

► Skredfarevurdering for Kjølebrønn industriområde, Kragerø Kommune

Detaljregulering

Oppdragsnr.: 52505719 Dokumentnr.: INGGeo-01 Versjon: J01 Dato: 2025-11-26



Oppdragsgiver: Sørsmolt AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Einar Tafjord
Rådgiver: Norconsult AS, Ålesund
Oppdragsleder: Marie Sæteren
Fagansvarlig: Gro Sandøy
Fagkontroll: Ander Haaland

J01	2025-11-26	For bruk	Gro Sandøy	Anders Haaland	Marie Sæteren
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

► Sammendrag

Norconsult har på oppdrag fra Sørsmolt AS gjennomført en skredfarevurdering for Kjølebrønn industriområde i Kragerø kommune. Vurderingen utføres i forbindelse med detaljregulering av området. Rapporten avklarer skredfaren fra bratt terreng i henhold til byggeteknisk forskrift TEK 17 for sikkerhetsklasse S1 og S2. Skredfarevurderingen tar utgangspunkt i NVEs veileder «Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak».

Deler av området oppfyller ikke sikkerhetskrav mot skred for nominell årlig sannsynlighet $\geq 1/100$ og $1/1000$. Dimensjonerende skredtype er steinsprang og remobilisering av blokker (dim. skredtype jordskred). Ved etablering av tiltak tilsvarende sikkerhetsklasse S1 og S2 innenfor faresonene må det utføres sikringstiltak. Resterende område er friskmeldt og sikringstiltak er ikke nødvendig.

Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3) [1] stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak [2], og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes.

Om oppdraget

Oppdragsgiver:	Sørsmolt AS		
Utførende foretak:	Norconsult Norge		
Skredfareutredning for:			
☒ Reguleringsplan, området spesifisert i kartutsnitt/vedlegg			
☐ Hele området for eiendom med gårdsnummer og bruksnummer			
☐ Del/deler av eiendommen med gårdsnummer og bruksnummer spesifisert i kartutsnitt/vedlegg			
Følgende tiltak og sikkerhetsklasse er planlagt på eiendommen/planområdet:			
Tiltak:			
Sikkerhetsklasse:	☒ S1	☒ S2	☐ S3
			☐ S4
Befaring er gjennomført, eventuelt hvorfor ikke:			
☒ Ja			
☐ Nei, hvorfor ikke:			
Befaring gjennomført:			
Av:	Gro Sandøy	Når:	23.september 2025

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Bakgrunn og hensikt	7
1.2	Utførte undersøkelser	8
1.3	Gjeldene retningslinjer og styrende dokumenter	8
1.4	Restrisiko for skred	9
1.5	Forutsetninger for skredfarevurderingen	9
1.6	Grunnlagsmateriale	9
2	Områdebeskrivelse	10
2.1	Topografi og helning	10
2.2	Vannveier	11
2.3	Skog	12
2.4	Berggrunn og løsmasser	14
2.5	Skredhistorikk	16
2.6	Eksisterende skredfarevurderinger	16
2.7	Klima	16
3	Skredfarevurdering	20
3.1	Skredfareutredning	20
3.1.1	<i>Steinsprang</i>	20
3.1.2	<i>Steinskred</i>	25
3.1.3	<i>Snøskred</i>	25
3.1.4	<i>Jordskred</i>	26
3.1.5	<i>Flomskred</i>	27
3.1.6	<i>Sørpeskred</i>	27
3.2	Hva er den samlede skredfaren?	27
3.2.1	<i>Skog med betydning for skredfaren</i>	29
3.3	Avvik fra tidligere skredfareutredninger	30
3.4	Stedsspesifikk usikkerhet	30
3.5	Andre faremomenter	30
4	Referanser	31

Vedlegg 1: Bilder

Vedlegg 2: Registeringskart

Vedlegg 3-1: Faresonekart med skog

Vedlegg 3-2: Faresonekart uten skog

Vedlegg 4: Egenerklæringsskjema

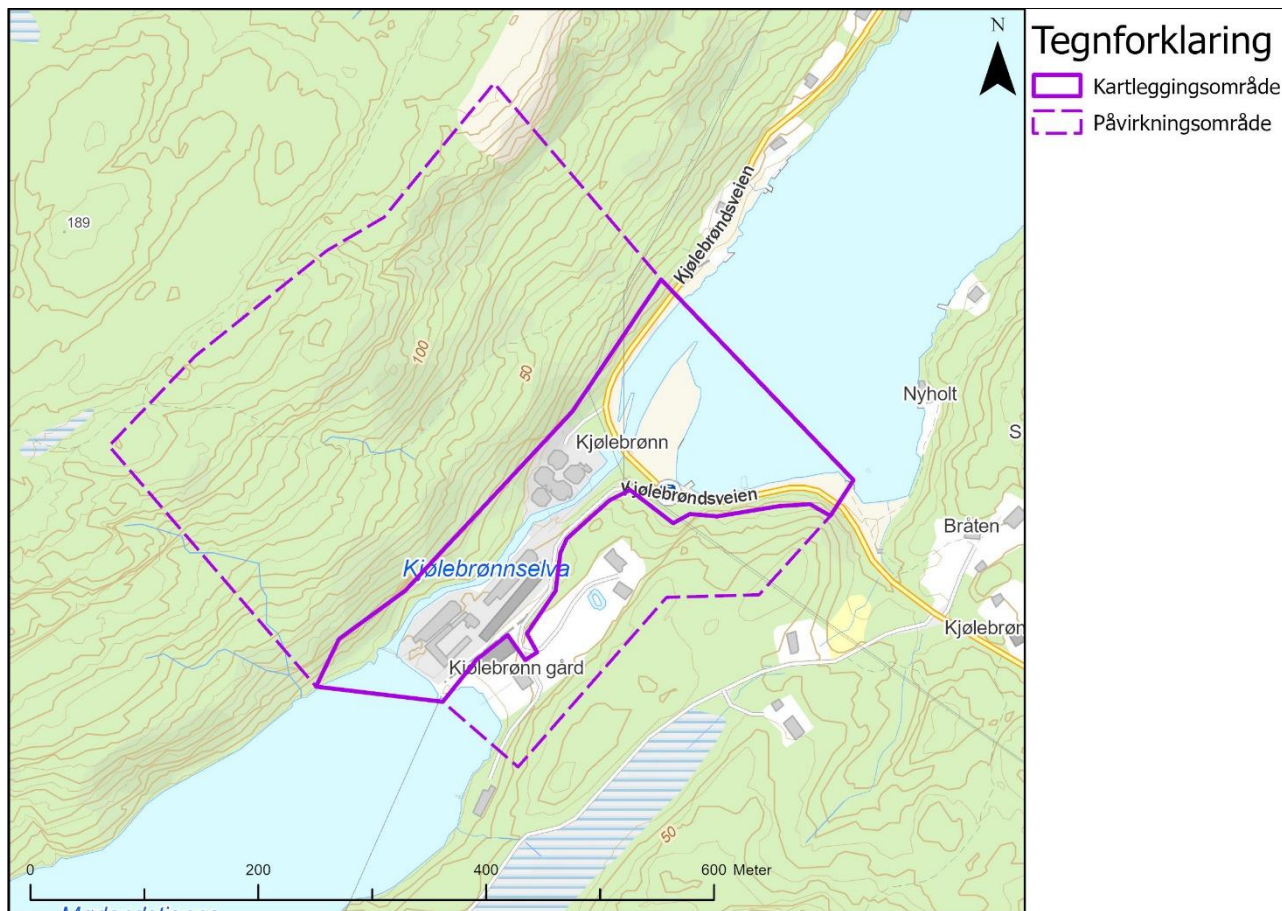
1 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

Norconsult er engasjert av Sørsmolt AS for å gjennomføre en skredfarevurdering for Kjølebrønn industriområde i Kragerø kommune. Vurderingen utføres i forbindelse med detaljregulering av området. Rapporten skal danne grunnlag for videre reguleringsplanarbeid. Deler av området ligger innfor aktsomhetssone for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred [3].

Denne rapportens formål er å avklare skredfaren i tråd med kravene i TEK17 § 7-2. Arbeidet tar utgangspunkt i NVEs veileder «Sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak» [2], som gir anbefalinger til hvordan skredfare bør vurderes og kartlegges i bratt terreng på ulike plannivå etter PB. Det er utført vurdering av skredfaren for sikkerhetsklasse S1 og S2 iht. TEK17 §7-3, med tilhørende nominelle årlig sannsynlighet ($\geq 1/100$ og $\geq 1/1000$).

Kartleggingsområdet og påvirkningsområdet er angitt på Figur 1. Kartleggingsområdet er området hvor tiltaket skal etableres og den reelle skredfaren skal avklares. Påvirkningsområdet er områder som har betydning for utløsning av skred og omfatter også kartleggingsområdet.



Figur 1: Oversikt over kartleggings- og påvirkningsområdet.

1.2 Utførte undersøkelser

Feltarbeidet i forbindelse med denne skredfarevurderingen har bestått i kartlegging til fots av deler av det aktuelle området for å gjøre observasjoner og registreringer. Befaringen ble gjennomført av ingeniørgeologene Gro Sandøy den 23. september 2025.

Under feltarbeidet ble deler av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet kartlagt til fots. Det ble sett nærmere på aktuelle løseområder for skred, tidligere spor etter skred, og vurdert sannsynligheten for nye skred. Observasjoner og registreringer er i etterkant sammenlignet med kartgrunnlag og øvrig grunnlagsmateriale. Vedlagt registeringskart (Vedlegg 2-1) viser sporlogg og observasjoner fra feltarbeidet.

1.3 Gjeldene 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 byggt teknisk forskrift (TEK17) §7-3 «Sikkerhet mot skred» [1].

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» [4] beskriver hvordan skredfare bør utredes og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan brukes til å identifisere skredfareområder. 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 [2].

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/brakkerigg/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.

For kartleggingsområdet er det vurdert nominelle årlige sannsynlighet for skred for sikkerhetsklasse S1 og S2. Det er ikke utført vurdering av nominell årlig sannsynlighet for sikkerhetsklasse S3 da dette ikke er nødvendig for kunden.

Per nå planlegges det å etablere flytebrygge i havneområdet. Et slikt tiltak vil falle under sikkerhetsklasse S1 med krav om største nominelle årlige sannsynlighet for skred mindre enn 1/100.

1.4 Restrisiko for skred

Plan og bygningsloven med tilhørende byggeteknisk forskrift TEK17 [1] definerer hvor stor risiko (nominell årlig sannsynlighet) for skred som kan aksepteres, og dette er gjenspeilet 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 tomtbredde 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.

1.5 Forutsetninger for skredfarevurderingen

Denne skredfarevurderingen tar utgangspunkt i terreng-, klima- og vegetasjonsforholdene som er aktuelle på utredningstidspunktet. Skredfarevurderingen benytter metodikk, kunnskap og verktøy som da er tilgjengelig.

Skredfarevurderingen omhandler vurdering av sikkerhet mot skred i bratt naturlig terreng etter TEK17 §7-3 [1] og NVE veileder [2] og generell beskrivelse av aktuelle skredtyper er gitt i vedlegg 2. Kartleggingen omfatter ikke vurdering av:

- Fyllinger, skjæringer (løsmasse og berg), murer eller andre antropogene element (menneskeskapte) som kan medføre fare.
- Kvikkleireskredfare eller sikringstiltak mot dette.
- Mekaniske motstandsevne og stabilitet for byggverk i kartleggingsområdet (TEK17 §10 [1]).

Ifølge veileder [2] kan det være behov for ny skredfarevurdering om forutsetningene endres. Eksempler på endret forutsetninger som kan utløse behov for ny vurdering er blant annet nye skredhendelser, nye opplysninger om tidligere skredhendelser som ikke var nevnt, endret terrengforhold (eks. sikringstiltak, terrenginngrep), endret vegetasjonsforhold (eks. flatehogst), endret hydrologiske forhold (eks. grøfter, skogsveier), eller funn av tydelige feil og mangler i tidligere skredfarevurdering og ny metodikk tilgjengelig.

1.6 Grunnlagsmateriale

Skredfarevurderingen er basert på tilgjengelig grunnlagsdata:

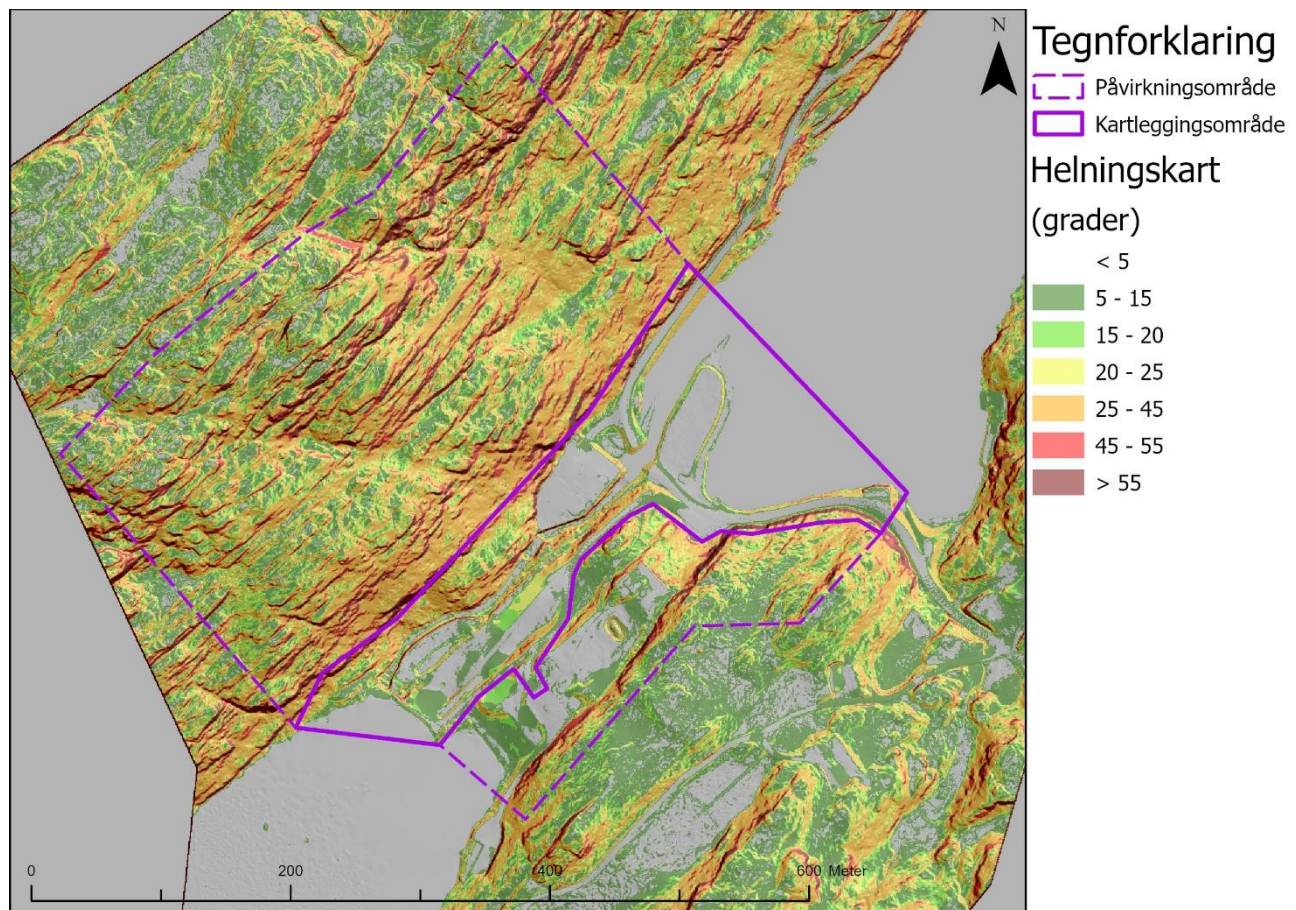
- Høydemodell fra 2016 med 0,5 meter oppløsning [5]
- Tilgjengelige flybilder fra 2024 til 1964 [6]
- Berggrunnskart og kvartærgeologiske kart (løsmassekart) fra NGU [7]
- Faresoner for skred i bratt terreng og fjellskred, skredhendelser og aktsomhetskart for steinsprang, jord- og flomskred og snøskred fra NVE atlas [3]
- Skogsdata og markfuktighetskart fra NIBIO [8]
- Historiske klimadata hentet fra Norsk klimaservicesenter [9]
- Klimaanalyse basert på grid klimadata fra AV-klima [10]
- Deformasjonsmålinger basert på satellittmålinger hentet fra karttjenesten INSAR [11]
- NGUs nasjonale database for ustabile fjellpartier [7]

2 Områdebeskrivelse

2.1 Topografi og helning

Selve kartleggingsområdet ligger langs ytterkanten av Kilsfjorden rundt 0 til 15 moh. Kartleggingsområdet har store deler mindre enn 15 grader, men terrenget er enkelte steder brattere og har helning over 45 grader.

Påvirkningsområdet i nordvest har høyest topografi og strekker opp til ca. 150 moh. Her er terrenget småkupert og undulerende med vekslende bratte og flatere partier. Påvirkningsområdet i sørøstlig del består av store partier som er flatt, men enkelte brattere partier som har lavt relieff og strekker seg opp til kote 35 moh.



Figur 2: Helningskart over kartlegging- og påvirkningsområdet. Oppløsning 0,5 meter.

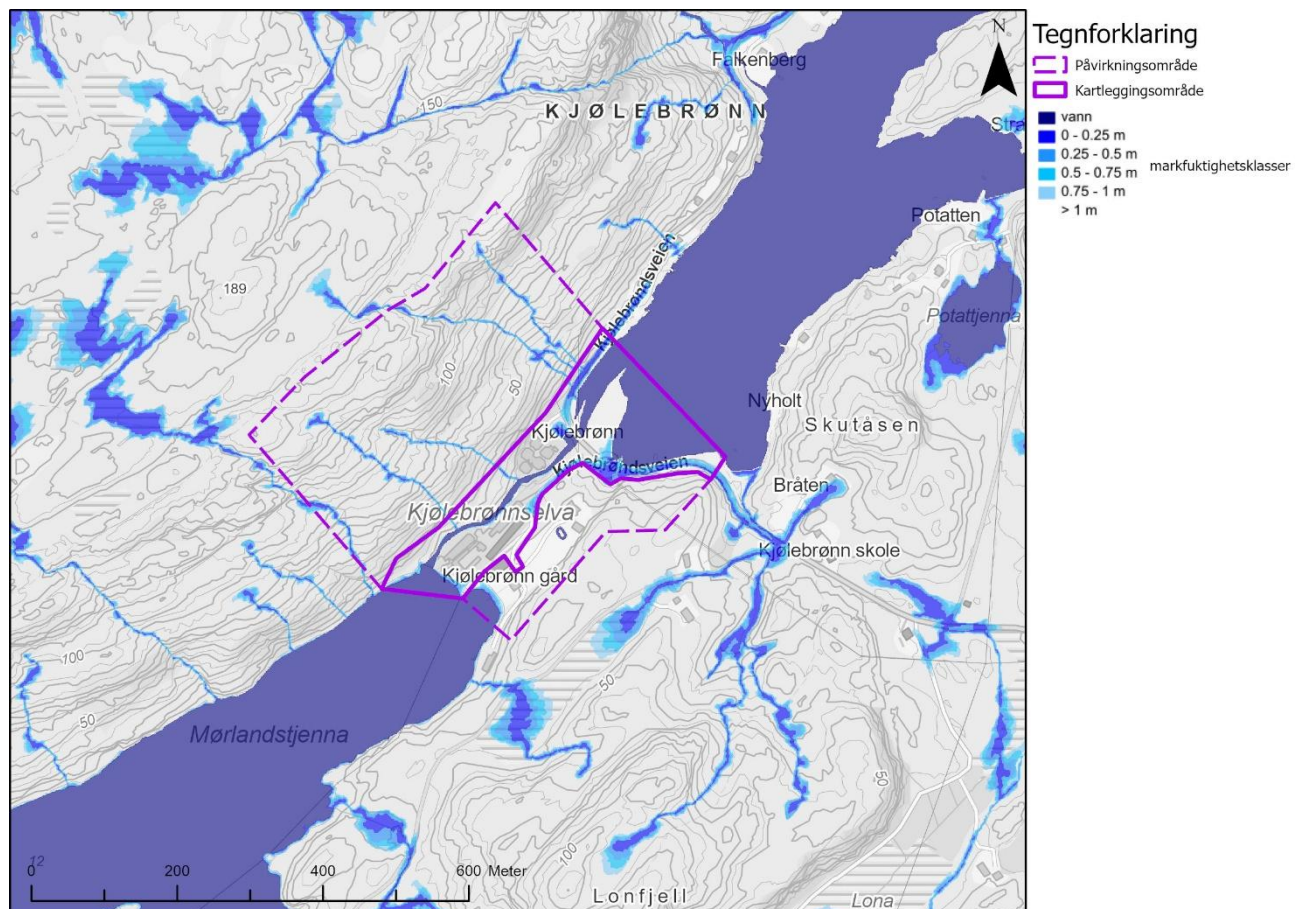


Figur 3: Kartleggingsområdet og påvirkningsområdet i 3D-view fra ArcPRO.

2.2 Vannveier

På tilgjengelig FKB grunnlag er det markert enkelte mindre bekkeløp innenfor nordvestlig påvirkningsområdet (Figur 1). Gjennom selve kartleggingsområdet renner Kjølebrønnselva. Markfuktighetskartet fra NIBIO (Figur 4) angir at det kan være flere potensielle vannveier enn hva som fremkommer av FKB grunnlaget (Figur 2).

I felt er det ikke observert noe bekkeløp eller spor etter tidligere bekkeløp innenfor påvirkningsområdet.

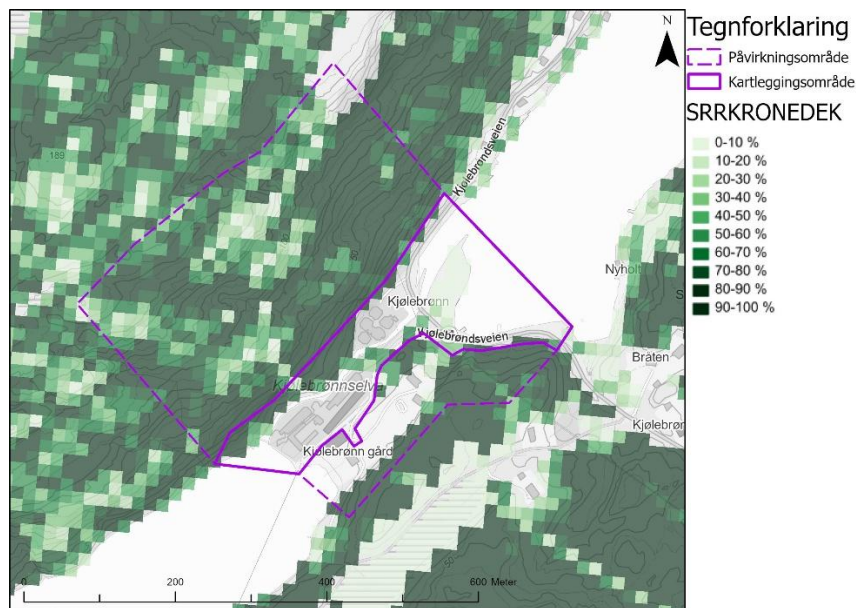


Figur 4: Markfuktighetskart over området som viser hvor det er størst sannsynlighet for økt fuktighetsinnhold i marka [8]. Datasettet er inndelt i syv klasser for markfuktighet etter høydeforskjell i centimeter fra punkter til nærliggende vannmettede punkter, dog tar kartet kun hensyn til terrengoverflatens helning og ikke løsmassestype. Kartet er beregnet ut fra ny norsk høydemodell (1 meter) med noe utfylling fra grove høydemodell (10 meter) for hvert nedbørsfelt.

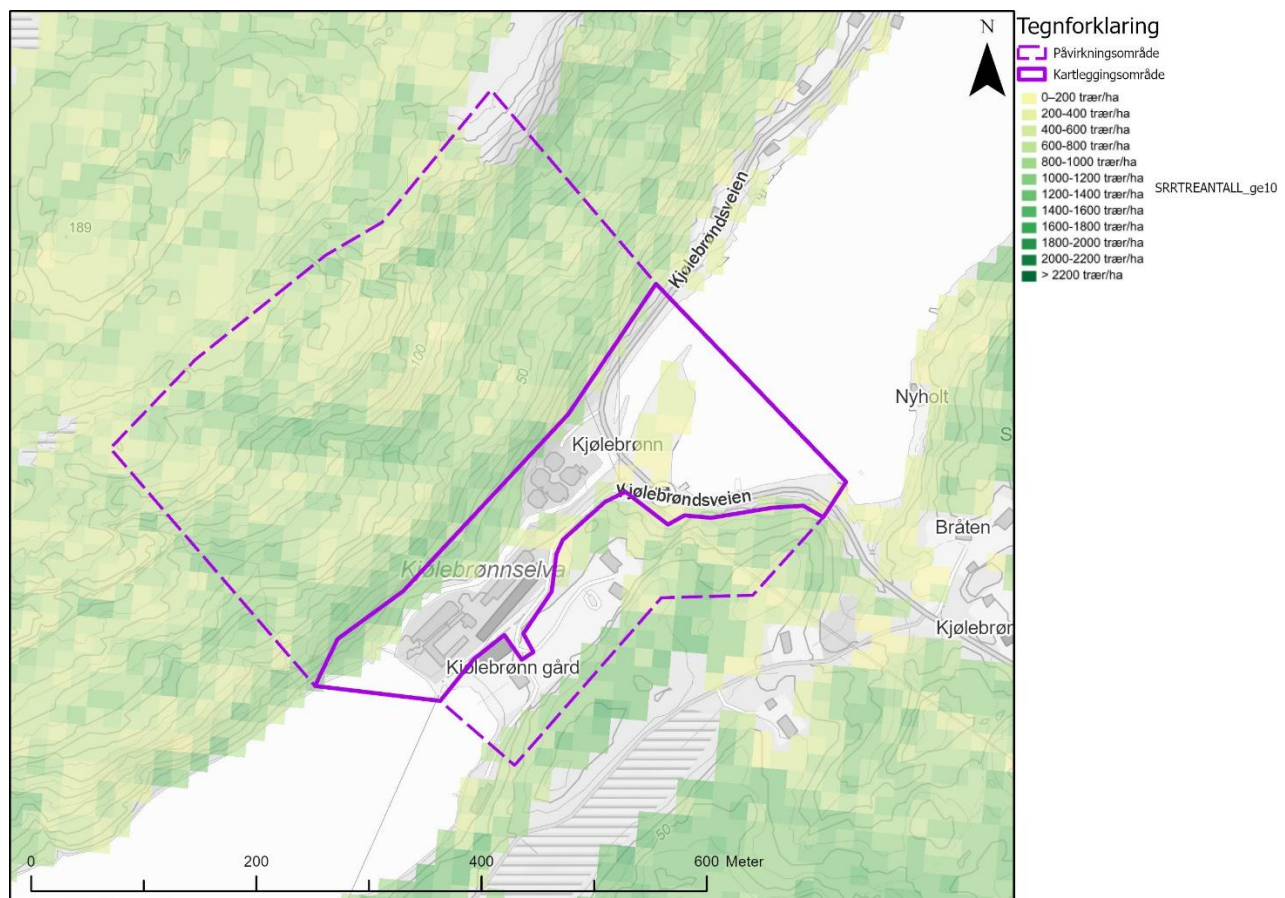
2.3 Skog

Aktuelt område har både lauv- og furuskog. Det er innenfor påvirkningsområdet generelt høy kronedekning (Figur 5), med enkelte mindre gliper uten skog. Tettheten på skogen i bratt terreng varierer fra 200-400 trær/ha til > 600 trær/ha (Figur 6).

NIBIOs kartgrunnlag stemmer med feltobservasjoner.



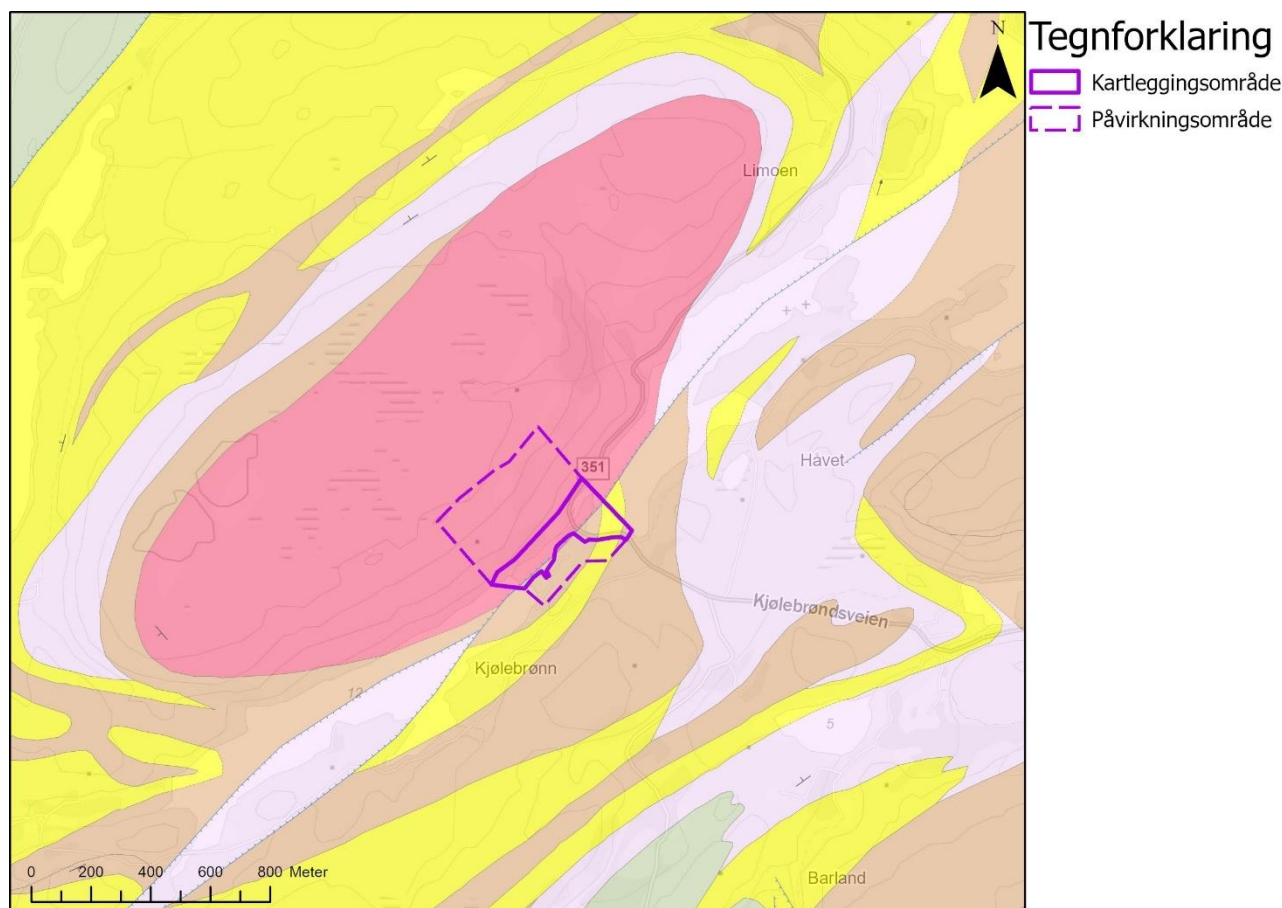
Figur 5: Oversikt over kronedekning (%) fra NIBIO.



Figur 6: Oversikt over tetthet for stammediameter > 10 cm fra NIBIO.

2.4 Berggrunn og løsmasser

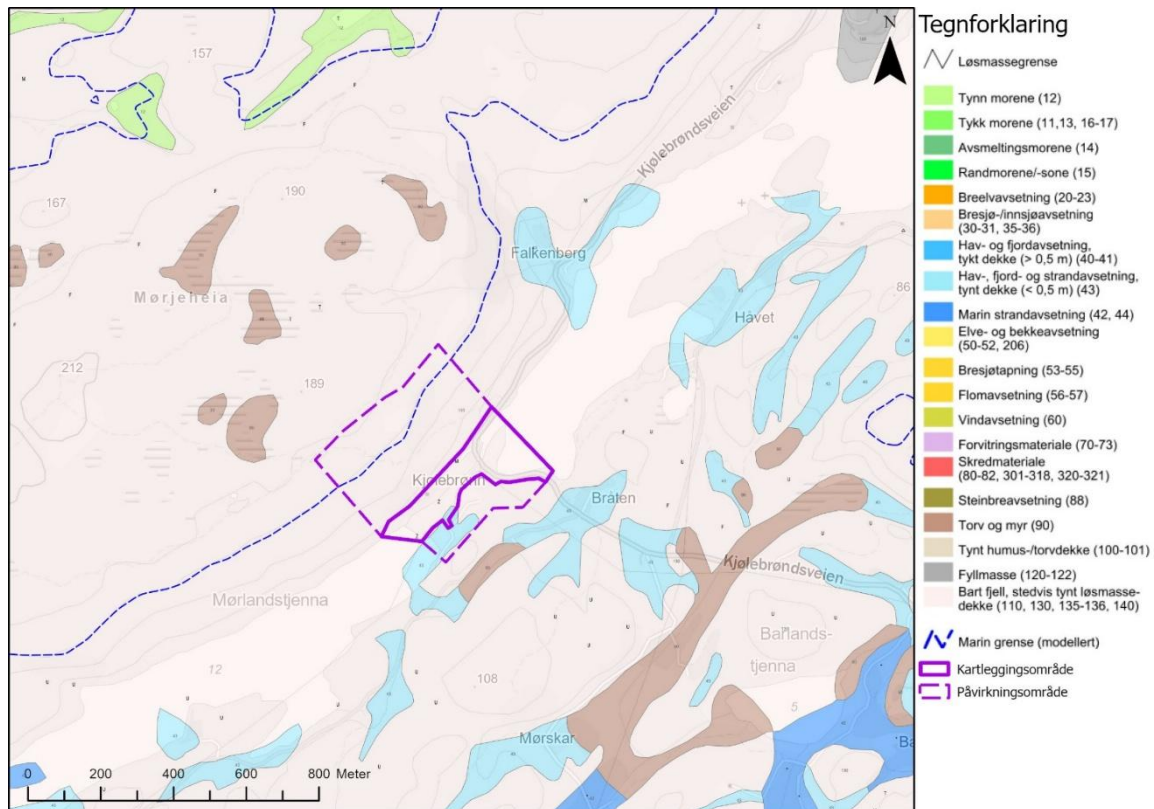
Berggrunnskart (1:50 000) fra NGU viser at det kan forventes flere bergarter innenfor kartleggingsområdet (Figur 7). Nordvestlig påvirkningsområde er dominert av granitt og granittisk gneis, men amfibolitt og kvartsitt er definert for sørøstlig område.



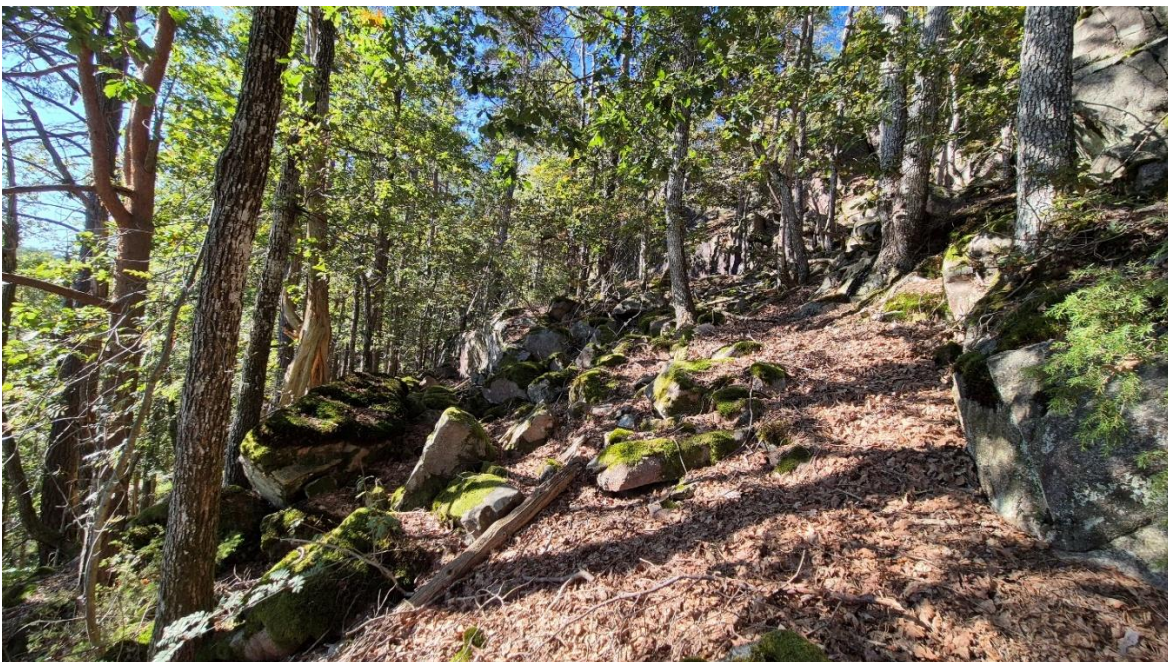
Figur 7: Oversikts over eksisterende berggrunnskart fra NGU [7]. Merk at kartet er in-zoomet (1:20 000) og representerer ikke opprinnelig målestokk (1:50 000). Det henvises til NGUs karttjeneste [7] for legende.

Eksisterende løsmassekart (1: 50 000) fra NGU er for grove for bruk i detaljert skredfarevurdering. Løsmassekartet er benyttet som et utgangspunkt, men er supplert med egne observasjoner. Store deler av område er kartlagt som bart fjell, med enkelte soner av tynt eller usammenhengende hav-, fjord- og strandavsetning mot sørvestlige del (Figur 8).

Observasjoner fra felt kan bekrefte at det er en del bart fjell innenfor kartleggings- og påvirkningsområdet, men det er også tynt organisk og humusdekke i store deler. I tillegg er det observert stedvis ansamlinger av blokker i terrenget (Figur 9). Enkelte av disse blokkfeltene har trolig opphav fra steinsprang (markert på registeringskart Vedlegg 1), men det er også store blokkfelt som ikke kan kobles til realistiske løsneområder. Blokkfeltene antas å ha opprinnelse i in-situ oppsprekking av berggrunnen da isen trakk seg tilbake. For enkelte område er det derfor vanskelig å tolke sikre steinsprangblokker.



Figur 8: Oversikt over eksisterende løsmassekart fra NGU [7]. Merk at kartet er in-zoomet (1:15 000) og representerer ikke opprinnelig målestokk (1:50 000).

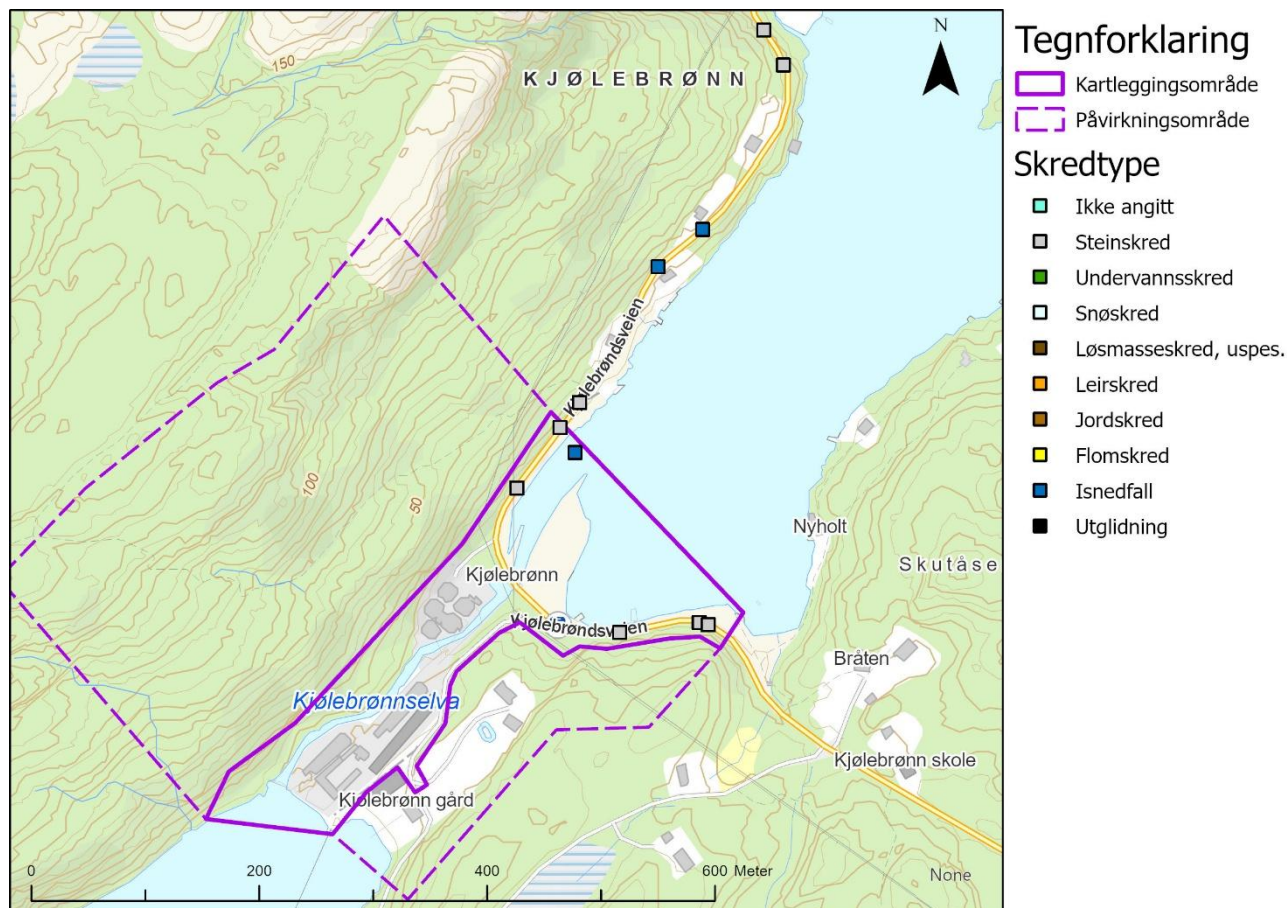


Figur 9 Foto fra infopunkt 14. Eksempel på blokkrikt område som vurderes ikke å ha opphav som steinsprang.

2.5 Skredhistorikk

NVEs skred hendelsesdatabase viser at det er tidligere registret steinsprang og isnedfall langs vegen innenfor kartleggingsområdet. Aktuelle hendelser kan knyttes til utfall fra sprengt bergskjæring.

Norconsult er ikke kjent med andre skredhendelser for aktuelt område basert på tilgjengelig grunnlag.



Figur 10: Oversikt over registrerte skredhendelser fra NVEs database.

2.6 Eksisterende skredfarevurderinger

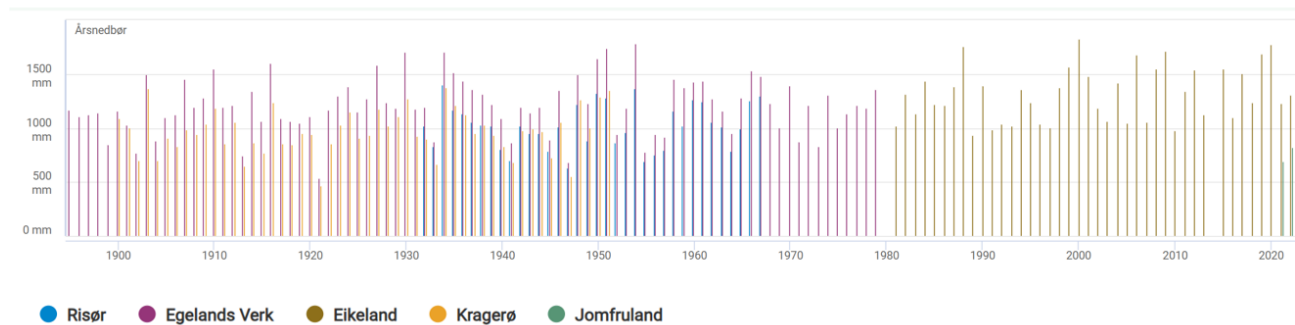
Norconsult er ikke kjent med andre skredfarevurdering for aktuelt område.

2.7 Klima

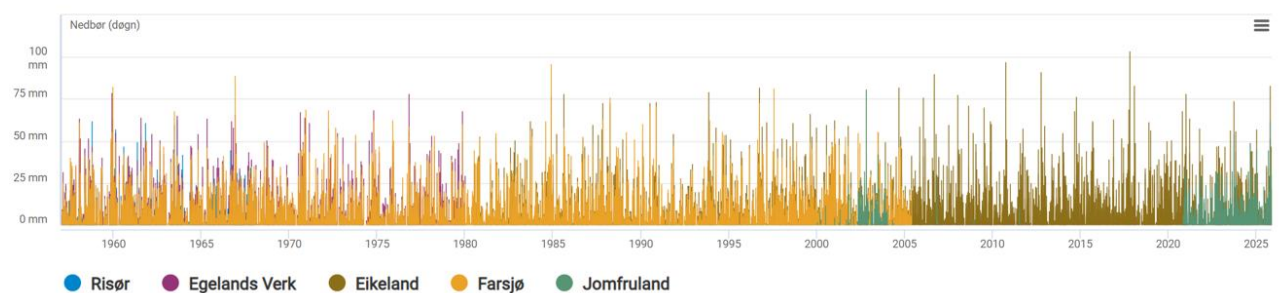
Det er benyttet webapplikasjonen AV-klima for å hente ut klimadata [10]. Applikasjonen henter data fra NVE API griddede data (1x1 km). Modellhøyde for utvalgte klimaoversikt er 103 moh og er valgt innenfor sørlige del av påvirkningsområdet (Figur 13).

I tillegg er det benyttet nærliggende meteorologiske stasjoner for å hente ut årsnedbør og døgnnedbør for aktuelt område. Det er valgt ut stasjoner rundt kartleggingsområde som er tilgjengelig fra Klimaservicesenter (Risør, Egeland's Verk, Kragerø, Eikland, Jomfruland og Farsjø).

Klima ved kartleggingsområdet er typisk kystnært med moderat årsnedbør med årsnedbør mellom 1000 til ca. 1700 mm (Figur 11). Det kan forekomme døggnedbør opptil ca. 75 – 100 mm (Figur 12). Klimaanalysen fra AV-klima viser en gjennomsnittlig årsnedbør i normalperioden 1991-2020 på 1427 mm (Figur 13). Mesteparten av nedbøren kommer i månedene oktober til januar.



Figur 11: Oversikt over årsnedbøren for utvalgte meteorologiske stasjoner [9].



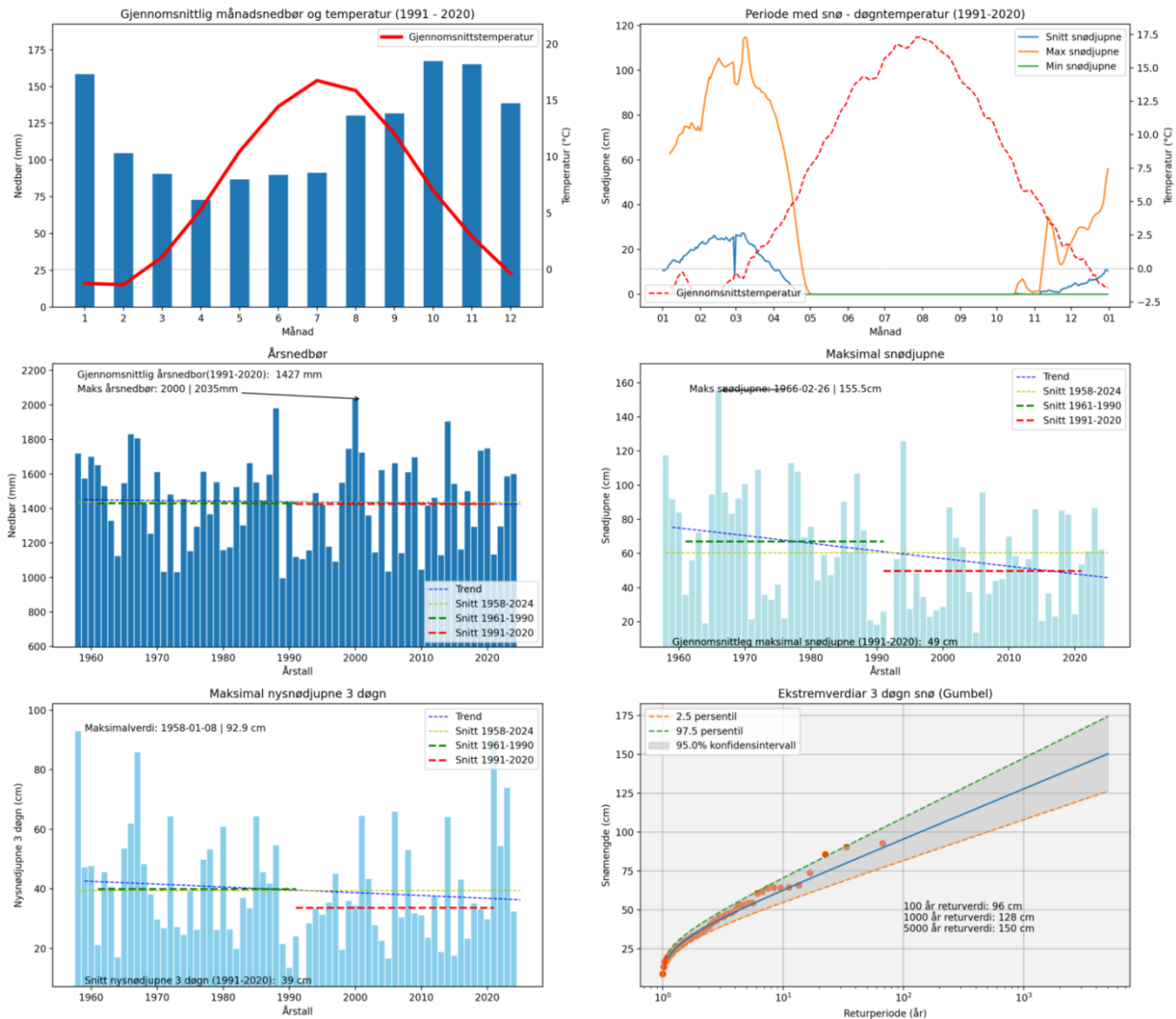
Figur 12: Oversikt over døggnedbøren for utvalgte meteorologiske stasjoner [12].

Griddede klimadata fra AV-klima er vist på Figur 13. Ifølge datasettet er:

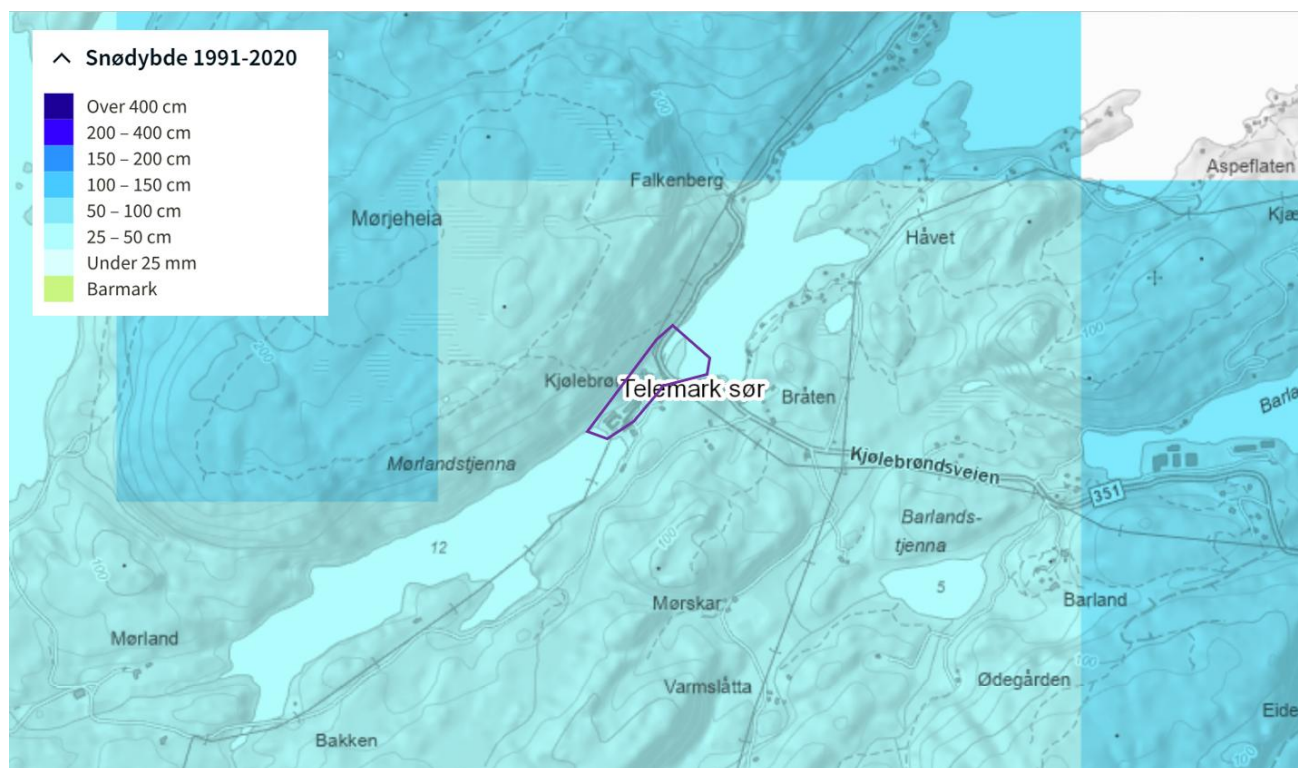
- Gjennomsnittlig maksimal snødybde i perioden 1991-2020 var 49 cm.
- Maksimal observert snødybde er 155,5 cm i februar 1966.
- Gjennomsnittlig 3 døgns nysnødybde i perioden 1991-2020 var 39 cm.
- Maksimal 3 døgns nysnødybde ble målt til 92,9 cm januar 1958.
- Ekstremverdier for 3 døgns nedbør i form av snø er beregnet med Gumbel-metode til 96 cm for 100 års returperiode og 128 cm for 1000 års returperiode.

Aktuelt område er kystnært og det er ingen målestasjoner i selve kartleggingsområdet. Datagrunnlaget er benyttet som en grov oversikt, men gir likevel et inntrykk. Det er generelt lite snø i områder, men tilstrekkelig nok til å teoretisk kunne gi snøskred. Figur 14 gir et inntrykk av snødybde mellom 1991 og 2020 som viser at kartleggingsområde befinner seg i område hvor det er snødybder > 25 cm.

Klimaoversikt for Kjølebrøndsveien (103 moh.)

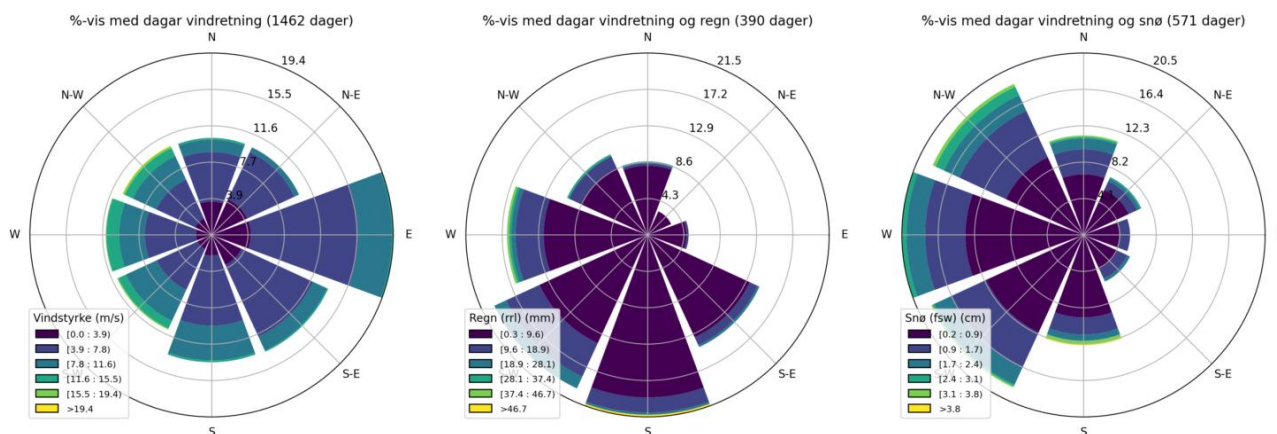


Figur 13: Klimaoversikt fra AV-klima som henter data fra NVE API griddede data. Datasettet tar utgangspunkt i snøkartene fra Xgeo (oppløsning 1 km x 1 km). Parametere som er benyttet er «Døgnsnedbør v2.0 - mm», «Døgntemperatur v2.0 - Celcius», «Snødybde v2.0.1 - cm», «Nysnø siste døgn - mm», «Nysnødybde 3 døgn - cm», «Regn - mm», «Vindretning 10m døgn», «Vindhastighet 10m døgn - m/s». Modellhøyde for utvalgte klimaoversikt er 103 moh.



Figur 14: Data fra Senorge som viser interpolert snødybde mellom 1991-2020. Kartleggingsområdet er angitt som lilla polygon.

Det er valgt å se på vinddata som hentes fra AV-klima scriptet. Det gjøres oppmerksom på at dette er data med kort måleserie og griddede klimadata, 2018-2020, noe som gjør at dataene er usikre. Vinddataene viser at fremherskende vindretning med nedbør som snø er fra vestlig sektor, samt NV og SV (Figur 15). Det er mindre dominerende vind som kommer fra østlig sektor, men kan forekomme. Fjellsider som ligger i le for vind fra vest, nordvest og sørvest er dermed mest utsatt for pålagring av snø basert på dataene.



Figur 15: Vindroser hentet fra AV-klima [10]. Det gjøres oppmerksom på at dette er data med kort måleserie og griddede klimadata, 2018-2020, noe som gjør at dataene er usikre.

3 Skredfarevurdering

3.1 Skredfareutredning

Skredfareutredningen er basert på feltarbeid og analyse av tilgjengelig grunnlag. Registreringer som er vesentlig for skredfarevurderingen er definert på registreringskart (Vedlegg 1).

3.1.1 Steinsprang

3.1.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er skrenter som er bratt nok for å kunne utløse steinsprang innenfor området. Steinsprang kan ikke utelukkes.

3.1.1.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Løsneområdene består av små bergskrenter med varierende oppsprekningsgrad. Høyden varierer fra mindre enn 1 og opp til 20 meter. Skrenter opp til 20 meter befinner seg delvis innenfor og rett utenfor kartleggingsområdet ved nordvestlig skråning, og tett inntil eksisterende smoltanlegg som befinner seg ved fjorden.

Små naturlige skrenter (< 2 meter), eller skrenter som ligger i øvre del av påvirkningsområdet som vurderes å ikke gi utløp inn i kartleggingsområdet, er ikke inkludert i registeringskartet. Vurderingen omfatter heller ikke sprengte bergskjæring.

Nordvestlige påvirkningsområde som grenser til kartleggingsområdet har skrenter som er bratt nok til å utløse steinsprang. Det er observert varierende kvalitet, og varierer fra få / ingen gjennomgående sprekkese (Figur 16) til mer oppsprukken bergkvalitet med gjennomgående sprekkese (Figur 17, Figur 18). Stedvis er det kartlagt steinsprangur (Figur 19). Aktuelle løsneområder med få / ingen gjennomgående sprekkese i kombinasjon at det ikke er steinsprangavsetninger gir grunnlaget for løsnesannsynlighet 1/5000.

For skrenter som har gjennomgående sprekkese og det er observert avløste blokker er lag til grunn for løsnesannsynlighet større enn 1/100. Løsneområdene er dominert av sørvest – nordøstlig strøk (lagdeling), i kombinasjonen med vest-øst strøk. Dette i kombinasjon med flatliggende strukturer gir potensial for utfall hvor blokker mangler støtte i nedre del. Utfall som flak er dominerende, men det er stedvis også observert mer kubiske blokkformasjoner.

Rett ovenfor eksisterende smoltanlegg er det en nærliggende bratt bergskrent med relieff opp til ca. 20 meter (Vedlegg 2: infopunkt 18). Det er spredt med steinsprangblokker i terrenget under som kan knyttes til løsneområdet. Observasjoner av skrenten viser gjennomgående sprekkese, hvor spesielt flakdannelse kan være potensielt. Det er observert en mulig avløst blokk i toppen av løsneområdet (1-2 m³), men det var ikke mulig å inspisere denne fullt ut grunnet ulent terreng. Løsnesannsynlighet vurderes så være større enn 1/100 for aktuell blokk grunnet usikkerheten, men resterende skrent vurderes å ha løsnesannsynlighet mindre enn 1/100, men større enn 1/1000.

Innenfor kartleggingsområdet rett bak smoltanleggene er det generelt lav løsnesannsynlighet, mindre enn 1/5000, med unntak av et mindre parti (Vedlegg 1: Figur 1 og 2). Her kan det forventes lokalt utfall med løsnesannsynlighet større enn 1/100 og 1/1000 basert på oppsprekningsgrad og skadepotensial (små volum vil ha kort utfall og lavt skadepotensial).

Under enkelte skrenter ved nordvestlige påvirkningsområde er det svært blokkrike soner (Figur 9, Figur 21). Utbredelsen av blokkene og løsneområdets karakter tilsier at blokken ikke har opphav som steinsprang, men er trolig in-situ oppsprekning av bergmassen når isen trakk seg tilbake. Løsneområdets karakter med få / ingen gjennomgående sprekkesett tilsier at det ikke er lavt potensial for evt. nye utfall, og potensielt utfall vil være av små volum. Løsnesannsynlighet for disse skrentene er vurdert å være mindre enn 1/5000. Blokker som ligger i bratt terreng utgjør derimot en fare i forbindelse med rembolisering. Rembolisering er videre omtalt under jordskred.

I østlige del av kartleggingsområdet mot fjorden er det observert nylig utfall av steinsprang (Vedlegg 1: Figur 4 til 6). Bergmassen er her stedvis godt oppsprukket og er påvirket av forvitring. Nylig utfall ($< 0.01 \text{ m}^3$) er observert ved eksisterende bygg. Mindre utfall ($< 0.01 \text{ m}^3$) har løsnesannsynlighet større enn 1/100, men vurderes å ikke å ha nok energi til å kunne medføre skadepotensial mot bygg. Større utfall tilsvarende løsnesannsynlighet større enn 1/1000 kan ikke utelukkes.



Figur 16: Eksempel på mindre skrent med løsnesannsynlighet mindre enn 1/5000. Foto fra infopunkt 6.



Figur 17: Opprekkning langs steil foliasjon. Potensial for flakdannelse. Løsningsannsynlighet vurderes å være større enn 1/1000, men mindre enn 1/100. Spor etter steinsprangavsetning under skrenten. Foto fra infopunkt 10.



Figur 18: Bergblotning med gjennomgående sprekesett. Spor etter nylig utfall ved foten. Løsningsannsynlighet vurderes å være større enn 1/100. Foto fra infopunkt 10.



Figur 19: Steinsprangavsetning ved infopunkt 10. Foto av løснеområdene er vist på Figur 17 og 18.



Figur 20: Mulig løs blokk på toppen av skjæring (1-2 m³). Løsnestannsynlighet vurderes så være større enn 1/100 for aktuell blokk i toppen grunnet usikkerheten, men resterende skrent vurderes å ha løsnestannsynlighet mindre enn 1/100, men større enn 1/1000. Det er observert gjennomgående oppsprekning langs foliasjon. Foto fra infopunkt 18.



Figur 21: Det ligger mye blokk i terrenget som ikke kan knyttes til steinsprang da de ikke har reelle løsneområder. Blokkene er trolig rester av in-situ oppsprekking da isen trakk seg tilbake. Blokker som befinner seg i bratt terreng har potensial for rembolisering (omtales under jordskred). Foto fra infopunkt 17.

3.1.1.3 Utredning av utløp

Feltobservasjoner viser at enkelte skrenter har potensial for å gi utfall for terreng som ligger nordøst for kartleggingsområdet. Det er lav høyde på skrentene, fra 1 til 20 meter, men generelt er løsneområdene < 5 meter. Lav høyde i kombinasjon med flatt / slakt terreng i utløpsområdet vil bidra til at potensielle blokker ikke vil ha langt utløp, men stoppe opp etter et par meter. Det er potensial for at blokker kan nå ned i Kjølebrønnselva, men de vil stoppe i elveløpet og ikke ha potensial til å nå lenger.

Innenfor kartleggingsområdet så er det en nærliggende skrent rett nordvest (20 meter) fra smoltanlegg som ligger nærmest fjorden (Figur 20). Her er det observert en mulig løs blokk på 1-2 m³. Det var ikke mulig å inspisere denne i detalj, kun fra avstand, grunnet ulent terreng. Bergskrenten har gjennomgående sprekkeseett som har potensial for spesielt flakdannelse, men er generelt observert god støtte i foten. Grunnet tett vegetasjon er det vanskelig å få fullstendig oversikt. Tidligere steinsprangavsetning strekker seg inn i kartleggingsområdet. Det kan ikke utelukkes steinsprang med utløp inn i kartleggingsområdet for aktuelt område.

Rett nordvest (ca. 5 meter) bak eksisterende smoltanlegg strekker det seg en mindre skrent med høyde 4 - 6 meter. Utfall fra denne skrenten bak smoltanlegget vurderes å ha utløp på et par meter, men vil stoppe raskt opp.

I østlige del er det observert løsneområde som har gitt nylig utfall. Det vurderes at utløp tilsvarende sannsynlighet 1/100 vil stoppe raskt opp, og ikke gi skadepotensial inn i kartleggingsområdet. Blokken med

løsnasannsynlighet 1/1000 vurderes å ha kunne ha potensial til utløp inn i kartleggingsområdet med skadepotensial.

For resterende sørøstlige påvirkningsområde er det stedvis skrenter som er bratt nok for å utløse steinsprang. Små utfall kan forekomme stedvis, men vil ikke nå kartleggingsområdet.

Det er valgt å ikke modellere steinsprang da utredningen kan støtte seg på feltobservasjoner.

3.1.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Steinsprang er vurdert å nå inn i kartleggingsområdet med sannsynlighet større enn 1/100 og 1/1000 langs eksisterende smoltanlegg, deler av elveløpet og østlige del (mot veg/fjorden).

Ved fjerning av skogen vurderes det at skredfaren øker noe rett nordvest for eksisterende smoltanlegg.

3.1.2 **Steinskred**

3.1.2.1 Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Steinskred kan utløses i samme områdene som steinsprang. Observerte fjellblotninger er av liten utstrekning, samt har lav oppsprekningsgrad. Det er ikke observert spor etter avsetning eller utfall som tilsvarer steinskred. Steinskred vurderes ikke å være aktuelt og utredes ikke videre.

3.1.3 **Snøskred**

3.1.3.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Enkelte områder er bratt nok for at snøskred kan utløses og det er tilstrekkelig snø i området (> 25 cm) til at snøskred kan være aktuelt. Snøskred må utredes.

3.1.3.2 Utredning av løsneområde og løsnasannsynlighet

Med dagens skog er det kun små områder hvor det er glissen skog / åpen skog som er teoretisk aktuelle for å kunne utløse snøskred. Aktuelle områder har svært liten utstrekning og areal. Små utglidninger kan forekomme med løsnasannsynlighet mindre enn 1/100 langs svaberg, men det er ikke aktuelt med snøskred med skadepotensial.

Fjerning av skogen vil gi flere mindre områder hvor det kan utløses mindre snøskred, men fjerning av skogen vil ikke gi noen nye løsneområde som vurderes å ha kunne generere større snøskred med potensial for flakdannelse.

Det er valgt å ikke definere løsneområder på registeringskart da det er ingen løsneområder som vurderes å kunne utløse snøskred med skadepotensial inn i kartleggingsområdet.

Løsneområde som ligger til grunn for aktsomhetskartet NAKSIN er for konservativt. Dette gjelder både bruddkanthøyde (1,8 - 2 meter) og utstrekning. NAKSIN løsneområdene vurderes for aktuelt område ikke være reelt. Små utglidninger kan forekomme, men topografiens karakter er svært undulerende og har flatere partier (< 27 grader) som gjør at større flak og løsneområder ikke er realistisk. Løsneområdets utstrekning og bruddkanthøydene som ligger til grunn i NAKSIN vurderes ikke å være realistisk.

3.1.3.3 Utredning av utløp

Små utglidninger kan forekomme langs svaberg, men vil grunnet undulerende topografi ikke ha potensial til større flakdannelse med skadepotensial. Snøskred vil stoppe raskt opp etter et par meter.

3.1.3.4 Når snøskred inn i kartleggingsområdet?

Snøskred er vurdert til å ikke kunne nå inn i kartleggingsområdet.

Ved fjerning av skogen vurderes det ikke at skredfaren for snøskred øker.

3.1.4 **Jordskred**

3.1.4.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er observert løsmasser i terreng som er stedvis bratt nok for å kunne utløse jordskred. Basert på dette må jordskred utredes.

3.1.4.2 Utredning av løsneområde og løsnestannsynlighet

Terrenget består av tynt og usammenhengende humusdekke og organisk materiale. Dreneringsanalysen tilsier enkelte vannveier. Under intens nedbør kan det ikke utelukkes at løsmasser kan gli ut langs svaberg hvor terrenget er bratt nok, men vurderes å være små løsneområder og derav lite skadepotensial. Det er ingen spor etter utglidninger i terrenget, men utglidninger med lite erosjon er ofte ikke synlig på skyggerelieff og i felt. Løsnestannsynlighet vurderes å være større enn 1/100 for mindre utglidninger langs svaberg. Løsneområder som kan være aktuelle er ikke definert på registeringskart da dette gjelder små utglidninger som ikke vurderes å gi skadepotensial.

For aktuelt område vurderes faren å være knyttet til *remobilisering* av blokker hvor terrenget er bratt nok. Blokker kan settes i bevegelse spesielt ved rotvelt, sig eller hogst. Løsneområde for jordskred i registeringskartet representerer remobilisering av blokker, og ikke jordskred. Løsnestannsynlighet vurderes å være mindre enn 1/100, men større enn 1/1000.

3.1.4.3 Utredning av utløp

Mindre utglidninger av løsmasser langs bergoverflaten kan ikke utelukkes, men disse vil ha svært begrenset størrelse og energi. Det er lite løsmasser som kan eroderes. Terrengets karakter med undulerende overflate tilsier at jordskred vil stoppe raskt opp. Potensielle jordskred vil ha svært begrenset utløp og energi, samt lite skadepotensial. Det vurderes at jordskred ikke har potensial for å nå inn i kartleggingsområdet.

Remobilisering vurderes å være aktuelt hvor terrenget er bratt nok > 30-40 grader. Små blokker vurderes å kunne stoppe opp i eksisterende vegetasjon, men blokker av relativ stor størrelse forventes lenger utløp. Det vurderes at remobiliserte blokker vil stoppe raskt opp i foten av skråningen.

3.1.4.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at jordskred ikke når inn i kartleggingsområdet.

Remobilisering av blokker vurderes å kunne nå kartleggingsområdet stedvis med sannsynlighet større enn 1/1000. Dette er lagt til grunn for faresonen som har dimensjonerende skredtype jordskred.

Fjerning av skogen vil øke skredfaren mtp. remobilisering, men ikke gi utslag for jordskred. Effekten av skogen er begrenset grunnet løsmassedeckket er usammenhengende og tynt.

3.1.5 Flomskred

3.1.5.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er enkelte potensielle vannveier innenfor området som er bratt nok for løseområder for flomskred. Aktuelle områder har tett skog som vil føre til at utvikling av flomskred er svært lite sannsynlig. Det er generelt tynne og usammenhengende løsmasser, men større mektighet stedvis langs renner kan ikke utelukkes. Det er ingen spor langs potensielle vannveier av tidligere flomskredaktivitet. For dagens skog vurderes flomskred med sannsynlighet større enn 1/1000 ikke å være reelt, og utredes derfor ikke videre.

Ved fjerning av skogen vurderes det ikke at skredfaren øker. Effekten av skogen er begrenset grunnet løsmassedekket er usammenhengende og tynt.

3.1.6 Sørpeskred

3.1.6.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er enkelte potensielle forsenkninger og potensielle vannveier innenfor området som er teoretiske løseområder for sørpeskred. Aktuelle områder har tett skog som vil føre til at utvikling av sørpeskred ikke er sannsynlig. For dagens skog vurderes sørpeskred ikke å være reelt, og utredes derfor ikke videre.

Ved fjerning av skogen vurderes det at skredfaren øker da sørpe kan utvikles i potensielle forsenkninger som ligger til rette for sørpedannelse. Fjerning av skogen vil ha påvirkning for nominell årlig sannsynlighet større enn 1/5000, men det vurderes at skredfaren for sørpeskred tilsvarende nominell årlig sannsynlighet 1/100 og 1/1000 er uendret. Aktuelt område er derfor ikke definert på Figur 24.

3.2 Hva er den samlede skredfaren?

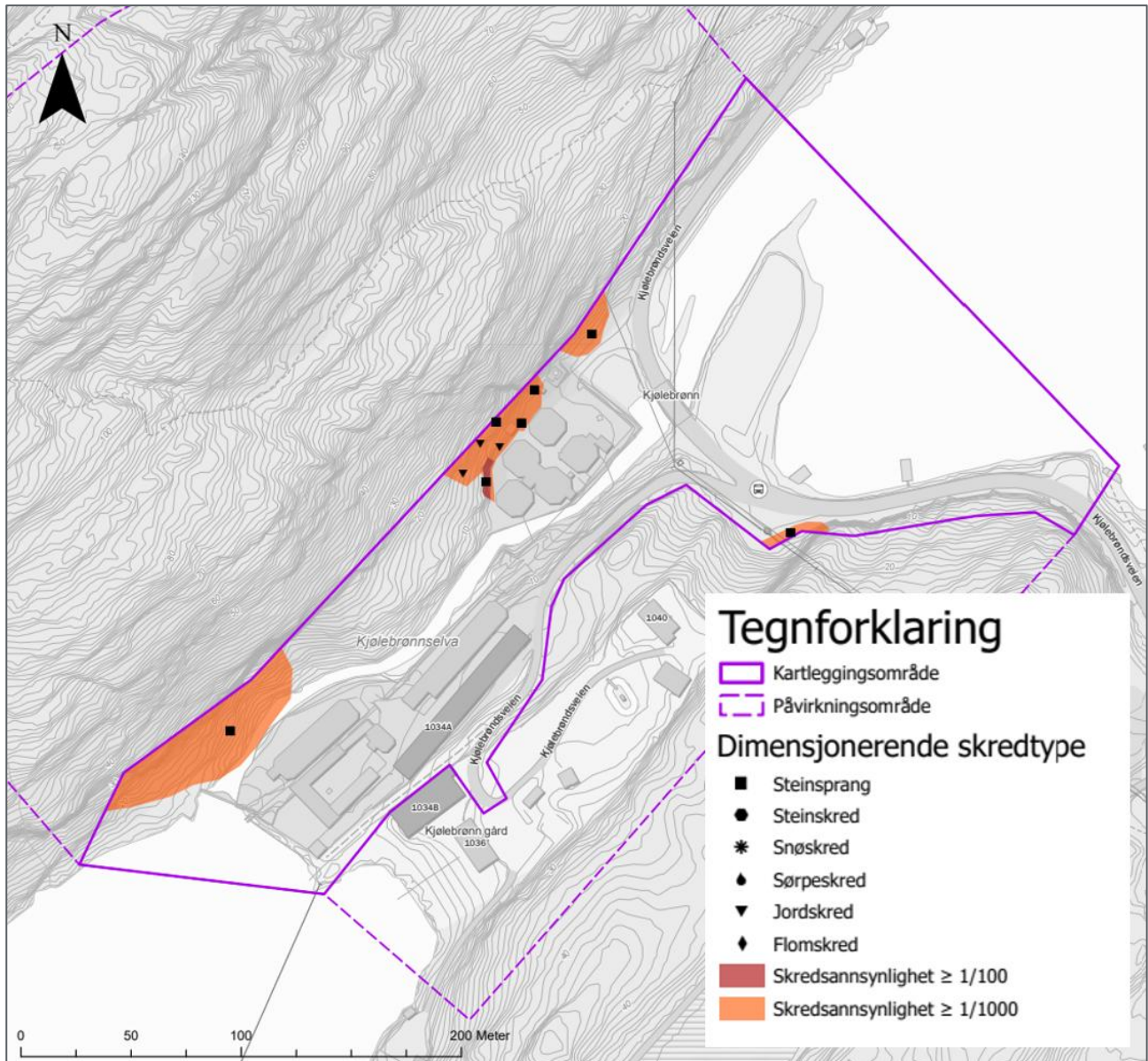
Faresonekart med dagens skog er vist på Figur 22 og Vedlegg 3-1. Faresonekart uten dagens skog er vist på Figur 23 og Vedlegg 3-2.

Skredfaren for kartleggingsområdet er knyttet til steinsprang og remobilisering av blokker i bratt terreng (definert under dim. skredtype jordskred). Remobilisering av blokker er dimensjonerende i deler av terrenget nordvest for eksisterende smoltanlegg.

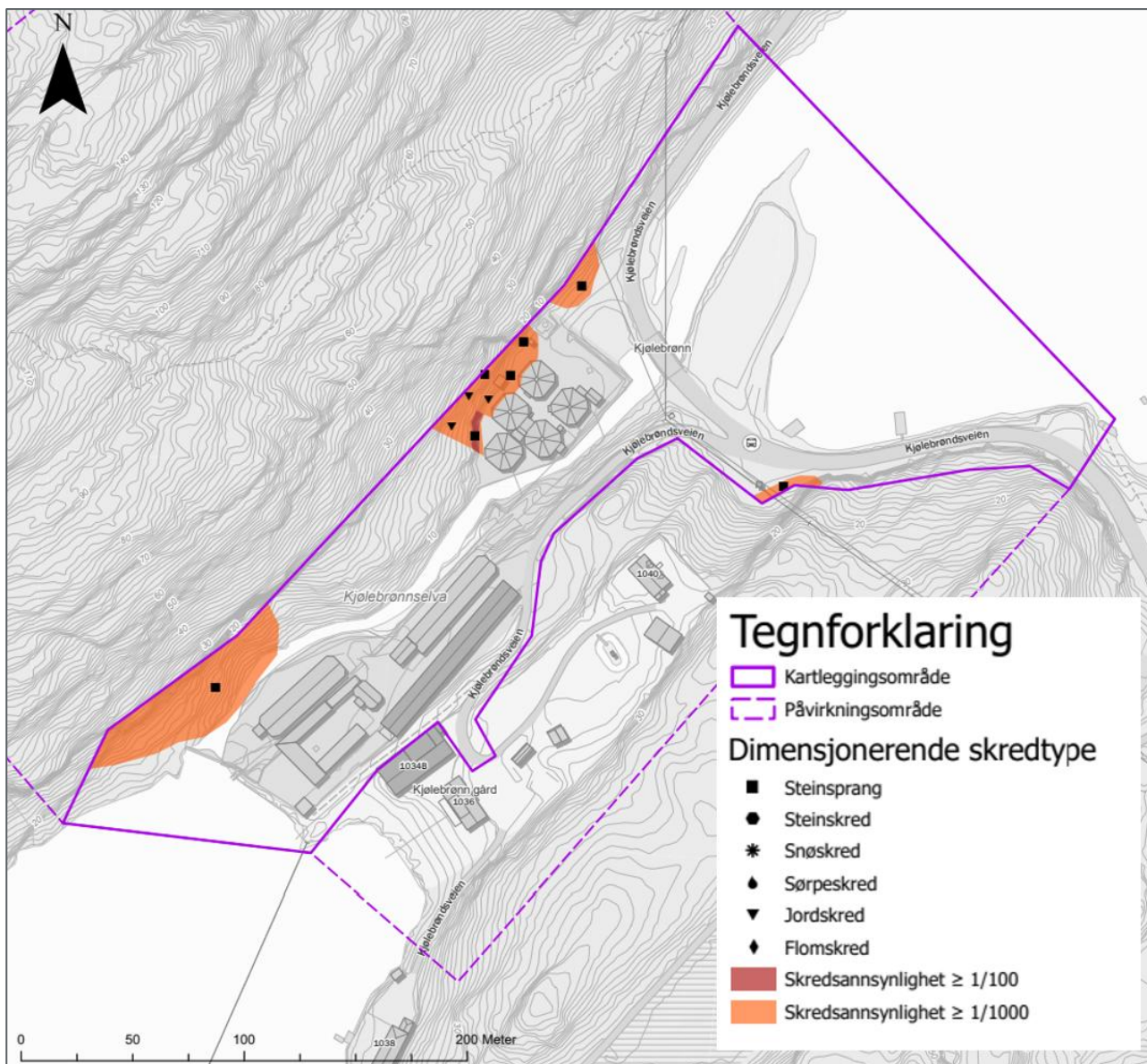
Sannsynlighet er vurdert å være større enn 1/100 og 1/1000 for steinsprang langs enkelte skrenter i nordøstlige del ved eksisterende smoltanlegg, og større enn 1/1000 langs Kjølebrønnselva. Mot østlige del ved fjorden er sannsynlighet for steinsprang større enn 1/1000 for en mindre skrent.

Remobilisering (dim. skredtype jordskred) er vurdert å ha sannsynlighet større enn 1/1000 inn i kartleggingsområdet ved eksisterende smoltanlegg.

Faresonekart uten skog (Figur 23) for remobilisering av blokker og steinsprang øke noe i utbredelse ved eksisterende smoltanlegg. Aktuell skog er markert på Figur 24.



Figur 22: Faresonekart med skog. Henvises til vedlegg 3-1 for opprinnelig målestokk.

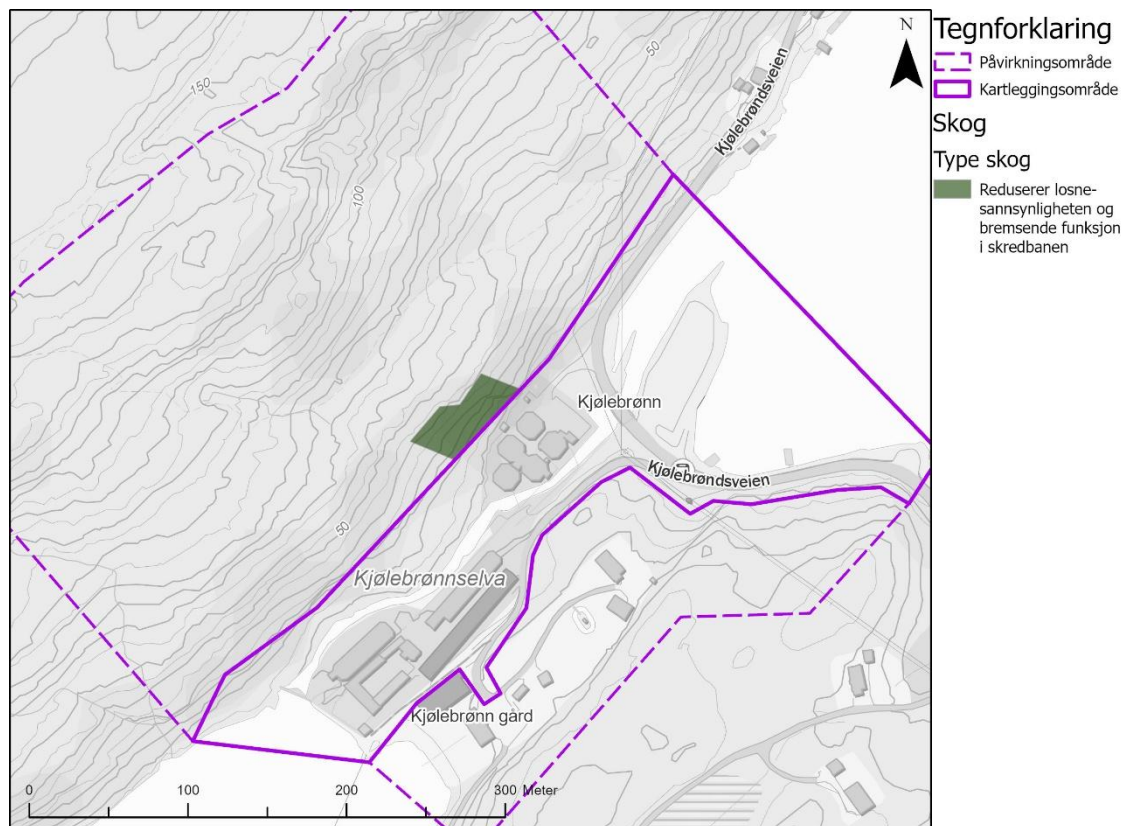


Figur 23: Faresonekart uten skog. Henvises til vedlegg 3-2 for opprinnelig målestokk.

3.2.1 Skog med betydning for skredfaren

Skogen er vurdert å ha effekt på skredfaren for remobilisering og steinsprang nordvest for eksisterende smoltanlegg (Figur 24). Ved hogst av definert skog med betydning for skredfaren (Figur 24) vurderes det faresone tilsvarende $\geq 1/1000$ vil få noe lenger utløp ved remobilisering og steinsprang. Dette gjenspeiles i faresonekartet uten skog (Figur 24).

Fjerning av skogen vurderes ikke å ha effekt for utløp av resterende kartleggingsområde.



Figur 24: Figur som viser skog med betydning for skredfaren. Aktuelt område vurderes å både redusere løsesannsynlighet og bremse utfall knyttet remobilisering av blokker og steinsprang.

3.3 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Norconsult er ikke kjent med andre skredfarevurderinger i området.

3.4 Stedsspesifikk usikkerhet

Estimering av sannsynlighet og utløp tilknyttet remobilisering av blokker er spesielt utfordrende da metodikken er lite utviklet.

3.5 Andre faremomenter

Norconsult har ikke oppdaget andre faremomenter i området.

4 Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk.,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- [2] 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/>.
- [3] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [4] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar.,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.
- [5] Kartverket, «Høydedata,» [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>.
- [6] Statens kartverk, «Norge i Bilder,» [Internett]. Available: <https://norgeibilder.no/>.
- [7] NGU, «Kart på nett,» [Internett]. Available: <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>.
- [8] NIBIO, «Kilden,» [Internett]. Available: <https://kilden.nibio.no/>.
- [9] Norsk Klimaservicesenter, «Se Klima - Observasjoner og værstatistikk,» [Internett]. Available: <https://seklima.met.no/observations/>.
- [10] Asplan Viak for NVE, «AV-Klima,» [Internett]. Available: <https://nve-av-klima.azurewebsites.net/>.
- [11] NGU, «Insar Norway,» [Internett]. Available: <https://insar.ngu.no/>.
- [12] Norsk Klimaservicesenter, «Observasjoner og værstatistikk,» [Internett]. Available: <https://seklima.met.no/observations/>.

Vedlegg 1 – Feltbilder

Oppdragsnr.: 52505719



Figur 1: Nylig utfall observert. Potensial for mindre flakdannelse, men av små volum. Lite skadepotensial. Foto fra infopunkt 38.



Figur 2: Godt opprullet med tette sprekkesett. Små utfall kan forventes, men vil ha lite volum og utløp. Stopper ved fot. Foto fra infopunkt 39.



Figur 3: Flakdannelse observert langs foliasjon. Spor etter nylig utfall. Steinsprangur ned til elven. Foto fra infopunkt 22.



Figur 4: Foto fra infopunkt 34.

Vedlegg 1 – Feltbilder

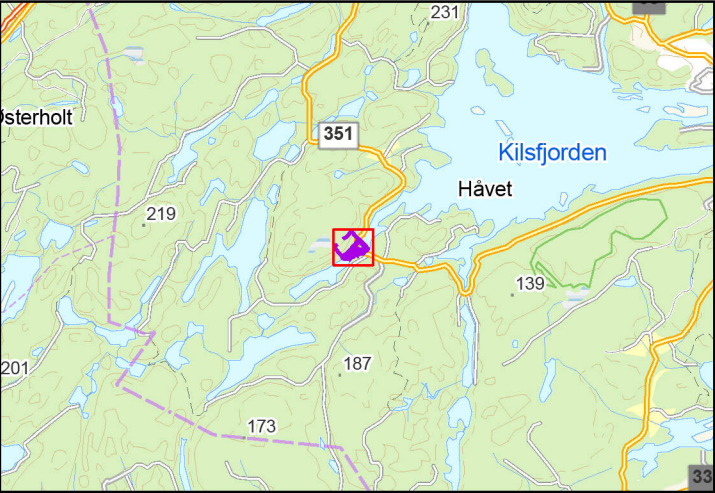
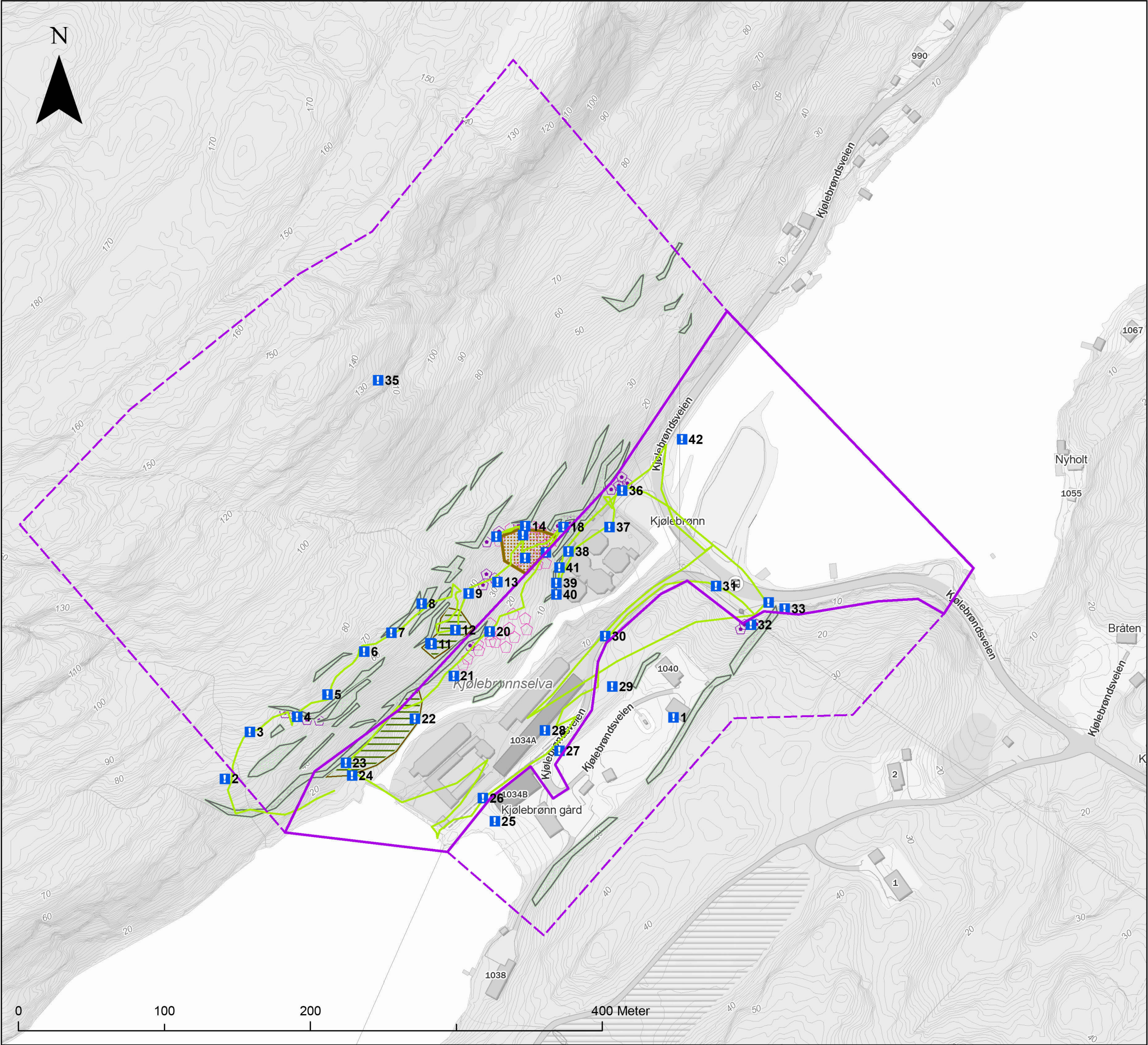
Oppdragsnr.: 52505719



Figur 5: Spor etter nylig utfall fra infopunkt 34. Blokker tilsvarende små volum vil forekomme med løsnestannsynlighet større enn 1/100, men vurderes å ha lite skadepotensial.



Figur 6: Nærbilde av nylig utfall. Foto fra infopunkt 34.



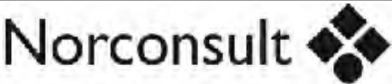
- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- Infopunkt 230925
- Sporlogg 230925
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)

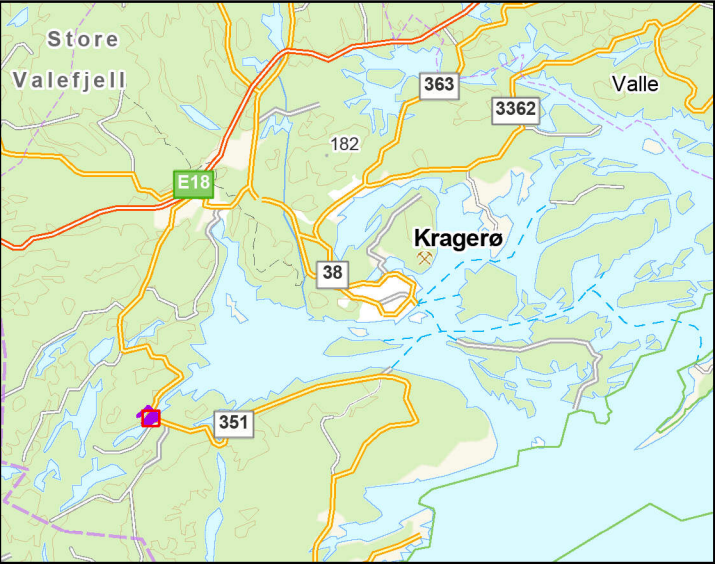
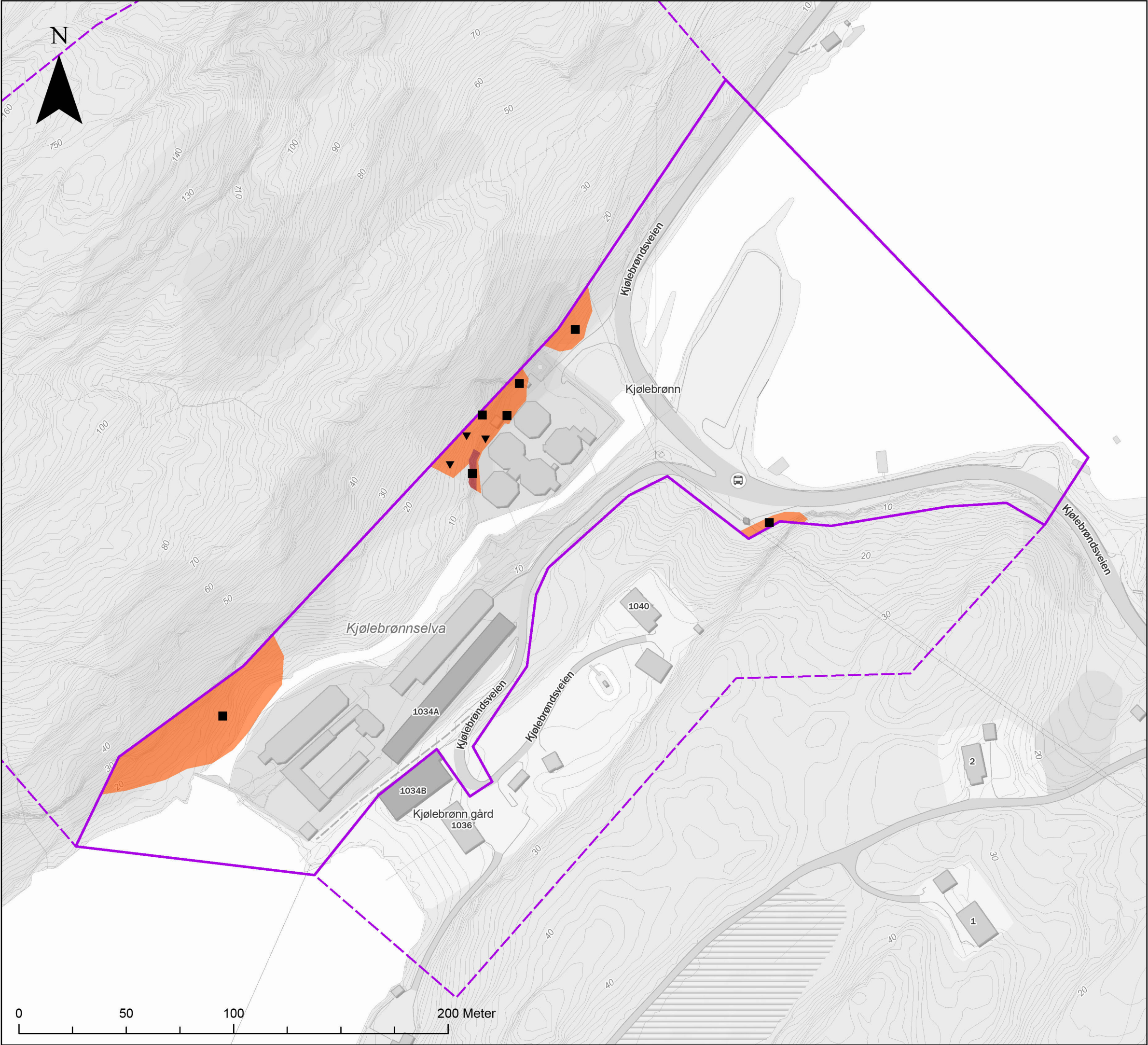
Vedlegg 2-1 - Registreringskart

Kjølebrønn, Kragerø Kommune

Dato: 2025-11-21	Utført av: grosan	Kontrollert: olebar	Godkjent: grosan
Format: A3	Målestokk: 1:2500	Kartprosjeksjon ETRS 1989 UTM Zone 33N	
REV: J01	Prosjektnr.: 52505719		

Kartet er utarbeidet av:





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Dimensjonerende skredtype

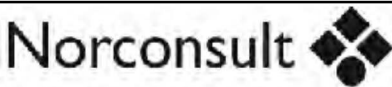
- Steinsprang
- Steinskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred
- Skredsannsynlighet $\geq 1/100$
- Skredsannsynlighet $\geq 1/1000$

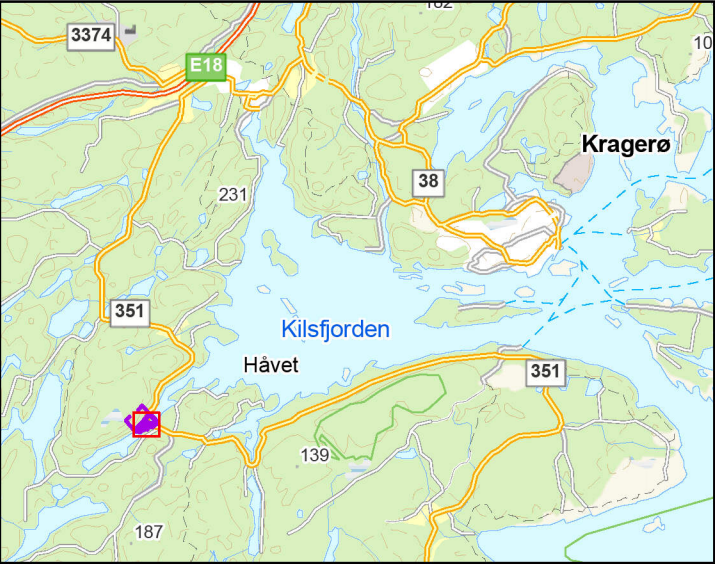
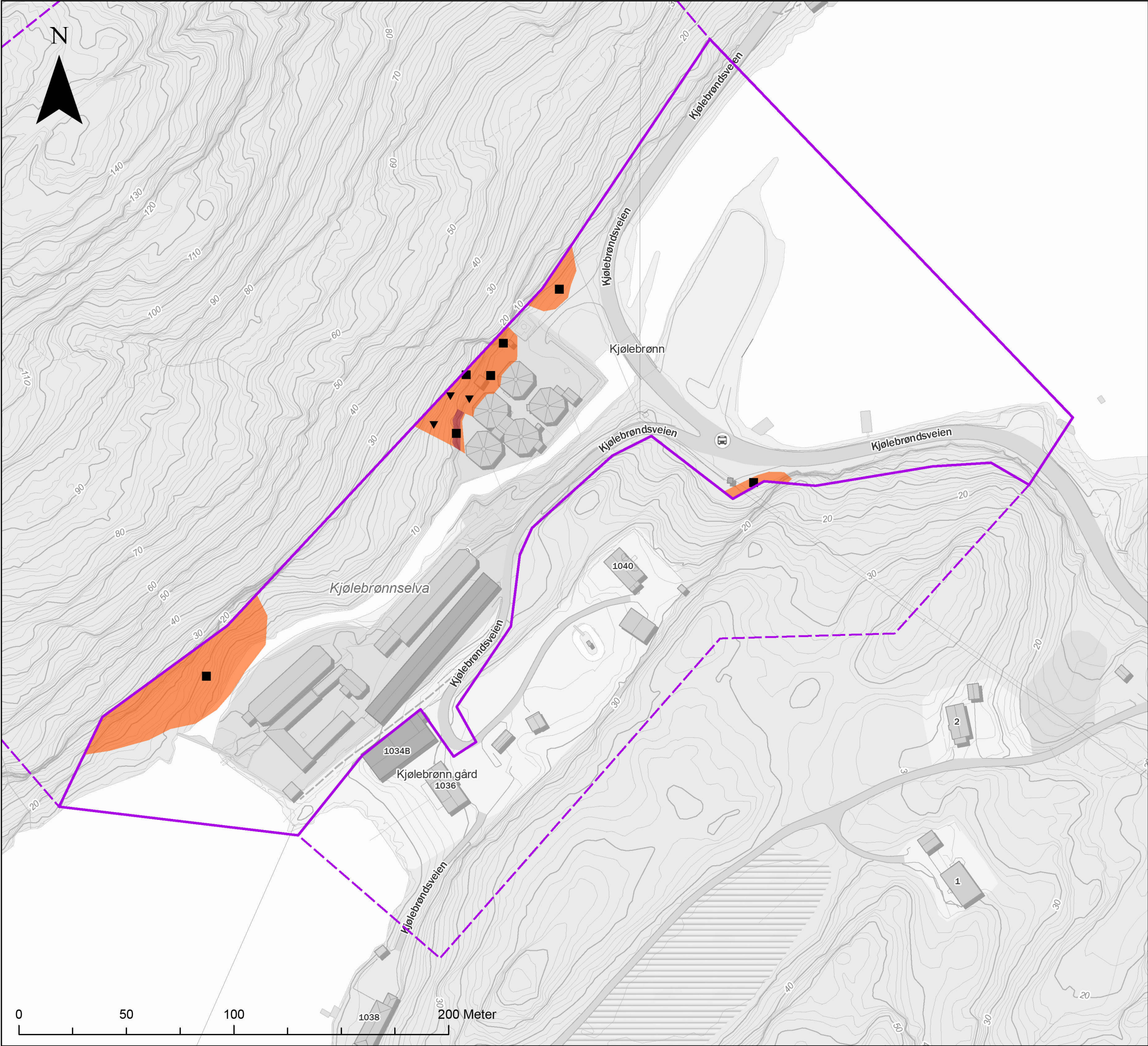
Vedlegg 3-1 - Faresonekart

Med dagens skog

Dato: 2025-11-27	Utført av: grosan	Kontrollert: anhaal	Godkjent: grosan
Format: A3	Målestokk: 1:1 700	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 33N	
REV: J01	Prosjektnr.: 52505719		

Kartet er utarbeidet av:





Tegnforklaring

Kartleggingsområde
 Påvirkningsområde

Dimensjonerende skredtype uten skog

Skredtype

- Steinsprang
- Steinskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Skredsannsynlighet $\geq 1/100$ uten skog
 Skredsannsynlighet $\geq 1/1000$ uten skog

Vedlegg 3-2 - Faresonekart			
Uten dagens skog			
Dato: 2025-11-26	Utført av: grosan	Kontrollert: anhaal	Godkjent: grosan
Format: A3	Målestokk: 1:1 700	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 33N	
REV: J01	Prosjektnr.: 52505719		
Kartet er utarbeidet av:			
Norconsult 			

Egenerklæringsskjema for kompetanse – Kartlegging av skredfare.

iht. veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak.

Norconsult Norge AS vil med utfylling av dette egenerklæringsskjema erklære seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til veilederen.

Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter ¹ , veiledere ² , retningslinjer ³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	☒	☐	
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. De to påkrevde fagpersonene må ha minst 3 og 5 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.	☒	☐	
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	☒	☐	
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvare krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	☒	☐	

Vennlig hilsen
Norconsult Norge AS



Ingvar Tyssekvam

Trondheim 27-01-2025

Faglig leder, Ingeniørgeologi

Sted og dato

¹ Byggteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (pbl)

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

³ NVE retningslinjer Flom- og skredfare i arealplaner – Revidert 22.mai 2014