

Beregnet til  
**Nye Veier**

Dokument type  
**Fagrapport**

Dato  
**27.02.2025**

# **HOMMELVIKKRYSSET, ENDRING AV REGULERINGSPLAN FOR NY E6 MELLOM LEISTAD OG STJØRDAL GRENSE**

**FAGRAPPORRT FOR UTREDNING AV SKREDFARE I BRATT TERRENG**



## HOMMELVIKKRYSSET, ENDRING AV REGULERINGSPLAN FOR NY E6 MELLOM LEISTAD OG STJØRDAL GRENSE FAGRAPPORF FOR UTREDNING AV SKREDFARE I BRATT TERRENG

Oppdragsnavn **E6 Ranheim Værnes fase 3**  
Prosjekt nr. **1350057842**  
(Rambøll)  
P.nr. Nye veier  
Dokumentnr. **E6RV-RAM-GEO-DS45-1002**  
Mottaker **Nye Veier**  
Dokument type **Rapport**  
Revisjon **02**  
Beskrivelse **Utredning av skredfare i bratt terreng for reguleringsplan**

Revisjon	Dato	Utført av	Faglig kontrollert av	Godkjent av	Beskrivelse
01	20.12.2024	ILIS, IVPN	LIDO	EHLTRH	Til 3.parktrl.
02	27.02.2025	ILIS, IVPN	LIDO	EHLTRH	Oppdatert etter 3.parktrl.

## INNHALDSFORTEGNELSE

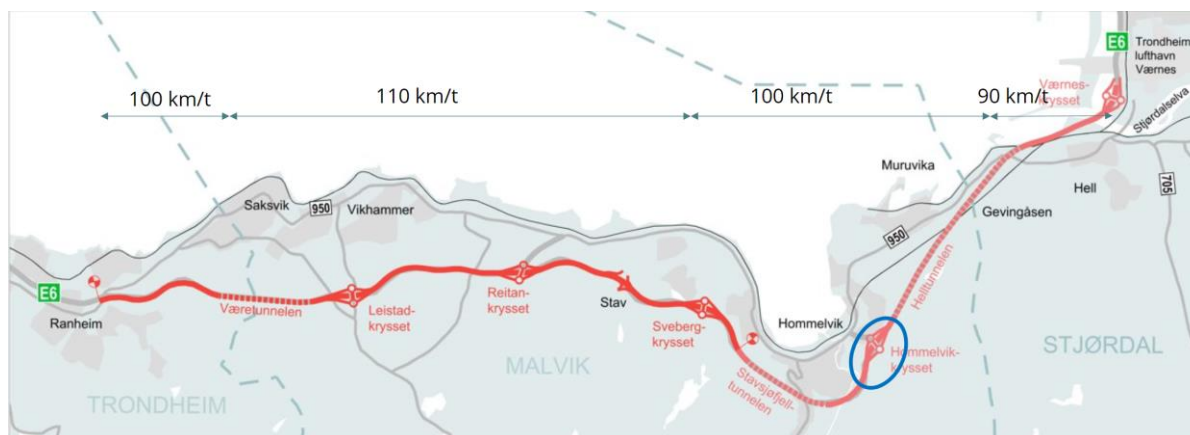
<b>1.</b>	<b>INNLEDNING</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Omregulering	5
1.3	Detaljnivå	7
<b>2.</b>	<b>Hensikt med utredningen</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Regelverk</b>	<b>8</b>
3.1.1	Håndbok N200	8
3.1.2	TEK 17 §7-3	9
3.1.3	Premisser for prosjektet	10
<b>4.</b>	<b>Områdebeskrivelse</b>	<b>12</b>
4.1	Prosjektområdet	12
4.2	Løsmasser og berggrunn	14
4.3	Topografi	18
4.4	Aktsomhetsområder for skred	19
4.5	Vannveier	20
<b>5.</b>	<b>Grunnlagsmateriale</b>	<b>23</b>
5.1	Digital terrengmodell (DTM)	23
5.2	Historiske skredhendelser	23
5.3	Tidligere utførte undersøkelser	27
5.4	Eksisterende sikringstiltak	27
5.5	Klimatologiske data	29
5.6	Skog	31
5.7	Befaring	34
<b>6.</b>	<b>Skredfareutredning per skredtype</b>	<b>36</b>
6.1	Steinsprang	36
6.1.1	Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?	36
6.1.2	Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet	36
6.1.3	Utredning av utløp	38
6.1.4	Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?	44
6.2	Steinskred	44
6.3	Utglidning i snøpakke/snøskred	44
6.3.1	Er dette en aktuell prosess i påvirkningsområdet?	44
6.3.2	Utredning av løsneområder og løsnesannsynlighet	45
6.3.3	Utredning av utløp	46
6.3.4	Når snøskred inn i kartleggingsområdet	49
6.4	Jordskred	49
6.4.1	Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	49
6.4.2	Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet	49
6.4.3	Utredning av utløp	49

6.4.4	Når jordskred inn i kartleggingsområdet?	49
6.5	Flomskred	49
6.5.1	Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	49
6.5.2	Utredning av løsneområder og løsnesansynlighet	50
6.5.3	Utredning av utløp	50
6.5.4	Når flomskred inn i kartleggingsområdet	50
6.6	Utgilidning i vannmettet snø/sørpeskred	50
6.6.1	Er dette et aktuell prosess i påvirkningsområdet?	50
6.6.2	Utredning av løsneområder og løsnesansynlighet	50
6.6.3	Utredning av utløp	51
6.6.4	Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?	51
6.7	Skog med betydning for skredfare	51
6.8	Hva er den samlede skredfaren?	52
6.8.1	Iht Håndbok N200	52
6.8.2	Samplet faresone – TEK 17	54
6.9	Avvik fra tidligere skredfareutredninger	54
6.10	Stedspesifikk usikkerhet (rest risiko)	54
<b>7.</b>	<b>Risikoreduserende tiltak</b>	<b>56</b>
7.1	16050-16130: Erosjonssikring	57
7.2	16050-16130: Støtteforbygninger	57
7.3	16140-16220: Bergsikring i naturlig terreng	57
7.4	16160-16500: Fanggjerde	57
7.5	16460-16620: Sikring av store blokker langs tidligere anleggsveg	59
7.6	16500-16620: Fangvoll av eksisterende avkjøringsrampe fra sør (profilnr. 260-380)	59
7.7	Hommelvikkrisset: Fanggrøft	60
7.8	Pendlerparkering: Voll	61
7.9	Bevaring av skog som har betydning for skredfaren	63
7.10	Millionbygg – Fanggjerde	63
<b>8.</b>	<b>Videre arbeider til byggeplan</b>	<b>64</b>
<b>9.</b>	<b>Bemanning i byggefasen</b>	<b>65</b>
<b>10.</b>	<b>Referanser</b>	<b>65</b>
<b>Vedlegg</b>	<b>66</b>	
Vedlegg 1:	Bildevedlegg	66
Vedlegg 2:	Registeringskart	66
Vedlegg 3:	Faresonekart	66
Vedlegg 4:	Skog med betydning for skredfaren	66
Vedlegg 5:	Anbefalte sikringstiltak	66

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn

Utbyggingen av E6 på strekningen Ranheim-Værnes er i gang, og første etappe mellom Ranheim og Stav skal stå ferdig i 2027.



Figur 1 E6 strekningen Ranheim – Værnes

Rambøll utførte en verdianalyse for Nye Veier på hele prosjektstrekningen E6 Ranheim – Værnes i første halvår av 2024. I verdianalysen var det spesielt fokus på kostnadsbesparelser, redusert klimagassutslipp og mindre arealbeslag.

På Hommelvik ble det vurdert å være et stort besparingspotensiale ved å redusere fjellskjæringen ved Hommelvik ved å flytte vegen lengre ut. Da det er svært vanskelig å etablere tilfredsstillende sikring av berg/steinsprang over fjellskjæringa hvis den ikke flyttes. Flyttingen av veglinja gir en enklere og sikrere anleggsgjennomføring og mindre arealbeslag inkl. mindre dominerende visuelt uttrykk for den nye vegen.

### 1.2 Omregulering

Plankart for omreguleringen er vist i Figur 2. Hensikten med planforslaget er å endre en del av reguleringsplanen; *Reguleringsplan for ny E6 mellom Leistad og Stjørdal grense, ved Hommelvikkrysset.*

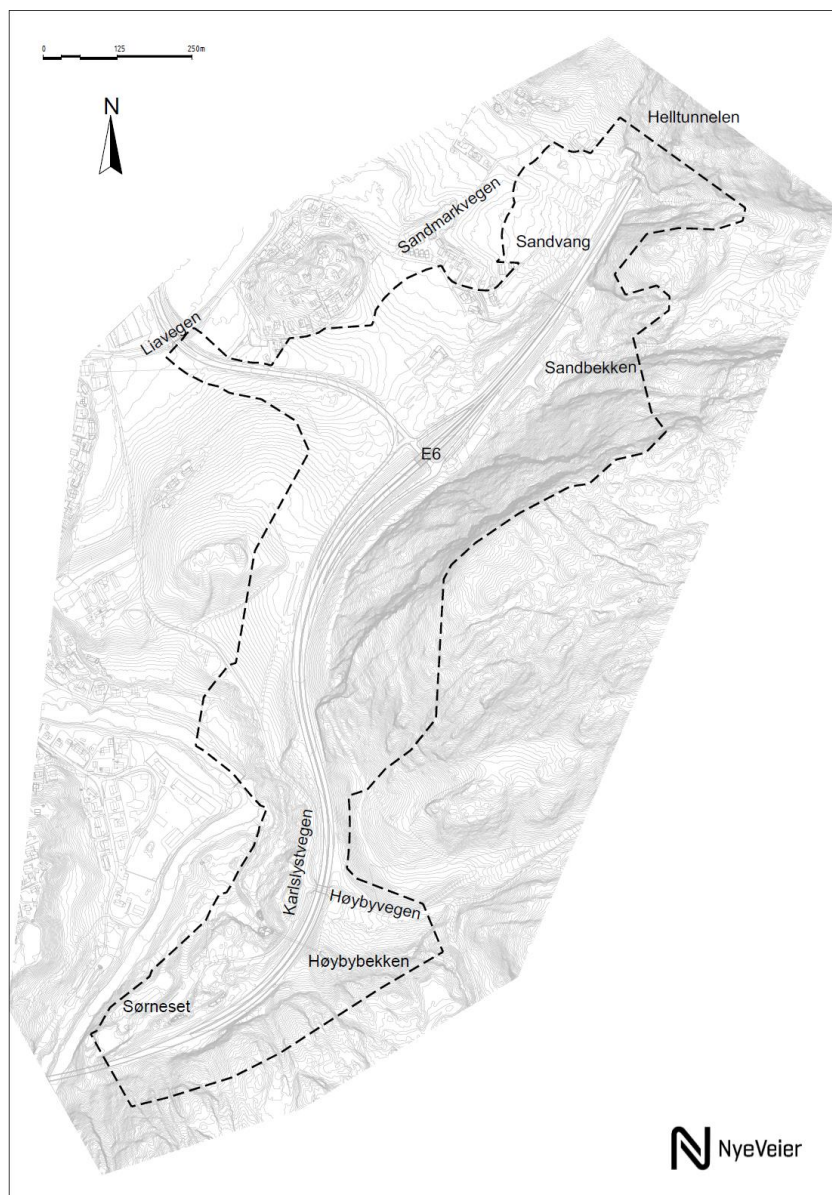
Følgende tiltak som omreguleres i denne planen:

- Linjeføring på E6 med reduksjon av hastighet for å redusere fjellskjæring
- Kryssutforming for Hommelvikkrysset med tilhørende kollektivholdeplasser og g/s-vegsystemet
- Pendlerparkeringen

Reguleringsplanarbeid i Hommelvik tar utgangspunkt i løsning med fire felt på E6, men vegen planlegges dimensjonert for fartsgrense 100 km/t i stedet for 110 km/t slik som i gjeldende plan fra 2020. En slik løsningen kan utnytte mulighetene som reduserte krav til horisontal- og vertikalkurvatur gir, for å i større grad unngå svært kompliserte sikringstiltak i naturlig bratt terreng over E6. Gjennom planarbeidet er veglinja optimalisert for å sikre en løsning som i størst

mulig grad unngår de store sikringstiltakene, men samtidig ikke skaper nye kompliserte elementer. Spesielt med tanke på utfordrende geotekniske forhold i området.

Justeringen av veglinja innebærer at veglinja flyttes horisontalt mot nordvest (utover i terrenget) fra nord for Høybybekken og gjennom kryssområdet. Mot Høybybekken er mulig forflytting begrenset av den store støttemuren som går over bekkedulverten til Høybybekken. Bygging av muren er igangsatt. Endringen omfatter også en justering av veggeometrien/kryssløsning ved Hommelvik der det reguleres et ruterkryss der rampene knyttes sammen med sekundærveg med rundkjøringer. Det etableres holdeplasser for buss langs de nordvendte rampene. Holdeplassene tilknyttes gang- og sykkelvegsystemet samt pendlerparkering. Pendlerparkeringen reguleres som en enkelt gate med vinkelrett parkering på hver side av denne og trekkes også lengere vekk fra fjellskjæringa.



**Figur 2** Plangrense for omregulering av Hommelvikkrysset.

### 1.3 Detaljnivå

Utredningen er utført etter NVEs veileder (NVE, 2020), *Utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng – utredning for skredfare i reguleringsplan og byggesak*. Utredningen har dermed en detaljeringsgrad og nøyaktighet som kreves for reguleringsplan og for byggeplan. Ved fastsettelse av faresoner for skred, vil disse gjelde over de nasjonale aktsomhetskartene for skred.

Utredningen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred. For beskrivelse av skredtypene som er vurdert, vises det til NVEs veileder (VEILEDER FOR UTREDNING AV SIKKERHET MOT SKRED I BRATT TERRENG - UTREDNING AV SKREDFARE I REGULERINGSPLAN OG BYGGESAK). Vurdering av kvikkleireskred, fjellskred og flom er ikke utredet i denne rapporten.

Vurderingen legger til grunn dagens vegetasjonsforhold og tilgjengelig klimadata og klimaprognooser.

## 2. HENSIKT MED UTREDNINGEN

Skredfaren er utredet for E6 innenfor planområdet til omreguleringen i dagsone 4-5. Omreguleringen gjelder for E6 profilnr. fra 15440 til og med portalområdet til Helltunnelen ved 17300, inkludert Hommelvikkrysset med av- og påkjøringsramper, pendlerparkering, tilkomst til servicebygg («Millionbygget») ved pendlerparkeringen og arm av E6 til fylkesveg. Anbefalt veglinje ble vedtatt på ICE 2 møte 05.12.2024.

Skredfare i portalområder til Stavsjøfjelltunneler nord og Helltunneler sør er utredet i tunnelrapportene. Det henvises til følgende rapporter for skredfare i portalområdene:

- Ny Helltunnelen sør: Vedlegg i E6RV-DJV-TN-RPT-NT03-003 Rev 06 07.05.2021
- Eksisterende Helltunnelen sør: Vedlegg i E6RV-DJV-TN-RPT-ET03-0003 13.04.2022 (Internt notat datert 02/07/2021)

Skredfare mot anleggsveger og anleggsområder innenfor planområdet er ikke utredet, men skal vurderes til byggeplan iht. krav 1.3.3.2.-1 i N200.

Omregulert E6 innebærer inngrep i foten av bratt terreng, og vil bli endret. Det skal etableres høye bergskjæringer på deler av strekningen, og deler av eksisterende vegkonstruksjon blir endret. Dette påvirker utløpslengder til skred. Analyser er utført basert på dagens terreng, og faresoner er fastsatt basert på dette. Dersom ny veilinje kommer innenfor fastsatt faresone, må det vurderes hvordan dette påvirker rekkevidden på skred og om det er behov for risikoreduserende tiltak.

Ved behov for risikoreduserende tiltak mot skred, er aktuelle tiltak vurdert og omtrentlig plassert. Risikoreduserende tiltak er ikke detaljprosjektert.

\*Ved profilnummerering benyttes profilnr. for sørgående retning.

## 3. REGELVERK

### 3.1.1 Håndbok N200

Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg er gitt i Håndbok N200 (Statens Vegvesen, 2024), og angis som en nominell årlig sannsynlighet for at skred fra naturlig sideterreng skal treffe vegen. Kravene er en tilpasning av sikkerhetskravene i byggt teknisk forskrift (TEK 17) (Byggkvalitet, Hentet 2024).

Iht. N200 aksepteres en årlig sannsynlighet (restrisiko) for skred på veg som gitt i Tabell 1.7—1, se Figur 3. Nye veger dimensjoneres ut fra beregnet trafikkmengde i prognoseåret, dvs. 20 år etter åpningsår.

Videre sier N200(2024) at:

- Med skred menes hendelser som har potensiale til å stenge veg eller føre til ulykker.
- Sannsynlighet for skred vurderes for det enkelte skredløp. For skred som ikke følger markerte skredløp, som for eksempel steinsprang, gjøres det en skjønnsmessig vurdering av skredets utstrekning.
- Kravene gitt i Tabell 1.7—1, se Figur 3, gjelder for strekninger hvor trafikken normalt er i flyt. For områder hvor det tilrettelegges for stans gjøres en egen vurdering av sikkerhetsnivået. I noen tilfeller vil kravene i byggt teknisk forskrift gjelde.
- Der konsekvensene av skred er spesielt store kan et høyere sikkerhetsnivå enn tabellen angir velges.
- Dersom sannsynligheten er større enn akseptert nivå, etableres sikringstiltak slik at kriteriene oppnås.

Dimensjonerende trafikkmengde <sup>a</sup>	Samlet skredsannsynlighet per år <sup>b</sup>
< 500	1/20
500 - 3999	1/50
4000 - 5999	1/100
6000-11 999	1/300
≥ 12 000	1/1000

<sup>a</sup> Nye veger dimensjoneres ut fra beregnet trafikkmengde i prognoseåret, dvs. 20 år etter åpningsår, se [N100 Veg- og gateutforming \[1\]](#).

<sup>b</sup> Sannsynlighet for skred angis som en årlig sannsynlighet for at skred skal treffe veg. Med skred menes her hendelser som har potensiale til å stenge veg eller føre til ulykker. Sannsynlighet for skred vurderes for det enkelte skredløp. For skred som ikke følger markerte skredløp, som for eksempel steinsprang, gjøres det en skjønnsmessig vurdering av skredets utstrekning. Sannsynlighet for skred kan vanligvis ikke beregnes eksakt, men baseres på beregninger og faglig skjønn. Dette kalles nominell sannsynlighet.

Figur 3: Hentet fra Håndbok N200 2024 (Statens Vegvesen, 2024) Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg.



### 3.1.2 TEK 17 §7-3

Byggteknisk forskrift (TEK 17) (Byggkvalitet, Hentet 2024) sikrer at krav i plan- og bygningsloven er ivarettatt. I henhold til TEK 17 §7-3 skal det for byggverk i skredfarlig område fastsettes sikkerhetsklasse, se Figur 4. Det er definert tre sikkerhetsklasser for skred, inndelt etter sannsynlighet for og konsekvens ved skred. Sikkerhetskravene i de tre klassene er satt ut ifra at sikkerheten skal ivaretas både for menneskeliv og for materielle verdier. I vurderingen av hvilken sikkerhetsklasse byggverket kommer i, må det tas hensyn til konsekvenser for liv, helse, økonomiske verdier og andre samfunnsmessige konsekvenser. Miljøkonsekvenser er omfattet av samfunnsmessige konsekvenser.

Tabell: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

Figur 4: Hentet TEK 17 §7-3. Definisjon av sikkerhetsklasse for byggverk og krav til sikkerhet mot skred.

TEK 17 har følgende beskrivelse for plassering av byggverk i sikkerhetsklasser:

Sikkerhetsklasse S1 omfatter for eksempel byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er garasje, uthus og båtnaust, mindre brygger og lagerbygning med lite personopphold. Enkelte mindre tilbygg, påbygg, ombygginger og bruksendringer er omfattet av sikkerhetsklasse S1.

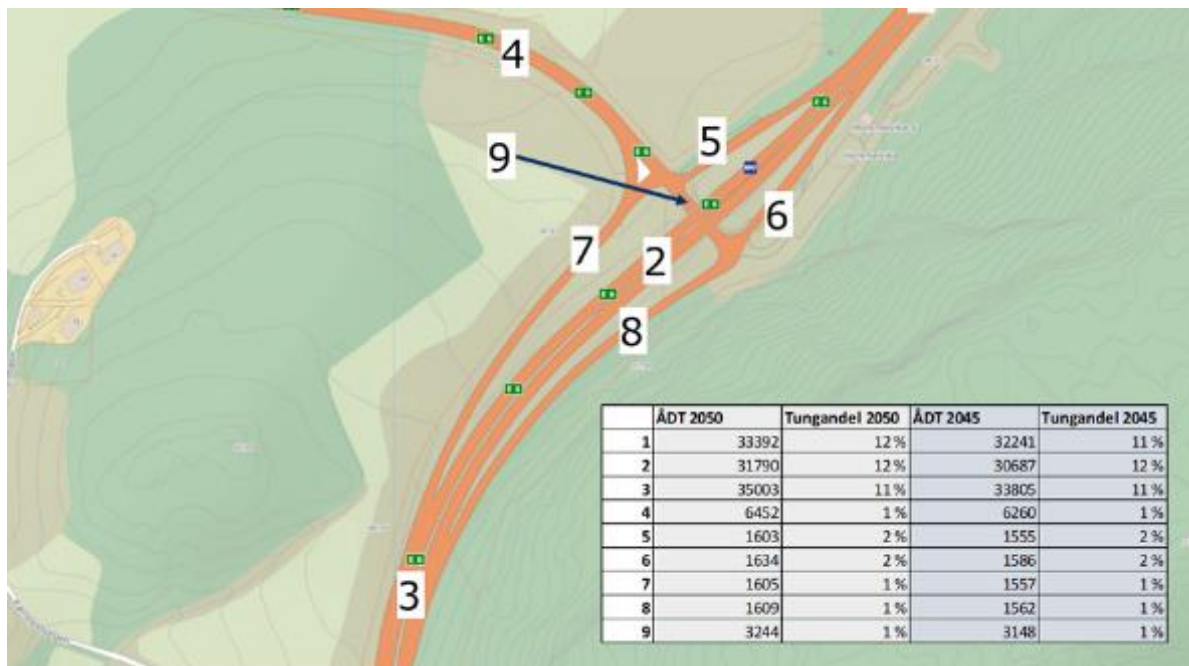
Sikkerhetsklasse S2 kan for eksempel være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er enebolig, tomannsbolig og eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med maksimum 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, driftsbygning i landbruket, parkeringshus og havneanlegg. For bygninger som inngår i sikkerhetsklasse S2 kan kravet til sikkerhet for tilhørende uteareal reduseres til sikkerhetsnivået som er angitt for sikkerhetsklasse S1 (1/100). Dette fordi eksponeringstiden for personer, og dermed faren for liv og helse, normalt vil være vesentlig lavere utenfor bygningene.

Sikkerhetsklasse S3 omfatter for eksempel byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med mer enn 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon. For bygninger som inngår i sikkerhetsklasse S3, kan

det vurderes å redusere kravet til sikkerhet for tilhørende uteareal til sikkerhetsnivået som er angitt for sikkerhetsklasse S2 (1/1000), dersom dette vil gi tilfredsstillende sikkerhet for tilhørende uteareal. Momenter som må vurderes i denne sammenhengen er eksponeringstiden for personer, antall personer som oppholder seg på utearealet mv.

### 3.1.3 Premisser for prosjektet

Beregnet ÅDT for år 2045 i dagsone 4-5 er vist i Figur 5.



Figur 5: Beregnet dimensjonerende ÅDT for dagsone 4-5.

E6 på strekningen Hommelvik-Værnes har dimensjonerende ÅDT over 30 000. Iht. Tabell 1.7-1 i N200 er akseptabel samlet nominell årlig sannsynlighet 1/1000 eller lavere, se Figur 3.

Avkjøringsramper og rundkjøring har dimensjonerende ÅDT innenfor intervallet 500-3999. Iht. Tabell 1.7-1 i N200 er akseptabel nominell årlig skredsannsynlighet 1/50 eller lavere.

Arm fra rundkjøring til pendlerparkering har lav ÅDT på 120-150. Iht. Tabell 1.7-1 i N200 Iht. Tabell 1.7-1 i N200 er akseptabel nominell årlig skredsannsynlighet for armen 1/20 eller lavere.

Pendlerparkeringen vurderes iht. krav i TEK 17. Det er ingen eksakt beskrivelse av hva som er gjeldende for parkeringsplass. Vurderinger som er gjort:

- Pendlerparkeringen benyttes daglig av mer enn 10 biler. Dette er pendlere, turfolk og andre, som kommer og går jevnlig i løpet av dagen. Ny parkering planlegges med 60 plasser, og anses å ha en viktig funksjon i lokalsamfunnet.
- TEK 17 plasserer parkeringshus og havneanlegg (som er det nærmeste tilsvarende tiltaket som en pendlerparkering) i sikkerhetsklasse S2.
- Lastebiler og bobiler kan parkere for hviletid og overnatting, som gir eksponeringstid tilsvarende sikkerhetsklasse S2.

- Det er kjente skredhendelser fra bergskrenten over pendlerparkeringen. Rambøll har kartlagt steinsprangaktivitet under bergskrenten, og avsetninger ned til eksisterende parkering. Rambøll har kartlagt store avløste parti i bergskrenten over pendlerparkeringen. Løsningsansynligheten vurderes å være høyere enn 1/100 for nye hendelser.
- Det er definert kvikkleiresone inn til bergveggen i kryssområdet, som ligger ca. 5 m under terreng. Dersom det graves nært sonen må tiltak vurderes. Dette vil være en usikkerhet.

Største nominell årlig sannsynlighet for skred på 1/1000 anbefales lagt til grunn som sikkerhetskrav for pendlerparkeringen.

Det såkalte «Millionbygget» er et eksisterende bygg som ligger nord for pendlerparkeringen. Rambøll har fått følgende opplysninger fra Nye Veier angående bruken av bygget:

- Eksisterende servicebygg som drift benytter i flere oppdrag omkring drift og vedlikehold av E6 og tunneler.
- Fullt utstyrt sanitæranlegg som skal opprettholdes også i fremtiden.
- Påfyllingspunkt for vann for tankbil/vasketog. Dette skal videreføres, da det er god nytte driftsmessig å ha vannpåfylling utenfor selve linja og tunnelsonene.
- Nye veier ønsker å ivareta dette som et servicepunkt/hvilested/sanitær for driftere av E6

Det skal ikke gjøres noen endringer med bygget eller tilrettelegges for økt oppholdstid. Sikkerhetsklasse for bygget kan ikke defineres eksakt med utgangspunkt i de beskrivende eksemplene i TEK 17, se kapittel 1.5.2. Det kan argumenteres for at bruken av Millionbygget anses som sporadisk, og personoppholdet er lite. Det vil være små økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser. Millionbygget plasseres i sikkerhetsklasse S1.

Adkomst til Millionbygget skal opprettholdes. En adkomstveg til Millionbygget vil ha ÅDT lavere enn 500, og det kan legges til grunn at akseptabel nominell årlig skredsannsynlighet er 1/20 eller lavere iht. Tabell 1.7-1 i N200.

Gang- og sykkelveg til Hommelvikkrysset er planlagt på nordsiden av fylkesveg fra Hommelvik. Den ligger på nordsiden av rundkjøringene og ender opp mellom påkjøringsrampen og pendlerparkeringen. Det er ikke definert i regelverket hvilke sikkerhetskrav som gjelder for gang- og sykkelveg. Rambøll har gjort en overordnet vurdering av gang- og sykkeltrafikk på strekningen. Basert på biltrafikk og parkeringsplass forventes det at gående og syklistene tilsvarer en ÅDT på ca. 100. Iht. N200 kan akseptabel nominell årlig skredsannsynlighet være 1/20 dersom gang- og sykkelvegen betraktes som trafikk i flyt. Eksponeringstiden til gående og syklistene er likevel lengre enn for trafikk i flyt, og Rambøll anbefaler å legge til grunn krav etter sikkerhetsklasse S1 i TEK 17, det vil si at nominell årlig sannsynlighet er 1/100 eller lavere.

Bussholdeplass mellom pendlerparkeringen og påkjøringsrampen mot nord vurderes med utgangspunkt i krav i TEK 17. Bussholdeplassen vil være hyppig brukt, og det anbefales å legge til grunn tilsvarende sikkerhetskrav som for pendlerparkeringen. Dermed legges det til grunn at bussholdeplassen har akseptabel nominell årlig skredsannsynlighet 1/1000 eller lavere.

#### Sikkerhetskrav for veggroft:

N200 spesifiserer at med skred menes hendelser som kan føre til stenging av veg eller ulykker. Mulige steinsprang er av så store størrelser at dersom disse når veggroft, vil det med stor sannsynlighet være nødvendig å stenge E6 for å få kontroll med situasjonen. I tillegg vil en hendelse med stor sannsynlighet føre til at mindre steinblokker går inn på veg, og kan føre til ulykker. Veggroft er ikke dimensjonert for å stoppe skred fra bratt sideterreng. Det legges til

grunn at veggrøft har samme krav til sikkerhet mot skred som vegbanen, og dermed at veggrøft skal sikres mot skred.

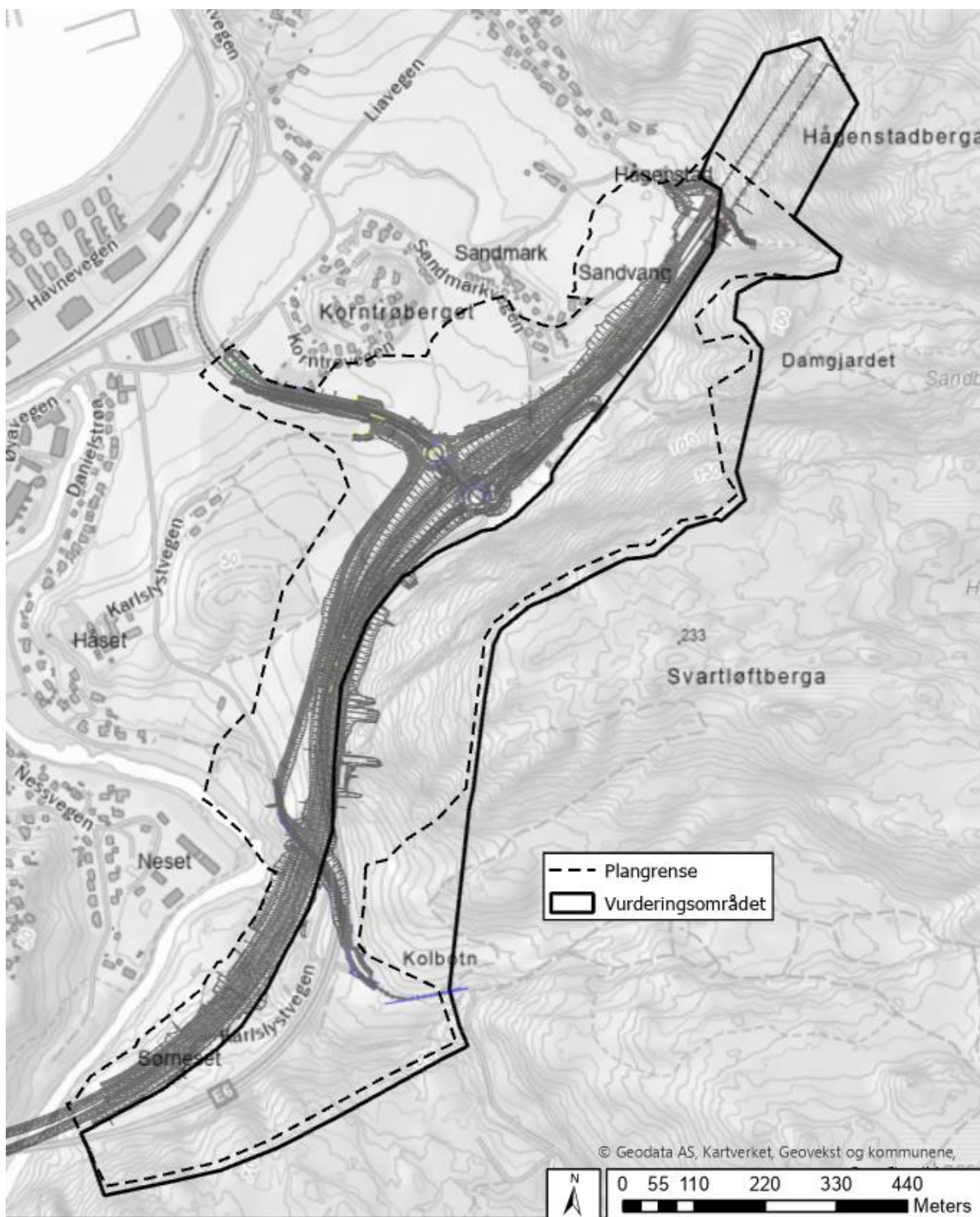
## 4. OMRÅDEBESKRIVELSE

### 4.1 Prosjektområdet

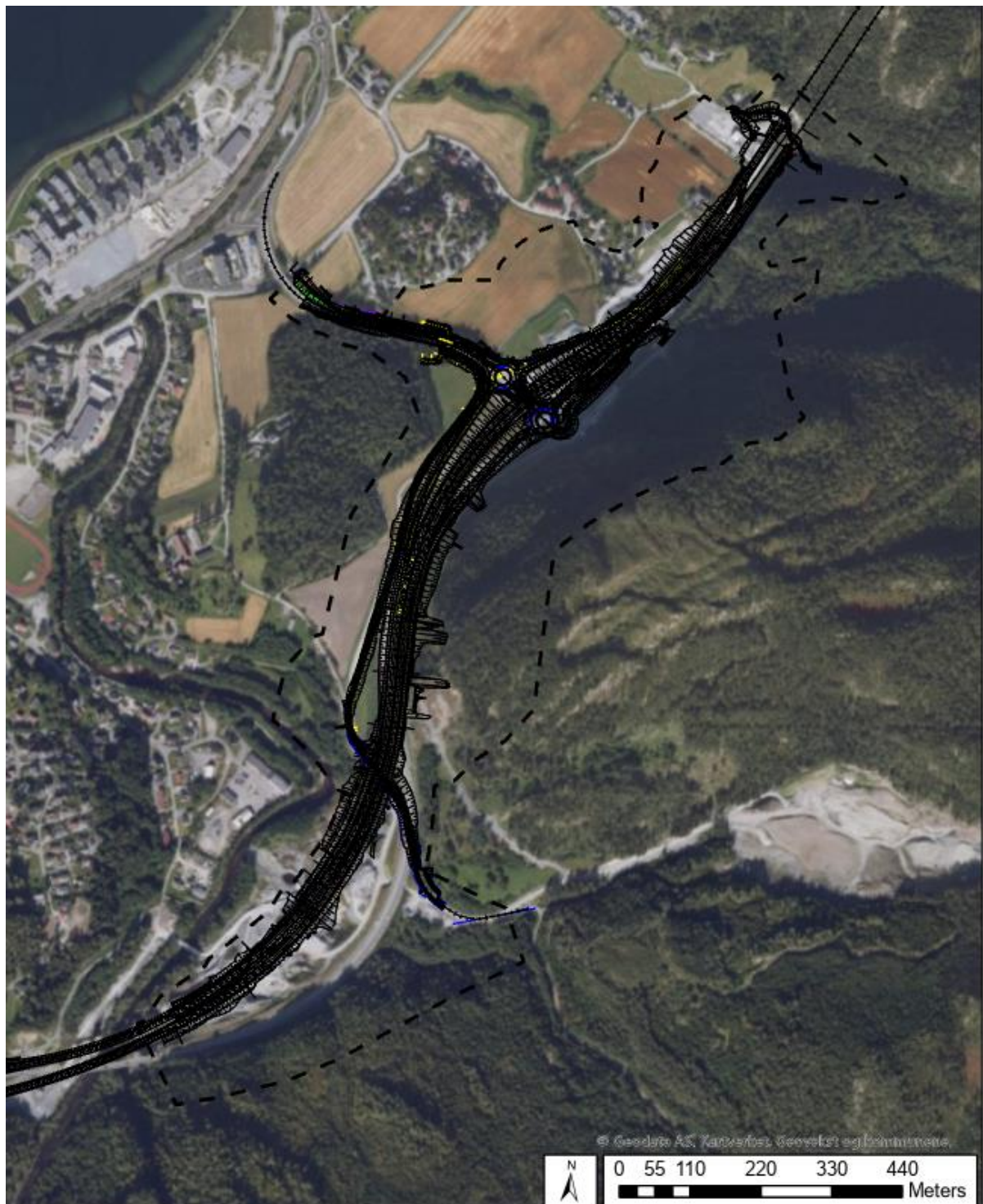
E6 dagsone 4-5 ligger i Hommelvik i Malvik kommune. Plangrense for omreguleringen og vegtrase med 100 km/t er vist Figur 6, samt avgrensning av terreng som er vurdert med tanke på skredfare fra bratt sideterreng. Ortofoto er vist i Figur 7. Omreguleringen gjelder for E6 profilnr. fra 15440 til og med portalområdet til Helltunnelen ved ca. 17300, inkludert Hommelvikkrysset med av- og påkjøringsramper, pendlerparkering, tilkomst til servicebygg («Millionbygget») ved pendlerparkeringen og arm av E6 til fylkesveg. Anbefalt veglinje ble vedtatt på ICE 2 møte 05.12.2024, og er vist i Figur 6.

Planområdet for omreguleringen inkluderer også portalområdet for Helltunnelene. Skredfare i portalområdene er utredet i forbindelse med utarbeidelse av tunnelrapportene, og er derfor ikke inkludert i utredningen i denne rapporten. Det henvises til følgende rapporter for skredfare i portalområdene:

- Ny Helltunnelen sør: Vedlegg i E6RV-DJV-TN-RPT-NT03-003 Rev 06 07.05.2021
- Eksisterende Helltunnelen sør: Vedlegg i E6RV-DJV-TN-RPT-ET03-0003 13.04.2022 (Internt notat datert 02/07/2021)



Figur 6: Oversiktskart som viser veglinsen som er vurdert. Plangrensen for omreguleringen er vist med stiplet linje. Bratt terreng som er vurdert med tanke på skredfare er vist med svart heltrukket linje.



Figur 7: Ortofoto. Plangrensen til omreguleringen er vist med stiplet linje.

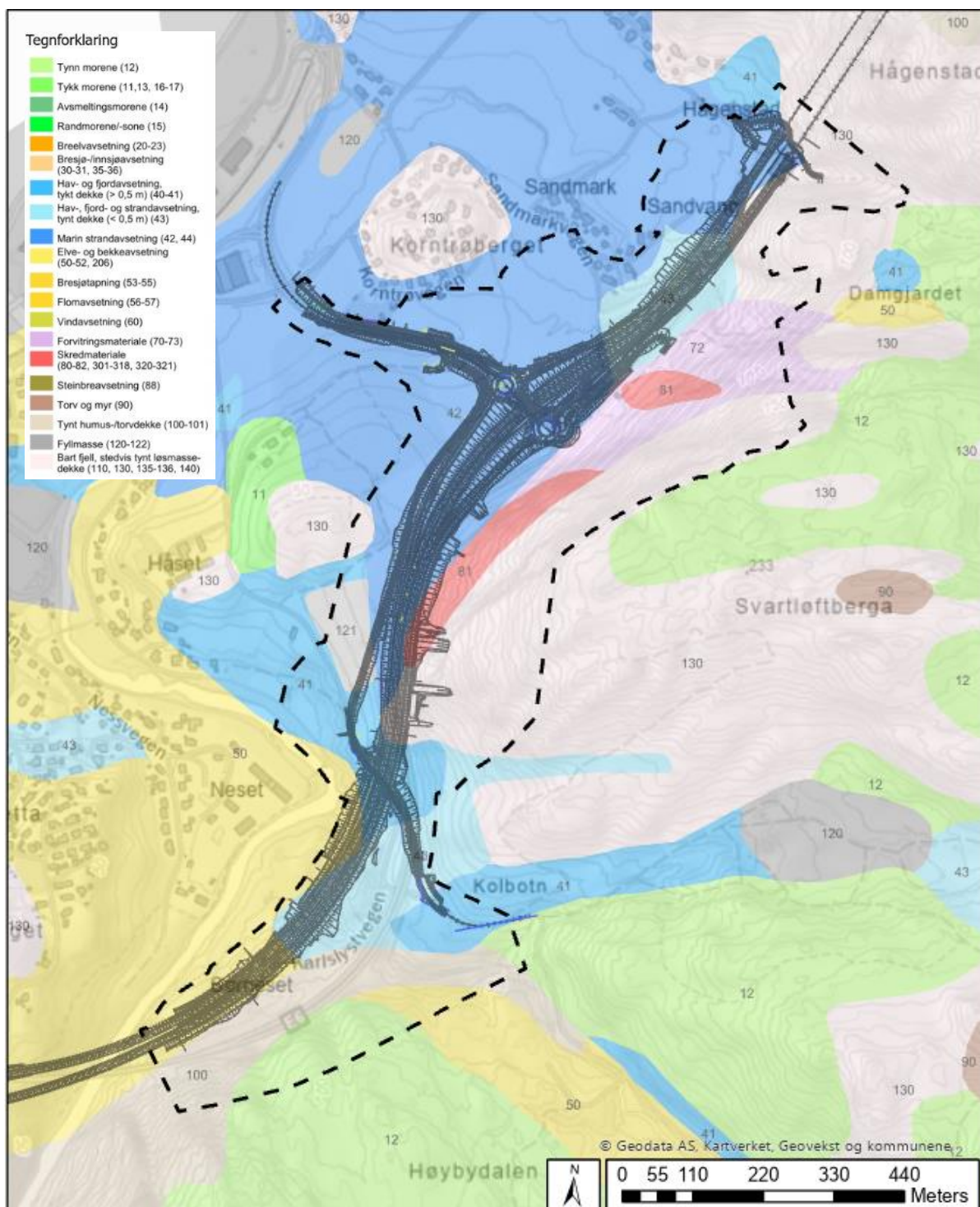
#### 4.2 Løsmasser og berggrunn

Løsmassekart fra NGU (Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), u.d.) er vist i Figur 8, og berggrunnskart fra NGU (Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), u.d.) i Figur 10. Ifølge disse kartene består løsmassene i området av fluviale sedimenter og marine avsetninger, stedvis med

stor mektighet. Hele området ligger runder marin grense, som gir mulighet for at marine sedimenter kan ligge under andre påviste lag. Langs dagens E6 er det angitt et område med skredavsetinger, som ligger i foten av bratt terreng mellom dagens høye bergskjæring og Hommelvikkrysset.

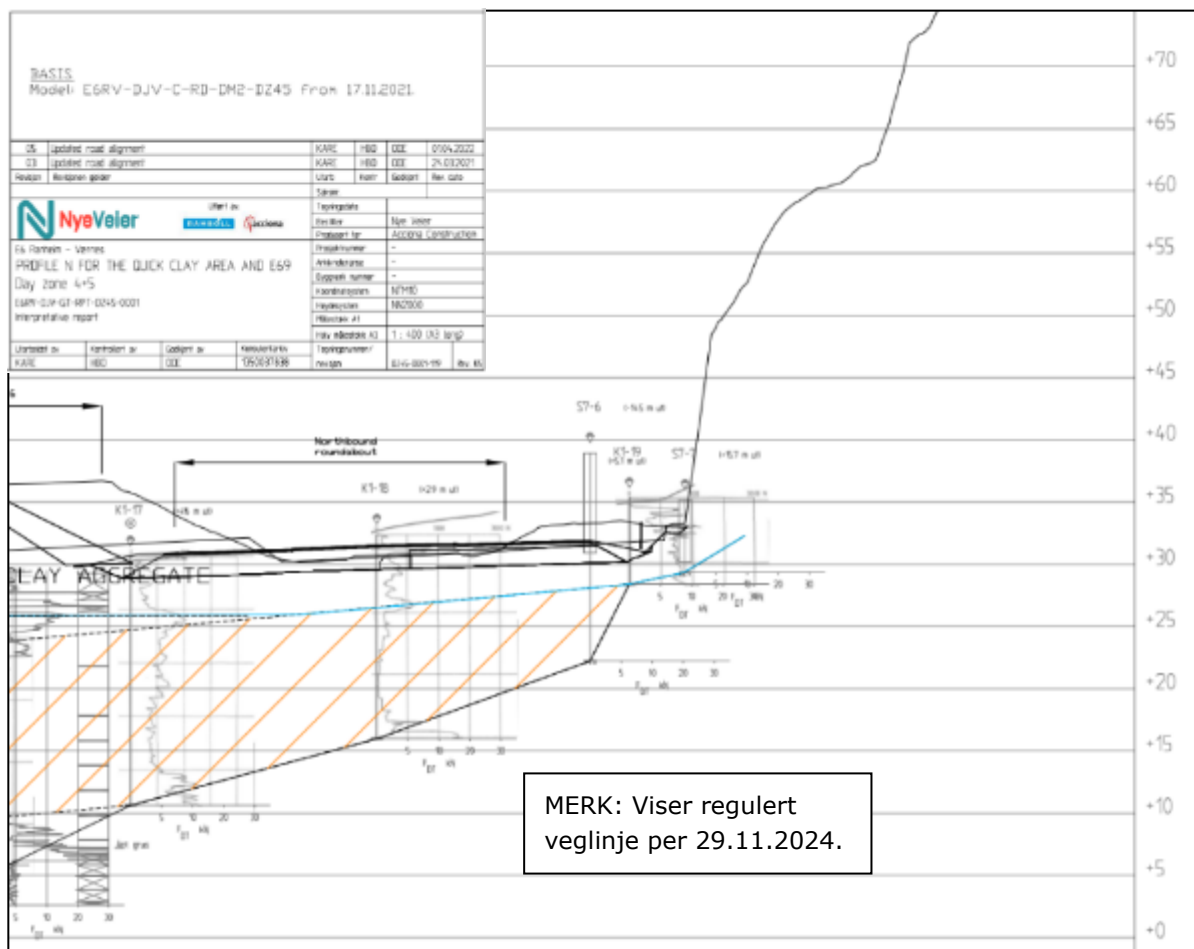
Berggrunnen består i hovedsak av metasandstein/gråvakke, med innslag av konglomerat og tufitt. Befaringer har avdekket at bergmassen generelt har lav forvitningsgrad, men soner med tett oppsprekking og forvitring forekommer sporadisk.

Geotekniske undersøkelser har blitt utført i flere omganger av ulike aktører i perioden 1983-2021. Det henvises til rapport E6RV-DJV-GT-RPT-DZ45-0001 Rev. 05 *Interpretative report – Geotechnical report for day zone 4+5*, utarbeidet av Rambøll, datert 01.04.2022 (Rambøll & Acciona, 2022). Supplerende grunnundersøkelser blir utført desember 2024 i forbindelse med omreguleringen. Kvikkleire er påvist i Hommelvikkrysset, se Figur 9.

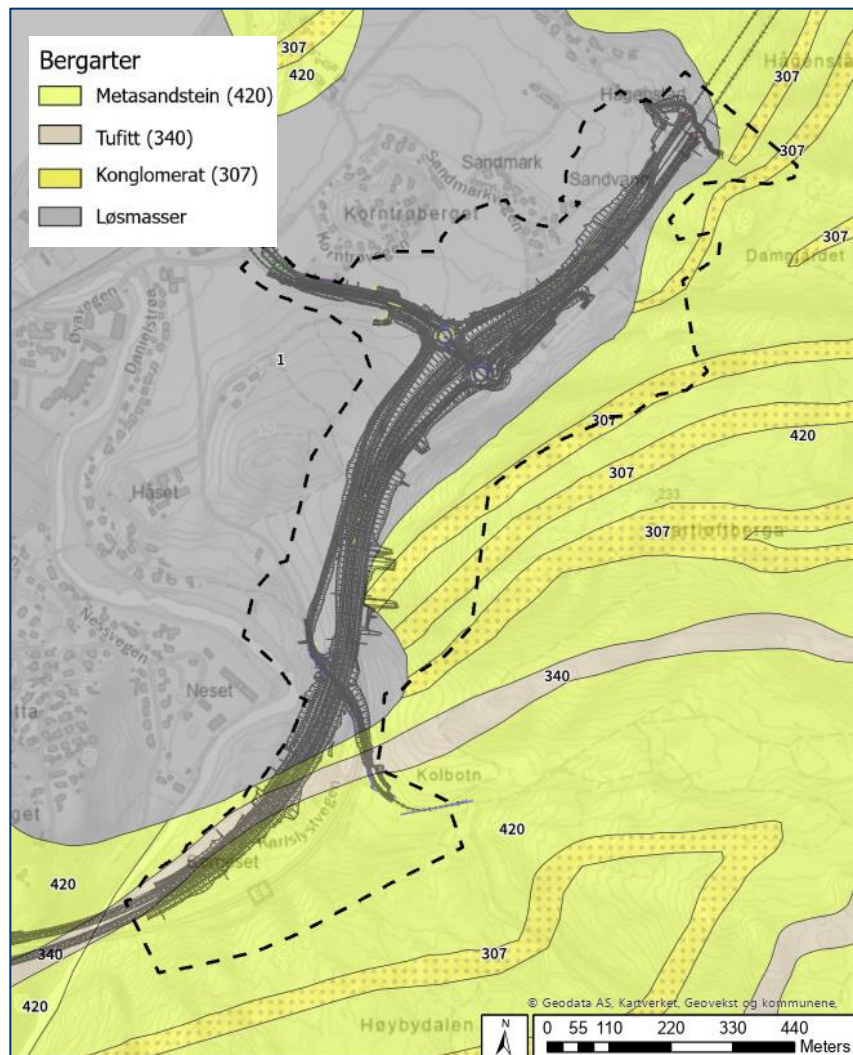


Figur 8. Løsmassekart over området, fra NGU (Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), u.d.)





Figur 9: Utklipp fra geoteknisk rapport E6RV-DJV-GT-RPT-DZ45-0001 Rev. 05 datert 01.04.2022, som viser påvist kvikkleiresone i Hommelvikkrysset. Sonen ligger omtrent 5 m under dagens terrengoverflate. MERK: Viser regulert veglinje per 29.11.2024.

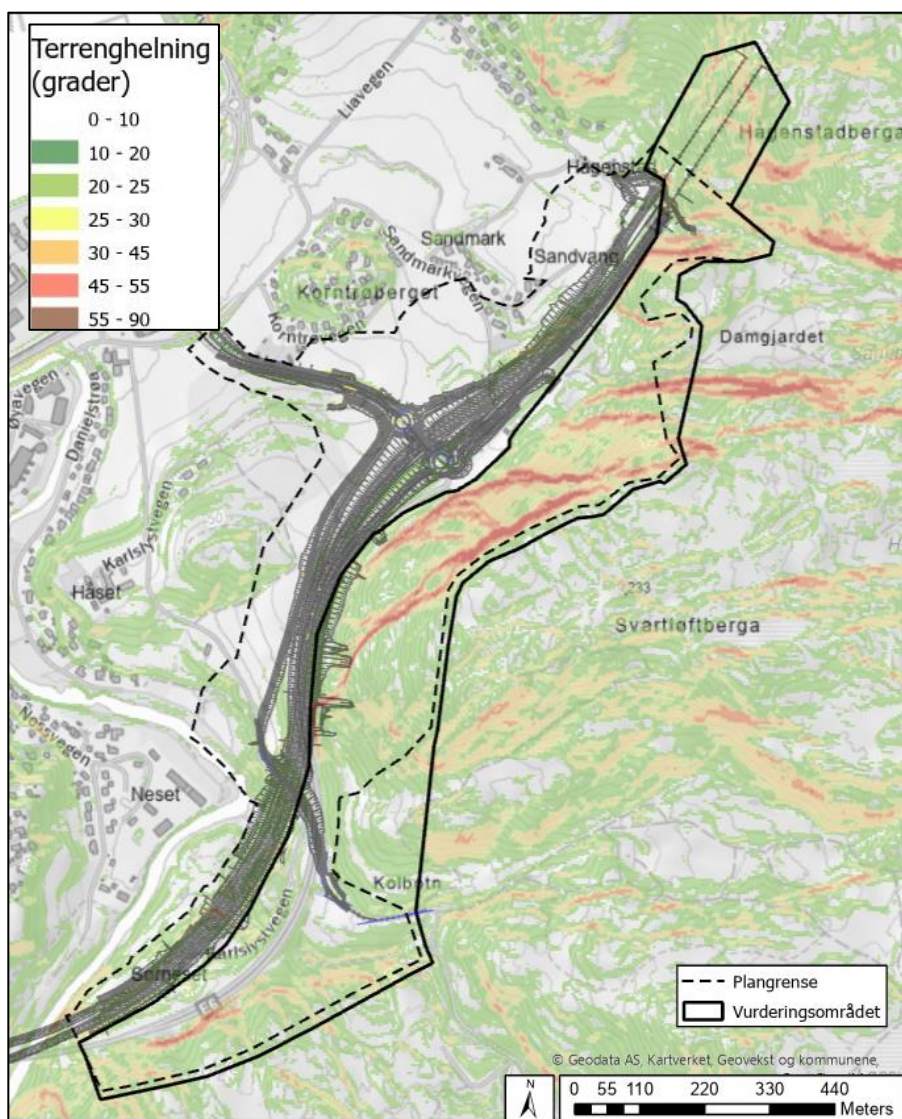


Figur 10. Berggrunnskart over området, fra NGU (Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), u.d.).

### 4.3 Topografi

Helningskart er vist i Figur 11. Dagens E6 ligger på ca. 40 moh.. På østsiden er det bratt sideterrenget som stiger opp til 200 moh., mot Svartløftsberga på 233 moh.. Det bratt terrenget har to partier med bergskrenter og klipper. Fra eksisterende høye bergskjæring og nordover til Hommelvikkrysset er det jordfylling med en tidligere anleggsveg på toppen. Nedre klippeområdet, på ca. 50-80 moh., ligger tett på anleggsvegen. De øverste klippene ligger på ca. 130-180 moh.. Mellom disse partiene er terrenghelningen 10-45°, og heller mot sørvest.

Vest for E6 er det bratt terreng ned mot Homla eller slakt jordbruksareal.

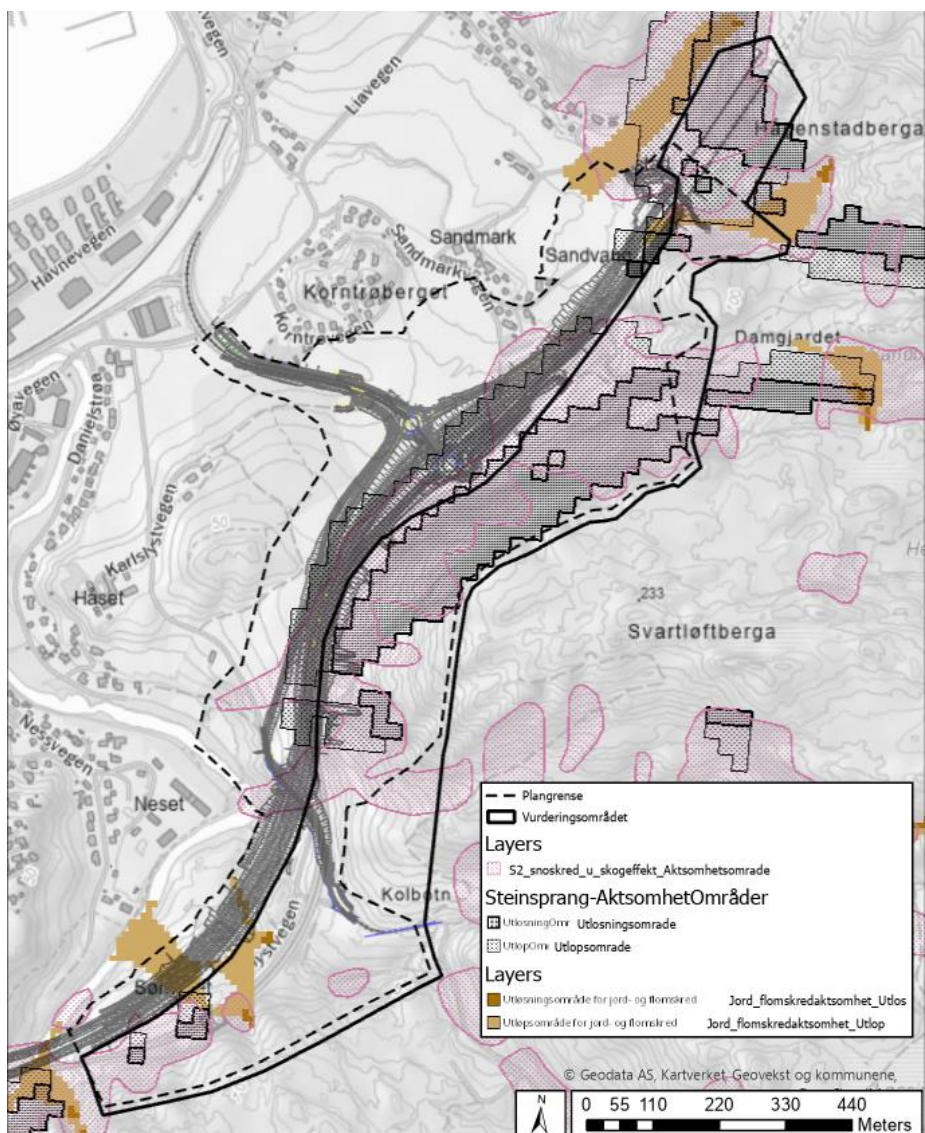


Figur 11. Helningskart over området.

#### 4.4 Aktsomhetsområder for skred

Aktsomhetskart viser potensielle skredfarlige områder, og benyttes for å få en innledende oversikt over skredtyper som er aktuelle. Når et tiltak ligger innenfor en aktsomhetssone, skal skredfaren utredes nærmere for å vurderes sannsynligheten. Alle skredtyper skal vurderes i detalj i områder hvor det er behov for utredning av skredfare, uavhengig av utstrekningen og skredtypen som definerer aktsomhetssonen.

Planområdet i dagsone 4-5 berøres av NVE sine aktsomhetskart for snøskred, flom- og jordskred og steinsprang, se Figur 12.



Figur 12. Aktsomhetskart over området. Snøskred markert i rødt, steinsprang i svart og jord- og flomsikred i brunt. Veilinj i lilla.

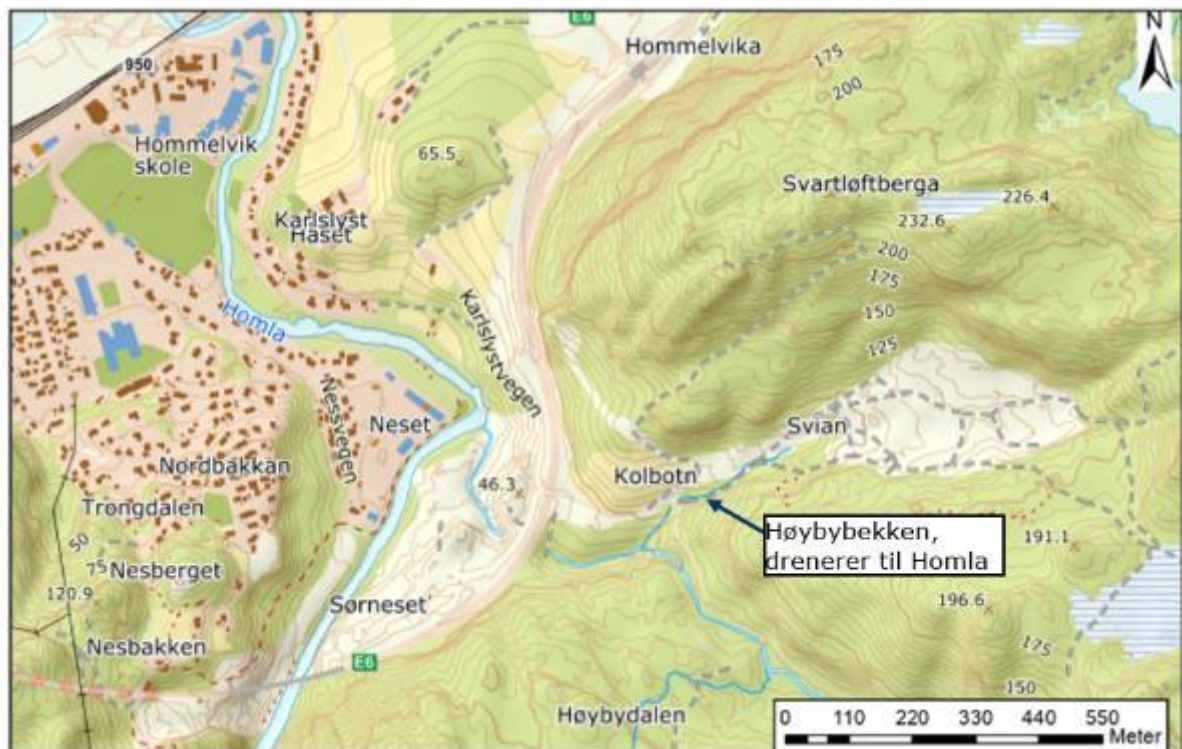
#### 4.5 Vannveier

Høybybekken og Homla er de permanente vannveiene i området, se Figur 14. Figur 15 viser avrenningsanalysen, som viser hvor i terrenget det kan forventes av overflateavrenning dreneres.

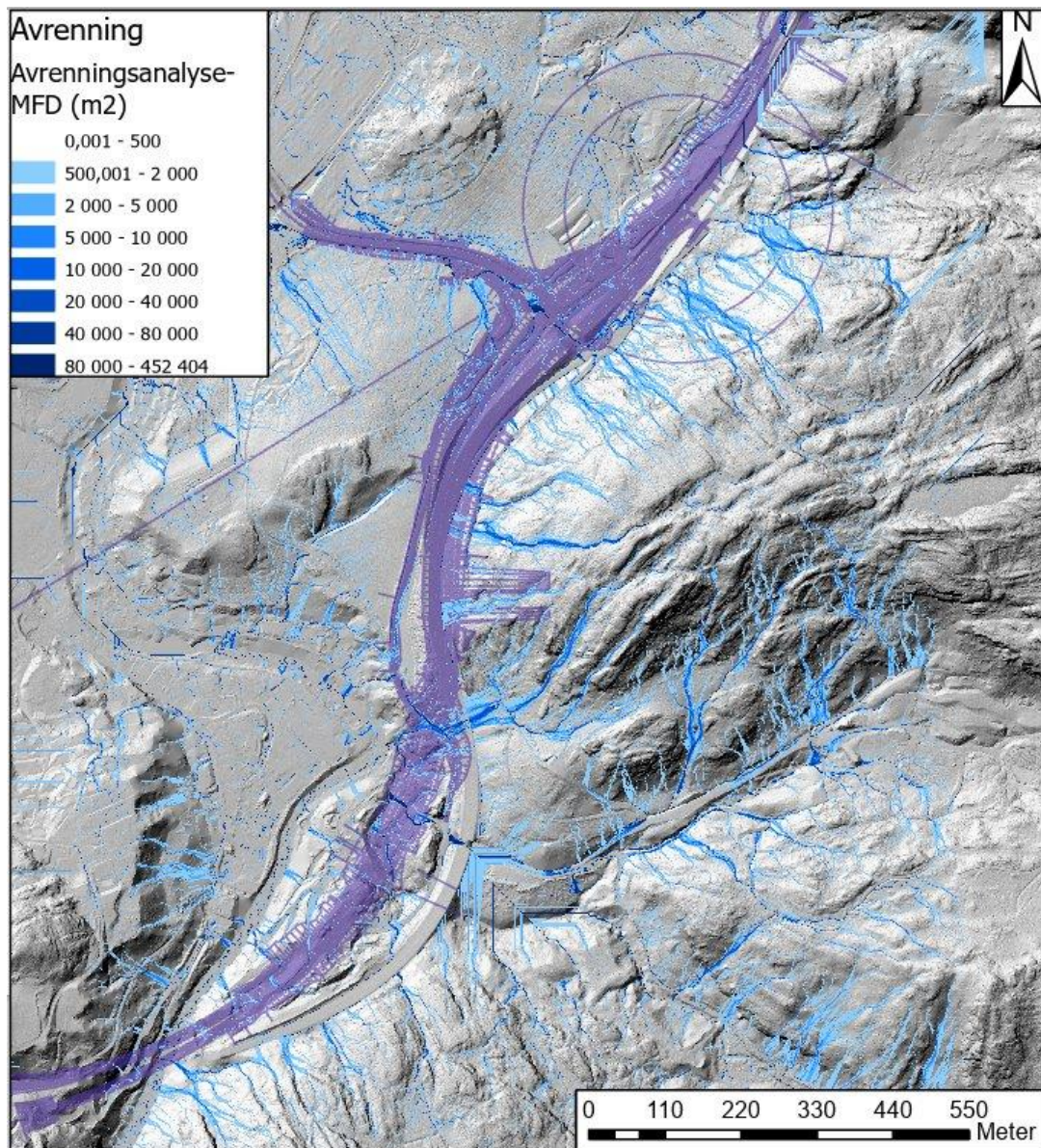
I felt er det observert vann og mye isdannelse i et løp over Hommelvikkrysset og pendlerparkeringen, se Figur 13.



Figur 13: Bilde av isdannelse over Hommelvikkrysset og pendlerparkering. Dato: 3. oktober 2021.



Figur 14: Viser Høybybekken innenfor det aktuelle området som drenerer til Homla.



Figur 15. Avrenningsanalyse over aktuelt område.

## 5. GRUNNLAGSMATERIALE

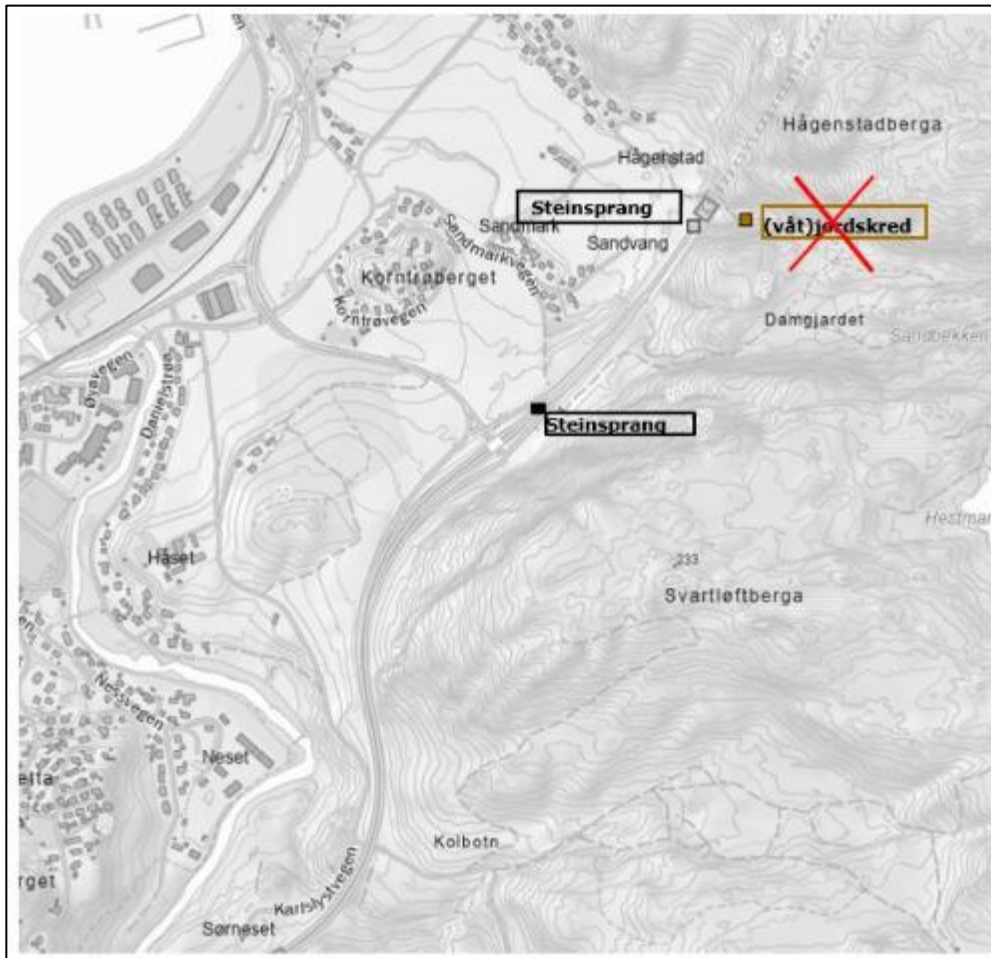
### 5.1 Digital terrengmodell (DTM)

I dette prosjektet er det bruk LiDAR scan fra prosjekt: NDH Trondheim-Malvik-Stjørdal 5pkt Midt 2022 lastes ned fra hoydedata.no

### 5.2 Historiske skredhendelser

Figur 16 viser registrerte tidligere skredhendelser. Følgende hendelser er dokumentert:

- Steinsprang fra veiskjæring, 12. mai 2014. Området ligger omtrent 100m fra den sørliggende portalen til Helltunnelen markert i Figur 16 med grå firkant. Volum på omtrent 2m<sup>3</sup>. Nedfall gikk i veggrøft og det var ingen stenging av E6. Se foto Figur 17.
- Registrert av våtjordskred med trær og stein ved pendlerparkering langs E6, markert i Figur 16 med brun firkant. Skredet gikk 23. september 2012. Plasseringen av skredet i registreringskartet er feil, da pendlerparkeringen befinner seg noen hundre meter lengre sør. Figur 18 og Figur 19 viser foto fra hendelsen, som viser at hendelsen skjedde nært krysset. Skredmaterialer ser ut til å være en blanding av steinblokker og løsmasser. Spor etter nylige aktivitet i samme område er observert på befaringer som Rambøll har hatt, se Figur 20.



Figur 16. Viser områder der tidligere skredhendelser har funnet sted. I databasen er det ene skredet markert som jordskred. I figuren er dette rettet til mer nøyaktig plassering og type skred, markert med svart firkant og betegnelsen «steinsprang».





Figur 17: Foto fra vegkart.no. Steinspranghendelse med nedfall fra skjæring. Nedfall i grøft.



Figur 18. Bilder fra Statens vegvesen, hentet fra tidligere reguleringsplanrapport (Multiconsult & Acciona, 2019) . Viser steinspranget ved pendlerparkeringen 23.september 2012. A viser området før opprydning, B viser området etter opprydning, og C viser er oversiktfoto over løsneområdet.



**RAS:** Ved pendlerparkeringen ved Helltunnelen raste det ut jord.

FOTO: ANDERS FOSSUM

Figur 19: Foto fra [www.skredregistrering.no](http://www.skredregistrering.no). Dokumentasjon fra skredhendelse 23.09.2012. Dette er registrert som jordskredhendelser, men det vurderes at dette er steinspranghendelse som har revet med løsmasse.



**Figur 20: Synlig spor fra skredaktivitet i Hommelvikkrisset. Skredmasser er en blanding av forvittringsmateriale og steinblokker. Skredmassene tyder på jevnlig aktivitet.**

### 5.3 Tidligere utførte undersøkelser

- Multiconsult gjennomførte flere befaringer av området mellom september 2018 og mai 2019 i forbindelse med skredfarevurdering til reguleringsplan. Ref. reguleringsplanrapport E6RV-MUL-GE-RPT-CAH13-0005 Rev. 02 datert 08.11.2019 (Multiconsult & Acciona, 2019).
- Mesta har inspisert det øverste klippeområdet mellom eksisterende høye bergskjæring til Hommelvikkrisset 19.mai 2021
- Rambøll har gjennomført flere befaringer av området i perioden juni 2020-november 2022, i forbindelse med byggeplan og oppfølging under byggetid med entreprenør Acciona, ref. ingeniørgeologisk dagsonerapport E6RV-DJV-GE-RPT-DZ45-0001 Engineering geological report – Day zone 4-5 Rev. 04 datert 22.09.2022 (Rambøll & Acciona, E6 Ranheim-Værnes Engineering geological report - Day zone 4-5 E6RV-DJV-GE-RPT-DZ45-0001 Rev 04 datert 22.09.2022, 2022).
- Rambøll har vurdert fare for snøskred fra det avrenskede området over eksisterende høye bergskjæring, strekning 16050-16130, og vurdert midlertidige tiltak for å ivareta stabiliteten mens anlegget er midlertidig stanset, ref. notat E6RV-RAM-GE-MEM-DZ45-1002 datert 18.12.2023 (Rambøll, E6 Ranheim Værnes II Geologisk inspeksjon, midlertidig tiltak Hommelvikskjæringen, datert 18.12.2023, 2023).

### 5.4 Eksisterende sikringstiltak

Det er observert et fåtall sporadiske bolter i enkelte blokker i klippen rett nord for eksisterende høye bergskjæring, se Figur 21.



**Figur 21: Spredt bergsikring i klippeområdet rett nord for eksisterende høye bergskjæring, ca. profilnr. 16160.**

Rambøll har blitt fortalt at eksisterende anleggsveg, som går i foten av fjellsiden mellom eksisterende høye bergskjæring og Hommelvikkrisset (16140-16600), hadde til funksjon å dempe nedfall fra sideterrenget. Informasjonen kommer fra Rambøll-ansatt som var involvert i utbyggingen av eksisterende E6.

Over eksisterende høye bergskjæring, på strekningen 16050-16130, er det rensket til berg for klargjøring av berguttak i tidligere fase, se Figur 22. I nedkant av området som er rensket er det i tidligere anleggsfase lagt opp en midlertidig voll, som hadde til hensikt å beskytte E6 mot nedfall under renskearbeidet. Bakgrunn for vollen er omtalt av Rambøll i notat E6RV-RAM-GE-MEM-DZ45-1002 (Rambøll, 2023).

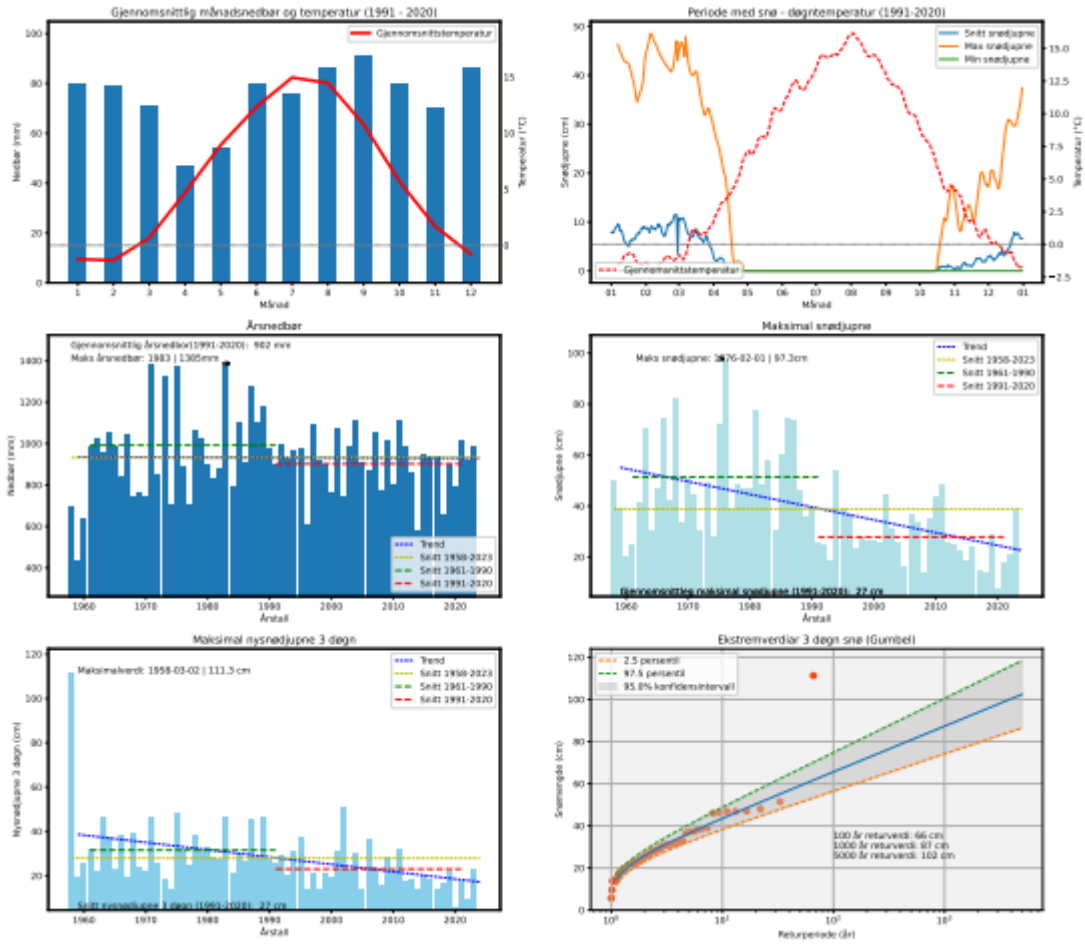


**Figur 22: Avrensket område over eksisterende høye berskjæring, profilnr. 16050-16130. I tidligere anleggsfase er det etablert en midlertidig voll for å beskytte eksisterende E6 under renskearbeidet.**

## **5.5 Klimatologiske data**

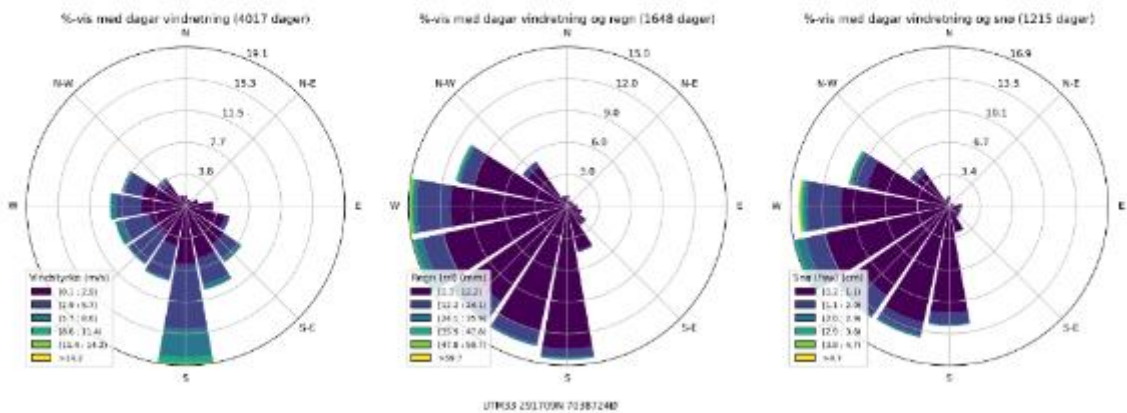
Klimaanalyse er gjennomført med AV-klima (AV-klima, 2024) for det aktuelle området, se Figur 23. Gjennomsnittstemperaturen er under 0 grader fra desember til februar/mars, og nedbøren kommer i hovedsak som snø i denne perioden. Gjennomsnittlig årsnedbør (1991-2020) ligger på mellom 902mm og 928mm. Januar, februar, august, september og desember er de mest nedbørsrike månedene. Det er generelt ikke så stor variasjon i nedbør i de ulike månedene. Vindrosen i Figur 24 viser at dominerende vindretning i området er fra sør, sørvest og vest.

### Klimaoversikt for Sandmarkvegen (34 moh.)



Figur 23. Klimaanalyse for et punkt innenfor det aktuelle området. Fra AV klima (AV-klima, 2024)

### Vindanalyse for Sandmarkvegen (34 moh.)

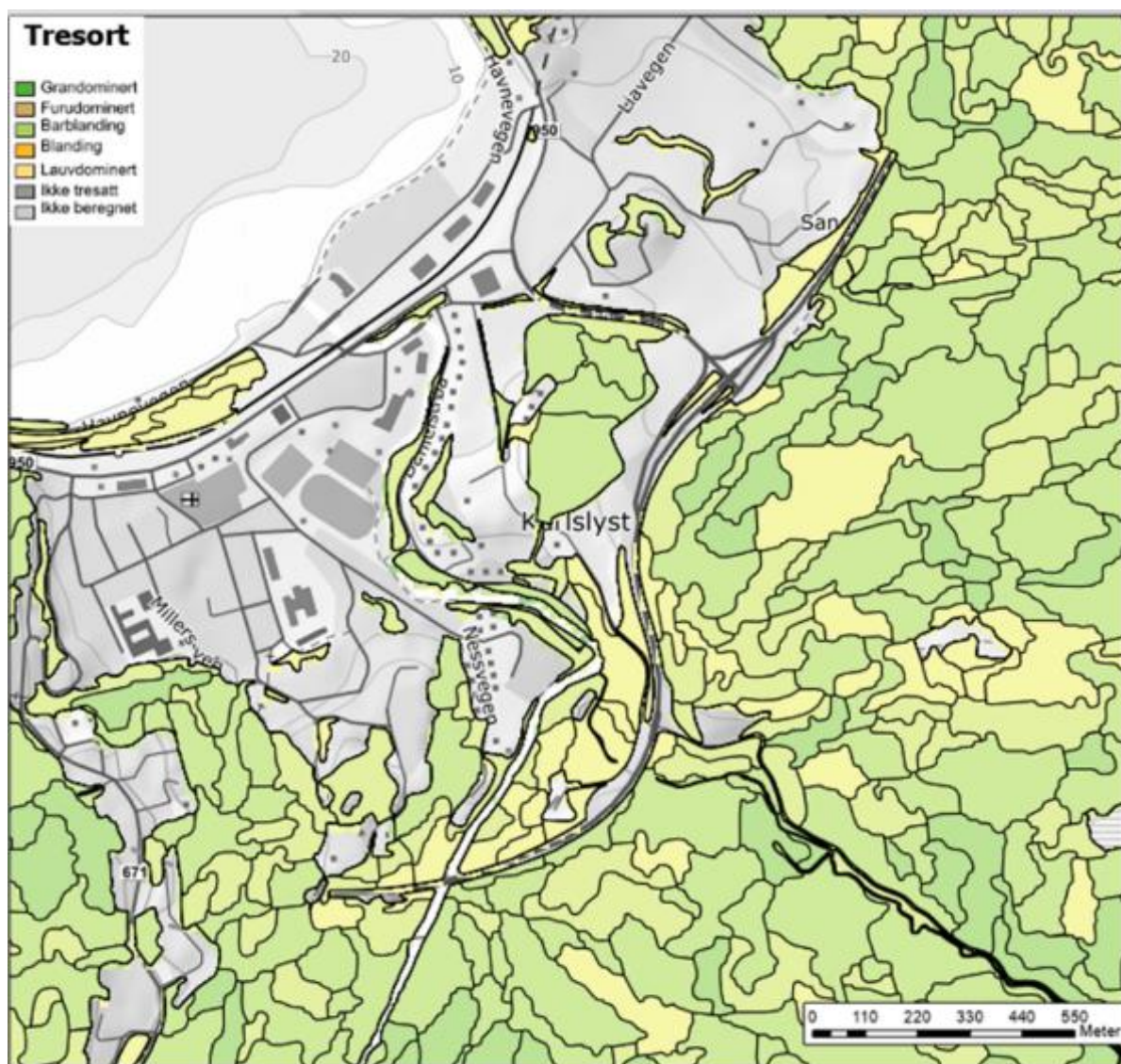


Figur 24. Vindanalyse for et punkt innenfor det aktuelle område. Fra AV-klima (AV-klima, 2024) (NIBIO, 2024)

Ifølge Norsk klimaservicesenter er gjennomsnittlig årstemperatur i Sør-Trøndelag beregnet til å øke med 4,0°C, og at det gjennomsnittlige årsnedbøren er beregnet til å øke med omtrent 20%. Det er forventet en økning i både intensitet og hyppighet i episoder med kraftig nedbør. Det beregnes en betydelig reduksjon i snømengder og antall dager med snø, og det antas at det vil forekomme flere smelteperioder i løpet av en sesong.

## 5.6 Skog

Ifølge LiDAR-basert skogdata fra NIBIO (SR16-datasett) (NIBIO, 2024) er området for det meste skogkledd og består av både barblanding og løvtrær, se Figur 25. Kronedekningen i området varierer fra ca. 10% til 100%, se Figur 26. Figur 27 og Figur 28 viser dronebilder som gir inntrykk av vegetasjonsforholdene i det bratte sideterrenget.



Figur 25. Oversikt over treslagene i området. Fra NIBIO (NIBIO, 2024)



Figur 26: Oversikt over kronedekningen i området, fra NIBIO (NIBIO, 2024).





Figur 27: Dronefoto av det bratte sideterrenget. Det er blandingsskog med gran og lauvtrær.



Figur 28: Dronefoto av nedre del av terrenget over pendlerparkeringen og Hommelvikkrysset.

Over eksisterende høye bergskjæring har løsmassematerialer og skog blitt fjernet i 2022 i forbindelse med bygning av E6, se bildevedlegg.

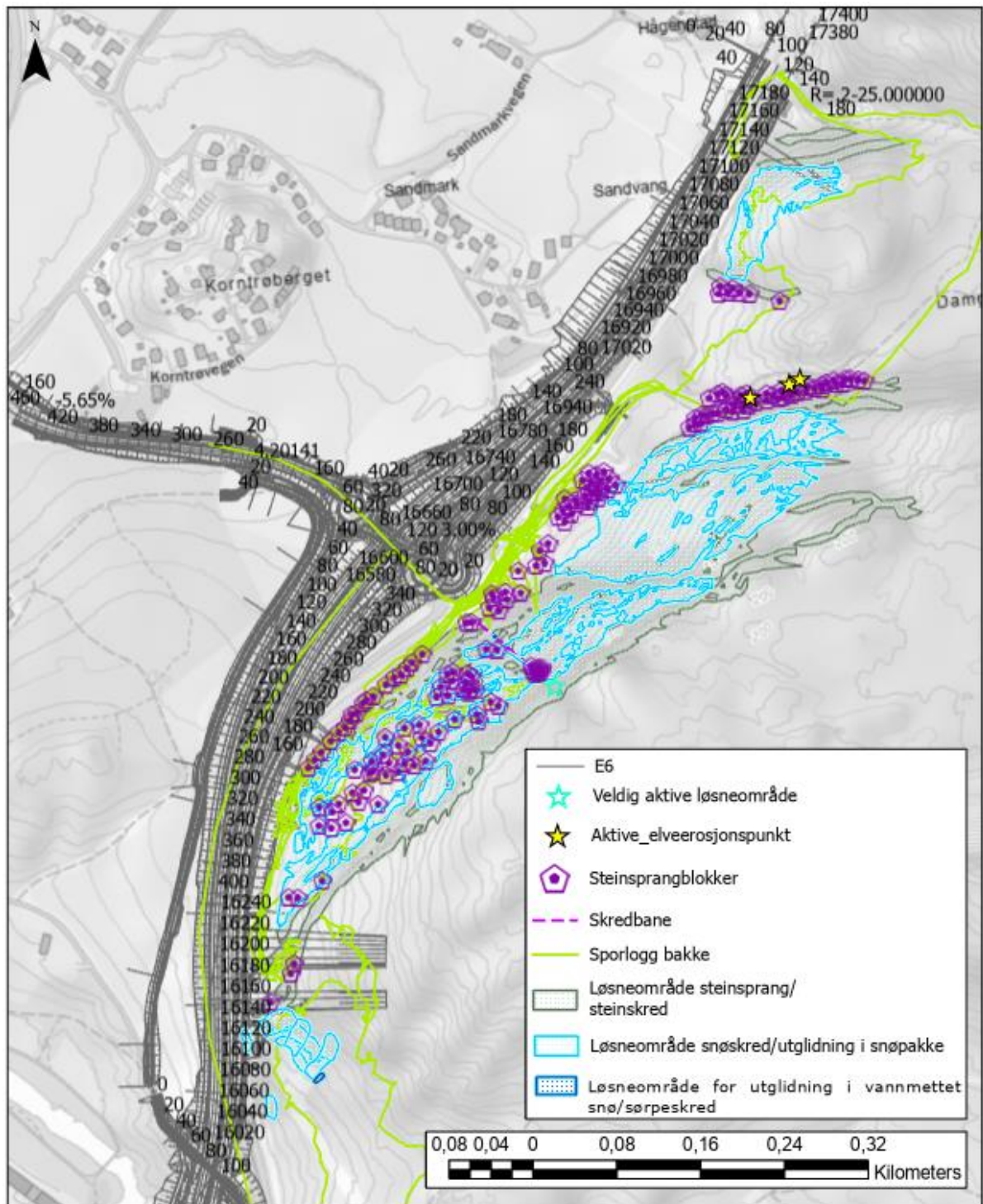


**Figur 29:** Bilde av skråningen nordvest for Høybybekken, hvor vegetasjon ble rensket i 2022. Kilde: Google street view®.

Skogen med betydning for skredfare ble kartlagt ved bruk av SR16-datasett (NIBIO, 2024) og egne observasjoner. Ved kartleggingen ble det tatt hensyn til skogens produktivitet, treslag og kronedekning.

## 5.7 Befaring

Det ble utført flere feltbefaringer i kartleggingsområdet, på forskjellige tidspunkt og med forskjellige værforhold. Registreringskart som er utarbeidet er vist i Figur 30. Det ble kartlagt terreng ovenfor E6, som kan gi skred med utløp til planlagt E6. Registreringskartet inkluderer sporlogg av feltbefaring, skredavsetninger, potensielle løснеområder av skred, tegn til aktiv erosjon og områder med høyest frekvens av utløsning av steinsprang. Registreringskartet angir løснеområder for skred med relevans for kartlegging av skredfare langs E6. Historiske skredhendelser er ikke inkludert i registreringskartet siden det er vist i kapittel 5.2. I tillegg til befaring til fots, er området undersøkt ved bruk av drone, men sporloggene er ikke vist i registreringskartet.



Figur 30. Registreringskart for kartleggingsområdet.

## 6. SKREDFAREUTREDNING PER SKREDTYPE

### 6.1 Steinsprang

#### 6.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Steinsprang løsner typisk fra områder med berg der terrenghelningen er brattere enn 45°. Ny E6 går inn i foten av bratt sideterreng med klippepartier. Strekningen går innenfor aktsomhetsområder for steinsprang. Det er observert avløste bergpartier, som er mulige løsneområder for steinsprang. Det er kartlagt spor etter steinsprangaktivitet. Steinsprang er en aktuell prosess i området og må derfor utredes videre. Floggstein kan forekomme fra utfall fra toppen av skråningen, hvor løsneområder er sub-vertikale. På grunn av avstand mellom toppen av skråningen og veien, og at det finnes et tett skogdekke som kan dempe energien av potensielle floggstein, vurderes det at sannsynlighet for at floggstein når veien er lavere enn sikkerhetskravet. Faren for floggstein er derfor ikke utredet nærmere.

#### 6.1.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Terrenganalyser og feltbefaringer har avdekket flere områder med helning brattere enn 45° som kan være løsneområder for steinsprang. I påfølgende tekst omtales løsneområder som 1) Øvre klippe (130-180 moh.) og 2) Nedre klippe (ca. 50-80 moh). I tillegg kan remobilisering av blokker pga. rotvelt skje i bratt områder mellom klippepartiene. Over Hommelvikkrysset er det observert erosjon i løsmasser/forvittringsmaterialer, som også kan resulterer i remobilisering av blokker.

Bildevedlegg i Figur 1-4 viser terrenget nederst i fjellsiden over pendlerparkeringen, Hommelvikkrysset og avkjøringsrampen. Her er det vertikale bratte bergskrenter. I de nedre klippeområdene er det kartlagt store avløste bergpartier med volum anslått til 10-200 m<sup>3</sup>. Her danner et overflateparallelt hovedsprekkesett flak som flere steder mangler støtte i foten. Over pendlerparkeringen danner dette overheng. Det er registrert flere utfall i grøfta til anleggsvegen som går i foten av fjellsiden over avkjøringsrampen. Nedfall har volum anslått til 5-30 m<sup>3</sup>, se Figur 31. Det er kartlagt avløste bergpartier også i terrenget over det synlige klippepartiet. Rotvelt og pågående rotsprengning bidrar til å utløse steinsprang. Sannsynligheten for nye steinspranghendelser i dette området er høy, og løsnesannsynligheten vurderes å være høyere enn 1/50 for blokker i størrelsesorden 1-20 m<sup>3</sup>. Dette på grunn av bergmassens tydelige oppsprekking og registrerte hendelser. Utfall av større blokker vurderes også å ha høy løsnesannsynlighet, antatt i størrelsesorden 1/50-1/100, basert på de observerte forholdene.



**Figur 31: Utfall fra nedre klippeområde som ligger på anleggsvegen mellom Hommelvikkrysset og eksisterende høye bergskjæring. Det er observert flere utfall som ligger på anleggsvegen. Blokkstørrelser er i størrelsesorden 5-30m<sup>3</sup>.**

Det øvre klippepartiet, på ca. 130-180 moh. er kartlagt med drone, samt at det er kartlagt til fots i framkommelig terreng i foten av fjellsiden. Mesta har inspisert enkelte områder med tau i tidligere prosjektfase. Sprekker i bergartene fragmenterer dem i blokker fra noen få kubikkmeter til 50-100 kubikkmeter. I øvre klipper over Hommelvikkrysset er det observert to aktive skredrenner. Det er kartlagt til fots fram til skredrennen lengst nord. Det ble observert rester av is, nylig blokkutfall av størrelser 1-2 m<sup>3</sup>, samt blokker på 5-10m<sup>3</sup> og større som framstår som eldre hendelser. Det var mange trevelt i området. Fra avstand ble det observert mulige avløste blokker i overliggende løснеområde. Det er mye isdannelse i dette området på vinteren, se Figur 13. Under skredrennen lengst sør er det kartlagt store mengder blokkavsetninger fra nylig og jevnlig aktivitet, se bildevedlegg Figur 15-17. Flere blokker er flak i størrelsesorden 1-2 m<sup>3</sup>, men blokker i størrelsesorden 5-8 m<sup>3</sup> er også observert i området. I løснеområdet framstår bergmassen som skifrig. Generelt i øvre klipper er løśnieområdene veldig bratte og med form av «nisjer». Løsnensannsynligheten vurderes å være høy, og anslås i størrelsesorden 1/20-1/50. I utløpet av skredrennen lengst sør, på kote 110, er det kartlagt et større bergparti med anslått volum på 200 m<sup>3</sup>, som framstår som avløst. Dersom det blir utfall i dette partiet vil det kunne remobilisere skredavsetninger som ligger på toppkant. Løsnensannsynligheten for utfall fra dette partiet er vurdert å være lavere enn 1/50, men større enn 1/1000. Dette pga. at det finnes en relativ velutviklet struktur som fungerer som glideplan og partiet er avløst i ene siden. Baks-krenten og den andre siden er ikke velutviklet og like avløst.

Over E6 fra 16140-16220 er det vertikal bergvegg. Bergmassen framstår som lite oppsprukket, men har steile sprekker som kan avløse større flak, se bildevedlegg Figur 9,12-14. Det er registrert steinsprangblokker i nedkant. Videre nordover er det vertikale klipper, hvor det er observert store bergparti som kan avløses. Her er det observert tegn til nylige utfall av blokker, se bildevedlegg Figur 5-8, samt at det er kartlagt uravsetninger i terrenget i underkant, se registreringskart Figur 30 og Vedlegg 2. Løsnensannsynligheten vurderes å være i størrelsesorden 1/50-1/100 i det øvre klippepartiet fram til over Hommelvikkrysset.

### 6.1.3 Utredning av utløp

Under feltbefaringene ble det registrert flere steinsprangblokker med volum opp til omtrent 20 m<sup>3</sup>, der en betydelig andel av blokkene er i størrelsesorden 5-8 m<sup>3</sup>. Observerte blokker er rektangulære eller flate. Det er kartlagt steinsprangblokker som tolkes å være fra nylige hendelser fra de øvre klippepartiene på hele strekningen fra eksisterende høye bergskjæring og fram til over Hommelvikkrysset.

Generelt ligger steinsprangblokker spredt i terrenget, noen er delvis begravd og andre ikke. Det er registrert 1 historisk steinspranghendelse (cirka 0,7 m<sup>3</sup>) ved foten av skråningen i nærheten av pendleparkeringsen. Det er publisert flyfotoer fra 1947 til 2022 for området (Norge i Bilder, 2024). Bildene mellom 1947 og 1984 viser et tett skogdekk langs foten av skråningen. Bildene fra 1991 er tatt etter at E6 er bygd, og her er skogen hogd. To antatte steinsprangblokker ligger i kort avstand til foten av skråningen, og kan sees i Figur 32. Figur 33 og Figur 34 foto av terrenget før og etter etablering av eksisterende E6, som viser at det kan være en del blokkmaterialer som er gravd bort i forbindelse med byggingen av vegen.





**Figur 32.** Bilde fra 1984 viser forholdene før veg ble bygd. Skråningen og foten er dekket av skog. Bilde fra 1991 viser to antatte steinsprangblokker. 1 kan ha vært utløst fra bergskjæringen, men 2 anses som utløst fra naturlig terreng.



**Figur 33:** Foto fra området før eksisterende E6 ble bygd. Rød linje er referanse til Figur 34. Kilde: Rambøll arkiv.



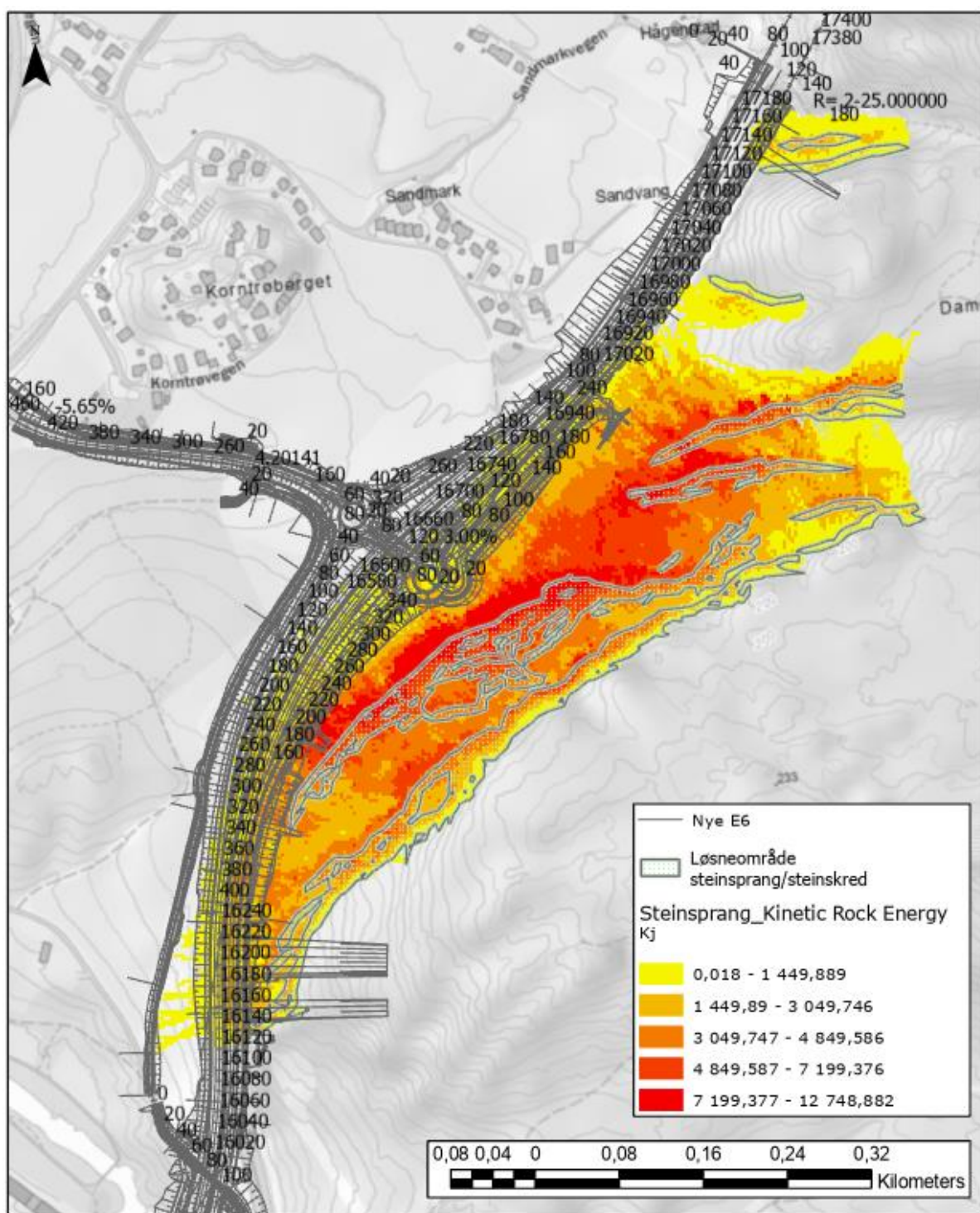
Figur 34: Foto fra byggetiden av eksisterende E6. Rød linje er referanselinje til Figur 33. Kilde: Rambøll arkiv.

Over Hommelvikkrysset er det observert flere blokker som har stoppet i terrenget over det nedre klippepartiet. Dette gjelder også for den aktive skredrennen, se bildevedlegg Figur 15-17. Selv om flere blokker er avsatt i den svakt hellende skråningen mellom øvre og nedre klipper, vurderes det som sannsynlig at blokker kan ha lengere utløp. Den kinetiske energien til et steinsprang vil øke når den når den nederste klippen, og fortsette utløpet ut til foten av skråningen. Det er stor sannsynlighet for at blokker kan remobiliseres i forbindelse med nye steinspranghendelser eller på grunn av rotvelt.

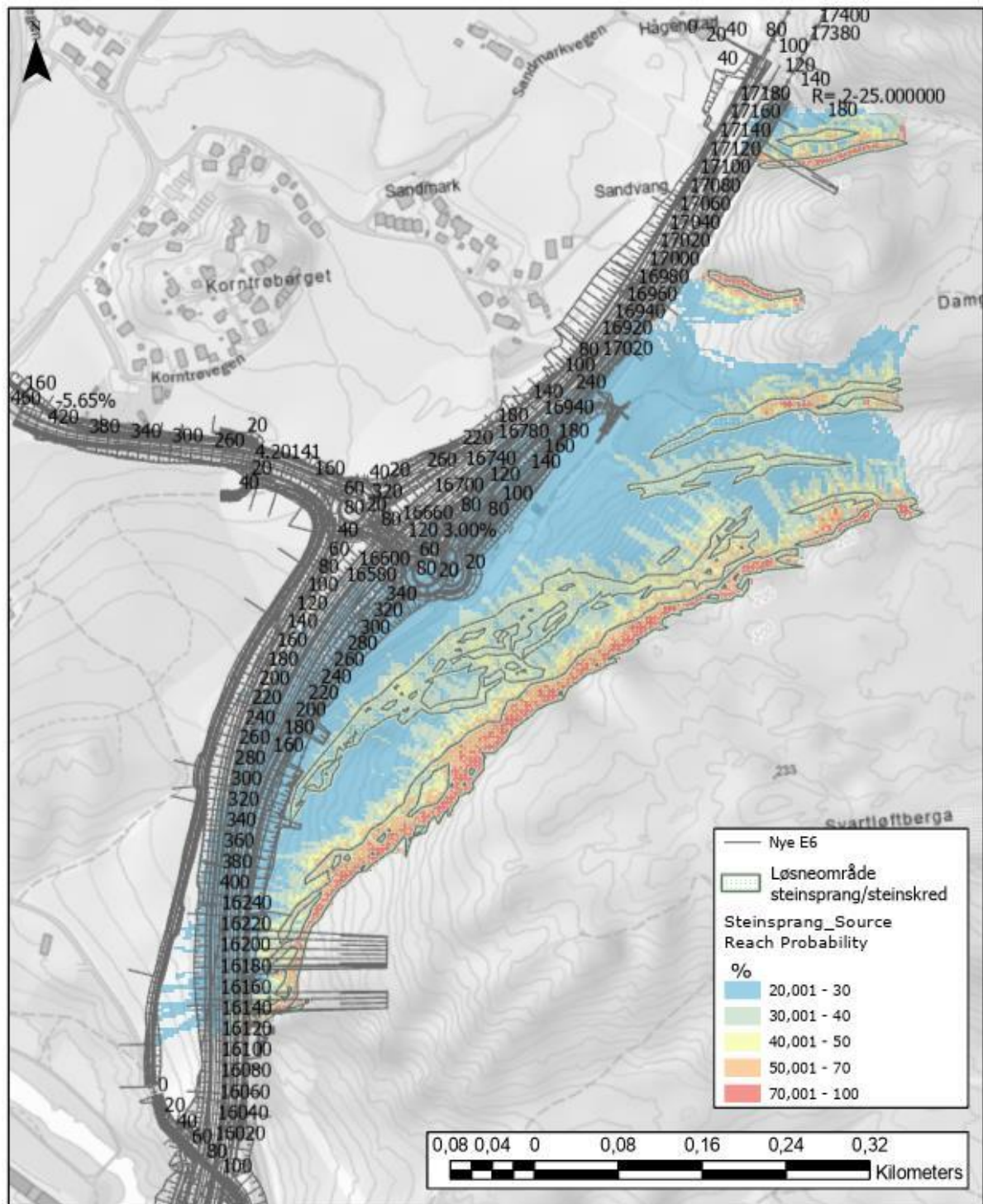
Langs anleggsvegen over avkjøringsrampen er det observert flere utfall. Observerte blokker ligger nært foten av bergskrenten, og har løsnet 2-10 meter over foten av klippen. Det er sannsynlig at blokker som løsner i toppkant av de øvre klippene, eller i terrenget rett over klippene, kan få utløp som går over anleggsvegen og ned mot avkjøringsrampen.

Numerisk modellering av potensielle skredhendelser ble utført for de kartlagte løseområdene. Figur 35 viser kinetisk energi til skredhendelser, og Source reach probability er vist i Figur 36. Modelleringsresultatene viser at blokker utløst har *Source reach probability* rundt 30% i den eksisterende rundkjøring, pendleparkeringsplass og en del av avkjøringsrampen (Figur 36) og lavere enn 30% langs den eksisterende E6. Modelleringsresultater stemmer med observasjoner av historisk flybilder, terreng modeller, og feltobservasjoner. Flere av de modellerte utfallene blir avsatt i det flate området som ligger i den sentrale delen av skråningen, mellom de øvre og nedre klippene. På feltbefaringen ble det observert blokker avsatt i dette området. Blokkstørrelser var i størrelsesorden 2-8 m<sup>3</sup>.



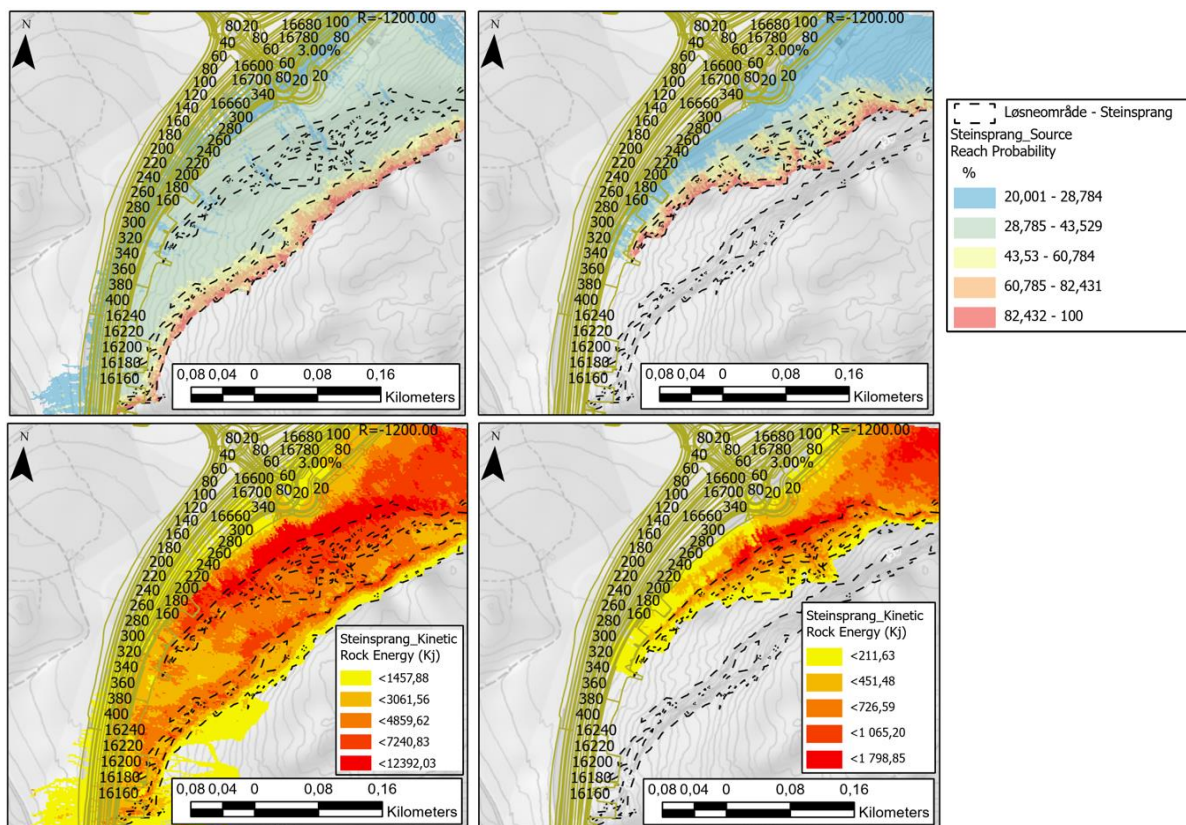


Figur 35. Numerisk modellering av steinsprang. Figuren viser kinetisk energi av 5m³ blokker utløst fra klippene. Inputparameterne brukt i modellering er: Blokkform: Real equant 1,4. Soft terrain på foten av skråningen og midt hard i skråningen. DTM med 2 m oppløsning. Fem Random orientations for hver modellert blokk.



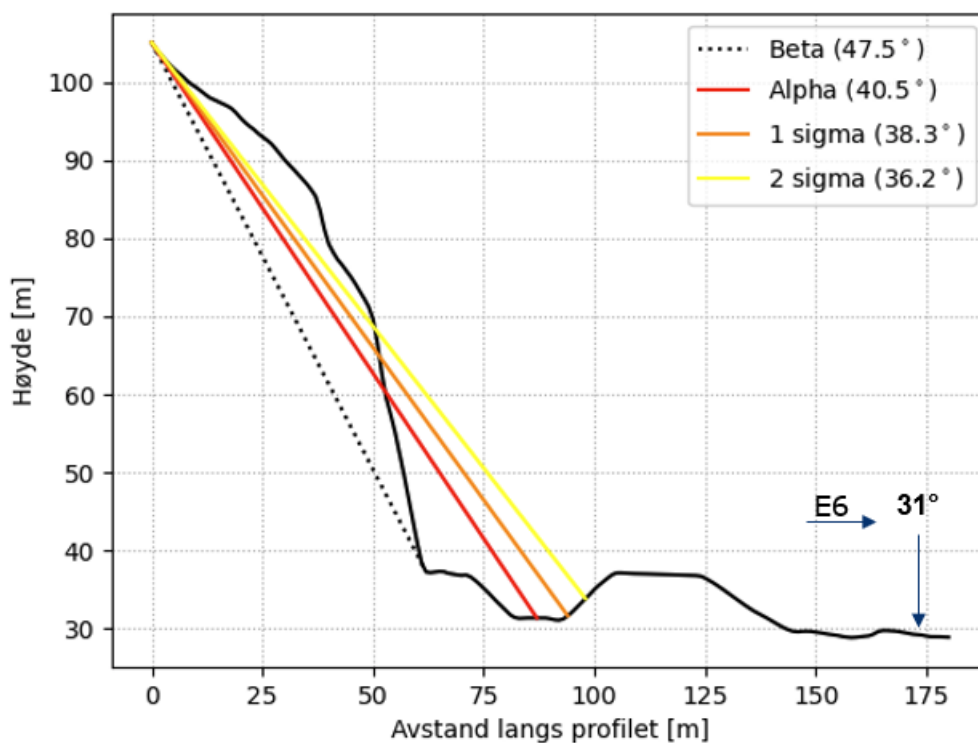
**Figur 36. Numerisk modellering av steinsprang. Figuren viser source reach probability for 5 m<sup>3</sup> blokker, utløst fra klippene. Inputparameterne brukt i modellering er: Blokkform: Real equant 1,4. Soft terrain på foten av skråningen og midt hard i skråningen. DTM med 2 m oppløsning. Fem Random orientations for hver modellert blokk.**

Det ble også utført numerisk modellering separat for øvre og nedre klippe for en del av kartleggingsområdet. Resultatene er vist i Figur 37.



**Figur 37. Numerisk modellering av steinsprang. Figuren viser source reach probability og kinetisk energi for 5 m<sup>3</sup> blokker, utløst fra klippene. Inputparameterne brukt i modellering er: Blokkform: Real equant 1,4. Soft terrain på foten av skråningen og midt hard i skråningen. DTM med 2 m oppløsning. Fem Random orientations for hver modellert blokk.**

Det vurderes at utfall fra det mulige ustabile partiet på kote 110 over Hommelvikkrysset, med anslått volum på 200 m<sup>3</sup>, vil fragmentere langs skredbanen. Et volum på 200 m<sup>3</sup> er ikke stort nok til å utløse et steinskred, og vil derfor ha en reach-vinkel høyere enn 31°. Rekkevidde er vurdert som tilsvarende til den for steinsprang. Det kan forventes at enkelte utfallsblokker kan være større enn de dimensjonerende 5 m<sup>3</sup> blokkene som er brukt i den numeriske modelleringen (se modellering for nedre løsneområder i Figur 37), og derfor er det større sannsynlighet for lengre utløp. Det er derfor utført en empirisk modellering av potensiell rekkevidde med Alfa/Beta metoden, som er basert på fysisk regresjonsligninger hentet fra analyser ved tilbakeberegning av historiske hendelser. Metoden gir en maksimal forventet utløpslengde langs en skredbane. Utløpslengde er beskrevet med en alfa-vinkel mellom baksrent og de ytterste avsetningene, samt en beta-vinkel mellom baksrent og et punkt i skredbanen som har helning på 23° for steinsprang. I Figur 38 er resultatene av en empirisk modellering vist, samt med plasseringen av 31° vinkel punkt. Resultatene viser at cirka 95% av blokkene (sigma 2) vil avsettes innenfor en vinkel på 36,2° (cirka 50 m fra den nye E6), og det er sannsynlig at steinspranghendelser fra dette området kan berøre kryssområdet.



Figur 38: Resultatene av empirisk modellering for utløsning fra plassering av det 200 m<sup>3</sup> ustabil blokk.

#### 6.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Med tanke på tegn av steinsprangaktivitet, kjente steinspranghendelser, observasjoner av avløst blokker i klippene og resultatene av modelleringen, vurderes det at årlig nominell sannsynlighet for steinspranghendelser mot nye E6 er større enn 1/1000 på strekningen 16140-16500. For avkjøringsrampe profilnr. 120-240 og rundkjøring i Hommelvikkrisset, vurderes det at årlig nominell sannsynlighet er større enn 1/50. Planlagt ny pendlerparkering vurderes å ligge i overgangssonen hvor nominell årlig sannsynlighet er 1/1000, og Millionbygget vurderes å ligge i overgangssonen hvor nominell årlig sannsynlighet er 1/100.

#### 6.2 Steinskred

Ifølge NVEs veileder er steinskred en aktuell prosess i områder som er brattere enn 45°. Det ble analysert InSAR-data for å kartlegge tegn av deformasjon i skråningen, men dataen dekker ikke denne fjellsiden fullstendig på grunn av tett vegetasjon. Både observasjoner fra feltbefaringer og analyser av høyoppløsning terrengmodeller har ikke avdekket tegn til deformasjon av dimensjoner som kan utløse et steinskred. Det er ingen registrerte ustabile fjellpartier i databasen til NGU. De identifiserte avløste volumene i skråningen er estimert til å være mindre enn 200 m<sup>3</sup>. Under feltbefaringene ble det observert sektorer i skråningen med høyt antall av store blokker (>5 m<sup>3</sup>). Det var imidlertid ikke mulig å fastslå om disse ble avløst i en enkelt hendelse eller flere separate tilfeller.

Med dagens terreng forhold anses løsnestannsynligheten for steinskred å være lavere enn 1/1000, og skredtypen utredes derfor ikke videre.

#### 6.3 Utglidning i snøpakke/snøskred

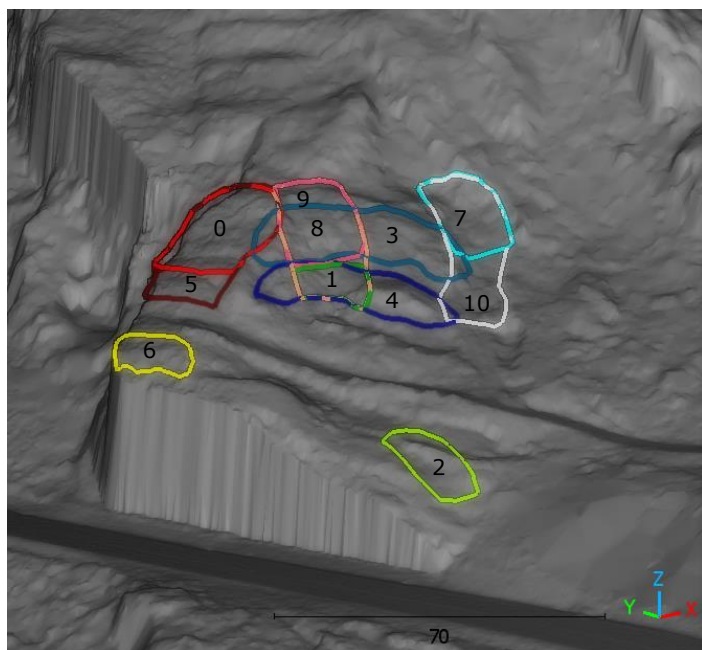
##### 6.3.1 Er dette en aktuell prosess i påvirkningsområdet?

E6 berører aktsomhetsområder for snøskred. Det finnes sområder hvor det er topografisk forhold som tilsier at snøskred er mulig. Faren for snøskred utredes nærmere.

### 6.3.2 Utredning av løsneområder og løsnesannsynlighet

Ifølge aktsomhetskartet berøres traseen av aktsomhetsområder for snøskred (uten skog) (Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), u.d.). Det er ikke observert tegn på tidligere snøskredhendelser langs traseen. Det er heller ikke funnet kilder som rapporterer om tidligere snøskredhendelser i området. Flere deler av området har helning brattere enn  $27^\circ$ , men mye av området er skogkledd med tett kronedekning (høyere enn 50%), som gjør at snø ikke akkumuleres i store mengder.

I skråningen over Hommelvikkrysset er skogen mindre tett, men areal uten skog anses å ikke være stort nok til at et snøskred kan utløses. Mindre utglidninger av snø kan imidlertid ikke utelukkes.



Figur 39: Kartlagte løsneområder i bergskjæring hvor vegetasjon og løsmasse ble rensket.

Over eksisterende høye bergskjæring på 16050-16130 har det blitt rensket til berg 2022-2023, se bildevedlegg Figur 10 og 11. Her ble snøskredfare analysert av Rambøll AS i 2023 og er beskrevet i notat E6RV-RAM-GE-MEM-DZ45-1002 (Rambøll, 2023). Tidligere utredning er oppsummert her:

Gjennomsnittlig terrenghelning er  $26^\circ$ . Bergoverflaten er foldet og undulerende med fjellrygger som er orientert NV-SØ, og noe mindre rygger med NØ-SV orientering, som danner trappetrinn i topografien. Noen steder finnes det skålformasjoner med helningen mellom  $27^\circ$ - $50^\circ$ . Det ble kartlagt 11 mulige løsneområder. Disse har areal på 100 til 610 m<sup>2</sup>, se registreringskart. Topografien tilsier at det er mulig at det kan forekomme utglidning av snø i dette området. Brudkanthøyde er ikke direkte tatt fra returverdiene vist i Figur 23, men er justert med hensyn på orientering av de potensielle løsneområdene. Løsneområdene ligger i lo av dominerende vindretning og er utsatt for solstråling (vendt mot VSV; se Figur 24). Siden terrenget er ujevnt og undulerende, er sannsynligheten for bruddforplantning og utløsning av større arealer vurdert til å være lav. Sannsynlighet for mindre utglidning i snøpakken er vurdert til å være i størrelsesorden 1/100-1/1000.

Tabell 1. Kartlagte løsneområder i bergskjæring.

ID	Areal [m <sup>2</sup> ]	Brudhøyde brukt i modellering [m]
0	480	0,30-0,50
1	132	0,30-0,50
2	184	0,30-0,50
3	547	0,30-0,50
4	367	0,30-0,50
5	611	0,30-0,50
6	125	0,30-0,50
7	305	0,30-0,50
8	321	0,30-0,50
9	480	0,30-0,50
10	573	0,30-0,50

### 6.3.3 Utredning av utløp

Det henvises til Rambøll notat E6RV-RAM-GE-MEM-DZ45-1002 (Rambøll, 2023). En oppsummering av tidligere vurderinger er gjengitt i det følgende:

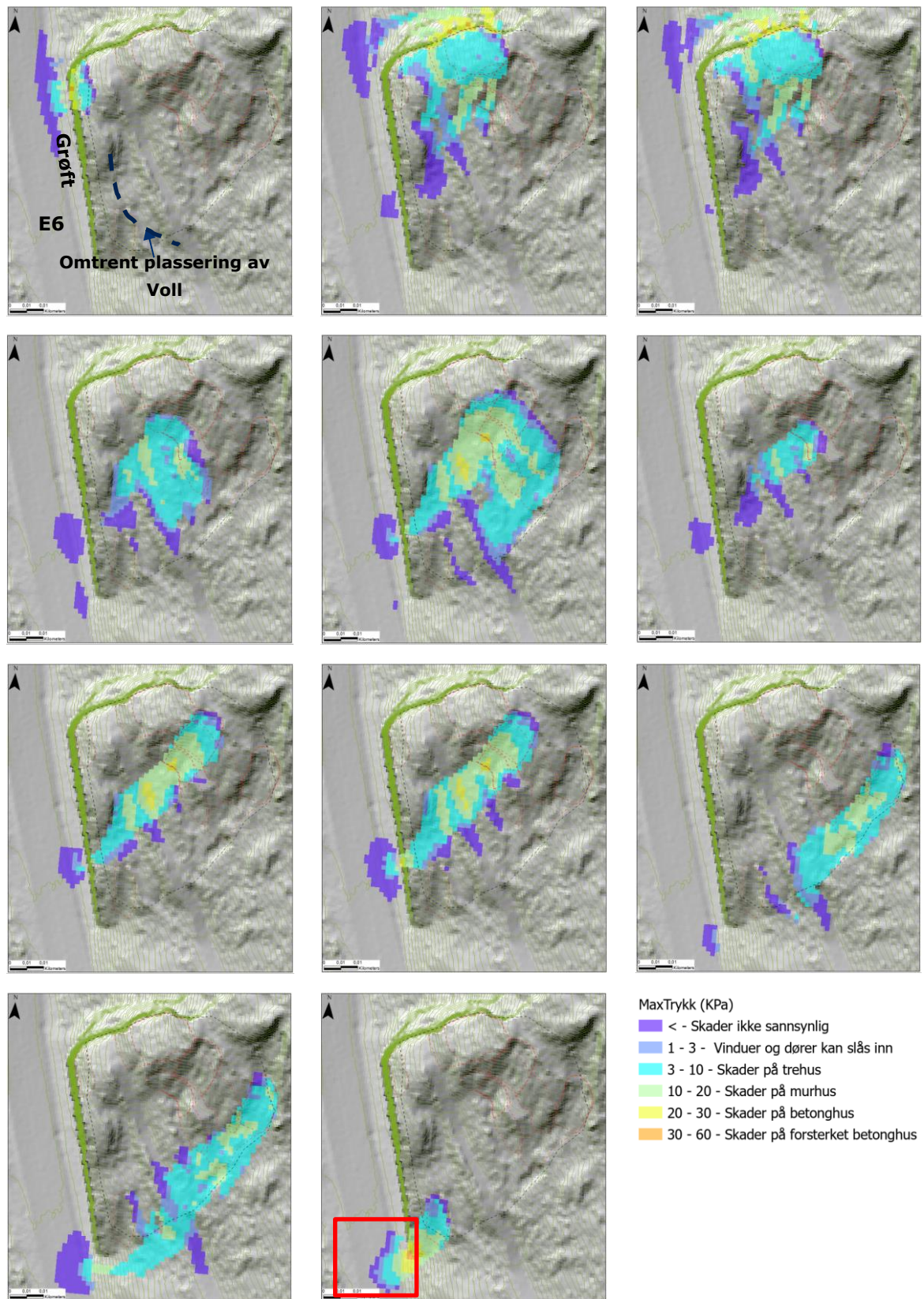
Modellering ble utført ved bruk av terrengmodell fra 2022, før en midlertidig voll på ca. 1,5 m ble bygd. Vollen er ikke etablert som et permanent tiltak, og derfor er det rimelig tilnærming å ikke inkludere vollen i modelleringen. Vollen er synlig i Figur 11 i bildevedlegget.

Modelleringen ble gjort ved bruk av 30 cm og 50 cm bruddkanthøyde og resultatene fra numerisk modellering viser at utglidninger kan nå E6 på grunn av kort avstand mellom løснеområdene og veien, samt helning til skråningen. Modellene er ikke kalibrert mot historiske hendelser siden det ikke er dokumenterte snøskredhendelser i nærheten av kartleggingsområdet. For bruddhøyde er det brukt resultater fra klimaanalysen og terrengforhold. En korreksjon av disse verdiene ble gjort med tanke på den effekten av vind som fører erosjon av nysnø (snødrift) i det aktuelle området.

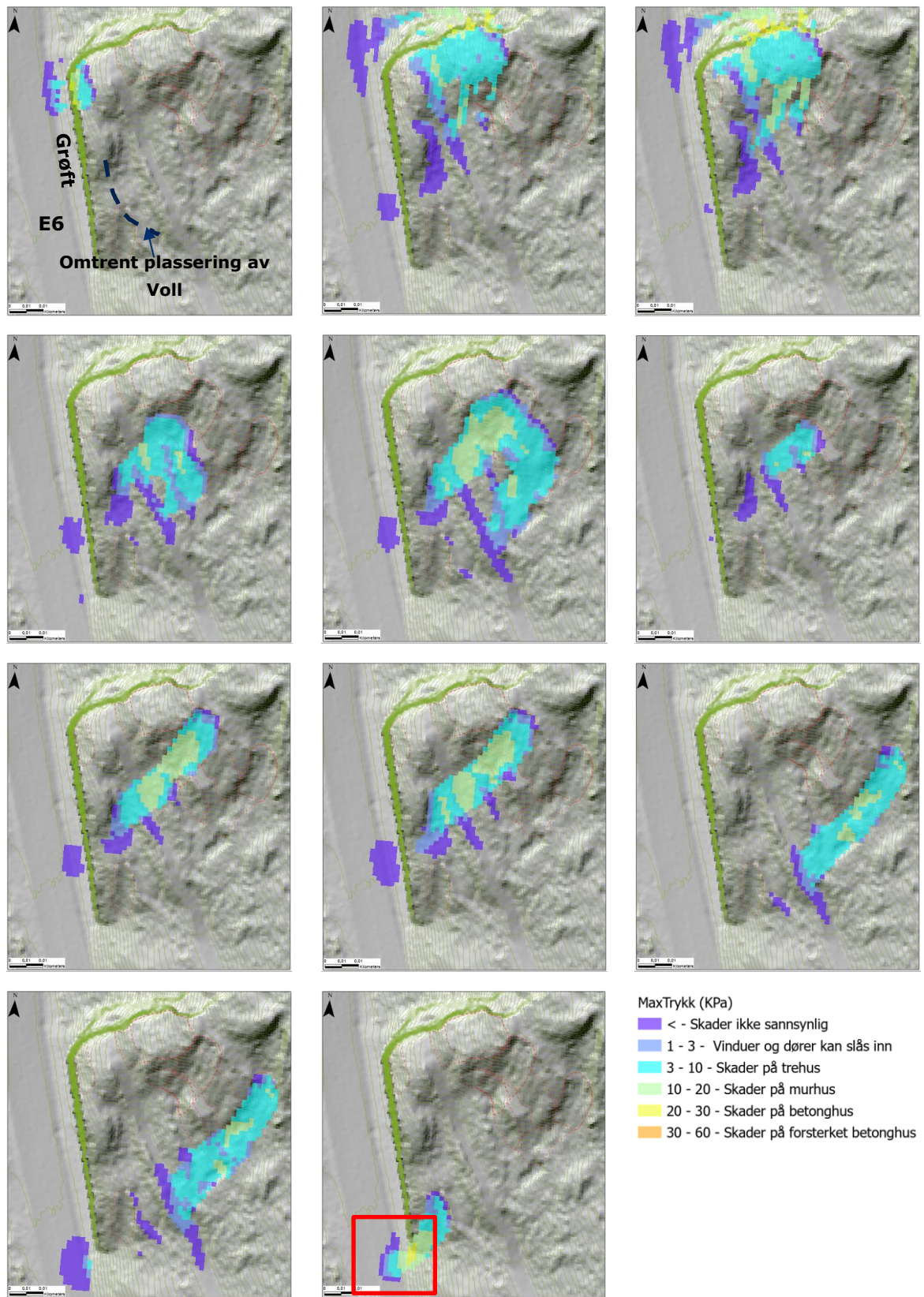
Tabell 2. Input parameterne brukt for modellering av snøskred.

Oppløsning terrengmodell	Tetthet [kg/m <sup>3</sup> ]	Bruddkanthøyde [m]		Xi	My
2 m	300	Varierende pga. lokale forhold og scenarier	Blokk simulering	"Default" parameterne (Automatikk prosedyre)	"Default" parameterne (Automatikk prosedyre)

Modelleringen viser at skredhendelsene har lav sannsynlighet når det kommer til skadepotensiale på E6. Det er kun ett område hvor modelleringen indikerer at det kan forventes hendelser med skadepotensiale på vegen, markert med rødt rektangel i Figur 40 og Figur 41. Det forventes at hendelsene i disse områdene ikke vil ha turbulent oppførsel i de transportere snømassene, på grunn av at det er lav fallhøyde og kort utløpslengde.



**Figur 40: Utvalgt resultat fra modellering av snøskred på strekningen 16050-16130. Bruddkanthøyde er satt til 50 cm. Resultatet indikerer at hendelser kan få skadepotensiale i et begrenset område ved ca. 16050.**



**Figur 41: Utvalgt resultat fra modellering av snøskred på strekningen 16050-16130. Bruddkanthøyde er satt til 30 cm. Resultatet indikerer at hendelser kan få skadepotensiale i et begrenset område ved ca. 16050.**



### 6.3.4 Når snøskred inn i kartleggingsområdet

Ved profil nummer 16050 vurderes det at snøskredhendelser er sannsynlig. Mulige hendelser forventes å ha lite skadepotensiale, men kan like vel være store nok til at de forårsaker forstyrrelser i trafikken. På grunn av kort utløpsdistanse og relativt lav fallhøyde er det ikke forventet at det dannes skredvind i forbindelse med snøskredhendelser. Utglidninger vil ha tilnærmet vertikalt fall ned mot vegen, og det kan dannes en mindre snøsky i et kort tidsrom som kan føre til dårlig sikt for trafikanter.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for snøskredhendelser til å være mellom 1/100-1/1000, og krav i N200 er ikke oppfylt. Sikringstiltak må etableres for å redusere risiko til et akseptabelt nivå.

## 6.4 Jordskred

### 6.4.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ifølge aktsomhetskartet er det bare den planlagte traséen i området ved Sandebekken som er berørt av en sone for jord- og flomskred (Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), u.d.). Rambøll har også identifisert flere sektorer i skråningen hvor helningen er brattere enn 25°, hvor det finnes løsmasser og forvittringsmateriale. Faren for jordskred er derfor vurdert nærmere.

### 6.4.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

I de fleste av sektorene med løsmasser, finnes det hovedsakelig avsetninger av steinsprang over det underliggende berget. Selv om dreneringsanalyse viser potensielle vannveier i skråningen (Figur 15), vurderes sannsynligheten for å få høyt poretrykk i disse sektorene som lav. Det antas at mindre utglidninger kan oppstå i områder der finmaterialer har samlet seg mellom større blokker (lommer med fine materialer). Videre kan forvittringsmateriale være særlig mottakelig for utglidninger der det står store trær som kan tilføre ekstra belastning og føre til ustabilitet.

### 6.4.3 Utredning av utløp

Eneste kjente skredhendelse som har involvert løsmasser er den registrerte hendelsen i skredhendelsesdatabasen, registrert som en jordskredhendelse i området ved den eksisterende pendleparkeringsplassen, se kapittel 3.2. Ifølge informasjon publisert i skredatabasen, hadde hendelsen begrenset volum. Hendelsen dro med seg en del av vegetasjon i skråningen og hadde kort rekkevidde.

### 6.4.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Selv om det foreligger forhold i terrenget som kan føre til utvikling av mindre jordskred, anses risikoen for hendelser med skadepotensiale til den planlagte infrastrukturen (E6, avkjøringsrampe, rundkjøring og pendleparkeringsplass) som lav. Nominell årlig sannsynlighet for jordskred vurderes å være lavere enn 1/1000. Dette begrunnes i at løsneområder er begrenset i utstrekning, og at løsmasser som kan gli ut hovedsakelig er overflatematerialer som ikke er mektige nok til at det kan utvikles et stort jordskred.

## 6.5 Flomskred

### 6.5.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ifølge aktsomhetskartet berøres traséen av aktsomhetsområder for jord- og flomskred nord for pendleparkeringen. Høybybekken og Sandebekken er hovedvannveier med permanente vannføring i området (se kapittel 4.5).

Terrenget før Høybybekken treffer E6 er kartlagt med drone og observert på flyfoto. Det er synlig at det er blokkmaterialer i bekkeløpet, men det er ingen historikk eller spor etter

flomskredaktivitet. Flyfoto viser at vestre side av bekkeløpet er bearbeidet i forbindelse med byggingen av eksisterende E6. Høybybekken vil gå under ny E6, og legges i kulvert som er dimensjonert for 200-års flom med klimapåslag. Derfor vurderes det at sannsynligheten for at flomskred skal påvirke ny E6 er lavere enn 1/1000, og faren for flomskred langs Høybybekken er ikke utredet videre.

Langs Sandebekken finnes det noen strekning med helning over 15°, Høydeforskjellen mellom bekken og ny E6 er slik at faren for flomskred må vurderes nærmere. Ellers i terrenget sør for pendleparkeringen finnes det ingen tydelige vannveier i skrånningen, og det er lite løsmasser med sedimenter av størrelse som kan være transportert i form av flomskred i nedbørrike perioder.

### **6.5.2 Utredning av løsneområder og løsnesannsynlighet**

Sandebekken har et relativt stor nedbørstfelt, og renner i Ø-V retning fra cirka 200 moh. til fjorden. Omtrent 200 m øst for eksisterende E6 finnes det et stor flatt område hvor strømningshastighet til bekken reduseres betydelig, se Figur 15. Deretter, renner bekken langs en trang seksjon, hvor det finnes mur av en gammel dam. Vest for dammen, og i ca. 100 m, renner bekken langs en bratt strekning hvor aktiv erosjon er observert på fyllingen til en skogsveg som strekker seg parallell til bekken. Langs denne bratte sektoren er det også observert løsmasser, hvor det meste tilhører blokker med volum over  $>1 \text{ m}^3$ . Dette er mest sannsynlig fra steinspranghendelser, og en del kan være remobilisert morenemateriale. Det vurderes at i nedbørrike perioder kan sterk strøm transportere sedimenter, men mengde er ikke nok for utvikling av flomskred. I terrenngmodell er det ikke observert flomskredavsetninger. Det er ikke oppdaget tegn til tidligere flomskred under feltbefaring, og ingen flomskredhendelser har vært rapportert i den nasjonale skreddatabasen. Det vurderes at løsnesannsynlighet er lavere enn 1/1000.

### **6.5.3 Utredning av utløp**

Langs Sandebekken er det mange flate områder i terrenget hvor sedimenter, transportert i nedbørrike perioder, kan redusere hastigheten og avsettes. Mellom kote 50 og eksisterende E6 finnes det et stort område hvor sedimenter kan avsettes.

### **6.5.4 Når flomskred inn i kartleggingsområdet**

Det vurderes at planlagt E6 ikke er utsatt for flomskred.

## **6.6 Utglidning i vannmettet snø/sørpeskred**

### **6.6.1 Er dette et aktuell prosess i påvirkningsområdet?**

Sørpeskred kan utløses dersom snø overmettes av vann. Disse følger vanligvis bekkeløp eller forsenkninger i terrenget. Ifølge avrenningsanalysen er det flere steder der vann kan renne i skrånningen. Sandebekken og Høybybekken er eneste permanente vannføringer. Faren for sørpeskred vurderes nærmere.

### **6.6.2 Utredning av løsneområder og løsnesannsynlighet**

Skrånningen mellom Homla og Sandebekken (profil nummer 15780 – 16960) er dekket av tett vegetasjon som hindrer akkumulasjon av større mengder snø på bakken. Det er ikke registrert sørpeskredhendelser i, eller i nærheten av kartleggingsområdet. Løsnesannsynligheten vurderes å være lavere enn 1/1000.

Over eksisterende bergskjæring på 16050-16130 har det blitt rensket til berg, og det finnes konkave terrengformasjoner hvor snø kan samles. Området er utredet som et mulig løsneområde

for snøskred, se kapittel 4.3. Området er utsatt for avblåsing fra dominerende vindretning, og dimensjonerende bruddkanthøyde for utglidninger i nysnø er vurdert til størrelsesorden 30-50 cm. Klimaprognosen tilsier at et kan forventes hyppigere perioder med regnvær når det ligger snø i terrenget. Det er observert vann i overflaten i området, og det vurderes som sannsynlig at det kan forekomme utglidninger av våt snø i mildværsperioder med regn på vinteren. Dette vil forekomme når snøpakken har satt seg, og bruddkanthøyder forventes å være under 30 cm. Disse hendelsene er dermed av volum som tilsier at det er riktig å omtale dette som utglidninger av vannmettet snø og ikke som typiske sørpeskred. Løsningsansynligheten for hendelser med skadepotensiale vurderes å være i størrelsesorden 1/100-1/1000.

Over Hommelvikkrysset er det et område med mindre vegetasjon i kombinasjon med jevn topografi. Her kan utglidning i vannmettet snø forekomme i mildværsperioder med regn på vinteren. Det vurderes derimot at mulige hendelser utløst i denne sektoren vil være av små volum. Løsningsansynligheten vurderes å være i størrelsesorden 1/100-1/1000.

Langs Sandebekken (pelnummer 16960), er kronedekningen veldig høy, noe som vil hindre mulige utvikling av sørpeskred.

### 6.6.3 Utredning av utløp

Homla (pelnummer 15780), renner flere meter under veilinjen, og det vurderes at sørpeskred ikke vil nå ny E6.

Vurdering at utløp fra det renskede området over eksisterende høye bergskjæring støtter seg på vurderingene som er gjort i Rambøll notat E6RV-RAM-GE-MEM-DZ45-1002 (Rambøll, 2023). Det er sannsynlig at vannmettet snø vil ha noe lengre utløp og større energi enn det som framkommer av modelleringen av snøskred i Figur 40 og Figur 41. Dette på grunn av større tetthet i massene. Det vurderes dermed at strekningen 16050-16030 er utsatt for hendelser med utglidning av våt snø som kan forstyrre trafikken.

Mulige hendelser utløst i terrenget over Hommelvikkrysset vil være av så små volum, at det vurderes at transportere masser avsettes raskt i foten av fjellsiden. Dette samsvarer med spor etter hendelser som er observert i felt.

### 6.6.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at årlig nominell sannsynlighet er større enn 1/1000 for at utglidning av våt snø skal forstyrre trafikken på strekningen 16050-16130. Veggen har ikke akseptabel sikkerhet mot skred, og risikoreducerende tiltak må utføres.

## 6.7 Skog med betydning for skredfare

Det vurderes at i noen sektorer av skråningen har skogen betydning for snøskredfare (se Figur 42). I flere sektorer hindrer skogen utløsning av snøskred. I andre sektorer, hvor skogen ikke er tett nok eller har lav bonitet, er det vurdert at skogen reduserer sannsynligheten for utløsninger. I tillegg har skogen bremsende effekt på snøskred.



Figur 42: Kart som viser skogen med betydning for skredfare.

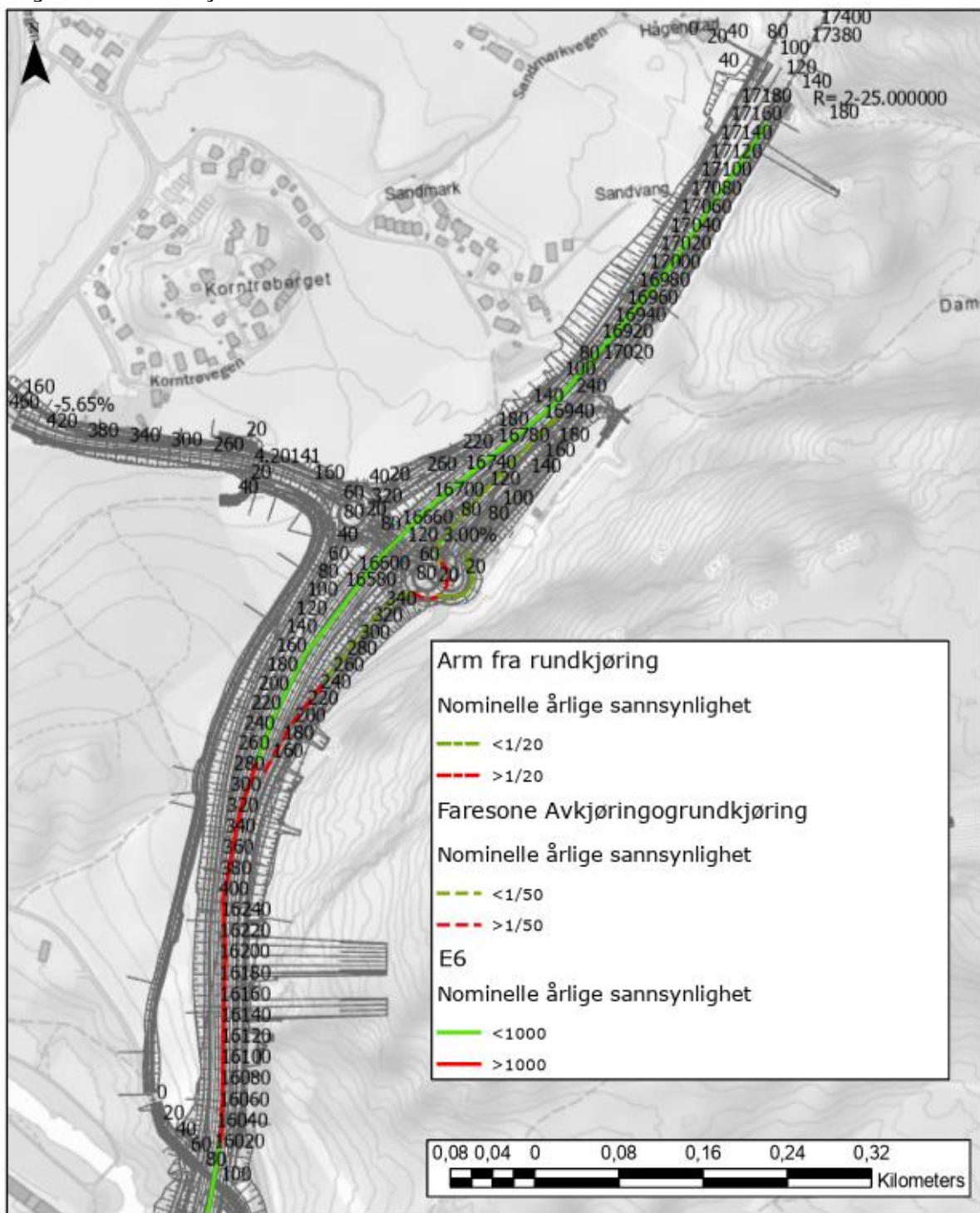
## 6.8 Hva er den samlede skredfare?

Faresonekart for planlagt E6, avkjøringsramper, rundkjøring og arm fra rundkjøring er utarbeidet iht. Håndbok N200. Faresonekart for området hvor pendlerparkering, bussholdeplass, Millionbygget og vannkran er plasser, er utarbeidet iht. TEK 17 og NVE veileder.

### 6.8.1 Iht Håndbok N200

Figur 43 viser faresonekart for E6, avkjøringsramper og kryssområdet. Den samlede årlige nominelle sannsynligheten for skred er høyere enn 1/1000 på deler av E6, profilnr 16050-16500, og det er behov for risikoreduserende tiltak. Langs avkjøringsrampen fra profilnr. 140-240, og deler av planlagt rundkjøring, vurderes det at nominell årlig sannsynlighet for skred er høyere enn 1/50, og det er behov for risikoreduserende tiltak. Nominell årlig sannsynlighet for skred mot arm fra rundkjøringen til pendlerparkeringen og adkomstveg med vendehammer til Millionbygget vurderes å være lavere enn 1/20, og har tilfredsstillende sikkerhet.

Vurderingen er basert på eksisterende terreng i vegarealet, og det forutsettes at tilsvarende fangevne i foten av fjellsiden ivaretas.



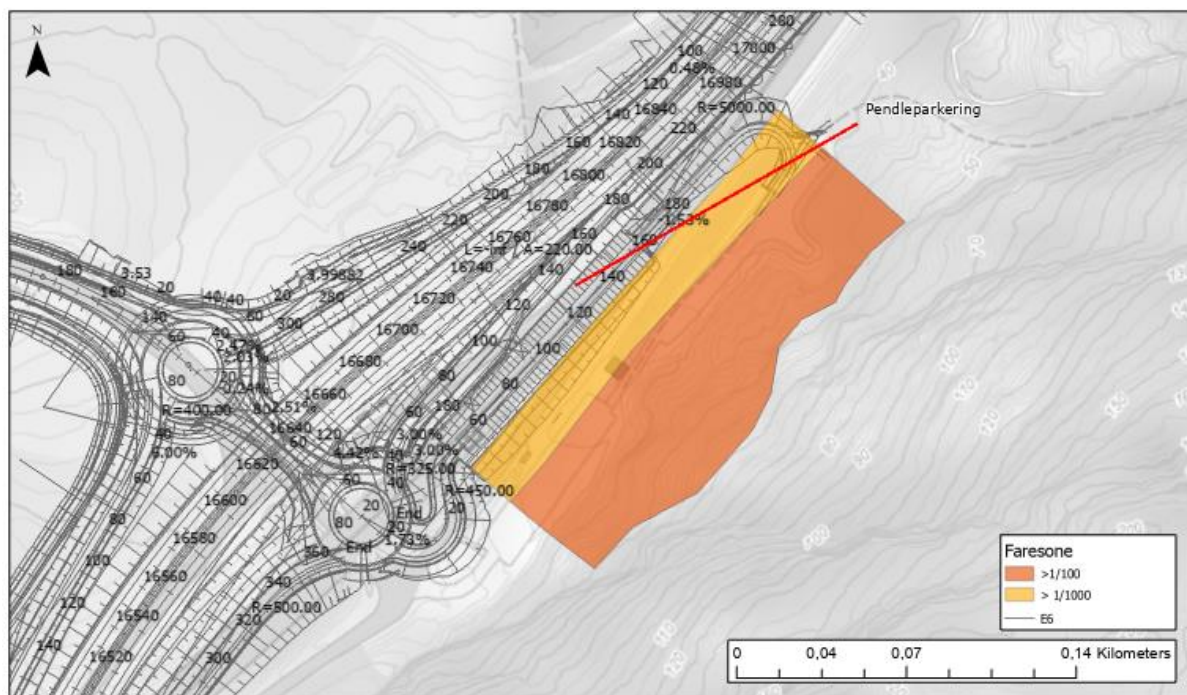
Figur 43. Faresone i kartleggingsområdet for de forskjellige ÅDT indikert i kap. 1.4.

### 6.8.2 Samplet faresone – TEK 17

Figur 44 viser faresonekart for områder som tilrettelegger for stans, som er vurdert iht. krav i TEK 17. Planlagt pendlerparkering berøres så vidt av faresone 1/1000, og det er behov for risikoreducerende tiltak.

Millionbygget ligger innenfor faresone 1/100 og 1/1000. Bygget skal ikke endres, men det anbefales å etablere risikoreducerende tiltak.

Gang- og sykkelveg og bussholdeplass ligger utenfor faresone 1/1000, og har tilfredsstillende sikkerhet.



Figur 44: Faresonekart for pendlerparkeringsplass og bussholdeplass.

### 6.9 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Vurderingene i denne rapporten samsvarer med tidligere utredninger.

### 6.10 Stedspesifikk usikkerhet (rest risiko)

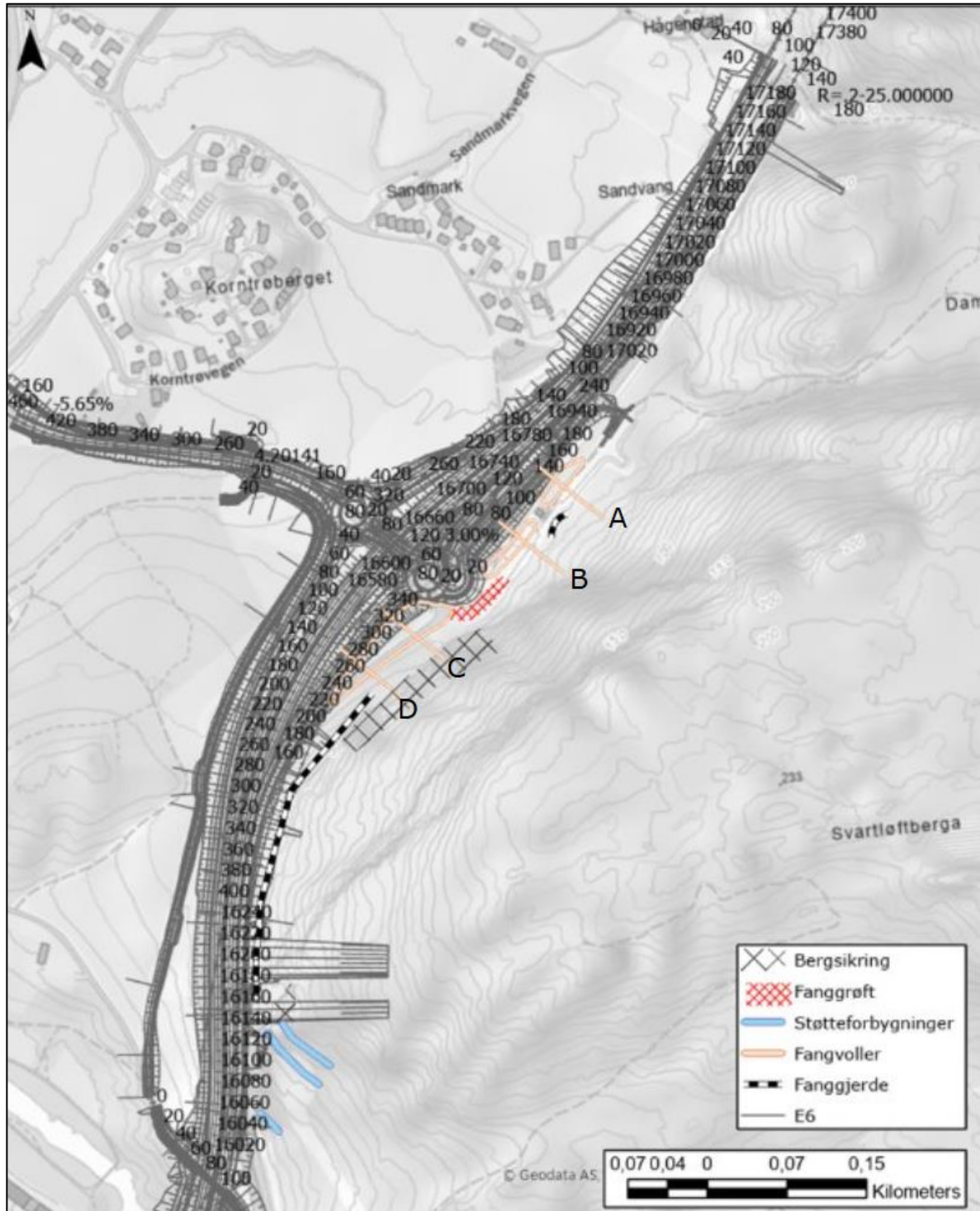
- Skogen har generelt en positiv effekt for å redusere løsnings sannsynlighet og utløpslengde av skred i bratt terreng. I NVE veileder er produktiv skog beskrevet som skog som har betydning for skredfare og utarbeidelse av faresoner. Rotvelt kan utløse blokker, men steder hvor dette kan forekomme er vanskelig å kartlegge i detalj og derfor er det en del av stedsspesifikk usikkerhet.
- På grunn av landbruk og utbygging av E6 er det sannsynlig at steinsprangblokker kan ha blitt fjernet. Det kan derfor ikke utelukkes at enkelte blokker kan ha hatt lengre utløpslengder enn det som er registrert i felt.
- Det er kartlagt et ustabil bergparti på cirka 200 m<sup>3</sup>. Det er likevel lagt vekt på at det er størst sannsynlighet for at partiet utløses som flere steinspranghendelser, og dette er

dimensjonerende for faresoner i området. Det er dermed en restrisiko for at faresoner for steinsprang er underdimensjonert.

- Det er påvist kvikkleire i området der Hommelvikkryset ligger. Dette har betydning for prosjektering av sikringstiltak.

## 7. RISIKOREDUSERENDE TILTAK

I dette kapitlet er det beskrevet aktuelle sikringstiltak for å redusere faren for skred på E6, Hommelvikkrysset og pendlerparkeringen til et akseptabelt nivå. Foreslåtte tiltak er vist i Figur 45. Tiltakene må detaljprosjekteres i neste prosjektfase.



Figur 45: Anbefalte sikringstiltak for å redusere skredfaren fra sidebratt terreng til et akseptabelt nivå.



### 7.1 16050-16130: Erosjonssikring

På strekningen 16050-16130 er det rensket til berg over eksisterende høye bergskjæring. Med omregulert veglinje er det ikke behov for å blottlegge berget så langt bak. Det sees på løsning for å etablere ny vegetasjon i slakere partier og lommer i berget. Bergoverflaten har svaflater med helning 25-45°, og løsmasser som legges ut i forbindelse med revegetering kan lett eroderes. Erosjonssikring kan bli aktuelt i området. Utstrekning og løsning for revegetering må sees på tverrfaglig i detaljfasen for å ivareta styrt vannavrenning, skredsikring og landskap. Det henvises til Rambøll rapport E6RV-RAM-LS-RPT-DZ45-1002 *Etablering av vegetasjon og revegering* (Rambøll, 2025) som forklarer ulike metoder for revegetering, også i bratt terreng.

Areal som foreslås revegetert: 5500m<sup>2</sup>.

### 7.2 16050-16130: Støtteforbygninger

Utglijning av snø og våt snø/sørpe er vurdert som sannsynlig på strekningen 16050-16130, og det må utføres risikoreducerende tiltak. Det anbefales å etablere sikringstiltak som hindrer utløsning av snø og våt snø/sørpe. Dette kan være nettkonstruksjoner som kan plasseres omtrent som vist i Figur 45. Nøyaktig plassering må bestemmes i detaljfasen. Nettene kan forankres direkte på berg. Dimensjonerende snølast må beregnes i detaljfasen for valg av type konstruksjon. Dimensjonerende verdier:

Snødybde: 0,5 m

Densitet snø: 300 kg/m<sup>2</sup>

Glidefaktor:  $N > 2$ ,  $\tan\theta = 0,55$  (smooth ground)

Gjennomsnittlig terrenghelning: 28° øverste rader, 33° nederste rad

Minimum høyde konstruksjon 1 m:

Med foreslått tiltak forventes at restrisiko for skred på E6 inkludert veggrøft, blir lavere enn 1/1000, og krav i N200 er tilfredsstillt.

Anslått mengde støtteforbygninger: 160m.

### 7.3 16140-16220: Bergsikring i naturlig terreng

Nord for eksisterende høye bergskjæring, strekning ca. 16140-16220, blir sideterrenget liggende tett på toppkant til ny bergskjæring. Bergsikring med bolter og nett vurderes som et gunstig tiltak. Bergsikring er å foretrekke framfor fanggjerde i dette området på grunn av at bergsikring har lengre levetid, og mulige steinsprang er av små størrelser som er egnet for bergsikring. Nett må strekkes over toppen av klippen og festes godt innpå vegetasjonsdekket, da det er observert blokkmaterialer som ligger under vegetasjonsdekke over toppkanten av klippen.

Med foreslått tiltak forventes at restrisiko for skred på E6 inkludert veggrøft, blir lavere enn 1/1000, og krav i N200 er tilfredsstillt.

Anslått areal som må sikres: 800m<sup>2</sup>.

### 7.4 16160-16500: Fanggjerde

Fanggjerder anbefales plassert på toppkant av bergskjæring på strekningen ca. 16160-16500.

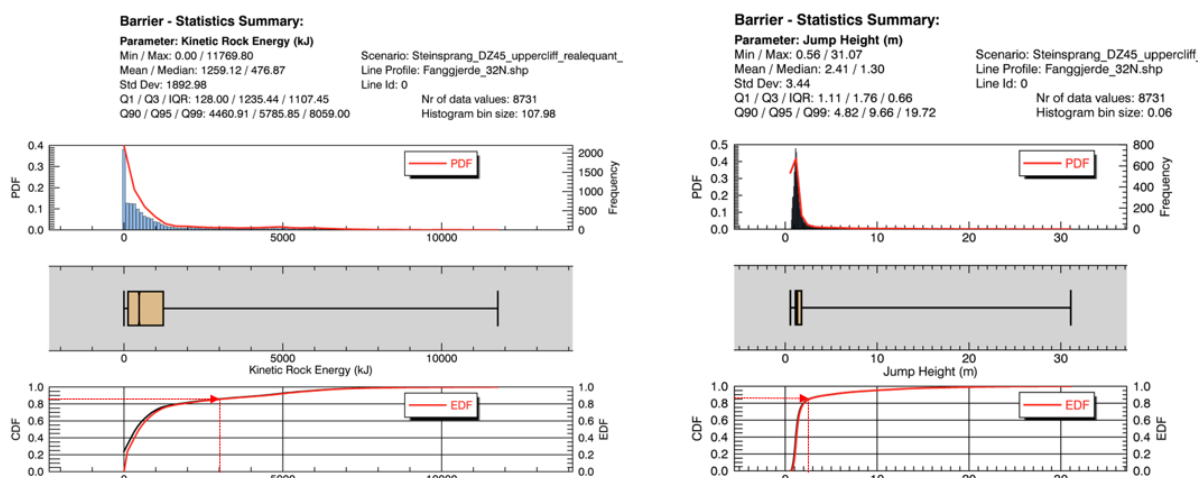
Det vurderes at med å fange cirka 87% av de modellerte blokker, gir fanggjerde et akseptabelt risikonivå for veien. I den sørlige delen, hvor det er kortere avstand til den planlagte veien, er det også anbefalt bergsikring med bolter. Bolter skal redusere løsnings sannsynlighet og sannsynlighet for at eventuelle utfall når fanggjerdet. Etter installasjon av bergsikring vurderes det at eventuelle

hendelser vil ha mindre størrelse enn det som ble modellert og derfor mindre energi når de treffer fanggerdet.

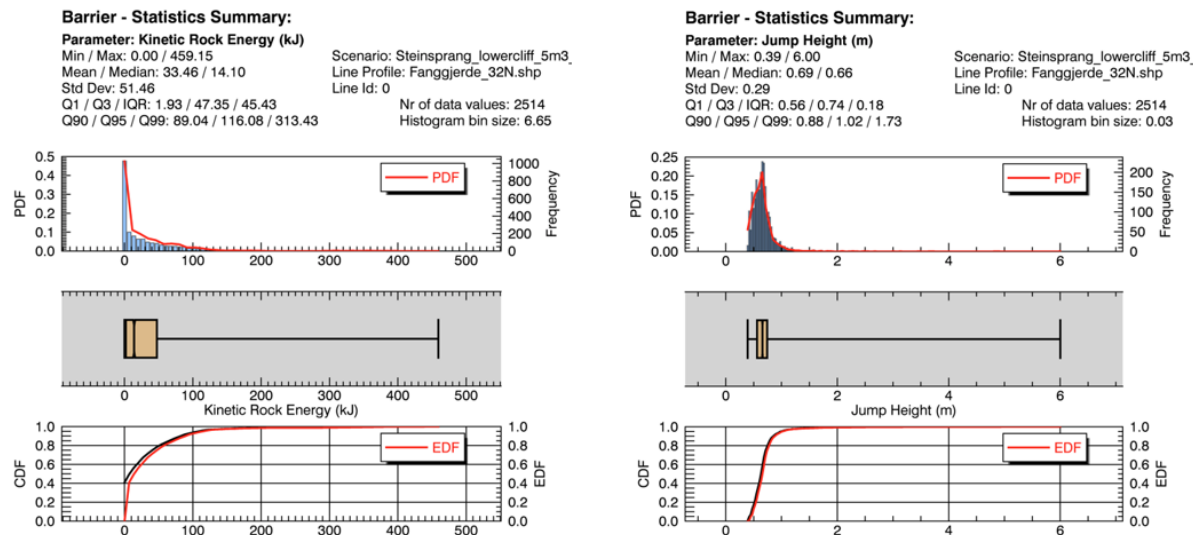
Anslått nødvendig kapasitet på 3000 kJ. 87% av trajektorier har sprettøyde lavere enn 2,5 m, med en halvdiameter av 2.5 m av blokker (lengest diameter av de modellerte blokker), dette gir et 5 m høyde for gjerde. Med foreslått tiltak forventes det at restrisiko for skred på E6, inkludert veggrøft, blir lavere enn 1/1000. Krav i N200 er tilfredsstillt. Montering blir betydelig enklere å gjennomføre og gir bedre sikringseffekt enn det som var planlagt for 110-linjen.

Anslått mengde: 320 m.

Øvre klippe



Nedre klippe



Figur 46: Barrier plots for kinetisk energi og spretthøyde langs de planlagte fanggerde mellom pelnummer 16160-16500.

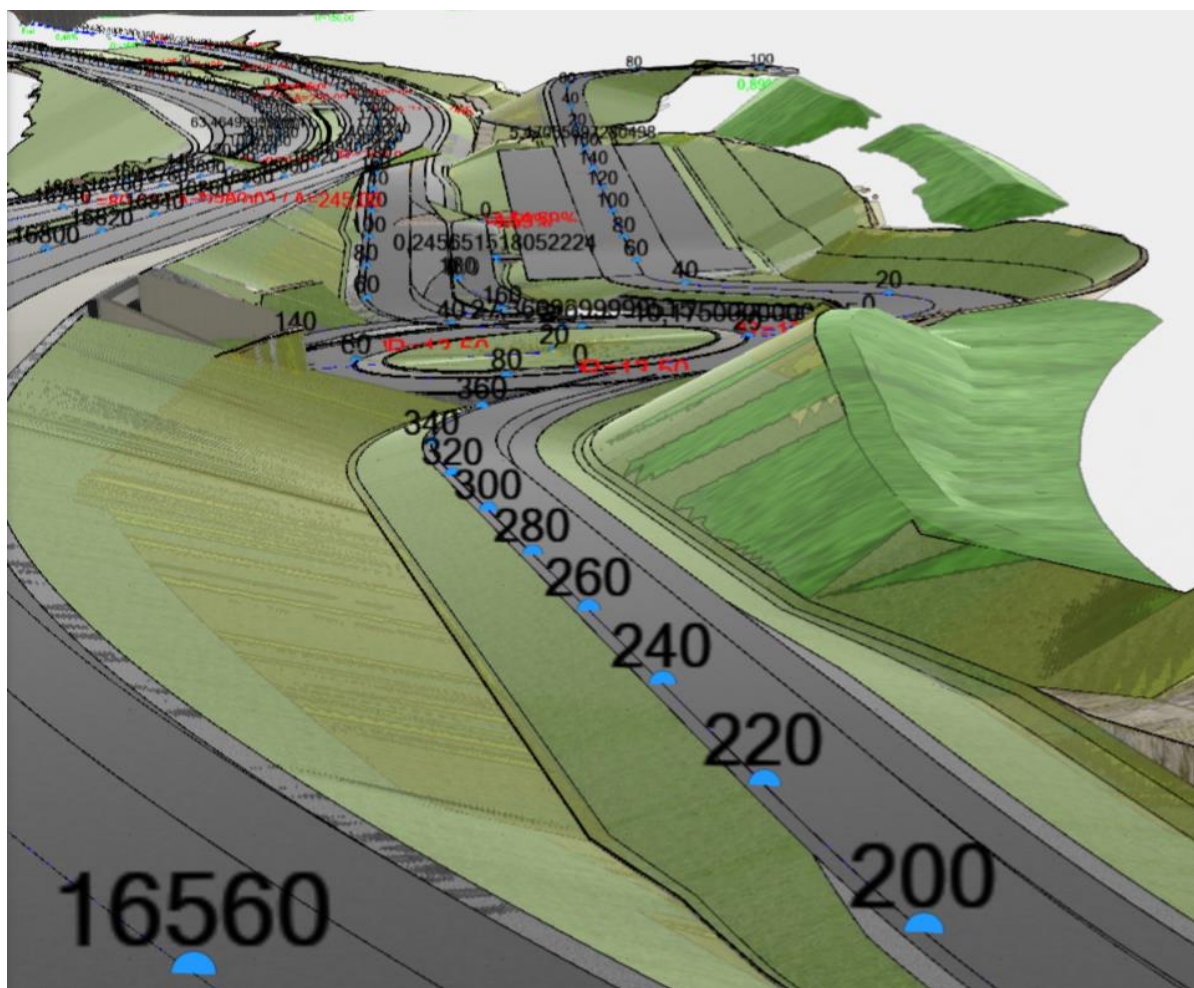
### 7.5 16460-16620: Sikring av store blokker langs tidligere anleggsveg

Langs eksisterende anleggsveg fra tidligere vegbygging, er det store avløste bergparti. Det anbefales at terrenget rett over anleggsvegen inspiseres med tau, og at de mest ustabile partiene sikres. Det forventes nødvendig å benytte lange stag på 8-12 m.

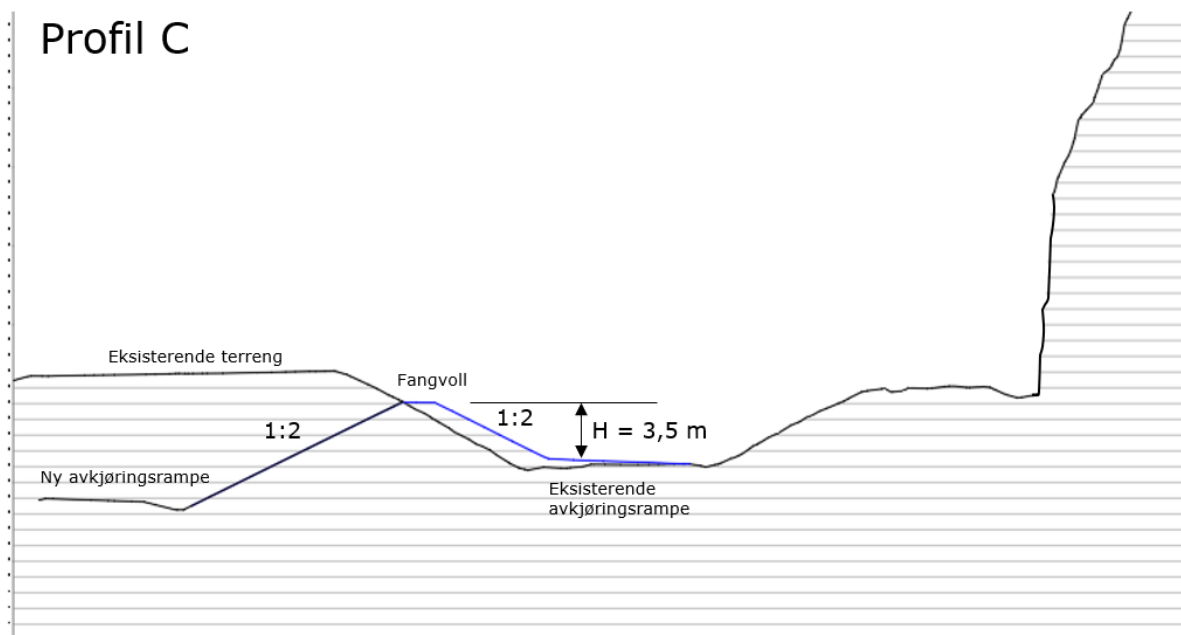
Med foreslått tiltak forventes at restrisiko for skred mot avkjøringsrampen blir lavere enn 1/50, og krav i N200 er tilfredstilt.

### 7.6 16500-16620: Fangvoll av eksisterende avkjøringsrampe fra sør (profilnr. 260-380)

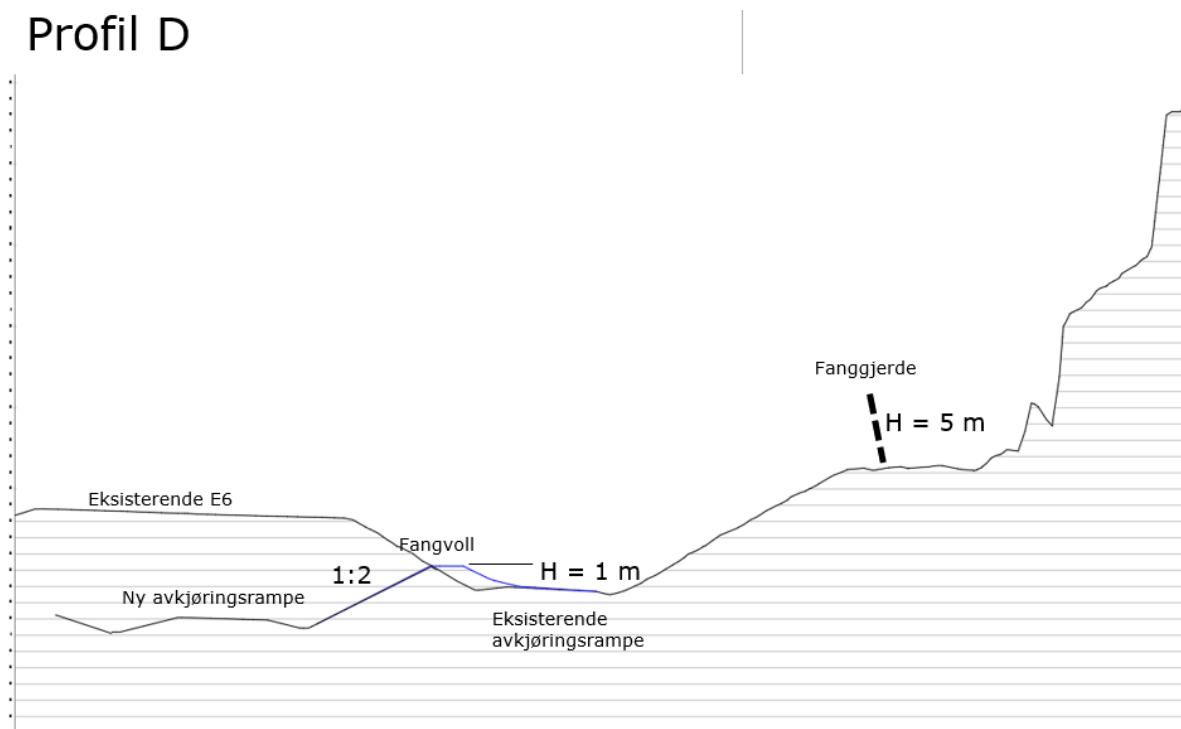
Eksisterende avkjøringsrampe fungerer som et fangområde for nedfall, og begrenser rekkevidden på faresonen 1/1000. Ny rampe blir liggende vest for eksisterende rampe, slik at det blir værende igjen en voll mellom disse. Det anbefales at massene mellom eksisterende og ny rampe ivaretas og utformes som en permanent voll. Plasseringer vist i Figur 45. Utforming bestemmes i tverrfaglig samarbeid med landskapsarkitekt, slik at vollen innarbeides i landskapsbildet. En foreløpig utforming er modellert, se Figur 47. Effektiv høyde på vollen stiger fra sør mot nord fra 1-4 m. Vollen overlappes med fanggjerd høyere i terrenget. Tverrsnitt C og D, se Figur 45, er vist i Figur 48 og Figur 49.



Figur 47: Foreløpig utforming av fangvoll som beskytter avkjøringsrampe fra sør inn mot Hommelvikkruset.



Figur 48: Tverrsnitt C.



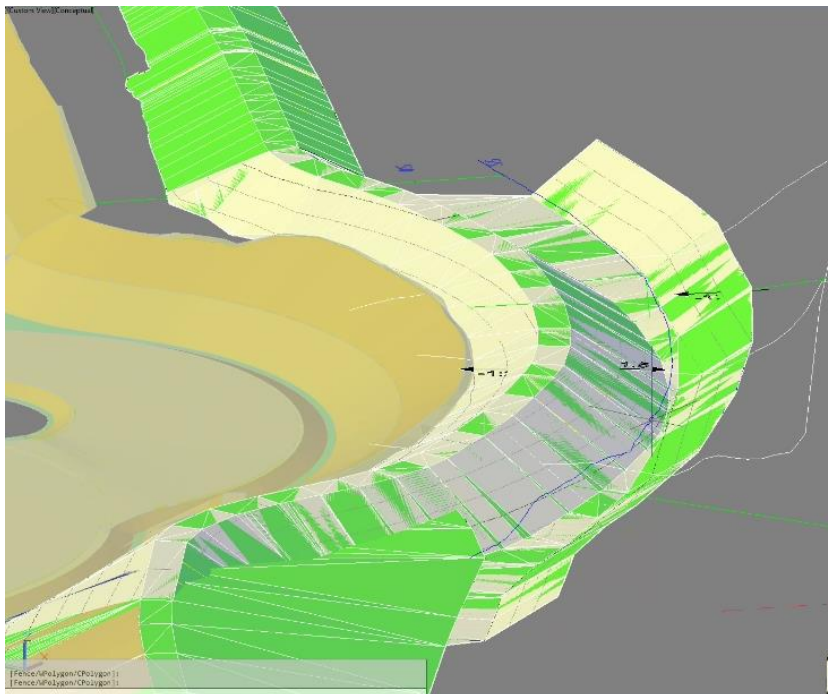
Figur 49: Tverrsnitt D.

Med foreslåtte tiltak vurderes restrisiko for skred, mot avkjøringsrampen, å bli lavere enn 1/50. Krav i N200 er tilfredsstillt.

### 7.7 Hommelvikkryset: Fanggrøft

Det vil være nødvendig med en barriere som beskytter rundkjøringen mot nedfall. Det arbeides tverrfaglig med landskapsarkitekt for å finne en løsning der det etableres en fanggrøft, se Figur 50. Geoteknikk er involvert i vurdering av mulig gravedybde og områdestabilitet, slik at forhold

knyttet til kvikkleiresonen i kryssoområdet er i varetatt. Stabilitet er vurdert som tilfredsstillende av geoteknikk, ref E6RV-RAM-GTK-RPT-DS45-1008 (Rambøll, 2025). Foreløpig modell viser at det er mulig å oppnå en fanggrøft/voll med 3 m effektiv høyde til å stoppe nedfall.

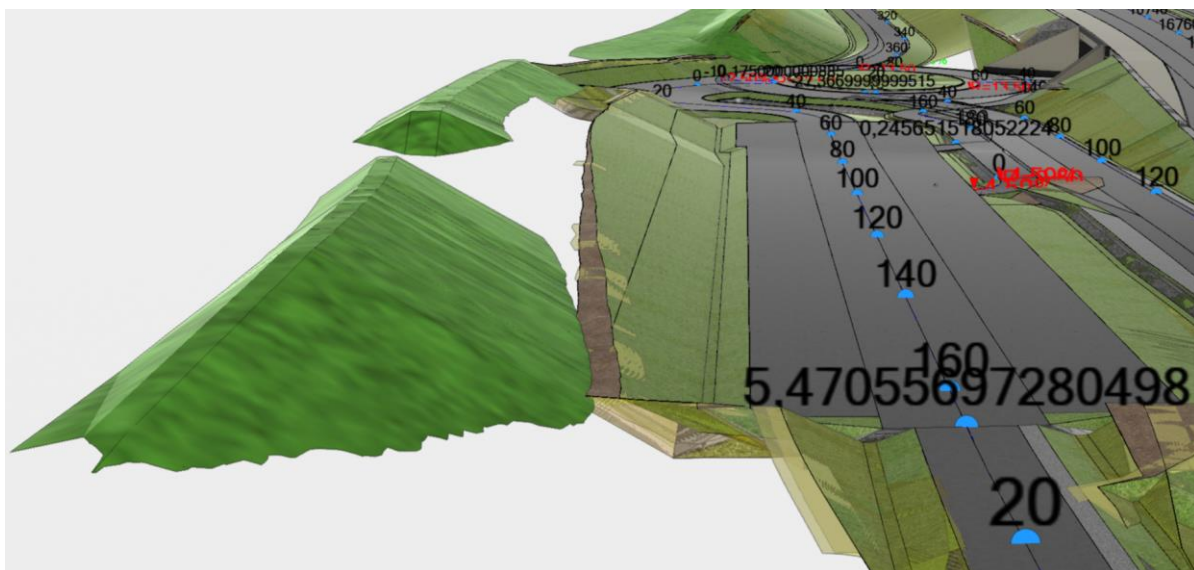


**Figur 50: Skissert fanggrøft/voll ved rundkjøringen. Utforming bestemmes i tverrfaglig samarbeid med landskapsarkitekt, vannhåndtering og geoteknikk.**

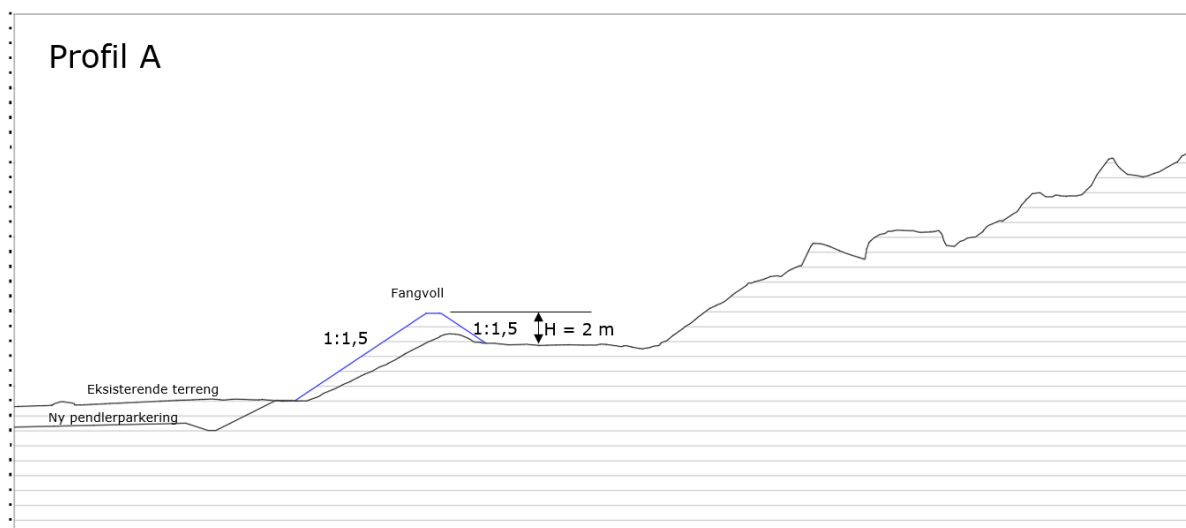
Med foreslått tiltak forventes at restrisiko for skred mot krysset/rundkjøringen blir lavere enn 1/50. Krav i N200 er tilfredsstillt.

### 7.8 Pendlerparkering: Voll

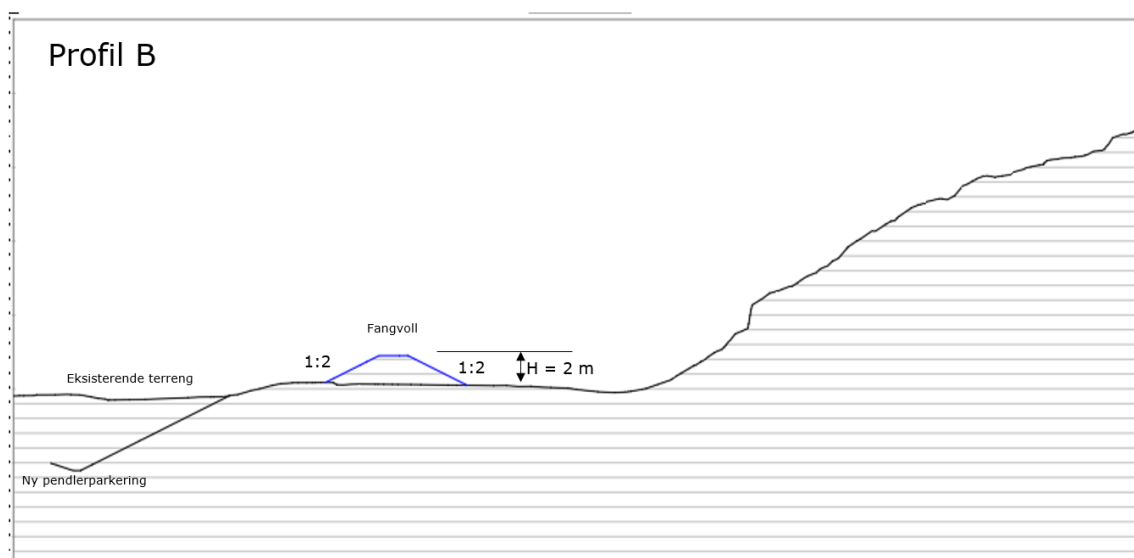
Pendlerparkeringen har krav til sikkerhet etter sikkerhetsklasse S2 i TEK 17, og det tillates en restrisiko for skred på 1/1000 eller lavere. Pendlerparkeringen ligger så vidt innenfor faresone 1/1000. Dimensjonerende for faresone 1/1000 er store blokker i størrelsesorden 5-8 m<sup>3</sup>. Bergmassen i området er til dels skifrig og vil lett deles i mindre fragmenter. Risikoreduserende tiltak for pendlerparkeringen er nødvendig. Pendlerparkeringen berøres så vidt av faresone 1/1000, hovedsakelig fordi planlagt skråningsutslag kommer innenfor faresonene. Det anses derfor nødvendig kun med en liten barriere for å redusere risikoen til et akseptabelt nivå. Et aktuelt tiltak kan være å etablere en voll langs toppkant av skråningsutslaget. Det pågår et tverrfaglig samarbeid med geoteknikk og landskapsarkitekt for å finne en god løsning. Nord for Millionbygget eksisterer det en voll i dag. Denne kan forhøyes til 2 m effektiv høyde, som vist i Figur 51 og snitt i Figur 52. Områdestabilitet er vurdert som tilfredsstillende av geoteknikk, ref E6RV-RAM-GTK-RPT-DS45-1008 (Rambøll, 2025). Sør for Millionbygget kan det etableres en voll av jordmasser med stabil vinkel omtrent 1:2, slik at effektiv fanghøyde blir 2 m, se snitt i Figur 53. Geoteknisk stabilitetsberegning viser at en slik voll må ligg minimum 5 m innenfor toppkant skråning. I tillegg anbefales det at arealet av eksisterende pendlerparkering tilbakeføres slik at det bidrar til å dempe nedfall. Dette kan være utlegging av dempende materialer og om mulig legge terrenget med helning som bremser nedfall.



Figur 51: Foreløpig modell av vull over pendlerparkeringen.



Figur 52: Snitt A.



Figur 53: Snitt B.

Med foreslått tiltak forventes at restrisiko for skred mot pendlerparkeringen blir lavere enn  $1/1000$ , og krav i TEK 17 er tilfredsstillt.

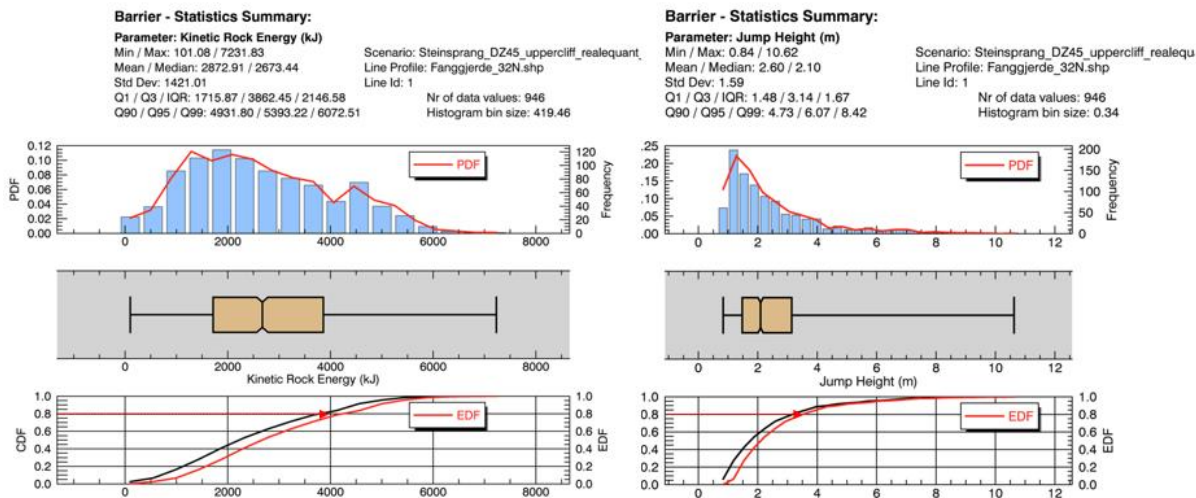
### 7.9 Bevaring av skog som har betydning for skredfaren

Skog er vurdert å ha betydning for faren for snøskred, se Figur 42. Skog i dette området må bevares. Bevaring av skog er innarbeidet i reguleringsplankart og bestemmelser.

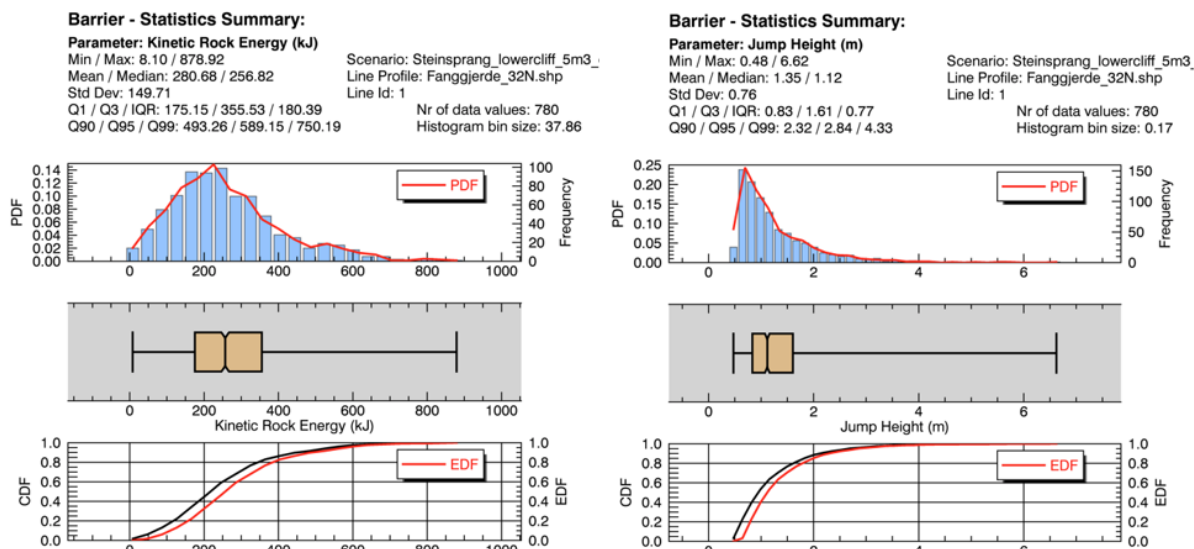
### 7.10 Millionbygg – Fanggjerde

Fanggjerde anbefales plassert bak av Millionbygg for å sikre mot steinsprang. Skreddynamikk er analysert der det er aktuelt å plassere fanggjerdet, se Figur 54. Beregningen viser at 80% av blokker har en energi på 4000 kJ og spretthøyde 3 m der gjerdet er tenkt plassert. Det vurderes at et fanggjerde med kapasitet 4000 kJ og 6 m høyde vil gi en akseptabel risiko for steinsprang for Millionbygget.

Øvre klippe



Nedre klippe



Figur 54: Barrier plots for kinetisk energi og spretthøyde langs de planlagte fanggjerdje bak av Millionbygg.

## 8. VIDERE ARBEIDER TIL BYGGEPLAN

Til byggeplan må følgende følges opp:

- Vurdering av skredfare og behov for risikoreduserende tiltak mot anleggsveger og anleggsområder, iht. krav 1.3.3.2.-1 i N200.
- Detaljprosjektere sikringstiltak mot skred. VA og LARK må involveres i detaljprosjektering av voll og grøfter.
- Inspiseres ustabil bergparti over Hommelvikkrisset i den aktive skredrennen på kote 110.



## 9. BEMANNING I BYGGEFASEN

Jfr. Krav 1.6.4—1 i N200 skal det gis anbefaling om bemanning i byggefasen.

I byggefasen må fagpersoner på skred

- detaljprosjektore sikringstiltak
- vurdere om det er behov sikringstiltak mot skred for anleggsveger og anleggsområder.

## 10. REFERANSER

- AV-klima. (2024). Hentet fra <https://nve-av-klima.azurewebsites.net/>
- Byggkvalitet, D. f. (Hentet 2024). Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. Direktoratet for Byggkvalitet.
- Multiconsult, & Acciona. (2019). E6 Ranheim – Værnes Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan – Dagsone Stavsjøfjelltunnelen-Værnes E6RV-MUL-GE-RPT-CAH13-0005 rev 02 datert 08.11.2019. Nye Veier.
- NIBIO. (2024). *Skogressurskart*. Hentet 11 2024 fra <https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&zoom=0.4&x=7219344&y=284337.75&gLayer=graatone>
- Norge i Bilder. (2024). (Kartverket, NIBIO og Statens vegvesen) Hentet 12 2024 fra <https://www.norgebilder.no/?id=3502>
- Norges Geologiske Undersøkelse (NGU). (u.d.). *Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabse*. Hentet 10 23, 2024 fra [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/)
- Norges Geologiske Undersøkelse (NGU). (u.d.). *Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabse*. Hentet 10 23, 2024 fra [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/)
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (u.d.). *Aktsomhet snøskred Trøndelag*. Hentet 10 23, 2024 fra <https://temakart.nve.no/link/?link=aktsomhet&layer=5&field=kommunenavn&value=Trondheim&buffer=10000>
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (u.d.). *Aktsomhetskart flom- og jordskred*. Hentet 10 23, 2024 fra <https://temakart.nve.no/tema/jordflomskredaktsomhet>
- NVE. (2020). *VEILEDER FOR UTREDNING AV SIKKERHET MOT SKRED I BRATT TERRENG - UTREDNING AV SKREDFARE I REGULERINGSPLAN OG BYGGESAK*. Nettversjon: 12.11.2020. [URL: <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>].
- Rambøll. (2023). *E6 Ranheim Værnes II Geologisk inspeksjon, midlertidig tiltak Hommelvikskjæringen, datert 18.12.2023*. Nye Veier.
- Rambøll. (2025). *E6 Ranheim-Værnes Etablering av vegetasjon og revegetering, E6RV-RAM-LS-RPT-DZ45-1002*.
- Rambøll. (2025). *E6RV-RAM-GTK-RPT-DS45-1008 Geoteknisk rapport omregulering Hommelvik*.
- Rambøll, & Acciona. (2022). *E6 Ranheim – Værnes Interpretative report – Geotechnical report for day zone 4+5, E6RV-DJV-GT-RPT-DZ45-0001 Rev 05 01.04.2022*. Nye Veier.
- Rambøll, & Acciona. (2022). *E6 Ranheim-Værnes Engineering geological report - Day zone 4-5 E6RV-DJV-GE-RPT-DZ45-0001 Rev 04 datert 22.09.2022*. Nye Veier.
- Statens Vegvesen. (2024). *N200 vegbygging*.

## VEDLEGG

**Vedlegg 1: Bildevedlegg**

**Vedlegg 2: Registeringskart**

**Vedlegg 3: Faresonekart**

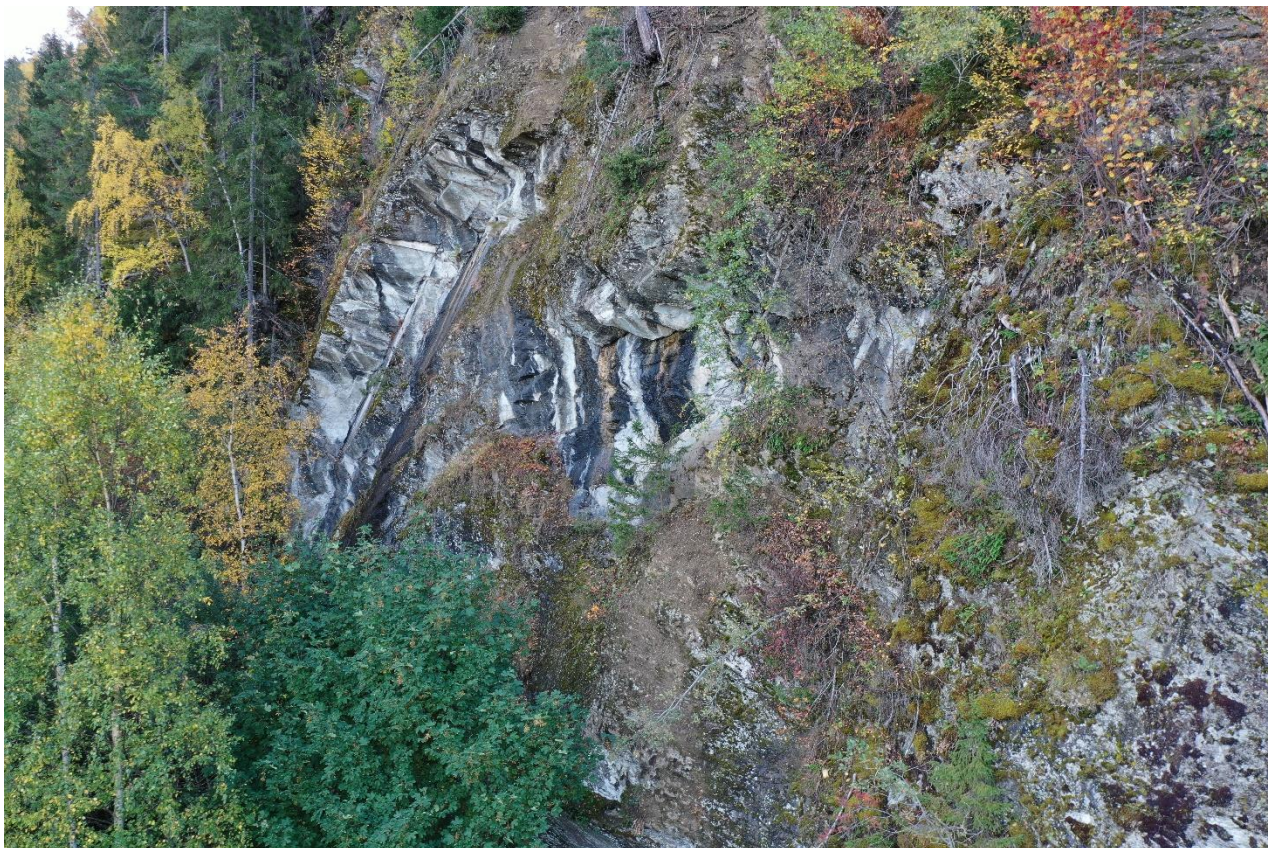
**Vedlegg 4: Skog med betydning for skredfaren**

**Vedlegg 5: Anbefalte sikringstiltak**

## Bildevedlegg



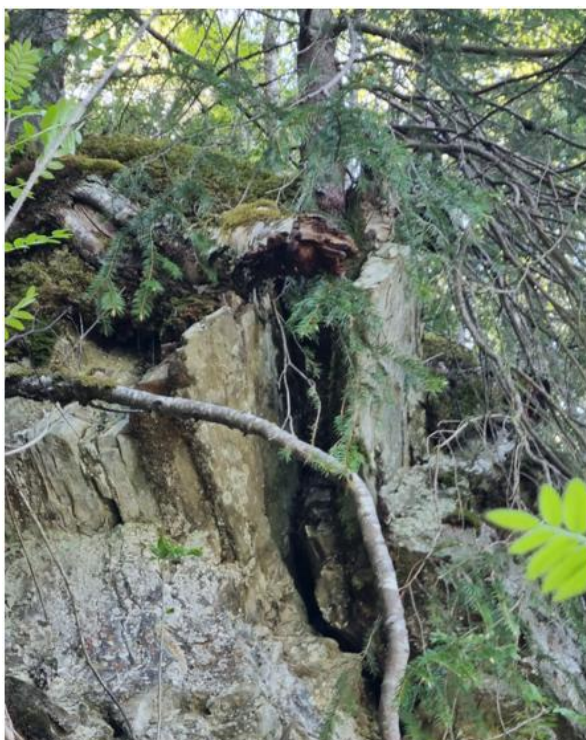
Figur 1: Dronebilde fra nedre del av terrenget over eksisterende pendlerparkering. Her er det uoversiktlige forhold med avløste blokker og løsmasser av forvittringsmaterialer.



Figur 2: Nedre klippeområde over eksisterende pendlerparkering. Her der det observeret store avløste flak. I nedkant av dette partiet er det kartlagt blokker fra nylig steinsprangaktivitet.



Figur 3: Omtrent samme område som Figur 2, og rett over Hommelvikkrysset. Synlig jevnlig aktivitet med utglidning av løsmasser. I dette området er det registrert en større steinsprang/jordskred-hendelse i september 2012.



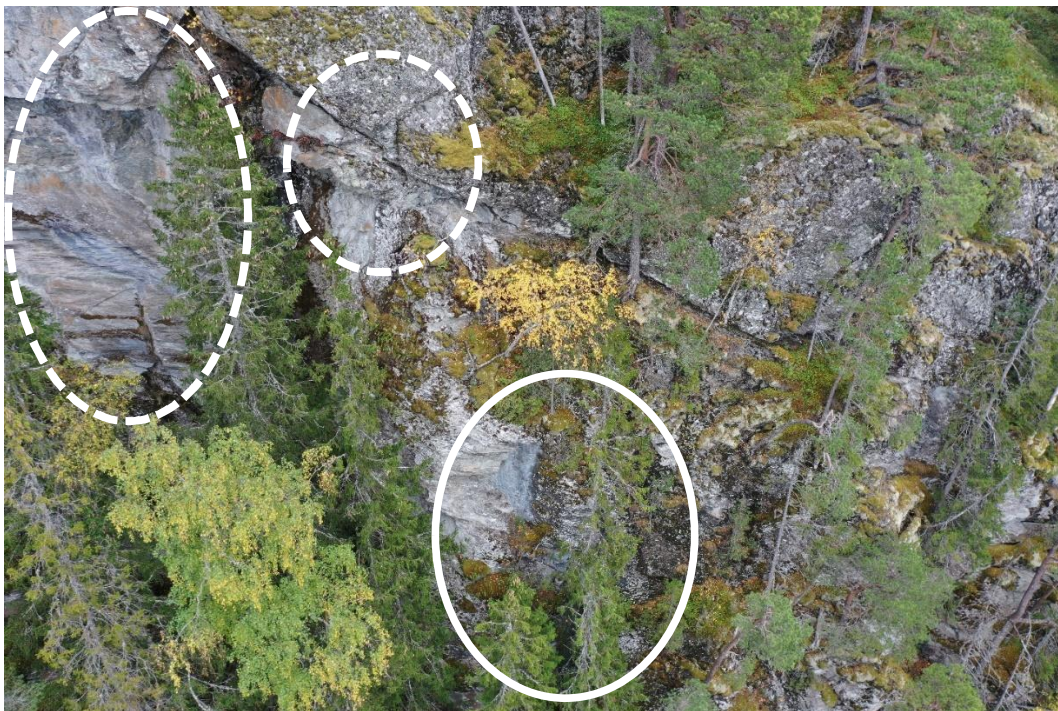
Figur 4: Rotsprening og synlig steinsprangaktivitet i det nedre klippeområdet, som ligger rett over eksisterende anleggsveg mellom Hommelvikkrysset og eksisterende høye bergskjæring.



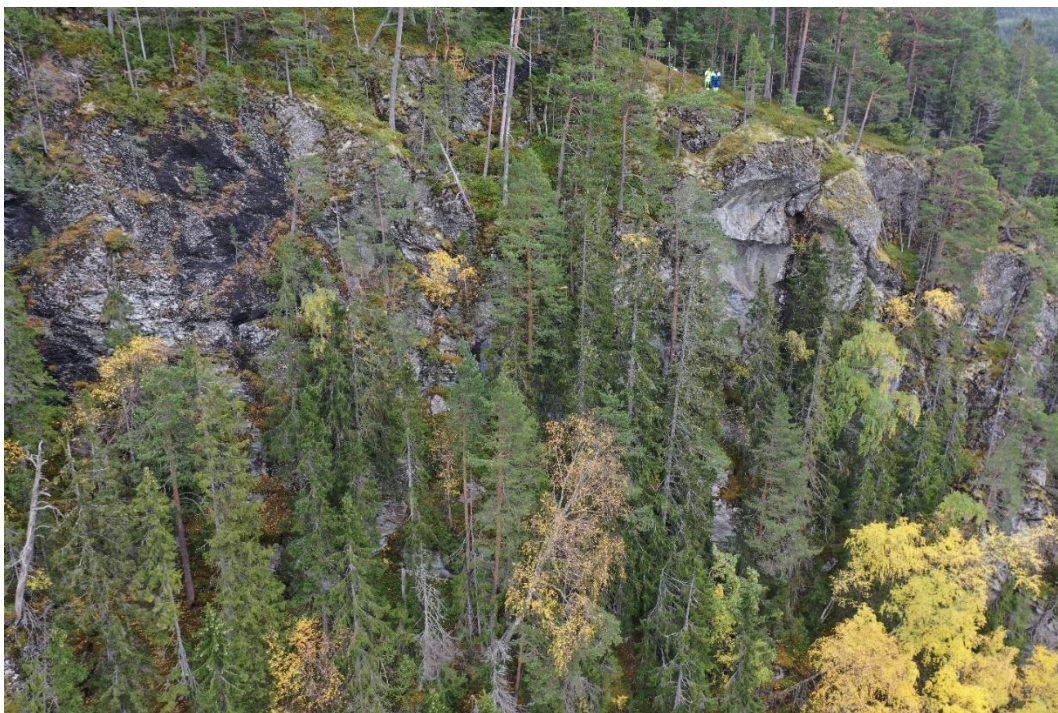
Figur 5: Øvre klippeområde over E6, sør sør Hommelvikkrysset.



Figur 6: Øvre klippeområde. Tegn til nylig steinsprangaktivitet er observert i området, hvit sirkel.



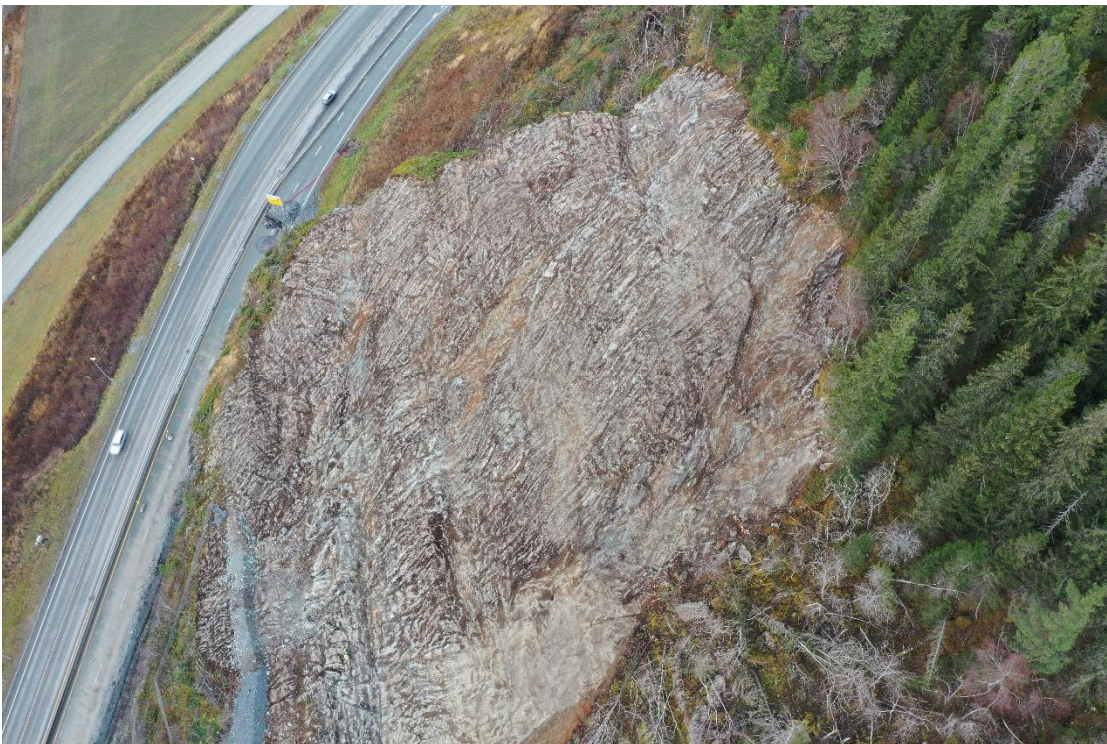
Figur 7: Like nord for Figur 6. Heltrukket sikel er samme som i Figur 6. Sylig tegn til nylig aktivitet og tadelige avløste blokker er markert.



Figur 8. Øvre klippeparti som vist i Figur 5, 6 og 7 sett fra nord.



Figur 9: Terrenget nord for eksisterende høye bergskjæring før området ble rensket.



Figur 10: Terrenget over eksisterende høye bergskjæring etter avtaking av vegetasjonsdekket.





Figur 11: Figur 10: Terrenget over eksisterende høye bergskjæring etter avtaking av vegetasjonsdekket. Det er lagt opp en midlertidig voll som er synlig lengst til venstre i bildet.



Figur 12: Hjørnet rett nord for eksisterende høye bergskjæring.



Figur 13: Klippe i hjørnet rett nord for eksisterende høye bergskjæring, dvs. klippe under terrenget som er vist i Figur 12. Det er tegn til nylig utfall i klippene, og det er observert blokker i terrenget i underkant, se Figur 14.



Figur 14: Det er registrert nylig steinsprangaktivitet i området vist i Figur 12 og 13, markert med hvit sirkel.



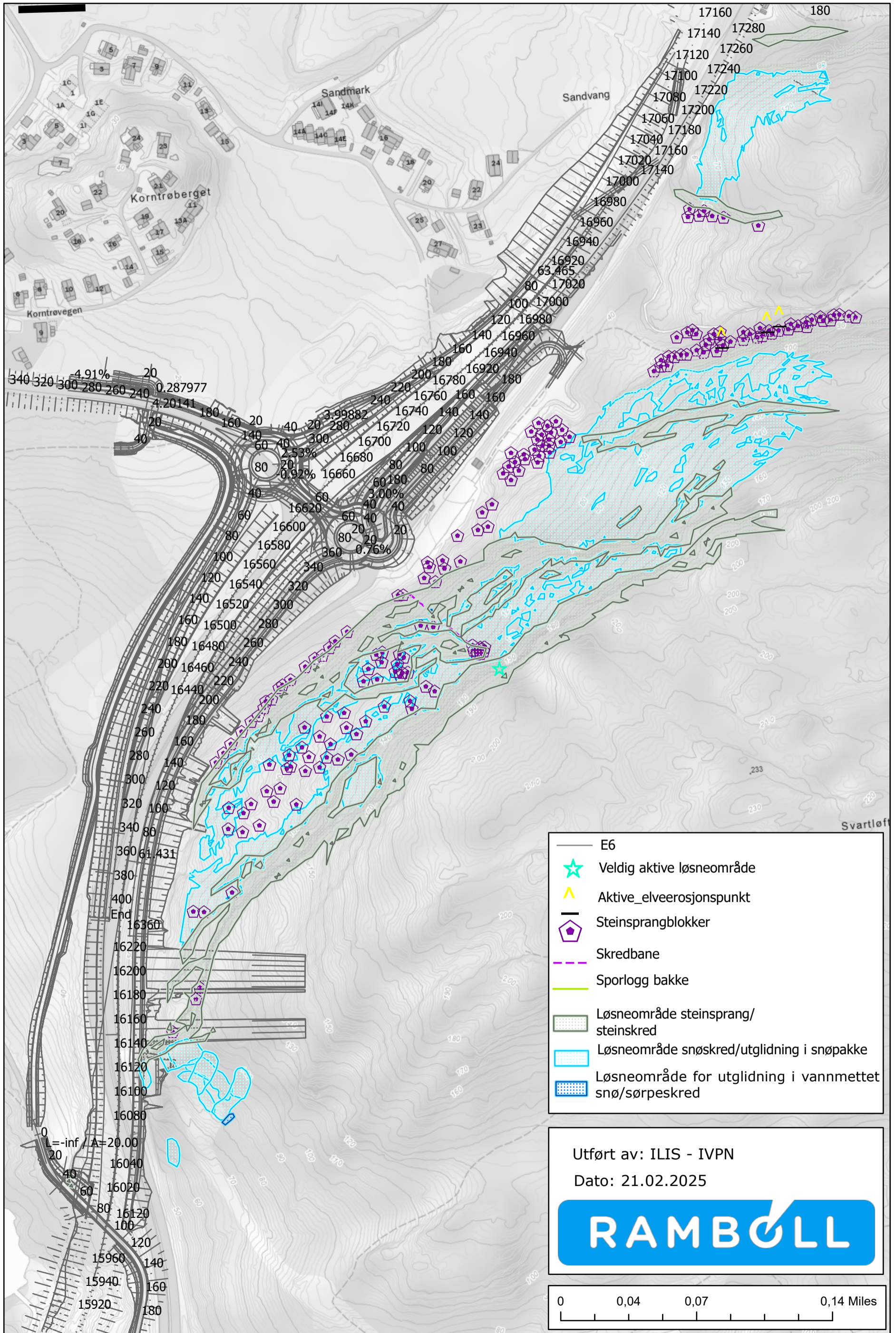
Figur 15: Skredrenne over Hommelvikkrysset. Her der det tydelig tegn på jevnlig aktivitet.



Figur 16: Skredrenne over Hommelvikkrysset. Her der det tydelig tegn på jevnlig aktivitet.



Figur 17: Skredrenne over Hommelvikkrysset. Her der det tydelig tegn på jevnlig aktivitet.

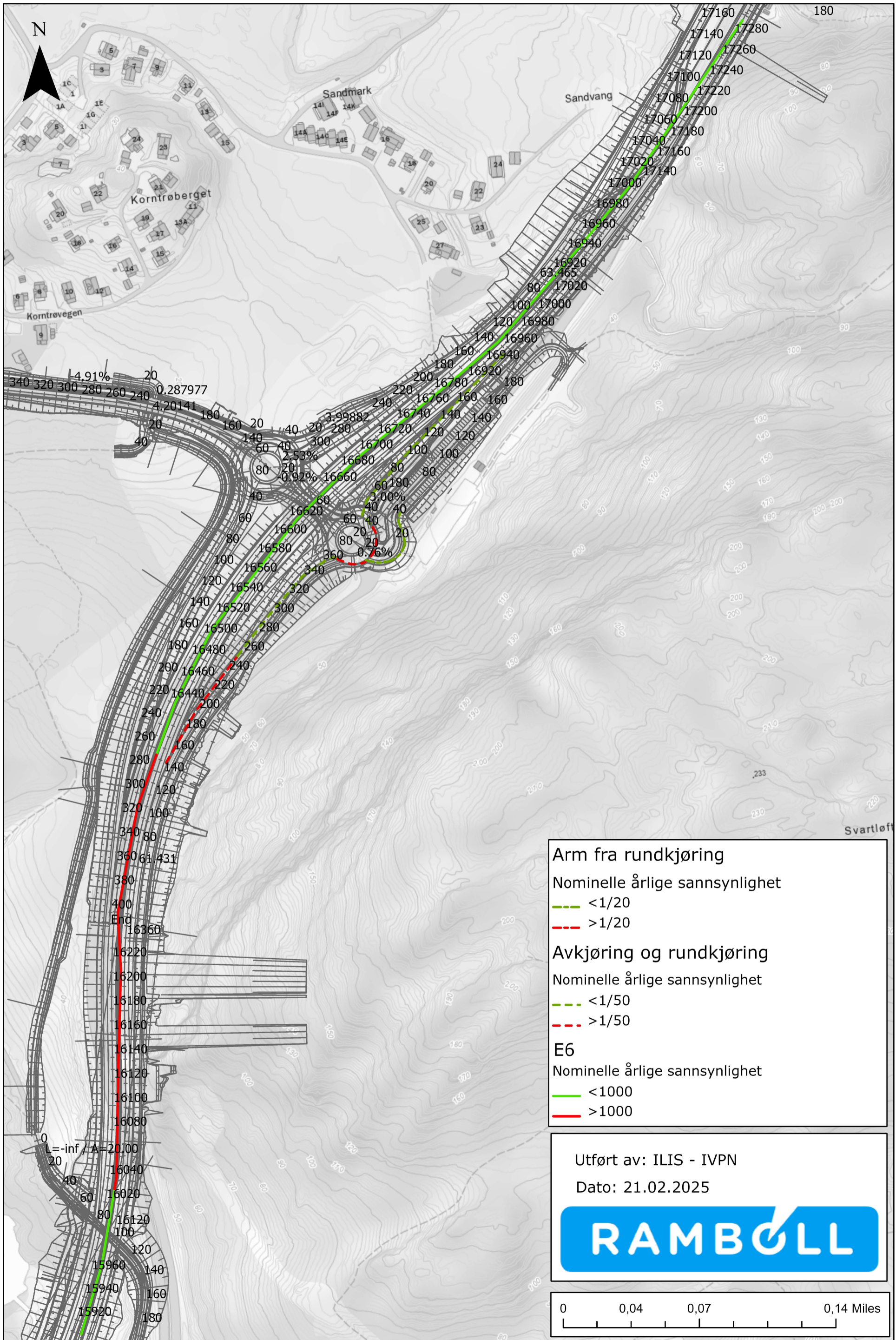


- E6
- ★ Veldig aktive løснеområde
- ▲ Aktive\_elveerosjonspunkt
- Steinsprangblokker
- Skredbane
- Sporlogg bakke
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde snøskred/utglidning i snøpakke
- Løsneområde for utglidning i vannmettet snø/sørpeskred

Utført av: ILIS - IVPN  
 Dato: 21.02.2025

**RAMBOLL**

0 0,04 0,07 0,14 Miles


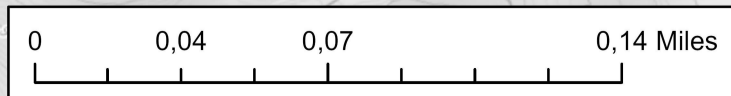


**Arm fra rundkjøring**  
 Nominelle årlige sannsynlighet  
 --- < 1/20  
 - - - > 1/20

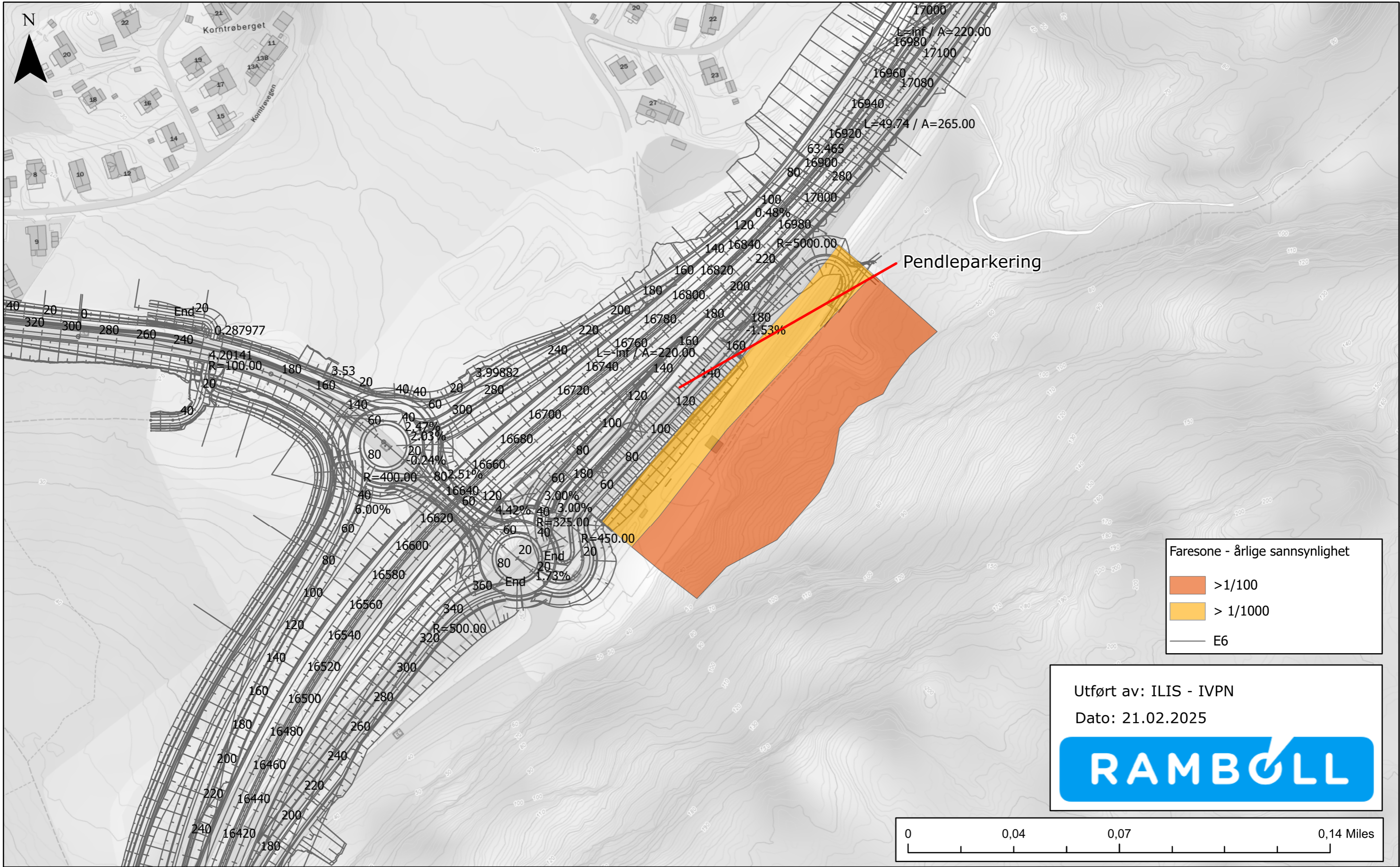
**Avkjøring og rundkjøring**  
 Nominelle årlige sannsynlighet  
 --- < 1/50  
 - - - > 1/50

**E6**  
 Nominelle årlige sannsynlighet  
 --- < 1000  
 - - - > 1000

Utført av: ILIS - IVPN  
 Dato: 21.02.2025


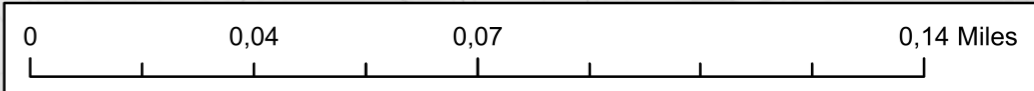


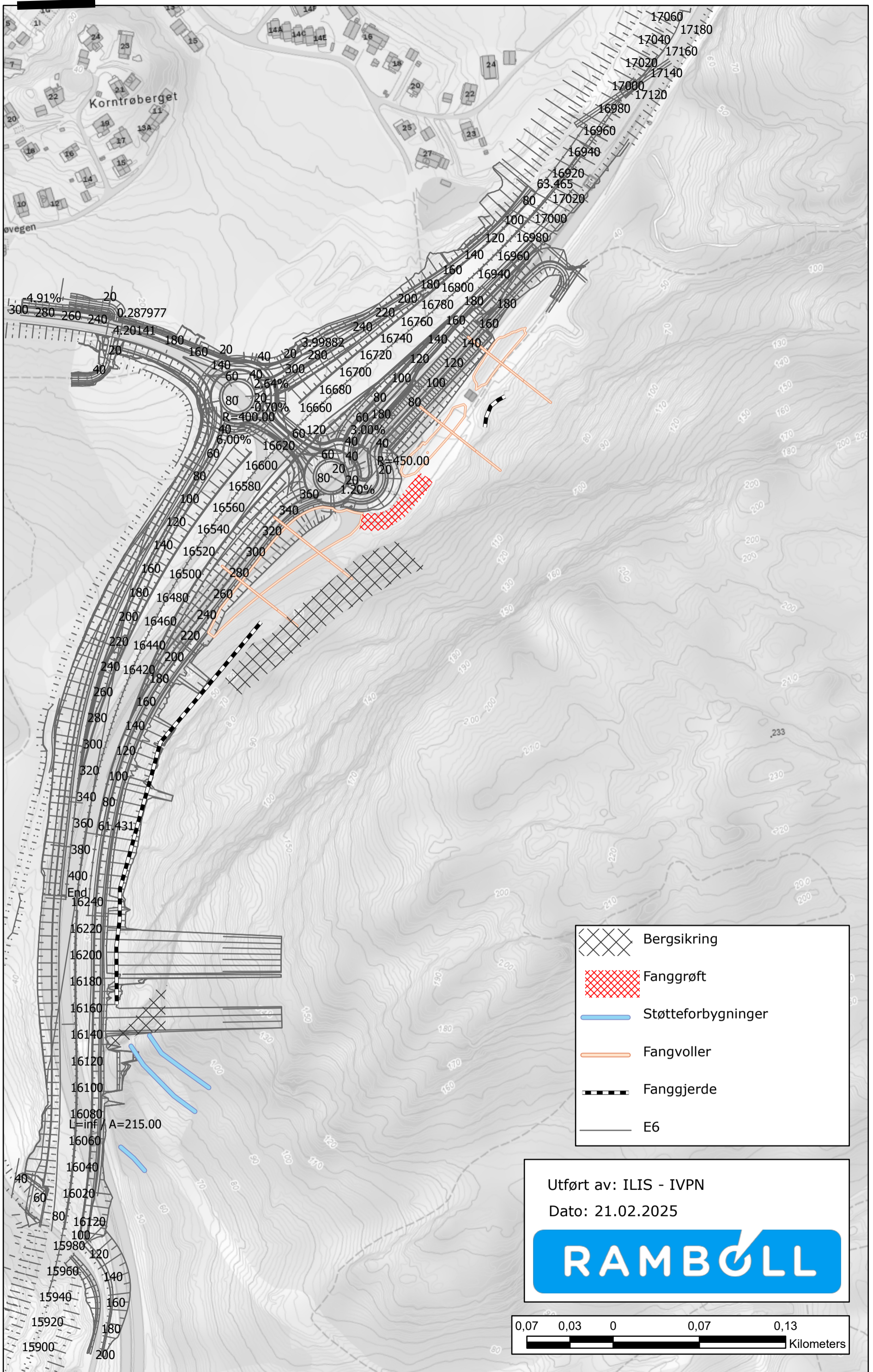








Faresone - årlige sannsynlighet

- >1/100
- > 1/1000
- E6

Utført av: ILIS - IVPN  
 Dato: 21.02.2025



	Bergsikring
	Fanggrøft
	Støtteforbygninger
	Fangvoller
	Fanggjerde
	E6

Utført av: ILIS - IVPN  
 Dato: 21.02.2025  
