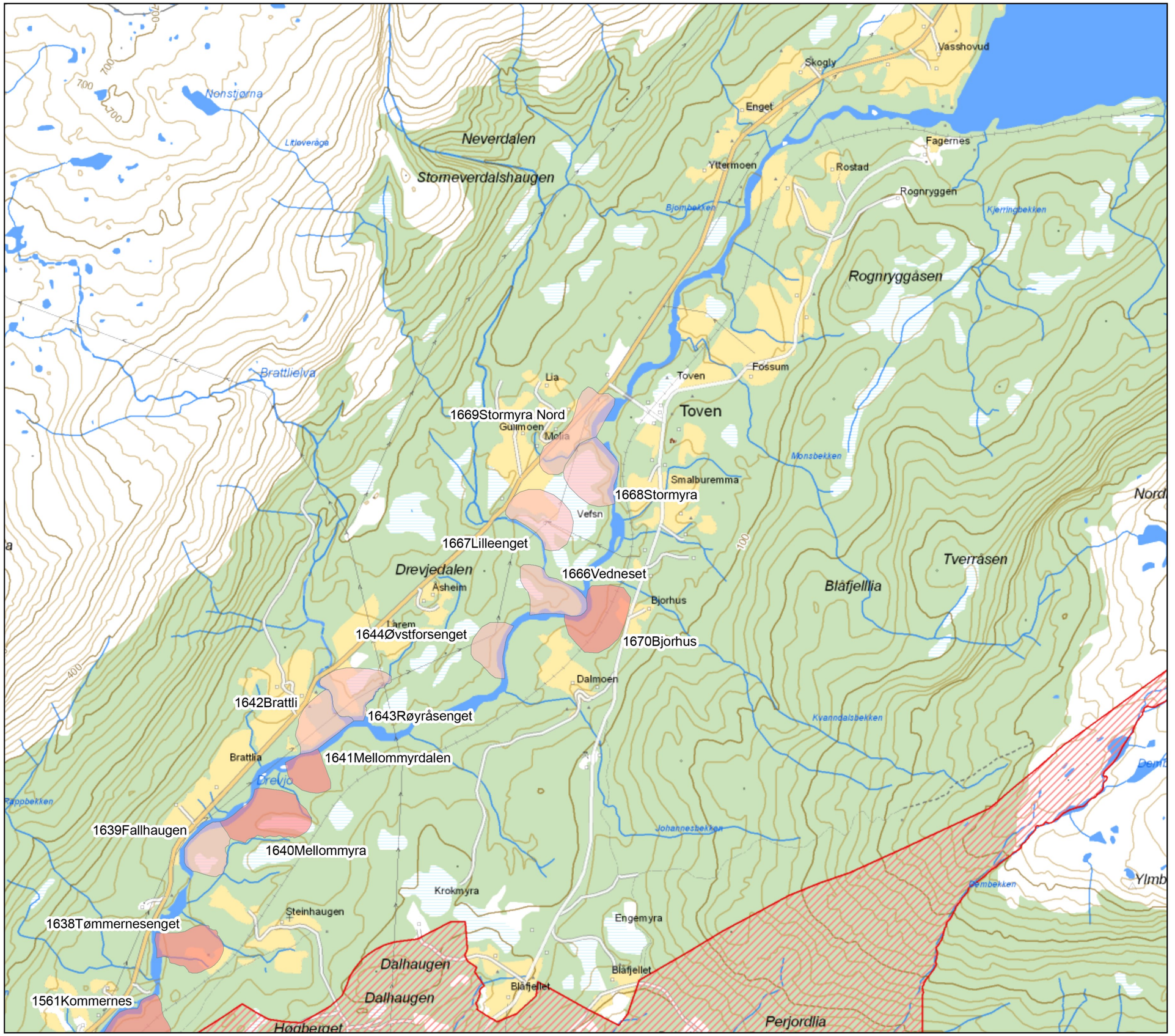
Sonen består av platå med bratte (1:3) raviner ned mot Tverråga. Skråningshøyden er i overkant av 25 m.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen i dette prosjektet.

Kartbilag

Innhold

01-06	Faregradskart	M = 1: 20 000
07-12	Konsekvenskart	M = 1: 20 000
13-18	Risikokart	M = 1: 20 000



Tegnforklaring

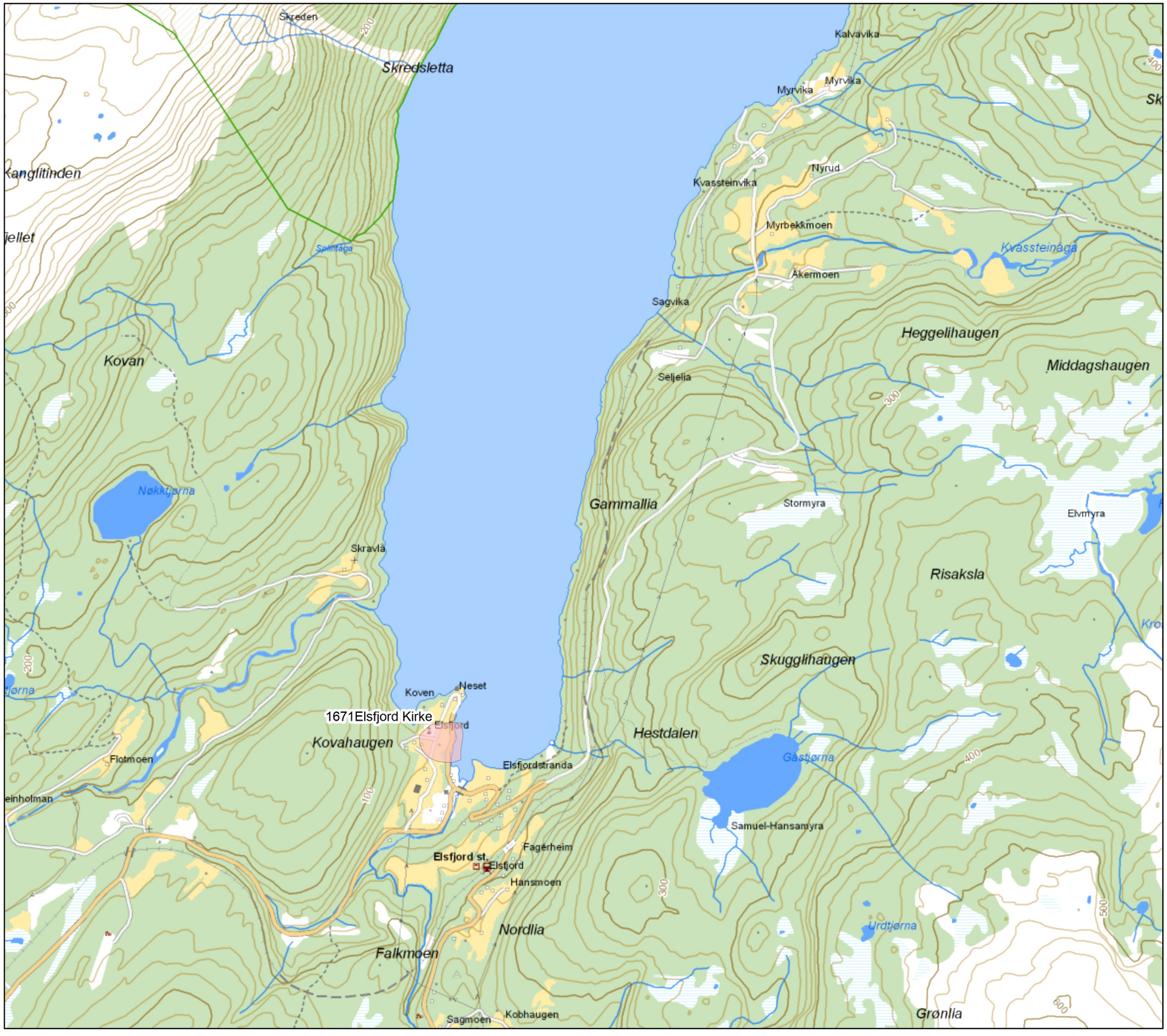
Faregradklasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 01
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	NGI
	Godkjent TrV	



Tegnforklaring

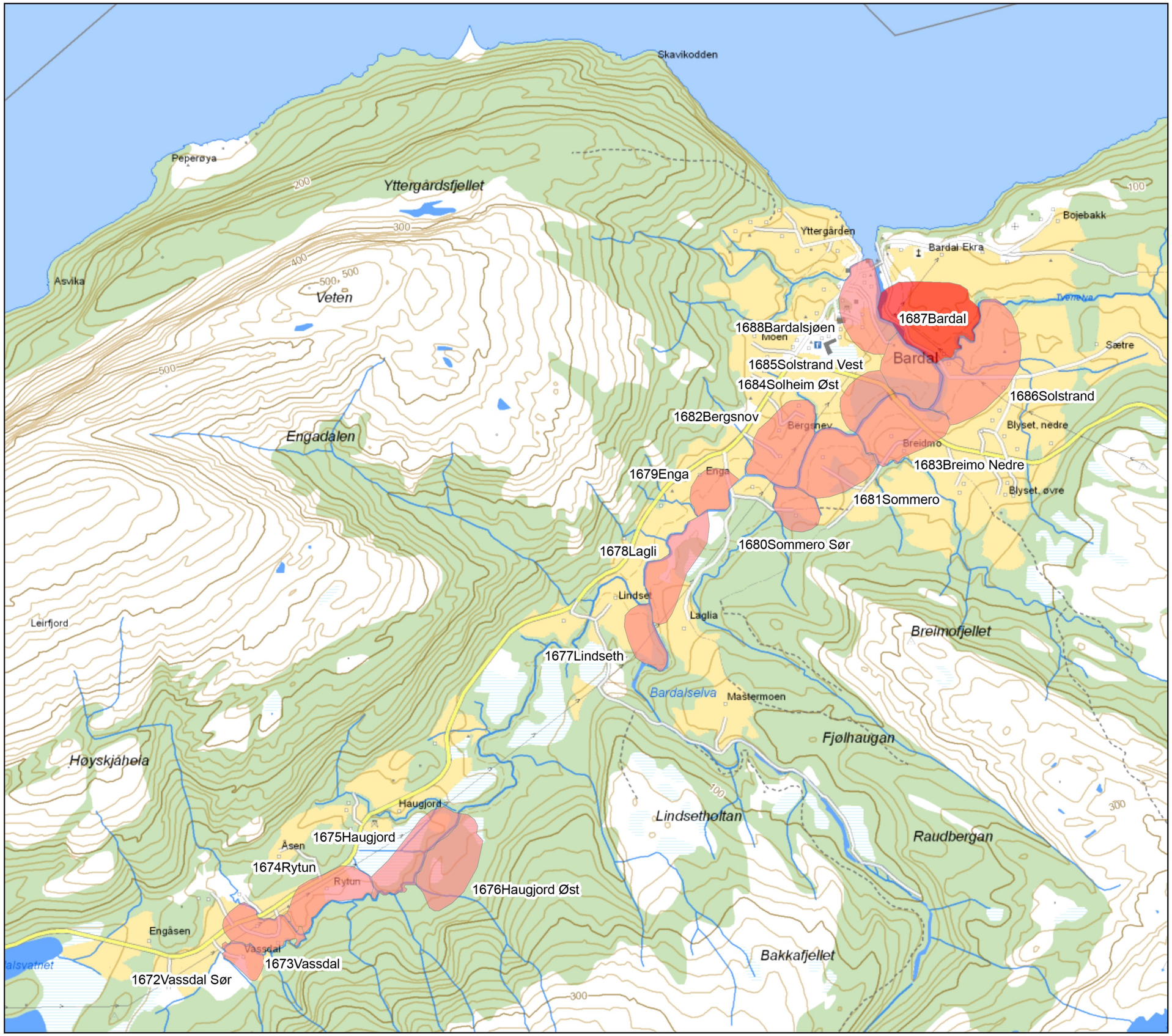
Faregradklasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 02
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	
	Godkjent TrV	NGI



Tegnforklaring

Faregradklasse

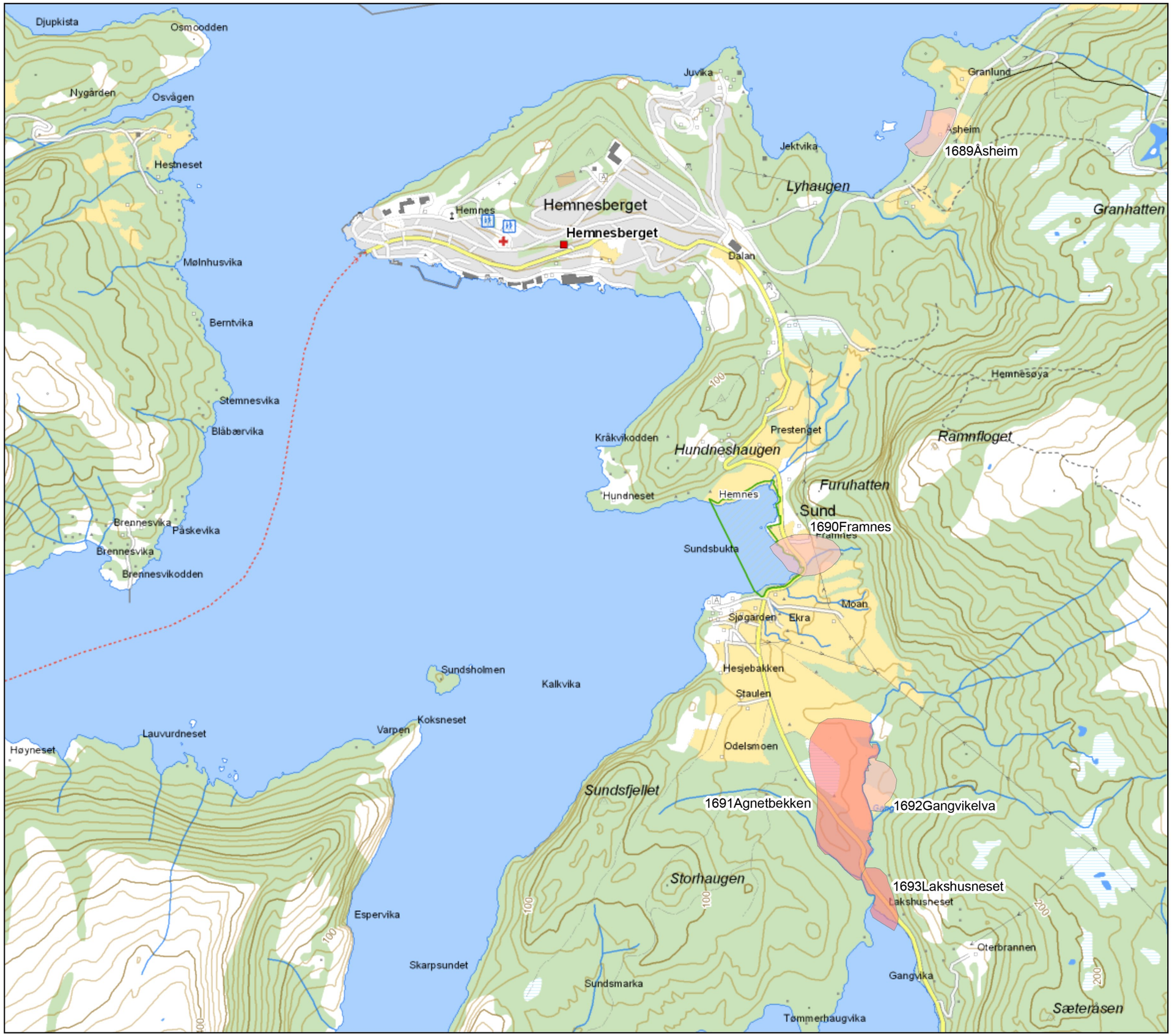
- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 03
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	
	Godkjent TrV	

NGI



Tegnforklaring

Faregradklasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. **20081080-1**	Kart nr. **04**
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført **TrV**	Dato **2009-12-11**
	Kontrollert **OG**	NGI
	Godkjent **TrV**	

Tegnforklaring

Faregradklasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 05
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	
	Godkjent TrV	

NGI

Tegnforklaring

Faregradklasse

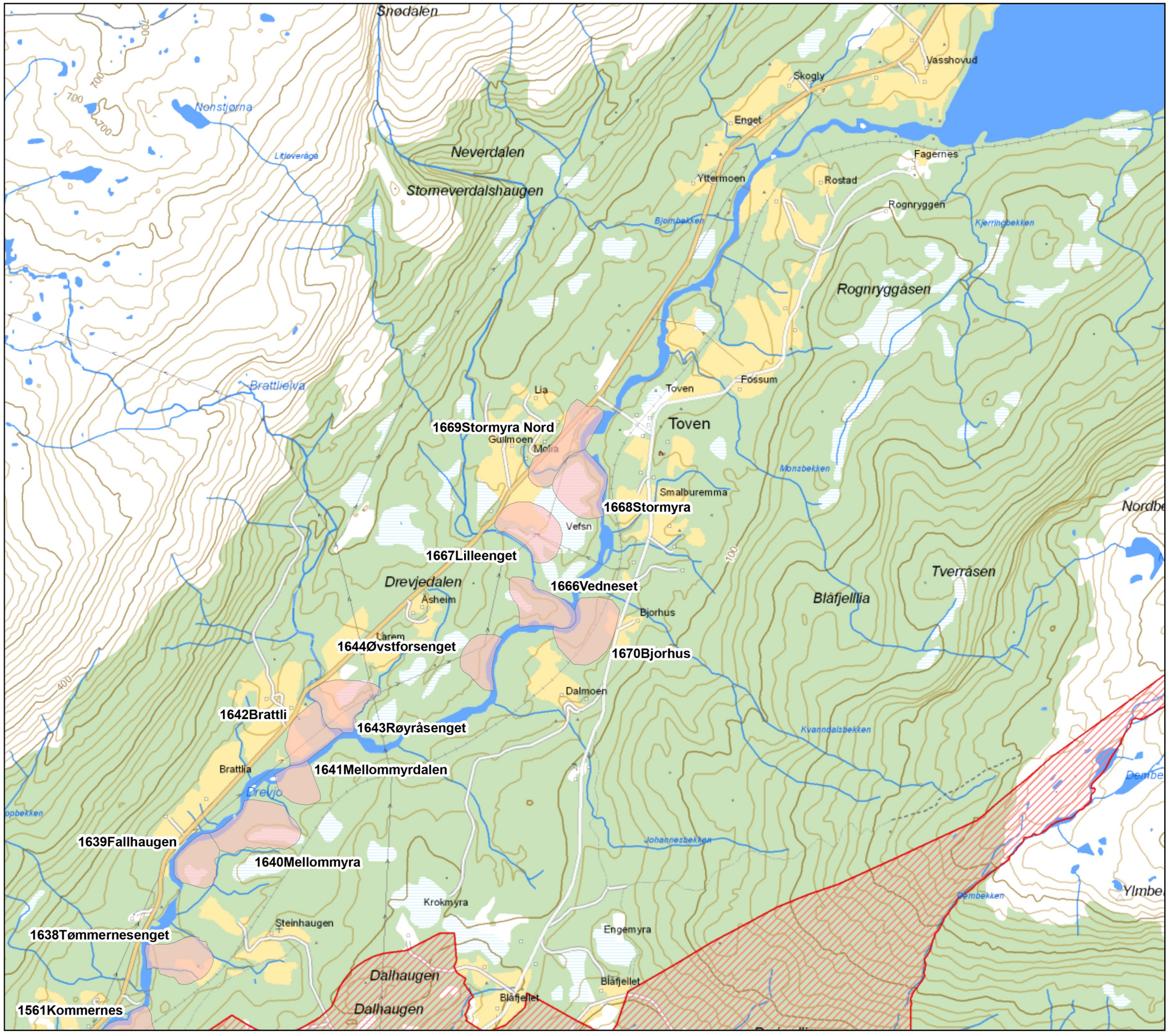
- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland

NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 06
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	NGI
	Godkjent TrV	



Tegnforklaring

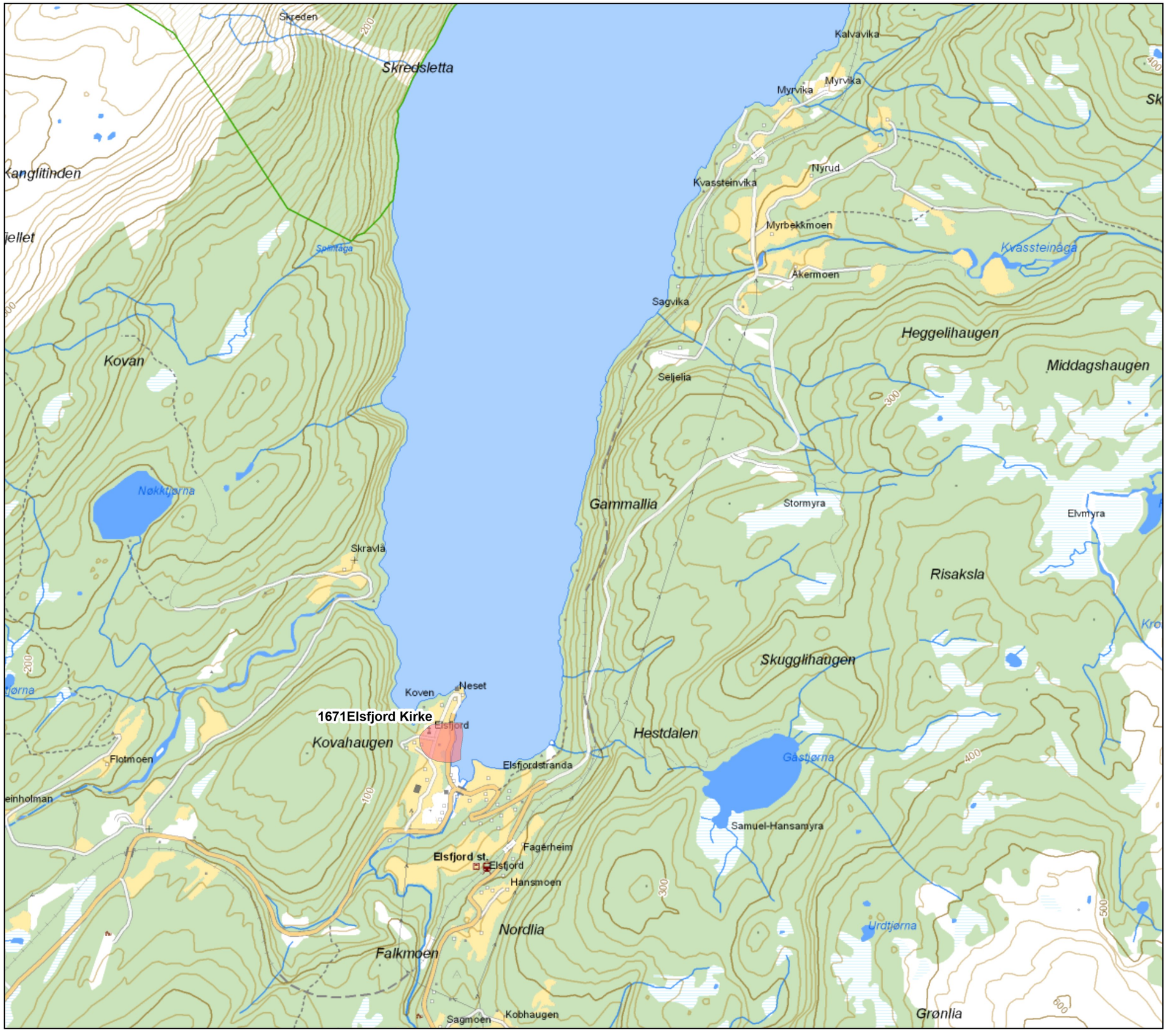
Konsekvensklasse

- 1 - Mindre alvorlig
- 2 - Alvorlig
- 3 - Meget alvorlig

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 07
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	
	Godkjent TrV	NGI



Tegnforklaring

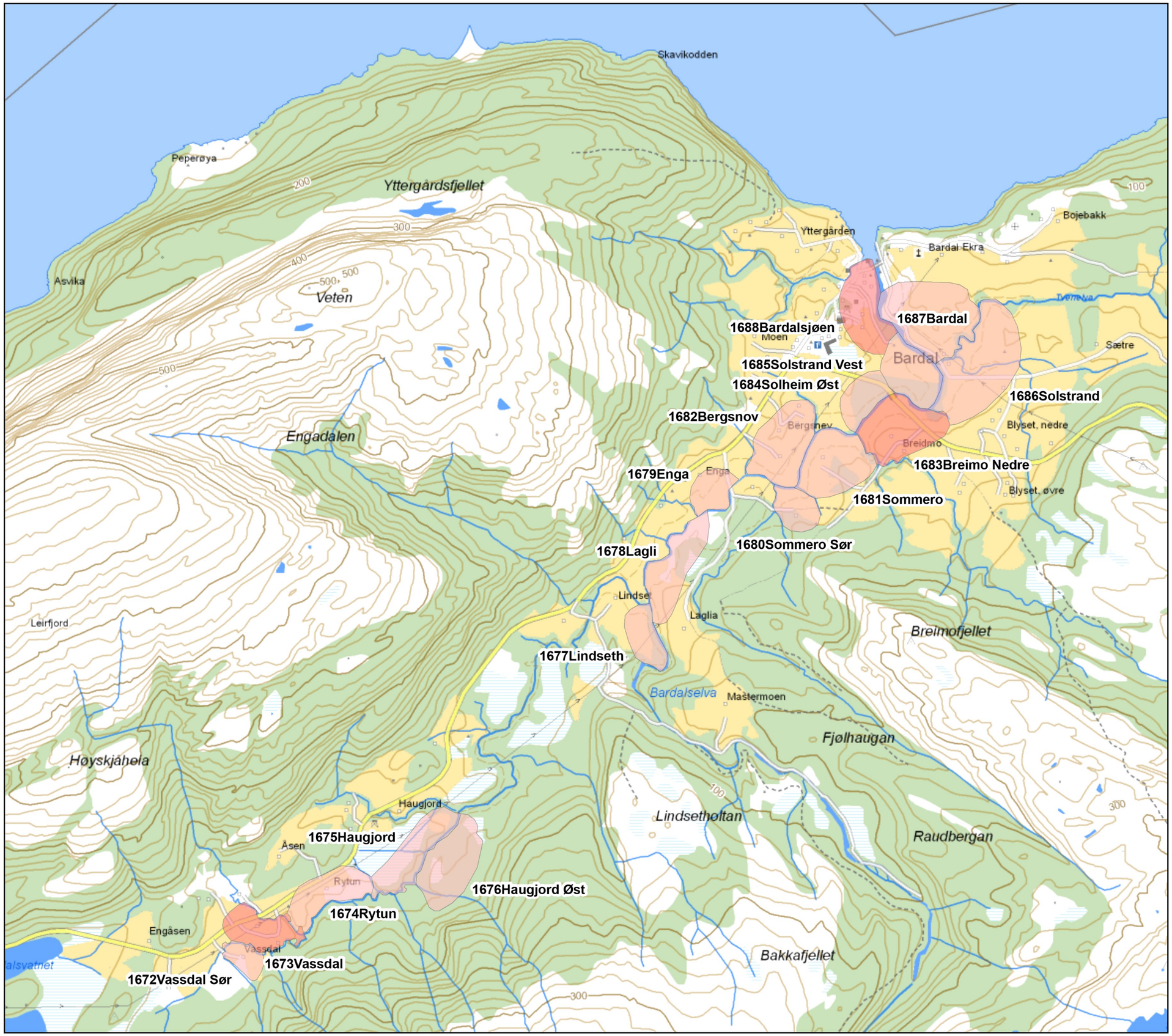
Konsekvensklasse

- 1 - Mindre alvorlig
- 2 - Alvorlig
- 3 - Meget alvorlig

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 08
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	
	Godkjent TrV	



Tegnforklaring

Konsekvensklasse

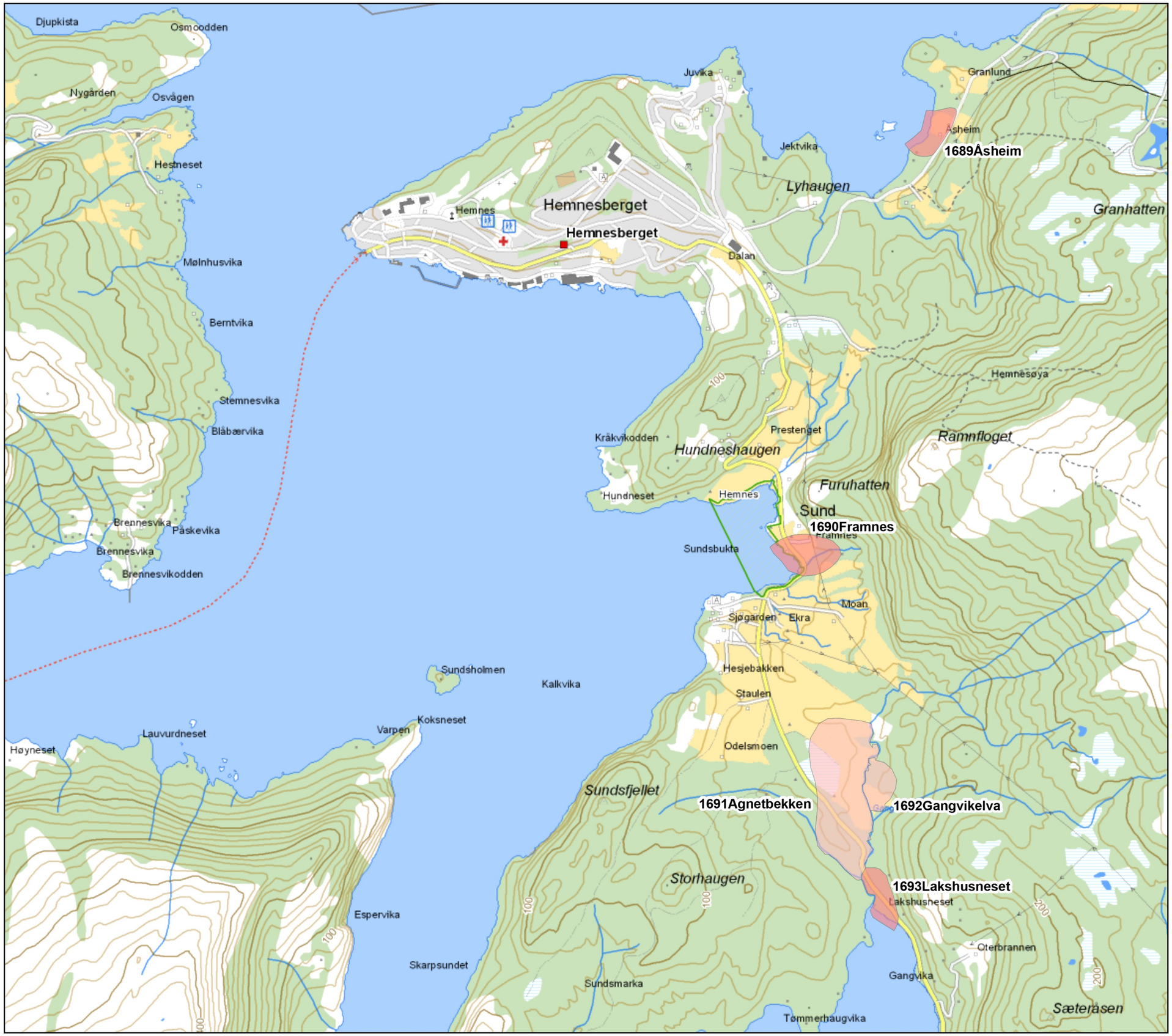
- 1 - Mindre alvorlig
- 2 - Alvorlig
- 3 - Meget alvorlig

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 09
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	
	Godkjent TrV	

NGI



Tegnforklaring

Konsekvensklasse

- 1 - Mindre alvorlig
- 2 - Alvorlig
- 3 - Meget alvorlig

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. **20081080-1**	Kart nr. **10**
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført **TrV**	Dato **2009-12-11**
	Kontrollert **OG**	NGI
	Godkjent **TrV**	

Tegnforklaring

Konsekvensklasse

- 1 - Mindre alvorlig
- 2 - Alvorlig
- 3 - Meget alvorlig

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 11
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	NGI
	Godkjent TrV	

Tegnforklaring

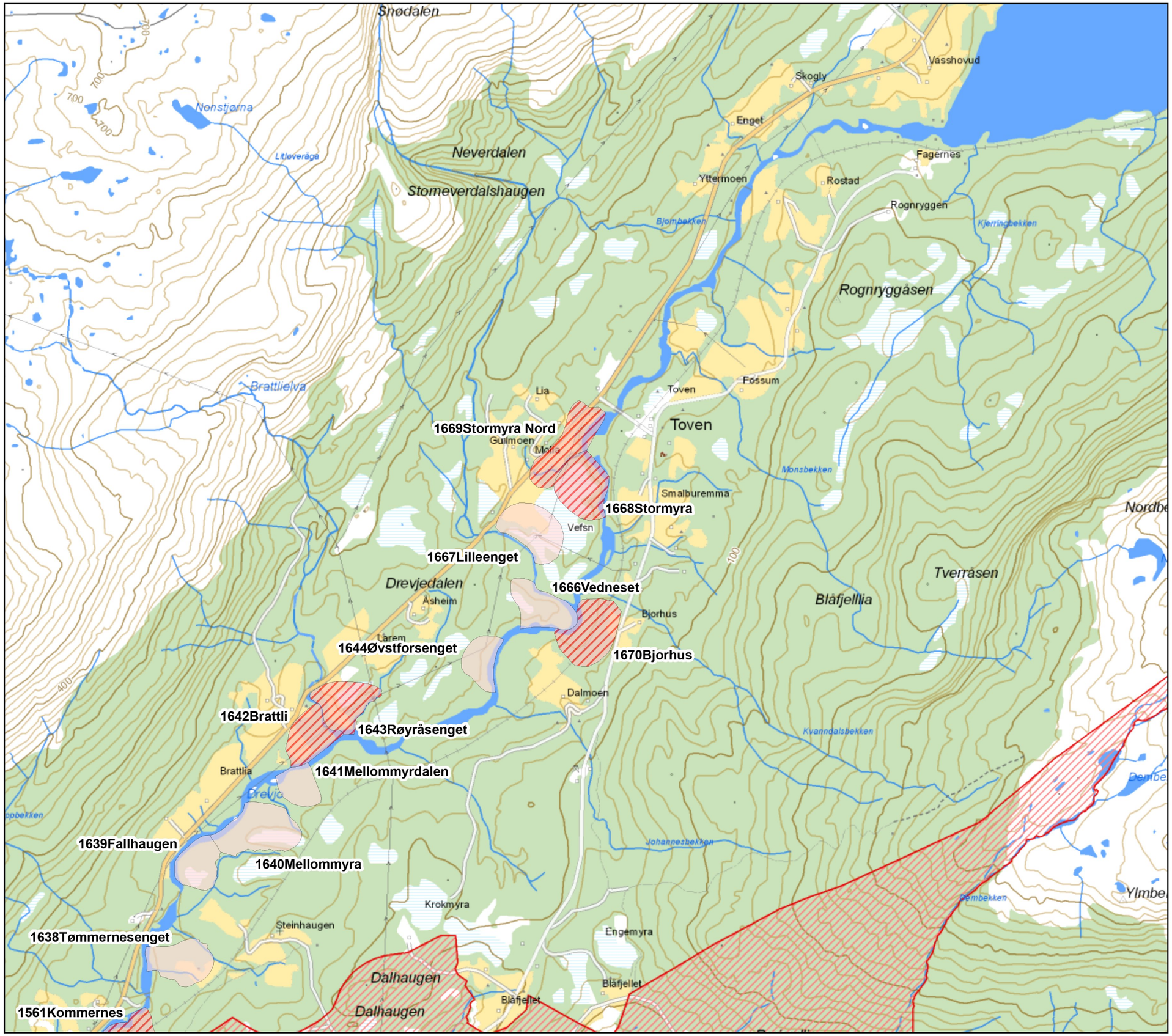
Konsekvensklasse

- 1 - Mindre alvorlig
- 2 - Alvorlig
- 3 - Meget alvorlig

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 12
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	NGI
	Godkjent TrV	



Tegnforklaring

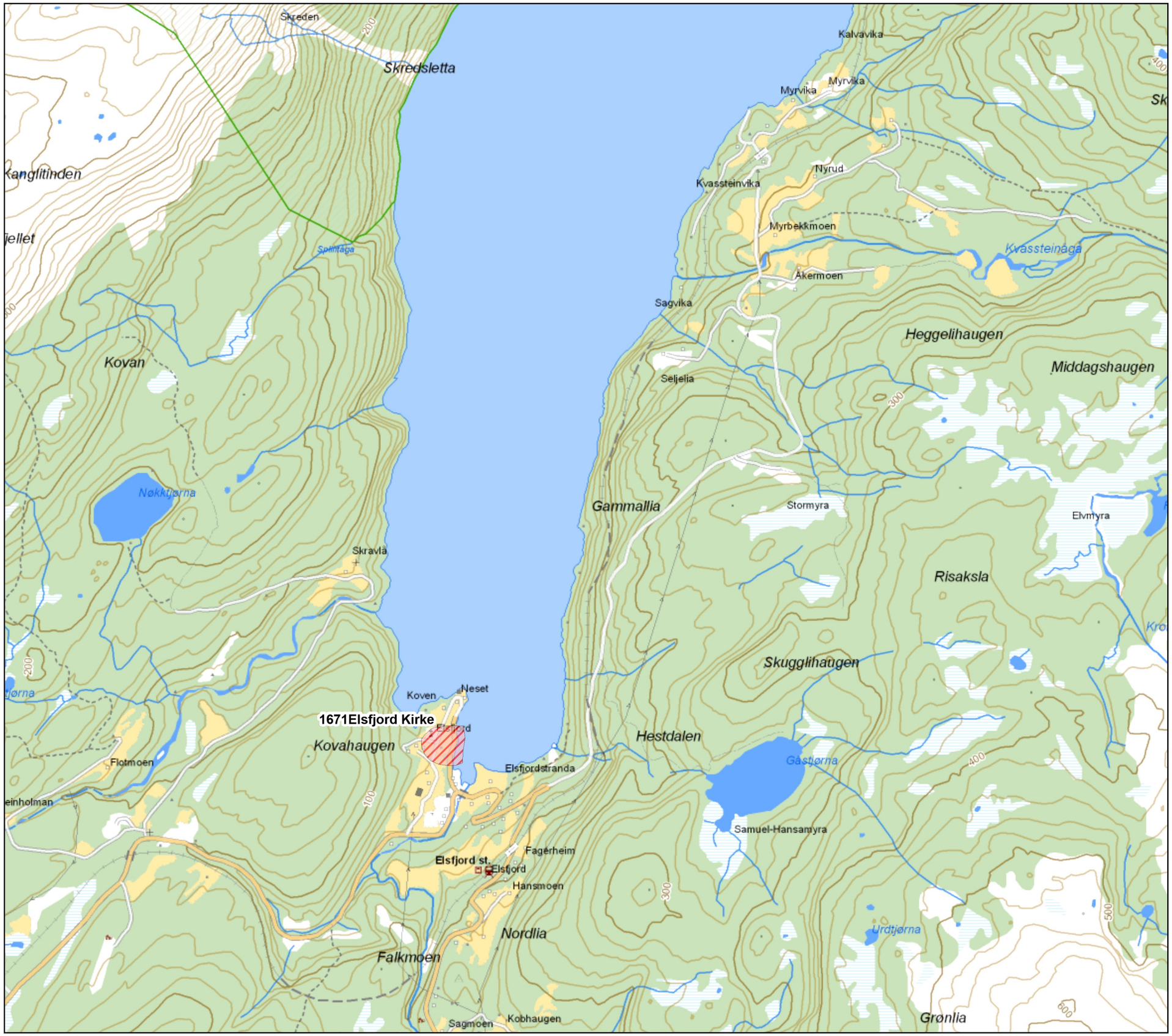
Risikoklasse

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 13
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	
	Godkjent TrV	



Tegnforklaring

Risikoklasse

1

2

3

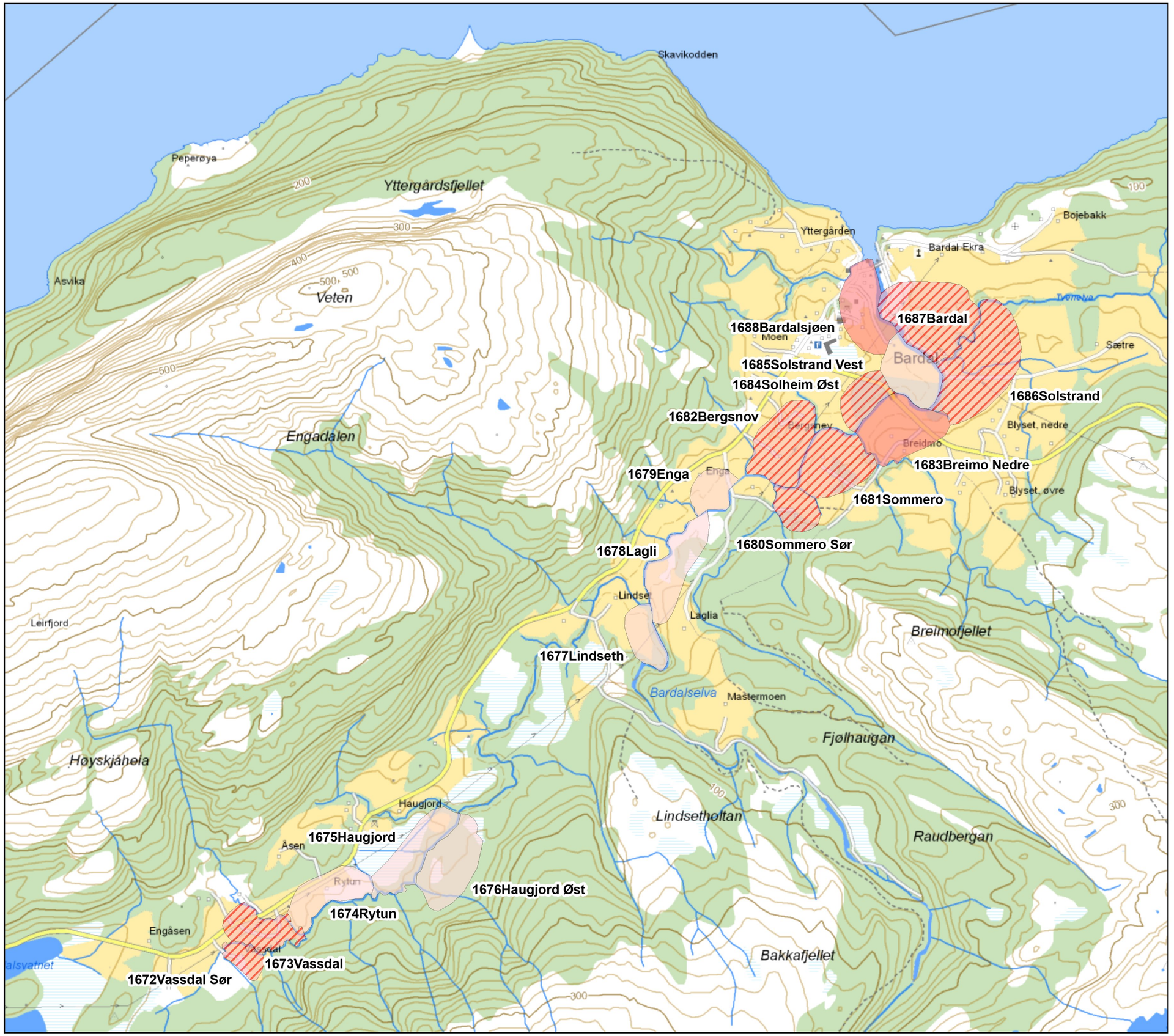
4

5

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 14
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	NGI
	Godkjent TrV	



Tegnforklaring

Risikoklasse

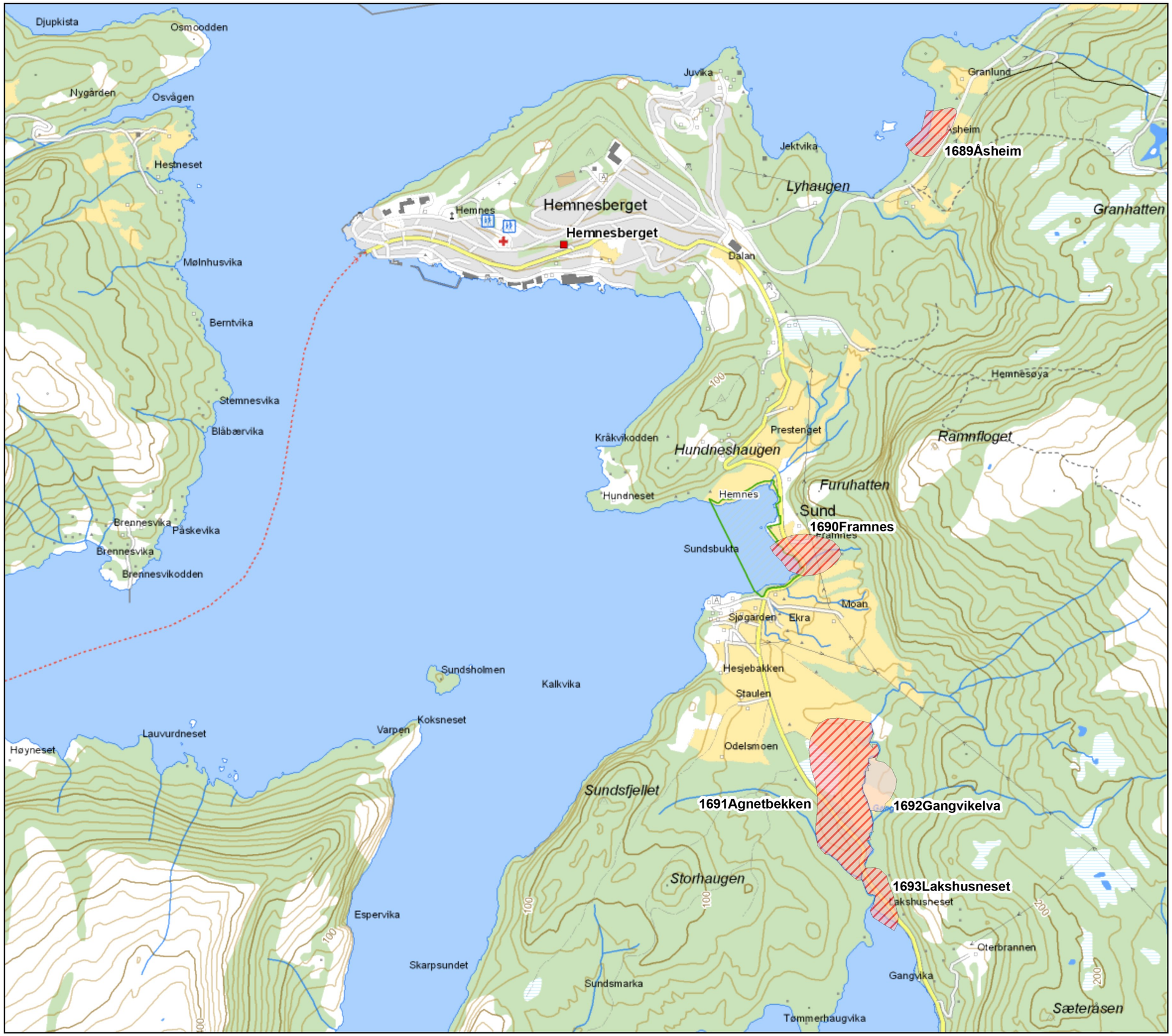
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland

NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 15
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	NGI
	Godkjent TrV	



Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 16
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	
	Godkjent TrV	

Tegnforklaring

Risikoklasse

1
2
3
4
5

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 17
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	NGI
	Godkjent TrV	

Tegnforklaring

Risikoklasse

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

0 500 1 000 m

Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33N

Kvikkleirekartlegging Mo i Rana m/omland		
NVE	Prosjektnr. 20081080-1	Kart nr. 18
Risiko for kvikkleireskred, kvikkleirekartlegging av kartbladene 1927-I Mo i Rana, 1927-III Elsfjord & 2027-IV Storforshei	Utført TrV	Dato 2009-12-11
	Kontrollert OG	
	Godkjent TrV	

Kontroll- og referanseside/ *Review and reference page*

Dokumentinformasjon/*Document information*		
Dokumenttittel/*Document title* Kvikkleirekartlegging, Mo i Rana med omland – Risiko for kvikkleireskred Kartbladene Mo i Rana 1927 I, Elsfjord 1927 III & Storforshei 2027 IV		**Dokument nr/*Document No.*** 20081080-00-8-R
Dokumenttype/*Type of document* ☒ **Rapport/*Report*** ☐ **Teknisk notat/*Technical Note***	**Distribusjon/*Distribution*** ☐ **Fri/*Unlimited*** ☒ **Begrenset/*Limited*** ☐ **Ingen/*None***	**Dato/*Date*** 11. desember 2009 **Rev.nr./*Rev.No.***
Oppdragsgiver/*Client* NVE		
Emneord/*Keywords* Kvikkleirekartlegging, grunnundersøkelser		

Stedfesting/*Geographical information*	
Land, fylke/*Country, County* Norge, Nordland	**Havområde/*Offshore area***
Kommune/*Municipality* Hemnes, Leirfjord, Rana, Vefsn	**Feltnavn/*Field name***
Sted/*Location* Helgeland	**Sted/*Location***
Kartblad/*Map* 1927 I & 1927 III	**Felt, blokknr./*Field, Block No.***
UTM-koordinater/*UTM-coordinates*	

Dokumentkontroll/*Document control*

Kvalitetssikring i henhold til/*Quality assurance according to* NS-EN ISO9001

Rev./ *Rev.*	**Revisjonsgrunnlag/*Reason for revision***	**Egen-kontroll/ *Self review* av/*by:***	**Sidemanns-kontroll/ *Colleague review* av/*by:***	**Uavhengig kontroll/ *Independent review* av/*by*:**	**Tverrfaglig kontroll/ *Inter-disciplinary review* av/*by:***
0	Originaldokument	TrV	OG		

Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*	**Dato/*Date***	**Sign. Prosjektleder/*Project Manager***
		Trond Vernang

NGI er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

NGI arbeider i følgende markeder: olje og gass, bygg og anlegg, samferdsel, naturskade og miljøteknologi.

NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002, og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

www.ngi.no

NGI is a leading international centre for research and consulting in the geosciences.

NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the environment, installations and structures.

NGI works within the oil and gas, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA. NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002, and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

www.ngi.no

Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pirsenteret
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281/IBAN NO26 5096 0501 281
Org. nr/Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989