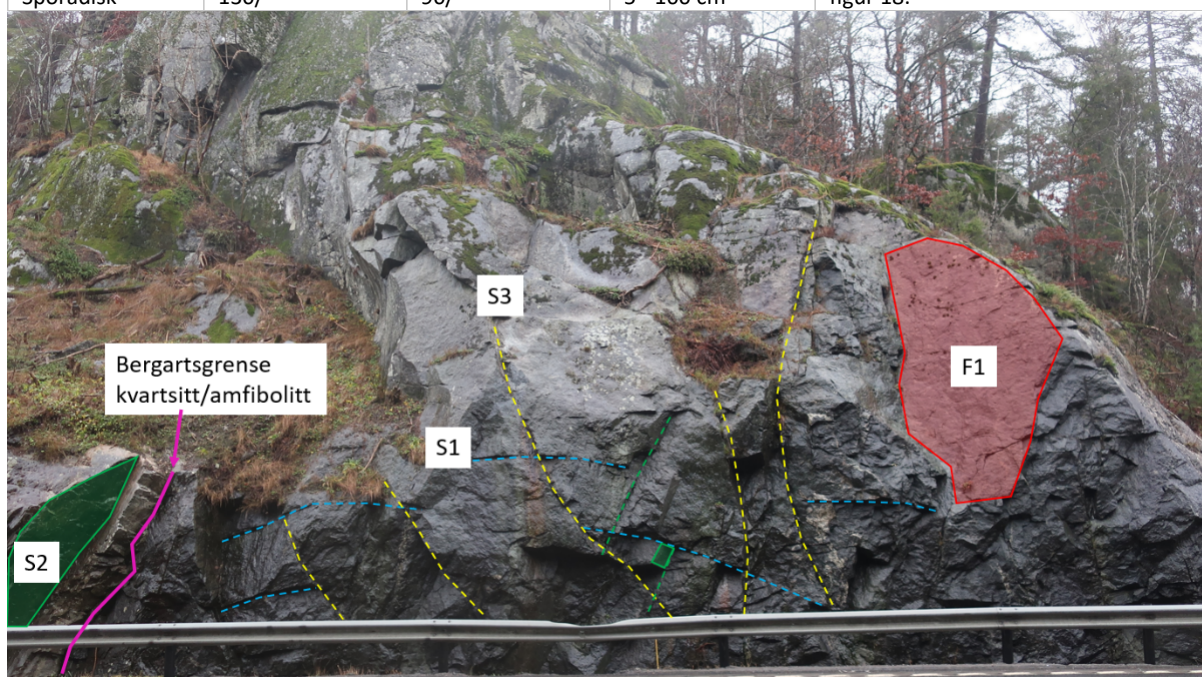


Tabell 6: Oppsummering av kartlagte sprekkesett ved Esa nord.

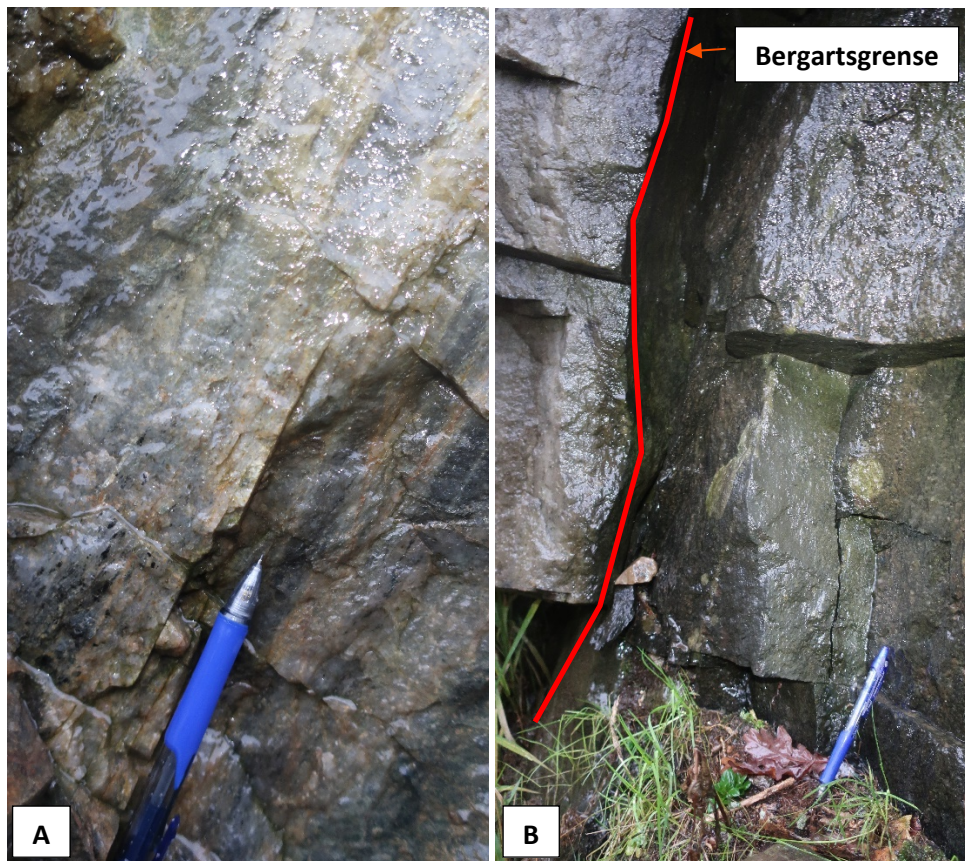
Sprekkesystem	Strøk (°) Amfibolitt/kvartsitt	Fall (°) Amfibolitt/kvartsitt	Sprekkeavstand	Sprekkekarakter
F1	42/45	71/60	1 -10 cm	Gjennomsettende, ru og plan overflate.
S1	200/231	36/42	20 – 100 cm	Sprekkeutholdenhet ca. 2 - 5 m, ru og plan overfalte.
S2	- /159	-/73	5 – 200 cm	Gjennomsettende, ru og plan overflate. Mest utbredt i kvartsitten.
S3	345/-	45/-	5 – 100 cm	Gjennomsettende, ru og plan overflate. Stedvis grønt belegg. Kun i amfibolitten. Varierende fall.
Sporadisk	130/-	90/-	5 - 100 cm	Gjennomsettende, ru og plan overflate. Kun i amfibolitten. Antas å tilsvare S3, i steilstående tilstand. Se figur 18.



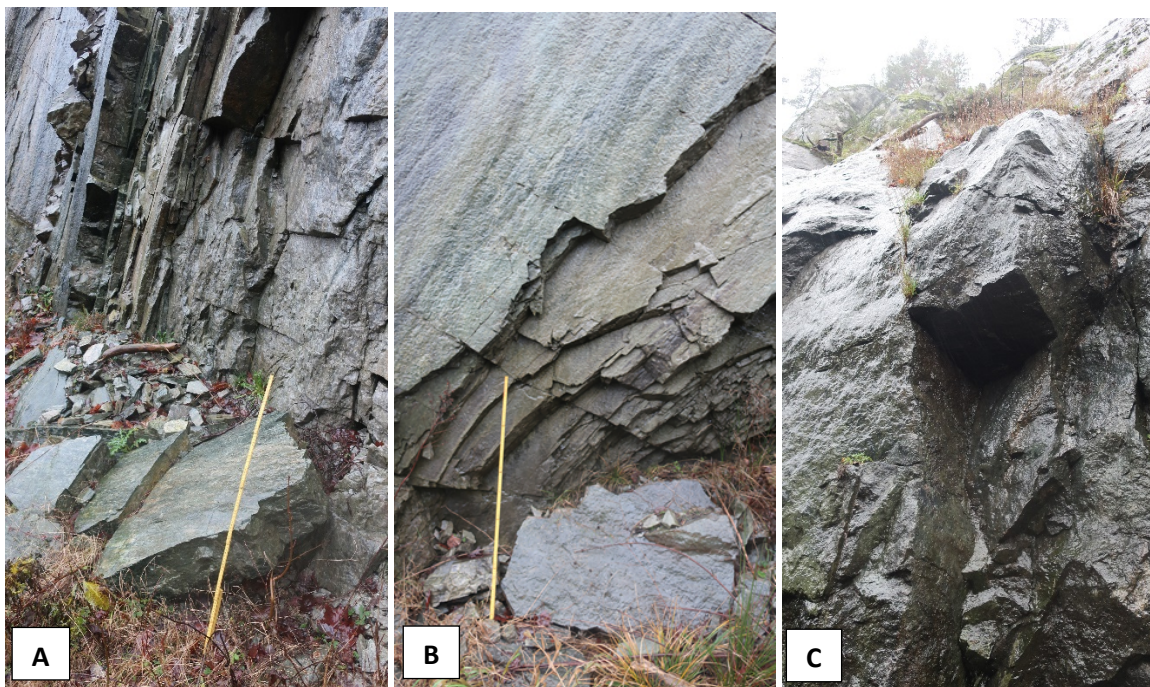
Figur 18: Observerte sprekkesett ved Esa nord i amfibolitten.



Figur 19: Observerte sprekkesett ved Esa nord i kvartsitten.



Figur 20: Bergarter observert langs bergskjæringen ved Esa nord, kvartsitt (A) og amfibolitt (B).



Figur 21: Observerte blokknedfall i kvartsitten (A og B) og tidligere antatt kileutglidning i amfibolitten, med potensiale for ytterligere utglidning (C).



Figur 22: Oversiktsbilde i amfibolitten som viser sidebratt skrent med løse blokker i overkant.



Figur 23: Oversiktsbilde i amfibolitten som viser sidebratt skrent med løse blokker i overkant.

Profil 1440-1700 (Esa sør 1)

NGU's løsmassekart angir bart fjell langs størsteparten av skjæringen, og hav- og fjordavsetning i resterende sørlige del. Under befaring ble det observert bergblotninger og stedvis tynt dekke bestående av torvmateriale med 0 – 10 cm mektighet langs topp av skjæringen. NGUs berggrunnskart angir amfibolitt og kvartsitt meg glimmergneispartier. NGUs N50 berggrunnskart angir kvartsitt med glimmergneispartier og amfibolitt. Skjæringen ligger stedvis nært påvist kvikkleire.

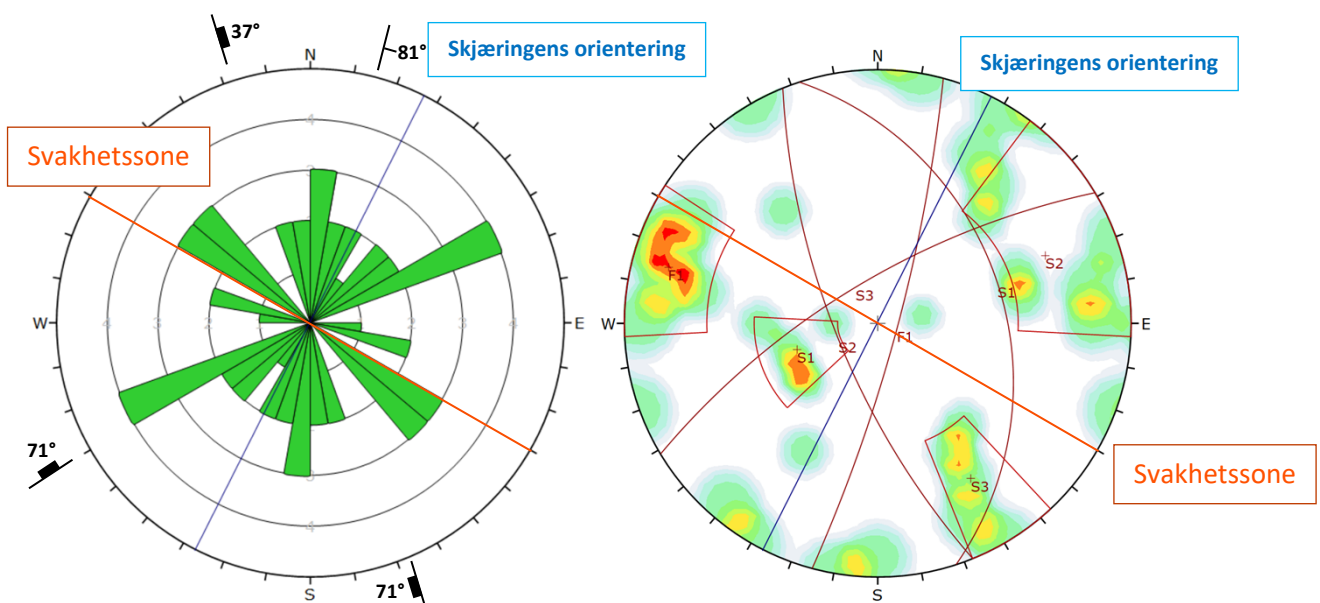
Bergarten er hovedsakelig mørk med varierende kornstørrelse og oppsprekkningsgrad. Bergarten har noe rødlig overflatebelegg og består stort sett av mørke mineral, med stedvis innhold av glimmer- og pyrittkorn. Det ble observert områder med større mengder glimmer, som vurderes til glimmergneis. I sørlig del av bergskjæringen ble det observert soner oppsmuldret bergmasse, bestående av mye glimmer og som vurderes å være utsatt for forvitring, vist i figur 28. Sonen har orientering $120^\circ / 75^\circ$. Det ble også observert ca. 1 meter brede soner med sterkere oppsprekking i nordlig del av skjæringen, som antas å være diabasganger med orientering $250^\circ / 75^\circ$ (se figur 29).

Generelt er det mange varierende sprekkemålinger i denne skjæringen, som kommer av varierende grad av foldning og oppsprekking. Det ble observert tre framtrædende sprekkesett langs bergskjæringen, i tillegg til foliasjonsoppsprekking. Foliasjonen (F1) er vanskelig å tyde og er ikke gjennomsettende, med sprekkeutholdenhet på ca. 2 – 5 m. Foliasjonen har fall på $75 - 90^\circ$ ut mot vegen, med sprekkeavstand 2 – 50 cm. S2 og S3 er gjennomsettende og står steilt. S1 har sprekkeutholdenhet på 2 – 5 m og faller slakt mot nord-øst. Det ble også observert mange sporadiske sprekker. Illustrasjon av sprekkesettene er vist i figur 25 og figur 26. Se tabell 7 for oversikt over kartlagte sprekkesett.

Det ble observert vanndrypp og stedvis mye rennende vann i bergskjæringen. Det var stor vannføring i grøft, grunnet kraftig regnvær på befaringsdagen.

Terrenget over bergskjæringen består av én tidligere utsprengt pall og ytterligere bergskjæring i overkant. Terrenget er generelt ikke sidebratt videre oppover i terrenget.

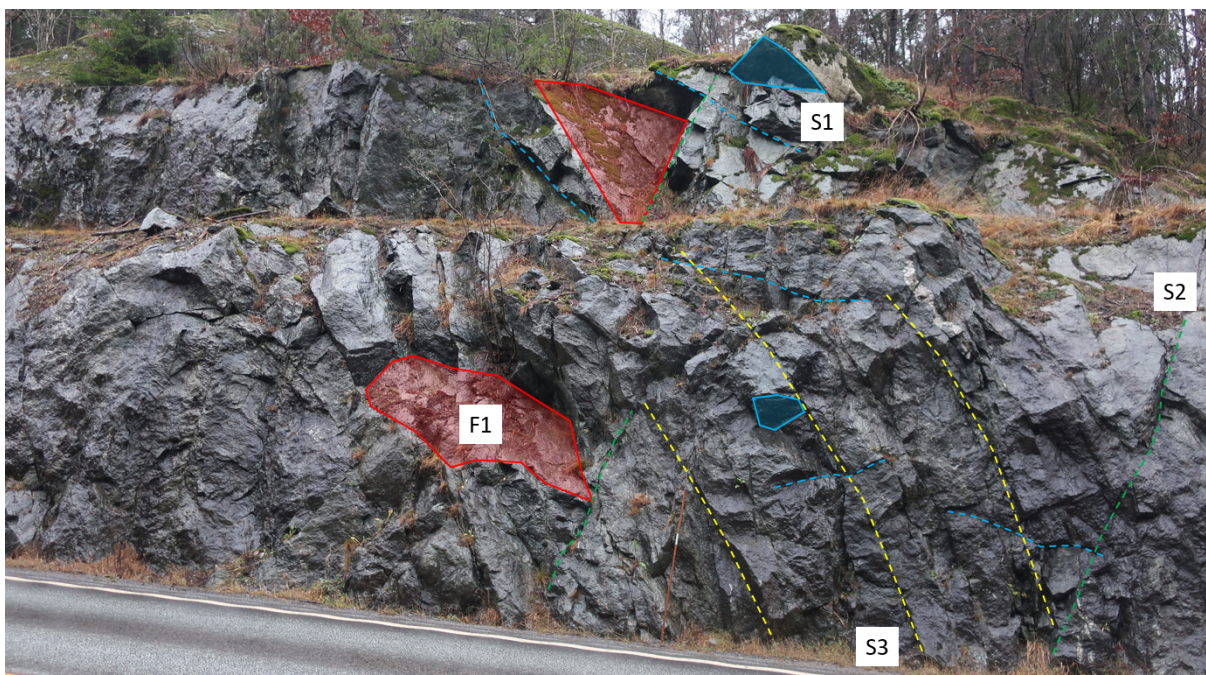
Det ble observert nedfall av et par blokker, som har stoppet på hyllen vist i figur 30. Det ble observert enkelte mindre nedfall i veg-grøft.



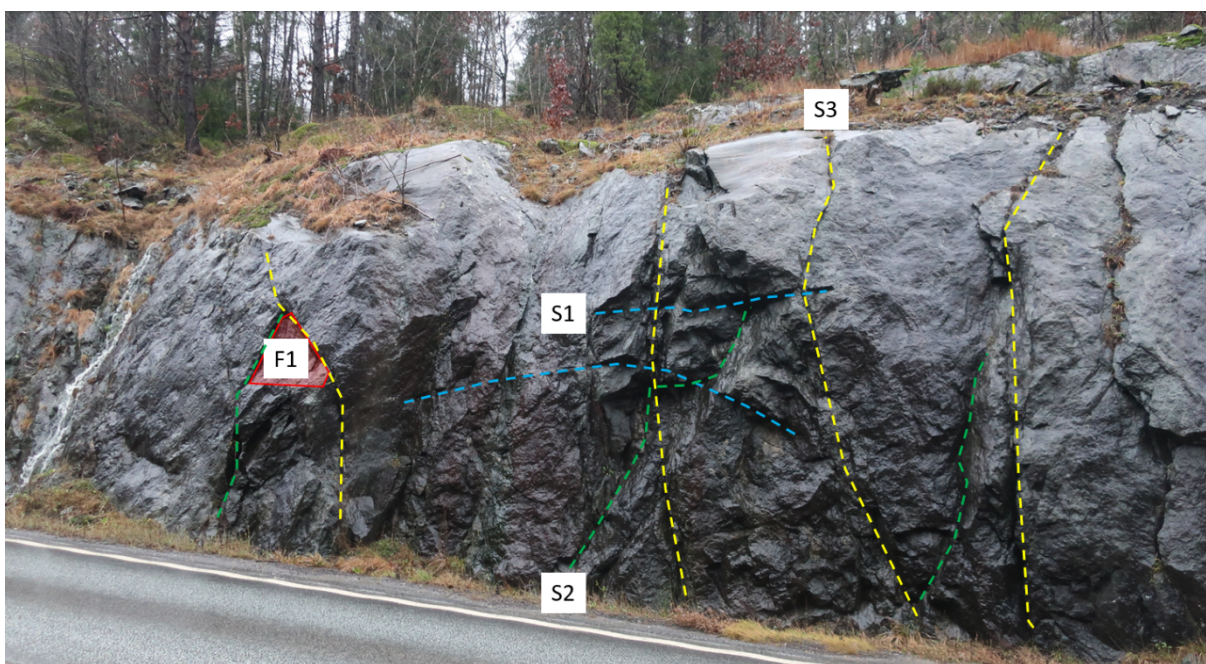
Figur 24: Kartlagt oppsprekking langs bergskjæring ved Esa sør, visualisert i sprekkerose og stereoplott.

Tabell 7: Oppsummering av kartlagte sprekkesett langs bergskjæring ved Esa sør.

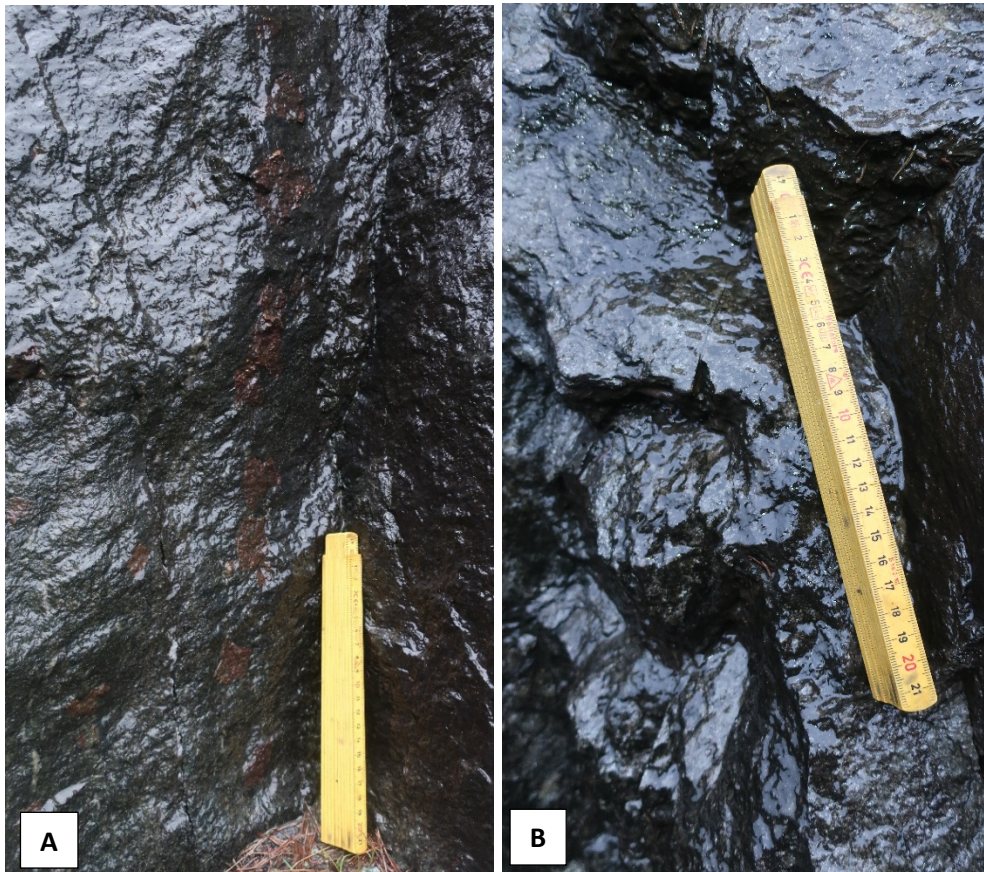
Sprekkesystem	Strøk	Fall	Sprekkeavstand	Sprekkekarakter
F1	015	81	2 – 50 cm	Sprekkeutholdenhet ca. 2 – 5 m, ru og plan overflate.
S1	342	37	10 – 100 cm	Sprekkeutholdenhet ca. 2 – 5 m, ru og plan til bølgete overflate.
S2	158	71	5 – 30 cm	Gjennomsettende, ru og plan.
S3	239	71	2 – 100 cm	Gjennomsettende, ru og plan overflate.



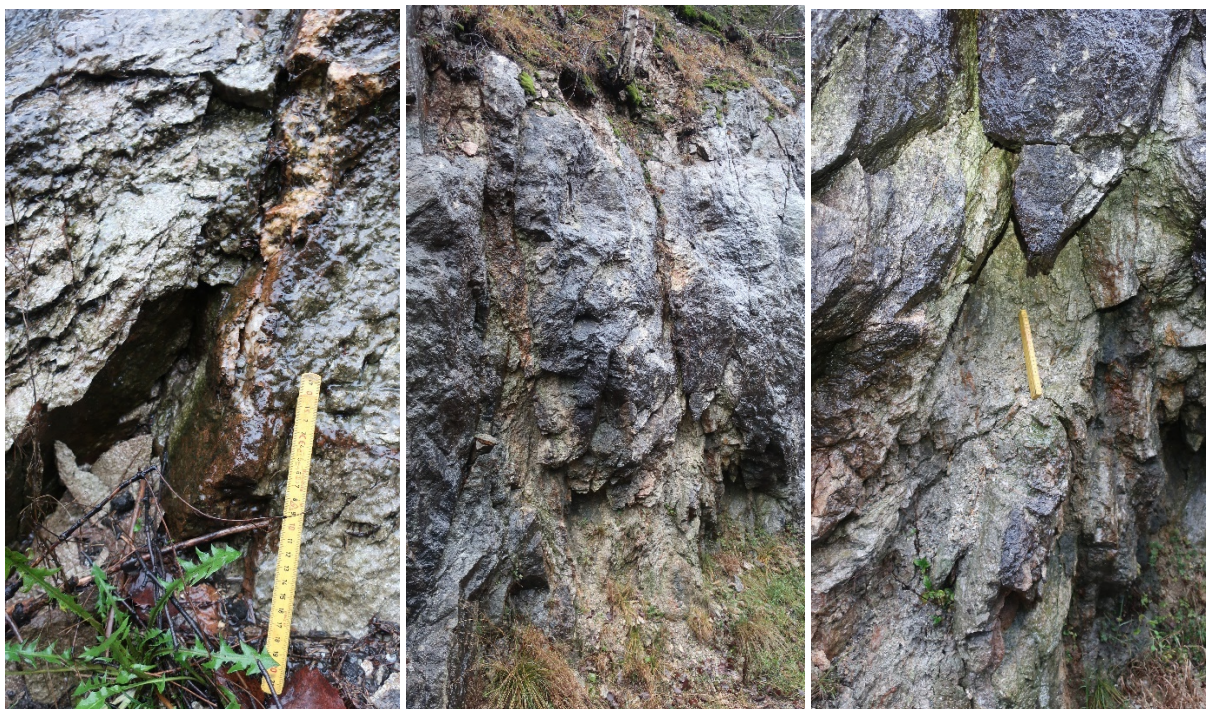
Figur 25: Observerte sprekkesett ved Esa sør, nordlig del.



Figur 26: Observerte sprekkesett ved Esa sør, sørlig del.



Figur 27: Hovedbergarter observert i bergskjæring langs Esa sør, antatt amfibolitt med stedvis innhold av pyritt (A), og glimmergneis (B).



Figur 28: Forvittringssoner i sørlig del av skjæring med lysere og mer oppsmuldret bergmasse, sammenlignet med øvrig bergmasse. Antatt høyt innhold av lys glimmer (muskovitt).



Figur 29: Observerte oppsprekkingssoner på ca. 1 – 2 m, bestående av diabas.



Figur 30:
Blokke
nedfall
ved
profil

I 1600 fra overliggende bergskjæring, som ligger på topp av nedre bergskjæring.

Profil 1750 – 1830 (Esa sør 2)

NGU's løsmassekart angir bart fjell. NGUs N250 berggrunnskart angir båndegneis. På befaringsdagen ble det observert bergblotninger og stedvis tynt løsmassedekke bestående av torvmateriale med mektighet på 0 – 10 cm, vist i figur 31. Oppsprekningen i bergskjæringen var tilsvarende som for eksisterende bergskjæring ved Esa sør 1.



Figur 31: Foto fra befaringsdagen som viser eksisterende bergskjæring ved profil 1750-1800.

2.4.2. Delstrekning 2

Profil 160-270 (Åbydalen 1) og profil 535 – 545 (Åbydalen 2)

NGU's løsmassekart angir tykk havavsetning. NGUs N250 berggrunnskart angir båndegneis. På befaringsdagen ble det ikke observert bergblotninger, vist i figur 32. Løsmassemektigheten er antakeligvis 20-50 cm og består av torvmateriale. Skjæringene vil ligge nært påvist kvikkleire.



Figur 32: Foto fra befaringsdagen som viser topografien ved profil 160-270. GSV legges på høyre side av veg.

Profil 930 - 970 (Lillebrekka 1) og profil 1130 – 1165 (Lillebrekka 2)

NGU's løsmassekart angir tykk havavsetning. NGUs N250 berggrunnskart angir båndegneis. På befaringsdagen ble det observert bergblotninger og stedvis tynt løsmassedekke bestående av torvmateriale med mektighet på 0 – 20 cm, vist i figur 33. Det ble ikke gjort detaljerte undersøkelser av bergskjæringene da de var delvis dekket med torv på befaringsdagen, og fordi høyden blir under 3 m. Skjæringene vil ligge nært påvist kvikkleire.



Figur 33: Foto fra befaringsdagen som viser bergblotning ved profil 930-970.

Profil 2280-2320 (Grindbakken)

NGU's løsmassekart angir tykk havavsetning. NGUs N250 berggrunnskart angir kvartsitt og båndegneis. Det ble ikke gjort detaljerte undersøkelser av bergskjæringene da de var delvis dekket med torv på befaringsdagen, og fordi høyden blir under 3 m.

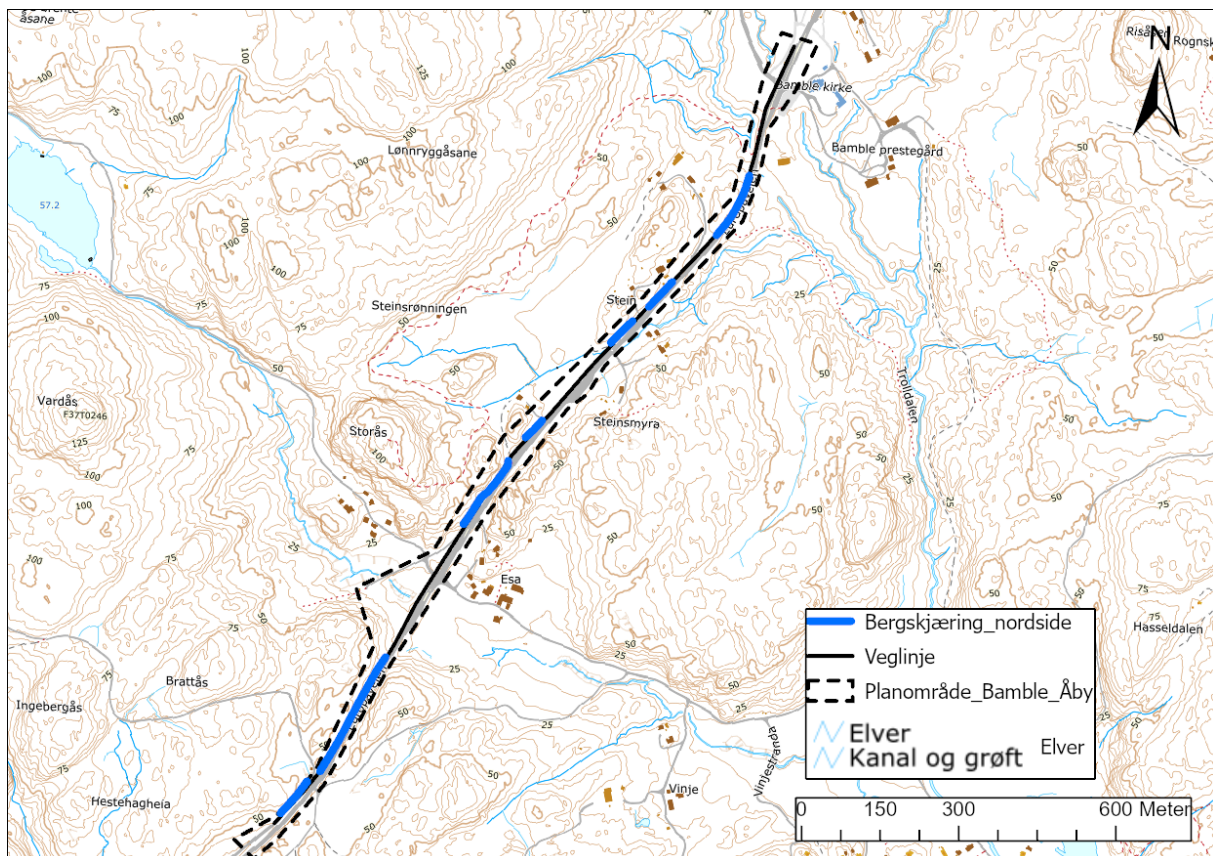
2.5. Hydrologi og hydrogeologi

Begge delstrekningene befinner seg innenfor Kragerøvassdraget (nr. 017) med et landareal på 1.580 km² (11). Delstrekning 1 Bamble kirke – Åby befinner seg innenfor et 9,11 km² stort nedbørsfelt (nr. 017.12), og strekker seg fra utløpet til Rognsbekken i Rognsfjorden til Åbyfjorden. Avrenning fra bergskjæringene langs denne delstrekningen vil havne i mindre bekker, som renner ut i Åbyfjorden.

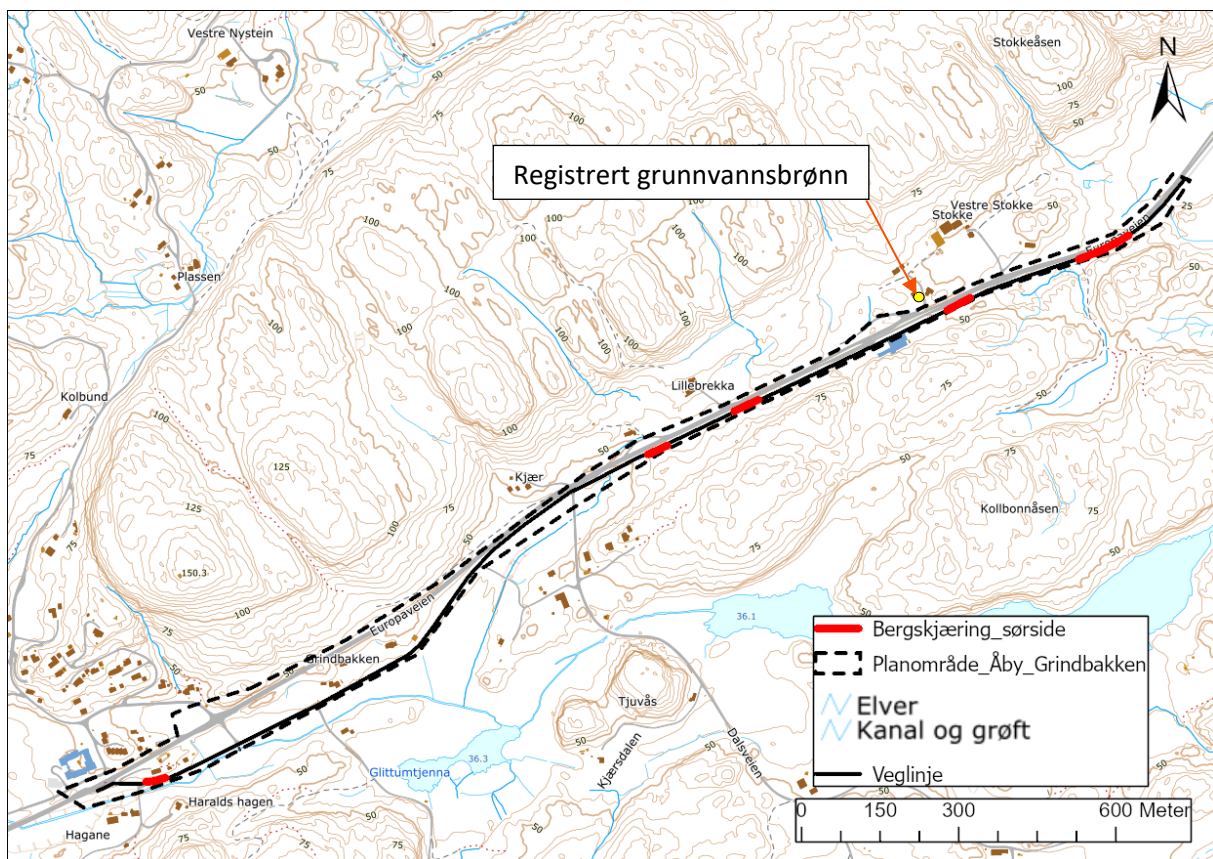
Delstrekning 2 Åby – Grindbakken befinner seg innenfor et 49,8 km² stort nedbørsfelt (nr. 017.1Z), og strekker seg fra Krokvatnet i nord til Åbyfjorden i sør. Avrenning fra bergskjæringene langs denne delstrekningen vil til slutt havne i Åbyelvam som renner ut i Åbyfjorden.

Oversikt over elver og innsjøer langs de to delstrekningene er vist i figur 34 og figur 35.

Basert på topografisk kart og ortofoto er det ikke registrert nærliggende myrer eller elver som krysser de eksisterende bergskjæringene. På befaringsdagen ble det observert vannføring i varierende omfang i samtlige bergskjæringer mellom Bamble kirke og Åby. Det ble ikke observert vannføring i bergskjæringene ved Grindbakken.



Figur 34: Oversikt over innsjøer og elver i nærheten av planlagte bergskjæringer langs delstrekning 1.



Figur 35: Oversikt over innsjøer og elver i nærheten av planlagte bergskjæringer langs delstrekning 2.

2.5.1. Grunnvannsbrønner

I den nasjonale grunnvannsdatenbanken GRANADA finnes informasjon om grunnvannsressurser og brønner. Det er kun registrert to brønner som ligger i nærheten av de to delstrekningene. Den ene ligger nord-øst for Åbydalen 1 på gnr/bnr 105/3. Dybde til fjell ble her målt til 1,0 m. Den andre grunnvannsbrønnen ligger rett nord-øst for Bamble kirke, utenfor planområdet på gnr/bnr 41/17. Brønnen ble boret fra fjell i dagen. Det kan forekomme grunnvannsbrønner som ikke er registrert i grunnvannsdatenbanken. Asplan Viak er ikke kjent med at det er andre brønner langs de to delstrekningene.

2.5.2. Iskjøving og frostsprengning

Iskjøving oppstår ved gjentatt frysing av vann på eksisterende isflate eller kald overflate. Risikoen for iskjøving avhenger av overflatedrenering og bergets vannføringsevne. Bergskjæringene befinner seg i en klimasone hvor temperaturen kan fluktuere hyppig rundt frysepunktet, som kan føre til iskjøving og frostsprengning. Følgende steder er det observert forhold som kan medføre iskjøving og frostsprengning:

- Bergskjæring bamble prestegård, sørlig del. Observert fukt og noe rennende vann.
- Bergskjæring Esa nord 2 i amfibolitten. Observert drypp og rennende vann.
- Bergskjæring Esa sør 1, i midtre del. Observert flere steder med mye rennende. Det ble senere observert betydelig mengde iskjøving under kuldeperiode.

2.6. Skred

Ingen av de eksisterende bergskjæringene på strekningen ligger innenfor aktsomhetsområder for skredtyper i bratt terreng, derav snøskred, jord- og flomskred og steinsprang.

Aktsomhetsområde for snøskred

Av bergskjæringene som skal utvides er det ingen som ligger innenfor NVEs aktsomhetsområde for steinsprang.

Aktsomhetsområde for steinsprang

Av bergskjæringene som skal utvides er det ingen som ligger innenfor NVEs aktsomhetsområde for steinsprang.

Aktsomhetsområde for jord- og flomskred

Av bergskjæringene som skal utvides er det ingen som ligger innenfor NVEs aktsomhetsområde for steinsprang.

2.6.1. Tidligere skredhendelser

Det er registrert flere skredhendelser i eksisterende bergskjæringer langs begge delstrekningene på NVE (18) og SVV (19) sin kartdatabase for skredhendelser. Skredhendelsene omfatter steinsprang og isnedfall fra selve bergskjæringene. Oversikt over registrerte skredhendelser i eksisterende bergskjæringer langs strekningen er vist i tabell 8.

Tabell 8: Oversikt over skredhendelser i eksisterende bergskjæringer langs delstrekningene.

Plassering/ bergskjæring	Profil- nummer	Type skred	Volum av skredmasser [m ³]	Blokkert veglengde [m]	Dato [år- måned- dag]
Bamble prestegård		Steinsprang fra skjæring	< 10	Kun i grøft	2006-09-03
Bamble prestegård		Jordskred	Uvisst	0	1934-12-18
Esa nord 2		Steinsprang fra skjæring	< 1	Kun i grøft	2006-04-12
Esa nord 2		Steinsprang fra skjæring	< 10	Kun i grøft	2007-02-01
Esa sør 1		Isnedfall fra skjæring	2	Kun i grøft	2006-04-12
Grindbakken på Fv.		Isnedfall fra skjæring	2	< 10	2010-03-11
Grindbakken på Fv.		Steinsprang fra skjæring	3	Kun i grøft	2007-02-01
Grindbakken på Fv.		Steinsprang fra skjæring	2	Kun i grøft	2007-02-01
Grindbakken på Fv.		Steinsprang fra skjæring	< 1	< 10	2006-07-24

3. INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER

3.1. Geometrisk utforming av bergskjæring

I henhold til håndbok N200 (2) skal bergskjæringene i utgangspunktet utformes som nær vertikale skjæringene (10:1 eller brattere). Helning og utforming skal tilpasses forhold som geologi, grunnvann og landskap. Basert på geologiske observasjoner og vurderinger anbefales det at bergskjæringene utformes med helning 10:1 for å redusere bergmasseuttaket og høyden på bergskjæringen.

For samtlige bergskjæringene under 10 m utformes bergskjæringene uten hyller og følger terrenget. Etter ønske fra fylkeskommunen skal alle bergskjæringene som blir 10 m eller høyere, etableres med permanente hyller. Det er lagt inn paller med høyder 8,5 m og helning 10:1. Pallbredden bør være minimum 5 m og helle svakt bort fra vegen (ca. 1:10). Hyller vil redusere risikoen for at eventuelle nedfall fra skjæringen treffer gang- og sykkelvegen.

I overgang mellom berg- og løsmasseskjæring skal helningsvinkelen på skråningen forandres gradvis for å gi en myk overgang.

3.1.1. Dimensjonering av fanggrøft

Bergskjæringene skal utformes med fanggrøft med dimensjoner i henhold til krav i N200 (2). Fanggrøft skal redusere risikoen for at nedfall fra bergskjæring havner på veg og fører til skade på myke trafikanter. Det er valgt å bruke 4 m bredde på fanggrøft for ekstra sikkerhet med hensyn på myke trafikanter og for å ha tilstrekkelig plass i reguleringsplanen. Bredde på 4 m vil også være tilstrekkelig i bergskjæring med total høyde på opptil 24 m.

3.2. Utrasningsmekanismer i bergskjæringene som skal utvides

Mulige utrasningsmekanismer i bergskjæringene er hovedsakelig vurdert på bakgrunn av observasjoner fra befaring i eksisterende bergskjæringene som skal utvides. Det er også utført stabilitetsanalyse av potensielle utrasningsmekanismer i bergskjæringene, med programvaren *Dips* fra *Rocscience* (20). Analysen gir informasjon om hvorvidt sprekkesettene orientering i forhold til bergskjæringen gjør det kinetisk mulig at utrasninger kan skje. Analysen sier ingenting om sannsynligheten for fremtidige nedfall. Observasjoner og vurderinger fra befaringen er ansett som sikreste indikasjon på mulige stabilitetsproblemer.

Tre mulige utrasningsmekanismer er vurdert:

- Plan utglidning: Utglidning langs et enkelt svakhetsplan eller langs en bruddflate sammensatt av flere parallelle, opprinnelig usammenhengende svakhetsplan.
- Kileutglidning: Utglidning langs to plane flater som danner en kile.
- Utvelting: Utrasningen skjer ved at tavleformede plater eller flak av bergmassen velter ut pga. steilstående sprekkesett med strøk tilnærmet parallelt skjæringen/skråningen.

Registrerte sprekkorienteringer, bergskjæringens helning og orientering, samt vurdert basis friksjonsvinkel inngår som inngangsparametere i stabilitetsanalysen i *Dips*.

- Bergskjæringens helning: Som utgangspunkt skal bergskjæringene utformes etter standard i håndbok N200 med helning 10:1, som tilsvarer skråningsvinkel på 84°.
- Bergskjæringens orientering: Strøk til bergskjæringene er målt fra kart.
- Sprekkemønstre: Sprekkemålinger innhentet under befaring
- Friksjonsvinkel til sprekkplan: Erfaringstall for bergarter og observerte overflateforhold.
- Lateral begrensning: Benyttes for å ta hensyn til variasjon i bergskjæringens orientering. Er i utgangspunktet satt til 25°.

Tabell 9: Valgte friksjonsvinkler for ulike bergarter basert på erfaringstall og observerte overflateforhold (21).

Bergart	Amfibolitt	Basalt	Glimmergneis	Kvartsitt	Sprekkefylling med glimmer
Friksjonsvinkel [°]	32	36	24	30	8 - 16

Bamble prestegård, profil 290-450 (énsidig bergskjæring på nordside med fall mot sør-øst)

Observasjoner fra befaring langs eksisterende bergskjæring viser plan utglidning i nordre del av skjæringen langs foliasjonsplanet F1, hvor blokk er avløst av S1 og S3. I sørlig del av skjæringen ble det også observert potensiale for plan utglidning langs F1, avløst av S1 og S2, men ingen observerte blokker i grøft. Det kan dermed forventes at plan utglidning og utvelting langs F1 kan forekomme når bergskjæringen utvides.

Basert på analyse i Dips er det kinematisk mulig med plan utglidning langs sprekkplan tilhørende F1. Det stemmer overens med hva som er observert og vurdert under befaringen. Det er også kinematisk mulig med kileutglidning langs krysningslinjene mellom F1 og S1, og F1 og S3. Basert på observasjoner fra befaring vurderes det likevel som lite sannsynlig at kileutglidning skal forekomme, da utrasningsmekanismen ikke ble observert. Plan utglidning vurderes som å være førende utrasningsmekanisme.

Basert på befaringsobservasjoner og kinematisk analyse er sannsynligheten for utvelting liten.

Esa nord 2, profil 1010-1180 (tosidig, aktuell skjæring på nordside med fall mot sør-øst)

Basert på observasjoner fra befaring vurderes det som mulig at kileutglidning og plan utglidning i amfibolitten kan forekomme. Plan utglidning vurderes som mulig langs foliasjonsplanet F1, som kan avløses av S1 og S2. I amfibolitten ble det observert spor etter tidligere kileutglidning. Kileutglidning vurderes derfor som mulig langs skjæringslinjen mellom F1 og S3, avløst av S1 i overkant. I kvartsitten ble det observert blokknedfall fra plan utglidning langs F1, avløst av S1 og S2.

Basert på analyse i Dips er det kinematisk mulig med plan utglidning både i amfibolitten og kvartsitten. Analysen viser også at kileutglidning er mulig langs skjæringslinjen mellom F1 og S3 i amfibolitten, og tilsvarende i kvartsitten langs skjæringslinjen mellom F1 og S2. Det ble ikke observert utpregede spor etter tidligere kileutglidninger i kvartsitten, og sannsynligheten for kileutglidning vurderes derfor som størst i amfibolitten.

Utvelting er kinematisk mulig i både kvartsitten og amfibolitten. Utrasningsmekanismen er ikke observert under befaring og vurderes derfor som lite sannsynlig.

Esa sør 1, profil 1440-1700 (tosidig, aktuell skjæring på nordside med fall mot sør-øst)

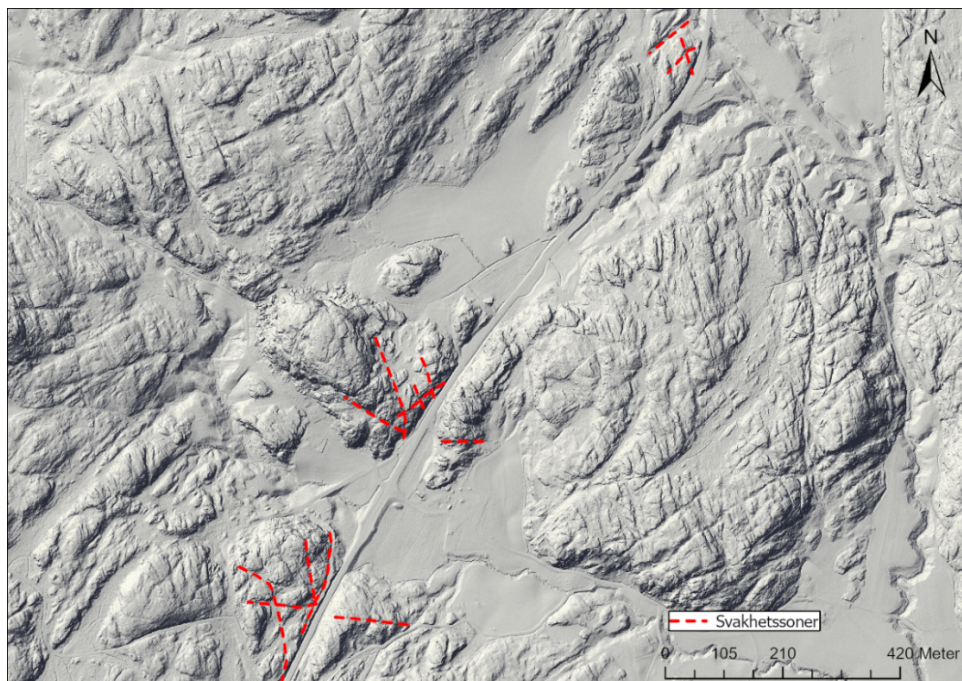
Basert på tegn til plan utglidning under befaringen, vurderes det som mulig at plan utglidning kan forekomme langs foliasjonsplanet F1 avløst av S2 og S3. Det ble også observert spor etter kileutglidning. Kileutglidning vurderes derfor som mulig langs skjæringslinjen mellom F1 og S2, avløst av S1 når skjæringen utvides.

Basert på analyse i Dips er det kinematisk mulig med plan utglidning langs sprekkplan tilhørende F1. Det stemmer overens med hva som er observert og vurdert under befaringen. Det er også kinematisk mulig med kileutglidning langs krysningslinjene mellom F1 og S2, og S1 og S3. Kileutglidning langs skjæringslinjen mellom S1 og S3 vurderes som lite sannsynlig, da det ikke ble observert på befaring.

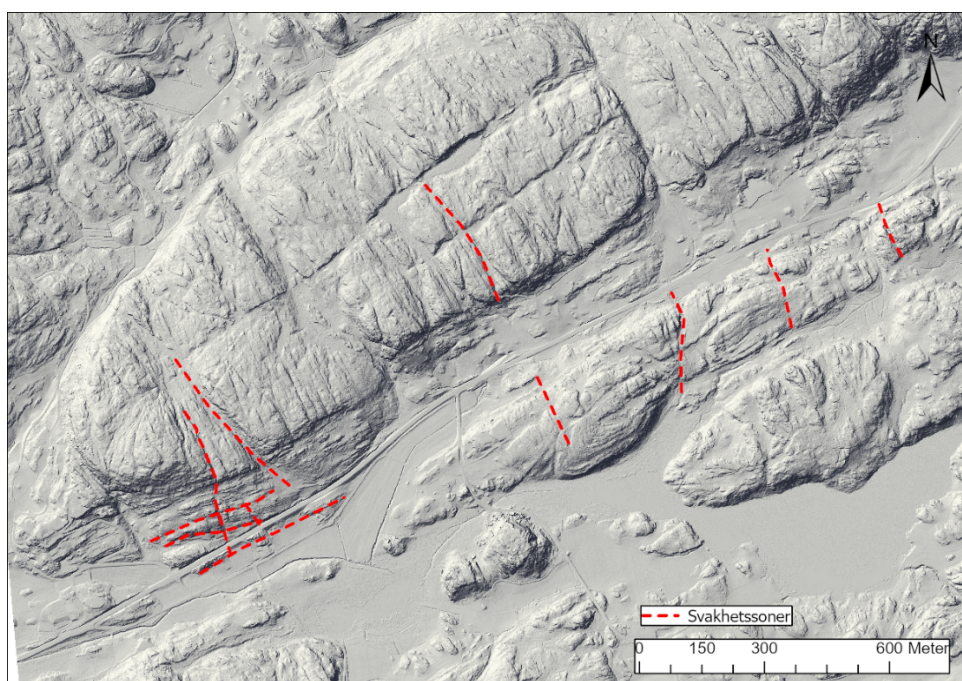
Utvelting vurderes som lite sannsynlig basert på kinematisk analyse og befaringsobservasjoner.

3.3. Svakhetssoner

Svakhetssoner er soner i berggrunnen der fastheten er lav sammenlignet med fastheten til de omkringliggende bergarter. Dette kan skyldes et svakere bergartslag eller en deformasjonssone i berggrunnen. Basert på skyggereileffkart er det registrert flere gjennomsettende svakhetssoner i området, vist i figur 36 og figur 37. I bergskjæringene mellom Bamble kirke – Åby ble det stort sett registrert svakhetssoner i form av tettere oppsprekking. I skjæringen langs Esa sør 1 ble det også registrert svakhetssoner med forvitningsmateriale. Det ble også registrert svakhetssoner i form av oppsprukket diabas-ganger. Det vurderes at svakhetssonene kan ha noe innvirkning på lokalstabiliteten, og at det bør forventes noe større omfang av bergsikring i form av nett eller sprøytebetong i kombinasjon med bolter.



Figur 36: Skyggerelieffkart over delstrekning 1 med inntegnede svakhetssoner i nærhet av bergskjæringene.



Figur 37: Skyggerelieffkart over delstrekning 2 med inntegnede svakhetssoner i nærhet av bergskjæringene.

3.4. Skredfarevurdering

I henhold til N200 *Vegbygging* (2) skal det tas utgangspunkt i samlet skredsannsynlighet per km veg og dimensjonerende trafikkmengde. ÅDT på delstrekning 1 er 4.200 og 2.300 på delstrekning 2. Akseptabel skredsannsynlighet pr. km og år er følgelig 1/100 på delstrekning 1 og 1/50 på delstrekning 2. Sannsynligheten for at skred i bratt terreng når gang- og sykkelvegen skal dermed ikke overskride 1/100.

Sannsynligheten for at skred i bratt terreng ovenfor bergskjæringene og de øvrige vegstrekningene treffer vegen anses som liten. Aktsomhetskart for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred fra NVE, samt kombinert aktsomhetskart for snø- og steinsred fra NGI, viser at ingen deler av vegstrekningene ligger innenfor aktsomhetsområder for skred i bratt terreng.

Det er kun registrert nedfall fra eksisterende bergskjæringer. Akseptabel skredsannsynlighet i henhold til N200 er kun relatert til skred i bratt terreng utenfor bergskjæringene. I og med at det ikke er registrert skredhendelser utenom eksisterende bergskjæringer og alle bergskjæringene ligger utenfor aktsomhetsområde for skred i bratt terreng, vurderes skredsannsynligheten som tilfredsstillende.

Det er tidligere registrert skredhendelser i form av små steinsprang og isnedfall fra eksisterende bergskjæringer. Eventuelle framtidige skredproblem på veg vurderes å kun ha tilknytning til totalstabiliteten og lokalstabilitet i bergskjæringer. Det vurderes at tilstrekkelig sikring av bergskjæringene vil gi tilstrekkelig sikkerhet mot skred fra disse.

Det er påvist kvikkleire i mange av prøvepunktene nært eksisterende bergskjæringer. Det vises til geoteknisk rapport for nærmere omtale av kvikkleire og fare for kvikkleireskred (1).

3.5. Klassifisering og bruk av bergmassen

3.5.1. Bruk av bergmassen

Styrkeegenskaper, glimmerinnhold, kornform og kornfordeling avgjør om bergarten er egnet til vegbyggingsformål. Statens vegvesens håndbok N200 angir gjeldende krav for tilslag til bruk i vegdekke, bærelag og forsterkningslag. Kravene er gitt med hensyn til fremskrevet årsdøgnstrafikk (ÅDT). I kravene er det gitt maksimalverdier for flisighetsindeks, Los-Angeles verdi, Micro-Deval koeffisient og mølleverdi. Massene bør heller ikke inneholde syredannende mineraler som for eksempel pyritt.

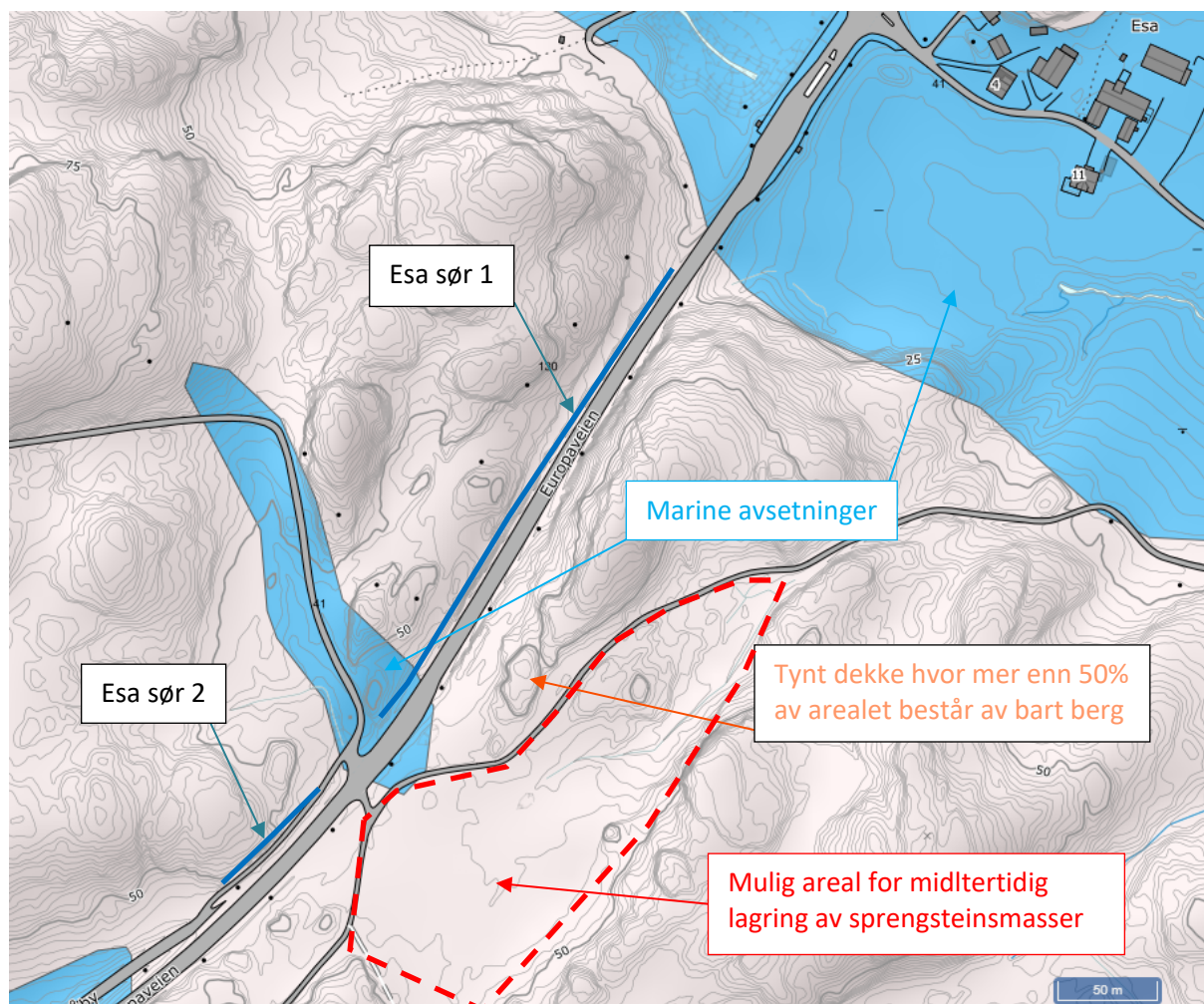
Det er ikke foretatt laboratorieundersøkelser av bergmaterialet fra eksisterende bergskjæringer i prosjektet. NGUs grus- og pukkdatabase (22) kan benyttes til å finne egenskaper til steinprøver fra nærliggende steinbrudd i området. Resultatene fra disse er sammenlignet med krav i N200. Det er imidlertid ikke registrert resultater fra steinprøver i representativ nærhet til bergskjæringene.

Generelt er det ikke anbefalt å bruke sprengsteinmasser til vegformål med innhold av pyritt og høyt glimmerinnhold. Det er som nevnt registrert betydelig glimmerinnhold i bergmassen ved Bamble prestegård, og noe glimmerinnhold i amfibolitten ved Esa nord og sør. I bergskjæringen ved Esa sør ble det også registrert innhold av pyritt. Det antas at kvartsitten kan brukes til vegformål, grunnet gode styrkeegenskaper og fravær av glimmerinnhold. Det må likevel tas tester av bergmakinske egenskaper for å bekrefte egnethet til vegformål.

Hvis bergmassen skal brukes til vegformål må testing av nødvendige mekaniske parametere utføres. Det anbefales også at bergmasse med observert pyritt testes for syredannende egenskaper før eventuell bruk til fylling eller deponi i dagen.

Midlertidig og permanent lagring av sprengsteinsmasser må skje på forsvarlig vis, og i samråd med geotekniker. Grunnet tilstedeværelse av kjente kvikkleireforekomster i de marine avsetningene, bør ikke sprengsteinsmasser plasseres på løsmasser uten videre grunnundersøkelser.

Plassering av midlertidig lagring av sprengsteinsmasser bør være et flatt område utenfor marine avsetninger. Figur 38 viser forslag til mulig areal i rødt, for midlertidig lagring av sprengsteinsmasser. Arealet er ikke inkludert i reguleringsplanen, og endelig behov for og eventuell plassering av midlertidig masselagringsareal må avklares nærmere i byggeplanfasen. Ved bestemmelse av plassering må det utføres befaring av området, og suppleres med grunnundersøkelser hvis løsmassetykkelsen ikke kan fastsettes på befaring.



Figur 38: Forslag til mulig areal for midlertidig lagring av sprengsteinsmasser. Arealet er ikke inkludert i reguleringsplanen. Kartet er hentet fra NGU sin database for løsmassekart (5).

3.5.2. Borbarhet, borslitasje og sprengbarhet

Det er ikke utført laboratorietesting av borbarhet, borslitasje og sprengbarhet på bergartene i forbindelse med denne ingeniørgeologiske rapporten. Erfaringstall fra tidligere bergartstester kan brukes og er listet opp i tabell 10.

Tabell 10: Erfaringstall for DRI, BWI og sprengbarhet til bergarter som er til stede i de aktuelle bergskjæringene (23) (24).

Bergart	DRI (borbarhet) 25% til 50 % persentil	BWI (borslitasje) 25% til 50 % persentil	Sprengbarhet
Amfibolitt	30 - 50	25 - 45	Medium/ god
Båndegneis	35 - 55	30 - 50	Medium
Glimmergneis	40 - 60	20 - 35	Dårlig/medium
Kvartsitt	25 - 35	60 - 80	God

Basert på erfaringstallene vil det være størst borslitasje og lavest inndrift ved boring i søndre del av bergskjæringen ved Esa nord 2 og ved Grindbakken, hvor bergarten består av kvartsitt.

I bergskjæringen ved Bamble prestegård vil det være vanskeligst å oppnå godt sprengningsresultat, hvor det er glimmergneis med dårlig/medium sprengbarhet.

Det er mulighet for borehullsavvik ved boring av lange borehull i bergmasse med fremtredende lagdeling, skifrighet eller foliasjon. Store borehullsavvik vil gi dårligere sprengningsresultat og større sikringsbehov. Det vurderes at det kan bli størst utfordring med borehullsavvik i den lagdelte kvartsitten ved Esa nord 2. Det må også forventes noe utfordring med borehullsavvik i bergskjæringen ved Bamble prestegård hvor det ble observert fremtredende foliasjon og lagdeling. Borehullsavviket øker med økende pallhøyde og boret lengde per hull.

3.5.3. Metode for uttak av berg og sprengingsopplegg

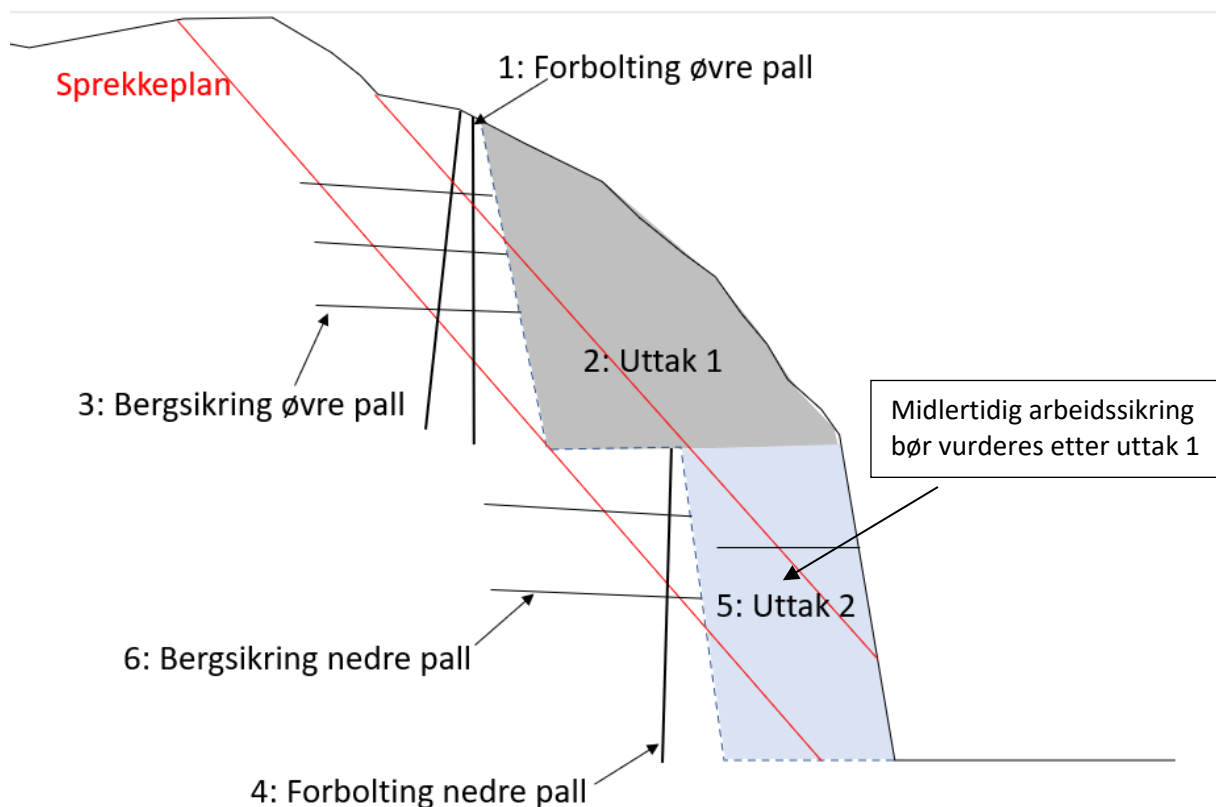
Håndbok N200 (2) og håndbok R761 (25) gir retningslinjer for hvordan sprengningsarbeider i dagen skal utføres. Bergskjæringer skal etableres slik at det ikke er fare for nedfall av stein og is på veg. Bergskjæringer bør etableres slik at man unngår rensk og annen sikring de første 20 kommende årene. Sprengningsarbeidet skal utføres slik at endelig bergoverflate blir minst mulig skadet og tilfredstiller krav til kontur i håndbok R761. I situasjoner og områder hvor bergsprengning ikke er hensiktsmessig eller mulig, bør massene tas ut med mekaniske metoder.

Før bergskjæringene etableres skal bergoverflaten renskes minimum 2 m utenfor planlagt skjæringstopp. Krav til maksimal pallhøyde er satt til 10 m, i samråd med fylkeskommunen. I områder hvor det oppstår betydelig borehullsavvik, anbefales oppdeling i flere og lavere paller.

Sprengningsopplegget må tilpasses fortløpende mens utsprengning av bergmasser pågår. Ved krav om ekstra god kontur eller ved ustabil fjell, for eksempel i høye bergskjæringer med dårlig bergmassekvalitet, bør det benyttes sømboring i kombinasjon med kontursprengning. Ved etablering av bergskjæringer over 10 m og i tilfeller der utfall kan få betydelige konsekvenser, skal det vurderes behov for supplerende sikringstiltak etter hver salve. Eksempler på supplerende sikringstiltak er redusert pallhøyde, forbolter, redusert salvelengde eller -høyde.

I de høyeste bergskjæringene over 10 m og hvor det er observert sprekkeplan ned mot veg og i nærhet av kvikkleireområder, anbefales stegvise uttak av bergmassen fra topp og nedover. Det anbefales uttak med små salver og forsiktig sprengning i henhold til grenseverdier. Bergsikring bør installeres kontinuerlig etter hver salve for å redusere risikoen for utglidninger. Prinsippet for uttaksmetoden er vist i figur 39. Samme prinsipp anbefales også ved sprengning av flere paller. Det presiseres at salvestørrelsen må tilpasses bergmasse og topografiske forhold kontinuerlig i byggefasen.

Siden bergskjæringen ved Bamble Prestegård ligger innenfor område klassifisert som tiltakskategori K4 og dårlig stabilitet i kvikkleireormådet (1), må det vises spesiell varsomhet og tilpasning av sprengningsopplegget her. Sprengsteinsmasser må ikke havne ukontrollert ut på områder med fare for kvikkleireskred og vibrasjoner skal ikke overskride 25 mm/s for uveid svingehastighet (1).



Figur 39: Prinsippskisse for anbefalt og stegvis uttaksmetode i de høyeste bergskjæringene med sprekkeplan med fall ut mot veg. Skjæringene bør sikres med 3 – 4 m lange fullt innstøpte bolter og 5 – 6 m lange forbolter. Se Tabell 12 for nærmere anslag av sikringsmengder.

Bergmasseuttaket bør utføres slik at massene skytes ut parallelt med vegen, i retning vekk fra områder med mulig kvikkleire. Dette gjelder spesielt langs bergskjæringen ved Bamble prestegård. Sprengning i retning parallelt med vegen vil også redusere mengden masser som må ryddes på veg og følgelig lengden på stengetiden.

Mulig tilkomstveg for boring og sprengning av bergskjæringene må tilpasses topografien og eventuelt bygges opp med sprengstein. Ved Esa nord 2 kan det bli aktuelt å legge tilkomstvegen opp på baksiden av bergknausen hvor det ikke er like bratt. Sprengningsarbeidet for utvidelse av bergskjæringene på fylkesvegen vil foregå inntil eller i nær tilknytning til vegen, og det må derfor påregnes stenging av vegen. Tidspunkt for salve og salvestørrelse bør tilpasses for å gi minst mulig trafikkulempet.

Det bør utformes en plan for stenging/åpning av vegen og varslingsrutiner til naboer for sprengningsarbeidene. Naboer og berørte parter må i tillegg få god informasjon om sprengningsarbeidet som skal foregå i en tidlig fase av prosjektet.

3.5.4. Vibrasjonskrav og bygningsbesiktigelse

Det må beregnes grenseverdier for sprengningsinduserte rystelser for nærliggende bygninger, andre konstruksjoner og kvikkleireområder. Sprengning av bergskjæringene skal utføres slik at fastsatte grenseverdier for vibrasjoner ikke overskrides. Salvestørrelser bør avklares i anleggsfasen og vurderes opp mot geologi, sikringsbehov, rystelseskrav og sikkerhet for trafikkavvikling. Besiktigelse av alle boliger/bygninger og andre konstruksjoner som kan påvirkes av grunnarbeidet, skal i henhold til NS8141 utføres før sprengningsarbeidet (16). For byggverk fundamentert på berg anbefales det at radiusen til besiktigelsesområdet skal være 50 m.

Tilsvarende anbefales det besiktigelse av bygninger fundamentert på løsmasse innenfor en sone på 100 m. Langs begge delstrekningene er størsteparten av bebyggelsen fundamentert på løsmasser i form av marine avsetninger.

Se vedlegg B og tabell 11 for oversikt over bygninger som omfattes av anbefalingen.

Tabell 11: Oversikt over bygninger og konstruksjoner som er nærmere enn 100 m fra områder der det skal sprenges bergskjæringer.

G.nr/ b.nr	Type bygg eller konstruksjon	Antatt fundamentering	Avstand til skjæring[m]	Besiktigelse	Lokasjon
41 / 1	Enebolig	Løsmasse	92	Ja	Bamble prestegård
41 / 1	Garasje/uthus	Løsmasse	63	Ja	Bamble prestegård
-	Gammel mur-ruin på kirkegård	Løsmasse	60	Ja	Bamble prestegård
41/18	Enebolig	Berg/ løsmasse	37	Ja	Steinsmyra
41/10	Enebolig	Løsmasse	33	Ja	Steinsmyra
41/1/16	Enebolig	Berg	67	Nei	Steinsmyra
41/24	Enebolig	Berg	25	Ja	Steinsmyra
41/25	Enebolig	Berg/løsmasse	90	Ja	Steinsmyra
41/1/25	Uthus	Berg	88	Nei	Steinsmyra
41/1/14	Enebolig	Løsmasse	60	Ja	Esa Nord
41/1/14	Uthus	Løsmasse	38	Ja	Esa Nord
43 / 2	Uthus	Berg	73	Nei	Esa nord
43 / 5	Garasje/uthus	Berg	90	Nei	Esa nord
43/8	Enebolig	Berg	70	Nei	Esa nord
43/10	Gård	Løsmasse	105	Nei	Esa nord
44 / 1	Uthus	Berg	71	Nei	Esa sør
105/3	Enebolig	Løsmasse	55	Ja	Åbydalen
105/3	Garasje	Løsmasse	85	Ja	Åbydalen
105/5	Enebolig	Berg	80	Nei	Åbydalen
104/2	Enebolig	Løsmasse	40	Ja	Lillebrekka
104/5	Enebolig	Løsmasse	85	Ja	Lillebrekka
101/4-5	Enebolig	Løsmasse	52	Ja	Grindbakken
101/4-5	Enebolig	Løsmasse	55	Ja	Grindbakken
101/9	Boligkompleks	Løsmasse	90	Ja	Grindbakken
101 /12	Enebolig	Løsmasse	12	Ja	Grindbakken
101 / 13	Enebolig	Løsmasse	35	Ja	Grindbakken
101/14,16	Uthus	Løsmasse	55	Ja	Grindbakken
101/14,16	Enebolig	Løsmasse	75	Ja	Grindbakken
101/30	Rekkehus	Løsmasse	57	Ja	Grindbakken
101/42	Rekkehus	Løsmasse	75	Ja	Grindbakken

Besiktigelsen bør utføres før oppstart av anleggsarbeidet. Under besiktigelsen registreres tilstanden til bygningene og dokumentasjon på eksisterende skader på bygningene utføres.

Bygningsbesiktigelse utføres av byggherre. Dersom det under besiktigelsen avdekkes bygninger eller installasjoner som er særlig følsomme eller i ømtålig tilstand, må revisjon av grenseverdiene utføres.

Før sprengning må det utarbeides vibrasjonsgrenser for bygg og konstruksjoner som kan bli påvirket av sprengningsarbeidet, basert på NS 8141:2001 og på bakgrunn av besiktigelse.

NS8141 del 3 som omhandler kvikkleire må brukes for beregning av grenseverdier i områder med påvist kvikkleire. I henhold til geoteknisk rapport (1) skal rystelser ved sprengning i områder i nærhet av kvikkleire være i størrelsesorden $v \leq 25$ mm/s, målt som uveid svingehastighet, der bølgene når frem til kvikkleireforekomsten. Måling av vibrasjoner skal utføres kontinuerlige under sprengning, og utføres i vertikal retning på leiroverflaten i området hvor man forventer de største rystelsene (< 10

m fra synlig berg). Målingene skal vurderes etter hver salve, for å kunne justere sprengningsopplegget. Det henvises til geoteknisk rapport for nærmere informasjon og påvisning av kvikkleireområder (1).

3.6. Vannhåndtering

3.6.1. Iskjøving og frostsprengning

I samtlige bergskjæringer er det planlagt fanggrøfter i henhold til kravene i N200, som vil redusere sannsynligheten for isnedfall på vegbanen. Det er som nevnt registrert tidligere isnedfall langs strekningen som har havnet på veg, til tross for eksisterende fanggrøft. Det kan derfor bli behov for å installere isnett langs deler av vegstrekningen hvor det blir høye bergskjæringer over 10 m.

Basert på kartdata er det ikke registrert avrenning i aktuelle bergskjæringer. Det ble imidlertid registrert betydelig avrenning i bergskjæringen ved Bamble prestegård og Esa sør 1, og noe mindre avrenning ved Esa nord 2. Til tross for mye regn på befaringsdagen bør det forventes behov for isnett i deler av disse tre bergskjæringene. Klimatiske forhold gir som nevnt grunnlag for hyppig skifte mellom pluss- og minusgrader på vinterstid, som kan føre til ustabil iskjøving.

Vurderinger av nøyaktig plassering og omfang for montering av isnett utføres etter at bergskjæringene er sprengt ut. Utført befaringsrapport for denne rapporten er gjort i mildvær uten tilstedeværelse av is i bergskjæringene. Det ble senere på vinterstid observert betydelige mengder iskjøving i bergskjæringen langs Esa sør 1.

I overgangen mellom plussgrader og minusgrader vil det være risiko for frostsprengning. Generelt er bergmassen i skjæringene moderat til sterkt oppsprukket, og eventuelt vann vil få betydelig spillerom til å fryse, og følgelig bryte opp bergmassen i form av frostsprengning. Grunnet tilstedeværelse av vann og vekslende temperatur over og under null grader, må det forventes at det kan bli behov for supplerende bergsikring mot frostsprengning i form av sikringsnett.

I tillegg til iskjøving og frostsprengning, kan sigevann i sprekker føre til oppbygning av vanntrykk og redusert friksjon langs sprekkeplan, som følgelig kan gi redusert stabilitet i bergskjæringene. I skjæringer med vann bør det vises aktsomhet ved evt. bruk av sprøytebetong, da det vil være større sannsynlighet for at vanntrykk bygger seg opp i bakkant, dersom vannet ikke kan dreneres bort.

3.6.2. Miljøhensyn

Bergmassene som er registrert i området er ikke typisk for å ha syredannende potensiale. Det ble kun registrert enkelte synlige pyritt-korn i bergskjæringen ved Esa sør 1. Pyritt kan i seg selv føre til sur avrenning ved generell eksponering av massene om pyrittinnholdet blir stort. Ved mistanke om høyt pyrittinnhold når bergmassen sprenges, anbefales nærmere prøvetaking av bergmassen og avrenning. Det vises til øvrige miljørapporter for nærmere beskrivelse av miljøhensyn i prosjektet (26) (27).

3.7. Stabilitet og bergsikring

I henhold til håndbok N200 (2) skal bergskjæringer renskes for løst berg og sikres tilstrekkelig mot nedfall i vegbanen. I tillegg skal bergskjæringen være sikret mot iskjøving og nedfall av is. For bergskjæringer ved foten av sidebratt terreng, skal stabiliteten av overliggende bergpartier vurderes spesielt. Ingen av de planlagte bergskjæringene vil ligge i nær tilknytning til sidebratt terreng. Løsmasser utenfor skjæringstopp skal utformes med stabil skråningshelning eller sikres slik at erosjon og utglidning hindres.

Dersom det av forskjellige grunner ikke er mulig å etablere stabil skråningshelning på løsmasser på skjæringstopp, må stabiliserende tiltak prosjekteres av geotekniker.

Ved Esa nord 2 bør det renskes ned løse blokker i overliggende terreng av eksisterende bergskjæringer.

Ved mistanke om plan- eller kileutglidning etter sprengning, eller for å lettere oppnå ønsket kontur, kan det installeres forbolter for å ivareta skjæringens totalstabilitet. Det anbefales bruk av 6-7 meters lange forbolter. I de høyeste skjæringene over 10 m skal det sprenges paller, og det bør bergsikres etter prinsippet i figur 39. Der hvor det ikke er mulig å renske bergoverflaten tilstrekkelig for løse blokker, må det installeres sikringsnett.

3.7.1. Anbefalt mengde bergsikring

Endelig og permanent sikringsbehov må vurderes og baseres på ingeniørgeologisk kartlegging etter at bergoverflate er rensket, underveis og etter at sprengningsarbeidene er utført. Arbeidssikring skal utføres kontinuerlig av entreprenør mens sprengningsarbeidet pågår. Sikring av bergskjæringer og løsmasser på skjæringstopp skal dimensjoneres slik at det ikke blir behov for rensk og annen sikring de første 20 årene etter ferdigstillelse.

Bred fanggrøft på 4 m gir lavere sikringsbehov, men det forventes likevel at rensk og spredt eller systematisk bolting må installeres, avhengig av bergmasseforholdene. Langs samtlige av de høyeste bergskjæringene over 10 m, er det et utpreget foliasjonsplan som har fall ned mot veg som må bergsikres tilstrekkelig for å opprettholde totalstabiliteten.

Det anbefales derfor at det installeres spredt bolting i løse flak eller blokker i bergskjæringer under 8 m, og mer systematisk bolting ved behov i skjæringer over 8 m. Boltene kan med fordel orienteres horisontalt eller slakt oppover for å redusere skjærkreftene på boltene, så lenge boltene går tilstrekkelig forbi utpregede sprekkeplan. Det anbefales bruk av fullt innstøpte bolter.

Mengde bolter avhenger av oppsprekingsgrad og belastningen i bergskjæringen. I moderat til sterkt oppsprukket bergmasse anbefales bolter med boltelengde 3 m. I de høyeste skjæringene med gjennomsnittshøyde 10 – 13 m og maksimal høyde opp mot 24 m, hvor det potensielt kan dannes store blokker, anbefales boltelengder på 4 m. Ved mistanke om steinsprang i småfallent berg, anbefales steinsprangnett.

Det forventes at det vil bli behov for isnett i de høyeste bergskjæringene hvor det er påvist betydelig mengder vann.

Endelig sikringsomfang må bestemmes av geolog underveis i sprengningsarbeidet.

Tabell 12: Anslåtte sikringsmengder for bergskjæringer som skal utvides. Beregningene er grove estimater.

Lokasjon	Fra-til profil	Lengde [m]	Gjennomsnittshøyde [m]	Areal [m ²]	Rensk [m ²]	Anslått antall sikringsbolter 3 – 4 m [stk]	Isnett/steinsprangnett [m ²]	Forbolter 5 – 6 m [stk]	Kommentar
Bamble prestegård	290-450	160	10	1600	1600	50	100	0	Skjæring over 10 m. Moderat oppsprukket. Ca. 0,5 bolt / m. Noe drypp og rennende vann.
Steinsmyra 1	535-620	70	3	210	210	0	0	0	Skjæring under 5 m. Blokkig og moderat oppsprukket.
Steinsmyra 2	670-710	40	5	200	200	0	0	0	Skjæring under 10 m. Blokkig og moderat oppsprukket. Ca. 0,2 bolt / m.
Esa nord 1	920-960	70	5	350	350	10	0	0	Skjæring under 10 m. Blokkig og moderat oppsprukket. Ca. 0,2 bolt / m.
Esa nord 2	1010-1180	170	14	2380	2380	130	400	200	Skjæring over 10 m, stedvis over 20 m. Moderat oppsprukket. Ca. 1 bolt / m.
Esa sør 1	1440-1700	260	11	2860	2860	100	500	50	Skjæring over 10 m. Moderat oppsprukket. Ca. 0,5 bolt / m. Drypp og rennende vann. Iskjøving vinterstid.
Esa sør 2	1750-1830	80	5	400	400	10	0	0	Skjæring under 10 m. Blokkig og moderat oppsprukket. Ca. 0,2 bolt / m.
Åbydalen 1	160-270	110	3,5	385	300	0	0	0	Skjæring/skråning under 10 m. Antakeligvis løsmassemektighet opptil 50 cm.
Åbydalen 2	535-545	10	1,5	15	10	0	0	0	Skjæring under 10 m. Antakeligvis løsmassemektighet opptil 20 cm.
Lillebrekka 1	930 - 970	40	3	120	120	0	0	0	Skjæring under 3 m. Blokkig og moderat oppsprukket.
Lillebrekka 2	1130-1160	30	3	90	90	0	0	0	Skjæring under 3 m. Blokkig og moderat oppsprukket.
Grindbakken	2280-2320	40	2	80	40	0	0	0	Skjæring/skråning under 10 m. Antakeligvis løsmassemektighet opptil 50 cm.
Sum		1080		8690	8560	300	1000	250	

3.8. Spesielle lokale hensyn

- Grunnet påvisning av kvikkleire i nærhet av tilnærmet samtlige bergskjæringer, må lagring av sprengsteinsmasser på eller i umiddelbar nærhet til marine avsetninger skje på forsvarlig vis. Lagring av sprengsteinsmasser på marine avsetninger skal gjøres i samråd med geotekniker, derav vurdering av nødvendige tiltak, for å unngå utløsning av kvikkleireskred.
- Sprengning av bergskjæringer i nærheten av kvikkleire skal tilpasses slik at resulterende rystelser fra sprengningen ikke overskrider svingehastigheter (uveid) av størrelsesorden $v \leq 25$ mm/s der bølgene når frem til kvikkleireforekomsten. Måling av vibrasjoner skal utføres kontinuerlig under sprengning, og målingene skal vurderes etter hver salve med eventuelle justeringer av sprengningsopplegget.
- Det er viktig at risikoen for steinsprut minimeres med tildekking av matter og tilpasning av salveplan, for å unngå at masser havner på veg og på områder med fare for kvikkleireskred.
- Forsiktig sprengning og minimalt med vibrasjoner i nærhet til kvikkleire.
- Langs sørsiden av fylkesvegen på delstrekning 2, må det tas hensyn til vegbelysningen, som stedvis er plassert midt i eksisterende bergskjæringer.
- Trafikkavvikling. Bergspregningsarbeidet skal foregå på og ved eksisterende veg.
- Ved boring i bergarter med mye kvarts (særlig i kvartsitt) skal grenseverdi for eksponering av kvartsstøv ikke overskrides for å forhindre silikose.
- Rester av gammelt sprengstoff ved utvidelse av eksisterende bergskjæringer.
- Fare for utvelting av stein ved arbeid innunder og på bergskjæringer i byggefasen.

3.9. Usikkerheter

- Det vil alltid være usikkerhet knyttet til kvikkleireproblematikk hvor det er marine avsetninger, og hvor det ikke er utført geotekniske boringer.
- Det er stor usikkerhet knyttet til borbarhetsparametre som DRI og BWI, da det ikke er gjort funn av tidligere tester på bergarter i området. Variasjon i DRI og BWI kan ha stor påvirkning på tid og kostnader knyttet til boring av salvehull og på slitasje på borstål, særlig i kvartsitten.
- Beregnede sikringsmengder er grove anslag, og endelig omfang av sikring vil være usikker frem til bergmassen sprenges ut og vurderes videre av ingeniørgeolog.

4. RÅDGIVENDE DEL

4.1. Bemanning

For byggefasen skal det før anleggsstart sørges for at prosjektet har tilstrekkelig bemanning og nødvendige ingeniørgeologisk kompetanse for å håndtere de forventede utfordringene. Ingeniørgeolog skal ha faglig ansvar for permanent sikring, mens byggeteknisk utførende skal ha ansvar for arbeidssikring. Bemanning og innsats skal gjenspeile og tilpasses prosjektets geotekniske kategori.

Det anbefales at prosjektet er bemannet med minst én ingeniørgeolog og med minimum 5 års erfaring for regelmessig oppfølging i byggefasen, i tillegg til ekstra oppfølging ved behov. Ekstra oppfølging bør påregnes i bergskjæringer over 10 m, og hvor det er mistanke om ustabile og uforutsette ingeniørgeologiske forhold. Det skal gjennomføres overvåkning av vibrasjoner på nærliggende byggverk og i kvikkleireområder for å kontrollere at grenseverdiene ikke overskrides.

4.2. Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)

Risikoutsatte arbeidsoperasjoner skal identifiseres i byggeplanleggingen og inngå i konkurransegrunnlag og SHA-plan for prosjektet. Entreprenøren for de risikoutsatte arbeidsoperasjonene skal gjennomføre sikker jobb analyse (SJA) i henhold til byggherrens overordnede risikovurdering. For prosjektet påpekes følgende forhold (listen er ikke uttømmende):

1. Sprengningsarbeidet skal pågå i nærføring med eksisterende veg og bygninger. Sprengningsopplegget må tilpasses trafikkavviklingen. Sikkerheten til beboere og bygninger skal ivaretas.
2. Sprengningsarbeidet skal pågå i nærhet til områder med påvist kvikkleire. Før sprengning må det tildekkes tilstrekkelig med matter og sprengstein må ikke havne på områder hvor det er markert marine avsetninger.
3. Det forutsettes at nødvendig sikring og rensk utføres under sprengningsarbeidet, slik at sikkerheten ivaretas for arbeidere og trafikanter.
4. Forsagere (gjenstående sprengstoff og/eller tennmidler). Utarbeide rutiner for å unngå utilsiktet detonasjon av gjenstående sprengstoff, samt påboring.
5. I teleløsningsperioder og i perioder med mye nedbør vil midlertidige løsmasseskrånninger på skjæringstopp for evt. bergskjæringer ha dårligere stabilitet og være mer utsatt for erosjon.

4.3. Videre undersøkelser og kontroll i byggefasen

I forbindelse med videre prosjektering av vegen bør det utføres følgende i byggefasen:

- Kontinuerlig overvåkning av sprengningsinduserte vibrasjoner. Sjekke at grenseverdier ikke overskrides for byggverk og kvikkleireområder.
- Kontinuerlig vurdering av stabiliteten i bergskjæringer på motsatt side av veg hvor det skal sprenges og hvor det er tosidig bergskjæring.
- Bygningsbesiktigelse av bygninger fundamentert på berg og løsmasser som ligger innenfor en radius på henholdsvis 50 m og 100 m fra sprengningssted.
- Besiktigelse av grunnen etter sprengning, i nærhet til områder med mistanke om kvikkleire.
- Ingeniørgeologisk feltkartlegging og supplerende stabilitetsvurderinger etter at sprengning er utført, med dokumentasjon av bergkvalitet og utført permanent bergsikring.
- Testing av mekaniske egenskaper til sprengsteinsmasser for egnethet til vegformål, derav testing av flisighet, Micro-deval- og Los Angeles-verdier.
- Vannprøvetaking av eventuell avrenning fra sprengte bergskjæringer, for å sjekke forurensningspotensialet.

5. REFERANSER

1. **Terraplan AS.** *Geoteknisk prosjekteringsnotat, geotekniske vurderinger.* 2021.
2. **SVV.** *Håndbok N200 - Vegbygging.* 2018a.
3. —. *Håndbok V225 - Bergskjæringer.* 2020.
4. **Kartverket.** *Kart fra Kartverket hentet som WMS data og lagt inn i ArcGisPro.* 2020.
5. **NGU.** *Løsmassekart fra NGU's kartdatabase. WMS-lenke lagt inn i ArcGisPro.* 2020a.
6. —. *Berggunnskart fra NGU's kartdatabase. WMS-lenke lagt inn i ArcGisPro.* 2020b.
7. —. *Grunnvannsdatabase (GRANADA).* 2020.
8. —. *NADAG - Nasjonal database for grunnundersøkelser.* [Internett] 2021.
<http://geo.ngu.no/kart/nadag/>.
9. —. *Grus- og pukk .* [Internett] 2021. http://geo.ngu.no/kart/grus_pukk_mobil/.
10. **NVE.** *Aktsomhetskart for skred - Norges vassdrags- og energidirektorat.* 2020.
11. —. *Nedbørsfelt og vassdragsområder i Norge.* [Internett] 2020.
<https://temakart.nve.no/tema/nedborfelt>.
12. **SeNorge.** *Vær- og klimadata - SeNorge.* 2020.
13. **Refsdal, G.** *Riksvei E18 ved Vissestad i Bamble - Synkning i veibanen.* Telemark fylke : s.n., 1966.
14. **StandardNorge.** *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, del 1: Allmenne regler .* NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016.
15. **NBG.** *Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering. .* 2011.
16. **StandardNorge.** *NS 8141:2001 Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk.* 2001.
17. —. *Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.* NS-EN 1990:220+A1:2005+NA:2016 .
18. **NVE.** *Skredhendelser.* 2020.
19. **SVV.** *Vegkart .* 2020.
20. **Rocscience.** *Dips - Rocscience.* [Internett] 2020. <https://www.rocscience.com/software/dips>.
21. **Barton, N.** *Rock mechanics review: The shear strenth of rock and rock joints.* Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. 1976.
22. **NGU.** *NGU - Grus og pukk.* [Internett] 2020c. http://geo.ngu.no/kart/grus_pukk_mobil/.
23. **Bruland, Amund.** *Hard Rock Tunnel Boring. Doctoral Thesis, Vol 9 of 10 - Drillability Catalouge of Drillability indices.* s.l. : NTNU, 1998.
24. **Nilsen, Bjørn og Palmstrøm, Arild.** *Engineering Geology and Rock Engineering. Handbook NO 2.*
25. **SVV.** *Håndbok R761: Prosesskode 1 - Standard beskrivelse for vegkontrakter.* 2018b.
26. **AsplanViak.** *Vurdering av grunnforurensning.* 2021.
27. —. *Vurdering av vannmiljø.* 2021.