

Til: NOAH  
v/ Kjetil Hansen  
Kopi til: Terje Ulltang, Egil Solheim  
Dato: 2018-06-21  
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /  
Dokumentnr.: 20170487-02-TN  
Prosjekt: Diverse geologisk kartlegging NOAH  
Prosjektleder: Andreas Olaus Harstad  
Utarbeidet av: Vidar Kveldsvik og Henrik Langeland  
Kontrollert av: Vidar Kveldsvik

## Kongkleiv: tunnelpåhugg og skredfare

### Innhold

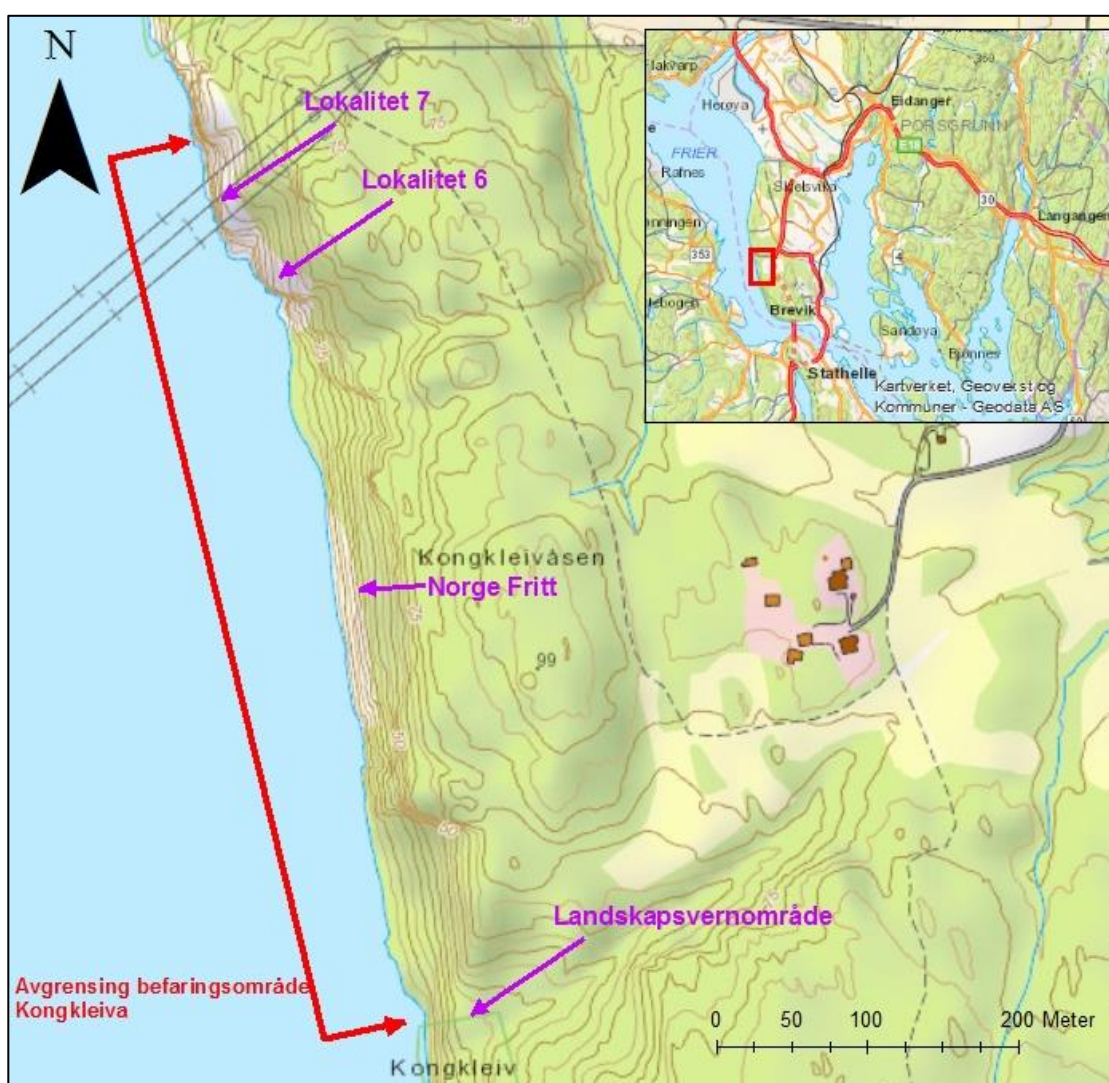
<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Vurderinger av påhuggslokaliteter</b>	<b>3</b>
2.1	Mellom Norge Fritt og landskapsvernområde	3
2.2	Norge Fritt	5
2.3	Lokalitet 6 og Lokalitet 7	6
<b>3</b>	<b>Planlagt trasé for adkomsttunnel</b>	<b>8</b>
3.1	Kryssing av forkastninger og svakhetssoner	9
3.2	Kryssing under eksisterende E18	10
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>10</b>

### Kontroll- og referanseside

# 1 Innledning

I forbindelse med prosjektering av mulig tunnel fra Kongkleiv til Dalen gruve skal NGI vurdere forholdene for påhugg ved Kongkleiv. NGI har vurdert egnethet for mulige påhuggsplasseringer og skredfare mot mulige påhugg.

NGI, ved Vidar Kveldsvik og Henrik Langeland, gjennomførte befaringsområde i Kongkleiv tirsdag 2018-05-15 og onsdag 2018-05-16. Under befaringsområde ble det benyttet båt fra Porsgrunn kommune, samt rappelleringsutstyr for å befare bratte områder som er utgjengelige til fots. Se Figur 1 for befaringsområde.



Figur 1. Oversikt befaringsområde ved Kongkleiv.

## 2 Vurderinger av påhuggslokaliteter

Under befaringen ble fire områder for påhuggsplassering vurdert. Følgende områder ble vurdert, listet fra sør-mot nord (Figur 1):

1. Mellom Norge Fritt og landskapsvernområde
2. Norge Fritt
3. Lokalitet 6
4. Lokalitet 7

### 2.1 Mellom Norge Fritt og landskapsvernområde

Oversiktsbilde og kart for området mellom Norge Fritt og landskapsvernområde er vist i henholdsvis Figur 2 og Figur 3.



Figur 2. Oversikt mellom Norge Fritt og landskapsvernområde.

Hele området mellom bergskrenten rett nord for lokalitet 13 til landskapsvernområdet rett sør for lokalitet 19 er ikke godt egnet for tunnelpåhugg, dog kan det differensieres som beskrevet nedenfor:

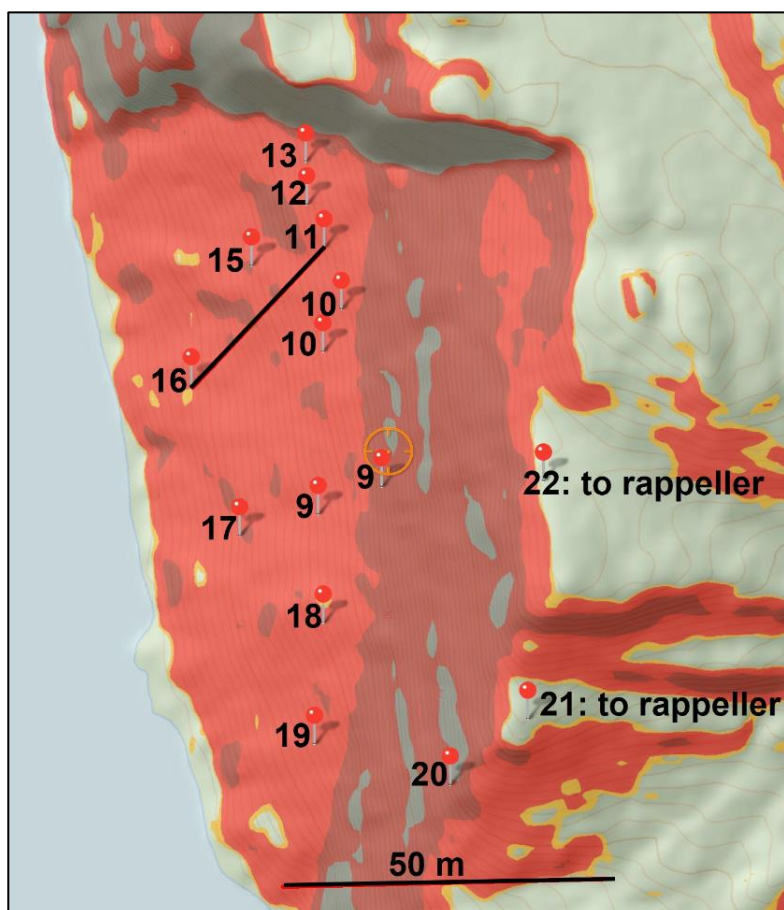
- Tunnelpåhugg bør etableres sør for lokalitet 16 av to årsaker (sort strek mellom lokalitet 11 og lokalitet 16, og nord mot lokalitet 13, viser område som bør unngås pga. fare for skred som kan inkludere blokker på mer enn 10 m<sup>3</sup>):

- (1) Skredfare som inkluderer store blokker som er vanskelig å sikre seg mot.
- (2) Det ligger flere store skredblokker i området nord for Lok. 16 som vil komplisere arbeider med på etablere forskjæring inn til tunnelpåhugg.

- Sør for lokalitet 16 er det minst ugunstig å etablere påhugget så langt sør som mulig, dvs. nært grensen til landskapsvernområdet. Årsaken er antatt mindre løsmassetykkelse

og observert generelt mindre størrelse på skredblokker, dog med lokale unntak. Grunnundersøkelser, som er vanskelig å utføre i det relativt bratte og ulendte terrenget, må til for å vurdere gjennomførbarhet.

Observasjoner til fots og ved rappellering viser at det er spredt steinsprangfare sør for lokalitet 16, og over mulig tunnelpåhugg, av blokker som generelt er mindre enn  $1 \text{ m}^3$ . Mindre løsmasseutglidninger kan trolig også skje. Hensiktsmessig sikring mot steinsprang og mindre løsmasseutglidninger er et steinspranggjerde med finmasket innernett, i tillegg til det ordinære nettet. Steinspranggjerdet bør monteres så nært tunnelpåhugget som mulig, men tilstrekkelig langt unna til at maksimal utbøying/strekk i gjerdet ikke kommer i konflikt med tunnelpåhugget. Steinspranggjerdet bør beskytte selve tunnelpåhugget og konstruksjoner og ferdselsområder nede ved fjorden. Trolig er det ikke nødvendig å beskytte hele kaiområdet, avhengig av hvor langt fra land det skal ligge, dette må sjekkes med simulering av steinsprang i beregningsmodell dersom lokaliteten er aktuell.



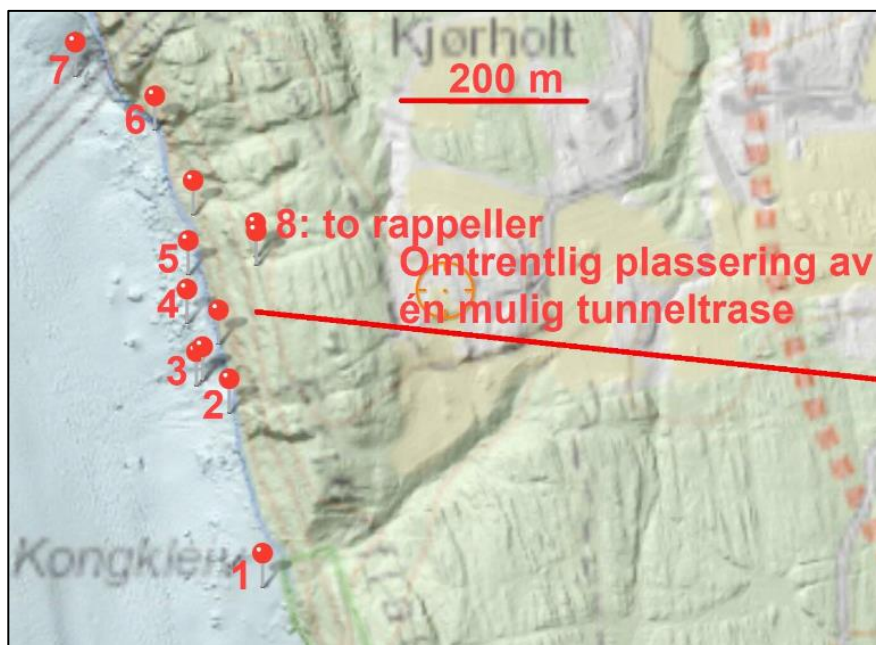
Figur 3. Kart over område mellom Norge Fritt og landskapsvernområde. Fargeskala for terrenghelning: uten farge 0-27°, gult 27-30°, rosa/rødt 30-45°, brunt 45-60° og grått 60-90°.

## 2.2 Norge Fritt

Oversiktsbilde og kart for området Norge Fritt er vist i Figur 4 og Figur 5.



Figur 4. Oversikt Norge Fritt.



Figur 5. Kart Norge Fritt.

Hele området (Figur 4) er egnet for tunnelpåhugg sett fra et ingeniørgeologisk ståsted.

I bart-berg-skrenten fra vannet og oppover må det sikres noe i øvre del av skrenten mot steinsprang (rensk eller innfesting): mest i sørligste del.

I overgangen mellom bart-berg og skogkledt skråning må det generelt sikres mot steinsprang og mindre løsmasseutglidninger. Rappellering viste at det er spredt steinsprangfare fra skrenter høyere opp i terrenget av blokker på inntil 1-2 m<sup>3</sup>. Videre er det fare for mindre løsmasseutglidninger.

Hensiktsmessig sikring mot steinsprang og mindre løsmasseutglidninger er et steinspranggjerde med finmasket innernett, i tillegg til det ordinære nettet. Steinspranggjerdet bør monteres nederst i den skogkledte delen eller helt øverst bart-berg-området og bør beskytte selve tunnelpåhugget og konstruksjoner og ferdselsområder nede ved fjorden. Trolig er det ikke nødvendig å beskytte hele kaiområdet, avhengig av hvor langt fra land det skal ligge. Dette må sjekkes med simulering av steinsprang i beregningsmodell dersom lokaliteten er aktuell.

## 2.3 Lokalitet 6 og Lokalitet 7

Nord for Norge Fritt området ble det funnet to mulige tunnelpåhugg, ved lokalitet 6 og lokalitet 7 (Figur 6 og Figur 7). Felles ulempe for begge sammenlignet med Norge Fritt-området er noe lengre tunnel og at flere svakhetssoner må krysses med spiss vinkel. Felles fordel er at det trolig ikke er nødvendig med sikring mot steinsprang fra høyereliggende terreng (rakk ikke å rappellere her mens vi hadde båt tilgjengelig, dette må sjekkes dersom lokalitetene er aktuelle). Særskilt for de to lokalitetene:

- **Lokalitet 6 (Figur 6):** Potensielle plane utglidninger av til dels store blokker i skrent som er synlig fra sjøen må sikres før tunneldriving starter. Det må påregnes en god del boltesikring.
- **Lokalitet 7 (Figur 7):** Potensielle plane utglidninger og andre bruddmekanismer av til dels store blokker i skrent som er synlig fra sjøen må sikres før tunneldriving starter. Det må påregnes en god del boltesikring.



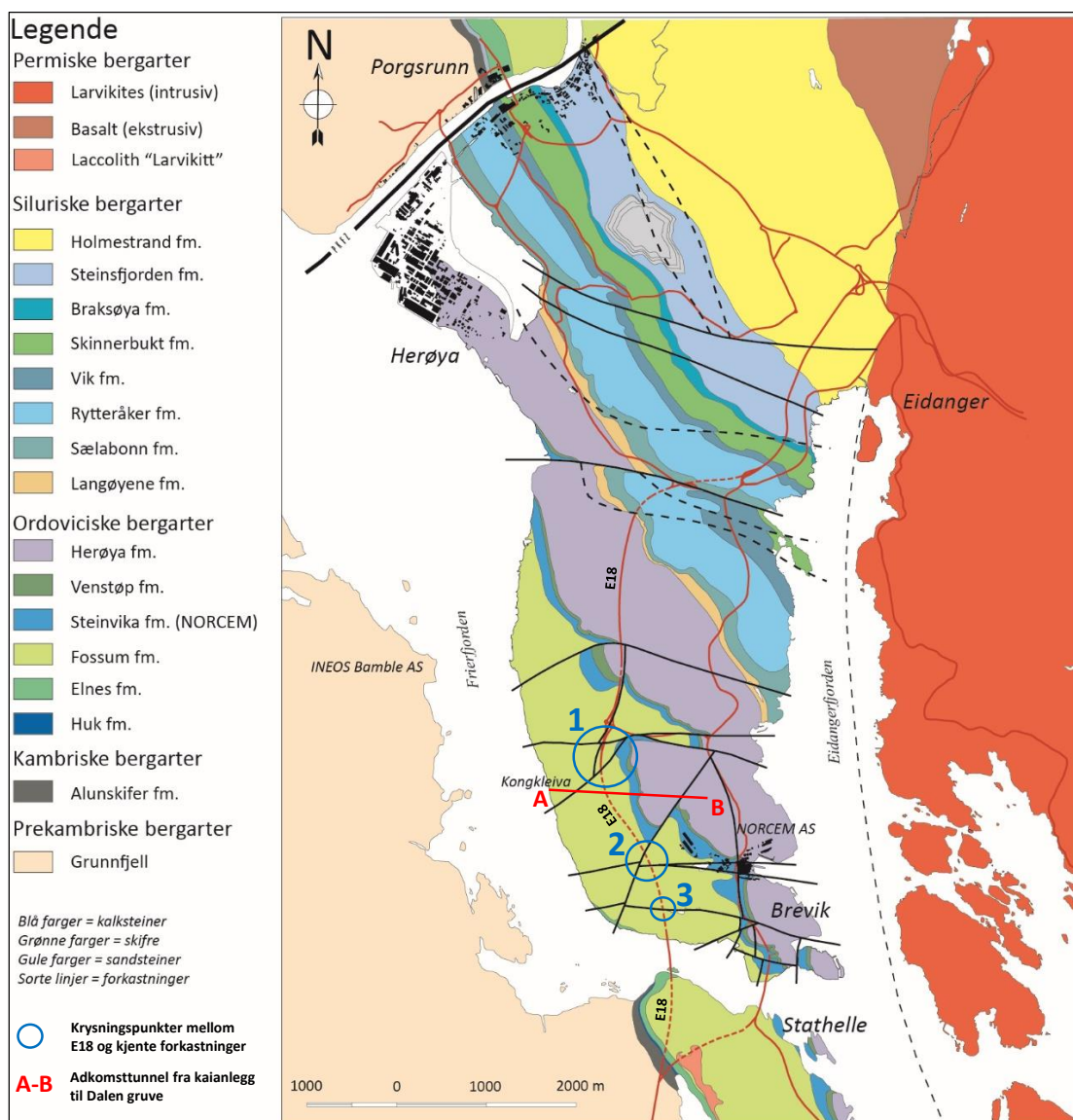
*Figur 6. Oversikt lokalitet 6.*



*Figur 7. Oversikt lokalitet 7.*

### 3 Planlagt trasé for adkomsttunnel

Område for tunnelpåhugg vil være starten på det planlagte tunnellopet fra Kongkleiv til Dalen gruve. Tunnelen skal brukes til frakt av stabilisert avfall fra planlagt kaianlegg ved Kongkleiv og inn i dalen gruve der NOAH ønsker å etablere et deponi. Adkomsttunnelen vil ha påhugg på kote ca. 4 og gå på jevnt fall hele den ca. 2 km lange strekningen frem til sitt planlagte innslagspunkt i Dalen gruve på kote ca. -110 (Figur 8). Den omtalte adkomsttunnelen er ikke detaljprosjektert og viste figurer er kun ment å illustrere prinsipielle forhold.



Figur 8 Geologisk kart over Eidangerhalvøya. Forventet plassering av planlagt adkomsttunnel fra kaianlegg til Dalen gruve er angitt som rød linje fra A til B. Blå sirkler indikerer skjæringspunkter mellom E18 Kjørholtunnelen og kjente større forkastninger.



### 3.1 Kryssing av forkastninger og svakhetssoner

Som vist i Figur 8 kuttet Eidangerhalvøya av flere større forkastninger. Den planlagte adkomsttunnelen vil krysse to av de kjente forkastningene i området; Kongkleivforkastningen og "Dagbruddsforkastningen" (som skiller det gamle Kjørholt dagbrudd fra Dalen dagbrudd, krysningpunkt 2). Med utgangspunkt i Figur 8 kan man se at begge disse forkastningene vil krysses med en relativt høy vinkel. Dette anses som fordelaktig da forkastningens eksponering i den planlagte tunnelen vil bli relativt avgrenset.

Driften av ny Kjørholt tunnel på ny E18 fra Langangen til Rugtvedt (Nye Veier) ble ferdigstilt i april 2018. Denne tunnelen krysser flere av de store forkastningene som er kartlagt i områdene knyttet til Dalen gruve. På tross av at tunnelen ligger vest for gruveområdet (parallelt eksisterende Kjørholt tunnel) er erfaringer fra driften av denne tunnelen relevant i forhold til de ulike forkastningenes beskaffenhet i dypet. Figur 8 viser skjæringspunktene der den nye tunnelen har krysset forkastninger som skjærer inn i områdene for Dalen gruve og som krysses av den planlagte adkomsttunnelen (med unntak av forkastning 3).

Informasjon innhentet fra tunnelprosjektet (Nye Veier) viser at de store forkastningene ikke er forbundet med stor vanninntrenging eller betydelig bergmekanisk ustabilitet. I området rett sør for det nordlige påhugget ved Kongkleiv (krysningpunkt 1) var det generelt liten side- og overdekning de første 200 m av ny E18 tunnel. Berget her var mer oppsprukket enn for områder med større side- og overdekning, og det ble observert en del vanddrypp i forbindelse med våte perioder. Avhengig av nøyaktig plassering av tunnelpåhugg kan områder med liten side og overdekning forekomme ved kryssing av Kongkleivforkastningen. Det er viktig at denne informasjonen ivaretas i den detaljerte planleggingen av tunneldriften gjennom denne sonen. Under driften gjennom "Dagbruddsforkastningen" ble det observert noe dårligere berg enn rett sør og nord for denne forkastningen, men kun svært begrenset mengde med vann ble observert under drift i dette området (sannsynligvis grunnvannsinntrenging). Det var ikke behov for tyngre bergsikring enn bergklasse D. Det var knyttet stor spenning til tunneldrift gjennom forkastningen under "Dammane" (krysningpunkt 3). Heller ikke her ble det påtruffet forhold som gjorde tunneldriften utfordrende, og det ble kun observert noen smale leirsoner ("slepper") med lite/ingen vann i dette området.

Ny E18 Kjørholt tunnel er drevet i sin helhet uten bruk av injeksjon til tetting og tunnelene beskrives som så godt som tørre. Observasjonene fra driften av den nye Kjørholt tunnelen støtter opp under øvrige observasjoner fra Dalen gruve og viser at forkastningene i områdene sør på Eidangerhalvøya er overveiende tette og tørre på dyp som er sammenlignbare med de som vil gjelde for den planlagte adkomsttunnelen mellom kaianlegg og Dalen gruve. Det forventes derfor ikke å oppstå større driftstekniske utfordringer knyttet til slike forhold langs adkomsttunnelen. I forbindelse med detaljplanleggingen av endelige tunneltrasé anbefales det allikevel at det utføres kjerneboringer i område for kryssing av Kongkleivforkastningen for å bedre kartlegge

de geologiske forholdene i og rundt krysningspunkt mellom adkomsttunnel og Kongkleivforkastningen.

## 3.2 Kryssing under eksisterende E18

Den planlagte tunnelen fra nytt kaianlegg på Kongkleiv til innslagspunkt i Dalen gruve vil passere under E18 Kjørholtunnelen rett vest for Dalen gruve. Sålen i Kjørholtunnelen ligger i dette området på kote ca. 50. Adkomsttunnelen vil ha påhugg på kote ca. 4 og gå på jevnt fall hele den ca. 2 km lange strekningen frem til sitt planlagte innslagspunkt i Dalen gruve på kote ca. -115. I antatt krysningspunkt mellom adkomsttunnelen og Kjørholtunnelen antas det en vertikal høydeforskjell på ca. 60 m fra ligg i Kjørholtunnelen til heng i adkomsttunnelen. Denne avstanden vurderes som stor nok til at drift av planlagt adkomsttunnel ikke vil utfordre den ytre sikkerhetssonen rundt Kjørholtunnelene.

Det må allikevel forventes at selve passeringen under eksisterende E18 vil måtte foregå ved bruk av redusert salvestørrelse som et risikoreduserende tiltak da E18 ikke vil kunne stenges for trafikk under drift av tunnelen fra Kongkleiv til Dalen gruve. Dersom detaljplanene for tunneltraseen viser at den planlagte adkomsttunnelen vil krysse Kjørholtunnelen i nærheten av større forkastninger og/eller svakhetssoner, vil man likeledes også måtte forvente krav om redusert salvestørrelse. Det bør installeres rystelsesmålere i eksisterende E18 tunnel under driften av adkomsttunnelen for å påse at gjeldende sikkerhetsmarginer overholdes. Videre må det fastsettes vibrasjonsgrenseverdi for E18 tunnelene i dialog med Statens vegvesen.

Det er viktig at detaljplanlegging og gjennomføring av tunneldriften skjer i nært samarbeid med Statens Vegvesen, ved Vegavdeling Telemark. Dette vil sikre at alle nødvendige hensyn knyttet opp mot E18 identifiseres og ivaretas i både prosjekteringsfasen og driftsfasen. Den planlagte adkomsttunnelen vil i hovedsak bli drevet gjennom hornfelsbergarter tilhørende Fossumformasjonen. Dette er svært kompetente bergarter.

## 4 Konklusjon

NGI vurderer at:

- Hele området mellom bergskrenten rett nord for lokalitet 13 til landskapsvernområdet rett sør for lokalitet 19 ikke er godt egnet for tunnelpåhugg. Likevel kan en differensiere dette ved:
  - i. Fra sort strek mellom lokalitet 11 og lokalitet 16, og nord mot lokalitet 13, viser område som absolutt bør unngås for tunnelpåhugg.
  - ii. Sør for lokalitet 16 er det minst ugunstig å etablere påhugget så langt sør som mulig, dvs. nært grensen til landskapsvernområdet. Observasjoner til

fots og ved rappellering viser at det er spredt steinsprangfare sør for lokalitet 16, mindre løsmasseutglidninger kan trolig også skje. Dersom påhugget etableres her bør det sikres med steinspranggjerd med finmasket innernett. Trolig er det ikke nødvendig å beskytte hele kaiområdet, avhengig av hvor langt fra land det skal ligge. Dette må sjekkes med simulering av steinsprang i beregningsmodell

- Hele Norge Fritt området er egnet for tunnelpåhugg sett fra et ingeniørgeologisk ståsted. I bart-berg-skrenten fra vannet og oppover må det sikres noe i øvre del av skrenten mot steinsprang, og i overgangen mellom bart-berg og skogkledd skråning må det generelt sikres mot steinsprang og mindre løsmasseutglidninger ved bruk av steinspranggjerd.
- For lokalitet 6 og lokalitet 7 er felles ulempe noe lengre tunnel og at flere svakhetssoner må krysses med spiss vinkel. Felles fordel er at det trolig ikke er nødvendig med sikring mot steinsprang fra høyereliggende terreng, men dette må undersøkes i detalj dersom lokalitetene er aktuelle. Videre må det påregnes en god del boltesikring av potensielle plane utglidninger og andre bruddmekanismer av til dels store blokker i påhuggsveggen.
- Drift av adkomsttunnel gjennom kjente forkastninger langs tunneltraseen fra Kongkleiv til Dalen gruve forventes ikke å by på større driftstekniske utfordringer. Det anbefales at det utføres kjerneboring i og rundt området for krysning av Kongkleivforkastningen for å kartlegge dennes beskaffenhet og utbredelse i dypet.
- Adkomsttunnelen og eksisterende E18 Kjørholtunnel anslås å ca. 60 m med berg mellom seg. Dette anses som tilstrekkelig for å sikre at sikkerhetssonene rundt eksisterende tunneler ikke utfordres gjennom driften av planlagt tunnel. Det er viktig at detaljplanlegging og gjennomføring av tunneldriften skjer i nært samarbeid med Statens Vegvesen for å sikre at alle nødvendige hensyn knyttet opp mot E18 identifiseres og ivaretas i både prosjekteringsfasen og driftsfasen.

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Kongkleiv: tunnelpåhugg og skredfare		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20170487-02-TN
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Teknisk notat / Technical note	<b>Oppdragsgiver/Client</b> NOAH	<b>Dato/Date</b> 2018-06-21
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract</b> Oppdragsgiver / Client		<b>Rev.nr. &amp; dato/Rev.no. &amp; date</b> 0 /
<b>Distribusjon/Distribution</b> INGEN: Distribueres kun til oppdragsgiver (utvidet konfidensialitet, X prosjekter) / NO: Distribution to client only (extended confidentiality, X projects)		
<b>Emneord/Keywords</b> Tunnelpåhugg, skredfare, steinsprang		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Norge, Telemark	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Porsgrunn	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Brevik, Kongkleivåsen	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b> 1713-2 Porsgrunn	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: 33N Øst: 6560200 Nord: 193590	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
<b>Rev/Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll av/Self review by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll av/Colleague review by:</b>	<b>Uavhengig kontroll av/Independent review by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:</b>
0	Originaldokument	2018-06-21 Henrik Langeland	2018-06-20 Vidar Kveldsvik	Velg kontrolldato Ditt navn her	Velg kontrolldato Ditt navn her
01	Oppdatert med tekniske avklaringer knyttet til kryssningspunkter mellom adkomsttunnel og kjente forkastninger, samt eksisterende E18 tunneler.	2018-07-02 Henrik Langeland	2018-07-02 Vidar Kveldsvik	2018-07-02 Andreas Olaus Harstad	

<b>Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 2. juli 2018	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Andreas Olaus Harstad
---	----------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

