

Sammendrag

I forbindelse med utvidelse av eksisterende vei Lyngbøveien utarbeider Bergen Kommune reguleringsplan for strekningen fra Nygårdslien skole til Lyngbøveien 107. Strekningen er ca. 850 m lang.

Ny planlagt vei vil i stor grad følge eksisterende vei, men det vil bli behov for utvidelser i form nye skjæringer, etablering av nye murer, forsterking av eldre murer, samt utkraging av eksisterende konstruksjoner. Ved et parti blir skjæringen ca. 7 meter høy, dette er ved pel 210-220. Det er flere skjæringer med høyde 6 meter og lavere. Det er spesielt utfordrende ved pel 180-210 hvor en skal ta ut berg nær den eksisterende, høyt trafikkerte vegtunnelen Damsgårdtunnelen (Rv555), og et boligbygg. I mesteparten av området blir det sprengt nær konstruksjoner/bygg og det må tas spesielle hensyn.

Eksisterende skjæringer skal også utbedres, for disse er det laget estimat på sikringsmengder.

Denne rapporten omhandler disse skjæringene, som beskrives på bakgrunn av tekniske krav i Statens vegvesen (SVV) håndbok 200.

Forholdene i berget er i hovedsak ansett som oversiktlige og ikke kompliserte, og geoteknisk kategori er satt til 2 for prosjektet

Skjæringer tett ved boliger og konstruksjoner må følges opp nøye av ingeniørgeolog.

Rev-1	10212414-R01-A01-rev1	23.04.2021	NOROAN	<i>Perge S. Andersen</i>	23.04.2021	NOLOHN	<i>Perge S. Andersen</i>
1	10212414-R01-A01	18.06.2020	NOMEIS		18.06.2020	NOROAN	
Versjon	Dokumentnummer	Dato	Utført	Sign	Kvalitetssikret		Sign

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn og oppdragsbeskrivelse	4
2	Grunnlag	5
2.1	Befaring	5
2.2	Kart og datagrunnlag	6
2.3	Tidligere arbeider	6
2.4	Geoteknisk kategori	6
3	Metoder	7
3.1	Kartlegging av oppsprekking og bergmasseklasser	7
4	Generell områdebeskrivelse	7
4.1	Topografi	7
4.1.1	Berggrunn	8
4.1.2	Lineasjoner/sprekker	8
4.2	Løsmasser	10
4.3	Skjæringer	10
4.3.1	Eksisterende	10
4.3.2	Planlagte nye skjæringer	10
4.4	Skred	11
4.5	Hydrogeologi og drenering	11
5	Generelle vurderinger og anbefalinger	11
5.1	Generelle vurderinger	11
5.1.1	Bergmassekvalitet	11
5.1.2	Berg/oppsprekking	12
5.2	Anbefalinger av utsprengning/berguttak	12
5.2.1	Krav fra SVV	12
5.2.2	Sprengningsprofil	13
5.2.3	Tilstandsregistrering	13
5.2.4	Rystelser	13
5.2.5	Bergrensk og sprengning	14
6	Skjæringer pel 80 - 300	15
6.1	Beskrivelser	16
6.2	Vurderinger av stabilitet	16
6.3	Anbefalinger, sikring og mengder	17

2(29)

7	Skjæring nær tunnel og bolig ved pel 180 - 240	18
7.1	Beskrivelser	19
7.2	Vurderinger av stabilitet	19
7.3	Anbefalinger, sikring og mengder	20
7.4	Sikring av terreng under Lyngbøveien over portal til Sotraveien	22
8	Bergskjæring 2 (Lyngbøveien 74); pel 365 - 420	23
8.1	Beskrivelser	23
8.2	Vurderinger av stabilitet	24
8.3	Anbefalinger, sikring og mengder	24
9	Bergskjæring 3; pel 590 - 755	25
9.1	Beskrivelser	26
9.2	Vurderinger av stabilitet	26
9.3	Anbefalinger, sikring og mengder	27
10	Bibliografi	28
11	Vedlegg	29

Eksisterende skjæringer skal utbedres/sikres og nye planlagte skjæringer skal beskrives med hensyn til geologiske utfordringer. Ny planlagt vei vil i stor grad følge eksisterende vei, men det vil bli behov for utvidelser i form nye skjæringer på opptil ca. 7 meters høyde, nye murer, samt utkraging av eksisterende konstruksjoner. Det er spesielt et område ved pel 180-210 hvor det blir utsprengt skjæringer tett over et tunnelportaler med høy trafikk og tett inntil verandafoten til et eksisterende bolighus, hvor løsmassemektheten er ukjent. Denne lokaliteten er særlig omtalte i kapittel 7. Det skal lages estimat på sikringsmengder. Geologiske vurderinger skal utføres.

Sweco Norge har tidligere vurdert skredfare langs Lyngbøveien i 2016 [1].

I rapporten er det presentert med generelle observasjoner vurderinger for parsellen i henholdsvis kapittel 4 og 5. Konkrete beskrivelser, vurderinger, anbefalinger og mengdeanslag for området er presentert i kapittel 6,7,8 og 9.

Forleliggene versjon av rapporten (Rev1) er en revisjon etter tilbakemeldinger fra Statens vegvesen. Følgende endringer er gjort:

- Nedklassifisert geoteknisk kategori etter krav om å utføre uttak av berg nær tunnelportal for Rv555 uten sprenging (kap. 2.4)
- Lagt til nytt kapittel 5.2.1 etter innspill fra SVV og Bymiljøetaten.
- Lagt til avsnitt nr. 3 under kap. 7.4 med spesifikasjoner om sikring over portal til Rv555
- Mindre strukturelle og språkmessige endringer

2 Grunnlag

Vi har benyttet følgende grunnlagsmateriale:

- NGUs kartdatabase for berggrunn [2]
- NGUs kartdatabase for løsmasser [3]
- SVV håndbok N-200 Vegbygging [4]
- SVV håndbok V224 Fjellbolting [5]
- SVV håndbok N 500 Tunneler [6]

2.1 Befaring

Sweco har utført befaring av lokaliteter for området ved Lyngbøvegen

- 23.03.2020 Befaring utført av geolog Roger Sørstø Andersen og Ole-Jakob Olsen
- 19.05.2020 Befaring utført av ingeniørgeologer Tord Are Meisterplass og Ole-Jakob Olsen. På befaringsdagen var det fint vær og ca. 10 grader.
- 26.05.2020 Befaring utført av ingeniørgeologer Ole-Jakob Olsen. På befaringsdagen var det fint vær og ca. 15 grader.

2.2 Kart og datagrunnlag

I oppdraget er det benyttet ArcGIS, Autodesk og Novapoint for planlegging og tegning.


I tillegg er det benyttet ulike nettbaserte kartløsninger for topografiske (f.eks. norgeskart.no), geologiske (ngu.no) og 3-dimensjonale kart (f.eks. norgei3D.no), for best mulig å få forståelse for de geologiske forhold relevante for området.

2.3 Tidligere arbeider

Det er utført en skredfarevurdering av området i 2016 [1]

2.4 Geoteknisk kategori

Geoteknisk kategori	Konsekvens-/ pålitelighetsklasse	Konsekvensklasse	Beskrivelse
G.K.1	CC1/RC1	CC1	Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
G.K.2	CC2/RC2 <input checked="" type="checkbox"/>	CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
G.K.3	CC3/RC3 (RC4) <input type="checkbox"/>	CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser

Geoteknisk kategori og konsekvensklasse er fastsatt av:			
	Firma/Navn	Signatur	Dato
Geoteknisk prosjekterende	Sweco Norge – Roger Sørstø Andersen		23.04.2021
Oppdragsgiver	Bergen Kommune		

Kommentarer til valg av geoteknisk kategori/konsekvensklasse (pålitelighetsklasse)
Forholdene ved skjæringene er enkle og oversiktlige, derfor har vi vurdert skjæringene i prosjektet å ligge i geoteknisk kategori 2.

3 Metoder

3.1 Kartlegging av oppsprekking og bergmasseklasser

Bergsprekker er i rapporten angitt målt på bergflatene med strøk- og fallvinkel, ved bruk av høyrehåndsregelen. Flatene er presentert ved sprekkeroser og konturplott. Til målinger i felt benyttes iPad med programapplikasjon Lambert, målingene verifiseres med geologisk kompass.

For bergmasseklassifiseringer er Q-systemet benyttet. Q-verdiene er bestemt ut ifra observasjoner av berg i dagen. Noen steder dreier dette seg om skjæringer, andre steder om naturlige bergflater i dagen. Q-systemet er opprinnelig utarbeidet for klassifisering av sprengt bergmasse i tunnel. Det vil derfor alltid være usikkerhet knyttet til verdiene ved bruk på naturlige bergskjæringer. Bergmasseklassifiseringen vha. Q-metoden utgjør likevel best mulig tilnærming for vurdering av sikringsmengder i bergmassen, og gir oss en god indikasjon på bergkvaliteten.

Disse seks parameterne er gitt tallverdier etter sin betydning for stabiliteten.

-RQD: Oppsprekkingstall

-J_n: Sprekkesett-tall (antall sprekkesett)

-J_r: Sprekkflatens ruhet

-J_a: Tall for sprekkefylling eller forvitring

-J_w: Sprekkevannets lekkasjemengde og trykk

-SRF: Bergspenningsfaktor

Disse seks parameterne er gitt tallverdier etter sin betydelse for stabiliteten og er satt inn i følgende empiriske formel:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF}$$

Avhengig av beregnet Q-verdi kan bergmassen deles inn i ulike bergklasser [7].

4 Generell områdebeskrivelse

4.1 Topografi

Den aktuelle veistrekningen ligger på østsiden av Lyngbøveien og strekker seg fra avkjørselen til Nipedalen og til over tunnelen for Rv 555. På østsiden av veien og bak boligene over Lyngbøveien er det høye og bratte naturlige skrenter, samt moderat bratte skråninger. Skråningene er bevokst med tett lauvskog samt lyng og eier. Den eksisterende veien ligger på ca. kote 20 i sør og ca. kote 30 i nord. Nord i planområdet ligger toppen av skråningen på ca. kote 90. I sør er terrenget høyere og ligger på ca. kote

180-200. Terrenget ved veien og bebyggelsen er forholdsvis slakt. Over bebyggelsen stiger terrenget bratt opp men en gjennomsnittlig helning på ca. 40°. Stedvis er det skrenter i terrenget, særlig høyere oppe i skråningen, se helningskart i skredfarevurdering [1].

4.1.1 Berggrunn

Bergartene i prosjektområdet er omdannede (metamorfe) bergarter overskjøvet under den Kaledonske fjellkjedefoldingen. Bergartene ligger i sentrum av Bergensfeltet (Bergensbuen) som domineres av eldre granitt og gneis.

Bergarten ved Lyngbøveien er angitt som «Øyegneis til flasergneis, for det meste granittisk, rød, biotittrik» i berggrunnskartet til NGU [2]. Beskrivelsen stemmer overens med observasjoner i felt.

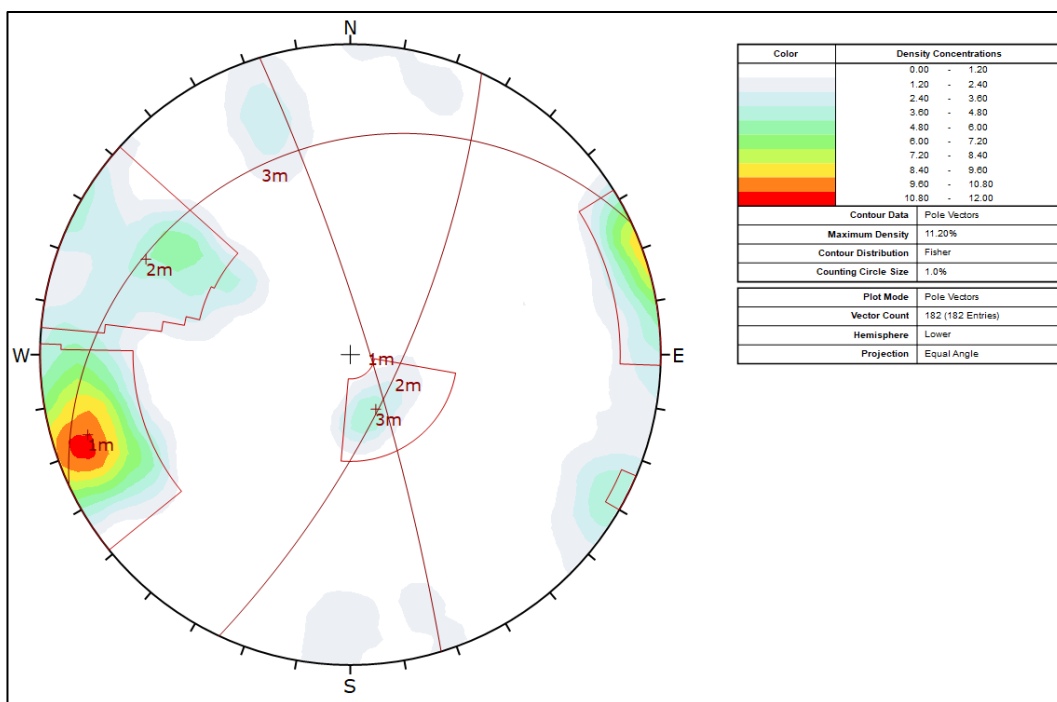
4.1.2 Lineasjoner/sprekker

Det er ved kartundersøkelse observert mindre lineasjoner (svakhetssoner) gjennom planområdet. Disse stryker i hovedsak NV-SØ og treffer vegen med skrå vinkel.

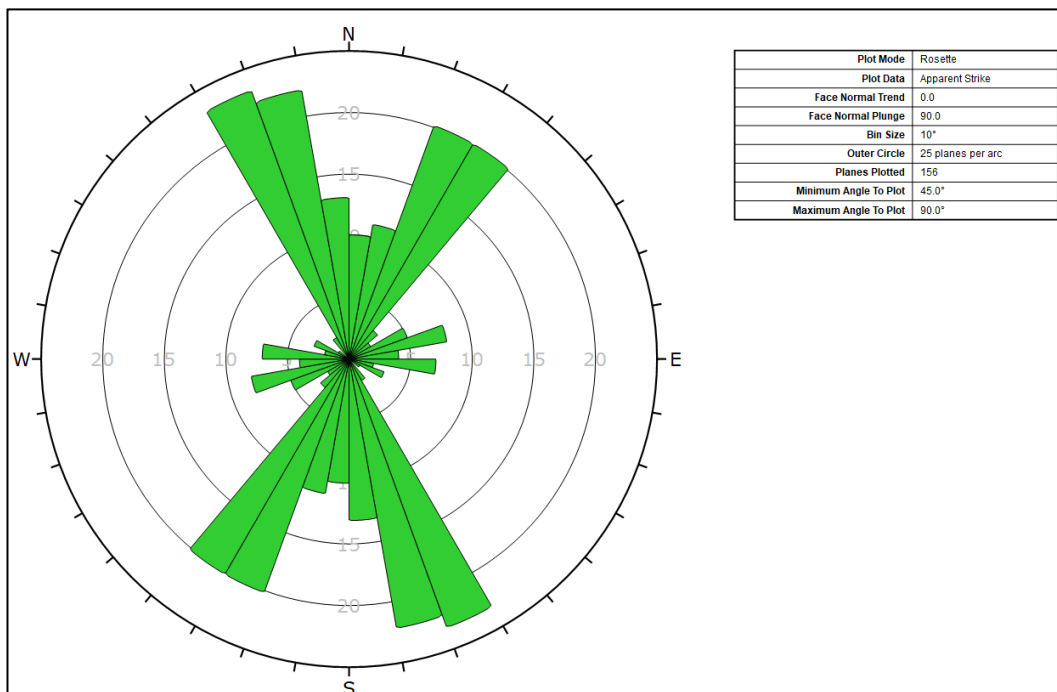
I området er det observert 3 dominerende sprekkese, disse er vist i Tabell 2. Konturplott og sprekkrose er fremstilt i Figur 2 og Figur 3.

Tabell 1: Observerte hovedsprekkesystemer i området.

Sprekkesett	Strøk og fall	Beskrivelse
I	N340-350°Ø/80-90°ØNØ	Sprekken har NNV-SSØ strøk med subvertikale-vertikale fall i hovedsak mot ØNØ (over vertikalen).
II	N020-030°Ø/70-90°ØSØ	Sprekken har NNØ-SSV strøk med varierende steilt fall rundt 70-90° over vertikalen, mot ØSØ og over vertikalen
III	N240-250°Ø/20°NV	Sprekken har VSV-ØNØ strøk med slakt fall rundt 20° over vertikalen, mot NNV



Figur 2: Konturplott. Det er tre hovedsprekkesett markert som «+1m», «+2m» og «+3m» med tilhørende plan «1m», «2m» og «3m».



Figur 3: Sprekkrose.

4.2 Løsmasser

Det er lite løsmasser observert i området. Dette stemmer overens med NGUs løsmassekart for området [3]. Overflaten består stort sett av et tynt dekke av jordsmonn og vegetasjon. Stedvis kan det være lommer med noe tykkere avsetninger, dette særlig på nedsiden av eksisterende vei. I søkk kan det være noe større mektighet av løsmasser. Stedvis danner urer en viss mektighet, dette gjelder særlig i sørlige del av området. Stedvis er eksisterende vei bygd på små fyllinger. Løsmassemektingen under veien, over den eksisterende Damsgårdstunnelen er ikke verifisert.

4.3 Skjæringer

4.3.1 Eksisterende

Langs deler av reguleringsområdet er det i dag eksisterende skjæringer, disse skal utbedres/sikres og det skal estimeres omfang på sikringsmengder i skjæringene.

4.3.2 Planlagte nye skjæringer



Figur 4: Oversiktsmodell for reguleringsområdet med inntegnet planlagt, nye bergskjæringer er med brun farge. Modellen begynner til høyre i nord og går sørover mot venstre.

Nye planlagte skjæringer skal beskrives med hensyn til geologiske utfordringer. Disse skjæringene er illustrert i skjermdump fra oversiktsmodellen i Figur 4 over. Ny skjæring vil på et område gå over høytraffikert tunnel og veldig tett inntil eksisterende hus. Denne lokaliteten skal spesielt vurderes. Det er ved lokalitet pel: 180 – 240.

4.4 Skred

Sweco Norge har tidligere vurdert skredfare langs Lyngbøveien i 2016 [1]. Tilstrekkelig sikkerhet mot veien på bakgrunn av kravene i N200, tabell 208.1, hvor ÅDT på veien ligger mellom 500-1499, er at skredsannsynlighet skal være mindre enn 1/50 per km og år. Helt sør i området går 100 års grensen for skred såvidt vegen, det er her vurdert ett punkt med årlig nominell sannsynlighet for skred på 1 hendelse pr 100 år. Ifølge Statens vegvesen tillater en sannsynlighet for steinsprang på 1/50, i henhold til vegvesenet sine akseptkriterier for skred er dette akseptabel strekningsrisiko med beregnet ÅDT på 700 biler.

Basert på observasjoner i felt, tidligere skredhendelser, simuleringer og faglig skjønn vurderer vi at veien tilfredsstillt kravene til skredfare.

4.5 Hydrogeologi og drenering

Det drenerer noen mindre bekker i lia over området, bekkene er i perioder med opplettsvær stort sett tørre. Dreneringen gjennom vei vil bli ivaretatt av VA.

5 Generelle vurderinger og anbefalinger

5.1 Generelle vurderinger

Planområdet blir i teksten under omtalt generelt med hensyn til berg, bergsprekker og bergkvalitet. Lokalitetene hvor veien er planlagt tett inntil konstruksjoner/boliger blir omtalt spesifikt i egne kapitler.

5.1.1 Bergmassekvalitet

Bergmassekvalitet er anslått for planområdet, dette for å få en indikator for sikringsomfang av nye utsprengte skjæringer. Berget i området er av middels til god kvalitet iht. Q-verdisystemet, hvor bergmassen jevnt over er anslått å tilhøre bergmasseklasse B-C. Det vil si god til middels bergkvalitet. Variasjoner i berget vil omtales i vurderingskapittelene.

Tabell 2: Bergmasseklassifisering av skjæringer i dagen.

Lokalitet	RQD	J _n	J _r	J _a	J _w	SRF	Q-verdi
Skole (pel 60)	75-90	6	1,5	1	1	1	19-23
Lyngbøveien 52 (pel 190)	75-90	9	1	1	1	1	8,3-10

Barnehagen (pel 390)	75-90	6	3	1	1	1	38-45
Lyngbøveien 90 (pel 500)	60-80	12	1,5	1	1	1	7,5-10
Sørenden (pel 800)	75-90	6	2	1	1	1	25-30

5.1.2 Berg/oppsprekking

Gneisen i området fremstår i hovedsak som lite til moderat oppsprukket og er av god til middels kvalitet. Det er utført målinger av Q-verdier, disse er vist i tabell 2 over.

Stedvis er det partier med dårligere berg. Bergmassen er preget sprekkesystemer som faller bratt inn i skjæringen, som gjør at det vil kunne danne seg overhengende blokker som kan velte ut. Ved noen få anledninger er det registrert sprekkeplan som vender direkte mot veien, dette kan danne flak som kan gli ut.

Basert på bergets beskaffenhet med sprekkesystemer som avløser blokk og bergflak med overheng og glideplan mot veien er det estimert et boltebehov i området med gjennomsnittlig senteravstand på ca. 4 meter. Dette ligger til grunn for estimat av generelt boltebehov i skjæringene.

5.2 Anbefalinger av utsprengning/berguttak

5.2.1 Krav fra SVV

Sikkerhetssone/sikring mot veg

Sikkerhetssonen for sprengning i nærheten til tunnel/portal til Sotraveien er 30m.

Innenfor en avstand på 20 m over og på sidene av portalene skal det utgangspunktet ikke utføres sprengning. Er det nærmere må dette vurderes det fra sak til sak og geolog må da utarbeide rapport/ notat på dette.

Befaring

Det må gjennomføres befaring sammen med Statens vegvesen før oppstart av arbeidene. Før befaring skal Statens vegvesen ha tilsendt situasjonskart over området som og viser tunnellopet og en arbeidsbeskrivelse på hva som skal utføres.

Stenging av vei

Det må vurderes om tunnel skal stenges, planlagt stenging kan kun utføres mellom kl. 22:00-05:30, i henhold til krav fra SVV.

Ønsker om stenging skal sendes driftsentreprenør i god tid, senest innen torsdag, for stenginger påfølgende uke. Kostnader for stenging påløper. Sprengningsarbeider og stengning må planlegges i god tid, det må være tett dialog med SVV, og stengning bør

om mulig koordineres med andre arbeider i tunnel for å redusere kostnader ved stengning.

Skader som følge av anleggsarbeider

Utbygger er ansvarlig for evt. skader som måtte oppstå ifølge arbeidene og utbedring av disse. Utbygger vil være entreprenør. Tunnelportalene har liten overdekning, ca. 7-8 m i flg. SVV. All fundamentering på og i nærheten av tunnelportaler/tunnel skal godkjennes av SVV og utføres på en måte som ikke påfører skade på tunnelportaler/tunnel. Dersom det er mulig, bør konstruksjoner i ytterkant av Lyngbøveien unngås langs dette strekket. SVV vil oversende tegninger av tunnelportaler/tunnel når de har funnet de frem.

Alle kostnader i denne forbindelse må utbygger (entreprenør) stå for.

Rystelser og vibrasjonsmålere

Rystelser ved sprengning skal ikke overstige 20 mm/sek. Minst 1 måler skal monteres direkte på fjell, og 1 på element/ portal.

Plassering av vibrasjonsmålere skal avklares av SVV.

5.2.2 Sprengningsprofil

For planområdet er det i hovedsak liten plass til å utføre tiltakene, det anbefales at sprengningsprofilene blir lagt til 10/1. Ved stor plassmangel kan vertikalt profil i forbindelse med sømbling vurderes.

5.2.3 Tilstandsregistrering

I forkant av sprengningsarbeidene må det utføres tilstandskontroll av utsatte bygg og installasjoner. Det anbefales tilstandsregistrering av eiendommer i 50 m radius fra sprengningsstedet/tomten for eiendommer fundamentert på berg og eiendommer i 100 m radius fra sprengningsstedet/tomten for eiendommer fundamentert på løsmasser. Det må registreres spesielt eksisterende skader som kan forveksles med rystelsesskader.

5.2.4 Rystelser

Det defineres grenseverdier for rystelser (i henhold til rystelsesstanden NS 8141) og settes opp utstyr for å måle rystelser på den nærliggende bygningsmassen, samt de nærmeste bolighusene. Det anbefales å montere vibrasjonsmålere på strategiske steder på nærliggende bygg for å dokumentere at rystelsesgrensene overholdes. Målerne skal leses av etter hver salve. Justeringer i sprengningsopplegg skal vurderes dersom målte verdier er nær, eller over definerte grenseverdier og ut fra lokale forhold. For eksisterende boliger i området anbefales det rystelsesgrense på 28,6mm/s, se vedlegg 1.

For nærliggende tunneler og bergrom brukes utgått standard NS8141, den ble tilbaketrasket i 2013 for å sette rystelsesgrenser på nærliggende bergrom. Basert på tabellen gitt i Figur 5 under settes rystelsesgrensen for grunnarbeid innen 100m fra tunnelen til 20mm/s. (se for øvrig kap. 5.2.1).

Beskrivelse av tilstand av tunnel/bergrom	v_f tunnel ^{a,b} mm/s	Bergkvalitet Q-verdi
Dårlig berg, kun spredt bolting eller ingen forsterkning	10	Q < 4
Dårlig berg, uarmert sprøytbetong, tykkelse < 70mm, sammen med bolter	15	Q < 4
Dårlig berg, armert sprøytbetong sammen med bolter	25	Q < 4
Godt berg, kun spredt bolting eller ingen forsterkning	15	Q > 4
Godt berg, uarmert sprøytbetong, tykkelse < 70mm, sammen med bolter	20	Q > 4
Godt berg, armert sprøytbetong sammen med bolter eller fullt utstøpt tunnel	35	Q > 4
^a Dersom det ikke er mulig å anslå en verdi for Q, skal Q < 4 benyttes		
^b Dersom tunnelen/bergrommet ikke er i bruk, kan det vurderes å heve de angitte grenseverdiene med en faktor på 1,25		

Figur 5: Rystelsesgrense for tunnel basert på NS8141

5.2.5 Bergrensk og sprengning

Vegetasjon renskes bort i skjæring/skrent, samt skjæringstopp skrapes rein 2 meter innenfor kanten.

Under sprengning går en del av energien med til å sette omgivelsene i bevegelse. Dette kan skade bygninger, installasjoner og andre konstruksjoner i nærheten. Sprengningsarbeidene må planlegges og utføres slik at det ikke oppstår vibrasjonsskader på bygningskonstruksjoner eller andre installasjoner.

Det skal legges stor vekt på å unngå sprut under sprengningen. Salvene må dekkes forskriftsmessig med tunge skytematter og not. Det er viktig at skytemattene også dekker godt til sidene for salva. Det forutsettes nøyaktig boring og god fordemming av alle salvehull.

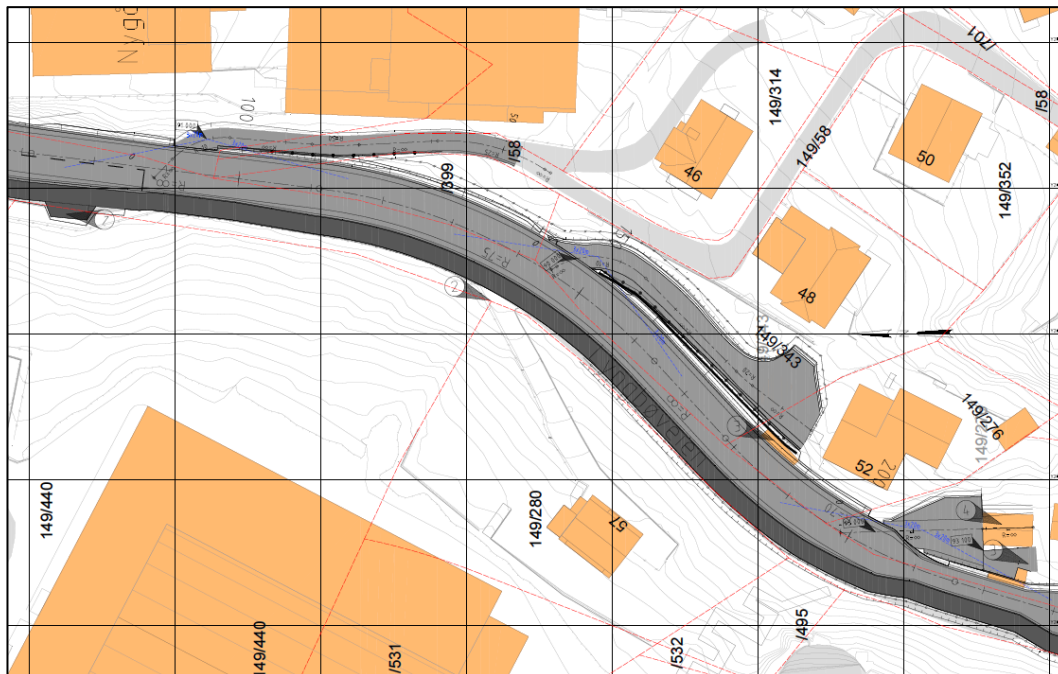
Det skal også planlegges og utføres sikkerhetstiltak med varsling og postering og om nødvendig vakthold og avsperring av berørte områder og veier i forbindelse med skyting av sprengningssalven.

Ved sprengningsarbeider som utføres 5 meter eller mer fra konstruksjoner/boliger anbefales det at endelige skjæringer utføres med kontursprengning med senteravstand maks. 0,5 m.

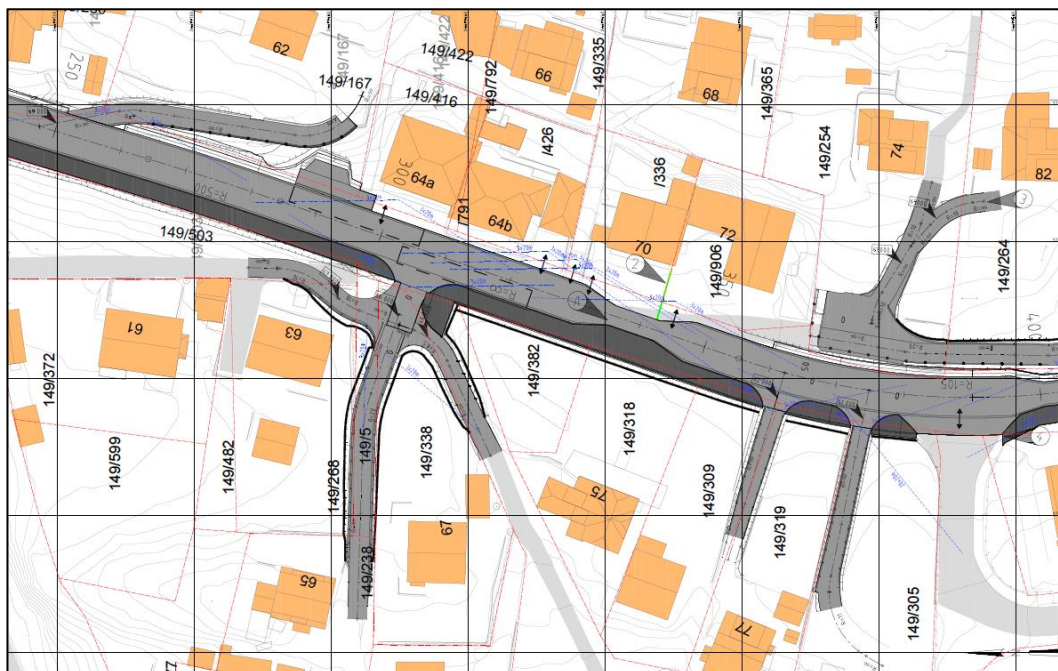
Ved etablering av skjæring nærmere boliger og konstruksjoner enn dette (5 meter) anbefales sømboring minimum 1 meter fra konstruksjon/bolig og pigging inn til sømmen som utgjør endelig skjæringsflate. Dette omtales under aktuelle lokalitet som er beskrevet i de neste kapitlene.

Etter sprengning skal det utføres maskinell rensk i skjæringen etterfulgt av spettrensk.

6 Skjæringer pel 80 - 300



Figur 6: Plantegning pel 80 - 230



Figur 7: Plantegning for pel 240 - 400

6.1 Beskrivelser

Den er planlagt mange små skjæringer over en strekning på 220 m. Skjæringen blir på det høyeste ved planlagt innkjøring ca. ved pel 210-220 som er ca. 7 meter høy.

Berget er betegnet som lite til moderat oppsprukket, og bergkvaliteten er vurdert til å være fra god.

Det er for denne lokaliteten 1 dominerende sprekkese sett og et sporadisk sett. Det er i tillegg observert sporadiske sprekker med annen orientering.

Tabell 3: Strøk og fall.

Sprekkesett	Strøk og fall	Beskrivelse
I	350/85	Nordøstlig fall
II	70/80	Sørøstlig fall

6.2 Vurderinger av stabilitet

Sprekkesystemer i berget tilsier at det ved utsprenning av skjæring vil kunne avgrense kiler, flak og blokk som har topplingsmulighet ut mot veien (se figur Figur 8). Det vil bli behov for bergsikring etter utsprenning. For å minimalisere mengde utsprengt berg bør behovet for forbolting vurderes fortløpende.



Figur 8: Berget under skolen med synlige utgående sprekkeplan.

6.3 Anbefalinger, sikring og mengder

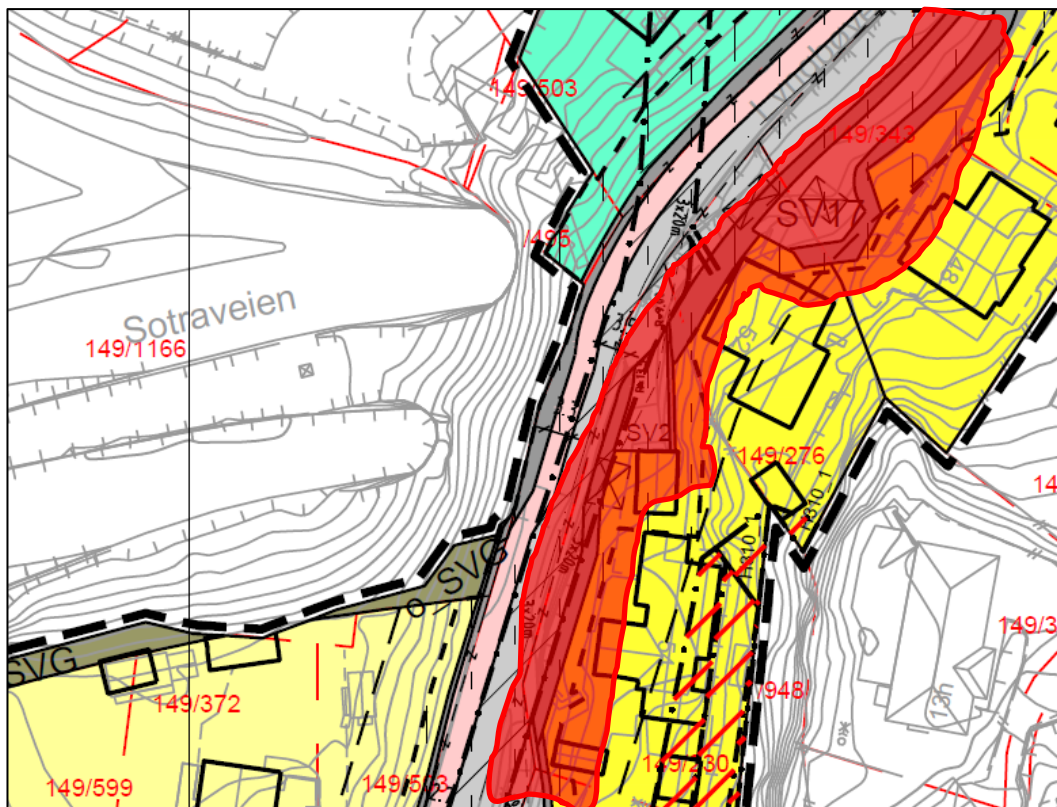
Det skal sprenges tett på bygg og konstruksjoner. Det anbefales at bergskjæringen beholdes med avstand på minst 1 m fra bygg og konstruksjoner, og at det eventuelt etableres en vertikal skjæringsfront. Ved planlagt endelig skjæring skal det sømbores med $CC=0,2m$. Sprengingen foretas ved ladning i annenhver hull, konturboret med $CC=0,5m$, inntil 5 m fra bolig/konstruksjoner. Deretter skal gjenstående berg pigges mellom kontur og søm. Rystelseskrav er 28,6 mm/s for lokaliteten. Det vil bli behov for sporadisk boltesikring i skjæringen. Pga. liten plass til tilstrekkelig veigrøft skal det vurderes behov for sikringsnett i hele skjæringen. Innenfor 5 meter avstand til hus og uteområder skal en ingeniørgeolog vurdere lokaliteten spesielt for sprenging og bergsikring.

Det totale skjæringsarealet er estimert til ca. 830m² med en gjennomsnittlig høyde på knappe 4 meter. Det er estimert et boltebehov på ca. 250 bolter, pluss 80 forbolter. Estimerte sikringsmengder er vist i tabell 4 under.

Tabell 4: Estimerte sikringsmengder i skjæring 2.

Type sikring	Spesifikasjon	Antall
Fjellbolt	2,4 m Ø=20	70 stk.
Fjellbolt	3,0 m Ø=20	75 stk
Fjellbolt	4,0 m Ø=20	45 stk
Forbolt	6.0 m Ø=32	65 stk
Glassfiberbolt	3,0 m Ø=20	20 stk
Fjellband		50 m
Steinsprangnett inkludert innfesting		600m ²

7 Skjæring nær tunnel og bolig ved pel 180 - 240



Figur 6: Oversiktskart med bergskjæring markert med rødt.

7.1 Beskrivelser

Innenfor samme området som beskrevet i kapittel 6 over er det en spesielt utfordrende lokalitet som beskrives i detalj i dette kapittelet. Dette området har gått veldig nært et bolighus og over en høytrafikkert tunnel på Sotraveien. Området har ca 60meter med bergskjæringer. Skjæringen er høyeste mellom 6-7m ved planlagt innkjøring ca. ved pel 210. Dette området med tilhørende bergskjæringer beskrives spesielt fordi bergskjæringen går over tunnelen ved Sotraveien med ukjent bergoverdekning. Og den er spesielt beskrevet da bergskjæringen gjennom uteareal for eiendommen Lyngbøveien 52, omtrent 2 m fra boligfundamentet og under 1 m fra verandafoten, se oversiktskart i Figur 10. Dette vil kreve spesielt varsomt grunnarbeid for å unngå fare for skade på tunnelen og bolighuset.

Berget har registrert RQD-verdi på 75-90 og bergkvaliteten vurdert til å være god.

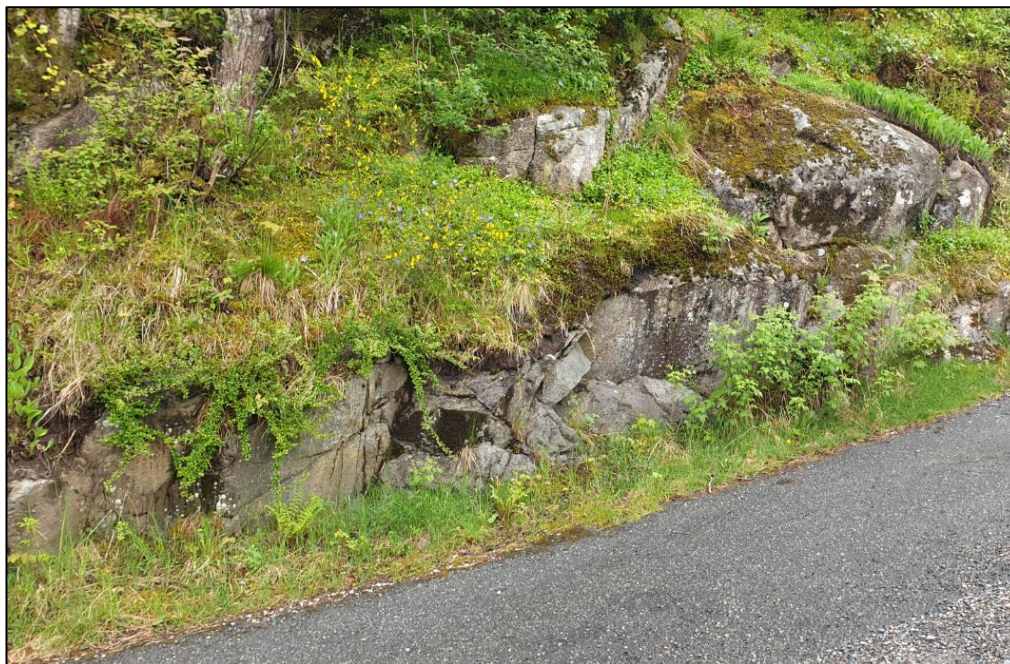
Det er for denne lokaliteten et dominerende sprekkesett. Det er i tillegg observert to mindre dominerende sprekkesett.

Tabell 5: Strøk og fall.

Sprekkesett	Strøk og fall	Beskrivelse
I	VSV/80-90°	Østlig-nordøstlig fall
II	VNV/80-90°	Sørig-sørsøstlig fall
III	SSØ/20°	Slakt fall mot nord-nordvest

7.2 Vurderinger av stabilitet

Sprekkesystemer i berget tilsier at det ved berguttak vil kunne avgrense kiler, flak og blokk med utveltingsplan ut mot veien (Figur 7), det vil bli behov for bergsikring etter skjæringen er etablert. Før å minimalisere mengde berguttak og grunnet kort avstand til bolig skal det forboltes før det tas ut berg.

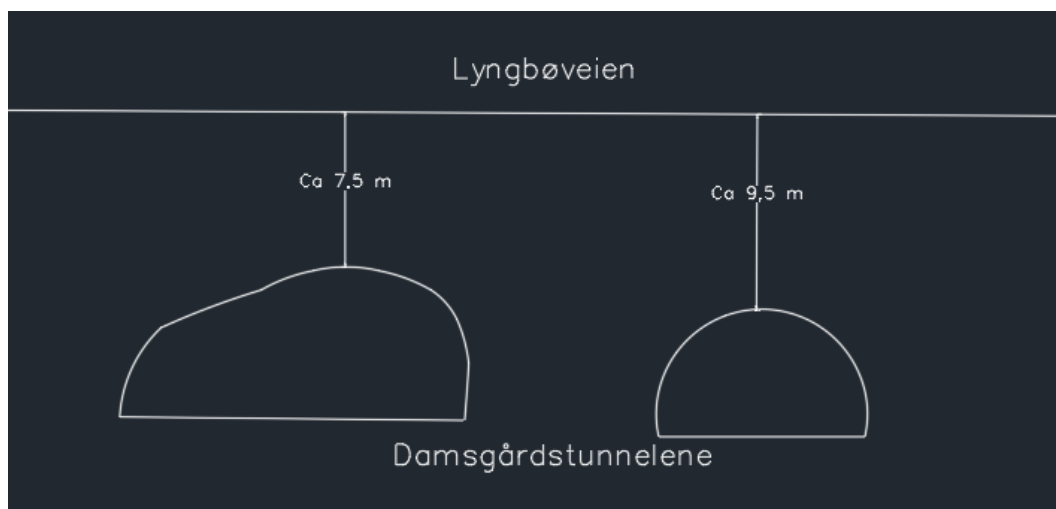


Figur 7: Berget rett sør for bolig (Lyngbøveien 52) med synlige utgående sprekkplan.

7.3 Anbefalinger, sikring og mengder

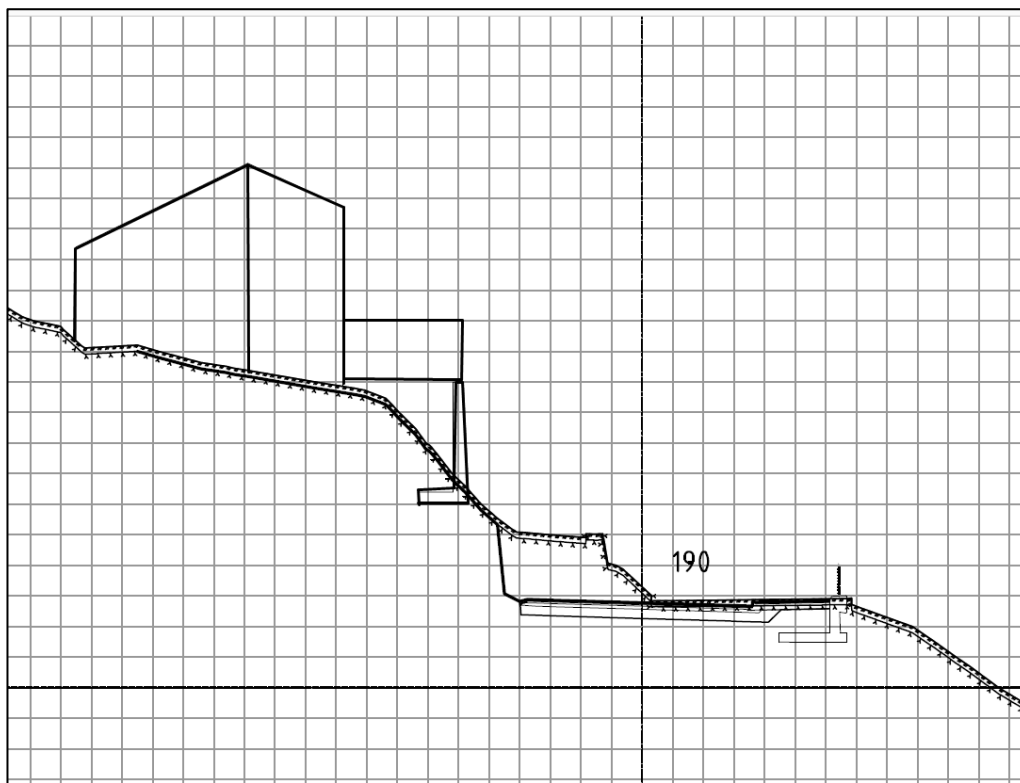
Det skal brukes hydraulisk sprengning over eksisterende tunnelløp med liten overdekning, og tett inntil fundamenter til eksisterende bolig. Overdekningen fra vei til tunnel er ned mot 7 meter, hvor løsmassemekktigheten er ukjent (se Figur 9) og bergskjæring under 1 meter fra verandafoten (se Figur 10).

Med hensyn på tunnelen anbefales hydraulisk sprengning eller evt ukonvensjonelt uttak av bergmassen. Dersom mulig kan berget sømbøres og pigges ut, eller en kan benytte wiresaging. Det må også etableres et gjerde i skråningen over tunnelen for å hindre nedfall på trafikken. Tunnelen må stenges for trafikk når bergarbeid som kan påvirke hengenget i tunnelen foregår innen 20m fra tunnel. Under bergarbeid skal rystelser i tunnelen ikke overskride 20mm/s. Eksisterende Damsgårdstunnelen må vurderes av en ingeniørgeolog før grunnarbeid for eventuell forsterkning av berget. Før en åpner tunnelen etter bergarbeid må berget inspiseres visuelt av en ingeniørgeolog for å sikre stabilitet. Det anbefales å sonderbore dette området før grunnarbeid for å kartlegge berg- og løsmassemekktigheten/bergoverdekning mellom Lyngbøveien og tunnel.



Figur 9: Enkelt tverrsnitt med topp Lyngbøveien og tverrprofil Løvstakktunnelen

Med hensyn på skjæringen som går gjennom uteareal for eiendommen Lyngbøveien 52, og ca. 2 m fra bolighuset og under 1 m fra verandafoten (se tverrsnitt i Figur 10). Ved bolighuset anbefales at bergskjæringen beholdes med avstand på minst 1 m fra bygg og konstruksjoner, og at det eventuelt etableres en vertikal bergskjæring. Nært hus og uteområder skal skjæringen i utgangspunktet forboltes i bakkant av skjæringsfront med $CC=1,0$ m, helning ca. 80° inn under bolig/uteområder.



Figur 10: Tverrsnitt ved pel 190 som viser planlagt ny bergskjæring nær bolig og verandafot. Rutenettet er 0,5x0,5m.

Det vil bli behov for boltesikring og forbolting i skjæringen. Pga. liten plass til tilstrekkelig veigrøft skal det vurderes behov for sikringsnett i hele skjæringen.

7.4 Sikring av terreng under Lyngbøveien over portal til Sotraveien

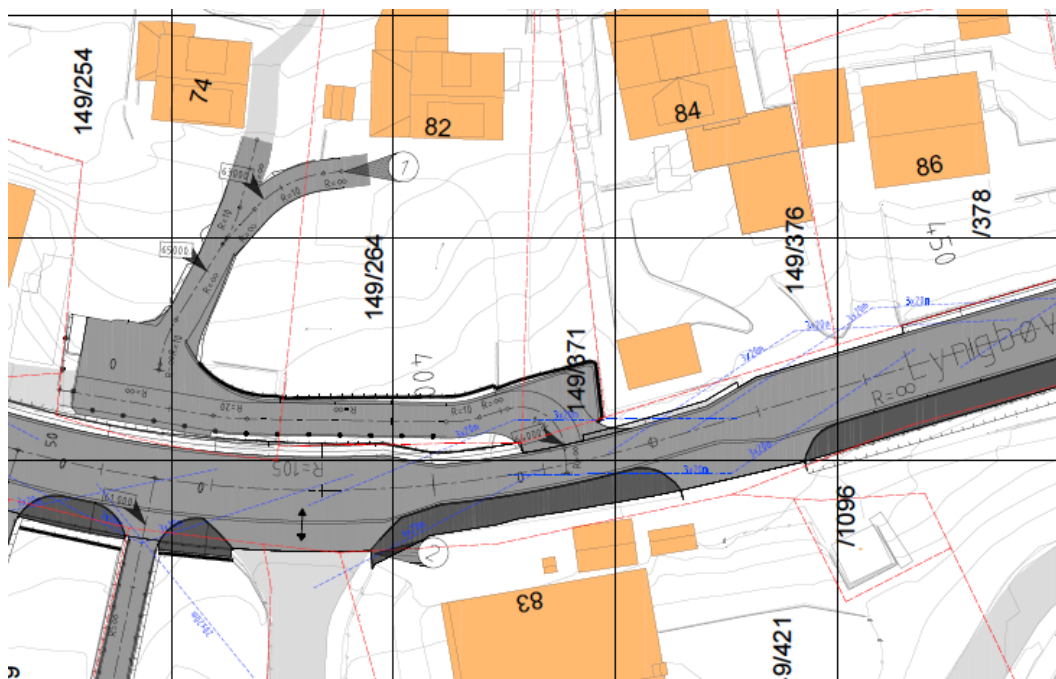
Terrengtet over portalene under Lyngbøveien er svært bratt (ca. 45°). I forbindelse med at det skal graves og skiftes rekkverk på Lyngbøveien må skråningen sikres mot nedfall.

Trær må ryddes bort og det må etableres ett fanggjerde for å sikre at masser fra gravearbeider ikke faller ned mot portal og veien under.

Fanggjerdet må være dimensjonert til å tåle 1000 kJ, høyde skal være 3m. Lengden på gjerdet er ca. 50 meter.

I tillegg må det sikres like over portalen med sognemur eller tilsvarende for å sikre at mindre nedfall i området mellom portal og fanggjerde ikke når veien.

8 Bergskjæring 2 (Lyngbøveien 74); pel 365 - 420



Figur 11: Plantegning for pel 360 - 460

8.1 Beskrivelser

De planlagte skjæringene blir til sammen ca. 70 meter lang (Figur 11). Skjæringen blir på det høyeste langs parsellen med ca. 4 meter ved pel 385-390. I planene skal det bygges en rampe opp til bolighusene, hvor det i dag finnes en rampe som kommer fra andre siden. Skjæringen blir forholdsvis lav, men vil likevel kreve noe sikringstiltak.

Berget har RQD verdi på 75-90 og Q-verdi på 38-45, som vil si at bergkvaliteten er god.

Det er for denne lokaliteten 2 dominerende sprekkesett (Tabell 6). Det er i tillegg observert et mindre dominerende sprekkesett.

Tabell 6: Strøk og fall målinger.

Sprekkesett	Strøk og fall	Beskrivelse
I	VSV/80-90°	Østlig-nordøstlig fall
II	VNV/80-90°	Sørlig-sørøstlig fall
III	SSØ/20°	Slakt fall mot nord-nordvest

8.2 Vurderinger av stabilitet

Sprekkesystemer i berget tilsier at det ved utsprenging av skjæring vil kunne avgrense kiler og blokk med overheng ut mot veien, det vil bli behov for bergsikring etter utsprengning for å hindre utvelt (toppling) av bergbergblokker.



Figur 12: Bolig over lokalitet ved skjæring 3.

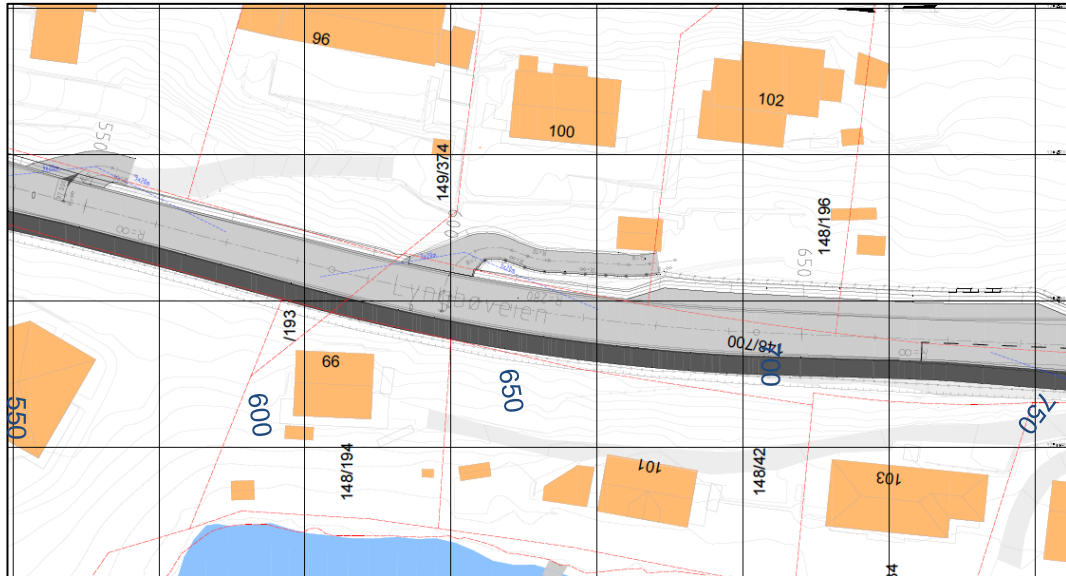
8.3 Anbefalinger, sikring og mengder

Det totale skjæringsarealet er estimert til ca. 77m² med en gjennomsnittlig høyde på knappe 1,5 meter. Det er estimert et boltebehov på ca. 20 bolter, pluss 10 forbolter. Estimerte sikringsmengder ev vist i Tabell 7.

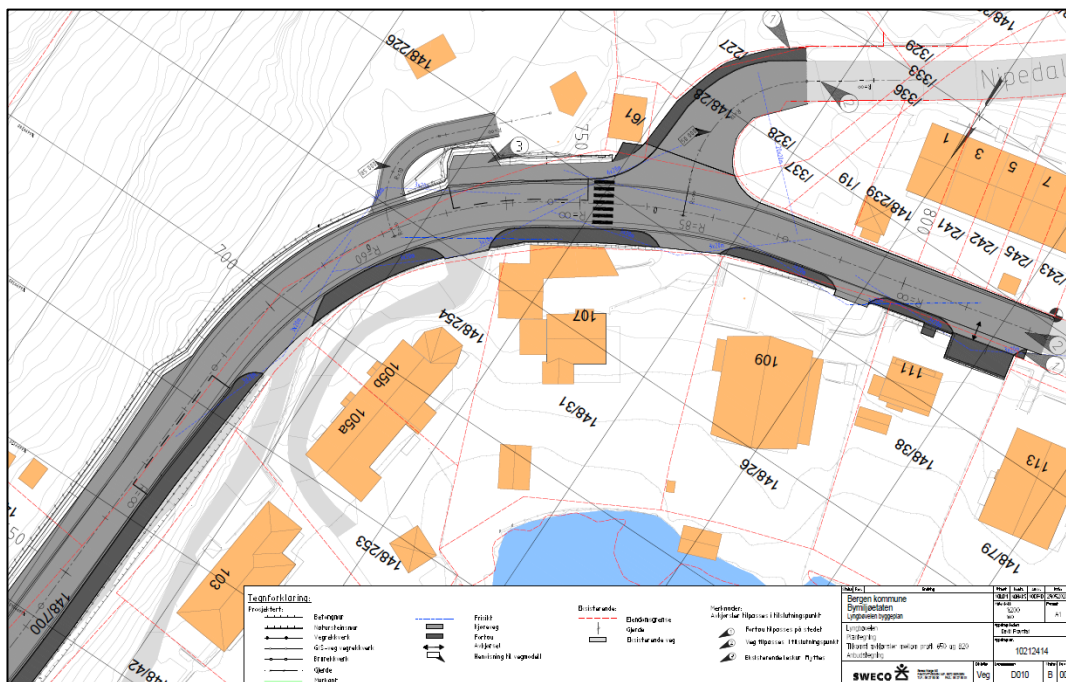
Tabell 7: Estimerte sikringsmengder for skjæring 3.

Type sikring	Spesifikasjon	Antall
Fjellbolt	2,5 m Ø=20	15 stk.
Fjellbolt	3,0 m Ø=20	5 stk.
Fjellbolt	4,0 m Ø=20	0 stk
Forbolt	6,0 m Ø=32	5 stk
Fjellband		3m

9 Bergskjæring 3; pel 590 - 755



Figur 13: Plantegning ved pel 540 - 685



Figur : Plantegning ved pel 640 – 820

9.1 Beskrivelser

Den planlagte skjæringen blir ca. 250 meter lang, skjæringen blir på det høyeste ca. 6.5 meter ca. ved pel 610 og 680. Ved pel 600 skal det sprenges ut ved en oppkjøring under en bratt skråning under et bolighus, men lenger sør er en på et område hvor det ikke finnes bebyggelse over bergskjæringen.

Berget er betegnet som lite til moderat oppsprukket, det vil si at bergkvaliteten er god – middels.

Det er for denne lokaliteten to dominerende sprekkesett (Tabell 8).

Tabell 8: Strøk og fall målinger

Sprekkesett	Strøk og fall	Beskrivelse
I	VSV/80-90°	Østlig-nordøstlig fall
II	VNV/80-90°	Sørlig-sørsørlig fall

9.2 Vurderinger av stabilitet

Sprekkesystemer i berget tilsier at det ved utsprenging av skjæring vil kunne avgrense kiler og blokk med overheng ut mot veien, det vil bli behov for bergsikring etter utsprengning. Før å minimalisere mengde utsprengt berg bør forbolting vurderes fortløpende. Figur 14 viser en bergblotning ved lokaliteten.



Figur 14: Berget ved lokalitet 3.

9.3 Anbefalinger, sikring og mengder

Ved pel 600-630 skal det sprenges i en bratt skråning under en bolig, hvor parkeringsplassen til boligen er byggede nærme bergskråningen, etter planene med en avstand på ca. 5 meter. Behov for forbolting vurderes av geolog under anleggsperioden. Disse settes eventuelt CC=1,0m og ca. 80° på skrått inn i skjæringen. Det skal sprenges med kontur CC=0,5m minimum 5 meter fra bolig og eventuelle uteareal. Rystelseskrav er 25-30 mm/s for denne lokaliteten.

Endelig skjæring skal sikres med sporadiske bolter. Pga. liten plass til tilstrekkelig veigrøft med tanke på mindre blokknedfall er det også anbefalt sikringsnett i hele skjæringen.

Det totale skjæringsarealet er estimert til ca. 625m² med en gjennomsnittlig høyde på vel 4 meter. Det er estimert et boltebehov på ca. 180 bolter, pluss 70 forbolter. Estimerte sikringsmengder ev vist i tabell 9.

Tabell 9. Estimerte sikringsmengder i skjæring 4

Type sikring	Spesifikasjon	Antall
Fjellbolt	2,5 m Ø=20	65 stk
Fjellbolt	3,0 m Ø=20	70 stk
Fjellbolt	4,0 m Ø=20	35 stk
Forbolt	6.0 m Ø=32	30 stk
Fjellband		47 meter
Steinsprangnett inkludert innfesting		300m ²

10 Bibliografi

- [1] Sweco Norge AS, «15027001 N01 A01Lyngbøvegen skredfarevurdering RIG,» 2016.
- [2] NGU, «Berggrunnskart,» [Internett]. Available: www.ngu.no.
- [3] NGU - Løsmassekart, [Internett]. Available: www.ngu.no.
- [4] SVVs Håndbok N200, «Vegbygging,» 2014.
- [5] SVVs Håndbok V224, «Fjellbolting,» 2014.
- [6] SVVs Håndbok N500, Vegtunneler, 2014.
- [7] NGI, Bruk av Q-systemet, 2015.

11 Vedlegg

[1] Grenseverdier for vertikale svingehastigheter etter NS8141 for bolighus og skoler

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141:2001			
Prosjektnr.:		Dato :	
Prosjekt:		Init.:	
Kommentar:		Side.:	1
Beregning etter NS 8141:2001 "Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk"			
<p>Beregningsformel for grenseverdien, v</p> $v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$ <p>Hvor: $v_0 = 20$ mm/s F_g - Grunnforholdsfaktor F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$ k_b - Byggverksklasse k_m - Materialfaktor k_f - Fundamenteringsfaktor F_d - Avstandsfaktor F_k - Kildefaktor</p>			
Kan redigeres av bruker			
Grunnforholdsfaktor, F_g			
Hovedgruppe		Løsmasser	
Undergruppe		Fast lagret morene, fylling med komprimert sprengstein	
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	1.8
Byggverksfaktor, F_b			
Byggfaktor, k_b			
Type byggverk		Vanlige boliger	
Byggfaktor	k_b	=	1.0
Materialfaktor, k_m			
Hovedmateriale		Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende	
Materialfaktor	k_m	=	1.0
Fundamenteringsfaktor, k_f			
Fundamenteringsmåte		Plate	
Fundamenteringsfaktor	k_f	=	0.8
Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$	F_b	=	0.8
Avstandsfaktor, F_d			
Avstand til vibrasjonskilde i m	d	=	5
Vibrasjonskilde		Sprengning	
Avstandsfaktor	F_d	=	0.99
Kildefaktor, F_k			
Vibrasjonskilde		Sprengning	
Grunnforholdsfaktor	F_k	=	1.0
Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v			
Grenseverdi	v	=	28.6 mm/s





10212414_R01_A01_REV1Byggeplan_Geologi_Lyngbøvegen

Slutgiltig revideringsrapport

2021-04-23

Skapad:	2021-04-23
Av:	Roger Sørstø Andersen (roger.andersen@sweco.no)
Status:	Signerat
Transaktions-ID:	CBJCHBCAABAABwTcP4ITuleMZa-ZoOPFOOzA9ntds8KP

”10212414_R01_A01_REV1Byggeplan_Geologi_Lyngbøvegen” – historik

-  Dokumentet skapades av Roger Sørstø Andersen (roger.andersen@sweco.no)
2021-04-23 - 10:48:52 GMT – IP-adress: 185.125.227.17
-  Dokumentet skickades med e-post till Øystein Strand Lohne (oystein.lohne@sweco.no) för signering
2021-04-23 - 10:50:13 GMT
-  Dokumentet skickades med e-post till Roger Sørstø Andersen (roger.andersen@sweco.no) för signering
2021-04-23 - 10:50:14 GMT
-  Dokumentet har e-signerats av Roger Sørstø Andersen (roger.andersen@sweco.no)
Signaturdatum: 2021-04-23 - 10:50:36 GMT – Tidskälla: server – IP-adress: 185.125.227.17
-  E-postmeddelandet har visats av Øystein Strand Lohne (oystein.lohne@sweco.no)
2021-04-23 - 10:55:37 GMT – IP-adress: 88.88.41.24
-  Dokumentet har e-signerats av Øystein Strand Lohne (oystein.lohne@sweco.no)
Signaturdatum: 2021-04-23 - 10:55:55 GMT – Tidskälla: server – IP-adress: 185.125.227.17
-  Avtal har slutförts.
2021-04-23 - 10:55:55 GMT