

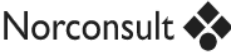
# Reguleringsplan for Skoglund–Lailasletta

## Skredfarevurdering

---

PlanID: 2023003

Saksnr.: 23/1746

| Prosjekttittel  |             |               | Dokumenttittel   |          |                        |          |
|---|-------------|---------------|--|----------|------------------------|----------|
| Aker Narvik<br>Skoglund–Lailasletta   |             |               | Reguleringsplan for Skoglund–Lailasletta<br>Skredfarevurdering |          |                        |          |
| Dokumentnr.   |             |               |  |          |                        |          |
| NOKV-104-HSE-REP-00024  |             |               |  |          |                        |          |
| Fagrapport (utarbeidet av Norconsult)   |             |               |  |          | Approver (Aker Narvik) |          |
|  |             |               |  |          |                        |          |
| Dato  | Versjonsnr. | Utarbeidet av | Fagkontrollert   | Godkjent | Kontrollert            | Godkjent |
| 05.04.2024  | J01         | MaLAn         | GunHaa   | SIGPLA   |                        |          |
| 10.04.2024  | J02         | MALAN         | GUNHAA   | SIGPLA   |                        |          |
|   |             |               |  |          |                        |          |

## Sammendrag

---

Prosjekt: Skoglund – Lailasletta  
Dokumenttittel: Skredfarevurdering  
Dokumentnr: NOKV-104-HSE-REP-00024

Versjonsnr: 01  
Dato: 04/05/2024  
Side: 2 of 70

Norconsult Norge AS har på vegne av Aker Narvik utført en skredfarevurdering i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for anlegg for ammoniakk- og hydrogenproduksjon lokalisert i Bjerkvik, Narvik kommune. Planene omfatter produksjonsanlegg på industriområdet Skoglund i Kvanndalen, tilhørende kaianlegg på Lailasletta og rørgate mellom lokasjonene. Deler av området er berørt av aktsomhetsområder for skred utarbeidet av NVE. Det er derfor utført en utredning av skredfare fra bratt terreng i henhold til NVEs veileder (versjon 12.11.2020). Produksjonsanlegget, tilhørende lagringstanker og rørgater for transport av kjemikalier er omrammet av storulykkeforskriften, og er definert i sikkerhetsklasse S3 i henhold til §7-3 Byggeteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (PBL). Det er derfor utført en vurdering for sikkerhetsklasse S3 for de aktuelle områdene, der største tillatte årlige nominelle sannsynlighet for skred er 1/5000.

Vurderingen konkluderer med at deler av kartleggingsområdet på industriområdet Skoglund ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til sikkerhetskravet som er satt ( $p \leq 1/5000$ ). Det er derfor utarbeidet faresonekart over aktuelle områder, der snøskred, flomskred og jordskred er vurdert å være dimensjonerende skredtyper for faresonene. Faresonene er hovedsakelig konsentrert rundt elve- og bekkeløp i den vestlige delen av kartleggingsområdet, øvrige deler av det kartlagte området har tilstrekkelig sikkerhet mot skred. Det er ikke utarbeidet faresoner for sikkerhetsklasse S1 og S2. Hvis det er ønskelig å plassere byggverk definert i disse sikkerhetsklasse innenfor faresoner må det utarbeides faresoner for S1 ( $p \leq 1/100$ ) og S2 ( $p \leq 1/1000$ ). Sweco utførte i 2017 en skredfarevurdering for deler av industriområdet på Skoglund. Det ble konkludert med at deler av det vurderte området ikke tilfredsstillende krav til sikkerhet mot skred, og det ble utarbeidet faresonekart. I henhold til NVEs veileder (ver. 12.11.2020) kan eksisterende faresoner kun evalueres og revideres dersom det foreligger grunnlag til det. Norconsult har vurdert at det ikke er grunnlag for å endre på faresonene, og disse er derfor en del av det endelige faresonekartet som er utarbeidet.

Skredfareutredningen ble i all hovedsak utført i 2022, med en innledende skrivebordsstudie om våren og befaring og utfyllende vurderinger gjennom høsten. Rapporten ble etter ønske fra oppdragsgiver utarbeidet på engelsk. Reguleringsplan sendes på høring våren 2024, og i forbindelse med dette er den opprinnelige rapporten oversatt til norsk. Det har siden skredfarevurderingen ble ferdigstilt i 2022 foregått videre prosjektering og detaljering av layout og løsning for produksjonsanlegg og rørgatetunnel, i tillegg til at det er utført permanente terrengendringer på industriområdet Skoglund. Det har derfor vært behov for å gjøre enkelte supplerende vurderinger vinteren 2024, som opprinnelig ble presentert i en egen rapport, men er nå innlemmet i den oversatte hovedrapporten. Plangrensen rundt industriområdet er utvidet noe i sør etter at kartleggingsområdet for skredfarevurderingen ble definert, dette området er derfor ikke vurdert i denne skredfareutredningen.

Det er ikke definert aktsomhetsområder for skred der kaianlegget på Lailasletta planlegges etablert. Det er heller ikke observert potensielle løsneområder som vurderes å kunne gi skred med utløp til dette kartleggingsområdet. Det er registrert ustabile fjellparti i fjordsystemet utenfor Bjerkvik i NGU sin database, men fare- og risikoklassifiseringen av disse objektene er ikke ferdigstilt og publisert. I henhold til informasjon mottatt fra NVE kan et fjellskred fra Rombakstøtta nå fjorden og forårsake en flodbølge som kan nå Bjerkvik. Foreløpig modellering av utbredelse til en eventuell flodbølge indikerer at oppskyllingshøyde i Bjerkvik kan være omkring 4 m. NVE har, basert på foreliggende informasjon, vurdert at sannsynligheten for et fjellskred og påfølgende sekundær flodbølge med utbredelse til Lailasletta er  $\leq 1/5000$ . På bakgrunn av dette konkluderes det med at planområdet på Lailasletta har tilstrekkelig sikkerhet mot skred iht. sikkerhetskravet for sikkerhetsklasse S3.

## Innhold

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introduksjon</b>                                     | <b>6</b>  |
| 1.1      | Bakgrunn  | 6         |
|          | <i>Rørgate 7</i>  |           |
|          | <i>Lallasletta – Kaianlegg</i>                          | 7         |
|          | <i>Planlagt tiltak</i>                                  | 9         |
| 1.2      | Rapportens oppbygning                                   | 10        |
| 1.3      | Utførte undersøkelser                                   | 11        |
| 1.4      | Gjeldende retningslinjer og styrende dokumenter         | 11        |
| 1.5      | Restrisiko  | 12        |
| 1.6      | Forutsetninger for skredfarevurdering                   | 12        |
| 1.7      | Tilgjengelige data                                      | 13        |
| <b>2</b> | <b>Eksisterende grunnlag</b>                            | <b>14</b> |
| 2.1      | Aktsomhetskart for skred                                | 14        |
| 2.2      | Historiske hendelser                                    | 16        |
| 2.3      | Eksisterende skredfarevurderinger og faresonekart       | 19        |
| 2.4      | Klimadata   | 21        |
| 2.5      | Ustabile fjellpartier                                   | 24        |
| <b>3</b> | <b>Skoglund - områdebeskrivelse</b>                     | <b>25</b> |
| 3.1      | Topografi og terrenghelning                             | 25        |
| 3.2      | Vannveier   | 26        |
| 3.3      | Skog  | 27        |
| 3.4      | Berggrunn og kvartærgeologi                             | 29        |
| <b>4</b> | <b>Skoglund - Feltobservasjoner</b>                     | <b>31</b> |
| 4.1      | Vannveier   | 34        |
| <b>5</b> | <b>Skoglund - Numerisk modellering</b>                  | <b>36</b> |
| 5.1      | Snøskred  | 36        |
|          | <i>RAMMS Avalanche</i>                                  | 36        |
|          | <i>Alfa Beta-modell</i>                                 | 38        |
|          | Snøsky fra snøskred                                     | 38        |
| 5.2      | Steinsprang   | 39        |
| <b>6</b> | <b>Vurdering av skredfare</b>                           | <b>41</b> |
| 6.1      | Lallasletta og rørgate - Fjellskred og sekundæreffekter | 41        |
| 6.2      | Skoglund - Steinsprang og steinskred                    | 41        |
| 6.3      | Skoglund - Jordskred                                    | 42        |



|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 6.4       | Skoglund - Flomskred  | 43        |
| 6.5       | Skoglund - Snøskred   | 44        |
| 6.6       | Skoglund - Sørpeskred   | 44        |
| 6.7       | Skog med betydning for skredfare  | 45        |
| <b>7</b>  | <b>Skoglund – Faresoner før terrengendringer</b>  | <b>47</b> |
| 7.1       | Sikringstiltak  | 50        |
| <b>8</b>  | <b>Skoglund – vurdering etter permanente terrengendringer</b>                           | <b>51</b> |
| 8.1       | Utførte permanente terrengendringer   | 51        |
|           | <i>Område 1</i>   | <i>52</i> |
|           | <i>Område 2</i>   | <i>52</i> |
|           | <i>Område 3</i>   | <i>52</i> |
|           | <i>Område 4</i>   | <i>52</i> |
|           | Vurdering av faresoner for skred etter permanent terrengendring                         | 52        |
|           | <i>Område 1</i>   | <i>52</i> |
|           | <i>Område 2</i>   | <i>53</i> |
|           | <i>Område 3</i>   | <i>53</i> |
|           | <i>Område 4</i>   | <i>53</i> |
| <b>9</b>  | <b>Faresoner for skred etter permanente terrengendringer</b>                            | <b>54</b> |
| <b>10</b> | <b>Konklusjon</b>   | <b>55</b> |
| <b>11</b> | <b>Vurderinger for rørgate Skoglund - Lailasletta</b>                                   | <b>56</b> |
| 11.1      | Vurdering av sikringstiltak for rørgate i grøft   | 56        |
|           | <i>Beskrivelse av grøfteutforming og -strekning for Alternativ 3 Sør</i>                | <i>56</i> |
|           | <i>Modellering av snøskred</i>  | <i>58</i> |
|           | <i>RAMMS Avalanche – input</i>  | <i>58</i> |
|           | <i>RAMMS Avalanche resultater</i>   | <i>60</i> |
|           | <i>Anbefalt løsning for sikring av ammoniakkrør</i>                                     | <i>60</i> |
|           | Tunneltverrslag Vollan  | 61        |
|           | <i>Beskrivelse</i>  | <i>61</i> |
|           | <i>Gjeldende retningslinjer og styrende dokumenter og regelverk for planlagt tiltak</i> | <i>62</i> |
|           | <i>Eksisterende faresoner for skred</i>   | <i>64</i> |
|           | <i>Vurdering av riggområde og anleggsarbeider ved tverrslag</i>                         | <i>64</i> |
| <b>12</b> | <b>Videre arbeid</b>  | <b>66</b> |
| <b>13</b> | <b>Vedlegg</b>  | <b>67</b> |
| <b>14</b> | <b>Referanser</b>   | <b>68</b> |

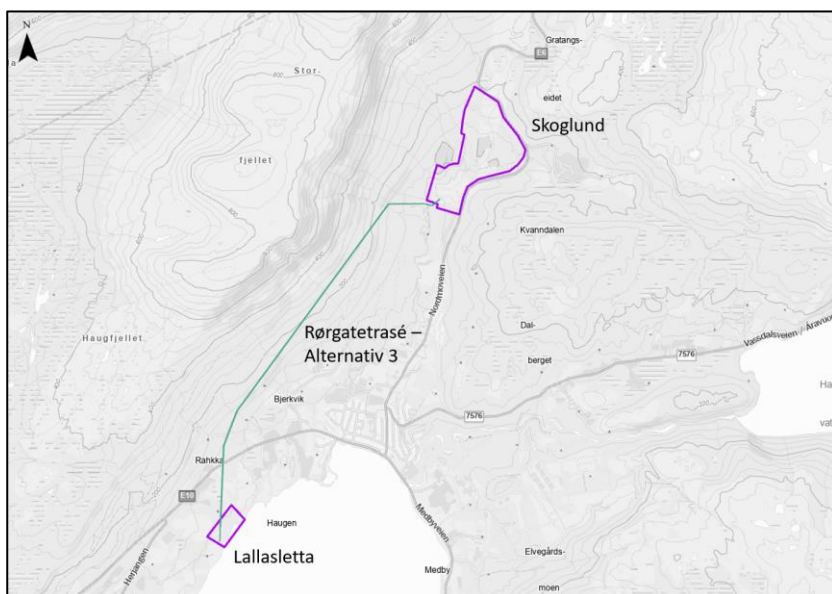
# 1 Introduksjon

## 1.1 Bakgrunn

Norconsult har på oppdrag fra Aker Narvik utarbeidet reguleringsplan i forbindelse med etablering av nytt ammoniakk- og hydrogenanlegg i Kvanndalen nord for Bjerkvik i Narvik kommune, Nordland fylke. Planene omfatter også et kaianlegg på Lallasletta, vest for Bjerkvik og en rørgate mellom de to lokasjonene (Figur 1). I forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan er det utført en skredfarevurdering av industriområdet Skoglund i Kvanndalen, da området er definert innenfor aktsomhetsområder for skred utarbeidet av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). I henhold til plan- og bygningsloven skal det gjennomføres en skredfarevurdering for områder, kravene til sikring mot skred er gitt i teknisk byggeforskrift (TEK 17 §7-3) [1]. Denne rapporten er utført etter NVEs veileder for utredning av sikkerhet mot skred fra bratt terreng, og er utført for sikkerhetskrav tilhørende sikkerhetsklasse S3 gitt i TEK17. Øvrige sikkerhetsklasser er ikke vurdert i denne rapporten, dette etter ønske fra oppdragsgiver.

Arbeidet med skredfarevurderingen ble startet med skrivebordsstudie og innledende vurderinger våren 2022, og påfølgende befaring og tilhørende utarbeidelse av hovedrapport høsten 2022. Våren 2024 skal planbeskrivelse ferdigstilles, og det ble samtidig utført enkelte supplerende skredfaglige vurderinger. Denne rapporten er en sammenstilling av de skredfaglige vurderingene. Se avsnitt *'Rapportens oppbygning'* for mer utfyllende beskrivelse.

Kartleggingsområdet og påvirkningsområdet for kartleggingsområdet på Skoglund er gitt i Figur 2. Kartleggingsområdet er området der byggverk skal etableres, og påvirkningsområdet er det området som kan generere skred inn mot kartleggingsområdet.



Figur 1: Oversiktskart som viser kartleggingsområdene ved Skoglund og Lallasletta samt rørgatetrasé mellom lokasjonene.

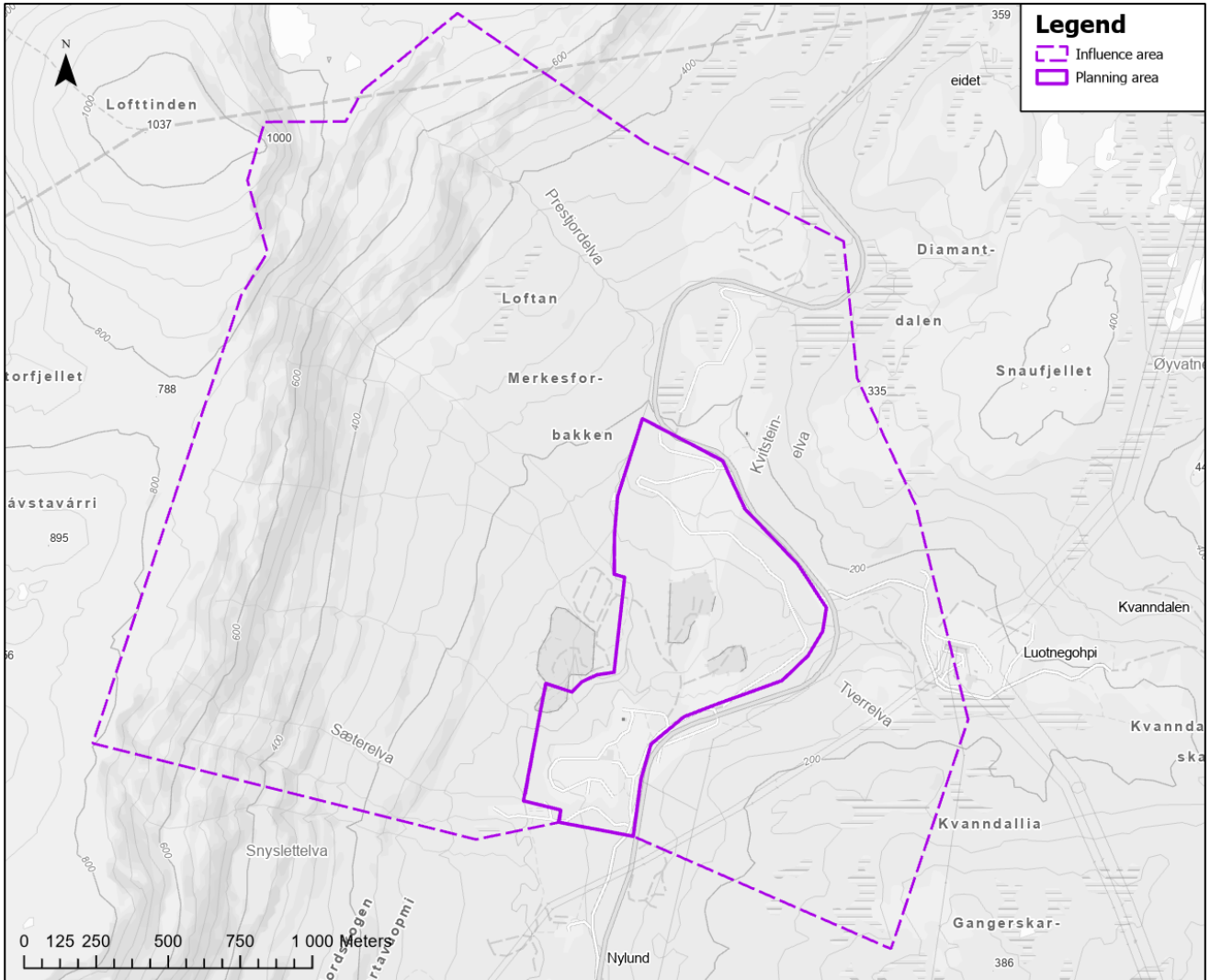
## **Rørgate**

Trasé, utforming og gjennomførbar løsning for rørledningen er ikke avklart. Det utarbeides derfor ikke en rapport som oppfyller kravene i NVEs retningslinjer, herunder faresonekart, for hele den aktuelle traséen. En foreløpig vurdering av skred- og farerisiko langs den foreslåtte rørgaten ble presentert i fase en av prosjektet ('52204481\_G-MEM-001\_Preliminary evaluering av rørledning routing\_Kvanndal – Lallasletta'). Traseen ble vurdert under feltarbeidet, og foreliggende løsning på tidspunktet for feltarbeidet (august 2022) er kort evaluert i notatet '52204481\_K-MEM-010\_Site mapping-Lallasletta, Kvanndalen and pipeline trasé'.

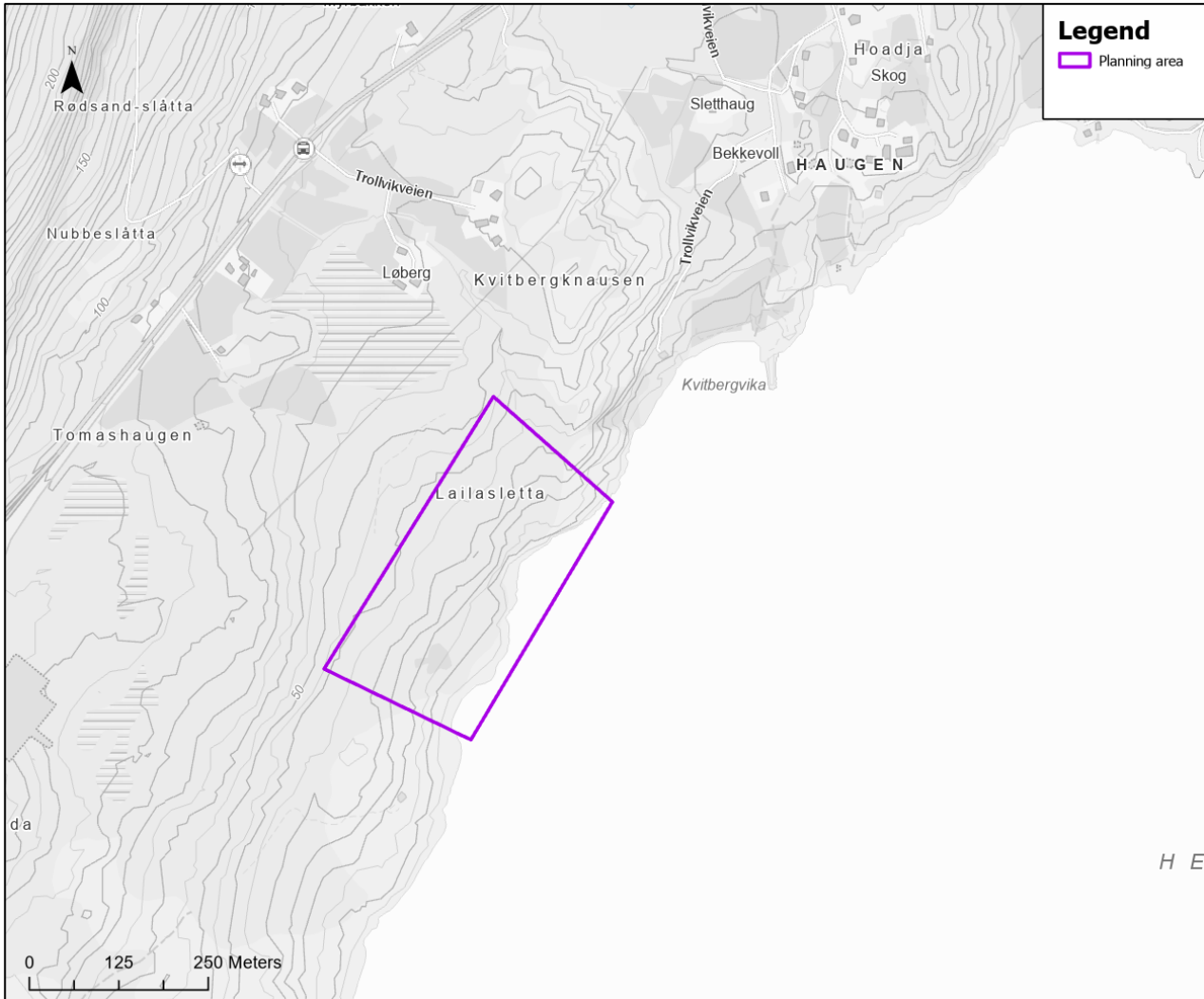
Rørgatetraséer vist i figurene i denne rapporten er forslag til traséer i fase 1 av prosjektet, og på det tidspunktet feltarbeidet (august 2022) ble utført.

## **Lallasletta – Kaianlegg**

Kartleggingsområdet på Lallasletta, vist i Figur 3, er ikke berørt av NVEs aktsomhetsområder for skred, men risikoen for påvirkning fra ustabile fjellparti og mulige sekundære effekter (flodbølge) må også vurderes da området ligger på nivå med fjorden. Det foreslåtte anlegget på Lallasletta er omrammet av storulykkeforskriften, og inngår i sikkerhetsklasse S3 definert i TEK17 § 7-3 annet ledd. Kartleggingsområdet på Lallasletta inngår derfor i evalueringen av ustabile fjellområder og mulige sekundærvirkninger (flodbølge), presentert i avsnitt 2.5 og 6.1.



Figur 2: Kart som viser kartleggingsområdet og påvirkningsområdet på Skoglund i Kvanndalen.



Figur 3: Kart som viser foreslått planområde på Lailasletta.

### Planlagt tiltak

Det planlagte tiltaket på kartleggingsområdet Skoglund i Kvanndalen i Bjerkvik er under prosjektering. Den foreløpige situasjonsplanen er presentert i dette kapittelet og er basert på informasjon mottatt fra Aker Narvik. Foreløpig layout på hydrogen- og ammoniakkanlegg samt annen utnyttelse av industriområdet på Skoglund per mars 2024 er vist i Figur 4. Se ellers planbeskrivelse utarbeidet ifm. reguleringsplan (NOKV-104-PNA-PLA-00004 *Planbeskrivelse Skoglund-Lailasletta*).





Figur 4: Foreløpig layout på produksjonsanlegg og annen utnyttelse av industriområdet på Skoglund. Figur hentet fra planbeskrivelse.

## 1.2 Rapportens oppbygning

Skredfareutredningen ble i all hovedsak utført i 2022, med en innledende skrivebordsstudie før området var snøfritt om våren og befaring og utfyllende vurderinger gjennom høsten. Rapporten ble etter ønske fra oppdragsgiver utarbeidet på engelsk. Rapporten ble oppdatert med endringene i TEK17 § 7-3 første ledd, publisert og gjeldende fra 01.09.2022. Etter endringene er byggverk omrammet av storulykkeforskriften ikke lenger underlagt restriksjoner og sikkerhetskrav i første ledd i § 7-3 TEK17. Byggverk som er omrammet av storulykkeforskriften er nå underlagt TEK17 § 7-3 annet ledd.

Reguleringsplan sendes på høring våren 2024, i forbindelse med dette er den opprinnelige rapporten oversatt til norsk. Det har siden skredfarevurderingen ble ferdigstilt i 2022 foregått videre prosjektering og detaljering av layout og løsning for produksjonsanlegget og rørgatetunnel, i tillegg til at det er utført permanente terrengendringer på industriområdet Skoglund. Det har derfor vært behov for å gjøre enkelte supplerende vurderinger vinteren 2024, disse ble opprinnelig presentert i en egen rapport og er nå innlemmet i den oversatte hovedrapporten.

- Kap. 1 – 7: Vurderinger fra hovedrapporten utarbeidet i 2022, men med enkelte oppdateringer. Skredfarevurdering for Skoglund samt vurdering av ustabile fjellparti og sekundær effekt for Lallasletta.
- Kap. 8 - 9: Beskrivelse av utførte terrengendringer og vurderinger knyttet til disse. Revisjon av faresoner i sørlig del av området. Hentet fra supplerende vurderinger utført i 2024.
- Kap. 10: Konklusjon og presentasjon av gjeldende faresonekart over området.
- Kap. 10: Vurderinger knyttet til rørledningsgate. Hentet fra supplerende vurderinger utført i 2024.

### 1.3 Utførte undersøkelser

Den foreløpige vurderingen av rørledningstraséen var basert på en skrivebordsstudie som inkluderte gjennomgang og studie av tilgjengelige kart og informasjon fra offentlig tilgjengelige databaser. Arbeidet omfattet også kontakt med NGU om ustabile fjellpartier og fjellskredgenererte flodbølger.

Feltkartleggingen ble utført av ingeniørgeologene Henrik Langeland og Martine Lund Andresen 3. og 4. august 2022. Det var oppholdsvær, med sol og temperatur rundt 15 ° C den første dagen, men overskyet og regn den andre dagen. Tom-Vegard Olufsen og Svein Storrвик, begge Norconsult, var også med på deler av befaringen. Påvirkningsområdet ble undersøkt til fots, med hovedfokus på bekker i fjellsiden og tilhørende terrengforsenkninger, løснеområder og utløpsområder for snøskred. Det ble gjort registrering av spor etter erosjon, ustabile løsmasseavsetninger, skredaktivitet og -avsetninger og vannveier utenfor registrerte bekker og elver. Observasjonene ble registrert i appen ArcGIS Field Maps.

### 1.4 Gjeldende retningslinjer og styrende dokumenter

Sikkerhetskravene som skal legges til grunn ved regulering og byggesak, er gitt i plan- og bygningsloven (PBL) §§ 28-1 og 29-5 med tilhørende byggteknisk forskrift (TEK17) §7-3 «Sikkerhet mot skred» [1].

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» beskriver hvordan skredfare bør utredes og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan brukes til å identifisere skredfareområder [2]. Til retningslinjene er NVEs veileder (versjonsdato 12.11.2020) «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak» tilknyttet, som gir anbefalinger til hvordan skredfare bør vurderes og kartlegges i bratt terreng på ulike plannivå etter PBL [3].

I henhold til TEK17 skal byggverk og tilhørende uteareal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred slik at nominell årlig sannsynlighet ikke overskrider kravet til sikkerhetsklassen som tiltaket tilhører, se Tabell 1.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområder [1].

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

Retningsgivende eksempler til bestemmelse av sikkerhetsklasse er beskrevet i TEK17. Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.

I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Eksempel er garasjer, uthus, båtnaust, mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold. Enkelte mindre tilbygg, påbygg, ombygging og bruksendringer er omfattet av sikkerhetsklasse S1.

I S2 inngår byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser ved skredhendelser. Eksempel er boliger med maksimalt 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerygg/overnattingssted der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, driftsbygninger i landbruket, parkeringshus og hamneanlegg.

I S3 inngår byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, og/eller der skred vil føre til store økonomiske og/eller samfunnsmessige konsekvenser. Eksempel er byggverk med flere boenheter og personer enn i S2, i tillegg til skoler, barnehager, sykehjem og lokale beredskapsinstitusjoner.

De foreslåtte anleggsarbeidene på Skoglund inkluderer anlegg både for ammoniakk- og hydrogenproduksjon. Anleggene er omrammet av storulykkeforskriften. Fra 01.09.2022 er det endringer i TEK17 som innebærer at slike anlegg ikke lenger omfattes av bestemmelser i § 7-3 første ledd i TEK17. På grunn av endringene i TEK17 kan storulykketiltak klassifiseres i sikkerhetsklassene definert i annet ledd i §7-3, noe som betyr at de planlagte anleggene kan vurderes på bakgrunn av konsekvens. I dette prosjektet er anleggene underlagt sikkerhetsklasse S3, med største nominelle årlige sannsynlighet 1/5000. Øvrige bygninger i anlegget og andre tiltak/byggverk innenfor kartleggingsområdene, som ikke omfattes av storulykkeforskriften, vil være underlagt de respektive sikkerhetsklassene og kravene i § 7-3 annet ledd i TEK17. Kaiområdet på Lailasletta og rørledningen mellom områdene er også omrammet av storulykkeforskriften og er derfor definert i sikkerhetsklasse S3.

Skredfareutredningen omfatter vurdering for sikkerhetsklasse S3 definert i TEK17.

## 1.5 Restrisiko

Plan og bygningsloven med tilhørende byggt teknisk forskrift TEK17 [1] definerer hvor stor risiko (nominell årlig sannsynlighet) for skred som kan aksepteres, og dette gjenspeiles i de ulike sikkerhetsklassene for skred. Kravene i forskriften er formulert ut ifra at desto større konsekvensen av skred kan være, desto lavere nominell årlig sannsynlighet for skred kan aksepteres.

Nominell årlig sannsynlighet er per definisjon i TEK17 vurdert ut ifra en enhetsbredde definert av en tomtebredde angitt til 30 meter. Regelverkets krav til største nominelle årlige sannsynlighet for skred medfører at maksimale utløpslengder for skred vil være lenger enn fastsatte faresonegrenser. Ut ifra gjeldende regelverk vil det derfor være en restrisiko for skred utover faresonegrensene.

## 1.6 Forutsetninger for skredfarevurdering

Denne skredfarevurderingen er basert på terreng, klimatiske forhold og vegetasjonsforhold på vurderingstidspunktet. Skredfarevurderingen benytter metodikk, kunnskap og verktøy som da er tilgjengelig. Ifølge NVEs retningslinjer kan det være nødvendig å gjøre en ny vurdering dersom forutsetningene for vurderingen endres, eller ny kunnskap eller nye verktøy gjøres tilgjengelig. [4]

Skredfarevurderingen omfatter kun vurdering av skred i naturlig bratt terreng i henhold til krav i NVE-veilederen og følgende vurderes ikke; [4]

- Fyllinger, skjæringer (løsmasse og berg), murer eller andre antropogene element (menneskeskapte) som kan medføre fare.



- Kvikkleireskredfare eller sikringstiltak mot dette.
- Byggverks mekaniske motstand og stabilitet, herunder grunnforhold og sikkerhetstiltak under bygging (§10 TEK17).

Rapporten omfatter kun skredfarevurdering for sikkerhetsklasse S3 definert i TEK17 [1]

## 1.7 Tilgjengelige data

Skredfarevurderingen er basert på tilgjengelige data:

- DTM fra 2017 med 0,5 m oppløsning, Høydedata (<https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>)
- Ortofoto fra 2021, 2018, 2017, 2015, 2013, 2011, 2008, 2006, 2004 og 2003. (<https://www.norgebilder.no/>)
- Kart over berggrunns- og kvartærgeologi (overflatiske avsetninger), NGU (<https://www.ngu.no/en/topic/map-viewers>) [5]
- Skredfarekart og database over historiske skredhendelser, NVE-atlas ([atlas.nve.no](https://atlas.nve.no)) [6]
- Skog- og vann/jordfuktighetsdata fra NIBIO ([www.nibio.no/tjenester](http://www.nibio.no/tjenester)) [7]
- Historiske klimadata i andre rapporter og fra senorge . [8] [9]
- Satellittbaserte deformasjonsmålinger, InSAR ([insar.ngu.no](https://insar.ngu.no)) [5]
- NGUs nasjonale database for ustabile fjellområder ([geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti_mobil/)) [5]
- Rapport fra skredfaresonekartlegging i Narvik kommune, 'Skredfarekartlegging I Narvik kommune', NGI, 2016, *NVE eksternrapport 20/2016* [8]
- Rapport fra skredfarevurdering i Kvanndalen, 'Skredfarevurdering Nordre Bjerkvik næringsområde', 56513001-Geo01, Sweco (2017) [10]

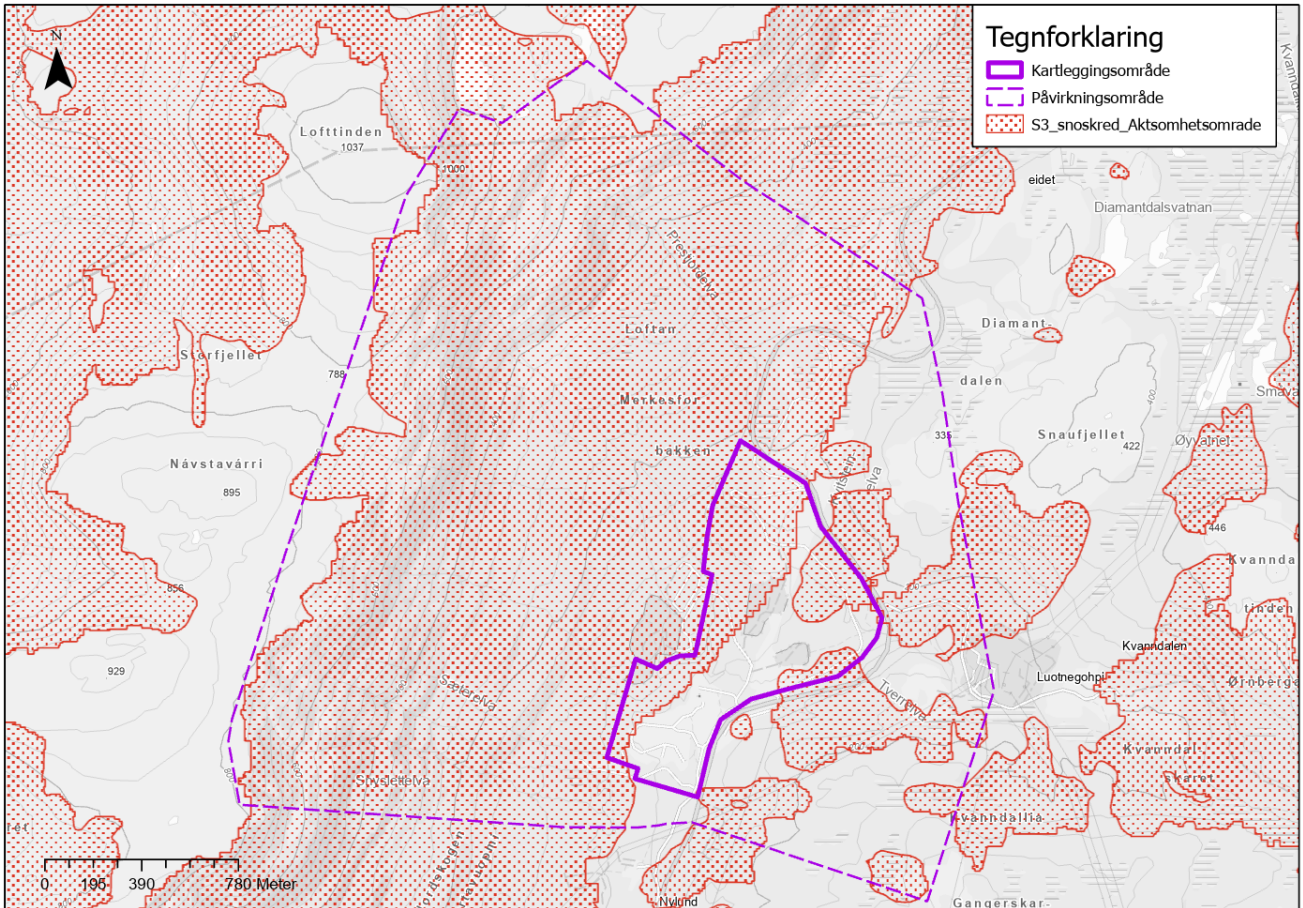
## 2 Eksisterende grunnlag

### 2.1 Aktsomhetskart for skred

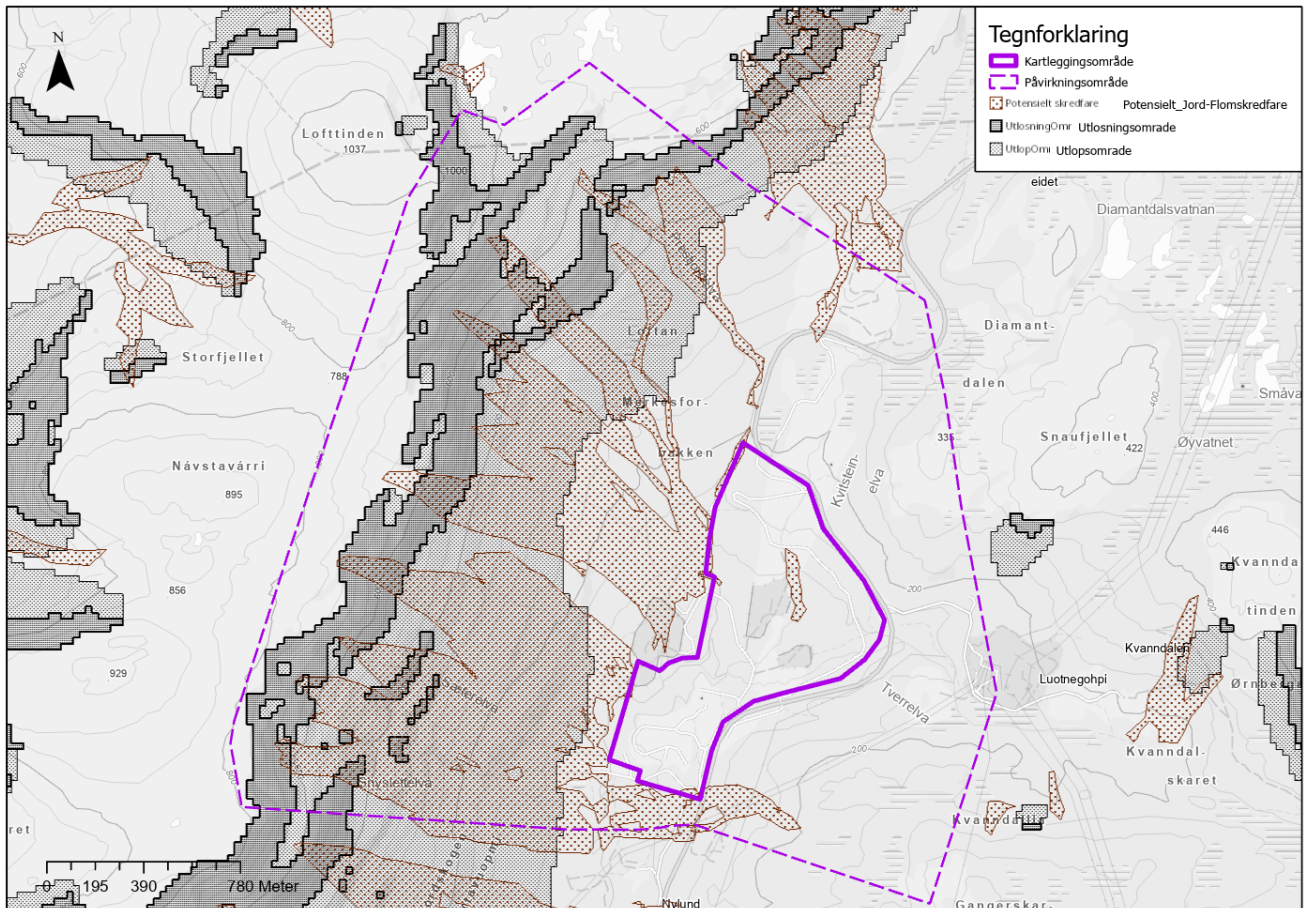
NVE har utarbeidet landsdekkende aktsomhetskart for steinsprang, snøskred og jord- og flomskred for Norge. Kartene viser potensielle fareområder og gir ikke informasjon om sannsynlighet eller hyppighet for skred. Aktsomhetskartene er utarbeidet basert på lavoppløselige terrengmodeller og inkluderer ikke feltkartlegging eller tar hensyn til lokale faktorer som klima-, skog- og detaljerte terrengmodeller – alle områder som modellene teoretisk identifiserer som skredutsatt (terrenghelning) er inkludert i aktsomhetssonene. Enkelte potensielle løsneområder, for eksempel bergskrenter lavere enn 25 m, vil ikke bli identifisert av modellene på grunn av terrengmodellenes oppløsning. [6]

For utvalgte områder har NGI utviklet aktsomhetskart for steinsprang og snøskred, basert på de samme modellene som NVEs kart, i tillegg til noe feltarbeid som inkluderer en overordnet vurdering av terreng, skog og andre lokale faktorer som kan påvirke løsningsansynlighet og utløp. I henhold til NVEs retningslinjer kan NGIs aktsomhetskart benyttes i stedet for NVEs aktsomhetskart for snøskred og steinsprang der disse finnes [6]. I 2023 lanserte NVE nye aktsomhetskart for snøskred (NAKSIN) som erstatter de gamle aktsomhetskartene for sikkerhetsklasse S2 i TEK 17. For tiltak som havner i sikkerhetsklasse S3 anbefaler NVE at de gamle kartene fortsatt brukes. I NAKSIN kartene blir skog brukt til å fjerne aktuelle løsneområder for snøskred der skogen blir regnet til å være tilstrekkelig tett for å hindre utløsning av skred.

Kartleggingsområdet på Skoglund i Kvanndalen og korridor for rørledningen er definert innenfor aktsomhetsområder for jord- og flomskred, steinsprang og snøskred (Figur 5 og Figur 6).



Figur 5: Aktsomhetskart for snøskred (NAKSIN S3) utarbeidet av NVE.



Figur 6: Aktsomhetskart for steinsprang og jord- og flomskred utarbeidet av NVE.

## 2.2 Historiske hendelser

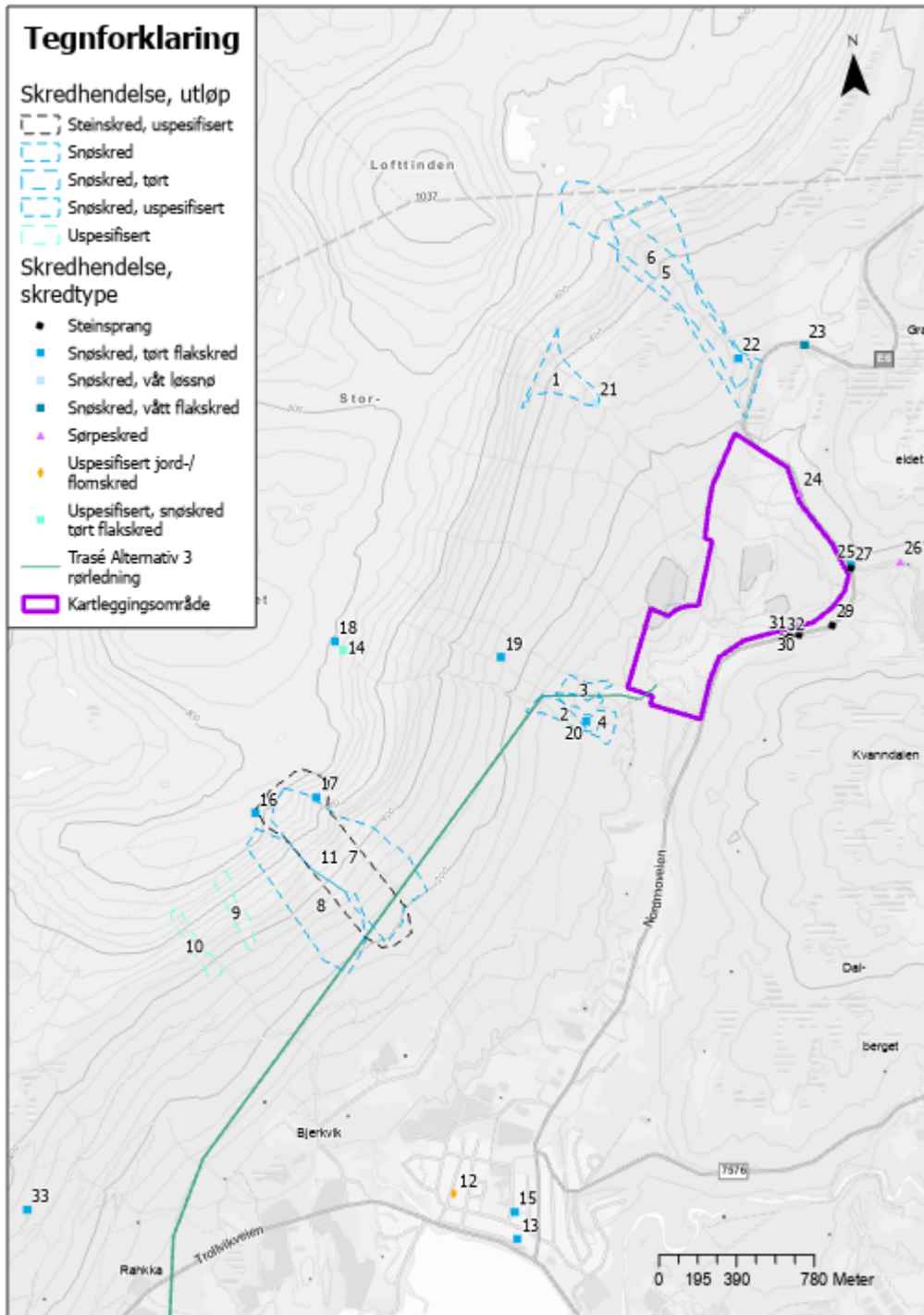
Det er registrert flere historiske skredhendelser i eller i nærheten av den foreslåtte rørgatekorridoren, produksjonsanlegget på Skoglund og kaiområdet på Lailasletta. Hendelser registrert i NVEs database er presentert i Tabell 2 og i Figur 7..

I tillegg til de NVE-registrerte hendelsene beskriver Swecos skredfarevurdering årlige snøskred med utløp til Prestjordelva sør og nord for reguleringskartleggingsområdet i Kvanndalen (Figur 8 og Vedlegg 1). Det beskrives også at snøskred med utløp til skytefeltet «Ola-løa» sør for området er et kjent problem [10]. Under befaringen ble Norconsult informert av grunneier om en snøskredhendelse som nådde bruovergangen til det militære området Storskogmoen. Det ble også informert om et snøskred som hadde gått over Prestjordelva og stoppet lenger øst enn skytefeltet og «Ola-løa». [10]



Tabell 2: Historiske skredhendelser. Hendelsenes lokasjon er presentert i Figur 7.

| Nummer | Skred-/skredtype                     | Frekvens                    | Kilde  |
|--------|--------------------------------------|-----------------------------|--|
| 1      | Snøskred                             | Årlig                       | Sweco 2017 56513001-Geo01                        |
| 2      | Snøskred                             | Årlig                       | Sweco 2017 56513001-Geo01                        |
| 3      | Snøskred                             | Sjelden                     | Sweco 2017 56513001-Geo01                        |
| 4      | Snøskred                             | Sjelden                     | Sweco 2017 56513001-Geo01                        |
| 5      | Snøskred                             | 0,02                        | Statens vegvesen 2017 Naturfarer i DK1816 Ofoten |
| 6      | Snøskred, tørt                       |                             | NGI 2016 20150400-01-R                           |
| 7      | Snøskred, uspesifisert               |                             | NGI 2016 20150400-01-R                           |
| 8      | Snøskred, uspesifisert               |                             | NGI 2016 20150400-01-R                           |
| 9      | Uspesifisert                         |                             | NGI 2016 20150400-01-R                           |
| 10     | Uspesifisert                         |                             | NGI 2016 20150400-01-R                           |
| 11     | Steinsprang, uspesifisert            |                             | NGI 2016 20150400-01-R                           |
| 12     | Uspesifisert jordskred/flomskred     | 1979-07-17                  | NGI 2016 20150400-01-R/NVE Atlas                 |
| 13     | Snøskred, tørt flaskred              | 2015-03-14                  | NGI 2016 20150400-01-R/NVE Atlas                 |
| 14     | Uspesifisert, snøskred tørt flaskred | 2013-01-18                  | NGI 2016 20150400-01-R/NVE Atlas                 |
| 15     | Snøskred, tørt flaskred              | 2020-03-30                  | NVE Atlas  |
| 16     | Snøskred, tørt flaskred              | 2022-03-25                  | NVE Atlas  |
| 17     | Snøskred, tørt flaskred              | 2020-02-22                  | NVE Atlas  |
| 18     | Snøskred, tørt flaskred              | 2016-02-11                  | NVE Atlas  |
| 19     | Snøskred, tørt flaskred              | 2015-03-14                  | NVE Atlas  |
| 20     | Snøskred, tørt flaskred              | 2013-01-18                  | NVE Atlas  |
| 21     | Snøskred, våt, løs snø               | 2014-03-12                  | NVE Atlas  |
| 22     | Snøskred, tørt flaskred              | 2017-02-25                  | NVE Atlas  |
| 23     | Snøskred, tørt flaskred              | 2015-05-08                  | NVE Atlas  |
| 24     | Snø-/sørpeskred                      | 2021-02-28                  | NVE Atlas  |
| 25     | Snøskred, tørt flaskred              | 2017-02-25                  | NVE Atlas  |
| 26     | Snø-/sørpeskred                      | 2022-01-19                  | NVE Atlas  |
| 27     | Steinsprang                          | 2013-09-04                  | NVE Atlas  |
| 28     | Steinsprang                          | 2021-05-09 og<br>2021-05-10 | NVE Atlas  |
| 29     | Steinsprang                          | 2015-03-30                  | NVE Atlas  |
| 30     | Steinsprang                          | 2007-08-26                  | NVE Atlas  |
| 31     | Steinsprang                          | 2014-04-29                  | NVE Atlas  |
| 32     | Steinsprang                          | 2012-09-07                  | NVE Atlas  |
| 33     | Snøskred, tørt flaskred              | 2020-03-30                  | NVE Atlas  |



Figur 7: Kart som viser registrerte historiske hendelser i NVEs database og tilgjengelige eksisterende rapporter. Kartet viser også utløp av registrerte skredhendelser fra NGI- og Sweco-rapporten [11] [10]. Hendelsene er beskrevet i Tabell 1.

### 2.3 Eksisterende skredfarevurderinger og faresonekart

Det er gjennomført faresonekartlegging i områder som overlapper med kartleggingsområdet for produksjonsanlegget i Kvanndalen og rørledningen:

- 2016: 'Skredfarekartlegging i Narvik kommune', NGI, NVE Rapport nr. 20-2016 (2016) [11]
- 2017: 'Skredfarevurdering Nordre Bjerkvik næringsområde', 56513001-Geo01, Sweco (2017) [10]

Begge vurderingene er basert på retningslinjer og styrende dokumenter på tidspunkt for vurderingen.

De eksisterende skredfarevurderingene konkluderer med at sikkerhet mot skred i bratt terreng eller vesentlig ulempe som følge av skred- og skredfare i, for deler av de vurderte områdene ikke er tilstrekkelig iht. sikkerhetskrav. Det er derfor utarbeidet faresonekart for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 i henhold til TEK17 §7-3 annet ledd (**Error! Reference source not found.** og Figur 9). Faresonene definerer hvor byggverk må plasseres utenfor for å oppfylle sikkerhetskravene til den respektive sikkerhetsklassen.

Rørgatekorridoren og de to alternativene datert 15.06.2022 krysser gjennom det kartlagte området i Bjerkvik, og alternativene ligger innenfor områder som er restriksjonsbelagte på grunn av faresoner (**Error! Reference source not found.**). Jord- og flomskred og sørpe-/snøskred vurderes å være dimensjonerende skredtyper.

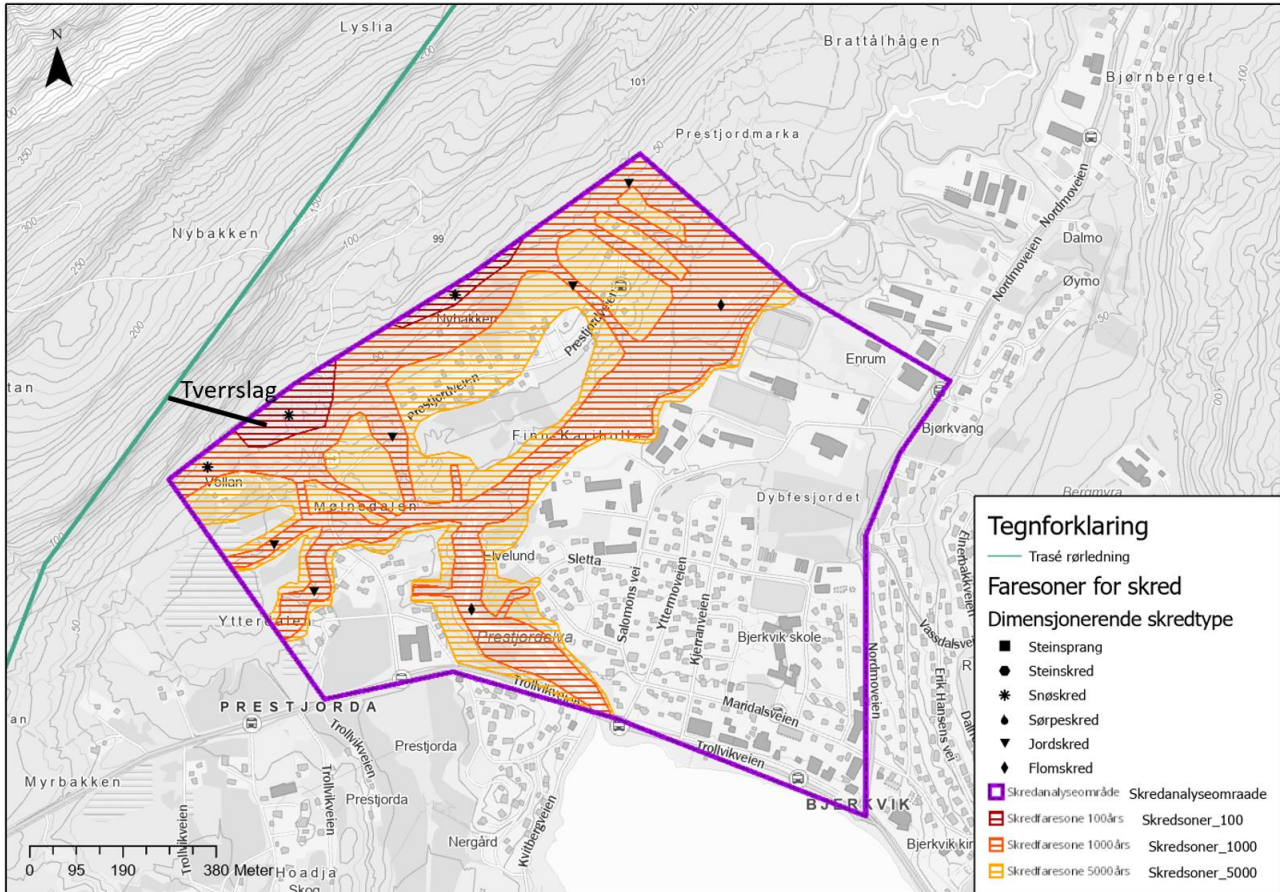
Skoglund i Kvanndalen er også underlagt restriksjoner på grunn av faresoner, med snøskred som dimensjonerende skredtype (Figur 9).

Etttersom det foreslåtte anleggsarbeidet på Skoglund er omrammet av storulykkeforskriften og derfor er underlagt begrensninger på grunn av sikkerhetsklasse S3 i §7-3 punkt 2 i TEK17, må de respektive bygningene i utgangspunktet plasseres utenfor faresonene. På grunn av endringene i TEK17, gjeldende fra 01.09.2022, er sikringstiltak et alternativ.

I henhold til NVEs veileder (ver. 12.11.2020) kan eksisterende faresoner kun evalueres og revideres dersom det foreligger grunnlag til det. NVE lister opp følgende grunner:

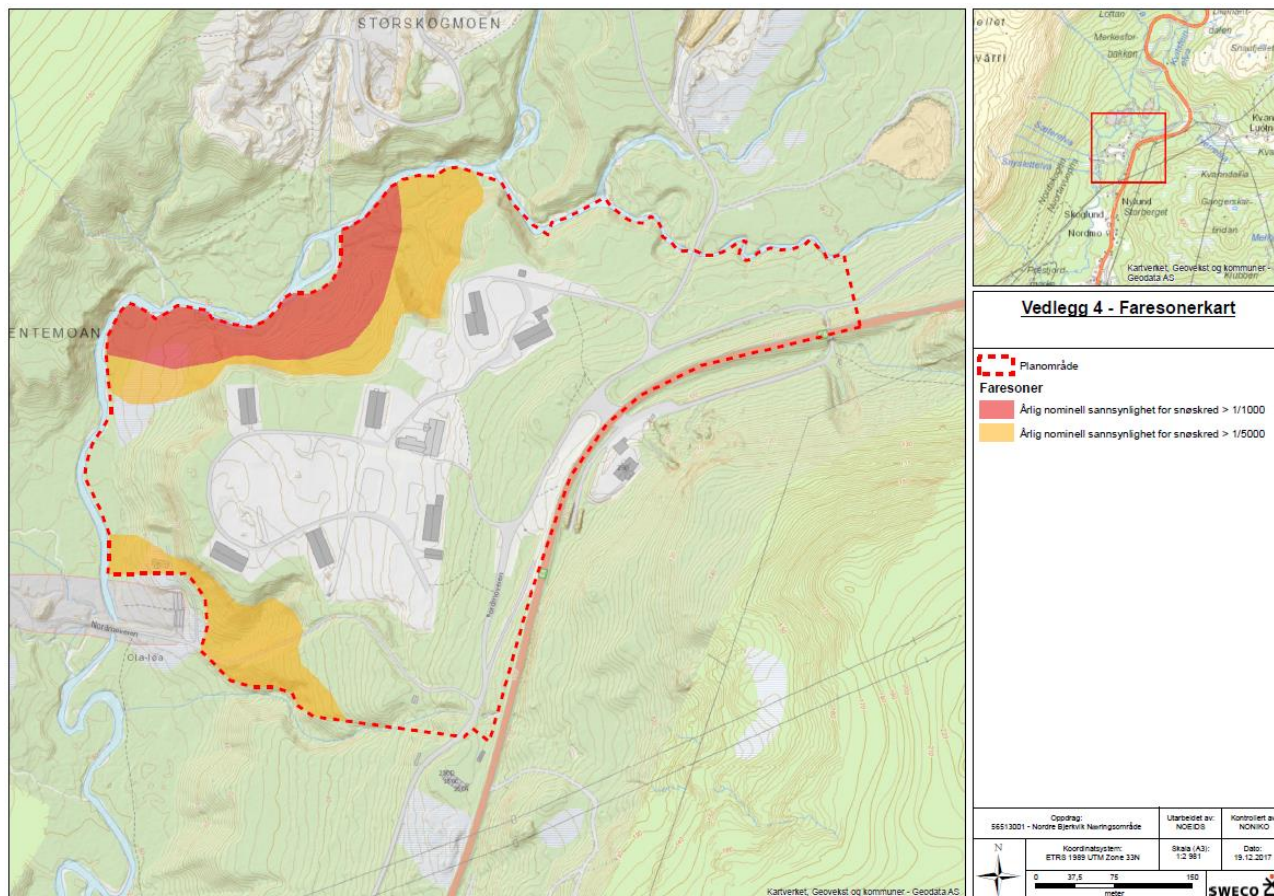
- Endringer i terreng, skog, infrastruktur, klima etc.
- Ny informasjon om. eller nye skredhendelser.
- Nye tilgjengelige metoder (feks. terrengmodell, programvare etc.).
- Feil i eksisterende vurderinger.

Norconsult vurderer at det ikke foreligger tilstrekkelige grunner eller argumenter for å revidere eksisterende faresoner. Disse faresonene er derfor en del av det endelige faresonekartet som er utarbeidet.



Figur 8: Figur som viser faresonekart, tunneltrasé (grønn) og omtrentlig plassering av tverrslag (sort). Tverrslaget ligger innenfor faresone 1/100 (S1).



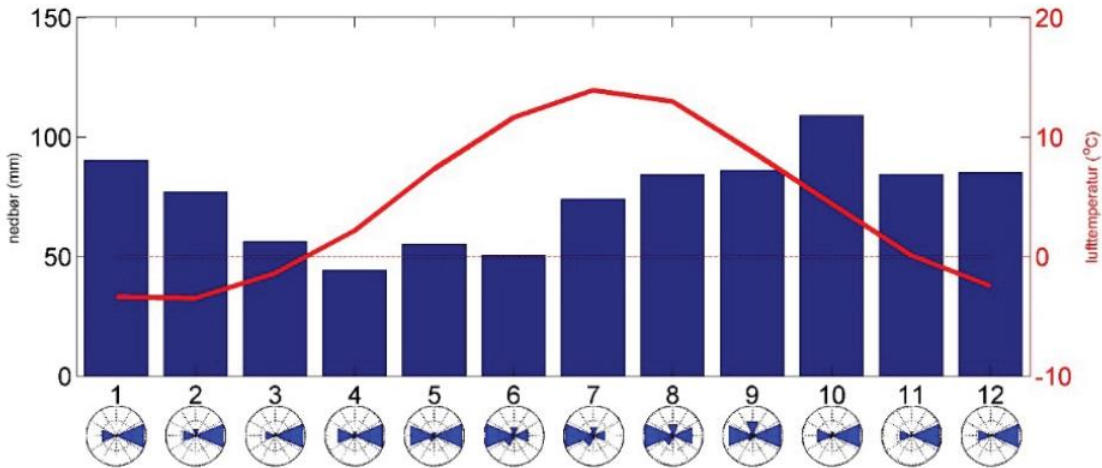


Figur 9: Faresonekart fra Swecos skredfarevurdering fra 2017 av industriområde i Kvanndalen. Rød sone er faresonen for skred med nominell årlig sannsynlighet  $\geq 1/1000$  og den gule for  $\geq 1/5000$ . Snøskred vurderes å være dimensjonerende skredtype for faresonene. Figur kopiert fra notatet «52204481\_G-MEM-001\_Preliminary evaluation of pipeline routing Kvanndal – Lailasletta»

## 2.4 Klimadata

NGI har på oppdrag fra NVE utført en faresonekartlegging i Narvik kommune som inkluderer en detaljert analyse av klimatologiske data [8]. Dataene vurderes å være representative for vurderingen i Kvanndalen, og en oppsummering er derfor inkludert i denne rapporten. Normalverdier for snøhøyde og nedbør er også inkludert for å gi en oversikt over de klimatiske forholdene i området [9] [12]. Sweco evaluerte deler av kartleggingsområdet ved Skoglund i 2017 og deres skredfarevurdering inneholder også en klimaanalyse som vurderes å være relevant for denne vurderingen. Relevante data presenteres i dette kapittelet.

Værstasjonen Narvik III i Narvik (stasjon 84800, periode 01.09.1975 – 31.05.2002) ligger på 17 moh. og har data i perioden 1975 til 2002. Ifølge analysen i NGI-rapporten er gjennomsnittlig årsnedbør 897 mm, 502 mm om vinteren, og normalverdier for nedbør, temperatur og vind er presentert i Figur 10 [8].

**Stasjonsnavn: 84800 NARVIK III**

**Ekstrem- og gjennomsnittsverdier**

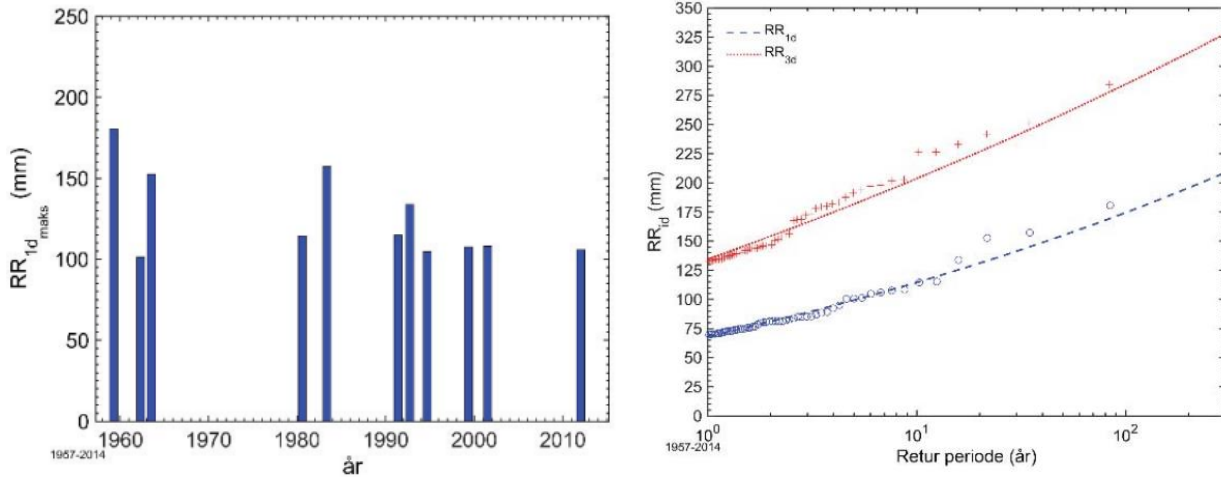
|                       |        |                             |          |
|-----------------------|--------|-----------------------------|----------|
| Årsnedbør:            | 897 mm | Middeltemperatur:           | 4.2 °C   |
| Vinternedbør:         | 502 mm | Maks. lufttemperatur:       | 28.2 °C  |
| Sommernedbør:         | 394 mm | Min. lufttemperatur:        | -21.7 °C |
| Maks. ettdøgnsnedbør: | 75 mm  | Maks. vindhastighet:        | 30.9 m/s |
| Maks. tredøgnsnedbør: | 109 mm | Maks. VINTER vindhastighet: | 26.8 m/s |
| Maks. femdøgnsnedbør: | 145 mm |                             |          |

Maks. snødybde110 cm Dato:12/1/1976

Data tilgjengelig fra 1/9/1975 til 31/5/2002

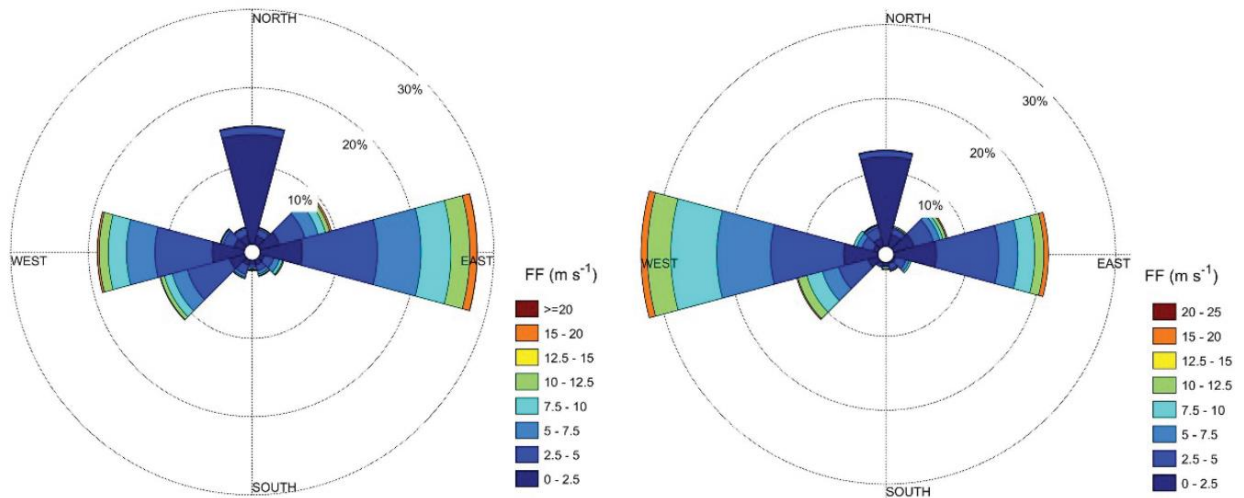
Figur 10: Normalverdier for nedbør, temperatur og vind fra Narvik III stasjon (1975 – 2002) [8]

Intens nedbør er en mulig utløsende faktor for løsmasseskred i terreng med helning over 20°. Forskning anslår at sannsynligheten for jord- og flomskred øker når døgnsnedbør overstiger 8% av gjennomsnittlig årsnedbør. Fra dataserie som gir gjennomsnittlig årsnedbør på 897 mm, vil 8% være ca. 72 mm. Maksimal observert døgnsnedbør (24 timer) i observasjonsperioden (1975-2002) er 75 mm [13] og Figur 11, men den høyeste registrerte døgnsnedbøren (24 t) i perioden 1957-2017 og er ca. 175 mm (oktober 1959) [8]. Dette tilsvarer et gjentakelsesintervall på ca. 100 år i henhold til statistiske data [8]. Området er utsatt for nedbør med en intensitet som kan utløse flomskred.



Figur 11: Venstre, de registrerte 10 mest nedbørsrike dagene (24 timers periode) i perioden 1957-2014. Høyre, gjentakelsesintervall for 1- og 3 dager nedbør. Begge kartene bruker referansepunkt Fagernestoppen (1007 moh.) [8]S

Vinden kanaliseres hovedsakelig langs fjorden (sørvest – nordøst) og kan føre til transport av snø med avsetning i leskråninger ( Figur 12) [8].



Figur 12: a) Vinden steg for Narvik II (stasjonert 84790) og III. b) Vindrose med snøhøyde over 10 cm. [8]

Maksimalverdier for snødybde i området er hentet fra SeNorge, som har utarbeidet landsdekkende kart. Ifølge kartet er normal årlig maksimal snødybde for kartleggingsområdet på Skoglund i perioden 1991 - 2020 ca. 50 - 100 cm. Den årlige maksimale snødybden øker med høyde over havet, noe som betyr at maksimal årlig snødybde i øvre del av påvirkningsområdet er ca. 100 - 200 cm. Den høyest liggende delen av fjellområdet over kartleggingsområdet har maksimal snødybde opp til 150 - 200 cm [9]. En oppsummering av klimadata som er relevant for snøskredvurderingen er presentert i kapittel 5- Snøskredmodellering.

## 2.5 Ustabile fjellpartier

Norges geologiske undersøkelse (NGU) utfører kartlegging og risikoklassifisering av ustabile fjellpartier i Norge på oppdrag fra NVE. Arbeidet er pågående, og presenteres i en digital database som viser registrerte objekter og deres status med hensyn til risikoklassifisering [5]. Det er registrert ustabile fjellpartier i fjordsystemet utenfor Bjerkvik og på Storfjellet, 5 km nordvest for Bjerkvik i NGUs database. Vurderingene og risikoklassifiseringen av objektene pågår imidlertid fremdeles, og er ikke avsluttet og publisert. NGU ble derfor kontaktet som en del av den foreløpige vurderingen av rørledningskorridoren for å få informasjon om objektene.

Følgende opplysninger ble mottatt fra NGU om de aktuelle objektene (datert 18.06.2022):

- Det er ikke utført en systematisk kartlegging av objektene i fjordsystemet utenfor Bjerkvik. Risikoen for påvirkning på områder omkring Bjerkvik fra en mulig tsunamibølge er foreløpig ikke kjent. En detaljert analyse av DTM, ortofoto og InSAR-data anbefales av NGU. NVE, som styrende myndighet for naturfarer, kontaktes for å gi informasjon om hvordan dette skal håndteres i skredfarevurderingen.
- Det registrerte objektet på Storfjellet forventes å ha utløp mot vest og vil ikke påvirke østsiden av fjellområdet, og dermed ikke foreslått korridor for rørledningen.

NVE kontaktes for å bistå i forhold til hvordan dette bør håndteres i skredfarevurderingen. NVE har kontaktet NGU for å få ytterligere informasjon, og en muntlig, foreløpig tilbakemelding fra NVE ble gitt til Norconsult 19.08.2022.

*- Det registrerte ustabile fjellområdet Rombakstøtta, som ligger ca. 13 km sørøst for Bjerkvik, er undersøkt i en foreløpig fareanalyse ved NGU, og i en masteroppgave publisert i 2017. Konklusjonen er at et fjellskred fra Rombakstøtta kan nå fjorden. Detaljerte analyser og numerisk modellering av utbredelsen av en flodbølge er ennå ikke utført, men foreløpige analyser og resultater fra forenklede numeriske modeller indikerer at en flodbølge kan ramme områdene rundt Bjerkvik. Ifølge de foreliggende resultatene er oppskyllingshøyden fra en sekundær tsunamibølge ved Bjerkvik beregnet til maksimalt 5 m. Resultatet er basert på forenklinger (dvs. at hele volumet av et mulig fjellskred når fjorden) og grove tallmodeller, og resultatet vurderes som konservativt.*

Skriftlig tilbakemelding fra NVE ble mottatt 02.09.2022.

*- NVE har vurdert registrerte ustabile fjellområder i regionen og vurderer at det ustabile fjellområdet Rombakstøtta har potensiale til å forårsake en flodbølge som kan ramme området rundt Bjerkvik.*

*Risiko- og fareklassifiseringen er ennå ikke avsluttet. NGU har gjennomført en foreløpig vurdering av mulige flodbølger utløst av et fjellskred fra Rombakstøtta. Resultatene indikerte oppkjøringshøyder på ca. 4 m i Bjerkvik-området. Resultatene er usikre og kan ikke brukes direkte i bygge- og reguleringsprosesser.»*

Informasjon om hvordan dette skal håndteres i skredfarevurderingen presenteres i avsnitt 6.1. NVE opplyser også om at dersom de planlagte tiltakene gjennom storulykkeforskriften vurderes å være underlagt et høyere sikkerhetskrav enn S3, må det gjennomføres en fareklassifisering og mer detaljerte modelleringer av fjellskredutløp og flodbølgeutbredelse for å fastsette faresoner for kartleggingsområdet på Lallasletta.



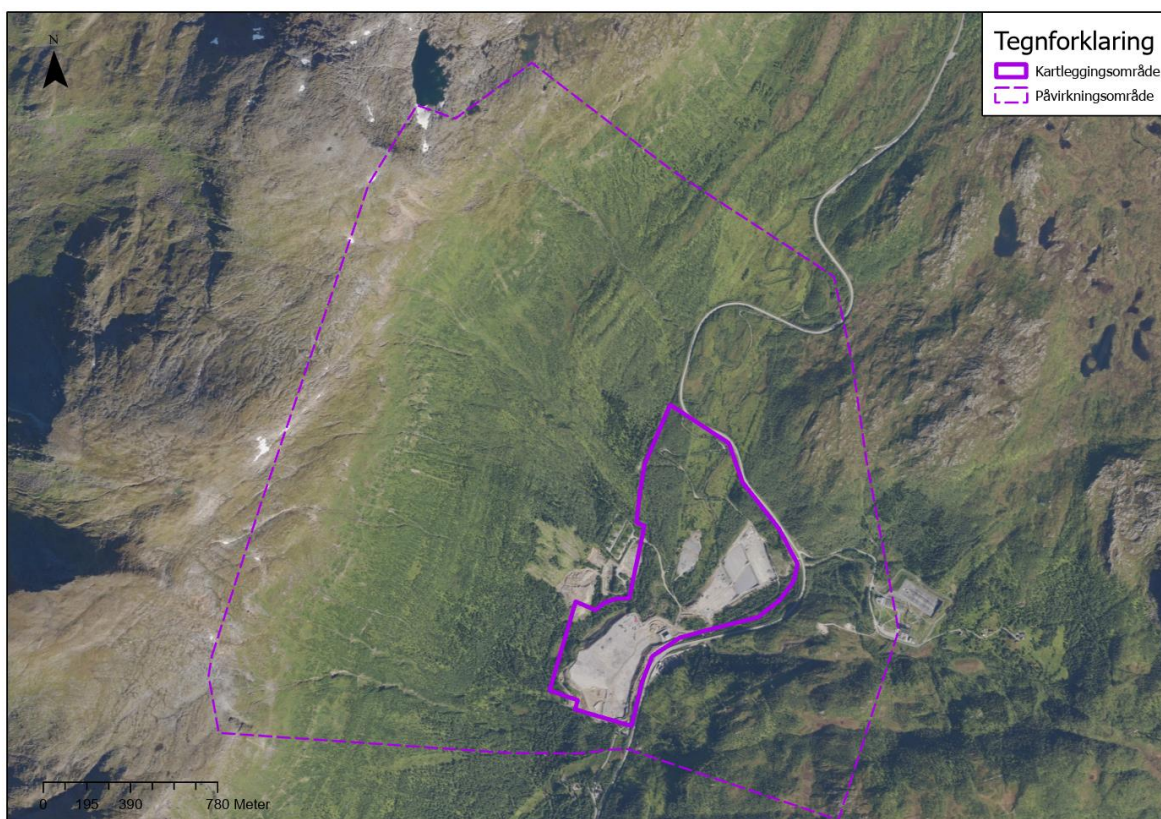
## 3 Skoglund - områdebeskrivelse

### 3.1 Topografi og terrenghelning

Kartleggingsområdet ved Skoglund i Kvanndalen ligger ca. 3 km nord for Bjerkvik. Kartleggingsområdet ligger langs E6 på ca. 85 - 100 moh. Området består av en del eldre bebyggelse og infrastruktur, men domineres i hovedsak av skog- og hogstområder og fyllinger.

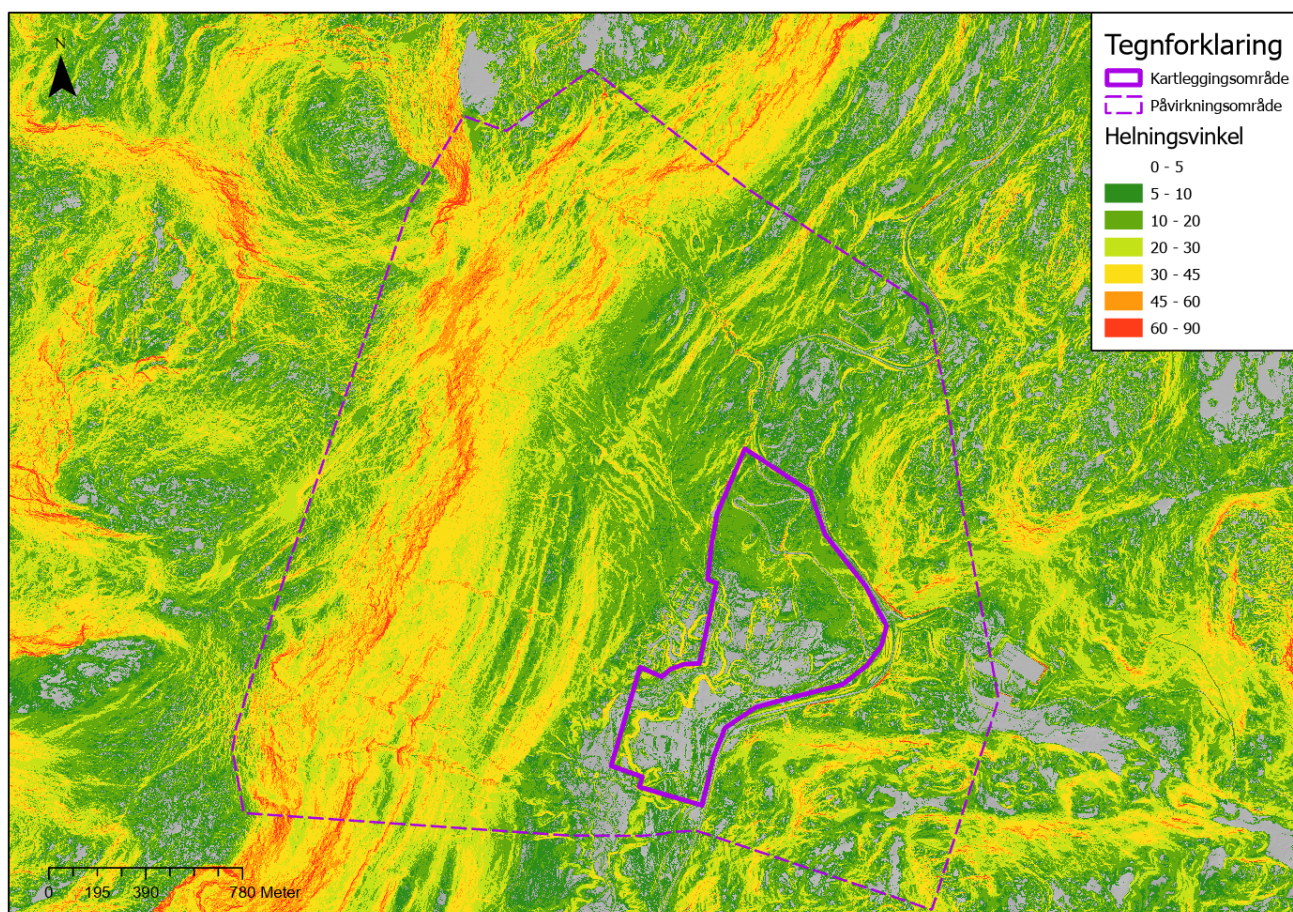
Påvirkningsområdet består av en dominerende skråning vest for kartleggingsområdet som strekker seg opp til ca. 800 moh., med flere bekker, forsengkninger og snøskredløp (Figur 13 og Figur 14). Terrenghelning i det vestlige påvirkningsområdet er slak i nedre del (0 - 25°), men øker fra ca. 100 moh. i den sørlige delen og 300 moh. i den nordlige delen, med terrenghelning opp til 45° (Figur 14). Den høyestliggende delen av påvirkningsområdet domineres av bratte skråninger, dels bergskrenter brattere enn 45° før terrenget domineres av et platå.

Den nordlige og østlige delen av påvirkningsområdet har generelt en slakere terrenghelning og en lavere maksimal høyde, med høyeste punkt i påvirkningsområdet på ca. 300 moh. Begrensede områder i denne delen av påvirkningsområdet har terrenghelning >30°, og hellingsvinkelen er generelt < 20° (Figur 14). E6 følger østre og nordre avgrensning av påvirkningsområdet, og terrenget har avtagende helning mot E6, bortsett fra områdene med veiskjæringer.



Figur 13: Flyfoto over industriområdet Skoglund og omkringliggende terreng.





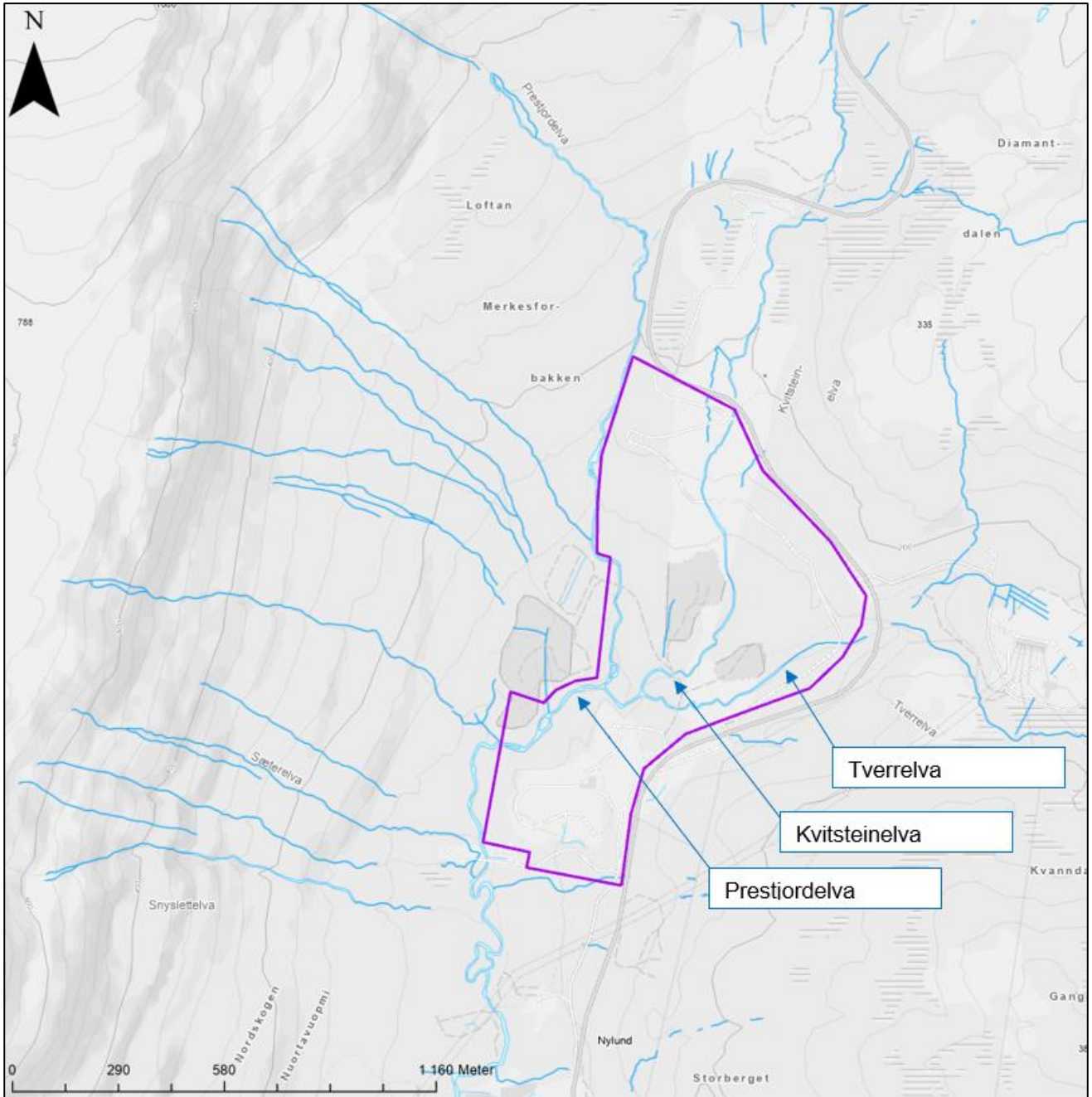
Figur 14: Helningskart over området.

### 3.2 Vannveier

Prestjordelva, Kvitsteinelva og Tverrelva renner gjennom kartleggingsområdet og møtes i den sørlige delen. Prestjordelva er den største, og følger dalsøkket der kartleggingsområdet ligger. Elva er bred med høye og markante sidekanter der den passerer det flate området i den sørlige delen av kartleggingsområdet. Sidekantene er bratte, og høydeforskjellen fra elv til platå er ca. 10 m.

Topografisk kart viser noen registrerte vannveier i skråningene innenfor påvirkningsområdet, hovedsakelig mindre bekker. Bekkene i skråningen i vest renner ut i Prestjordelva eller stopper før de når kartleggingsområdet. Bekkene i nordre og østlige del av påvirkningsområdet renner ut i Kvitsteinelva og Tverrelva før de når kartleggingsområdet.

NIBIO (Norsk institutt for bioøkonomi) har utviklet markfuktighetskart som dekker området. Kartet gir en oversikt over hvor i terrenget sannsynligheten for vannkonsentrasjon er høy, og kan gi en oversikt over hvor vann i terrenget dreneres. Området er ikke dekket av markfuktighetskartene, men Figur 15 viser elver og bekker fra topografisk kart [7].



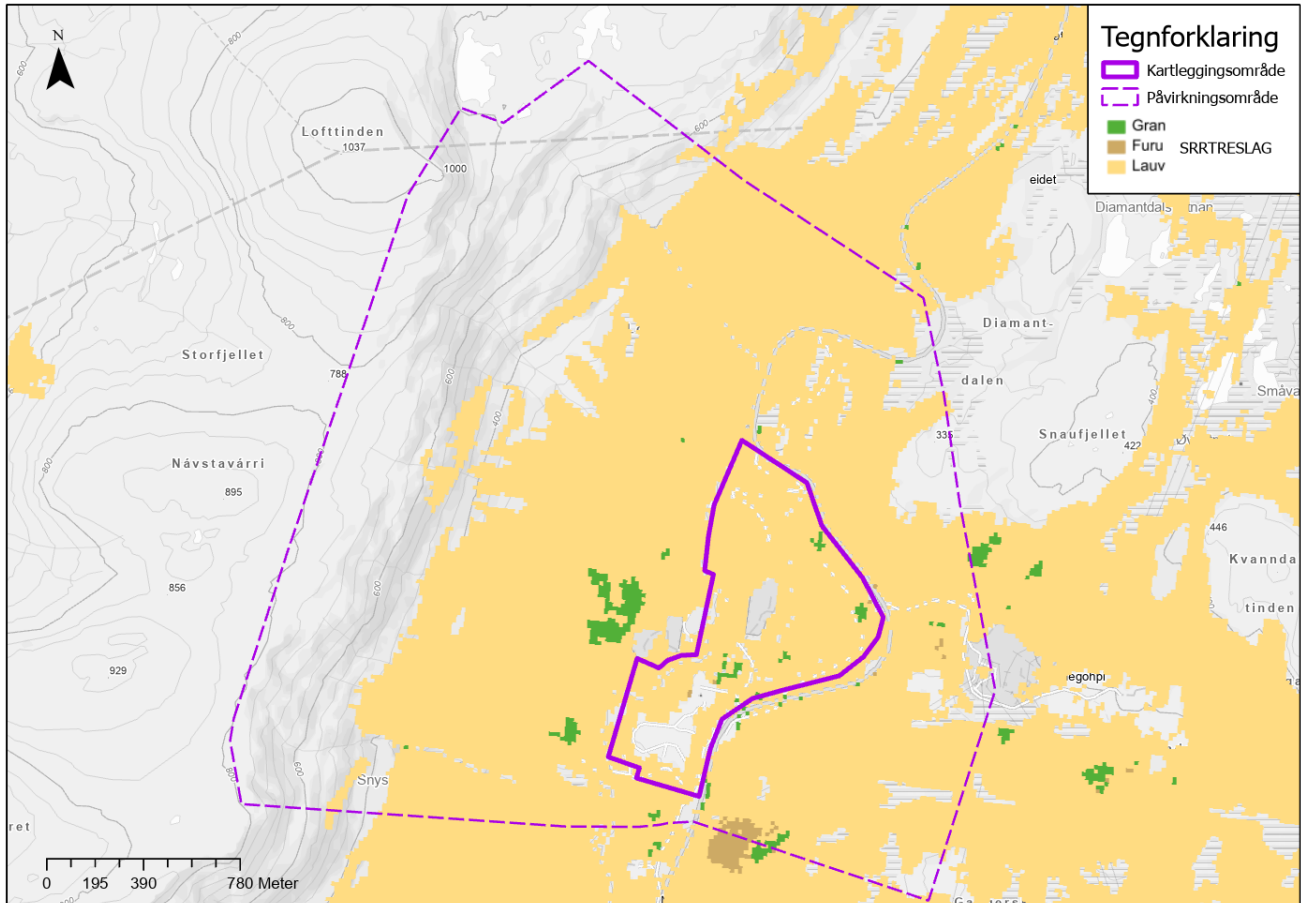
Figur 15: Elver og bekker i kartleggings- og påvirkningsområdet på Skoglund i Kvanndalen.

### 3.3 Skog

Skråningene i påvirkningsområdet er delvis dekket av skog, med unntak av det bebygde området i nedre del. NIBIOs (Norsk institutt for bioøkonomi) skogdata definerer at løvskog med varierende kronedekning, 10 – 100 % dominerer påvirkningsområdet. Kronedekningen i den skogkledd delen av vestskråningen er

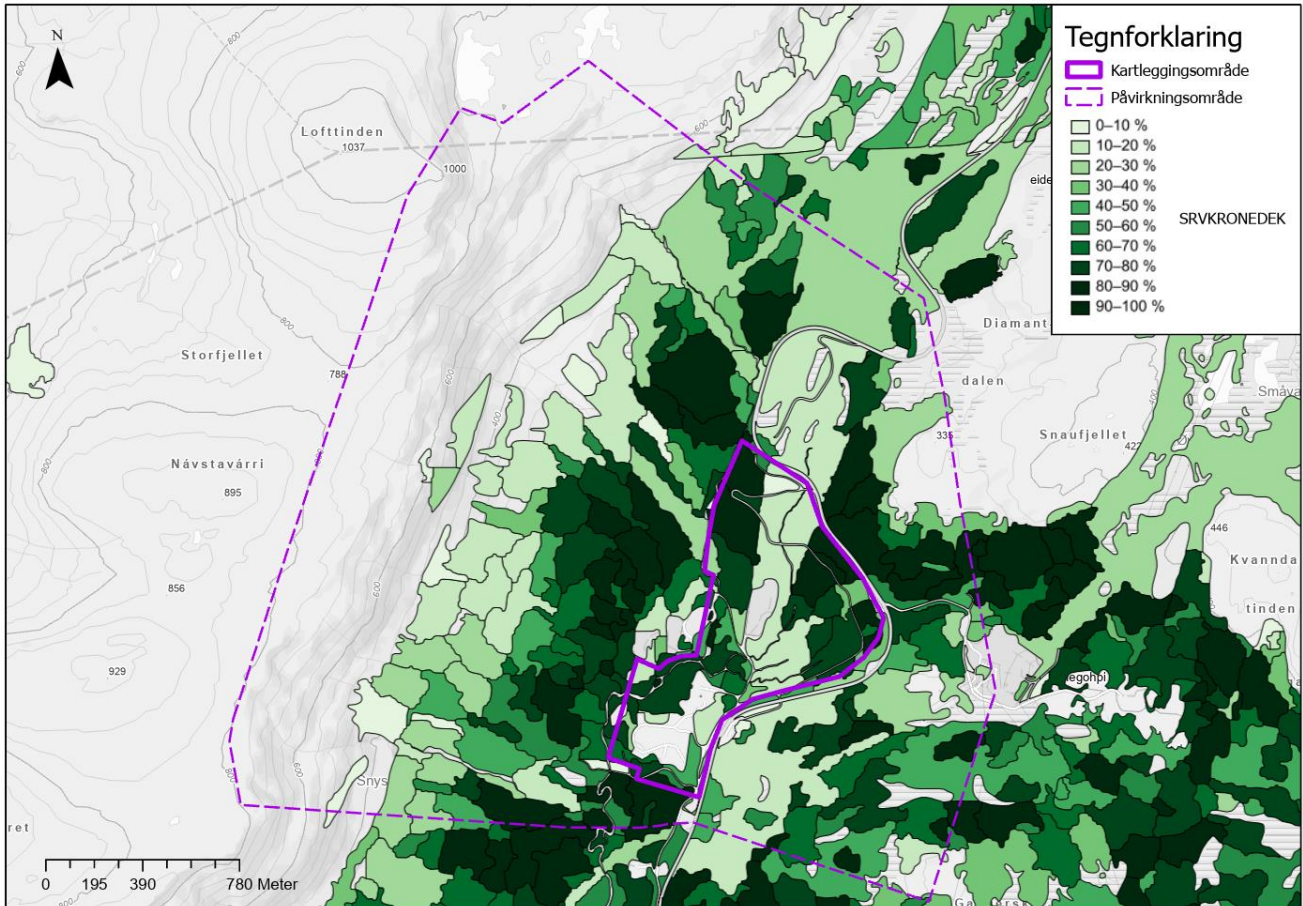


hovedsakelig mellom 60 – 100 % og skogen når opp til ca. 400 moh. I den nordøstlige og østlige delen av påvirkningsområdet er skråningen dekket av løvskog med kronedekning 10 – 100 %. Skogdataene er vist i Figur 16 og Figur 17 [7].



Figur 16: Kart som viser treslagene i området. Grønn: Gran Brun: Furu Gul: Løvskog. [7]

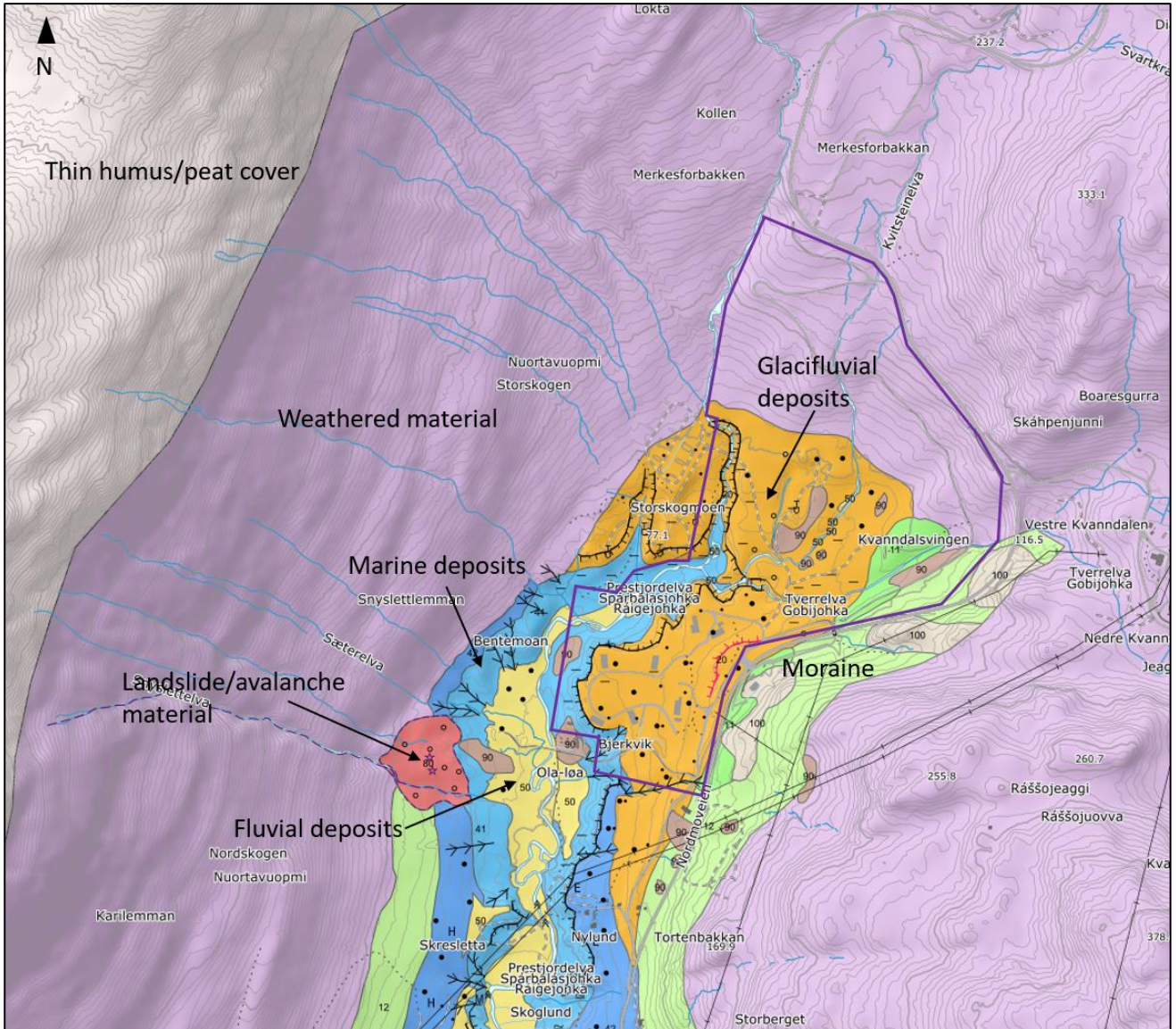




Figur 17: Kart som viser kronedekningen i området oppgitt i prosent. Mørkere grønn betegner tettere kronedekning [7]

### 3.4 Berggrunn og kvartærgeologi

Området er dekket av NGUs berggrunnskart i målestokk 1:250 000 og kvartærgeologiske kart i målestokk 1:50 000. Ifølge kartet består berggrunnen i kartleggingsområdet og øst for kartleggingsområdet av glimmerskifer. Berggrunnen i skråningen vest for kartleggingsområdet er kartlagt som kvartsitt, marmor, glimmerskifer og fyllitt. Løsmasseavsetningene er hovedsakelig marine, fluviale og glasifluviale avsetninger i kartleggingsområdet, og forvitret materiale i skråningen i vest (Figur 18) [5]. Mindre områder med humus/torv er markert i kartleggingsområdet og et mindre område med skredavsetninger er markert i skråningen sørvest for kartleggingsområdet. Flere raviner, elve-/bekkeerosjonskanter og terrassekanter er også avmerket på det kvartærgeologiske kartet. I høyden domineres vestskråningen av tynt humus-/torvdekke. Morene er kartlagt i nedre del av skråningen mot øst.



Figur 18: Kvartærgeologisk kart over området, kartleggingsområdet er merket med lilla polygon [5].



## 4 Skoglund - Feltobservasjoner

Registreringskart med observasjoner fra feltarbeid er vist i vedlegg 1. En kort beskrivelse av de viktigste observasjonene er gitt i dette kapitlet, observasjoner som er relevante for hver skredtype er presentert i kapittel 6.

Det er ikke observerte utløsningsområder i den nordlige og østlige delen av påvirkningsområdet som vil påvirke kartleggingsområdet, utover elveløpene som er beskrevet i avsnittet 4.1. Fokuset i dette kapitlet er derfor den dominerende fjellsiden i den vestlige delen av påvirkningsområdet.

Fjellsiden har generelt en økende terrenghelning med økende høyde over havet, men terrenghelningen i den sørlige, nedre delen av skråningen er bratt i deler av påvirkningsområdet. Terrengtet er hovedsakelig dekket av løvskog, gress og mindre busker. I høyereliggende deler i den vestlige delen av påvirkningsområdet dominerer bratte bergskrenter (Figur 19). I den østlige delen av påvirkningsområdet observeres enkelte veiskjæringer og mindre bergskrenter (Figur 13).

Det er registrert flere tegn på skredaktivitet i fjellsiden i den vestlige delen av påvirkningsområdet. Det er observert snøskredaktivitet, steinsprang og mindre løsmasseskred (vedlegg 1, Figur 7). Langs den mest dominerende snøskredbanen i den nordvestlige delen av påvirkningsområdet observeres skadet skog nær elva og det militære området Storskogmoen (Figur 20).

Det er ikke observert tegn til skredaktivitet i nordre eller østre del av påvirkningsområdet, men det er registrert noen historiske hendelser, hovedsakelig knyttet til veiskjæringene langs E6. Langs elver og bekker observeres det imidlertid erosjon også her, se kapittel 4.1.



*Figur 19: Oversiktsbilde over fjellsiden i vestlig del av påvirkningsområdet.*





Figur 20: Bilder som viser skredskadet skog i fjellsiden i vest. Se vedlegg 1 registreringskart for lokasjon.



Figur 21: Bilder av den nordlige (venstre) og østlige (høyre) delen av påvirkningsområdet. Bilder tatt fra kartleggingsområdet.



## 4.1 Vannveier

De tre elvene i kartleggingsområdet kan kategoriseres som små til mellomstore elver, med Prestjordelva som den største (Figur 22).

Elva renner gjennom kartleggingsområdet fra nord til sør og har markante sidekanter i den flate delen av kartleggingsområdet. Tegn på aktiv erosjon er observert langs elva (vedlegg 1). Det er ikke observert avsetninger fra større flommer eller betydelig skredaktivitet langs elva.

Kvitsteinelva er observert å renne på berg i det bratte partiet, med definerte banker/sidekanter med intakt vegetasjon og kun mindre tegn til erosjon (Figur 23). Langs sidekantene er det for det meste observert et tynt dekke av løsmasser over berg. I nedre del av kartleggingsområdet er elvebreddene mindre dominerende og vannføringen roligere. Det er ikke observert tegn til avsetninger fra flomskred eller annen skredaktivitet, men elva vil trolig tilføre løsmasser i perioder med høy vannføring (dvs. vår og snøsmelting), men materialet vil avsette seg i de flatere delene av elva.

Tverrelva har begrensede sidekanter, men er ikke observert å renne utenfor definert vannvei i kartleggingsområdet. Elva renner tett inntil de bratte løsmasseskråningene knyttet til terrassene i midtre del av kartleggingsområdet (Figur 24). Det er ikke observert tegn til skredaktivitet langs elva, men det er sannsynlig at det ved høy vannføring oppstår medrivning av løst materiale som avsettes i det flate området.

Elvene i området er vurdert i flomfarevurderingen '52204481\_K-REP-001 Flomrisikovurdering Kvanndalen og Lailasletta' og resultater fra denne vurderingen viser at det er potensiale for høy vannføringshastighet i bratte partier. Dette kan initiere erosjon og små flomskred langs vassdragene.



Figur 22: Bilder fra Prestjordelva.





Figur 23: Bilder fra Kvitsteinelva. Til venstre: Bilde som viser berg i elv og sidekanter. Til høyre: Elva i flat del av påvirkningsområdet.



Figur 24: Bilder fra Tverrelva. Til venstre: Elva i østre del av kartleggingsområdet. Til høyre: Elva i den flate delen av kartleggingsområdet, bildet viser bratte sidekanter.



## 5 Skoglund - Numerisk modellering

Det er i dette tilfelle utført modellering av steinsprang og snøskred, se beskrivelse i avsnitt 5.1 og 5.2. Det er ikke utført modellering av jordskred, flomskred og sørpeskred med følgende begrunnelse:

- Jordskred er vurdert som dimensjonerende langs sideskråningene til definerte elve – og bekkeløp. Eventuelle jordskred vil stoppe i elvebunnen, og det er derfor ikke behov for modellering for å verifisere utløp.
- Flomskred er dimensjonerende skredtype, og er vurdert som en aktuell prosess i kartleggings - eller påvirkningsområdet. Flomskred vil følge definerte elve – og bekkeløp og stoppe på større utflatinger. Vår erfaring er at modellering av flomskred kan være et godt hjelpemiddel i områder med bratte og lengre skredbaner der man forventer mye erosjon. I dette tilfelle mener vi at modellering av flomskred vil gi mer usikre resultater enn vurderinger av potensielle utløp som ble gjort på feltbefaring. Det er derfor ikke utført modellering av flomskred.
- Sørpeskred er ikke dimensjonerende skredtype, så det er ikke utført modellering.

### 5.1 Snøskred

Modellering av snøskred er utført med både dynamisk modell (RAMMS Avalanche) og topografisk/empirisk modell (AlfaBeta-modellen). Resultatene viser potensiell rekkevidde av snøskred og skredløp, og resultatene må tolkes sammen med andre data og observasjoner [14] [15].

Vedlegg 2 viser et representativt utvalg av resultater fra snøskredmodellering.

#### **RAMMS Avalanche**

RAMMS-modellen er basert på granulære friksjonslover som er bedre tilpasset tørrsnøskred enn våte.

Modellen tar heller ikke høyde for endring av fysiske egenskaper til snø langs skredbanen. De fleste skred øker volumet langs skredbanen på grunn av meddriving, men samtidig kan snøskredet avsette deler av skredmassene langs skredbanen. RAMMS-modellen tar ikke høyde for snøskyaen som genereres foran den tette kjernen i skredet, og erfaringer tilsier at snøskyaen og det fluidiserte laget i snøskredet kan nå betydelig lenger enn den tette kjernen modellert i RAMMS.

Bruddhøyden i løseområdet defineres av dybden til det svake laget i snølaget, og når et snøskred utløses, er det et resultat av at skjærspenningen til drivkreftene overvinnes skjærstyrken i det svake laget [16]. Brudmekanikken er ikke fullt ut forstått, og for å forenkle inngangsdataene til modelleringen, er det normal praksis å benytte nysnøakkumuleringen i en 72-timers periode som input til bruddhøyden for en gitt returperiode. Men man må også ta høyde for mulig vindpålagring, høydekorreksjoner og helningsvinkel i det aktuelle løseområdet. [17]

Bruddhøyden har stor innvirkning på lengden på skredutløpet, det vil si at den definerer løsevolumet sammen med utløsningsområdet. Undersøkelser viser at hvis man antar at skjærstyrken er konstant i det svake laget, avhenger brudddybden sterkt av helningsvinkelen i utløsningsområdet. I brattere områder kan det derfor gå snøskred når snødekket er grunnere enn i mindre bratte områder. Statens vegvesen og Norges vassdrags- og energidirektorat har vurdert en sammenheng gitt kritisk bruddhøyde basert på helningsvinkel. [16] [18] [19]



Ved å sammenligne denne metodikken med historiske klimadata og evaluering av den nye snøakkumuleringen i løpet av en 72-timers periode, er det mulig å bestemme en brudddybde, og resulterende utslippsvolum, som skal brukes i modellering av snøskredets utløpslengde.

Både NGI og SWECO har utført detaljerte klimaanalyser for området i tidligere faresoneevalueringer. Sammendrag fra SWECO (Stasjon Narvik III, 17 moh., tidsperiode 1975-2002): [20] [21] [21]

- Mest ekstreme 72-timers periode med nedbør var 1993-03-12 til 14, totalt 106,6 mm. Mars er en "kald periode" temperaturmessig, så dette var snø i høyereliggende områder.
- Ekstremveridianalyse 72-timers periode for returperiode 100- og 1000 år (Gumbel-analyse) gir henholdsvis 130 og 168 mm nedbør.
- Maksimal snødybde målt i Narvik var 1,10 m datert 1976-01-12. Værsituasjonen i Bjerkvik er imidlertid annerledes enn i Narvik, lokalbefolkningen indikerer mer enn 0,5 m dypere snødekke i Bjerkvik.
- Vindretningen som gir nedbør og snø er hovedsakelig fra vest, og nordvest om vinteren.

Sammendrag fra NGI (Stasjon Narvik II/III, 32-/17 moh og Fagernesfjellet 1000 moh., tidsperiode 1957-2015 med databrudd): [20]

- Gjennomsnittlig årlig nedbør i området er 897 mm, gjennomsnittlig vinternedbør er 502 mm
- Vind i lavtliggende områder er dominerende i formretning vest/øst. Den dominerende vindretningen på Fagernesfjellet er fra sørvest under vinterforhold.
- NGI har brukt et spenn i brudddybde til snøskredmodellering fra 0,8 m til 1,5 m.
- Estimerte data, basert på arealdata for Bjerkvik i SeNorge, gir
  - o Maksimal målt snødybde = ca. 2,5 m
  - o Maksimal snødybde med returperiode 100 år = ca. 2,5-3 m
  - o Ekstremveridianalyse Nysnø i 72-timers periode for returperiode 100 år = ca. 0,65 m
  - o Ekstremveridianalyse Nedbør i 72-timers periode for returperiode 100 år = ca. 225 mm

Klimaanalysene utført av SWECO og NGI indikerer mulig dyp snømengde med betydelig snøakkumulering på 72 timer. Maksimal målt snødybde indikerer også et snørikt område. Dette bekreftes av data fra SeNorge, gitt ved gjennomsnittlig årlig maksimal snødybde i fjellsiden over Kvanndalen, fra 150-400 cm. Denne snødybden påvirkes av vindbelastning fra de store flaterne områdene vest for fjellsiden. Det er også kjent snøskredhendelser med lange utløp, krysser Prestjordelva og strekker seg lenger ut (øst) enn Storskogmoen militærrområde.

Modelleringen utføres derfor med betydelig løsehøyde, 150-200 cm (Tabell 3), og resultatene korrelerer godt med registrerte snøskredskader i skog, kjente snøskredhendelser og de topografiske/empiriske modellresultatene (vedlegg 2 og Figur 25).

Tabell 3: Inputdata for modellering av snøskred i RAMMS avalanche

| Inndata               | Verdi                         | Kommentar  |
|-----------------------|-------------------------------|--|
| Digital terrengmodell | 5 m                           |  |
| Løsneområder          | 2, 5, 6, 7 og 8               | Vist i vedlegg 2   |
| Løsnevolum            | 31 600-200 000 m <sup>3</sup> | Klassifisert som svært stor (<100 000 m <sup>3</sup> ) og ekstremt stor (>100 000 m <sup>3</sup> ) i henhold til EAWS [22] |
| Skog                  | Nei                           |  |
| Meddriving            | Nei                           |  |

|                           |              |  |
|---------------------------|--------------|--|
| Størrelse/frekvens        | Stor/300 år. | Basert på standardverdier for friksjon i RAMMS snøskred [14] |
| Høydeverdier for friksjon | 1000/500 m   | Justert fra standard i RAMMS til norske forhold              |

### **Alfa Beta-modell**

Alfa Beta-modellen er en statistisk/empirisk modell utviklet for å beregne utløpslengde for snøskred som tar utgangspunkt i utløpslengde og topografi for mer enn 200 kjente snøskredbaner. I modellen defineres utløpslengden av alfavinkelen ( $\alpha$ ), som er vinkelen fra bruddkant til de ytterste skredavsetningene (utløpsvinkel).

Denne sammenhengen er utledet fra regresjonsanalyse med gjennomsnittsvinkel i skredbanen og registrert utløpslengde. Statistisk bearbeiding av dataene viste en sammenheng mellom disse to variablene. Sammenhengen mellom alfavinkelen ( $\alpha$ ) og punktet i skredbanen der helningsvinkelen er 10 grader, betapunkt ( $\beta$ ) er  $\alpha = 0,96\beta - 1,4^\circ$  (standardavvik 2,3°, dvs. alfavinkel minus 1 std-avvik vises som  $\alpha-1$  i vedlegg 2).

### **Snøsky fra snøskred**

Begrepet snøsky brukes som en beskrivelse av trykket og turbulensen som skapes foran store tørrsnøskred. Snøskyen er definert som en suspensjon av snøpartikler som beveger seg rundt, foran og over, den faste snøskredkjernen. Det er turbulensen som holder partiklene suspendert i luften, og tettheten varierer mellom 10-100 kg m<sup>-3</sup>. De faste massene i snøskredet har tetthet i størrelsesorden 300 kg m<sup>-3</sup> [23].

Snøskyen utvikler seg når tørrsnøskredet når en hastighet på ca. 10 m/s og observasjoner fra store snøskred indikerer at høyden på pudderskyen kan komme opp i 30 meter over bakken [24] [25].

Et stort snøskred oppnår en hastighet på 10 m/s raskt etter bruddforplantning og utløsning. Langs skredbanen vil snøskyen følge den tette kjernen, men når den tette kjernen stopper opp, vil snøskyen normalt fortsette videre på grunn av lavere tetthet og friksjon.

Observasjoner viser at intensiteten til snøskyen gradvis reduseres etter at den er skilt fra den tette kjernen. Studier viser at forskjellen i utløpslengde mellom den tette kjernen og snøskyen kan estimeres av forholdet:

$$\Delta\alpha = -0,17\beta + 3,1^\circ \text{ [26] [27]}$$

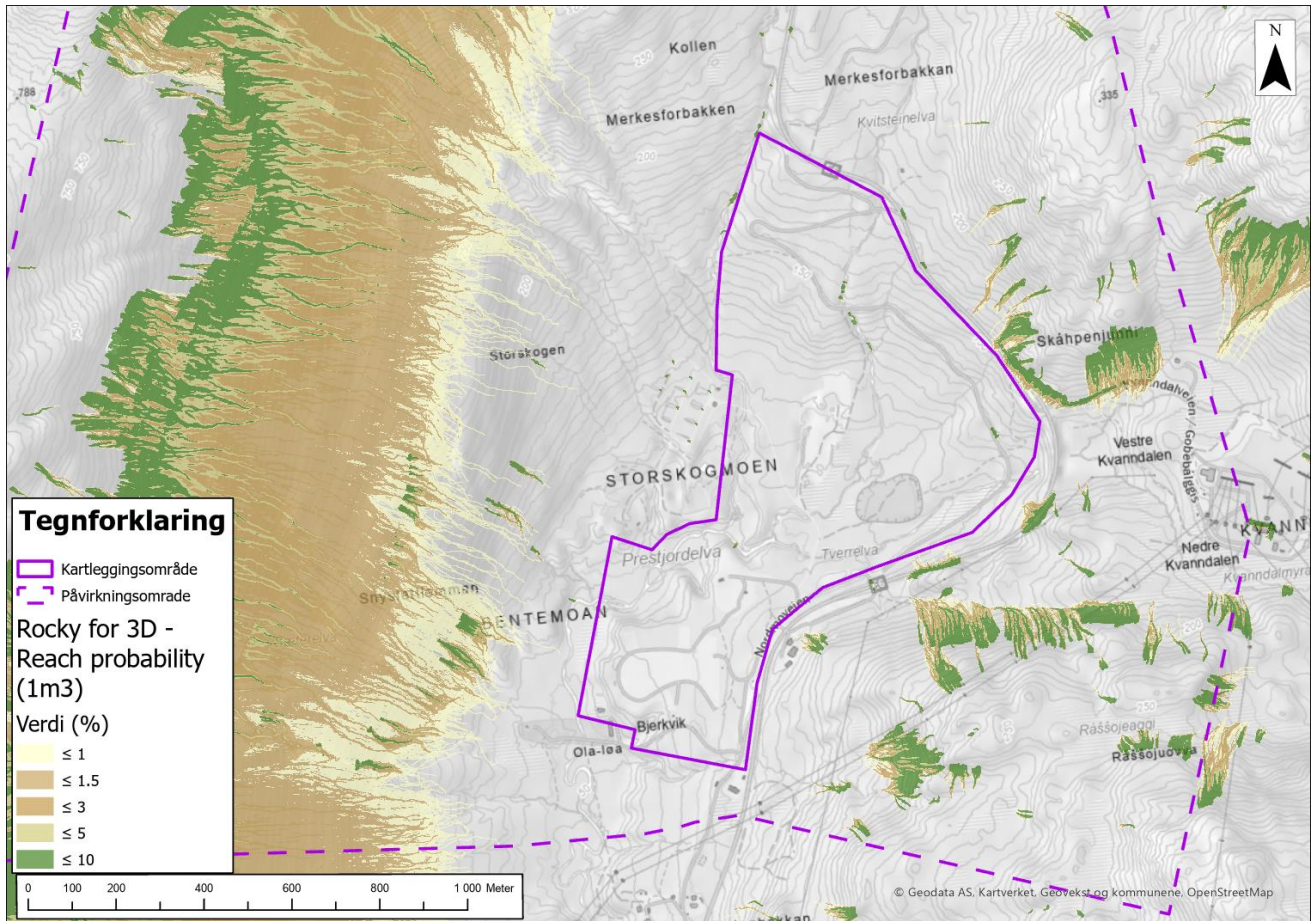
der  $\Delta\alpha = \alpha_{sup} - \alpha_{tett}$ ,  $\alpha_{sup}$ = utløpsvinkelen til de suspenderte massene (snøskyen) og  $\alpha_{tett}$ = utløpsvinkelen til den faste delen av skredet.





Tabell 4: Inputparametere til Rockyfor3D.

| Modell                     | Tetthet steinblokker   | Størrelse steinblokker | Blokkform   |
|----------------------------|------------------------|------------------------|-------------|
| Rapid Automatic Simulation | 2700 kg/m <sup>3</sup> | 1 m <sup>3</sup>       | Rektangulær |



Figur 26: Figur som viser utløp av steinsprang modellert i Rockyfor3D. Blokkstørrelsen er 1m3

## 6 Vurdering av skredfare

Følgende vurdering gjelder for kartleggingsområdet på Skoglund i Kvanndalen, men kapittel 6.1 gjelder kun for Lallasletta og deler av rørgaten. Kartleggingsområdet på Lailasletta ligger utenfor skredutsatt terreng med unntak av sekundæreffekter fra fjellskred. Kapittel 6.1 omhandler derfor kun vurdering av faren for flodbølge som følge av utløsning store fjellskred. Andre skredtyper blir ikke omtalt.

### 6.1 Lallasletta og rørgate - Fjellskred og sekundæreffekter

Det er registrert ustabile fjellpartier i fjordsystemet utenfor Bjerkvik og i dalføret nord for Bjerkvik i NGUs database. Vurderinger og risikoklassifisering av objektene er ikke ferdigstilt ennå, og objektene i området er kategorisert som 'under arbeid'. Ifølge opplysninger mottatt fra NGU (datert 18.06.2022) forventes det registrerte objektet på Storfjellet, nordvest for Bjerkvik, å ha utløpt mot vest og et eventuelt fjellskred vil ikke påvirke østsiden av fjellet, og dermed ikke den foreslåtte rørgatetraséen eller kartleggingsområdet på Skoglund i Kvanndalen [5].

Norconsult mottok ikke informasjon om objektene i fjordsystemet direkte fra NGU, men fikk kun en generell tilbakemelding om status for risiko- og fareklassifiseringen, og at det burde gjennomføres en mer detaljert analyse.

NVE, som ansvarlig myndighet for skred, ble kontaktet for å få avklart om hvordan dette skal håndteres i skredfarevurderingen. Informasjon mottatt fra NVE på telefon 19.08.2022 og på e-post 02.09.2022 ble presentert i avsnitt 2.5 og konkluderer med at en eventuell kollaps av det ustabile fjellområdet ved Rombakstøtta, sørøst for Bjerkvik, kan føre til steinskred med utløp i fjorden og en sekundær flodbølge. Foreløpige analyser av utbredelsen av en mulig flodbølge indikerer at oppskyllingshøydene ved Bjerkvik kan være opptil 4-5 m. Resultatene beskrives imidlertid som usikre, og ifølge NVE kan de ikke brukes direkte i bygge- og reguleringsplaner.

Følgende informasjon om hvordan dette skal håndteres i skredfarevurderingen ble mottatt på e-post fra NVE 02.09.2022: «Da risiko- og fareklassifiseringen ikke er ferdigstilt for Rombakstøtta, er det ikke mulig å definere årlig nominell sannsynlighet for en fjellskredutløst flodbølge. Basert på eksisterende kunnskap om Rombakstøtta vurderer NVE den reelle risikoen for påvirkning av en flodbølge utløst av et fjellskred fra Rombakstøtta i kartleggingsområdet til å være lavere enn 1:5000. Kravet til sikkerhet mot fjellskred for sikkerhetsklasse S3, gitt i TEK17 § 7-3 andre ledd, er oppfylt for tiltaket.»

Kartleggingsområdet på Lallasletta oppfyller dermed sikkerhetskravene for sikkerhetsklasse S3 i TEK17 § 7-3, for fjellskred.

På bakgrunn av informasjon mottatt fra NGU vurderes kartleggingsområdet i Kvanndalen å tilfredsstille sikkerhetskrav for sikkerhetsklasse S3 definert i § 7-3 TEK17 for fjellskred og sekundæreffekter fra fjellskred.

### 6.2 Skoglund - Steinsprang og steinskred

Steinsprang har potensielle kildeområder i bratt terreng, vanligvis med en helningsvinkel større enn 40 - 45°. Stabiliteten til bergmassen påvirkes av bergartstype, oppsprekingsgrad og sprekkeforhold, foliasjon, vanntilgang og tilstedeværelse av trær og røtter. Steinsprang defineres som små, enkeltblokker (< 100 m<sup>3</sup>) som vanligvis ikke deler seg langs skredbanen. Blokkene beveger seg hver for seg, uavhengig av hverandre, og energitapet skyldes hovedsakelig kontakt med terrenget. Steinskred har større volum enn steinsprang, og blokkene deler seg ofte når de beveger seg nedover fjellsiden. Energien i et steinskred avtar ved støt mellom blokkene og ved kontakt med terrengunderlaget i utløpssonen.

Kartleggingsområdet er ikke berørt av aktsomhetsområder for steinsprang utviklet av NVE, men er definert innenfor aktsomhetsområder for steinskred og snøskred utviklet av NGI. Det er ikke observert bergpartier med strukturer, åpne sprekker eller tegn til bevegelse i bergpartier på ortofoto eller skyggerelieffkart. Det er ikke observert avsetninger som vurderes å stamme fra steinskred. Terrenghelning i vestre del av påvirkningsområdet er  $> 45^\circ$  i øvre del, og mulige løснеområder for steinsprang forekommer. Mindre områder med steinsprangavsetninger er observert i høyereliggende deler av fjellsiden i påvirkningsområdet. Helningen i fjellsiden avtar ned mot kartleggingsområdet, og fart og energi fra et potensielt steinsprang vil avta. Dette støttes av manglende observasjon av tegn til steinsprangaktivitet og blokker i nedre del. Den horisontale avstanden til potensielle løśnieområder er mellom 800 – 1000 m, og blokker forventes å stoppe før kartleggingsområdet.

To mindre aktsomhetssoner for steinsprang/snøskred fra NGIs kart krysser kartleggingsområdet langs E6, men det vurderes at disse i hovedsak er knyttet til bergskjæringer langs vegen. Dette er ikke naturlig terreng, og utfall fra disse er derfor ikke en del av vurderingene i denne rapporten. Terrengtet er slakt over vegskjæringer før noen mindre bergskrenter i høyereliggende deler. Det slakt skrånende terreng, E6 og tilhørende grøft vurderes å være gode barrierer for mulige steinsprang fra bergskrentene, og det vurderes at det ikke observeres mulige utløsningsområder for steinsprang med utløp til kartleggingsområdet i skråningen øst/nordøst for kartleggingsområdet.

Modellering av steinsprang i Rockyfor3D støtter vurderingene om at steinsprang fra dalsiden i vest ikke når ned til kartleggingsområdet. Steinsprang fra skrentene i østlig del stopper i E6.

Steinsprang kan forekomme i påvirkningsområdet, men observasjoner tyder ikke på at utløp til kartleggingsområdet er realistisk. Steinskred vurderes ikke som aktuell skredtype for kartleggingsområdet. Kartleggingsområdet ved Skoglund vurderes å oppfylle sikkerhetskravene i sikkerhetsklasse S3 definert i § 7-3 TEK17 for steinsprang og steinskred.

### 6.3 Skoglund - Jordskred

Jordskred er utglidning av løsmasser i terreng brattere enn  $20^\circ$ . De er initiert av en plutselig utglidning eller vedvarende sig i terrengtet, ofte i kombinasjon med vannmettede avsetninger. Røtter fra vegetasjon vil øke styrke og permeabilitet i jorddekket og vil redusere risikoen for erosjon og skred. Typen og tykkelsen på løsmassene spiller en viktig rolle, sammen med menneskelig aktivitet. De viktigste utløsningsfaktorene for skred er oppbygning av vanntrykk, hovedsakelig som følge av lange perioder med regn, intense nedbørshendelser og / eller kraftig snøsmelting [4].

Kartleggingsområdet er definert innenfor aktsomhetsområder for jord- og flomskred. Deler av skråningen vest for kartleggingsområdet er bratt nok til at jordskred kan løsne ( $>20^\circ$ ), og ifølge NGU-kart, ortofoto og observasjoner fra feltarbeid er det tegn til erosjon fra bekker [6]. Klimaanalyser indikerer at området er utsatt for nedbørshendelser som kan utløse jordskred. Observasjoner fra skyggerelieffkart tyder på at vann kan ha erodert avsetninger langs de registrerte bekkene og raviner, og at vannet har tatt ulike veier [28]. Det er ikke observert avsetninger som store vifter og store levere i lavere deler av området på tilgjengelige kart eller under feltarbeid, men løsmassene har blitt erodert langs raviner i laveliggende terreng. Mindre løsmasseskred observeres i den vestlige skråningen, med det er ikke observert tegn til større jordskred med utløp til kartleggingsområdet.

I den sentrale delen av kartleggingsområdet vurderes terrasseformasjonene med tilhørende løsmasseskråninger å være utsatt for løsmasseskred. Både kraftig regn og erosjon fra elvene som renner



nær skråningene vurderes som mulige utløsningsmekanismer. Løsnings sannsynligheten vurderes å være høyere enn 1/5000. Eventuelle jordskred vil stoppe i bunnen av elvene og har dermed begrenset utløp. Løsmasseskred med utløp i elvene kan føre til videreutvikling av flomskred langs elvene. Dette er omhandlet i kapittel 6.4.

Det er ikke observert tegn til jordskredaktivitet eller utglidninger i østlig del av påvirkningsområdet. Det er skrint dekke med løsmasser og området og generelt slak terrenghelning. Større jordskred med utløp inn i kartleggingsområdet vurderes som lite sannsynlig.

På grunn av terrenghelning, eroderbare løsmasser, fravær av skog i øvre deler og observasjon av tegn til skredaktivitet, vurderes jordskred å være dimensjonerende skredtype kun langs sideskråninger tilhørende elver som går gjennom kartleggingsområdet. Kartleggingsområdet oppfyller derfor ikke sikkerhetskravene i sikkerhetsklasse S3 definert i § 7-3 TEK17 for løsmasseskred. Områder som er definert innenfor faresoner er angitt på faresonekartet i vedlegg 3.

## 6.4 Skoglund - Flomskred

Flomskred er hurtige vannrike skred som oppstår langs veldefinerte bekker, elver, bekker eller raviner. Vannet eroderer løsmasser og følger en definert kanal i terrenget, og flomskred kan også forekomme i terrengforsenkninger uten permanent vannføring. Terrenget i typiske utløsningsområder er vanligvis mellom 25-45°, men flomskred kan også forekomme i terreng med terrenghelning ned til 15°. Ifølge NVEs veileder vil skog og røtter fra vegetasjon øke styrke og permeabilitet i løsmassedekket og redusere risikoen for erosjon og skred [4].

Kartleggingsområdet er definert innenfor aktsomhetssoner for jord- og flomskred. Observasjoner fra skyggekart tyder på at vann kan ha erodert avsetninger langs de registrerte bekkene og elvene som følger raviner og definerte elveløp i området. Ifølge NGUs kvartærgeologiske kart er det løsmasser langs vannveiene i området. Klimaanalyser indikerer at området er utsatt for nedbørshendelser som kan utløse flomskred.

Det er observert punkter med aktiv erosjon langs Prestjordelva, Tverrelva og Kvitsteinelva (kapittel 4 og vedlegg 1). Elvene renner gjennom områder med eroderbare løsmasser, men det varierer i hvilken grad elvenes sidekanter består av løsmasser. Langs Kvitsteinelva observeres berggrunn flere steder langs elva. Leveer og avsetninger som indikerer store flomskredhendelser er ikke observert. Langs Tverrelva har breddene begrenset høyde, men består av løst materiale. Vegetasjonen observeres å være intakt langs elvene. Hydrologisk modellering langs elvene viser at vannhastigheten kan være tilstrekkelig til at erosjon kan finne sted («52204481\_K-001\_Flood risikovurdering Kvanndalen og Lallasletta»), og det vurderes å være mulig med flomskred langs elvene. Terrenghelningen er avtakende inn i kartleggingsområdet, og vanntransporterte masser forventes å avsettes langs elvene når de når flatere områder.

Løsmasseskred fra skråningene fra terrassene og erodert løsmasser i skråninger i midtre del av kartleggingsområdet kan føre til flomskred langs elvene.

Kartleggingsområdet oppfyller ikke sikkerhetskravene i sikkerhetsklasse S3 definert i § 7-3 TEK17 for flomskred. Områder som er underlagt restriksjoner på grunn av faresoner er angitt på faresonekartet i vedlegg 3.

## 6.5 Skoglund - Snøskred

Typiske utløsningsområder for snøskred er terrengforsenkninger som skålformasjoner og raviner med helningsvinkel mellom 25-55° [4].

### **Påvirkningsområde – nord og øst**

Flere små aktsomhetssoner knyttet til snøskred og steinsprang er merket i østre og nordre del av påvirkningsområdet, men bare to mindre områder krysser kartleggingsområdet. Aktsomhetssonene vurderes å ha sammenheng med skjæringer og mindre bergskrenter langs E6. Enkelte partier i høyereliggende terreng er brattere enn 25° og er potensielle utløsningsområder for snøskred. Områdene er imidlertid dekket av skog med relativt høy kronedekning. Mindre snøskred kan forekomme, men det er ikke observert spor etter tidligere hendelser og det vurderes å ikke være hyppig snøskredaktivitet fra dette området. Løsneområdene vurderes ikke å kunne forårsake snøskred med tilstrekkelig volum eller energi til å generere snøskred med utløpslengder inn i kartleggingsområdet. Det er ikke observert tegn til snøskredaktivitet i skråningene på denne siden av påvirkningsområdet under feltarbeid.

### **Påvirkningsområde – vest**

Kartleggingsområdet er berørt av aktsomhetssoner for snøskred [6]. Terrenghelningen i påvirkningsområdet er > 20° i den øvre delen, med brattere partier som er potensielle utløsningsområder for snøskred. Terrengforsenkningene i øvre del av påvirkningsområdet i fjellsiden vest/nordvest for kartleggingsområdet vurderes som mulige løsneområder der også vind vil avsette snø.

Klimaanalyser viser at november-mars/april er mulige måneder med snø som nedbør, og vinternedbøren vurderes til ca. 500 mm. Snødekket kan derfor være betydelig i området, da den årlige maksimale snøhøyden er mellom 150 – 400 mm i påvirkningsområdet [9]. Fjellsiden er dekket av skog med relativt høy kronedekning i lavere høyde, men de potensielle løsneområdene i høyereliggende deler av fjellsiden er ikke dekket av skog [7]. Det er registrert historiske snøskredhendelser med utløp ned til kartleggingsområdet, og modellering av snøskred viser at et mulig skredfra løsneområder over nordvestre del av kartleggingsområdet kan ha utløp inn i kartleggingsområdet.

Det vurderes også at snøskred fra de store løsneområdene vest for kartleggingsområdet vil kunne generere en snøsky med utløp som overstiger den tette kjernen i snøskredet.

Norconsult har konkludert med at kartleggingsområdet ikke oppfyller sikkerhetskravene for sikkerhetsklasse S3 definert i § 7-3 TEK17 for snøskred. Områder som er definert innenfor faresoner er angitt på faresonekart i vedlegg 3. Den sørvestlige delen av området er skredfarevurdert av Sweco, som konkluderer med at deler av området ikke oppfyller sikkerhetskravene til sikkerhetsklasse S2 og S3 [10].

Områdene med snøskredfare er markert på faresonekart i vedlegg 3.

## 6.6 Skoglund - Sørpeskred

For at et sørpeskred skal løsne, kreves det et snølag og en terrengformasjon som muliggjør vannmetning av snølaget. Typiske løsneområder er elver, bekker og andre forsenkninger med vann i kombinasjon med terreng som muliggjør opphopning av snø. Sørpeskred kan forekomme og løsne i slake skråninger med terrenghelning ned til 5°, og løsneområdene har generelt svært lav helningsvinkel.

Området er utsatt for vinternedbør og snøhøyder som kan være betydelige og tilstrekkelige for dannelse av sørpe. Det er mulige utløsningsområder for sørpeskred i området, med flate områder langs elvene Tverrelva

og Kvitsteinelva som tillater opphopning av snø som kan bli vannmettet. I perioder med snøsmelting og høy vannføring i elvene kan hendelser der flomskred og/eller sørpeskred blandet med vann, ledes langs elvene. Mest sannsynlig vil en hendelse med noe lengre utløp tendere til å være mer som et flomskred, og sørpeskred vurderes ikke til å være dimensjonerende skredtype i området.

Det er registrert sørpeskredhendelser i østlig del av påvirkningsområdet, men disse har stoppet et stykke fra kartleggingsområdet. Hendelsen nordøst i kartleggingsområdet, se Figur 7 og Tabell 2, er beskrevet å ha løsnet i vegskjæring og basert på beskrivelse og lokal topografi vurderes det som sannsynlig at det er snakk om en utglidning av våt snø fra skjæring eller terreng like ovenfor skjæring. Det er ikke observert andre potensielle løsneområder for sørpeskred i dette området, utover langs elveløpene, se avsnitt over. Veg og tilhørende grøft vurderes å være gode barrierer mot eventuelle sørpeskred som oppstår på østsiden av E6, og det vurderes som lite sannsynlig at denne type hendelser vil få utløp inn i kartleggingsområdet. Hendelsen i dalsøkk øst for kartleggingsområdet følger vannvei/bekkeløp og får utløp utover lokalveg. Vegens flater her ut og energi vil avta raskt. Løsneområdet for sørpeskred vurderes som begrenset, og en eventuell hendelse med lengre utløp vil ledes mot sør og inn i vegfylling. Utløp over E6 vurderes som lite sannsynlig.

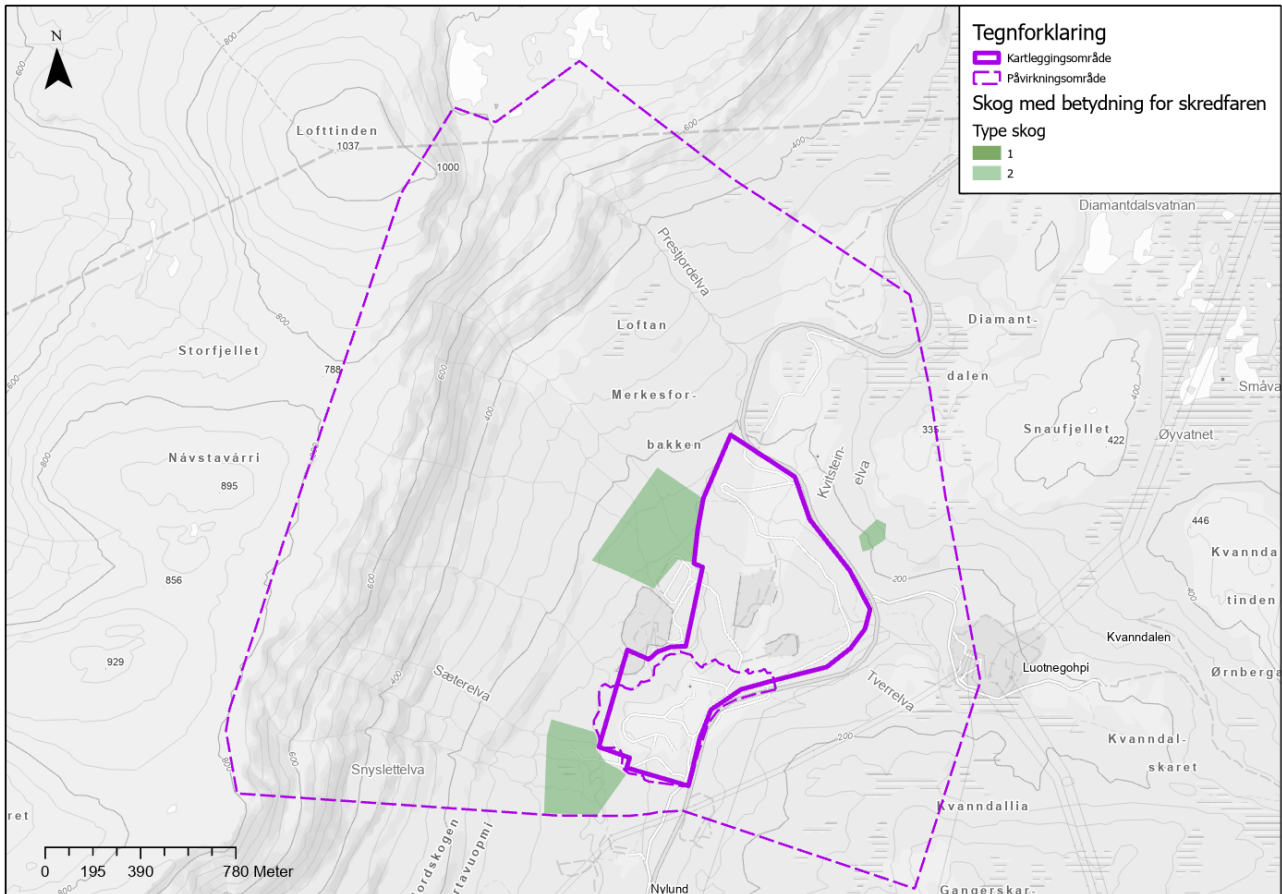
Det er ikke observert slakere områder som vurderes å kunne være løsneområder for sørpeskred i den vestlige fjellsiden, men sørpeskred som sekundæreffekt fra snøskred som krysser Prestjordelva nord for kartleggingsområdet vurderes som realistisk. En slik hendelse vurderes å ville følge elva og vil ikke påvirke andre deler av kartleggingsområdet. Som tidligere nevnt vurderes sørpeskred ikke som dimensjonerende skredtype langs Prestjordelva og sannsynligheten for en slik hendelse vurderes til å være  $< 1/5000$ .

Kartleggingsområdet oppfyller sikkerhetskravene i sikkerhetsklasse S3 ( $s \leq 1/5000$ ) for sørpeskred, men snø – eller sørpemasser kan opptre sammen med flomskred i elver og bekker.

## 6.7 Skog med betydning for skredfare

Deler av dagens skog i påvirkningsområdet vurderes å ha positiv effekt for å redusere utløp og videreutvikling av snøskred. Polygoner som vider områdene der skog er vurdert å ha betydning for skredfare er vist i Figur 27.





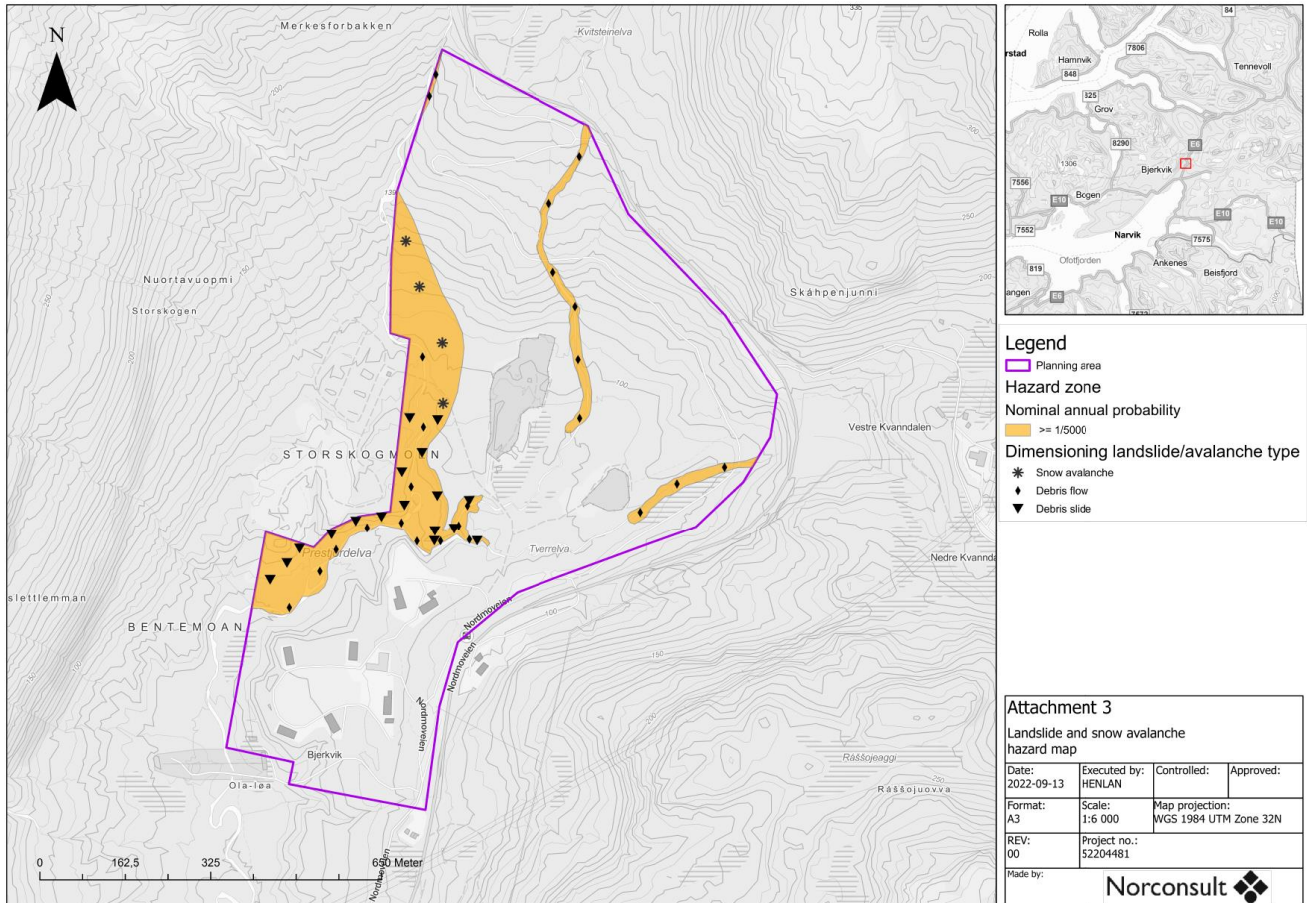
Figur 27: Figur som viser områder der skogen har betydning for skredfare. Det er markert skogsområder som har positiv effekt for å redusere utløp.

## 7 Skoglund – Faresoner før terrengendringer

Kartleggingsområdet på Skoglund i Kvanndalen vurderes av Norconsult Norge AS for sikkerhetsklasse S3 definert i TEK17 § 7-3 andre ledd. Den sørlige delen av kartleggingsområdet ble evaluert av Sweco i 2017, og konklusjonen var at deler av området ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot snøskred for sikkerhetsklasse S2 ( $p$  1/1000) og S3 ( $p$  1/5000). Norconsult har vurdert at faresonene til Sweco fortsatt er gyldige i henhold NVE sine retningslinjer.

Norconsult har konkludert med at nordvestre del av det vurderte kartleggingsområdet ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot skred der området langs de tre elvene/bekkene i kartleggingsområdet er utsatt for flomskred/løsmasseskred. Snø- og sørpeskredmasser kan også forekomme i disse skredene, men rene sørpeskred vil ikke være dimensjonerende for faresonene. Vestre deler av kartleggingsområdet vil også være utsatt for sjeldne store snøskred fra Løfttinden. Dermed vurderes deler av kartleggingsområdet til ikke å oppfylle sikkerhetskravene til sikkerhetsklasse S3 definert i § 7-3 i TEK17 (Figur 1). Faresonekart er presentert i vedlegg 3. Faresonene utarbeidet av Sweco er også vist i kartet i vedlegg 3.

Bygninger definert i sikkerhetsklasse S3 skal plasseres utenfor faresonen for skred med nominell årlig sannsynlighet  $\geq 1/5000$ . Dimensjonerende skredtype for faresonene er snøskred, løsmasseskred, flomskred og delvis sørpeskred langs samme trasé som flomskred.

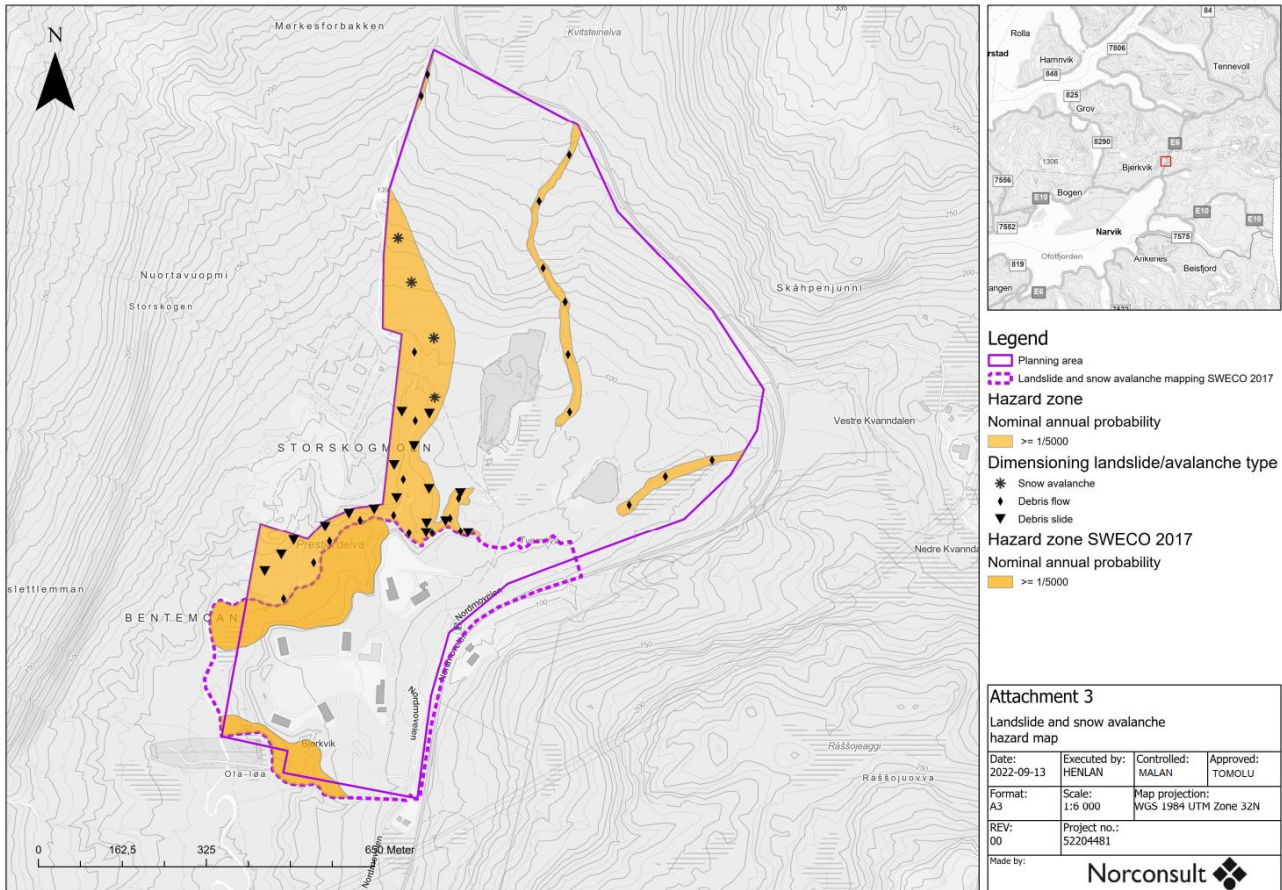


Figur 1: Faresonekart som viser faresoner vurdert av Norconsult. Faresonekart med området Sweco vurderte i 2017, som dekker den sørvestlige delen av kartleggingsområdet, er presentert i vedlegg 3.





Figur 28: Utsnitt av innsynsmodell som viser layout til planlagt anlegg per 15.02.2024 og faresoner 1/5000 for skred. Kartleggingsområdet er vist med hvit, stiplet linje og kartleggingsområder fra skredfarevurderinger er vist med lilla linjer.



Figur 29: Utsnitt av faresonekart over kartleggingsområdet. Faresonene som er utarbeidet av SWECO ligger innenfor det stiplede lilla polygonet.

## 7.1 Sikringstiltak

Etter annet ledd i § 7-3 i TEK17 kan sikringstiltak etableres slik at et område oppnår tilfredsstillende sikkerhet mot skred. Dette er bare aktuelt og nødvendig dersom byggverk må plasseres i innenfor faresone tilhørende sikkerhetsklassen til det respektive byggverket. Fortrinnsvis bør byggverk plasseres utenfor faresone i gjeldende sikkerhetsklasse.

De dimensjonerende skredtypene i kartleggingsområdet er snøskred, løsmasseskred, flomskred og delvis sørpeskred langs samme løp som flomskred. For flomskred langs elvene er avbøtende tiltak for å hindre erosjon langs elvebreddene og for å holde massestrømmen i elva/bekkeløpet mest aktuelle og effektive. Et alternativ kan være en fangdam i kombinasjon med voll i utløpsområdet, dette alternativet kan også brukes til løsmasseskred og snøskred i vestskråningen. For snøskred og løsmasser er også ledevoll for å lede skredmassene vekk fra et bestemt sted et alternativ.

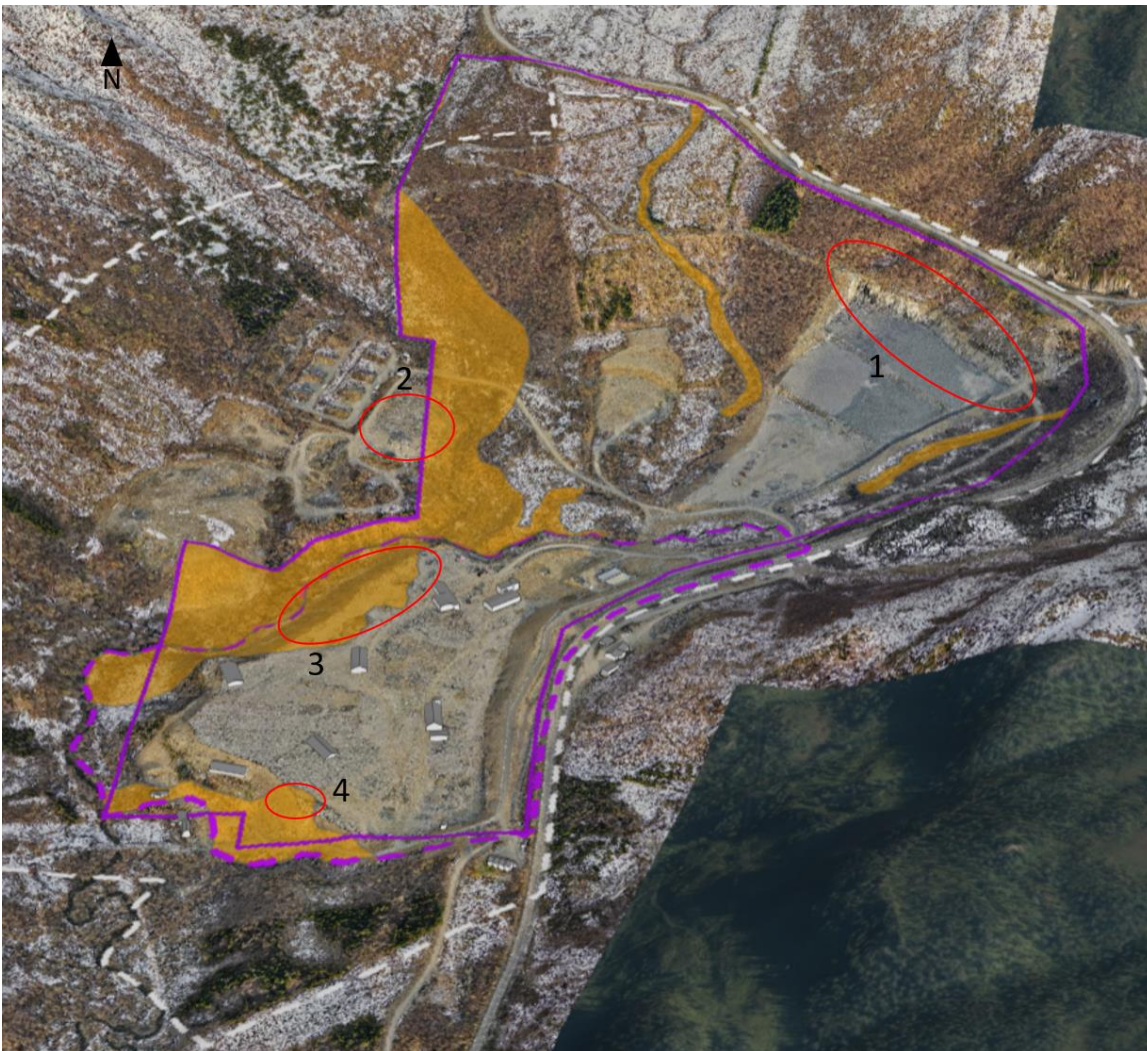
Sikringstiltak må prosjekteres av personell med nødvendig kompetanse.



## 8 Skoglund – vurdering etter permanente terrengendringer

### 8.1 Utførte permanente terrengendringer

Det er utført enkelte permanente terrengendringer på området etter at skredfarevurderingen ble utarbeidet høsten 2022. Det er etablert skjæringer opp mot E6, nordøst på kartleggingsområdet og gjort noe utfylling/oppfylling langs Prestjordelva både sentralt og sør på kartleggingsområdet. Områder hvor det er utført terrengendringer er vist med røde polygoner i Figur 30, angitt som område 1, 2, 3 og 4. Beskrivelse av terrengendringene er basert på sammenligning av laserskanning av området utført i 2023 og høydemodell som var tilgjengelig fra Høydedata før terrenginngrep [28]. Disse er sammenstilt i GIS-innsynsløsning sammen med tilhørende ortofoto.



Figur 30: Utsnitt av innsynsmodell som viser kartleggingsområdet (hvit linje), kartleggingsområder for skredfarevurderinger (lilla linjer), faresoner for skred (oransje skravurer) og områder hvor det er utført permanente terrengendringer (røde polygon).



### Område 1

Det er etablert bergskjæring nordøst på industriområdet. Bergskjæringene ligger omtrent parallelt med E6, og ut ifra oppdatert ortofoto og laserskanning er utstrekningen av skjæringen ca. 200 m med høyde på inntil ca. 20 m. Norconsult har ikke vært involvert i prosjektering av berguttaket, og er ikke ansvarlig prosjekterende for bergskjæringene. De eksisterende bergskjæringene er kort omtalt i notat som beskriver framtidige skjæring på industriområdet ved Skoglund ('NO-INGGEO-03 Ingeniørgeologisk vurdering for framtidige bergskjæring – Skoglund og Lallasletta').

### Område 2

Det er utført noe oppfylling med masser og planering av en mindre del av dette området. Terrenget er på det meste hevet ca. 10 m, og masser er fylt ut og planert slik at utnyttbart område er økt mot sør. Utstrekningen av terrengendringene er små.

### Område 3

Det er utført en betydelig masseutfylling der skråningstopp er flyttet omtrent 6-9 m nærmere elva, noe som gjør at terrenget er hevet 10 – 15 m fra opprinnelig nivå i fyllingens ytre del. Skråningen er jevnet ut og framstår noe brattere enn før terrenginngrep.

### Område 4

Det er utført terrengendring helt sør i kartleggingsområdet. Det er fylt ut mot elva slik at det flate platået er utvidet noe og terrenghøyden i nærhet til skråningstopp er økt med ca. 10 m.

## Vurdering av faresoner for skred etter permanent terrengendring

I henhold til NVEs veileder for utredning av skredfare fra bratt terreng (versjon 12.11.2020) kan eksisterende faresoner for skred revideres hvis en eller flere av følgende punkter er oppfylt [4]:

- Endringer i terreng, skog, infrastruktur, klima etc.
- Ny informasjon om eller nye skredhendelser
- Nye tilgjengelig metoder for evaluering av skredutløp (terrengmodeller, modelleringsverktøy etc.)
- Feil i eksisterende vurderinger.

Norconsult vurderer at utførte terrengendringer kan gi grunnlag for å revidere eksisterende faresoner for skred. I dette kapittelet gjøres en vurdering hvorvidt terrengendringene påvirker eksisterende faresoner.

### Område 1

Bergskjæringen nordøst på kartleggingsområdet kommer ikke i konflikt med eksisterende faresoner for skred. Det vurderes at terrengendringer som følge av etablering av bergskjæringene ikke vil påvirke fare for skred fra naturlig, bratt terreng i det aktuelle området. Fare for utfall fra skjæring og terreng på toppkant av skjæring må ivaretas ved detaljprosjektering av bergskjæringene. Detaljprosjekteringen bør omfatte sikring av skjæringen (prosjektering av bergsikring) og vurdering av fare for utglidninger og utfall fra overforliggende terreng samt tiltak for å hindre dette. Stabilitet til eventuelle løsmasser på toppkant av skjæring bør vurderes og eventuelle tiltak prosjekteres av geotekniker. Norconsult er ikke ansvarlig prosjekterende for bergskjæringen.

Norconsult vurderer at det ikke er grunnlag for å revidere eksisterende faresoner for skred med bakgrunn i terrengendringene som er utført i dette området.

## **Område 2**

Det aktuelle området ligger utenfor kartleggingsområdet for utført skredfarevurdering, men innenfor plangrensen. Nærliggende faresone for skred er her knyttet til fare for snøskred med tilhørende skredvind fra løснеområder som ligger i fjellsiden på vestsiden av kartleggingsområdet. Det er også vurdert å være fare for jordskred i skråning ned mot elveløpet. Utløp til snøskred vil ikke påvirkes av denne terrengendringen. Terrenghevingen er av relativt liten utstrekning og den vurderes heller ikke å påvirke utstrekning til eventuell snøsky. Videre vurderes det at terrengendringen ikke vil påvirke faresone med jordskred som dimensjonerende skredtype og dens utstrekning inn i kartleggingsområdet i dette tilfellet. Det må vises aktsomhet ved bygging nær skråningstopp.

## **Område 3**

Faresonen i dette området er utarbeidet av Sweco i 2017, og det er snøskred fra et løснеområde i fjellsiden vest for kartleggingsområdet som er dimensjonerende skredtype. Det er utført relativt betydelig terrengendring i dette området med heving av terrenget på ca. 10-15 meter, der skråningstopp er flyttet nærmere elva. Skråningen ser også ut til å være noe brattere. Dette gir effekt som en naturlig voll mot skredmasser som evt. kan komme fra fjellsiden eller langs elveløpet, og utløpslengden vil bli redusert. Norconsult vurderer at det er lite sannsynlig at skred vil kunne få utløp opp over ny fylling, og eksisterende faresone med største årlige nominelle sannsynlighet for skred 1/5000 kan trekkes ned i skråningen.

Revidert faresone er vist i oppdatert faresonekart (Figur 31, Vedlegg 1).

## **Område 4**

Faresonen i dette området er utarbeidet av Sweco i 2017, og det er snøskred fra i fjellsiden vest for kartleggingsområdet som er dimensjonerende. Terrengendringen medfører at terrenget er hevet omkring 10 m i området der faresonen når over skråningstopp. Høydeforskjell mellom topp og bunn skråning er nå omkring 20 m, og skråningstopp er flyttet noe ut mot elva. Norconsult vurderer at terrengendringen vil redusere sannsynlighet for at skredmasser fra snøskred eller snøsky vil nå opp på platået. Eksisterende faresone for skred med største årlige nominelle sannsynlighet for skred 1/5000 vil kunne trekkes noe ned i skråningen.

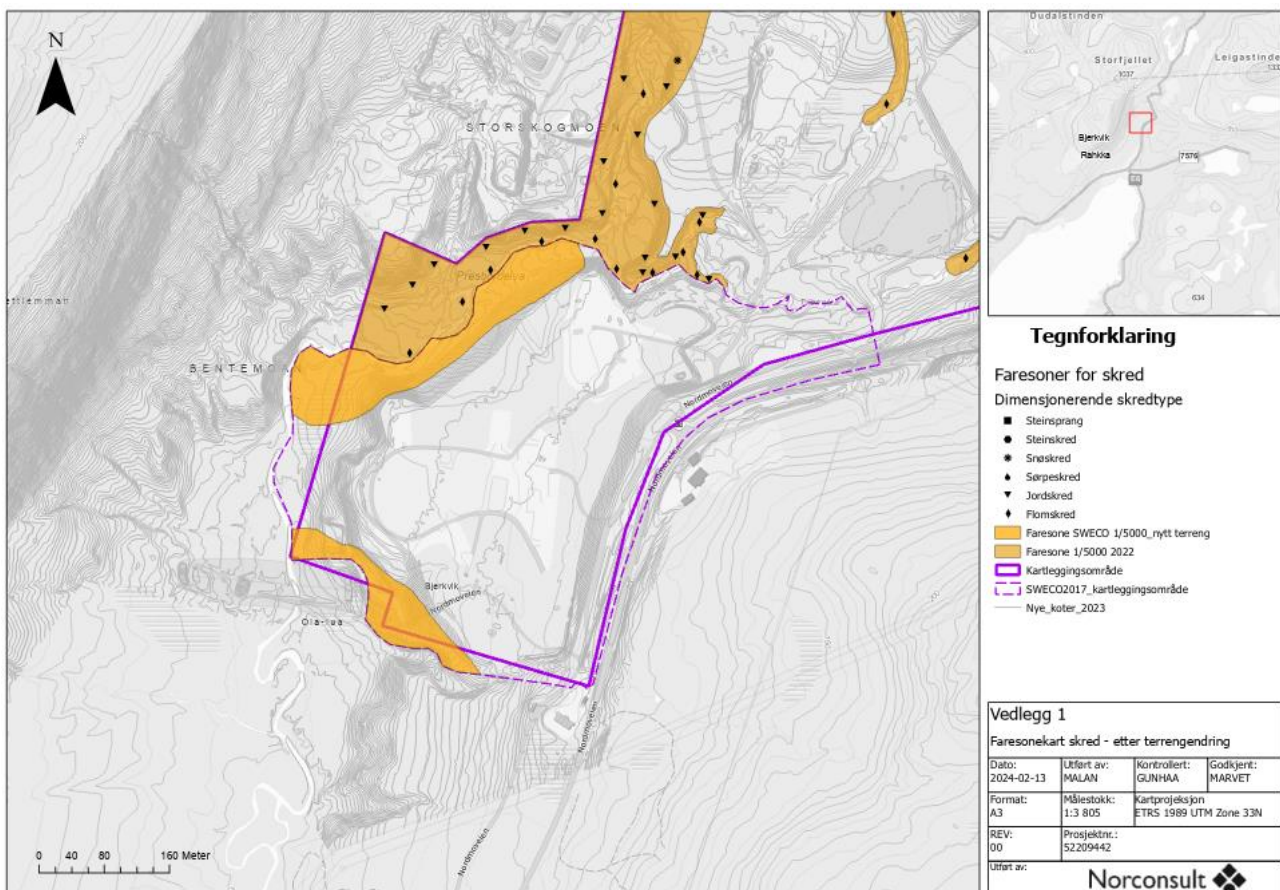
Revidert faresone er vist i oppdatert faresonekart (Figur 31, Vedlegg 1).

Stabiliteten til løsmasseskråningen må ivaretas i forbindelse med prosjektering av anlegget.

## 9 Faresoner for skred etter permanente terrengendringer

Det foreligger faresonekart for skred med største tillatte årlige nominelle sannsynlighet 1/5000 for deler av kartleggingsområdet ved Skoglund. Eksisterende faresoner for skred er evaluert etter at det er utført permanente terrengendringer på industriområdet. Iht. NVEs veileder for utredning av skredfare oppfylles vilkår for revidering av eksisterende faresoner når det er utført betydelige terrengendringer i kartleggings- eller påvirkningsområdet [4]. Det er vurdert at eksisterende faresone for skred utarbeidet av SWECO i 2017 kan reduseres i område 3 og 4 (Figur 31, Vedlegg 1). Dette fordi at terrengendring på platået sør på industriområdet gir en betydelig heving av terreng (10-15 meter), og vurderes å ville redusere sannsynligheten for skred med utløp, herunder skredvind og snøsky, opp på platået. SWECO har vurdert at snøskred er dimensjonerende skredtype for faresonen. Faresonene i øvrige deler av kartleggingsområdet vurderes å være uendret.

Hvis det planlegges å plassere byggverk definert i sikkerhetsklasse S1 og S2 innenfor de utarbeidede faresonene for skred med årlig nominell sannsynlighet 1/5000 (S3), må faresoner for S1 og S2 fastsettes.



Figur 31: Faresonekart over området etter terrengendring. Faresone SWECO 2017 er vurdert å ha noe mindre utstrekning etter terrengendringer. SWECO har vurdert at snøskred er dimensjonerende skredtype.



## 10 Konklusjon

Deler av kartleggingsområdet i Kvanndalen vurderes til ikke å oppfylle sikkerhetskrav i sikkerhetsklasse S3 definert i andre ledd i § 7-3 i TEK17. Områdene ligger langs kartleggingsområdets grense i vest og langs tre elver/bekker i kartleggingsområdet.

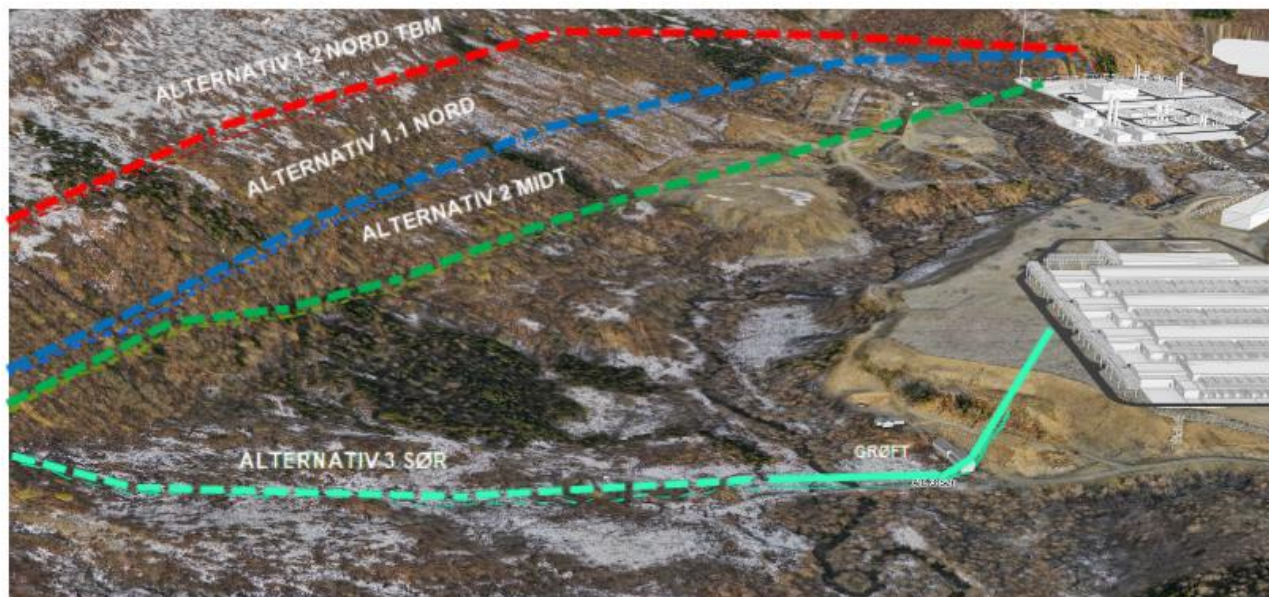
Faresonekart som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet  $\geq 1/5000$  er utarbeidet. Snøskred, flomskred og jordskred vurderes å være dimensjonerende skredtyper. Sørpeskred kan oppstå langs samme skredløp som flomskred, men vil ikke være dimensjonerende for utbredelse av faresonene. Hvis det planlegges å plassere byggverk definert i sikkerhetsklasse S1 og S2 innenfor de utarbeidede faresonene for skred med årlig nominell sannsynlighet  $1/5000$  (S3), må faresoner for S1 og S2 fastsettes.

Ifølge informasjon mottatt fra NVE vurderes risikoen for sekundæreffekt (flodbølge) fra et eventuelt storskred til å være til stede på kartleggingsområdet på Lallasletta, men den nominelle årlige sannsynligheten vurderes til  $< 1/5000$ . Kartleggingsområdet på Lallasletta oppfyller dermed sikkerhetskravene i sikkerhetsklasse S3 i TEK17 § 7-3, for fjellskred inkludert sekundæreffekter.

## 11 Vurderinger for rørgate Skoglund - Lallasletta

### 11.1 Vurdering av sikringstiltak for rørgate i grøft

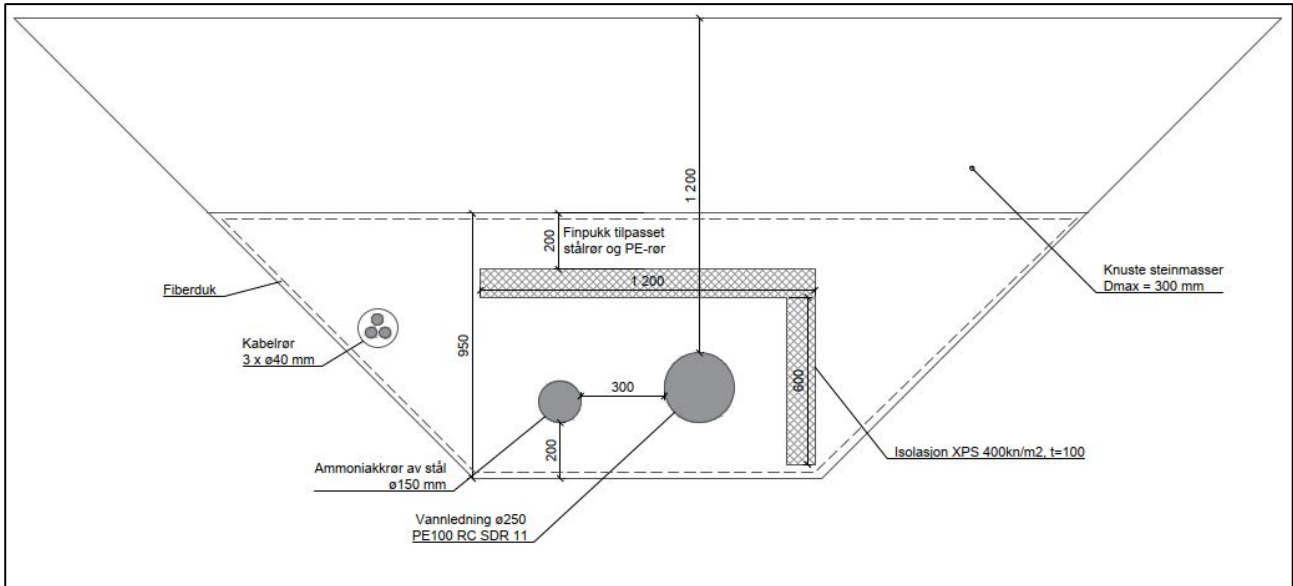
Det skal etableres en trasé for rørledninger mellom produksjonsanlegget på Skoglund og kaianlegget på Lallasletta. Rørledningene skal lede vann og ammoniakk og den ammoniakkførende ledningen er definert i sikkerhetsklasse S3, med største tillatte årlige nominelle sannsynlighet for skred 1/5000. Det er utarbeidet flere ulike alternativer der et av alternativene, Alternativ 3 Sør, innebærer at rørledningen legges i grøft på siste del av strekningen (Figur 32). Alternativ 3 Sør går i tunnel fra Lallasletta og opp til Skoglund, videre legges rørledningen i et boret grovhull før den legges i grøft det siste stykket fra fjellsiden og inn mot produksjonsanlegget. Ledningen vurderes å ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred der den ligger i tunnel og grovhull i berg, men det må gjøres en vurdering av sikkerhet mot skred for strekningen der ledningen går i grøft.



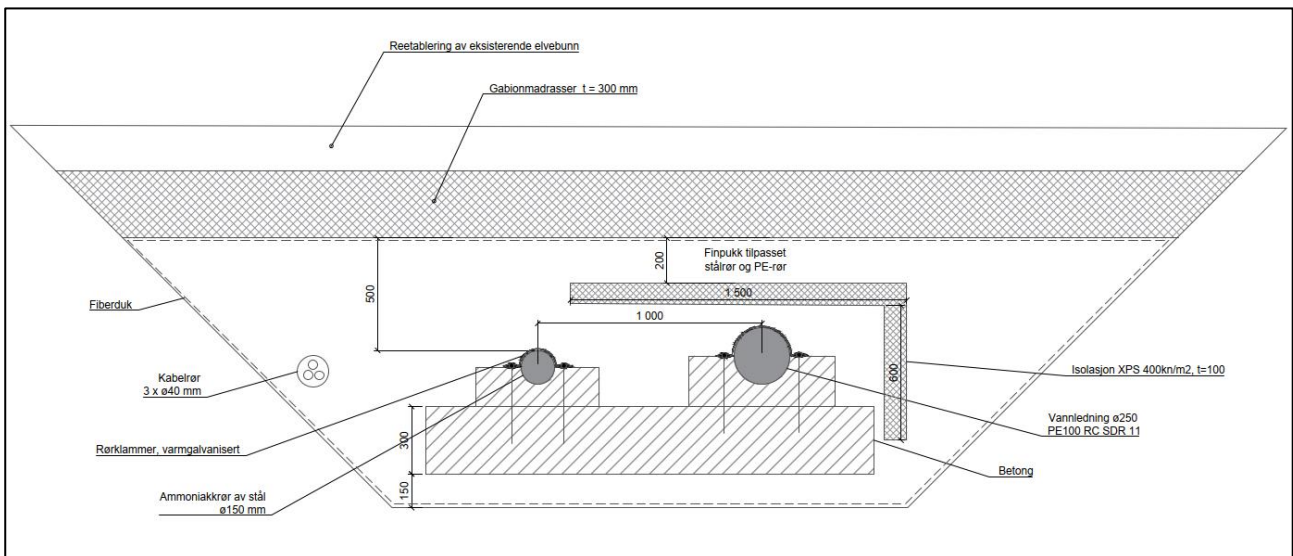
Figur 32: Figur som viser de ulike alternativene for å rørgaten inn mot industriområdet på Skoglund.

#### **Beskrivelse av grøfteutforming og -strekning for Alternativ 3 Sør**

Rørledningen kommer ut fra borhull og går over i grøft nederst i skråningen sør for industriområdet på Skoglund. Videre skal rørledningen legges under Prestjordelva og føres videre i grøft opp mot ammoniakfabrikken gjennom løsmasseskråningen (Figur 35). Siste del av strekningen som er omfattet av grøft, krysser faresoner for skred. Skisser som viser foreslått grøfteutforming er vist i Figur 33 og Figur 34.

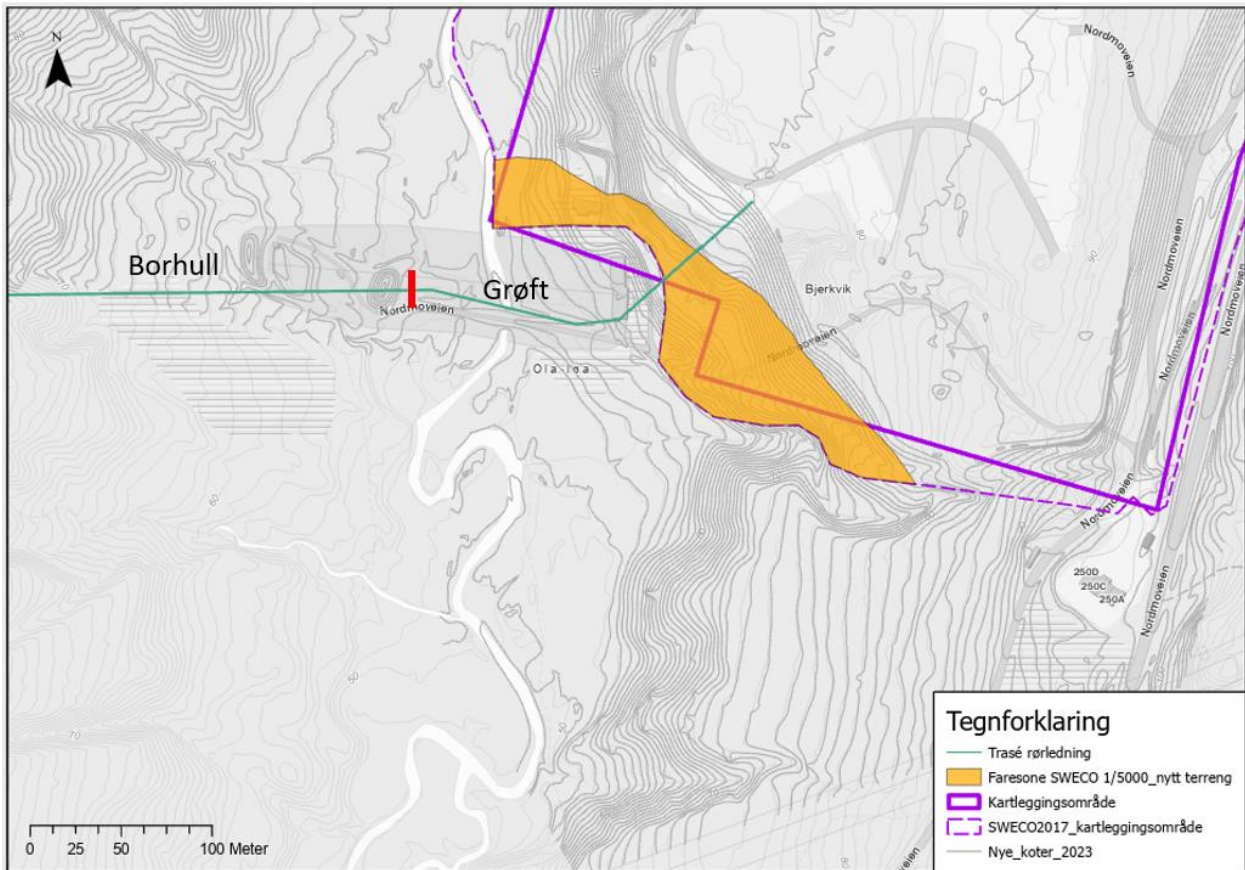


Figur 33: Figur som viser snitt av grøfteutforming.



Figur 34: Figur som viser snitt av grøfteutforming der den skal krysse Prestjørdelva.





Figur 35: Kartutsnitt som viser trasé for rørledning inn mot industriområdet. Det røde merket viser hvor rørledning kommer ut av borhull og legges i grøft.

### **Modellering av snøskred**

Det er utført supplerende modellering av snøskred for å vurdere utløp og hvilke krefter et eventuelt skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/5000 vil påvirke rørledningen som ligger i grøft. Dette for å kunne gjøre en vurdering av behovet for sikringstiltak som er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot skred. Beskrivelse av modellen RAMMS Avalanche er presentert i kapittel 5.1.

Det er utført modelleringer av snøskred, da denne skredtypen er vurdert å være mest aktuell.

### **RAMMS Avalanche – input**

#### Løsnevolum og skredvolum

Beskrivelse av metodikk for valg av bruddhøyde er gitt i kapittel 5.1.

Både NGI og SWECO har utført detaljerte klimaanalyser for det aktuelle området i sine rapporter. Dette er nærmere beskrevet i hovedrapporten som Norconsult utarbeidet for industriområdet i 2022 [29]. En

oppsummering gis her som grunnlag for valg av bruddhøyde. Klimaanalysene viser at det er potensiale for store snømengder og betydelig pålagring av 3-døgns nysnø. Målte maksimale snødybder indikerer også at området er snørikt. Dette bekreftes av data fra seNorge som viser at årlig maksimal snødybde i fjellsiden ovenfor Kvandalen ligger mellom 150 – 400 cm. Denne snødybden er påvirket av vindtransport fra de flate områdene vest for fjellsiden. Det er også kjente skredhendelser med lange utløp i det aktuelle området, der de største har krysset Prestjordelva og fått utløp utenfor Storskogmoen militære område.

Det er derfor valgt å benytte bruddhøyder på 200 cm i dette tilfelle som gir et skredvolum i overkant av 142000 m<sup>2</sup>, klassifisert som et ekstremt stort skred iht. NVEs beskrivelse av snøskredstørrelser [4]. Løsneområdet som er benyttet i modelleringen som er dimensjonerende for anbefalte sikringstiltak er presentert i Tabell . Det er her valgt et løsneområde og -volum som representerer et stort skred med tørre masser.

Tabell 3: Oversikt over løsneområde, terrenghelning i løsneområde, beregnet flaktykkelse og vurdering av vindtransportert snø for skredscenario med antatt nominell årlig sannsynlighet på 1/5000.

| Løsneområde<br>RAMMS: | Gjennomsnittlig<br>terrenghelning: | Beregning av<br>flaktykkelse $Z_{kr}$<br>[m]: | Vindtransport av snø: | Valgt<br>bruddkant<br>høyde | Volum<br>[m <sup>3</sup> ] |
|-----------------------|------------------------------------|---|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1                     | 35                                 | 1,7   | Middels               | 2                           | 142351                     |

### Friksjon

Det er benyttet standard friksjon som RAMMS automatisk beregnet ut fra terrengformasjoner i tilgjengelig terrengmodell, samt definert returperiode/skredvolum. Friksjonsparametere ble justert etter tregrensen i området, og ble satt til lim 1: 1000 og lim 2: 500, dette for å hensynta norske forhold.

Det er ikke tatt hensyn til at skog vil påvirke skredets utløp i modelleringen. Skogen er relativt tynn og vil derfor i liten grad påvirke dynamikken til store skred. Det er ingen skog i løsneområdene som forhindrer utløsning.

### Oppsummering

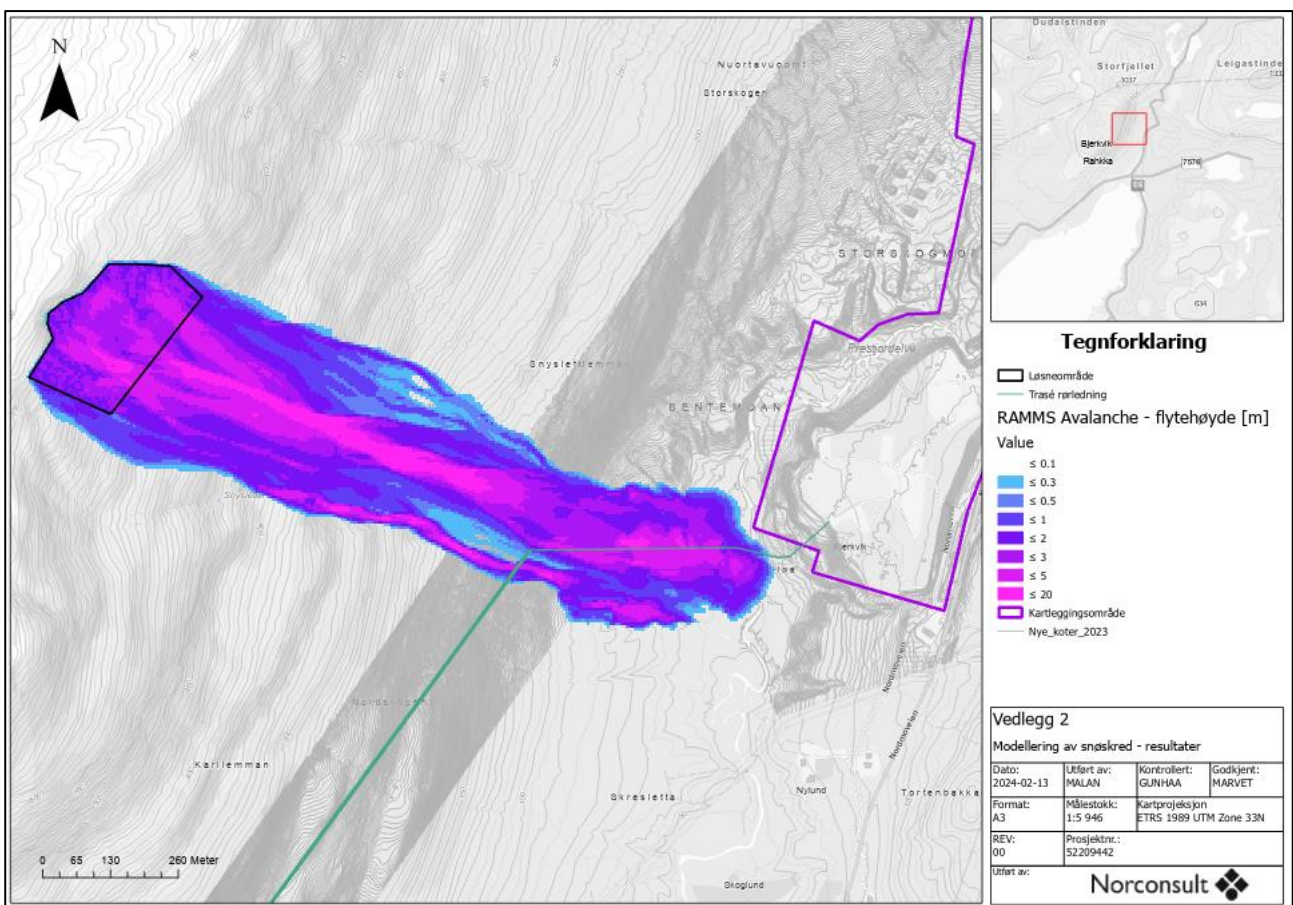
Valg av input-parametere for modelleringen av snøskred er oppsummer i Tabell 4.

Tabell 4: Valg av input-parameter benyttet for snøskred (RAMMS: Avalanche) for skredscenario med antatt nominell årlig sannsynlighet på 1/5000.

| Inputdata:                   | Verdi:    | Merknad:  |
|------------------------------|-----------|---|
| Terrengmodell                | 5 meter   |   |
| Løsneområde                  | 6         |   |
| Bruddhøyde [m]               | 2         |   |
| Løsnevolum [m <sup>3</sup> ] | 142351    |   |
| Skog                         | Nei       |   |
| Størrelse/frekvens           | Large/300 |   |
| Friksjonsparamter            | Standard  | Standardverdiar av friksjonsparameter basert på størrelse/frekvens i RAMMS avalanche. |
| Høydeverdi                   | 1000/500  | Justert etter skoggrensa i området  |

### RAMMS Avalanche resultater

Modelleringsresultatene skal benyttes som hjelpemiddel for å vurdere behovet for sikringstiltak for ammoniakkførende rørledning i grøft. Det er derfor vurdert at et stort skred med tørre skredmasser er dimensjonerende da denne skredtypen får lengst utløp. Skredvind og snøsky er ikke hensyntatt da dette er vurdert å ikke ha skadepotensiale på grøften. Resultatene fra modelleringen er vist i Figur 36 og Vedlegg 1, og viser at faste masser fra snøskred kan passere elva som går på nedsiden av industriområdet. For å kunne vurdere hvilken tyngde skredmassene vil ha på grøften, er det tatt ut data som viser skredets flyte høyde (max height) fra RAMMS. Resultatene fra modelleringen viser at skredets flyte høyde ved punkt for overgang fra borhull til grøft er ca. 1,3 m.



Figur 36: Figur som viser resultater fra modellering av snøskred.

### Anbefalt løsning for sikring av ammoniakkrør

Trasé for rørledninger i grøft ligger i skredutsatt terreng, og går gjennom områder hvor det er definert faresone for skred med største tillatte årlige nominelle sannsynlighet for skred 1/5000 (Figur 35). I dette området er ikke sikkerhet mot skred tilstrekkelig iht. gjeldende sikkerhetskrav for den ammoniakkførende rørledningen. Dimensjonerende skredtype for faresonen er snøskred, iht. SWECOs vurdering utført i 2017



[30]. I SWECOs vurdering er det vurdert som lite sannsynlig at jord- og flomskred vil nå inn på industriområdet, men at de vil kunne nå elven.

Den aktuelle strekningen ligger i ytre del av utløpet til et eventuelt snøskred fra fjellsiden vest for industriområdet. Det er vurdert at skredmasser i meget sjeldne tilfeller (1/5000) både vil kunne påføre ekstra last på rørledningen og i verste fall påføre skade som følge av erosjon. Det anbefales derfor at det støpes et betonglokk over grøfta fra punktet der den kommer ut fra grovhullet og fram til elvekryssingen (ca. 30 m). Det vurderes at sannsynligheten for skade på rørledning som følge av skred på østsiden av elva er liten, da det hovedsakelig vil være påvirkning fra skredvind og snøsky i dette området.

Betonglokket bør dimensjoneres for å tåle trykkpåkjenning på  $3,8 \text{ kN/m}^2$  fra skredmasser. Dette er beregnet ved å benytte en flyte høyde  $h = 1,3 \text{ m}$ , og en densitet fra tørre masser på  $\rho = 300 \text{ kg/m}^3$  ( $P = \rho gh$ ). Det vurderes som lite sannsynlig at våte skred vil få utløp ned til dalbunn.

## Tunneltverrslag Vollan

### **Beskrivelse**

I forbindelse med etablering av rørgatetunnelen mellom Skoglund og Lailasletta legger planforslaget til rette for etablering av tverrslag ved Vollan, vest for Bjerkvik sentrum. Dette vil gi en mer effektiv drift av tunnelen og redusere anleggsperioden. Det skal ikke legges til rette for permanent aktivitet eller etablering av byggverk ved tverrslaget, men det vil bli en permanent adkomst. Det er ikke planlagt vedlikehold eller tilsyn med rørledningen som vil kreve jevnlig opphold. I anleggsfase skal det etableres et midlertidig riggområde ved tverrslaget, det er ikke planlagt permanent personopphold ved dette riggområdet (Figur 37).



Figur 37: Figur som viser området hvor tverrslag med tilhørende riggområde (rød sirkel) planlegges etablert.

### **Gjeldende retningslinjer og styrende dokumenter og regelverk for planlagt tiltak**

#### Plan- og bygningsloven

Sikkerhetskravene som skal legges til grunn ved regulering og byggesak, er gitt i plan- og bygningsloven (PBL) §§ 28-1 og 29-5 med tilhørende byggteknisk forskrift (TEK17) §7-3 «Sikkerhet mot skred» [1]. Mer utfyllende beskrivelse av dette og presentasjon av de ulike sikkerhetsklassene er gitt i kapittel 1 i denne rapporten.

Midlertidige riggområder uten overnattingsbrakker defineres i sikkerhetsklasse S1, med største tillatte årlige nominelle sannsynlighet for skred 1/100.

## NS 5814/5815 Risikovurdering for anleggsarbeid

I forbindelse med etablering av tverrslaget vil det foregå anleggsarbeid i skredfarlig terreng. Risiko for skred knyttet vil anleggsarbeidene må derfor vurderes før oppstart, for eksempel i forbindelse med utarbeidelse av byggeplan. Vurderingene bør gjøres etter prinsipper i NS5814 'Krav til risikovurderinger' og NS 5815 'Risikovurdering av anleggsarbeid'. Hovedprinsippene er presentert under:

I risikovurderingen plasseres en uønsket hendelse inn i en risikomatrix gitt av hendelsenes sannsynlighet og konsekvens. Sannsynlighetskategori for at en person skal bli truffet av et skred er direkte linket opp mot vurdert skredfrekvens. Anleggsarbeidene vil kunne defineres i kategorier basert på vurdert risiko, og vil gi føringer for om arbeid under de gitte forholdene er akseptabelt eller ikke, og om tiltak må igangsettes.

Tabell 2. Sannsynlighetskategorier

| Sannsynlighetskategori | Hendelsesfrekvens                          |
|------------------------|--|
| 1. Lite sannsynlig     | Sjeldnere enn én hendelse pr. 100 år       |
| 2. Moderat sannsynlig  | I gjennomsnitt én hendelse pr. 10 - 100 år |
| 3. Sannsynlig          | I gjennomsnitt én hendelse pr. 1 - 10 år   |
| 4. Meget sannsynlig    | Oftere enn 1 hendelse pr. år               |
| 5. Svært sannsynlig    | Oftere enn 10 hendelser per år             |

Tabell 3. Konsekvenskategorier for tap av menneskers liv og helse

| Konsekvenskategori        | Menneskers liv og helse  |
|---------------------------|--|
| 1. Svært liten konsekvens | Ingen personskade.<br>Ingen negativ helsepåvirkning.   |
| 2. Liten konsekvens       | Liten personskade uten fravær.<br>Kortvarig negativ helsepåvirkning.                             |
| 3. Middels konsekvens     | Personskade med fravær $\geq$ 1 dag, men uten varige skader.<br>Sykdom uten varige konsekvenser. |
| 4. Stor konsekvens        | Alvorlig personskade med varige skader.<br>Sykdom med varige konsekvenser.                       |
| 5. Svært stor konsekvens  | Dødsfall   |

Tabell 4. Risikomatrix for tiltak

| Sannsynlighet         | Konsekvens     |          |            |         |               |
|-----------------------|----------------|----------|------------|---------|---------------|
|                       | 1. Svært liten | 2. Liten | 3. Middels | 4. Stor | 5. Svært stor |
| 5. Svært sannsynlig   |                |          |            |         |               |
| 4. Meget sannsynlig   |                |          |            |         |               |
| 3. Sannsynlig         |                |          |            |         |               |
| 2. Moderat sannsynlig |                |          |            |         |               |
| 1. Lite sannsynlig    |                |          |            |         |               |

**GRØNN** – Akseptabel risiko

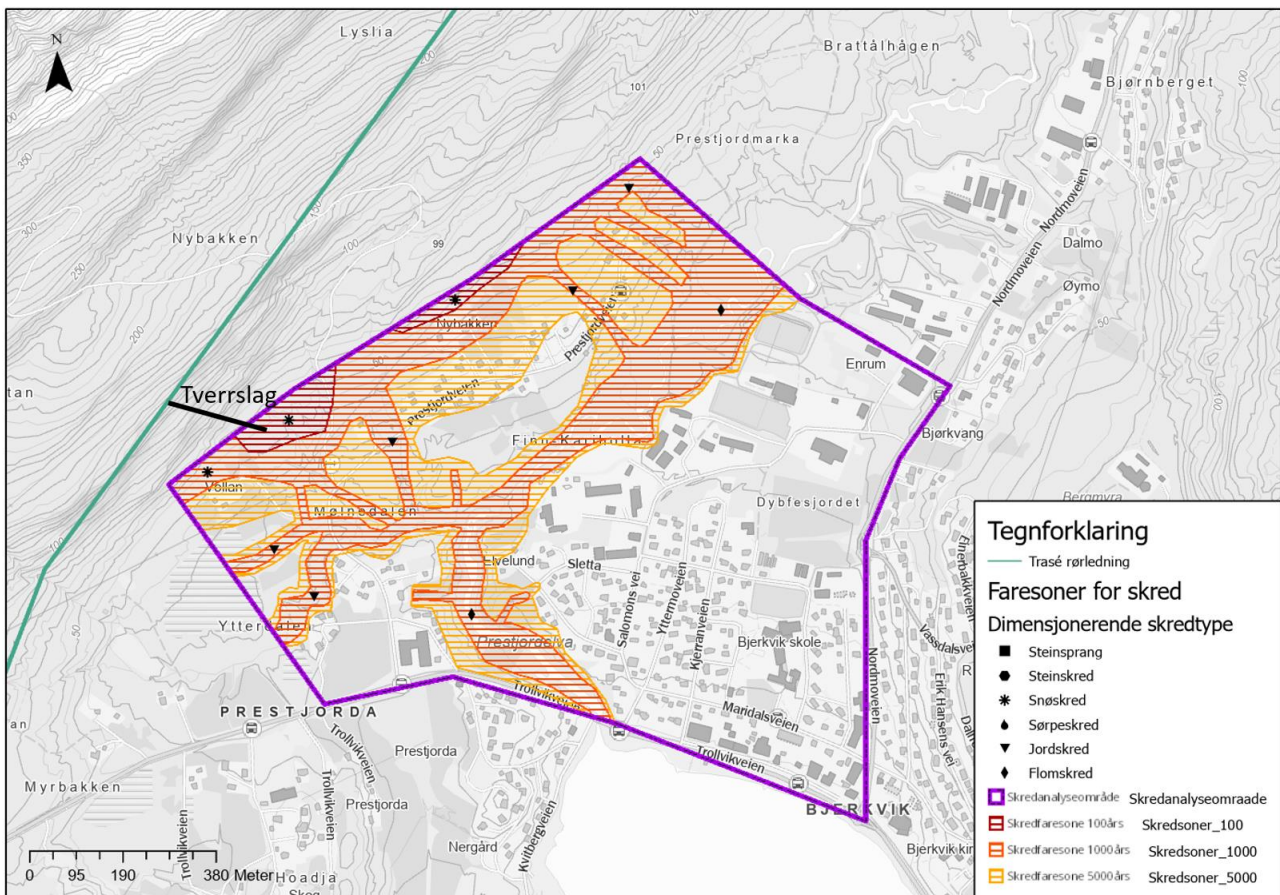
**GUL** – Tiltak nødvendig

**RØD** – Uakseptabel risiko



### Eksisterende faresoner for skred

NGI har på vegne av NVE utført faresonekartlegging for flere delområder i Narvik kommune, blant annet et område i Bjerkvik [8]. Kartleggingsområdet dekker Bjerkvik sentrum og bebyggelse i nedre del av fjellsiden vest/nordvest for sentrum. Det planlagte tverrslaget og riggområdet ligger derfor innenfor eksisterende faresoner for skredfare i bratt terreng. Området ligger innenfor faresone S1 med årlig nominell sannsynlighet 1/100 der snøskred er dimensjonerende skredtype (Figur 38).



Figur 38: Figur som viser faresonekart, tunneltrasé (grønn) og omtrentlig plassering av tverrslag (sort). Tverrslaget ligger innenfor faresone 1/100 (S1).

### Vurdering av riggområde og anleggsarbeider ved tverrslag

Faresonekartet viser at NGI har vurdert det aktuelle området som skredutsatt. I henhold til TEK 17, må riggområdet plasseres utenfor faresone 1/100 slik at krav til sikkerhet mot skred er tilfredsstillt.

Før oppstart må det gjøres en vurdering av risiko for skred knyttet til anleggsarbeidene iht. NS5814 'Krav til risikovurderinger' og NS 5815 'Risikovurdering av anleggsarbeid'. Vurderingen må inneholde en beskrivelse av hvilke forutsetninger som er lagt til grunn, herunder tallfestet årlig nominell sannsynlighet for skred, og en vurdering av risiko for å bli truffet av skred. Videre må restrisiko beskrives. Det er snøskred og løsmasseskred som av NGI er beskrevet å være dimensjonerende skredprosesser i det aktuelle området [8].

En plan for fortløpende vurdering av snøskredfare gjennom vintersesongen kan bli aktuelt i risikovurderingen dersom det skal foregå anleggsarbeid på denne årstiden..

Hvis det gjøres justeringer som fører til at påhuggsområdene for øvrig legges innenfor skredfarlig terreng må det gjøres en tilsvarende vurdering for disse.

## 12 Videre arbeid

Det er her listet opp punkter som beskriver behovet for skredfaglige vurderinger ved ulike tiltak innenfor planområdet.

- Ved ønske om etablering av byggverk innenfor faresoner må det utføres en vurdering av mulighet for å etablere sikringstiltak. Videre må aktuelle tiltak og plassering detaljprosjekteres, hvis innledende vurdering viser at det er mulig å etablere sikringstiltak mot skred i gitt område.
- I eksisterende vurdering er det utarbeidet faresoner for skred med årlig nominell sannsynlighet 1/5000, tilsvarende krav til sikkerhetsklasse S3, dette på bakgrunn av prosjektets behov ved utarbeidelse av faresonene. Hvis det skal etableres byggverk definert i sikkerhetsklasse S1 eller S2 innenfor faresonene bør det gjøres en vurdering av faresoner for skred med gjentaksintervall 1/100 og 1/1000.
- Planområdet har blitt utvidet noe i sør etter at skredfarevurderingen og faresonekartet ble utarbeidet. Det presiseres at de delene av planområdet som ligger utenfor kartleggingsområdet ikke er vurdert ifm. arbeidet som ble gjort i 2022. Hvis det skal etableres byggverk på denne delen av planområdet må det dokumenteres at sikkerheten mot skred er tilfredsstillende gitt byggverkets sikkerhetsklasse, eller at sikringstiltak kan etableres slik at tilfredsstillende sikkerhet oppnås. Se Figur 28 for hvilke deler av planområdet som er innenfor kartleggingsområder for skred. Dette gjelder hovedsakelig riggområde som er planlagt sør for kartleggingsområdet for skredfarevurderingen.



## 13 Vedlegg

Vedlegg 1: Registreringskart – observasjoner fra kartstudie og feltarbeid

Vedlegg 2: Resultater fra modellering, snøskred

Vedlegg 3: Faresonekart

Vedlegg 4: Skredtyper

Vedlegg 5: Uavhengig kvalitetssikring Sweco – 10241305-RIG-N01\_UKS\_Landslide hazard assessment\_Kvanndalen – Bjerkevik.

Vedlegg 6: Svarbrev UKS – 52209442\_NO-INGGEO-04 Svarbrev uavhengig kvalitetssikring Skredfarevurdering Skoglund – Lailasletta.

Vedlegg 7: Egenerklæringsskjemaer for kompetanse (for 2022 og 2024)

## 14 Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk.», [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- [2] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar.», Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.
- [3] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak. Versjonsdato 12.11.2020,» 2020. [Internett]. Available: <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/>.
- [4] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/>.
- [5] NGU, «Berggrunns- og løsmassekart, Ustabile fjellparti, InSAR-kart,» 2021. [Internett]. Available: <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>.
- [6] NVE, «Aktsomhetskart for skred, skredhendelsesdatabase,» 2021. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [7] NIBIO, «NIBIO - Skogressurs- og markfuktighetskart,» 2021. [Internett]. Available: [kilden.nibio.no](https://kilden.nibio.no).
- [8] NGI, «Skredfarekartlegging i Narvik kommune,» NVE, Eksternrapport 20/2016, 2016.
- [9] Se Norge, «Normal for snøhøyde,» Varsom Xgeo, 2022. [Internett]. Available: <https://www.senorge.no/map>. [Funnet 2022].
- [10] Sweco, «Skredfarevurdering Nordre Bjerkvik næringsområde,» 56513001-Geo01, 2017.
- [11] NGI, «Skredfarekartlegging i Narvik kommune,» NVE Rapport nr 20-2016, 2016.
- [12] Meteorologisk institutt, «Yr - historikk Bjørkåsen meteorologiske stasjon,» 2022. [Internett]. Available: <https://www.yr.no/nb/historikk/graf/5-84070/Norge/Nordland/Narvik/Bj%C3%B8rk%C3%A5sen>.
- [13] NGI, Løsmasse- og flomskred i Skred, skredfare og sikringstiltak, pp. 77-94., Universitetsforlaget, 2014.
- [14] SLF, «RAMMS avalanche user manual v1.7.0,» WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, 2017.
- [15] K. Lied og S. Bakkehøi, «Empirical Calculations of Snow-Avalanche Run-Out Distance Based on Topographic Parametres,» *Journal of Glaciology*, vol. 26, nr. 94, pp. 165-177, 1980.
- [16] S. Bakkehøi og H. Norem, «Sammenlikning av metoder for beregning av maksimal utløpsdistanse for snøskred. Rapportnr 581200-30,» Norges Geologiske Institutt, Oslo, Norge, 1994.

- [17] B. Salm, H. U. Gubler og A. Burkard, «Berechnung von Fliesslawinen: eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen.,» Eidgenössisches Institut für Schnee-und Lawinenforschung, Weissfluhjoch/Davos, 1990.
- [18] NVE, «NIFS prosjektrapport nr 107-2015. Sammenligning av modelleringsverktøy for norske snøskred,» 2015.
- [19] Statens vegvesen, «Håndbok V138- Veger og snøskred,» Vegdirektoratet, 2014.
- [20] NGI, Skredfarekartlegging Narvik, 20/2016 (20150400-01-R), 2016.
- [21] SWECO, Skredfarevurdering Nordre Bjerkvik næringsområde 56513001-Geo01, 2017.
- [22] EAWS, Standards- Avalanche size (European Avalanche Warning Services), 2022.
- [23] T. Johannesson, P. Gauer, P. Issler og K. Lied, The design of avalanche protection dams, European commission- Unit I.5 Climate change and environmental risk, 2009.
- [24] B. Jamieson og C. Jaedicke, «An intro to snow avalanche dynamics and impact. Henta frå <https://vimeo.com/593911197>,» 2021.
- [25] H. Norem, «Forslag til beregning av dimensjonerende snøskredlast mot konstruksjoner, NGI-rapport 581200-16,» Norges geotekniske institutt (NGI), Oslo, 1990.
- [26] P. Gauer, «Estimates on the Reach of the Powder Part of Avalanches, pp. 815-819,» i *Proceedings of the International Snow Science Workshop*, Innsbruck, Austria, 2018.
- [27] D. Issler, P. Gauer, Glimsdal, C. Jaedicke, F. Sandersen og K. G. Gisnås, «SP4 FoU Snøskred ANNUAL REPORT 2019, NGI 20170131-17-R,» Norwegian Geotechnical Institute, 2020.
- [28] Statens kartverk, «Høydedata - skyggerelieff og helningskart,» 2021. [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.
- [29] SWECO, «Skredfarevurdering Nordre Bjerkvik næringsområde,» 56513001-Geo01, 2017.
- [30] S. B. H. Norem, «Sammenlikning av metoder for beregning av maksimal utløpsdistanse for snøskred,» NGI, 1994.
- [31] H. U. G. o. A. B. B. Salm, «Berechnung von Fliesslawinen: eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen,» Eidgenössisches Institut für Schnee-und Lawinenforschung, Weissfluhjoch/Davos, 1990.
- [32] NVE, «NIFS prosjektrapport nr 107-2015. Sammenligning av modelleringsverktøy for norske snøskred,» 2015.
- [33] Vegdirektoratet, «Håndbok V138 - veger og snøskred,» 2014.
- [34] Norconsult, «Landslide Hazard assessment Kvanndalen, Bjerkvik - Aker Clean Hydrogen\_revB01,» 52204481\_G-REP-02, 2022.

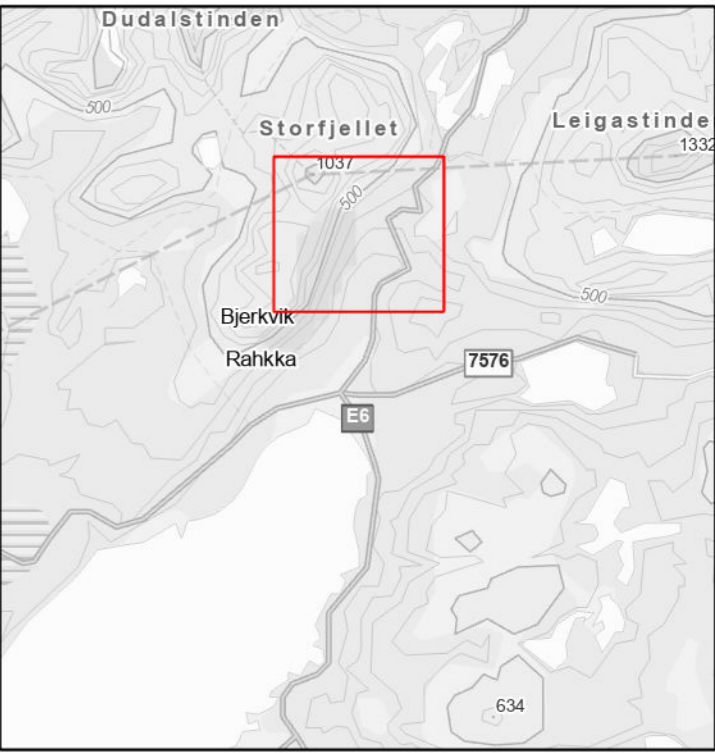
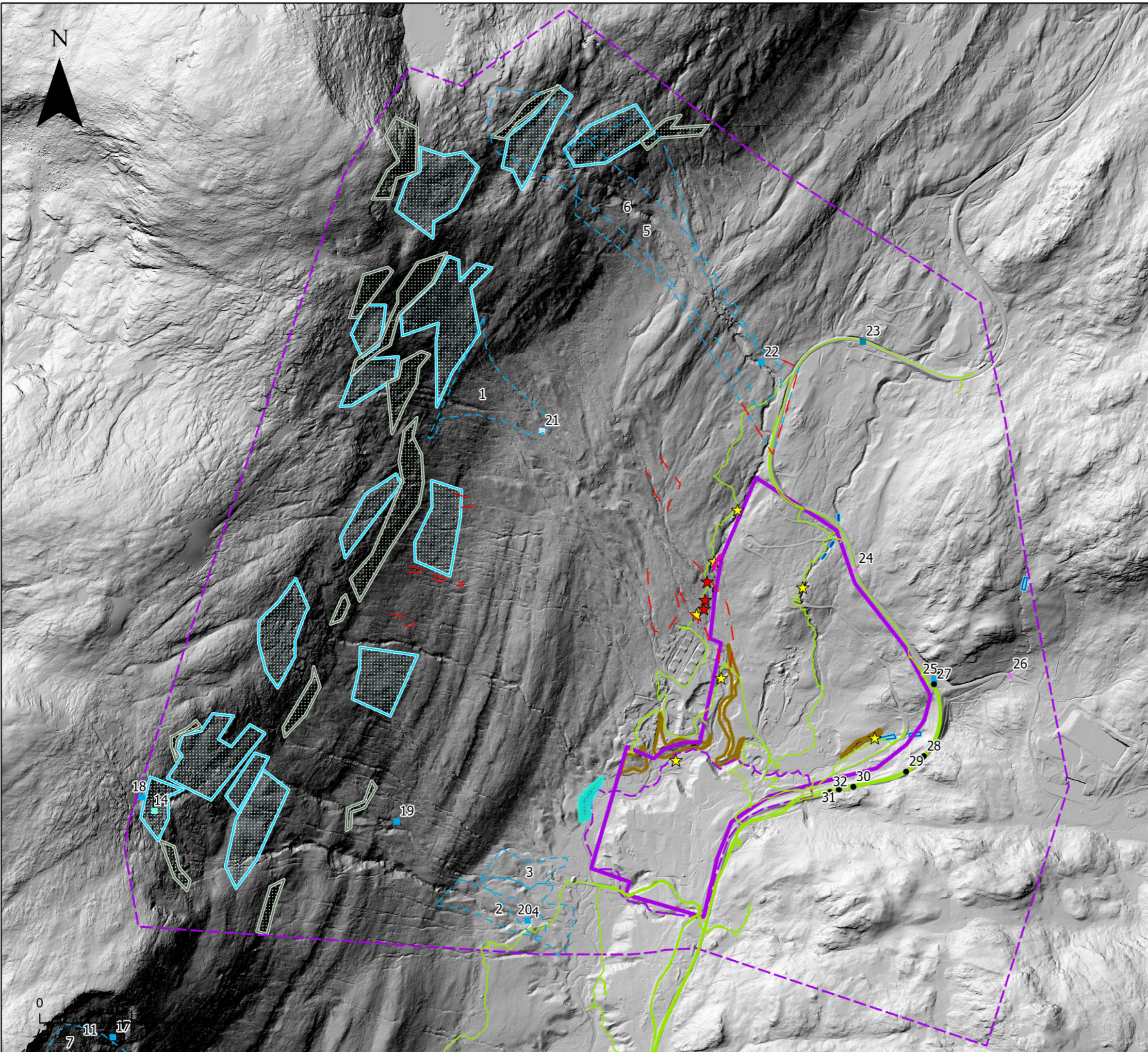


[35] NGU, Interviewee, *NGU - Contact regarding unstable mountain areas (email)*. [Intervju]. March 2022.

[36] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar, 2/2011,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.

[37] NVE, «NVEs tilbakemelding - Generell forespørsel om krav til oppskyllingshøyder,» NVEs ref: 202207370-2, 11.05.2022, 2022.





**Tegnforklaring**

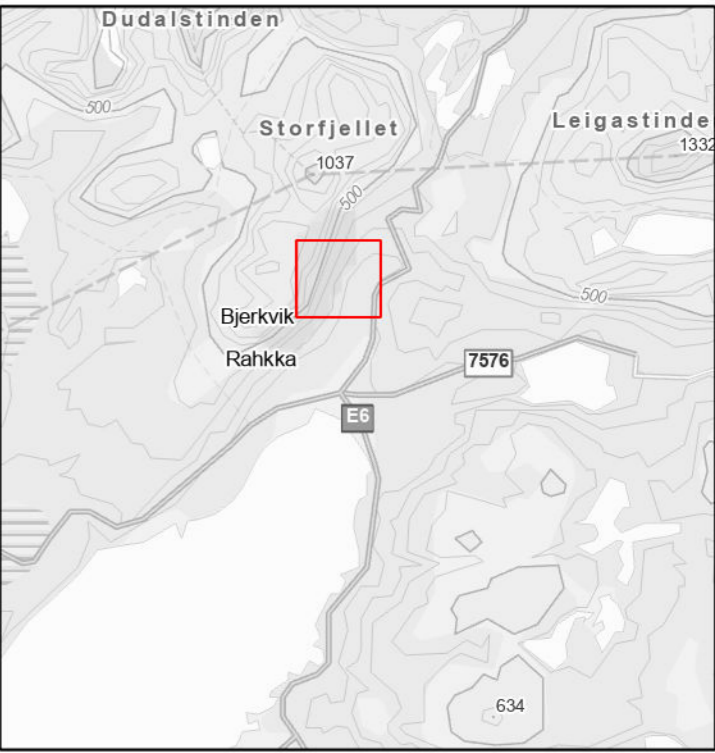
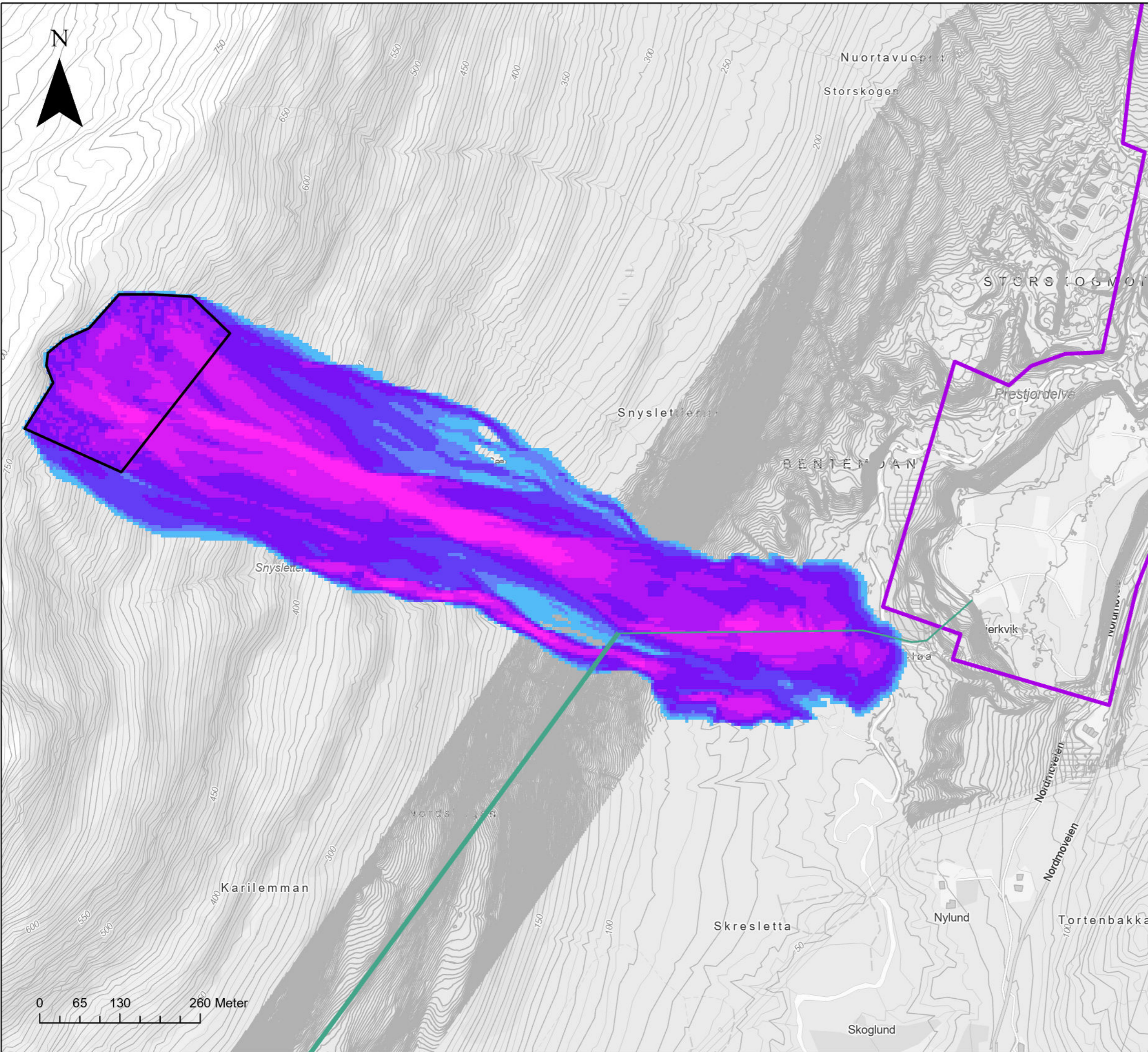
- Sikringstiltak
- - - Registrerte skredhendelser
- Skredhendelse, utløp**
- Steinskred, uspesifisert
- Snøskred
- Snøskred, tørt
- Snøskred, uspesifisert
- Uspesifisert
- Skredhendelse, skredtype**
- Steinsprang
- Snøskred, tørt flakskred
- Snøskred, våt løssnø
- Snøskred, vått flakskred
- ▲ Sørpeskred
- ◆ Uspesifisert jord-/flomskred
- ◆ Uspesifisert, snøskred tørt flakskred
- ★ Skredskada skog
- ★ Aktive\_elveerosjonspunkt
- Befaringsspor
- Kartleggingsområde
- SWECO2017\_kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred

**Vedlegg 1**

**Registreringskart**

|                     |                          |  |                     |
|---------------------|--------------------------|--|---------------------|
| Dato:<br>2024-03-22 | Utført av:<br>MALAN      | Kontrollert:<br>GUNHAA                   | Godkjent:<br>SIGPLA |
| Format:<br>A3       | Målestokk:<br>1:12 000   | Kartprojeksjon<br>ETRS 1989 UTM Zone 33N |                     |
| REV:<br>00          | Prosjektnr.:<br>52209442 |  |                     |



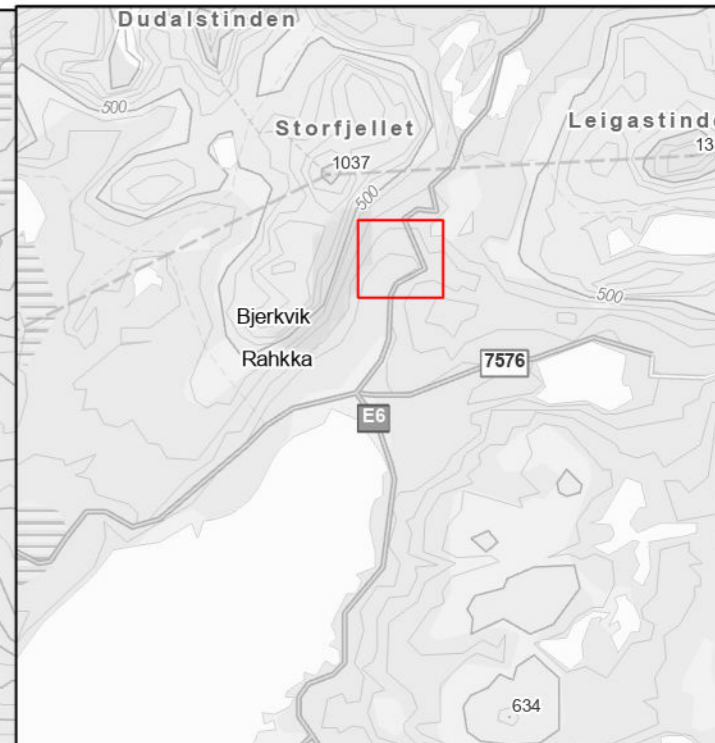
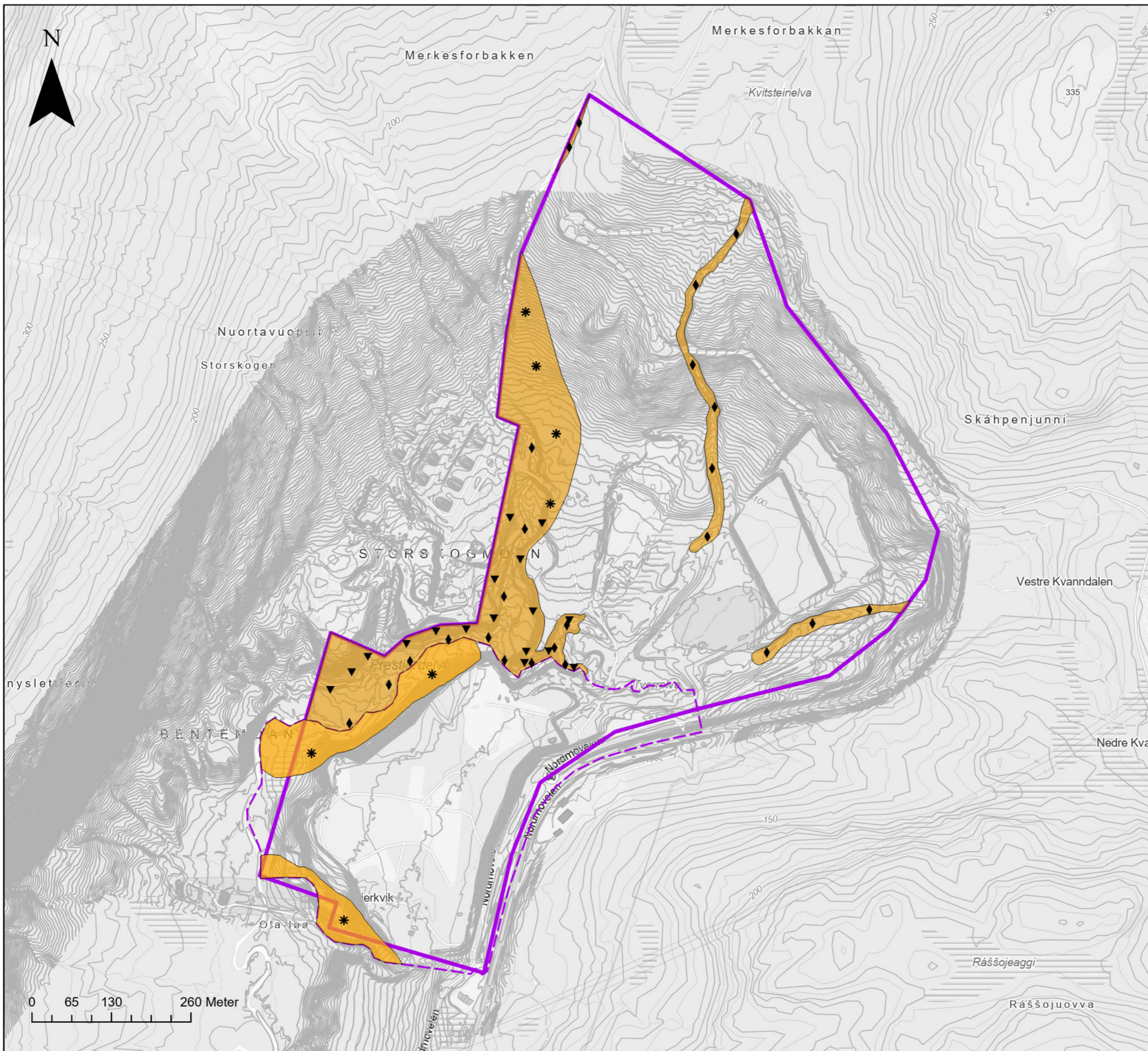


### Tegnforklaring

- Løsneområde
- Trasé rørledning
- RAMMS Avalanche - flyte høyde [m]**
- Value**
- ≤ 0.1
- ≤ 0.3
- ≤ 0.5
- ≤ 1
- ≤ 2
- ≤ 3
- ≤ 5
- ≤ 20
- Kartleggingsområde
- Nye\_koter\_2023

|                                      |                          |  |                     |
|--------------------------------------|--------------------------|--|---------------------|
| <b>Vedlegg 2</b>                     |                          |  |                     |
| Modellering av snøskred - resultater |                          |  |                     |
| Dato:<br>2024-02-13                  | Utført av:<br>MALAN      | Kontrollert:<br>GUNHAA                   | Godkjent:<br>MARVET |
| Format:<br>A3                        | Målestokk:<br>1:5 946    | Kartprojeksjon<br>ETRS 1989 UTM Zone 33N |                     |
| REV:<br>00                           | Prosjektnr.:<br>52209442 |  |                     |
| Utført av:                           |                          | <b>Norconsult</b>                        |                     |





### Tegnforklaring

#### Dimensjonerende skredtype

- Steinsprang
- Steinskred
- \* Snøskred
- ◆ Sørpeskred
- ▼ Jordskred
- ◆ Flomskred
- Faresone SWECO 1/5000\_nytt terreng 2024
- Faresone 1/5000 2022
- Kartleggingsområde
- SWECO2017\_kartleggingsområde

Det presenteres kun faresoner for skred med årlig nominell sannsynlighet 1/5000 i dette kartet. Faresoner for 1/100 og 1/1000 må utarbeides hvis byggverk i sikkerhetsklasse S1 eller S2 skal plasseres innenfor faresonene.

### Vedlegg 3

#### Faresonekart

|                     |                          |  |                     |
|---------------------|--------------------------|--|---------------------|
| Dato:<br>2024-04-02 | Utført av:<br>MALAN      | Kontrollert:<br>GUNHAA                   | Godkjent:<br>SIGPLA |
| Format:<br>A3       | Målestokk:<br>1:6 000    | Kartprojeksjon<br>ETRS 1989 UTM Zone 33N |                     |
| REV:<br>00          | Prosjektnr.:<br>52209442 |  |                     |



## ► Vedlegg 4 – Generell beskrivelse av ulike skredtyper

Under følger en kort beskrivelse av de ulike skredtypene. Se NVEs oppdaterte veileder [1] for ytterligere beskrivelse.

### Steinsprang og steinskred

Steinsprang og steinskred løsner vanligvis i fjellskråninger som er brattere enn 45° [1]. Stabiliteten i bergmassene påvirkes av blant annet bergartstype, oppsprekingsgrad, sprekkeforhold og foliasjon, vanntilgang og tilstedeværelse av trær og røtter (rotsprengning). Steinsprang består av enkeltblokker som beveger seg hovedsakelig uavhengig av hverandre, og det mest vesentlige energitapet skjer i kontakt med terrengoverflaten. Et steinskred er en massebevegelse av et større bergparti. Partiklene i steinskredet splittes oftest i mindre deler nedover skredbanen. Energien til et steinskred avtar ved støt mellom blokkene i skredet og ved kontakt med terrengunderlaget [1].

### Jordskred

*Jordskred* er utglidning av løsmasser i terreng brattere enn 20°. De starter med en plutselig utglidning, eller vedvarende sig i terrenget, i vannmettede løsmasser [1]. Røtter fra vegetasjon vil kunne 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. Ifølge NVEs veileder er skog stabiliserende for jordskred siden røtter og vegetasjon reduserer faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør [1]. De viktigste utløsningsfaktorene er oppbygging av vanntrykk som følge av langvarig nedbør, intense regnskyl og/eller sterk snøsmelting.

### Flomskred

*Flomskred* er hurtige vannrike skred som opptrer typisk langs bratte elver/bekkeløp, eller i raviner, hvor det er eroderbare løsmasser til stede. Oftest er helningen i løsneområdet mellom 25 – 45°, men kan også oppstå i slakere terreng helt ned mot 15° [1]. Flomskred opptrer også der det vanligvis ikke er permanent vannføring. 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. Ifølge NVEs veileder er skog stabiliserende for flomskred siden røtter og vegetasjon reduserer faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør [1].

### Snøskred

Snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 25° - 55° bratt [1]. I slake skråninger (30° - 35°) må det komme 1-2 meter snø i løpet av tre døgn før det oppstår ustabile forhold. Forsenkninger som skålfformasjoner, gjel og skar er vanlige terrengformasjoner der det kan løsne skred. Store flate områder/plataer over løsneområdene vil ofte bidra til økt akkumulering av snø inn i løsneområdene, noe som kan gi økt snøskredfare. Tett skog i fjellsiden vil ofte hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned [2].

## Sørpeskred

For at et sørpeskred skal utløses kreves et snødekke av en viss tykkelse og en terrengformasjon som muliggjør en vannmetting av snødekket. Typiske løsneområder for sørpeskred er langs elve- og bekkeløp og andre større forsenkninger i terrenget med tilgang til vann i kombinasjon med terrengformasjoner som tillater akkumulasjon av snø. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor det kan bli store vannansamlinger i snødekket. Erfaringer fra tidligere hendelser viser at snøskred som demmer opp en trang elvedal er en vanlig årsak til å få utløst sørpeskred. Når snøen er mettet med vann vil snødemningen fra snøskredet brytes som et sørpeskred. I slike tilfeller vil et sørpeskred kunne løses ut, selv om værforholdene ikke tilsier det. Sørpeskredene kan derfor forekomme i ulike terrengtyper og kan være vanskelig å forutsi. Sørpeskredene kan få lange utløp spesielt når de følger bekk – eller elveleier. Det er per i dag lite kunnskap på hvilken morfologisk og sedimentologisk signatur som kan knyttes til sørpeskred. Det er også mulig at sørpeskred kan være vanskelig å identifisere sikkert ut fra avsetninger alene siden skredene gjerne eroderer løsmasser langs løpet og kan ligne flomskred i avsetningsområdene [3].

## Referanser

[1] NVE, «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/skredfarekartlegging>.

[2] NVE, «NVE-veileder nr.8-2014. Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak.,» Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Oslo, 2014b.

[3] NGU, «Komplekse skredvifter: monitorering og karakterisering av skredavsetninger fra ulike prosesser. NGU rapport 2020.21.,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), Trondheim, 2020.



# Landslide hazard assessment Kvanndalen – Bjerkvik, Narvik, Nordland

UKS- Uavhengig kvalitetssikring /Independent  
quality control



**Rapporteringsstatus:** Endelig Oversendelse for kommentar Utkast

|  |  |
|--|--|
| <b>Utarbeidet av:</b><br>Maria Hannus    | <b>Sign.:</b><br>NOHMAA                |
| <b>Kontrollert av:</b><br>Roger Andersen | <b>Sign.:</b><br>NOROAN                |
| <b>Prosjektleder:</b><br>Maria Hannus    | <b>Prosjekteier:</b><br>Roger Pedersen |

**Revisjonshistorikk:**

|             |             |                    |                      |                       |
|-------------|-------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
|             |             |                    |                      |                       |
| 00          | 15.03.24    | Originalt dokument | NOHMAA               | NOROAN                |
| <b>Rev.</b> | <b>Dato</b> | <b>Beskrivelse</b> | <b>Utarbeidet av</b> | <b>Kontrollert av</b> |

## Sammendrag

Sweco Norge AS har utført uavhengig kvalitetssikring av skredfarevurdering utført av Norconsult, viser til rapport «Assignment no: 52204481, document no.: 52204481\_G-REP-002 v.B01, date 2022-09-16, Landslide hazard assessment, Kvanndalen – Bjerkvik, Narvik municipality, Nordland county. Det blir også gitt en uavhengig kommentar til den supplerende vurderinger vedrørende endring av faresoner skred «Reguleringsplan for Skoglund-Lallasletta, dokumentnr.NOKV-104-HSE-REP-00024, dato 16/2-2024».

Den uavhengige kvalitetssikringen er utført iht. NVEs veileder «Sikkerhet mot skred i bratt terreng». Iht. veilederen er det krav om uavhengig kvalitetssikring for alle utredninger som er utført for skredsannsynlighet  $\geq 1/5000$  dvs. bygg/tiltak i sikkerhetsklasse S3 og over.

Den skredfarevurdering som er levert for kontroll av Norconsult tolkes som en vurdering som er satt sammen av, en vurdering av et område som er utført av annet foretak i 2017 og Norconsults vurdering i 2022 av annet område, i kartleggingsområdet. Den sammensatte rapporten av Norconsult bærer preg av at den vurdering som de har tatt med som annet foretak har utført i 2017, er ikke tilstrekkelig innarbeidet og gjennomgått i den sammensatte rapporten av Norconsult. Mangler vurdering av mulig skredfare fra påvirkningsområde fra nordøst og sørøst.

Norconsult har utført befaring i forbindelse med sin vurdering de oppfattes som de har utført en tilfredsstillende befaring og feltundersøkelser i forhold til det de har vurdert, savner imidlertid litt mer registreringer på registreringskart. For eksempel mulige løsnedområder for å kunne se sammenhengen i faresoner som er avmerket. Klimaanalysen burde vært oppdatert til nyere dato, beregningsverktøy anses brukt og diskutert. Vedlegg nr. 3 er forvirrende, da dere først viser Norconsults vurdering fra 2022 og så i neste vedlegg nr. 3, lagt på faresoner fra rapport fra annet foretak fra 2017. Det er flere uklarheter som gjelder vedlegg 3.

Rapporten inneholder mye annen informasjon enn sjølve skredfarevurderingen, sånn er det ofte i denne type prosjekt. Det kan skape litt utfordringer med å følge rapporten. Dere kunne innledningsvis vært tydeligere på hva som er selve skredfarevurderingen og hva som er annet.

Kommentarer og avvik er bemerket og klassifisert med hensyn til alvorlighetsgrad. I tabell 2 og 3, summeres avvik og kommentarer til rapporten. Avvik som er merket IG, betyr ikke godkjent og disse må svares ut/rettes opp føre vi ser at rapporten er iht. NVEs veileder for skred i bratt terreng. <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/uavhengig-kvalitetssikring/?ref=mainmenu>

Vedrørende den supplerende vurderingen «NOKV-104-HSE-REP-00024» der dere beskriver terrengendringer som blitt utført etter at skredfarerapporten i 2022 ble utført og nå små justeringer til faresoner på grunn av disse endringer. Det er gitt noen små kommentarer på det i tabell 4.

Oppsummert vurderes det at skredfarevurderingen utført av Norconsult i 2022, som den framstår ved uavhengig kvalitetssikring ikke oppfyller kraven iht.NVEs veileder. Hele det definerte kartleggingsområdet, skal vurderes av Norconsult og oppdateres til å gjelde vurderinger utført når rapporten blir laget. Dersom man ønsker å bruke «klipp og lim» fra tidligere rapporter så kan disse brukes som grunnlag, men de må diskuteres mer og inkluderes bedre i rapporten. Det er Norconsults vurderinger som blir det endelige produktet som gjennomgår uavhengig kvalitetssikring.

**Sweco Norge AS**  
**Prosjekt**  
**Prosjektnummer**  
**Kunde**  
**Rev**  
**Dato**

Organisasjonsnr. 967032271  
UKS Skredfarevurdering  
10241305  
Aker Clean Hydrogen  
00  
15.03.2024



# Innholdsfortegnelse

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 1   | Innledning .....                            | 5 |
| 1.1 | Betegnelser ved kontrollen .....            | 6 |
| 1.2 | Oppbygging av utførelse av kontrollen ..... | 6 |
| 2   | Kommentarer/avvik .....                     | 7 |

# 1 Innledning

Sweco Norge AS er engasjert av Aker Horizons Asset Development AS for å utføre en uavhengig kvalitetssikring/kontroll (UKS) iht. NVEs skredfareveileder for tiltak i sikkerhetsklasse S3. Skredfarevurderingen som Sweco utfører UKS på er utarbeidet av Norconsult og rapporten er benevnt «Landslide hazard assessment» det er blir også gitt noen kommentar på supplerings vurdering «Reguleringsplan for Skoglund- Lallasletta», se tabell 1. Den kontrollerte skredfarevurderingen er en vurdering som bare er gitt for høyeste skredsannsynlighet  $\geq 1/5000$ , dvs. at bygg tilhørende sikkerhetsklasse S3 skal plasseres utenfor dette område. Ettersom denne rapport ikke har vurdert for de høyere skred sannsynlighetene dvs. for bygg tilhørende sikkerhetsklassene S1 og S2 (boliger, anneks, lagerbygg, garage mm..) så må også bygg tilhørende dem plasseres utenfor fareområder som er avmerket.

Det poengteres viktigheten med at det framkommer for oppdragsgiver og andre beslutningsmyndigheter, at det ikke er utarbeidet faresoner for de høyere sannsynlighetene  $\geq 1/1000$  eller  $\geq 1/100$ . Dette betyr at det kan være faresoner med de høyere sannsynlighetene innenfor de avmerkete faresonene. Dermed kan denne rapporten bare være gyldig for etablering av bygg utenfor faresoner avmerket. Dette er ikke en komplett vurdering iht. TEK17 for skred i bratt terreng, da den ikke viser på skredsannsynligheter høyere 1/5000.

Tabell 1. Kontrollert dokument

| Kontrollert dokument nr./dato:  | Tittel:  | Utarbeidet av:   |
|---|--|--|
| Oppdragsnr:52204481<br>Dokument nr: 52204481_G-REP-002<br>Versjon: B01, Dato: 2022-09-16<br>Inkl. vedlegg   | Aker Clean Hydrogen<br>«Landslide hazard assessment» Kvanndalen – Bjerkvik, Narvik municipality, Nordland county.  | Norconsult AS v/ Martine Lund Andresen, Henrik Lngeland og Tom- Vegard Olufsen |
| Del av dette dokument er kontrollert/gjennomgått;<br>Dokumentnr. NOKV-104-HSE-REP-00024<br>Dato: 16/02/2024 | Reguleringsplan for Skoglund-Lallasletta, supplerende vurderinger skred. I dette dokument er det som omhandler endring av faresoner kontrollert ikke det som omhandler sikringstiltak. | Norconsult; v/MaLAn, GunHaa, MARVET  |
|   |  |  |

Hensikten med uavhengig kvalitetssikring er å påse at skredfarevurderingen har tilstrekkelig kvalitet og at den er utført i samsvar med NVEs veileder «Sikkerhet mot skred i bratt terreng» (heretter kalt veileder(en)). Iht. veilederen er det krav om uavhengig kvalitetssikring for alle utredninger som er utført for bygg/tiltak i sikkerhetsklasse S3 og over.

Innholdet av kvalitetssikringen skal iht. veilederen omfatte følgende:

- Om det er benyttet relevant og dekkende grunnlagsdata, inkludert eventuelle tidligere utførte skredfareutredninger for samme område
- Om feltarbeid/befaringer kan ansees som dekkende og tilstrekkelig
- Om klimadata er brukt der det er relevant
- Om beregningsverktøy er brukt fornuftig, og resultater av modelleringen er diskutert
- Om det er sammenheng mellom registreringskart, eventuelle modellresultater og skredfareutredninger/faresoner

Det skal også gjøres en samlet vurdering av konklusjoner og begrunnelser ut fra tilgjengelig grunnlagsdata og beregningsresultater. Gjennomført kvalitetssikring skal alltid beskrives og dokumenteres.

## 1.1 Betegnelser ved kontrollen

Tabell 3 og 4 viser kontrollstatus av utført kvalitetssikring av notat. Sweco har brukt følgende betegnelse for registrerte avvik og kommentarer ved kontroll av skredfarevurderingen.

Kontroll og avvik er gradert med betegnelse, som vist under;

Tabell 2 Kontroll betegnelser

| Kontrollstatus | Beskrivelse av kontrollstatus i henhold til anbefalinger i NVEs bransjestandard   |
|----------------|---|
| OK             | Vurdert tilstrekkelig omhandlet i skredfarevurderingen  |
| ANM            | Kommentar til utredningen, anbefales endret/utbedret eller kommentert. Avviket noe iht.NVEs bransjestandard eller annet, men vurderes ikke å ha avgjørende betydning for tolket skredfare (faresoner).  |
| IG             | Ikke tilstrekkelig utredet i skredfarevurderingen i henhold NVEs bransjestandard som <u>kan</u> ha betydning for vurderte faresoner, og som vurderes av kontrollerende å være nødvendig å utbedre for å få en rapport som er av tilstrekkelig kvalitet. |
| IR             | Ikke relevant ved aktuelle skredfarevurdering   |

## 1.2 Oppbygging av utførelse av kontrollen

For utførelse av den uavhengige kvalitetssikringen følger Sweco NVEs veileder og anbefalt oppsett for uavhengig kvalitetssikring se lenke: <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/uavhengig-kvalitetssikring/>, sist oppdatert 22.03.2022 hentet 21.02.2024.

Sweco har interne sjekklister som er utarbeidet etter NVEs veileder for utførelse av skredferekartlegging, disse er aktivt brukt i kontrollen. Avvik og kommentarer er sammenstilt i Tabell 3 og 4.



## 2 Kommentarer/avvik

Kommentarer og avvik er sammenstill i tabell 3 og tabell 4. Rapporten vurderes som ikke godkjent, da det er avvik som må rettes opp. Det er spesielt avvik som er relatert til innarbeidning og vurderinger av en eksisterende tidligere rapport for området fra 2017 som vises som vurdering utført av annet foretak og i 2017. Det mangler også vurdering av mulig skredfare fra påvirkningsområde fra nordøst/sørøst.

Tabell 3 omhandler generelle spørsmål/avvik og kommentarer til rapportene. Tabell 4 følger oppsettet i den kontrollerte rapporten fra 2022. Det blir i slutten i tabell 4 gitt noen kommentarer på det supplerende notatet fra 2024 som omhandler terrengendringer og justering av faresoner som ble gitt i 2023.

Oppsummert vurderes det at skredfarevurderingen er mangelfull. Den er delvis satt sammen av tidligere (fra 2016 og 2017) utførte skredfarevurderinger, disse er hva Sweco har kjennskap til ikke gjennomgått noen uavhengig kvalitetssikring. Dersom disse skal inngå i denne vurdering og kontroll så må de inkluderes på en mer innarbeidet måte og at Norconsult beskriver mer hva som inngår i de vurderingen. Ofte er det betydelig ryddigere at utførende lager en helt ny vurdering som de er ansvarlig for og bruker tidligere vurdering som en del av grunnlag.

Det er heller ikke noen selvfølge i att det er «gode» vurderinger som foreligger fra 2016 og 2017. Det har vært betydelige endringer i regelverk og NVEs veiledere siden den tiden. Detaljgraden på vurderinger har også blitt mer nøyaktig. Det er også kjent at flere av de nasjonale kartleggingene fra den tiden ikke har hatt tilfredsstillende kvalitet. Dersom Norconsult hadde inkludert mer fra vurderinger og materiale fra de vurderingene og at dere begrunnet hvorfor dere mener de kan ligge til grunn så hadde det vært noe annet, men det lyser igjennom i rapporten at dere i stort sett bare kopiert inn de faresonene som blitt fastsatt fra den tiden.

Norconsult/dere har i skredfarevurdering fra 2022 vurdert skredfare for deler av kartleggingsområdet «Kvanndalen», den sørligste delen av kartleggingsområde ble skredfarevurdert av Sweco i 2017. Når Norconsult setter av et kartleggingsområde så er det dermed sagt at det gjelder området som skal kartlegges i den vurderingen som utføres.

Kontrollen avdekker flere uklarheter og mangler. Rapporten fra 2022 har i stort sett med de relevante forhold og kapitler som er beskrevet i NVEs veileder. Men mangler vurdering fra påvirkningsområde fra nordøst/sørøst. Det er beskrevet grunnlagsdata/materiale, (men det mangler innarbeidning av de tidligere vurderingene dersom man er enig i dem i denne vurdering). Det anses å være utført feltarbeid og det er medtatt klimadata (deler av dette er også hentet fra rapport fra 2016). Det er utført modelleringer og relevante utvalg av det er lagt med, men mangler modelleringer/diskusjon om utløp mm.. til de faresoner som ble vurdert i 2017 og fra område dere ikke inkludert i vurderingen. Videre har den med noen vedlegg iht. NVEs veileder, egenerklærings skjema er lagt med separat dette skal iht. NVEs veileder følge respektive rapport. Se kommentarer i tabell 3 og 4.

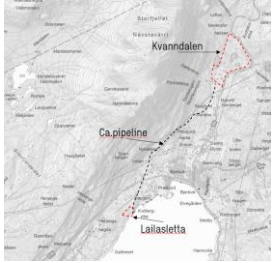
Kontrollen er utført iht. anbefalinger som er gitt i NVEs veiler for hva en uavhengigkvalitetssikring må omhandle.

Tabell 3. Generelle kommentarer og avvik ved den uavhengige kvalitetssikringen.

| Avvik Referanse | Henvising til kapittel                                       | Registrerte avvik /spørsmål  | Status | Svar på kommentarer |
|-----------------|--|--|--------|---------------------|
| 1.              | Generelt for rapporten                                       | <p>Det er i starten på rapportene vanskelig å se sammenheng i hva er det som skal vurderes og ikke.</p> <p>Rapporten inkluderer tema som er anbefalt i NVEs veileder. Dette er ikke et absolutt krav Derfor blir denne kontrollen utført mer på overordnet plan og etter NVEs overordnede krav som er som er listet opp i NVEs veileder og her i punkter kap.1.</p> <p>Det er lagt med dokument «egenerklærings skjema» dette er ikke knyttet direkte til de tilhørende rapportene mer enn via når de er signert dato (16/9-22) og 15/1-2024. Disse skal bør iht. NVEs veileder va knyttet tydelig til rapport de gjelder, eller tydeligere framgå på dokumentet hvor de tilhører.</p> | ANM    |                     |
| 2.              | Sidemannskontroll utført/skjema (Kontroll- og referanseside) | <p>Det er oversendt interne sjekklister, dette er ikke en del av NVEs uavhengige kvalitetssikring, disse er ikke kontrollert nærmere.</p> <p>Det som er krav, er at det er signert for at det er utført en egenkontroll og sidemannskontroll og det er med i begge rapportene.</p>   | OK     |                     |
| 3.              | Sammendrag   | Sammendraget er ok. Men vil mangler vurderinger i den. Når Norconsult har komplettert avvik som blir gitt her i tabell 4.  | ANM    |                     |

Tabell 4: Kommentarer og avvik ved den uavhengige kvalitetssikringen. Kommentarer i denne tabell tilhører rapport fra 2022.

| Avvik Referanse | Henvising til kapittel | Registrerte avvik /spørsmål   | Status | Svar på kommentarer |
|-----------------|------------------------|---|--------|---------------------|
| 4.              | 1.Introduction         |   |        |                     |
| 5.              | 1.1. Background        | <p>Savner en bedre områdebeskrivelse. Hva er det som skal vurderes i denne rapport. Nevnes bare i siste avsnitt i kap.1.1. figur 1, og dette område beskriver dere litt under 1.1.3.</p> <p>I figur 1, så blir også påvirkningsområdet er feil, da det kommer inn skred fra</p> | ANM    |                     |

|     |  |   |            |  |
|-----|--|---|------------|--|
|     |  | <p>sørlig kant også iht. vurdering fra 2017.</p> <p>Det er mulig skredfare fra nordøst/øst og sørøst også. Se aktsomhetskart og hendelser.</p>  | <b>IG</b>  |  |
| 6.  | <p>1.1.1 Pipeline route</p> <p>1.1.2 Lailasletta – Jetty area</p> <p>1.1.3 Proposed Construction</p> | <p>Dette er de tre kapitlene som beskriver de tre ulike områdene. Men det er jo bare område 1.1.3 som er Kvanndalen og den som blir vurdert. Dette kommer ikke tydelig nok fram, skaper litt forvirring. Navnet Kvanndalen kan med fordel stå i kapitel overskriften det gjelder (1.1.3)</p> <p>Dette kan enkelt vises på et oversikts kart som viser de ulike områdene.</p>  | <b>ANM</b> |  |
| 7.  | 1.2 Performed Investigasjons   | Her skiver dere kort at utført befarings mm.. Henvist til tracklogg i reg.kart. Dersom de tidligere rapportene skal inngå så bør også deres befarings omtales og vises.   | <b>OK</b>  |  |
| 8.  | 1.3 Current guidelines and governing documents   | Her kan det med fordel synliggjøres at deres vurdering er bare utført for laveste sannsynlighet 1/5000 og mangler vurdering for de høyere sannsynlighetene 1/100 og 1/1000.   | <b>OK</b>  |  |
| 9.  | 1.4 Residual risk  |   | <b>OK</b>  |  |
| 10. | 1.5 Prerequisites for landslide hazard assessment  | Beskrivelsen er grei, og her skriver dere det jeg poengterer i ref. 8. Dette må også in i oppsummeringen.   | <b>OK</b>  |  |
| 11. | 1.7 Available data   |   | <b>OK</b>  |  |
| 12. | <p>2. Existing data</p> <p>2.1 Landslide susceptibility maps</p>                                     | <p>Her viser dere bare aktsomhetskart over hvor pipelinen ca.er planlagt i figur 4. Dette blir senere ikke videre med i vurderingen.</p> <p>Er snøskred og andre skredtyper vurdert fra nordøst/sørøst. Ser på aktsomhetskart at avmerket fra disse områdene også. Dette</p>  | <b>IG</b>  |  |

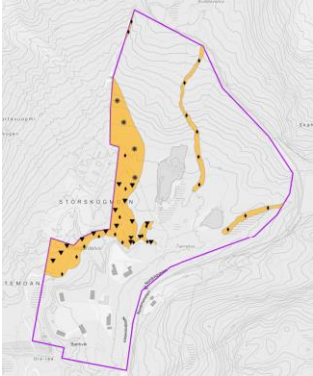


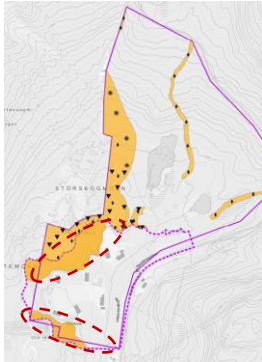
|     |  |   |     |  |
|-----|--|---|-----|--|
|     |  | <p>må inarbeides og vurderes bedre i rapporten.</p> <p>Fra 22 juni 2023 ble de Nye aktsomhetskartene for snøskred lansert og tatt i bruk «NAKSIN». Disse bør omtales og bli brukt i den supplerende vurderingen.</p>  | ANM |  |
| 13. | 2.2 Historical events  | <p>Her kunne dere med fordelt avmerket de ulike områdene og at det er område «Kvann dalen» som det vurderes for videre.</p> <p>Tidligere hendelser er også et viktig grunnlag for den videre vurderingen.</p>   | ANM |  |
| 14. | 2.3 Existing landslide and avalanche hazard assessments and hazard zone maps | <p>Her nevner dere de to skredfarevurderingene som foreligger fra 2016 og fra 2017.</p> <p>Lengre ned skriver dere at de at faresoner bare kan bli revurdert dersom.....og at Norconsult derfor ikke ser noen godt argument for revisjon av dem.</p> <p>Sweco er ikke enig. Skredfarerapporter fra 2016 og 2017 har vist seg ofte å ha store mangler og at de ikke er detaljerte nok iht.NVEs nye veileder.</p> <p>Dersom disse skal gi grunnlag til denne vurdering utført av Norconsult, så må de deler som omhandler løsnemråder, utløp og sannsynligheter og inkluderes og vurderes av Norconsult tydeligere i deres vurdering. Det blir jo grunnlaget for deres vurdering som skal følge dagens NVE veileder og som her skal uavhengig kvalitetsikres.</p> | IG  |  |
| 15. | 2.4 Climatological data  | <p>Her gjenbrukes noe fra de tidligere rapportene, fra 2016 og 2017. Her skal det gjøres en vurdering iht. dagens veileder og data. Dere har vist til se Norge men data som dere presenterer er fra værstasjonen Narvik 17 m.o.h. Vil kanskje ikke være den store forskjellen, men data som brukes bør være oppdatert.</p>  | ANM |  |
| 16. | 2.5 Unstable mountain areas  |   | OK  |  |

|     |   |  |     |  |
|-----|---|--|-----|--|
| 17. | 3. Kvanndalen -<br>Geographical and<br>geological setting<br><br>3.1 Topography and<br>ground slope | Beskrivelse av selve<br>kartleggingsområdet<br>«Kvanndalen». Mangler<br>avmerking av<br>påvirkningsområde fra sør i<br>kartleggingsområdet. Ser også<br>at det er mulig skredfare fra<br>nordøst/sørøst. Dette<br>påvirkningsområde må også<br>vurderes og dere viser det på<br>figur 1.<br><br>Videre i figur 12-16, brukes<br>planleggingsområde i stedet<br>for kartleggingsområde. Litt<br>forvirrende. Viktig med rett<br>begrep. | IG  |  |
| 18. | 3.2 Waterways   |  | OK  |  |
| 19. | 3.3 Forest  | Savner litt diskusjon<br>hva/hvilken del av denne skog<br>påvirker skredfarevurderingen<br>i området.<br><br>NB! Dersom det er skog<br>seinere i deres vurdering som<br>har betydning for skredfaren,<br>da må denne avmerkes tydelig<br>på kart og beskrives at det må<br>etableres vernskog.   | ANM |  |
| 20. | 3.4 Bedrock and<br>quaternary geology   |  | OK  |  |
| 21. | 4. Kvanndalen – Field<br>observations   | Her beskriver dere det som<br>dere har observert i felt,<br>samlet, og henviser til mer<br>detaljer for hver enkel<br>skredtype i seinere kapitler.<br><br>Hvorfor ikke beskrive og<br>belyse eventuelle<br>løsneområder, hva som<br>observert vedrørende de ulike<br>skredtypene.   | OK  |  |
| 22. | 4.1 Waterways   | Litt samme kommentar som<br>over.  | OK  |  |
| 23. | 5 Kvanndalen –<br>Numerical modelling<br><br>5.1 Snow avalanche                                     | Her beskriver dere<br>modellerings verktøyet<br>RAMMS  | OK  |  |
| 24. | 5.1.1 RAMMS avalanche   | Her henviser dere til<br>rapportene fra 2016 og 2017<br>og de vurdering av snødybder<br>og demmes vurderinger. Dere<br>har med en liten diskusjon<br>med nyere data. Hadde gjerne<br>sett at man brukte nyere data<br>og at lokale forhold også<br>diskuteres, når det gjelder snø<br>og akkumulering av dette. Det<br>bør være Norconsults  | ANM |  |

|     |   |  |     |  |
|-----|---|--|-----|--|
|     |   | vurderinger som også diskuteres bedre.   |     |  |
| 25. | 5.1.2 Alfa Beta model                     | Ser at bare er med en beregning i figur 23 med Alfa Beta, hvorfor bare en og hvorfor den?  | OK  |  |
| 26. | 5.2 Powder cloud from snow avalanche      | Er det vurdert hvor langt ev. skredvind vill påvirke? Brukt RAMMS Ekstended?   | OK  |  |
| 27. | <b>6 Landslide hazard assessment</b>      | Norconsult har ikke vurdert mulig skredfare fra nordøst/sørøst!<br><br>Det er avmerket på aktsomhetskart for mulig skredfare og det er også flere hendelser fra disse områdene. Alle skredtyper skal vurderes fra disse områdene også. Anmerkninger ref.28 og videre vil derfor være noe misvisende. | IG  |  |
| 28. | 6.1 Rockfalls and rockslides              | Her kan dere igjen belyse at bergskjæringer i den nordlig del av kartleggingsområdet er ikke naturlige skjæringer og er derfor ikke inkludert denne vurdering.<br><br>Dere kunne for ordens skyld modellert steinsprang for å vise at de stopper lenge før kartleggingsområdet.                      | ANM |  |
| 29. | 6.2 Rock avalanches and secondary effects |  | OK  |  |
| 30. | 6.3 Landslides/ Debris slides             | Savner litt diskusjon om sannsynligheter og hvor er sjøve løsneområder. Mangler avmerking på registreringskart. Ikke samsvar fra registreringskart og faresonekart. De skal også vises til modelleringer og diskutere dette både for jordskred og flomskred se ref.31                                | IG  |  |
| 31. | 6.4 Debris flows                          | Se ref.30. samme kommentar for flomskred.  | IG  |  |



|     |                      |  |                      |  |
|-----|----------------------|--|----------------------|--|
| 32. | 6.5 Snow avalanches  | <p>Har skogen noen bremsende effekt på utløpet av skred? Dersom det har det må vernskog beskrives, (antar at det ikke har noen effekt i vurderingen).</p> <p>Savner bedre innarbeidning av den vurdering fra 2017 for løснеområde og snøskreds utløp. Savner vurdering av snøskred fra nordøst/sørøst</p>  | <p>ANM</p> <p>IG</p> |  |
| 33. | 6.6 Slush avalanches | <p>Savner bedre avmerking for løснеområde for sørpeskred i registreringskart.</p> <p>Hva med mulige sørpeskred fra nord og øst? Det er hendelser der. Dette bør også modelleres.</p>   | <p>IG</p>            |  |
| 34. | 7. Hazard zones      | <p>Her viser dere den faresone som dere/Norconsult har vurdert for kartleggingsområdet. Denne kontroll avdekker at den er mangelfull. Dere har ikke innarbeidet de eldre grunnlaget og vurderingene som dere i neste del bare legger med som faresoner. Er Norconsult enig i de faresoner som er vurdert i 2017? Grunnlag for dem må innarbeides og synliggjøres i Norconsults vurdering. Så denne uavhengige kvalitetssikring kan se sammenheng i vurderingen og faresoner.</p>  <p>Videre, det er også veldig forvirrende når det blir et til vedlegg som også er navngitt, vedlegg 3. Her er faresoner lagt på fra vurdering 2017. (her kunne det også vært vist med litt annen farge) Det er ikke diskutert i Norconsult rapport nærmere hvorfor faresonen fra 2017 når lengre ut rett sør for Storskogmoen, Se avmerking i figur under. Faresone sør i</p> | <p>IG</p> <p>IG</p>  |  |

|     |  |   |               |  |
|-----|--|---|---------------|--|
|     |  | <p>kartleggingsområdet er nå også lagt på faresonekartet disse fra vurdering utført i 2017. (se røde omriss i figur under)</p>  <p>Hvilket faresonekart er egentlig gjellende for området? Antar dere mener det er dette siste. Men savner da mer detaljer i deres rapport fra de tidligere vurderingene og hvorfor er faresone ikke strekker seg like langt ut der rett sør for Storskogmoen?</p> <p>Savner skredfarevurdering fra nordøst/øst og sørøst.</p> |               |  |
| 35. | 7.1 Mitigation measures  | Er ikke inkludert I denne kontroll.   | IR            |  |
| 36. | 8 Conclusion   |   | OK            |  |
| 37. | 9 Appendices<br>1.Registration map- observations from map study and field work | Mangler avmerking på registreringskart for løснеområder for både jord og flomskred. Det er satt som dimensjonerende skredtype flere steder I faresonekartet.  | IG            |  |
| 38. | 2. Results from modelling, snow avalanches                                     | <p>Savner modellering fra skred som når in sør for Storskogmoen. Det er ikke et krav om å ha med alla modelleringer. Hva er grunnlaget for faresoner for det området. Synliggjør det som er utført ev. i vurdering fra 2017.</p> <p>Savner modelleringer og vurderinger av skred fra nordøst/øst og sørøst.</p>   | ANM<br><br>IG |  |
| 39. | 3. Hazard zone map   | Her legges det med to ulike kart. Det første kartet ser ut å være de faresoner som Norconsult utarbeidet i 2022. Det blir et feilaktig kart for hele kartleggingsområdet, ettersom det i neste kart. Der også   | IG            |  |

|     |   |  |                               |  |
|-----|---|--|-------------------------------|--|
|     |   | <p>faresoner fra 2017 er tatt med. De faresonen har ikke dimensjonerende, og grunnlaget for de faresonene er ikke godt nok innarbeidet i Norconsult rapport/ vurderingen. I tillegg ska det diskuteres hvorfor ikke Norconsults faresoner strekker seg like langt ut som de fra 2017, dette må diskuteres.</p> <p>Mangler vurdering fra nordøst/øst og sørøst for kartleggingsområdet. Dette må vurderes.</p> <p>Det framkommer heller ikke godt nok hva som er vad i tegnforklaringene.</p> <p>Et endelig faresonekart skal ha innarbeidet de faresoner man mener som er gjellende for området, og de skal være inkludert i vurderingen.</p> <p>Det må framkomme tydelig at det bare er vurdert for faresoner med sannsynlighet 1/5000, så det kan forekomme faresoner med større sannsynlighet innenfor de fastsatte faresonene i kartleggingsområdet.</p> | IG                            |  |
| 40. | 10 References   |  | OK                            |  |
| 41. | Supplerende vurdering for skred; dok nr. NOKV-104-HSE-REP-00024 | <p>Kommentar til kap 2.1</p> <p>Her viser dere i figur 2, faresoner for området. Er det de faresoner som Norconsult mener skal være de seineste? Se kommentarer i tidligere ref.punkt 34 og 39.</p> <p>Videre beskriver dere de terrengendringer i de ulike områdene og diskuterer disse på en fornuftig måte.</p> <p>Igjen for endringer for område 3 og 4 så refererer dere igjen til vurdering fra 2017. Dersom de faresonene ska være gjellende som faresoner som ikke Norconsult vil så inne for, så må den rapporten fra 2017 inn til uavhengig kvalitetssikring.</p> <p>Mangler en diskusjon hvorfor ikke Norconsults utarbeidede faresoner fra 2022 strekker seg så langt ut i området sør for Storskogmoen som de vurderingene fra 2017. Vedlegg 1. Det skal iht. NVEs</p>  | <p>IG</p> <p>IG</p> <p>IG</p> |  |



|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  |  | veileder være et faresone kart, der det framgår hva som er dimensjonerende skredtype. |  |  |
|--|--|---|--|--|



Oppdragsgiver: **Aker Narvik**

Oppdragsnr.: **52209442** Dokumentnr.: **NO-INGGEO-01**

**Til:** Sondre Osnes  
**Fra:** Martine Lund Andresen  
**Dato:** 2024-04-08

## ► Svardokument uavhengig kvalitetssikring skredfareutredning SKoglund - Lallasletta

### Innledning

Norconsults rapport «Reguleringsplan for Skoglund-Lallasletta - Skredfarevurdering» med Dokumentnr.: NOKV-104-HSE-REP-00024» er korrigerert i henhold til uavhengig kontroll utført av Sweco AS (kontrollrapport '10241305-RIG-N01\_UKS\_Landslide hazard assessment\_Kvanndalen-Bjerkevik'). Norconsult har behandlet og/eller kommentert kontrollpunktene som er vurdert til enten å være Anmerkning (ANM) eller ikke å være godkjent (IG), se Tabell 1. Enkelte «ok» anmerkninger er også kommentert.

Arbeidet med skredfarevurderingen er utført i flere faser. Hovedvurderingen ble utført i 2022 og rapport ble utarbeidet på engelsk. I forbindelse med ferdigstilling av planbeskrivelse og terrengendringer på industriområdet, ble det vinteren 2024 utført enkelte supplerende skredfaglige vurderinger, presentert i egen rapport. Disse dokumentene ble oversendt Sweco for uavhengig kvalitetssikring (se beskrivelse i rapport NOKV-104-HSE-REP-00024 og kontrolldokument fra UKS). Etter oppfordring og anbefaling fra Sweco og ønske fra oppdragsgiver, er det i forbindelse med utsvær og innarbeidelse av kommentarer fra UKS gjort en sammenslåing av disse dokumentene. Hovedrapporten fra 2022 oversatt til norsk og de supplerende vurderingene fra 2024 implementert i denne rapporten slik at alt er samlet.

### Gjennomgang av kontrollerte punkt

Tabell 1. Sweco sine generelle kommentarer og avvik ved den uavhengige kvalitetssikringen samt Norconsults svar.

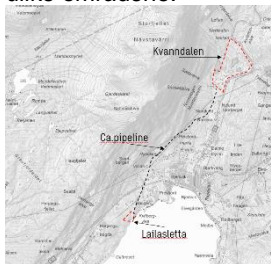
| Avvik Referanse | Henvvisning til kapittel | Registrerte avvik /spørsmål  | Status | Svar på kommentarer  |
|-----------------|--------------------------|--|--------|--|
| 1.              | Generelt for rapporten   | Det er i starten på rapportene vanskelig å se sammenheng i hva er det som skal vurderes og ikke. Rapporten inkluderer tema som er anbefalt i NVEs veileder. Dette er ikke et absolutt krav Derfor blir denne kontrollen utført mer på overordnet plan og etter NVEs overordnede krav som er som er listet opp i NVEs veileder og her i punkter kap.1.<br>Det er lagt med dokument «egenerklærings skjema» dette er ikke knyttet direkte til de tilhørende rapportene mer enn via når de er signert dato (16/9-22) og 15/1-2024. Disse skal bør iht. NVEs veileder va knyttet tydelig til rapport de gjelder, eller tydeligere framgå på dokumentet hvor de tilhører. | ANM    | Kommentar tas til etterretning til senere rapporter.<br>Rapport oppdateres med figur (Figur 1) og mer utfyllende beskrivelse av hva som er vurdert. Se kap. 1.1 og 1.2<br><br>Egenerklærings skjemaene vil bli vedlagt endelig rapport sammen med UKS. |



| Avvik Referanse | Henvisning til kapittel                                      | Registrerte avvik /spørsmål  | Status | Svar på kommentarer                              |
|-----------------|--|--|--------|--|
| 2.              | Sidemannskontroll utført/skjema (Kontroll- og referanseside) | Det er oversendt interne sjekklister, dette er ikke en del av NVEs uavhengige kvalitetssikring, disse er ikke kontrollert nærmere. Det som er krav, er at det er signert for at det er utført en egenkontroll og sidemannskontroll og det er med i begge rapportene. | OK     |  |
| 3.              | Sammendrag   | Sammendraget er ok. Men vil mangler vurderinger i den. Når Norconsult har completert avvik som blir gitt her i tabell 4.   | ANM    | Sammendrag oppdateres sammen med endelig rapport |

Tabell 2: Kommentarer og avvik ved den uavhengige kvalitetssikringen. Kommentarer i denne tabell tilhører rapport fra 2022.

| Avvik Referanse | Henvisning til kapittel                                | Registrerte avvik /spørsmål  | Status        | Svar på kommentarer   |
|-----------------|--|--|---------------|---|
| 4.              | 1.Introduction   |  |               |   |
| 5.              | 1.1. Background  | Savner en bedre områdebeskrivelse. Hva er det som skal vurderes i denne rapport. Nevnes bare i siste avsnitt i kap.1.1. figur 1, og dette område beskriver dere litt under 1.1.3.<br><br>I figur 1, så blir også påvirkningsområdet er feil, da det kommer inn skred fra sørlig kant også iht. vurdering fra 2017.<br>Det er mulig skredfare fra nordøst/øst og sørøst også. Se aktsomhetskart og hendelser. | ANM<br><br>IG | Beskrivelse av hva som skal vurderes er tydeliggjort. Figur legges inn (Figur 1). Se kap. 1.1 og 1.2<br><br>Påvirkningsområdet er oppdatert (Figur 2). Påvirkningsområde dekker nordøst/øst og sørøst, skredfare fra dette området er vurdert.<br>Rapport oppdatert med presisering i tekst (kap. 6 - (kap. 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6). |
| 6.              | 1.1.1 Pipeline route<br>1.1.2 Lailasletta – Jetty area | Dette er de tre kapitlene som beskriver de tre ulike områdene. Men det er jo bare område 1.1.3 som er  | ANM           | Kommentar tas til etterretning.   |

|     |   |   |                      |   |
|-----|---|---|----------------------|---|
|     | 1.1.3 Proposed Construction                           | <p>Kvanndalen og den som blir vurdert. Dette kommer ikke tydelig nok fram, skaper litt forvirring. Navnet Kvanndalen kan med fordel stå i kapitel overskriften det gjelder (1.1.3) Dette kan enkelt vises på et oversikts kart som viser de ulike områdene.</p>    |                      | Rapport oppdateres med figur (Figur 1).   |
| 7.  | 1.2 Performed Investigasjons                          | Her skriver dere kort at utført befaring mm.. Henvist til tracklogg i reg.kart. Dersom de tidligere rapportene skal inngå så bør også deres befaringer omtales og vises.  | OK                   |   |
| 8.  | 1.3 Current guidelines and governing documents        | Her kan det med fordel synliggjøres at deres vurdering er bare utført for laveste sannsynlighet 1/5000 og mangler vurdering for de høyere sannsynlighetene 1/100 og 1/1000.   | OK                   | Dette er beskrevet I kap 1.5 samt i innledning og oppsummering.   |
| 9.  | 1.4 Residual risk                                     |   | OK                   |   |
| 10. | 1.5 Prerequisites for landslide hazard assessment     | Beskrivelsen er grei, og her skriver dere det jeg poengterer i ref. 8. Dette må også in i oppsummeringen.   | OK                   |   |
| 11. | 1.7 Available data                                    |   | OK                   |   |
| 12. | 2. Existing data<br>2.1 Landslide susceptibility maps | <p>Her viser dere bare aktsomhetskart over hvor pipelinen ca.er planlagt i figur 4. Dette blir senere ikke videre med i vurderingen.</p> <p>Er snøskred og andre skredtyper vurdert fra nordøst/sørøst. Ser på aktsomhetskart at avmerket fra disse områdene også. Dette må inarbeides og vurderes bedre i rapporten.</p> <p>Fra 22 juni 2023 ble de Nye aktsomhetskart for snøskred lansert og tatt i bruk «NAKSIN». Disse bør omtales</p> | <p>IG</p> <p>ANM</p> | <p>Rapport oppdateres med figur som viser kartleggingsområdet og aktsomhetsområder (Figur 5 og 6)</p> <p>Ja, skredfare fra nordøst/sørøst er vurdert. Supplerende/presiserende tekst tas inn (Kap. 6 - (kap. 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6).</p> <p>Figur med NAKSIN-kart legges inn i rapport.</p> |

|     |  |   |     |  |
|-----|--|---|-----|--|
|     |  | og bli brukt i den supplerende vurderingen.   |     |  |
| 13. | 2.2 Historical events  | Her kunne dere med fordelt avmerket de ulike områdene og at det er område «Kvann dalen» som det vurderes for videre. Tidligere hendelser er også et viktig grunnlag for den videre vurderingen.   | ANM | Norconsult vurderer at historiske hendelser er tilstrekkelig vurdert og presentert i figur og tabell. Oppdaterer med presisering av hvilket område som er vurdert.   |
| 14. | 2.3 Existing landslide and avalanche hazard assessments and hazard zone maps | Her nevner dere de to skredfarevurderingene som foreligger fra 2016 og fra 2017. Lengre ned skriver dere at de at faresoner bare kan bli revurdert dersom.....og at Norconsult derfor ikke ser noen godt argument for revisjon av dem.<br>Sweco er ikke enig. Skredfarerapporter fra 2016 og 2017 har vist seg ofte å ha store mangler og at de ikke er detaljerte nok iht.NVEs nye veileder.<br><br>Dersom disse skal gi grunnlag til denne vurdering utført av Norconsult, så må de deler som omhandler løsnemråder, utløp og sannsynligheter og inkluderes og vurderes av Norconsult tydeligere i deres vurdering. Det blir jo grunnlaget for deres vurdering som skal følge dagens NVE veileder og som her skal uavhengig kvalitetsikres. | IG  | I henhold til NVEs veileder (ver. 12.11.2020) kan eksisterende faresoner kun evalueres og revideres dersom det foreligger grunnlag til det. NVE lister opp følgende grunner: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Endringer i terreng, skog, infrastruktur, klima etc.</li> <li>• Ny informasjon om. eller nye skredhendelser.</li> <li>• Nye tilgjengelige metoder (feks. terrengmodell, programvare etc.).</li> <li>• Feil i eksisterende vurderinger.</li> </ul> Norconsult vurderer at det ikke foreligger tilstrekkelige grunner eller argumenter for å revidere eksisterende faresoner. Disse faresonene er derfor en del av det endelige faresonekartet som er utarbeidet. Rapport oppdateres med supplerende beskrivelse av relevante vurderinger, men Norconsult mener at det ikke er behov for ytterligere vurderinger utover de som er gjort. |



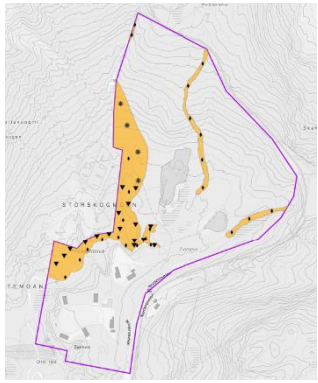
|     |   |   |     |  |
|-----|---|---|-----|--|
|     |   |   |     | Norconsult ser i ettertid at kartleggingsområdet vårt ikke burde vært definert slik at det overlapper med Sweco's kartleggingsområde.  |
| 15. | 2.4 Climatological data   | Her gjenbrukes noe fra de tidligere rapportene, fra 2016 og 2017. Her skal det gjøres en vurdering iht. dagens veileder og data. Dere har vist til se Norge men data som dere presenterer er fra værstasjonen Narvik 17 m.o.h. Vil kanskje ikke være den store forskjellen, men data som brukes bør være oppdatert.   | ANM | <p>Det er få værstasjoner i området, og benyttet klimadata er fra gjeldende normalperiode.</p> <p>Det er kun værstasjonen Narvik 17 som har data for snødybde.</p> <p>Data hentet fra Se Norge er oppdaterte verdier hentet fra normalperioden 1991-2020.</p> <p>Norconsult vurderer at disse dataene gir tilstrekkelig informasjon om klima som er relevant for skredfarevurderingen.</p> |
| 16. | 2.5 Unstable mountain areas   |   | OK  |  |
| 17. | 3. Kvanndalen -<br>Geographical and geological setting<br><br>3.1 Topography and ground slope | Beskrivelse av selve kartleggingsområdet «Kvanndalen». Mangler avmerking av påvirkningsområde fra sør i kartleggingsområdet. Ser også at det er mulig skredfare fra nordøst/sørøst. Dette påvirkningsområde må også vurderes og dere viser det på figur 1. Videre i figur 12-16, brukes planleggingsområde i stedet for kartleggingsområde. Litt forvirrende. Viktig med rett begrep. | IG  | Påvirkningsområdet i nordøst/sørøst er vurdert og inngår i vurderingen. Det er beskrevet at det ikke er observert løseområder i nordøst som vurderes å ville gi skred med utløp til kartleggingsområdet utover flomskred/sørpeskred i bekkeløpene. Her er det utarbeidet faresoner.  |
| 18. | 3.2 Waterways   |   | OK  |  |
| 19. | 3.3 Forest  | Savner litt diskusjon hva/hvilken del av denne skog påvirker skredfarevurderingen i området.  | ANM | Rapport oppdateres med tekst og figur, se punkt 32.  |

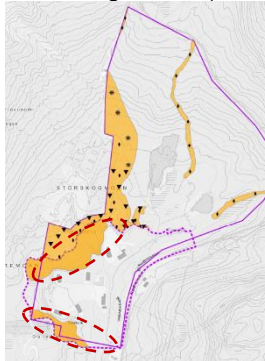
|     |  |  |     |   |
|-----|--|--|-----|---|
|     |  | NB! Dersom det er skog seinere i deres vurdering som har betydning for skredfaren, da må denne avmerkes tydelig på kart og beskrives at det må etableres vernskog.   |     | Regulering av vernskog er å anse som et sikringsiltak og blir ikke vurdert videre i denne fasen.  |
| 20. | 3.4 Bedrock and quaternary geology                       |  | OK  |   |
| 21. | 4. Kvanndalen – Field observations                       | Her beskriver dere det som dere har observert i felt, samlet, og henviser til mer detaljer for hver enkel skredtype i seinere kapitler.<br>Hvorfor ikke beskrive og belyse eventuelle løснеområder, hva som observert vedrørende de ulike skredtypene.   | OK  |   |
| 22. | 4.1 Waterways  | Litt samme kommentar som over.   | OK  |   |
| 23. | 5 Kvanndalen – Numerical modelling<br>5.1 Snow avalanche | Her beskriver dere modellerings verktøyet RAMMS  | OK  |   |
| 24. | 5.1.1 RAMMS avalanche                                    | Her henviser dere til rapportene fra 2016 og 2017 og de vurdering av snødybder og demmes vurderinger. Dere har med en liten diskusjon med nyere data. Hadde gjerne sett at man brukte nyere data og at lokale forhold også diskuteres, når det gjelder snø og akkumulering av dette. Det bør være Norconsults vurderinger som også diskuteres bedre. | ANM | Bruddhøyde er definert basert på klimadata og en vurdering av sannsynlig pålagring. Vi har anvendt to ulike metoder for vurdering av snøakkumulering og valg av bruddhøyde.<br>Vurderingen er utført av Norconsult og vi mener dette er tilstrekkelig utført. |
| 25. | 5.1.2 Alfa Beta model                                    | Ser at bare er med en beregning i figur 23 med Alfa Beta, hvorfor bare en og hvorfor den?  | OK  |   |
| 26. | 5.2 Powder cloud from snow avalanche                     | Er det vurdert hvor langt ev. skredvind vill påvirke? Brukt RAMMS Ekstended?   | OK  | Skredvind er hensyntatt i fastsettelse av faresonene. Utløpslengde er beregnet ved bruk av empirisk formel presentert i kap 5. RAMMS extended var ikke tilgjengelig på tidspunkt for modellering/vurdering i 2022.  |

|     |   |   |            |   |
|-----|---|---|------------|---|
| 27. | <b>6 Landslide hazard assessment</b>      | <p>Norconsult har ikke vurdert mulig skredfare fra nordøst/sørøst!</p> <p>Det er avmerket på aktsomhetskart for mulig skredfare og det er også flere hendelser fra disse områdene. Alle skredtyper skal vurderes fra disse områdene også. Anmerkninger ref.28 og videre vil derfor være noe misvisende.</p> | <b>IG</b>  | <p>Norconsult har vurdert skredfare fra hele påvirkningsområdet, også nordøst/sørøst. Dette området er slakt med skrint dekke av løsmasser Norconsult mener vurderingene er tilstrekkelige. Rapport oppdateres med presisering i tekst (kap.6 - (kap. 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6).)</p>  |
| 28. | 6.1 Rockfalls and rockslides              | <p>Her kan dere igjen belyse at bergskjæringer i den nordlig del av kartleggingsområdet er ikke naturlige skjæringer og er derfor ikke inkludert denne vurdering.</p> <p>Dere kunne for ordens skyld modellert steinsprang for å vise at de stopper lenge før kartleggingsområdet.</p>                      | <b>ANM</b> | <p>Bergskjæringene ligger langs E6 i påvirkningsområdet.</p> <p>Norconsult har utført en modellering fra skrenter i vest og øst for å dokumentere utløp.</p>  |
| 29. | 6.2 Rock avalanches and secondary effects |   | <b>OK</b>  |   |
| 30. | 6.3 Landslides/ Debris slides             | <p>Savner litt diskusjon om sannsynligheter og hvor er sjølve løsneområder. Mangler avmerking på registreringskart. Ikke samsvar fra registreringskart og faresonekart. De skal også vises til modelleringer og diskutere dette både for jordskred og flomskred se ref.31</p>                               | <b>IG</b>  | <p>Registreringskart oppdateres med løsneområder (Vedlegg 1).</p> <p>Modellering skal iht. NVEs veileder være et supplement til vurderinger og fastsettelse av faresoner.</p> <p>Det er ikke utført modellering av jordskred, flomskred og sørpeskred med følgende begrunnelse:</p> <p>Jordskred er vurdert som dimensjonerende langs sideskråningene til definerte elve – og bekkeløp. Eventuelle jordskred vil stoppe i elvebunnen, og det er</p> |



|     |                     |   |                                    |  |
|-----|---------------------|---|------------------------------------|--|
|     |                     |   |                                    | <p>derfor ikke behov for modellering for å verifisere utløp. Flomskred er dimensjonerende skredtype, og er vurdert som en aktuell prosess i kartleggings - eller påvirkningsområdet. Flomskred vil følge definerte elve – og bekkeløp og stoppe på større utflatinger. Vår erfaring er at modellering av flomskred kan være et godt hjelpemiddel i områder med bratte og lengre skredbaner der man forventer mye erosjon. I dette tilfelle mener vi at modellering av flomskred vil gi mer usikre resultater enn vurderinger av potensielle utløp som ble gjort på feltbefaring. Det er derfor ikke utført modellering av flomskred.</p> |
| 31. | 6.4 Debris flows    | Se ref.30. samme kommentar for flomskred.   | <b>IG</b>                          | Se forrige kommentar.  |
| 32. | 6.5 Snow avalanches | <p>Har skogen noen bremsende effekt på utløpet av skred? Dersom det har det må vernskog beskrives, (antar at det ikke har noen effekt i vurderingen).</p> <p>Savner bedre innarbeidning av den vurdering fra 2017 for løsneområde og snøskreds utløp. Savner vurdering av snøskred fra nordøst/sørøst</p> | <p><b>ANM</b></p> <p><b>IG</b></p> | <p>Rapport oppdateres med figur som viser polygon hvor skog har betydning for skredfare (Kap. 6.7 og Figur 27).</p> <p>Snøskred fra påvirkningsområde nord og øst er ikke en aktuell prosess for kartleggingsområdet. Dette er vurdert i eget avsnitt i rapport (Kap. 6.5).</p> <p>Norconsult vurderer at det ikke foreligger tilstrekkelige grunner eller argumenter for å revidere</p>   |

|     |                      |  |              |   |
|-----|----------------------|--|--------------|---|
|     |                      |  |              | eksisterende faresoner og vurderinger fra Sweco, se også kommentar nr. 14.  |
| 33. | 6.6 Slush avalanches | Savner bedre avmerking for løsneområde for sørpeskred i registreringskart.<br>Hva med mulige sørpeskred fra nord og øst? Det er hendelser der. Dette bør også modelleres.  | IG           | Registreringskart oppdateres (Vedlegg 1).<br><br>Det utelukkes ikke at snø – eller sørpemasser kan opptre sammen med flomskred i elver og bekker, men flomskred er vurdert å være dimensjonerende skredtype for faresonene. Det er derfor ikke utført egne modelleringer av sørpeskred.   |
| 34. | 7. Hazard zones      | Her viser dere den faresone som dere/Norconsult har vurdert for kartleggingsområdet. Denne kontroll avdekker at den er mangelfull. Dere har ikke innarbeidet de eldre grunnlaget og vurderingene som dere i neste del bare legger med som faresoner. Er Norconsult enig i de faresoner som er vurdert i 2017? Grunnlag for dem må innarbeides og synliggjøres i Norconsults vurdering. Så denne uavhengige kvalitetssikring kan se sammenheng i vurderingen og faresoner.<br><br>Videre, det er også veldig forvirrende når det blir et til vedlegg som også er navngitt, vedlegg 3. Her er faresoner lagt på fra vurdering 2017.(her | IG<br><br>IG | Norconsult vurderer at krav til revisjon av faresoner ikke er oppfylt og at Swecos faresoner fra 2017 derfor er gjeldende for den delen av området som er kartlagt ifm. denne vurderingen.<br><br>Nummerering av vedlegg oppdateres.<br>Det ble vedlagt to kart for at det tydelig skal framgå hvilke faresoner som er utarbeidet av NO. Det er det siste faresonekartet som er komplett for området. Ny rapport har kun ett vedlegg (Vedlegg 3).<br><br>Faresone utarbeidet av Norconsult følger elveløpet.<br><br>Området fra nordøst/øst/sørøst er også vurdert – gitt av at påvirkningsområdet dekker dette området. Tekst oppdateres for å synliggjøre dette (kap. |

|     |   |  |     |   |
|-----|---|--|-----|---|
|     |   | <p>kunne det også vært vist med litt annen farge) Det er ikke diskutert i Norconsult rapport nærmere hvorfor faresonen fra 2017 når lengre ut rett sør for Storskogmoen, Se avmerking i figur under. Faresone sør i kartleggingsområdet er nå også lagt på faresonekartet disse fra vurdering utført i 2017. (se røde omriss i figur under)</p>  <p>Hvilket faresonekart er egentlig gjellende for området? Antar dere mener det er dette siste. Men savner da mer detaljer i deres rapport fra de tidligere vurderingene og hvorfor er faresone ikke strekker seg like langt ut der rett sør for Storskogmoen? Savner skredfarevurdering fra nordøst/øst og sørøst.</p> |     | <p>6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6).</p> <p>Norconsult vurderer at flomskred sør for Storskogmoen vil følge elveløpet mot nordvest, og derfor ikke vil nå inn mot Swecos kartleggingsområde.</p>          |
| 35. | 7.1 Mitigation measures   | Er ikke inkludert I denne kontroll.  | IR  |   |
| 36. | 8 Conclusion  |  | OK  |   |
| 37. | 9 Appendices<br>1.Registration map-observations from map study and field work | Mangler avmerking på registreringskart for løseområder for både jord og flomskred. Det er satt som dimensjonerende skredtype flere steder I faresonekartet.  | IG  | Registreringskart oppdateres (Vedlegg 1).   |
| 38. | 2. Results from modelling, snow avalanches                                    | Savner modellering fra skred som når in sør for Storskogmoen. Det er ikke et krav om å ha med alla modelleringer. Hva er grunnlaget for faresoner for det området. Synliggjør det som er utført ev. i vurdering fra 2017.  | ANM | <p>Norconsult vurderer at dette området er tilstrekkelig vurdert i SWECOs rapport.</p> <p>Tekst oppdateres (Kap. 6.5). Påvirkningsområdet er i sin helhet vurdert. Norconsult vurderer at det</p> |



|     |   |   |              |   |
|-----|---|---|--------------|---|
|     |   | Savner modelleringer og vurderinger av skred fra nordøst/øst og sørøst.   | IG           | ikke er nødvendig med modellering av skred fra nordøst/øst/sørøst for å vurdere faresoner i kartleggingsområdet. Dette fordi dette område ikke er utsatt for snøskred.<br><br>Oppdaterer tekst for presisering (kap 6.5).   |
| 39. | 3. Hazard zone map  | Her legges det med to ulike kart. Det første kartet ser ut å være de faresoner som Norconsult utarbeidet i 2022. Det blir et feilaktig kart for hele kartleggingsområdet, ettersom det i neste kart. Der også faresoner fra 2017 er tatt med. De faresonen har ikke dimensjonerende, og grunnlaget for de faresonene er ikke godt nok innarbeidet i Norconsult rapport/ vurderingen. I tillegg ska det diskuteres hvorfor ikke Norconsults faresoner strekker seg like langt ut som de fra 2017, dette må diskuteres. Mangler vurdering fra nordøst/øst og sørøst for kartleggingsområdet. Dette må vurderes.<br>Det framkommer heller ikke godt nok hva som er vad i tegnforklaringene.<br>Et endelig faresonekart skal ha innarbeidet de faresoner man mener som er gjellende for området, og de skal være inkludert i vurderingen. Det må framkomme tydelig at det bare er vurdert for faresoner med sannsynlighet 1/5000, så det kan forekomme faresoner med større sannsynlighet innenfor de fastsatte faresonene i kartleggingsområdet. | IG<br><br>IG | Vedlegg oppdateres (Vedlegg 3). Det er lagt ved to kart for å vise hvilke faresoner som er utarbeidet av Norconsult.<br><br>Som tidligere nevnt ser ikke Norconsult grunn til å revidere slik at Swecos faresoner er gjeldende for den aktuelle delen av planområdet. Det er ikke vist dimensjonerende faresone i Swecos figur, og derfor ikke inkludert i Norconsults. Oppdateres i nytt vedlegg (Vedlegg 3).<br><br>Det presiseres i faresonekart og tekst at det kun er utarbeidet faresoner for 1/5000 (Vedlegg 3 og kap. 9). |
| 40. | 10 References   |   | OK           |   |
| 41. | Supplerende vurdering for skred; dok nr. NOKV-104-HSE-REP-00024 | Kommentar til kap 2.1 Her viser dere i figur 2, faresoner for området. Er det de faresoner som Norconsult mener skal være de seineste?  | IG           | Faresonekart som er vedlagt er siste gjeldende versjon, og det er disse som er lagt til grunn i plankart.   |

|  |  |  |                                   |  |
|--|--|--|-----------------------------------|--|
|  |  | <p>Se kommentarer i tidligere ref.punkt 34 og 39. Videre beskriver dere de terrengendringer i de ulike områdene og diskuterer disse på en fornuftig måte.</p> <p>Igjen for endringer for område 3 og 4 så refererer dere igjen til vurdering fra 2017. Dersom de faresonene ska være gjellende som faresoner som ikke Norconsult vil så inne for, så må den rapporten fra 2017 inn til uavhengig kvalitetssikring.</p> <p>Mangler en diskusjon hvorfor ikke Norconsults utarbeidede faresoner fra 2022 strekker seg så langt ut i området sør for Storskogmoen som de vurderingene fra 2017. Vedlegg 1. Det skal iht. NVEs veileder være et faresone kart, der det framgår hva som er dimensjonerende skredtype.</p> | <p><b>IG</b></p> <p><b>IG</b></p> | <p>Faresonene fra 2017 er knyttet til snøskredløp i den vestlige dalsiden. Norconsults faresoner er knyttet til elve- og bekkeløpene. Se kommentar nr.14 for øvrige kommentarer knyttet til gyldighet av faresone til Sweco.</p> <p>Faresonekart oppdateres slik at dette blir tydeligere presisert (Vedlegg 3).</p> |
|--|--|--|-----------------------------------|--|

# Notat

Oppdragsgiver: **Aker Narvik**

Oppdragsnr.: **52209442** Dokumentnr.: **NO-INGGEO-01**

| J02     | 2024-04-08 | Opprettet etter gjennomgang hos oppdragsgiver | MALAN      | GUNHAA         | SIGPLA   |
|---------|------------|---|------------|----------------|----------|
| J01     | 2024-04-05 | Svarbrev UKS                                  | MaLAn      | GunHaa         | SigPla   |
| Versjon | Dato       | Beskrivelse                                   | Utarbeidet | Fagkontrollert | Godkjent |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.



## **Egenerklærings skjema for kompetanse – iht. veileder *Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak***

Firma:

**Norconsult AS**

Org.nr

**962392687**

(Søk i <https://brreg.no>)

Utførende foretak vil med utfylling av egenerklærings skjema erklære seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til veilederen. Hvert foretak involvert i oppdraget fyller ut eget skjema, også ev. underleverandører.



| Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse   | JA                                  | NEI                      | Kommentar  |
|--|-------------------------------------|--------------------------|--|
| <p>Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter<sup>1</sup>, veiledere<sup>2</sup>, retningslinjer<sup>3</sup> og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.</p>  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| <p>Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør.</p> <p><i>De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.</i></p> <p><i>Enkeltmannsforetak (ENK) kan oppfylle dette kravet ved å benytte et annet foretak, med nødvendig kompetanse, for sidemannskontroll. Hvert foretak må da fylle ut eget skjema.</i></p> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <p>Henrik Langeland, fagansvarlig og Martine Lund Andresen, oppdragsmedarbeider]</p> |
| <p>Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.</p>  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| <p>Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarende krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).</p>  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |

<sup>1</sup> Byggeteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (pbl)

<sup>2</sup> NVE veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak

<sup>3</sup> NVE retningslinjer Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

**Signatur:**

**Martine Lund Andresen**

**Sted og dato:**

**Lillehammer, 16.09.2022**

*Martine Lund Andresen*



## Egenerklærings skjema for kompetanse – iht. veileder *Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak*

Firma:

**Norconsult AS**

Org.nr

**962392687**

(Søk i <https://brreg.no>)

Utførende foretak vil med utfylling av egenerklærings skjema erklære seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til veilederen. Hvert foretak involvert i oppdraget fyller ut eget skjema, også ev. underleverandører.



| Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse  | JA                                  | NEI                      | Kommentar   |
|---|-------------------------------------|--------------------------|---|
| Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter <sup>1</sup> , veiledere <sup>2</sup> , retningslinjer <sup>3</sup> og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |   |
| Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør.<br><br><i>De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.</i><br><br><i>Enkeltmannsforetak (ENK) kan oppfylle dette kravet ved å benytte et annet foretak, med nødvendig kompetanse, for sidemannskontroll. Hvert foretak må da fylle ut eget skjema.</i> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Gunne Håland, fagansvarlig og Martine Lund Andresen, oppdragsmedarbeider] |
| Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |   |
| Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarende krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |   |

<sup>1</sup> Byggeteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (pbl)

<sup>2</sup> NVE veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak

<sup>3</sup> NVE retningslinjer Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014





Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

**Signatur:**

**Martine Lund Andresen**

**Sted og dato:**

**Lillehammer, 15.01.2024**

Martine Lund Andresen