

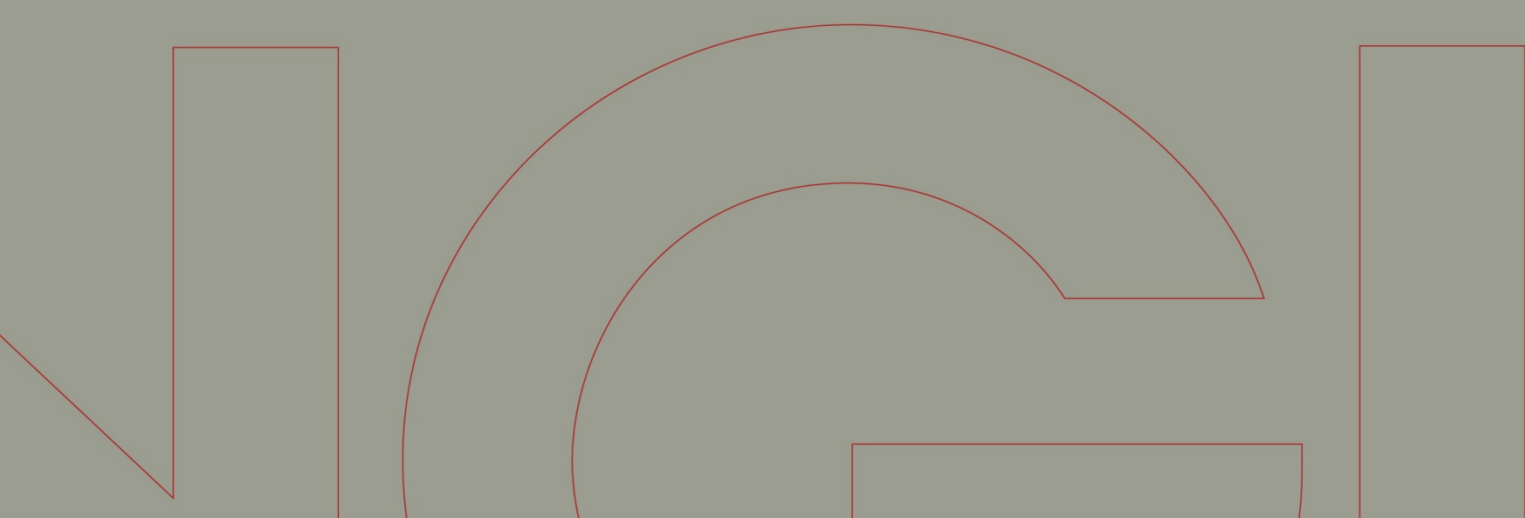


Rapport / Report

Tomasjord - Lunheim

Kartlegging av faresoner for skred

20130563-01-R
21. november 2013
Rev. nr.: 0



Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

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

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of 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 NGL.



Prosjekt

Prosjekt: Tomasjord-Lunheim
Dokumenttittel: Kartlegging av faresoner for skred
Dokumentnr.: 20130563-01-R
Dato: 21. november 2013
Rev. nr./rev. dato: 0

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Sluppen
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

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Tromsø kommune
Kontaktperson: Arnulf Elvevold
Kontraktreferanse: E-post datert 31. juli 2013

For NGI

Prosjektleder: Frode Sandersen
Utarbeidet av: Frode Sandersen
Kontrollert av: Ulrik Domaas

Sammendrag

NGI har kartlagt faresoner for skred for området Tomasjord/Lunheim fra Tverrelva i Tromsdalen og til Kroken alpinsenter. Snøskred, flomskred og steinskred er relevante skredtyper i området. Deler av bebyggelsen er vurdert til å ligge innenfor faresonen med årlig sannsynlighet 1/1000 tilsvarende sikkerhetskravet i TEK 10 for ny bebyggelse:

- Øverste og innerste husrekka i Planetvegen
- Øverste husrekka i Månevegen
- Ett hus innerst i Uranusvegen
- To hus innerst i Vegavegen
- Øverste husrekka i Midnattsolvegen

Snøskred er den skredtypen som utgjør fare for bebyggelsen. Skredfaren kan reduseres ved etablering av fysiske tiltak:

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20130563-01-R
Dato: 2013-11-21
Rev. nr.: 0
Side: 4

- Støtteforbygninger i utløsningsområdene som skal holde snødekket på plass
- Terrenginngrep som har til hensikt til å lede eller stoppe skred i nedre deler av fjellsida (ledevoller, fangvoller)

Også varsling av skredfare med evakuering av utsatt bebyggelse i spesielle vær-situasjoner kan bidra til å redusere faren for personskade, men dette bør kun være et midlertidig tiltak inntil permanent fysisk sikring er på plass.

Også flom- og sørpeskred langs bekkeløp kan gå ned mot bebyggelsen. I tillegg går det jordskred og steinsprang i de bratte fjellsidene ovenfor bebyggelsen, men disse skredtypene utgjør ikke noen trussel for bebygde områder.

Innhold

1	Innledning	6
2	Krav til sikkerhet mot skred	7
3	Beskrivelse av terreng- og klimaforhold	8
3.1	Terrengforhold	8
3.2	Klimaforhold	10
4	Beskrivelse av aktuelle skredtyper	13
4.1	Generell beskrivelse av relevante skredtyper	13
4.2	Skredtyper i de aktuelle fjellsidene	14
5	Vurdering av faresoner	14
5.1	Snøskred	15
5.2	Flom- og sørpeskred	17
5.3	Steinsprang og jordskred	17
5.4	Faresoner	17
6	Avsluttende kommentarer	18

Vedlegg A

Beskrivelse av beregningsmodeller for snøskred

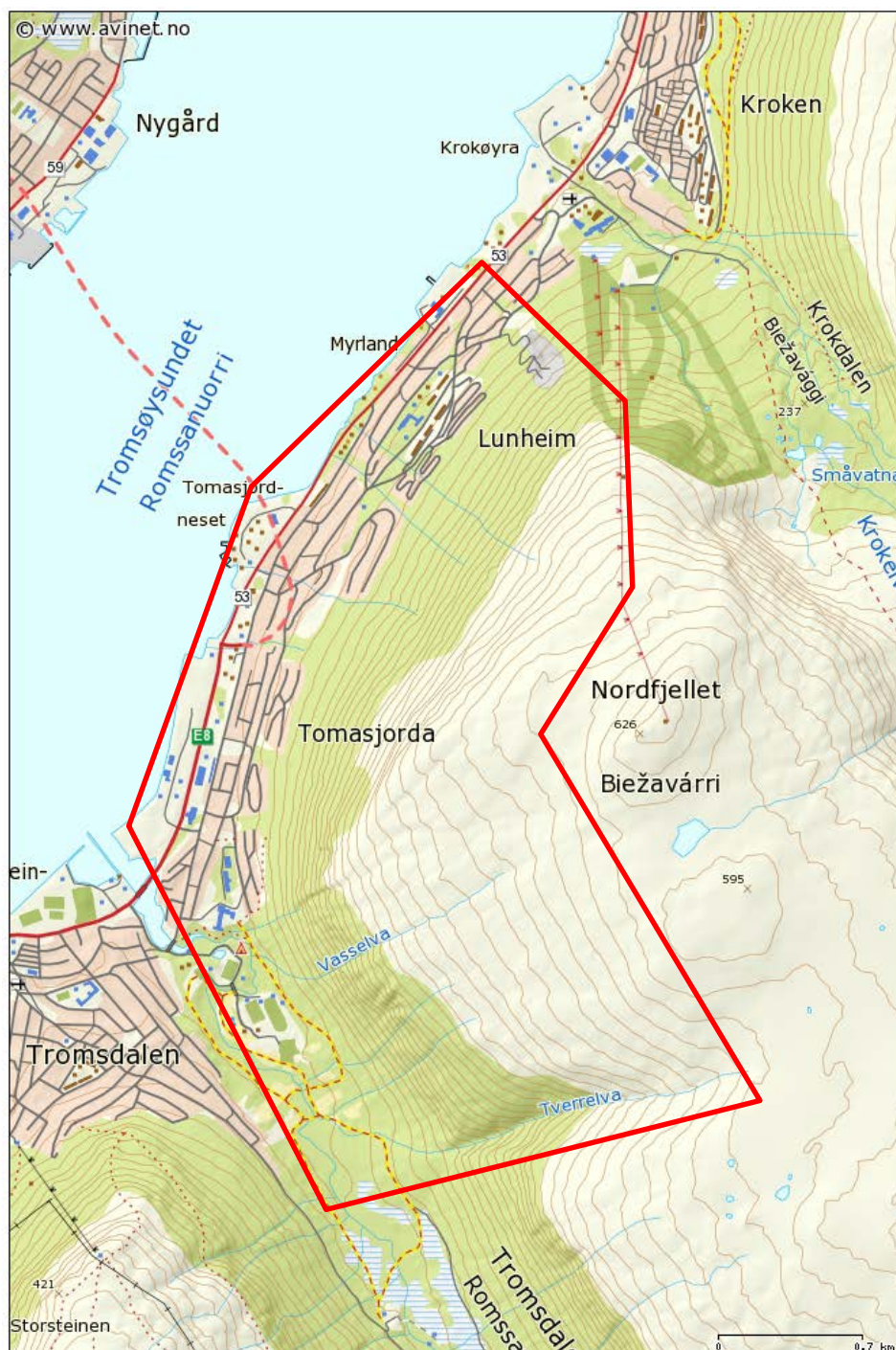
Vedlegg B

Kartbilag

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

På oppdrag fra Tromsø kommune har NGI vurdert utbredelse av faresoner for skred innenfor området Tomasjord/Lunheim avgrenset av Tverrelva i sørøst og Kroken Alpinsenter i nord (Figur 1).



Figur 1 Oversiktskart med angivelse av kartlagt område

Faresoner for skred med årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 er utarbeidet. Disse sonene tilsvarer sikkerhetskravene beskrevet i TEK10 for henholdsvis sikkerhetsklassene S1, S2 og S3.

Utbredelsen av faresonene er vurdert ut fra:

- Skredhistorikk
- Observasjoner gjort under befaringen
- Terrengmodeller
- Bruk av modeller for å beregne skredutbredelse
- Klimastatistikk
- Skjønsmessige vurderinger basert på erfaring

Befaring ble gjennomført 13. oktober 2013 av NGI ved Ulrik Domaas og Frode Sandersen.

2 Krav til sikkerhet mot skred

Plan- og bygningsloven med tilhørende Byggteknisk forskrift (TEK 10) definerer krav til sikkerhet mot skred. For byggverk i skredfareområde skal sikkerhetsklasse for skred fastsettes. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvirkninger av skred, slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

Retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred:

Sikkerhetsklasse S1 omfatter tiltak der et skred vil ha liten konsekvens. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er mindre garasjer, båtnaust, boder, lagerskur med lite personopphold og mindre brygger for sport og fritid.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg anslagsvis maksimum 10 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er enebolig, tomannsbolig, fritidsbolig med inntil to boenheter, små bygg for næringsdrift, mindre driftsbygninger i landbruket, samt mindre kaier og havneanlegg.

For bygninger som inngår i sikkerhetsklasse 2 kan kravet til sikkerhet for tilhørende uteareal reduseres til sikkerhetsnivået som er angitt for sikkerhetsklasse S1 (1/100). Dette fordi eksponeringstiden for personer og dermed faren for liv og helse normalt vil være vesentlig lavere utenfor bygningene.

Sikkerhetsklasse S3 omfatter tiltak der konsekvensen av en skredhendelse er stor. I dette ligger det eksempelvis byggverk der det normalt oppholder seg anslagsvis over 10 personer og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er eneboliger i kjede/rekkehus med tre enheter eller mer, boligblokker, brakkerigger, næringsbygg, større driftsbygninger, skoler, barnehager, lokale beredskapsinstitusjoner, overnattingssteder og publikumsbygg.

For bygninger som inngår i sikkerhetsklasse S3 kan det vurderes å redusere kravet til sikkerhet for tilhørende uteareal til sikkerhetsnivået som er angitt for sikkerhetsklasse S2 (1/1000), dersom dette vil gi tilfredsstillende sikkerhet for tilhørende uteareal. Momenter som må vurderes i denne sammenheng er eksponeringstiden for personer, antall personer som oppholder seg på utearealet, mv.

3 Beskrivelse av terreng- og klimaforhold

3.1 Terrengforhold

Fjellsida ovenfor bebyggelsen på Lunheim og Tomasjord er rundt 500 m høy og vender mot vest. Øverste del mot toppen av Nordfjellet (630 m o.h.) er relativt slak, men rundt kote 400 er det en markert brattkant. Øvre deler av fjellsida er brattere enn 30° som er nedre grense for utløsning av snø-, jord- og steinskred (vedlegg A). Høyden på fjellsida avtar mot sør. Skogen når omtrent opp til kote 300, og det betyr at den øvre delen av fjellsida ligger over skoggrensen bortsett fra den sørligste delen der det står spredt skog til toppen av det bratte partiet. De åpne bratte flatene over skogen kan gi opphav til snøskred.

Stedvis består brattkanten av nærmest vertikale fjellhammerer med muligheter for utfall av blokker. Det renner flere bekker i fjellsida, særlig i de sentrale deler. Flere av disse viser tegn på erosjon og gir muligheter for utløsning av både sørpe- og flomskred. Figur 2-3 viser oversiktsbilder av fjellsida.



Figur 2 Oversiktsbilde av fjellsida ovenfor Lunheim



Figur 3 Oversiktsbilde av fjellsida ovenfor Tomasjord

Skråningen inn Tromsdalen er lavere, og den bratte delen når opp til kote 300. Skogen dekker store deler av dette partiet, noe som medvirker til at eventuelle snøskred blir av begrenset utbredelse (figur 4). Denne skråningen har flere bekkeløp som kan gi opphav til både sørpe- og flomskred. I den vestlige delen av skråningen er det også flere hammere der det kan forekomme blokkutfall.



Figur 4 Kartlagt fjellside i Tromsdalen

3.2 Klimaforhold

Årsnedbøren i Tromsø ligger rundt 1000 mm. Mesteparten av nedbøren kommer om høsten og tidlig vinter. Høyeste målte døggnedbør er 63,5 mm. I spesielle vintre slik som var tilfellet i 1996/1997 da det ble målt 240 cm på Vervarslinga i Nord-Norge.

Statistikk

Stasjonsnummer	90450
Stasjonsnavn	TROMSØ
Stasjonstype	Værstasjon-klima

Data tilgjengelig fra 01/01/57 - 10/31/02

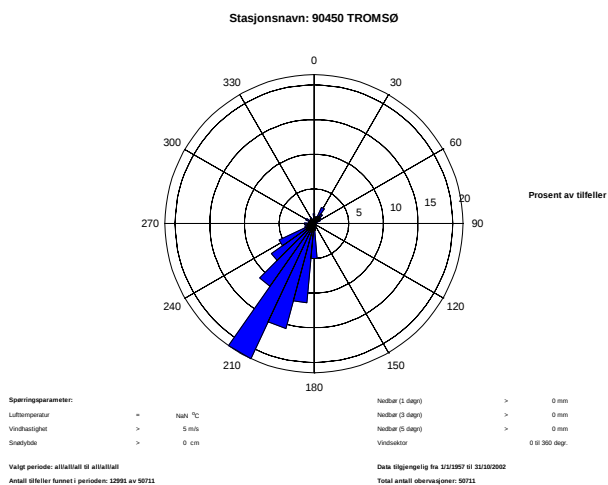
Parameter	Min	Date	Max	Date	Middel	Std
Temp. (°C)	-17.8	01/27/79	28.6	07/04/72	3.0	7.0
Vind (m/s)	0.0	-	18.5	02/04/75	3.3	2.4
Snø (cm)	-	-	240.0	04/29/97	62.9	42.3

Årsnedbør:	1057.6 mm
Sommernedbør:	443.9 mm
Vinternedbør:	613.7 mm

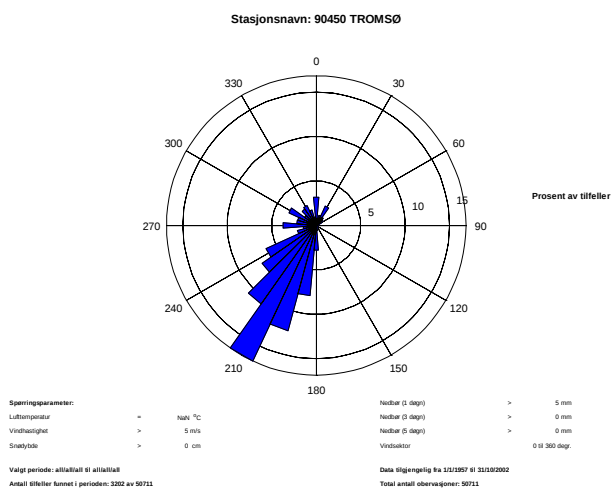
Maks. ettdøgnsnedbør:	63.5 mm	10/04/64
Maks. tredøgnsnedbør:	117.6 mm	10/06/64
Maks. femdøgnsnedbør:	141.9 mm	10/05/64

Maks. snødybde 240 cm Dato: 29/4/1997

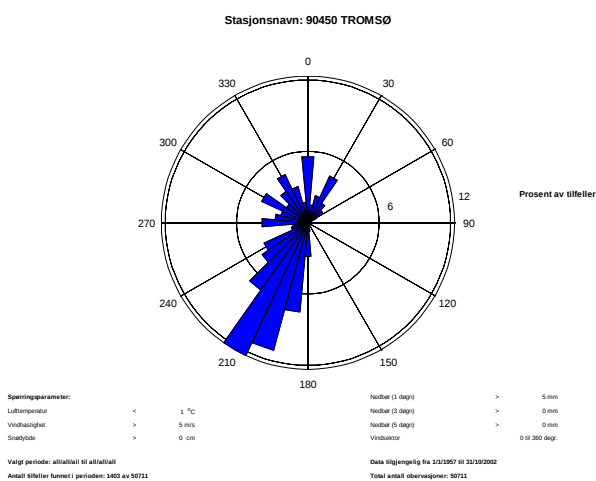
Figur 5 Klimaoversikt Tromsø



Figur 6 Vindrose ved vindhastighet >5 m/s



Figur 7 Vindrose ved døgnnedbør > 5 mm og vindhastighet > 5 m/s

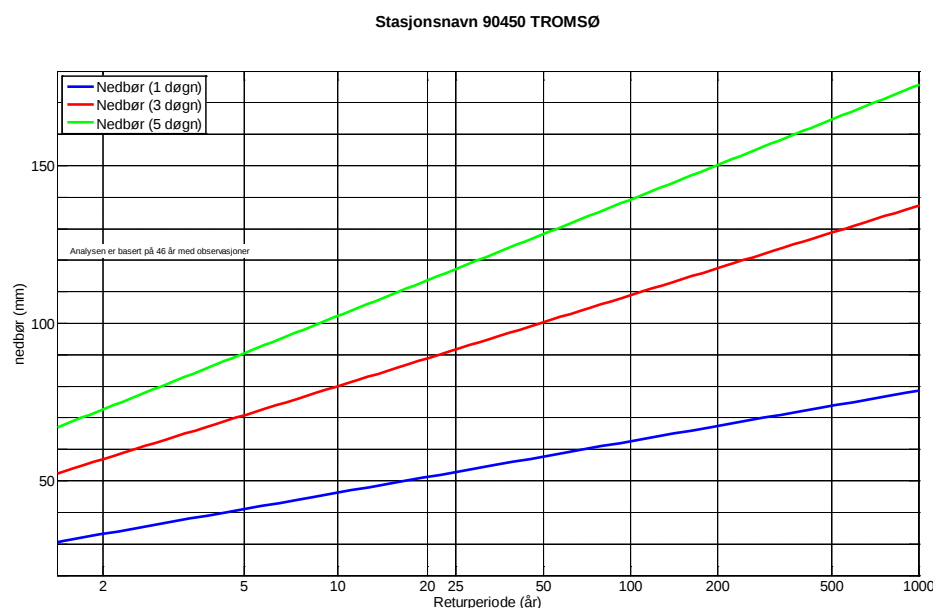


Figur 8 Vindrose ved temperatur < 1°C, vindhastighet > 5 m/s og døgnnedbør > 5 mm

Vanligste vindretning når det blåser er fra sørvest (figur 8). Vind som bringer nedbør er vanligvis fra sektoren sørvest-nordvest (figur 9). Om vinteren vil vind fra sørvest ofte være ledsaget av mildvær og nedbør som regn. Nedbør som snø kommer gjerne med vind fra nordvest (figur 10). En vanlig vindretning om vinteren er også fra sør og sørøst, og denne kan bli sterk å gi opphav til stor transport av fokksnø ut i den aktuelle fjellsida ovenfor Tomasjord og Lunheim. Vind fra sør og sørøst gir vanligvis ikke mye nedbør, men den kan gi sterk vind som kan vare flere dager.

Fjellsider som ligger i le for vind og nedbør er normalt mest utsatt for snøskred. Fjellsida ovenfor Tomasjord og Lunheim ligger ikke direkte i le for de vanligste nedbørførende vindretninger, men i le for vind fra østlig kant. Denne vindretningen er sjelden kombinert med nedbør. Vinden vil i disse tilfellene enten blåse parallelt med fjellsiden i området, eller mot fjellsiden, og sjelden føre til oppsamling av store snømengder, men det finnes skålformer som vil samle snø når det blåser langsetter fjellsida eller kommer vind fra sørøst.

Den største faren for utløsning av store snøskred i den aktuelle fjellsida antas å være når store snøfall (for eksempel 75 cm nysnø i løpet av 3 døgn) med nordvestlig vind blir etterfulgt av vedvarende og kraftig vind (minst kuling styrke) fra sør og sørøst med transport av fokksnø ut i fjellsida. 75 cm snø tilsvarer omtrent 75 mm nedbør, og som det fremgår av figur 9 inntreffer slike situasjoner rundt hvert tiende år.



Figur 9 Returperiode på nedbørmengder over hhv. 1, 3 og 5 døgn ved Vervarslinga.

4 Beskrivelse av aktuelle skredtyper

4.1 Generell beskrivelse av relevante skredtyper

Aktuelle skredtyper innenfor de undersøkte områdene er:

- Snøskred, våte og tørre
- Sørpeskred, dvs. vannmettet snø
- Steinsprang, steinskred
- Flomskred, jordskred

Snøskred utløses vanligvis der terrenget er mellom 30° og 50° bratt. Der det er brattere, glir snøen ut i små porsjoner uten at det dannes større snøskred. Fjellsider som ligger i le for de vanligste nedbørførende vindretninger er mest utsatt for snøskred. Likeledes går det oftest skred i skar, bekkedaler og andre forsenkninger fordi det samles opp mest snø på slike steder.

Fjellrygger og fremstikkende knauser blåses som regel frie for snø. Hvis skogen står tett i fjellsiden vil dette hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned. Som regel må det komme fra 0,5-1 m snø i løpet av to til tre døgn sammen med sterk vind for at store snøskred skal bli utløst. Markerte temperaturstigninger kan også føre til at det går snøskred.

Sørpeskred er en spesiell type snøskred der snøen inneholder så mye vann at den blir flytende. Skredene følger helst bekke- og elvedrag som myrområder, vann eller slake forsenkninger. Sørpeskredene kan forekomme i ulike terrengetyper og kan være vanskelig å forutsi. De utløses helst når snøen er løs, i nysnø eller grovkornet løs snø, som følge av sterkt regn eller snøsmelting. Sørpeskred kan nå langt selv i slakt terreng.

Steinskred og steinsprang forekommer vanligvis i bratte oppsprukne fjellpartier der terrenghelningen er større enn 40-45°. Steinsprangene utløses fra steile sprekker og overheng som har utviklet seg over lang tid pga. forvitring. Det vanligste er mindre utfall på noen fåtalls kubikkmeter, men større steinskred kan også tidvis forekomme. Steinsprang forekommer helst om våren og høsten, enten som følge av frysing/tining og rotsprengning eller pga. store nedbørmengder som fører til høyt vanntrykk i sprekke i fjellet. Frittliggende blokker kan også bli satt i bevegelse av slike prosesser.

Jordskred utløses i bratte fjellsider der det ligger løsmasser og hvor terrenghelningen ligger mellom 25 og 40°. Ved terrenghelninger større enn 40° vil det vanligvis være for bratt til at det blir liggende løsmasser. Løsmasser med stort finstoffinnhold som for eksempel i leire, kan bli utløst i enda slakkere terreng.

Flomskred som følger bekker og elver kan bli utløst i løp med helning helt ned mot 15°. Jord- og flomskred blir gjerne utløst etter langvarig nedbør, eller etter korte, men intense regnskyll. Sterk snøsmelting kan også føre til utløsning av slike skred, men da oftest i kombinasjon med regn.

4.2 Skredtyper i de aktuelle fjellsidene

Snøskred er den dominerende skredtypen for den vestvendte fjellsida ovenfor Tomasjord og Lunheim. Det er særlig to utløsningsområder som kan gi opphav til store snøskred med lang rekkevidde ned mot bebyggelsen. For øvrig kan det bli utløst mange skred fra mindre åpne flater innenfor hele undersøkelsesområdet, men disse vil ha begrenset størrelse og rekkevidde og truer ikke bebyggelsen. Denne skredtypen vil her i stor grad bestemme utbredelsen av faresonene. I tillegg vil de største dreneringsveiene være utsatt for *flom- og sørpeskred*, og slike skred kan få lang rekkevidde å være dimensjonerende for faresonene langs bekkeløpene i hele det undersøkte området.

I den sørlige delen av fjellsida med flere fjellhammere er også *steinsprang* en aktiv skredtype. Også *jordskred* fra bratte skråninger med løsmasser kan forekomme, men denne skredtypen er vurdert til å ha mindre betydning for utbredelsen av faresonene.

Figur 10 viser hvordan de dominerende skredtypene fordeler seg innenfor undersøkelsesområdet.

5 Vurdering av faresoner

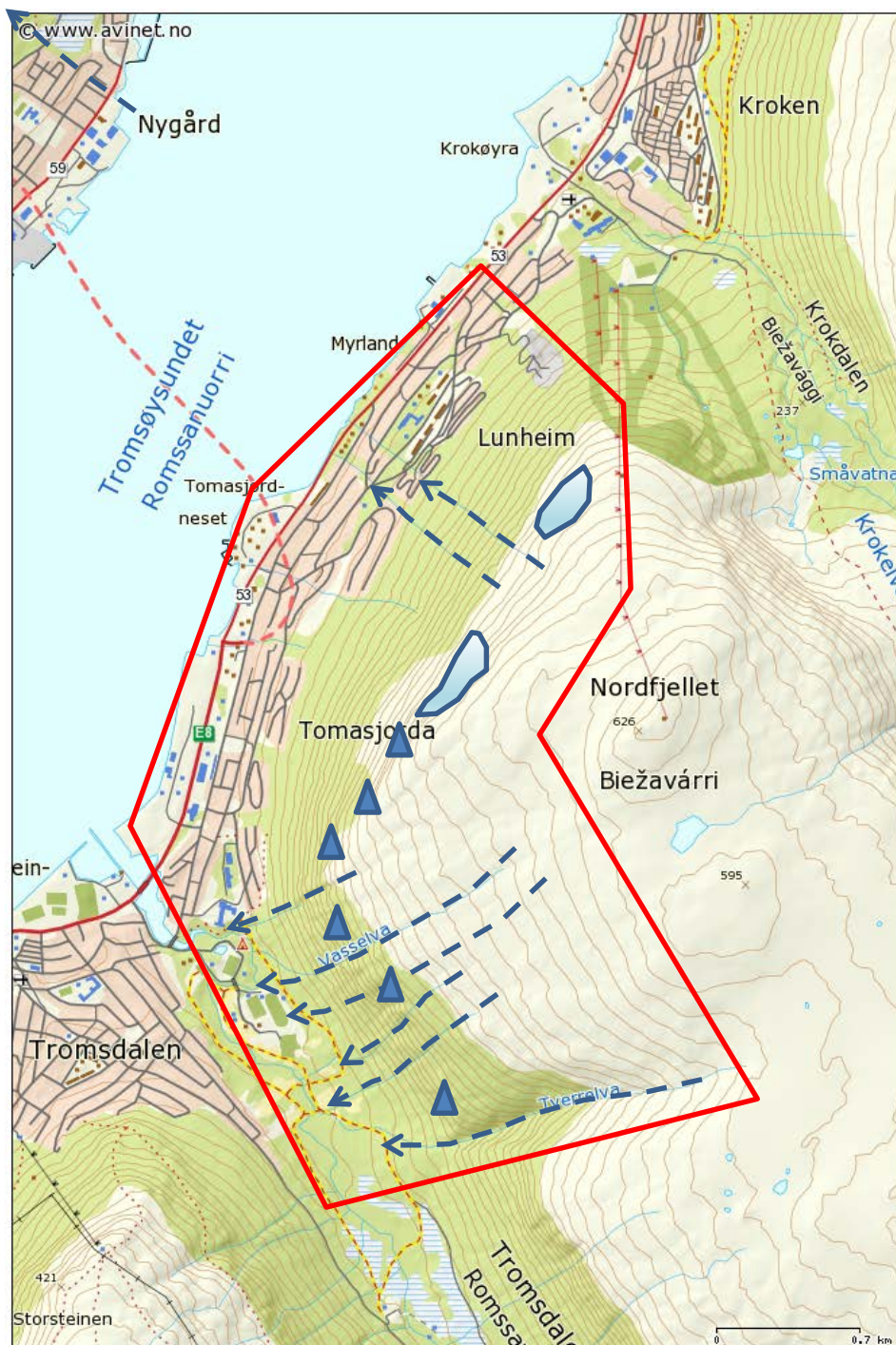
Utbredelsen av faresonene er beregnet ut fra følgende metoder:

- Tidligere skredrapporter fra området
- Identifikasjon av utløsningsområder for ulike skredtyper basert på topografiske og klimatiske faktorer.
- Tidligere skredhendelser.
- Beregning av utbredelsen av skred basert på bruk av modeller (Vedlegg A), observasjoner fra feltarbeidet og faglig skjønn.

Bestemmelse av utbredelsen til skred er forbundet med usikkerhet. Vurderingene må i stor grad baseres på faglig skjønn og erfaring med skred under lignende forhold andre steder i landet. Foreløpig estimat på beliggenheten av faresonene blir bestemt under feltbefaringen. Faregrensene blir så justert i forhold til resultater fra modeller benyttet for beregning av skredutbredelse.

Faresonene er trukket basert på dagens vegetasjonsforhold og under dagens klimaforhold. Faresonene må justeres dersom det skjer vesentlig endringer av disse forholdene.

Det er også mulig at mindre innskrenkninger av faresonene kan gjøres ved mer detaljerte undersøkelser for eksempel på byggesaksnivå.

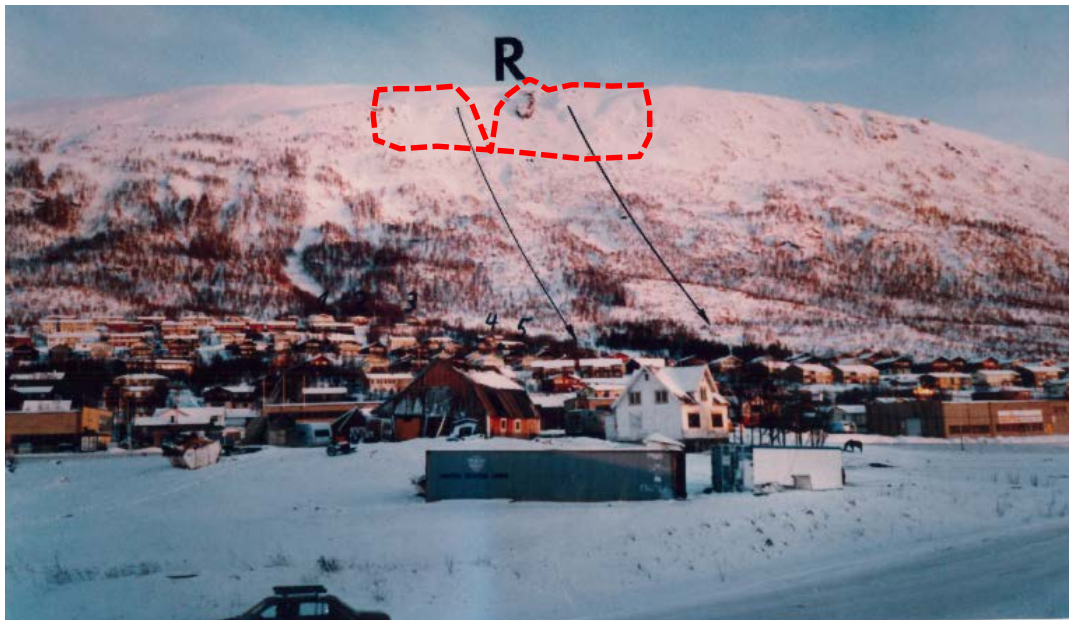


Figur 10 Oversikt over viktigste kildeområder for skred. Blå piler angir baner for flom- og sørpeskred, polygoner utløsningsområder for store snøskred og trekantede kildeområder for steinsprang.

5.1 Snøskred

Selv om det er store deler av fjellsida ovenfor skoggrensen som er bratt nok til at det skal bli utløst snøskred, er det kun to områder vi vurderer kan gi opphav til store

skred med rekkevidde ned mot bebyggelsen. Det sørligste er vurdert til å være det området der både hyppighet og størrelse av snøskred er størst (figur 11).



Figur 11 Vinterbilde av fjellsida med det sørligste utløsningsområde tatt i 1973 (stiplet med rød strek).

Utenom disse to områdene er fjellsida relativt ruglete med få muligheter til at det kan bygge seg opp store og sammenhengende snøflater. I tillegg er deler av områdene så bratte at det ikke kan legge seg opp mye snø før den glir ut i mindre porsjoner. En viktig faktor i vurderingen av skredutbredelse er at snøtilførselen er begrenset grunnet eksposisjonen av fjellsida. Dominerende vind fra vestlig kant vil føre til at store deler av fjellsida ofte vil være avblåst for snø, og mengden av vindtransportert snø vil også være begrenset fordi sterk vind fra sør og sørøst vanligvis ikke er forbundet med store nedbørmengder. I tillegg vil mulighetene for at skredmasene river med seg fersk snø nedover i skredbanen også være begrenset. Disse forholdene fører til at både hyppighet og rekkevidde av skred er mindre enn i tilsvarende fjellsider som vender mot øst.

Det har blitt observert snøskred ned mot bebyggelsen langs Midnattsolvegen flere ganger. Største kjente skred var i 1981, da to store snøskred gikk ned 12. januar og 8. februar. Skredene stanset ved hhv. kote 75 og 50 ovenfor bebyggelsen, men snøskya gikk inn mot husrekka. I tillegg har det minst ved tre anledninger blitt utløst snøskred av skiløpere, men disse skredene har alle stanset i god avstand til bebyggelsen. De registrerte snøskredene er vist i Vedlegg B på faresonekartet.

NGI har vurdert skredfaren for området ovenfor Midnattsolvegen i 1973 i forbindelse med planlegging av ny skoletomt (NGI rapport 73408-1 datert 24. april 1973). I tillegg har vi vurdert skredfaren mot flere enkelttomter innenfor undersøkelses-

området. Resultatene fra disse vurderingene er inkludert i vårt beslutningsgrunnlag for fastsetting av faregrensene.

Bruk av modeller med standard parameterverdier for skred med returperiode 100-300 år indikerer at snøskred kan nå inn i bebyggelsen fra de to utløsningsområdene (kart nr. 02 i Vedlegg B).

5.2 Flom- og sørpeskred

Observasjoner gjort under befaringen viser at det har gått våte skred langs bekkeløpene angitt på figur 10. Ut fra disse observasjonene og tidligere rapporter vurderer vi at skred kan nå ned mot bebyggelsen langs tre ulike bekkeløp.

Det er utfordrende å bestemme hvor langt skredmassene kan nå. Som regel vil vannfasen kunne fortsette helt ned til flatt terreng. Materialet som følger vannmassene (hhv. løsmasser og snø) vil som regel avsettes suksessivt nedover i løpet når ettersom helningen avtar. Trykkvirkningen fra skredmassene vil være størst når løsmasser eller snø inngår i skredmassene. Utstrekningen av faresonen tar utgangspunkt i vurderinger av hvor langt de faste skredmassene kan nå.

5.3 Steinsprang og jordskred

Steinsprang og jordskred vil ikke nå bebygde områder, men disse skredtypene vil ha betydning for utbredelsen av faresonene lengst sør på Tomasjord og innover i Tromsdalen. Faresonen er i stor grad basert på observasjoner av skredblokker og jordskredavsetninger gjort under befaringen.

5.4 Faresoner

Faresoner for skred med årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 i Vedlegg B, kart nr. 03.

Vi har vurdert faresonen for skred med årlig sannsynlighet 1/1000 til å gå inn i bebyggelsen på følgende steder:

- Øverste og innerste husrekka i Planetvegen
- Øverste husrekka i Månevegen
- Ett hus innerst i Uranusvegen
- To hus innerst i Vegavegen
- Øverste husrekka i Midnattsolvegen

6 Avsluttende kommentarer

Faresonekartene kan benyttes som grunnlag for godkjenning av byggesøknader. Kartene kan også benyttes som grunnlag for evakuering av bebyggelse dersom det inntreffer vær-situasjoner som innebærer stor fare for snøskred.

For bebyggelse som ligger innenfor faresonene kan sikkerheten forbedres ved iverksetting av fysiske sikringstiltak:

- Støtteforbygninger i utløsningsområdene for skred
- Terrengtiltak (voller og kanalisering) i utløpsområdene

NGI kan om ønskelig utarbeide sikringsforslag for skredutsatt bebyggelse.

Inntil permanent sikringsløsning er på plass kan varsling med evakuering ved stor skredfare være et tiltak som reduserer faren for skade på person.

Vedlegg A - Beregningsmodeller snøskred

Innhold

Innledning

1	RAMMS	2
2	PCM modellen	3
3	Statistisk-empirisk modell (α-β modell)	4
4	Referanser	5

Innledning

Modellene som oftest blir brukt for utløpsberegninger i Norge er den topografisk-statistiske alfa-beta-modellen (Lied and Toppe 1989), blokkmodellen PCM (Perla, Cheng, og McClung 1980) og den en-dimensionale modellen NIS (Norem, Irgens og Schieldrop 1989). I de senere år har også den todimensjonale RAMMS blitt tatt i bruk (Christen m.fl., 2010).

For å beregne skredutløp for skredbanene på Tomasjord og Lunheim har vi foruten alfa-beta-modellen anvendt to dynamiske modeller for utbredelsen av skredets tette del; RAMMS utviklet i Sveits og PCM utviklet i Canada. Disse to siste modellene har gått gjennom en lang prosess av uttesting og kalibrering mot målinger og observasjoner av snøskred i Alpene. I tillegg har NGI utført en del kalibreringer mot målinger fra NGIs forsøksfelt Ryggfonn på Strynefjellet. Generelt sett gjengir begge modellene skredenes utløpsdistanse godt, men oftest undervurderer de hastigheten av skredets front, som består av et fluidisert lag med betydelig redusert tetthet (Schaerer og Salway, 1980; Bozhinskiy og Losev, 1998; Issler m.fl., 1996; Issler, 2003; Gauer m.fl., 2008; Issler og Gauer, 2008).

1 RAMMS

Utløpslengden av skred er vurdert blant annet med den dynamiske modellen RAMMS (Christen m.fl. 2010; RAMMS Manual Ver 1.4.1).

Det er brukt parametere som samsvarer med standardverdiene for sjeldne og store skred i Sveits og Norge, kun korrigert for høyde over havet. Parameterne er avhengig av skredstørrelse, antatt returperiode og terrengforhold som helning og kanalisering av skredbanene (RAMMS Manual Ver. 1.4.1). Parameterne blir automatisk generert for forskjellige simuleringer. Skredvolumet er antatt å kunne bli ca 90 000 - 120 000 m³ (gjennomsnittlig bruddhøyde $d \approx 1.5$ m) og erosjonsdybde er satt til 0,5 m langs skredbanen. Beregninger med RAMMS uten erosjon har tendens til å gi for lave hastigheter. Simuleringen tar ikke direkte hensyn til en eventuell snøsky. Observasjoner fra Østerrike indikerer imidlertid at det potensielle skadeområdet av snøskyen som følger med et tørrsnøskred strekker seg 100–200 m lengre enn utløpsdistansen av den flytende delen (Gauer m.fl., 2010). Beregningene tar ikke hensyn til vegetasjon eller bebyggelse.

Tilsvarende beregninger ble gjort for forskjellige utløsningsområder og bruddhøyder med og uten erosjon langs banen. Inngangs- og friksjonsparameterne ble valgt i henhold til returperioder større enn 100 år.

Tabell 1-1

RAMMS::Avalanche 1.1

Friction Parameters

Large avalanche (> 60'000 m ²)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
Altitude (m.a.s.l.)		μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ
unchannelled	above 1500	0.155	3000	0.165	3000	0.17	3000	0.18	3000
	1000 - 1500	0.17	2500	0.18	2500	0.19	2500	0.2	2500
	below 1000	0.19	2000	0.2	2000	0.21	2000	0.22	2000
channelled	above 1500	0.21	2000	0.22	2000	0.225	2000	0.235	2000
	1000 - 1500	0.22	1750	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750
	below 1000	0.24	1500	0.25	1500	0.26	1500	0.27	1500
gully	above 1500	0.27	1500	0.28	1500	0.29	1500	0.3	1500
	1000 - 1500	0.285	1350	0.3	1350	0.31	1350	0.325	1350
	below 1000	0.3	1200	0.315	1200	0.33	1200	0.345	1200
flat	above 1500	0.14	4000	0.15	4000	0.155	4000	0.165	4000
	1000 - 1500	0.15	3500	0.16	3500	0.17	3500	0.18	3500
	below 1000	0.17	3000	0.18	3000	0.19	3000	0.2	3000
Medium avalanche (25'000 - 60'000)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
unchannelled	above 1500	0.195	2500	0.205	2500	0.215	2500	0.225	2500
	1000 - 1500	0.21	2100	0.22	2100	0.23	2100	0.24	2100
	below 1000	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750	0.26	1750
channelled	above 1500	0.25	1750	0.26	1750	0.27	1750	0.28	1750
	1000 - 1500	0.27	1530	0.28	1530	0.285	1530	0.295	1530
	below 1000	0.28	1350	0.29	1350	0.3	1350	0.31	1350
gully	above 1500	0.32	1350	0.33	1350	0.34	1350	0.35	1350
	1000 - 1500	0.33	1200	0.34	1200	0.35	1200	0.36	1200
	below 1000	0.36	1100	0.37	1100	0.38	1100	0.39	1100
flat	above 1500	0.17	3250	0.18	3250	0.19	3250	0.2	3250
	1000 - 1500	0.19	2900	0.2	2900	0.21	2900	0.22	2900
	below 1000	0.21	2500	0.22	2500	0.23	2500	0.24	2500
forested area ($\mu=\delta$, $\xi=\text{fix}$)		0.02	400	0.02	400	0.02	400	0.02	400

SLF, December 2007

Vi har benyttet disse standardverdiene utviklet for Sveits for skredbanene i Tromsø, men har redusert høydenivåene med 500 m for tilpasning til norske forhold.

2 PCM modellen

PCM-modellen beskriver snøskredet som en blokk som beveger seg langs en skredbane med varierende helning (Perla, Cheng og McClung, 1980). Det regnes på bevegelsen til blokkens massemiddepunkt. Bevegelseslikningen inkluderer tyngde, tørr friksjon (uavhengig av hastigheten) samt sentrifugalkraften som følge av krumningen i skredbanen, et dynamisk drag og forskyvning av snømasser i fronten. De tre siste bidragene inkluderes samlet som kvadratet av hastigheten dividert med en såkalt "mass-to-drag ratio". Bevegelseslikningen løses ved en iterativ løsningsprosedyre som deler skredbanen inn i korte linjestykker med ulik helning. Hvor brukbar modellen er, avhenger av kjennskap til de to valgbare parameterne (tørrfriksjonskoeffisienten og "mass-to-drag ratio"), som kan variere betydelig. Disse verdiene har til en viss grad blitt avgrenset ved statistisk testing av modellen.

Vi har benyttet PCM modellen for skredbanene i fjellsida ovenfor Tomasjord og Lunheim med følgende verdier for friksjonsparametere:
 $\mu = 0,50$ og $M/D = 10000$ (Tomasjord) og $\mu = 0,43$ og $M/D = 10000$ (Lunheim).

3 Statistisk-empirisk modell (α - β modell)

Den statistiske/topografiske α/β -modellen er utviklet ved NGI og gir maksimal utløpsdistanse utelukkende som en funksjon av topografi (Lied og Bakkehøi, 1980). Likningene for utløpsdistanse er funnet ved regresjonsanalyse, og korrelerer den lengste registrerte utløpsdistansen i mer enn 200 skredbaner med et utvalg av topografiske parametere. Parameterne som har vist seg å være mest betydningsfulle er gitt i Tabell A1, jfr. Figur A1.

Tabell A1. Topografiske parametere for beregning av maksimal utløpsdistanse

Symbol:	Parameterbeskrivelse:
β (grader)	Gjennomsnittlig helning av skredbanen mellom øvre del av utløsningsområdet og "fjellfoten" (punktet med 10° helning i skredbanen).
θ (grader)	Helning av de øvre 100 høydemetrene av utløsningsområdet.
H (m)	Total høydeforskjell mellom øvre del av utløsningsområdet og det laveste punktet langs best tilpassede parabel $y=c_2x^2+c_1x+c_0$, der c_0 , c_1 og c_2 er konstanter.
y'' (m^{-1})	$y'' = 2c_2$, beskriver krumningen av skredbanen.

β -vinkelen har vist seg å gi den beste beskrivelsen av helningen i skredbanen, og regresjonsanalyse har vist at β -vinkelen også er den eneste statistisk viktige terrengparameteren. Modellen anbefaler bruk av et β -punkt som er innenfor den delen av skredbanen der tangenten til den best tilpassede parabellen har en helning mellom 5° og 15° .

Helningen θ av de øvre 100 høydemetrene i utløsningsområdet bestemmer indirekte bruddhøyden og derved skredets tykkelse, som er større i slake helninger enn i bratte helninger. Lavere verdier av θ gir således lengre utløpsdistanser, dvs. lavere gjennomsnittlig helning av den totale skredbanen, α .

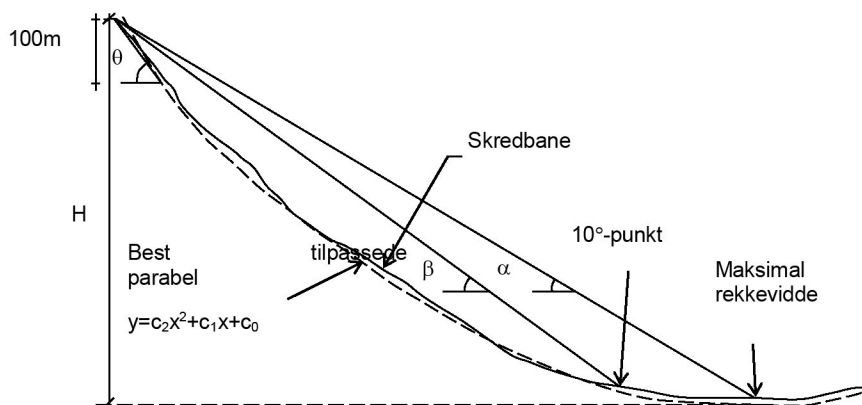
Lavere verdier av produktet Hy'' betyr lavere verdier av β . Dette resulterer i teoretisk lengre utløp (lavere α -verdier), fordi skredene går med lavere hastighet og har et mindre energitap gjennom hastighetsavhengig friksjon.

Topografien, bredden og graden av sideveis avgrensning i utløsningsområdet, samt transport av fokksnø inn i utløsningsområdet, har liten innflytelse på utløpsdistansen. Det er intet som tyder på at en innsnevring i skredbanen gir lengre utløp.

Modellen er best egnet for analyse av utløpsdistanse langs skredbaner som er konkave i lengderetningen. De beregnede utløpsdistansene er de som kan forventes under snøforhold som favoriserer lange utløp (dvs. tørr og lett snø i hele skredbanen).

Antagelsen om at det er små variasjoner i de fysiske snøparametere som gir de lengste utløpsdistansene, er kun gyldig innenfor én klimasone. Det kan nevnes at det benyttes en annen relasjon mellom α og β på Island enn i Norge.

NGIs skreddatabase inneholder i dag ca. 230 skredhendelser. Både de statistiske og de dynamiske modellene blir i blant oppgradert. Den mest brukte formen av alfa-beta-modellen er i dag $\alpha = 0.96 \beta - 1.4^\circ$. Standardavviket er 2.3° og korrelasjonskoeffisienten er 0.92.



Figur A1. Topografiske parametere som beskriver terrengprofilen.

For de to skredbanene i fjellsida ovenfor Tomasjord og Lunheim har vi vurdert de topografiske og klimatiske forholdene til ikke å være optimale i forhold til de skredbanene som inngår i det statistiske grunnlaget for utvikling av α/β -modellen. Vi mener derfor at skredene går kortere enn middelverdien for α -vinkelen.

4 Referanser

- Bozhinskiy, A. N., og Losev, K. S. (1998). *The Fundamentals of Avalanche Science*. Mitteilung 55, Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning WSL-SLF, Davos Dorf, Sveits.
- Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology* **63**(1–2), 1–14.
- Gauer, P.; Kronholm, K.; Lied, K.; Kristensen, K. og Bakkehøi, S. (2010). Can we learn more from the data underlying the statistical α - β model with respect to the dynamical behavior of avalanches? *Cold Regions Science and Technology* **62**, 42–54.
- Issler, D, Gauer, P., Schaer, M. og Keller, S. (1996). Staublawinenereignisse im Winter 1995: Seewis (GR), Adelboden (BE) und Col du Pillon (VD). Intern rapport IB 694. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.
- Lied, K. og Bakkehøi, S. (1980). Empirical Calculations of Snow-Avalanche Run-Out Distance Based on Topographic Parametres. *Journal of Glaciology*, 26 (94), 165-177.



Dokumentnr.: 20130563-01-R
Dato: 2013-11-21
Rev.nr.: 0
Vedlegg A, Side 6

Perla, R.I., Cheng, T.T. og McClung, D.M. 1980. A Two-Parameter Model of Snow-Avalanche Motion. *Journal of Glaciology* Vol. **26**, No. **94**, 197-207.

RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

Schaerer, P. A., and Salway, A. A. (1980). Seismic and impact-pressure monitoring of flowing avalanches. *Journal of Glaciology* **26**(94), 179–187.

Innledning

Modellene som oftest blir brukt for utløpsberegninger i Norge er den topografisk-statistiske alfa-beta-modellen (Lied and Toppe 1989), blokkmodellen PCM (Perla, Cheng, og McClung 1980) og den en-dimensionale modellen NIS (Norem, Irgens og Schieldrop 1989). I de senere år har også den todimensjonale RAMMS blitt tatt i bruk (Christen m.fl., 2010).

For å beregne skredutløp for skredbanene på Tomasjord og Lunheim har vi foruten alfa-beta-modellen anvendt to dynamiske modeller for utbredelsen av skredets tette del; RAMMS utviklet i Sveits og PCM utviklet i Canada. Disse to siste modellene har gått gjennom en lang prosess av uttesting og kalibrering mot målinger og observasjoner av snøskred i Alpene. I tillegg har NGI utført en del kalibreringer mot målinger fra NGIs forsøksfelt Ryggfonn på Strynefjellet. Generelt sett gjengir begge modellene skredenes utløpsdistanse godt, men oftest undervurderer de hastigheten av skredets front, som består av et fluidisert lag med betydelig redusert tetthet (Schaerer og Salway, 1980; Bozhinskiy og Losev, 1998; Issler m.fl., 1996; Issler, 2003; Gauer m.fl., 2008; Issler og Gauer, 2008).

1 RAMMS

Utløpslengden av skred er vurdert blant annet med den dynamiske modellen RAMMS (Christen m.fl. 2010; RAMMS Manual Ver 1.4.1).

Det er brukt parametere som samsvarer med standardverdiene for sjeldne og store skred i Sveits og Norge, kun korrigert for høyde over havet. Parameterne er avhengig av skredstørrelse, antatt returperiode og terrengforhold som helning og kanalisering av skredbanene (RAMMS Manual Ver. 1.4.1). Parameterne blir automatisk generert for forskjellige simuleringer. Skredvolumet er antatt å kunne bli ca 90 000 - 120 000 m³ (gjennomsnittlig bruddhøyde $d \approx 1.5$ m) og erosjonsdybde er satt til 0,5 m langs skredbanen. Beregninger med RAMMS uten erosjon har tendens til å gi for lave hastigheter. Simuleringen tar ikke direkte hensyn til en eventuell snøsky. Observasjoner fra Østerrike indikerer imidlertid at det potensielle skadeområdet av snøskyen som følger med et tørrsnøskred strekker seg 100–200 m lengre enn utløpsdistansen av den flytende delen (Gauer m.fl., 2010). Beregningene tar ikke hensyn til vegetasjon eller bebyggelse.

Tilsvarende beregninger ble gjort for forskjellige utløsningsområder og bruddhøyder med og uten erosjon langs banen. Inngangs- og friksjonsparameterne ble valgt i henhold til returperioder større enn 100 år.

Tabell 1-1

RAMMS::Avalanche 1.1

Friction Parameters

Large avalanche (> 60'000 m ²)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
Altitude (m.a.s.l.)		μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ
unchannelled	above 1500	0.155	3000	0.165	3000	0.17	3000	0.18	3000
	1000 - 1500	0.17	2500	0.18	2500	0.19	2500	0.2	2500
	below 1000	0.19	2000	0.2	2000	0.21	2000	0.22	2000
channelled	above 1500	0.21	2000	0.22	2000	0.225	2000	0.235	2000
	1000 - 1500	0.22	1750	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750
	below 1000	0.24	1500	0.25	1500	0.26	1500	0.27	1500
gully	above 1500	0.27	1500	0.28	1500	0.29	1500	0.3	1500
	1000 - 1500	0.285	1350	0.3	1350	0.31	1350	0.325	1350
	below 1000	0.3	1200	0.315	1200	0.33	1200	0.345	1200
flat	above 1500	0.14	4000	0.15	4000	0.155	4000	0.165	4000
	1000 - 1500	0.15	3500	0.16	3500	0.17	3500	0.18	3500
	below 1000	0.17	3000	0.18	3000	0.19	3000	0.2	3000
Medium avalanche (25'000 - 60'000)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
unchannelled	above 1500	0.195	2500	0.205	2500	0.215	2500	0.225	2500
	1000 - 1500	0.21	2100	0.22	2100	0.23	2100	0.24	2100
	below 1000	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750	0.26	1750
channelled	above 1500	0.25	1750	0.26	1750	0.27	1750	0.28	1750
	1000 - 1500	0.27	1530	0.28	1530	0.285	1530	0.295	1530
	below 1000	0.28	1350	0.29	1350	0.3	1350	0.31	1350
gully	above 1500	0.32	1350	0.33	1350	0.34	1350	0.35	1350
	1000 - 1500	0.33	1200	0.34	1200	0.35	1200	0.36	1200
	below 1000	0.36	1100	0.37	1100	0.38	1100	0.39	1100
flat	above 1500	0.17	3250	0.18	3250	0.19	3250	0.2	3250
	1000 - 1500	0.19	2900	0.2	2900	0.21	2900	0.22	2900
	below 1000	0.21	2500	0.22	2500	0.23	2500	0.24	2500
forested area ($\mu=\text{delta}$, $\xi=\text{fix}$)		0.02	400	0.02	400	0.02	400	0.02	400

SLF, December 2007

Vi har benyttet disse standardverdiene utviklet for Sveits for skredbanene i Tromsø, men har redusert høydenivåene med 500 m for tilpasning til norske forhold.

2 PCM modellen

PCM-modellen beskriver snøskredet som en blokk som beveger seg langs en skredbane med varierende helning (Perla, Cheng og McClung, 1980). Det regnes på bevegelsen til blokkens massemiddepunkt. Bevegelseslikningen inkluderer tyngde, tørr friksjon (uavhengig av hastigheten) samt sentrifugalkraften som følge av krumningen i skredbanen, et dynamisk drag og forskyvning av snømasser i fronten. De tre siste bidragene inkluderes samlet som kvadratet av hastigheten dividert med en såkalt "mass-to-drag ratio". Bevegelseslikningen løses ved en iterativ løsningsprosedyre som deler skredbanen inn i korte linjestykker med ulik helning. Hvor brukbar modellen er, avhenger av kjennskap til de to valgbare parameterne (tørrfriksjonskoeffisienten og "mass-to-drag ratio"), som kan variere betydelig. Disse verdiene har til en viss grad blitt avgrenset ved statistisk testing av modellen.

Vi har benyttet PCM modellen for skredbanene i fjellsida ovenfor Tomasjord og Lunheim med følgende verdier for friksjonsparametere:
 $\mu = 0,50$ og $M/D = 10000$ (Tomasjord) og $\mu = 0,43$ og $M/D = 10000$ (Lunheim).

3 Statistisk-empirisk modell (α - β modell)

Den statistiske/topografiske α/β -modellen er utviklet ved NGI og gir maksimal utløpsdistanse utelukkende som en funksjon av topografi (Lied og Bakkehøi, 1980). Likningene for utløpsdistanse er funnet ved regresjonsanalyse, og korrelerer den lengste registrerte utløpsdistansen i mer enn 200 skredbaner med et utvalg av topografiske parametere. Parameterne som har vist seg å være mest betydningsfulle er gitt i Tabell A1, jfr. Figur A1.

Tabell A1. Topografiske parametere for beregning av maksimal utløpsdistanse

Symbol:	Parameterbeskrivelse:
β (grader)	Gjennomsnittlig helning av skredbanen mellom øvre del av utløsningsområdet og "fjellfoten" (punktet med 10° helning i skredbanen).
θ (grader)	Helning av de øvre 100 høydemetrene av utløsningsområdet.
H (m)	Total høydeforskjell mellom øvre del av utløsningsområdet og det laveste punktet langs best tilpassede parabel $y=c_2x^2+c_1x+c_0$, der c_0 , c_1 og c_2 er konstanter.
y'' (m^{-1})	$y'' = 2c_2$, beskriver krumningen av skredbanen.

β -vinkelen har vist seg å gi den beste beskrivelsen av helningen i skredbanen, og regresjonsanalyse har vist at β -vinkelen også er den eneste statistisk viktige terrengparameteren. Modellen anbefaler bruk av et β -punkt som er innenfor den delen av skredbanen der tangenten til den best tilpassede parabellen har en helning mellom 5° og 15° .

Helningen θ av de øvre 100 høydemetrene i utløsningsområdet bestemmer indirekte bruddhøyden og derved skredets tykkelse, som er større i slake helninger enn i bratte helninger. Lavere verdier av θ gir således lengre utløpsdistanser, dvs. lavere gjennomsnittlig helning av den totale skredbanen, α .

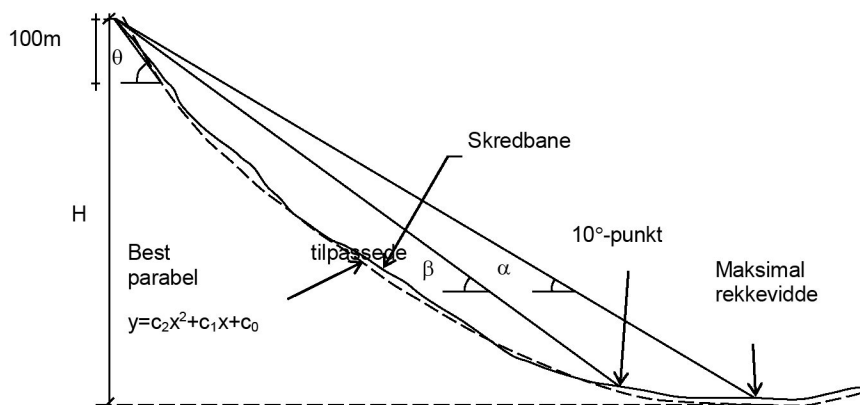
Lavere verdier av produktet Hy'' betyr lavere verdier av β . Dette resulterer i teoretisk lengre utløp (lavere α -verdier), fordi skredene går med lavere hastighet og har et mindre energitap gjennom hastighetsavhengig friksjon.

Topografien, bredden og graden av sideveis avgrensning i utløsningsområdet, samt transport av fokksnø inn i utløsningsområdet, har liten innflytelse på utløpsdistansen. Det er intet som tyder på at en innsnevring i skredbanen gir lengre utløp.

Modellen er best egnet for analyse av utløpsdistanse langs skredbaner som er konkave i lengderetningen. De beregnede utløpsdistansene er de som kan forventes under snøforhold som favoriserer lange utløp (dvs. tørr og lett snø i hele skredbanen).

Antagelsen om at det er små variasjoner i de fysiske snøparametere som gir de lengste utløpsdistansene, er kun gyldig innenfor én klimasone. Det kan nevnes at det benyttes en annen relasjon mellom α og β på Island enn i Norge.

NGIs skreddatabase inneholder i dag ca. 230 skredhendelser. Både de statistiske og de dynamiske modellene blir i blant oppgradert. Den mest brukte formen av alfa-beta-modellen er i dag $\alpha = 0.96 \beta - 1.4^\circ$. Standardavviket er 2.3° og korrelasjonskoeffisienten er 0.92.



Figur A1. Topografiske parametere som beskriver terrengprofilen.

For de to skredbanene i fjellsida ovenfor Tomasjord og Lunheim har vi vurdert de topografiske og klimatiske forholdene til ikke å være optimale i forhold til de skredbanene som inngår i det statistiske grunnlaget for utvikling av α/β -modellen. Vi mener derfor at skredene går kortere enn middelverdien for α -vinkelen.

4 Referanser

- Bozhinskiy, A. N., og Losev, K. S. (1998). *The Fundamentals of Avalanche Science*. Mitteilung 55, Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning WSL-SLF, Davos Dorf, Sveits.
- Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology* **63**(1–2), 1–14.
- Gauer, P.; Kronholm, K.; Lied, K.; Kristensen, K. og Bakkehøi, S. (2010). Can we learn more from the data underlying the statistical α - β model with respect to the dynamical behavior of avalanches? *Cold Regions Science and Technology* **62**, 42–54.
- Issler, D, Gauer, P., Schaer, M. og Keller, S. (1996). Staublawinenereignisse im Winter 1995: Seewis (GR), Adelboden (BE) und Col du Pillon (VD). Intern rapport IB 694. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.
- Lied, K. og Bakkehøi, S. (1980). Empirical Calculations of Snow-Avalanche Run-Out Distance Based on Topographic Parametres. *Journal of Glaciology*, 26 (94), 165-177.



Dokumentnr.: 20130963-01-R
Dato: 2013-11-15
Rev.nr.: 0
Vedlegg A, Side 6

Perla, R.I., Cheng, T.T. og McClung, D.M. 1980. A Two-Parameter Model of Snow-Avalanche Motion. *Journal of Glaciology* Vol. **26**, No. **94**, 197-207.

RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

Schaerer, P. A., and Salway, A. A. (1980). Seismic and impact-pressure monitoring of flowing avalanches. *Journal of Glaciology* **26**(94), 179–187.



Vedlegg B - Kartvedlegg

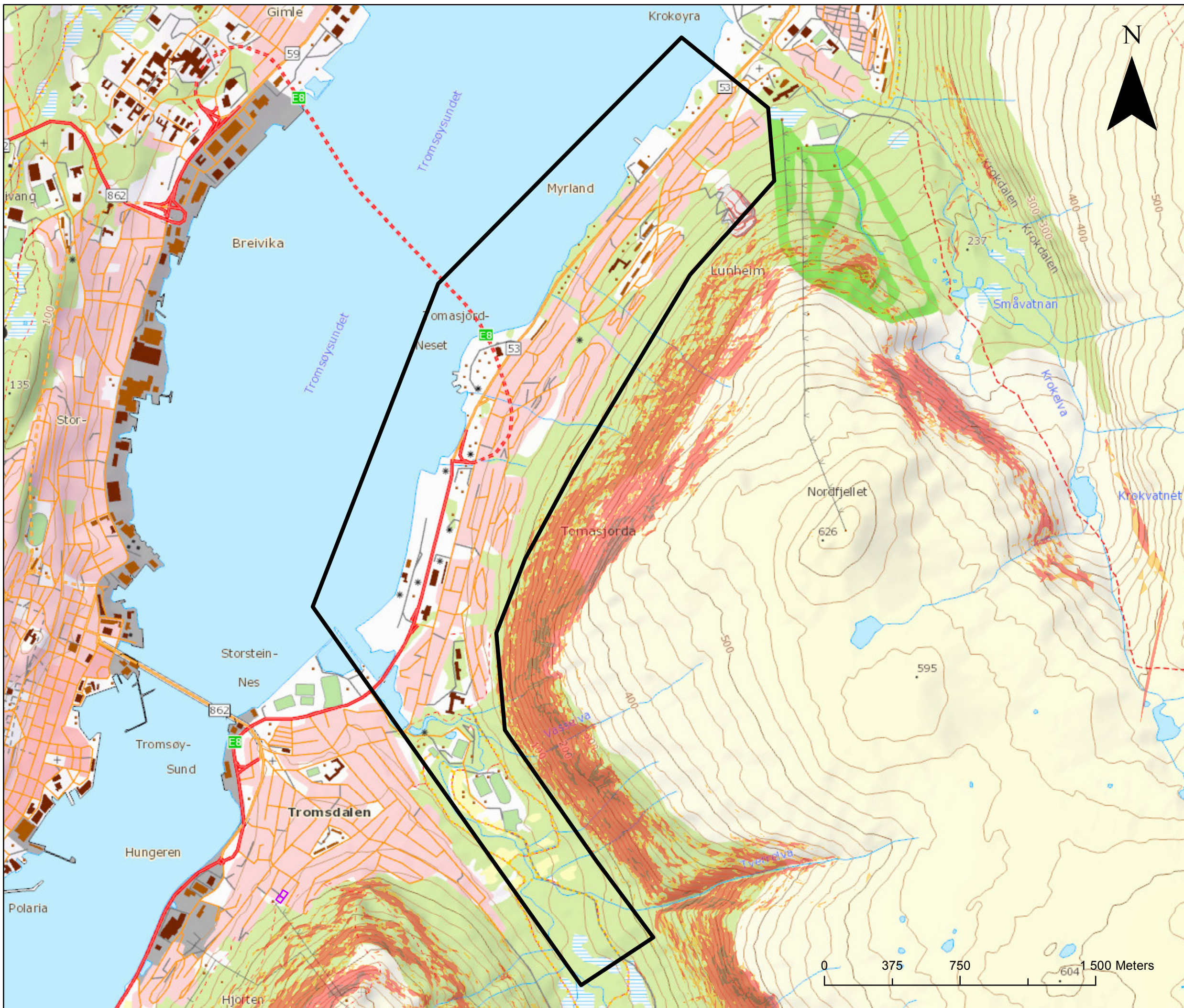
Innhold

Kart nr. 01 Helningskart







Kart nr. 02 Modellberegninger

Kart nr. 03 Faresonekart


Kart nr. 04 Detaljert faresonekart over skredutsatt bebyggelse

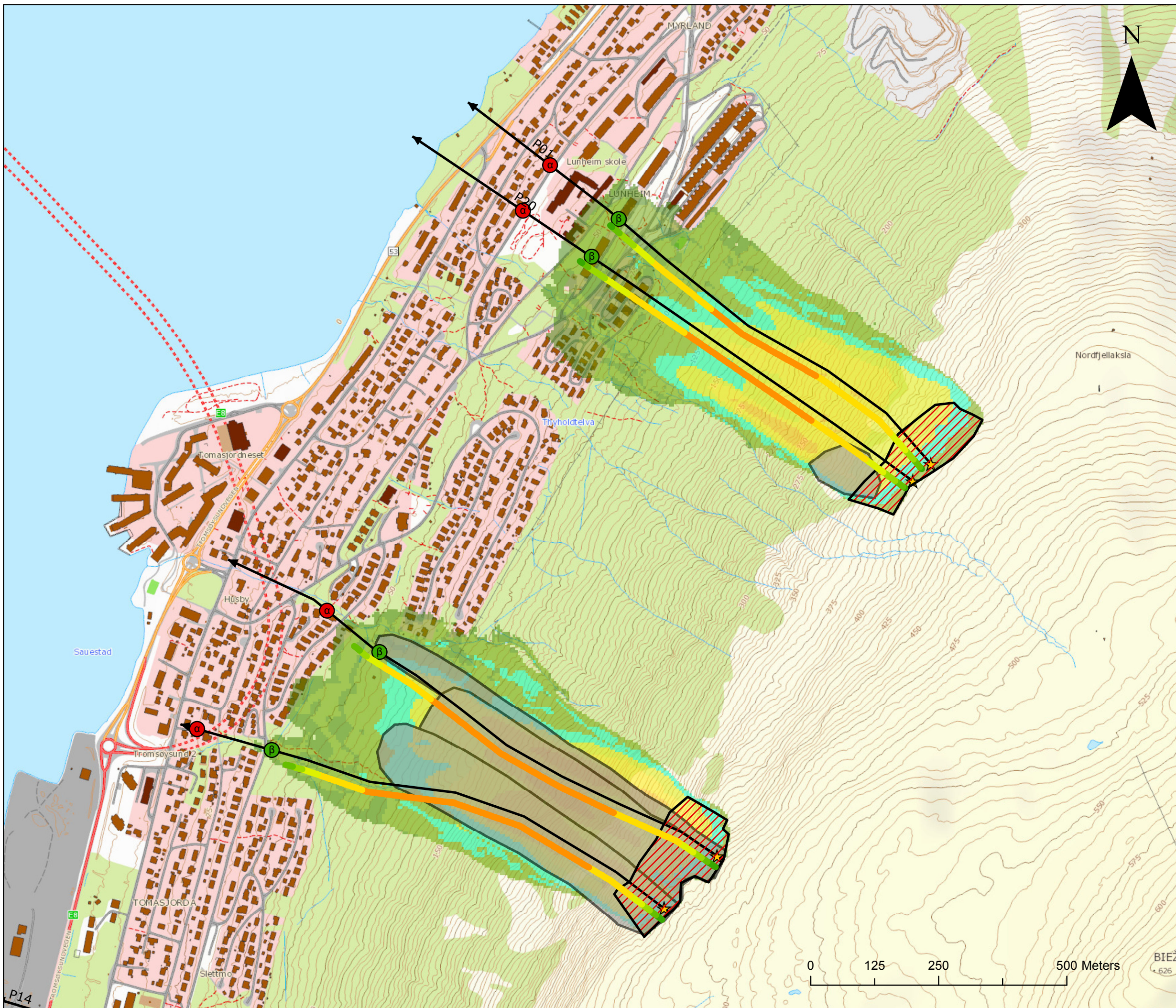


Tegnforklaring

-  Kartlagt område
-  0° - 27°
-  27° - 30°
-  30° - 45°
-  45° - 60°
-  60° - 90°

Målestokk (A3): 1:20 000

Tromsø kommune		
Faresonekartlegging	Prosjektnr. 20130563	Kart nr. 01
Helningskart	Utført FS	Dato 2013-11-15
	Kontrollert UD	
	Godkjent FS	



Tegnforklaring

-  Utløsningsområde snøskred
-  Skredprofil
-  Skredobservasjon - flate
-  Utløsningspunkt
-  Beta
-  Alfa





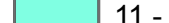





PCM

Hastighet (m/s)


-  0 - 5
-  6 - 10
-  11 - 15
-  16 - 20
-  21 - 30
-  31 - 40
-  41 - 60
-  > 60 xxx

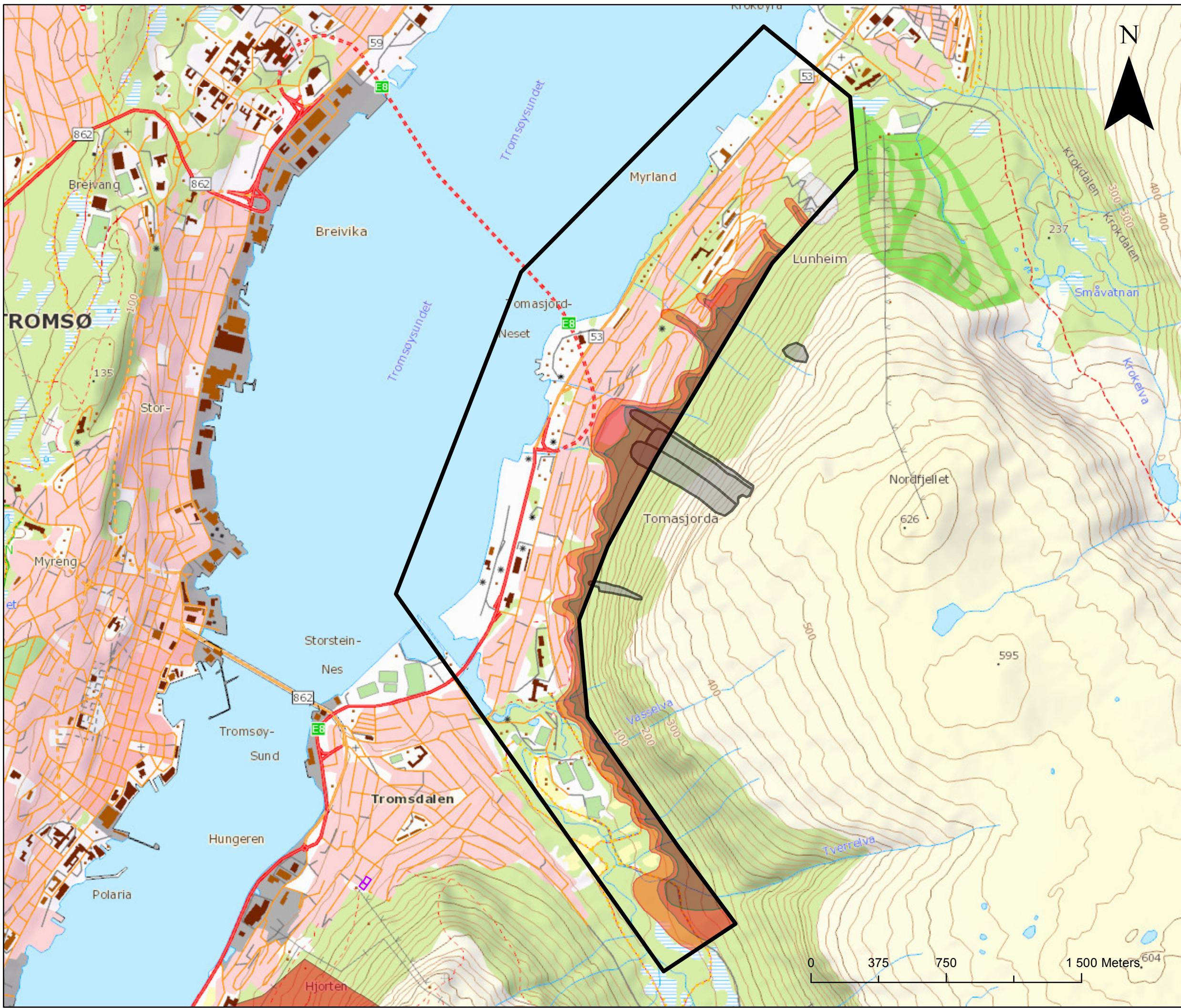
RAMMS

m/s

-  0 - 3
-  4 - 5
-  6 - 10
-  11 - 15
-  16 - 20
-  21 - 25
-  26 - 30
-  31 - 40
-  41 - 50
-  51 - 80

Målestokk (A3): 1:7 056

Tromsø kommune		
Faresonekartlegging	Prosjektnr. 20130563	Kart nr. 02
Modeller for beregning av rekkevidden og registrerte snøskred	Utført FS	Dato 2013-11-15
	Kontrollert UD	
	Godkjent FS	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Faresone

Nominell årlig frekvens

>= 1/5000

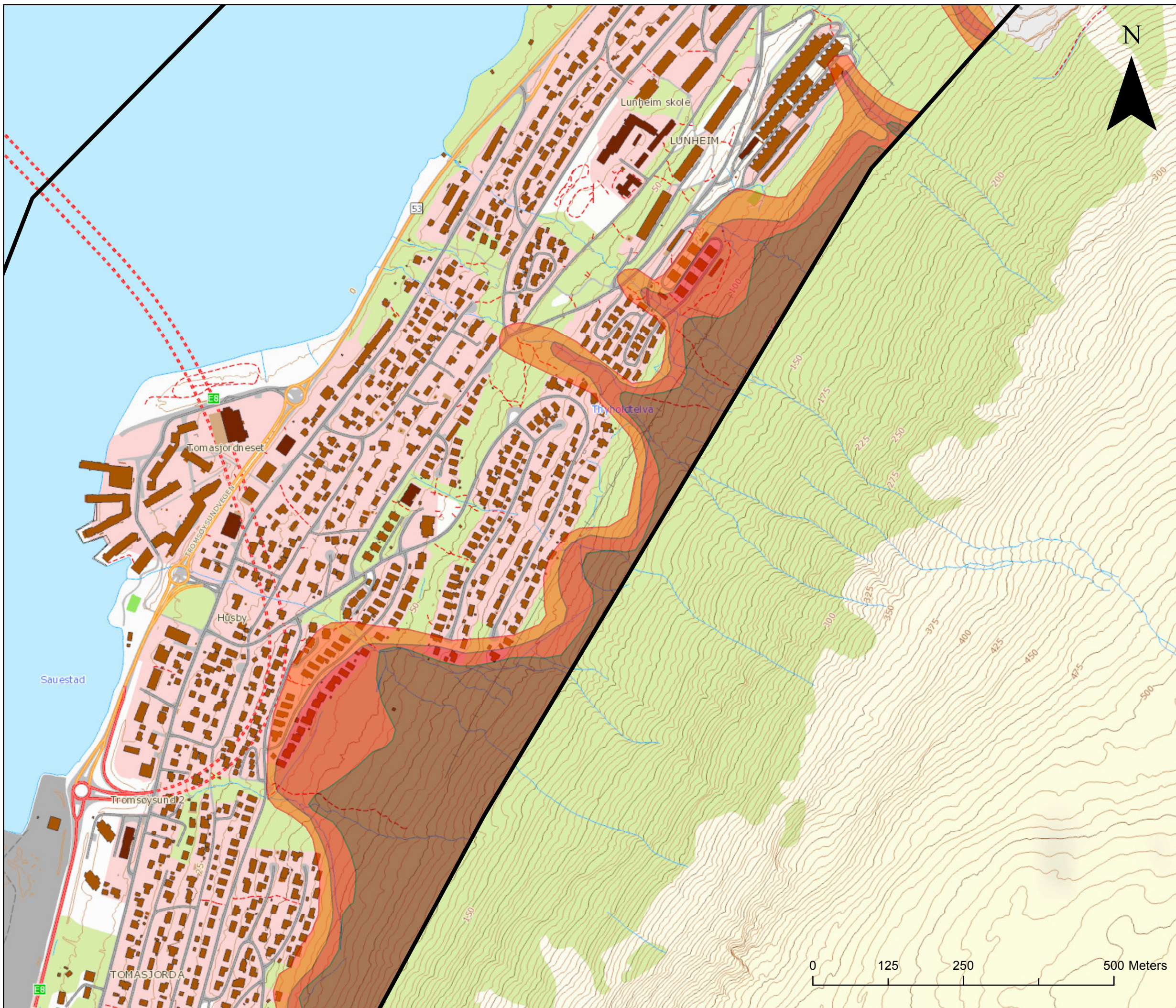
>= 1/1000

>= 1/100

Skredobservasjon - flate

Målestokk (A3): 1:20 000

Tromsø kommune		
Faresonekartlegging Lunheim/Tomasjord	Prosjektnr. 20130563	Kart nr. 03
	Utført FS	Dato 2013-11-21
Faresoner	Kontrollert UD	
	Godkjent FS	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Faresone

Nominell årlig frekvens

$\geq 1/5000$

$\geq 1/1000$

$\geq 1/100$

Målestokk (A3): 1:6 000

Tromsø kommune		
Faresonekartlegging Lunheim/Tomasjord	Prosjektnr. 20130563	Kart nr. 04
	Utført FS	Dato 2013-11-21
Detaljert faresonekart skredutsatt bebyggelse	Kontrollert UD	
	Godkjent FS	

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information														
Dokumenttittel/Document title Faresonekartlegging Tomasjord-Lunheim						Dokumentnr./Document No. 20130563-01-R								
Dokumenttype/Type of document Rapport/Report			Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited			Dato/Date 21. november 2013								
						Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 0								
Oppdragsgiver/Client Tromsø kommune														
Emneord/Keywords Tomasjord, Lunheim, Faresoner														
Stedfesting/Geographical information														
Land, fylke/Country, County Troms						Havområde/Offshore area								
Kommune/Municipality Tromsø						Feltnavn/Field name								
Sted/Location Tomasjord						Sted/Location								
Kartblad/Map 1534 III						Felt, blokknr./Field, Block No.								
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 33 E656665 N7733705														
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					FS		UD						
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release					Dato/Date 21. november 2013			Sign. Prosjektleder/Project Manager Frode Sandersen						

NGI (Norges Geotekniske Institutt) 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.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og 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.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) 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 natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, 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.

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

