

NOTAT

OPPDRAAG	Arna Steinknuseverk. Deponi i fjellhaller	DOKUMENTKODE	10224464-RIGberg-NOT-001
EMNE	Skredfarevurdering iht. TEK17 og N200 pkt.1.7	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	NCC Industry AS	OPPDRAAGSLEDER	Solveig Renslo
KONTAKTPERSON	Arild Ove Hagen	SAKSBEHANDLER	Anne Kristin Fagerhaug
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233013 Ingeniørgeologi Vest

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av NCC Industry As for å vurdere skredfare for deler av eiendommen med gnr. 170 bnr. 75 i Bergen kommune. Det er planlagt tunnelportal og utskipingskai for stein og annet avfall på deler av eiendommen, samt et nytt kryssområde. Skredfaren er vurdert iht. PBL og tilhørende forskrift TEK17 §7-3 og Vegnormal N200 pkt. 1.7. Vurderingen omfatter sikkerhetsklasse S1 for området hvor det er planlagt ny tunnelportal og utskipingskai, og samlet skredsannsynlighet per km og år for nytt kryssområde på 1/50.

Skredfarevurderingen konkluderer med at området det er planlagt ny tunnelportal og utskipingskai oppfyller sikkerhetskrav uten behov for avbøtende tiltak. For nytt kryssområde er det vurdert at de nordligste delene ikke oppfyller sikkerhetskravene til skred.

Deler av det planlagte kryssområdet er plassert nedenfor løseområder for steinsprang som gjør at det vil være krav til å utføre skredforebyggende tiltak iht. N200. Rensk av løse blokker i overkant av utsprengt bergskjæring, og ev. sikring av løse blokker med kamstålbolter og bergbånd, vil være tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet.

1 Innledning

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggeteknisk forskrift (TEK 17) 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 (1).

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak (3), og vil dermed kunne dokumentere om hvorvidt disse sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang er gjort rede for.

Vegnormal N200 Vegbygging punkt 1.7 stiller krav til sikkerhet mot skred ved bygging av ny veg. Ved større utbedringstiltak av eksisterende veg anbefales sikkerhetsnivået å være som for ny veg. Ved mindre utbedringer aksepteres det at et lavere sikkerhetsnivå oppnås (2).

Vurderingen tar ikke hensyn til annen type risiko som tomten eventuelt måtte være utsatt for. Det presiseres at vurderingen er basert på dagens terreng-, skogs- og klimaforhold.

1.1 Undersøkt område og befarings

Foreliggende notat gjelder skredfarevurdering for deler av eiendommen i Ytre Arna med gnr. 170 bnr. 75 i Bergen kommune, se Figur 1 og Figur 2.

00	30.08.23	Skredfarevurdering - til utsendelse	Anne Kristin Fagerhaug	Frode Johannesen/Mari Åmellem Brøto	Solveig Renslo
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

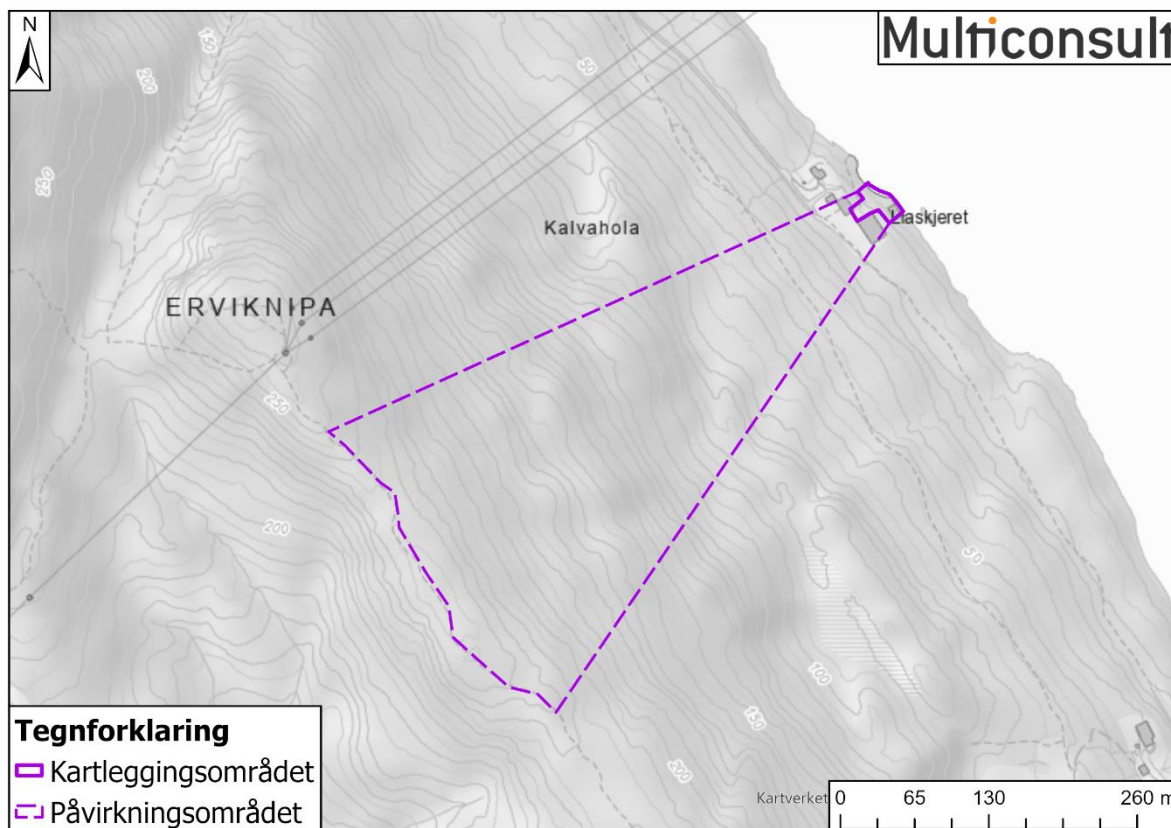
Den 21. juni 2017 trådte gjeldende reguleringsplan for Arna Steinknuseverk, planID 63410000, i kraft. Reguleringsplanen ble utarbeidet av Asplan Viak og skredfaren ble vurdert iht. TEK10 og SVVs NA rundskriv 2014/08 (4). Nå ønsker NCC Industry AS å utvide sin virksomhet til å også gjelde mottak og deponering av ordinært avfall i nedlagte bergrom (fjellhaller). Dette utløser behov for ny skredfarevurdering for planlagt tunnelportal og utskipingskai for stein og annet avfall (BN1) iht. dagens krav (TEK17) og NVEs veileder. Planområdet skal også ta imot overskuddsmasser fra tunneldrift, og i den forbindelse utvides planen med å regulere kryss med E16 (BN2). Om det skal gjøres større endringer fra reguleringsplanen må det vurderes om det er behov for ny skredfarevurdering for resterende del av planområdet.

På bakgrunn av at det planlegges for bruk der det ikke er personopphold over lengre tid settes sikkerhetsklasse for skred for område BN1 til S1. Største nominelle årlige skredsannsynlighet må derfor være mindre enn 1/100 for å ivareta sikkerhetskravet i TEK17.

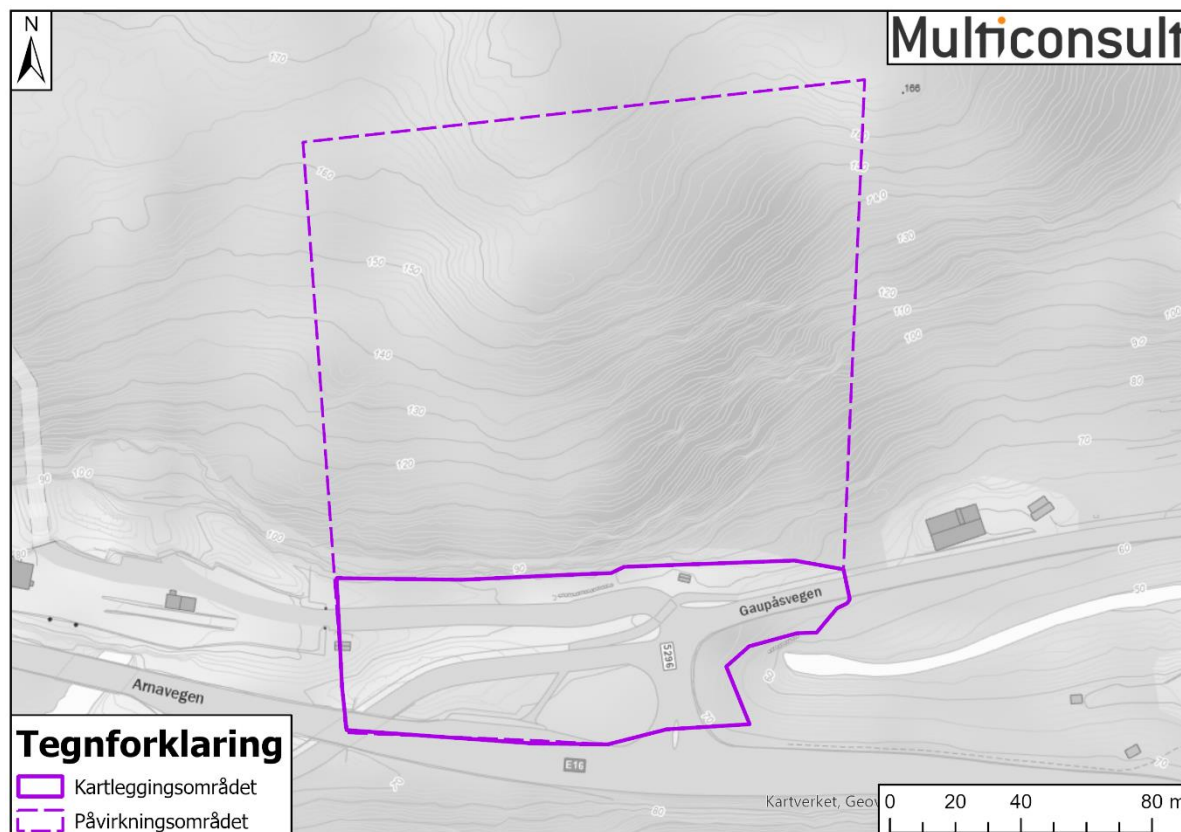
For BN2 er det planlagt utbedringer av deler av fylkesveg 5296, privat veg 21537 og kommunal veg 5346, samt gang og sykkelvei som skal føres i kulvert under den private vegen. I 2022 ble årsdøgnetrafikk (ÅDT) for fylkesveien registrert til 3200. Samlet skredsannsynlighet per km og år må derfor ikke overstige 1/50 for å ivareta sikkerhetskravet i N200 punkt. 1.7. For Europaveg 16 er det planlagt mindre utbedringer, og det er derfor ikke nødvendig med ny vurdering.

Deler av de aktuelle områdene ligger innenfor NVEs aktsomhetskart for snøskred og steinsprang (5).

Befaring ble utført 15. juni 2023 av Mari Åmellem Brøto og Anne Kristin Fagerhaug fra Multiconsult. Det var sol fra skyfri himmel og lett bris på befaringstidspunktet.



Figur 1: Oversiktskart over kartleggings- og påvirkningsområdet til planlagt tunnelportal og utskipingskai (BN1).



Figur 2: Oversiktskart over kartleggings- og påvirkningsområdet til planlagt kryssområde.

1.2 Grunnlagsmateriale

For vurdering av skredfare har følgende materiale blitt benyttet:

- Topografiske kart (6)
- Digital terrengmodell 1x1 m oppløsning (7)
- Tilgjengelige ortofoto 1949 – 2022 (8)
- Klimadata (9)
- Aktsomhetskart og skredhendelser (5)
- Berggrunns- og løsmassekart (10; 11)
- Markfuktighetskart (12)
- SR16-Skogressurskart (13)
- Norsk klimaservicesenter: Klimaprofil Hordaland (14)
- Skredfarevurdering Arna Stein, Ytre Arna (4)

2 Geologi og områdebeskrivelse

Arna Steinknuseverk er avgrenset av E16 i sør, Ytre Arna i sørøst, Sørfjorden i øst og Erviknipa i nord-nordvest. Tiltaksområdene det er behov for ny skredfarevurdering er BN1 nordøst i området, og BN2 lengst sør.

BN1:

Området er planlagt for utskipping av masser, og omfatter tunnelmunning og nytt kaianlegg. Det planlagte området er lokalisert på Liaskjeret på nordøstsiden av fjellet Erviknipa. Figur 1 viser oversiktskart hvor kartleggings- og påvirkningsområdet er inntegnet, og Figur 3 viser oversiktsbilde

Skredfarevurdering iht. TEK17 og N200 pkt. 1.7

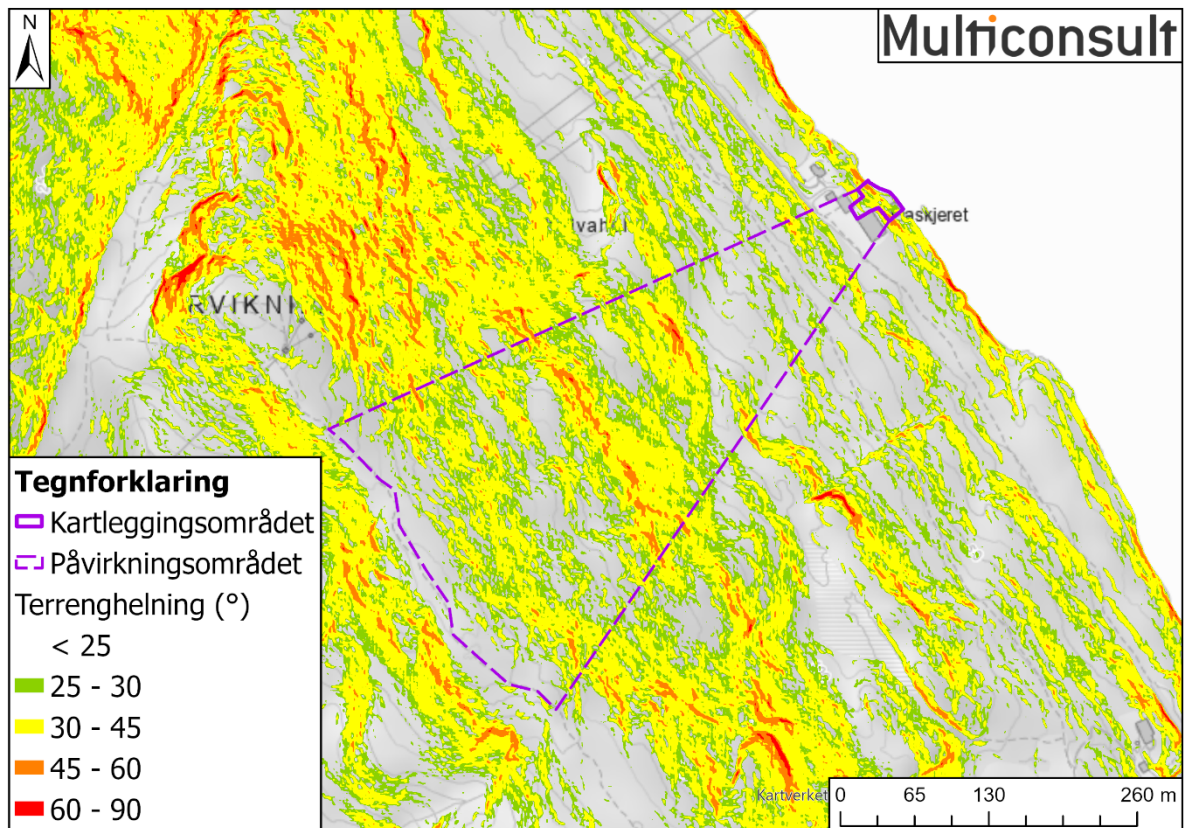
over det aktuelle området. Kartleggingsområdet er området hvor skredfaren skal utredes for, mens påvirkningsområde menes området hvor skred kan genereres fra inn mot kartleggingsområdet.

Fjellsiden opp mot Ervikhnipa strekker seg fra kartleggingsområdet på kote 0 og opp til ca. 240 moh. Terrenget er kupert med helninger hovedsakelig under 25°, men med noen områder i midtre og øvre deler av påvirkningsområdet med helninger på 25 – 45°. I tillegg er det noen lave bergskreanter med helning på 45 – 60° i området. Se Figur 4 for helningskart over området. Vegetasjonen er registrert som blandingsskog, hvor store deler av påvirkningsområdet har en kronedekning på 90 – 100% (13). I felt ble det i tillegg observert et bunndekke bestående av blant annet gress og bregner.

Markfuktighetskart viser områder hvor det er sannsynlig med økt fuktighetsinnhold i marka. Kartet angir to til tre bekkeløp med drenering mot området (12). På befaring ble det registrert ett tørrlagt bekkeløp rett ovenfor kartleggingsområdet (Figur 5).



Figur 3: Oversiktsbilde over BN1. Det aktuelle området er markert i lilla (8).



Figur 4: Helningskart over fjellsiden ovenfor BN1.



Figur 5: Bekkeløp rett ovenfor BN1.

BN2:

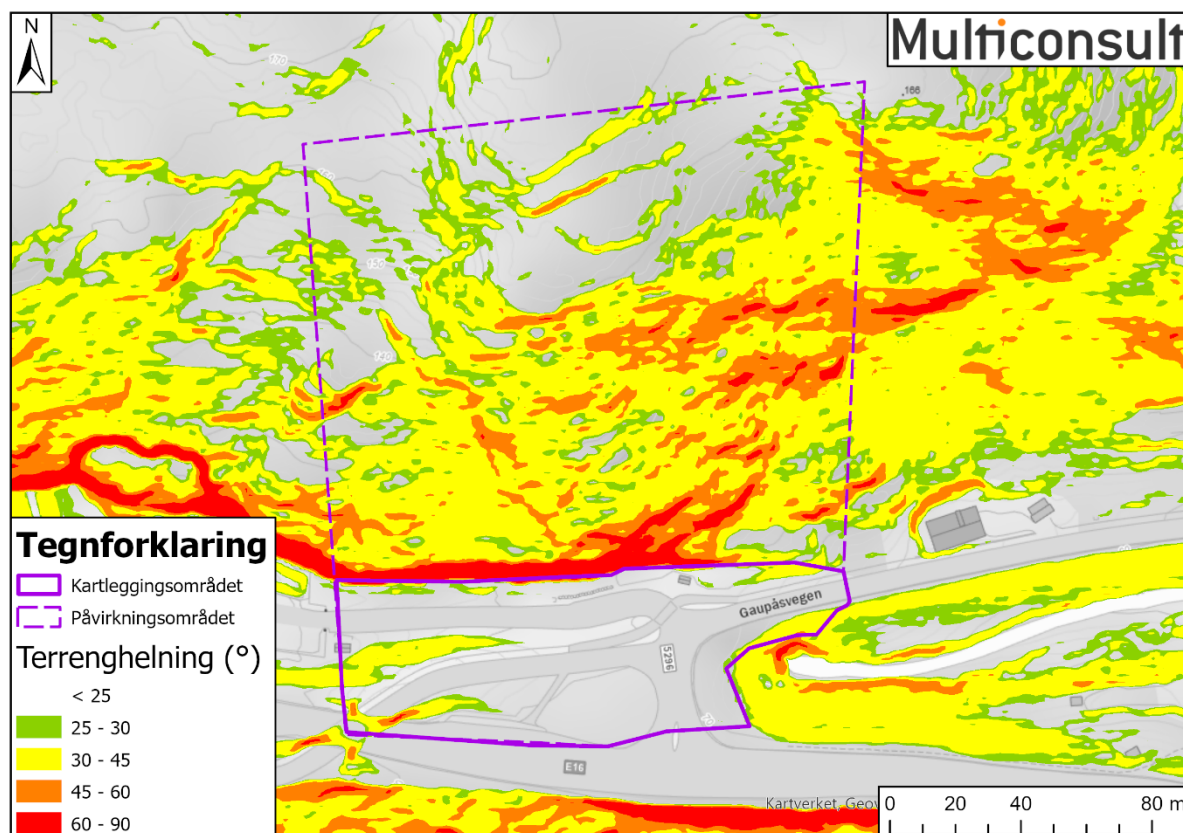
Det planlagte kryssområdet er lokalisert lengst sør i knuseverket ca. 70 moh, og omfatter deler av E16, fv5296, kv5346 og pv21537, samt ny gang- og sykkelveg. I nord avgrenses området av ei utsprengt bergskjæring som fortsetter videre i naturlig terreng opp mot Liafjellet på kote 175. Se Figur 6 for oversiktsbilde for deler av området og nedre del av fjellsiden. Fra toppen av bergskjæringen, på kote 80 og opp til kote 160, er fjellsiden bratt med en helning på hovedsakelig 25 – 45°, og stedvis >45°. Herfra slaker terrenget av mot toppen av Liafjellet. Se Figur 7 for helningskart over området. Fjellsiden ovenfor bergskjæringen er området hvor skred kan genereres fra, kalt påvirkningsområdet.

I fjellsiden opp mot Liafjellet er det registrert furu, med en kronedekning på hovedsakelig 0 – 40% (13). Dette ble bekreftet i felt.

Markfuktighetskart indikerer ingen bekkeløp som drenerer vann ned mot området (12). Dette stemmer med observasjoner i felt.



Figur 6: Oversiktsbilde av deler av BN2 og fjellsiden opp mot Liafjellet, sett fra øst.



Figur 7: Helningskart over BN2 og fjellsiden opp mot Liafjellet.

Skredfarevurdering iht. TEK17 og N200 pkt. 1.7

2.1 Berggrunn

Berggrunnen i området er kartlagt av NGU i målestokk 1:50 000 til å være anortositt med innslag av metagabbro (11). Dette stemmer med observasjoner i felt.

2.2 Løsmasser

NGU har kartlagt løsmasser i målestokk 1:250 000 til å være bart fjell. Med bart fjell menes områder der mer enn 50% er fjell i dagen (10). I felt ble det observert et tynt løsmassedekke ovenfor BN1. I felt og på flyfoto er det observert et stedvis tynt løsmassedekke i fjellsidene opp mot Liafjellet (8).

2.3 Klimatologiske data

Området har et mildt og fuktig kystklima, med gjennomsnittlig årsnedbør på 2500 mm. For månedene desember – mars svinger temperaturen ofte rundt 0 °C, og gjennomsnittlig snødybde er varierende og opp mot 10 cm. Gjennomsnittlig maksimal snødybde i området er 40 cm, for siste normalperiode 30 cm, og maksimal målt snødybde er på 148 cm (9). Kritisk nysnømengde for utløsning av naturlige snøskred er på ca. 50 cm i løpet av 3 døgn. I området er maksimal observert 3-døgns nysnødybde 56,5 cm, mens gjennomsnittlig 3-døgns nysnødybde er på 27 cm. Ekstremverdier for 3 døgn snø med en returverdi på 100 år er på 68 cm med et øvre konfidensintervall på 75 cm.

Vindretningen i området, både for dager med og uten nedbør ved lufttemperatur ≤ 0 °C, er fra sør til vestlig sektor. Vindstyrken er som regel mellom 0 – 9,9 m/s (9). Akkumulasjon av snø forventes å være størst for fjellsider som ligger i le for nedbørsførende vindretninger, det vil si sider vendt mot nord og øst.

Det er forventet en økning på ca. 4 °C for Hordaland, med størst øking om høst og vinteren. Lave temperaturer vintertid er ventet å bli sjeldnere (9).

2.4 Historiske skredhendelser

Det er ingen registrerte skredhendelser innenfor gjeldende områder, men flere i nærliggende områder (5). Skyggerelieff, historiske flyfoto og observasjoner indikerer steinsprangaktivitet i nordøstlige deler av nytt kryssområde (7; 8).

Det er registrert to jordskred i samme fjellområde. Det ene registrerte jordskredet gikk på østsiden av Hetlebakksåta, litt nord for Erviknipa, i 2019. Det andre skredet gikk på vestsiden av Hetlebakksåta i 2005, og tok ett hus under oppføring og ett menneskeliv gikk tapt. Begge skredene ble utløst etter en intens nedbørsperiode (5). Helningen i utløsningsområdene er på henholdsvis 35° og 40 – 45°, mens kronedekningen rundt er 10 - 60 % og 10 – 40 %. Vegetasjonen er registrert som furu for begge områdene (13). For jordskredet som gikk i 2019 er det registrert drenering av vann ned mot løснеområdet i NIBIOs markfuktighetskart (12). Historiske flyfoto indikerer i tillegg tidligere jordskredaktivitet i nærliggende område til jordskred som løsnet i 2019 (8).

Lengre nord på E16 er det registrert flere steinspranghendelser (2011 og 2022), og to steinskred. Det ene steinskredet gikk i 2009, og er registrert i NVEs database (5). Det andre steinskredet gikk i 2014 og traff Europavegen (15).

2.5 Eksisterende sikringstiltak

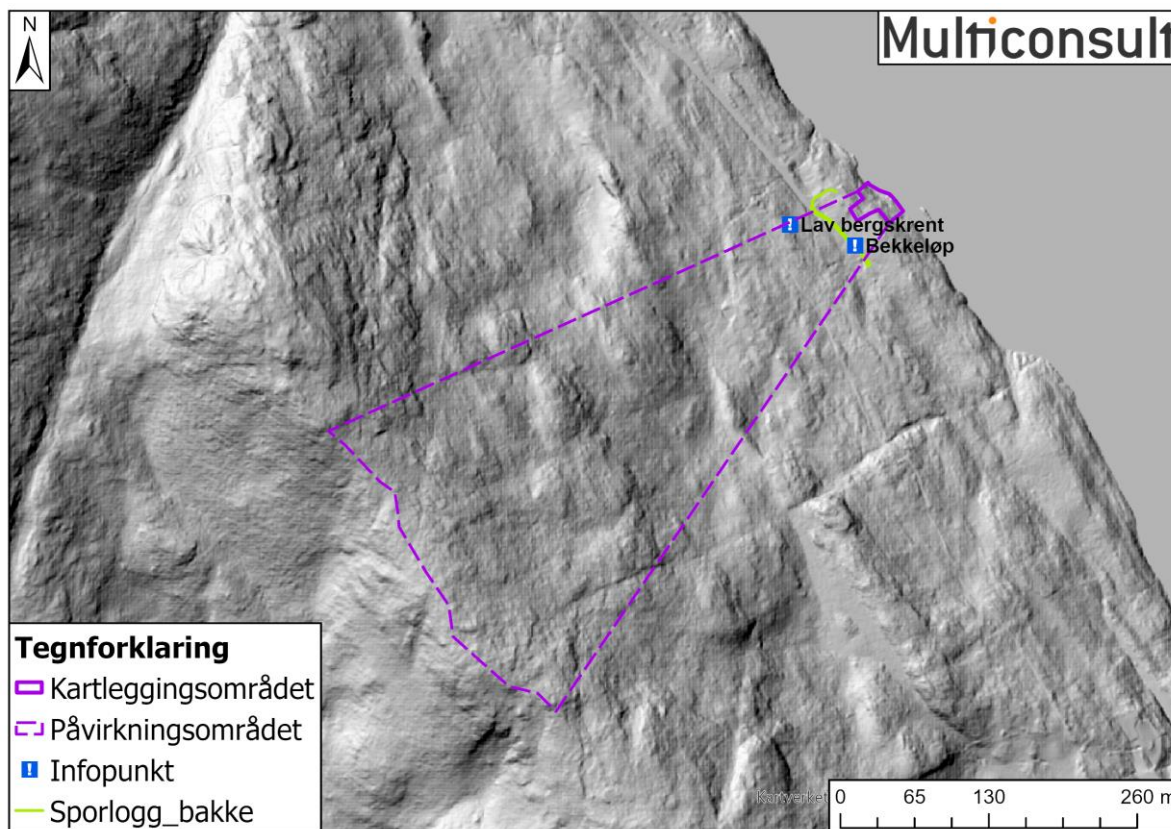
Det er ikke registrert eller observert eksisterende skredsikringstiltak i området (5), kun bergbolter i de utsprengte bergskjæringene. Mellom den private vegen til steinknuseverket og den utsprengte bergskjæringen mot nord, er det lokalisert en voll med bredde på ca. 2 m og høyde på 1 m.

2.6 Tidligere skredfarevurderinger

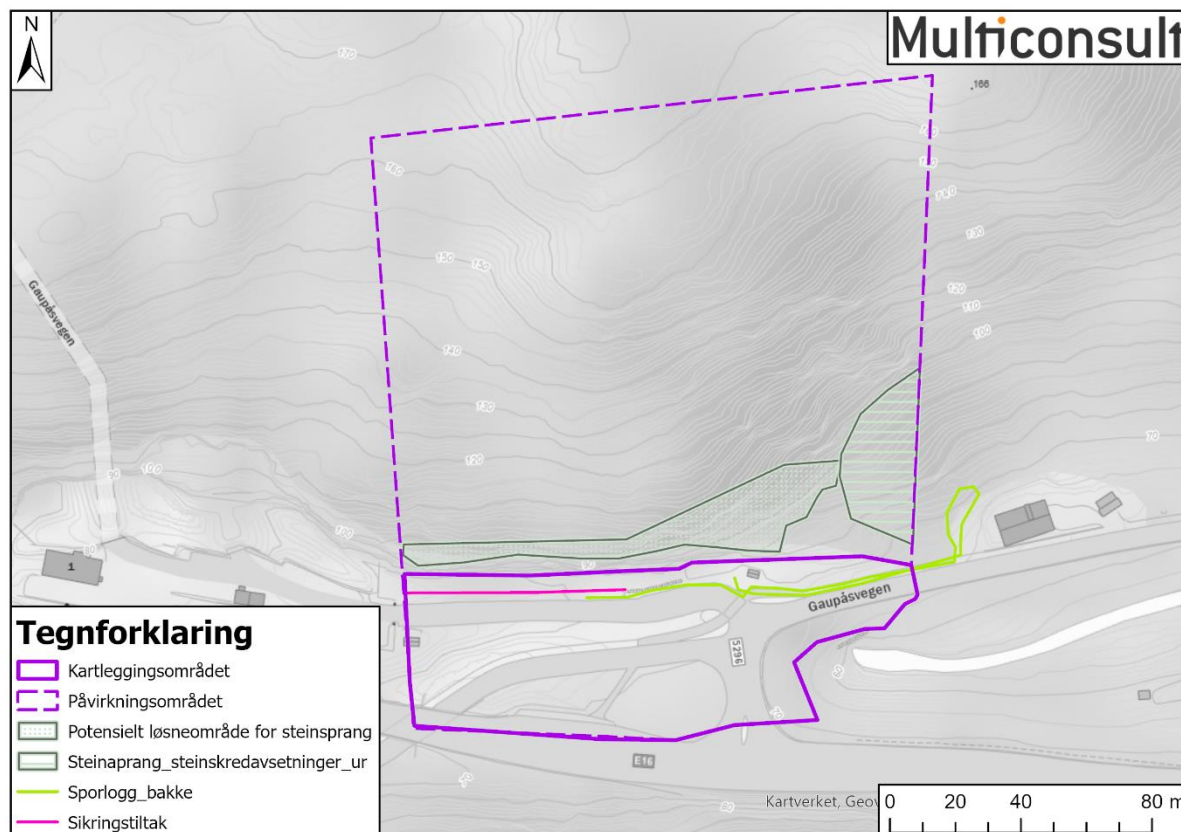
Som nevnt innledningsvis ble det i 2014 utført en skredfarevurdering av Asplan Viak på oppdrag fra NCC Industry AS. Vurderingen omfatter BN1: Utskipingsområde og kai, BN2: østlige deler av privat veg til steinknuseverket og tunnelmunning, samt planlagt gang- og sykkelveg på nordøstsiden av Liafjellet og Erviknipa. Kryssområdet var ikke en del av planen og vurderingen omfatter ikke kryssområdet. I notatet konkluderes det med at områdene er innenfor akseptabel risiko for alle skredtyper. For område BN2 er det kartlagt steinsprangfare, men at eksisterende skredvoll er tilstrekkelig sikring (4).

3 Skredfareutredning per skredtype

Registreringskart i Figur 8 og Figur 9 oppsummerer observasjoner både fra bilde-/kartstudie og feltbefaring i de aktuelle vurderingsområdene.



Figur 8: Registreringskart for område BN1.



Figur 9: Registreringskart for område BN2.

3.1 Steinsprang

Steinsprang og steinskred løsner vanligvis fra bratte fjellsider der terrenghelningen er større enn 45°.

BN1:

Terrenget i påvirkningsområdet har flere partier med helning over 45°. Bergskrentene er lokalisert med en avstand på over 50 m fra kartleggingsområdet, og har en begrenset høyde (opp mot 4 m). På bakgrunn av terrengforhold og begrenset høyde på bergskrentene, er det vurdert at steinsprang ikke er en aktuell skredprosess for området BN1.

BN2:

Fjellsiden ovenfor den utsprengte bergskjæringen er stedvis >45°, og har derfor flere aktuelle løsneområder for steinsprang. Det er observert tre gjennomgående sprekkesett i bergmassen. Det ene sprekkesettet følger foliasjonen og har et fall på 24° mot nordøst, med en sprekkeavstand på ca. 0,5 m. De to andre sprekkesettene er relativt steile med strøkretning nordvest – sørøst, og nordøst – sørvest (målt 305° og 65°). Oppsprekkingsmønsteret gir helt- eller delvis avløste blokker med stedvis overheng.

Nordøst for kartleggingsområdet er det registrert ei større ur (Figur 10), noe som indikerer steinsprangaktivitet fra fjellsiden opp mot Liafjellet. På bakgrunn av oppsprekkingsgrad og terrengforhold er det vurdert at løsnsannsynligheten for mindre steinsprangblokker er større enn 1/50.

Blokker som løsner ovenfor bergskjæringen vil falle vertikalt ned på vegen, og vil derfor ikke rulle eller sprette langt. I området lengre nord er de potensielle utløsningsområdene lokalisert med

større avstand fra kartleggingsområdet, og terrenget nedenfor er slakere. Det er derfor vurdert at mindre steinsprang som løsner ovenfor bergskjæringen vil ha en utløpsrekkevidde på ca. 10 m.

Faresoner for steinsprang med årlig nominell skredsannsynlighet på 1/50 er inntegnet i Figur 11.



Figur 10: Steinsprangur i sørøstlige deler av påvirkningsområdet til BN2.

3.2 Steinskred

Det er ikke kartlagt sprekker som kan utløse bergvolum store nok til å defineres som steinskred i noen av områdene. Steinskred er derfor ikke vurdert som en aktuell skredprosess for hverken område BN1 eller BN2.

3.3 Snøskred

Terreng med helning mellom 25 – 45° kan gi mulige løснеområder for snøskred. Det er flere partier med slik helning innenfor påvirkningsområdene. På bakgrunn av svært begrensede snømengder, terrengforhold, historiske skredhendelser og klimaframskrivninger som viser at vintrene vil bli varmere er snøskred lite sannsynlig. Det er derfor vurdert at største nominelle skredsannsynlighet er lavere enn 1/100 for område BN1 og lavere enn 1/50 for BN2.

3.4 Jordskred

Skråninger brattere enn 25° med løsmasser kan gi mulige løśnieområder for jordskred. Drenering mot konkave områder kan virke destabiliserende, mens vegetasjon med dype rotsystem kan gi en stabiliserende effekt.

BN1:

Markfuktighetskart indikerer ett dreneringsløp mot et konkavt område med helning på >25° i påvirkningsområdet til BN1 (12). Det er høy vegetasjonstetthet i fjellsiden med vegetasjon hovedsakelig bestående av trær med dype rotsystem. I tillegg er der kun et tynt løsmassedekke. På tross av drenering mot ett potensielt utløsningsområde er det vurdert at kombinasjonen av lav

løsmassemektighet og skog med stabiliserende effekt vil hindre utløsning av jordskred. Utløsning av jordskred med effekt av skog er derfor vurdert til å ha en lavere løsnings sannsynlighet enn 1/100.

De historiske skredene lengre nord i samme fjellområde har løst i et område med lignende forhold, men hvor vegetasjonstettheten er lavere. Begge skredene har stoppet relativt raskt etter at terrenget slaker ut (<25°). Helningen nedenfor det potensielle konkave utløsningsområdet i påvirkningsområdet har en begrenset utstrekning med helning >25°, og terrenget slaker raskt ut. Det er vurdert at skogen har en effekt på å hindre utløsning av jordskred, også utstrekningen av et jordskred.

Det er vurdert at største nominelle skredsannsynlighet er lavere enn 1/100 for at jordskred når inn i kartleggingsområdet.

BN2:

Fjellsiden i påvirkningsområdet er hovedsakelig i fjell i dagen, og det stedvise løsmassedekket har liten mektighet. Det er heller ingen registrerte dreneringsspor inn mot konkave områder med helning på >25°. Det er derfor vurdert at jordskred ikke er en aktuell skredprosess i kartleggingsområdet.

3.5 Flomskred

Flomskred kan utløses i forsenkninger og bekkedaler brattere enn 15° der det er nok vann og løsmasser til stede. Det er ikke registrert store nok bekkedaler eller forsenkninger med løsmasser i påvirkningsområdene.

Det er derfor vurdert at flomskred ikke er en aktuell skredprosess for hverken område BN1 eller det planlagte kryssområdet.

3.6 Sørpeskred

Sørpeskred utløses ved at snødekket blir vannmettet og der det ikke er tilstrekkelig drenering av vannet. Dette oppstår ofte i bekkeløp og forsenkninger der det kan bli oppsamling av vann i snødekket. Det er ikke funnet reelle løsningsområder for sørpeskred i området, i tillegg er det svært begrenset med snømengder i området.

Det er derfor vurdert at sørpeskred ikke er en aktuell skredprosess for hverken område BN1 eller BN2.

4 Samlet vurdering av skredfare**BN1:**

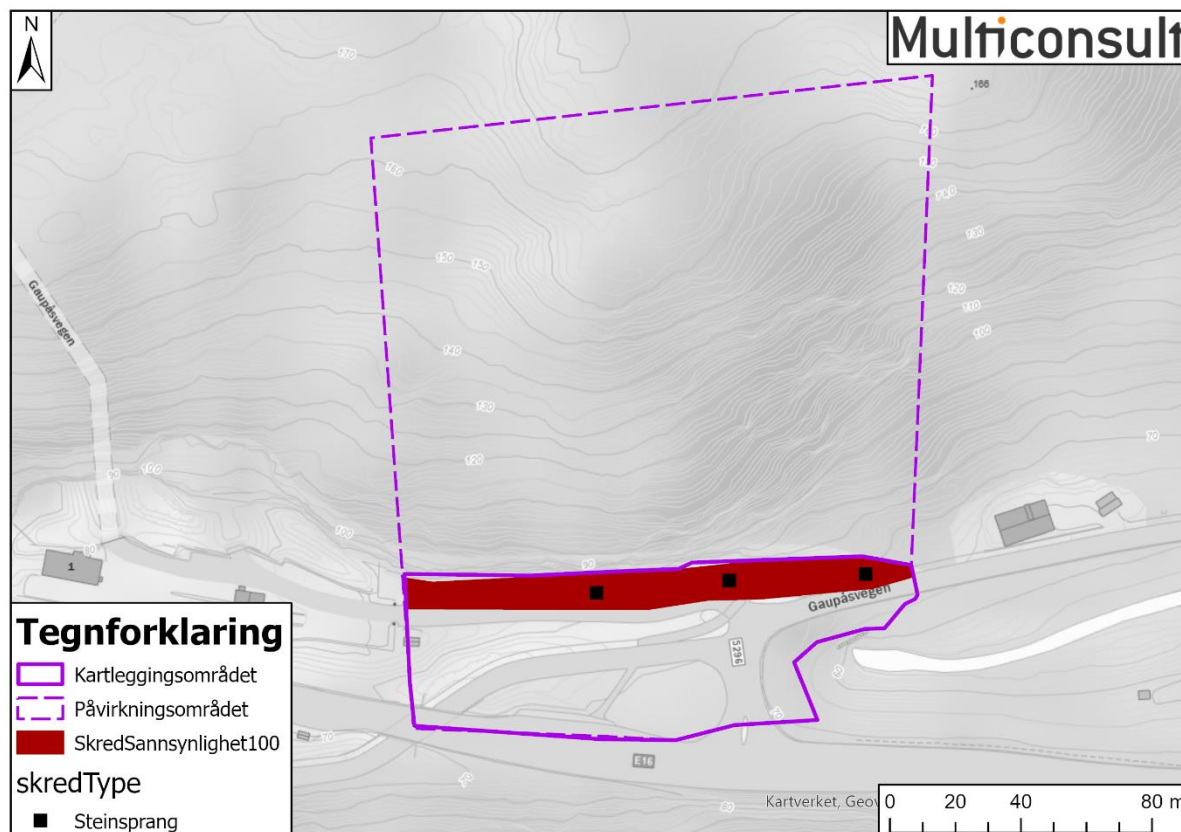
Skredfarevurderingen konkluderer med at jordskred er den eneste aktuelle skredprosessen i det aktuelle området, men at skogen både har en effekt på å hindre utløsning, samt begrense utstrekningen. Det er vurdert at største nominelle skredsannsynlighet er lavere enn 1/100.

BN2:

Figur 11 viser faresone for skred med nominell sannsynlig 1/50 for det planlagte kryssområdet. Dimensjonerende skredtype er steinsprang.

Den samlede nominelle årlige skredsannsynligheten for skred vurderes ikke å være større enn for steinsprang alene, da steinsprang er den eneste aktuelle skredtypen i området.

Vurderingene i dette notatet over hvilke skredtyper som er aktuelle, sammenfaller med de utført av Asplan Viak i 2014 (4).



Figur 11: Faresonekart over området BN2. Skred sannsynligheten er høyere enn 1/50 i inntegnet faresone.

5 Konklusjon

Multiconsult har vurdert skredfare iht. NVEs veileder for skred i bratt terreng. For planlagt tunnelportal og utskipingskai for stein og annet avfall (BN1), er det vurdert at største nominelle årlige skred sannsynlighet er lavere enn 1/100. Sikkerhetskravet for skred i området BN1 er dermed tilfredsstillt uten avbøtende tiltak.

For det planlagte kryssområdet (BN2) konkluderer skredfarevurderingen med at nominell sannsynlighet for at steinsprang treffer deler av området er høyere enn 1/50. For området som er omfattet av faresone må det utføres sikringstiltak for å tilfredsstillte krav til sikkerhet i N200. Aktuelle sikringstiltak er rensk av løse blokker ovenfor den utsprenge bergskjæringen. Sprekkeavløste blokker som ikke renskes ned bør sikres med kamstålbolter og eventuelt bergbånd. Sikringstiltak prosjekteres og anvises av firma med bergteknisk kompetanse (geolog) i felt sammen med sikringsentreprenør. Geolog må også erklære ansvar for å kunne prosjektere tiltak for kommunal- og privat veg.

Skredfarevurderinger omfatter ikke stabilitetsvurderinger i forbindelse med eksisterende og eventuelle nye utsprenge skjæringer eller andre inngrep i berg.

6 Referanser

1. **Direktoratet for Byggkvalitet.** Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. [Internett] <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
2. **Statens vegvesen.** N200 Vegbygging. [Internett] 2022. <https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/859942/nb>.
3. **NVE.** Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. [Internett] 03.07.2023 2020. <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/?ref=mainmenu>.
4. **Asplan Viak.** *Skredfarevurdering Arna stein, Ytre Arna.* 2016.
5. **NVE.** NVE Atlas. [Internett] 2020. <https://atlas.nve.no/>.
6. **Kartverket.** Norgeskart. [Internett] 2023. <https://www.norgeskart.no>.
7. **Kartverket.** Høydedata. [Internett] 2023. <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>.
8. **Statens kartverk, Statens vegvesen, NIBIO.** Norge i bilder. [Internett] 2023. <https://norgeibilder.no/>.
9. **Asplan Viak, v/Aalbu, J. H.** AV-Klima. [Internett] 2023. <https://nve-av-klima.azurewebsites.net/>.
10. **NGU.** Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase. [Internett] 2021. https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
11. **NGU.** Berggrunn: Bergartsflater- regional 1:250 000. [Internett] 2021. https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.
12. **NIBIO.** Markfuktighet - DTW. [Internett] 2023. <https://kilden.nibio.no/>.
13. **NIBIO.** SR16 - Skogressurskart. [Internett] 2023. <https://kilden.nibio.no/>.
14. **Norsk klimaservicesenter.** Klimaprofil Hordaland. [Internett] 2017. <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/hordaland>.
15. **Brøto, Mari Åmelle.** 05 07 2023.