



Geologi

Rv. 13 Ferjekaier Hjelmeland - Nesvik
Geologisk rapport til reguleringsplan

Hjelmeland kommune

Ressursavdelinga

30504-GEOL-1





Statens vegvesen



Oppdragsrapport

Nr. 30504-GEOL-1

Labsysnr.

Geologi

Rv. 13 Ferjekaier Hjelmeland - Nesvik
Geologisk rapport til reguleringsplan

Region vest

Ressursavdelinga

Geo- og skredseksjonen

Postadr. Postboks 43
6861 LEIKANGER
Telefon 22073000

www.vegvesen.no

| | | | |
|----------------|-----------------|---|--------------------|
| UTM-sone | Euref89 Ø-N | Oppdragsgiver: | Antall sider: |
| 33 | -3160 - 6602649 | Planseksjonen Stavanger v/Åsne Nord-Varhaug | 27 |
| Kommune nr. | Kommune | Dato: | Antall vedlegg: |
| 1133 | Hjelmeland | 2018-04-20 | 3 |
| | | Utarbeidet av (navn, sign.) | Antall tegninger: |
| | | Agnes Haker | |
| Prosjektnummer | Oppdragsnummer | Seksjonsleder (navn, sign.) | Kontrollert |
| 305761 | 30504 | Stein Olav Njøs | Mari Åmellem Brøto |
| Sammendrag | | Stein Olav Njøs | Mari Åmellem Brøto |

Digitalt signert av Stein Olav Njøs
DN: cn=Stein Olav Njøs, ou=Ressursavdelinga, ou=Geo og skredseksjonen,
email=stein.olav.njos@vegvesen.no, c=NO
Date: 2018.04.20 12:23:18 +0200

Digitalt signert av Mari Åmellem Brøto
DN: cn=Mari Åmellem Brøto, ou=Region vest, ou=Geo og skredseksjonen, ou=NO,
email=mari.amellem.bruto@vegvesen.no, c=NO
Date: 2018.04.20 17:46:58 +0200

Kaiområdene på Hjelmeland og Nesvik skal tilrettelegges for lading og hydrogendrift for lavutslippferjer. I den forbindelse skal det fundamenteres nye piler i sjøen, og det skal sprenges nye bergskjæringer som er over 10 meter. Denne rapporten beskriver geologiske forhold for reguleringsplan innenfor planområdene på Hjelmeland og Nesvik.

På Hjelmeland er kaiområdet i ganske flatt terreng og vil arealendringer ikke medføre sprengning av skjæringer.

På Nesvik skal kaiområdet utvides inn i eksisterende bergskjæringer. Totalt sett skal det sprenges ca. 150 meter med bergskjæring som er over 10 meter høy. Terrenget over skjæringstopp er ganske flatt og det er ikke fare for skred. Den nye skjæringen blir maksimalt 20 meter høy på vestsiden av kaiområdet. Berggrunnen i området består av grovkornet porfyrisk granitt, som stedvis er noe deformert. Bergmassekvaliteten er overveiende god der skjæringen blir høyest, mellom profil 0 og 70. Oppsprekningen er preget av steile sprekker som er parallelle med skjæringsveggen, kuttet av steile sprekker som står vinkelrett på skjæringsvegg. Dette er gunstig for stabiliteten i skjæringen. Resterende del av skjæringen (profil 70 til 160) har moderat bergmassekvalitet. Mellom profil 130 og 150 er det flere meter med løsmasser over oppsprukket bergmasse.

Det anbefales å sprengre nye bergskjæringer på Nesvik med kontursprengning, c/c 0,7 meter. Der mulig bør konturen følge markerte sprekker som er parallelle med skjæringsvegg. Det anbefales å sprengre skjæringen i 2 paller der høyden overstiger 10-12 meter, med en minimum 5 meter bred sikringshyll mellom pallene. Det forventes at bergskjæringene effektivt kan sikres med fullt innstøpte bolter, i kombinasjon med steinsprangnett på enkelte mer oppsprukne partier. Løsmasser over bergskjæringstopp må slakes ut til stabil skråning eller sikres med tørrmur.

Det er tolket at bergmassekvaliteten i sjøbunnen der de nye pirene kommer er overveiende god. Det forventes ikke spesielle utfordringer knyttet til bergmassekvalitet ved boring av pelene for pirene.

Emneord

Bergskjæring, sprengning, sikring

Geoteknisk kategori/konsekvensklasse/pålitelighetsklasse

| Pålitelighetsklasse (RC/CC) | Kontrollklasse | Konsekvensklasse (CC) | Beskrivelse |
|-----------------------------|-------------------|--|--|
| RC1/CC1 | B (begrenset) | CC1 | Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser |
| RC2/CC2 | N (normal) | CC2 | Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser |
| RC3/CC3 | U (utvidet) | CC3 | Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser |
| RC4 | Skal spesifiseres | <i>Håndbok V220, kap. 0.3.1: Tre pålitelighetsklasser RC1, RC2 og RC3 kan knyttes til CC1, CC2 og CC3.</i> | |

| Kontrollklasse | Kategori | Omfang |
|----------------|----------|--|
| B (begrenset) | 1 | Utføres av den som utførte prosjekteringen. |
| N (normal) | 2 | Kollegakontroll, utføres av en annen person enn den som utførte prosjekteringen. |
| U (utvidet) | 2 | Utvidet kontroll, utføres av en annen avdeling/instans i etaten enn den som utførte prosjekteringen, eller av Vegdirektoratet. |
| U (uavhengig) | 3 | Uavhengig kontroll, utføres av et annet firma enn det som utførte prosjekteringen. |

| Kategori | Valgt kategori | Kontrollklasse | Strekning |
|----------|----------------|----------------|--------------------------------------|
| 1 | | B (begrenset) | |
| 2 | ✓ | N (normal) | Rv.13 Ferjekaier Hjelmeland - Nesvik |
| 3 | | U (uavhengig) | |
| | | | |

| Prosjektkontroll | Enhet/navn | Signatur | Dato |
|-------------------|---|---|------------|
| Begrenset | Geo- og skredseksjonen / Agnes Haker | | 2018-04-20 |
| Normal | Geo- og skredseksjonen / Mari Åmellem Brøto | Mari Åmellem Brøto <small>Digitalt signert av Mari Åmellem Brøto DN: cn=Mari Åmellem Brøto, o=Statens vegvesen, ou, email=mari.amellem.broto@vegvesen.no, c=NO Date: 2018.04.20 17:17:20 +02'00'</small> | 2018-04-20 |
| Utvidet/Uavhengig | | | |
| Godkjent | Geo- og skredseksjonen / Stein Olav Njøs | Stein Olav Njøs <small>Digitalt signert av Stein Olav Njøs DN: cn=Stein Olav Njøs, o=Statens vegvesen, ou=Geoteknisk skredseksjonen, email=stein.olav.njos@vegvesen.no, c=NO Date: 2018.04.20 15:22:51 +02'00'</small> | 2018-04-20 |

| Pålitelighets-/konsekvensklasse | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------|---|---|---|---|
| Geoteknisk kategori 1 | 1 | | | |
| Geoteknisk kategori 2 | | 2 | | |
| Geoteknisk kategori 3 | | | 3 | |

Pålitelighetsklasse (CC(RC))

| Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|-----|-----|-----|
| Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i områder med kvikkleire eller sprøbruddsmateriale | | (X) | X | (X) |
| Fyllinger i sjø, stor fyllingshøyde eller massefortregning | | (X) | X | |
| Spunt og støttekonstruksjoner | | X | (X) | |
| Bergskjæringer med større høyde enn 10 meter | | | X | |
| Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold | X | (X) | | |

Innhold

| | |
|--|----|
| 1. Innledning..... | 5 |
| 1.1 Bakgrunn..... | 5 |
| 1.2 Rapportens innhold | 6 |
| 1.3 Grunnlagsmateriale og utførte undersøkelser..... | 6 |
| 1.3.1 Grunnlagsmateriale | 6 |
| 1.3.2 Utførte undersøkelser..... | 6 |
| 1.4 Geoteknisk prosjektkategori | 7 |
| Del 1: Faktadel | 8 |
| 2. Generelle grunnforhold i planområdene..... | 8 |
| 2.1 Topografi..... | 8 |
| 2.2 Løsmasser | 8 |
| 2.3 Berggrunnsgeologi..... | 9 |
| 2.4 Strukturgeologi..... | 9 |
| 2.5 Hydrogeologiske forhold..... | 10 |
| 2.6 Naturfarer..... | 10 |
| 3. Grunnundersøkelser av sjøbunnen..... | 10 |
| 4. Nesvik skjæringer | 11 |
| 4.1 Østsiden kaiområdet..... | 11 |
| 4.2 Vestsiden kaiområdet | 11 |
| 4.3 Veg til slippen..... | 15 |
| Del 2: Tolkningsdel..... | 16 |
| 5. Grunnforhold i planområdene..... | 16 |
| 5.1 Løsmasser | 16 |
| 5.2 Berggrunn | 16 |
| 5.3 Strukturgeologi..... | 16 |
| 5.4 Skredfare på sjøbunnen | 17 |
| 6. Fundamentering av pilene | 20 |
| 6.1 Generelt om peling | 20 |
| 6.2 Bergmassekvalitet..... | 20 |
| 6.3 Plassering av pelene | 20 |
| 7. Sprengning og sikring av skjæringen på Nesvik | 21 |
| 7.1 Bergmassekvalitet og stabilitet i skjæringer | 21 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7.2 | Hydrogeologiske forhold..... | 21 |
| 7.3 | Bergmassens mekaniske egenskaper | 22 |
| 7.3.1 | Bergmassens borbarhet | 22 |
| 7.3.2 | Bergmassens sprengbarhet..... | 22 |
| 7.3.3 | Bergmassens anvendighet | 22 |
| 7.4 | Sprengning og utforming av skjæringen..... | 23 |
| 7.4.1 | Utforming av bergskjæringer | 23 |
| 7.4.2 | Kontursprengning | 23 |
| 7.4.3 | Rystelser og vibrasjonskrav | 24 |
| 7.5 | Sikring av skjæringen på Nesvik..... | 24 |
| 7.5.1 | Rensk..... | 24 |
| 7.5.2 | Sikringsbolter..... | 25 |
| 7.5.3 | Sikring med sprøytebetong og/eller nett | 25 |
| 7.5.4 | Sikringsanslag skjæringen på Nesvik | 25 |
| 7.6 | Videre undersøkelser i neste planfase | 26 |
| 8. | Referanser..... | 27 |

Vedlegg 1 – Plantegninger planområdene

Vedlegg 2 – Terrengmodell med utførte grunnboringer

Vedlegg 3 – Bildevedlegg Nesvik landområdet

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Statens vegvesen har fått i oppdrag å lage to reguleringsplaner for ferjekaiene på Hjelmeland og Nesvik, begge i Hjelmeland kommune. Kaianleggene skal bygges ut med doble ferjekaiar tilpasset lavutslippsferjer. Kaiområdene skal være tilrettelagt for ferje med hydrogendrift. Dette medfører at det må bygges større og lengre ferjepirer i sjøen, og at landarealet skal få optimal arealbruk. Samtidig skal dagens ferjedrift opprettholdes i byggeperioden.

I forbindelse med en utvidelse av landarealet på Nesvik ferjekai, vil det gjøres inngrep i terreng og eksisterende bergskjæring langs oppstillingsfeltene. Etter utvidelsen vil skjæringen bli opp til 20 meter høy. For all planlegging av skjæringer med høyde over 10 meter skal det utarbeides en geologisk rapport [2]. Til fundamentering av de nye pirenene i sjøen, er bergmassekvaliteten og bæreevne av bergmassen i sjøbunnen svært viktig. En tolkning av bergmassen i sjøbunnen der pirenene fundamenteres er også presentert i denne rapporten.



Figur 1. Oversiktskart over planområdene på Hjelmeland og Nesvik ferjekaiområdene.

1.2 Rapportens innhold

På oppdrag fra Plan- og prosjekteringsseksjonen i Stavanger har Geo- og skredseksjonen utarbeidet geologisk rapport til reguleringsplan i forbindelse med prosjektet Rv.13 Ferjekaiene Hjelmeland - Nesvik.

Rapporten gir en beskrivelse av de geologiske forholdene i Hjelmeland og Nesvik, kartlegging av stabilitetsforhold i bergskjæringer, samt en vurdering av sprengning og sikringsbehov i nye skjæringer. Rapporten beskriver både registreringer og tolkninger av geologien i planområdet på et detaljeringsnivå som er tilpasset plannivået i henhold til Håndbok N200 Vegbygging [1] og NA-rundskriv 2009/11 [2] for planlegging, prosjektering, bygging og vedlikehold av høye vegskjæringer i berg.

1.3 Grunnlagsmateriale og utførte undersøkelser

1.3.1 Grunnlagsmateriale

Rapporten er basert på følgende grunnlagsmateriale:

- Plantegninger planområdene, datert 20.04.2018 (se Vedlegg 1)
- Statens vegvesen 2014, Håndbok N200 Vegbygging [1]
- Statens vegvesen 2009, NA-rundskriv 2009/11 [2]
- Berggrunnsgeologisk kart, 1:50 000, NGU [3]
- Kvartærgeologisk kart 1:50 000, NGU [4]
- NVE Aktsomhetskart – skred i bratt terreng [5]
- Statens vegvesen 2014, NA-rundskriv 2014/08 [6]
- Statens vegvesen 2000, Håndbok 215 Fjellbolting [7]
- Statens vegvesen 2014, Håndbok R761 Prosesskode 1 [8]
- Norsk Standard 2001, NS 8141 Vibrasjoner og støt [9]

I forbindelse med geotekniske grunnundersøkelser er det utført grunnboringer for å undersøke grunnforholdene i sjøområder der pileane er planlagt. Grunnforholdene i sjøen er beskrevet i geoteknisk rapport 30457-GEOT-1 [10]. En del av disse dataene er brukt til å tolke geologiske forhold i bergmassen i sjøområder.

1.3.2 Utførte undersøkelser

Den 1. februar 2018 er det utført geologisk kartlegging av bergpartiet ved Nesvik. Blotningsgraden langs kaiområdet er god. Det er foretatt geologiske vurderinger av bergmassen i planområdet, samt målinger av strøk og fall i bergblotninger og eksisterende bergskjæringer. Strøk og fall målinger er presentert i en sprekkerosediagram.

I 2017 er det foretatt laserskanning av landområder på ferjekaiene [11]. Det ble i september 2017 også utført multistråle ekkolodd kartlegging av sjøbunnen utenfor kaiområdene [12] og

det er laget en digital terrengmodell med 0,2 x 0,2 m rutenett (vertikal og horisontal nøyaktighet 0,1 – 0,2 meter). I november – desember 2017 ble det utført grunnboringer i sjøområdene utenfor Hjelmeland og Nesvik. Det ble på hvert punkt forsøkt å bore ned til fjell og deretter minst 2 – 3 meter i fast berg. Oversiktskart som viser skyggelagte terrengmodeller og utførte boringer er vist i Vedlegg 2.

1.4 Geoteknisk prosjektkategori

Prosjektet skal plasseres i rett geoteknisk kategori. Geoteknisk kategori er en funksjon av pålitelighetsklasse og vanskelighetsgrad. Hvilken kategori som velges legger føringer for minstekravet til omfang og innhold av undersøkelser, beregninger og kontroll.

Det stilles krav til geologiske undersøkelser for bergskjæringer over 10 meter, slike prosjekter skal i utgangspunktet settes i geoteknisk kategori 3. Dersom undersøkelser av bergskjæringer viser godt og forutsigbart berg, kan prosjektet settes ned i geoteknisk kategori 2.

Det er valgt geoteknisk prosjektklasse 2 for prosjektet. Selv om det er en bergskjæring over 10 meter, er de geologiske forholdene svært oversiktlig og det er ikke noe skredfare over skjæringstopp i planområdet. Den største utfordringen vurderes å være sprengning av denne høye skjæringen. Det er imidlertid ingen fastboende i det direkte området og hele kaiområdet kan stenges for ferdsel under sprengningsarbeid.

Del 1: Faktadel

I denne delen av rapporten blir grunnforhold og observasjoner fra dagens skjæringer og bergblotninger beskrevet.

2. Generelle grunnforhold i planområdene

2.1 Topografi

Planområdet på land på Hjelmeland er ganske flatt. Det er ingen eksisterende bergskjæringer og omregulering av arealbruk på land vil heller ikke medføre inngrep i berg på Hjelmeland. På nordøst siden av kaiområdet, der den nye piren er planlagt, faller sjøbunnen slakt nedover med en helning på ca. 7 - 12°. Vanddybder under den nye piren vil være i størrelsesorden 5 - 20 meter. Utenfor planområdet i Hjelmeland faller sjøbunnen ganske slakt ned til vanddybder på 50 - 100 meter.

Vest for dagens kaiområdet på Nesvik er det en liten fjellkulle med en topp på 24 moh. I dagens situasjon grenser oppstillingsfeltene med en ca. 12 meter høy bergskjæring til denne kullen. Kaiområdet for øvrig er i flattliggende terreng 2 - 5 moh. Øst for kaiområdet er terrenget litt variert og det er en lavtliggende fjellrygg som ligger 3 - 4 meter over veggen. Topografien i sjøen ved Nesvik er også mer kupert. Kartlegging med multistråle ekkolodd viser at dagens kaipir ligger på et grunt område i sjøen med maksimal dybde på ca. 13 meter. Den nye piren skal ligge i forlengelse av dagens pir i vanddybder opptil 47 meter. Utenden av piren skal ligge i et undersjøisk gjel med en helning på ca. 35 - 40° (se kart i Vedlegg 2). Utenfor Nesvik faller sjøbunnen bratt ned til vanddybder på 100 - 200 meter.

2.2 Løsmasser

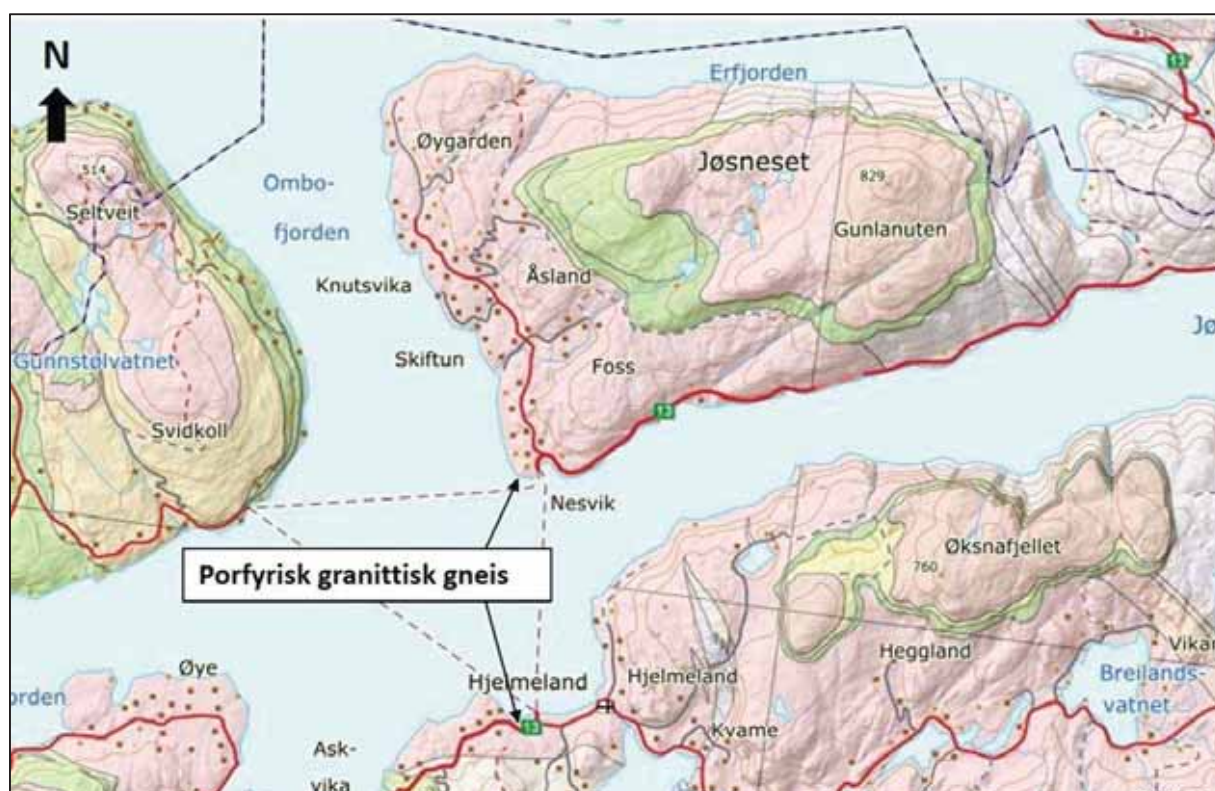
På Hjelmeland er kaiområdet flatt og stort sett dekket med asfalt. I følge NGUs kvartærgeologiske kart er det tykke morenemasser i området. På Nesvik er det stort sett bart fjell i kaiområdet, med stedvis et tynt lag med løsmasser. På nordsiden av kaiområdet er det jordbruksareal over veggen mot krysset med Fv.656 Jøsnesvegen. Her skal det ifølge NGUs kvartærgeologiske kart være tykke morenemasser. Begge kaiområdene ligger under den marine grensen. Det skal i begge områder, der det er registrert morenemasser, være en liten mulighet for lokale/tynne forekomster av marin leire.

Grunnboringer i sjøområdene viser at løsmassemekktigheten under den nye piren i Hjelmeland er 0 - 4,6 meter. Løsmassemekktigheten i Nesvik i sjøområdet som er undersøkt med boringer, er 0 - 5 meter.

2.3 Berggrunnsgeologi

I henhold til NGUs berggrunnsgeologiske kart over området (1:50 000) består berggrunnen i kaiområdet på Nesvik av middels- til grovkornet porfyrgranitt tilhørende det prekambriske grunnfjellet (Figur 2).

Under kartleggingen i Nesvik ble det observert grovkornet porfyrisk granitt, som generelt er udeformert men stedvis svakt til moderat deformert til øyegneis i svakhetssoner. I den nordre enden av dagens bergskjæring ble det imidlertid observert mørkere, middelskornet granodiorittisk gneis. Berggrunnen i Hjelmeland er ikke kartlagt nærmere da det ikke er synlige blotninger i selve kaiområdet.



Figur 2. Berggrunnsgeologisk kart over området (Kilde: NGU, kart 1:50 000).

2.4 Strukturgeologi

Det er ifølge NGU's berggrunnsgeologiske kart ikke større forkastninger eller bergartsgrenser i planområdene på Hjelmeland og Nesvik. Detaljer på observert oppsprekking blir beskrevet i kapittel 4.

2.5 Hydrogeologiske forhold

Karttjenesten Granada gir oversikt over borede grunnvannsbrønner, energibrønner og naturlige oppkommer av grunnvann. I følge kartet er det ingen brønner i det direkte planområdet, men både på Hjelmeland og Nesvik er det en grunnvannsborehull i fjell, på en avstand på 100 – 150 meter fra prosjektområdene. Begge disse brønnene ligger i høyereliggende terreng enn områdene der det skal sprenges.

2.6 Naturfarer

Naturfarer er uforutsette hendelser som kan ramme vegen og trafikken, for eksempel: skred, flom, skogbrann, vind og snøfokk.

På aktsomhetskart for skred (www.skrednett.no) vises potensielle utløsnings- og utløpsområder for steinsprang, steinskred, jord- og flomskred og snøskred. Både Hjelmeland og Nesvik planområdene er ikke innenfor utløsnings- eller utløpsområder for skred. Det er i NVDB registrert to skredhendelser på Nesvik ferjekai, men begge er mindre steinnedfall (< 1 m³) fra vegskjæring.

Nesvik ferjekai er utsatt for østlig vind og en sjelden gang snøfokk. Teoretisk skal kaiområdene ligge høyt nok for å kunne tåle stormflo.

3. Grunnundersøkelser av sjøbunnen

For å undersøke grunnforholdene og dybde til berg i sjøen, ble det boret i sjø på Hjelmeland og Nesvik. Plassering av borepunktene er vist på skyggelagt terrengmodell for hvert område i Vedlegg 2. Borepunktene er omtrent plassert der det er tenkte at pelene skal plasseres for den nye piren. Det blir som regel forsøkt å bore 3 meter inn i fast bergmasse for å være sikker at det ikke er en stor stein. Det blir registrert om en treffer på slepper i bergmassen.

På Hjelmeland ble det boret 55 borehull i vanddybder fra ca. 3 til 20 meter. Det ligger opptil 4,6 meter løsmasser på berg. Løsmassene består stort sett av steinholdige masser (morenemasser) med stedvis et mykt lag i toppen (sand). Det ble kun truffet på en sleppe i ett borehull (H26).

På Nesvik ble det boret 44 borehull i vanddybder fra ca. 3 til 47 meter. Det ligger opptil 5 meter løsmasser på berg, og det er store variasjoner i mektighet av sediment under den planlagte piren. Løsmassene består av steinholdige masser (morenemasser) med stedvis et mykt lag i toppen (sand). Der løsmassemektigheten er størst (5 meter) er det 3,5 meter med myke sedimenter (sand) i toppen. Det ble truffet på mulige slepper i bergmassen i to borehull (N28 og N39).

4. Nesvik skjæringer

Arealendringer på Nesvik ferjekai medfører at det må utvides inn i terrenget på begge sidene av biloppstillingsfeltene og tilkomstvegen. I tillegg sprenges det en ny veg gjennom holmen sørvest for kaien for å reetablere et slippområde. Oversiktskart over planlagt terrenginngrep og arealbruk er vist i Vedlegg 1.

Per i dag er det 4 felt for biloppstilling, ett parkeringsområde på østsiden av kaiområdet og en kiosk/servicebygg rett vest for kaiområdet. Kaiområdet skal utvides slik at kiosken/servicebygg blir reetablert på østsiden. Det skal utvides slik at det blir plass til 6 felt til biloppstilling, samt 4 forskjellige parkeringsområder på østsiden. I tillegg skal det bli plass til 4 containere for spesialavfall og ett bygg til trafo. Disse skal plasseres mellom skjæringsvegg og kjørefelt.

I dette kapitlet omtales skjæringene, oppsprekking og strukturer. Forklarende bilder av bergskjæringen og bergblotninger er vist i Vedlegg 3.

4.1 Østsiden kaiområdet

På østsiden av kaiområdet stiger terrenget sakte opp fra havnivå til en liten bergkulle på 16 moh. Veggen fra kaiområdet til Rv.13 stiger også slakt opp slik at dagens bergskjæring ikke er høyere enn 4-5 m høy. Berget skal sprenges flatt i dette området og det skal etableres 2 nye parkeringsplasser der det nå er utmark. Bergmassen som ble observert i eksisterende bergskjæring er svært oppsprukket. Langs kantene av det planerte området vil nysprengte bergskjæringer bli maksimalt 3 m høye. Det må sprenges inntil ca. 10 meter fra en bolig.

4.2 Vestsiden kaiområdet

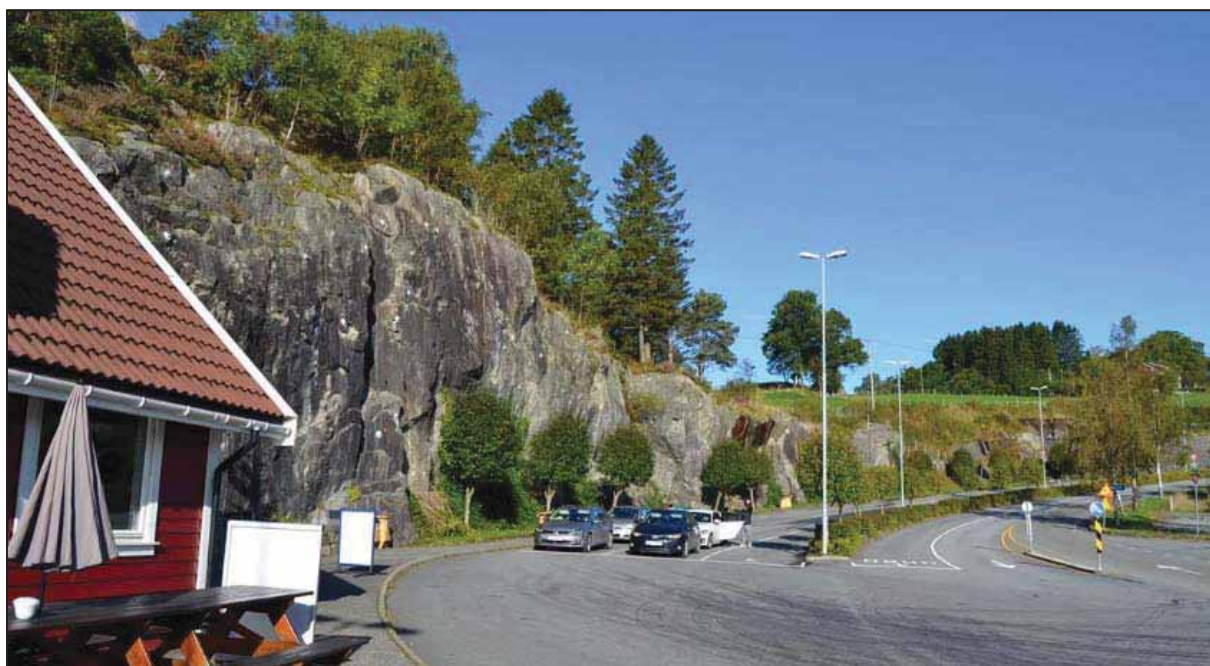
Generelt

På vestsiden av kaiområdet er det i dag en 280 meter lang skjæring i et høydedrag helt fra sjøen til krysset med Fv.656 Jøsnesvegen. De første ca. 160 meter består hovedsakelig av en bergskjæring, som i dag er opptil 12 meter høy over vegnivå. Det er i denne delen det vil være utvidelse inn i terrenget (se Figur 3). De siste 120 meter til krysset med Fv.656 Jøsnesvegen er en 4-6 m høy løsmasseskjæring som er sikret med en tørrmur laget av betongelementer. Det skal ikke utvides i denne løsmasseskjæringen og stabilitet av skjæringen omtales ikke nærmere.

Kollen vest for kaiområdet har en liten topp på 24 moh. Eksisterende bergskjæring er høyest de første 50 meter fra kiosken (opptil 12 meter). Bergskjæringen ble i 2016 beskrevet i et notat for Drift og Vedlikehold seksjonen i forbindelse med en vurdering for bergsikring [13].

Skjæringen er sikret med ca. 40 stykk polyester endeforankrede kamstålbolter. Det er per i dag lite grøft mellom skjæringen og fortauet. Det renner en del overvann over skjæringen og ut på fortauet.

Den planlagte utvidelsen i eksisterende skjæring varierer fra 10 til 30 meter. Øvre pall utvides til 40 meter fra nåværende skjæring. På anbefaling fra geolog er de opprinnelige planene tilpasset noe slik at de første 40 meter av skjæringen (ca. profil 0 – 40), som starter ved det utfylte området ved sjøen, følger et markert gjennomgående sprekkeplan med ca. 85° fall mot kaiområdet. Her blir utvidelsen inn i bergknausen bak dagens kioskbygg omtrent 30 meter for nedre pall (som følger sprekkeplanen) og ca. 40 meter for øvre pall. Mellom ca. profil 40 og 80 blir utvidelsen i dagens skjæring noe mindre (fra 30 m til 10 m utvidelse). Fra ca. profil 80 til profil 160 blir utvidelsen i terrenget omtrent 10 meter.



Figur 3. Bildet av Nesvik skjæringen som skal utvides. Flere bilder finnes i Vedlegg 3.

Tabell 1 gir en oversikt over den nye skjæringen på Nesvik etter terrengingrepet. Terrenget over bergskjæringene er ganske flatt. Bergskjæringen blir høyest ved profil 20 – 50, omtrent opptil 20 meter over framtidig vegnivå. Fra ca. profil 90 til profil 150 vil det være løsmasser i toppen av skjæringen. Hvor mektig disse løsmasser vil være etter utvidelsen er ukjent og ikke undersøkt med grunnboringer eller seismikk. Omtrent ved profil 130 – 150 er dagens skjæring sikret med tørrmur. Ved ca. profil 140 – 150 er det svært oppsprukket bergmasse i nedre del av skjæringen.

Berggrunn

Bergblotninger som ble observert i første del av den høye bergskjæringen, og på toppen av kollen, består av grovkornet porfyrisk granitt. Stedvis, og spesielt rundt sprekkesoner, er bergmassen noe deformert til en middels- til grovkornet porfyrisk gneis (øyegneis). I nordre enden av skjæringen, nord for stien opp til marka, ble det observert mørkere, middelskornet granodiorittisk gneis. Denne gneisen er mer oppsprukket enn den porfyriske granitten i øvrige del av skjæringen.

Tabell 1. Oversikt over skjæringen på vestsiden av Nesvik kaiområdet etter utvidelsen i terrenget.

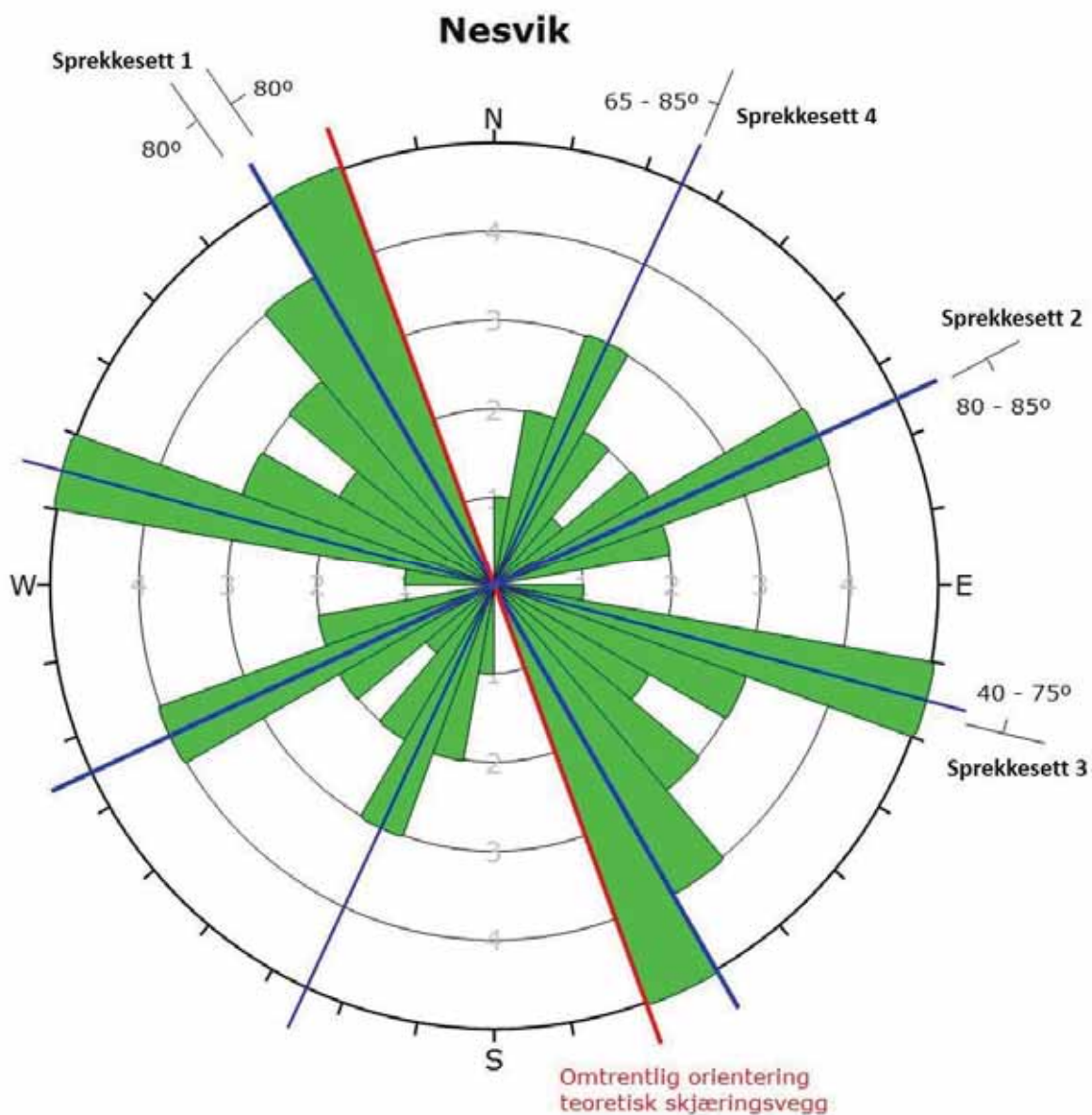
| Profil | Lengde (m) | Ca. høyde (m) (over vegnivå) | Kommentar |
|--|------------|------------------------------|---|
| 0 - 10 | 10 | 4 - 10 | Start av bergskjæring, følger markant sprekkeplan |
| 10 - 20 | 10 | 10 - 18 | Stigende høyde på bergskjæring, følger markant sprekkeplan |
| 20 - 70 | 50 | 15 - 20 | Bergskjæringen går nesten til toppen av kollen, første del følger en markant sprekkeplan (nedre pall). Bygg til trafo og 4 containere til spesialavfall plasseres foran skjæringen. |
| 70 - 90 | 20 | 12 - 16 | Bergskjæring, start av biloppstillingsfelt |
| 90 - 130 | 40 | 10 - 12 | Bergskjæring med løsmasser i toppen av skjæringen |
| 130 - 150 | 20 | 9 - 12 | Løsmasseskjæring, med oppsprukket bergmasse i nedre del av skjæringen. Per i dag er skjæringen delvis sikret med tørrmur. |
| 150 - 160 | 10 | 7 - 9 | Bergskjæring som grenser til eksisterende tørrmur |
| Totalt ca. 150 meter med skjæring > 10 m høyde | | | |

Oppsprekking og strukturer

Det er i den eksisterende bergskjæringen og i bergblotningene på kollen foretatt strøk og fall målinger av sprekker og sprekkesoner. Sprekkene er oppsummert i en rosediagram i Figur 4. Hovedsprekkesett står beskrevet i Tabell 2.

Tabell 2. Hovedsprekkesett i bergmassen på Nesvik.

| Sprekkesett | Strøk | Fall | Sprekkeavstand (m) | Kommentar |
|-------------|-----------|---------------------------|--------------------|--|
| Sett 1 | NNV - SSØ | Ca. 80° mot ØNØ eller VSV | 0,2 - 0,5 | Parallelt med skjæringsvegg, svært gjennomgående sprekker |
| Sett 2 | ØNØ - VSV | 80 - 85° mot SSØ | 4 - 5 | Svært gjennomgående sprekker |
| Sett 3 | VNV - ØSØ | 40 - 75° mot NNØ | > 1 | Stedvis forekommende sprekkesoner, semi-parallell med svak foliasjon i gneisen |
| Sett 4 | SSV - NNØ | 65 - 85° mot NV | > 1 | Sleppesoner i nordre ende av skjæring, gir overhengende partier i skjæring |



Figur 4. Rosediagram med målte sprekker og omtrentlig orientering av veg/bergskjæring. Hovedsprekkeretningene er angitt med trendlinjer.

Bergmassen i kollen på Nesvik (mellom profil 0 og ca. 130) er overveiende ganske massivt porfyrisk granitt, med få men gjennomgående sprekker. Sprekkeflatene er røye og plane, uten mineralbelegg. Det ble i all hovedsak observert to sprekkeseett, men stedvis forekommer det et tredje, mindre gjennomgående sprekkeseett.

Sprekkesett 1 er skjæringsparallele gjennomgående sprekker som er orientert i NNV – SSØ retning, med ca. 80° fall mot biloppstillingsfeltet. Det ble imidlertid også observert sprekker som hadde ca. 80° fall inn i skjæringen. Sprekkeavstand mellom disse sprekkene er generelt

0,2 – 0,5 meter, men det kun få av disse sprekkene som er gjennomgående over lengre avstand. Den nye skjæringen skal ligge inntil en slik gjennomgående sprekkeplan ved profil 0 - 40.

Sprekkesett 2 er åpne og gjennomgående steile sprekker som står tilnærmet vinkelrett på dagens skjæring. Disse sprekkene ble observert med 4 meter midlere avstand i bergskjæringen.

Det ble ikke funnet gjennomgående foliasjon og lagdelingssprekker i granitten. Imidlertid ble det på iallfall ett sted, ved ca. profil 80 observert sprekesoner som er semi-parallell med en svak foliasjon i gneisen. Disse har VNV-ØSØ strøk og varierende fall mot NNØ (sprekkesett 3).

I den nordre enden av skjæringen, fra ca. profil 130 og oppover er bergmassen tettere oppsprukket. Her ble det også observert kvarts-fylte sleppesoner med SSV - NNØ orientering og fall inn i terrenget (sprekkesett 4). Disse gir lokalt opphav til overhengende partier.

I terrenget over skjæringstopp ble det observert noen grunne søkk fylt med torvjord, parallelt med gjennomgående sprekkeplan.

Det ble også observert en del vannsig over eksisterende skjæring på nordvestsiden av kaiområdet. Dette er avrenningsvann fra marka over skjæringstopp. Det er ingen god dreneringsgrøft per i dag og vannet strømmer ikke mot kummen under skjæringen, men over fortauet og mot sjøen. I svært kalde perioder kan vannsiget føre til iskjøving i skjæringen.

4.3 Veg til slippet

Det skal etableres en ny slipp litt lenger vekk fra piren. Eksisterende grusveg på sørvestsiden av kaiområdet skal forlenges gjennom en utstikkende holm. På landsiden vil det bli sprengt en ny bergskjæring som er ca. 25 meter lang og 4,5 meter høy. Skjæringen følger et eksisterende steilt sprekkeplan som er orientert SSV - NNØ (sprekkesett 4). Rett over skjæringstopp er terrenget ganske flatt. På sjøsiden vil skjæringen sprenges ut på skrå slik at det ikke vil bli noe behov for sikring. Det må sprenges inntil ca. 10 meter fra et lagringsbygg.

Del 2: Tolkningsdel

I denne delen av rapporten blir de observerte geologiske forholdene vurdert og blir det gitt anbefalinger i forhold til sprengning og sikring av bergskjæringene.

5. Grunnforhold i planområdene

5.1 Løsmasser

På NGUs kvartærgeologiske kart er det tolket at løsmasser i planområdene skal bestå av tykke morenemasser. Løsmassene på landområdet på Hjelmeland er stort sett dekket av asfalt. På Nesvik er områder med løsmasser benyttet til jordbruksareal. Boringene i sjøbunnen på Nesvik og Hjelmeland tilsier at det generelt er lite løsmasser i sjøområdene der piren er planlagt. Det ligger et lag med steinholdige masser oppå berg i de fleste borepunkt. Dette tolkes som morenemasser. Det er også et mykere sedimentlag oppå morenen på flere steder. Dette tolkes som sand eller skjellsand. På borepunkt N20 på Nesvik ble det boret i siltig leire. Generelt ligger det noe mektigere løsmasser i det undersjøiske gjelet på Nesvik, spesielt i området til borepunkt N27 og N28.

5.2 Berggrunn

På en skyggelagt terrengmodell av sjøbunnen er bergblotninger under vann godt synlige. Bergmassen i sjøbunnen ser ut til å være ganske massiv og avrundet, både i Hjelmeland og i Nesvik. Den tolkes til å være samme bergart som den som er observert på land, altså en grovkornet porfyrisk granittisk gneis.

Den middelskornede granodiorittiske gneisen som ble observert i nordre enden og på østsiden av planområdet på Nesvik er generelt tettere oppsprukket og sterkere deformert. Det kan se ut fra terrengmodellen at den undersjøiske berggrunnen på østsiden av kaiområdet er sterkere deformert og oppsprukket. Om dette stemmer så tolkes bergartsgrensen til å gå på østsiden av den planlagte pelefundamenteringen. Det vil si at alle pelene på Nesvik trolig fundamenteres i porfyrisk granittisk gneis (med liten grad av deformasjon).

5.3 Strukturgeologi

Det er fra observasjoner og målinger på land tolket at det er to dominerende sprekkesett på Nesvik, begge steile sprekker som står tilnærmet vinkelrett på hverandre. Et tredje sprekkesett er observert der bergmassen er mer deformert i lokale sprekkesoner. Et fjerde sprekkesett ble kun observert i nordre enden av planområdet. Disse hovedsprekkeretningene er vist i rosedigram i Figur 4.

Laserskanning av landområdene og multistråle ekkolod målinger av sjøbunnen er brukt til å lage svært detaljerte terrengmodeller av land- og sjøbunnen. Når disse blir skyggelagt

fremtrer strukturene i berggrunnen. Skrenter og gjennomgående søkk kan tolkes som sprekker eller sleppesoner. Store gjennomgående strukturer kan tolkes som svakhetssoner.

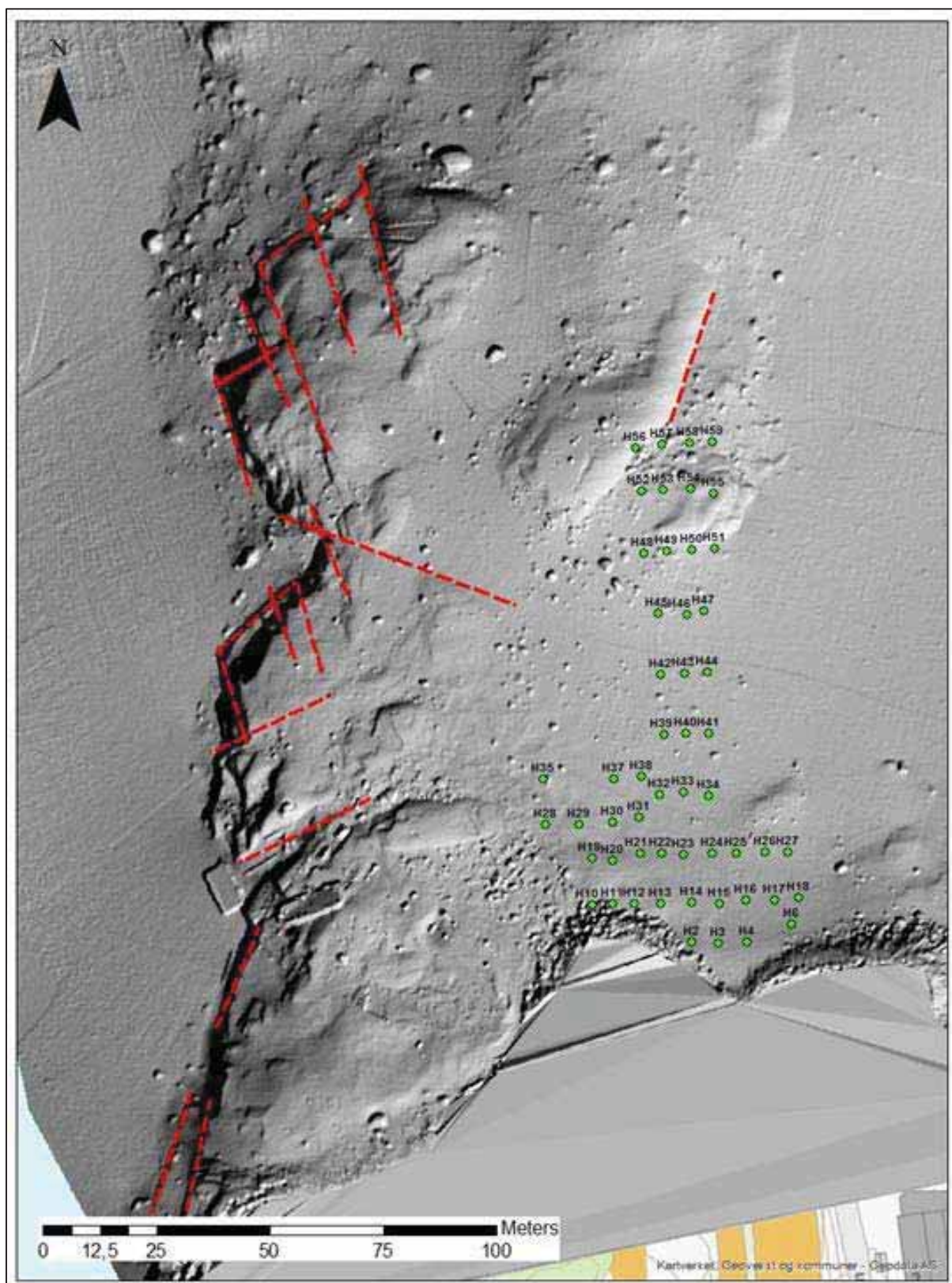
Figur 5 viser en skyggelagt terrengmodell av sjøbunnen på Hjelmeland med en tolkning av de mest fremtredende strukturer. Det er observert 2 hovedretninger på strukturer som står tilnærmet vinkelrett på hverandre: NNV – SSØ strukturer og VSV – ØNØ strukturer. Videre er det også sprekker som er orientert SSV – NNØ. Det er nesten ingen strukturer synlig i området av borepunktene da det her ligger en del sediment oppå bergblotningene. Det kan imidlertid tolkes at disse strukturene finnes i berggrunnen i hele området.

Figur 6 viser målte/observerte sprekker på land og tolkede sprekker i sjøbunnen på Nesvik. De tolkede sprekkeretninger i sjøbunnen stemmer godt overens med hovedsprekkesett som vist i rosedigrammet. Dominerende er sprekker og søkk med VSV – ØNØ orientering (sprekkesett 2). Orientering til skjæringsveggen på Nesvik (sprekkesett 1 – NNV-SSØ) er også synlig på sjøbunnen. Det markerte sedimentfylte gjelet er en fortsettelse av denne strukturen som også definerer dagens skjæringsvegg. Noen strukturer som er orientert lik sprekkesett 3 (sleppesoner parallell med gneisfoliasjonen) er også synlig i sjøbunnen og er orientert VNV – ØSØ. Videre tolkes det at det er en stor SSV – NNØ orientert svakhetszone som går i et søkk på vestsiden av kollen på Nesvik. Denne svakhetssonen ser ut til å skjære gjennom skjæringen der det er lite og oppsprukket berg og mye løsmasser (ca. profil 130 – 150). Orienteringen stemmer overens med det 4. sprekkesettet som ble observert i nordre enden av bergskjæringen ved ca. profil 160.

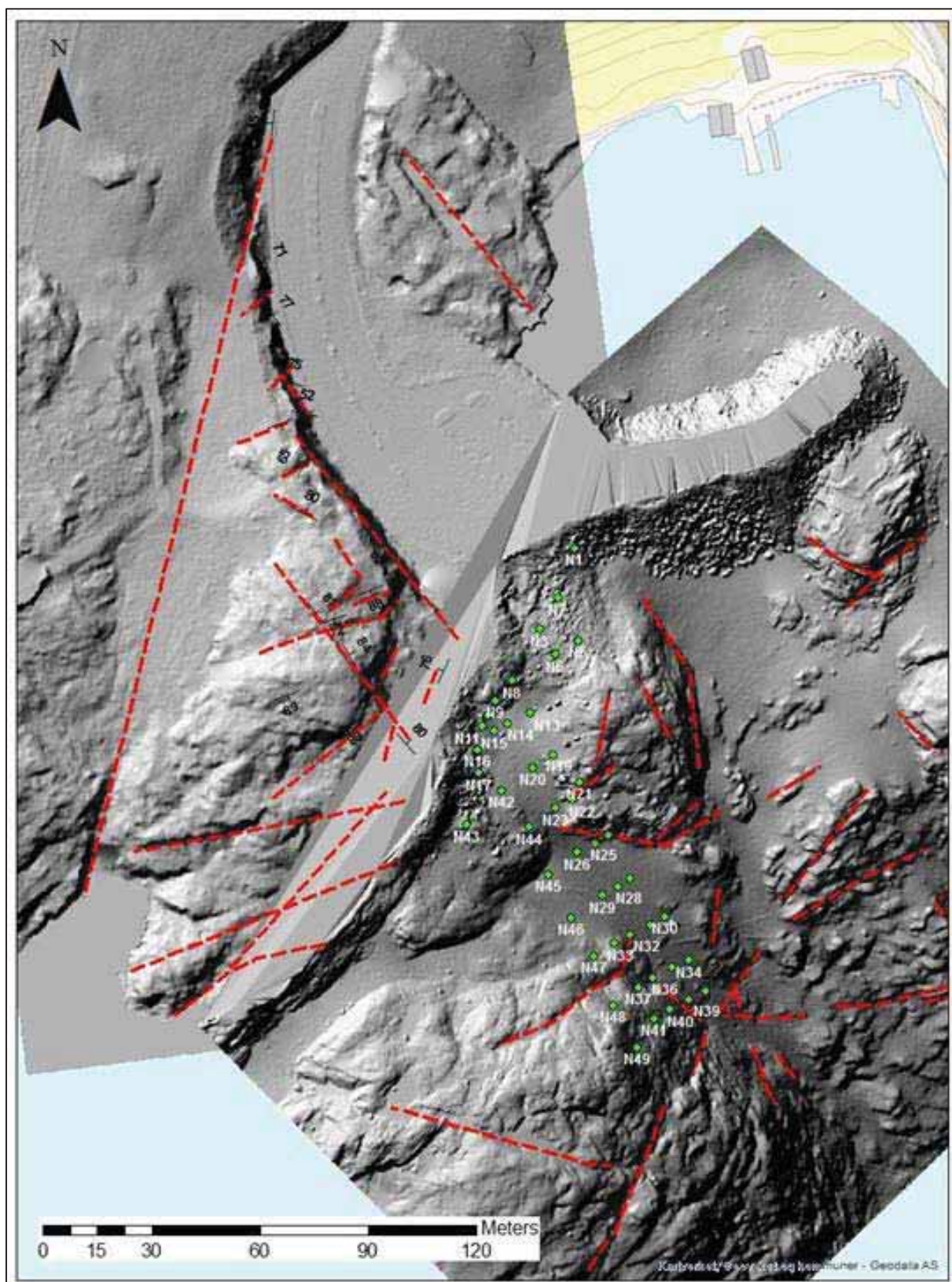
5.4 Skredfare på sjøbunnen

Det er vurdert om det kan være fare for utglidning av løsmasser i det undersjøiske gjelet på Nesvik som ligger i 35 – 40° vinkel. Det ble kun funnet noen mektighet av løsmassene i området til borepunkt N27 – N29 (opptil 5 meter løsmasser over berg). I dette område ligger det opptil 3,5 meter med myk sediment (sand) oppå steinholdige løsmasser (morene). Det ble i boringene funnet at løsmassene hovedsakelig består av friksjonsmasser som tilsier at det ikke er stor fare for utglidning av sediment i gjelet. Det er på skyggelagt terrengmodell heller ingen tegn på at det tidligere har gått løsmasseskred i gjelet.

Faren for steinsprang under vann er også vurdert. Som for skrentene på land er det i bratte bergpartier alltid en viss fare for at det kan løsne stein. Imidlertid er orientering av de dominerende sprekkesettene gunstig og stabiliserende med tanke på steinsprang. Det vurderes derfor at det ikke er spesiell fare for steinsprang eller steinskred i sjøbunnen.



Figur 5. Tolkning av strukturer (gjennomgående sprekker og svakhetssoner) med rød stiplede linje på en skyggelagt terrengmodell av sjøbunnen i Hjelmeland. Borepunkt er angitt med grønne prikker. Borepunktene angir omtrentlig plassering av ny pir.



Figur 6. Tolkning av strukturer (gjennomgående sprekker og svakhetssoner) med rød stiplede linje på en skyggelagt terrengmodell av sjøbunnen og landområdet i Nesvik. Borepunkt er angitt med grønne prikker. Borepunktene angir omtrentlig plassering av ny pir.

6. Fundamentering av pirene

6.1 Generelt om peling

Piren skal forankres i berg med ståljernepeler inn i armerte stålørspeler. Stålrørene forankres minst 1,5 meter i godt berg (se Prosesskode 2, post 83.341a). Stålkjernerens forankringslengde (λ) avhenger av bl.a. bergmassens bruddvinkel og bergmassens karakteristiske heftfasthet på bruddplanet (kap. 10.5.2.1 i V220 [14]). Bergmassekvaliteten (oppsprekkingsgrad og trykkstyrke) har en direkte effekt på bergmassens bruddvinkel og heftfasthet.

Hvis bergmassen er mer oppsprukket vil den ha en dårligere heftfasthet og nødvendig forankringslengde må økes. For at pelen skal sitte godt forankret er det også viktig at pelene forankres med god avstand fra avskjærende sprekkeplan i undersjøiske skrenter. Piren er konstruert på en slik måte at den tåler eventuelle støt fra sidene ved for eksempel kollisjon av en ferje med piren. De individuelle pelene tåler imidlertid mindre store krefter fra sidene. Dermed er det viktig å avklare at det ikke er stor fare for steinsprang under vann som kan treffe en pel.

6.2 Bergmassekvalitet

Det er tolket at berggrunnen i sjøområdene der pirene forankres består av grovkornet porfyrisk granittisk gneis i både Hjelmeland og Nesvik. Selv om denne bergarten kanskje kun stedvis har en ordentlig gneistekstur, forventes det at heftfasthet for bergmassen er som for en gneis: 1,5 MPa (tabell 10.19 i V220). Ut i fra den strukturelle tolkningen forventes det videre at bergmassen i sjøen er som den på land: dominert av to sprekkesett med sporadisk andre sprekker. I henhold til tabell 10.21 i V220 har en slik bergmasse en heftfasthet på bruddplan på 50 – 100 KPa og en bruddvinkel på $\leq 40^\circ$.

På grunnlag av denne grad av oppsprekking og bergmassekvalitet forventes det ikke noe spesielle utfordringer til fundamentering av pelene i berggrunnen på Hjelmeland og Nesvik.

6.3 Plassering av pelene

Det vurderes at det ikke er noen stor fare for løsmasseutglidninger eller steinsprang/-skred på sjøbunnen ved Hjelmeland og Nesvik. På Nesvik kan en imidlertid forvente at det er skrentparallele sprekkeplan. For å unngå brudd av ytre flak langs slike sprekkeplan anbefales det at pelene settes utenfor en tilstrekkelig avstand fra skrentkanter. Avstanden avhenger av ståljernens forankringslengde med tilhørende uttrekkslegeme (se figur 10.20 i V220). Det bør sjekkes at spesielt pel i nærheten av borepunkt N21, N22 og N24 vil stå med tilfredsstillende avstand fra kanten av skrenten.

Videre kan det være fare for små steinsprang direkte under små gjel i sjøbunnen. Dette gjelder muligens pel i nærheten av borepunkt N32, N36 og N37. Bergmassen ovenfor ser imidlertid rimelig glatt ut på terrengmodellen slik at faren anses som svært liten.

Det ble påtruffet slepper i bergmassen i borepunkt H26, N28 og N39. Det er vanskelig å koble disse treffene med strukturer som er tolket i Figur 5 og Figur 6. Likevel er det viktig å være forberedt på å treffe sleppesoner i spesielt disse punktene og at pelene må bores dypere for å treffe godt berg dersom dette skjer.

7. Sprengning og sikring av skjæringen på Nesvik

7.1 Bergmassekvalitet og stabilitet i skjæringer

Bergmassekvaliteten er overveiende god, spesielt i første del av skjæringen (profil 0 – 70). I denne delen dominerer sprekkesett 1 og 2. Kombinasjon av disse sprekkeplanene gir ikke opphav til ustabile partier i skjæringen. Oppsprekningen langs sprekkesett 1 kan lokalt være ganske tett. Dersom et gjennomgående sprekkeplan av sprekkesett 1 følges ved sprengning av skjæring, forventes det at en vil få en glatt og fin skjæringsvegg fram til ca. profil 70.

Bergmassekvaliteten mellom ca. profil 70 og 130 er moderat. Det er noen sleppesoner (sprekkesett 3) og overhengende partier. Det er også en del vannsig over skjæringen. Stedvis er det ustabile blokker i skjæringen og det må påregnes en del sikring dersom det ikke finnes sprekkeplan som kan følges ved sprengning av den nye skjæringen.

Mellom profil 130 og 150 er det tolket at det kan være en svakhetssone. Her ser det ut som om grovkornet porfyrisk granitt går over i middelskornet granodiorittisk gneis. Det er stort sett løsmasser i denne delen av skjæringen, antatt til å være morenemasser. Det er ikke tatt grunnboringer i dette området så type løsmasser er således uavklart. Bergmassen er tett oppsprukket og bergmassekvaliteten vurderes til å være dårlig. Eksisterende sti fra fortauet og opp til marka skal bygges på nytt etter utvidelsen. Det kan bli utfordrende å sikre denne delen av skjæringen og løsningen må trolig tilpasses under bygging når det blir klart hvor mye løsmasser det er over berg i dette området. Sikring av løsmasser med tørrmur er trolig den beste løsningen for å beholde mest mulig jordbruksareal.

Det siste stykke bergskjæringen fram til tørrmuren (profil 150 – 160) er noe mer massiv igjen. Bergmassekvaliteten er moderat og dominert av et sprekkeplan som gir overhengende partier. Det kan bli behov for noen lengre bolter til sikring.

7.2 Hydrogeologiske forhold

Det ble på flere steder mellom ca. profil 90 og 160 observert vannsig over skjæringen. Vannet dreneres i dag ikke godt vekk og renner av mot sjøen over fortauet. Det anbefales å lage avskjærende grøfter over skjæringstopp og at det lages gode dreneringsgrøfter under den nye skjæringen. Dersom grøften blir bred nok og det ikke er fortau ved siden av grøften, er det trolig ikke behov for sikring mot iskjøving. Det er sjeldent at vintrene er så kalde at det danner seg store istapper på Nesvik.

7.3 Bergmassens mekaniske egenskaper

7.3.1 Bergmassens borbarhet

Det følgende har betydning for bergmassens borbarhet:

- Mekanisk styrke og oppsprekking
- Innhold av harde mineraler med stor slitasjeevne på borestål (hovedsakelig kvarts)

Det er observert granitt og granodiorittisk gneis på Nesvik. En grovkornet porfyrisk granitt vil gi lav borsynk og stor borslitasje, noe som betyr dårlig borbarhet. Middelskornet granodiorittisk gneis forventes til ha noe bedre borbarhet. Det må imidlertid forventes noe dårligere sprengbarhet der bergmassen er ganske oppsprukket og småfallent.

Bore- og ladevanskeligheter kan generelt også forekomme i forbindelse med slepper og svakhetssoner, samt i forvitret berg i dagfjellsoner. Dette omhandler problemer knyttet til boreavvik, fastkiling av borestreng, ras i borehull og problemer med ladning.

7.3.2 Bergmassens sprengbarhet

Følgende parametere er av betydning for bergmassens sprengbarhet:

- Mekanisk styrke og sprøhet
- Oppsprekkingsgrad
- Tetthet (spesifikk vekt)
- Anisotropi (mineralorientering)

Mer finkornete og mørkere bergarter har vanligvis høyere densitet og dermed lavere sprengbarhet. Det samme gjelder bergarter med høyt glimmerinnhold. Det forventes at den granodiorittiske gneisen som finnes i nordenden av planområdet har dårligere sprengbarhet enn grovkornet porfyrisk granitt.

7.3.3 Bergmassens anvendighet

Det er ikke utført prøvetaking/laboratorietesting for sprengsteinens anvendbarhet til veg-/utfyllingsformål. Det stilles krav til de mekaniske egenskaper ved bergmassen dersom den skal anvendes til vegformål. Bergmassen må analyseres for bestemmelse av materialets motstandsevne mot nedknusning og materialets motstandsevne mot slitasje, analysene utføres ved henholdsvis Los Angeles-metoden og Micro-Deval. Krav til de mekaniske egenskapene ved bergmassen er gitt i håndbok N200 [1].

7.4 Sprengning og utforming av skjæringen

7.4.1 Utforming av bergskjæringer

Sprengningsutføringen er avgjørende for sluttresultatet, dårlig utført sprengningsarbeid vil medføre økt behov for rensk og sikring, samt fremtidig vedlikehold.

Det anbefales at bergskjæringer tilstrebes å sprenges med glatt kontur, dette for å redusere utløpsdistansen for eventuelle nedfall og steinsprang. Irregulariteter i skjæringen påvirker sterkt hvor steinblokker har sitt nedslag, ved at steinblokker spretter ut fra skjæring ved kontakt. Irregulariteter i skjæringer kan også utgjøre et farlig sidehinder, og det settes krav om at det ikke skal være partier som stikker ut mer enn 0,3 meter i henhold til håndbok N101 *Rekkverk og vegens sideområder*.

I henhold til Håndbok R761 Prosesskode 1 [8] skal i utgangspunktet bergskjæringer utformes med helning 10:1. Der det er markerte sprekkeplan parallelt med veg legges det til rette for at sprekkeplanene velges som skjæringsvegg. Dette vil redusere behov for rensk og sikring. På Nesvik er det i første del av skjæringen (fram til profil 40) et markert gjennomgående sprekkeplan med ca. 85° fall mot kaiområdet som kan følges. Konturen i nedre pall skal følge denne sprekkeplanen om mulig. Det forventes at en også kan finne lignende sprekkeplan mellom ca. profil 40 og 90. Dette må undersøkes nærmere etter at bergoverflaten er avdekket i byggefase. Det vil være bra dersom eksakt posisjon av skjæringsveggen kan tilpasses eventuelle gjennomgående sprekker som følger sprekkesett 1.

Bruk av forbolter kan forebygge bakbryting og en ujevn skjæringsvegg. Forbolter settes vanligvis med 1 meter innbyrdes avstand og 0,5 – 1 meter innenfor teoretisk skjæringskant. Forboltene vinkles 60 – 80° i forhold til horisontalen. Det anses ikke som nødvendig å bruke forbolter på den første delen av skjæringen, der det ikke er sprekker med ugunstig fall mot vegen. Mellom ca. profil 70 og 160 kan det være nyttig å bruke forbolter der det er sprekker med ugunstig orientering eller der bergmassen er spesielt oppsprukket.

Generelt anbefales det at pallhøyden ikke overskrider 10 meter. Dette skyldes blant annet at boravviket har en tendens til å øke med økende pallhøyde, noe som påvirker kvaliteten på sprengningsarbeidet. Ved høyere paller enn 10 meter vil det være noe mer krevende å utføre sikringsarbeid. Sikringsarbeidet skal utføres fortløpende før utsprengning av neste pall. På Nesvik anbefales det at skjæringen mellom profil 0 og 90 sprenges i 2 paller der den nedre pallen er 10 meter høy og den øvre pallen har en høyde som tilpasses terrengoverflaten. Det anbefales at det er en sikringsshylle på minimum 5 meter mellom pallene. Dette vil i stor grad redusere sikringsbehovet av øvre pall. Det vil også bidra til å gjøre skjæringen visuelt sett mindre høy og dramatisk sett fra kaiområdet. Skjæringen mellom profil 90 og 160 blir maksimalt 12 meter høy og kan sprenges i 1 pall.

7.4.2 Kontursprengning

Det anbefales å benytte kontursprengning for å redusere behov for rensk og sikring. Normalt benyttes det konturhullavstand c/c 0,7 meter jfr. Prosesskode 22.11 (Håndbok R761), men

dette kan tilpasses på grunn av geologiske forhold ved behov (jfr. Prosesskode 22.2). På skjæringen i Nesvik vil vanlig kontursprengning med konturhullavstand c/c 0,7 meter være den anbefalte metoden. Berget er generelt ikke så tett oppsprukket og skjæringsveggen har rimelig stor avstand til bebyggelse. Behovet for uladete hull mellom konturhullene eller sømboring vurderes i samråd mellom entreprenør og byggeledelse.

7.4.3 Rystelser og vibrasjonskrav

Sprengningsarbeidet skal hovedsakelig utføres i et naturområde og det står ingen hus/hytte direkte i nærheten av skjæringstopp. Det legges til grunn at kiosken skal være ute av drift når skjæringen sprenges. Det skal heller ikke være noe trafikk på ferjekaien ved sprengning.

Ved sprengning av den høyeste delen av skjæringen vil nærmeste bygg ligge på > 70 meter avstand fra konturen. På vestsiden av kaiområdet vil sprengningsarbeid foregå på 30 meter avstand fra nærmeste hus mellom ca. profil 90 og 130. På østsiden kan det bli aktuelt å sprengne inntil 10 meter fra et hus i strandkanten.

Grenseverdier for rystelser beregnes etter gjeldende Norsk Standard NS8141-1 [9] og fastsettes etter tilstandsvurderinger av nærliggende bebyggelse. Det settes opp rystelsesmålere på nærmeste bebyggelse og konstruksjoner under sprengningsarbeidet. Krav til måleutstyr og gjennomføringer av målinger er gitt i NS8141-1. Det må utføres sprengning- og salveplaner som tar hensyn til gitte grenseverdiene. Det vil være nødvendig å justere planene dersom vibrasjonsmålinger viser verdier nær- eller over grenseverdiene som er satt.

Det må utarbeides tilstandsrapport for bebyggelse som ligger innenfor en radius på minimum 50 meter fra sprengningsområdet. Større radius vurderes dersom det er spesielle installasjoner, bygg eller konstruksjoner som har spesielle krav til grenseverdier, eller dersom bygg er fundamentert på løsmasser.

7.5 Sikring av skjæringen på Nesvik

I henhold til Håndbok N200 Vegbygging bør nye skjæringer etableres på en slik måte at man unngår rensk og annen type sikring de første 20 årene [1].

7.5.1 Rensk

Før sprengning skal vegetasjonen fjernes inntil 2 m fra teoretisk skjæringstopp jfr. prosesskode 21.4 (Håndbok R761). Vegetasjonen skjuler sprekker og kan i tillegg gi problemer som rotsprengning. Etter sprengning bør det først utføres maskinell rensk av større avløste blokker, og deretter spettrensk av mindre blokker i skjæringsveggen. Avløste blokker som har en støtte- eller låsefunksjon for overliggende partier bør ikke renskes ned, men heller sikres.

Det kan være fare for utfall av blokker under rensk og boring. Det skal derfor renskes og sikres øverst i skjæringen først, slik at personell og maskiner kan stå trygt under arbeidet.

7.5.2 Sikringsbolter

Bolter som benyttes som permanent sikring skal være fullt innstøpte og forankret minst 1 meter i godt fjell. Boltedimensjoner og lengder må endelig avgjøres under anleggsfasen. Generelt vil det være behov for spredt bolting med 20 mm fullt innstøpte kamstålbolter, lengde 2,4 m, 3 m eller 4 m. Det kan også være behov for lengre bolter, og da anbefales det å bruke 5 m og 6 m lange kamstålbolter (henholdsvis Ø25 eller Ø32).

Til arbeidssikring eller rask sikring av ustabile blokker og partier, kan det benyttes endeforankrede bolter, CT-bolter (kombinasjonsbolter) eller tilsvarende. Dersom disse skal inngå i permanent sikringen skal disse gyses i etterkant. Noen steder kan det også være aktuelt å bruke fjellband for å sikre mindre enkeltblokker som er vanskelig å sikre med bolt.

Der det er svært tett oppsprukket fjell og leirefylte slepper i bakkant av blokker, kan stabiliteten av boltehullene være dårlig og kan disse kollapse før innsetting av bolt. I slike tilfeller kan det bli behov for å benytte selvborende stag. Stagene består av 3 m lengder som skjøtes til nødvendig lengde.

7.5.3 Sikring med sprøytebetong og/eller nett

Der bergmassen er tett oppsprukket kan det brukes sprøytebetong eller nett. Dette gjelder spesielt skjæringen mellom ca. profil 130 og 150. Siden det er kun et mindre bergskjæringsareal som trolig vil kreve denne type sikring, anbefales det å bruke steinsprangnett. Steinsprangnett monteres tett inntil berg og avsluttes normalt 2 meter over ferdig vegnivå for å hindre klatring og lek i nettet. Nettet monteres ofte med en åpning i toppen slik at det kan fange opp nedfall fra overliggende skråning. Ved problem med vannsig i skjæringen og isnedfall om vinteren, kan nettet monteres som isnett. Det vil si at det monteres med en liten avstand til bergskjæringen. Dette vil trolig ikke være nødvendig på denne skjæringen.

7.5.4 Sikringsanslag skjæringen på Nesvik

Et grovt anslag av nødvendig sikring av bergskjæringen etter utvidelsen er angitt i Tabell 3. Sikringsanslaget forutsetter at anbefalinger for sprengning og rensk er fulgt opp (se kapittel 7.4).

På den første delen av skjæringen (profil 0 – 70) er bergmassekvaliteten overveiende god og sprenges skjæringen i 2 paller med bred sikringshylle mellom pallene. Her er det regnet med 1 bolt per 10 m². Mellom profil 70 og 130 er bergmassekvaliteten trolig noe mindre god og er det regnet med 1 bolt per 7 m² og 20% steinsprangnett. Mellom profil 130 og 150 er det trolig mindre berg i skjæringen og mer løsmasser. Det er regnet med nett og bolt/stagsikring på nedre del av skjæringen og tørrmur på øvre del av skjæringen. Den siste delen av skjæringen fram til profil 160 vil trolig ha behov for 1 bolt per 7 m² og 20 % steinsprangnett.

Det er trolig ikke nødvendig med sikring på den lave (maks. 3 m høye) skjæringen rundt parkeringsplassen på østsiden av kaiområdet. På den maks. 4,5 m høye skjæringen mot slippen er det regnet med 1 bolt per 10 m².

Det vurderes at det kan bli behov for bruk av forbolter for å unngå bakbryting på ca. 30 meter av denne skjæringen (mellom profil 70 og 160). Sikringsmengder er beregnet ut fra bergskjæringsareal som er 2 meter over framtidig vegnivå. Der det anses at det vil være behov for forbolter er det regnet med 1 meter bolteavstand mellom forboltene.

Tabell 3. Anslag av sikringsmengder for skjæringen på Nesvik.

| Sikringstype | Dimensjon | Mengde | Kommentar |
|------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|
| Bolter ^{1,2)} | Ø20 mm x 3,0 m | 10 stk. | Endeforankrede bolt |
| | Ø20 mm x 2,4 m | 60 stk. | Fullt innstøpt |
| | Ø20 mm x 3,0 m | 60 stk. | Fullt innstøpt |
| | Ø20 mm x 4,0 m | 50 stk. | Fullt innstøpt |
| | Ø25 mm x 5,0 | 30 stk. | Fullt innstøpt |
| Forbolter | Ø32 mm x 6,0 m | 30 stk. | Fullt innstøpt |
| Stag ³⁾ | 30/11 e.l., 6 m | 10 stk. | Selvborende stag |
| Steinsprangnett | | 250 m ² | Evt. monteres som isnett |
| Fjellbånd | | 20 m | |

1) Bolter som inngår i permanent sikring skal være fullt innstøpte

2) Endeforankrede bolter skal brukes ved spesielle forhold der innstøping er vanskelig å montere

3) Selvborende stag kan bli aktuelt i områder med markerte slepper

7.6 Videre undersøkelser i neste planfase

I byggeplanfasen bør følgende geologiske undersøkelser utføres ved videre prosjektering som medfører endringer i planlagte skjæringer og/eller utførelsen av arbeidet:

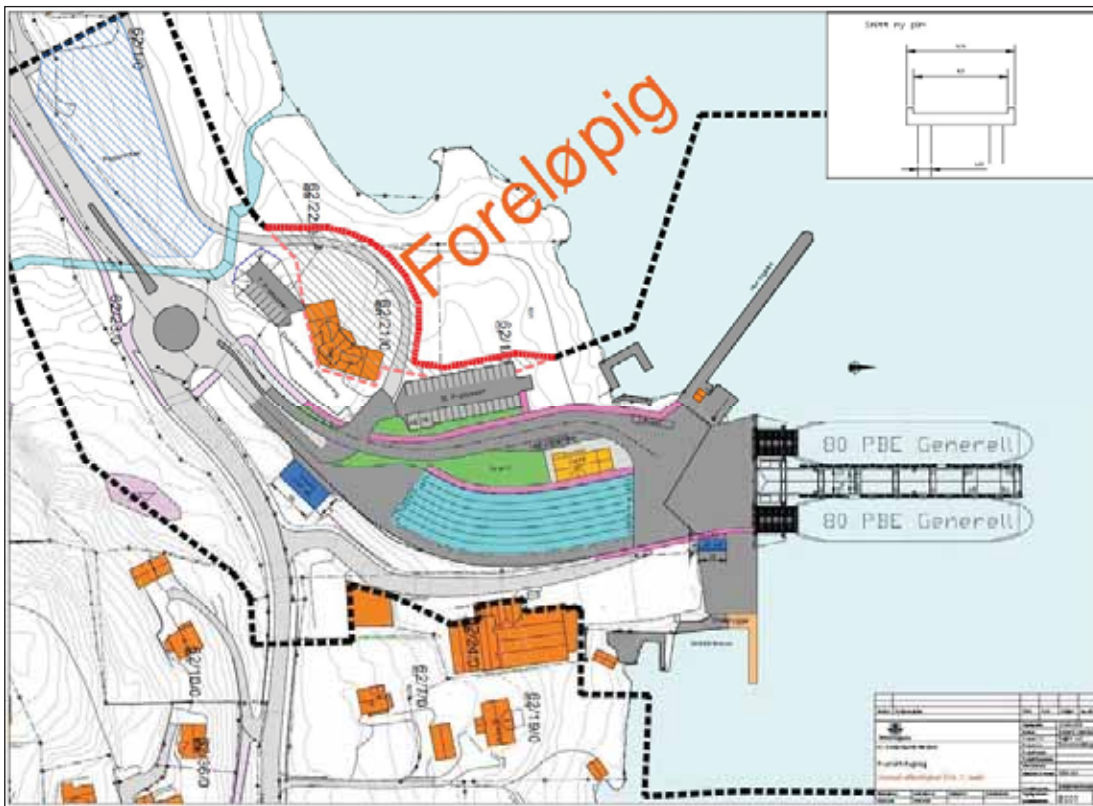
- Supplerende berggrunnskartlegging til byggeplan/konkurransesgrunnlaget.
- Uttak av representative bergartsprøver og undersøkelser i laboratorium for å undersøke anvendbarhet av sprengsteinene til utfylling-/vegformål.
- Nærmere undersøkelse av løsmassemekting over bergskjæringene.
- Utarbeidelse av et mer detaljert sikringsanslag basert på mer detaljert kartlegging.
- Vurdering av aktuelle pilotveger for sprengningsarbeid og om disse krever ekstra sprengning og sikring i terrenget over skjæringstopp.

8. Referanser

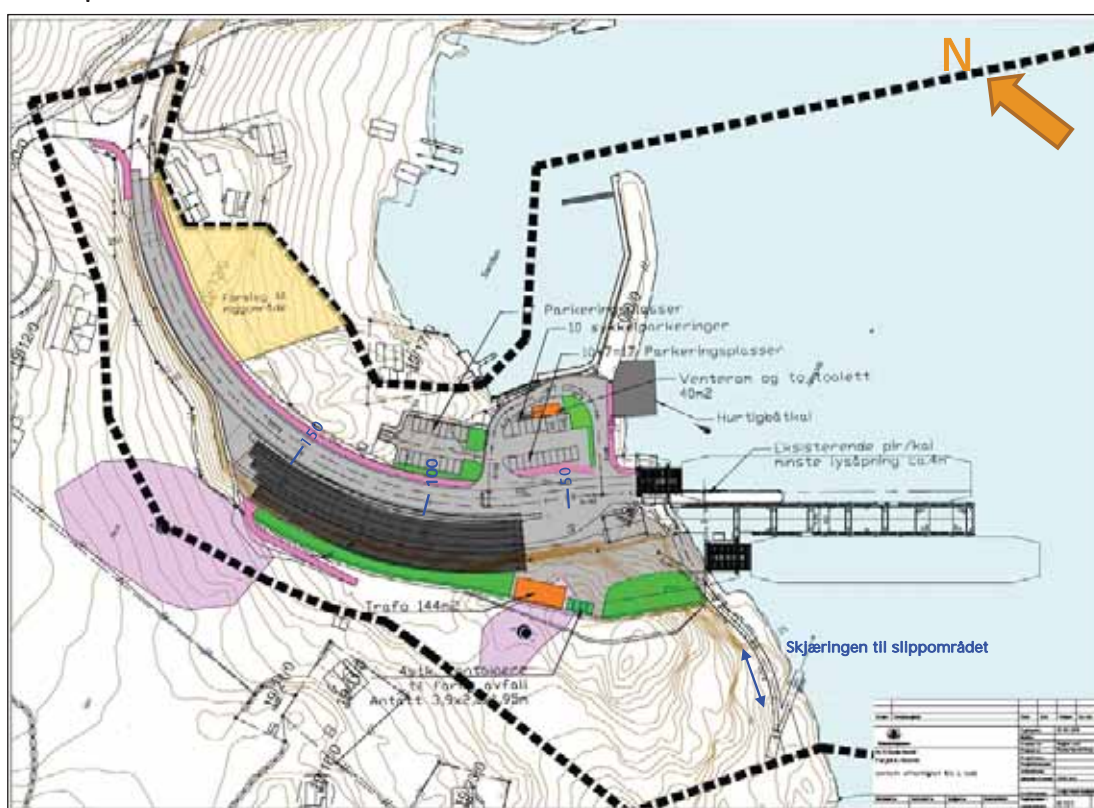
1. Statens vegvesen (2014): Vegbygging, Håndbok N200. Vegdirektoratet, Oslo.
2. Statens vegvesen (2009): Utfyllende bestemmelser for planlegging, prosjektering, bygging og vedlikehold av høye vegskjæringer i berg. NA-rundskriv 2009/11. Sveisnr: 2009/106520-001, Vegdirektoratet.
3. NGU (2015): Berggrunnskart (online). Norges Geologiske Undersøkelse. Tilgjengelig: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/> (hentet februar 2018).
4. NGU (2015): Løsmassekart (online). Norges Geologiske Undersøkelse. Tilgjengelig: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/> (hentet februar 2018).
5. NVE Aktsomhetskart – skred i bratt terreng: www.skrednett.no
6. Statens vegvesen (2014): NA-rundskriv 2014/08, Retningslinjer for risiko-akseptkriterier for skred på veg. Sveis 2013038896-023, datert 8.05.2014.
7. Statens vegvesen (2000): Fjellbolting, Håndbok V224. Vegdirektoratet, Oslo.
8. Statens vegvesen (2014): Prosesskode 1, standard beskrivelser for vegkontrakter, Håndbok R761. Vegdirektoratet, Oslo.
9. Norsk Standard (2001): NS 8141 Vibrasjoner og støt – måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk.
10. Statens vegvesen, Geo- og skredseksjonen v/ Tzatzakis, A. (2018): Geoteknisk rapport for reguleringsplan – R.13 Hjelmeland og Nesvik ferjekaier. Rapportnummer 30457-GEOT-1.
11. TerraTec AS (2017): Rapport – Bilbåren laserskanning og etablering DTM, Hjelmeland og Nesvik ferjekaier. Oppdragsnummer 50350/8181.
12. Parker Maritime AS (2017): Sjøbunnskartlegging utenfor Nesvik og Hjelmeland ferjekaier, Ryfylke – med Olex-presentasjoner.
13. Statens vegvesen v/Agnes Haker (21.12.2016): Rv.13, Hp 18, m15 – 165, Nesvik ferjeleie – Geologisk vurdering av bergsikring av skjæring.
14. Statens vegvesen (2014): Geoteknikk i vegbygging, Håndbok V220. Vegdirektoratet, Oslo.

Vedlegg 1 – Plantegninger planområdene

Hjelmeland planområde

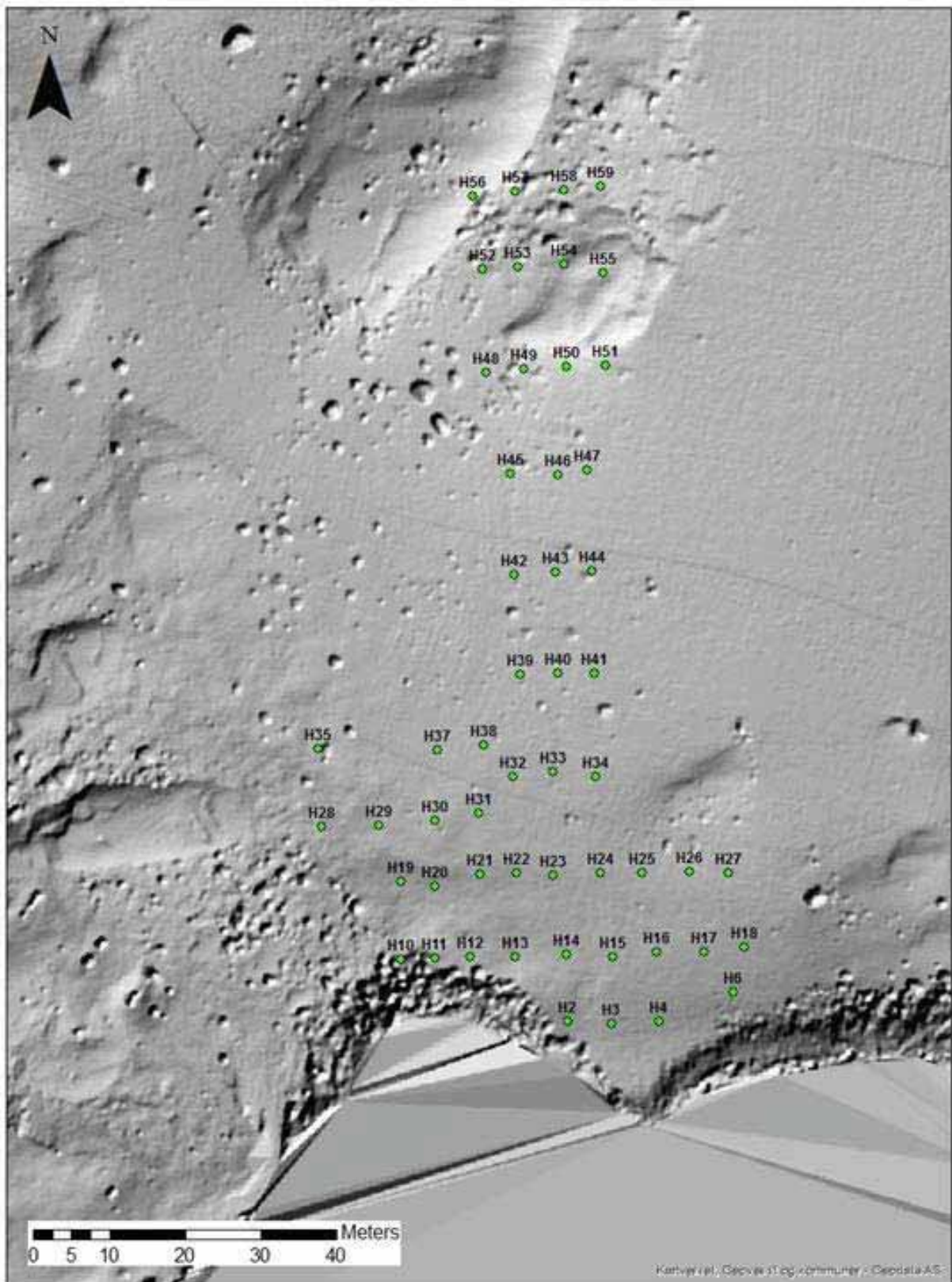


Nesvik planområde

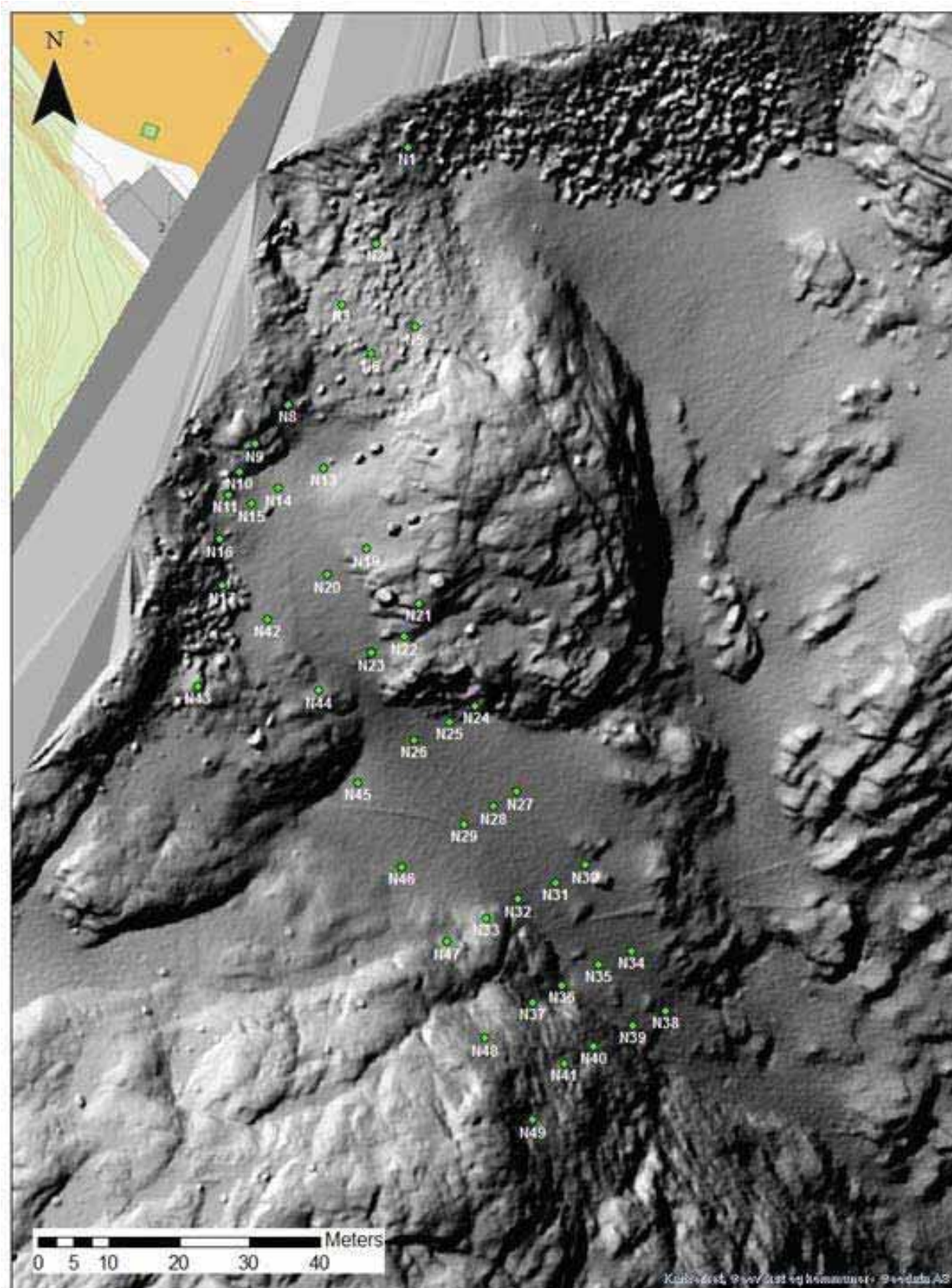


Vedlegg 2 – Terrengmodell med utførte grunnboringer

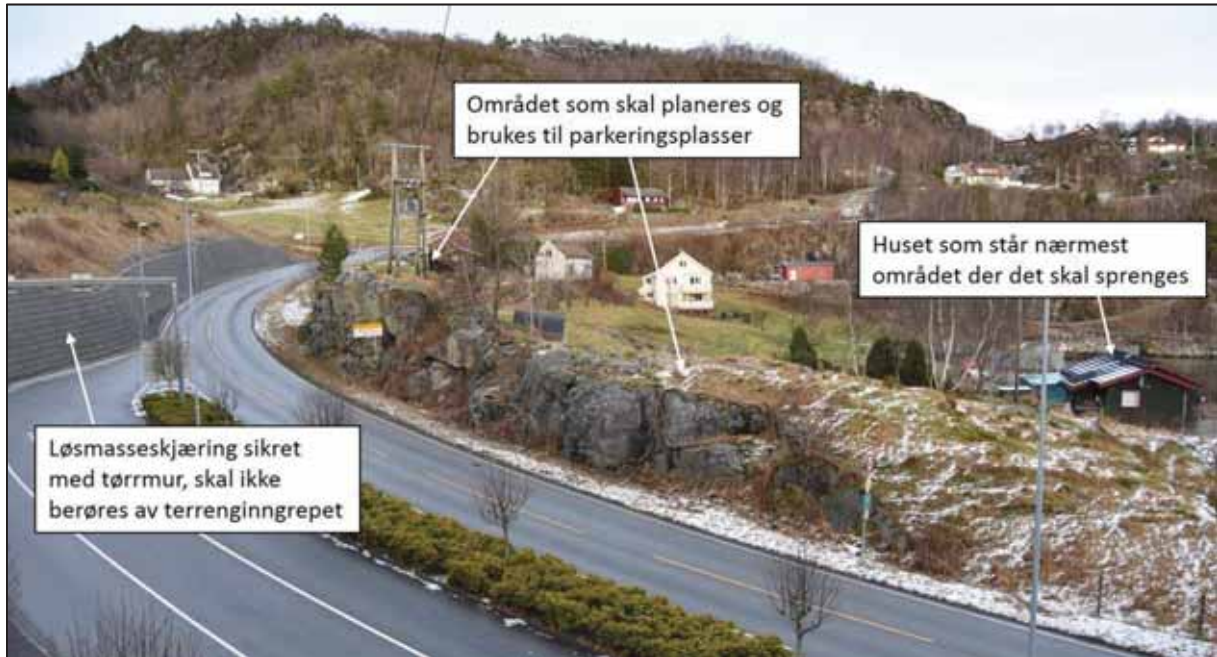
Hjelmeland borepunkt i sjøbunnen



Nesvik borepunkt i sjøbunnen



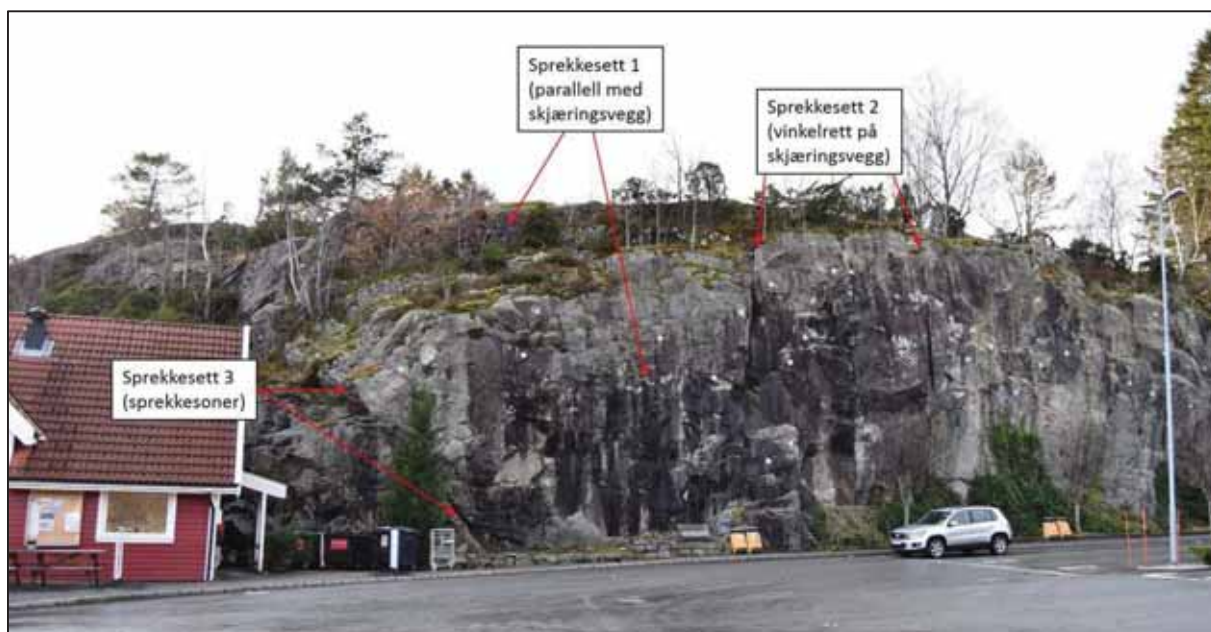
Vedlegg 3 – Bildevedlegg Nesvik landområdet



Bilde 1. Oversiktsbilde over østsiden av kaiområdet, som skal planeres.



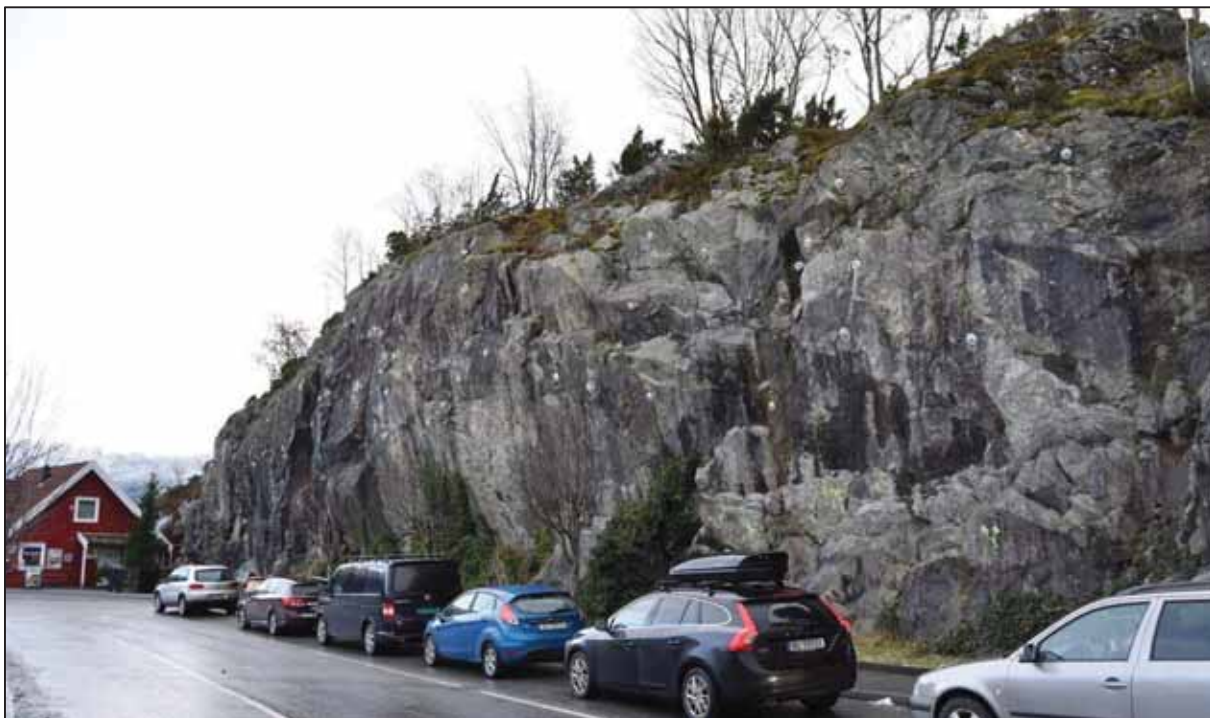
Bilde 2. Utsikt fra slippområdet ved sjøen på starten av den nye skjæringen ved profil 0.



Bilde 3. Bilde over dagens bergskjæring i området profil 30 – 70.



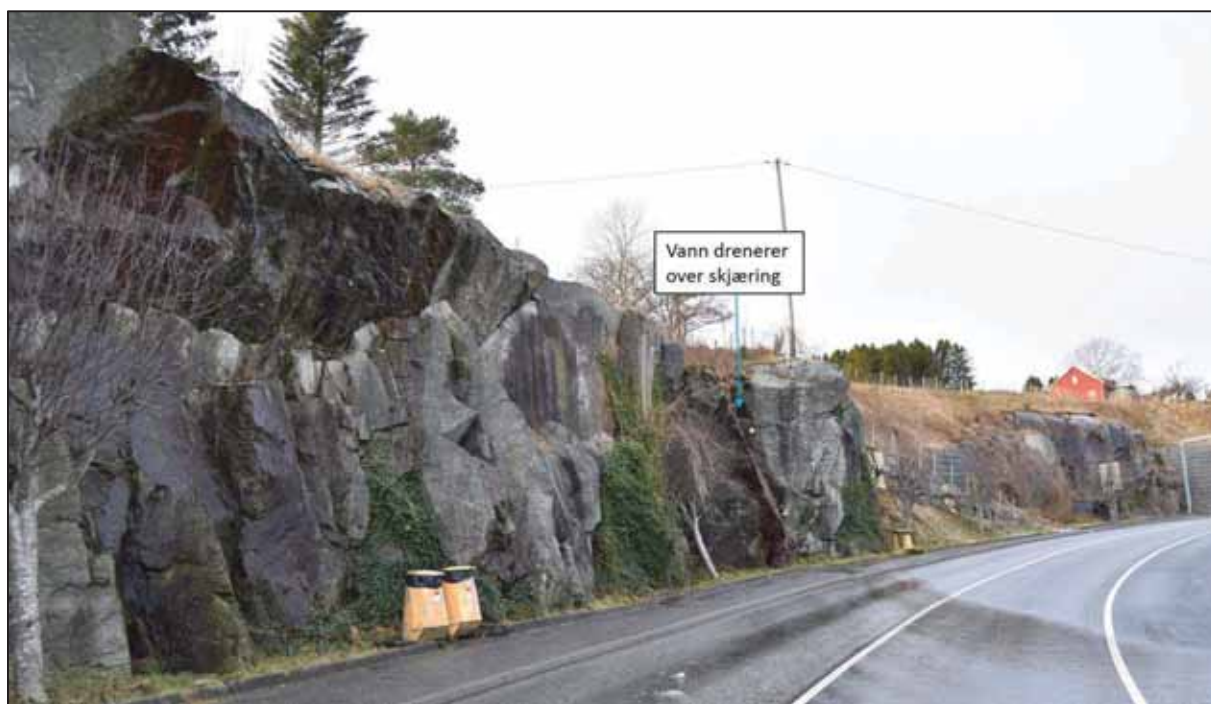
Bilde 4. Dagens bergskjæring sett fra ca. profil 50 til stien opp til marka ved ca. profil 140.



Bilde 5. Samme bergskjæring sett mot kiosken.



Bilde 6. Sprekkesone ved ca. profil 80.



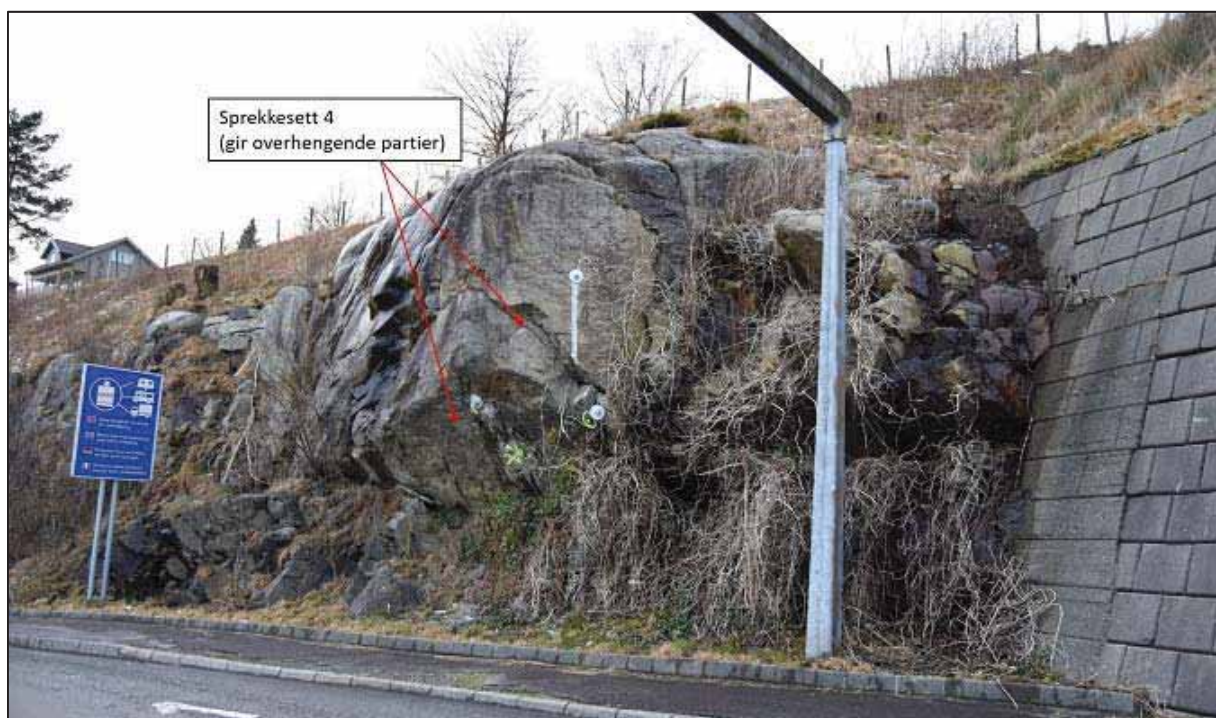
Bilde 7. Dagens bergskjæring fra ca. profil 90 til profil 160.



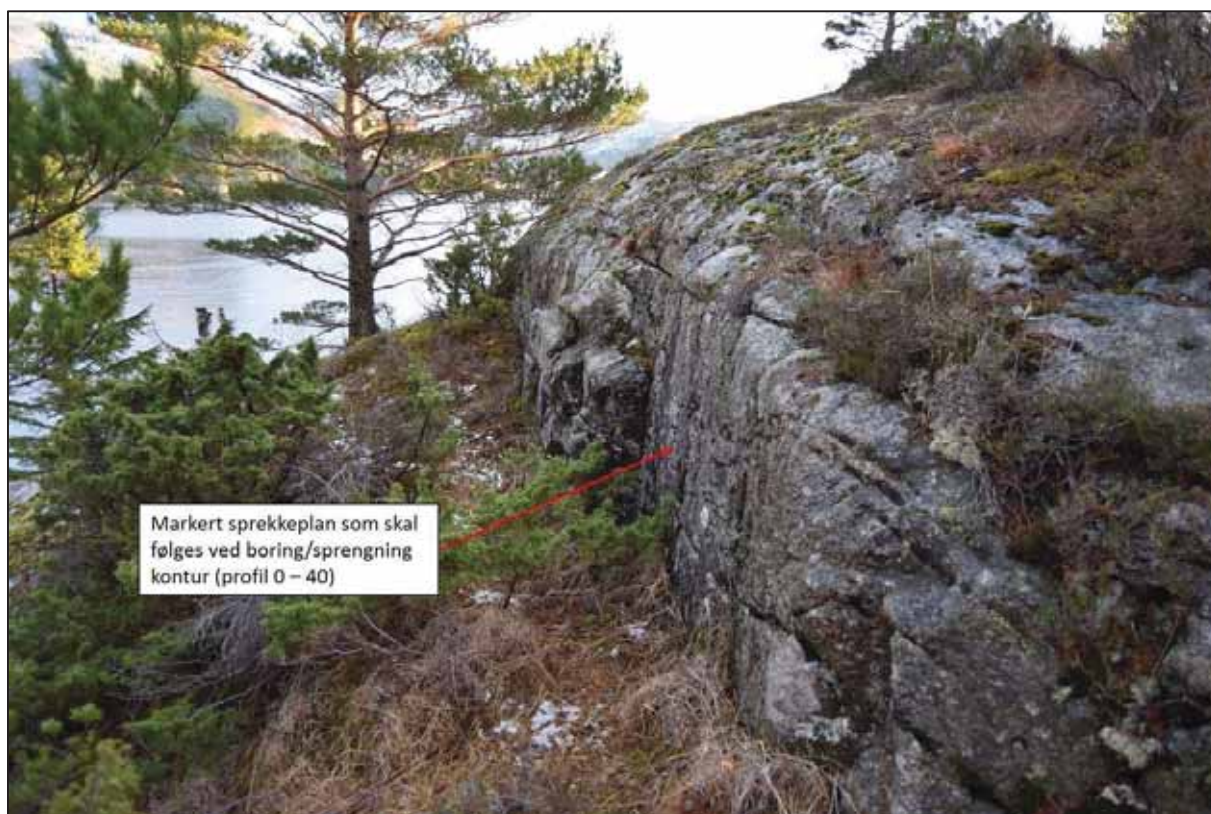
Bilde 8. Dagens skjæring med stien som går opptil marka. Mellom ca. profil 130 og 150 er skjæringen sikret med tørrmur over berg.



Bilde 9. Den oppsprukne bergskjæringen ved ca. profil 150.



Bilde 10. Dagens bergskjæring ved profil 150 – 160.



Bilde 11. Kartlegging på toppen av kollen. Her går det et markert sprekkesett som kan følges helt ned til sjøen.



Statens vegvesen
Region vest
Ressursavdelinga
Postboks 43, 6861 LEIKANGER
Tlf: 22073000
firmapost-vest@vegvesen.no

vegvesen.no

Trygt fram sammen