



1350054996 Fv6590 Bennavegen G/S-veg

Fagrapport: Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan

Oppdragsnavn **Fv 6590 Bennavegen GS-veg**
Prosjekt nr. **1350054996**
Mottaker **Heidi Eggen**
Dokument nr. **1350054996 geo rap 3 Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan**
Versjon **2**
Dato **22.01.2025**
Utført av **Stein Vegar Rødseth**
Kontrollert av **Stein Heggstad**
Godkjent av **Sissel Alne Amundsen**

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
0	09.10.2023	Opprinnelig linje	Stein Vegar Rødseth/ Brage Angell	Stein Heggstad	Sissel Alne Amundsen
1	06.06.2024	Små justeringer av linje. Endringene påvirker ikke forhold som er omtalt i rapporten og tekst og tegninger er derfor ikke revidert.	Stein Vegar Rødseth	Stein Heggstad	Sissel Alne Amundsen
2	22.01.2025	Små justeringer av linje. Endringene påvirker ikke forhold som er omtalt i rapporten og tekst og tegninger er derfor ikke revidert	Stein Vegar Rødseth	Stein Heggstad	Sissel Alne Amundsen

Sammendrag

Rambøll er engasjert av Trøndelag fylkeskommune som skal bygge gang- og sykkelveg på fv. 6590 Bennavegen i Melhus kommune fra Hermanstad fv. 695 til krysset mellom fv. 695 og fv. 672. Her vil ny gang- og sykkelveg kobles til eksisterende gang- og sykkelveg mot Kvål. G/S-vegen er ca. 2,2 km lang. Tiltaket forutsetter blant annet en nærmere vurdering av grunnforholdene i området. Dette er en ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan for tiltaket.

Det er i planfasen foretatt grunnboringer og ingeniørgeologiske befaringer i forbindelse med planlegging av veistrekning. Det er varierende tykkelse av løsmasser som generelt er dekt av et lag med torv på ca 0,5 m. Ved profil 940-1025 er det en bergskjæring som er ca. 8 m høy over ferdig vei. Det kan bli behov for å støtte opp løsmasser ovenfor bergskjæringen på deler av denne strekningen. Det er også en mindre skjæring mellom 1360-1375. Det er på NGU`s kart berggrunskart vist en middels oppsprukket grønnstein i utbyggingsområdet. Det stemmer overens med observasjoner på befaring. Det er kartlagt 4 dominerende sprekkeretninger. Det er ingen kartlagte svakhetssoner på strekningen med skjæring.

Det er tidligere tatt en prøve av bergarten i området fra nærliggende pukkverk som viser at bergmassen kan brukes i vegbygging som bærelag, forsterkningslag og i fylling. Det bør imidlertid tas ut prøver fra massene i linjen for å verifisere dette. Bergarten i området er grønnstein og det forventes ikke behov for spesielle tiltak ved behandling av bergmassene når det gjelder syredannende berg eller tungmetaller.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning – bakgrunn og hensikt	5
2 Utførte undersøkelser	5
2.1 Tidligere utførte undersøkelser	5
2.2 Utførte undersøkelser for reguleringsplan	5
2.2.1 Befaringer	5
2.2.2 Grunnboringer	6
2.2.3 Miljøundersøkelser	6
2.3 Grunnlag for prosjektering	6
3 Bergskjæringer	6
4 Myndighetskrav	7
4.1 Geoteknisk kategori	7
4.2 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC)	8
4.3 Krav til kontroll	8
4.1 Sikkerhet mot skred	9
Faktadel	9
5 Dimensjonerende trafikkmengde	9
6 Bergarter og regionalgeologi	9
7 Bergmassebeskrivelse	10
8 Oppsprekking	11
9 Svakhetssoner	13
10 Boravvik	13
11 Løsmasser - Kvartærgeologi	14
12 Vannforhold – hydrologi/hydrogeologi	16
13 Omgivelser	17
14 Skredfare	18
14.1 Aksomhetskart	18
14.2 Registrerte skredhendelser	19
15 Dyp- og grunnsprengning	20
Ingeniørgeologiske vurderinger – Tolkingsdel	20
16 Vurdering av skredfare	20
17 Vurdering av mekaniske egenskaper og anvendelse av sprengsteinsmassene	20
18 Bergskjæring profil 940-1025	23
18.1 Eksisterende bergskjæring	23
18.2 Prosjektert ny bergskjæring	23
19 Ingeniørgeologiske vurderinger av utfallsmekanismer i bergskjæringer og boravvik	25
20 Skjæringer i profil 940-1025	25
20.1 Utfallsmekanismer i bergskjæringer og boravvik	25
20.2 Vurdering av boravvik	28
20.3 Krav til rystelser	28
20.4 Bergsikring – metode og mengder.	29
20.5 Anbefalt sprenging	31
20.6 Vurdering av geometrisk utforming av skjæringer	31
21 Bergskjæring mellom profil 1360 og 1375	32
21.1 Prosjektert ny bergskjæring	33
21.1.1 Resultat fra ingeniørgeologiske undersøkelser	34
21.1.2 Spesielle lokale hensyn	34
21.1.3 Utfallsmekanismer i bergskjæringer og boravvik	34
Kinematisk analyse	34
21.1.4 Krav til rystelser	37
21.1.5 Bergsikring	37
21.1.6 Anbefalt sprenging	38
22 Vurderinger – hydrologi/hydrogeologi	38
23 Vurderinger tiltak i forhold til omgivelser	38
24 Krav til håndtering av sprengsteinsmasser	38
25 Ingeniørgeologisk kompetanse og oppfølging i byggefasen	39
26 Vannømfintlighet, dypsprenging, grunnsprenging	39
27 Gjennomførbarhet/SHA/spesielle forhold	39
28 Anbefalte videre undersøkelser	40
29 Kilder	40

Vedlegg

- Vedlegg 1: Geologisk kart i målestokk 1:1000 for bergskjæring mellom profil 940 og 1025
- Vedlegg 2: Geologisk kart i målestokk 1:1000 for bergskjæring mellom profil 1355 og 1375
- Vedlegg 3: Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS8141 2001 Profil 940-1025
- Vedlegg 4: Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS8141 2001 Profil 1360-1375
- Vedlegg 5: Tverrprofiler fra profilnr. 940 til 1025
- Vedlegg 6: Tverrprofiler fra profilnr. 1360 til 1375
- Vedlegg 7: Ingeniørgeologisk kart med lengdesnitt for 940 til 1025
- Vedlegg 8: Ingeniørgeologisk kart med lengdesnitt for 1360 til 1375

1 Innledning – bakgrunn og hensikt

Trøndelag fylkeskommune skal bygge gang- og sykkelveg på fv. 6590 Bennavegen i Melhus kommune fra Hermanstad fv. 695 til krysset mellom fv. 695 og fv. 672. Her vil ny gang- og sykkelveg kobles til eksisterende gang- og sykkelveg mot Kvål. G/S-vegen er ca. 2,2 km lang. Tiltaket forutsetter omlegging og endring av kommunalt VA- anlegg og en nærmere vurdering av grunnforholdene i området. Reservevannledningen fra Benna til Trondheim går et stykke langs vegen. G/S-vegen vil også komme inn i et område med kvikkleire med faregrad 4. Trøndelag fylkeskommune har engasjert Rambøll for å bistå med blant annet ingeniørgeologisk prosjektering.

Foreliggende rapport er en ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan for strekningen.

2 Utførte undersøkelser

2.1 Tidligere utførte undersøkelser

Det er gjort innledende undersøkelser i 2020-2021 i forbindelse med en reguleringsplan som ble forkastet. Det ble i den forbindelse laget et foreløpig ingeniørgeologisk notat av ingeniørgeologer fra Rambøll. Deler av denne rapporten er bygd på notatet.

Det er i forbindelse med reguleringsplanen som ble forkastet i 2021 utført 18 totalsonderinger, 3 enkle sonderinger, 3 trykksonderinger, satt ned 4 poretrykksmålere og tatt opp 14 prøveserier. 16 av sonderingene er avsluttet med 0,8-3,0 meter kontrollboring i berg, 3 av sonderingene er avsluttet mot antatt berg og 2 av sonderingene er avsluttet i løsmasser uten at berg er registeret.

Sonderingene tyder generelt på et øvre, fastere lag av tørrskorpe og friksjonsmasser. Under topplaget er det for borpunktene i nord og øst påtruffet leire/siltmasser til berg eller friksjonsmasser over berg. For tre av punktene tyder sonderingene på kvikkleire/sprøbruddmateriale i dybden. Øvrige sonderinger tyder hovedsakelig på friksjonsmasser varierende fra finkornig til grovere masser over berg [1]

2.2 Utførte undersøkelser for reguleringsplan

2.2.1 Befaringer

Det ble utført en befaring 17.08.2023 av Stein Vegar Rødseth og Brage Angell i forbindelse med denne planfasen. Under befaringen ble det gjennomført en ingeniørgeologisk kartlegging av bergskjæringen ved profil 940-1025 og nærliggende områder som kan bli påvirket av tiltaket.

2.2.2 Grunnboringer

Det er i forbindelse med reguleringsplanarbeidet utført 6 enkelsonderinger, 2 totalsonderinger, 2 prøvetakinger og 1 trykksondering. Sonderingene tyder generelt på et ca. 0,5 meter tykt lag med torv over løsmasser som hovedsakelig er bestående av leire, silt og sand. I et av borpunktene er det påvist kvikkleire fra dybde 7 – 10 m under terrenget. [2], [3].

2.2.3 Miljøundersøkelser

Det er ikke mistanke om at tilstedeværelsen av syredannende berg, tungmetaller eller radon, og det er derfor ikke tatt prøver av berget for å bekrefte dette. Vurderingene er tatt med grunnlag i rapporten M310/2015 20120842-01-R - Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter som sier noe om hvilke bergarter som potensielt kan være syredannende.

2.3 Grunnlag for prosjektering

Regelverk som grunnlag for prosjektering:

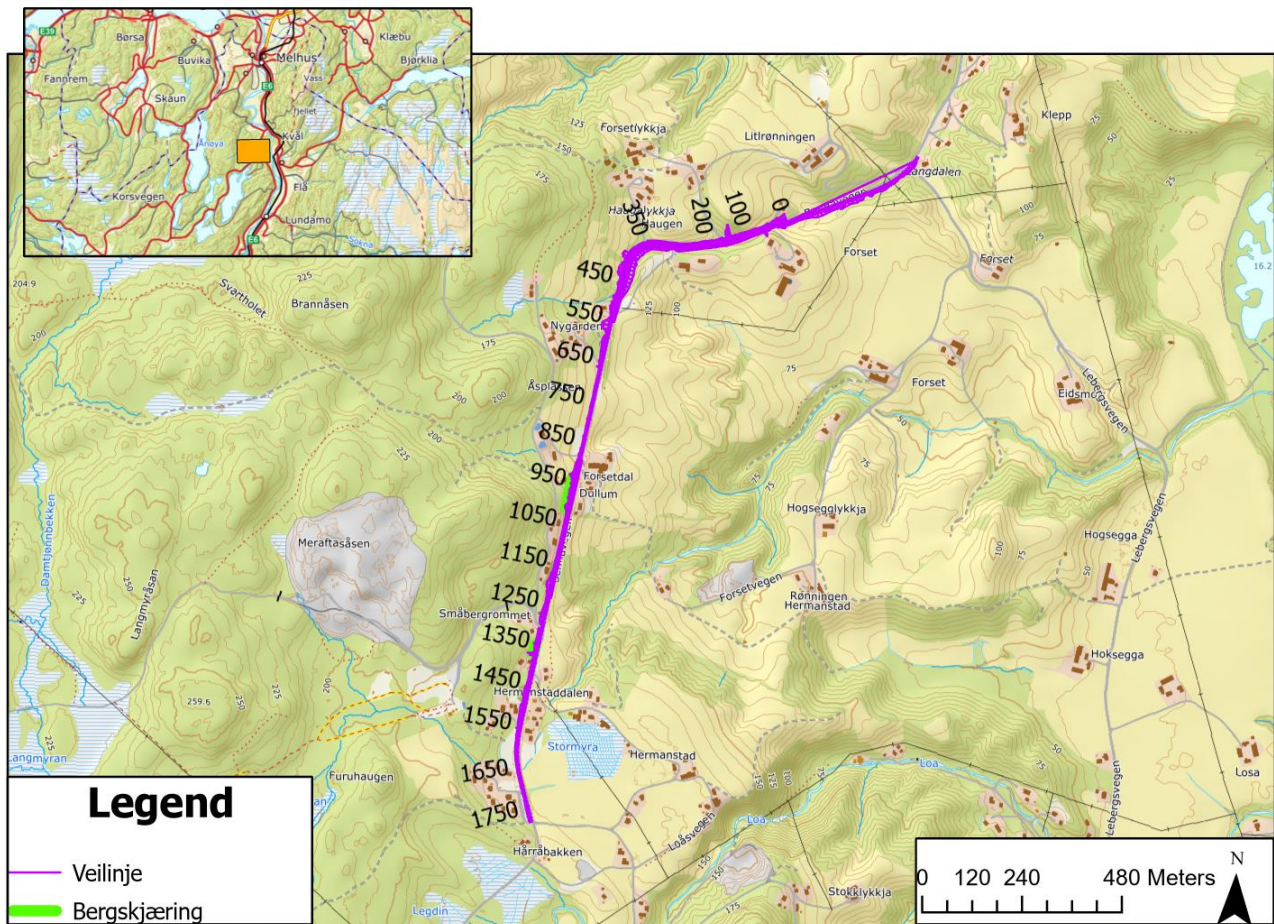
- Eurokode 7 [4]
- SVV håndbok N200 Vegbygging [5]
- NS 8141-1:2022 Vibrasjoner og støt, 2. utg. 2022 [6]
- NBG Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering, Veileder [7]
- NS-EN 1990-2002+A1-2005+NA-2016 [8]

Følgende grunnlag er ellers benyttet i forberedelse av feltarbeidet og utarbeidelse av denne rapporten:

- Novapoint modell, Rambøll, 2023
- Berggrunnskart fra NGU, 1:250 000 [9]
- Kvartærgeologisk kart fra NGU, 1:50 000 [10]
- NGU Radon aktsomhetskart [11]
- NGU GRANADA, grunnvannsdatabase [12]
- Aktsomhetskart skred fra NVE Atlas [13]
- Ny geoteknisk rapport for reguleringsplan, Rambøll, 2023 [2]
- Skredhendelser NVE [14]
- M310/2015 20120842-01-R - Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter [15]
- Håndbok V225 Bergskjæringer, SVV, 2020 [16]

3 Bergskjæringer

Et oversiktsbilde er vist i Figur 1.



Figur 1: Oversiktsbilde over planlagt trase med plassering av veilinje (lilla) og bergskjæring (grønn) for gang- og sykkelsti langs Fv6590 Bennavegen.

Det er planlagt 2 bergskjæringar som er lokalisert på vestsiden av traseen. Bergskjæringene er lokalisert mellom profil 940-1015 og har en maksimal høyde på ca 8 meter over ferdig vei samt en mindre bergskjæring med maksimal høyde på ca 4 meter mellom profil 1360-1375.

4 Myndighetskrav

4.1 Geoteknisk kategori

Ifølge håndbok N200 [5] skal prosjekter klassifiseres i geotekniske kategorier avhengig av kompleksitet og risiko. Håndboka angir at følgende bergskjæringar skal plasseres i Geoteknisk kategori 3:

1. Bergskjæringar høye enn 10 meter (målt fra ferdig vei)
2. Bergskjæringar der svakhetssoner/slepper vil kunne føre til større utglidningar.
3. Bergskjæringar i foten av høye skråningar/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer.
4. Bergskjæringar med skrånende terreng over skjæring, hvor skredfare og stabilitet må håndteres.
5. Bergskjæringar der hensynet til bygningar, konstruksjoner, infrastruktur o.l. i umiddelbar nærhet må ivaretas.
6. Bergskjæringar i bergarter som vil kunne gi forurensende avrenning.

Følgende bergskjæringer kan plasseres i geoteknisk kategori 2:

- middels høye (inntil 10 m) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet.

Følgende bergskjæringer kan plasseres i geoteknisk kategori 1:

- lave skjæringer < 5m.

For hovedlinjen vil vi ikke få bergskjæringer høyere enn 10 meter, men 1 skjæring mellom 5-10 meters høyde og 1 skjæring <5 meters høyde. Skjæringenes geotekniske kategori er vurdert, se Tabell 1.

Tabell 1 Bergskjæringer med geoteknisk kategori

Side av vei	Profilnummer	Høyde [m]	Geoteknisk kategori	Begrunnelse
Vest	940 - 1025	<9 m	2	Middels høye (inntil 10 m) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet. Hensyn til nærliggende bygninger til skjæring og skrånende terreng over skjæring må imidlertid håndteres.
Vest	1360 - 1375	<5 m	1	Lave skjæringer (<5 m)

4.2 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC)

For bergskjæringer skal konsekvensklassen og pålitelighetsklasse velges i henhold til tabell 1.1.2-1 og tabell 1.1.2-1 i håndbok N200 [5], angitt i samletabell under, se Tabell 2.

Tabell 2: Forholdet mellom geoteknisk kategori og konsekvensklasse/pålitelighetsklasse [5]

Geoteknisk kategori	Konsekvensklasse (CC)	Pålitelighetsklasse (RC)
1	CC1	RC1
2	CC2	RC2
3	CC3	RC3/RC4

Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse blir da henholdsvis CC2 og RC2.

4.3 Krav til kontroll

Eurokode 0 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll (PKK) og utførelseskontroll (UKK) avhengig av geoteknisk kategori, se Tabell 3.

Tabell 3: Forholdet mellom geoteknisk kategori og kontrollklasse [5].

Geoteknisk kategori	Prosjekteringskontrollklasse (PKK)	Utførelseskontrollklasse (UKK)
1	PKK1	UKK1
2	PKK2	UKK2
3	PKK3	UKK3

Prosjekteringskontrollklasse (PKK) og Utførelseskontrollklasse (UKK) blir da henholdsvis PKK2 og UKK2.

For PKK2/UKK2 kreves egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll, men den utvidede kontrollen kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert.

4.1 Sikkerhet mot skred

Fare for skred ned på veg fra naturlig sideterreng skal vurderes av skredfaglig rådgiver og eventuelle sikkerhetstiltak skal planlegges. Skredsannsynlighet skal vurderes mot dimensjonerende trafikkmengde som vist i tabellen under Tabell 4.

Tabell 4: Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg [5].

Skred-sannsynlighet \ Dimensjonerende trafikkmengde	< 200	200 – 499	500 – 1499	1500 – 3999	4000 – 7999	> 8000
Akseptabel skredsannsynlighet pr. km og år (bør-krav)	1/10	1/20	1/50	1/50	1/100	1/1000
Tolererbar skredsannsynlighet pr. km og år (skal-krav)	1/2	1/5	1/10	1/20	1/50	1/100

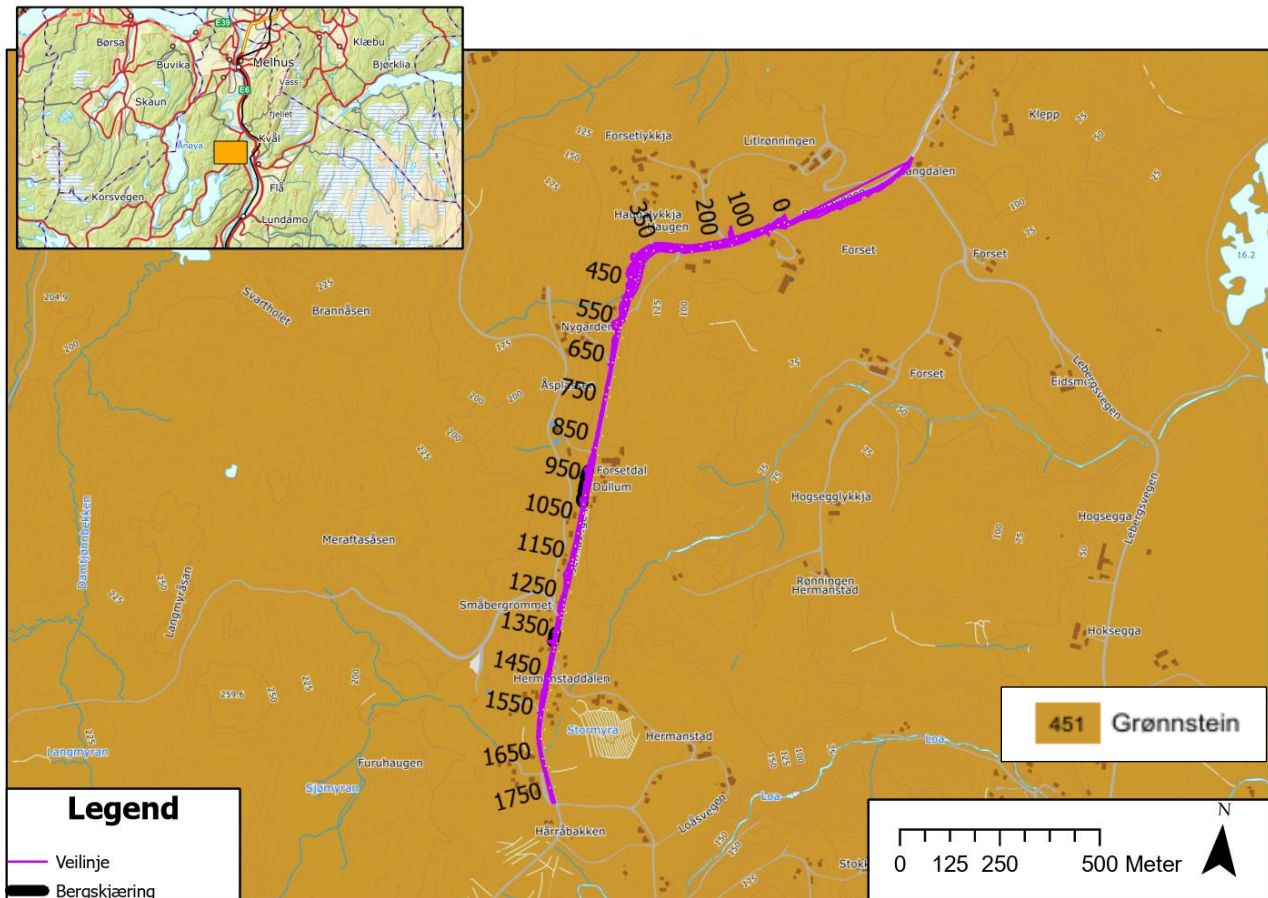
Faktadel

5 Dimensjonerende trafikkmengde

Denne rapporten har tatt utgangspunkt i en dimensjonerende trafikkmengde på 1500 ÅDT (årlig døgntrafikk).

6 Bergarter og regionalgeologi

I henhold til berggrunnskart fra NGU [9] tilhører bergartene i traseen Størendekket som er en del av den øvre kaledonske dekkserien tilhørende Trondheimsdekketkomplekset vist i Figur 2. Bergartene i området er antatt innskjøvet i perioden Ordovicium til Kambrium. Størendekket tilhører den vestre lavmetamorfe delen av Trondheimsdekketkomplekset. Bergartene her kjennetegnes ved metavulkanitter med overliggende metasedimenter.



Figur 2: Berggrunnskart fra NGU viser at tiltaksområdet består av grønnstein [10].

Bergarten langs traseen er grønnstein og/eller grønnskifer med lag av kvartskeratofyr. Det er middelskornet, grønnlig og metamorf bergart hovedsakelig bestående av feltpat og amfibol. På grunn av den metamorfe karakteren av bergartene i området forventes det variasjoner i bergartenes sammensetning og grad av omdanning. Traseen er for det meste ikke dekt av NGU's 1:50 000 kart i digital form pr 2023 slik at NGU's 1:250 000 [9] er lagt til grunn for hele strekningen.

7 Bergmassebeskrivelse

Oppsprekingsgrad varierer lokalt mellom lite til høy oppsprekking, men kan generelt beskrives som middels oppsprukket. Bergmassestrukturen er stedvis småfoldet, stedvis plan og viser ingen tydelige tegn til lagdeling, se Figur 3.

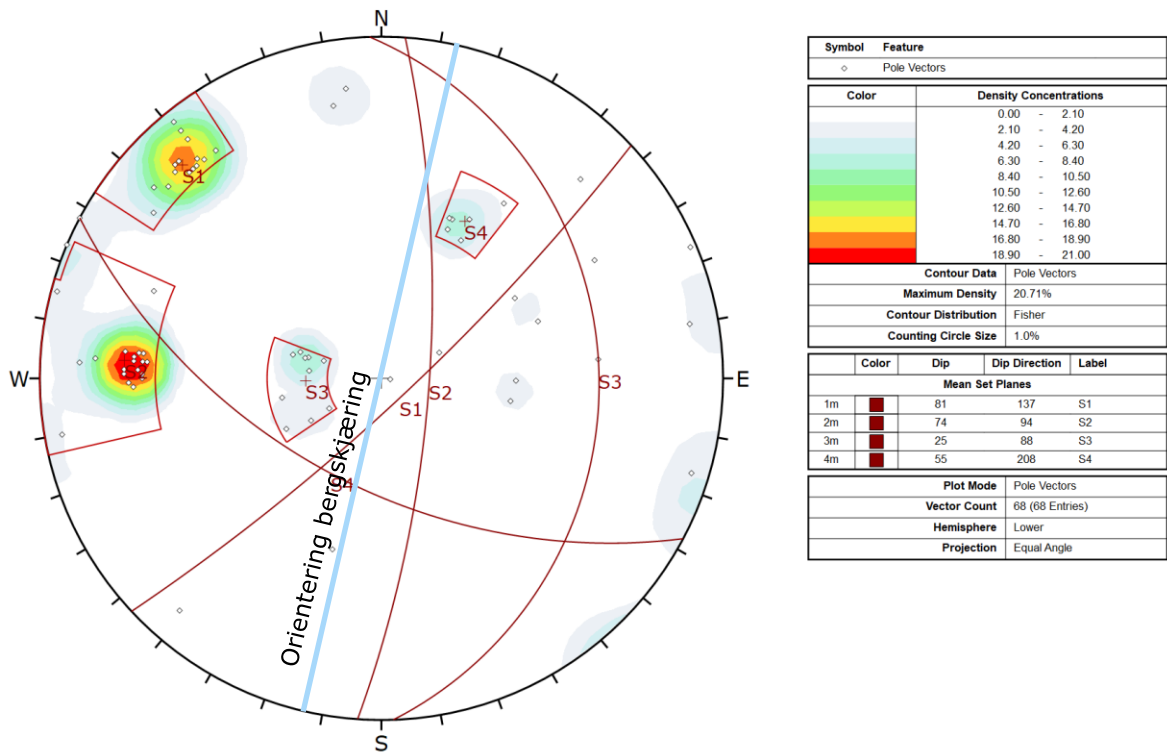


Figur 3: Bergskjæring med varierende oppsprekning fra lite oppsprukket til tett oppsprukket.

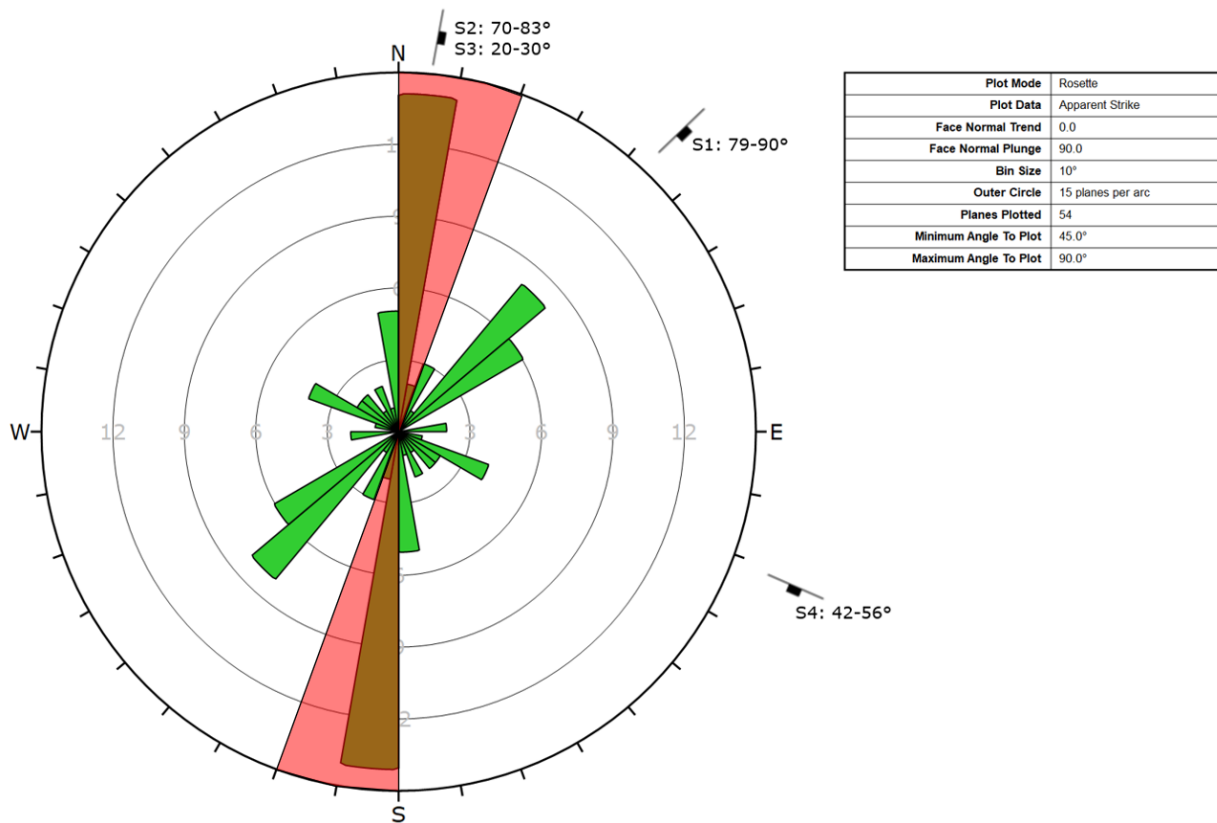
8 Oppsprekking

Det ble utført sprekkekartlegging i bergskjæringen langs planlagt trasé ved profil 940-1025. Berget ovenfor skjæringstoppen er ikke synlig, og det var derfor ikke mulig å kartlegge sprekkesett videre

innover. Polplottet og sprekkerosen i Figur 4 og Figur 5 viser kartlagte sprekkesett der trenden i sprekkesett S1 og S2 er mest synlig.



Figur 4: Tolkning av sprekkesett i bergskjæringen.



Figur 5: Sprekkediagram av bergskjæringen. Orienteringen til bergskjæringen er markert i rødt.

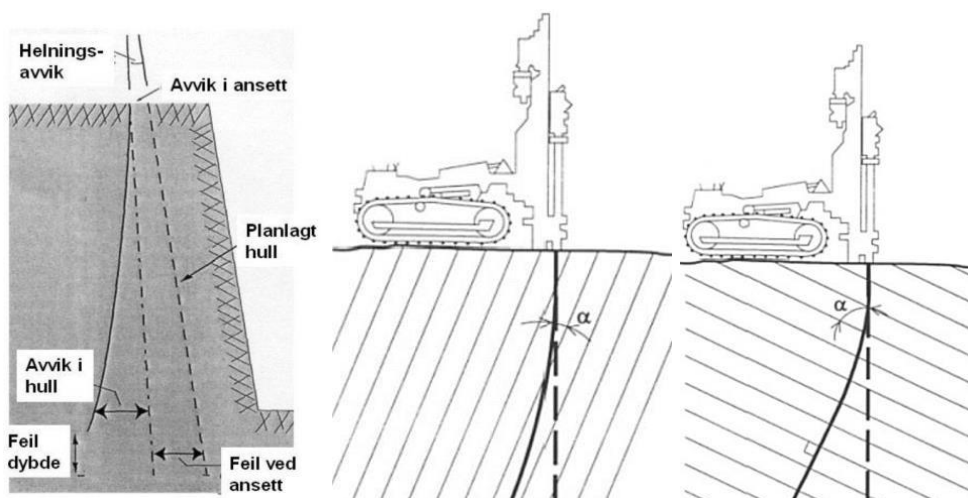
Det er i forbindelse med innledende undersøkelser i 2020-2021 gjort en sprekkkartlegging mellom profil 1360-1375. Resultatene av disse er ikke beskrevet her pga de lave skjæringshøydene, men utfallsmekanismer er beskrevet i senere kapitler.

9 Svakhetssoner

Det er ikke observert/kartlagt svakhetssoner i felt eller funnet indikasjoner på relieffkart at traséen vil krysse svakhetssoner.

10 Boravvik

Boravvik kan forekomme ved at borhullene følger foliasjonen eller sprekker og at hullene kan bli dratt langs eller vinkelrett disse. Prinsippene for mulige årsaker til boravvik er vist i (se Figur 6).



Figur 6: a) Mulige årsaker til boreavvik. b) Borehull avbøyes langs bergmassens foliasjonsretning. c) Borehull avbøyes normalt på bergmassens foliasjonsretning. Figurene er hentet fra tidligere utgave av Håndbok N200 [5].

11 Løsmasser - Kwartærgeologi

I henhold til kvartærgeologisk kart fra NGU 1:50 000 [10] så består løsmassene langs traseen av morenemateriale, breelavsetning, elve- og bekkeavsetninger, samt torv og myr. Figur 7 viser veillinjen med løsmassekart fra NGU. I all hovedsak vil traseen gå igjennom et sammenhengende dekke av hav- og fjordavsetninger med stedvis stor mektighet. Omtrent ved profil 1000 vil traseen gå over i breelavsetninger og krysse tett opptil grensen mellom morenemateriale av ulik mektighet, samt torv og myr.

Hele planområdet ligger under marin grense, se fig 7. Det er registrert flere «mindre utglidninger» og skredkanter i hav- og fjordavsetningene. Det er også kartlagt flere ravinger og terrassekanter.

En kort beskrivelse av løsmassene kan sees under slik det er beskrevet i NGU`s database av de forskjellige kategoriserte løsmassetypene.

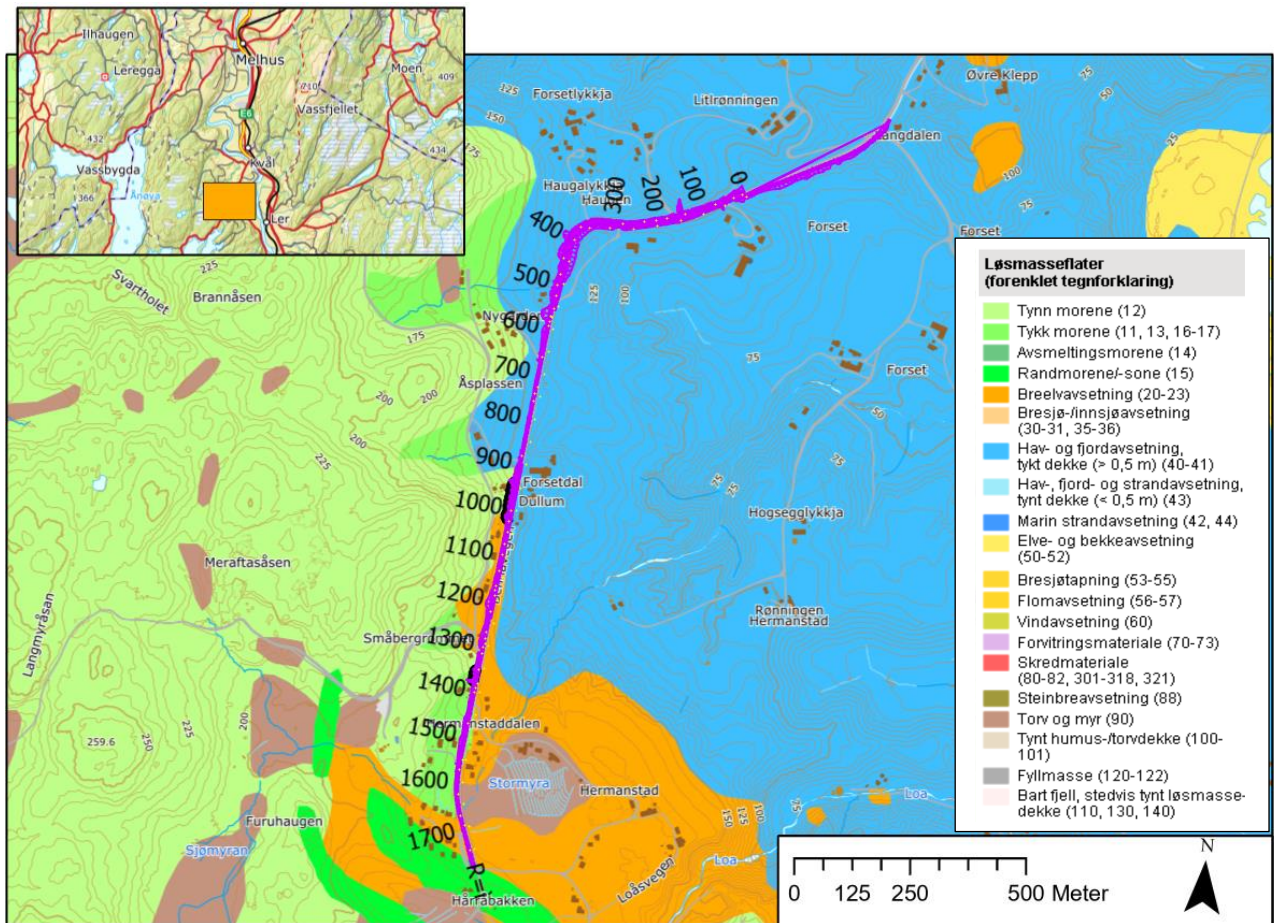
Morenematerialer er plukket, transportert og avsatt av isbreer. Ifølge kartbeskrivelsen til NGU er materialet hardt sammenpakket og dårlig sortert med kornstørrelse fra leir til blokk. Områdene med tynt dekke utviser en mektighet på inntil rundt 0,5 meter. De tykke moreneavsetningene kan ha en tykkelse fra 0,5 til flere ti-talls meter.

Breelavsetningsmateriale er transport og avsatt av breelver. Sedimentene består av sorterte og stedvis skråstilte lag med kornstørrelse fin sand til stein og blokk. Opptrer ofte som terrasser, rygger og vifter i terrenget med en mektighet på flere ti-talls meter.

Hav- og fjordavsetning er finkornet marine avsetninger med mektighet opp til mange ti-talls meter. Avsetningstypen kan også omfattes kredmasser fra kvikkleireskred, ofte angitt med tilleggssymbol.

Torv og myr (Organisk materiale) er organisk jord dannet av døde planterester, med mektigheter større enn 0,5 m. Det skilles ikke mellom ulike torvtyper.

«Torv og myr» er ikke vist på løsmassekart, men er klartlagt ifm. Grunnboringer, se [2] og [3].

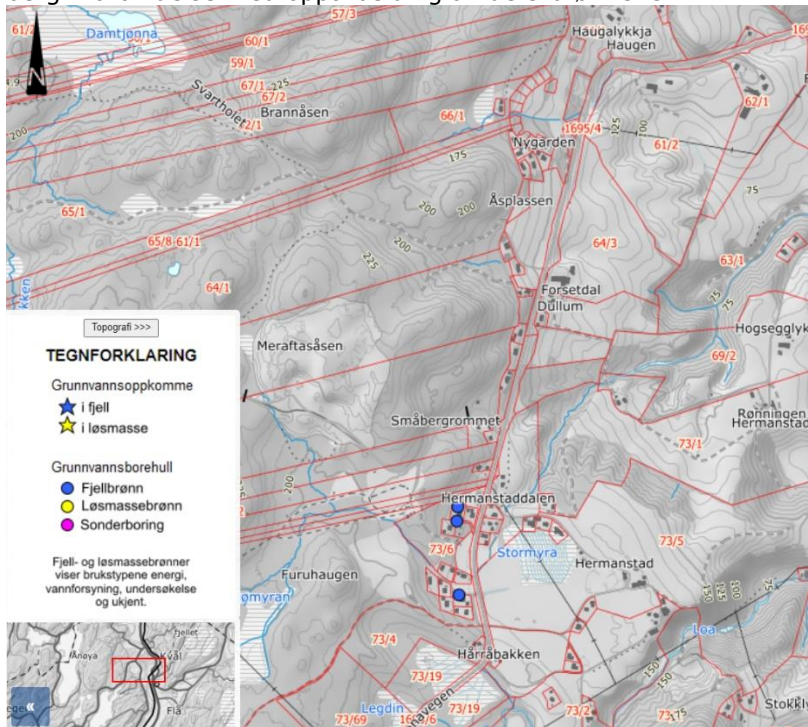


Figur 7: Løsmassekart fra NGU.

12 Vannforhold - hydrologi/hydrogeologi

Grunnbrønner

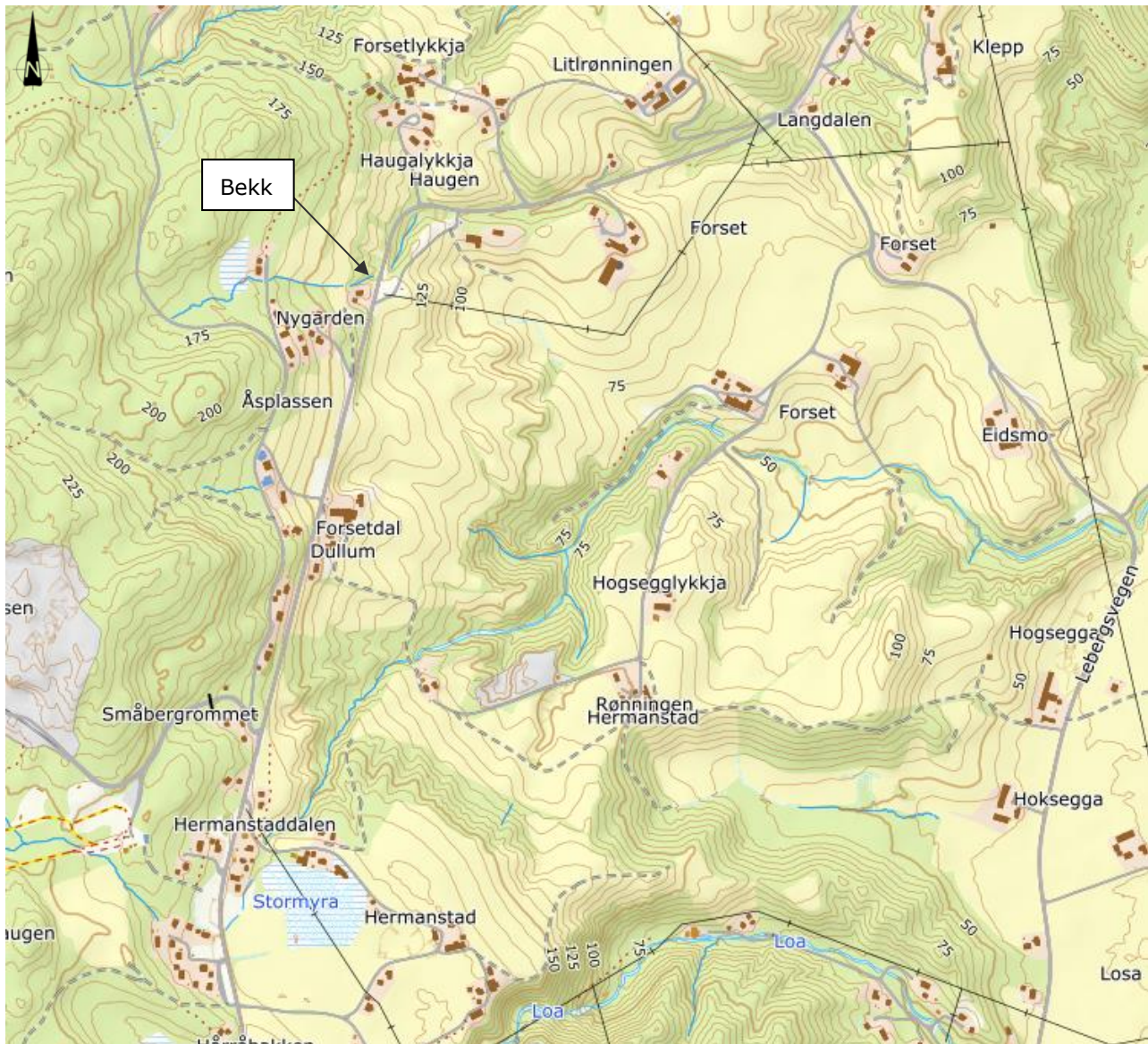
Figur 8 viser 3 fjellbrønner på 90 m (nord), 170 m (midt) og 130 m (sør), hvor de to dypeste brønnene er til energi og den grunneste er til vannforsyning. Det er registrert henholdsvis 6, 10 og 20 meter til berg i forbindelse med opparbeiding av de 3 brønnene.



Figur 8: Fjellbrønner i nærheten av planlagt trase.

Vannveier og myrer:

Bekk Profil 5050, Bekk krysser linjen og går i rør under dagens vei. Det er ikke planlagt bergskjæring i denne delen av planområdet. Det er over 100 meter til nærmeste myr fra planområdet.



Figur 9 Oversiktskart over bekker som krysser planlagt trasé

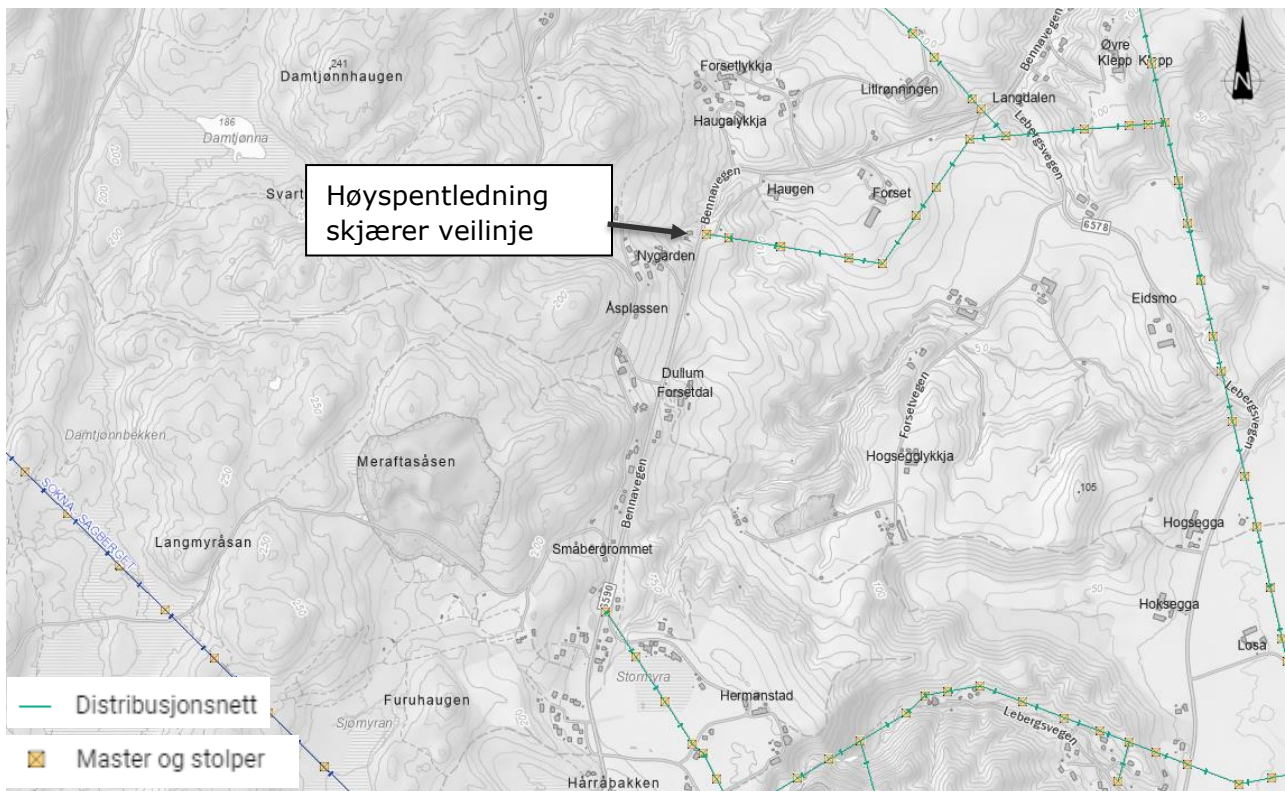
Vann

Det er ingen vann eller tjern eller myrer i nærheten av planlagt vei.

13 Omgivelser

Høyspentanlegg

I Figur 10 kan man se at «distribusjonsnett» og master/stolper vil være i nærhet til planlagt ny vei.



Figur 10 Steder hvor høyspentledning skjærer over planlagt veitrasé

Bygninger og generelle krav til rystelser

En plan for begrenning av rystelser må utarbeides og maksimale rystelsesverdier må settes iht. NS8141:2001, NS8141-2:2013 og NS8141-3:2014 (eller gjeldene tilsvarende standard ved utføring av arbeidet). Det anbefales at bygg fundamentert på fjell nærmere enn 50 meter fra anlegget og bygg fundamentert på løsmasser som er nærmere enn 100 meter fra anlegget som et minimum besiktiges og at evt. tidligere skader dokumenteres før sprengningsarbeidet starter. På besiktigelse må det kartlegges/innhentes informasjon om grunnforhold, type byggverk, materiale på byggverk, fundamenteringsmetode o.l., slik at rystelsesgrenseverdier kan beregnes. Det anbefales også at det utplasseres rystelsesmåler på utvalgte bygg under sprengningsarbeidet og ved annet arbeid som forårsaker rystelser. Nærmeste kartlagte kvikkleiresone ligger ca. 500 meter mot NV [17] Grenseverdien til kvikkleiresonen er 25 mm/s [5] og er høyere enn den beregnede grenseverdien til nærliggende hus. Derfor blir nærliggende hus dimensjonerende for grenseverdier.

Jernbane: Det er ingen jernbane i nærhet til planlagt linje.

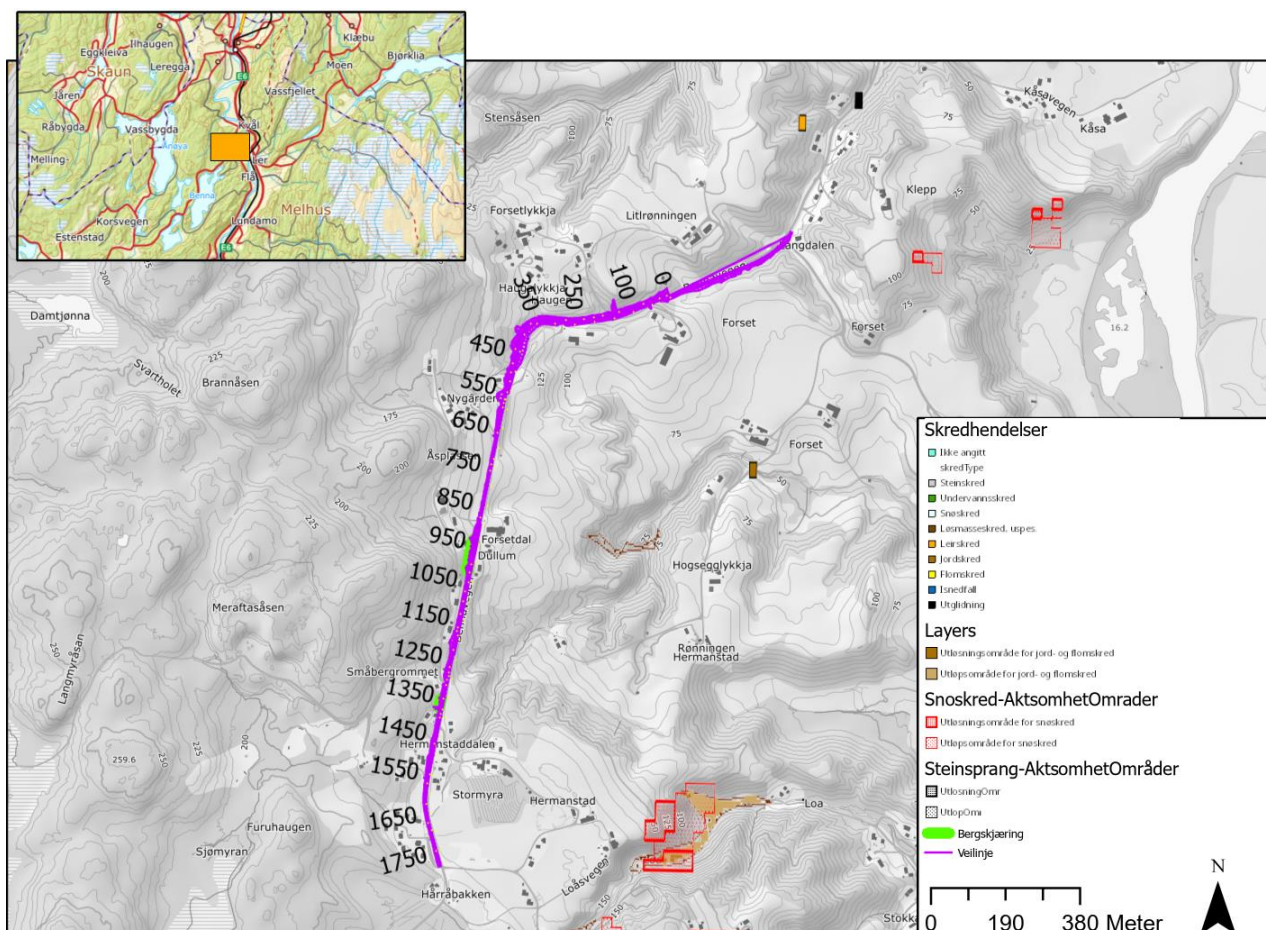
Bergrom: Det er ingen kjente bergrom i nærhet til planlagt linje.

Annen viktig infrastruktur: Reservevannledningen fra Benna til Trondheim går et stykke langs vegen.

14 Skredfare

14.1 Aktsomhetskart

Det er ingen aktsomhetsområder i nærheten av planlagt linje som vist i Figur 11.



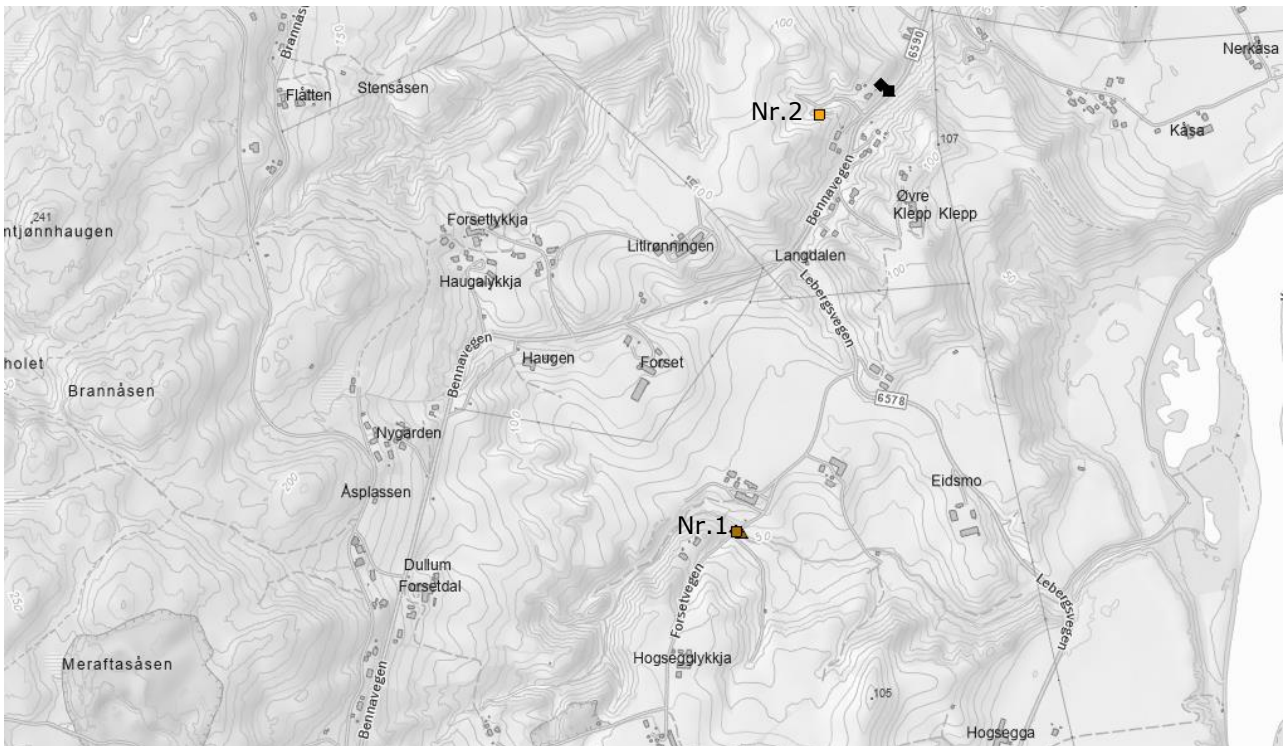
Figur 11: Aktsomhetsområde for jord- og flomskred, Kilde: NVE Atlas [17].

14.2 Registrerte skredhendelser

Registrerte skredhendelser på vei er vist på Figur 12. Det er ingen hendelser helt nær planlagt veilinje, men figur viser at det har forekommet skredhendelser i området. Tilgjengelig informasjon om skredhendelsene fra NVE Atlas Skredhendelser [14] er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Skredinformasjon

Figur 12	1	2
Skredtype	Jordskred	Leirskred
Skrednavn	Forsetgrenda Melhus kommune	Kvål
Tidspunkt	11.06.2017 22:00:00	11.05.2013 19:00:00
Værobservasjon	Ukjent	Ukjent



Figur 12 Skredhendelser

15 Dyp- og grunnsprengning

Avhengig av den stedlige bergartens vannømfintlighet etter sprengning skal det utføres dyp- eller grunnsprengning ved utarbeidelse av skjæringer i berg. Forhold som har betydning for bergartens vannømfintlighet er motstand mot nedknusning, innhold av glimmer o.l. I bergarter som ikke klassifiseres som vannømfintlige skal det utføres dypsprengning. I bergarter som kan klassifiseres som vannømfintlige skal det utføres grunnsprengning. Det henvises til håndbok N200 [5] for detaljer.

Ingeniørgeologiske vurderinger – Tolkningsdel

16 Vurdering av skredfare

Dimensjonerende trafikkmengde langs veien er satt til 1500. I følge Tabell 4, er akseptabel skredsannsynlighet per km veg og år 1/50.

Ifølge NVEs skredkart [17] er det ingen aktsomhetsområder for skred, alle skredtyper, fra profilnummer 0 til 1760. Basert på dette og egne feltobservasjoner er det konkludert at skredsannsynligheten per km veg og år fra naturlig bratt terreng er under 1/50 for følgende skredtyper:

- Snøskred
- Steinsprang
- Jord- og flomskred

Kvikkleireskred og skåningsstabilitet langs veien er omtalt i geoteknisk rapport [2]

17 Vurdering av mekaniske egenskaper og anvendelse av sprengsteinsmassene

Det er ikke utført undersøkelser av borbarehets- og sprengbarhetsegenskapene til bergmassen i forbindelse med planarbeidet. Kvaliteten av sprengt bergmasse forventes å ha tilsvarende egenskaper (med forbehold) som testverdier fra nærliggende masseuttak, Meraftåsen, vist i Tabell 6.

Tabell 6: Testverdier fra Meraftaåsen, Melhus Invalid source specified.**PRØVEMATERIALE: LAB.KNUST MATERIALE**

NB: Variasjoner innenfor forekomsten kan forekomme.

TESTMETODE	ANTALL ANALYSER	TESTFRAKSJON MM	GJENNOMSNITT	MINIMUM	MAKSIMUM
Densitet	1	8.0-11.2	2.89	2.89	2.89
Kulemølle	1	11.2-16.0	15.90	15.90	15.90
Los Angeles(LA-verdi)	1	10.0-14.0	13.00	13.00	13.00
Micro Deval(Micro Deval koeff.)	1	10.0-14.0	12.00	12.00	12.00
Poleringsmotstand(PSV)	1	10.0-14.0	54.00	54.00	54.00

Basert verdiene forventes det at sprengt bergmasse kan brukes som forsterkningslag og bærelag. Kravene til henholdsvis forsterkningslag og bærelag er vist i Tabell 7 og Tabell 8.

Tabell 7: Krav til mekaniske egenskaper, knusningsgrad og humusinnhold til forsterkningslag for produsert materiale. Gjelder også for resirkulerte materialer Invalid source specified..

Krav til mekaniske egenskaper (knuste steinmaterialer)	Trafikkgruppe	
	A ¹	B, C, D, E og F
Los Angeles-verdi, LA	≤40	≤35
Micro-Deval-koeffisient, M _{DE}	≤25	≤20
Krav til mekaniske egenskaper (knust og uknust grus)	Trafikkgruppe	
	A ¹	B og C
Los Angeles-verdi, LA	≤40	≤35
Micro-Deval-koeffisient, M _{DE}	≤25	≤20
Krav til mekaniske egenskaper (resirkulerte materialer)	Trafikkgruppe	
	A ¹	B, C og D
Los Angeles-verdi, LA	≤40	≤35
Micro-Deval-koeffisient, M _{DE}	≤25	≤20
Krav til humusinnhold og knusningsgrad (samfengte grusmaterialer)	Trafikkgruppe	
	A ¹	B og C
Humusinnhold	< 1 %	< 1 %
Knusningsgrad C	-	C _{50/30}

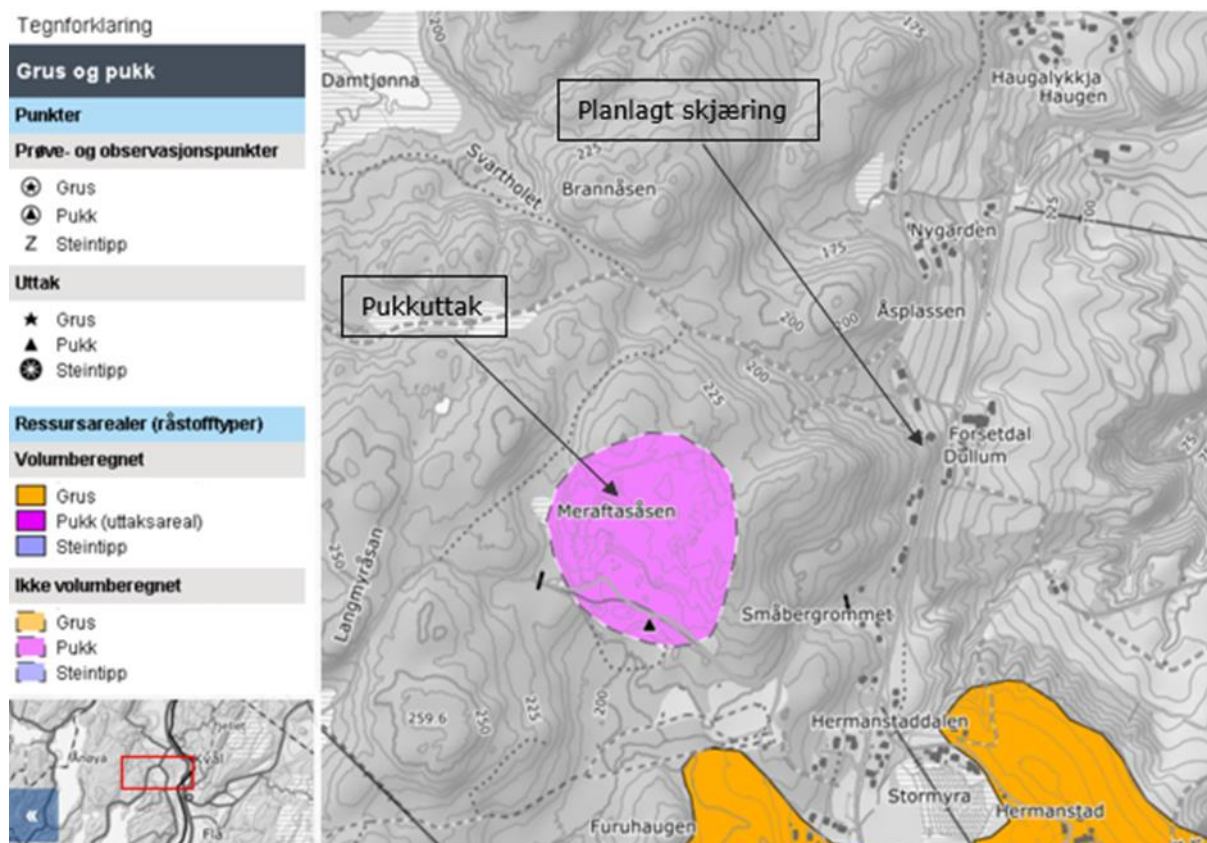
¹⁾ Gjelder også gang- og sykkelveger og parkeringsplasser for lette kjøretøy.

Tabell 8: Materialkrav og kontrollomfang for bærelag av knust grus (Gk), knust berg (Fk) og knust betong (Gjb) ferdig utlagt veg Invalid source specified..

Parameter	Krav	Kontrollomfang, 1 prøve pr. påbegynt	Andel avvikende prøver	Maks. avvik
Los Angeles-verdi ¹⁾	≤ 35 ¹⁾	5000/1500 m ^{3 2)}	1 av 5	+2
Micro-Deval-koeffisient ¹⁾	≤ 15 ¹⁾	5000/1500 m ^{3 2)}	1 av 5	+1
Flisighetsindeks	≤ 25	5000/1500 m ^{3 2)}	1 av 5	+2
Humusinnhold for Gk, % ³⁾	≤ 1	5000 m ³	1 av 5	+0,2
Masseprosent av knuste korn ⁴⁾	≥ 50	2500 m ³	1 av 5	-4
Masseprosent av fullstendig rundete korn ⁴⁾	≤ 30			+2
Korngradering	Tabell 641.2	500 m ³	Kun innenfor toleranse, se tabell 641.2	Se tabell 641.2 (toleranse)
Overstørrelser Maksimal kornstørrelse	Tabell 641.2	500 m ³	Kun innenfor toleranse, se tabell 641.2	Se tabell 641.2 (toleranse)
Maksimum finstoffinnhold : (< 63 µm av total prøve): Sortering 0/22 (kun Gk), 0/32 ⁵⁾	≤ 7 %	500 m ³	0	0
Sortering 0/45	≤ 5 %			
Sortering 0/63 (kun Fk og Gjb)	≤ 3 %			

- ¹⁾ For vegger i trafikkgruppe A er kravet Los Angeles-verdi ≤ 40 og micro-Deval-koeffisient ≤ 20. Det aksepteres verdier fra materialprodusent for disse to egenskapene.
- ²⁾ Kontrollomfang er 1 prøve pr. påbegynt 5000 m³ for Gk og Fk, og 1 prøve pr. påbegynt 1500 m³ for Gjb.
- ³⁾ Kravet til kontroll av humus gjelder ikke for Fk siden det antas at humus i svært liten grad er til stede i materialet.
- ⁴⁾ For knust berg (Fk) og knust gjenbruksbetong (Gjb) kan kravet ansees oppfylt uten ytterligere dokumentasjon.
- ⁵⁾ Fk 0/22 kan benyttes til forkiling av forsterkningslag og som bærelag i vegger med grusdekke. Krav til korngradering er da som for Gk.

Meraftaåsen-steinbruddet, som ligger vest for bergskjæringen, er vist i Figur 13.



Figur 13: Lokasjon for materialet som er testet for LA og Micro Deval verdier, markert i rosa.

Det kan tas flere prøver i senere planfaser direkte fra skjæringene for få et bedre statistisk grunnlag for anvendbarheten av bergmassen.

18 Bergskjæring profil 940-1025

18.1 Eksisterende bergskjæring

Figur 14 og Figur 15 viser at bergskjæringen i dag er oppsprukket og stedvis dekt av mindre mengder med is.



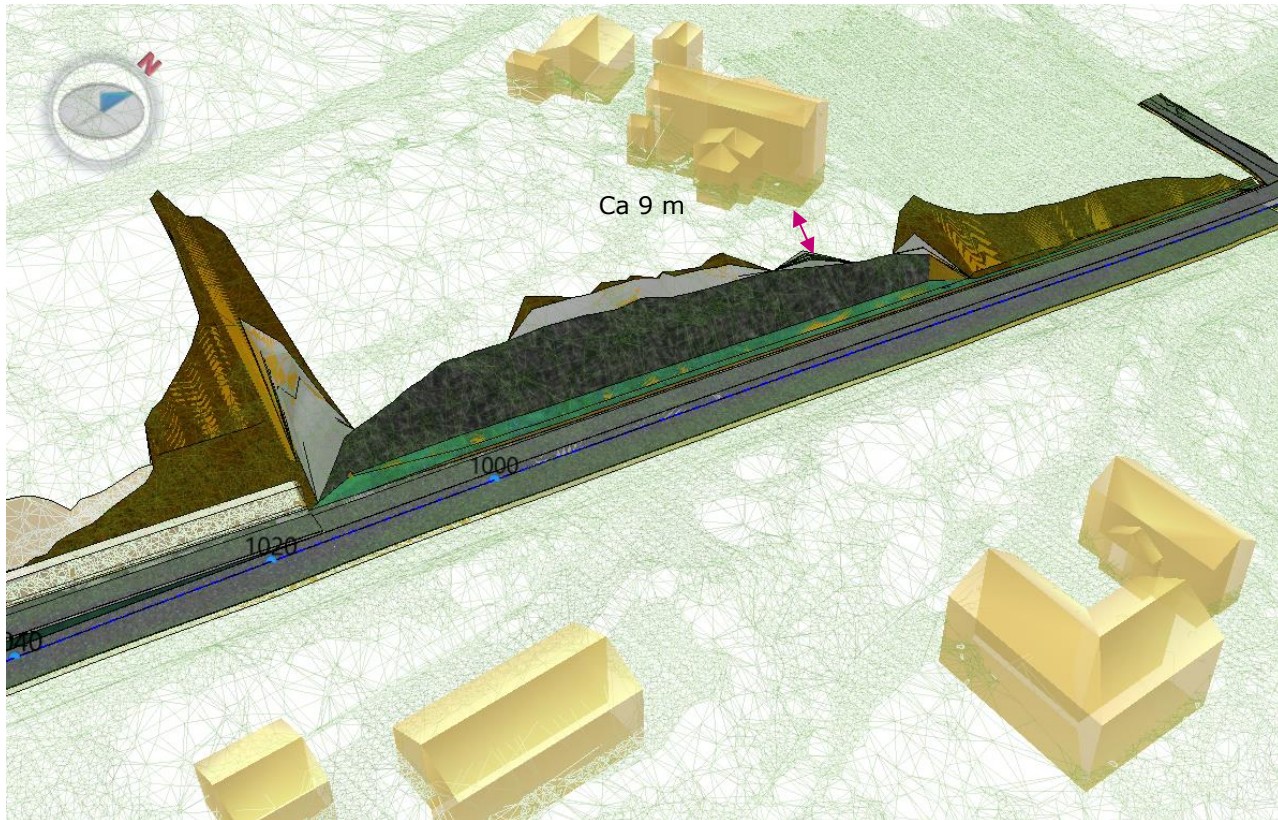
Figur 14 Oversiktsbilde av bergskjæringen mellom profil 940-1025.



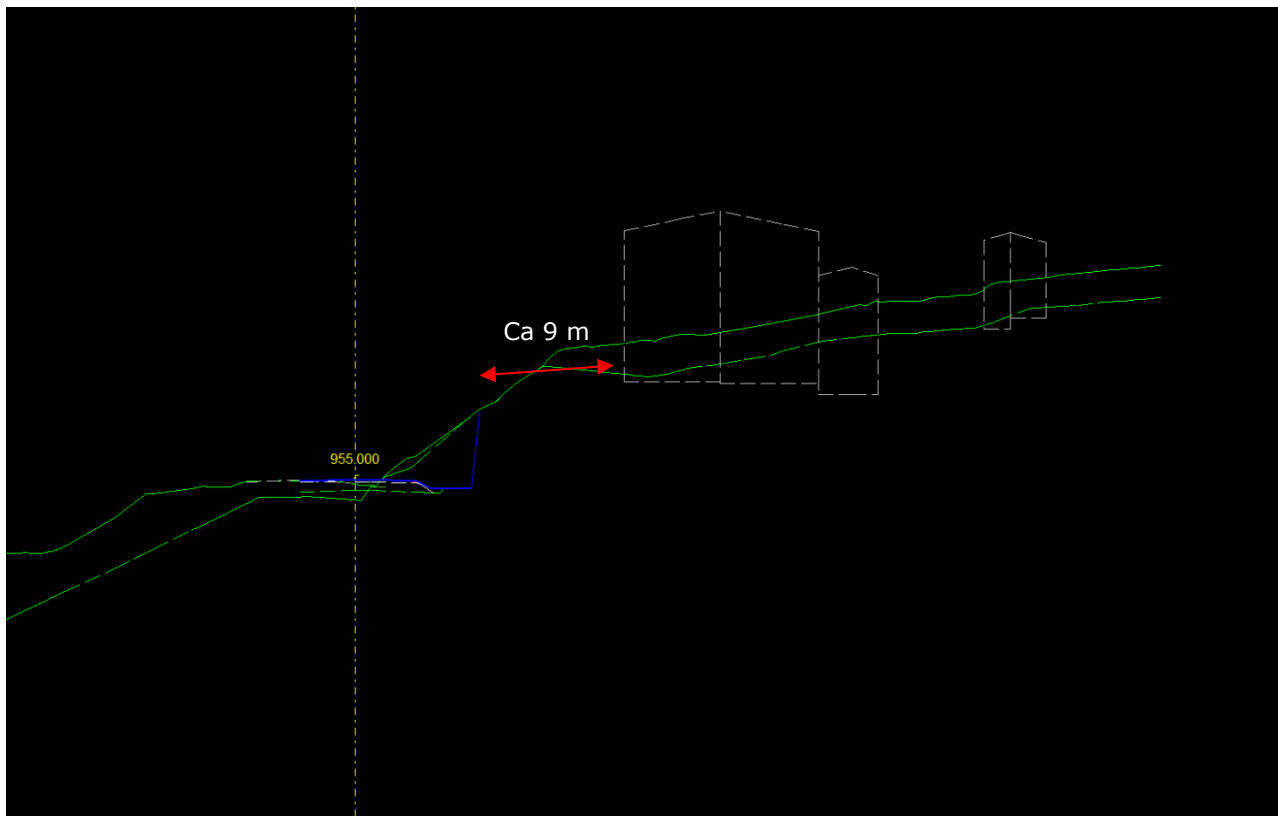
Figur 15 Nærbilde av bergskjæringen.

18.2 Prosjektert ny bergskjæring

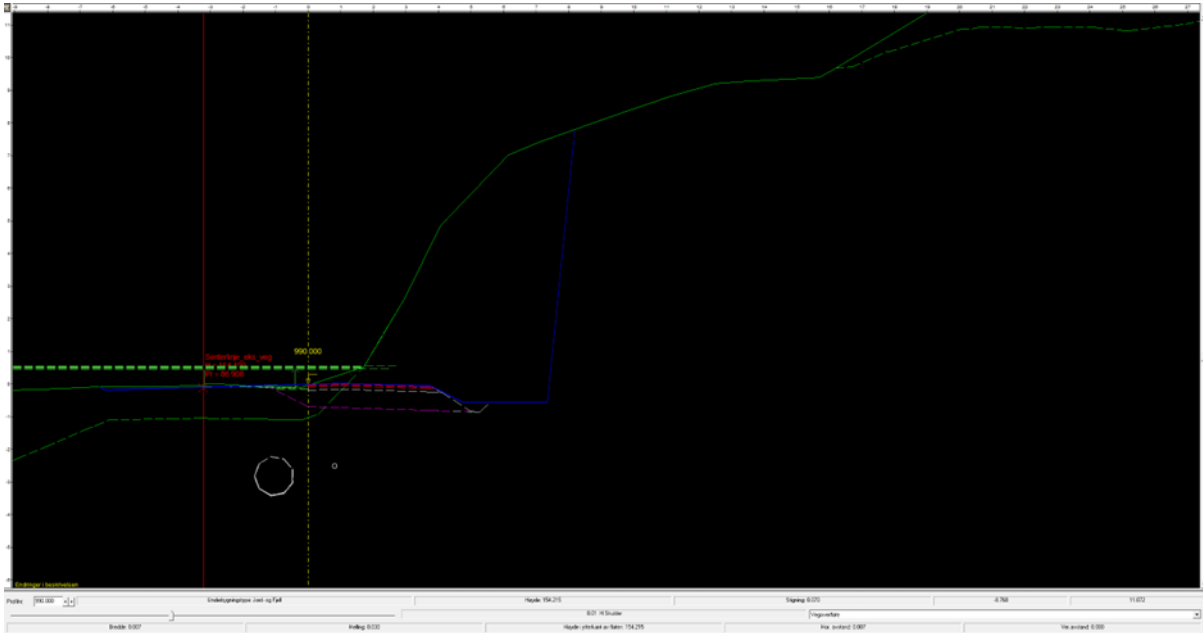
Figur 16 og Figur 17 viser at prosjektert bergskjæring mellom profil 940 og 1025 og avstand til nærliggende hus. Figur 18 viser skjæringen på sitt høyeste i profil ca 990 der skjæringen er ca 8,5 meter høy.



Figur 16 viser bergskjæring mellom profil 940 og 1025.



Figur 17 viser profil av bergskjæring mellom profil 940 og 1025.



Figur 18 Tverrprofil av profil 990 der skjæringen er på sitt høyeste.

19 Ingeniørgeologiske vurderinger av utfallsmekanismer i bergskjæringer og boravvik

Kinematisk stabilitetsanalyser har blitt utført i Dips 9.0 fra Rocscience. Det er utført analyser for to ulike sprekkesett for to ulike profiler. Følgende utglidningsmekanismer har blitt vurdert:

- Plan utglidning
- Kileutglidning
- Toppling

Det er ikke observert/kartlagt svakhetssoner som vil ha innvirkning på utfallsmekanismer eller andre forhold.

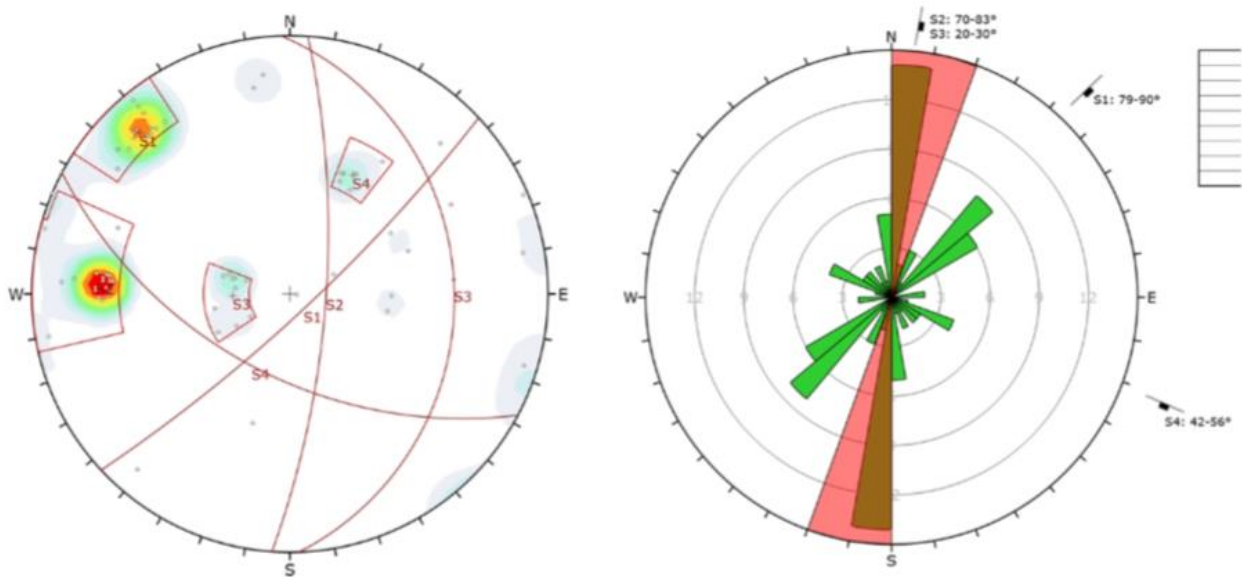
20 Skjæringer i profil 940-1025

20.1 Utfallsmekanismer i bergskjæringer og boravvik

Tolkninger av sprekkesett:

Basert på observasjoner og tolkninger i felt og Dipsanalyse ble det kartlagt 4 sprekkesett (Figur 19) langs profil 940-1025:

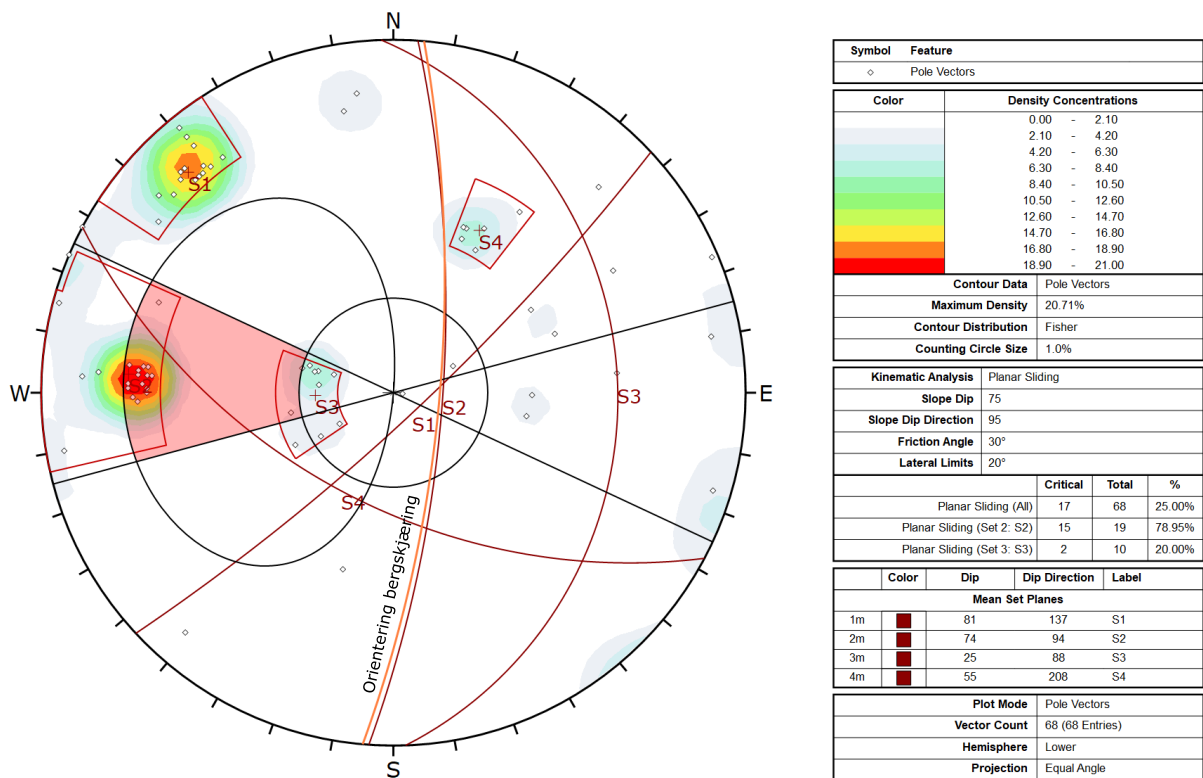
- Sprekkesett S1: Fall/fallretning er 80°/140°. Sprekkeene er gjennomsettende flere områder med sprekketetthet fra 2 – 6 m. De observerte å være foldete og ru. Størst hyppighet i sørlig del av skjæringen.
- Sprekkesett S2: Fall/fallretning er 75°/95° og er parallell med bergskjæringen. Fall og fallretningen varierer fra 90-123° og 70-89°. På grunn av at sprekkesettet er parallell med skjæringen er sprekketettheten uvisst.
- Sprekkesett S3: Fall/fallretning er 25°/105° og er subhorisontal med varierende fall fra 15-30°. Utholdenheten til sprekkeene varierer typisk fra 1 – 3 m og er lite gjennomsettende de fleste områdene. Sprekketettheten er 1 – 3 m. De er observert og være foldete og ru.
- Sprekkesett S4: Fall/fallretning er 55°/200°. Utholdenheten til sprekkeene varierer typisk fra 1 – 4 m, hvor sprekketettheten er 2 – 5 m. De er ru og plane.



Figur 19: Polplot og sprekke-diagram brukt for kinematisk analyse i Dips mellom profil 940-1025.

Det er gjennomført kinematisk analyse for bergskjæringen orientert med fallretning mot øst, N090°. Bergskjæringen er antatt å ha en fallvinkel på omtrent 75°.

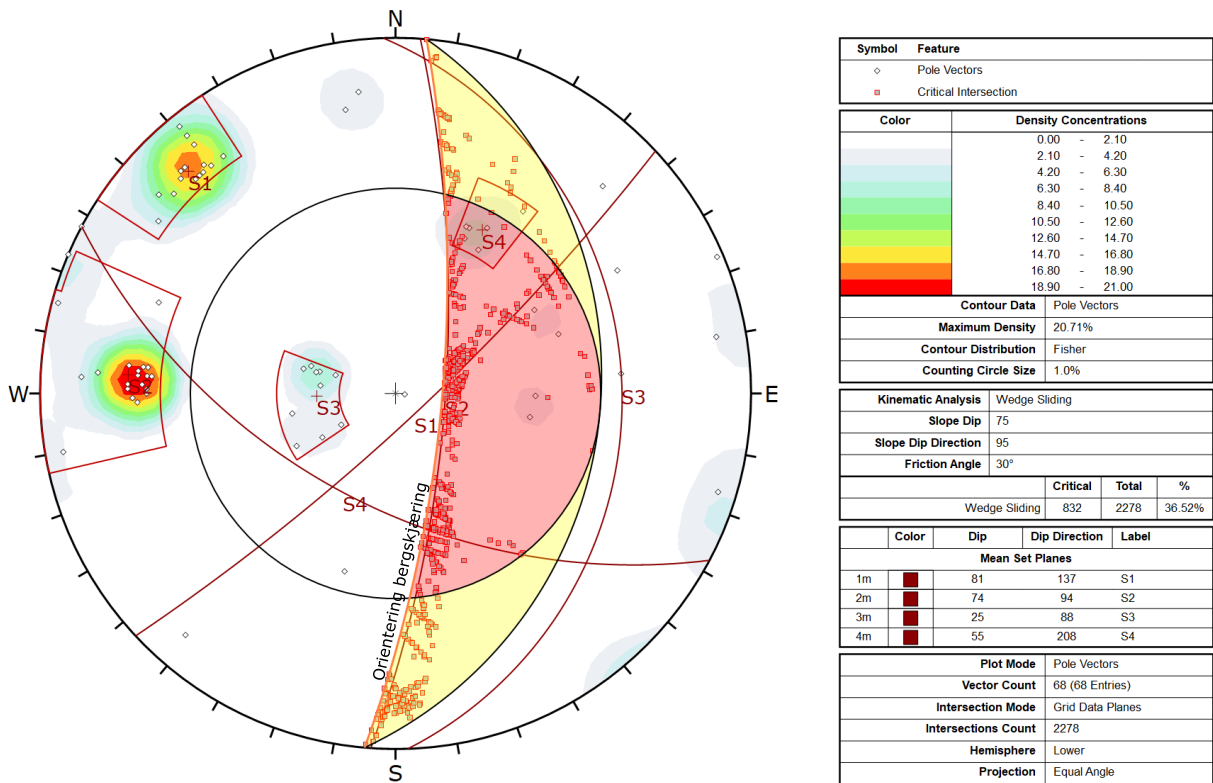
Figur 20 viser kinematisk analyse med hensyn på plan utglidning. Med utgangspunkt i de kartlagte sprekkeplanene i området, befinner 79% av sprekkeplanene i sprekkesett S2 innenfor kritisk område for plan utglidning. Dette skyldes i hovedsak at sprekkesett S2 har samme fallretning og en slakere fallvinkel enn bergskjæringen.



Figur 20: Kinematisk analyse med hensyn på plan utglidning. Av alle kartlagte sprekkeplan, er omtrent 79% av alle sprekker i S2 innenfor kritisk område for plan utglidning.

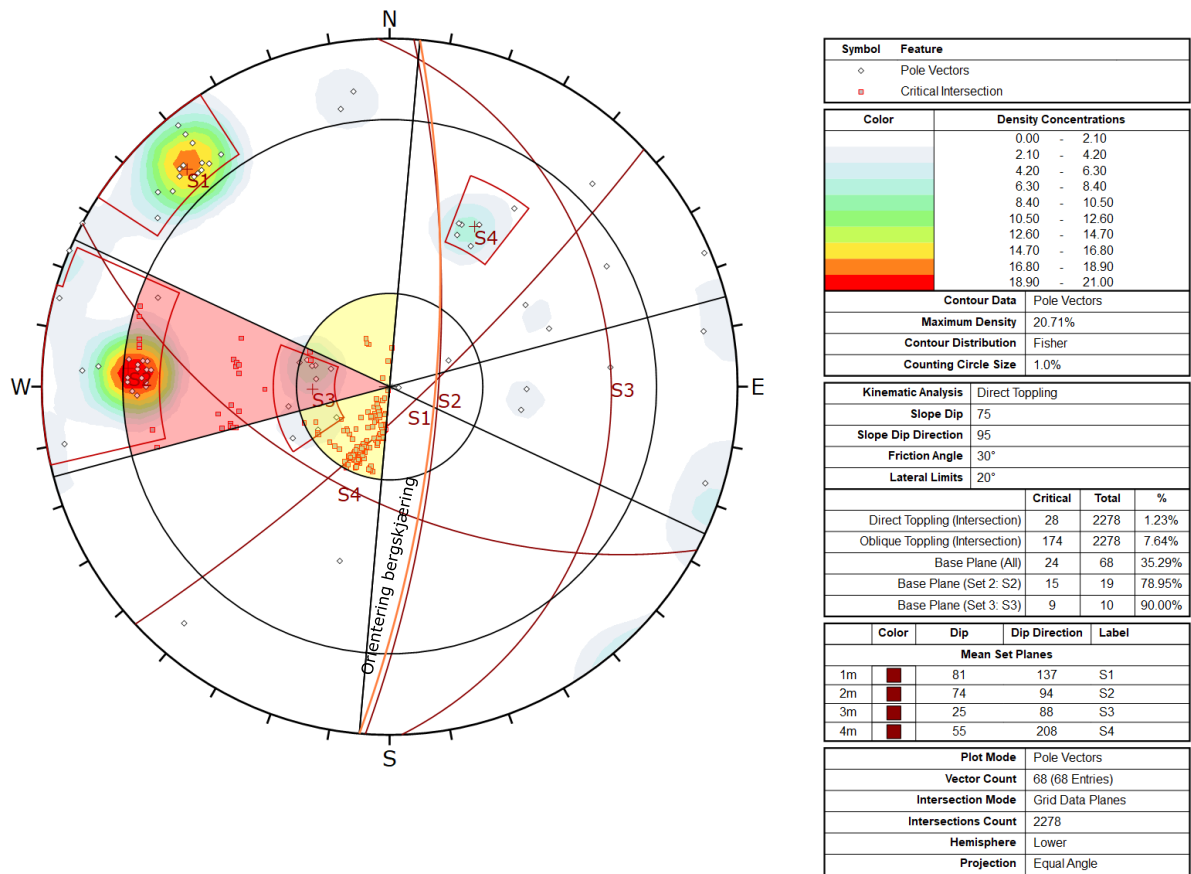
Figur 21 viser kinematisk analyse med hensyn på kileutglidning. Med utgangspunkt i de kartlagte sprekkeplanene i området, befinner omtrent 37% av alle kryssende sprekkeplan seg i kritisk område for

kileutglidning. Dette skyldes i hovedsak krysning mellom S1 og S2, og S2 og S4.



Figur 21: Kinematisk analyse med hensyn på kileutglidning. Av alle kartlagte sprekkeplan, er omtrent 37% av alle kryssende sprekker innenfor kritisk område for kileutglidning.

Figur 22 viser kinematisk analyse med hensyn på toppling. Med utgangspunkt i de kartlagte sprekkeplanene i området, befinner omtrent 90% av sprekkeplanene i sprekkesett S3 og 79% av sprekkeplanene i sprekkesett S2, seg innenfor kritisk område for toppling. Dette skyldes i hovedsak at sprekkesett S2 og S3 har lik fallretning som bergskjæringen. Sprekkesett S3 har ett tilsynelatende svakere fall enn S2 og går på tvers av sprekkesett S2 som resulterer i dannelse av blokker som potensielt utsettes for toppling.



Figur 22: Kinematisk analyse med hensyn på toppling. Av alle kartlagte sprekkeplan, er omtrent 90% av alle sprekker i S3 og 79% av S2 innenfor kritisk område for toppling.

Følgende utfallsmekanismer anses som mest kritiske:

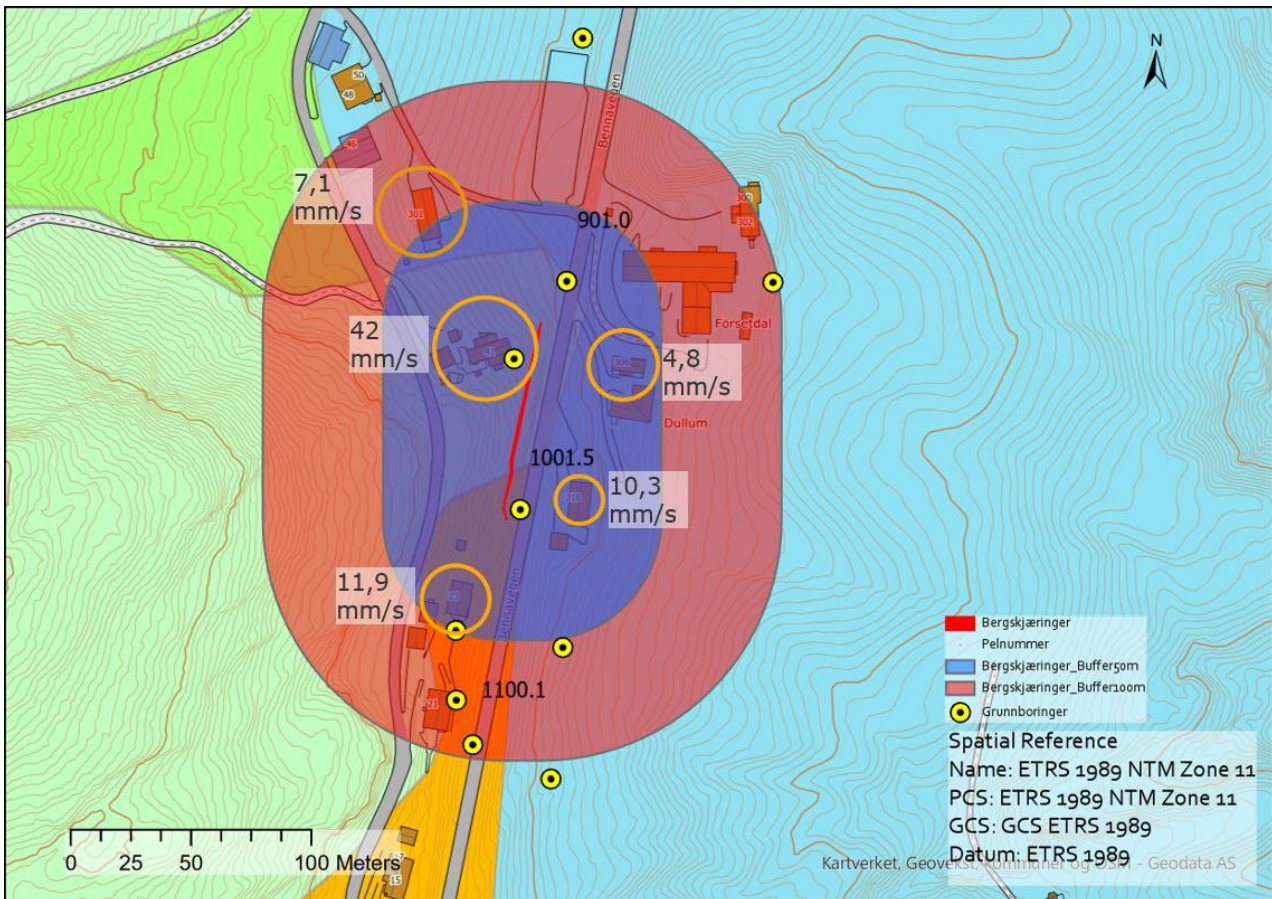
- Planar utglidning langs sprekkesett S2 som faller skarpt ned mot vei.
- Toppling som følge av steile sprekker (S1 og S2) som avskjæres av subhorisontale sprekker (S3).

20.2 Vurdering av boravvik

Det vurderes at boravvik kan oppstå og at borstreng kan følge spesielt de steileste sprekkeretningene og bøye av parallelt disse. Dette gjelder da sprekkesett S1, S2 og S4. Dette vil kunne påvirke sprengingsprofilen og en forhøyet risiko for å knekke borstreng under utførelse av boring for sprenging.

20.3 Krav til rystelser

Foreløpige grenseverdier for husene i nærhet til bergskjæringen hvor det skal sprenges er beregnet og presentert i sin helhet i vedlegg 3. Den anbefales at alle byggene innenfor 100 m radius besiktiges og at det beregnes nøyaktige verdier ut ifra dette. I Figur 23 er det satt ring rundt byggene det er anbefalt å installere rystelsesmålere på, basert på foreløpige grenseverdiene. Rystelsesmålere kan f.eks. flyttes mellom hus om dette vurderes som hensiktsmessig, sett i forhold til hvor det sprenges.



Figur 23 Bygninger nærmere enn 100 meter til planlagt bergskjæring. Rød strek viser planlagt bergskjæring.

20.4 Bergsikring – metode og mengder.

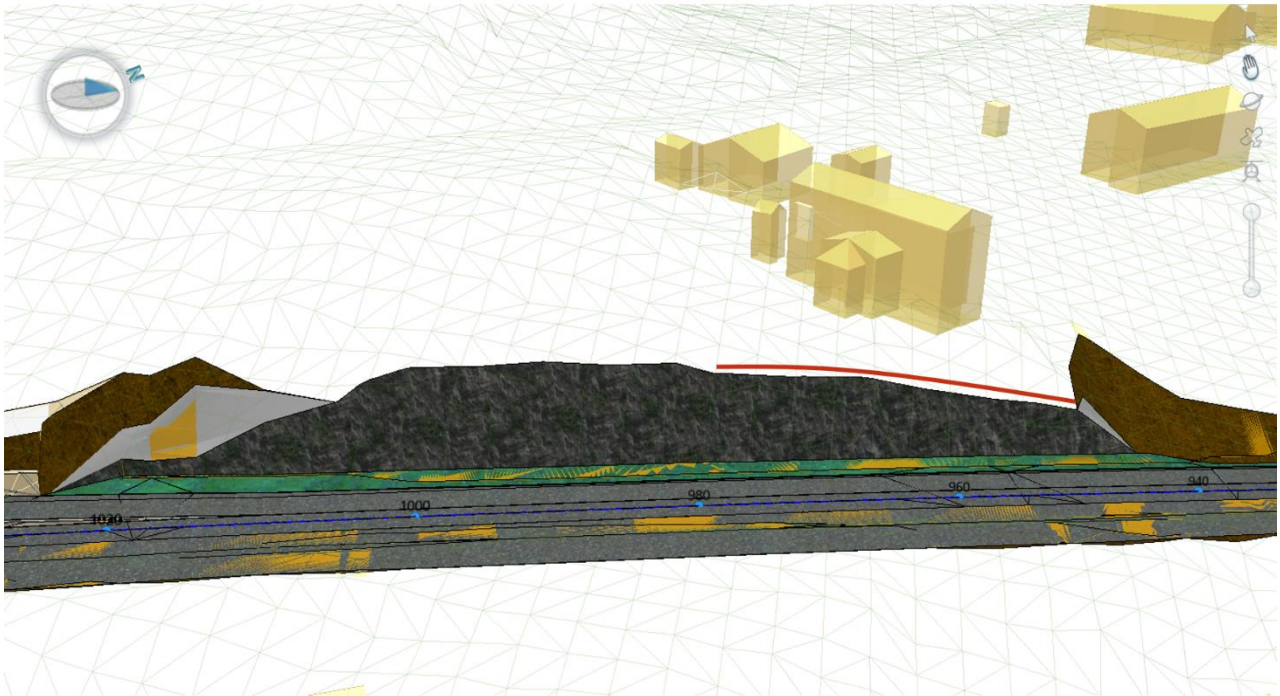
Basert på feltobservasjoner, geologisk tolkning og kinematisk analyse forventes følgende sikringsomfang:

- Rensk av skjæringen og to meter inn fra toppen av skjæringen.
- Spredt bolting plassert for å sikre ustabile blokker.
- Nærhet til hus i nordre del av bergskjæringen gjør at dette partiet bør forboltes, se rød linje i Figur 24. Dette gjøres for å unngå for å bevare konturen best mulig med tanke på nærheten til huset.
- Gjerde på toppen bør settes opp som adgangsbegrensning.
- Stedvis ble det observert is. Det kan bli nødvendig med isnett for å ta hensyn til iskjøving.
- Fangrøft ihht. N200. Der høyden på prosjektert bergskjæring er mellom 8 og 9 meter skal bredden være 3,6 m.

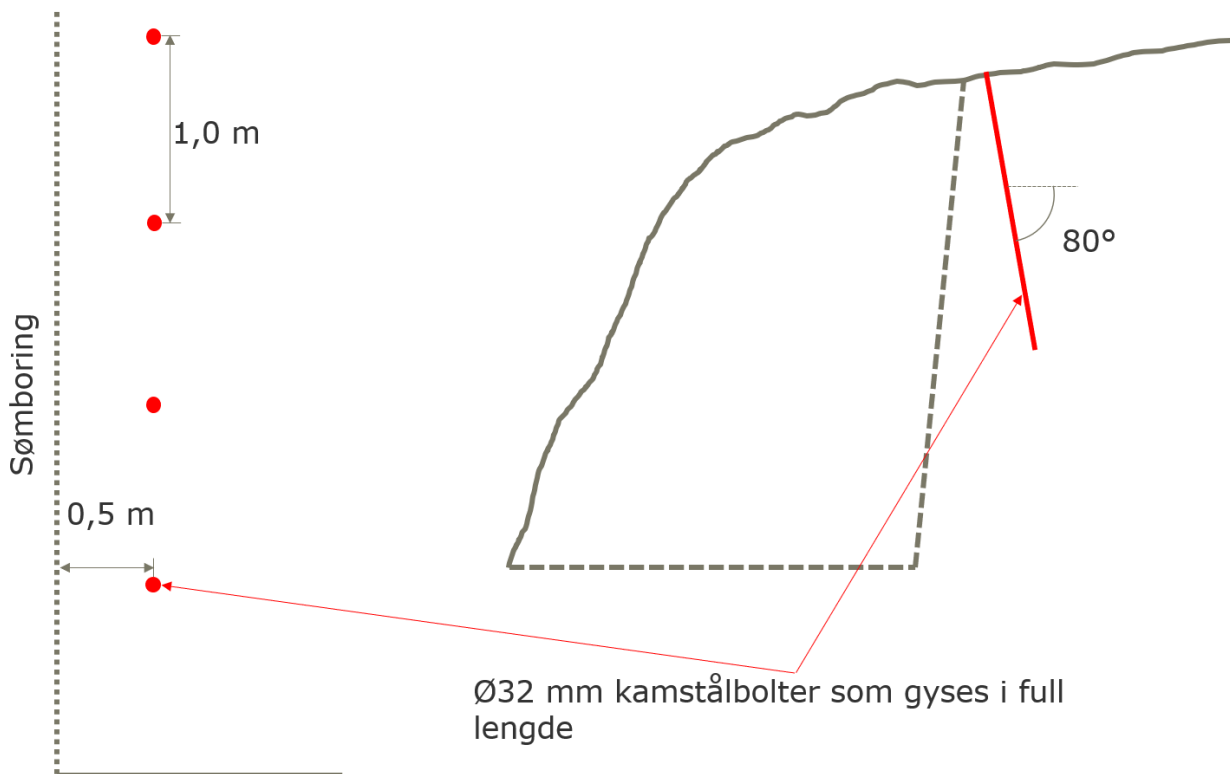
Estimert areal bergskjæring: 500 m²

Lengde topp av skjæring: 88 m

Lengde topp av skjæring som anbefales å forboltes: 32 m



Figur 24: Forbolting før sprenging er anbefalt langs den røde linjen i bergskjæring mellom profil 940-1025. Forboltene skal være Ø32 mm kamstålbolter, fullt gyste, montert med fall 10 grader innover i skjæring, 0,5 m innenfor prosjertert bergskjæringskant og avstand c/c på 1 m mellom hver bolt.



Figur 25: Prinsippkisse som viser hvordan forboltene skal installeres.

Tabell 9: Foreløpige sikringsmengder for bergskjæring mellom profil 940-1025.

Beskrivelse	Enhet	Mengde
Rensk	m ²	650 m ²
Bergsikringsbolt, Ø20 mm, 4 m lengde	Stk.	50
Bergsikringsbolt, Ø20 mm, 5 m lengde	Stk.	30
Forbolt, Ø32, 6 m lengde	Stk.	32
Gjerde (adgangsbegrensning topp av bergskjæring)	m	76
Isnett	m ²	350

Det anbefales at arbeidet med rensk og sikring av bergskjæringene følges opp av ingeniørgeolog i anleggsfasen.

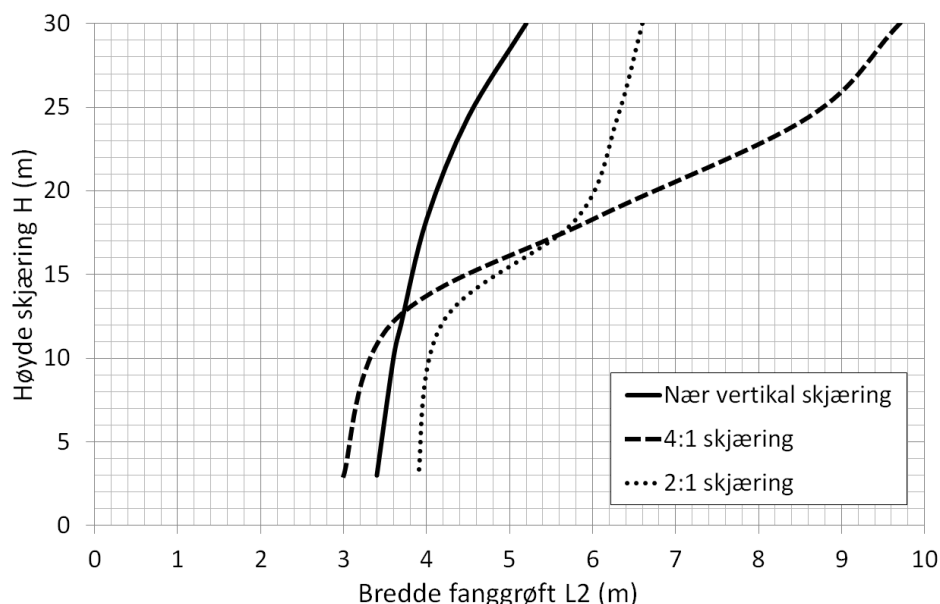
I tillegg anbefales det å sette opp en støttemur mot løsmassene langs den røde linjen slik at beboere av nærliggende huset får mest mulig plen/bruksareal ned mot bergskjæringen. Dette kan gjøres på ulike måter. Støttemur eller Gabionmur kan være et alternativ.

20.5 Anbefalt sprenging

Sømboring nær huset, nedenfor den røde linjen i Figur 24, for å sikre så god kontur som mulig. Resten av bergskjæringen anbefales å kontursprenges.

20.6 Vurdering av geometrisk utforming av skjæringer

Veiprofilet er planlagt som vist i Figur 26 med åpen fanggrøft og med minimum bredde på fanggrøft avhengig av skjæringshøyde og skjæringshelning ihht. håndbok N200 [5].



Figur 26 Bredden på fanggrøft ihht. N200 [5]

Det anbefales i utgangspunktet at det sprenges med fallet til sprekkeretning S2 som er kartlagt å ha et fall på 70-83°. Dette er nært opp til standard skjæringsutforming på 10:1 (84°). En slakere skjæringsutforming kan forverre og påvirke plassproblematikken over skjæring og behovet for støttemur. Det må dermed ses i detalj på sammenhengen mellom behov for støttemur, plassbehov og skjæringsutforming i senere planfaser.

Områder med løsmasser over skjæring anbefales ellers planlagt med basis i at løsmasseskråning over skjæring legges med stabil skjæringsvinkel for den aktuelle løsmassetypen. Løsmasser fjernes til

minimum 2 meter bak skjæringstopp. Ut over det henvises det til geoteknisk rapport for reguleringsplan utført av Rambøll for strekningen.

For å sikre god kontroll med stabiliteten i skjæringen bør følgende punkter følges opp under avdekking av løsmassene og sprengningsarbeidene:

- Geoteknisk vurdering av stabiliteten til løsmasser i overkant av skjæringene.
- Vurdere om det med fordel kan sprenges etter sprekkeplan.
- Vurdere bruk av vertikale fordyblingsbolter/forbolter.
- Utføre mest mulig av bergsikring fortløpende. Sikring av skjæringene kan utføres under utlasting av salven dersom man har tilstrekkelig oversikt over stabiliteten.

21 Bergskjæring mellom profil 1360 og 1375

Figur 27 og Figur 28 viser bergblotning mellom profil 1360 og 1375. Fra bildene kan det sees at terrenget bak blotningen er relativt flatt og oversiktlig.



Figur 27: Oversiktsbilde av bergskjæringen mellom profil 1360 og 1375.

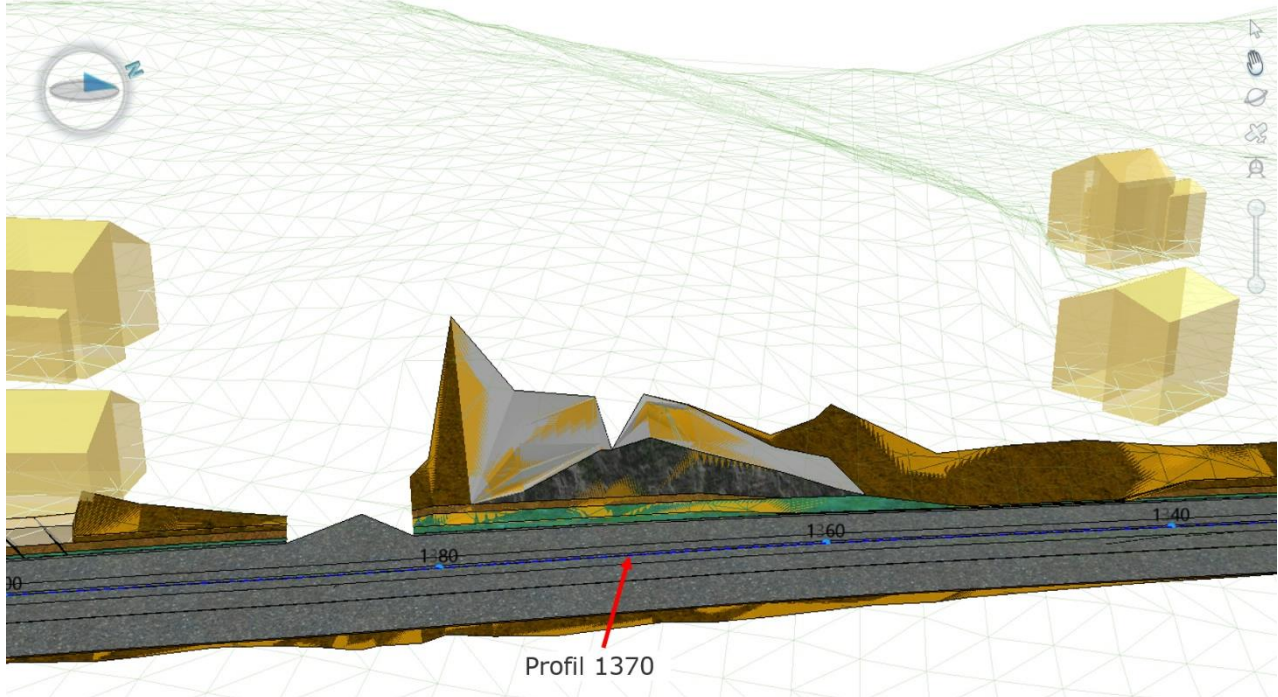


Figur 28: Nærbilde av bergskjæringen mellom profil 1360 og 1375.

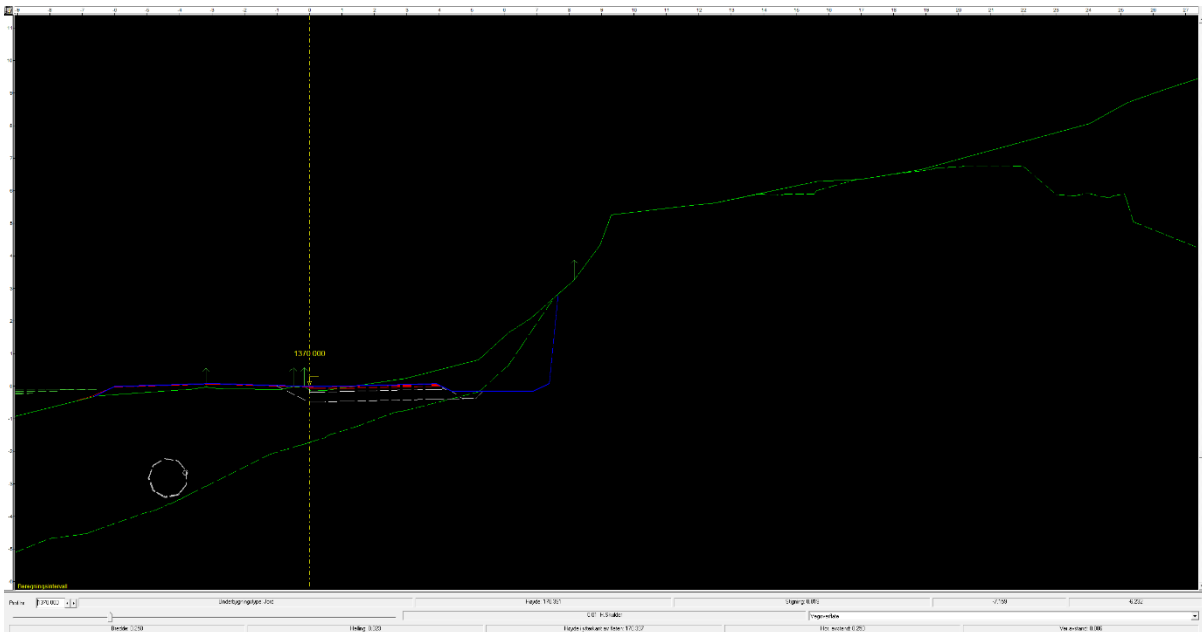
Feltobservasjoner viser at det er grønnstein og stedvis grønskifer i denne bergskjæringen, noe som samsvarer med NGU's bergrunnskart.

21.1 Prosjektert ny bergskjæring

Figur 29 viser prosjektert ny bergskjæring. Figur 30 viser tverrprofil ved profil ca 1370.



Figur 29: Prosjektert bergskjæring mellom profil 1360 og 1375.



Figur 30: Tverrprofil profilnummer 1370. Den blå linja viser prosjekttert bergskjæring.

21.1.1 Resultat fra ingeniørgeologiske undersøkelser

Sprekkemålinger tatt under ingeniørgeologisk kartlegging er oppsummert i tabellen under. Geologisk kart med sprekkene er presentert i sprekkerose som finnes i vedlegg.

Tabell 10: Observerte og målte sprekker i bergskjæringen mellom profil 1360 og 1375.

Sprekkesett	Strøk	Fall	Sprekkeavstand
1	37		85
	40		80
	58		50
	151		60
	161		74
2	178		50
	179		52
	220		75
	300		90
	330		80

21.1.2 Spesielle lokale hensyn

Ingen spesielle lokale hensyn, flatt terreng og god plass på topp av bergskjæring.

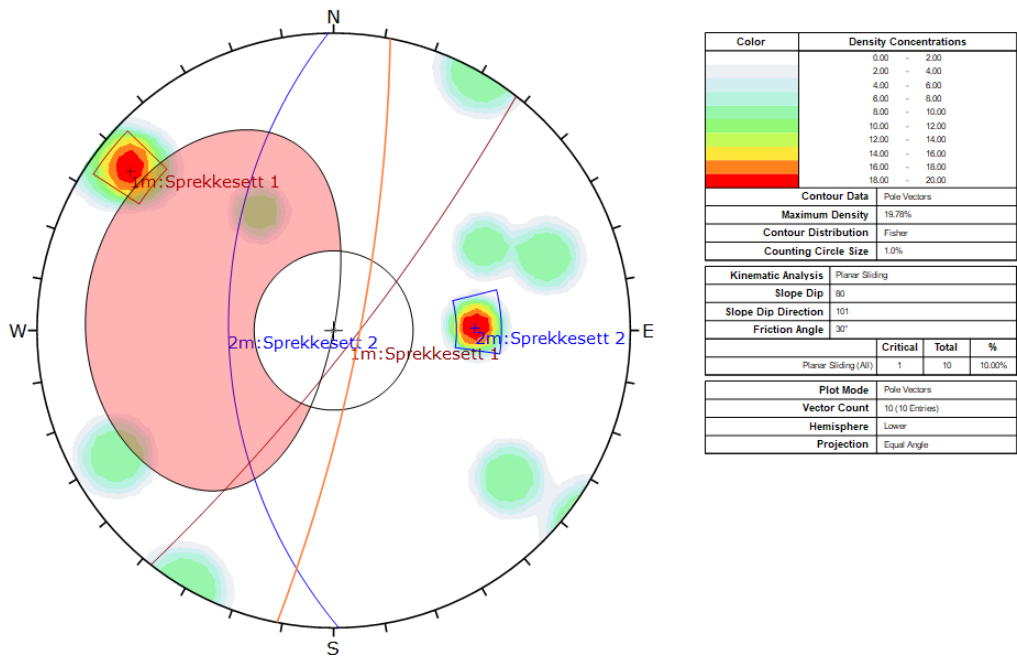
Høyden på prosjekttert bergskjæring er omtrentlig 4 m. Bergskjæringen ligger ikke i umiddelbar nærhet til hus og terrenget ovenfor er flatt og oversiktlig.

21.1.3 Utfallsmekanismer i bergskjæringer og boravvik

Kinematisk analyse

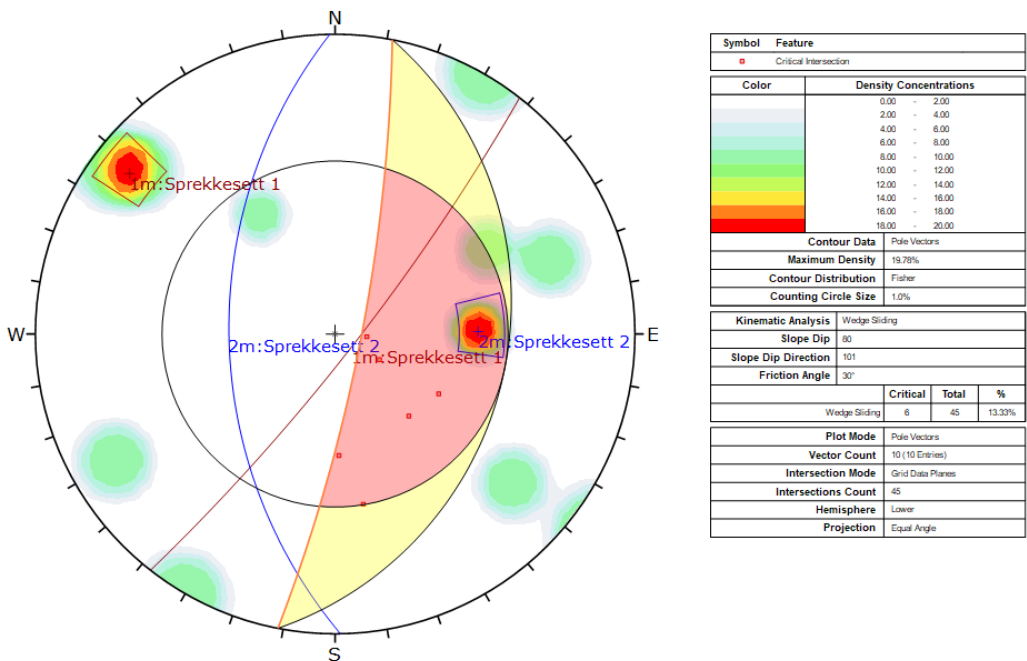
Det er gjennomført kinematisk analyse for planutgliding, kileutgliding og utvelting av målte sprekker i felt presentert i Tabell 10.

Planutgliding



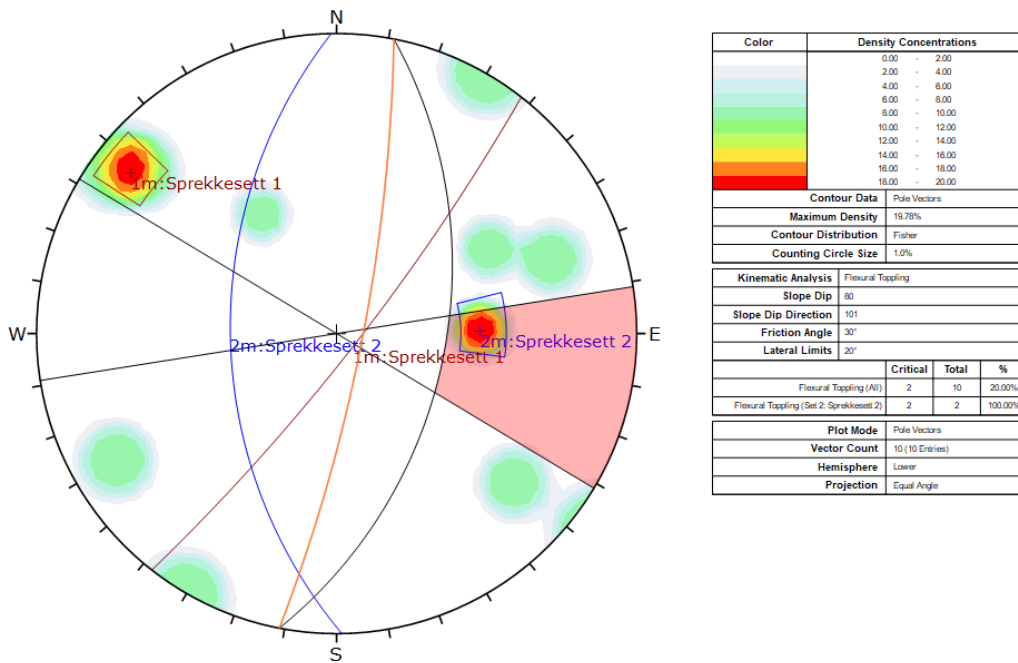
Figur 31: Kinematisk analyse for planutgliding. Resultatet viser at 1 av 10 registrerte plan er kritiske for planutgliding. Oransje storsirkel viser strøk/fall for prosjektert skjæring.

Kileutgliding

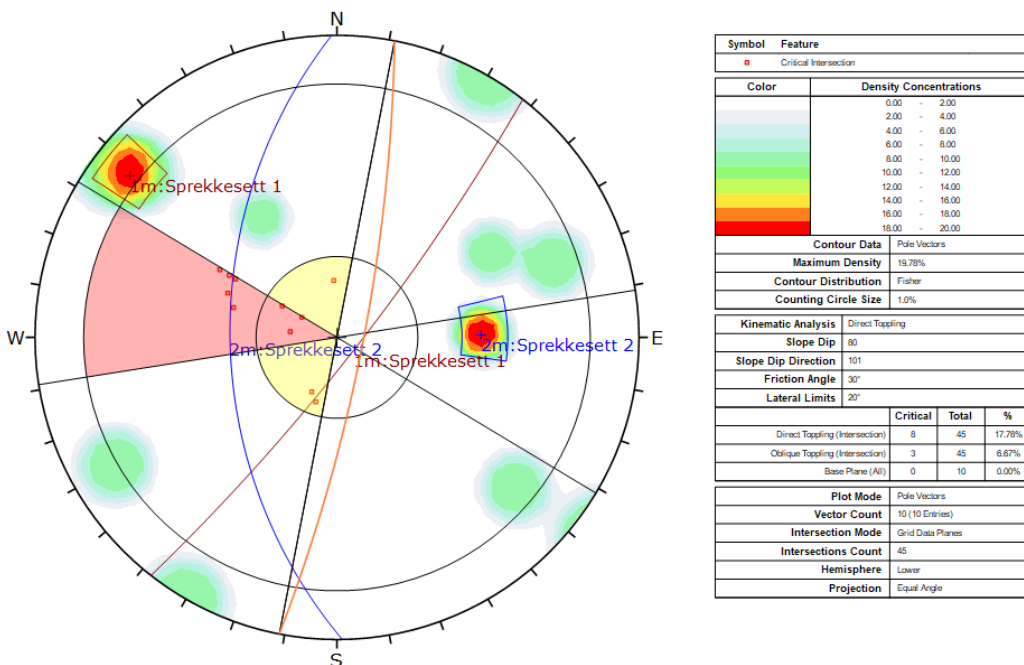


Figur 32: Kinematisk analyse for kileutgliding. Resultatet viser at 6 av 56 skjæringslinjer mellom registrerte plan er kritiske for kileutgliding. Oransje storsirkel viser strøk/fall for prosjektert skjæring.

Utvelting



Figur 33: Kinematisk analyse for utvelting (flexural toppling). Resultatet viser at 2 av 10 registrerte plan er kritiske for utvelting (flexural toppling). Oransje storsirkel viser strøk/fall for prosjektert skjæring.

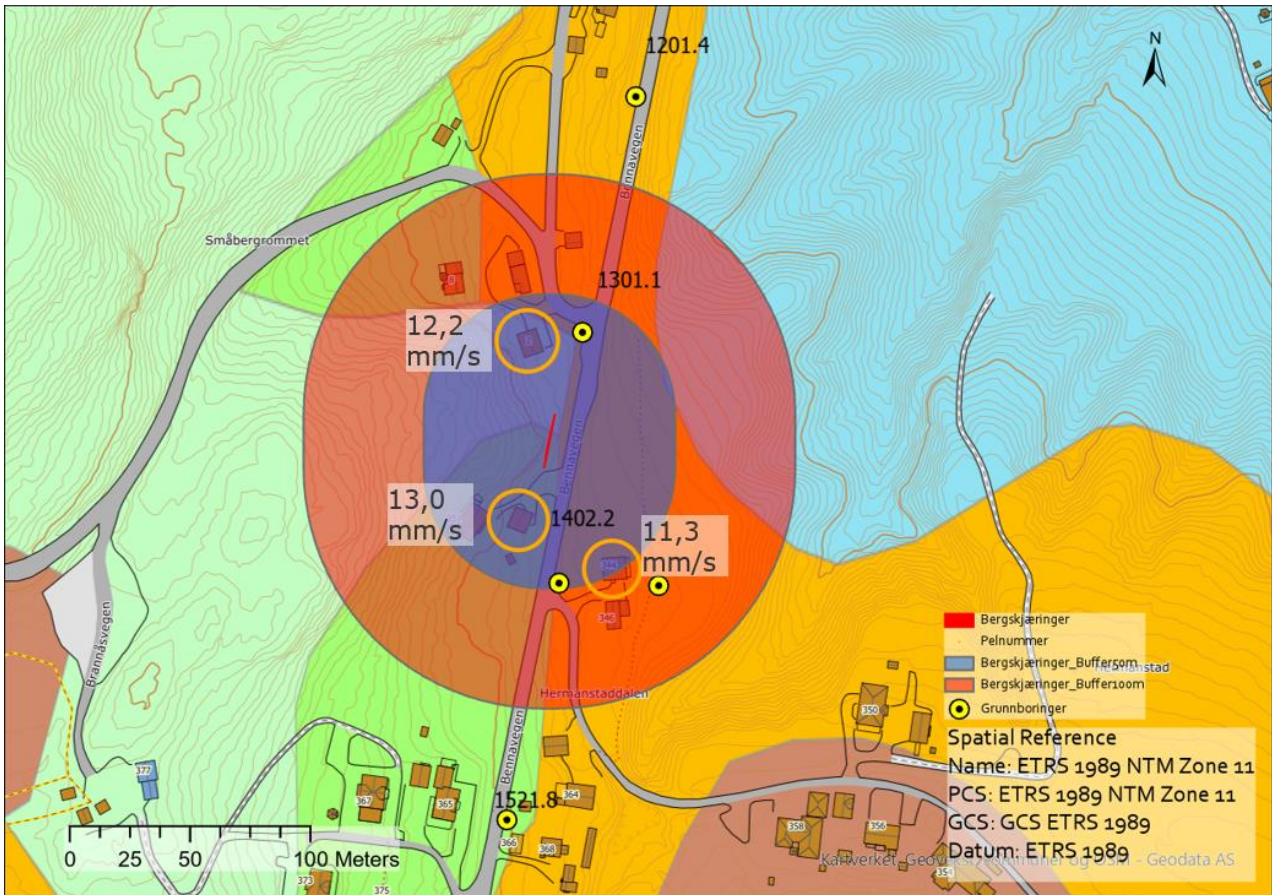


Figur 34: Kinematisk analyse for utvelting (direct toppling). Resultatet viser at 11 av 45 skjæringslinjer er kritiske for skrå og direkte utvelting. Det er ikke registrert base plan som kan avløse disse i bunn. Oransje storsirkel viser strøk/fall for prosjektert skjæring.

Den kinematiske analysen viser at planutgliding, kileutgliding og utvelting kan forekomme i bergskjæringen mellom profil 1360 og 1375. Dette er basert på målinger av en mindre blotning. Grunnet her ansees derfor som mer usikkert enn for profil 940-1025 der det er en eksisterende bergskjæring.

21.1.4 Krav til rystelser

Foreløpige grenseverdier for husene i nærhet til profil er beregnet og presentert i sin helhet i vedlegg 4. Den anbefales at alle byggene innenfor 100 radius besiktiges og at det beregnes nøyaktige verdier ut ifra dette. I Figur 35 er det satt ring rundt byggene det er anbefalt å installere rystelsesmålere på, basert på foreløpige grenseverdiene.



Figur 35: Beregnede grenseverdier for rystelser for bergskjæring mellom profil 1360 og 1375.

21.1.5 Bergsikring

Basert på feltobservasjoner, geologisk tolkning og kinematisk analyse forventes følgende sikringsomfang:

- Rensk av skjæringen og to meter inn fra toppen av skjæringen.
- Spredt bolting plassert for å sikre ustabile blokker.
- Gjerde på toppen som adgangsbegrensning.
- Fangrøft iht. N200. Basert på høyden av prosjektert bergskjæring er det tilstrekkelig at bredden på denne er 3,5 m.

Estimert areal: 60 m²

Estimert lengde topp av bergskjæring: 30 m

Tabell 11: Foreløpige sikringsmengder for prosjektert bergskjæring mellom profil 1360 og 1375.

Beskrivelse	Enhet	Mengde
Rensk	m ²	120 m ²
Bergsikringsbolt bolt Ø20 mm, 4 m lengde	Stk.	10
Bergsikringsbolt Ø20 mm, 5 m lengde	Stk.	5
Gjerde (adgangsbegrensning topp av bergskjæring)	m	30

Det anbefales at arbeidet med rensk og sikring av bergskjæringene følges opp av ingeniørgeolog i anleggsfasen.

21.1.6 Anbefalt sprenging

Bergskjæringen mellom profil 1360 og 1375 anbefales å kontursprenges.

22 Vurderinger – hydrologi/hydrogeologi

Kryssende bekker:

Det er ingen bekker som er prosjektert å komme ned i bergskjæringene.

Det er hellende terreng over skjæring i området ved profil 940- 1025 slik at det forventes at noe vann fra terrenget vil renne ned i skjæring. Nedslagsområdet vil dog være relativt lokalt slik at denne mengden vil være begrenset. Det forventes ikke behov for å sprengre drengrofter over eller i bergskjæring i for å lede vann vekk fra skjæring.

Det er i utgangspunktet ikke ventet iskjøvingsproblematikk i større grad som vil skape større isdannelser i skjæringen, men det kan være behov for mindre mengder isnett. Vurdering av behov for isnett gjøres best ved å observere isdannelser gjennom vinteren. Det anbefales derfor at dette gjøres i vinterperioder frem mot bygging.

23 Vurderinger tiltak i forhold til omgivelser

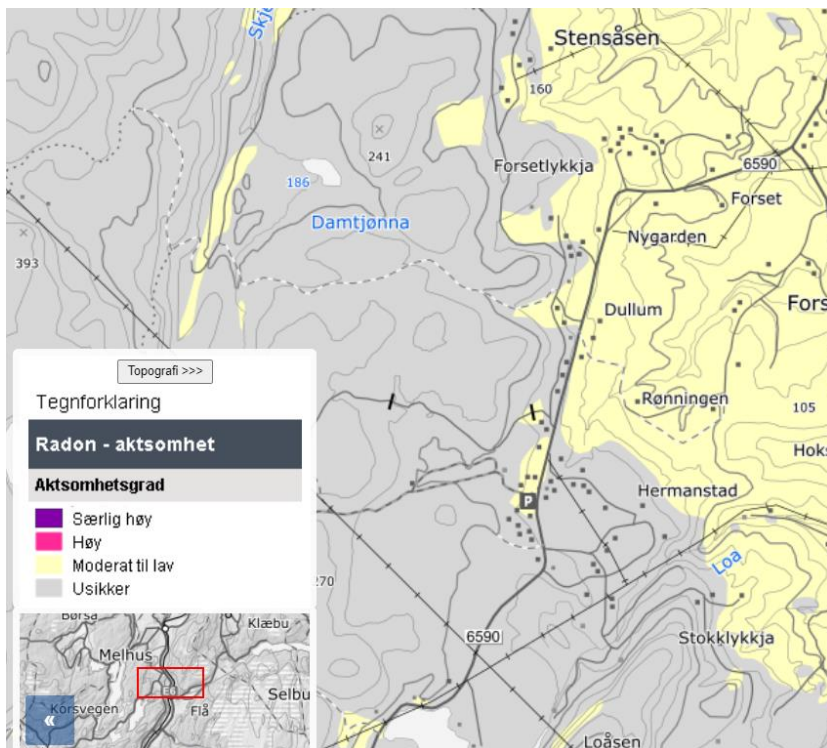
Annen viktig infrastruktur: Reservevannledningen fra Benna til Trondheim går et stykke langs vegen. Det må sprenges i skjæring og i grøft på en slik måte at skade på vannledningen unngås.

Reservevannledningen fra Benna til Trondheim sin plassering må innmåles der denne er i nærheten til der det skal sprenges.

24 Krav til håndtering av sprengsteinsmasser

Det forventes i utgangspunktet ikke spesielle krav til håndtering av sprengsteinsmassene med tanke på syredannende berg. Grønnstein er ikke en typisk bergart for dette ifølge veilederen for å identifisere syredannende bergarter [15]. Rutinemessig bør det tas prøve angående syredannende berg, tungmetaller og radon i byggeplanfasen eller byggefasen. I veilederen nevnes det spesielt at hvis det påtreffes skifer med misfarging må det gjøres geokjemiske analyser umiddelbart.

Ifølge NGUs aktsomhetskart for radon er området langs planlagt trase markert som «usikker» og «moderat til lav aktsomhet», se Figur 36. Det antas at moderat til lav aktsomhet gjelder for hele området, hvor det heller ikke forventes spesielle krav til håndtering.



Figur 36: Aktsomhetskart for Radon i berggrunn ved Bennavegen.

25 Ingeniørgeologisk kompetanse og oppfølging i byggefasen

For byggefasen skal det sørges for at prosjektet har tilstrekkelig bemanning og den nødvendige bergtekniske/ingeniørgeologiske kompetansen for å håndtere de forventede utfordringene. En person med bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse skal ha det faglige ansvar for permanent sikring. Med tanke på de forhold som forventes for denne traseen, bør denne personen minimum ha 5 års erfaring.

Det anbefales at det utføres geologisk kartlegging før sprengning etter at bergoverflaten er avdekket. Kartlegging og sikring av skjæringen bør utføres suksessivt og fortløpende. Den utførte sikringen skal sammen med de geologiske forholdene dokumenteres i en sluttrapport. Rapporten skal også inneholde informasjon for fremtidig vedlikehold [5].

26 Vannømfintlighet, dypsprengning, grunnsprengning

Bergartene i området forventes ikke å være vannømfintlige da grønnstein typisk ikke er en bergart der dette er et problem. Det kan derfor legges opp til dypsprengning i dette området. Bruk av dyp- og grunnsprengning må vurderes fortløpende i anleggsperioden etter hvert som bergoverflaten avdekkes og skjæringene tas ut. Se også kapittel 15 Dyp- og grunnsprengning og Håndbok N200 [5].

27 Gjennomførbarhet/SHA/spesielle forhold

Ved arbeid med rensk og sikring av skjæringer er det viktig å utvise aktsomhet og benytte maskiner og utstyr med tilstrekkelig rekkevidde slik at eventuelle nedfall ikke skader personer og utstyr.

Arbeidet vil foregå nær infrastruktur og bygninger. Det er dermed viktig med varsling og godt samarbeid med etater og privatpersoner for en sikker gjennomføring av sprengings- og anleggsarbeider. Arbeidene på toppen av skjæring med må utføres med stor forsiktighet.

28 Anbefalte videre undersøkelser

- Rutinemessige miljøundersøkelser med tanke på håndtering av sprengsteinsmasser må vurderes hvis det mistenkes eller vurderes at det er behov for dette.
- Flere Micro-Deval- tester og LA-tester kan vurderes for å få et større statistisk prøvemateriale for å bestemme egnetheten til bergmassen til bruk til veiformål bør gjøres i byggeplanfase eller byggefase.
- Det bør gjøres detaljvurdering av behov og evt utstrekning av støttekonstruksjoner av løsmasser over skjæring på deler av strekningen mellom profil 960 – 1025.
- Reservevannledningen fra Benna til Trondheim sin plassering må innmåles der denne er i nærheten til der det skal sprenges.

29 Kilder

- [1] Rambøll, «G-rap-001 1350042821 Grunnundersøkelser Datarapport,» 2021.
- [2] «G-rap-002 1350054996 Geoteknisk vurdering for reguleringsplan og prosjektering av gang- og sykkelveg,» Rambøll, 2023.
- [3] «G-rap-001 1350054996, Supplerende Grunnundersøkelser,» Rambøll, 2023.
- [4] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering - Del 1: Almenne regler"., Standard Norge, 2020.
- [5] Håndbok N200 Vegbygging, 2021: Statens Vegvesen.
- [6] NS 8141-1:2022, Vibrasjoner og støt, Standard Norge, 2022.
- [7] Norsk bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering,» Norsk bergmekanikkgruppe, 2011.
- [8] NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016», Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, Norsk Standard, 2016.
- [9] «Berggrunnskart N250/N50, URL: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/,» 2021. [Internett].
- [10] «Løsmassekart/Kvartærgeologiske kart, URL: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/,» 2021. [Internett].
- [11] «Radon aktsomhetskart,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), 2020. [Internett].
- [12] «Granada (Grunnvannsborehull), URL: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/,» 2021. [Internett].
- [13] NVE, «Sikkerhet mot skred i bratt terreng,» 2014.
- [14] «NVE Atlas (naturfare/skredhendelser), <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>,» NVE, 2023.
- [15] M310/2015 20120842-01-R - Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter (Identification and characterization of acid-forming rocks), NGI, 2015.
- [16] Håndbok V225 Bergskjæringer, Vegdirektoratet, 2020.
- [17] NVE, «NVE Atlas, Skred i bratt terreng, aktsomhetsområde. <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>,» NVE, besøkt 2022.

