

STATSBYGG

12273 INGENIØRGEOLOGISK VURDERING AV BERGKVALITET SCHRØDERHAUGEN, BRØNNØYSUND

ADRESSE COWI AS

Otto Nielsens veg 12
Postboks 2564 Sentrum
7414 Trondheim
Norge

TLF +47 02694

WWW cowi.no

OPPDAGSNR. A041910

	Dato	Tekst	Saksb.	Kontr.	Godkj.
00	29.08.14	GEOLOGISK RAPPORT	ajms		bjst

Oppdragsnavn:	12273 STATSBYGG	Oppdragsnr.:	IT - arkiv:
Oppdragsgiver:	12273 STATSBYGG	Oppdragsgivers referanse:	
Dokumenttittel:	Ingeniørgeologisk vurdering av bergkvalitet Schrøderhaugen, Brønnøysund	Dokument nr.:	A041910-RIG-R-02
		Dato:	2014-08-29
Saksbehandler :	Ann Jeanett Manstad-Hulaas	Signatur:	
Kontrollør:	Helge Henriksen	Signatur:	
Oppdragsansvarlig :	Bjørn Strandholmen	Signatur:	

INNHOOLD

1	Innledning	3
1.1	Bakgrunn	3
2	Geologiske og bergtekniske forhold	4
2.1	Kvartærgeologi	4
2.2	Berggrunnen	4
2.2.1	Foliasjon og oppsprekking	4
2.2.2	Radon	5
2.3	Vannforhold	5
3	Arkitektoniske konsepter	5
3.1	Konsept A1	6
3.2	Konsept A2	7
4	Ingeniørgeologisk vurdering	7
4.1	Bergmassekvalitet	7
4.2	Sprekkeorientering	8
4.3	Estimering av Q-verdier	12
4.4	Stabilitetssikring	14
4.5	Orientering av underetasjer	15
4.6	Vannsikring	15
4.7	Forslag til videre undersøkelser	15
4.8	HMS – forhold	16
5	Vibrasjoner	16
5.1.1	Geologiske faktorer som påvirker vibrasjoner	16
5.1.2	Vibrasjonskrav	17
6	Geoteknisk kategori og utførelse	17
7	Kostnadsoverslag	18
8	Referanser	18

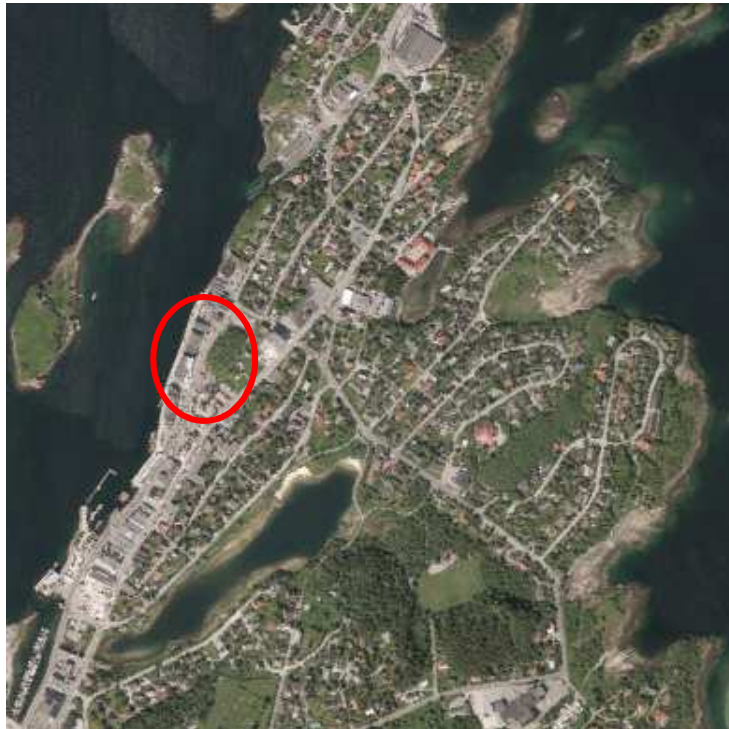
1 Innledning

1.1 Bakgrunn

På oppdrag fra Statsbygg er COWI engasjert til å utføre en ingeniørgeologisk vurdering av bergkvaliteten i området der nytt Brønnøysundregister planlegges bygget. På dette stadiet arbeides det med flere mulige konsepter/alternativer for nytt kontorbygg. I samtlige konsept vil det bli behov for utsprengning av hele eller deler av Schrøderhaugen.

Bergskjæringer langs Schrøderhaugen, også kalt haugen videre i rapporten, er vurdert for å ta stilling til behov for ytterligere ingeniørgeologiske undersøkelser som f.eks. kjerneboring. Den ingeniørgeologiske kartleggingen omfatter bestemmelse av bergartstype og Q-metode parameterne RQD (oppsprekkingsgrad), J_n (antall sprekkesett), J_r (sprekkeruhet) og J_a (sprekkefyll), samt måling av sprekkeorienteringer og sprekkeavstand. I tillegg er det vurdert behov for stabilitetssikring basert på bergmassekvalitet og sprekkeorientering. Vi har også vurdert behovet for nærmere fastsettelse av rystelseskrav i forbindelse med sprengning med hensyn på sensitivt utstyr i nærområdet, som for eksempel eksisterende Brønnøysundregister.

Befaring ble gjennomført av geolog Ann Jeanett Manstad-Hulaas den 22.5.2014. Det var oppholdsvær og 12-17 °C på befaringsdagen. Det ble ikke registrert vesentlig med vann i skjæringene. Dette kan skyldes en periode med tørt og stabilt vær. Figur 2 viser befart område.



Figur 1 Oversiktskart. Rød sirkel viser befart område.(www.gislink.no)

En befaring av hele området basert på sammenslått areal for de ulike konseptene ble gjort i forkant av kartleggingen. Det ble kun observert bergblotninger langs Schrøderhaugen. Det var synlige skjæringer på tre av fire sider av haugen, men skjæringen i vest og nord var mest synlig og tilgjengelig. Den østvendte delen av haugen var stort sett dekket av vegetasjon, med få synlige bergblotninger. Ellers er området dekket med bygninger, vegetasjon eller asfaltert.

2 Geologiske og bergtekniske forhold

2.1 Kvartærgeologi

Terrenget er i henhold til NGU's løsmassekart preget av tynne hav- og strandavsetninger.

Utførte totalsonderinger underbygger i stor grad beskrivelsen fra løsmassekartet og videre beskrivelse er hentet fra tidligere utarbeidet geoteknisk datarapport, dok.nr: A041910-RIG-R-01. Det er generelt grunt til berg, men med noe økende dybde til berg mot øst langs Sømnaveien. I søndre del av planområdet indikerer sonderingene i stor grad fyllmasser over opprinnelige strandavsetninger over berg. Deler av søndre planområde lå under havnivå inntil området ble fylt ut. Sonderingene nær Sømnaveien viser større mektighet av opprinnelige masser. Boreloggen beskriver leire og strandavsetninger.

2.2 Berggrunnen

Berggrunnskart fra www.ngu.no viser at området består av kalkspatmarmor. På befaringen ble det observert kalkspatmarmor og soner med glimmerskifer.

Strukturgeologisk er bergartene tolket som omdannede (metamorfoserte), sedimentære bergarter av antatt kambrosilurisk alder, tilhørende Helgelandsdekkekomplekset, dvs. foldet og fremskjøvet under den kaledonske fjellkjededannelsen.

2.2.1 Foliasjon og oppsprekking

Sprekkesett 1 er orientert i SØ-NV retning, med steilt fall mot ØNØ og VSV. Oppsprekkingen varierer over området, men oppsprekkingsgraden er mindre dominerende enn de andre sprekkesettene. Typisk sprekkeavstand er 1-2 m.

Sprekkesett 2 er foliasjonsparallelle sprekker som er orientert NØ-SV med moderat fall mot SØ. Oppsprekkingsgraden langs foliasjonsplanet varierer noe, glimmerskiferen er generelt mer oppsprukket enn kalkspatmarmoren.

Sprekkesett 3 er orientert ca. NØ-SV, går nærmest parallelt med veiskjæringen langs Havnegata, og har steilt fall mot NV. Typisk sprekkeavstand er 0,5 - 1,0 m. Sprekkesettet er mest dominerende på nordsiden av Schrøderhaugen.

Sprekkesett 4 er det mest dominerende sprekkesettet i området. Det er orientert ca. Ø-V med moderat- til steilt fall mot NNØ. Sprekkene i dette sprekkesettet er karakterisert som gjennomgående med typisk sprekkeavstand mellom 0,4-1,0 meter.

2.2.2 Radon

Kalkstein/marmor har generelt et lavt radoninnhold, 6-20 bq/kg (www.ngu.no). Tiltaksgrensen er 100 bq/kg og maksgrensen 200 bq/kg (www.ngu.no).

2.3 Vannforhold

Marmor i Norge har lav porøsitet. Effektiv porøsitet ligger på rundt 0.48 %. Selv om vannsirkulasjon som regel foregår gjennom kanaler i dagfjellsonen kan det likevel forkomme oppløsning av marmoren (karstifisering) langs større vannførende sprekker i skjæringspunktet grunnvann/havnivå.

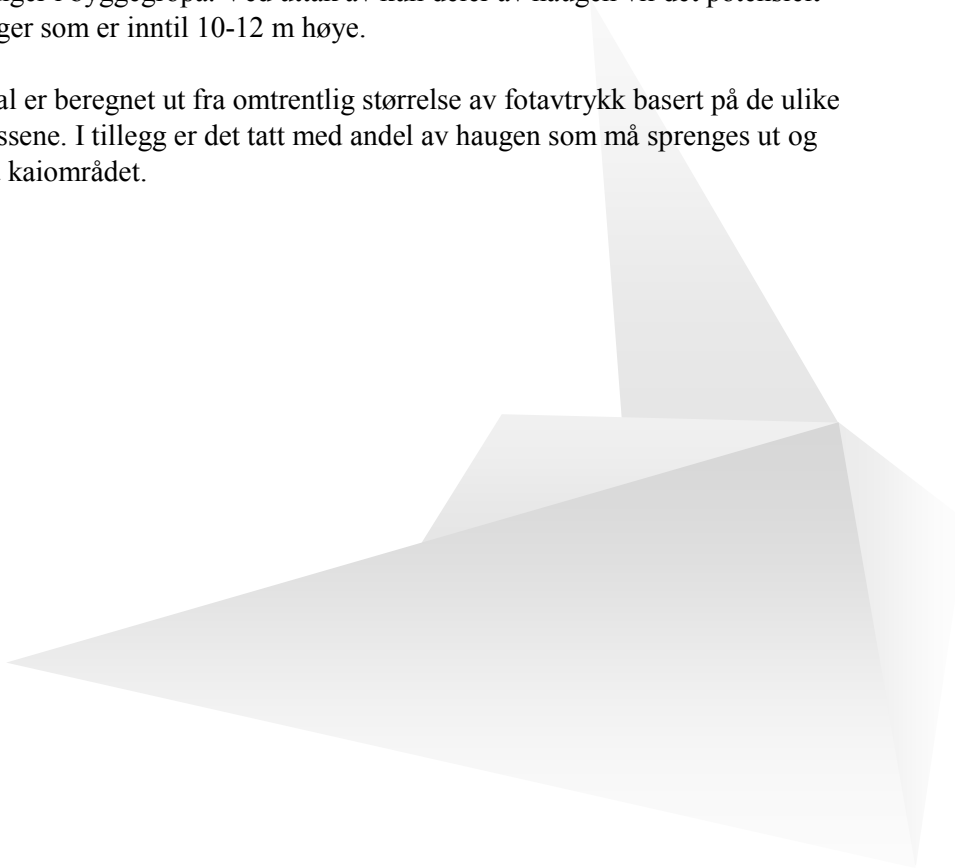
Havet og kaiområdet ligger ca. 40 m vest for Schrøderhaugen.

Innlekkasje av vann i anleggsfasen gjennom berg kan forventes som spredte drypp og mindre punktlekkasjer i sammenheng med sprekker og svakhetssoner i vest. Større innlekkasjer i forbindelse med karstkanaler kan ikke utelukkes. Det forventes også noe vannlekkasje i forbindelse med mye nedbør og ved snøsmelting. Det ble ikke observert bekkeløp i området.

3 Arkitektoniske konsepter

Det høyeste punktet på Schrøderhøyden ligger på høydekurve 14,3 moh. Bergskjæringen mot Havnegata er på det høyeste ca. 7-8 m. Det vurderes en underetasje/parkeringskjeller i nytt bygg, noe som tilsvarer ca. 3-4 m høye bergskjæringer i byggegrøpa. Ved uttak av kun deler av haugen vil det potensielt bli skjæringer som er inntil 10-12 m høye.

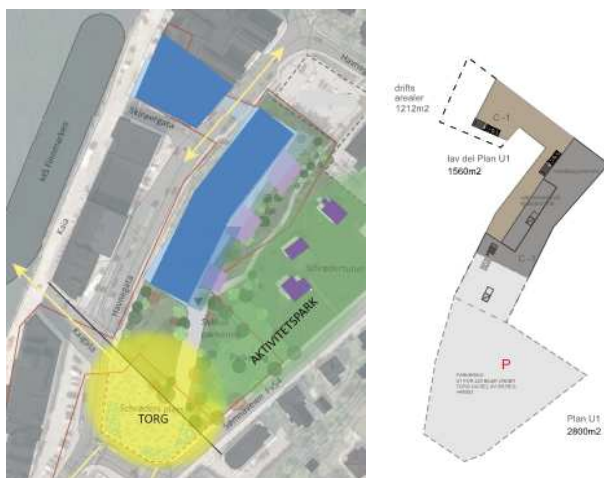
Samlet areal er beregnet ut fra omtrentlig størrelse av fotavtrykk basert på de ulike konseptskissene. I tillegg er det tatt med andel av haugen som må sprenges ut og avstand fra kaiområdet.





Figur 2. Tomteavgrensning.

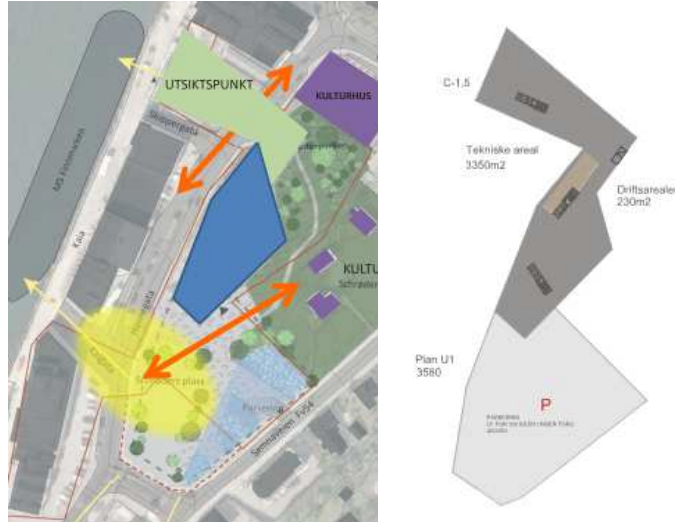
3.1 Konsept A1



Nybygget strekker seg fra sjøfront i nordvest og videre sørover langs den vestlige delen av Schrøderhaugen til torget, med mulig parkeringskjeller under torget. Areal baserer seg kun på arealet til omrisset av bygget med P-kjeller og er beregnet til ca. 9361 m². Et eventuelt uteareal er ikke medberegnet.

- Krever utsprenkning av omtrentlig halve Schrøderhaugen langs havnegata.
- Avstand fra kaiområdet: Ligger delvis langs kaiområdet. Men ingen underetasje langs kaiområdet.
- Parkeringskjeller, totalsonderinger viser at dybde ned til fjell varierer på område og det vil være behov for utsprenkning av fjell.

3.2 Konsept A2



Nybygget strekker seg fra sjøfront i nordvest og videre sørover langs den vestlige delen av Schrøderhaugen til torget, med mulig parkeringskjeller under torget. Areal baserer seg kun på arealet til omrisset av bygget med P-kjeller og er beregnet til ca. 7950 m². Et eventuelt uteareal er ikke medberegnet.

- Krever mindre utspregning av haugen enn konsept A1, ca. en tredjedel bergmassen må tas ut av Schrøderhaugen langs havnegata.
- Avstand fra kaiområdet: Ligger delvis langs kaiområdet som konsept A1. Men ingen underetasje langs kaiområdet.
- Parkeringskjeller samme som for A1, behov for sprengning og uttak av bergmasser.

4 Ingeniørgeologisk vurdering

4.1 Bergmassekvalitet

Hovedbergartene er kalkspatmarmor og glimmerskifer. Glimmerskiferen ligger over kalkspatmarmor. I nord i et mindre område i øvre skrent langs vestgående skjæring ble det observert tegn til folding og en noe mer rødlig bergart. Bergartene er beskrevet i forhold til boring, sprengning og kvalitet.

Kalkspatmarmor er omdannet kalkstein, og er en metamorf bergart som er utbredt i Nordland. Den har lys farge som forvitrer til mørk grå på overflaten. Den er middels- til finkornet med tetthet på 2.72 g/cm³ og hardhet 3 på Mohr's hardhetsskala.

For marmor med høy tetthet vil oppløsningsraten normalt være så lav at kun mindre mengder løses opp gjennom et 100 års perspektiv. I marmor med høy tetthet vil oppløsning konsentreres til sprekker og stikk i bergarten.

Marmor er lett å bore i, er relativt lettsprengt, og innehar gode nok mekaniske egenskaper for bruk til anleggsvei, parkering etc. Den har trolig ikke god nok kvalitet til bruk til vegbygging da den stedvis har innslag av glimmer. Egnethet bør vurderes nærmere.

Glimmerskifer er en [metamorf bergart](#) som er skifrig og har gode [kløveegenskaper](#) pga. sitt innhold av flakaktige glimmermineraler. Hovedmineralene er [kvarts](#) og [glimmer](#) og den har en tetthet på 2.80 g/cm³. Den er lett å bore i, men kan være noe tungsprengt. Den kan brukes til anleggsvei, i parkeringsområder etc. men ikke i forbindelse med veibygging pga. på grunn av glimmerinnholdet.

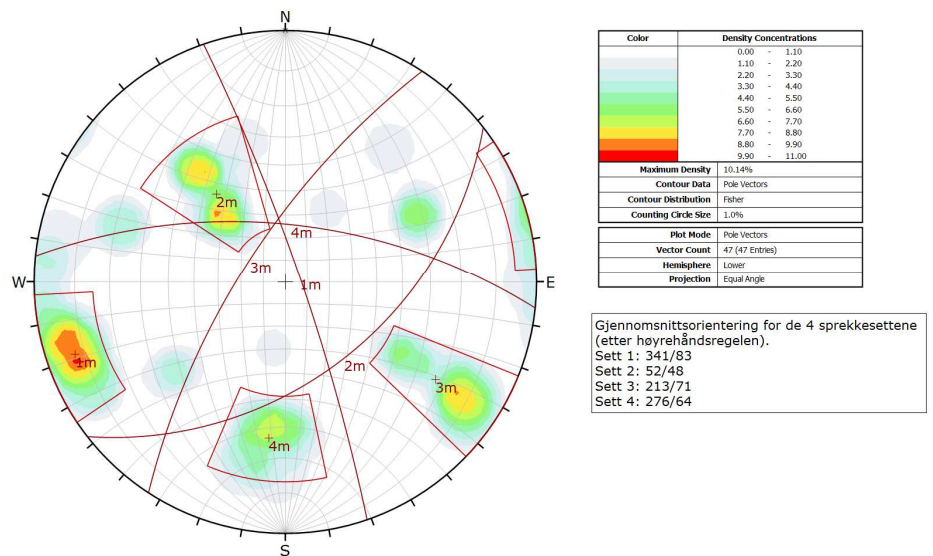


Figur 3. Vestgående skjæring, parallell med Havnevegen.

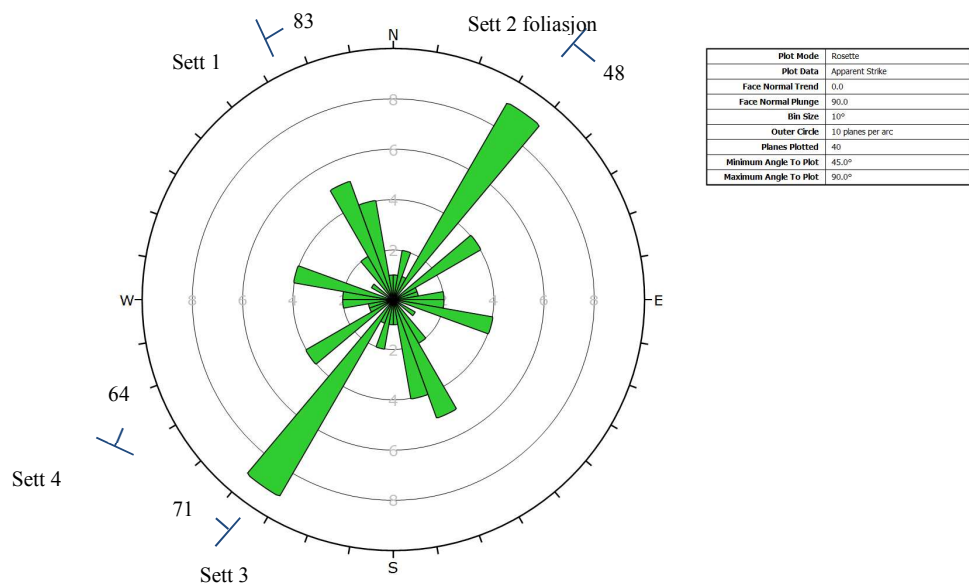
Data som ble samlet inn under den ingeniørgeologiske kartleggingen for området er analysert og presentert senere i kapittelet. Resultatene gir et bilde av bergmassekvaliteten i Schrøderhaugen.

4.2 Sprekkeorientering

Orientering av sprekkeplan er plottet i stereonet og sprekkerose ved hjelp av programmet DIPS fra RocScience og presentert i figur 5 og 6. Tabell 1 viser sprekkesettens gjennomsnittlige orientering og fall.



Figur 4. Stereoplott viser konsentrasjon av sprekkeorientering for området. Man ser fire sprekkesett, noe som stemmer overens med observasjoner i felt. Storsirkler for de fire identifiserte sprekkesettene er vist med røde linjer.



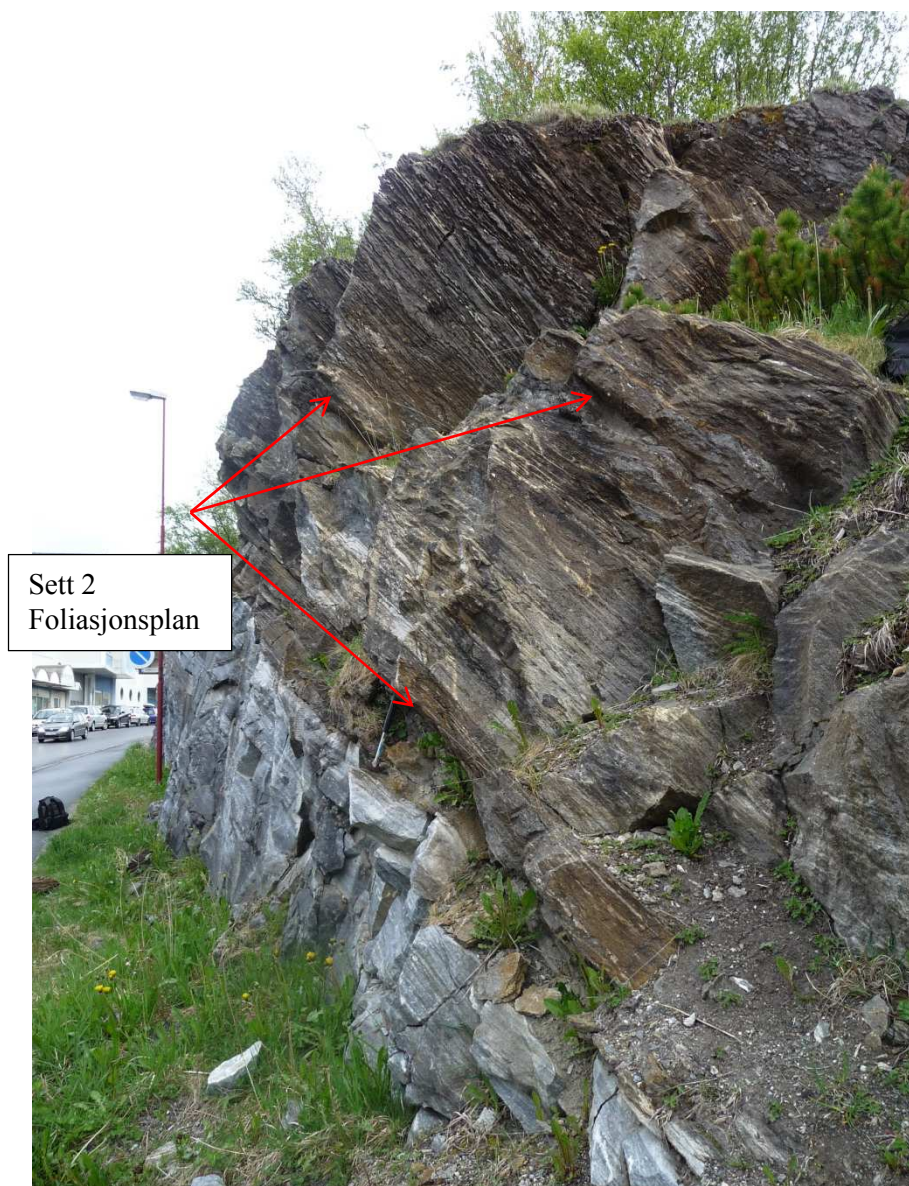
Figur 5. Sprekkerose for området.

I sprekkerosen avsettes sprekkenes strøk på en forenklet kompassrose, observasjoner innen intervall 10 er slått sammen. Antall observasjoner innen hvert intervall angis langs radielle akser. Lengden på aksene viser således hvor hyppig sprekken forekommer i et system. Utenfor de forskjellige strøkretningene angis fallet.

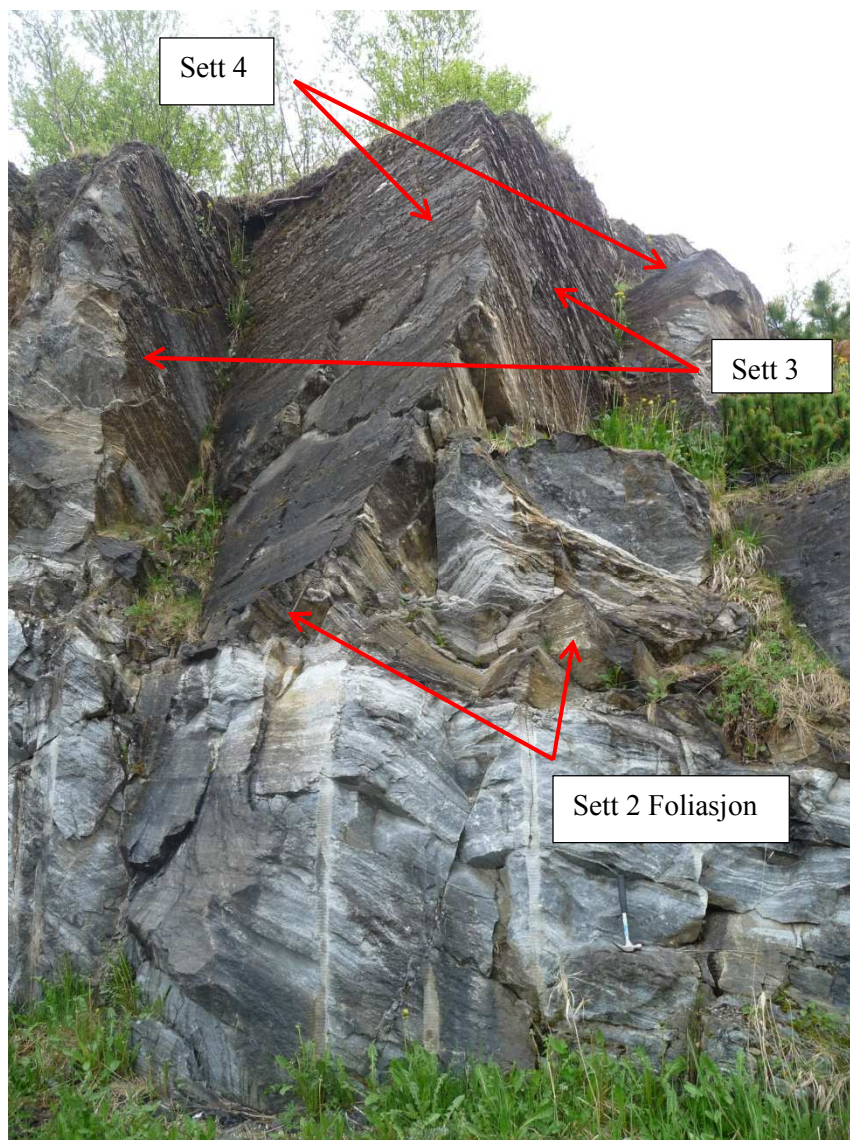
I tillegg ble det registrert enkelte sporadiske sprekker og riss i området. Av resultatene ser man at det i det kartlagte område finnes fire sprekeretninger og at disse samsvarer relativt godt. Foliasjonen heller ca. 40-60° mot sørøst.

Tabell 1. Viser sprekesettene gjennomsnittlige orientering og fall.

Sprekkesett (J_n)	Sprekkeorientering	Beskrivelse
Sett 1	N 341Ø/83ØNØ eller N161Ø/58 VSV	Figur 9
Sett 2 (foliasjon)	N52Ø/48SØ	Figur 7
Sett 3	N 213/71 NV	Figur 8
Sett 4	N 276Ø/64NØ	Figur 8



Figur 6. Bilde tatt mot nord. Foliasjonsplanet er orientert i NØ-SV retning og delvis parallelt med veiskjæringen langs Havnegata. Helning 40-50° SØ.



Figur 7. Bilde tatt mot øst. Bildet viser hovedsprekkesettene langs Havnevegen. Sprekkesett 4 har varierende steilt fall mot NNØ. Mens sprekkesett 3 har helling 70-90° mot NV. Mellom de to sprekkesettene dannes potensiell kileutglidning.



Figur 8. Bilde tatt mot øst. Bilde viser steilstående sprekesett i NV-SØ retning med varierende fall mellom 60-85 fall mot NØ og SV.

4.3 Estimering av Q-verdier

Q-verdi er bestemt for kalkspatmarmor og glimmerskifer. Den ingeniørgeologiske kartleggingen viser stort sett 0,4 – 1.0 m avstand mellom sprekke i kalkspatmarmor og en del tettere oppsprekking i glimmerskifer. I kalkspatmarmoren dannes det rektangulære stående blokker. Dette resulterer i høye verdier for parameteren RQD (oppsprekkingstall) som ble målt til mellom 75 og 90, noe som tilsvarer «lite til meget lite oppsprukket berg». For glimmerskifer ligger RQD en del lavere, mellom 55 – 75 som tilsvarer «moderat til lite oppsprukket berg».

Resultatene for Q-parameteren J_r (sprekkeruhetstall) viser at den mest vanlige verdien er 1,5, tilsvarende ru, irregulære, plane sprekkeplan. Det er også en høy andel målinger med $J_r = 3-4$, noe som tilsvarer, hakkete, ru og bølgete sprekkeplan.

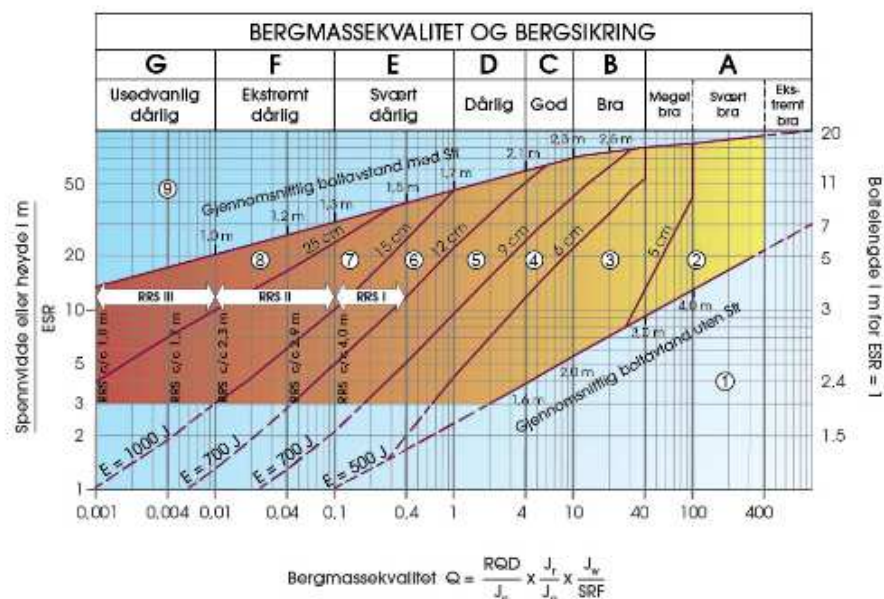
Det er ubetydelig sprekkemateriale i kalkspatmarmoren. Glimmerskiferen, som er mest fremtredende i sør og sørvest er mer preget av å være dagforvitret og har enkelte sprekker med sprekefyll. For Q-parameteren J_a (tall for sprekefylling) er nesten samtlige sprekeflater i kalkspatmarmoren gitt verdier $J_a = 1$, som tilsvarer uomvandlede sprekeflater. For sprekker i glimmerskiferen er $J_a = 1,5$, som tilsvarer en blanding av uomvandlede til svakt omvandlede sprekeflater.

SRF (spenningsfaktoren) er vurdert til 1, tilsvarende middels høye spenninger og gunstige spenningsforhold. J_w (vannforhold) er vurdert til 1. Typiske Q-verdier til bergmassen er vist i tabell 2.

Tabell 2. Estimerte Q-verdier

Parameter	Verdi		Forklaring	
	Kalkspatmarmor	Glimmerskifer	Kalkspatmarmor	Glimmerskifer
RQD	75-90	55-75	Lite til meget lite oppsprukket	Lite til moderat oppsprukket
J _n	12	12	4 sprekkese (Registrert fire sprekkese i området, men det er stort sett kun tre sprekkese som virker sammen).	4 sprekkese (Registrert fire sprekkese i området, men det er stort sett kun tre sprekkese som virker sammen).
J _r	1,5	3	Glatte, plane	Bølgete, ru
J _a	1	1,5	Uomvandlende sprekkelater	Blanding uomvandlet til svakt omvandlende sprekkelater
J _w	1	1	Gunstig	Gunstig
SRF	1	1	Gunstig	Gunstig
Q-verdi	9,4 – 11,3	9,2 – 12,5	God-bra bergmassekvalitet	Bra bergmassekvalitet

Typiske Q-verdier for bergmassen i området er estimert til 9-12, noe som tilsvarer «god bergmassekvalitet» i følge Q-systemet, Jf. Figur 4.



Figur 9. Q-systemets sikringsdiagram inndelt etter bergmassekvalitet med beskrivelse av sikringsmengder (www.ngi.no). Kartlagt bergmassekvalitet ligger i område 9-12 og tilsvarer klasse C og B, god til bra fjellkvalitet med bolteavstand 2,0 m.

4.4 Stabilitetssikring

Skjæringene i området er ikke stabilitetssikret. Langs vestgående skjæring, parallelt med Havnevegen, ble det langs hele den ca. 100 m lange skjæringen observert flere blokknedfall, men blokkene ser ut til å havne i grøfta ved foten av skjæringen.

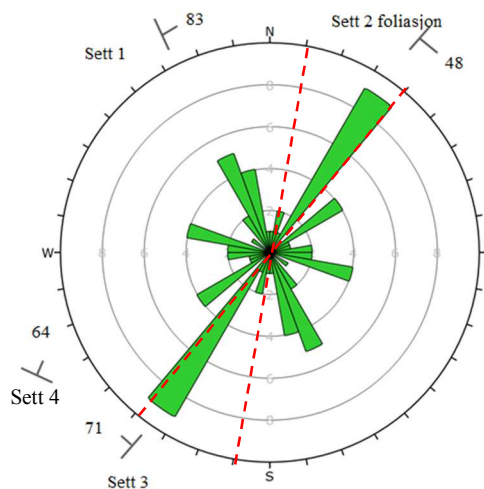
Det kan forventes bergskjæringer opptil 10-12 m og på bakgrunn av kartlagt sprekkeorientering og planlagt orientering av bygg må det forventes en del ustabile blokker. Dette skyldes steile og plane sprekkeplan med helling både mot NØ, SV, og NV. Mellom sprekkesett 3 og 4 dannes det også potensielle kileutglidninger (Fig. 8), spesielt i sør på Schrøderhaugen. Sett 3 vil sammen med foliasjonen fører til at det dannes overheng som kan rase ut. Trolig vil det ikke være særlig forvitret berg i skjæringer under Schrøderhaugen.

Bolting vil være hovedsikringsmetode. Q-systemet angir en systematisk bolting med bolteavstand med cc 2,0-2,6 m. Dette kan være et greit utgangspunkt for beregning av sikringsmengde i byggegrøpa. I utførelsesfasen vil det være behov for både arbeidssikring og permanent sikring. Boltetetthet vil trolig variere noe fra det som er angitt i Q-systemet, da det trolig kun vil være behov for spredt bolting for å sikre ustabile blokker. Men dette må ses i sammenheng med høyde på den endelige skjæringen.

Generelt skal fjellskjæringer sikres permanent med fullt innstøpte bolter som også er korrosjonsbestandige, f.eks. CT-bolter. Dobbel korrosjonsbeskyttelse er viktig (syrefast/pulverlakkert + fullt innstøpte). Utsprengte skjæringer bør kartlegges av ingeniørgeolog for å fastslå det endelige sikringsomfanget.

4.5 Orientering av underetasjer

For bergskjæringer i forbindelse med en underetasje/parkeringskjeller er det vurderinger rundt detaljoppsprekking (foliasjon, stikk og sprekker) som i første rekke vurderes for å bestemme gunstig orientering. Figur 5 viser sprekkeroser for Schrøderhaugen. Konseptenes utforming har mindre variasjoner i orientering og ligger i intervallet N15-40Ø og følger i stor grad eksisterende skjæring mot Havnegata i vest.



Figur 10. Røde linjer viser intervall for foreslått orientering av bygg langs Schrøderhaugen basert på tegninger av de tre konseptene.

Orientering av foreslåtte konseptløsninger viser at en underetasje kan sammenfalle med sprekkeseett 3 som er steile sprekker med fall mot NV og sprekkeseett 2, foliasjonen med fall mot SØ. Orientering kan derfor være noe ugunstig i forhold til blokkutfall fra skjæring og det anbefales å ha en orientering nærmere N-S retning.

4.6 Vannsikring

Minkende avstand til sjøen i vest, 5 - 40 meter, gjør at det må påregnes noe innlekkasje/vanndrypp i byggegropa. Grunnvannsnivå og sprekkevannstykk bør måles for å avdekke mulige vannkanaler i berggrunnen (karst). I tillegg må det forventes innlekkasje i byggegropa fra nedbør/snøsmelting da mye av omkringliggende området er asfaltert slik at overflatevann trolig vil dreneres mot gropa hvis det ikke gjøres tiltak.

Ved mistanke om større innlekkasjer bør forinjeksjon av berget vurderes.

4.7 Forslag til videre undersøkelser

Etter en vurdering av bergmassekvaliteten i området er det ikke behov for kjerneboring. Vi foreslår at disse undersøkelsene utføres:

- Besiktigelse av bygninger i en avstand på 50-100 m fra sprengningsområdet. Her inkluderes også Hurtigrutekaia (40 m), Brønnøysundregisteret (30 m), vernet hus (10 m) etc. Beregning av spesifikke vibrasjonskrav.
- Undersøke forekomst av sprekkevann og inntrengning fra sjøen ved etablering av byggegrop nær kaia. Måle hydraulisk konduktivitet og sprekkevannstrykk for eksempel ved testing av borehull ved utpumping av vann og Lugeontest (vanntapsmåling).
- Vurdere behov for forsiktig sprengning. Metode for forsiktig sprengning pga. vibrasjoner eks. presplitt eller sømboring.

4.8 HMS – forhold

Nedenfor følger en del forhold som bør vurderes. Listen er ikke uttømmende.

Ved etablering av byggegropa bør det gjøres fortløpende vurderinger i forhold til vanninntrenging på vestsiden av byggegropa (mot sjøen). Potensielle åpne sprekker i dypet (karst) kan ikke utelukkes selv om det ikke ble observert i dagen, og nye kan åpnes ved sprengning.

Det bør legges opp til forsiktig sprengning med sømboring eller presplitt for å få jevne bergskjæringer og å unngå større rystelser, samt forsiktig sprengning vil virke gunstig på stabilitet på skjæring.

Det lages en beskrivelse av det sprengningstekniske ved behov for høye skjæringer, over 4 m, og beskrive for eksempel pallsprengning og sømboring etc.

5 Vibrasjoner

5.1.1 Geologiske faktorer som påvirker vibrasjoner

Ulike bergarter har forskjellig evne til overføring av vibrasjoner (NTNU 1998) Ved overgang fra ett medium til et annet (f.eks. fjell – luft) vil man få høy grad av refleksjon. Det samme vil være tilfelle for sprekker i det geologiske materialet.

Stive, kompetente bergarter med høy trykkfasthet og høy seismisk hastighet har god overføringsevne, spesielt ved lav oppsprekingsgrad. Vibrasjonene dempes avhengig av vinkelen for bølgenes utbredelsesretning i forhold til oppsprekking i bergarten. Vibrasjoner dempes raskere ved utbredelsesretning normalt på oppsprekkingen enn parallelt oppsprekkingen. Når en bølge treffer en grense mellom media med ulike dynamiske egenskaper, vil noe av energien passere, mens resten reflekteres tilbake. Som regel vil vibrasjonsnivået en bølge representerer avta med avstanden på grunn av avstandsdemping.

I tillegg vil det være vibrasjoner fra lufttrykk fra sprengning som vil spre seg.

Vibrasjoner fra store salver kan redusere skjæringsstabiliteten betydelig da sprengning kan føre til dannelse av sekundære sprekker i skjæring og bidra til «løsristing» av bergmasser slepper, såkalt bakbryting. Sprengning kan også

medføre at en konsentrert vannstrømming vil kunne spre seg ut på et nett av tynne sprekker som dannes ved sprengningen. Det bør derfor sprenges forsiktig for å unngå større vibrasjoner.

5.1.2 Vibrasjonskrav

Etter den nye reviderte veilederen (NS 8141) er beregning av grenseverdier for vibrasjoner kun avhengig av byggverkets egenskaper og baserer seg på at vibrasjoner fra lave frekvenser er mer skadelig for byggverk enn vibrasjoner fra høye frekvenser. Vibrasjonskrav beregnes for toppverdi av frekvensveid vibrasjon i vertikalretning på byggverkets fundament eller grunnmur.

Sprengningsområdet ligger midt i Brønnøysund sentrum med kort avstand til Hurtigrutekaia og eksisterende Brønnøysundregister som innehar sensitivt utstyr som servere etc. I veilederen står det ikke noe angående anbefalte grenseverdier for sensitivt utstyr annet at dette bør kartlegges og risikovurderes, men på andre prosjekt med strenge restriksjoner på rystelser er krav satt til mellom 4-10 mm/s.

Det bør gjennomføres beregning av vibrasjonskrav i henhold til standarden for bygg og relevante konstruksjoner samt behov for skjerpede rystelseskra på grunn av sensitivt utstyr innenfor en radius på minimum 50-100 m. Dette inkluderer Hurtigrutekaia, Brønnøysundregisteret, vernede hus, boliger, installasjoner i grunnen, annet sensitivt utstyr eks. servere etc. Det må også påberegnes behov for besiktigelse av kjellere og andre konstruksjoner før sprengning.

6 Geoteknisk kategori og utførelse

Eurokode 7 angir prinsipper for fastsetting av geoteknisk kategori etter konsekvens og vanskelighetsgrad. Norsk Bergmekanikkgruppe (2011) har utarbeidet en veileder til Eurokoden tilpasset geoteknisk prosjektering i berg. Den geotekniske kategorien til delprosjekt definerer undersøkelsesomfang og behov for kontroll.

Vanskelighetsgrad defineres som lav, der det er en kjent situasjon med kjente løsninger. Arbeidernes pålitelighetsklasse (konsekvensklasse) vurderes som middels, se tabell 4.

Tabell 3 Geoteknisk prosjekteringsklasse 1-3 etter konsekvens og vanskelighetsgrad.

Konsekvens/ pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
Liten (CC1)	1	1	2
Middels (CC2)	1	2	2/3
Stor (CC3)	2	2/3	3

Grunnet oversiktlige forhold vurderes bergskjæringer til å klassifiseres i geoteknisk klasse 2 til tross for potensiell skjæringshøyde på 10-12 m.

Prosjektering og utførelse av arbeidene anbefales utført av firma med sentral godkjenning for ansvarsrett etter Plan- og bygningsloven.

7 Kostnadsoverslag

Det understrekes at notatet ikke inneholder fullstendig detaljanvisning for sikring. Et mer detaljert oppsett og mengdeberegning må utføres i en senere fase i prosjektet når det er tatt stilling til endelig konseptløsning, type bergskjæring og høyde på skjæringer.

I tabell 5 er det angitt et grovt kostnadsoverslag for stabilitetssikring.

Tabell 4 grovt kostnadsestimat.

	Enhet	Mengde	Enhetspris	Sum
Rigg	RS	1	250 000	250 000
Rensk	Timer	50-100	4 000	200 000
Bolter	stk.	50	4 000	200 000
Totalt				650 000

Overslag er basert på priser fra et bergsikringsoppdrag i 2014.

8 Referanser

Norsk Bergmekanikkgruppe (2011): Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering

NTNU (1998): Anleggsdrift. Prosjektrapport 14A-98. Fjellsprenningsteknikk-sprengning med restriksjoner.

NS 8141: Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk, Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt fra sprengning på byggverk, inkludert tunneler og bergrom.

Løset, F. 1997. Praktisk bruk av Q-metoden, NGI. Rapport 592046-2.

Sjelmo, Åsmund, Rapport nr. A041910-RIG-R-01 (april 2014): Geoteknisk datarapport, PREG - Brønnøysund.