

UTREDNING AV SKREDFARE SUNDEVOLLEN, HOLE KOMMUNE



UTREDNING AV SKREDFARE SUNDVOLLEN, HOLE KOMMUNE

Oppdragsnavn **Utredning av skredfare – Sundvollen, Hole kommune**
Prosjekt nr. **1350046963**
Mottaker **Hole kommune**
Dokument type **Rapport**
Versjon **[1]**
Dato **23.11.2021**
Utført av **Torgeir Fiskum Hansvik og Nellie Sofie Body**
Kontrollert av **Håvard Juliussen**
Godkjent av **Torgeir Fiskum Hansvik**
Beskrivelse **Skredfarevurdering**

Rambøll
Folke Bernadottes vei 50
PB 3705 Fyllingsdalen
5845 Bergen

T +47 55 17 58 00
F +47 55 17 58 10
<https://no.ramboll.com>

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Forord	3
2.	Om oppdraget	3
3.	Sammendrag	4
1.	Innhold	5
2.	Områdebeskrivelse	7
3.	Grunnlagsmateriale	10
3.1	Tidligere utførte vurderinger	10
3.2	Feltkartlegging	12
3.3	Digital terrengmodell (DTM)	12
3.4	Historiske skredhendelser	13
3.4.1	Historiske skredhendelser som er registrert i NVE Atlas	13
3.4.2	Skredhendelser registrert i felt	14
3.5	Eksisterende sikringstiltak	14
3.5.1	Skredsikring	14
3.5.2	Erosjonssikring	14
3.6	Klimatologiske data	15
3.6.1	Historisk klima	15
3.6.2	Fremtidig klima	17
3.7	Skog	18
4.	Skredfareutredning per skredtype	19
4.1	Steinsprang	19
4.1.1	Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?	20
4.1.2	Utredning av løsneområde og løsnestannsynlighet	20
4.1.3	Utredning av utløp	28
4.1.4	Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?	29
4.2	Steinskred	29
4.2.1	Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	29
4.2.2	Utredning av løsneområde og løsnestannsynlighet	32
4.2.3	Utredning av utløp	32
4.2.4	Sekundærvirkninger av steinskred	33
4.2.5	Når steinskred inn i kartleggingsområdet?	33
4.3	Snøskred	33
4.3.1	Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	34
4.3.2	Utredning av løsneområde og løsnestannsynlighet	35
4.3.3	Utredning av utløp	36
4.3.4	Når snøskred inn i kartleggingsområdet?	37
4.4	Jord- og flomskred	37
4.4.1	Er jord- og flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	37
4.4.2	Utredning av løsneområde og løsnestannsynlighet	38
4.4.3	Utredning av utløp	42

4.4.4	Når jordskred inn i kartleggingsområdet?	42
4.5	Sørpeskred	42
4.5.1	Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	42
4.5.2	Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet	43
4.5.3	Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?	44
4.6	Hva er den samlede skredfaren?	44
5.	Referanser	45
6.	Vedlegg	45
6.1	Vedlegg - Dronebilder	45
6.2	Vedlegg - Fotovedlegg for feltregistreringer	45
6.3	Vedlegg - Helningskart	46
6.4	Vedlegg - Registreringskart	49
6.5	Vedlegg - Modelleringsresultat	53
6.6	Vedlegg - Faresoner	61
6.7	Vedlegg - Egenerklæringsskjema	62

1. FORORD

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3) stiller krav til sikkerhet mot skred. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak¹, og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes. Skredfarevurderingen gjøres uten effekten skog har på skredprosesser.

2. OM OPPDRAGET

Oppdragsgiver:

Hole kommune

Utførende foretak:

Rambøll Norge AS

Skredfareutredning for:

Kommunedelplan, område spesifisert i kartutsnitt/vedlegg.

Følgende tiltak og sikkerhetsklasse(r) er planlagt på eiendommen/planområdet:

Planområdet har flere bygg i S3: Sundvollen Oppvekstsenter og Hamnorshagaveien 28, 30A, 30B og 30C. Flere boligfelt med bygg i S2.

Befaring gjennomført, eventuelt hvorfor ikke:

Befaring ble gjennomført.

Befaring gjennomført av og når:

Befaring ble gjennomført av Håvard Juliussen (24. juni 2021), Torgeir Fiskum Hansvik og Nellie Sofie Body (24. og 25. juni 2021).

¹ <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>

3. SAMMENDRAG

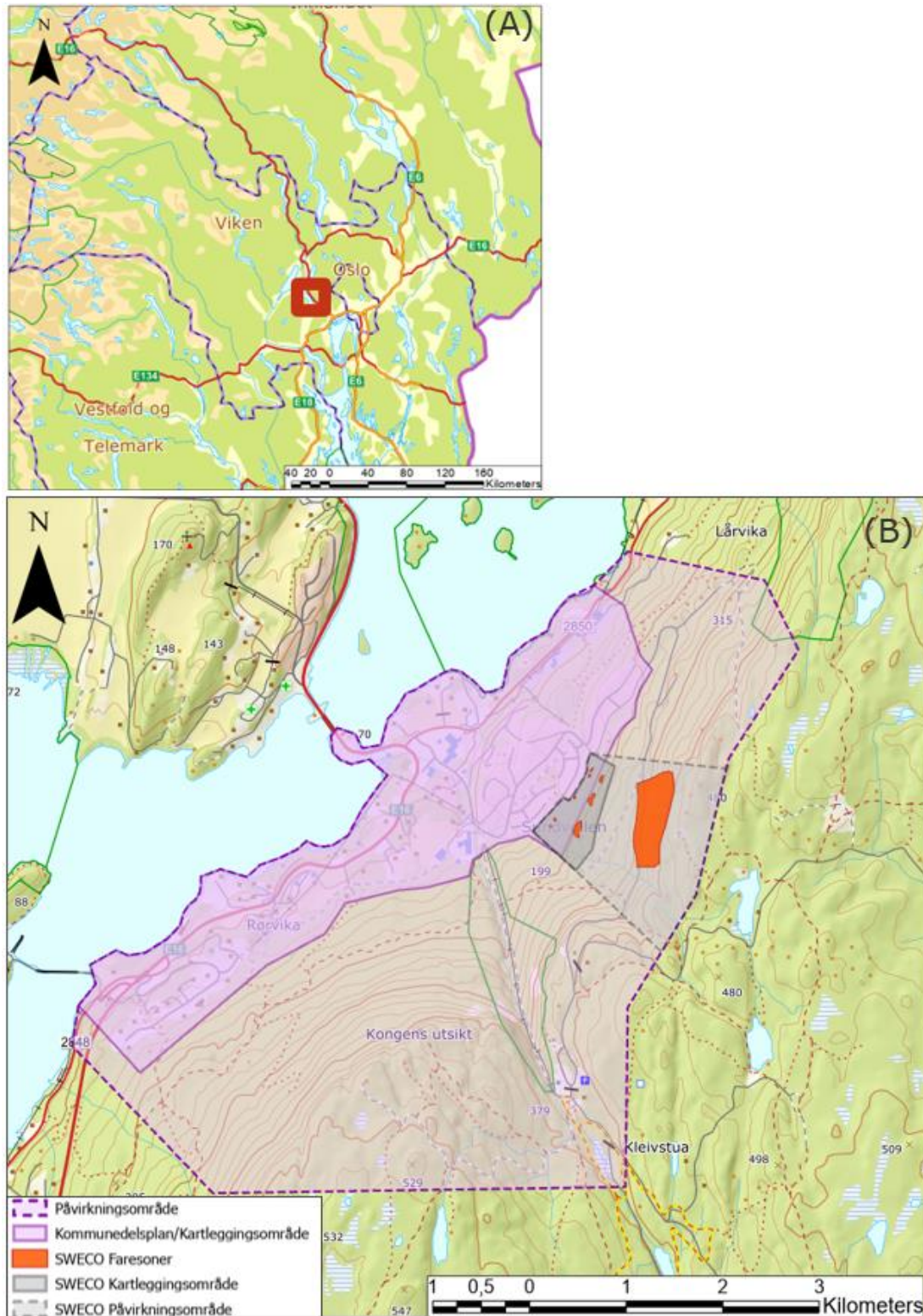
Skredfarekartleggingen utført i Hole kommune gjelder for en 4 km skråning med varierte topografiske forhold. Den samlede skredfaren består av en kombinasjon av steinsprang og snøskred i det nord-østlige området mellom registreringspunkt 33-49 (Figur 40). Det vurderes at steinsprangaktiviteten er stor og at det kan gå steinsprang med en sannsynlighet på mer enn 1/100 tett på løsneområdene. 1/1000-faresone tegnes etter kartlagt urfot og 1/5000-faresone tegnes etter kartlagte større blokker utenfor urfot. Det vurderes at området ikke er spesielt utsatt for snøskred, men der simulerte utløpsområder for snøskred går lengre enn kartlagte skredblokker er dette utløpsområdet hensyntatt i 1/5000-faresonen. Det vurderes at snøskredfaren ikke påvirker 1/100 og 1/1000 faresone. I områder med mindre berghammere er det tegnet 1/1000 faresone på grunn av steinsprangfare. For resten av kartleggingsområdet er skredfaren vurdert til lavere enn 1/5000 (Figur 49). Det er vei innenfor faresonene, men ingen eksisterende bebyggelse. Utenfor planområdet er det identifisert ustabile bergpartier med pinakkel-form. Dette må meldes inn til NVE for videre oppfølging, det kan være aktuelt med ingeniørgeologisk stabilitetsanalyse og periodisk overvåking/innmåling.

1. INNHOLD

1.	Forord	3
2.	Om oppdraget	3
3.	Sammendrag	4
1.	Innhold	5
2.	Områdebeskrivelse	7
3.	Grunnlagsmateriale	10
3.1	Tidligere utførte vurderinger	10
3.2	Feltkartlegging	12
3.3	Digital terrengmodell (DTM)	12
3.4	Historiske skredhendelser	13
3.4.1	Historiske skredhendelser som er registrert i NVE Atlas	13
3.4.2	Skredhendelser registrert i felt	14
3.5	Eksisterende sikringstiltak	14
3.5.1	Skredsikring	14
3.5.2	Erosjonssikring	14
3.6	Klimatologiske data	15
3.6.1	Historisk klima	15
3.6.2	Fremtidig klima	17
3.7	Skog	18
4.	Skredfareutredning per skredtype	19
4.1	Steinsprang	19
4.1.1	Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?	20
4.1.2	Utredning av løsneområde og løsnensannsynlighet	20
4.1.2.1	Beskrivelse av typiske løsneområder for steinsprang	20
4.1.2.2	Område 1 - Øst	22
4.1.2.3	Område 2 – Midtre del	25
4.1.2.4	Område 3 – Vestre del	27
4.1.2.5	Andre områder med mindre berghammere	27
4.1.2.6	Total sannsynlighet	28
4.1.3	Utredning av utløp	28
4.1.3.1	Modelloppsett	28
4.1.4	Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?	29
4.2	Steinskred	29
4.2.1	Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	29
4.2.2	Utredning av løsneområde og løsnensannsynlighet	32
4.2.3	Utredning av utløp	32
4.2.4	Sekundærvirkninger av steinskred	33
4.2.5	Når steinskred inn i kartleggingsområdet?	33
4.3	Snøskred	33
4.3.1	Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	34
4.3.2	Utredning av løsneområde og løsnensannsynlighet	35
4.3.3	Utredning av utløp	36
4.3.4	Når snøskred inn i kartleggingsområdet?	37
4.4	Jord- og flomskred	37
4.4.1	Er jord- og flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	37
4.4.2	Utredning av løsneområde og løsnensannsynlighet	38
4.4.2.1	Område 1 – Øst	38
4.4.2.2	Område 2 – Krokkleiva	40

4.4.2.3	Område 3 - Vest	41
4.4.3	Utredning av utløp	42
4.4.4	Når jordskred inn i kartleggingsområdet?	42
4.5	Sørpeskred	42
4.5.1	Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	42
4.5.2	Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet	43
4.5.3	Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?	44
4.6	Hva er den samlede skredfaren?	44
5.	Referanser	45
6.	Vedlegg	45
6.1	Vedlegg - Dronebilder	45
6.2	Vedlegg – Fotovedlegg for feltregistreringer	45
6.3	Vedlegg – Helningskart	46
6.4	Vedlegg - Registreringskart	49
6.5	Vedlegg - Modelleringsresultat	53
6.6	Vedlegg – Faresoner	61
6.7	Vedlegg - Egenerklæringsskjema	62

2. OMRÅDEBESKRIVELSE



Figur 1: Oversiktskart med (A) Sundvollens geografiske plassering (markert med rød firkant) og (B) et nærere utsnitt som også viser de aktuelle kartleggings- og påvirkningsområdene, i tillegg til områder i skredfarevurdering utført av SWECO (2014).



Figur 2: Oversiktsfoto over Sundvollen.

Skredfarekartleggingen utført i Hole kommune gjelder for en 3.5-4 km skråning med varierte topografiske forhold. Relevante områder er beskrevet i større detalj senere i rapporten.

Grovt sett kan området beskrives som en NØ-SV orientert skråning som heller mot Tyrifjorden i NV. Området strekker seg fra kote 63 ved fjorden til rundt kote 500 på toppen av skråningen. Nederst i skråningen ligger det bebyggelse, mens det høyere opp er en vei og turstier. Disse veiene ligger utenfor det aktuelle Kommunedelplansområdet. Kartleggingsområdet er i stor grad dekket av skog, med unntak av bebygde områder og enkelte hogstfelt, områder bestående av skredmateriale og svært bratte områder.

Bebyggelsen i området ligger nede i skråningen, mellom kote 63 og kote 200. Dette området er relativt slakt, men med stedvis bratte områder. Noen av disse er bergskjæringer, mens andre er naturlige berghammere (Vedlegg 6.3).

Terrenget har en brattere helning omtrent mellom kote 200 og kote 325. Helningen ligger hovedsakelig mellom 10-25°, med områder opp mot 45 grader. Stedvis er det berghammere hvor terrenget er enda brattere, og noen ganger nær loddrett, disse områdene er sporadiske. Området er også delvis terrassert, med enkelte flatere partier.

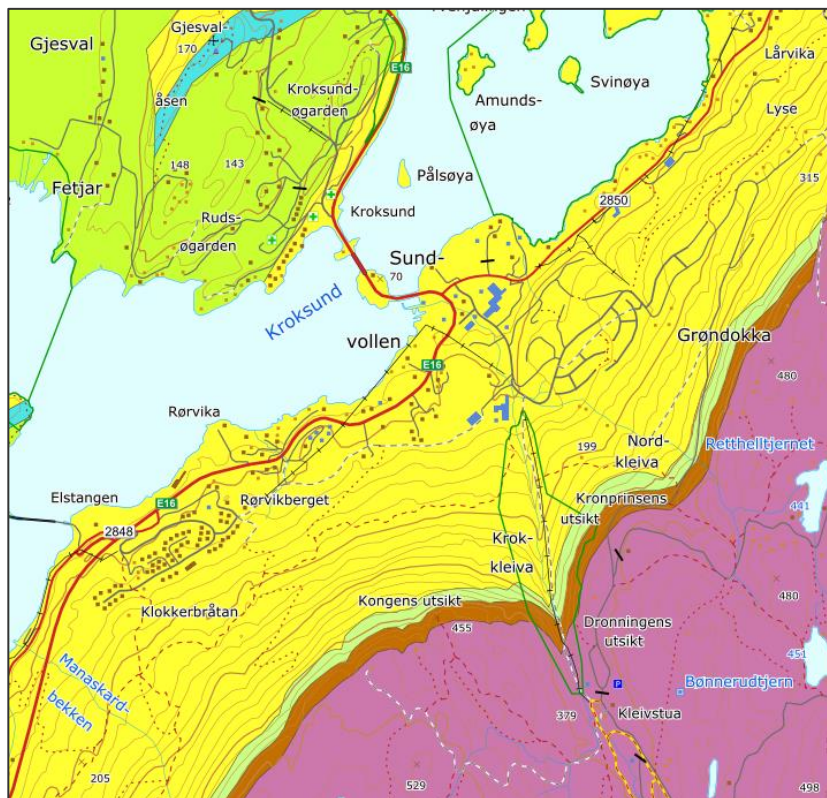
Fra kote 325 til toppen av skråningen skjer det en videre økning av terrenghelningen. Helningen øker først til å hovedsakelig være over 30°, før det blir enda brattere (>60°) opp mot toppen av skråningen. Denne relativt bratte overgangen forekommer rundt der berggrunnen endres fra sedimentær til magmatisk.

Et karakteristisk trekk ved topografien til området er den N-S orienterte Krokkleiva. Kleivbekken renner nedover Krokkleiva fra Kleivstua ved kote 380 til Sundvollen skole ved kote 110, og

deretter gjennom slakt terreng ut til fjorden. Noen deler av Krokkleiva har bratt sideterreng med helning opp mot 90 grader.

Skråningen er dekket av skog, med unntak av ur-områder. Det er en blanding av barskog og løvskog i skråningene, med mer dominerende løvskog på toppen over kote ca. 425.

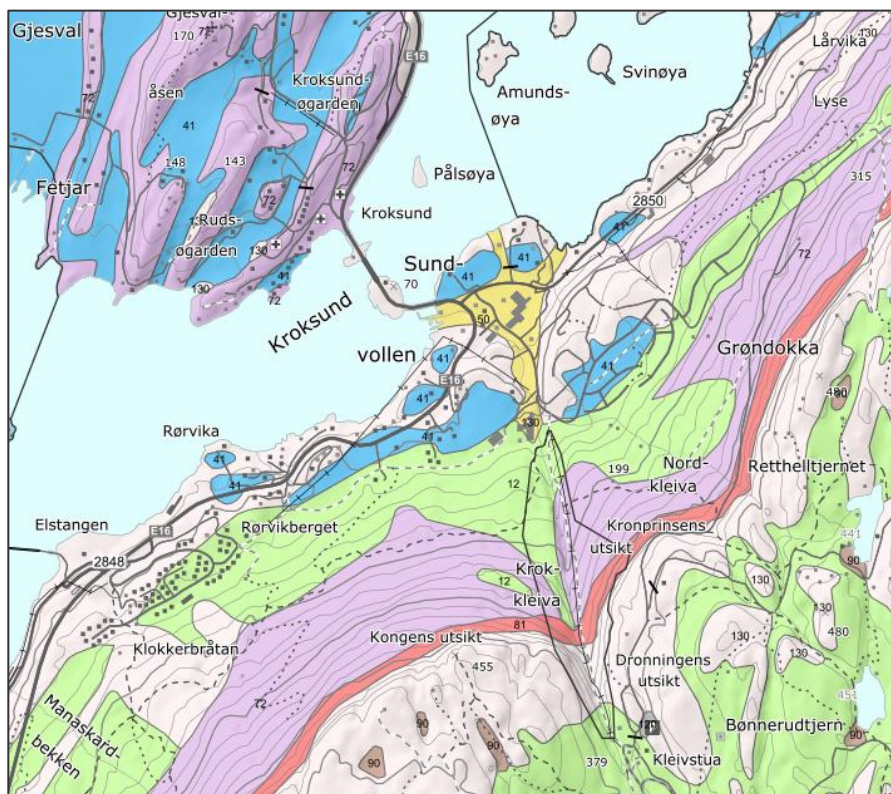
Berggrunnen i området er kartlagt av Norges Geologisk Undersøkelse (NGU) i målestokk 1:50 000 og i regional kart 1:250 000 (NGU, 2021). Kartene (Figur 3) viser at berggrunnen i det aktuelle området sør for fjorden består av sandstein (gul), leirstein, sandstein og konglomerat (lys grønn), basalt (brun) og latitt-rombeporfyr (rosa). Området består dermed hovedsakelig av sedimentære bergarter med magmatiske bergarter plassert på toppen. De bratte klippene i toppen av påvirkningsområdet skyldes trolig at basalten og rombeporfyren til en viss grad beskytter sandsteinen under mot erosjon.



Figur 3: Utsnitt fra NGUs berggrunnskart 1:250 000 for Hole kommune (NGU, 2021). Kartleggingsområdet ligger sør for fjorden.

NGU har også kartlagt kvartærgeologien i området i skala 1:50 000 (Figur 4). Kartleggingsområdet består av bart fjell (lys rosa), fluviale avsetninger (gul), hav- og fjordavsetninger (mørk blå), morenemateriale – tynt eller usammenhengende dekke (lys grønn), forvittringsmateriale (rosa), skredmateriale (rød) og torv/myr (mørk brun).

Det er spesielt verdt å merke seg det relativt tykke båndet med skred og forvittringsmateriale sør i området, siden dette viser stor aktivitet. Andre løsmasser som for eksempel morenemateriale har på generell basis også potensiale for å aktiveres i en massebevegelse.



Figur 4: Utsnitt fra NGUs løsmassekart 1:50 000 (NGU, 2021).

3. GRUNNLAGSMATERIALE

Vi har benyttet følgende grunnlagsmateriale i vår vurdering av skredfare:

- Lovgrunnlag fra Plan- og bygningslovens tekniske forskrift (TEK17) § 7-3, samt veileder til forskriften av Direktorat for byggkvalitet, www.lovdatab.no og www.dibk.no.
- Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng – Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak (www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng, versjonsdato: 12.11.2020)
- Terrengmodell basert på laserdata (www.hoydedata.no)
- Helningskart, berggrunnskart og løsmassekart fra NGU (www.ngu.no).
- Observasjoner fra befaring, inkludert fotografering og videoopptak fra drone.
- Tidligere registrerte skredhendelser og aktsomhetskart for steinsprang, snøskred og jord-/flomskred (NVE Atlas, www.atlas.nve.no og NVEs skredhendelsesdatabase).
- Ortofoto, historiske flyfoto og topografiske kart fra Statens kartverk (www.norgeskart.no).
- Klimadata fra Norsk Klimaservicesenter (2021) og SeNorge (2021), og vinddata fra Holfuy (www.holfuy.com) (2021).
- Tidligere utførte vurderinger fra området
- Dronebilder fra Hole brannvesen.

Enkelte grunnlagsmateriale er beskrevet i større detalj i følgende delkapitler.

3.1 Tidligere utførte vurderinger

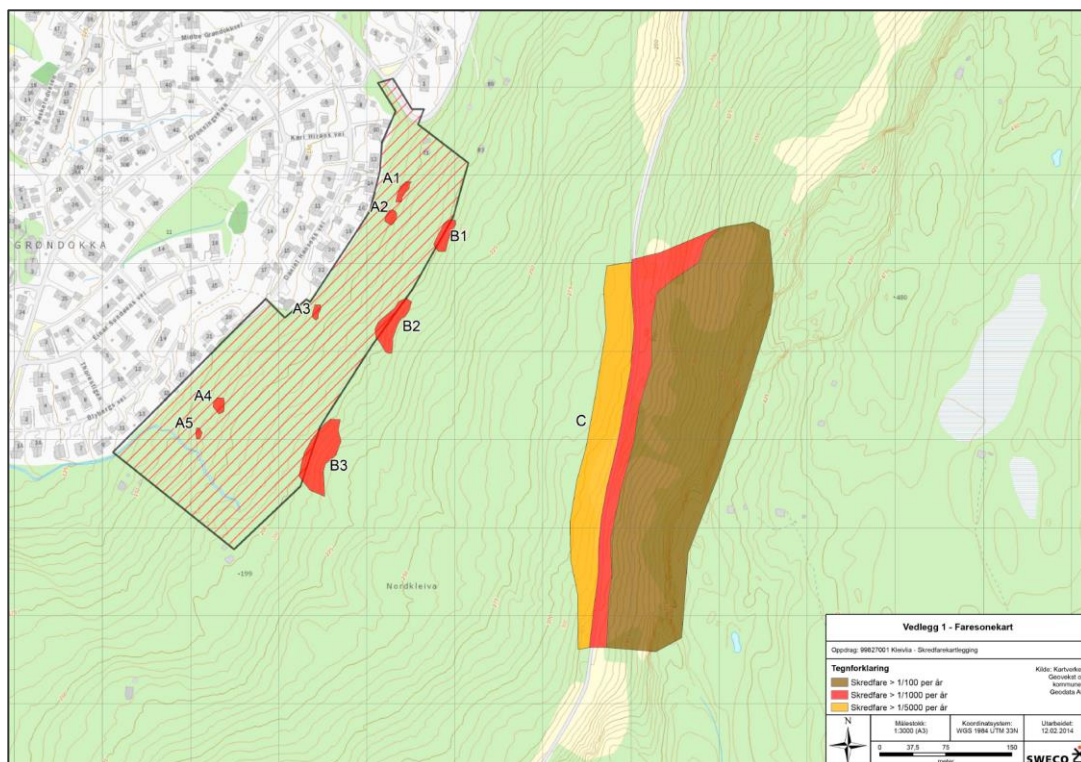
Rambøll har mottatt følgende grunnlagsmateriale fra tidligere utførte skredfarevurderinger:

- Rapport – Kleivlia – Skredfarekartlegging (SWECO, 2014)
 - Kleivlia II – revidert detaljplan – faresonekart (e-post korrespondanse) (SWECO, 2017)
 - Vedlegg: Faresonekart RIG_A02 (pdf)

SWECO har kartlagt et område ved Kleivlia for skredfare fra naturlig bratt terreng. Området og de resulterende skredfaresonene er tegnet inn i Figur 5 (SWECO, 2017).

De kom frem til at skred med sannsynlighet på 1/5000 vil stoppe rett nedenfor Dronningveien. I tillegg er det tegnet inn små faresoner for steinsprang (<1 m³) fra lokale, bratte skrenter nærmere bebyggelsen. Disse faresonene kunne potensielt endres ved rensk og sikring.

Kartleggingsområdet til SWECO er ekskludert fra Rambølls kartleggingsområde.



Figur 5: Inntegnede faresoner for Kleivlia (SWECO, 2017).

- Ringeriksbanen Jong - Hønefoss. Skredfarevurdering for tverrslag Reverud, Sundvollen og Nordby. (Norconsult, Aas-Jakobsen, Asplan Viak, 2018).
 - Vedlegg: Notat: Skredfarevurdering – strekning 3 (NGI, 2017).

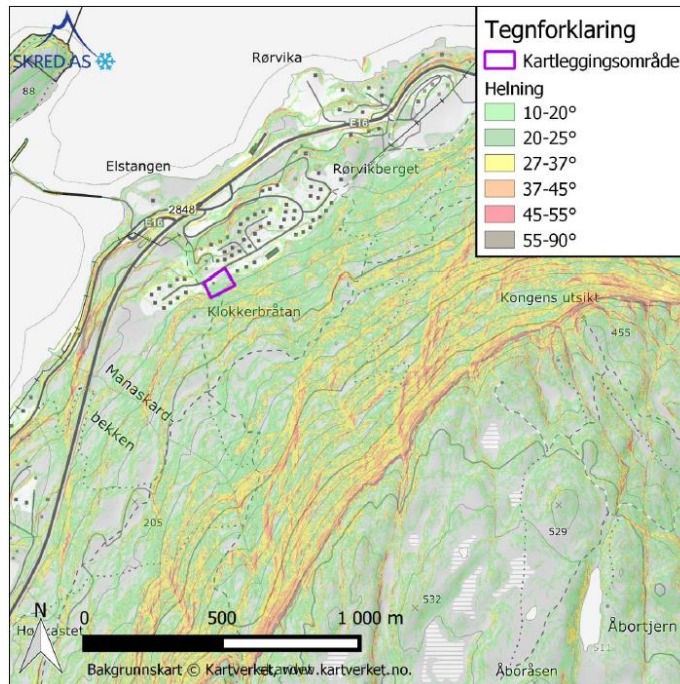
I rapport for ny E16 og Ringeriksbanen er det vurdert skredfare fra naturlig bratt terreng for tverrslag. Deler av kartleggingsområdet omfatter Sundvollen. Skredfaren for området ble vurdert som ikke reell, og innenfor risikoakseptkriteriene for vei. Steinsprangfaren kunne overstige gitte kriterier lokalt der vei skulle etableres inntil mindre brattsikreter.

- Arkimedium Grunnundersøkelse for Klokkeleia 34 – Krokkleiva (Arkimedium, 2021).

Arkimedum gjennomførte grunnundersøkelser i forbindelse med byggingen av Klokkelia 34. De kom frem til at fjellskjæringer i bakkant av bygningene ville bli høye, slik at de måtte sikres for å ikke rase ned i byggegropa. På befaringstidspunktet var dette arbeidet ikke påbegynt.

- *Skredfarevurdering Hole, Elstangen – Skredfarevurdering for reguleringsplan, Elstangen felt Bf4. Boliger (Skred AS, 2021)*

Skred AS utførte en skredfarevurdering for et boligområde vest i kommunedelplanen. Det ble ikke avdekket skredfare for den aktuelle tomten.



Figur 6: Kartleggingsområde for skredfarevurdering utført av Skred AS.

3.2 Feltkartlegging

Forberedelser og feltkartlegging fulgte metodikken fastsatt av NVEs veileder «Sikkerhet mot skred i bratt terreng» (2020).

Området ble befart 24. og 25. juni 2021 av Torgeir Fiskum Hansvik og Nellie Sofie Body fra Rambøll. Håvard Juliussen var også med 24. juni. Det var sol og tørt vær under befaringsdagene samt dagene før. Området ble befart til fots og med drone, og GPS spor ligger i vedlagt registreringskart (Vedlegg 6.4). Fotografier og beskrivelse til punktene i registreringskartet ligger i Vedlegg 6.2

3.3 Digital terrengmodell (DTM)

For helningskart og modellering er det benyttet Nasjonal detaljert høydemodell (NDH) med oppløsning 1 x 1 m. Data er hentet fra hoydedata.no.

En mer detaljert modell (Midt-Buskerud 2015 og NDH Krødsherad-Ringerike-Hole 5pkt 2016) på 0.25 x 0.25 m er brukt for skyggerelieff.

3.4 Historiske skredhendelser

Her blir historiske skredhendelser som er registrert i NVE Atlas listet opp, i tillegg til skredhendelser registrert i felt.

3.4.1 Historiske skredhendelser som er registrert i NVE Atlas

I NVE Atlas er følgende steinsprang registrert innenfor kartleggings- og påvirkningsområdet. Hendelsene er listet opp fra sør mot nord.

SKREDTYPE	TIDSPUNKT	BESKRIVELSE
Steinsprang	28. juni 2020 kl. 16:03	Blokker løsnet fra skjæring.
Steinsprang	28. juni 2020 kl. 15:12	Stein på EV. 16 løsnet fra vegskjæring 0-50m over veg.
Steinsprang	23. aug. 2012 kl. 01:24	
Steinsprang	15. april 2010 kl. 00:00	
Steinsprang	10. feb. 2003 kl. 00:00	
Steinsprang	12. mai 2007 kl. 01:30	
Steinsprang	31. des. 2015 kl. 09:50	
Steinsprang	25. mars 2011 kl. 00:00	
Steinsprang	31. okt. 2018 kl. 13:54	Stein på EV. 16 løsnet fra vegskjæring 0-50m over veg.
Steinsprang	11. mars 2003 kl. 00:00	
Steinsprang	29. sep. 2015 kl. 11:30	Stein på ev. 16 løsnet fra vegskjæring 0-50m over veg.
Steinsprang	1. okt. 2014 kl. 00:00	
Steinsprang	20. feb. 2015 kl. 00:00	
Steinsprang	14. mai 2010 kl. 00:00	
Steinsprang	30. mars 2011 kl. 00:00	
Steinsprang	1. jan. 2009 kl. 00:00	
Steinsprang	19. feb. 2015 kl. 00:00	
Steinsprang	1. jan. 2009 kl. 00:00	
Steinsprang	31. mars 2011 kl. 00:00	
Steinsprang	17. feb. 2015 kl. 00:00	
Steinsprang	26. feb. 2019 kl. 17:42	Stein på EG. 16 løsnet fra vegskjæring 0-50m over veg.
Steinsprang	10. mars 2017 kl. 00:00	
Steinsprang	10. mars 2017 kl. 09:39	Stein på ev. 16 løsnet fra fjell/dalside.
Steinsprang	13. mars 2021 kl. 19:20	Stein på FV2850 løsnet fra vegskjæring 0-50m.

Disse hendelsene er alle registrert langs E16 og Fv 2848, og beskrivelser fra NVE Atlas og befaring i området tyder på at disse stammer fra skjæringer langs veiene, og ikke fra naturlig terreng.

Ingen andre skredhendelser er registrert i NVE Atlas, Varsom RegObs, historiske kilder eller media i dette området. Det er kjent steinsprangproblematikk ved Dronningveien og skiltet for rasfare ved deler av strekningen.

Rambøll har etterspurt kjentmann av kommunen, men det var ingen aktuelle kandidater for intervju.

3.4.2 Skredhendelser registrert i felt

Steinspranghendelser ble observert i felt, både som enkelte blokker og i form av ur. Disse områdene er beskrevet i Kapittel 4.1 (Skredfareutredning per skredtype – steinsprang), og i bildevedlegget (6.2).

3.5 Eksisterende sikringstiltak

3.5.1 Skredsikring

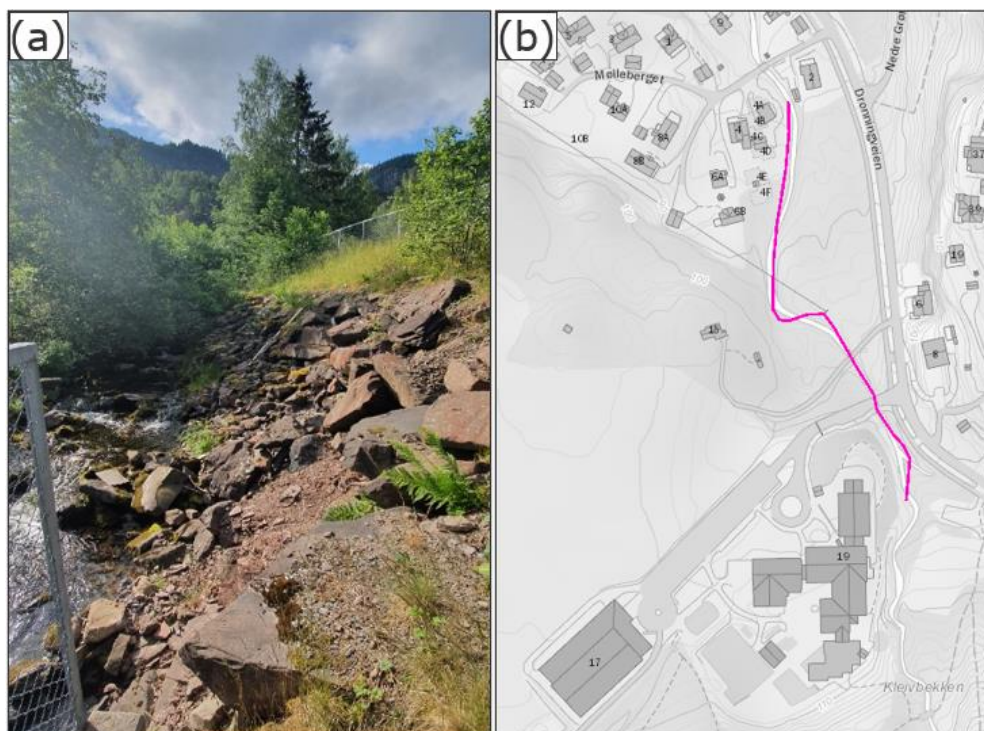
Det ble observert en steinsprangvoll på oversiden av veien ved punkt 13-14. Vollen hadde en høyde på rundt 2 meter. Det virket som vollen hadde en god effekt på å stoppe mindre blokker fra å nå veien, men eventuell fjerning av blokker fra veibanen gjør dette vanskelig å si med sikkerhet. Det er en aktiv steinsprang/steinskred-sone i skråningen over vollen.



Figur 7: Steinsprangvoll

3.5.2 Erosjonssikring

Kleivbekken er erosjonssikret i området ved Sundvollen Oppvekstsenter og nedover til bekken når Mølleberget. Sikringen ser ut til å ha god effekt siden det ble observert lite tegn til erosjon i løpet, men dette forutsetter at det blir vedlikeholdt fremover.



Figur 8: Erosjonssikring ved Sundvollen Oppvekstsenter (Bygg 19). (a) viser oppbygging av blokker og voll opp mot Sundvollen oppvekstsenter. (b) er hentet fra NVE Atlas, og viser utstrekningen av sikringen.

3.6 Klimatologiske data

3.6.1 Historisk klima

Det har blitt utført en analyse av de klimatiske trekkene av området som har størst betydning for skredfarevurderingen. Analysen er gjort på bakgrunn av data fra SeNorge for koordinatene 60,05, 10,31, som tilsvarer en beliggenhet ved Kongens utsikt (ca. 450 m.o.h.). Data har blitt hentet ut for en periode på 33 år; fra 1985 til 2018. Det benyttede datasettet består av døgndata for nedbør (mm) og temperatur (°C). Ekstremverdisanalysen er gjort ved å benytte Trond Reitans R-script som finnes i manual for beregning av ekstremverdier for gitte returverdier (NVE, Jernbaneverket og Statens Vegvesen, 2014).

Data fra SeNorge er interpolert fra værstasjoner i grid med ruter på 1x1 km, og denne prosessen kan føre til enkelte usikkerheter i analysen. Dataene regnes likevel som mer representative for området enn data fra en av de fjernere værstasjonene.

Området har middeltemperatur under frysepunktet fra slutten av november til begynnelsen av mars. Siden verdiene er hentet fra toppen av skråningen vil temperaturen vil trolig være litt høyere nede i dalen, men forskjellen vil trolig ikke påvirke sannsynligheten for utløsning av skred i noen nevneverdig grad. De fleste potensielle utløsningsområdene for skred ligger oppe i skråningene.

Normal årsnedbør for Sundvollen er rundt 745 mm (yr.no).

Tabell 1: Månedsnormaler for Kongens utsikt, Sundvollen (yr.no).

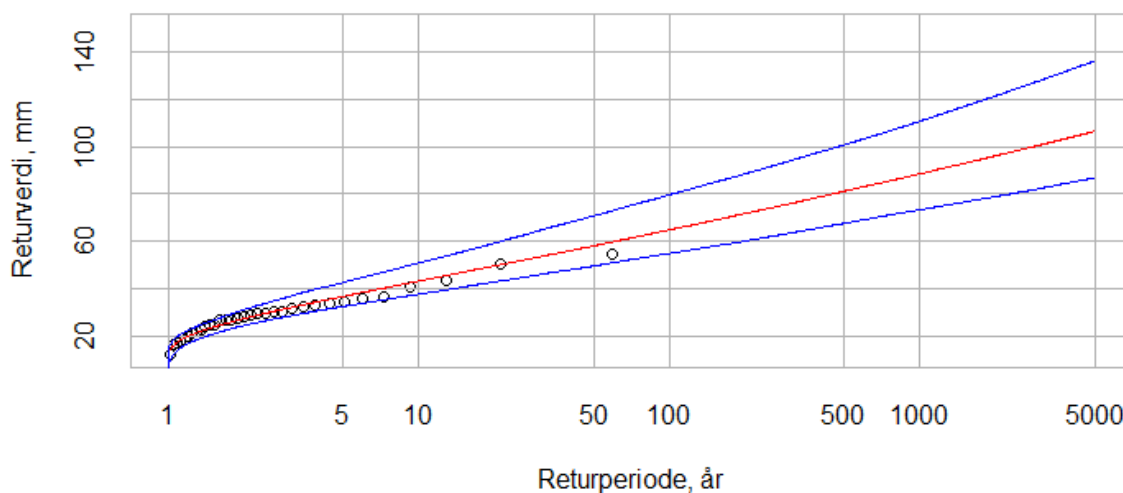
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
T (°C)	-3,6	-2,9	0,5	5,4	10,5	14,6	16,9	15,9	11,6	5,6	1,0	-2,9
Nedbør (mm)	21,9	19,0	28,2	30,1	60,4	83,8	96,2	94,6	71,4	68,4	48,7	26,6

For skredfarevurderingen er det viktig å analysere ekstremverdier, siden de har mer å si for utløsning av skred enn normale klimaverdier.

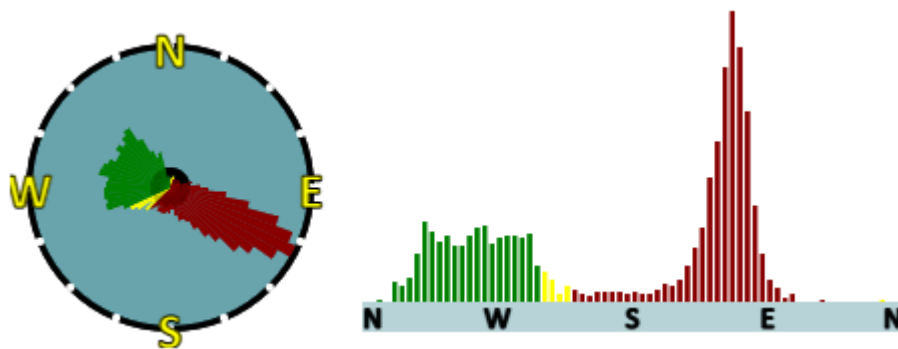
3-døgns nedbør er mest relevant for utløsning av snøskred. Nedbør som faller fra desember til slutten av februar antas å komme i form av snø. Resultatene av analysen er vist i Figur 9. For disse vintermånedene er det beregnet 3-døgnsnedbør med 1000 års returperiode på mellom 80 og 140 mm, noe som tilsvarer ca. 0,8-1,4 m nysnø. Det er stor usikkerhet i beregningen av så store returperioder, siden den benyttede dataserien er på rundt 30 år, men det fungerer som et grunnlag for å studere potensielle snøskred.

Figur 10 viser en vindrose for Sundvollen. Målestasjonen er plassert ved Dronningens utsikt, og vindrosen viser årlig data. Hovedvindretningen er fra Ø-SØ, og tidvis fra N-V. Dette tilsvarer vind som enten kommer bakfra eller står ganske rett inn på skråningen. Skråningen er eksponert mot nord-vest og ligger i le-området for hovedvindretningen.

Returperioder for ekstremnedbør (3-døgns)



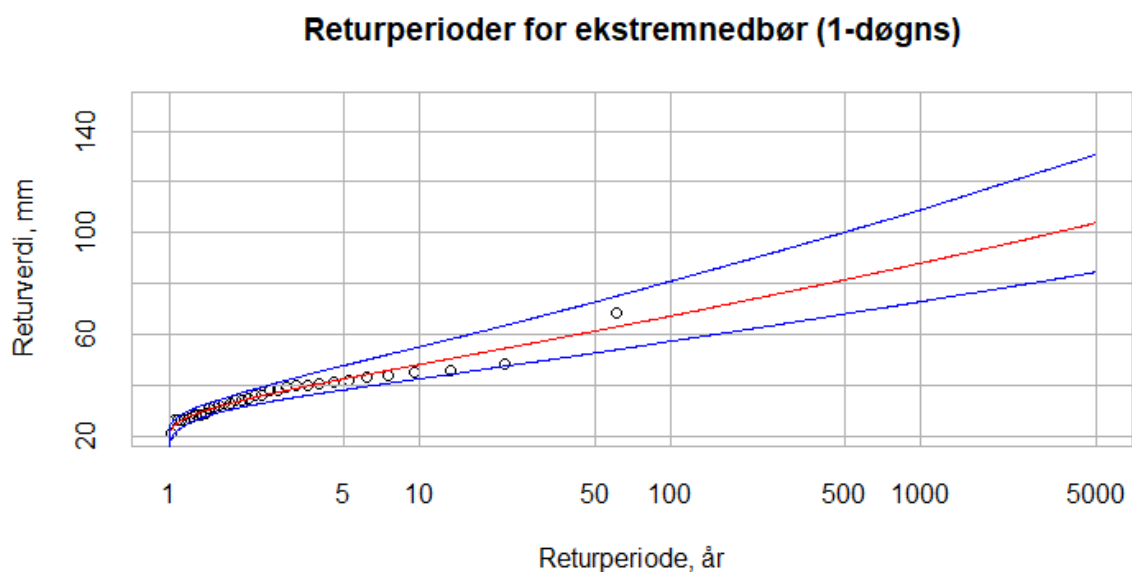
Figur 9: Returperioder for 3-døgns nedbør ved Sundvollen. Blå linjer viser 95% - konfidensintervall. Ekstremverdiene er beregnet fra desember til og med februar.



Figur 10: Vindrose for Sundvollen (Holfuy, 2021).

Analysen med fokus på nedbør som kommer i form av regn brukes som grunnlag for vurdering av jord- og flomskredfare. Studier indikerer at løsmasseskred ofte utløses ved døggnedbør tilsvarende eller overskridende 8% av den normale årsnedbøren. For Sundvollen vil dette si en døggnedbør på omtrent 60 mm. Ekstremverdianalysen for området viser at returperioden for en slik døggnedbør er forventet å forekomme i et tidsintervall på 10 til 20 år (Figur 11).

I tillegg til nedbørsmengde, vil også terrenget og tilgjengelige løsmasser påvirke om løsmasseskred kan utløses, og dette blir det tatt betraktning til under skredfarevurderingen.



Figur 11: Returverdier for Sundvollen. Data er hentet fra SeNorge. Blå linjer viser 95% - konfidensintervall. Maksverdiene er for alle måneder.

3.6.2 Fremtidig klima

Ekstreme værforhold er en utløsende faktor for de fleste typer skred, og forekomsten av disse skredtypene vil derfor bli påvirket dersom klimaet utvikler seg slik at ekstremt vær inntreffer

oftere. Generelt sett vil et varmere og våtere klima kunne påvirke frekvensen av jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred, men i hvilken grad skredaktiviteten vil endres i hver landsdel er vanskelig eller umulig å kvantifisere, da sannsynlighet for utløsning av skred er et komplekst samspill mellom ulike faktorer, som påvirkes av klimaendringer i forskjellige retninger.

Ifølge Norsk Klimaservicesenter (2021), *Klimaprofil Buskerud* (nå en del av Viken), beregnes det at årstemperaturen vil øke med ca. 4°C innen 2100, mest om vinteren (4.5°C) og minst om sommeren (3,5°C). Det er beregnet at årsnedbøren vil øke med 15%, også dette mest vinterstid hvor det er estimert at nedbøren vil øke med 30%.

Sitert fra Norsk Klimaservicesenter (Norsk Klimaservicesenter, 2021):

«Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet i alle årstider. Nedbørmengden for døgn med kraftig nedbør forventes å øke med ca.20 %. For varigheter kortere enn ett døgn, er det indikasjoner på enda større økning».

«Høyereleggende fjellområder kan få økende snømengder frem mot midten av århundret. Etter dette forventes det at økt temperatur vil føre til mindre snømengder også i disse områdene».

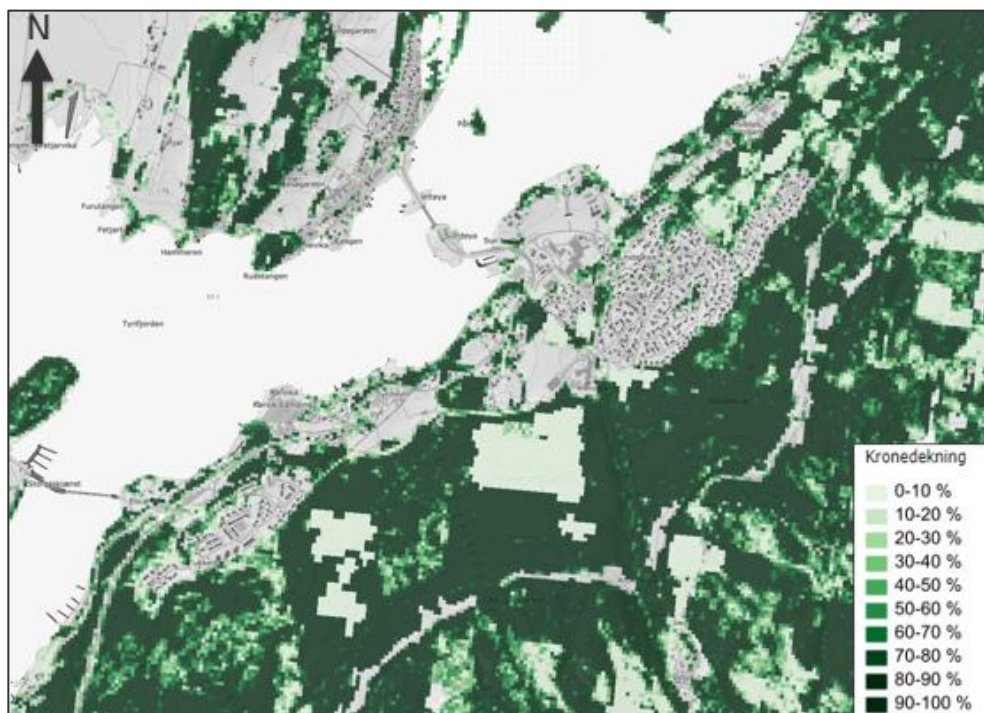
«Med et varmere og våtere klima vil det oftere falle regn på et snødekket underlag. Det er likevel ikke grunn til å tro at det vil bli økt hyppighet eller størrelse på de store, sjeldne snøskredene som omfattes av de nasjonale aktsomhetskartene. På lengre sikt vil snømengdene bli så redusert at faren for snøskred vil avta».

«Det er særlig grunn til økt aktsomhet mot skredtypene jord-, flom- og sørpeskred fordi disse skredtypene kan bli både vanligere og mer skadelige».

Med dagens metodikk for skredfarekartleggingen, er det ikke mulig å beregne et «klimapåslag» for skredstørrelse eller skredutløp og så bruke dette i skredfarekartlegging. Klimautviklingen inngår dermed i en rekke usikkerhetsmomenter som det ikke finnes verktøy for å kvantifisere effekten av, men som vurderes skjønnsmessig når en kartlegger skredfare.

3.7 Skog

Skråningen er dekket av skog, med unntak av ur-områder. Kronedekningen er vist i Figur 12. Det er en blanding av barskog og løvskog i skråningene, med mer dominerende løvskog på toppen over kote ca. 425. I dag er størstedelen av skråningene skogkledd, men historiske flyfoto viser at det i perioder er vesentlig mindre skog, grunnet skogdrift.



Figur 12: Kronedekningskart (NIBIO, 2021).

4. SKREDFAREUTREDNING PER SKREDTYPE

4.1 Steinsprang

Ifølge NVEs veileder for skredfare i bratt terreng (2020), brukes begrepet steinsprang om hendelser der én eller et fåtall steinblokker løsner og faller, spretter, ruller eller sklir nedover en skråning. Steinsprang har normalt et relativt lite volum, inntil noen hundre kubikkmeter. Steinblokkene beveger seg nedover stort sett uavhengig av hverandre, og vil tape energi når de slår ned i bakken og spretter, eventuelt knuses. I bratte fjellsider følger de terrenghelningen, men når terrenget blir slakere, kan blokkene bøye av og gå ut til sidene for fallretningen. Løse enkeltblokker som ligger i bratt terreng kan utgjøre en fare ved at de løsner igjen senere, såkalt remobilisering. I prinsippet kan alle blokker remobiliseres. Det gjelder særlig blokker som ligger fritt i hellende terreng, eller som ikke er låst i ur. Skog kan virke både drivende og bremsende på steinsprang. I løseområder for steinsprang er trær i stor grad drivende på grunn av rotsprengning og rotvelt. I en steinsprangbane vil trær virke som en barriere, siden blokker mister energi når de treffer trestammer. Steinsprang kan forekomme gjennom hele året, men ofte ser vi en økt hyppighet om våren og høsten. Dette har bakgrunn i fryse/tine-prosesser, rotsprengning eller store nedbørsmengder som fører til høyt vanntrykk i sprekke i fjellet.

Flogstein, eller steinsprut, oppstår typisk når en steinblokk faller ned fra en stor høyde og knuses mot en hard bergflate (sva) i foten av fjellsiden. Helningen ved foten av fjellsiden er normalt vesentlig slakere enn fjellsiden ellers (rundt 30°). Mindre steinfragmenter slynges da ut i stor hastighet og i stor høyde. Dette gir en ideell utslagsvinkel, og flogstein følger gjerne en uvanlig høy bane med resulterende langt utløp – nærmest som et prosjektil som skytes ut. Større blokker (inntil ca. 0,1 m³) har potensiale til å nå betydelig lenger ut enn øvrige skredmasser. Flogstein er likevel som oftest små, typisk mellom 0,001 og 0,01 m³, men erfaringer viser at flogstein kan ha

landingshastighet på mellom 70 og 80 m/s og kan følgelig slå ned med betydelig kraft. Det betyr at flogstein kan gjøre mye skade, selv om fragmentet er små. (NVE, 2020).

4.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Fjellsider og skrenter brattere enn 45 grader kan gi fare for steinsprang – så fremt skråningen har områder med bart fjell eller usammenhengende løsmassedekke (NVE, 2020).

Som vist i Figur 13, inneholder påvirkningsområdet flere aktsomhetsområder for steinsprang. Terrengmodeller og helningskart viste flere områder med helning over 45 grader, og flere av disse hadde høydeforskjeller på flere meter. I tillegg til dette ble det under befaring observert flere spor etter tidligere hendelser, og en berggrunn og oppsprekking som var gunstig for dannelse av nye steinsprangblokker. Dette tilsier at steinsprang er en aktuell prosess i påvirkningsområdet.



Figur 13: Aktsomhetsområde for steinsprang. Utklipp fra NVE Atlas (NVE, 2021).

4.1.2 Utredning av løsneområde og løsnessannsynlighet

4.1.2.1 Beskrivelse av typiske løsneområder for steinsprang

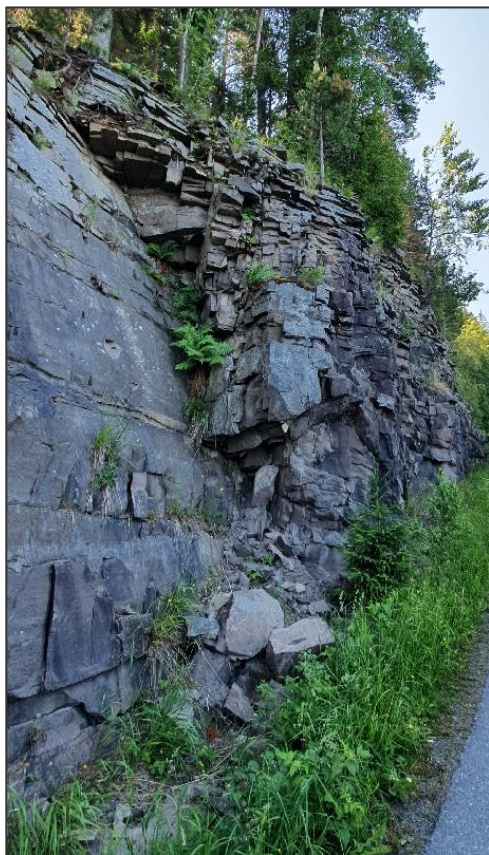
Historiske steinsprang er typisk utløst fra bratte skrenter og berghammere bestående av sandstein. Noen observerte steinsprang kan også ha forekommet ved reaktivering av blokker i ur.

Påvirkningsområdet er dominert av sandstein (Figur 3) tilhørende Ringeriksgruppen. Denne enheten viste en karakteristisk lagdeling og struktur, som vist i Figur 14, og er den dominerende kildebergarten for steinsprang i området.

Sandsteinen er hovedsakelig oppsprukket langs tre sprekkesett, som har ført til dannelsen av rektangulære blokker. Det første sprekkesettet er nær horisontalt. Det er ca. 0,2 - 1 meter mellom sprekkene i dette sprekkesettet. Berget er også sprukket opp langs et vertikalt sprekkesett med orientering omtrent øst-vest. Her er det ca. 0,5 m mellom sprekkene. Det finnes også et tilnærmet vertikalt sprekkesett som går langs skråningen og utgjør fronten på en del mindre skrenter internt i området. Typiske dimensjoner for de rektangulære blokkene er mellom: 30x20x10 cm og 100x80x30cm, men også større blokker forekommer. Sandsteinen er ved overflaten relativt godt forvitret, slik at små blokker lett kan løsne fra berget der sprekkeorienteringen er gunstig. I felt kunne man lett dra løs små blokker, og noen steder ble store, avløste blokker observert i skråningene. Blokkene er typisk svake og knuser lett ved påføring av mekanisk kraft. Ved steinsprang er det derfor svært sannsynlig at blokker raskt vil knuses til fragmenter av mindre størrelse.

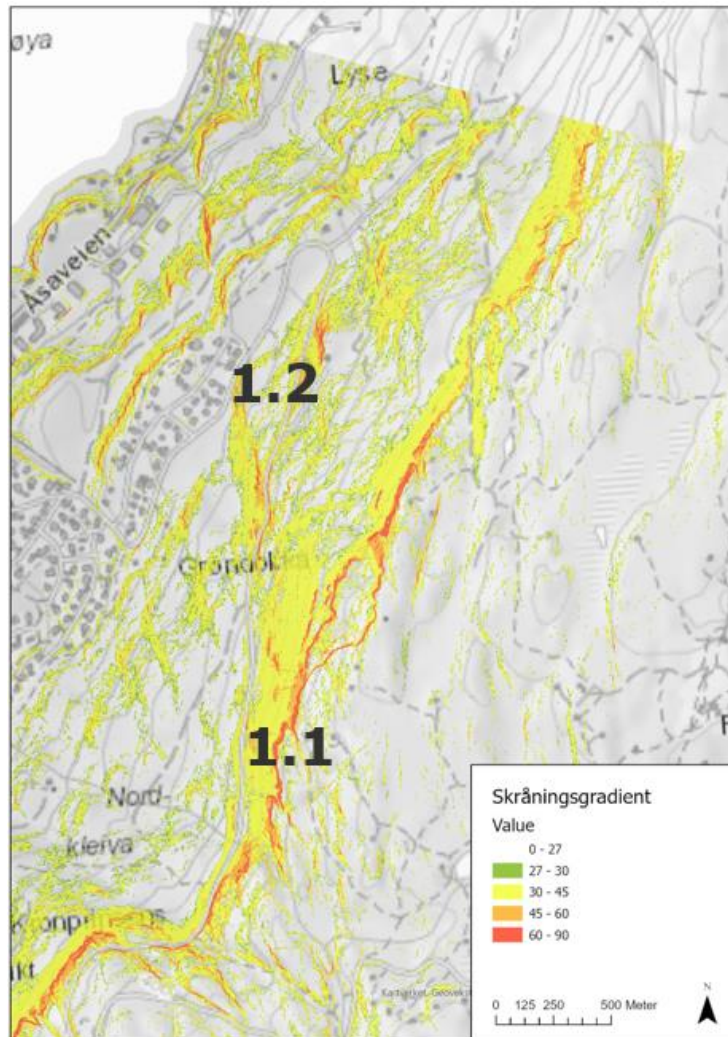
Bergarts- og deformasjonskarakteristikkene til sandsteinsenheten har opp gjennom tiden også ført til dannelsen av urer med ras- og forvitningsmateriale. Noen av disse viser fortsatt klare tegn til aktivitet, mens andre er lite aktive.

Det skal nå gjennomgås forholdene ved spesifikke lokaliteter i området.



Figur 14: Typisk sprekkesett og prinsipp for løsnemekanisme. Et bratt sprekkesett med helning mot skråningsfoten, med et horisontalt sprekkesett og et sett som går innover i skråningen. Dette kan føre til toppling av større enheter, eller nedfall av mindre blokker. Bildet er fra Befaringspunkt 9.

4.1.2.2 Område 1 - Øst

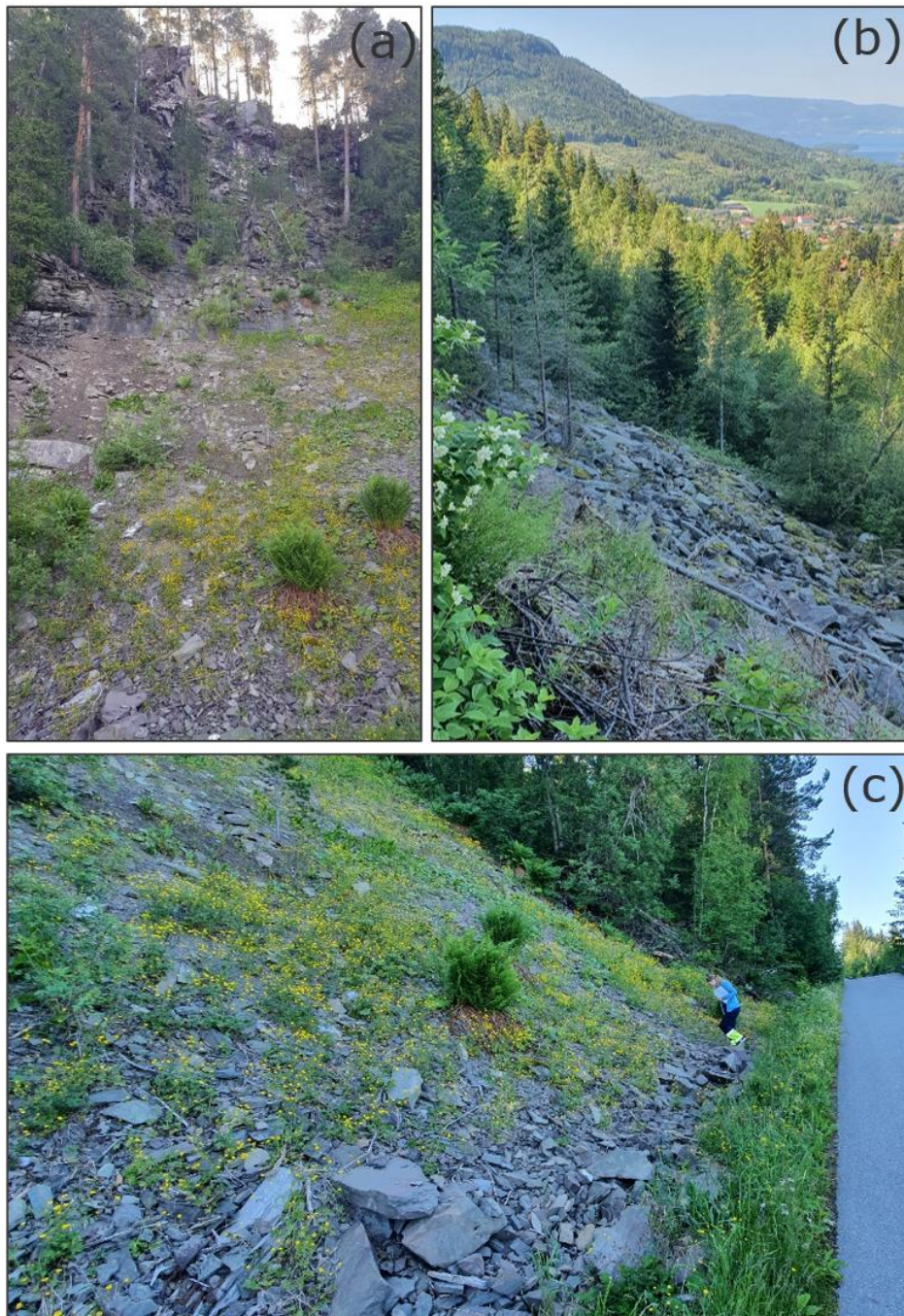


Figur 15: Skråningsgradient for østre del av området.

Rundt Punkt 1.1 i Figur 15 er store deler av veien lagt gjennom ur. På oversiden av veien ble det observert ferske utfall, men det ser ut som de fleste blokkene stopper i grøfta ved veien. Det er en viss usikkerhet til hvor langt blokkene går siden blokker i veibanen vil bli fjernet. Blokkene var rektangulære/flakete, med de største på størrelse rundt 40 x 30 x 10 cm (30 – 50 kg). Det var stedvis tegn til toppling og mulighet for rotsprengning i skrenten på oversiden av veien. Ur på nedsiden av veien så ikke veldig aktiv ut. Nedenfor ura flater terrenget ut.

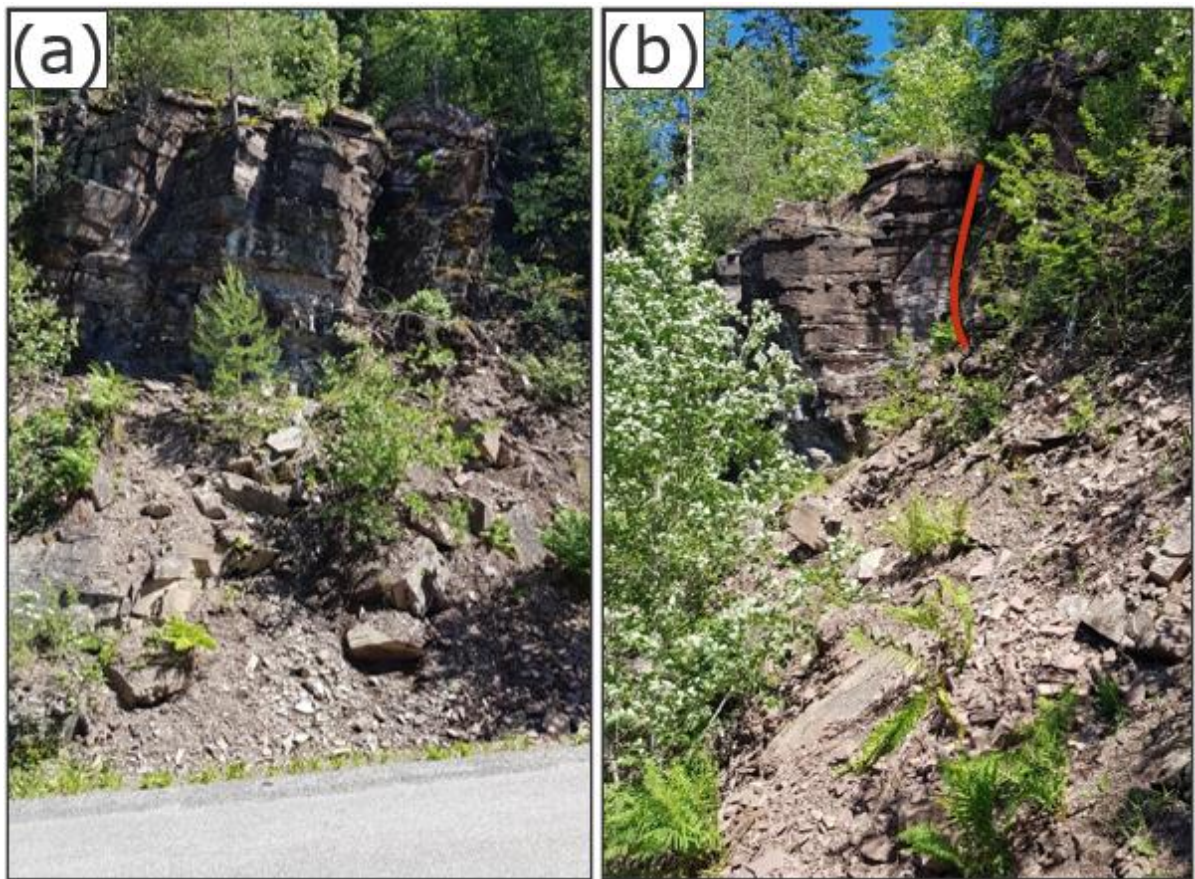
Det er stor sannsynlighet for utløsning av blokker fra skrenten over veien, men de fleste vil trolig stoppes før eller på veien. Det er mulighet for reaktivering av blokker i ura nedenfor veien.

Ved befaringspunkt 13 - 14 er det bygd en steinsprangvoll (Figur 7).



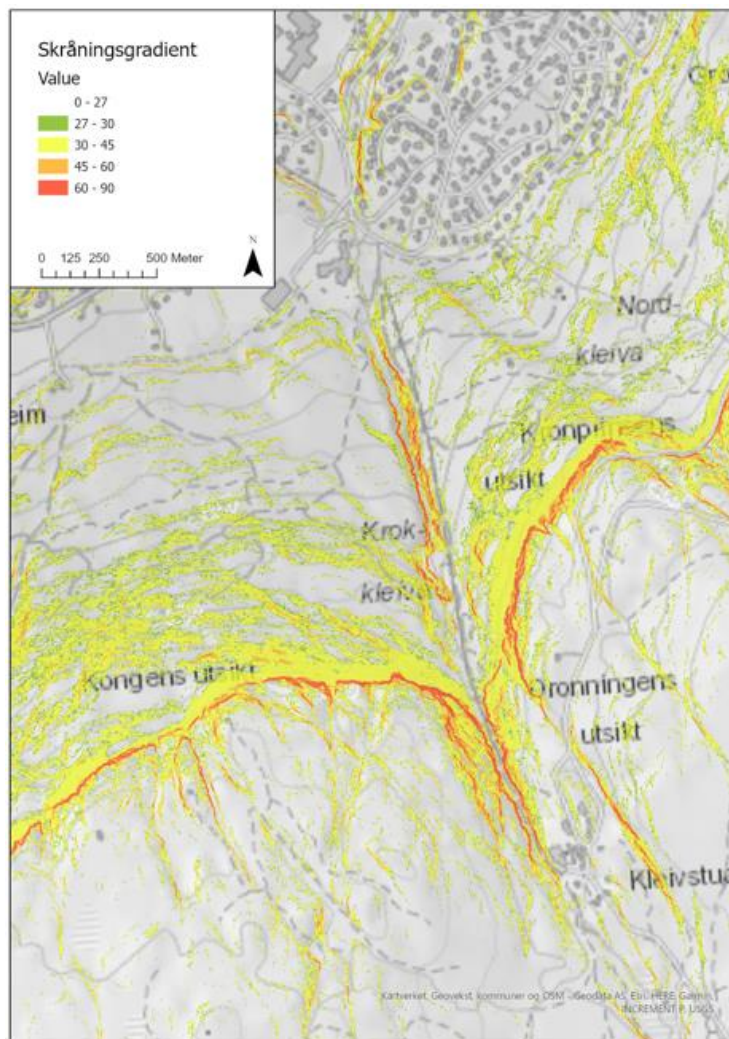
Figur 16: Figuren viser et typisk steinsprangområde langs veien. (a) og (c) viser befaringspunkt 2 - 6 på oversiden av veien. De fleste blokkene ser ut til å stoppe i grøfta ved veien. (b) viser ura på nedsiden av veien.

Ved Punkt 1.2 (Figur 15), ved bommen ovenfor Øvre Grøndokkvei 33 og 35 er det et ustabilt parti som det er verdt å legge merke til (Figur 17). Området er liknende forrige lokalitet, men her er ura i en større grad også til stede på oversiden av veien (Befaringspunkt 33-34). En blokk med dimensjoner 3x3x3m er avløst i bakkant. Den har også svakere og mer eroderte subhorisontale lag. Hvis dette bergpartiet raser ut vurderes det at massene vil dele seg i mindre blokker og få utløp på veien. Avstanden mellom denne blokken og eiendommene på andre siden av veien er ca. 30 m.



Figur 17: Avløst blokk bak Øvre Grønndokkvei 33 og 35. (a) viser blokken forfra, mens (b) viser den fra siden. Åpen sprekk er markert med rød linje.

4.1.2.3 Område 2 – Midtre del



Figur 18: Skråningsgradient for midtre del av området.

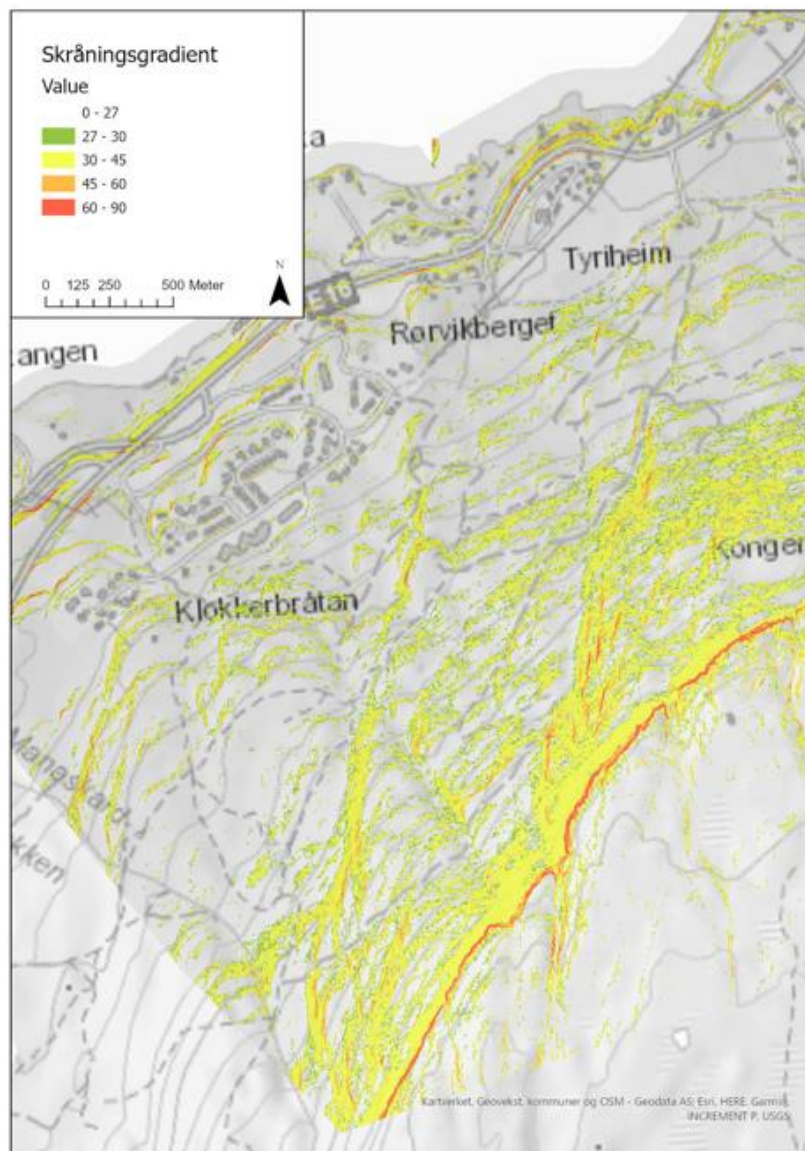
Område 2 er den midtre delen av kartleggings- og påvirkningsområdet (Figur 18). Et oversiktsbilde over Område 2 vises i Figur 19. Skråningen er nær vertikal i topp, med skredvifter på undersiden. En tursti går nedover området, parallelt med Kleivbekken. Blokkene har samme typiske karakteristikk som i Område 1, og de faller hovedsakelig ut i forkant av klippene som fungerer som kildeområder. Det ble observert lite blokker som hadde falt ned i Kleivbekken, og ingen på turstien da denne har en del avstand til de bratte kildeområdene.

Urene ser ut til å være aktive, men stopper 60 – 80 meter fra klippene, ca. 1km fra plangrensen. Fra historiske flyfoto tilbake til 1950-tallet, er det ikke observert noen nevneverdig endring i utstrekningen til disse urene.



Figur 19: Dronebilde over turstien nedover Krokkleiva. Det er tydelige urer av skredmateriale i forkant av de bratte skråningene på hver side av stien, og dette er et typisk trekk ved de øvre delene av påvirkningsområdet.

4.1.2.4 Område 3 – Vestre del



Figur 20: Skråningsgradient for Område 3 - Vestre del av området.

Område 3 består av den vestre delen av kartleggings- og påvirkningsområdet. Kildeområdene ble observert fra dronebilder og flyfoto, da de ikke er tilgjengelige til fots mens området ble befart til fots litt lenger nede. Området har samme karaktertrekk som Område 2, med en vertikal klippe på toppen med ur med helning >30 grader rett nedenfor. Mellom uren og næreste bebyggelse 0,65 – 1 km nedenfor er terrenget terrassert med store områder med helning lavere enn 27 grader og enkelte små brattpartier (Figur 20).

Også her går uren 60-80 m utover fra kildeområdet, og det er heller ikke her observert arealendring i urene på historiske flybilder.

4.1.2.5 Andre områder med mindre berghammere

I tillegg til de tre store kildeområdene i toppen av fjellsiden, inneholdt påvirkningsområdet også noen mindre, vertikale berghammere. Disse ble identifisert fra helningskart og befart i felt. De

fleste berghammerne var godt rensket, men enkelte hadde ferske blokker i forkant. Så godt som alle de små berghammerne hadde et tilnærmet flatt parti rett i forkant.

4.1.2.6 Total sannsynlighet

Det kan i alle de diskuterte områdene forventes utløsning av steinsprang med sannsynlighet høyere enn 1/1000.

4.1.3 Utredning av utløp

Fra kildeområdet i klippene på toppen av skråningen vil blokker falle ned i urene under. Disse urene er aktive, og ser ut ifra historiske flyfoto ut til å være stabile i utstrekning over tid. Vest for Krokkleiva strekker ura seg rundt 60 – 80 m bort fra klippene, mens avstandene øst for Krokkleiva er mellom 60 – 150 m. Det er forventet at minst 90% av steinsprang vil stanse i ur, mens noen blokker har mulighet til å havne lenger ute (NVE, 2020). De fleste av disse fragmentene stanser like utenfor urfoten, og antallet avtar raskt utover. Dette er i samsvar med steinsprangmodellering og observasjoner for området.

I forkant av mindre brattknauser er det ikke etablert ur, men enkelte blokker. Blokker observert ligger ikke mer enn et par meter i forkant. Dette er fordi det er veldig slakt terreng foran disse kildeområdene for steinsprang. Ved punkt 1.2 i Figur 15 er det et mye større avløst parti enn ved de andre brattknausene, og det er her en større risiko for at steinsprang kan nå lenger ved et eventuelt utfall. I forkant av denne knausen er det bilvei, med eiendommer rett på den andre siden. Utfall vil sannsynligvis stoppe i grøft og på bilveg, fragmenter kan nå boligtomtene hvis det er nok energi til stede.

Utløpslengde kunne også tolkes ut ifra hvor langt unna kildeområdene det ble observert ferske og gamle utfall. Posisjonen til disse blokkene ble registrert under befarings, og brukes som ett av flere grunnlag til å tegne faresoner.

For områder med mindre berghammere internt i planområdet så faller blokker rett ned på en relativt flat overflate og utløp vil sjelden gå lengre enn to meter fra berghammer.

4.1.3.1 Modelloppsett

Modellering av steinsprang er gjort med RAMMS' modul for steinsprang, versjon 1.6.70. Innstillinger og parametere er satt basert på feltobservasjoner og erfaringer. Det gjøres alltid en faglig vurdering av nødvendigheten av modellering i hvert tilfelle. Normalt skal en dynamisk modell brukes for høye fjellsider (over 50-100 m) og/eller fjellsider med kompleks topografi. Ved lave skrenter og små lokale skrenter, og vertikale skrenter med flatt utløpsområde kan modellering være mindre viktig, og bruk av en dynamisk modell anses normalt ikke som nødvendig (NVE, 2020).

Vi har benyttet følgende parametere i modellen:

- Type simulering: Multipoint
- Blokk: 0,97m³ 1,33x1,62x0,91 Real_Flat_1.8.
- Massetetthet: 2700 kg/m³
- Friksjon overflate: Medium Hard.

- Skog: Ingen.
- Kildepunkter: 230.
- Tilfeldige orienteringer per punkt: 2.
- Antatt simuleringer: 460.

Steinblokker observert i felt var relativt svake, og det forventes at de knuser til mindre fragmenter når de treffer underlaget. Denne egenskapen er det ikke mulig å inkludere i modellen, og det kan føre til at utløpene i enkelte tilfeller kan nå lenger enn det som er realistisk. Utløpene ble modellert uten skog, siden skogdrift i området ikke er regulert av kommunen.

Modelleringsresultater er vist i vedlegg 6.5. Generelt så viser modelleringsresultatene samme trend som observert i felt, noen av blokkene går noe lengre enn urfoten. Sannsynligvis kan resultater forklares fordi skog er utelatt fra modellen og at blokkene i RAMMS ikke knuses. I tillegg er størrelsen på blokken større enn de fleste blokkene som ble observert. Volumet er sannsynligvis på størrelse med simulert steinsprang når blokken løsner, før den knuses opp.

4.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

For området i øst (Figur 15) finnes det løsneområder for steinsprang i sideterrenget i nærheten av plangrensen, ved Dronningveien. Det er også observert ferske utfall innenfor kartleggingsområdet. Det vurderes at steinsprang når inn i kartleggingsområdet for denne delen av skråningen. Faresoner er tegnet etter observerte skredavsetninger, det er ikke lagt like mye vekt på modelleringsresultat, da det gjelder utfall med kort utløp fra mindre klipper.

For Krokleiva og området vestover finnes det løsneområder ca. 1km opp i sideterrenget fra plangrensen til KDP. Under befaring i sideterrenget lengre ned i skråningen er det ikke observert steinsprangavsetninger eller spor etter steinsprang. Dette kan forklares med at skråningsgradienten avtar ned mot planområdet. Modelleringsresultater uten skog viser at blokker stopper ca. ved dagens urfot. For denne delen vurderes det at steinsprang ikke når inn i kartleggingsområdet.

Det er tegnet faresoner for steinsprang i de delene av planområdet med mindre berghammere og for området i øst (Figur 15).

4.2 Steinskred

Et steinskred er en massebevegelse der et større bergparti beveger seg ned en skråning. Partiklene i skredet interagerer og splittes ofte i mindre deler nedover i skredbanen. Energien i et steinskred vil tapes på grunn av indre friksjon, altså støt mellom blokkene i skredet, og ved kontakten med underlaget.

Det antas at utløpet er økende med økende volum, men dette er også avhengig av de lokale topografiske forholdene, bruddmekanismen og om skredet er samlet (kanalisert) eller blir spredd. I en del tilfeller kan steinskred dra med seg løsmassene i en fjellside og til forveksling få utløpslengder som et fjellskred. En steinskredavsetning er vanligvis tungeformet bestående av steinmateriale delvis sortert med de største blokkene i foten av skråningen. (NVE, 2020).

4.2.1 Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

For at et løsneområde skal være stort nok til at volumet av et utfall kan klassifiseres som steinskred, må det aktuelle løsneområdet være stort nok. I tillegg må skråningen være brattere

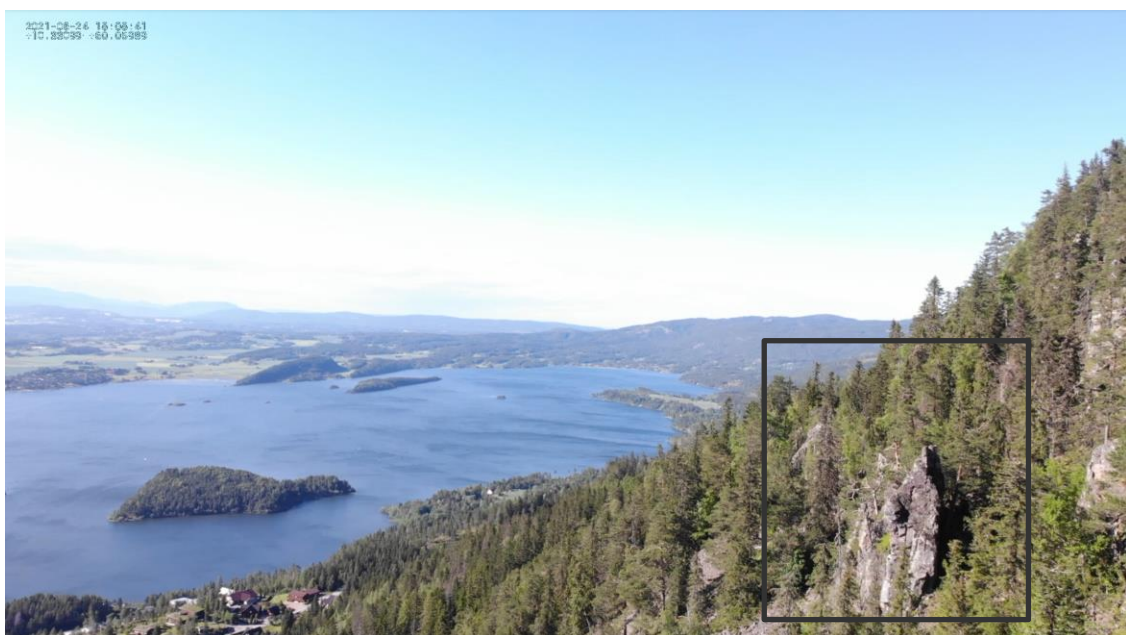
enn 45 grader og man må ha strukturer til stede som muliggjør avløste partier av stor nok størrelse (større enn steinsprang).

NGUs nettside InSAR Norway har blitt benyttet for å se etter ustabile fjellparti i påvirkningsområdet. Dataene viser at et par cm av klippene blir borte i løpet av en 5-års periode, med en tilsvarende økning av masser i ura nedenfor. Bevegelse i ura ser ut til å kun være i den øverste delen (NGU, 2021). Steinsprang er den dominerende prosessen, men enkelte steder kan det løsne større parti på en gang.

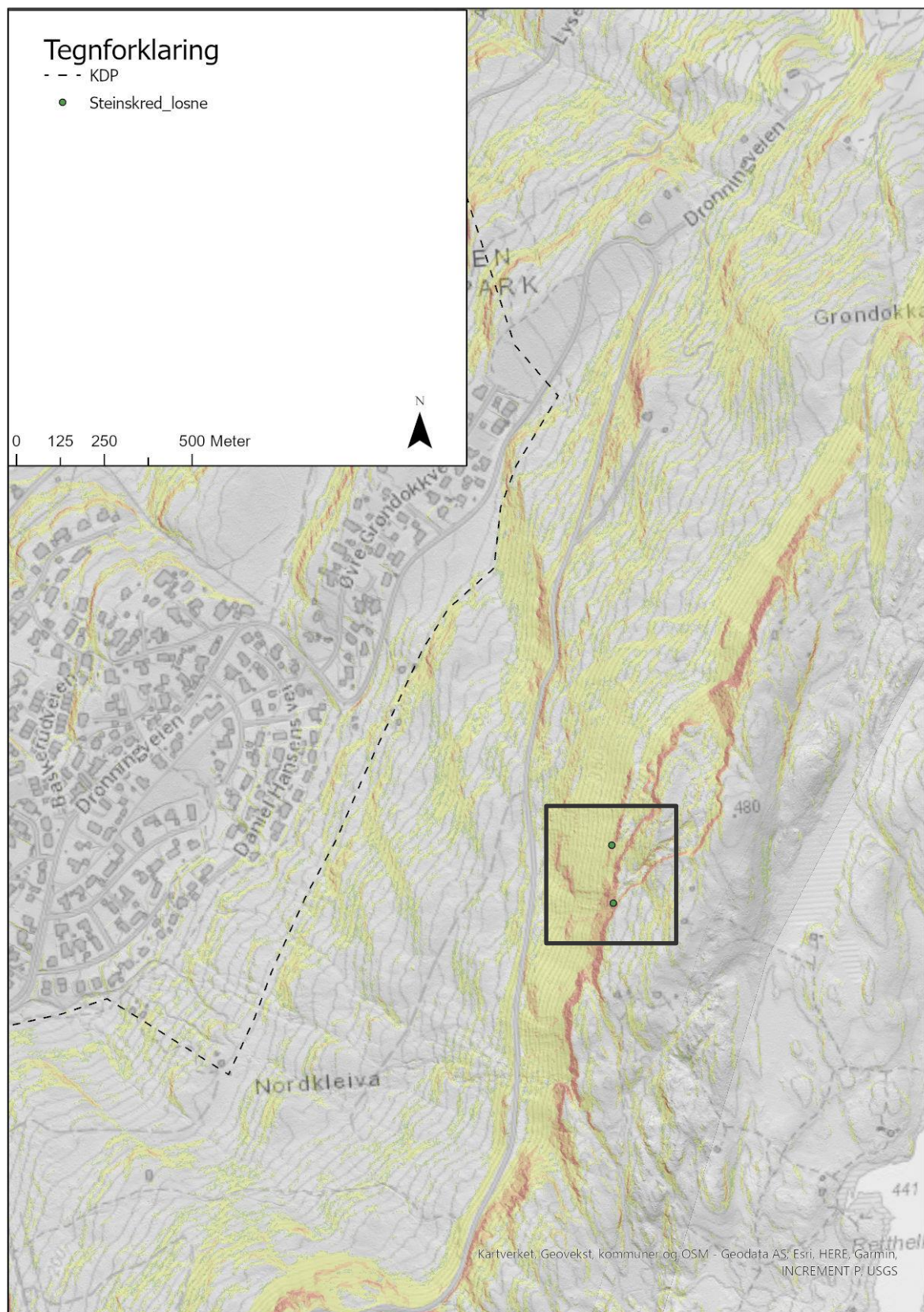
På bakgrunn av bekymringsmeldinger fra naboer om ustabile fjellparti tok brannvesenet georefererte dronefoto av skråningen. To pinakler er identifisert og vist under på Figur 21, Figur 22 og Figur 23. Det vurderes at disse kan være kildeområde for steinskred og utredes videre.



Figur 21: Avløst berg. Koordinater: 10.33143 60.05979. Vist med sort firkant.



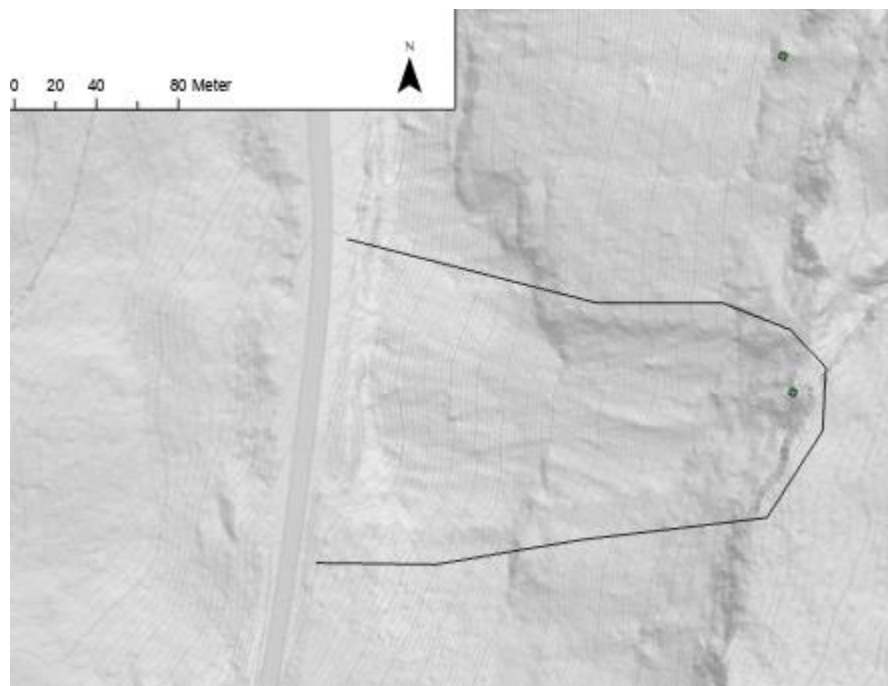
Figur 22: Pinakkel 10.33099 60.05989. Vist med sort firkant.



Figur 23: Ustabile bergparti (grønt punkt, «Steinskred_losne») vist i Figur 21 (sør) og Figur 22 (nord).

4.2.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Løsneområder for steinskred, vist over på Figur 21, Figur 22 og Figur 23 kjennetegnes av bergparti på ca. 500-1000 m³ som er fullstendig avløst. Sprekkesett består av et nært bratt sprekesett med helning mot skråningsfoten, med et horisontalt sprekesett og et sett som går innover i skråningen. Det fører til at typisk utløsningsmekanisme er toppling/velting, dvs. av mesteparten av bergpartiet løsner samtidig. Det vil alltid knyttes stor usikkerhet til et anslag for løsnesannsynlighet for steinskred, og en fullgod utredning av dette er ikke realistisk på dette stadiet i kartleggingen. Løsnesannsynligheten må kobles opp mot deformasjon/bevegelse i bergpartiet, og dette vil måtte inngå som en eventuelt senere utredning, og går utover denne vurderingen.



Figur 24: Spor etter skredhendelse(r) fra skyggerelieffmodell.

Et grovt anslag er at løsnesannsynligheten er større enn 1/5000 og lavere enn 1/100, basert på strukturelle observasjoner og tegn til tidligere steinskredhendelser fra skyggerelieffkart (Figur 24).

4.2.3 Utredning av utløp

Steinblokker observert i felt var relativt svake, og det forventes at de knuser til mindre fragmenter når de treffer underlaget. Det vil sannsynligvis være tilfellet når pinaklene velter over. Steinskred har en indre friksjon som skiller dynamikken fra steinsprang og fjellskred. Disse egenskapene er det ikke mulig å inkludere i modellen, og det fører til at modellerte utløp er usikre. Utløpene ble modellert uten skog, siden skogdrift i området ikke er regulert av kommunen. For å modellere et worst case scenario ble det brukt blokkstørrelser på 50m³ og 100m³ (Maks størrelse i RAMMS). Dette er ikke et realistisk scenario, da RAMMS ikke klarer å simulere dynamikken i et steinskred. Men det er valgt å simulere med maks størrelse for å få lengste mulige skredbaner i modellen.

Under dette området er det en voll, beskrevet i kap 3.5, vollen er inkludert i terrengmodellen.

Vi har benyttet følgende parametere i modellen:

- Type simulering: Multipoint
- Blokk: 50m³: 4,55x3,79x3,79 Real_Flat_1.2. 100m³: 5,39x5,39x4,49 Flat_1.2. (Maks størrelse i RAMMS Rockfall)
- Massetetthet: 2700 kg/m³
- Friksjon overflate: Medium Hard.
- Skog: Ingen.
- Kildepunkter: 2.
- Tilfeldige orienteringer per punkt: 10 (50m³) og 50 (100m³).
- Antall modellerte skredbaner: 20 (50m³) og 100 (100m³).

Modelleringsresultater er vist i vedlegg 6.5. Resultater for 100m³ blokk er omtalt her. Ca. halvparten av blokkene stopper i voll eller vei. Når skredbanen går over veien, ruller de et stykke på det bratte området under veien. Ca. halvparten av blokkene stopper 100-200m fra veien, ca. 350m fra plangrense. 2/100 blokker går lengre; lengste simulerte skredutløp fra løснеområde sør stopper 100m fra plangrense, lengste simulerte utløp fra løśnieområde nord går 117m inn i planområdet, 18m fra eksisterende bebyggelse.

Det vurderes at de lengste modellerte utløpene ikke er representative da det forventes at blokker knuser til mindre fragmenter når de treffer underlaget. Under løśnieområdet består overflaten av fint urmateriale over veien og grov ur under veien. Det vurderes at blokker og mindre fragmenter kan ha utløp opptil 200m forbi veien, inkludert steinsprut (ca. 380m fra planområdet).

4.2.4 Sekundærvirkninger av steinskred

Dersom steinskredet forserer en ur eller løsmasser i fjellsiden, kan disse massene mobiliseres. Det samlede skredvolumet kan da øke drastisk. Gitt de rette forutsetningene, for eksempel høyt vanninnhold, kan skredet få utløpslengder til forveksling lik fjellskred. I dette utløpsområdet er det hovedsakelig urmateriale og forvittringsmateriale med begrenset innhold av finstoff. Det gjør at sekundærvirkninger av steinskred er lite sannsynlig for det vurderte utløpsområdet.

4.2.5 Når steinskred inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at steinskred ikke når inn i planområdet. Steinskred er derimot en aktuell skredtype langs Dronningvegen og et stykke opp fra planområdet. Dette må meldes inn til NVE for videre oppfølging.

4.3 Snøskred

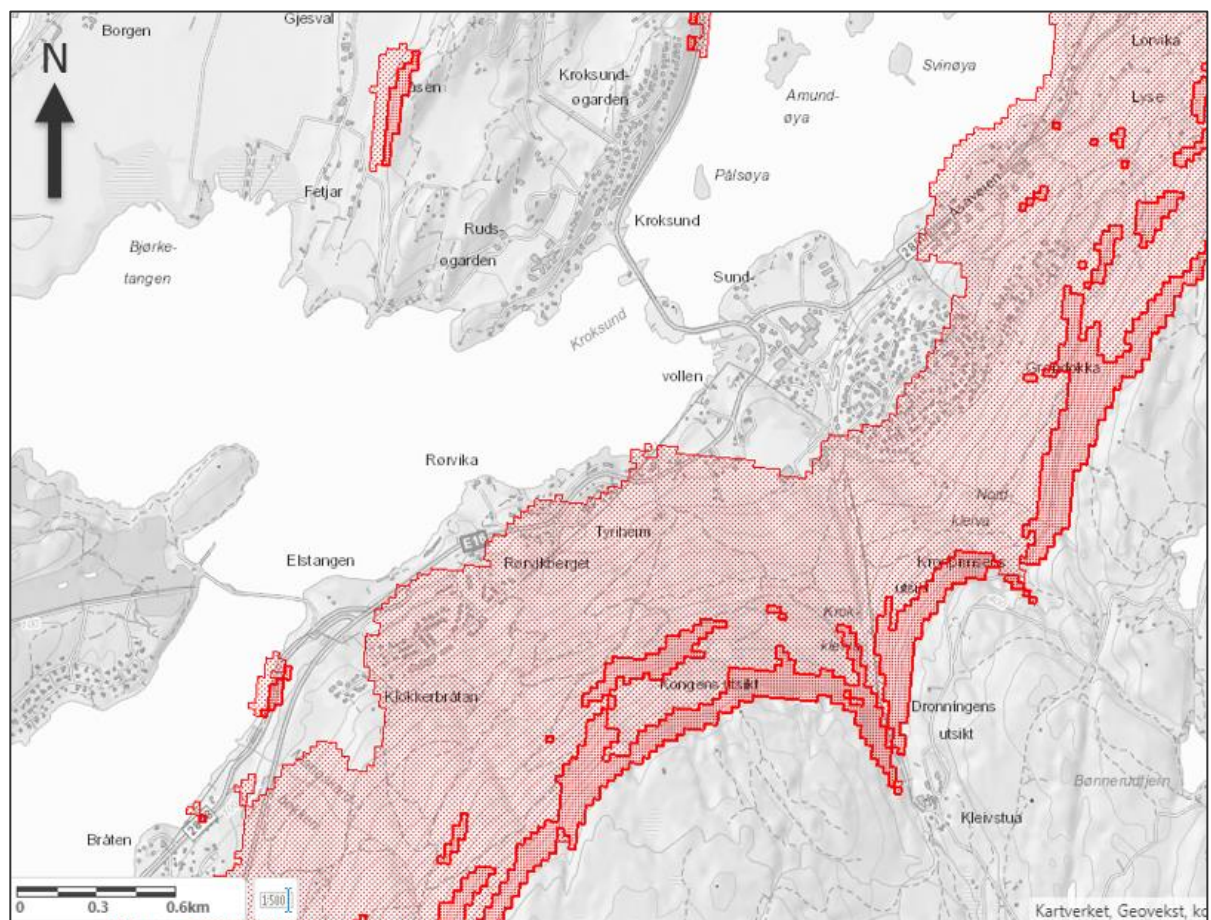
Ifølge NVEs veileder (2020) defineres et snøskred som snø i rask bevegelse nedover en fjellside eller en skråning. Snøskred deles gjerne inn i to hovedtyper, basert på hvordan de utløses; løssnøskred og flakskred. I tillegg har vi snøskredproblematikk relatert til skavlbrudd og skredvind.

Skog kan ha en forbyggende effekt på utløsning av snøskred. Effekten avhenger av treslag, og øker med økt stammetykkelse og kronedekning. Tilstedeværelse av trær hjelper også for å forhindre lagdeling av snø, som kan gi flakdannelse. Dette gjøres ved «mellomlagring» av snø i trærne og redusert vind mot snødekket.

4.3.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Alle fjellsider og skrenter brattere enn 25 grader er regnet for å gi fare for snøskred - så fremt snømengden i året kan overstige 0,2 meter, og det ikke er tilstrekkelig skogdekning i området (NVE, 2020). De fleste naturlig utløste snøskred starter i terreng med helningsgrad på 35 grader eller mer. Snøskred i mindre bratt terreng utløses altså sjeldent, men har tendens å bli relativt store når de utløses. I terreng med over 55 grader vil som oftest snø skli ut kontinuerlig, og større mengder med snø vil derfor ikke samle seg opp.

Store deler av planområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetsområder for snøskred (Figur 25). Disse aktsomhetsområdene er grove, og nærmere studier er nødvendig for å se om faren er reell. Påvirkningsområdet inneholder kun noen små, sammenhengende områder med helning over 25 grader, og enkelte områder over 30 grader, hovedsakelig i ur. Hole kommune har bedt om at skogens forhindrende effekt på snøskred ikke skal tas hensyn til i denne utredningen. Klimaanalysen og terrenghelningen i området forutsetter derfor at faren for snøskred må utredes.



Figur 25: Aktsomhetsområde for snøskred. Utklipp fra NVE Atlas (NVE, 2021).

4.3.2 Utredning av løsneområde og løsnsannsynlighet

Potensielle løsneområder ble hovedsakelig kartlagt med dronefoto og kartstudie siden de for det meste ligger i aktiv ur, men deler av utløpsområdet ble befart til fots.

I området øst for Krokkleiva er det enkelte sammenhengende områder med en helning over 25-30 grader (Figur 15). Disse områdene ligger hovedsakelig mot toppen av skråningen, i urene rett under klippene. Lenger nede er det hovedsakelig mindre områder som har en helning som tilsier mulig utløsning av snøskred. Disse områdene befinner seg i grov ur ved siden av bilveien opp til Kleivstua. Terrenget har tilnærmet flate partier rett i forkant av disse områdene (vedlegg 6.3).

Terrenget vest for Krokkleiva har også noen potensielle utløsningsområder basert på terrenghelning (Figur 18 og Figur 20). Typiske trekk for disse områdene er steinur som har en helning mellom 27 og 40 grader. Området kan beskrives som terrassert med flere store partier med svært svak helning (Figur 27).

Det ble ikke observert skader på trær eller spor etter tidligere snøskredhendelser i noen deler av det aktuelle området. Det er heller ikke funnet kilder på tidligere snøskredhendelser i media, historiske flybilder, NVE Atlas eller Varsom RegObs.

Som nevnt tidligere kan skog ha en forhindrende effekt på utløsning av snøskred. Med unntak av urene og enkelte hogstfelt er området skogkledd, mesteparten med en kronedekning over 70%. Historiske flyfoto viser perioder med mer aktiv skogdrift, men da i områder slakere enn 25 grader. Siden vi ikke skal ta hensyn til vegetasjon i denne utredningen, vil topografi og klima bli de kontrollerende faktorene for sannsynlighet for utløsning av snøskred.



Figur 26: Dronefoto over Punkt 1 i Figur 25. Området ligger omtrent i hogstfeltet opp til og med ura over. Kameraet ser mot øst.



Figur 27: Terrassert terreng i vestre del av kartleggingsområdet. Det blir raskt flatt i bunnen av skråningen. Bildet er tatt ved Befaringspunkt 85, mot sør-vest.

Det er ingen tegn på snøskredaktivitet og ingen større løsneområder, det er likevel teoretisk mulig at det kan gå snøskred basert på skråningsgradient og klima.

4.3.3 Utredning av utløp

Som nevnt i forrige avsnitt er det slake, terrasserte områder i under potensielle løsneområder for snøskred. Tilstedeværelsen av disse vil raskt bremse et snøskred slik at mye av energien forsvinner.

Modellering av ulike scenarier for snøskredutløp er gjort med RAMMS' modul for snøskred, versjon 1.7.20. Det finnes ikke kjente hendelser fra nærområdet å kalibrere modell mot. Det er modellert et 1000års skredscenario. Siden det mangler nasjonale retningslinjer, er parametere satt basert på feltobservasjoner, klimadata og skjønn. Disse er vist i vedlegg 6.5.

Det ble generert automatiske Mu og Xi-verdier basert på RAMMS verktøy:

- Open slope parameters: Mu: 0.265 - 0.250 - 0.235 Xi: 1500 - 1750 - 2000
- Channelled parameters: Mu: 0.310 - 0.300 - 0.280 Xi: 1200 - 1350 - 1500
- Gully parameters: Mu: 0.400 - 0.380 - 0.370 Xi: 1000 - 1100 - 1200
- Flat parameters: Mu: 0.245 - 0.230 - 0.215 Xi: 2000 - 2250 - 2500
- Forest parameters: Mu (delta): 0.020 - 0.020 - 0.020 Xi: 400 - 400 - 400

- RETURN PERIOD (y): 300.

- VOLUME category: Large.

- Release depth: 1m.

- Density: 300 kg/m³

Det ble definert 33 løsneområder på bakgrunn av skråningsgradient. Utløpene ble modellert uten skog.

Det ble ikke utført beregninger for skredvind, siden dette på bakgrunn av områdehistorikk og potensielle skredbaner ikke ble vurdert til å være en aktuell problemstilling i området.

Modelleringsresultatene viser at for området i øst (Figur 15) så går skredbanen delvis inn i planområdet, men stopper før de når Dronningveien over eksisterende boligfelt. For Krokkleiva og området vestover stopper modellerte skredbaner 200-400 meter fra plangrensen.

4.3.4 Når snøskred inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at snøskred kan, ved sjeldne tilfeller, nå inn i nord-østlige deler av planområdet, ved registreringspunkt 39-42. Dette er svært lite sannsynlig og det er tatt hensyn til denne spesifikke faren i tegningen av 1/5000-faresone.

4.4 Jord- og flomskred

Jordskred er utglidinger i vannmettede løsmasser i bratte skråninger, vanligvis brattere enn 25-30° (NVE, 2020). Skredene kan utløses og kanaliseres i bekkeløp og forsenkninger, eller opptre som såkalte grunne skred. Grunne skred utløses i finkornet jord og leire, og skjer ofte på dyrket mark eller i naturlig terrasseformede skråninger, gjerne om våren når løsmasser kan gli på teleoverflaten.

Forskning viser at skråninger i nedbørsrike områder er mer stabile under kraftigere nedbørintensiteter enn skråninger i områder der det normalt er tørt klima (Sandersen, Bakkehøi, Hestnes, & Lied, 1996). På generelt grunnlag sies det at det er rimelig å forvente at faren for utløsning av jordskred er stor dersom 1-døgns nedbørsmengde utgjør ca. 8% av normal årsnedbør.

Flomskred er hurtige, flomlignende skred som opptre langs elve- og bekkeløp, også der det vanligvis ikke er permanent vannføring. Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større steinblokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet. (NVE, 2020). For at et flomskred skal kunne forekomme trenger man en forsenkning eller bekkeløp som er brattere enn 15 grader. For at fare for flomskred skal utredes må det også være tilgjengelige løsmasser i disse forsenkningene eller bekkeløpene, eller løsmasser kan bli tilgjengelig som følge av for eksempel erosjon eller andre skredprosesser.

Skog og vegetasjon vil ha en stabiliserende effekt på løsmassedekket ved å binde materialer og fjerne vann fra systemet. Skog og vegetasjon kan også ha en destabiliserende effekt lokalt ved rotvelt.

4.4.1 Er jord- og flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?



Figur 28: Aktsomhetsområder for jord- og flomskred. Utklipp fra NVE Atlas (NVE, 2021).

Figur 28 viser aktsomhetsområder for jord- og flomskred (NVE, 2021). Som nevnt tidligere, er 1-døgns nedbør tilsvarende 8% av årsnedbøren typisk for utløsning av jordskred.

I tillegg spiller terrengets utforming og tilgjengelighet og løsmassenes karakter en kritisk rolle i sannsynligheten for utløsning og utløp av jordskred. Ifølge NVEs veileder (2020) må faresoner for jordskred utredes i alle løsmasseskråninger som er brattere enn 20 grader. I felt ble potensielle utløsnings- og utløpsområder for jord- og flomskred befarert. Det var ingen tegn til erosjon i disse områdene.

4.4.2 Utredning av løsneområde og løsnessannsynlighet

4.4.2.1 Område 1 – Øst

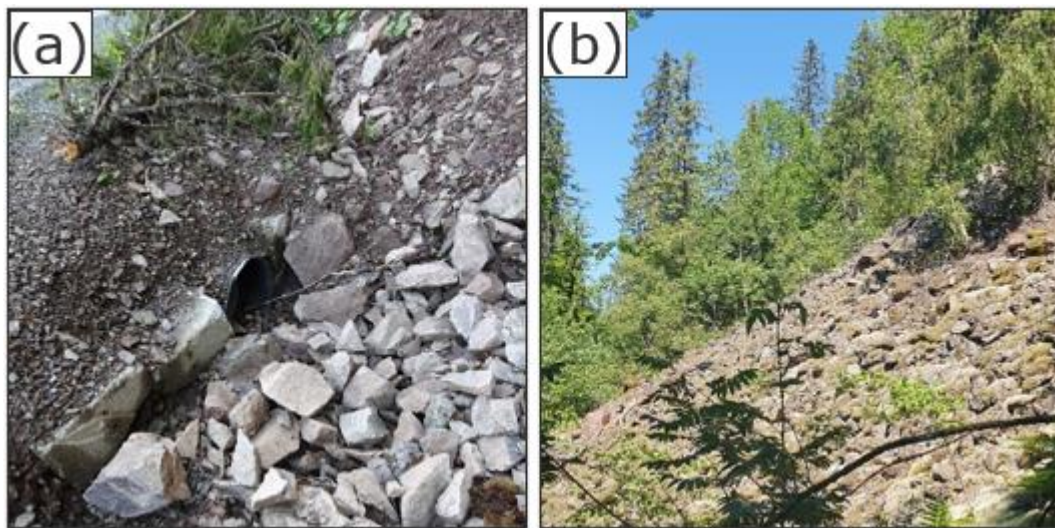
Øst for Kronprinsens utsikt blir veien krysset av et potensielt utløpsområde for jord- og flomskred (Figur 28), hvor utløsningsområdet ligger nær veien. Disse områdene inneholder befaringspunkt 15-17 og 30-32. Området har hovedsakelig en helning mellom 30 – 45 grader.

Ved befaringspunkt 15-17 lå det en sti ved toppen aktsomhetssonen. Det ble ikke observert tegn til erosjon langs denne stien i felt eller på skyggerelieff. Rett i utkanten av aktsomhetssonen ble det observert en vannveg som dreneres i en stikkrenne under vegen. Det lå grove masser i området, som vist i Figur 30-a. Da disse var kantede, er de trolig skred- og forvitningsmaterialer.

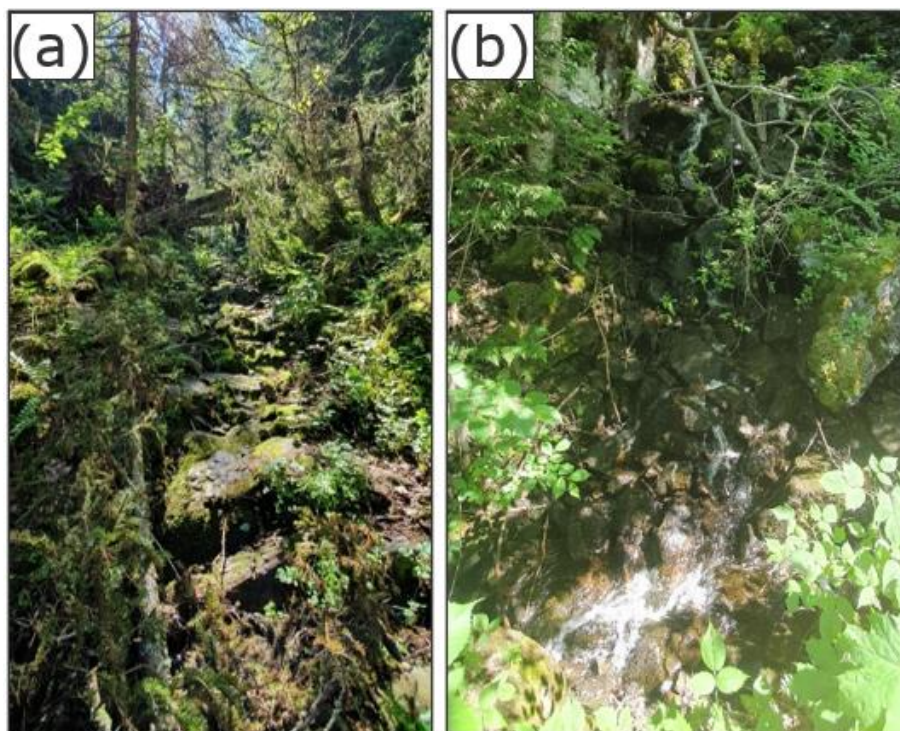
Ved befaringspunkt 30-32 lå store deler av det potensielle utløsningsområdet i grov ur (Figur 30-b). Det var ikke tegn til verken vannveger eller erosjon av vann i ura. Rett nord for denne delen av aktsomhetsområdet ble det observert en bekk som gikk gjennom grove blokkavsetninger (Befaringspunkt 31-32). Bekken krysset veien via en stikkrenne. Løsmassene her bestod også av skred- og forvittringsmateriale.

Det ble ikke observert vifteformede avsetninger eller leveer i skyggerelieff fra Område 1 og nærliggende omgivelser. Lenger nede i skråningen endrer løsmassene seg fra skred- og forvittringsmateriale til morene, men det ble ikke observert typiske tegn på løsmasseerosjon eller avsetninger her heller.

Siden det kommer vann i bekkene, er dette område hvor det er viktig å holde stikkrennen fri, slik at vann kan dreneres bort fra området.



Figur 29: Løsmasser i aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Løsmassene består av kantet skred- og forvittringsmateriale.



Figur 30: (a) viser turstien, med lite tegn til erosjon (Befaringspunkt 15 - 17). (b) viser grove masser i bekken, og lite tegn til finkornete løsmasser eller erosjon (Befaringspunkt 30 - 32). Det er kun et tynt løsmassedekke over berggrunnen.

Under dagens forhold er det lite sannsynlig at det løsner jord- og flomskred i dette området, faren vurderes som lavere enn 1/5000.

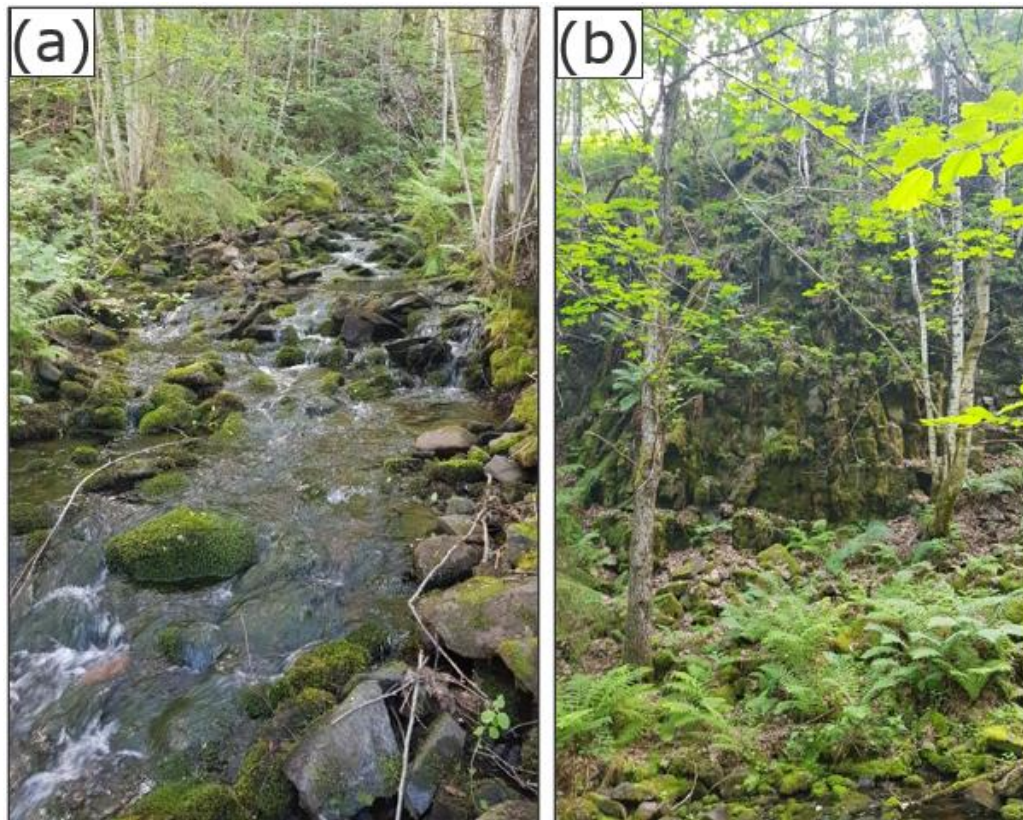
4.4.2.2 Område 2 – Krokkleiva

Område 2 er langs Krokkleiva. Aktsomhetsområdet her omfatter også Sundvollen Oppvekstsenter som ligger i sikkerhetsklasse 3.

Bekken er relativt smal ved toppen (1 – 2 m bredde), men den blir bredere lenger nede. Fra Kleivstua er terrenget nedover bekken preget av berg i sideterrenget. En tursti følger bekkeløpet nedover. Denne tursti er lagt i bekkeløpet, og bekken er muret opp på den ene siden. Det ble observert enkelte rotvelt i bekkens sideterreng. Massene i bekken er grove, hovedsakelig bestående av store blokker. Det var lite finkornet løsmasse i bekken, og det var et relativt tynt løsmassedekke i bekkens sideterreng. Noe masse kan gli ut i bekken, men det er sannsynligvis ikke snakk om store volum.

Omtrent 300 meter før bekken når Sundvollen Oppvekstsenter flater bekkens sideterreng seg ut, og bekkeløpet blir også slakere med en helning under 27 grader. Bekken blir her bredere, som vist i Figur 31. Det er enkelte brattkanter rundt bekken, men med flere meter avstand til selve bekkeløpet. Det ble ikke observert tegn til erosjon i bekkens sideterreng, og man så berg i dagen nær bekken. En liten bro, med en åpning på ca. 1 x 2 m krysser bekken rundt 50 m ovenfor skolen. Det er god kapasitet under broa, men den bør holdes fri for materialer og vegetasjon.

Det ble ikke observert typiske tegn til løsmasseerosjon rundt Kleivbekken i skyggerelieff. Ved Sundvollen Oppvekstsenter er bekkens sideterreng erosjonssikret.



Figur 31: Typiske bilder av Kleivbekken og dens sideterreng. Det er grove masser i både bekk og sideterreng, med kort dybde til berg. Bildene er tatt litt ovenfor Sundvollen Oppvekstsenter (Befaringspunkt 53 - 66).

Basert på observasjonene over vurderes det at sannsynligheten for jord- og flomskred er mindre enn 1/5000.

4.4.2.3 Område 3 - Vest

Område vest for Kleivbekken (Figur 32) har, som nevnt tidligere, områder med steinur (27 – 40 graders helning) i topp etterfulgt av et svakt hellende og terrassert terreng ca. 600m ned mot bebyggelsen. Området inneholder et par hogstfelt på enkelte av de slakere partiene.

Løsmassedekket i området består hovedsakelig av et tynt og usammenhengende morenedekke, forvittringsmateriale og skredmateriale. Det ble ikke her observert tegn til løsmasseerosjon eller utglidninger på befaring eller fra skyggerelieff og fly- og dronebilder.



Figur 32: Oversiktsbilde over området vest for Kleivbekken. Kamera peker mot vest.

4.4.3 Utredning av utløp

Som nevnt tidligere er det et tynt løsmassedekke i området, med løsmasser som hovedsakelig består av grove materialer. Det er heller ikke observert store tegn til løsmasseerosjon i området, ingen leveer, løsmassevifter eller tungeformer i løsmasser i fjellsiden. Skyggerelieffkart over området underbygger inntrykket fra feltarbeidet.

Det vurderes at sannsynligheten for jord- og flomskred er lavere enn 1/5000 i området. Det er derfor ikke ansett som nødvendig å modellere for disse skredtypene.

4.4.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at jord- og flomskred ikke når inn i kartleggingsområdet.

4.5 Sørpeskred

Sørpeskred er hurtige, flomlignende skred av vannmettet snø med varierende innhold av sediment. De blir utløst når vann tilføres snødekket raskere enn det kan dreneres, slik at vann samles i snødekket. Dette fører til at bindingene mellom snøkrystallene svekkes og brytes ned, slik at det faste snødekket endrer form og oppfører seg som en væske. (NVE, 2020).

4.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Sørpeskred kan forekomme dersom et område har forsenkninger eller bekkeløp som kan samle vann i snødekket. Det skjer oftest i forsenkninger og slake områder som kan flere til oppdemming eller ansamling av vann i snødekket. Eksempler på slike områder er slake partier, myrer, innsjøer eller smale partier som for eksempel stikkrenner.

Krokkleiva som strekker seg fra Kleivstua til litt ovenfor Sundvollen Oppvekstsenter er et potensielt område for sørpeskred. Dette er fordi strekningen kan kanalisere et skred, det har et myrområde i overkant og tilgang på vann. Det er utført en nedbørsfeltanalyse i NEVINA-verktøyet til NVE. Nedbørsfeltet som drenerer ned Krokkleiva er 1,9 km².

4.5.2 Utredning av løsneområde og løsesannsynlighet

Krokkleiva er et karakteristisk trekk ved terrenget ved Sundvollen. Kleivbekken renner gjennom kleiva. I overkant av Kleivstua renner Kleivbekken ut av et myrområde på omtrent 0.01 km², og mellom myra og Kleivstua er det en liten forhøyning i terrenget (2-4 m), som kleivbekken renner gjennom. Dette området er vist i Figur 33. Ved oppbygning av vann/sørpe i myra vil dette ha plass til å spre seg. Det er rundt 330 m fra utløpet fra myra til bekken begynner å renne ned i Krokkleiva.

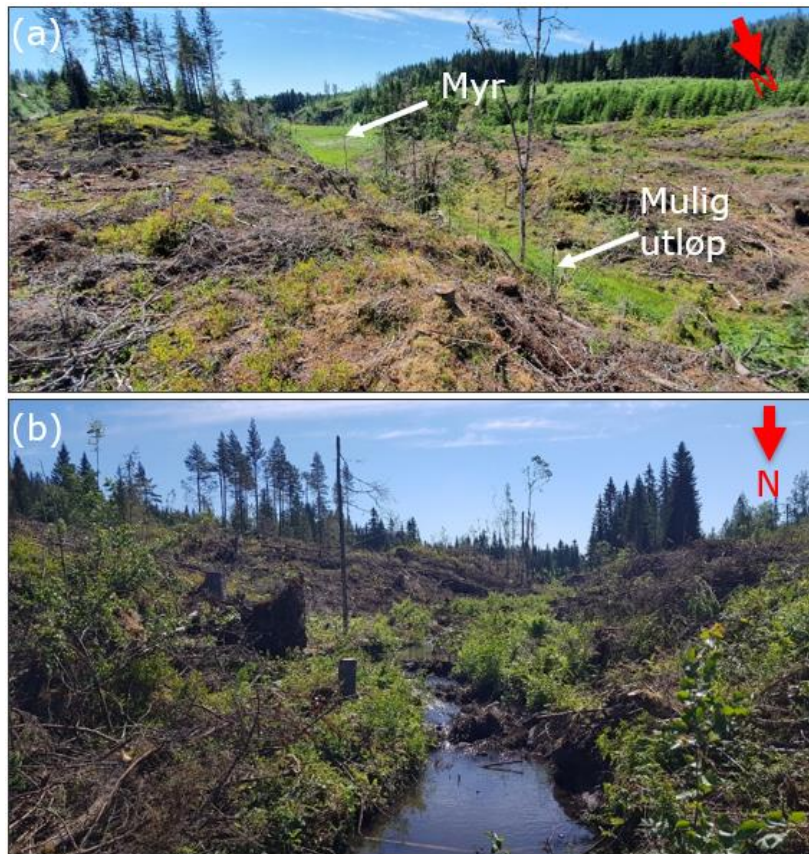
Bekken er relativt smal ved toppen (1 – 2 m bredde), men den blir bredere lenger nede. Fra Kleivstua er terrenget nedover bekken preget av berg i sideterrenget. Turstien er lagt i bekkeløpet, og bekken er muret opp på den ene siden.

Ved Sundvollen Oppvekstsenter er sideterrenget mot skolen erosjonssikret (NVE, 2021).

Det vises ingen andre tydelige forsenkninger i skråningene der vannmettet snø kan samle seg opp. Det ble ikke observert spor etter tidligere sørpeskred, eller funnet omtale av sørpeskred i historiske kilder. Sørpeskred går gjerne i kjente sørpeskredbaner og det er vanlig at sørpeskredhendelser gjentar seg i de samme banene.

Stikkrenner i Kleivbekken har generelt en god kapasitet, men det er likevel viktig å holde disse fri for materiale.

Det ble ikke observert avsetninger fra tidligere sørpeskredhendelser, og det er heller ikke funnet



Figur 33: (A) Potensielt område for oppsamling av sørpe ved myra ovenfor Kleivstua. (b) Bekk som renner ned fra myr. Ved befarpunkt 20 og 21.

Ut ifra terrengets utforming og ingen registrerte skredhendelser vurderes sannsynligheten for at et sørpeskred løsner som mindre enn 1/5000. Sørpeskred utredes ikke videre.

4.5.3 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at sørpeskred ikke har potensial til å nå kartleggingsområdet.

4.6 Hva er den samlede skredfaren?

Den samlede skredfaren består av en kombinasjon av steinsprang og snøskred i det nord-østlige området mellom registreringspunkt 33-49. Det vurderes at steinsprangaktiviteten er stor og at det kan gå steinsprang med en sannsynlighet på mer enn 1/100 tett på løsneområdene. 1/1000-faresone tegnes etter kartlagt urfot og 1/5000-faresone tegnes etter kartlagte større blokker utenfor urfot. Det vurderes at området ikke er spesielt utsatt for snøskred, men der simulerte utløpsområder for snøskred går lengre enn kartlagte skredblokker er dette utløpsområdet hensyntatt i 1/5000-faresonen. Det vurderes at snøskredfaren ikke påvirker 1/100 og 1/1000 faresone. Noen mindre berghammere i planområdet har begrenset steinsprangfare et par meter fra klippen. Det er tegnet 1/1000-faresone der det er aktuelt.

5. REFERANSER

- Arkimedum. (2021). *Rapport grunnundersøkelse: Klokkeelia 34 - Krokkleiva*.
- Holfuy. (2021, 06 29). *Værstasjon: OPK Sundvollen*. Hentet fra <https://holfuy.com/en/weather/395>
- NGI. (2017). *Skredfarevurdeing - strekning 3*.
- NGU. (2021, 08 01). *Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase*. Hentet fra NGU: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/
- NGU. (2021, 08 12). *InSAR Norway*. Hentet fra <https://insar.ngu.no/>
- NGU. (2021, 08 01). *Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- NIBIO. (2021, 08 09). *Kilden*. Hentet fra <https://kilden.nibio.no/>
- Norconsult, Aas-Jakobsen, Asplan Viak. (2018). *Ringeriksbanen Jong - Hønefoss. Skrefarevurdering for tverrslag Reverud, Sundvollen og Nordby*.
- Norsk Klimaservicesenter. (2021, Jan). *Klimaprofil Buskerud*. Hentet fra Norsk Klimaservicesenter: <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/buskerud>
- NVE. (2020). *Veileder - Sikkerhet mot skred i bratt terreng*. NVE.
- NVE. (2021, 08 06). *NVE Atlas*. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>
- NVE, Jernbaneverket og Statens Vegvesen. (2014). *Hvordan beregne ekstremverdier for gitte gjentakintervaller? Manual for å beregne returverdier av nedbør for ulike gjentakintervaller (for ikke-statistikker)*. NVE.
- Sandersen, F., Bakkehøi, S., Hestnes, E., & Lied, K. (1996). *The influence of meteorological factors on the initiation of debris flows, rockfalls, rockslides and rockmass stability*. NGI.
- Skred AS. (2021). *21326 Hole, Elstangen – Skredfarevurdering for reguleringsplan, Elstangen felt Bf4. Boliger*.
- SWECO. (2014). *Notat - Kleivlia - Skredfarekartlegging*.
- SWECO. (2017, 07 05). *Kleivlia II - revidert detaljplan - faresonekart (e-post samtale)*.

6. VEDLEGG

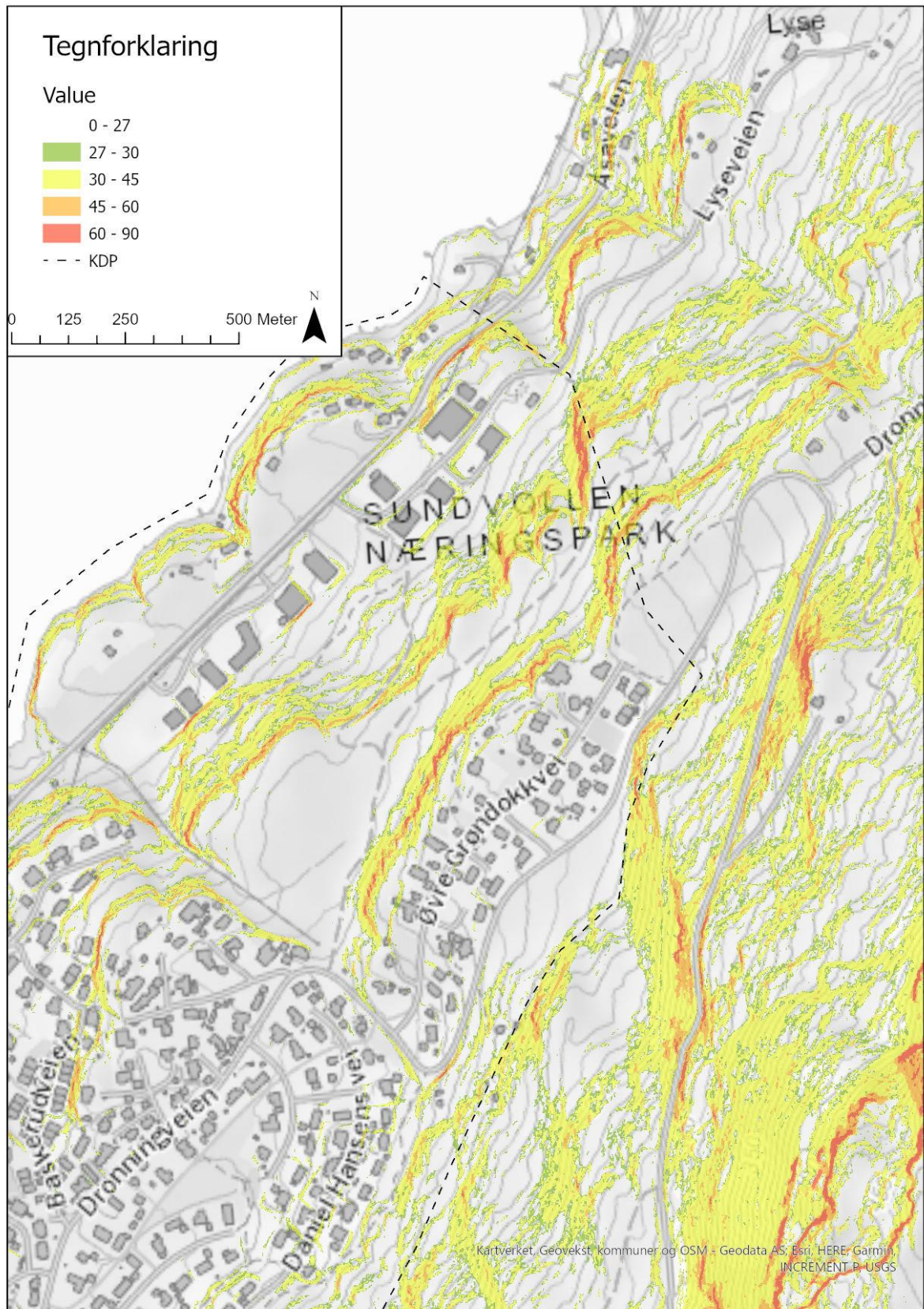
6.1 Vedlegg - Dronebilder

Se PDF-vedlegg.

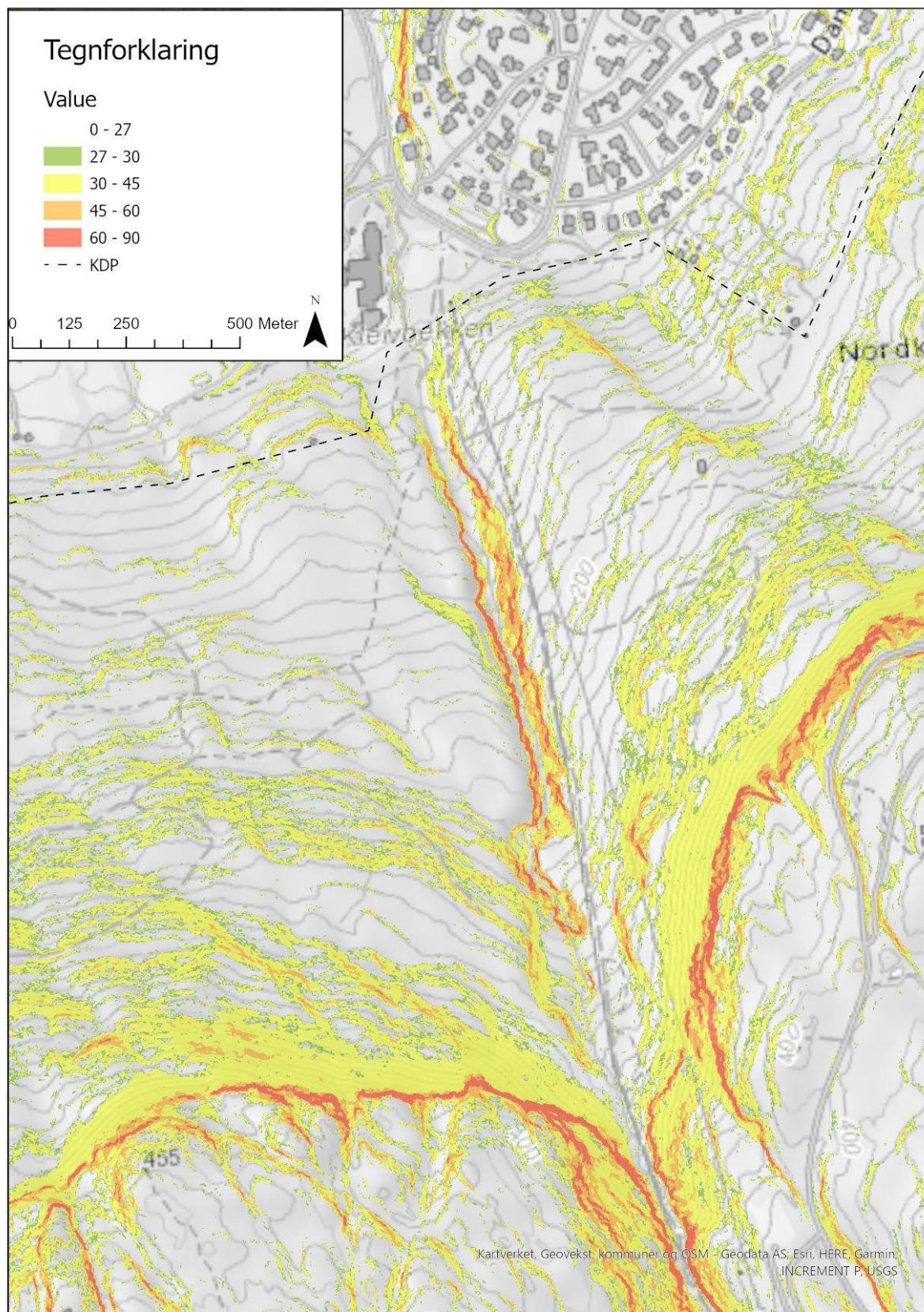
6.2 Vedlegg – Fotovedlegg for feltregistreringer

Se PDF-vedlegg.

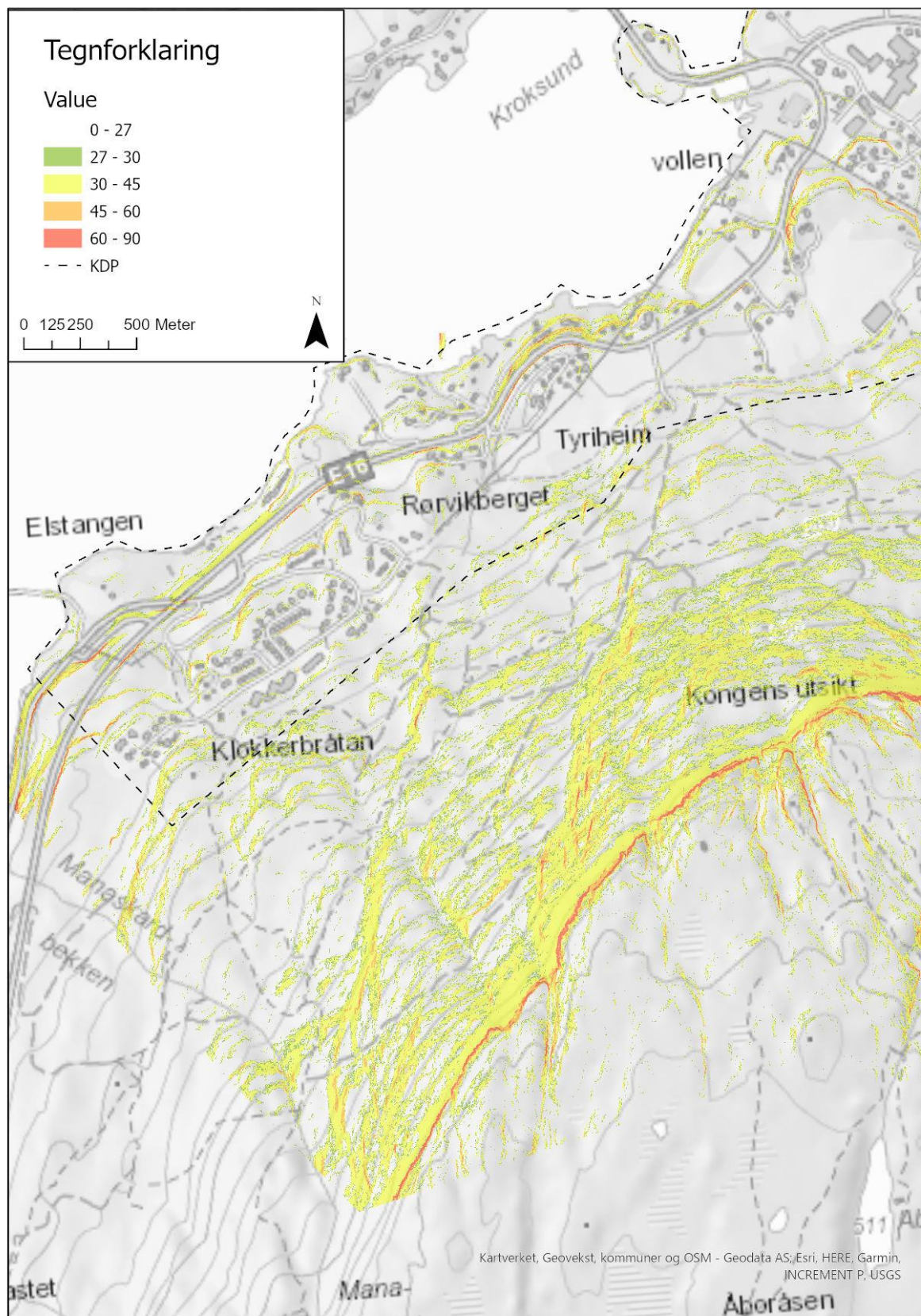
6.3 Vedlegg – Helningskart



Figur 34: Skråningskart nord.

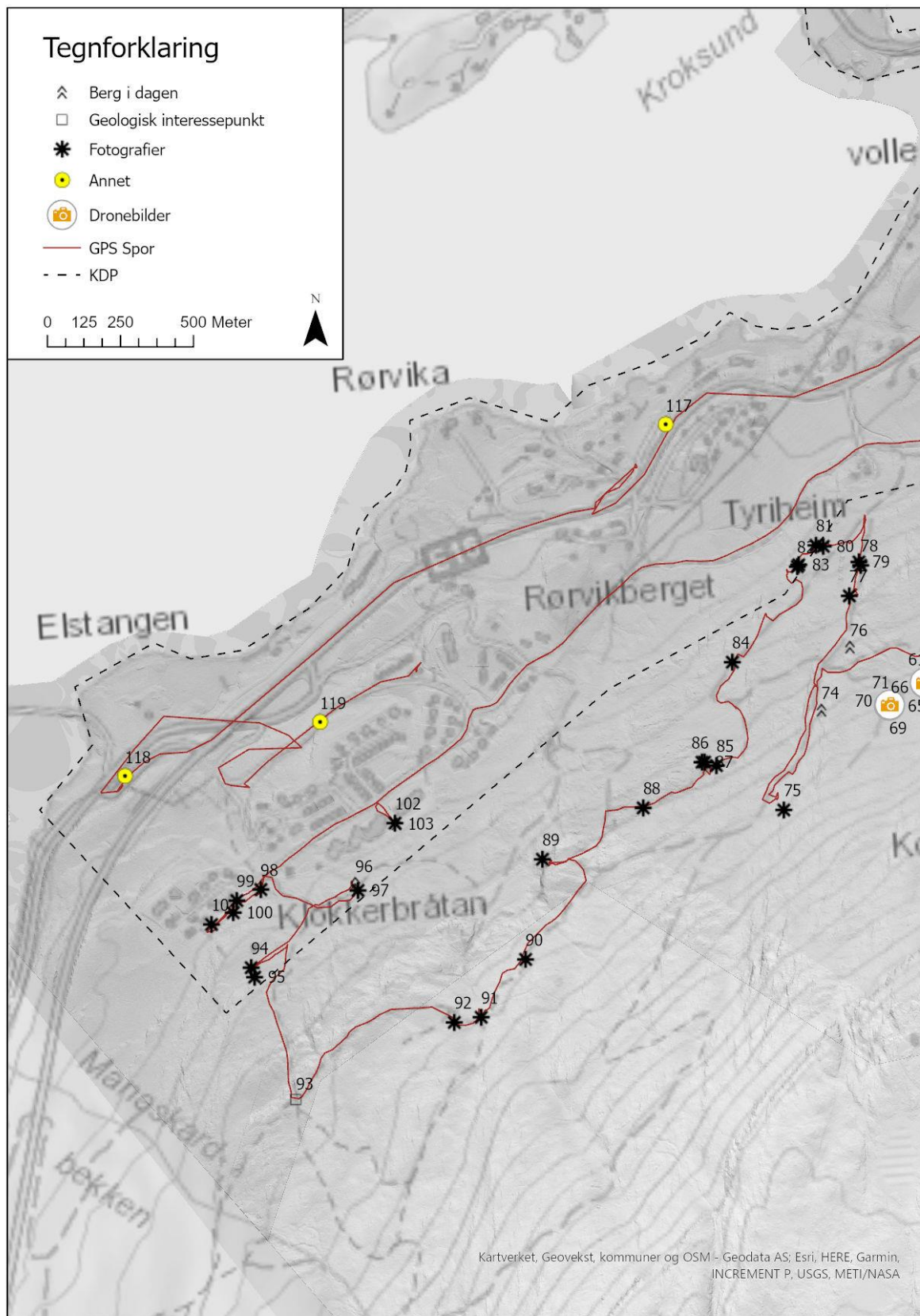


Figur 35: Skråningskart midt.

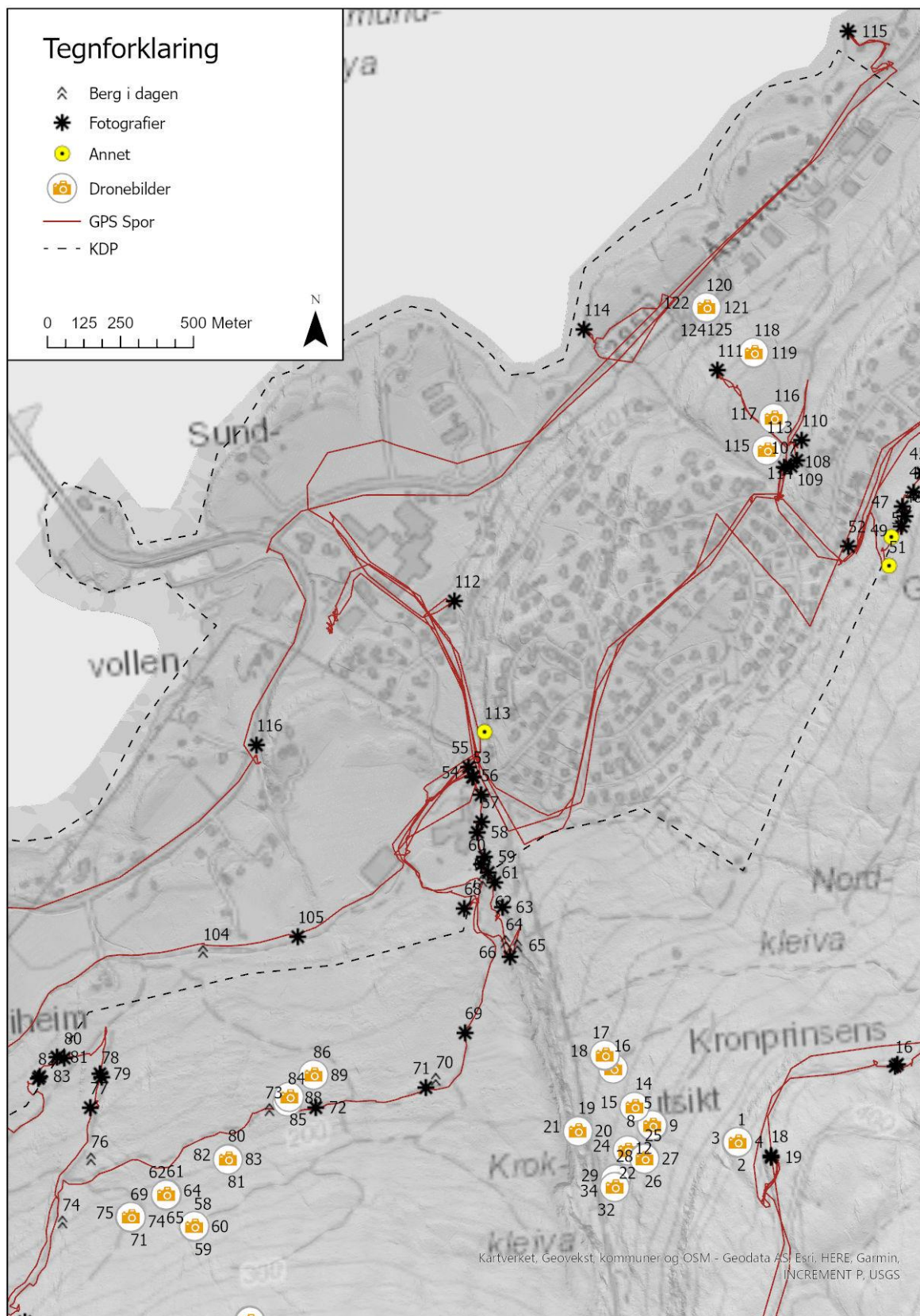


Figur 36: Skråningskart øst.

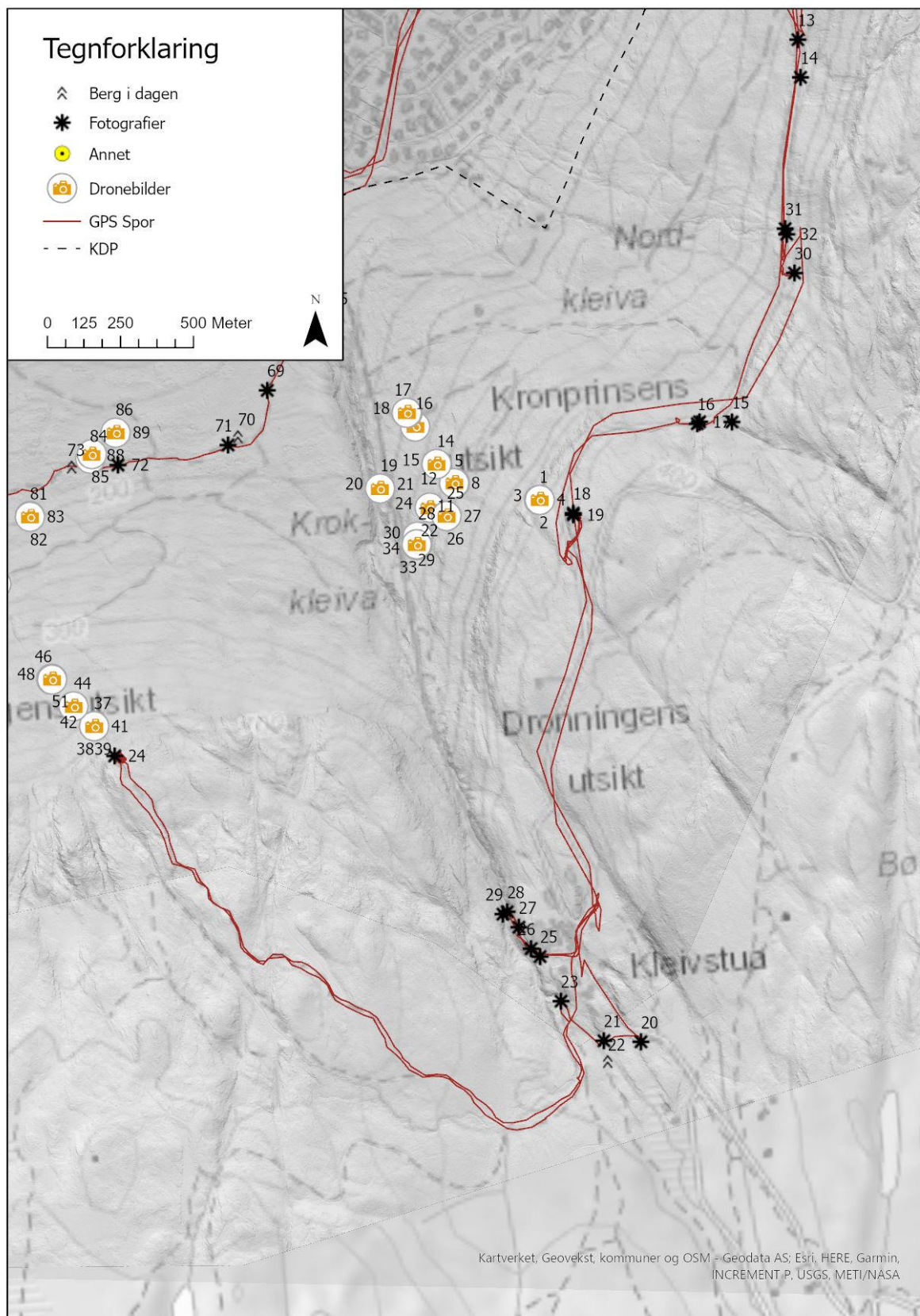
6.4 Vedlegg - Registreringskart



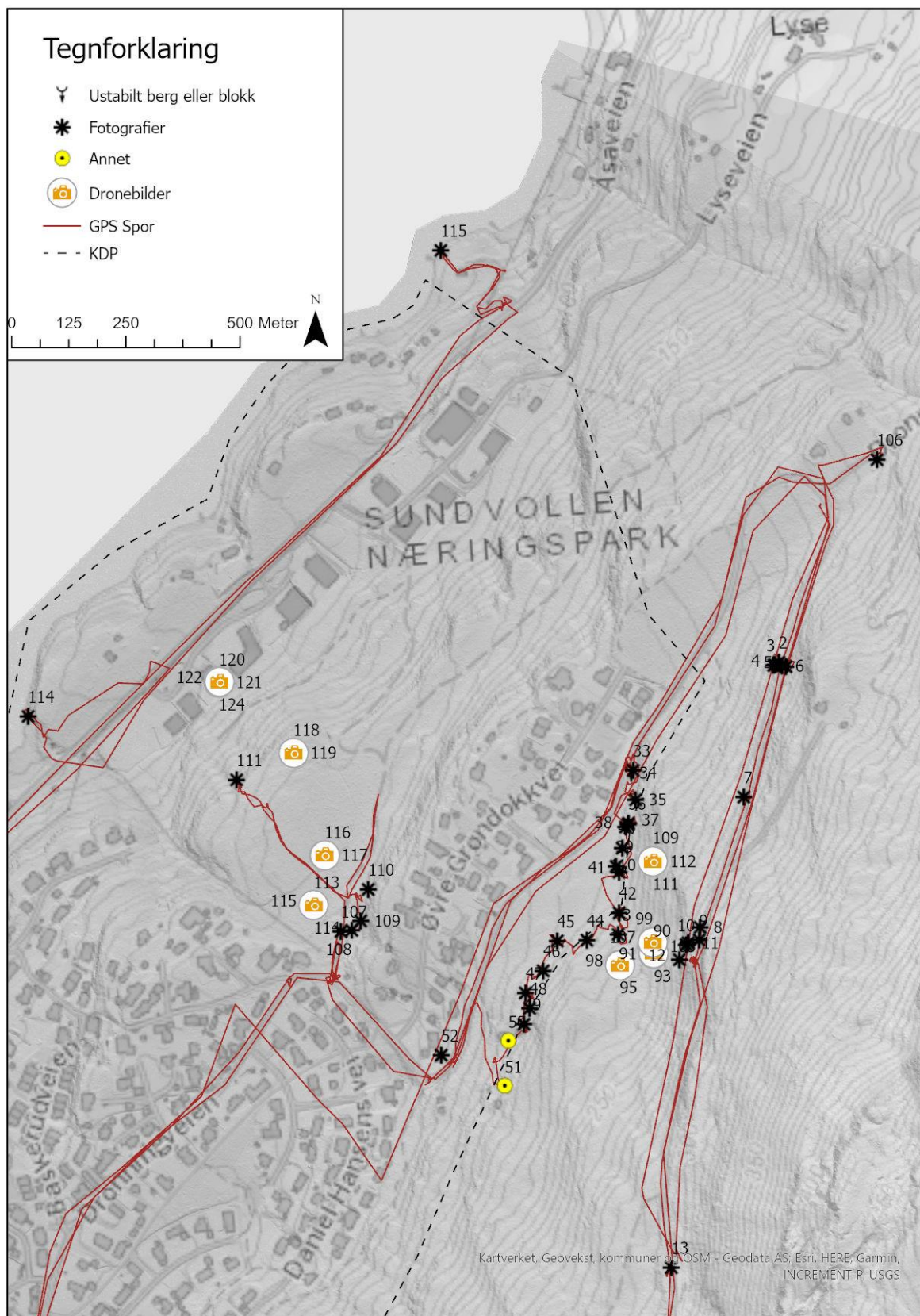
Figur 37: Registreringskart 1/4



Figur 38: Registreringskart 2/4.

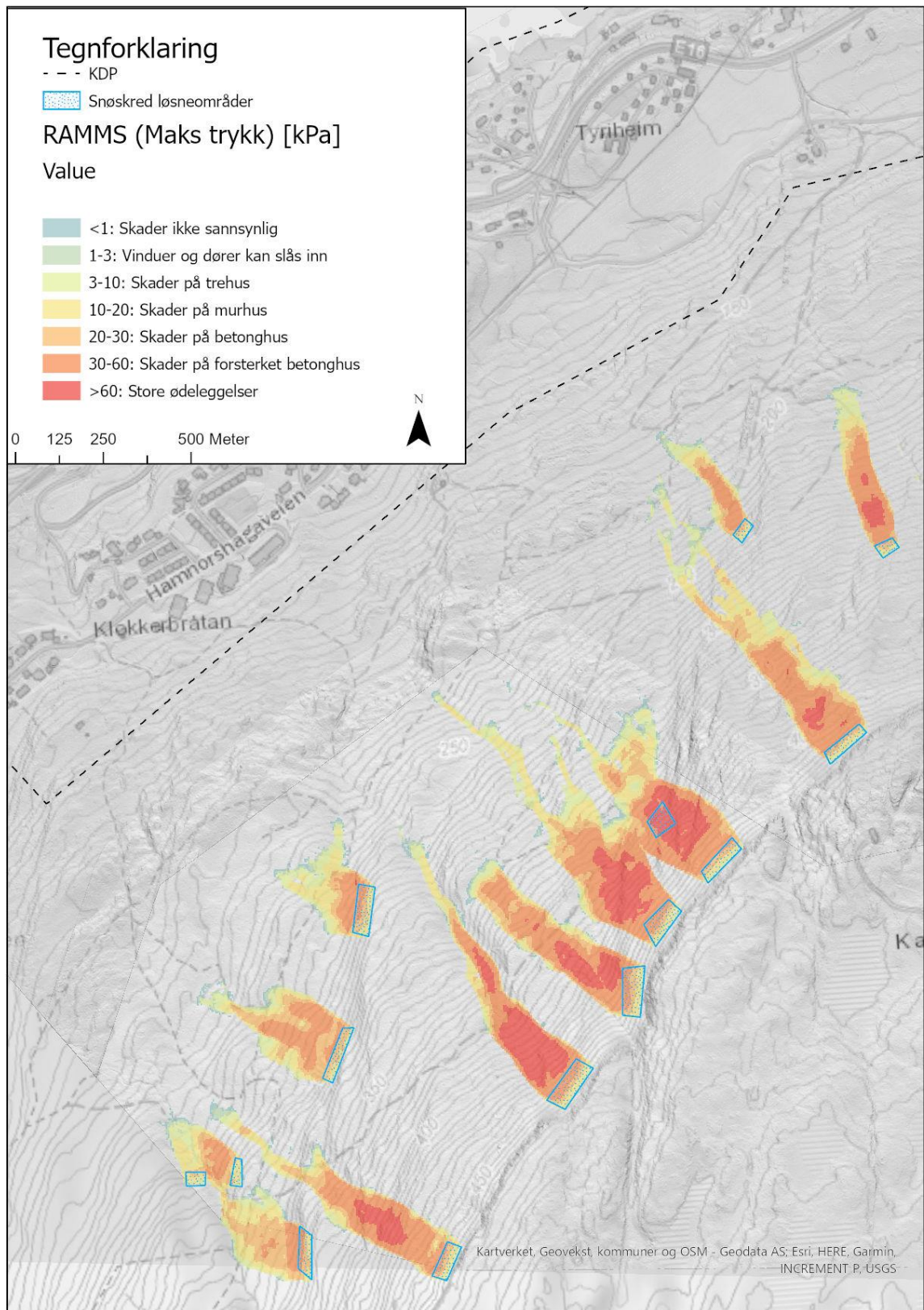


Figur 39: Registreringskart 3/4.



Figur 40: Registreringskart 4/4.

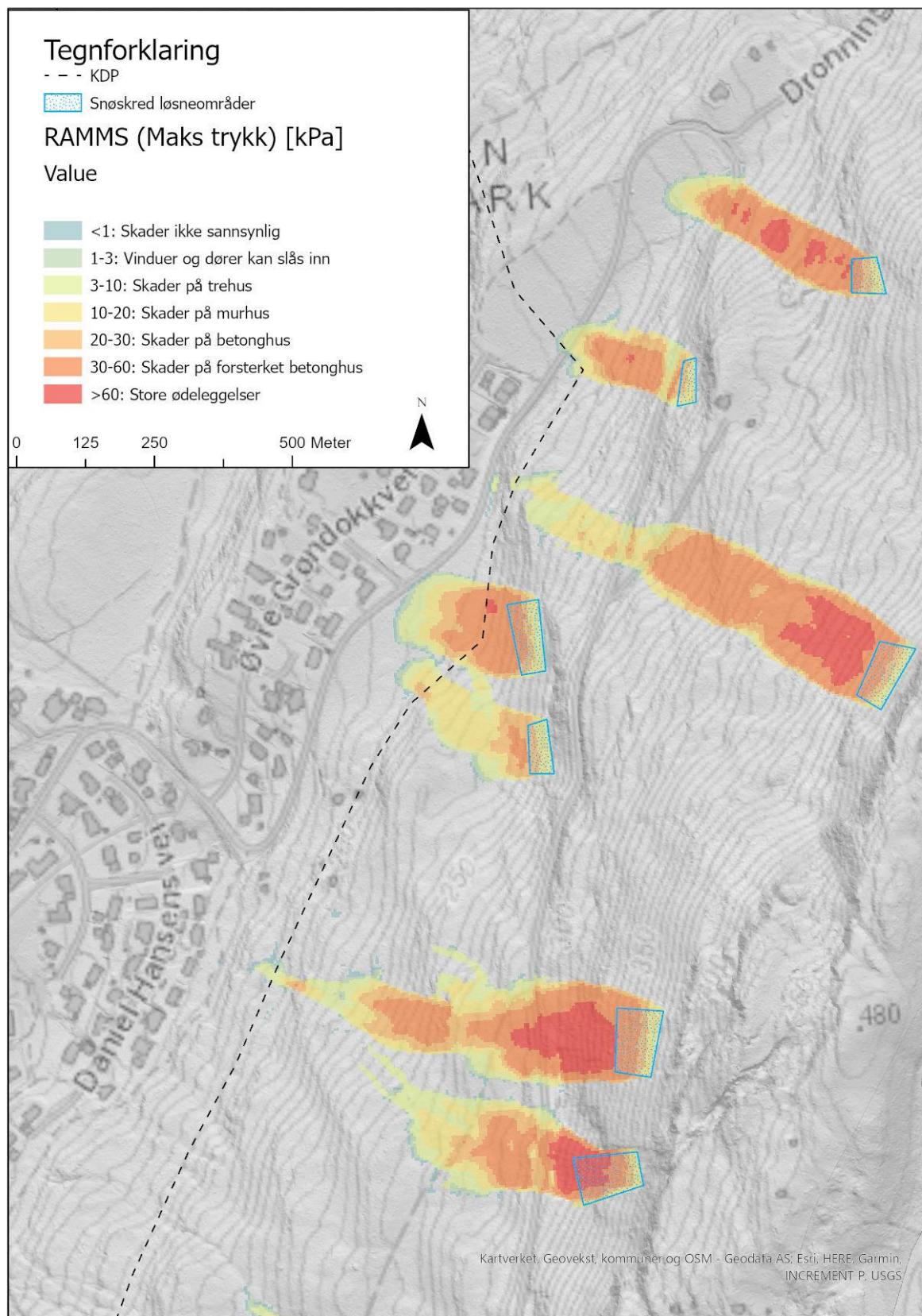
6.5 Vedlegg - Modelleringsresultat



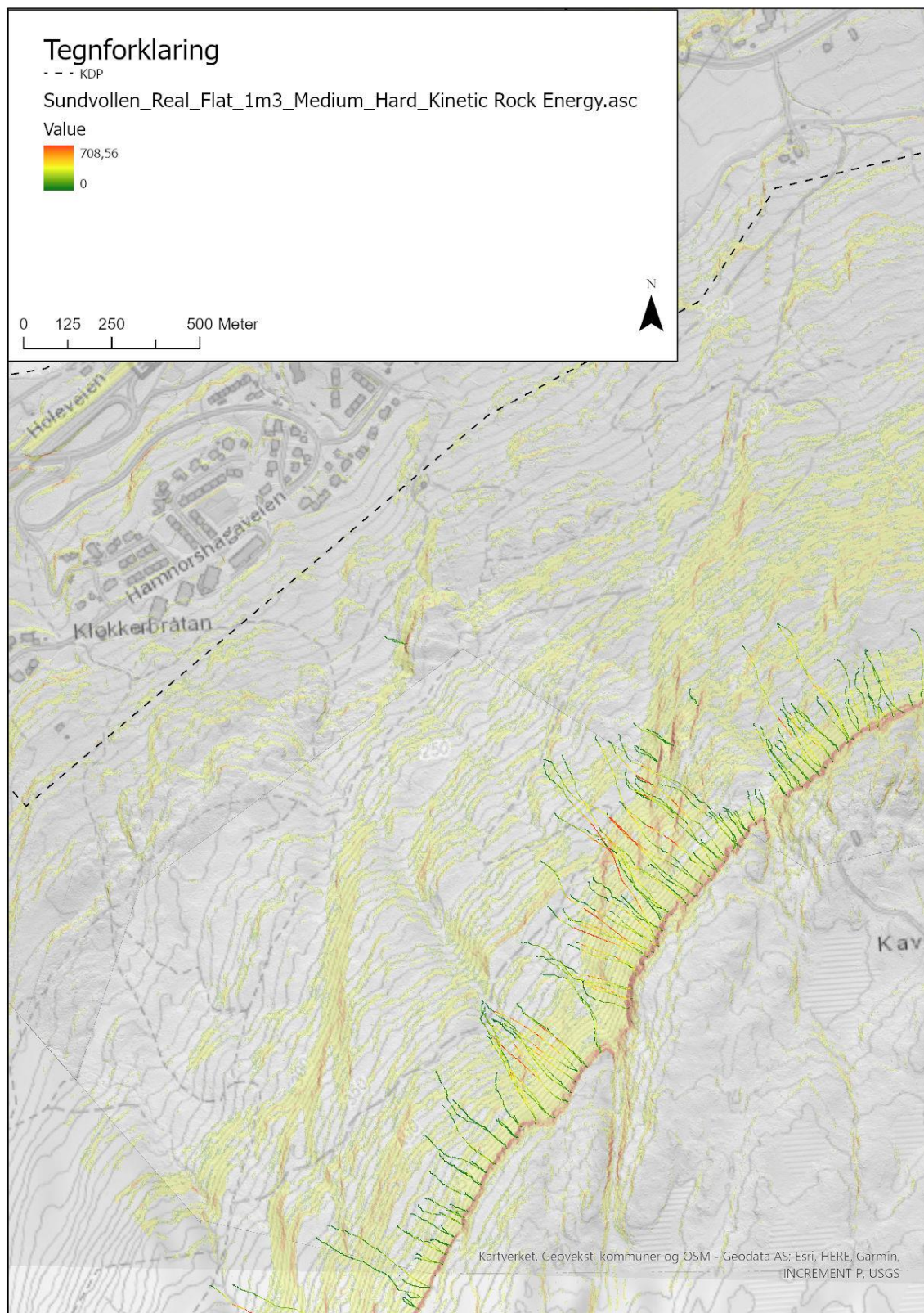
Figur 41: Snøskredsimulering, vest.



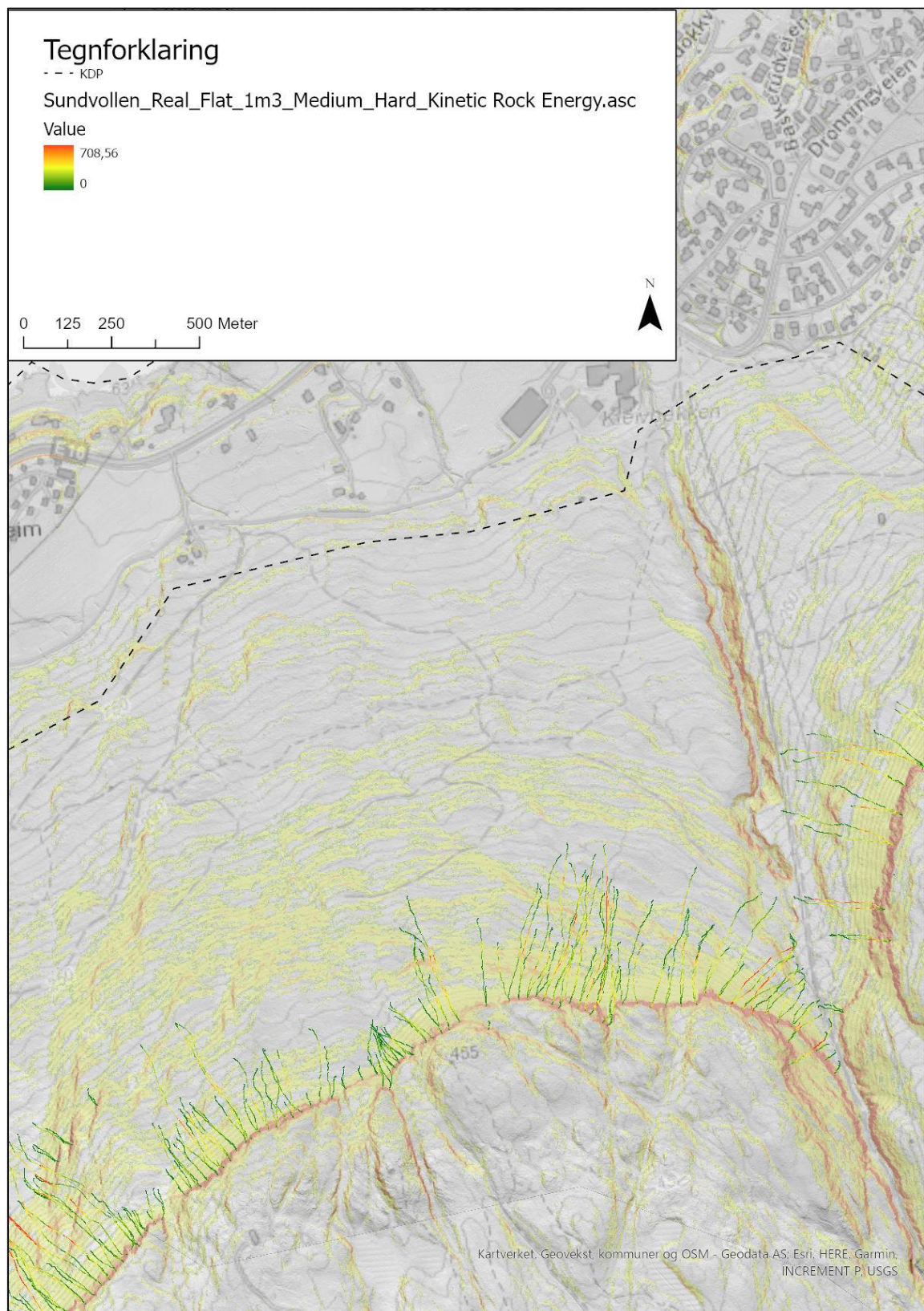
Figur 42: Snøskredsimulering, midt.



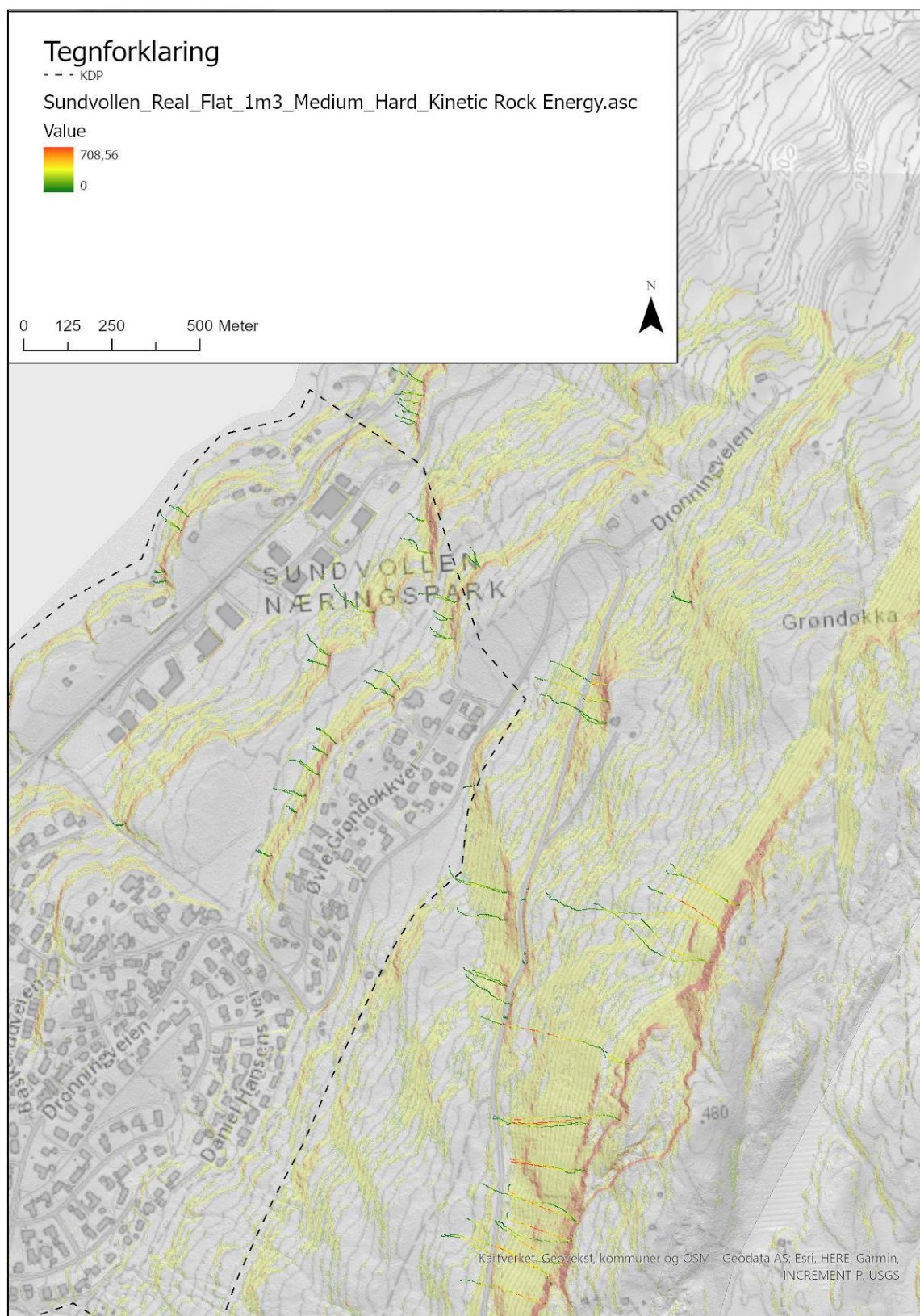
Figur 43: Snøskredsimulering, nord.



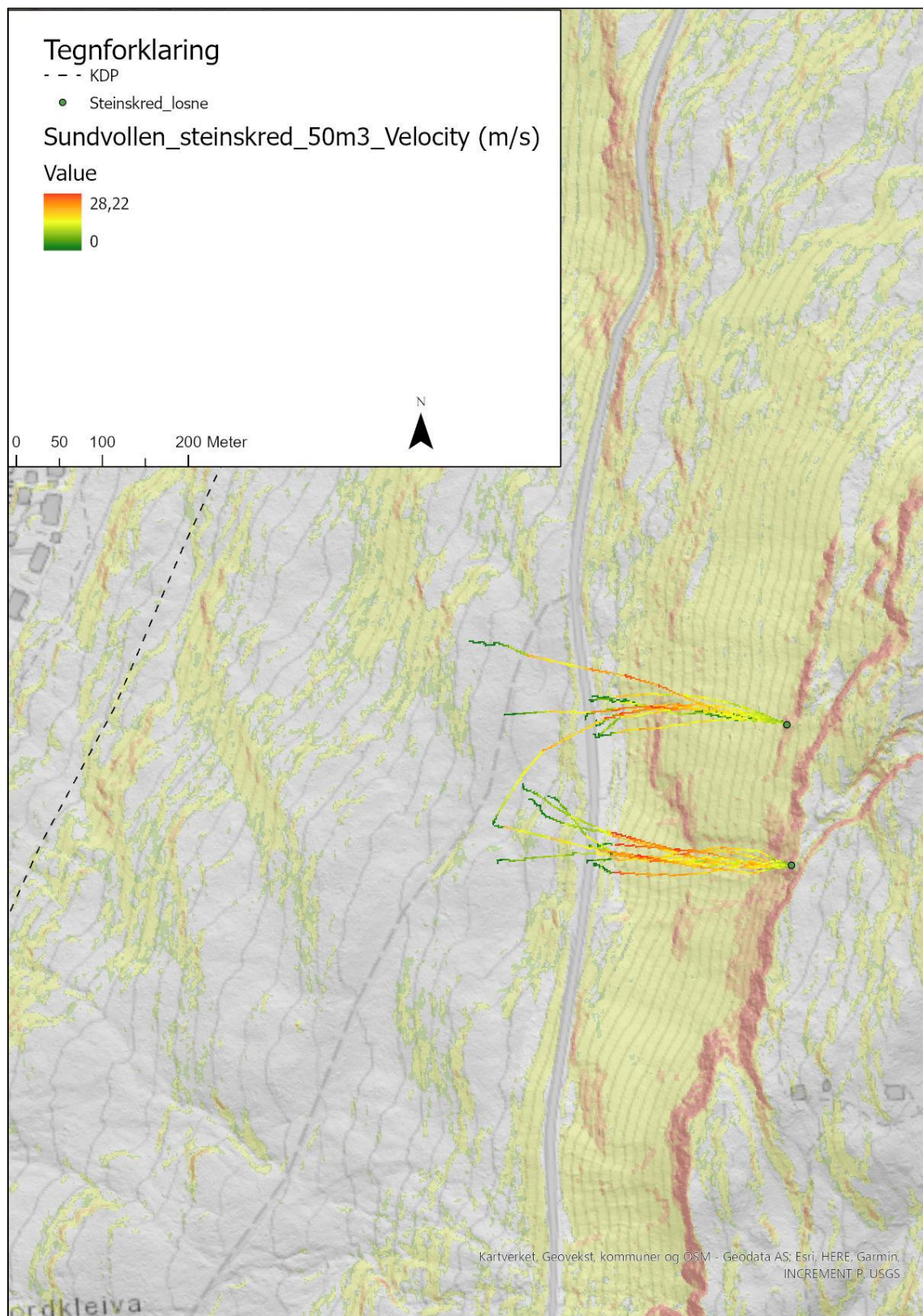
Figur 44: Steinsprangsimulering, vest. Tegnforklaring representerer modellresultat i kJ.



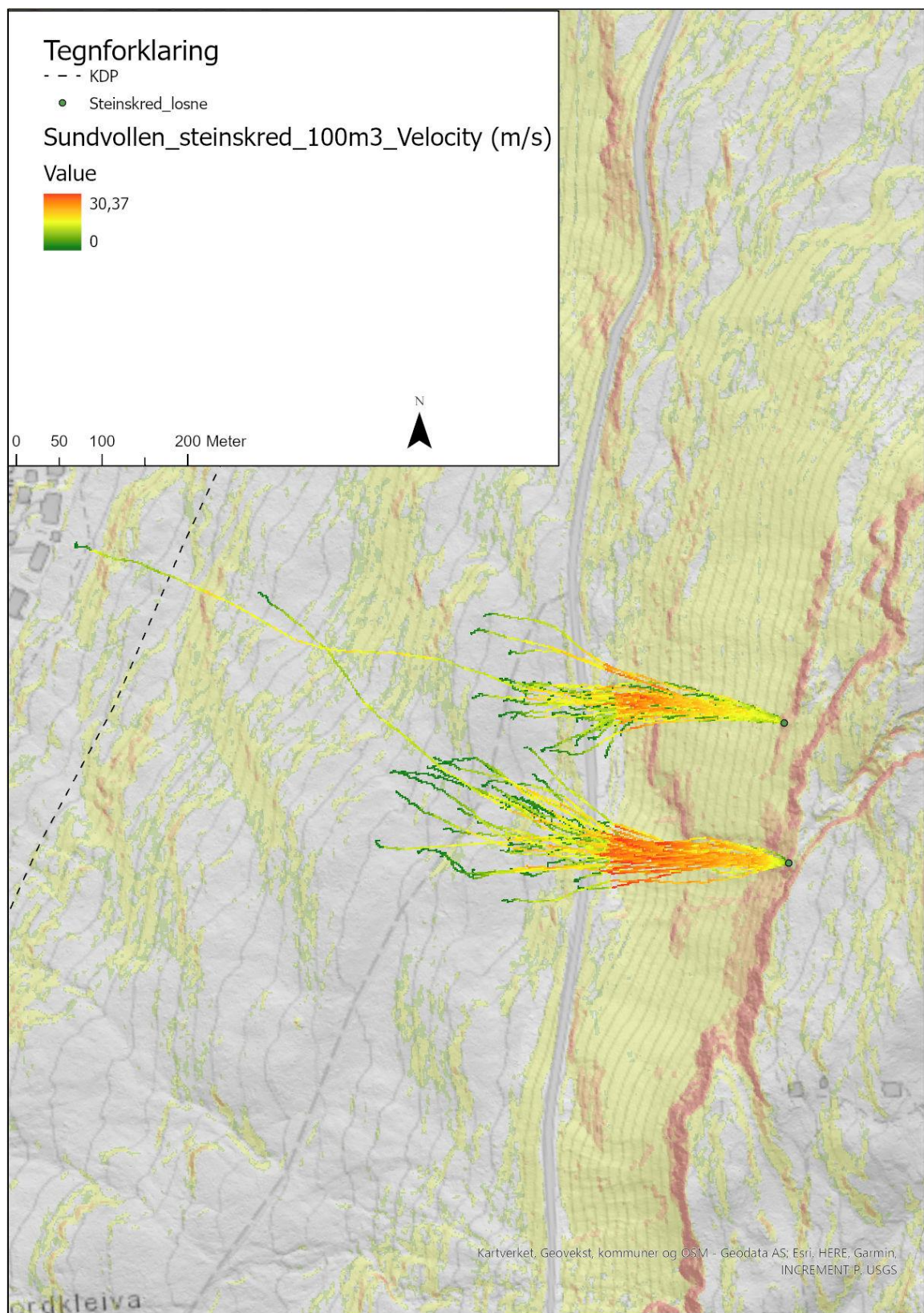
Figur 45: Steinsprangsimulering midt. Tegnforklaring representerer modellresultat i kJ.



Figur 46: Steinsprangsimulering. Tegnforklaring representerer modellresultat i kJ.

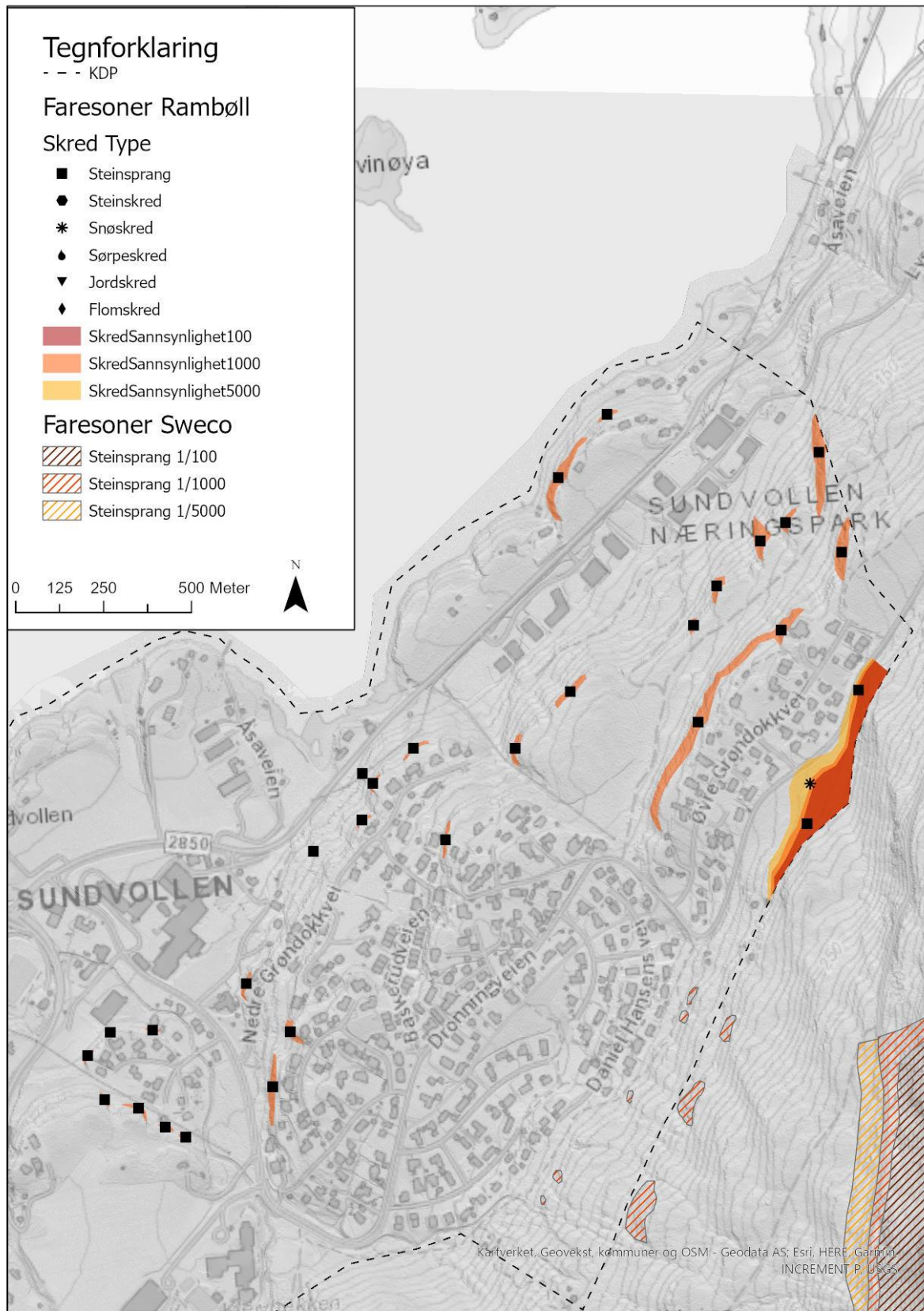


Figur 47: Steinskredsimulering. Tegnforklaring representerer modellresultat i m/s.



Figur 48: Steinskredsimulering. Tegnforklaring representerer modellresultat i m/s.

6.6 Vedlegg – Faresoner



Figur 49: Faresonekart.

6.7 Vedlegg - Egenerklæringsskjema

Se PDF-vedlegg.