

Ullensvang kommune

► Faresonekartlegging skred Lindenes, Ullensvang kommune

Reguleringsplan

Oppdragsnr.: 5204054 Dokumentnr.: INGCEO-01 Versjon: J01 Dato: 2020-08-07



Oppdragsgiver: Ullensvang kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Eirik Lia
Rådgiver: Norconsult AS, Eitheim, NO-5750 Odda
Oppdragsleder: Berit Soldal
Fagansvarlig: Gunne Håland
Andre nøkkelpersoner: Ådne Einarsson Hommedal

J01	2020-08-07	Til oversendelse	AadHom/BerSol	Gunhaa	BerSol
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Norconsult har på oppdrag fra Ullensvang kommune gjort en skredfarevurdering av Lindenes Miljøstasjon, som ligger nord for Odda sentrum på den østlige siden av Sørfjorden. Området ligger mellom fjorden og bratte klippepartier.

Planområdet ligger innenfor NVE sine aktsomhetskart for alle skredtyper. Dette utløser i samsvar med TEK 17 §7-3 krav om skredfarevurdering i reguleringsplan og byggesak. Det er i den forbindelse utarbeidet faresoner for utbredelse av skred med nominelle årlige sannsynligheter på 1/100, 1/1000 og 1/5000 iht. gjeldende regelverk.

Dagens bebyggelse ligger utenfor faresonegrensen for sikkerhetsklasse S2 der årlig nominell sannsynlighet for skred er 1/1000.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Gjeldende retningslinjer	7
1.3	Grunnlagsmateriale	7
1.4	Restrisiko for skred	8
1.5	Aktsomhetskart	8
1.6	InSAR Norge	11
1.7	Utførte undersøkelser	12
2	Skredtyper i bratt terreng	13
2.1	Snøskred og sørpeskred	13
2.2	Steinsprang	13
2.3	Jord- og flomskred	13
3	Områdebeskrivelse	15
3.1	Undersøkt område	15
3.2	Berggrunn	16
3.3	Løsmasser	17
3.4	Vannveier	17
3.5	Klima	18
3.6	Historisk registrerte skredhendelser	18
3.7	Feltobservasjoner	22
4	Modellering	29
4.1	Modelleringsverktøy	29
4.1.1	<i>Input i modellering av steinsprang – RAMMS:: ROCKFALL</i>	29
4.1.2	<i>Input i modellering av løsmasseskred – RAMMS:: DEBRIS FLOW</i>	30
5	Vurdering av skredfare	31
5.1	Snøskred og sørpeskred	31
5.2	Steinsprang	31
5.2.1	<i>Løsneområde a)</i>	32
5.2.2	<i>Løsneområde b)</i>	32
5.3	Jord- og flomskred	33
5.4	Faresonekart	33
5.5	Forutsetninger for skredfarevurderingen	34
6	Konklusjon	35
7	Referanser	36
8	Vedlegg	37

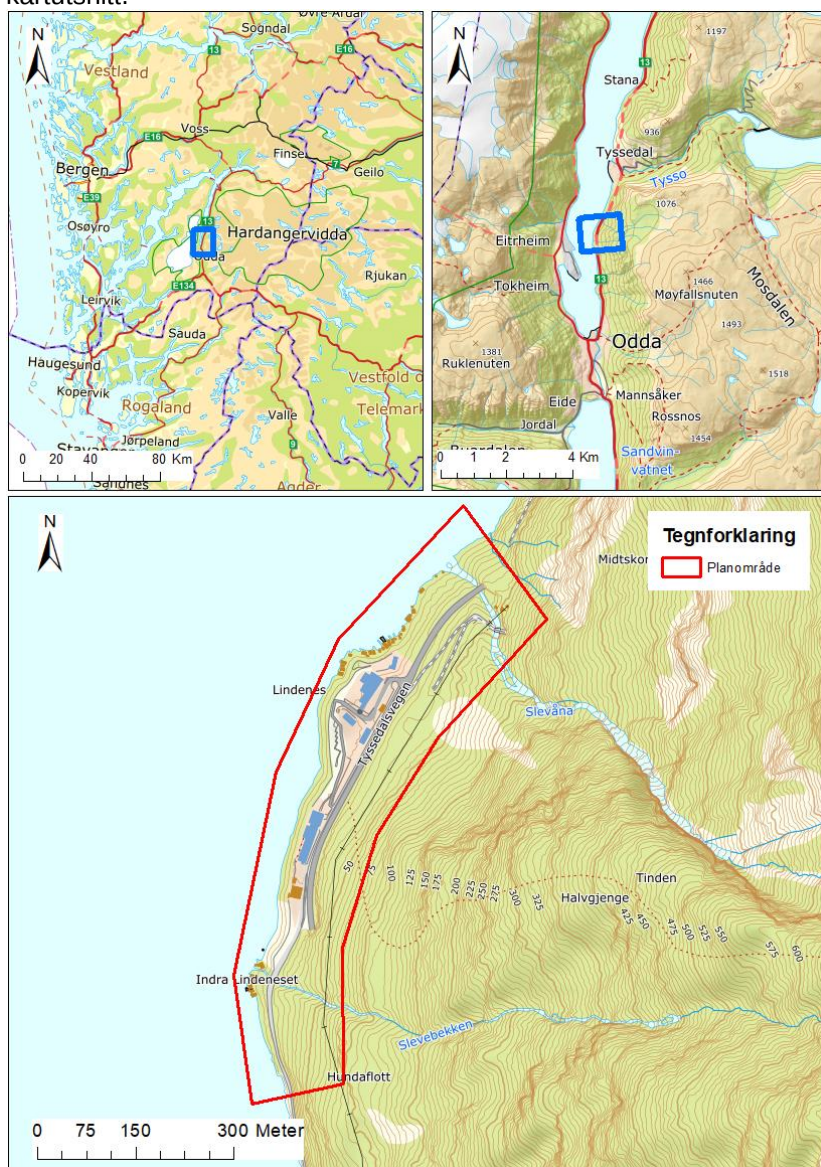
1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Norconsult har utført en faresonekartlegging av Lindenes Miljøstasjon i Ullensvang kommune. Planområdet for utbygging ligger innenfor NVE sine aktsomhetsområder for snøskred, steinsprang samt jord- og flomskred. I reguleringsplanarbeid og i byggesak utløses i den forbindelse krav om skredfarevurdering med utarbeidet faresonegrenser for ulike gjentakintervall for skred i samsvar med TEK17 §7-3.

Foreliggende rapport gir en kort gjennomgang av gjeldende retningslinjer, grunnlagsmateriale og en vurdering av skredfare ved Lindenes Miljøstasjon.

Figur 1 viser oversiktskart over området. Planområdet for utført skredfarevurdering er vist i nederste kartutsnitt.



Figur 1 - Oversiktskart over området. Blå omriss viser lokaliteten og rødt omriss viser planområdet.

1.2 Gjeldende retningslinjer

Krav til sikkerhet som skal legges til grunn ved regulering og byggesak er gitt i plan- og bygningsloven (PBL) §28-1 og §29-5 med tilhørende byggt teknisk forskrift (TEK17) §7-3 «Sikkerhet mot skred».

NVE sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» beskriver hvordan skredfare bør utredes og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan benyttes til å identifisere skredfareområder (NVE, 2014a). Til retningslinjene er veilederen «Sikkerhet mot skred i bratt terreng: Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak» benyttet. Veilederen gir anbefalinger til hvordan skredfare fra bratt terreng bør vurderes og kartlegges på ulike plannivå etter PBL (NVE, 2014b).

I henhold til TEK 17 skal byggverk og tilhørende utearealer plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred slik at årlig nominell sannsynlighet ikke overskrider kravet til sikkerhetsklassen som tiltaket tilhører. For fastsettelse av sikkerhetsklasse ved ulike byggverk kan man ta utgangspunkt i Tabell 1.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområder (TEK17).

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

I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Eksempler er garasjer, uthus, båtnaust, mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold. Det gjelder generelt byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer.

I S2 inngår byggverk der skred vil føre til middels konsekvenser. Eksempler er boligbygg med maksimalt 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, driftsbygninger i landbruket, parkeringshus og havneanlegg. S2 gjelder generelt byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

I S3 inngår byggverk der skred vil føre til store konsekvenser. Eksempler er byggverk med flere boenheter og personer enn i S2, i tillegg til skoler, barnehager, sykehjem og lokale beredskapsinstitusjoner.

TEK17 åpner for at kommunen kan vurdere kravet til sikkerhetsklasse for tilhørende uteareal basert på eksponeringstiden til personer (antall personer som oppholder seg på utearealet o.l.).

Utarbeidete faresonegrenser for S1, S2 og S3 i denne rapporten vil være veiledende for hva som kan bygges i ulike områder uten sikringstiltak.

1.3 Grunnlagsmateriale

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet ved utarbeiding av denne rapporten:

- Topografisk kart hentet fra www.kartverket.no

- Berggrunns- og løsmassekart hentet fra Norges geologiske undersøkelses karttjenester (www.ngu.no/emne/karttjenester)
- Aktsomhetskart for snøskred, steinsprang, jord- og flomskred samt oversikt over historiske skredhendelser hentet fra www.kartkatalog.nve.no
- Klimadata hentet fra www.eklima.met.no
- Høydemodell og flyfoto hentet fra www.hoydedata.no (www.kartverket.no)

1.4 Restrisiko for skred

Regelverkets krav til største nominelle årlige sannsynlighet for skred medfører at maksimale utløpslengder for skred kan være lenger enn fastsatte faresonegrenser. Ut ifra gjeldende regelverk vil det derfor være en restrisiko for skred utover faresonegrensene. Dette gjelder også for sikkerhetsklasse S3 da denne angir nominelt årlig sannsynlighet for skred større enn, eller lik, 1/5000, og dermed også har restrisiko for at skred kan gå lengre enn fastsett faresone.

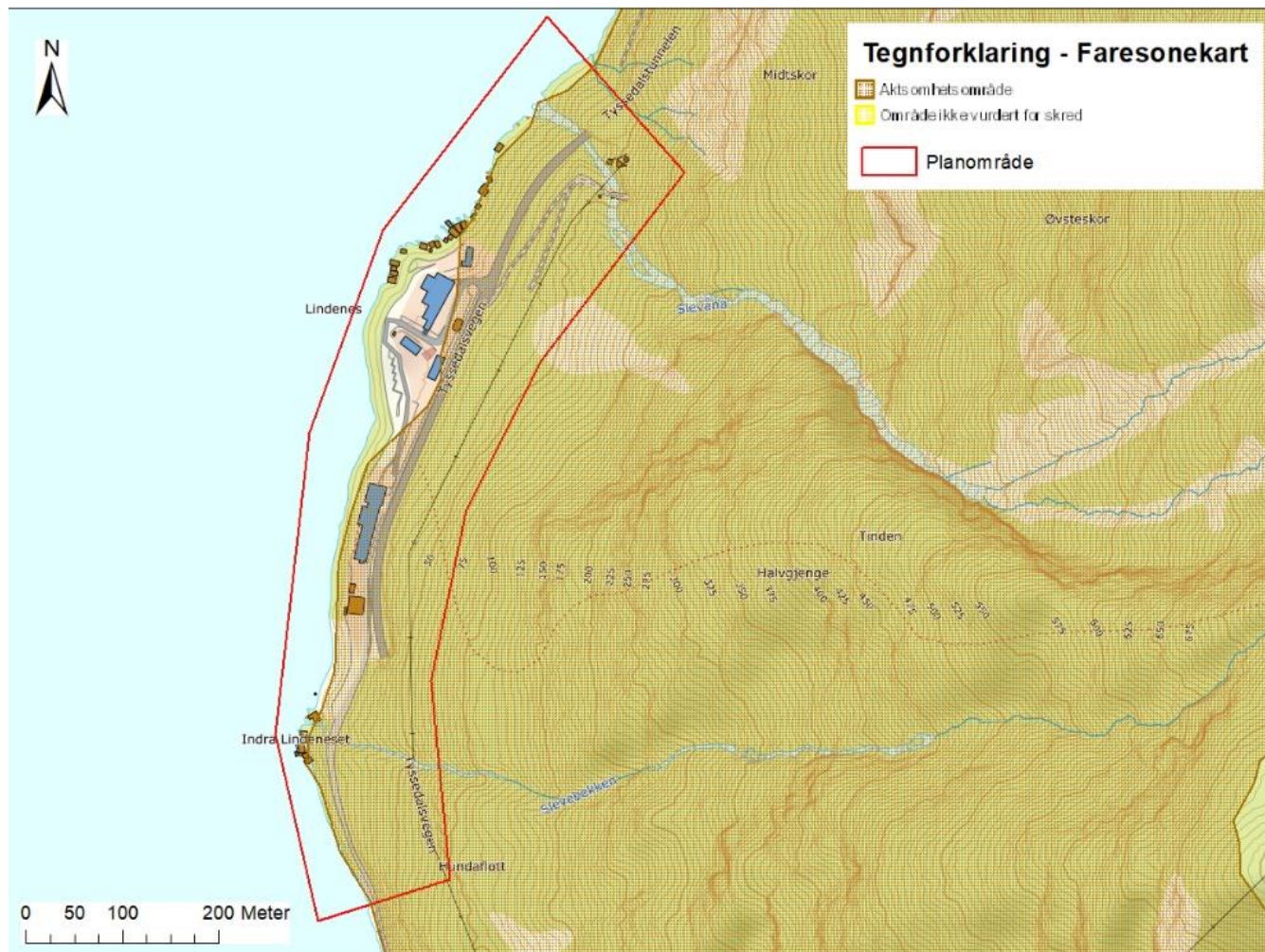
1.5 Aktsomhetskart

Aktsomhetskartene viser potensielle fareområder. Disse kan ha ulik detaljgrad og faregraden er ikke tallfestet.

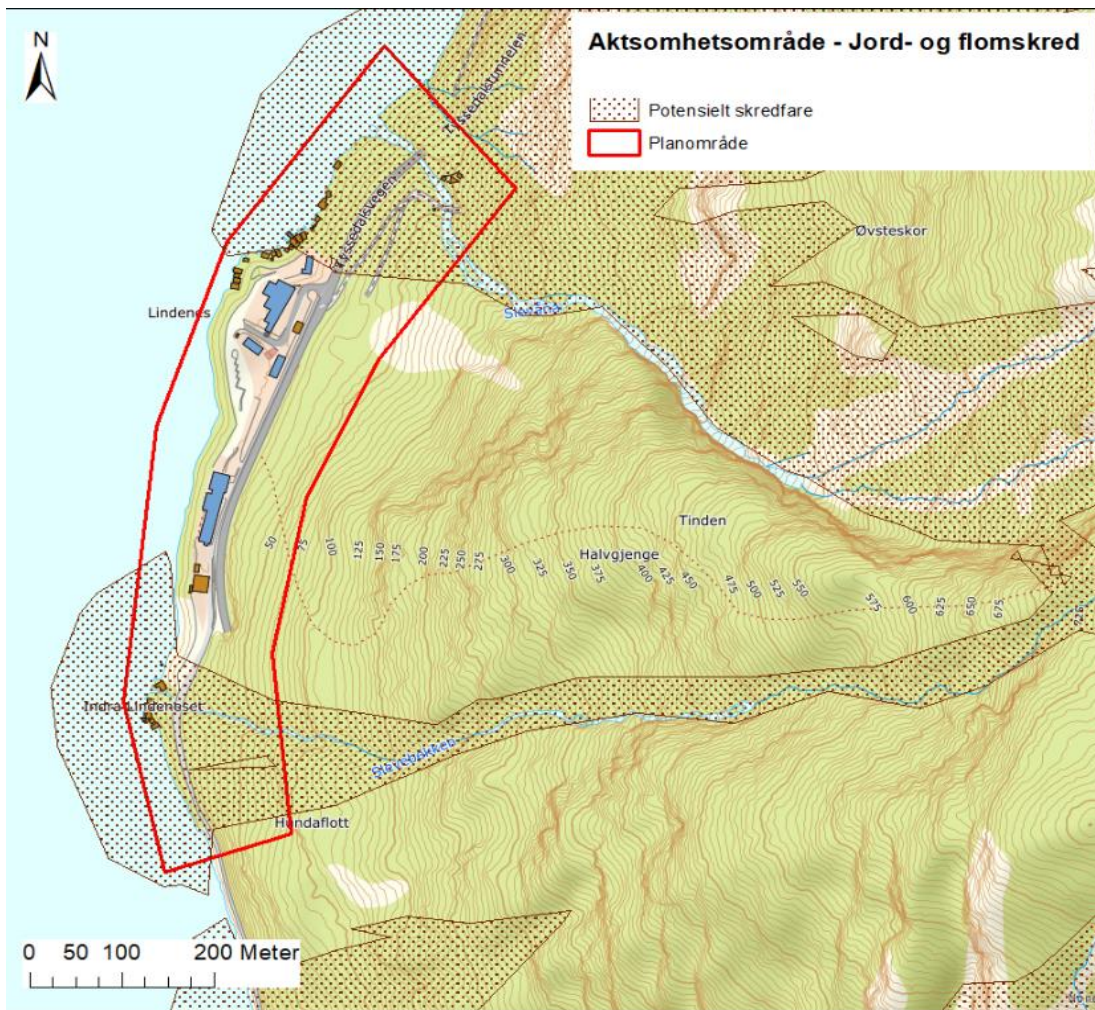
NVE sine landsdekkende aktsomhetskart for steinsprang, snøskred samt jord- og flomskred er utarbeidet ved hjelp av datamodeller som ut fra terrengdata gjenkjenner områder som teoretisk kan være utsatt for disse skredtypene. Det er ikke utført feltarbeid ved utarbeiding av kartene, og effekten av lokale faktorer (lokale terrengformasjoner, skog o.l.) er ikke vurdert. Oppløsningen på terrengmodellen som er benyttet er relativt grov, og dette gjør at mindre skrenter og skråninger ikke nødvendigvis blir fanget opp av kartene.

For deler av landet finnes det aktsomhetskart for snø- og steinskrud utarbeidet av NGI. Dette er basert på tilsvarende modeller som de landsdekkende aktsomhetskartene fra NVE. I tillegg er det gjennomført befarings med vurdering av terrengforhold, skogdekke og andre lokale forhold som kan påvirke utløpsområdet. I forhold til NVE sine retningslinjer kan NGI sitt kart benyttes der dette finnes i stedet for de landsdekkende aktsomhetskartene for snøskred og steinsprang. NGI sitt kart dekker planområdet og det vil derfor bli brukt videre i denne rapporten.

Figur 2 viser NGI sitt aktsomhetskart for snø- og steinskrud og Figur 3 viser NVE sitt aktsomhetskart for jord- og løsmasseskred.



Figur 2 – NGI sitt aktsomhetskart snøskred og steinsprang.



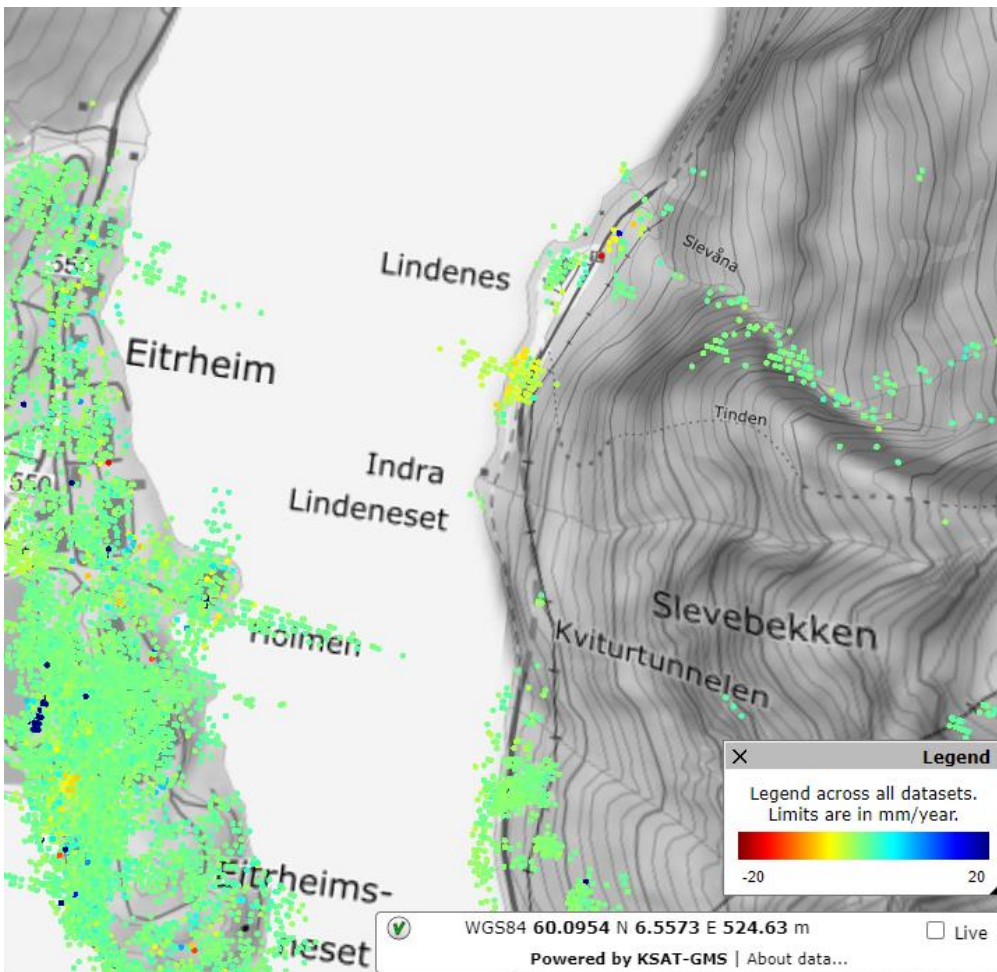
Figur 3 – NVE sitt aktsomhetskart jord- og flomskred.

1.6 InSAR Norge

Norges geologiske undersøkelse (NGU), Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Norsk Romsenter har lansert InSAR Norge, som er den første landsomfattende og gratis nettbaserte karttjenesten for InSAR-data. Datasettet viser bevegelser i landskapet målt med satellittbasert radar, kalt InSAR (Interferometrisk Syntetisk Apertur Radar).

Fargene på punktene i kartet viser bevegelsen i retning fra jordoverflaten til satellitt. Fordi radarinstrumentene ser på skrå ned mot jordoverflaten, er metoden især velegnet til å måle bevegelser i vertikal retning. Rød eller blå farge indikerer betydelig bevegelse, mens grønn/gul indikerer lite eller ingen bevegelse. Målingene fremstår mer troverdig dersom det er et større parti som har samme fargesymbolet.

InSAR - data ovenfor planområdet viser ingen tegn til betydelig bevegelse av større parti i aktuelle løснеområder (Figur 4)



Figur 4. – InSAR data fra NGU som viser radarmålinger over planområdet. Hentet fra insar.ngu.no.

1.7 Utførte undersøkelser

Norconsult ved ingeniørgeologene Gunne Håland og Berit Soldal var på befaringsdag 14.05.20. På befaringsdag varierte temperaturen mellom 0-5 °C med noe regn.. Ved befaringsdag ble det foretatt registreringer av vegetasjon, løsmasser, vannforhold, bergskrenter og indikasjoner på skredaktivitet av betydning for planområdet.

Observasjoner og registreringer er sammenholdt med tilgjengelig grunnlagsmateriale jfr. kapittel 1.3.

2 Skredtyper i bratt terreng

2.1 Snøskred og sørpeskred

Snøskred (kan deles inn i løssnøskred og flakskred) vil vanligvis kunne oppstå i terreng mellom 30°- 50° (Lied og Kristensen, 2003). I terreng som er brattere enn 50° glir snøen ut etter hvert slik at det ikke dannes større snøskred. Forsenkninger i terrenget som ligger i le for nedbørførende vindretninger er mest utsatt for skavldannelse og fokksnø. Dette vil være områdene som er mest utsatt for snøskred (NVE, 2014b). Skog i potensielle løснеområdet kan bidra til å redusere muligheter for utløsning av snøskred.

Skog har ifølge Høydal et al. (2012) innvirkning på hyppighet og rekkevidde til snøskred og reduserer derfor i mange tilfeller faren for skred. Kronedekning- og minimum høyde/diameter på trær samt størrelse på åpne felt er tre viktige faktorer som påvirker snødekket og hvor effektivt skogen hindrer snøskredutløsning. Skogen vil også beskytte mot vind, og dermed reduseres mengden fokksnø i skogen.

Sørpeskred består av vannmettet snø (NVE, 2014b). De er ifølge Lied og Kristensen (2003) vanligvis knyttet til naturlige dreneringsveger i terrenget. Sørpeskred kan oppstå i situasjoner med rask temperaturstigning, kombinert med mye regn på snødekt mark. Slike skred kan få lengre utløpslengder enn andre typer snøskred (løssnøskred og flakskred).

2.2 Steinsprang

Steinsprang løsner vanligvis i terreng brattere enn 40-45° (NVE, 2014b). Blokkene utøses vanligvis fra oppsprukket fjell og overheng. Stabiliteten avhenger av blant annet bergartstype, oppsprekking, vanntilgang og røtter. Steinsprang forekommer hele året, men med størst hyppighet på vår og høst enten som følge av frost- og rotsprenging eller store nedbørmengder.

Skog i utløsningsområdet kan bidra til utløsning av blokker ved rotsprenging. Dersom trær har rotfeste i sprekker kan også sterk vind føre til utløsning av blokker fordi vinden setter trærne i bevegelse. Skog kan også begrense utløp av steinsprang ved at blokker kolliderer med trestammer der de taper energi. Tap av energi fører til demping av både spranghøyde og fart, noe som vil begrense utløpet. Blokkstørrelse (energi), trediameter, tetthet av trær per areal og hvor stort område som er dekket av skog i skredbanen er alle faktorer som er med på å bestemme skogen sin bremsende effekt.

2.3 Jord- og flomskred

Jordskred er utglidning av løsmasser i terreng brattere enn 25 – 30°. De starter med en plutselig utglidning i vannmettede løsmasser og løsner i et punkt eller bruddsone (NVE, 2014b). Røtter vil bidra til at løsmassedekket får økt styrke, samtidig som det vil kunne øke permeabiliteten i jorden. Løsmassetype og tykkelse spiller også en viktig rolle, samt menneskelige inngrep som kan endre naturlige dreneringsveier for vann. De viktigste utløsningsfaktorene er oppbygging av vanntrykk som følge av langvarig nedbør, intense regnskyl og sterk snøsmelting.

Flomskred er vannrike, flomlignende skred som kan løsne i terreng ned mot 10° (NVE, 2014b). Flomskred forekommer hovedsakelig i elver/bekkeløp, eller i raviner med liten/ingen vannføring i normal tilstand. Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større blokker, trær og annen

vegetasjon i og langs løpet. I flomsituasjoner eller ved høy vannføring kan det oppstå erosjon langs bekkeløp som over tid kan føre til ustabile masser.

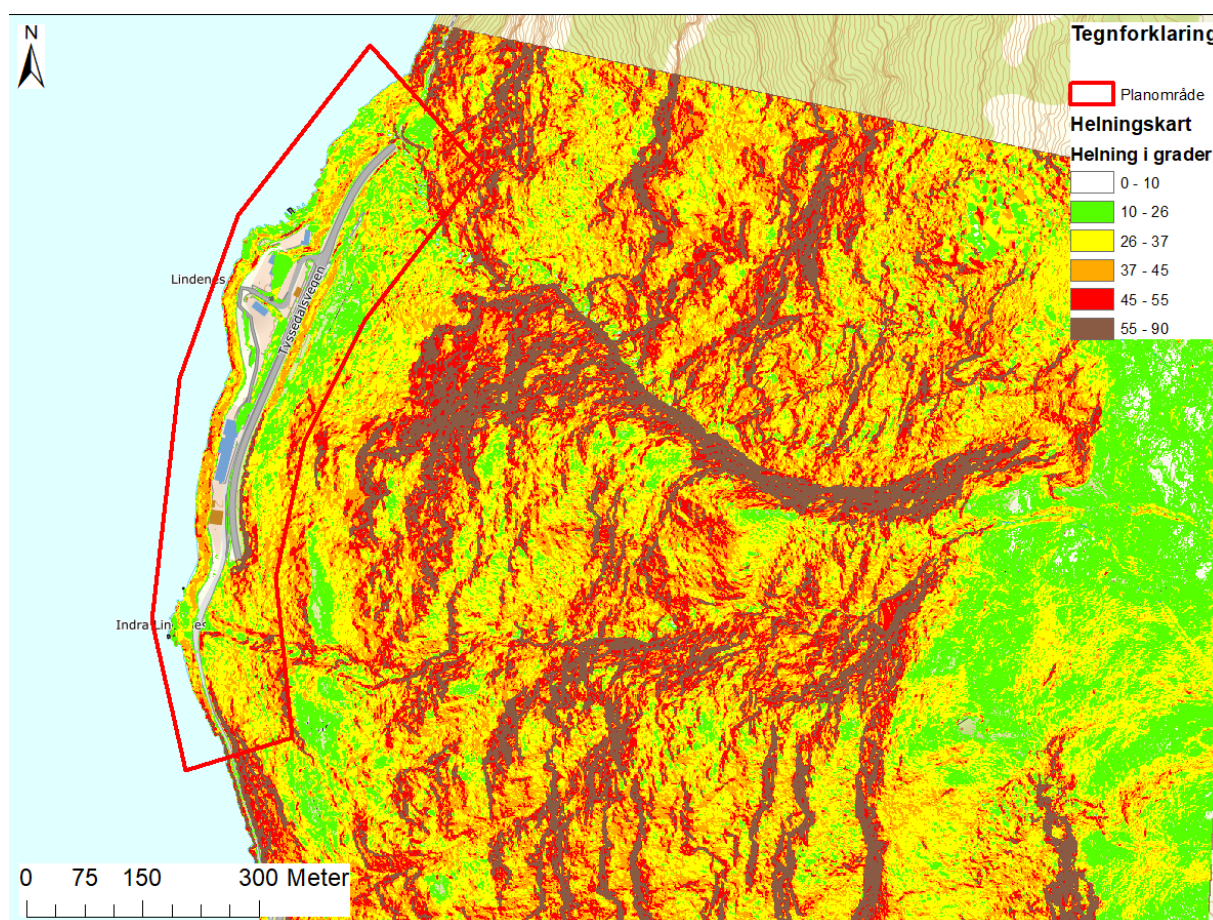
Vegetasjon spiller en viktig rolle for stabilitet i skråninger og langs vassdrag. Vanninnholdet i jorda reduseres ved planters opptak. Samtidig vil gress og urter binde jordpartikler, og dype røtter vil ha en bindende effekt i sedimentene (Rannka, 2002).

Selv om skog generelt reduserer risikoen for skred, kan rotvelter føre til at løsmasser og berggrunnen blir eksponert, dette kan lokalt bli nye løснеområder.

3 Områdebeskrivelse

3.1 Undersøkt område

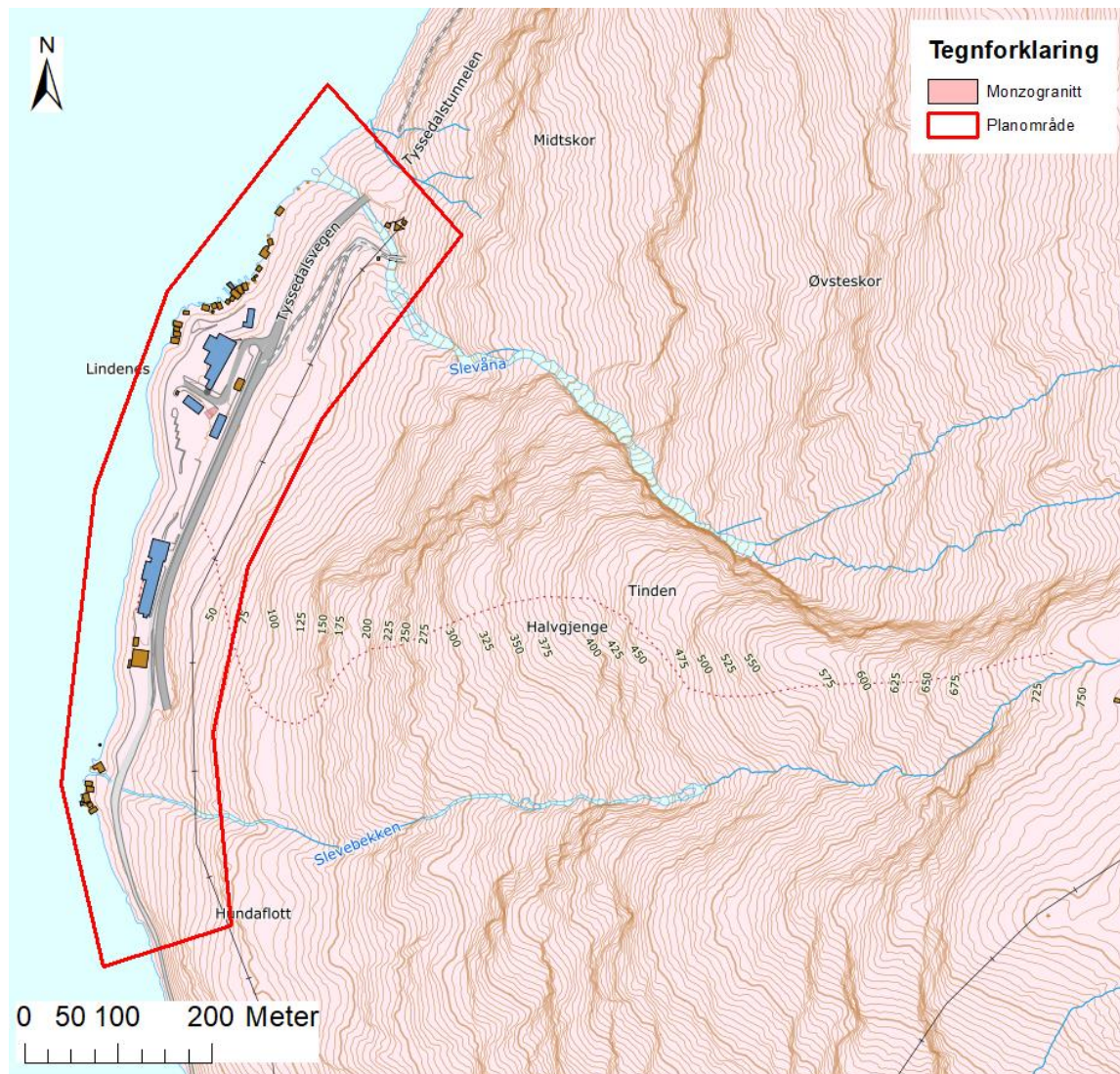
Planområdet ved Lindenes Miljøstasjon, ligger ca. fire kilometer nord for Odda sentrum langs Rv13. På nedsiden av RV13, mot fjorden i vest, ligger miljøstasjonen. Det er ikke annen bebyggelse i planområdet utenom gamle naust langs fjorden. Ved den østlige begrensingen av planområdet ligger det en stor ur i foten av et steilt klippeparti med høydeforskjell på ca. 300 meter (kote 90- 400). Det er flere slakere hyllerpartier i klippepartiene som er delvis skogdekte. Klippekantene har en helning opp mot 90° (Figur 5). I de bratteste partiene er det synlig bart fjell. De bratteste partiene i urskråningen har en helning på ca. 40-45 grader. Det er et gjel som munner ut i nordligste delen av planområdet med elva Slevåna og et gjel som munner ut i sør med elva Slevebekken. Det går en bro over gjelet ved Slevåna, ca. 60 meter fra riksvegen. Brattheten i gjelene avtar når det nærmer seg fjorden, men gjelene har varierende bratthet med opp mot 45 grader i toppen.



Figur 5 - Helningskart ved vurdert område.

3.2 Berggrunn

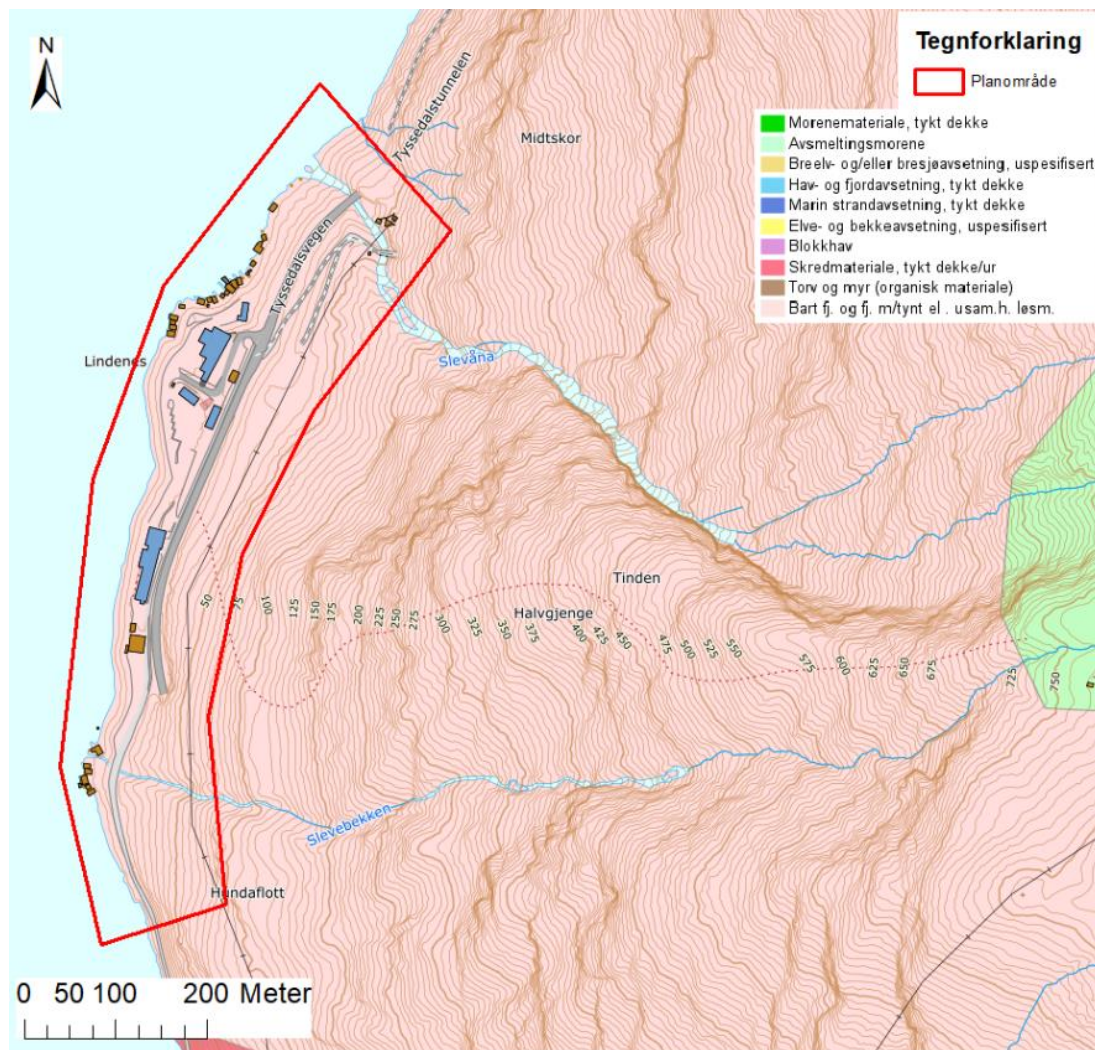
Ifølge NGU sitt berggrunnskart består berggrunnen i området av en monzogranitt som er middelskornet til grovporfyrisk (3 – 5 cm store fenokrystaller). Bergarten er foliert til gneissaktig og gjennomslått av fin til middelskornete granittganger. Den inneholder også glimmermineralet biotitt. Monzogranitten er en hard, kompetent bergart, og grunnet kornstørrelse vil overflateforvitring ikke føre til særlig finkornede partikler. Se Figur 6 for berggrunnskart.



Figur 6 – Berggrunnskart fra NGU med tegnforklaring..

3.3 Løsmasser

Ifølge NGU sitt løsmassekart (Figur 7) består området generelt av bart fjell med lite løsmasser (lys rosa). NGU har kartlagt en sone med avsmeltingsmorene som starter på kote 725 øst for planområdet (lys grønn). Avsmeltingsmorene er vanligvis hardt konsolidert, dårlig sortert og kan inneholde de fleste kornstørrelser. Tykkelsen på disse avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men kan variere lokalt. Ved feltbefaring ble det observert grove blokker i skråningen som trolig er skredmateriale. Det er også observert elveavsetninger og avsetninger fra flomskred langs elven Slevåna nord i planområdet.



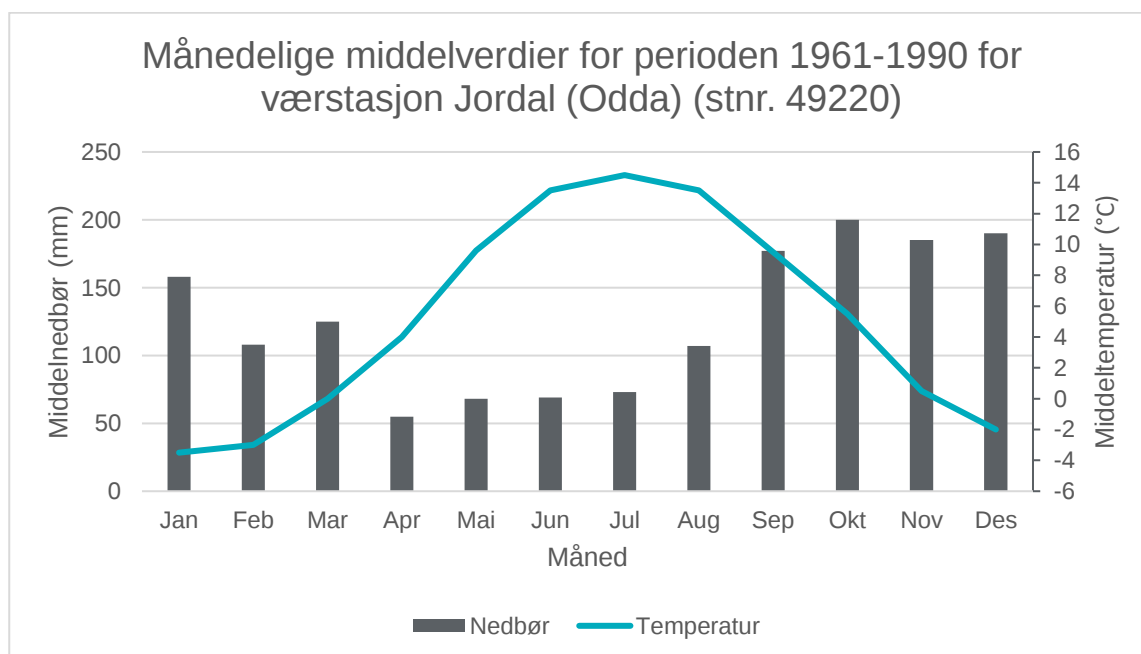
Figur 7 – Løsmassekart fra NGU med tegnforklaring.

3.4 Vannveier

I nordlige delen av planområdet renner elva Slevåna. Sør i planområdet renner Slevebekken. Begge løpene er etablerte elveløp, men det er observert massetransport i Slevåna. Det er ikke observert mindre vannveier som ikke kommer frem i kartgrunnlag.

3.5 Klima

Det er hentet klimadata fra stasjon 49220, Jordal – Odda som ligger på 89 moh. Jordal værstasjon ligger 6 km mot sør for planområde og vurderes å være representativ for denne skredfarevurderingen. Dataene presentert i grafen (Figur 8) viser middeltemperatur og nedbør fra siste klimaperiode 1961-1990. Mesteparten av nedbøren kommer om høsten og tidlig vinter med månedlige verdier på 150-200 mm. Middeltemperaturen er under null grader fra desember til februar. Værstasjonen er plassert på motsatt side av fjorden i forhold til miljøstasjonen. Høydeforskjellen mellom værstasjonen og øverst i dette bratte partiet er ca. 700 m. For å finne ca. temperaturverdier her kan man ta utgangspunkt i at gjennomsnittlig temperatur synker med rundt 0,5-1°C/100 m. Dette tilsvarer 3,5-7°C lavere gjennomsnittstemperatur. Det betyr at mye av nedbøren som kommer vinterstid kan komme som snø.



Figur 8 - Nedbør- og temperaturgraf for værstasjon 49220, Odda. (www.eklima.met.no)

3.6 Historisk registrerte skredhendelser

Flere steinskred er registrert i planområdet. I den nordlige delen av området ved inngangen til Tyssedalstunnelen viser NVE sin skreddatabase tre steinskred i 2001 i tillegg til et i 1963, 1993 og 1999. Registreringene av steinskredene er uspesifiserte og sier imidlertid ikke noe om utløsningsområde, utløp og størrelse på skredene. Det er også registrert et fjellskred i 1670 som mest sannsynlig har gått helt i fjorden

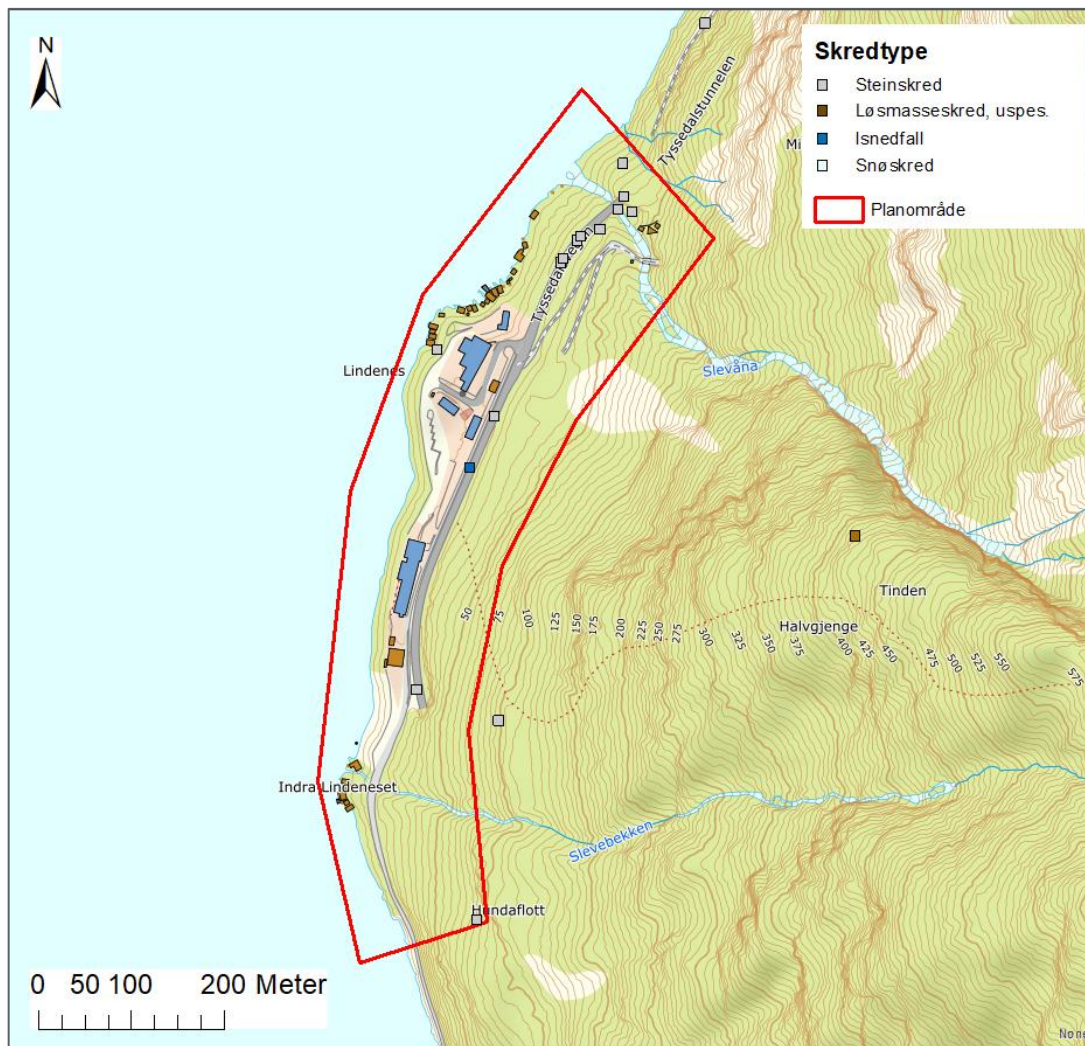
like ved hovedbygget til miljøstasjonen. Det sies at skredet tok flere menneskeliv. Kildene til denne hendelsen er usikre. Det har vært lite registrert aktivitet siden 1999, kun ett registrert steinsprang på veien i 2019 rett ved hovedbygget på miljøstasjonen. Et par registrerte hendelser finnes også sør i planområdet ved Kviturtunnelen.

Se Figur 9 for oversikt over registrerte skredhendelser i NVE sin skredatabase i og nær planområdet.

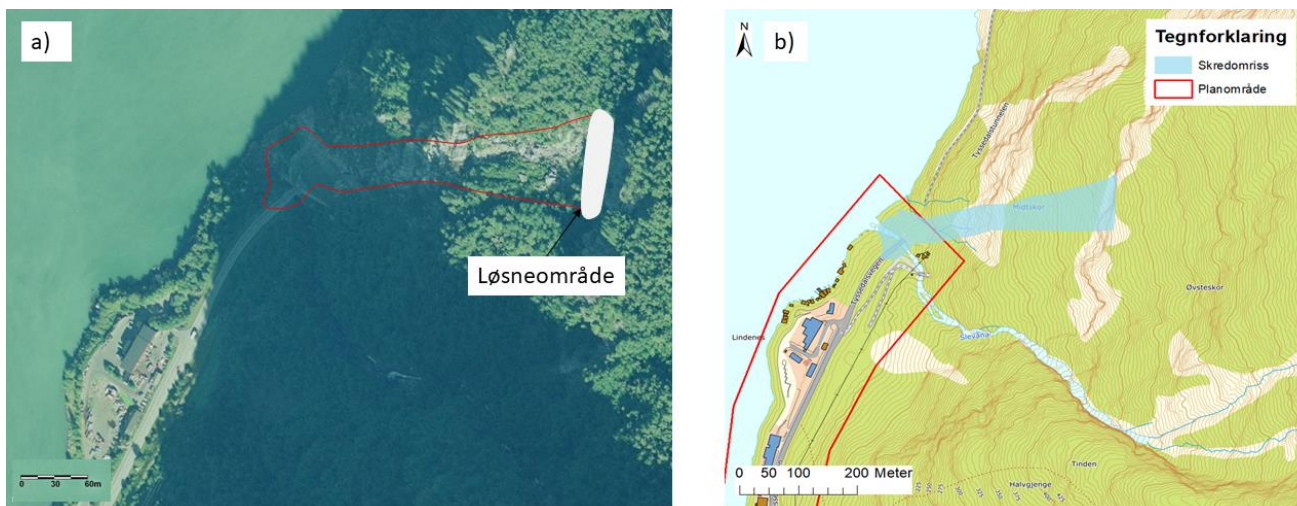
Ved nøyere undersøkelser av historiske flyfoto (www.norgebilder.no) kan man observere skredbanen etter et steinskred fra klippepartiet nordøst for planområdet (se Figur 10). Denne hendelsen har skjedd mellom 1964 og 2003 da den ikke er synlig på bildet fra 1964, men på bildet fra 2003. Det er derfor mulig at det er fra hendelsen i 1993, 1999 eller 2001 siden flere skredhendelser er registrert i dette tidsrommet på NVE atlas i denne delen av planområdet.

Flyfoto over området fra 1964 viser også utløpslengden til flere store blokker midt i dagens planområde (Figur 11).

Videre det registrert noe isnedfall på vei samt jordskred i 2016 litt sør for gjelet med Slevåna. Dette jordskredet var av ukjent størrelse.



Figur 9 - Skredhendelser fra NVE sin skredatabase.



Figur 10 – Steinskred fra klippeparti over Tysedalstunnelen. Bilde a) er fra 2003 med skredomriss i rødt. Bilde b) viser samme situasjon på et topografisk kart.

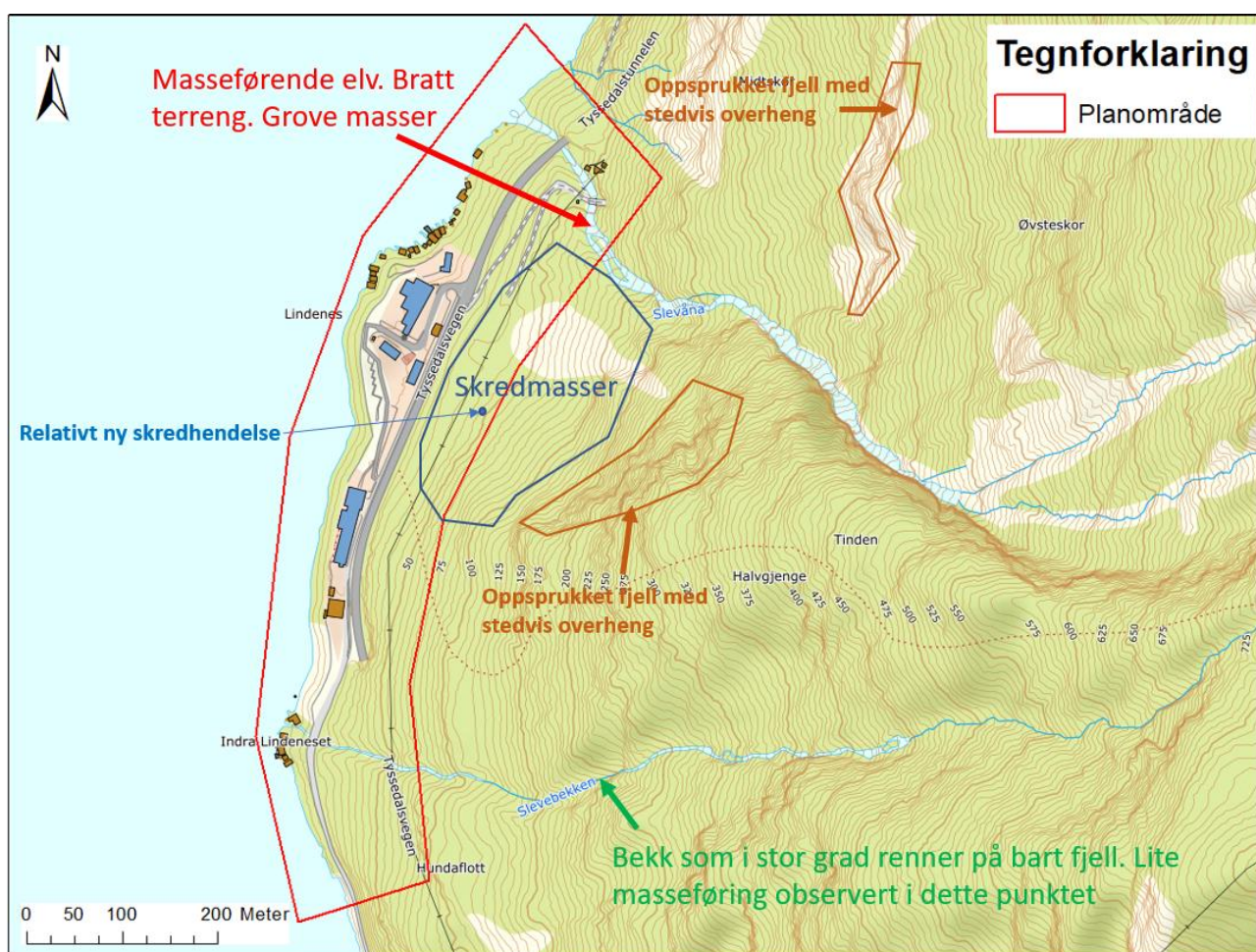


Figur 11 - Bilde a) er dagens situasjon med miljøstasjonen. Bilde b) er fra 1964 og viser et utbygget område med flere store blokker av økende størrelse ned mot fjorden. Eksempel på store blokker med langt utløp er indikert med rød sirkel på begge bildene.

3.7 Feltobservasjoner

Figur 12 viser et registreringskart fra feltbefaringen. Det går en masseførende elv (Slevåna) nord i planområdet (Figur 13 og 14). Elveløpet har bratt helning inne i planområdet. Elva får en sving nordover oppstrøms for broen. Det er observert massetransport både på oversiden og nedsiden av broen. Videre mot sør er terrenget utflatet grunnet terrenginngrep. I østlig kant av utflatingen er nedre avgrensing av omtalt urskråning (Figur 15 og 16). De største skredblokkene ble målt til å være rundt 10 m³. I bergveggen over urskråningen ble det observert flere sprekkesett som helt eller delvis avløser blokker fra bergmassen (Figur 17-19). Det er også observert bratte bergskrenter nordøst for planområdet. Her har det gått steinsprang og steinskred med utløp ned til Rv13 tidligere (Figur 10 og 20). Figur 21-23 illustrerer hvor de to bergpartiene er i forhold til planområdet. Det er mye vegetasjon i urskråningen og aktuelle løsnemåter utenom de bratteste partiene. Det ble ikke observert tegn til ferske nedfall fra disse bergpartiene under befaringen.

Slevebekken som renner i sørlig del av området hadde på befaringstidspunkt lav vannføring og ligger i stor grad på bart fjell (Figur 24). Det ble ikke observert tegn til massetransport.



Figur 12 – Registreringskart fra feltbefaring.



Figur 13 – Masseføring i elva Slevåna. Rv13 ned mot venstre, og omtalt bro til høyre i bildet.



Figur 14. Fra bro og oppover i terrenget.



Figur 15. Utjevnet terreng i østlig avgrensning av planområdet. Urskråningen ligger til venstre i bilde.



Figur 16. Ur øst for planområdet.



Figur 17 – Oppsprekking i mulig utløsningsområde like øst for planområdet.



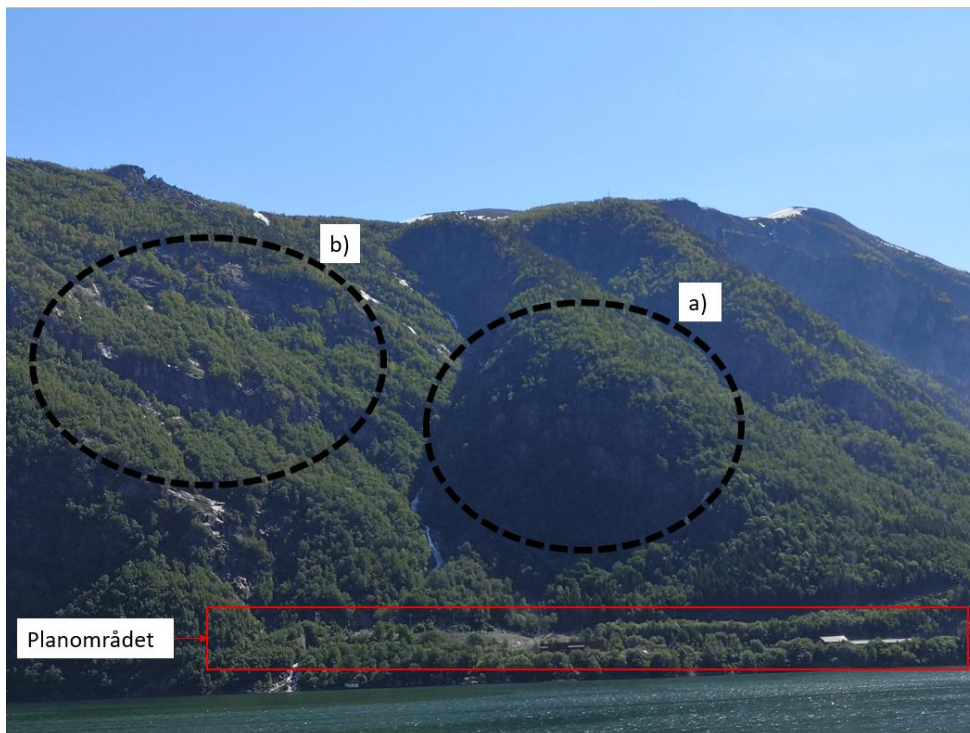
Figur 18 – Oppsprekking i mulig utløsningsområdet like øst for planområdet.



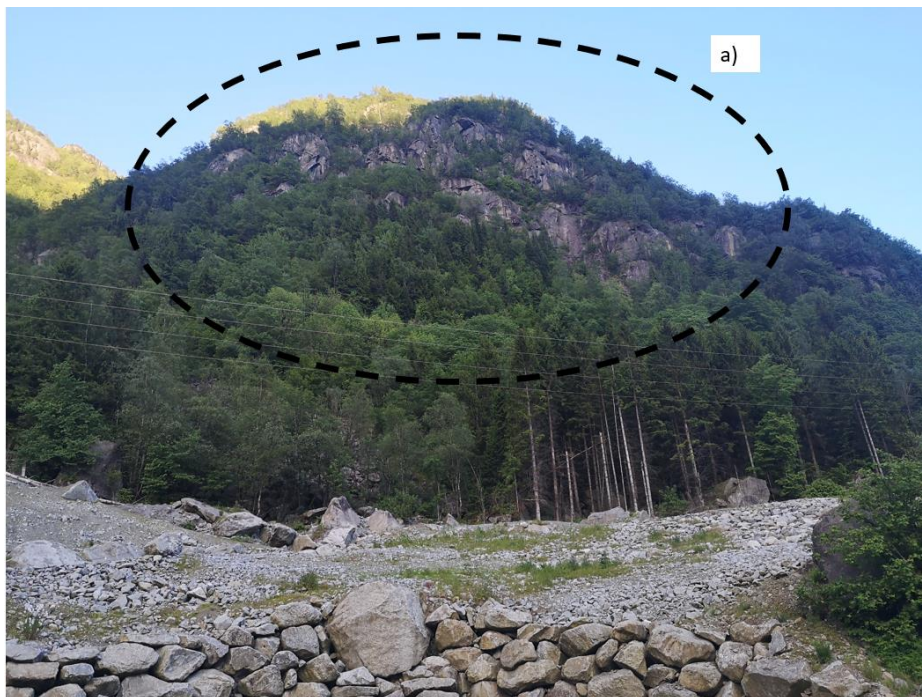
Figur 19 – Oppsprekking i mulig utløsningsområdet like øst for planområdet.



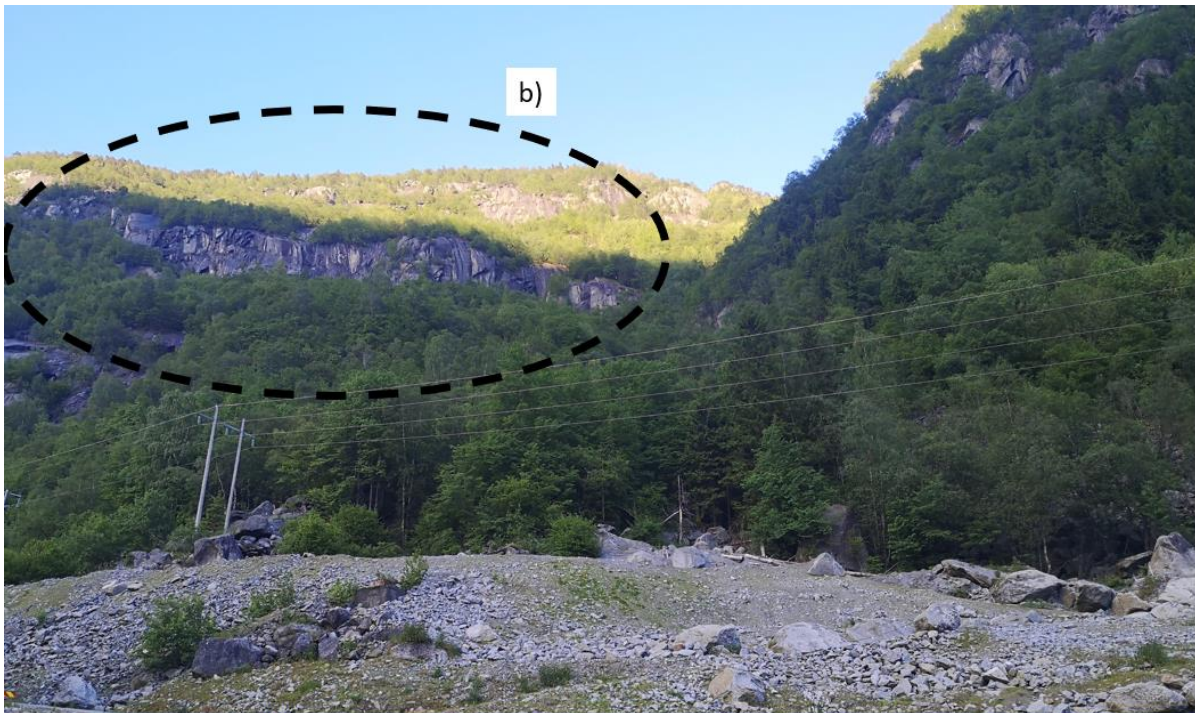
Figur 20 – Rødt omriss markerer nordøstlig potensielt løseområde for steinsprang. Her har det det gått både steinsprang og steinskred ned mot tunnel på Rv13.



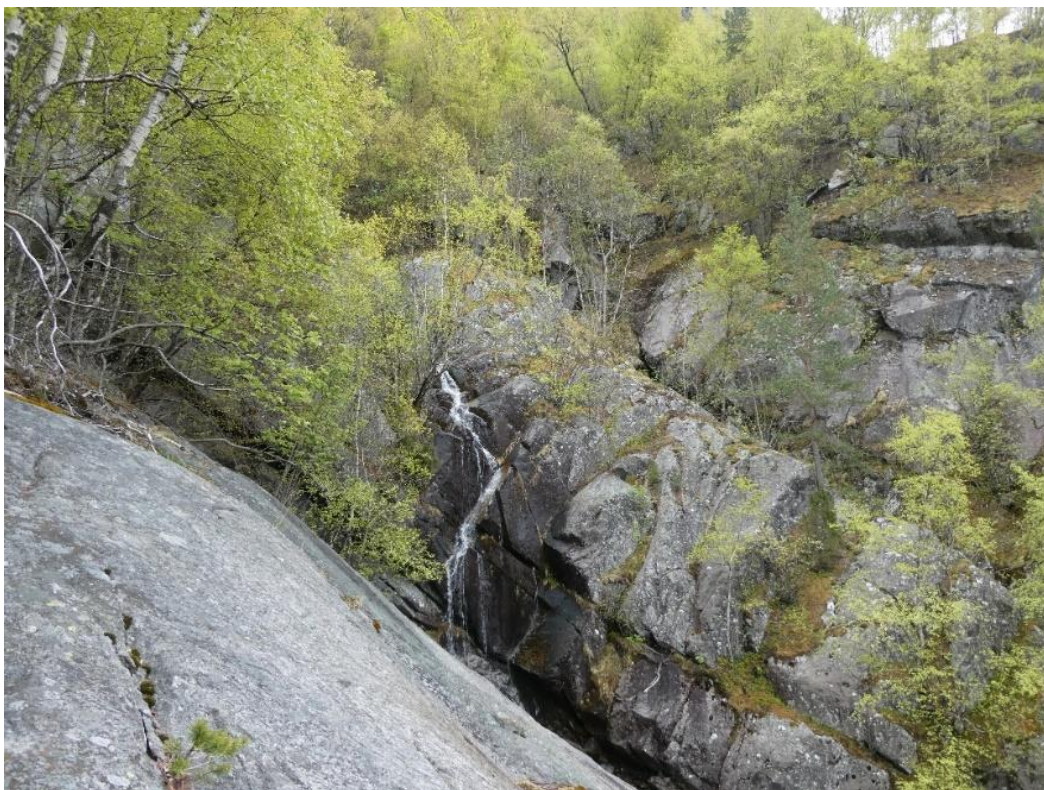
Figur 21 - Bildet viser klipper som vil utgjøre størst skredfare mot planområdet. Klippe a) markert på bilde ligger rett over miljøstasjonen og klippe b) viser klippen med omtalt steinskred Figur 10.



Figur 22 – Klippe a), rett ovenfor miljøstasjonen.



Figur 23 – Klippe b), nordøst for planområdet og Slevåna.



Figur 24 – Slevbekken sør for planområdet. Renner på bart fjell.

4 Modellering

4.1 Modelleringsverktøy

I denne kartleggingen er det brukt numerisk modelleringsverktøy (RAMMS) for å se på mulig utbredelse og rekkevidde til steinsprang og løsmasseskred.

RAMMS (Rapid Mass Movements Simulation) er utviklet i Sveits av SLF/WSL. Programmet består av tre moduler for forskjellige skredtyper: Snøskred, flomskred og steinsprang. I denne vurderingen er steinsprang- og løsmassemodulene benyttet.

Steinsprang-modulen, RAMMS::Rockfall, beregner blokkbevegelse til et steinsprang i et 3-dimensjonalt-terreng. Utløpsdistanse, kinetisk energi og spranghøyde blir beregnet for hver enkelt blokk fra start til slutt i skredbanen. Modellen er kalibrert etter avanserte feltmålinger utført i Sveits. Denne modulen beregner kun bevegelse til enkeltblokker og kan ikke brukes til modellering av større fjellskred/steinskred.

Løsmasse-modulen, RAMMS::DEBRIS FLOW, baserer seg på Voellmys hydrauliske strømningsteori i en åpen kanal. Programmet kan derfor simulere flyte høyde, hastighet og stagnasjonstrykk langs skredløpet. Her er det viktig å ha en terrengmodell med god nok oppløsning til å få med seg terrengformasjoner som kan påvirke skredene.

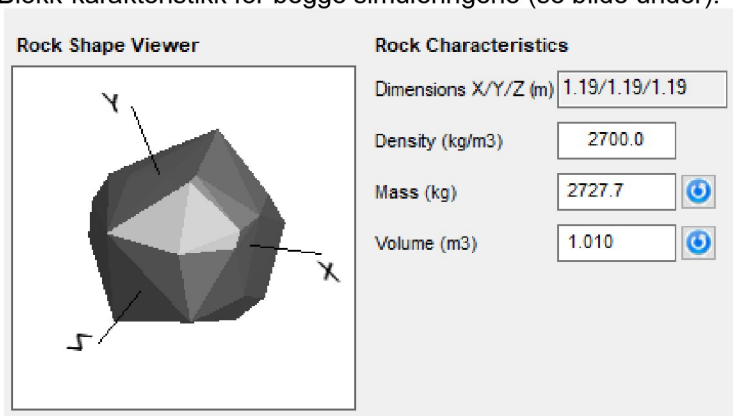
Modellene vil aldri kunne simulere virkeligheten helt nøyaktig, men vil fungere som et hjelpemiddel.

Simuleringsresultater er vist i vedlegg 1-3.

4.1.1 Input i modellering av steinsprang – RAMMS:: ROCKFALL

Etter befaring og gjennomgang av grunnlagsmaterialet er det lokalisert to potensielle løснеområder for steinsprang (Figur 12). De viktigste input-parametrene er vist i listen under.

- **Blokkstørrelse 1 m³.** RAMMS:: ROCKFALL tar ikke hensyn til oppknusing av blokkene og en mindre størrelse enn de største observerte blokkene på 10m³ er derfor mer realistisk.
- 20 tilfeldige orienteringer pr. 30 grid celle.
- Blokkform. Tatt utgangspunkt i blokker observert på og ovenfor planområdet.
- LiDAR-kartdata med 2 m oppløsning.
- Antall modellblokker: 1550 for løснеområde a) og 1320 fra løснеområde b)
- Friksjon på terrengoverflater: varierer fra *medium soft* i ur til *medium hard* i planområdet med asfalt
- Blokk-karakteristikk for begge simuleringene (se bilde under):



4.1.2 Input i modellering av løsmasseskred – RAMMS:: DEBRIS FLOW

Her er det tatt utgangspunkt i en avsetningsmorene på toppen av Slevåna.

- «Block release» med løsnævolum på 5100 kubikk.
- Flaktykkelse på 0,5 meter basert på NGU sin beskrivelse av typisk tykkelse i denne typen avsetning
- $\mu = 0,2$ og $\xi = 200 \text{ m s}^{-2}$

5 Vurdering av skredfare

5.1 Snøskred og sørpeskred

Med utgangspunkt i helningskartet i Figur 5 og klimatiske forhold er det teoretisk mulig å få utløsning av snøskred. Eventuelle løснеområder begynner på rundt 700 moh. Det er derimot ugunstige forhold for at sammenhengende snødekker kan dannes da det er tett skog helt opp til fjellplatået i øst. I tillegg er terrenget veldig ujevnt og dannelsen av større flak blir usannsynlig. Snø vil kunne akkumulere høyere oppe i terrenget der det er mindre vegetasjon, men helningen her er for lav til at snømasser kan gli ut.

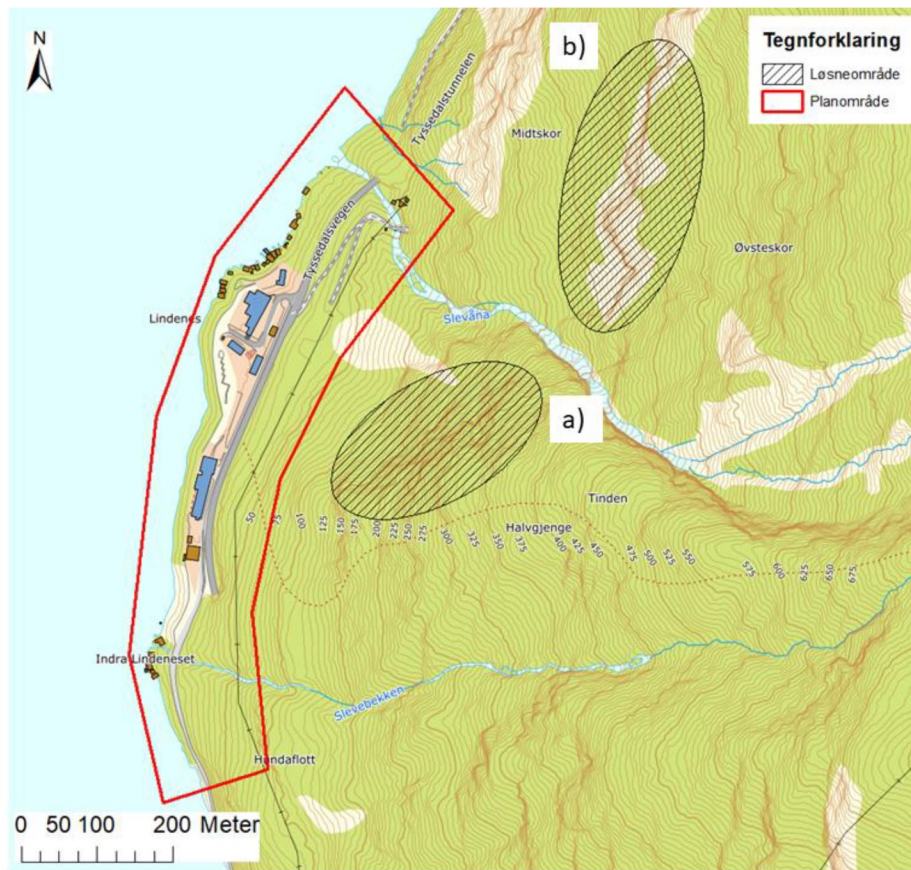
Med tanke på sørpeskred kan de to elveløpene Slevbekken og Slevåna være aktuelle skredløp. Elveløpene er trolig for bratte til at det kan oppstå områder med oppdemning som kan bryte ut i et sørpeskred. Eventuelle sørpeskred vil vanligvis følge slike dreneringsveier. Simuleringene fra løsmasseskredene gir en pekepinn på hvordan sørpeskred vil utbrede seg i elveløpet da de har en del likheter i skreddynamikken. Simuleringene viser derimot at de ikke går over elveløpet sine bredder.

Det er ingen kjente snø- eller sørpeskredhendelser med utløp i planområdet.

5.2 Steinsprang

Helningskartet i Figur 5 viser at det flere berghammere i klippepartiet ovenfor/øst for planområdet som har helninger opp mot 90°. Flere områder har overheng med et sprekkesett som gir muligheten for avløste blokker. Dette gir en teoretisk mulighet for dannelse av steinsprang. Det er spor i fjellet etter tidligere utløsninger, samt urdannelse nedunder. Det er registrert flere steinspranghendelser fra 1963 til d.d. Bergmassen har som nevnt betydelig oppsprekking, men det var ingen tegn til helt ferske utfall. De største skredblokkene funnet i planområdet er rundt 10 m³. Dette virker å kunne være representativt for blokkstørrelser for mulige utfall da sprekketettheten imidlertid ikke særlig høy. Klimatiske forhold tilsier at det kan oppstå fryse-tine-prosesser på høst og vår. Det er også noe vegetasjon på de slakere hyllepartiene. Dette er forhold som kan øke sannsynligheten for utløsning av steinsprang utover kvalitet og oppsprekking til bergmassen

Steinsprang vurderes å være dimensjonerende skredtype i området. Det er sett nærmere på to potensielle områder med aktuelle løснеområder for utløsning av steinsprang (Figur 25). Se beskrivelser i delkapitler 5.2.1 og 5.2.2.



Figur 25 - Mulige løsneområdet for steinsprang som vist i figur 19.

5.2.1 Løsneområde a)

Planområdet ligger ved foten av en bratt klippe med høydeforskjell på ca. 300 meter. I bunnen av denne klippen er det som tidligere omtalt en urskråning. Flyfoto fra 1964 viser flere blokker som øker i størrelse med avstand fra uren. Flyfoto viser en stor blokk som befant seg ca. hvor den største bygningen ved hovedinngangen står i dag. Denne er trolig relatert til skredaktivitet. Man kan derfor ikke utelukke at større blokker kan nå inn i planområdet ved svært sjeldne hendelser. Like på oversiden av veien mot øst, er terrenget flatet ut, noe som vil føre tap av energi når blokkene får en stor retningsendring

Simuleringene viser at det flate området ved foren av uren vil føre til en demping av blokkene og de fleste vil ha utløpslengde til like på vestsiden av vegen. Med utgangspunkt i blokken med lengst observert utløp (Figur 11b) samsvarer dette relativt godt med de lengste utløpene i RAMMS. Resultatene viser at blokker som utløses lengre sør i løsneområdet har en generelt lengre utløpslengde der noen blokker vil gå inn i området eller helt ned til fjorden. Årsaken til lengre utløpslengder er trolig at terrenget har en mer jevn helning. På en annen side er det noe mer vegetasjon i dette området enn lenger nord som vi bidra til større oppbremsing på blokkene. Blokkene som utløses nord i løsneområdet vil følge naturlig dreneringsvei i elva Slevåna.

Se vedlegg 1 for simuleringsresultater.

5.2.2 Løsneområde b)

Som nevnt i 3.7 var det flere hendelser i sammenheng med dette klippepartiet. Blant annet et steinskrud som er vist i Figur 10. Simuleringene viser at steinsprang fra den sørlige delen av klippen blir det meste av fanget

opp av elveløpet Slevåna, men noen blokker kan nå veien. Ved den nordlige delen går alle blokkene i fjorden eller i planområdet.

Se vedlegg 2 for simuleringresultater.

5.3 Jord- og flomskred

I NGU sitt løsmassekart (Figur 7) ser man at det hovedsakelig er bart fjell og lite løsmasser i de østliggende fjellpartiene. Helt i toppen der platået slaker ut mot øst befinner det seg imidlertid et dekke med avsmeltingsmorene. Dette er masser som ofte har liten mektighet, opp mot 0,5 meter. Dreneringsveiene til Slevåna og Slevebekken går gjennom disse løsmassene. Et skred som oppstår fra disse massene vil derfor sannsynligvis følge dreneringsveiene nedover terrenget mot deler av planområdet.

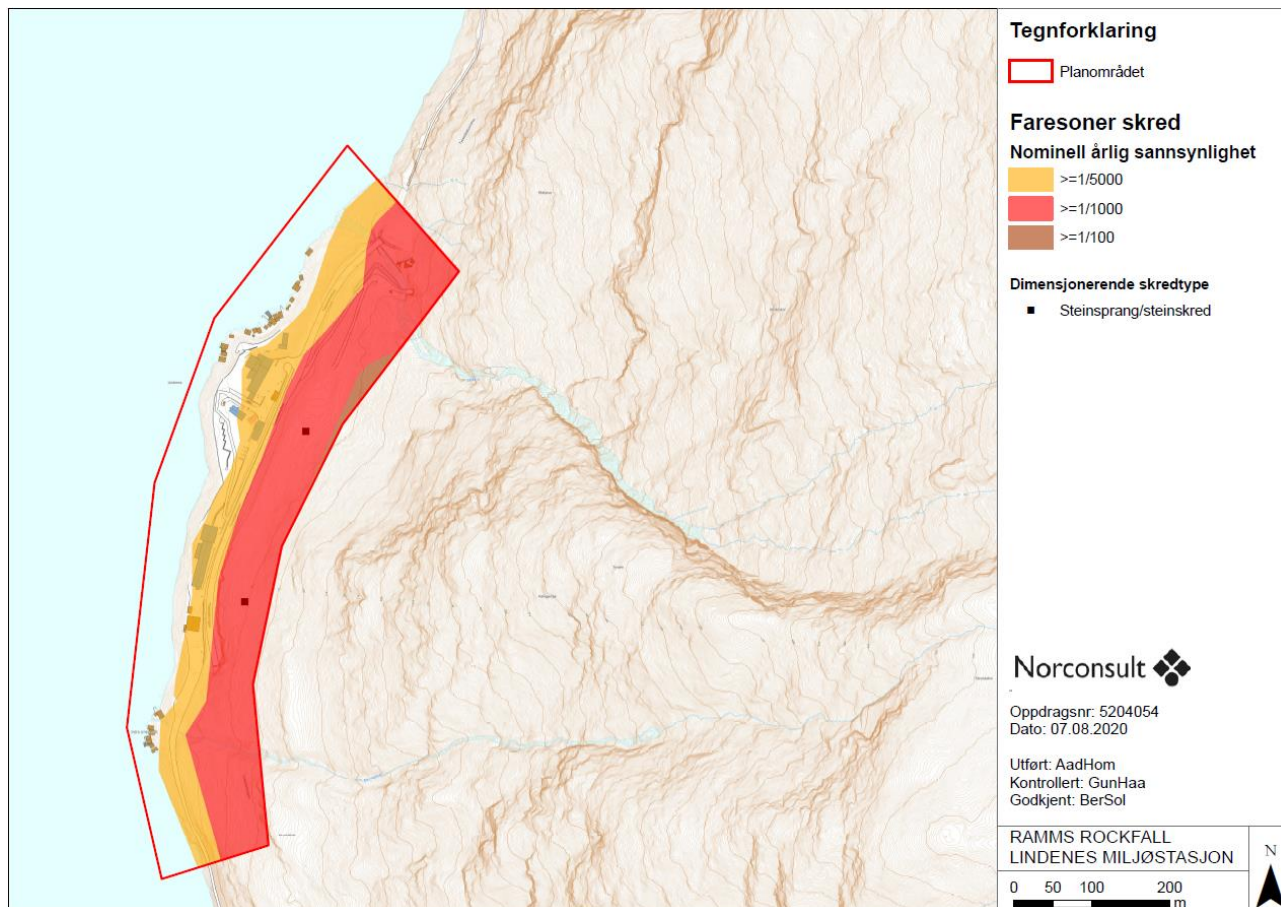
Simuleringene som er utført i RAMMS::DEBRIS FLOW viser at skredmassene følger elveløpet Slevåna helt ned til broen foran Tyssedalstunnelen uten å bryte ut av elveløpet. Det ble ikke gjort simuleringer i Slevebekken da forholdene for å utløse et skred her vurderes som minimale. Det vurderes også at eventuelle jordskred fra Slevebekken vil ha liten størrelse og begrenset skadepotensiale på grunn av lite observert massetransport. Grunnet tynne løsmassedekker, stor avstand fra løsnemåte til planområdet samt grove masser i elveløp vurderes det at skadepotensiale for flomskred begrenses til området i og rundt Slevåna.

Resultat av simulering langs Slevåna ligger i vedlegg 3.

Det er ingen kjente jord- eller flomskredhendelser med utløp ned i planområdet.

5.4 Faresonekart

Dimensjonerende skredtype er vurdert til å være steinsprang. Faresonekartet under viser utarbeidete faresonegrenser for skred (Figur 26, Vedlegg 4). De utarbeidete faresonegrensene viser nominelle årlige sannsynligheter 1/100, 1/1000 og 1/5000 iht. PBL og TEK17 §7-3. Faresonegrensene er satt med bakgrunn i feltbefaring (observerte blokkstørrelser og utløpslengder), tilgjengelig kartgrunnlag (tidligere skredhendelser, topografi, mm) og simulering av skred.



Figur 26 – Utarbeidet faresonekart for planområde. Det er fastsatt faresonegrenser for sikkerhetsklasse S1 (årlig sannsynlighet på 1/100), S2 (årlig sannsynlighet på 1/1000) og S3 (årlig sannsynlighet på 1/5000).

5.5 Forutsetninger for skredfarevurderingen

Denne skredfarevurderingen er begrenset til å gjelde planområdet som er markert i rødt i illustrerende figurer i denne rapporten (se Figur 1).

Skredfarevurderingen er gjort med utgangspunkt i dagens situasjon i området. Eksisterende skog og vegetasjonsdekke i og rundt planområdet kan redusere sannsynligheten for utløsning og rekkevidde på snøskred og steinsprang samt jord- og flomskred. Ved endringer i vegetasjonen vil skredfaren kunne endre seg.

6 Konklusjon

Steinsprang vurderes å være dimensjonerende skredtype.

Dagens bebyggelse ligger utenfor faresonegrensen for sikkerhetsklasse S2 der årlig nominell sannsynlighet for skred er 1/1000.

7 Referanser

Høydal, Ø., Breien, H. og Sandersen, F. (2012) *Forslag til kriterier for vernskog mot skred*. Norges geotekniske institutt.

Lied, K og Kristensen, K. (2003) *Snøskred: Håndbok om snøskred*. Vett & Viten AS.

NVE (2014a) *Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22. mai 2014*. Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE (2014b) *Sikkerhet mot skred i bratt terreng: Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak*. Norges vassdrags- og energidirektorat.

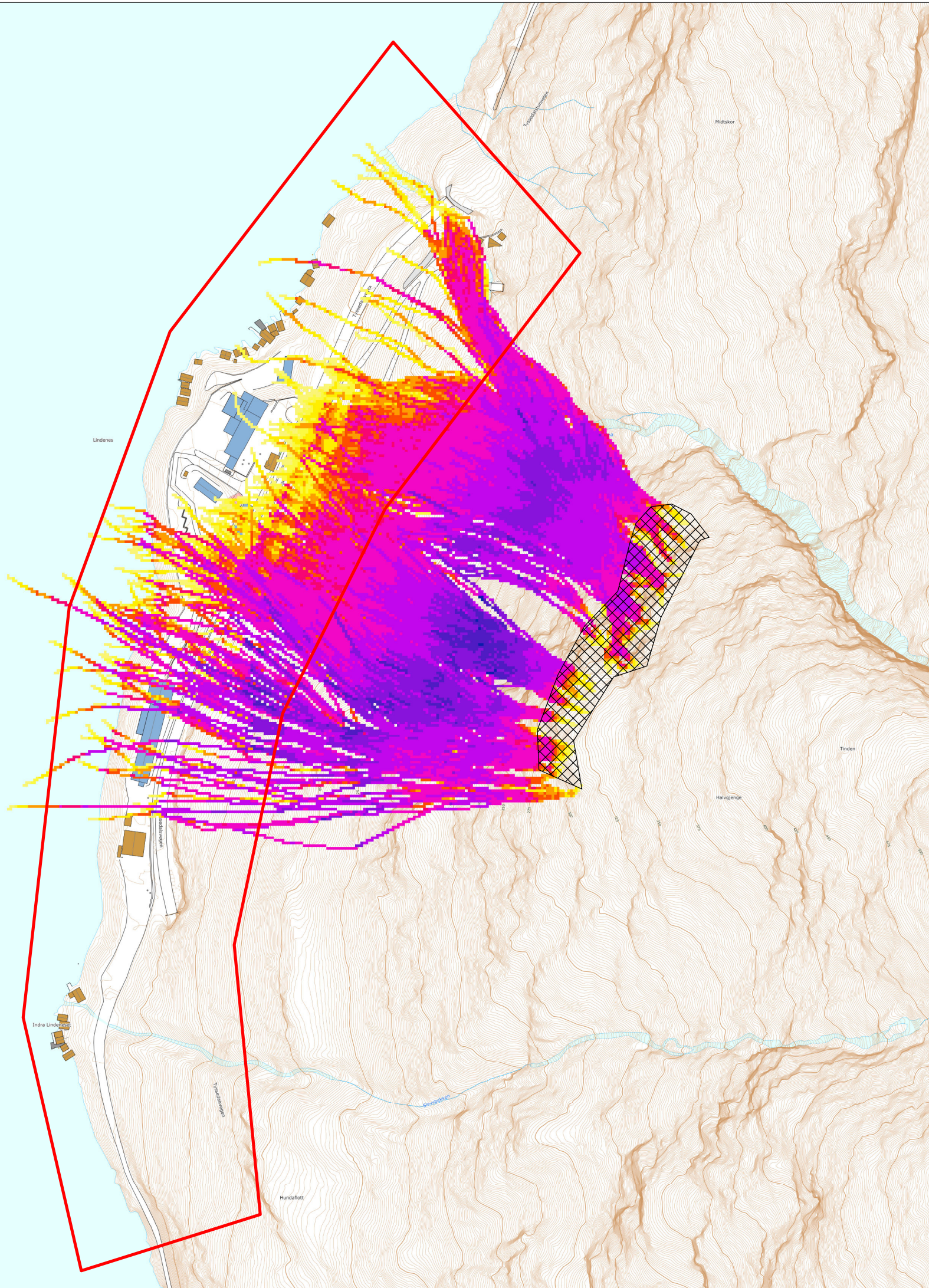
PBL. *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven)*.

Rannka, K. (2002) *Slå rot - och väx upp eller Vegetasjon som förstärkingsmetod*. Statens Räddningsverk.

TEK 17. *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)*.

8 Vedlegg

1. Simuleringsresultat RAMMS- Steinsprang klippe a)
2. Simuleringsresultat RAMMS - Steinsprang klippe b)
3. Simuleringsresultat RAMMS – Løsmasseskred
4. Faresonekart for skred



Tegnforklaring

- Planområdet
- Løsneområde a)

Steinsprang Klippe a)

Kinetisk energi (kJ)

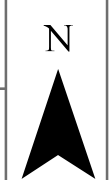
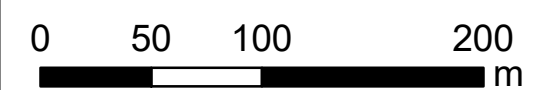
- 0 - 0.1
- 0.1 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 300
- 300 - 400
- 400 - 500
- 500 - 1 000
- 1 000 - 2 000
- 2 000 - 3 000
- 3 000 - 4 000
- 4 000 - 5 000

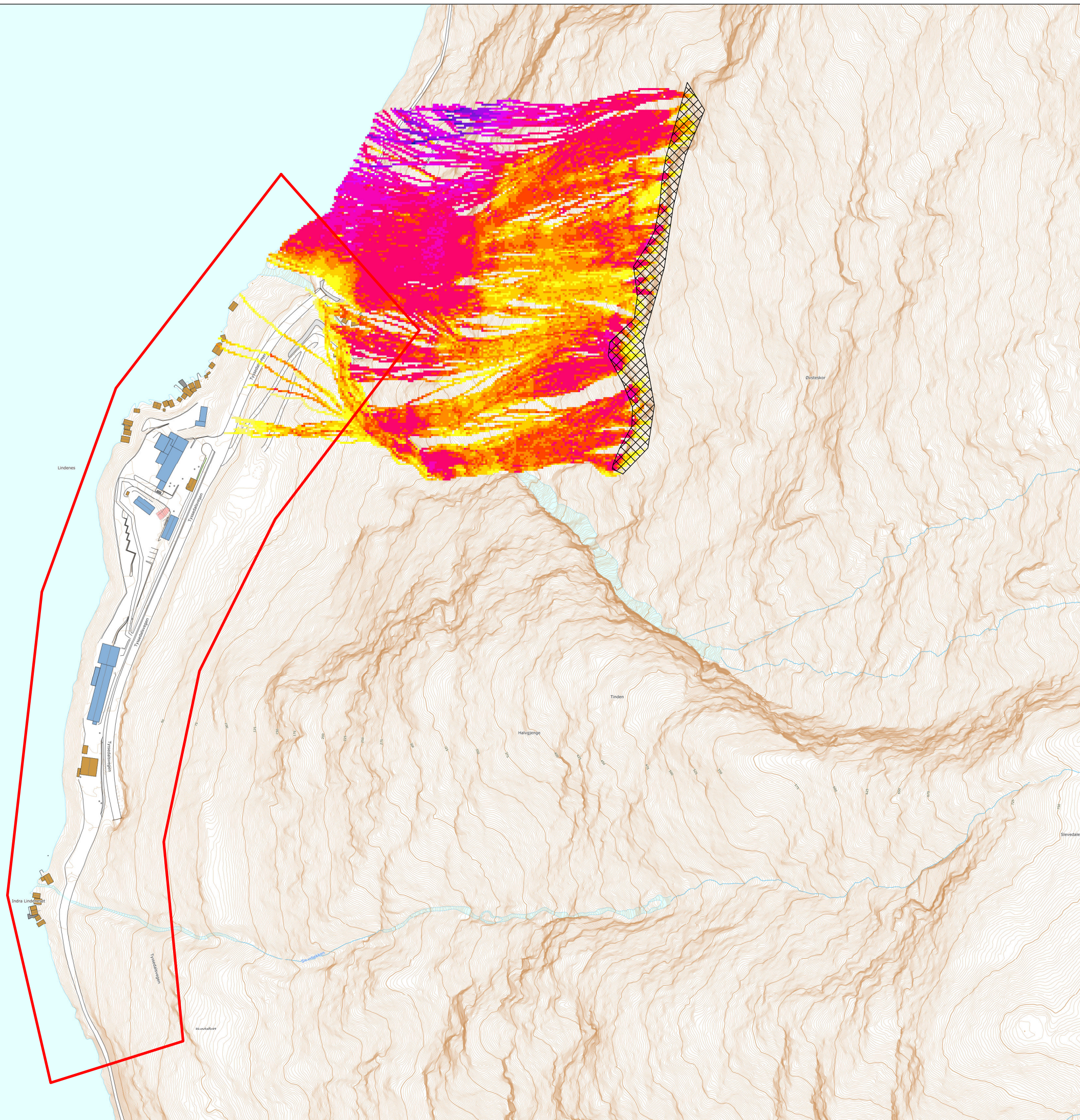


Oppdragsnr: 5204054
 Dato: 07.08.2020


Utført: AadHom
 Kontrollert: GunHaa
 Godkjent: BerSol

RAMMS ROCKFALL
 LINDENES MILJØSTASJON



















Tegnforklaring

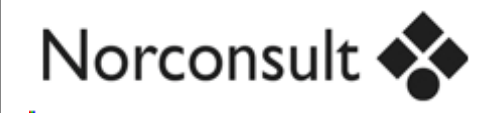
 Planområdet

 Løsneområde b)

Steinsprang Klippe b)

Kinetisk energi (kJ)

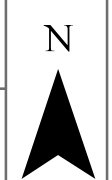
-  0 - 0.1
-  0.1 - 50
-  50 - 100
-  100 - 200
-  200 - 300
-  300 - 400
-  400 - 500
-  500 - 1 000
-  1 000 - 2 000
-  2 000 - 3 000
-  3 000 - 4 000
-  4 000 - 5 000
-  5 000 - 6 000
-  6 000 - 7 000



Oppdragsnr: 5204054
Dato: 07.08.2020


Utført: AadHom
Kontrollert: GunHaa
Godkjent: BerSol

RAMMS ROCKFALL
LINDENES MILJØSTASJON



Tegnforklaring

 Planområdet

 Løsneområde

Løsmasseskred - Flytehøyde

Flytehøyde (m)

 0 - 0.1

 0 - 1

 1 - 2

 2 - 3

 3 - 4

 4 - 5

 5 - 6



Oppdragsnr: 5204054

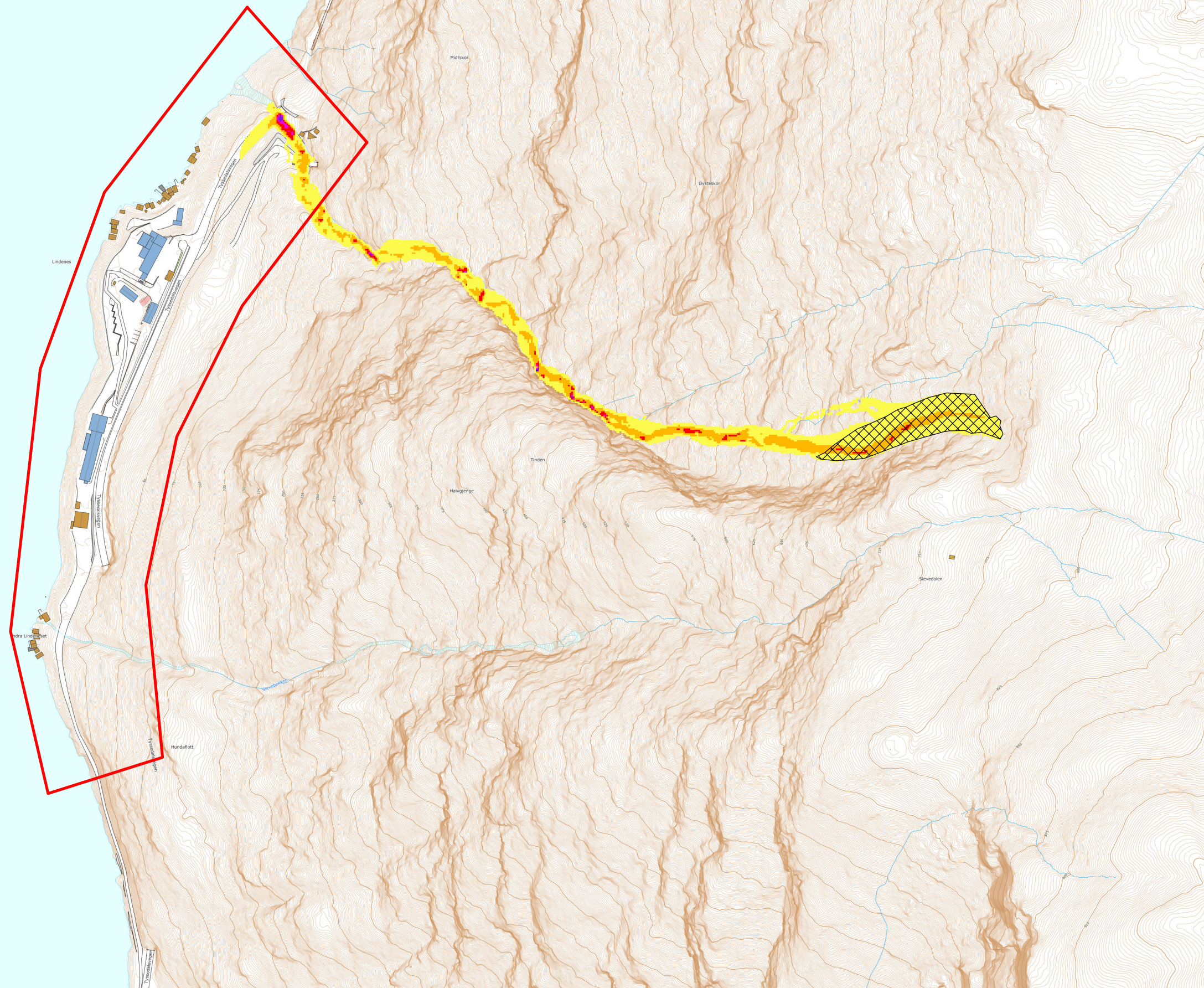
Dato: 07.08.2020

Utført: AadHom

Kontrollert: GunHaa

Godkjent: BerSol

RAMMS DEBRIS FLOW
LINDENES MILJØSTASJON




Tegnforklaring

 Planområdet

Faresoner skred

Nominell årlig sannsynlighet

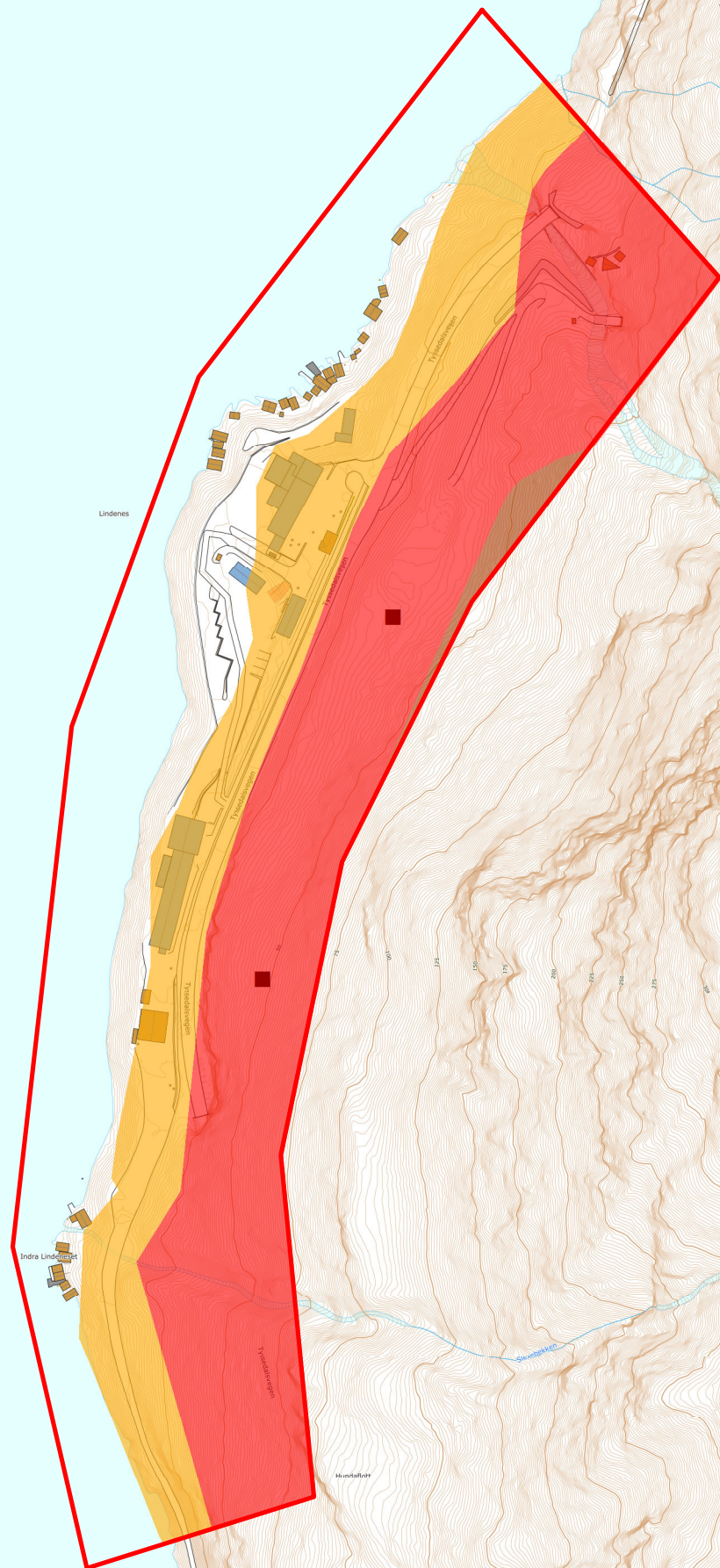
 $\geq 1/5000$

 $\geq 1/1000$

 $\geq 1/100$

Dimensjonerende skredtype

 Steinsprang/steinskred



Norconsult 

Oppdragsnr: 5204054

Dato: 07.08.2020

Utført: AadHom

Kontrollert: GunHaa

Godkjent: BerSol

RAMMS ROCKFALL
LINDENES MILJØSTASJON

0 50 100 200
m

