

VESTFOLD OG TELEMARK FYLKESKOMMUNE
NY FASTLANDSFORBINDELSE FRA FÆRDER
DETALJREGULERINGSPLAN

GEOTEKNISK RAPPORT

FAGRAPPORT

OPPDRAGSNR.	DOKUMENTNR.				
A122639	RAP-RIG-003				
VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
2.0	31.10.2022	Til PKK3 kontroll	TLSL	MDMR	OLER
3.0	06.06.2023	Til PKK3 kontroll	TLSL	MDMR	OLER
4.0	09.06.2023	Endelig versjon	TLSL	MDMR	OLER

DOKUMENTINFORMASJON	
Rapporttittel:	Geoteknisk rapport til detaljreguleringsplan for Ny fastlandsforbindelse fra Færder
Dato:	04.01.2023, revidert 09.06.2023
Utgave:	Endelig utgave til sluttbehandling
Filnavn:	RAP-RIG-003_Rev04 Geoteknisk fagrapport
Oppdragsgiver:	Vestfold og Telemark fylkeskommune
Kontaktperson hos Vestfold og Telemark fylkesskommune:	Nils Brandt
Utfører:	COWI AS
Prosjektleder COWI AS:	Olav Eriksen
Gjeldende revisjon utarbeidet av:	Torkel Sundahl (TSL), Borja Castaño Sanz (BCSA), Ganesh Palanichamy P (GAPP), Thomas Bjørhusdal (TOBS)
Sidemannskontroll:	Muhammad Adeel Mazhar (MDMR), José Cepeda (JOCP)
Godkjent:	Olav Eriksen (OLER)

1 FORORD

Denne fagrapporten er utarbeidet som en del av reguleringsarbeidet for *Ny fastlandsforbindelse fra Færder*. Rapporten tar for seg geoteknikk. Fagansvarlig for geoteknikk har vært Muhammad Adeel Mazhar.

Rapporten er revidert etter tredjepartskontroll(PKK3) hos VFK og endelig versjon gis ut som revisjon 4.

Revisjon 3 er en mellom versjon med endringer etter PKK3 kontroll.

Rapporten ble revidert i 2022 til revisjon 2 med hensyn til nye veibredder og andre geometriske justeringer gjort etter første utgivelse i 2020.

Det er ikke gjort nye beskrivelser og vurderinger av grunnforhold. Materialparametere brukt i 2020 er uforandret i denne revisjonens stabilitetsberegninger.

Tiltakshaver er Vestfold og Telemark fylkeskommune. Tiltakshavers prosjektleder har vært Nils Brandt, mens Olav Eriksen har vært oppdragsleder hos COWI.

Juni 2023
Oslo

INNHold

1	FORORD	3
2	SAMMENDRAG	6
2.1	Om denne rapporten	6
3	INNLEDNING	8
3.1	Bakgrunn og målsetting	8
3.2	Kort beskrivelse av tiltaket	8
4	PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER	10
4.1	Regelverk	10
4.2	Geoteknisk kategori	10
4.3	Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC)	11
4.4	Prosjekteringskontroll	11
4.5	Utførelseskontroll	11
4.6	Sikkerhetsnivå	12
4.7	Seismisk påvirkning	13
4.8	Funksjonskrav	15
5	GRUNNLAG	16
5.1	Kvartærgeologisk kart	16
5.2	NVE Naturfarekart	17
5.3	InSAR-kart	18
5.4	Utførte grunnundersøkelser	19
6	GEOTEKNISKE FORHOLD OG VURDERINGER	21
6.1	Området Bekkeveien og Kolberg	21
6.2	Området Ramdal	35
6.3	Området Smørberg	42
6.4	Området Hogsnes/Jarlsberg	47
6.5	Konstruksjoner	54
7	Områdestabilitet	58
8	Oppsummering geotekniske tiltak	58
9	Oppsummering grovt estimat, spuntbehov	58
10	GRUNNFORHOLDSMODELL	59
10.1	Datapunkter	59
10.2	Metodikk for modellering	59
10.3	Kvalitet av bergmodell	60
10.4	Beskrivelse av bergmodell	61

11 REFERANSER

63

VEDLEGGSOVERSIKT

- Vedlegg 1 Plantegning med oversikt over tverrsnitt og borpunkt
- Vedlegg 2 Aktuelle tverrsnitt
- Vedlegg 3 Stabilitetsberegninger
- Vedlegg 4 Plantegninger med skisserte tiltaksbehov
- Vedlegg 5 Aktuelle tolkede CPTu- og labforsøk
- Vedlegg 6 NVEs naturfarekart for planområdet

2 SAMMENDRAG

På oppdrag fra Vestfold og Telemark fylkeskommune (VTFK) har COWI AS utarbeidet borprogram, bistått VTFK med oppfølging av grunnundersøkelser og utført geotekniske vurderinger av planområdet i forbindelse med detaljregulering for Ny Fastlandsforbindelse fra Færder.

Dagssonene i planområdet består av varierende grunnforhold. Det er påvist sensitiv leire og kvikkleire i et eller flere punkter i alle de fire dagssonene; Kolberg, Ramdal, Smørberg, Jarlsberg. For å tilfredstille geotekniske krav for planlagte veiltak vil det bli nødvendig med tiltak som fylling med lette masser, spunt og grunnforsterkning med bruk av kalksementpeler.

2.1 Om denne rapporten

Denne geotekniske fagrapporten er en del av faglig grunnlag for reguleringsplan og skal danne grunnlag for å avklare arealbehov, løsninger og tiltak innenfor planområdet.

Prosjektområdet for geotekniske vurderinger er delt inn i følgende delområder:

- > Kolberg
- > Ramdal
- > Smørberg
- > Jarlsberg

Færderbrua er behandlet separat i NOT-RIG-003 og NOT-RIG-004.

Det er foretatt geotekniske vurderinger og prosjektering for å avklare gjennomførbarhet/byggbarhet av veiltak samt nødvendige geotekniske tiltak. Dette omfatter vurdering av følgende temaer:

- > Stabilitet
- > Setninger
- > Områdestabilitet, se NOT-RIG-006 [1]
- > Vurdering av de mest kritiske midlertidige tiltak i anleggsfasen
- > Usikkerheter knyttet til grunnforhold

Det er utført miljøtekniske undersøkelser av mulig forurensset grunn. Dette er behandlet i fagrapport miljø som en del av reguleringsplanarbeid. Miljøforhold behandles ikke ytterligere i denne rapporten.

I denne rapporten henvises det til veitrasé og profilnummering som beskrevet i fagrapport vei og prosjektets veimodell.

3 INNLEDNING

3.1 Bakgrunn og målsetting

Dagens eneste fastlandsforbindelse for øyene i Færder kommune, med ca. 30 000 innbyggere, er Kanalbrua i Tønsberg sentrum. I 2009 ba fylkeskommunen og kommunene i området om en konseptvalgutredning (KVU) av helhetlige transportløsninger for Tønsberg-området. Bakgrunnen for anmodningen var uro over et overbelastet veinett, dårlig fremkommelighet for kollektivtrafikk, belastning av bymiljø og sårbar forbindelse mellom Nøtterøy og fastlandet.

En ny fastlandsforbindelse skal legge til rette for at trafikk fra Smidsrødveien, Kirkeveien og Ramdal/Kaldnes får en alternativ trasé til fastlandet uten bruk av Kanalbrua. En ny forbindelse skal dekke behovet for en effektiv, robust og samfunnssikker fastlandsforbindelse, og håndtere trafikkøkningen fra forventet befolkningsvekst på en miljøvennlig måte.

Ny fastlandsforbindelse fra Færder er et delprosjekt i Bypakke Tønsberg-regionen. Bypakken skal løse oppgaven om et helhetlig transportsystem for Tønsberg. Interkommunal "Kommunedelplan for ny fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme" ble vedtatt i mars 2019, og denne detaljreguleringsplanen følger opp kommunedelplanen.

Denne rapporten tar sikte på å identifisere og beskrive nødvendige geotekniske tiltak i planområdet.

Rapporten er revidert i henhold til de veigeometriske endringer som foreligger i siste revisjon av reguleringsplan per oktober 2022.

Kritiske tverrsnittene som er brukt for stabilitetsberegninger er de samme som sist, men har blitt oppdatert med ny veigeometri (posisjon, bredde, fyllingshøyde, skjæringsutforming osv.). Vurderinger og anbefalinger knyttet til geotekniske tiltak er oppdatert i henhold til nye beregninger.

Det er også gjort beregninger for spunt. Vurderinger knyttet til dette er også inkludert i denne revisjonen av fagrapporten.

3.2 Kort beskrivelse av tiltaket

Tiltaket omfatter en strekning på ca. 6 km. I Færder kommune starter prosjektet med en ny tverrforbindelse mellom Smidsrødveien og Kirkeveien ved Kolberg. Videre fortsetter forbindelsen i tunnel under Teieskogen og kommer ut i dagen ved Ramdal/Munkerekkeveien. Fra Ramdal går forbindelsen inn i tunnel under Rambergåsen før fjordkryssing over til Smørberg i Tønsberg kommune. Fra Smørberg går forbindelsen så i tunnel under Hogsnesåsen og kommer ut i bunnen av Hogsnesbakken. Herfra følger den dagens FV 303 frem til påkobling mot Semslinna ved Jarlsberg travbane.

Kommentert [MSS1]: Ble endringene og vedlegg til rapporten oppdatert i forhold til disse endringene?

Kommentert [TS2R1]: Ja.

Kommentert [MSS3]: FV 303

Figur 2: Snitt av traseen (fra KDP).

4 PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER

4.1 Regelverk

Følgende regelverk og standarder ligger til grunn for prosjekteringen:

- Håndbok N200 Vegbygging, 2021 [2]
- Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2018 [3]
- Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, 2014 [4]
- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (Eurokode 0) [5]
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020: Geoteknisk prosjektering del 1: Allmenne regler (Eurokode 7) [6]
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. [7]
- NVE Veileder 1/2019 Sikkerhets mot kvikkleireskred [8]
- Rapport nr. 604 Jordskjelvdesign i Statens vegvesen, 2017 [9]

4.2 Geoteknisk kategori

N200 kap. 1.1.2.1 viser til krav til prosjektering i Eurokode 7 ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering».

Prosjektet har et stort omfang og variasjon i kompleksitet. Ulike deler av prosjekter kan plasseres i ulike geotekniske kategorier.

Konstruksjoner som bruer (inklusive Færderbrua), portaler og kulverter i prosjektet vurderes til å være av konvensjonell type konstruksjoner med fundamentering i komplekse forhold, og det velges krav til prosjektering av konstruksjonene i henhold til **geoteknisk kategori 3**. Støttmurer som blir fundamentert på fyllmasser kan klassifiseres i **geoteknisk kategori 2**.

Veifyllinger og skjæringer som etableres på/i stedlige masser uten unormale risikoer (ikke kvikk eller sensitiv leire) kan plasseres i **geoteknisk kategori 2**.

Der det utføres fylling i vann eller på grunn med kvikkleire/sprøbruddmaterialer gjelder **geoteknisk kategori 3**. Skjæringer og midlertidige støttekonstruksjoner (spunt, rørvegg osv.) i grunn der brudd kan oppstå i kvikkleire/sprøbruddmateriale vurderes til **geoteknisk kategori 3**.

4.3 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC)

N200 kap. 1.1.2.2 og 1.1.2.3 viser til Eurokode 0, definerer konstruksjoners plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901).

Valg av geoteknisk konsekvensklasse velges basert på veiledning i tabell 0-1 i V220 [3]. For bergskjæringer skal velges konsekvensklasse etter tilsvarende geoteknisk kategori, jf. tabell 202.1 i N200.

For geoteknisk prosjektering ved Fastlandsforbindelsen er det i utgangspunktet valgt **konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC) 3**. Dette gjelder også Færderbrua. Lavere konsekvensklasse / pålitelighetsklasse kan velges i tilfeller hvor det vurderes å være ukompliserte forhold (lave fyllinger/skjæringer).

For geoteknisk prosjektering ved sideveier og mindre konstruksjoner kan det vurderes **konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC) 2**.

4.4 Prosjekteringskontroll

N200 kap. 203.1 viser til Eurokode 0, som gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll avhengig av pålitelighetsklasse.

I henhold til Eurokode 0 tabell NA.A1 (902) innebærer dette at det for prosjekteringskontroll av geotekniske arbeider i CC3/RC3 kan forutsettes kontrollklasse PKK3, hvilket medfører at det skal foretas utvidet kontroll av et uavhengig foretak.

For geotekniske arbeider i CC2/RC2 kan det forutsettes kontrollklasse PKK2 og dette utføres iht. Eurokode 7 [6].

4.5 Utførelseskontroll

N200 kap. 1.2.2 viser til Eurokode 0, som gir føringer for krav til omfang av utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse. I henhold til tabell NA.A1 (904) innebærer dette at det må utføres kontroll av geotekniske arbeider. For CC3/RC3 forutsettes kontrollklasse UKK3 hvilket medfører at det skal foretas utvidet kontroll av et uavhengig foretak [eller byggherre, i fr. N200 kap. 203.3](#).

For CC2/RC2 forutsettes kontrollklasse UKK2, hvilket medfører at det skal foretas utvidet kontroll av et uavhengig foretak [eller byggherre](#). Kontrollen kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert.

I tillegg til prosjekteringskontroll som nevnt over ligger det også krav til at kontroll av utredningsarbeid knyttet til områdestabilitet, utføres av uavhengig kvalifisert foretak, iht. NVE 1/2019.

Kommentert [MSS4]: Utførelseskontroll, UKK3, for CC/RC3 kan også utføres av BH, se N200 kap. 203.3 Krav til kontrollform

Kommentert [TS5R4]: Legges til.

Kommentert [MSS6]: Eller BH siden UKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert

Kommentert [TS7R6]: Legges til.

4.6 Sikkerhetsnivå

Kravene til minste beregningsmessige partialfaktor i CC3 ved sprøbrudd tilfredsstilles med $\gamma_m \geq 1,6$ for både effektivspenningsanalyse og for totalspenningsanalyse, jf. N200, tabell 1.4.2.

For å benytte lavere partialfaktorer, må det vises sammenheng mellom grunnforhold i prosjektområdet og potensiell bruddmekanisme.

I CC2 benyttes materialfaktor iht. tabell 1.4.2-1 og 2, gitt i det etterfølgende. For marin leire, som det finnes mye av prosjektområdet, legges $\gamma_m \geq 1,5$ til grunn for både effektiv- og totalspenningsanalyse. For områder med påvist kvikkleire anføres CC3 og sprøtt, kontraktant brudd. Krav til sikkerhet/materialfaktor blir følgelig $\gamma_m \geq 1,6$, for både effektiv- og totalspenningsanalyse.

Tabell 1.4.2—1 — Partialfaktorer for $\gamma_{M,\phi}$ og $\gamma_{M,c}$ ved effektivspenningsanalyser

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,3	1,4
CC2 Alvorlig	1,3	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Tabell 1.4.2—2 — Partialfaktorer for $\gamma_{M,cu}$ ved totalspenningsanalyser

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,4 <u>a</u>	1,4 <u>a</u>	1,4
CC2 Alvorlig	1,4 <u>a</u>	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Figur 3:

I bruddgrensetilstand er partialfaktor for lastene $\gamma_Q = 1,3$ ($\gamma_Q = 0$ hvis lasten har gunstig virkning) for dominerende variabel laster og $\gamma_G = 1,0$ for permanente laster i henhold til Eurokode 0 tabell NA.A1.2(C). For trafikklaster ved stabilitetsberegninger benyttes jevnt fordelt karakteristisk last på 15 kPa over hele veibredden hvis dette er mest ugunstig, og 10 kPa for gang- og sykkelveier, ref. kap 1.4.5 i [2].

Med hensyn til områdestabilitet gjelder krav til sikkerhet iht. NVE veileder 1/2019 ref. [8].

NVE-Atlas viser flere små områder med kartlagt kvikkleire i prosjektområdet. Disse områdene er kartlagt av Statens vegvesen i forbindelse med veibygging. Disse soner vises ikke med faregrads- og aksomhetsvurdering i NVE Atlas. Basert på historiske og nye vurderinger er det antatt lav eller middels faregrad (samme krav til sikkerhet gjelder for disse to).

For denne typen tiltak, tiltakskategori K4, «Stor tilflytning/personopphold samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner», gjelder følgende krav til sikkerhet:

Sikkerhetskrav i henhold til veilederen er $F \geq 1,61$ hvis tiltaket gir forverring. Gir tiltaket omåde en forbedret stabilitet er sikkerhetskravet $F > 1,4$. Evt. en fastsatt prosentvis forbedring dersom sikkerheten er $F < 1,4$. Dette er nærmere beskrevet i NVE *kvikkleireveilederen 1/2019* [8].

Dersom det er aktiv erosjon som kan påvirke tiltaket skal det utføres sikringstiltak som forhindrer erosjonen.

4.7 Seismisk påvirkning

For krav til vurdering av seismiske påvirkninger vises det til N200 kap. 205.7, som viser til Eurokode 8 del 1, ref. [7].

Ut fra figur NA.3(901) fås en spissverdi for berggrunnens akselerasjon (a_{g40Hz}) i Tønsberg på $0,5 \text{ m/s}^2$. Dette gir en referanseverdi på grunnakselerasjon for grunnforhold type A (a_g) på

$$a_{gR} = 0,8 \cdot a_{g40Hz} = 0,8 \cdot 0,55 \text{ m/s}^2 = 0,44 \text{ m/s}^2$$

Ut fra Tabell NA.4(902) vurderes prosjektet generelt å være i seismisk klasse III, pga. konsekvens ved utglidning og viktighet av vei, svarende til en seismisk faktor (γ_I) på 1,4 i henhold til Tabell NA.4(901). Vurdering av seismisk klasse for konkrete brukskonstruksjoner og kulverter er ikke gjort i denne rapport. Dette vurderes separat for hvert enkelt tilfelle. Dimensjonerende grunnakselerasjon for grunntype A (a_g) for seismisk klasse III er gitt herunder

$$a_g = \gamma_I \cdot a_{gR} = 1,4 \cdot 0,44 \text{ m/s}^2 = 0,616 \text{ m/s}^2$$

Generelt kan løsmasseprofil i området være S_2 for bløte, sensitive leirer og er vurdert konservativt til grunntype S_2 ut ifra Tabell NA.3.1. Grunntype S_2 er beskrevet som: «Avleiringer av jord som kan gå over i flytefase (liquifaction), sensitive leirer eller annen grunnprofil som ikke er med i type A-E eller S_1 ». Grunntype S_1/S_2 gir en forsterkningsfaktor som kan variere med tykkelse av løsmasser i henhold til Tabell 5-2 i Rapport nr. 604, Jordskjelv design i Statens vegvesen, oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1: Forsterkningsfaktor, S , for Grunntype S

Dybde til berg (m)	Forsterkningsfaktor, S
6-20	1,7
20-35	1,6
35-50	1,5

Andre grunntyper kan være aktuelt i enkelte områder og da kan forsterkningsfaktor (S) velges i henhold til Tabell NA.3.3 i Eurokode 8 del 1.

Seismisk faktor $a_g \cdot S$ styrer seismisiteten for konstruksjoner. Med basis i ovenstående fås seismisk faktor $a_g \cdot S$ for grunntype A som gitt under:

$$a_g \cdot S = 0,616 \text{ m/s}^2 \cdot 1,0 = 0,616 \text{ m/s}^2$$

Seismisk faktor $a_g \cdot S$ for andre grunntyper med seismisk klasse III er i Tabell 2.

Tabell 2. Seismisk faktor

Grunntype	Forsterkningsfaktor, S	$a_g \cdot S$ (m/s ²)
A	1,0	0,616
B	1,3	0,801
C	1,4	0,862
D	1,55	0,955
E	1,65	1,016
S_1^*	1,5 – 1,7	0,924 – 1,047
S_2^*	1,5 – 1,7	0,924 – 1,047

*Verdi for seismiskfaktor iht. rapport 604 [9].

I nasjonalt tillegg til Eurokode 1998, del 1, NA.3.2.1(4), fastslås det at byggverk kun kan dimensjoneres etter gjeldende bestemmelser for lav seismisitet hvis $a_g \cdot S < 0,1 \cdot g = 0,98 \text{ m/s}^2$.

For bruer i seismiskklasse IV kreves alltid påvisning av tilstrekkelig sikkerhet, jf. NA.3.2.1(5)P i Eurokode 8, del 1.

Behov for seismiske laster i stabilitetsanalyser vurderes nærmere i detaljprosjektering.

4.8 Funksjonskrav

4.8.1 Levetid

I henhold til NS-EN 1990:2002+NA:2006/1/ skal konstruksjonene i prosjektet ha en levetid på 100 år.

4.8.2 Setninger på vei

Setninger på vei skal ikke overstige grenseverdier gitt i kapittel 1.5 Statens vegvesens Håndbok N200 [2].

I henhold til tabell 1.5.1 i N200 [2] er største tillatte setning på veien 45 cm i løpet av 40 år etter ferdigstilling av anlegget.

I tillegg skal setninger på langs og på tvers vurderes i henhold til kapittel 1.5.2 og 1.5.3 i N200 [2] for hvert tilfelle.

4.8.3 Støttekonstruksjoner

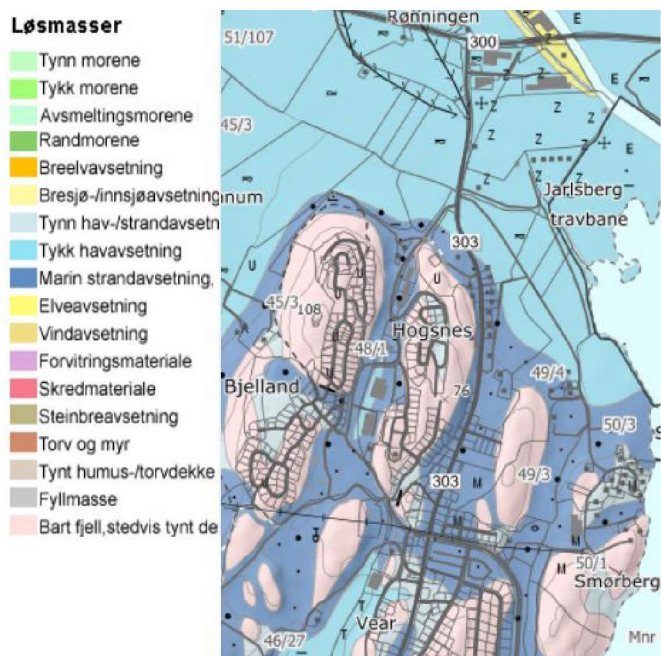
Støttekonstruksjoner skal dimensjoneres slik at de opprettholder sin funksjon i hele levetiden til prosjektet, her 100 år.

For ytterligere detaljer angående dimensjoneringskrav, se kapittel 5 i Statens vegvesens Håndbok N200 [2].

5 GRUNNLAG

5.1 Kwartærgeologisk kart

Planområdet ligger under marin grense og er preget av tykk havavsetning og marin strandavsetning, jf. Figur 4 og Figur 5. Grunnundersøkelser bekrefter det som fremkommer på kvartærgeologiske kart og i enkelte områder er det betydelig mektighet av løsmasser over berg. I områder markert med marin strandavsetning, gjelder spesielt Smørberg, Ramdal og Kolberg, finnes tykke havavsetninger under eventuelle lag med marin strandavsetning.

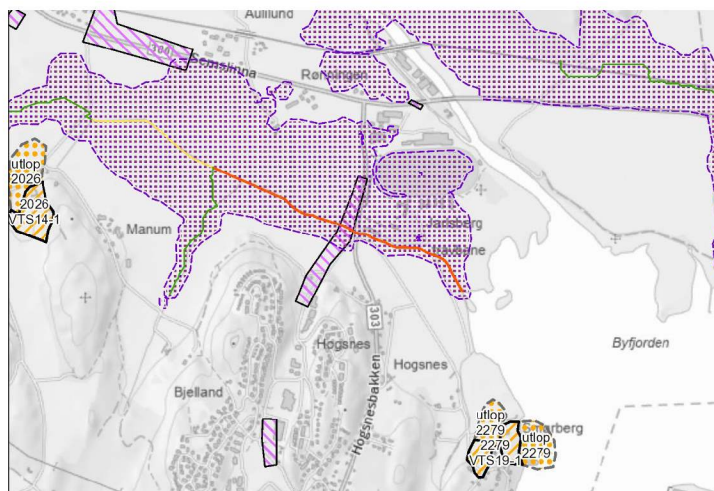


Figur 4. Løsmassekart vest for Vestfjorden



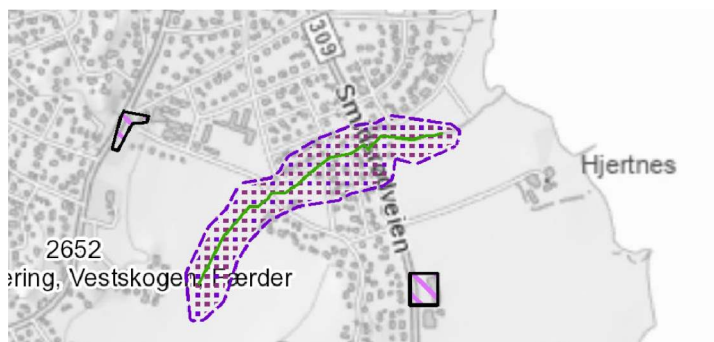
Hele planområdet ligger under marin grense, som er angitt på ca. kote +174. Naturfarekart for deler av planområdet som er kartlagt med potesialle naturfarer er vist på Figur 6 og Figur 7. Et mer detaljert kart av samme område er vises på vedlegg 5.

[https://vtfk-my.sharepoint.com/personal/nina_knutsen_vtfk_no/Documents/Skrivebord/Til prosjekthotell 040723/Endre dato ok/RAP-RIG-003 Geoteknisk fagrapport.docx](https://vtfk-my.sharepoint.com/personal/nina_knutsen_vtfk_no/Documents/Skrivebord/Til%20prosjekthotell%20040723/Endre%20dato%20ok/RAP-RIG-003%20Geoteknisk%20fagrapport.docx)



Figur 6. Oppdatert naturfarekart for Hogsnes/Jarlsberg med kvikkleiresoner (oransj skraver og lilla linje skraver) og flom-aktomhetsområder (lilla prikkete skraver)

Figur 7 under viser sør-østlig del av planområdet (Kolberg-Bekkeveien). Som vist i figuren er deler av tiltaksområdet innenfor aktsomhetsområde for flom (prikkete lilla skraver). Aktsomhetsområde for flom er ikke det samme som 200-års-flom. Den planlagte veien i området prosjekteres mot 200-års-flom. Tiltaket ligger ikke innenfor NVEs definerte område for 200-års-flom [10]. Figur 7 viser også kartlagte kvikkleiresoner markert med lilla linje skraver (SVV).



Figur 7. Naturfarekart for Kolberg/Bekkeveien med kvikkleire soner (lilla linjer) og flom-aktomhetsområder (prikkete lilla skraver)

5.3 InSAR-kart

NGUs InSAR-kart er vurdert for planområdet. Generelt er det ingen områder som indikerer betydelige setninger. Det er imidlertid spredte enkeltpunkter som

viser setninger det kan være verdt å undersøke videre. Dette kan vurderes i detaljprosjekteringsfasen.

5.4 Utførte grunnundersøkelser

I forbindelse med tidligere vei- og utbyggingsprosjekter er det gjennomført grunnundersøkelser i deler av planområdet. Undersøkelsene er både utført i regi av Statens vegvesen og andre utbyggere.

Nye felt- og laboratorieundersøkelser er utført av Statens vegvesen, i perioden okt 2019 – april 2020 og foreligger nå ved følgende 6 datarapporter:

- B11253-GEOT-01 Ny Fastlandsforbindelse fra Færder – Kolberg – Geoteknisk datarapport
- B11253-GEOT-02 Ny Fastlandsforbindelse fra Færder – Ramdal – Geoteknisk datarapport
- B11253-GEOT-03 Ny Fastlandsforbindelse fra Færder – Vestfjorden – Geoteknisk datarapport
- B11253-GEOT-04 Ny Fastlandsforbindelse fra Færder – Smørberg – Geoteknisk datarapport
- B11253-GEOT-05 Ny Fastlandsforbindelse fra Færder – Hogsnes – Geoteknisk datarapport
- B11253-GEOT-06 Ny Fastlandsforbindelse fra Færder – Jarlsberg – Geoteknisk datarapport

Det er i størst grad resultater fra nye grunnundersøkelser som er benyttet for geotekniske vurderinger for reguleringsplanarbeid. Det er også benyttet tidligere utførte rapporter for området i vurdering av grunnforhold. Det må bemerkes at det er kun de resultatene som var nødvendig for å utføre geotekniske vurderinger som er tolket og presentert som vedlegg til denne rapporten. For resten av grunnlaget vises det til datarapporter for de ulike områdene.

Følgende rapporter er vurdert å være relevante og kan bli inkludert som grunnlag for bestemmelse av materialegenskaper i grunnen:

- Områdestabilitet, Grunnteknikk AS, 2013 [11]
- Grunnundersøkelser for boligprosjekt, Grunnteknikk AS, 2013 [12]
- Geoteknisk datarapport for Linje 11500, Rambøll [13]
- Geoteknisk datarapport, Smidsrødveien 36-60, Multiconsult [14]
- Geoteknisk notat (bl.a VL 11500), Rambøll, 2017 [13]
- Grunnundersøkelser Ny vegforbindelse Tønsberg-Nøtterøy, Kryssing av kanalen, SVV (Zd75A-1)
- Geoteknikk, Rv. 303 Hognestunnelen, datarapport [15]
- Grunnundersøkelser Rv. 303 Bjellandbakken (Zd204A-1) [16]

6 GEOTEKNISKE FORHOLD OG VURDERINGER

Dette kapitlet identifiserer hvilke områder som krever geotekniske vurderinger og gir en beskrivelse av grunnforhold og foreslåtte tiltak.

6.1 Området Bekkeveien og Kolberg

I området skal eksisterende vei utvides, samt det skal bygges nytt veikryss ved Kolberg. For nærmere beskrivelse av området og omfang på grunnundersøkelser, se datarapport for Kolberg [17]. Tabell 3 under viser en oversikt over grunnundersøkelser i området utført for prosjektet.

Tabell 3. Oversikt over grunnundersøkelser i området

1000 - serie	Totalsonderinger	CPTu	Poretrykksmålere	Prøveserier
Antall	60	18	7	5

6.1.1 VL20000 Profil 90 planlagt rundkjøring Smidsrødveien

I krysset Bekkeveien – Smidsrødveien skal det etableres en rundkjøring på fylling, se Figur 8. I østlig retning strekker planlagt fylling seg ut over eksisterende vei, ned i en mindre bekkedal. Bekken er lagt i rør gjennom Bekkeveien, under Smidsrødveien og ca. 120 m videre ut mot øst.

Innledende vurderinger har vist at stabiliteten uten tiltak i dette området har en sikkerhetsfaktor på ca. 1.2. En fylling på toppen av bekkedalen vil forverre stabilitetsforholdene og vil kreve tiltak for å sikre tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning. Dette er videre vurdert under.



Figur 8. Planlagt rundkjøring, Smidsrød

Grunnundersøkelser

I tillegg til undersøkelsene i Tabell 4, er tidligere utførte undersøkelser tatt med i vurderingen der de er aktuelle. Borpunktens plassering vises på borplan i Geoteknisk datarapport for Kolberg [17]. Aktuelle rapporter for området er «Geoteknisk datarapport – 811642-1», Multiconsult [18], «Geoteknisk datarapport – 812400/1», Multiconsult [14].

Tabell 4. Aktuell grunnundersøkelser i området

1100 – serie	Totalsonderinger	CPTu	Poretrykksmålere	Prøveserier
Antall	6	2	1	1

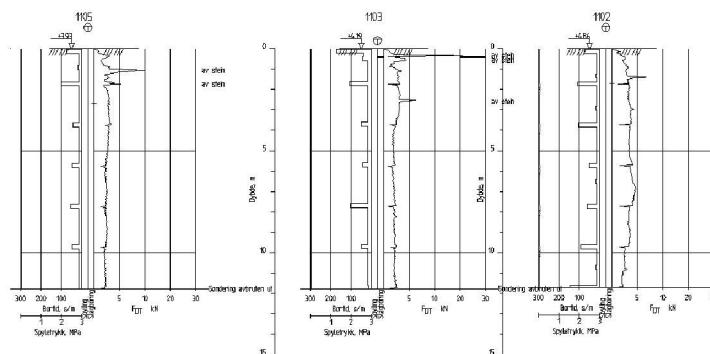
Veilinen er revidert etter utarbeidelse av borplan og senter rundkjøringen er flyttet noe i retning Bekkeveien. Plassering av grunnundersøkelsene i forhold til veilinja anses likevel som dekkende.

Grunnforhold

I lengderetning fra Bekkeveien ut mot rundkjøringen faller terrenget noe mot øst. Utførte borer viser at massene i grunnen har meget lav til lav sonderingsmotstand under 5 kN ned til sonderingene avsluttes på ca. 12 meters dybde, se Figur 9.

Resultater fra borhull «Pr.1» utført av Multiconsult [18] viser tørrskorpe med 1-2 meters mektighet. Videre påtreffes sandig leire i ca. 2 meters mektighet. Frem til prøven avsluttes på 10 meters dybde registreres bløt kvikkleire med varierende innhold av silt, sand og grus. Udrenert skjærstyrke fra indeksforsøk varierer mellom 10-15 kPa. Romvekt er 19 kN/m³ og vanninnhold er 20-40 %. Prøven er tatt i det som tilsvarer ca. profil 25 i veilinja 10000_B. Prøven korresponderer bra med resultater fra borhull 1105. CPTu 1105 viser økende aktiv udrenert skjærstyrke fra 15-32 kPa. Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3.

Det er ikke påvist berg i de utførte sonderingene. Borpunktens plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Kolberg [17].



Figur 9. Totalsondering 1102, 1103 og 1105.

Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannstand er registrert i poretrykksmåler 1105. Multiconsult registrerte høyt artesisk trykk over antatt berg i borhull 1, som ligger ca. i profil 25 i veillinje 10000_B. [18]. Resultat fra nye målinger vises i Tabell 5. For ytterligere detaljer om poretrykk, se geoteknisk datarapport for Kolberg [17].

Tabell 5. Poretrykksmåler 1105

Borhull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / spisskote	Trykknivå / grunnvannstand
1105	+ 3,93	Elektrisk	7 / -3,07	77 kPa / +4.63
Antar grunnvannstand i terreng. Noe hydrostatisk overtrykk. Avlest midt februar – midt mars 2020.				

Vurderinger og anbefalinger

Planlagt rundkjøring ligger ca. 1 meter over dagens veinivå. I utvidelsen i østlig retning ligger prosjektert fylling ca. 2 meter over dagens terreng. Fyllingen er vurdert med tanke på stabilitet og setning.

Det er tidligere gjort utredning av Multiconsult [18] i forbindelse med et VA-prosjekt i området. Det er satt spunt på østsiden av dagens vei ifm. rørpressing under Smidsrødveien.

Det er gjort stabilitetsvurderinger for stabilitet av dagens situasjon og planlagt tiltak. Se snitt *Smidsrød E* på plantegning vedlegg 1; T01, og snittegning vedlegg 2; V1009.

Lokalstabiliteten i området er utfordrende med en sikkerhetsfaktor på ca. 1,2 for planlagt situasjon uten stabiliserende tiltak. Etablering av ny fylling vil i utgangspunktet forverre situasjonen.

Kommentert [MSS8]: Ble det vurdert behov for å foreta ytterligere avlesninger for å dokumentere evt. Seasons variasjoner?

Kommentert [TS9R8]: Dette vurderes internt av VTFK.

Kommentert [TS10R8]: Resultat fra nye avlesninger inkluderes i neste planfase.

For å ivareta krav til sikkerhet anbefales det å benytte lettfylling, f. eks. i form av skumglass, i kjernen av fyllingen som strekker seg ut over eksisterende veillinje. Deler av tørrskorpelaget må også masseutskiftes. Estimerte nødvendige mengder skumglass er oppsummert i kapittel 8.

Det er ikke behov for kalksementpeler for å møte sikkerhetskravet, og anbefalingen om dette bortfaller i denne revisjonen.

Bruk av lette masser her skal være uproblematisk med hensyn til 200-års flom da denne grensen er definert ved 2,75 m.o.h. for dette prosjektet. Laveste kotenivå for prosjektert bruk av lette masser er ved +3,75; jfr. *Smidsrød E* i vedlegg 3.

Med foreslåtte tiltak er hensyn til stabilitet og setning ivaretatt. Stabilitetsberegning med og uten tiltak vises på i vedlegg 3; *Smidsrød E*.

Se grovt skissert utbredelse av tiltak i plan i vedlegg 4, tegning 1.

Kommentert [MSS11]: Vedleggene skal revideres ift denne endringen. Omfang av lette masser skal vises både i plan og snitt.

Kommentert [MSS12]: Se kommentar over

6.1.2 VL10000 Profil 0 – 250 Bekkeveien

Bekkeveien skal utvides og oppgraderes til dagens veistandard for å håndtere en høyere trafikkbelastning. Området vises på Figur 10. Siden veikroppen skal bygges opp etter dagens standard betyr det tilleggsbelastning og evt. masseutskifting i og utenfor eksisterende vei.



Figur 10. Bekkeveien

Grunnundersøkelser

NGUs løsmassekart indikerer at løsmassene i området er preget av fyllmasser. Grunnundersøkelsene består av nye totalsonderinger, samt resultater fra tidligere utførte undersøkelser av Multiconsult i 2008 [18] der de er aktuelle. Borpunktens plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Kolberg [17], samt i «VA anlegg i Bekkeveien på Nøtterøy» [18]. Tabell 6 viser oversikt over grunnundersøkelser i området.

Tabell 6. Grunnundersøkelser i området

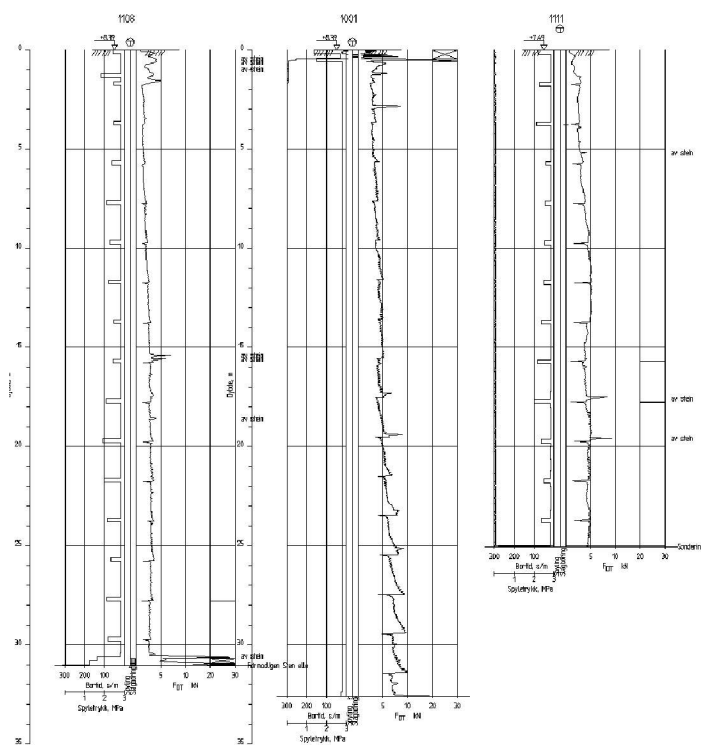
1100 - serie	Totalsonderinger	CPTu	Poretrykksmålere	Prøveserier
Antall	8	1	1	1

Grunnforhold

Bekkeveien faller slakt mot øst til Smidsrødveien. Iht. NGUs løsmassekart består avsetningene av marin hav-/strandavsetning med fyllmasser på topp. Veien ligger på kote +8,8 i profil 250 og kote +6 i profil 25. Undersøkelser utført av Multiconsult viser tørrskorpe med 1-2 meters mektighet. Videre påtreffes sandig leire i 2 meters mektighet. Frem til prøven avsluttes på 10 meters dybde, registreres bløt kvikkleire med varierende innhold av silt, sand og grus. Udrenert skjærstyrke varierer mellom 10-15 kPa. Romvekt varierer mellom ca. 16- 21 kN/m³ og vanninnhold er 20-40 %. Prøven er tatt i det som tilsvarer ca. profil 25 i veillinje 10000_B.

Prøve fra 1107 viser humusholdig topplag med ca. 2 meters mektighet over leire til prøven avsluttes i siltig, sandig leire i 19,5 meters dybde. Det er ikke påvist kvikkleire i punktet.

Nye boringer viser masser med svært lav sonderingsmotstand med verdier under 5 kN til sonderinger avsluttes på 25-30 meters dybde, se Figur 11.



Figur 11. Totalsondering 1001, 1108 og 1111

Grunnvann og poretrykksforhold

Grunnvannstand er observert i vestlig ende av Bekkeveien men det er kjent at grunnvannstand står høyt i hele Bekkeveien. Grunnvannstand står i terrengnivå, ref. poretrykksmåler 1107 som vises i Tabell 7. For ytterligere detaljer om poretrykksmåling, se geoteknisk datarapport for Kolberg [17].

Tabell 7. Poretrykksmåler 1107.

Borhull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / spisskote	Trykknivå / grunnvannstand
1107	+ 8,76	Elektrisk	11 / -2,24	107 kPa / +8,46
Antar grunnvannstand i terreng. Hydrostatisk poretrykkfordeling. Avlest januar-mars 2020.				

Vurderinger og anbefalinger

De bløte leirmassene i området vil gi setninger på veien. En detaljert setningsberegning anbefales gjort ifm. detaljprosjektering. Det kan bli behov for

å bygge opp fyllingen/masseutskifte eksisterende vei med lette masser. Forbelastning for å ta ut setningspotensiale kan også være en mulighet.

Stabilitet av graveskråing i anleggsfasen må vurderes nærmere i byggeplanfasen. Det anbefales å legge fiberduk og geonett i traubunn.

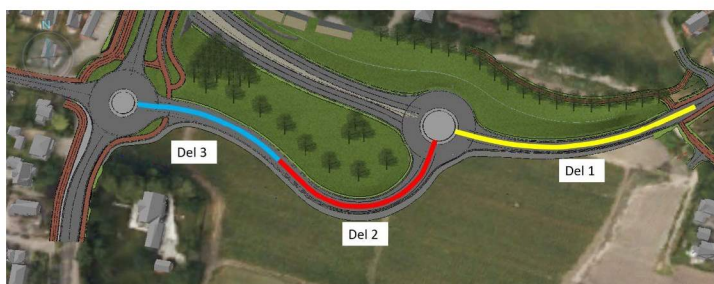
Det må sikres tilstrekkelig drenering langs veien. Ved omlegging av VA- og ledninger kan det bli behov for grøftekasser eller spunt mot nord da det er begrenset avstand til bebyggelse. Tiltak ifm. med VA-løsninger i Bekkeveien vurderes i detaljprosjekteringsfase.

6.1.3 VL10000 Profil 250-430 hovedvei og VL20100_B profil 0 – 260 sidevei, Kolberg

Fra profil 250 går veien i fylling ut på et jorde, Figur 12. Veillinje 10000_B og 20100_B skiller seg i rundkjøringen ca. i profil 425. Veillinje 20100_B går også på fylling frem til den treffer rundkjøringen i Kirkeveien.

Grunnundersøkelser

Borpunktene plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Kolberg [17]. Aktuelle snitt vises på plantegning i vedlegg 1; T02 og T03. Aktuelle undersøkelser er vist i Tabell 4. I tillegg til nye boringer er tidligere utførte boringer tatt med i vurderingen der de er aktuelle. Planområdet vises på Figur 12.



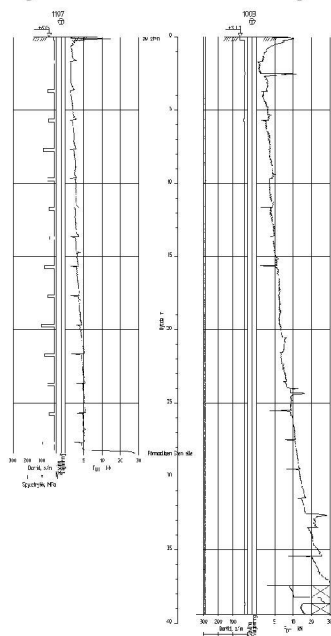
Figur 12: Omtrentlig utstrekning av delområder

Grunnforhold

Området deles inn i tre delområder. Del 1 (gul) går fra profil 250 frem til rundkjøringen ca. i profil 430. Del 2 (rød) går fra rundkjøringen frem til profil 100 i veilinj 20100_B. Del 3 (blå) går videre fra profil 100 frem til rundkjøringen i Kirkeveien.

Del 1 VL10000 profil 250-430

Området er preget av marin strandavsetning og totalsonderinger viser at løsmassemekktigheten er stor i området. Størst er løsmassemekktigheten ved profil 350, (borpunkt 1003) hvor sondering er avsluttet på ca. 39 meter uten bergpåvisning. Generelt viser sonderingene i området masser med lav sonderingsmotstand med verdier under 5 kN til ca. 15-20 meters dybde, se Figur 13. Sonderingsmotstanden øker i noen av sonderingene fra 20 meters dybde, frem til fastere masser påtreffes i bunn av sonderingene. Densitet øker med dybden og varierer fra ca. 17 til 21 kN/m³. CPTu viser en økende udrenert skjærfasthet fra 16-35 kPa. Vanninnhold er 20-55 %. Borhull 1107 viser en lite til middels sensitiv leire med sprøbruddsegenskaper. Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3.



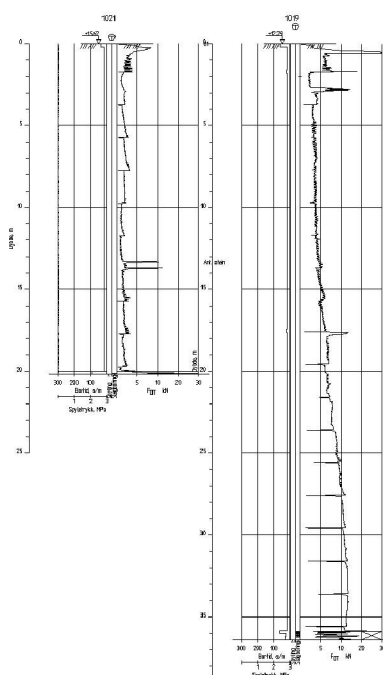
Figur 13. Totalsondering 1107 og 1003

Del 2 VL20100_B profil 100-260

Området er preget av marin strandavsetning og boreringer viser at løsmassemekktigheten er stor i området. I borpunkt 1019 er sondering avsluttet på 36,42 meter uten bergpåvisning. Boreringer viser lav sonderingsmotstand ned til 20 meter og en økende tendens videre ned, se Figur 14.

Resultater fra laboratorieforsøk i borpunkt 1019 viser siltig leire fra ca. 3-25 meters dybde, med et felt av ren leire 5,2 - 6,0 meters dybde. Densitet øker med dybden og varierer fra ca. 19 til 21 kN/m³. Vanninnhold varierer mellom 15

– 55 %. Udrenert aktiv skjærfasthet øker fra 20 - 35 kPa fra 2-7 meters dybde. Deretter påtreffes et lag med omtrent 2 meters mektighet med avtagende styrke før den øker til 85 kPa på 30 meters dybde. Leiren er lite til middels sensitiv og det er ikke bekreftet forekomst av kvikkleire i borpunktet. Treksialforsøk fra 1007 viser imidlertid sprøbruddsmateriale. Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3.

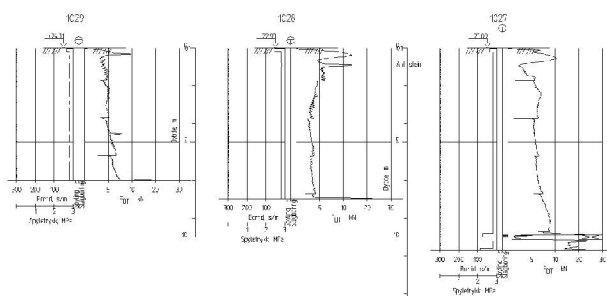


Figur 14. Totalsondering 1019 og 1021.

Del 3 VL20100_B profil 0-100

Området er preget av marin strandavsetning og boringer viser at løsmassemekktigheten er økende i østlig retning. Topplaget består av humusholdig sand over siltig leire og leire. Generelt viser sonderingene i området masser med lav sonderingsmotstand med verdier under 5 kN til ca. 15-20 meters dybde, se Figur 15. Resultater fra laboratorieforsøk i borpunkt 1027 viser at leire er lite sensitiv og ikke har sprøbrudd karakter, da minimum c_{ur} fra konus er registrert til 2,8 kPa. Densitet er ca. 20 kN/m³ og vanninnhold er 20-30%. Udrenert aktiv skjærstyrke i leira er tilnærmet konstant 35 kPa ned til 7,5 meters dybde, deretter øker den til ca. 50 kPa til sondering avsluttes på 10 meter. Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3.

Borpunkt 1012 som ligger nord for 1027 er det påvist meget sensitiv kvikkleire fra ca. 5,5 – 16 meters dybde.



Figur 15. Totalsondering 1029, 1028 og 1027

Grunnvann og poretrykksforhold

Poretrykksmåler 1007 og 1107 viser hydrostatisk poretrykksfordeling og en grunnvannstand i terrengnivå, se Tabell 8. For ytterligere detaljer om poretrykk, se geoteknisk datarapport for Kolberg [17].

Tabell 8. Poretrykksmåler 1107

Borhull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / spisskote	Trykknivå / grunnvannstand
1007	+ 10,77	Elektrisk	20 / -8,23	195 kPa / +10,22
			34,5 / -22,73	350 kPa / +11,22 (overtrykk)
1107	+ 8,76	Elektrisk	11 / -2,24	107 kPa / +8,43
Antar grunnvannstand i terreng. Hydrostatisk poretrykksfordeling. Avlest januar-mars 2020.				

Vurderinger og anbefalinger

Det planlagte tiltaket medfører økt belastning på et område med bløt leire. Det er gjort vurderinger av lokal- og områdestabilitet samt setning av veifylling og fylling til landskapsutforming.

Vurderinger er gjort i snitt *Kolberg A* for del 3, snitt *Kolberg B* for del 2 og snitt *Kolberg C* for del 1. Snittegninger og beregninger er presentert i vedlegg 2 og vedlegg 3, henholdsvis. Plassering av disse snittene er vist på plantegning 2 i vedlegg 1. For å sikre tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning i området er det nødvendig med kalksementstabilisering og lette masser på hensiktsmessige steder. Mengdene for kalksementstabilisering og lette masser er oppsummert i kapittel 8.

Veg-arm i del 3 avslutter i en rundkjøring ved Kirkeveien. Rundkjøringen og GS-veg skal bygges på en ny fylling øst for Kirkeveien. Stabilitet for denne fyllingen er vurder i snitt H-H. Resultat fra labanalyser for borchull 1027 og Zd122-14 viser at leire rett øst og sør for den planlagte rundkjøringen er bløt men ikke kvikk/sprøbrudd. Udrenert skjærstyrke parametere for dette snittet er tolket fra CPTu sonderinger i borehull 1022, 1027 og 1031 og resultat fra labb i borehull 1027. Effektivspenningsparametere for snittet er basert på treaksialforsøk i borchull 1027. Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3. Resultat fra stabilitetsberegninger viser også at sikkerhet for lange og/dype glideflater er tilfredstillende på både total- og effektivspenningsbasis, mens mindre glideflater viser sikkerhet lavere enn krav. For å sikre tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning i dette området er det nødvendig med kalksementstabilisering. Stabilisering skal utføres under fyllingsareal på mark øst for kirkeveien. Mengdene for kalksementstabilisering og lette masser er oppsummert i kapittel 8.

Der er også nødvendig med stabiliserende tiltak for å tilfredstille områdestabilitet i snitt G. Tiltak omfatter bruk av lettemasser (skumglass) og KS-stabilisering.

Se grovt skissert utbredelse av tiltak i plan i vedlegg 4, tegning 2.

Etter UAK påpekes det at friksjonsvinkel for EPS skal være $\phi = 35^\circ$ - altså 10° mindre enn det som er benyttet for styrkeparameter i stabilitetsberegningene for Kolberg-snittene. Det påpekes dog at glidesirkel for stabilitetssnitt *Kolberg B* er noe irrelevant (lokal for mur). Videre er det svært lite, eller ingenting, av glidesirkelen for *Kolberg C* og *Kolberg D*, som går gjennom EPS-materialet. Den reelle stabilitetsmessige effekten av å justere den friksjonsvinkelen for EPS-materialet er derfor minimal, og dette vil derfor også ha minimalt å si for anslåtte mengder. Ut fra en helhetsvurdering, i samråd med UAK, er det derfor ikke prioritert å rette opp dette i denne planfasen.

Beregninger viser at setninger vil være innenfor toleransekrav i N200 så lenge det bygges utkiling av EPS inn i fyllingen for landskapsutforming. Dette vurderes nærmere i detaljprosjekteringsfasen.

Kommentert [MSS13]: Terrengtet er skrått langs grønne linjene og dermed anses profilene langs disse linjene å være kritiske med tanke på stabilitet. Fint om det suppleres stabilitetsberegninger langs grønne linjene, se vedlegg/tegn. Nr V1003 og 4. Særlig gjelder dette til VL20100_B som går i fylling.

Kommentert [TS14R13]: Murad gir oss nærmere tilbakemelding.

Kommentert [TS15R13]: Behov dekkes av Jens sitt områdestabilitetssnitt. Resultatet fra denne bør evt. implementeres her.

Kommentert [MSS16]: Omfang av disse skal vises både i plan og snitt som grunnlag for mengdeberegning

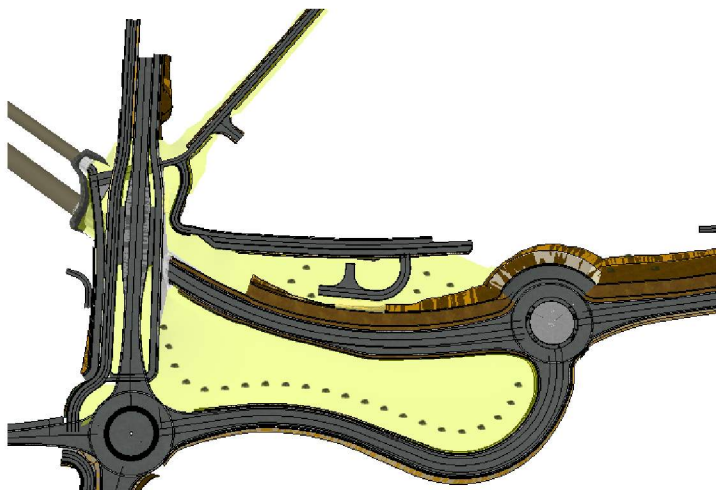
Kommentert [MSS17]: Omfang av disse skal vises både i plan og snitt som grunnlag for mengdeberegning

Kommentert [MSS18]: Vedlegg 4 viser kun aktuelle tolkede CPTu og labforsøk

6.1.4 VL10000 Profil 440 – 670 Kolberg, hovedvei

Fra Bekkeveien går veien ut på jordet på Kolberg og deler seg i rundkjøringen i profil 430. VL10000_B går i løsmasseskjæring inn mot portalområdet til Teietunnelen og VL20100_B går i fylling til den treffer Kirkeveien. Området vises på Figur 16.

Det etableres tosidig spunt som muliggjør og avgrenser byggegroppen i forbindelse med bygging av portalområdet til Teietunnelen. Etablering av GS-kulvert under Kirkeveien fordrer sannsynligvis separat spuntvegg, men den er ikke nærmere beregnet her.



Figur 16. Hovedvei i skjæring mot portalområde

Grunnundersøkelser

Borpunktene plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Kolberg [17] og inkluderer nye og tidligere utførte boringer. Tidligere utførte boringer er tatt med i vurderingen der de er relevante. Aktuelle undersøkelser vises i Tabell 9.

Tabell 9. Aktuelle undersøkelser

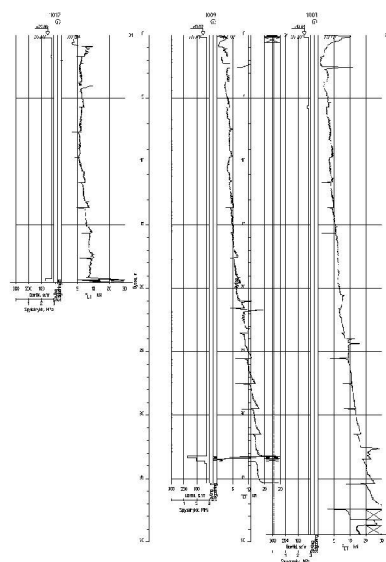
1000/1100 - serie	Totalsonderinger	CPTu	Poretrykksmålere	Prøveserier
Antall	53	17	6	4

Grunnforhold

Området er preget av marin strandavsetning og boringer viser at dybde til berg varierer, men trenden er at berget faller bratt i østlig retning (se Figur 34). Generelt viser boringene i området masser med svært lav sonderingsmotstand med verdier under 5 kN til ca. 20 meters dybde, se Figur 17.

Sonderingsmotstanden øker i noen av sonderingene fra 20 meters dybde, frem til fastere masser påtreffes i bunn av sonderingene.

Prøve 1012 viser sensitiv kvikkleire fra ca. 5 – 16 meters dybde. I området der dagens kulvert krysser under Kirkeveien, ca. i profil 520 i fv. 308, er det tidligere registrert sensitiv kvikkleire i dybde fra 4- 10 meter [19]. I tillegg viser prøveserie 1007 sensitivt sprøbruddsmateriale. Skjærstyrken i materialet varierer fra ca. 30-53 kPa Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3.



Figur 17. Totalsondering 1003, 1009 og 1012.

Grunnvann og poretrykksforhold

Poretrykksmåler 1007 viser hydrostatisk poretrykk til 20 meters dybde og noe overtrykk videre ned til 34,5 meters dybde, se Tabell 10.

Tabell 10. Poretrykksmåler 1007

Borhull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / spisskote	Trykknivå/ Grunnvannstand
1007	+ 11,77	Elektrisk	20 / -8,23	195 kPa / +11.27
		Elektrisk	34,5 / -22,73	350 kPa / +12,27 (overtrykk)
		Tilnærmet hydrostatisk poretrykksfordeling, noe overtrykk i bunn. Avlest 9.feb-10 mars 2020.		

For ytterligere detaljer om poretrykk, se geoteknisk datarapport for Kolberg [17].

Vurderinger og anbefalinger

Der veien går i skjæring mot portalområdet er det nødvendig med kalksementstabilisering av traubunn for å sikre dyktig arbeidsgrunnlag. Det må etableres spunt på begge sider av veien for å avgrense byggegroppa helt inn mot berget. Etablering av kulvert nord for påhuggsområdet vil sannsynligvis også fordele spunt. Området skal anlegges etappevis, som gir behov for midlertidig og permanent spunt. Foreløpig vurderes det at spunt mot nord må være vanntett, for å hindre grunnvannsenkning, da bebyggelse i området er fundamentert på løsmasser. Nærmere detaljer om faseplaner for arbeidet i området er gitt i *RAP-ANL Anleggsgjennomføring*.

Veien skal ligge i en løsmasseskjæring mellom rundkjøring i profil 440 og frem til den treffer planlagt spuntgrop mot nord. Det skal etableres en mur foran planlagt skjæring. Stabilitet for skråning med mur er kontrollert på snitt *Kolberg A*, se vedlegg 3. Kalksementstabiliseringstiltak under muren er fjernet i denne revisjonen. Beregningen viser dog at det fremdeles er behov for kalksementstabilisering på begge sider av løsmasseskjæringen. Skjæringen er ca. 8 m dyp ved snitt *Kolberg A*. Se oppsummering av estimerte kalksementmengder i kapittel 8.

Se grovt skissert utbredelse av tiltak i plan i vedlegg 4, tegning 2.

Stabilitet av graveskråning i anleggsfasen må vurderes nærmere i byggeplanfasen.

Spunt er planlagt ifm. etablering av kulvert ved påhuggsområdet til Teietunnelen. Byggegroppa her blir da opp til ca. 12 m dyp. Det er gjort en enkel overslagsberegning for spunt (som tar utgangspunkt i snitt *VL20200_pr-510*, vist på plantegning 3 i vedlegg 1). Overslagsberegningen viser at det vil kreves spuntlengder på opp til ca. 20 meter på hver side av utgravingen – stort sett med spunt ned til berg. Spunten vil ha behov for avstivning, fortrinnsvis i form av innvendig stag. 2 rader med avstivning vil være nødvendig der byggegroppa er på det dypeste. Om det støpes en bunnplate kan dette erstatte et stivernivå.

6.2 Området Ramdal

Veien går fra Teietunnelen, krysser Munkrekkeveien på en rundkjøring og fortsetter inn mot portalen til Ramberg tunnelen. Oversikt over utførte grunnundersøkelser i dette området er vist i Tabell 11.

Tabell 11. Aktuelle grunnundersøkelser

3000 - serie	Totalsonderinger	CPTu	Poretrykksmålere	Prøveserier

Kommentert [MSS19]: Det mangler vurdering av stabilitet for traseen mellom to rundkjøringer som er lagt i fylling

Kommentert [TS20R19]: Avklares.

Kommentert [TS21R19]: Dette behovet dekkes av Jens sitt nye områdestabilitetssnitt.

Resultatet av beregning og evt. mengder/geotekniske tiltak bør nevnes her i dette kapittel i fagrapporten. Pluss evt, i mengdeliste og på plankart over tiltak.

Kommentert [MSS22]: Omfang skal vises i plan og snitt

Kommentert [MSS23]: Denne er ikke forelagt for kontroll

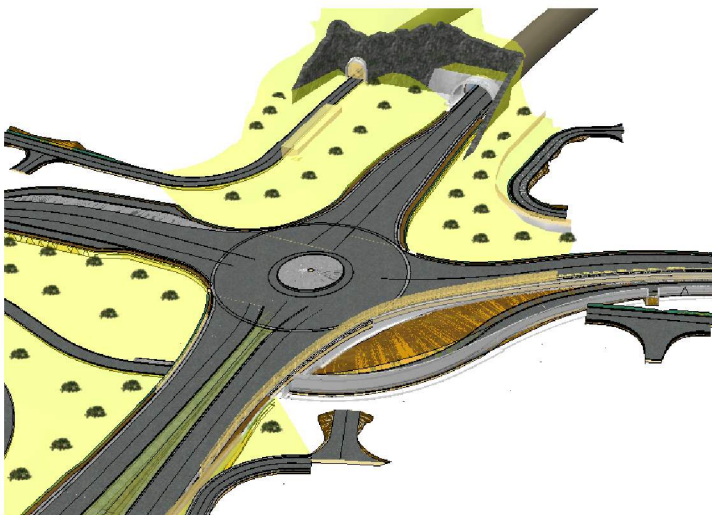
Kommentert [MSS24]: Vedlegg skal revideres for dette

Kommentert [MSS25]: Ikke forelagt for kontroll

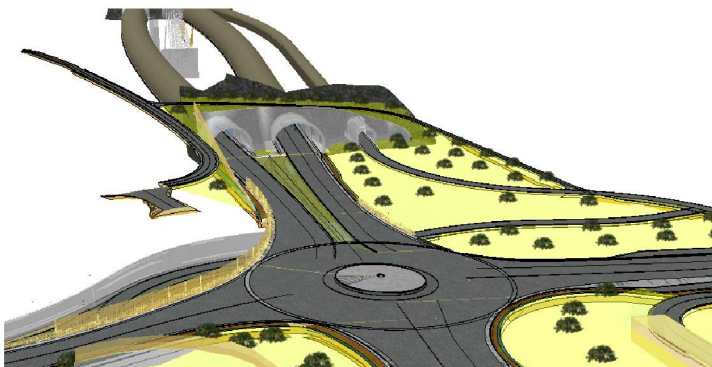
Antall	53	17	6	4
--------	----	----	---	---

6.2.1 VL10200 profil 2500-2730

Dette avsnittet tar for seg hele veipartiet, eksklusive rundkjøringen. Denne strekningen omfatter veiskjæring inn mot potaler mot øst (Teietunnelen) og vest (Rambergtunnelen). Strekningen vises på Figur 18 og Figur 19.



Figur 18. Nordre portalområde av Teietunnelen



Figur 19. Søndre portalområde av Rambergtunnelen

Grunnundersøkelser

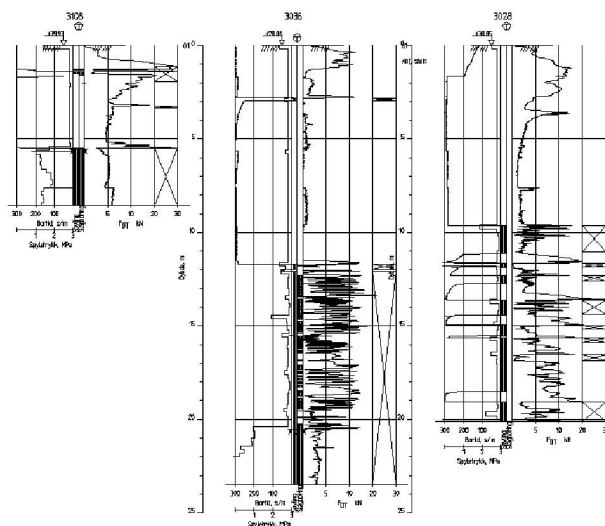
I tillegg til nye boringer er tidligere utførte boringer tatt med i betraktningen der de er vurdert å være aktuelle. Borpunktene plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Ramdal [20]. Aktuelle snitt vises på plantegning 4 i vedlegg 1 og snittegninger V3002 - V3004 og V3006 er vist i vedlegg 2.

Det er i 2017 utført undersøkelser av Grunnteknikk AS ifm. etablering av et VA-anlegg i området [21]. Denne rapporten er også tatt med i vurderingen av grunnforhold og tiltak.

Grunnforhold

I stigende profilretning øker løsmassemektheten brått etter bergskjæringen. Borpunkt 3028 viser et humusholdig topplag etterfulgt av ca. 3 meter tykt sandlag. Videre finnes en siltig, sandig leire med lav sonderingsmotstand, se Figur 20. Leirelaget øker i tykkelse i stigende profilretning og er i profil 2550 ca. 5 meter tykt. Prøve 3028 viser meget sensitiv kvikkleire. Densiteten varierer mellom 18 og 20 kN/m³. Vanninnholdet er 20-40 %. Under leirelaget påtreffes friksjonsmateriale med høy sonderingsmotstand.

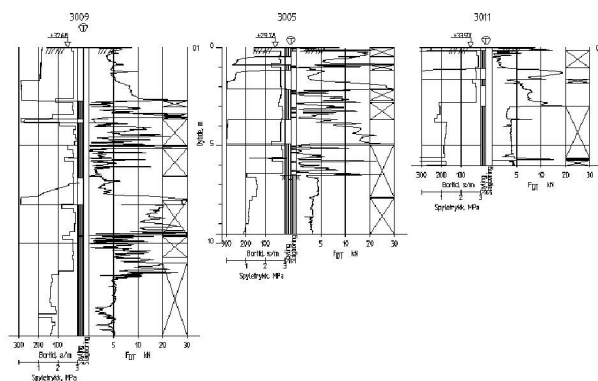
CPTu 3028 viser at fra 4,5 meters dyp varierer udrenert aktiv skjærfasthet fra 30-35 kPa. Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3.



Figur 20. Totalsondering 3036, 3038 og 3108.

Fra rundkjøringen inn mot tunnelportalen stiger terrenget bratt mot vest. Punktvis observeres berg i dagen og løsmassemektheten er stedvis lav. I naverboring nr. 17 [21], inn mot portalområdet påtreffes et topplag av fyllmasser over grusig, siltig sand til ca. 2 meters dybde. Videre er det sandig og

litt grusig silt til ca. 6,2 meters dybde. Til sondering avsluttes er det leiring, grusig sand. Nyllig utførte totalsonderinger fra området vises på Figur 21 og viser generelt store variasjoner i sonderingsmotstand, i samsvar med resultater fra naverboring 17.



Figur 21. Totalsondering 3005, 3009 og 3011.

Poretrykk og grunnvannstand

Poretrykksmåler 3028 viser noe undertrykk i dybde 19 m. Målinger viser grunnvannstand ca. 2 meter under terreng, se Tabell 12. For ytterligere detaljer om poretrykk, se geoteknisk datarapport for Ramdal [20].

Tabell 12. Poretrykksmåler 3108 og 3028

Borhull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / spisskote	Trykknivå/ grunnvannstand
3108	+ 30,85	Elektrisk	5,2 / +25,65	29 kPa / +28,55
3028	+ 30,85	Elektrisk	3,63 / +27,22	17 kPa / +28,92
			9 / +21,85	57 kPa / +27,55
			19 / +11,85	169 kPa / +28,75
Hydrostatisk poretrykksfordeling. Avlest januar-mars 2020.				

Vurderinger og anbefalinger

Det er utført stabilitetsberegninger i snitt *Ramdal C* (snittegning V3006 i vedlegg 2 og stabilitetsberegning i vedlegg 3), profil 2550. Da det er kvikkleire i grunnen her plasseres tiltaket i konsekvensklasse CC3 for dette området. Krav til sikkerhet er dermed $F \geq 1,6$, også for drenert tilfelle. Stabilitetsberegningene viser at drenert tilfelle er dimensjonerende. Det er behov for noe kalksementstabilisering for å oppnå tilstrekkelig stabilitet. Tiltakene er dog

vesentlig mindre omfattende enn det som opprinnelig var prosjektert i 2020. Stabilitetsberegningene for siste revisjon viser at det ikke lenger er behov for bruk av lette masser.

Se grovt skissert utbredelse av tiltak i plan i vedlegg 4, tegning 3.

Mot vest vil det bli etablert forskjæring for Ramberg tunnelen. Snitt 3000_E ved tegning V3010 viser at skjæring på sør side av planlagt veg skal ligge delvis i løsmasser og delvis i berg. Der løsmasseskjæring kommer nærmere et hus ved Brattbakken som skal beholdes, kan det være behov for midlertidig spunt. Bergforløp mellom borehull 3009 og 3012/3014 er noe usikker siden den stiger veldig bratt. Dette området er en viktig del av forskjæringen mot planlagt påhugg og derfor bør undersøkes nærmere med fjellkontrollboringer i detaljprosjektering fase.

Traubunn anbefales forsterket med fyllmasser over geonett og fiberduk. Andre forsterkningstiltak f.eks. KS-stabilisering kan også vurderes.

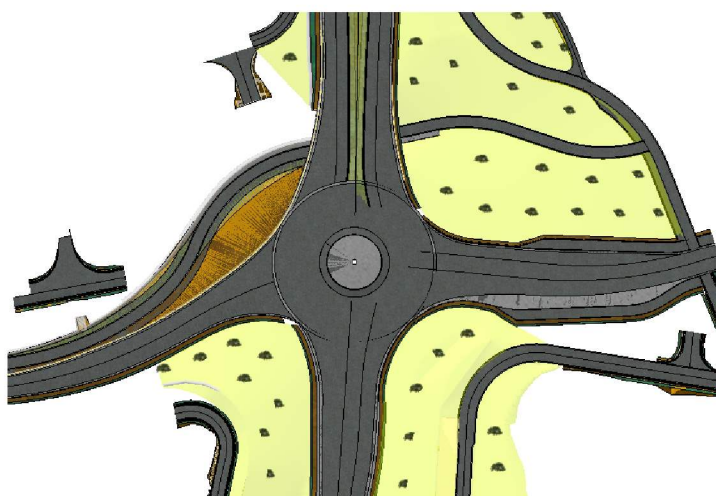
Kommentert [MSS26]: Disse endringene skal vises på plan og snitt. Siden terrenget stiger mot Ramberg tunnelen, skal forlenges snittet 3000_E i tegn nr, V3001 mot tunnelportalene for å sikre at stabiliteten langs skråningen ivaretatt.

Kommentert [MSS27]: Ikke forelagt for kontroll

Kommentert [MAM28]: nytt avsnitt pga. endring i bergmodell.

6.2.2 VL21000 Munkerekkveien og rundkjøring

Det skal etableres en ny rundkjøring over den eksisterende Munkerekkveien. Området vises på Figur 22.



Figur 22. Rundkjøring og Munkerekkveien

Grunnundersøkelser

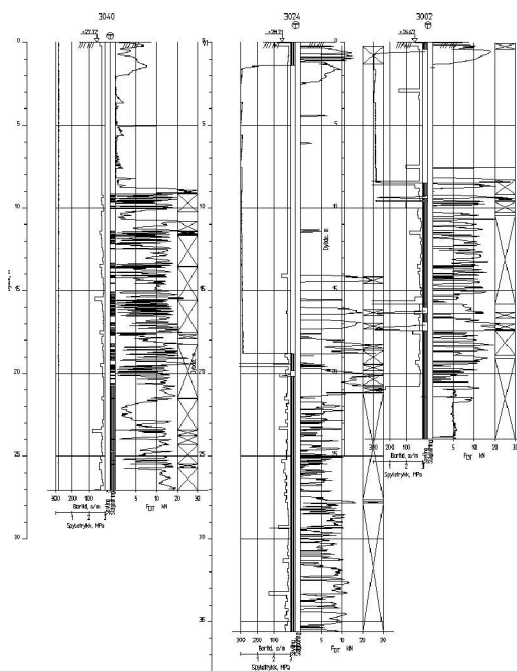
I tillegg til nye boringer er tidligere utførte boringer tatt med i betraktningen der de er vurdert å være aktuelle. Borepunktene plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Ramdal [20]. Aktuelle snitt vises på plantegning 4 i vedlegg 1 og

snittegning V3010 i vedlegg 2. Det er utført undersøkelser i området av Grunnteknikk AS i 2017 [21].

Grunnforhold

Sonderinger viser et topplag av friksjonsmasser i 1-3 meters mektighet over et humuslag på ca. 3 meters dybde. Videre påtreffes masser med svært lav sonderingsmotstand. Dette laget strekker seg ned til ca. 14 meters dybde i punkt 3024, se Figur 23. Vanninnhold i leira varierer mellom 20-40 %. Densiteten varierer mellom ca. 18 og 20 kN/m³. Det er identifisert kvikkleire fra ca. 7 – 14 meters dyp.

I bunn av leirelaget påtreffes friksjonsmateriale til stort dyp. Området ligger midt i en V-dal med stort dyp til berg. Dypeste sonderinger uten bekreftet berg ligger ca. 32 meter under terreng.



Figur 23. Totalsonderinger 3002, 3024 og 3040.

Grunnvann og poretrykksforhold

Poretrykksmåler 3024 viser hydrostatisk poretrykksfordeling ned til ca. 5 meter under terreng og noe undertrykk i massene videre ned, se Tabell 13. Målingene viser grunnvannstand ca. 1,5 meter under terreng. Nederste måler viser undertrykk noe som kan skyldes at den står i et vannførende lag

friksjonsmasser i hellende terreng. For ytterligere detaljer om poretrykk, se geoteknisk datarapport for Ramdal [20].

Tabell 13. Poretrykksmåler 3024

Borhull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / spisskote	Trykknivå/ grunnvannstand
3024	+ 28,71	Elektrisk	2,6 / +26,11	8 kPa / +26,91
			5 / +23,71	35 kPa / +27,21
			13,5 / +15,21	81 kPa / +23,31*
Avlest januar-mars 2020. *Undertrykk i nederste måler.				

Vurderinger og anbefalinger

Grunnundersøkelser viser kvikkleire og åpen grøft ville kreve slake skråningshelninger. Munkerekkveien skal være i drift i anleggsperioden. Videre er det bebyggelse som muligens ikke skal løses inn på vestsiden av veien. Det vil dermed være behov for spunt her. Sannsynligvis vil spunt som etableres ifm. gang/syssel-veien (i kulvert under rundkjøringen) være tilstrekkelig til også dekke oppstøtningsbehovet ved Munkerekkveien. Se kapittel 6.2.3 for beskrivelse av spuntløsningen her.

Snitt 3000_E-E (tegning V3010 i vedlegg 2) viser at den planlagte rundkjøringen havner noe under dagens terreng. Hele humuslaget som er påtruffet på 3,5 meters dybde anbefales masseutskiftet. Utbredelsen av humuslaget vurderes i anleggsfasen.

Masseutskifting og etablering av rundkjøring under dagens terreng kan påvirke grunnvannsnivå og føre til setningsskader på bebyggelse i området. Dette skal vurderes nærmere i detaljplanfasen.

Rundkjøringen vil ikke medføre vesentlig tilleggsbelastning på området. I anleggsfasen anbefales det å legge fylling på geonett og fiberduk i traubunn.

6.2.3 VL71000 GS-vei

Det skal bygges en GS-vei som skal krysse under veillinje 10000_B i kulvert.

Grunnforhold

Tverrsnitt Ramdal D1, Ramdal D2 og Ramdal D3 (snittegning V3007 - 3009 i vedlegg 2) viser at overkant gangvei ligger ca. 6 meter under dagens terrengnivå. Inkludert veioverbygning, kan dypeste gravenivå komme ca. 1,5 meter under veioverflaten – toalt 7,5 meter under dagens terreng. Boringer viser leire med svært lav sonderingsmotstand – bløt/kvikk leire.

Kommentert [MSS29]: Det skal bemerkes at evt. masseutskifting samt utlegging av rundkjøring under dagens terreng kan påvirke grunnvannsnivå og føre til setningsskader på bebyggelsene i området. Dette skal ses nærmere i detaljplanfasen.

Kommentert [TS30R29]: Ser på dette. Vanntett konstruksjon?

Kommentert [TS31R29]: Må beskrives/legges til.

Kommentert [TS32R29]: Lagt til avsnitt med dette nå.

Kommentert [MSS33]: Ikke forelagt for kontroll

Vurdering og anbefaling

Løsmassenes egenskaper gjør at en eventuell åpen grøft vil trenge svært slake skråningshelninger, noe som vil medføre konflikt med eksisterende bebyggelse. Åpen grøft er en dårlig/umulig løsning her. Spunt anbefales.

Munkerekkveien skal være i drift i anleggsperioden. En tosidig spunt ifm. etablering av G/S-vei vil sannsynligvis være uunngåelig. Dette av to grunner. Stabiliteten til en evt. fri graveskråning på østsiden av G/S-veien opp mot Munkerekkveien vil ikke oppnå tilstrekkelig stabilitet i en opp til 6 meter høy skråning i bløt leire uten betydelig mengde grunnforsterkning. Videre vil begge spuntene ha behov for en form for avstivning. Da det ikke er berg eller gunstige masser nærheten, må avstivningen skje i form av innvendig avstivning mellom spuntene. Kalk/semestabilisering i forbindelse med spuntingen kan ikke utelukkes, da det er bløte leirmasser her. Løsmasseskjæring på nordside av kulvert ligger også i bløt leire. Det kan være behov for forstrekning av leirmassene i skjæringsskråningen med kalk-sement stabilisering.

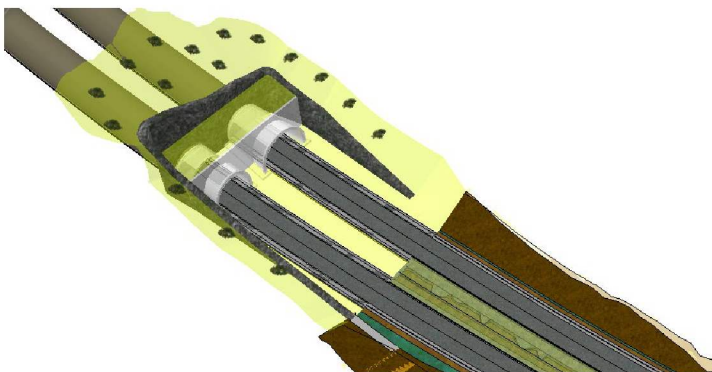
I anleggsfasen anbefales det å legge fylling på geonett og fiberduk i traubunn.

6.3 Området Smørberg

Fra landføringen av Færderbrua går veien inn i en bergskjæring. Deretter går veien i en løsmasseskjæring frem til påhugget til Hogsnestunnelen.

6.3.1 VL10000 profil 3800 – 3940, løsmasseskjæring og portalområde Hogsnestunnelen sør

Etter revisjon er løsmasseskjæringen blitt mindre. Skjæringen er nå i størrelsesorden opp til ca. 5 m dyp. Figur 24 viser det aktuelle området.



Figur 24. Søndre portalområde Hogsnestunnelen

Kommentert [MSS34]: Dette skal tas stilling til slik at det legges frem grunnlag for arealregulering og prisoverslag

Kommentert [TS35R34]: Spunt forlenget her? Vi sjekker opp.

Kommentert [TS36R34]: Må mengdefeste dette, slik at det kommer med i arealreguleringen og prisoverslaget.

Kommentert [TS37R34]: Vi har ikke stab.snitt verken sør eller nord for veg/kulvert på Ramdal, så vi får ikke tallfestet dette. Må bestemmes i neste planfase.

Kommentert [MSS38]: Stabiliteten langs grønne linjer i tegn. Nr. V5001 og V5002 (vedlegg) skal sjekkes

Kommentert [TS39R38]: Supplere med nordlig grønne linje for stabilitetsvurdering.

Kommentert [TS40R38]: Det er nå tatt ut et nytt omforent stabilitetssnitt i tråd med UAK-anbefaling for Smørberg.

Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser i området består av tidligere utredninger samt nye undersøkelser. Inkludert i Tabell 14 er resultater fra sonderinger i 5000-serien. Borpunktens plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Smørberg [22]. Aktuelle snitt vises på plantegning 5 i vedlegg 1.

Tabell 14. Tilgjengelige grunnundersøkelser i området.

5000 - serie	Totalsonderinger	CPTu	Poretrykksmålere	Prøveserier
Antall	48	8	5	3

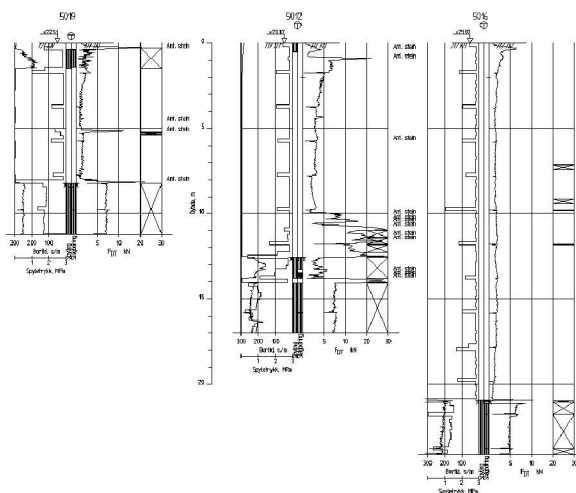
Grunnforhold

Terrenget er relativt flatt men noe avtagende mot nord. Topplaget består av en sandig, leirig silt og har en tykkelse på ca. 2 meter. Videre ned viser boringer masser med svært lav sonderingsmotstand med verdier under 5 kN til 21 meters dybde, se Figur 25. Siktekurve fra borpunkt 5016 viser at materialet er leire med noe innslag av silt og sand. Romvekt er ca. 19 kN/m³ og vanninnhold er 20-45 %.

Resultater fra rutineforsøk (borhull 5016) viser kvikkleire i 2,5 - 21 meters dybde. Leiren er også klassifisert som meget sensitiv. Den samme tendensen sees i labresultater fra borpunkt 5025.

CPTu 5016 viser en økende udrenert aktiv skjærfasthet fra 22 - 75 kPa fra 2 - 17,5 meter, med noe synkende styrke fra 75 - 65 kPa i 17,5 - 19 meters dybde. Profilet korresponderer bra med treks- og konusforsøk i samme punkt. Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3.

Langs veillinja danner berget en V-form og sonderinger viser at berg er påtruffet i varierende dybder fra ca. 2,5 meter til over 26 meter (ca. i profil 3890).



Figur 25. Totalsondering 5012, 5016 og 5019.

Poretrykksforhold og grunnvannstand

Poretrykksmålere i området viser noe overtrykk, se Tabell 15. Dette er trolig på grunn av at dette området ligger i en dal som er svakt hellende mot nord. Da skapes det et naturlig artesisk trykk pga. utforming av dalføre og hydrologiske forhold. Det er gjort beregninger med overtrykk for å se på effekten av denne. For ytterligere detaljer om poretrykk, se geoteknisk datarapport for Smørberg [22].

Tabell 15. Poretrykksmålere 5019, 5024 og 5019

Borhull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / spisskote	Trykknivå / grunnvannstand
5019	+ 22,51	Elektrisk	7,8 / +14,71	85 kPa / +23,21
5024	+ 25,31	Elektrisk	4,2 / +21,11	42 kPa / +25,31
5025	+ 24,14	Elektrisk	6 / +18,14	60 kPa / +24,14
Noe overtrykk i målingen, grunnvannstand antas i terrengnivå. Avlest januar-mars 2020.				

Vurderinger og anbefalinger

Etter revisjonen er det gjort nye stabilitetsberegninger av snitt Smørberg A og Smørberg D (se vedlegg 3). De nye stabilitetsberegningene viser at det ikke lenger er behov for geotekniske tiltak med kalksement eller lette masser.

Kommentert [MSS41]: Mentet Smørberg? Disse endringene/vedleggene er ikke forelagt for kontroll.

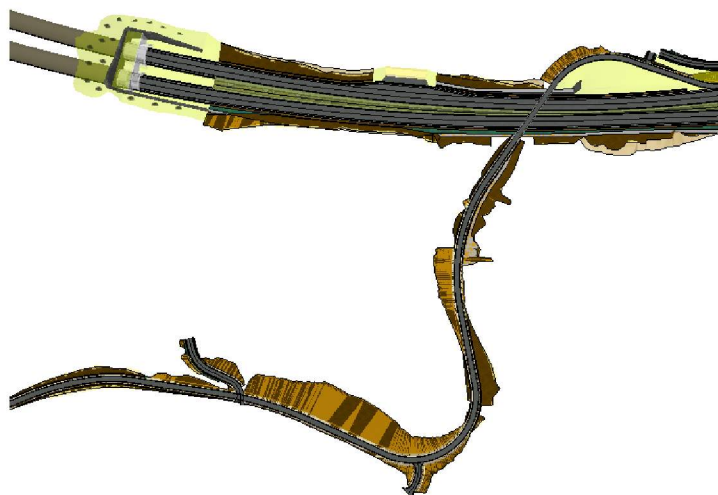
Kommentert [TS42R41]: Stemmer. Rettes opp.

Det er etter tatt ut et nytt snitt 5000 G-G for å kontrollere stabiliteten mot vest like før Hogsnestunnelen. Veien ligger her i en løsmasseskjæring. Snittet kommer fram av Vedlegg 1; plantegning 5 og snitt tegning V5008. Stabilitetssnittet viser tilstrekkelig stabilitet uten tiltak i dette området.

Det anbefales å forsterke traubunn for å oppnå en sikker anleggsvei. Dette kan gjøres med fyllmasser over et lag med fiberduk og geonett. Det må ikke trafikkteres direkte på leirig traubunn.

6.3.2 VL71200 profil 200-500, traktorvei/GS-vei

Fra profil 3630 i veilinje 10000_B, krysser lokalvei 71200_F og 91000_C hovedveien på bru og går sørover på jordet på Smørberg, se Figur 26. I profil 400 (veilinje 71200_F) er høyden på fyllingen ca. 2 meter (i motsetning til ca. 4,5 meter i forrige revisjon), se beregning *Smørberg B* og *Smørberg C* i vedlegg 3.



Figur 26. Traktorvei/GS-vei

Grunnundersøkelser

Veigeometri har blitt endret etter utarbeidelse av borplan og det finnes derfor ingen borer på sørsiden av planlagt veifylling ved det kritiske profilet. Tabell 16 viser relevante undersøkelser for lokalveien.

Borpunktene plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Smørberg [22].

Tabell 16. Aktuelle undersøkelser for lokalvei

5000 - serie	Totalsonderinger	CPTu	Poretrykksmålere	Prøveserier
Antall	14	3	1	1

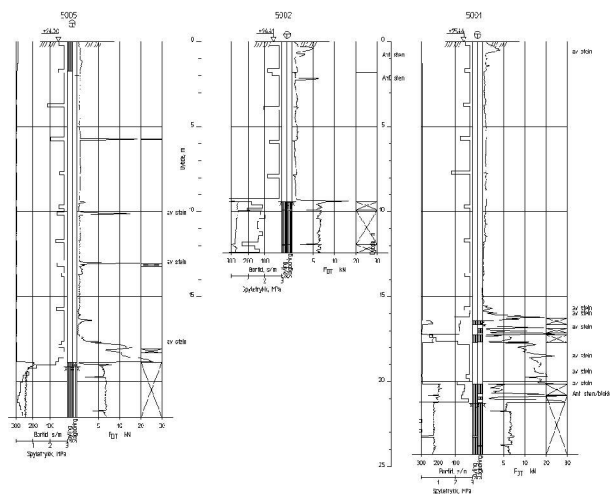
Grunnforhold

Topplaget består av matjord i en tykkelse på ca. 0,5 - 1 meter. Boringer viser masser med svært lav sonderingsmotstand med verdier under 5 kN til ca. 19 meters dybde, se Figur 27. Siktekurve fra 5005 viser at materialet er leire med noe innslag av silt og sand. Resultater fra rutineforsøk (borhull 5005) viser kvikkleire i 2,5 - 13,5 meters dybde. Leiren er også klassifisert som meget sensitiv.

Udrenerert aktiv skjærfasthet er 15 kPa to meter under dagens terreng, og varierer frem til den ender på ca. 50 kPa på 20 meters dybde. Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3.

I borpunkt 5001 er det indikasjon på artesisk overtrykk.

Veifyllingen strekker seg i vestlig retning og mot det området totalsonderinger viser størst mektighet av løsmasser. Borpunkt 5001 viser ca. 21 meter til berg mens det i punkt 5002 er ca. 9 meter.



Figur 27. Totalsondering 5001, 5002 og 5005

Poretrykksforhold og grunnvannstand

Poretrykksmålere i området viser noe overtrykk, se Tabell 17. Dette er trolig på grunn av at dette området ligger i en dal som er svakt hellende mot nord. Da skapes det et naturlig artesisk trykk pga. utforming av dalføre og hydrologiske forhold. Det er gjort beregninger med overtrykk for å se på effekten av denne. For ytterligere detaljer om poretrykk, se geoteknisk datarapport for Smørberg [22].

Borhull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / spisskote	Trykknivå/ grunnvannstand
5005	+ 24	Elektrisk	6 / +18	63 kPa / +24,3
			16 / +8	183 kPa / +26,3
Noe overtrykk i målingen, grunnvannstand antas i terrengnivå. Avlest januar-mars 2020.				

Tabell 17: Poretrykksmåler 5005

Vurderinger og anbefalinger

Fyllingen i veilinjje 71200_F er betraktlig nedskalert og har nå en total høyde på ca. 2,5 m over terrengnivå, se beregningssnitt *Smørberg B* og *Smørberg C* i vedlegg 3. Stabilitetsberegningene viser nå at det ikke lenger er behov for stabilisering med kalksement.

Det forventes at setningene i grunnen ikke vil overstige akseptable nivåer. Detaljerte setningsberegninger gjøres evt. i byggeplanfase.

Det anbefales å forsterke traubunn for å ha sikker anleggsvei. Dette kan gjøres med fyllmasser på fiberduk og geonett. Det må ikke trafikkeres direkte på leirig traubunn.

6.4 Området Hogsnes/Jarlsberg

I nordre portalområde for Hogsnestunnlen går veien inn i en relativt grunn løsmasseskjæring og traubunn ligger under bergnivå frem til ca. profil 5050. Videre ligger veien på lav fylling over terreng frem til Semslinna. Det skal etableres tre rundkjøringer, henholdsvis i profil 5160, 5530 og 5770. Parallelt med Semslinna skal det etableres kulvert for GS-vei. Grunnundersøkelser og vurderinger er gjort i flere omganger og resultater fra disse er tatt med som grunnlag for vurdering av området. Oversikt over grunnundersøkelser i området vises på Tabell 18.

Tabell 18. Aktuelle grunnundersøkelser

300/7000 - serie	Totalsonderinger	CPTu	Poretrykksmålere	Prøveserier
Antall	39	5	4	5

Kommentert [MSS43]: Det anbefales å foreta avlesning av poretrykksmålere for å dokumentere om det er variasjoner i poretrykksforholdet over tid.

Kommentert [TS44R43]: Vurderes internt av VTFK.

Kommentert [TS45R43]: Resultat fra nye avlesninger inkluderes i neste planfase.

Kommentert [MSS46]: Revidert vedlegg er ikke forelagt for kontroll

6.4.1 VL10000 profil 5010 – 5110 løsmasseskjæring og portalområde nord Hogsnestunnelen

Det skal etableres en løsmasseskjæring i portalområdet. Det skal også etableres en støyvoll vest for planlagt vei. Hogsnesbakken omlegges på fylling og skal kobles med hovedveien ved rundkjøring i profil 5150. Se Figur 28 under.



Figur 28. Nordre portalområde Hogsnestunnelen

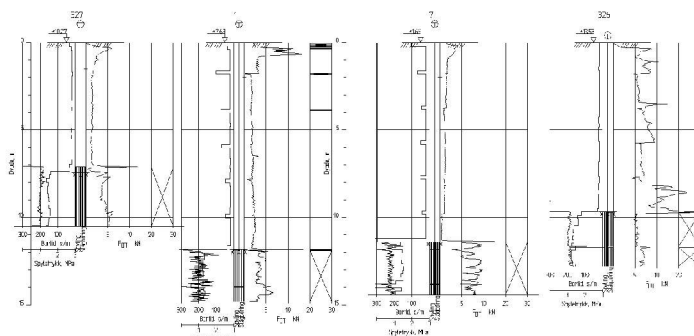
Grunnundersøkelser

I tillegg til nye grunnundersøkelser er tidligere utførte undersøkelser tatt med i vurderingen der de er aktuelle. Borpunktenes plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Jarlsberg [23]. Aktuelle snitt vises på plantegning i vedlegg 1.

Grunnforhold

Boringer viser økende mektighet på løsmassene i stigende profilretning fra portalområdet. Sonderingsmotstand er noe høyere inn mot portalområdet (sondering 326) mens den avtar i stigende profilretning, se Figur 29. Grunnundersøkelser bekrefter det som fremkommer på NGUs løsmassekart, med strandavsetninger i området rundt nordre del av Hogsnesåsen som ligger ca. på kote +10 til +16. I stigende profilretning og i lavereliggende områder finnes bløt, sensitiv kvikkleire. Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3.

Boringer i området viser masser med svært lav sonderingsmotstand, se Figur 29.



Figur 29. Totalsondering 1, 7, 326 og 327.

Resultat fra prøver tatt i hull 1 og 7 viser bløt, sensitiv kvikkleire fra 2,5 meter under terreng. Resultat fra 327 viser vanninnhold fra 20-50 % og noe økende udrenert direkte skjærstyrke fra ca. 28-32 kPa.

Grunnvannstand og poretrykksforhold

Det er ikke installert nye poretrykksmålene i nåværende runde med grunnundersøkelser siden det finns slike målinger fra tidligere grunnundersøkelser ref. [11] i dette området. Grunnvannstand er i borhull 1 og 4 fra tidligere grunnundersøkelser bestemt til 1,5 meter under terreng [11].

Vurderinger og anbefalinger

Det skal etableres en fylling med opp til 5 meters fyllingshøyde i området, se plantegning 6 i vedlegg 1 (fylling i øst) og snittegning V7003, V7005, V7006 i vedlegg 2 (helt til høyre i snittene). Det er gjort nye stabilitetsvurderinger ved snittene hvor fyllingen er representert; *Hogsnes C*, *Hogsnes C1* og *Hogsnes C4*. Stabilitetsvurderingen for *Hogsnes C4* har et viktig bidrag i stabilitetsbildet for veifyllingen. Dette snittet går på tvers av kotene, som gjør at snittet er vesentlig brattere enn *Hogsnes C* og *-C1*. Det er *C4*-snittet som blir dimensjonerende for mengden tiltak for den samme fyllingen som er representert i *Hogsnes C*, *-C1* og *-C4*.

Videre, etter ønske fra kunde, har lette masser blitt erstattet med kalksement som geoteknisk tiltak i dette området. Resultater fra stabilitetsberegningene viser at det er behov for betydelig mengde kalksement under den oppbygde fyllingen vist i snitt *Hogsnes C4* i vedlegg 3.

De endelige mengdene kalksementstabilisering, gitt i kapittel 8, er basert på en geometrisk vektning, som skal kompensere for at snitt *Hogsnes C4* er tatt på skrå av vei og geotekniske tiltak.

Se grovt skissert utbredelse av tiltak i plan i vedlegg 4, tegning 4.

Løsmasseskjæringen for hovedveien inn mot portalområdet ved Hogsnes er betydelig slaket ut i siste revisjon, og det er ikke lenger behov for geotekniske tiltak her. Stabilitet av midlertidige graveskråninger vurderes i anleggsfasen.

Kommentert [MSS47]: Vedlegget er ikke forelagt for kontroll

6.4.2 VL10000 profil 5110 – 5700, Jarlsberg

På denne strekningen skal dagens fv. 303 utbedres og utvides på vestsiden. Dagens vei skal også heves for å sikre mot flom. Se Figur 30



Figur 30. Område ved Jarlsberg travbane

Grunnundersøkelser

Aktuelle undersøkelser er oppsummert i Tabell 18. I tillegg til nye undersøkelser er tidligere utførte undersøkelser tatt med i vurderingen der de er aktuelle. Borpunktens plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Jarlsberg [23]. Plassering av aktuelle snitt vises på plantegning 7 i vedlegg 1.

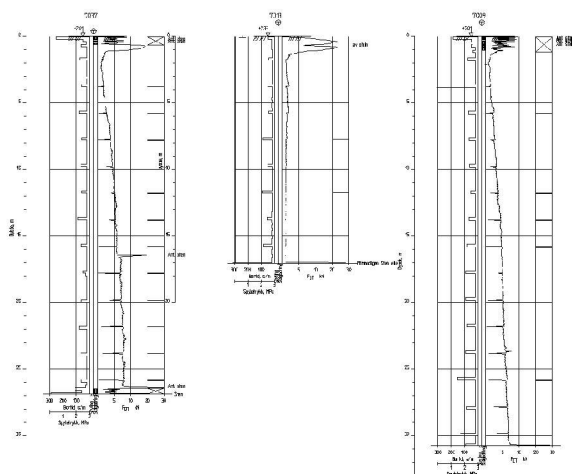
Grunnforhold

Terrenget er relativt flatt men stiger fra ca. kote +1,1 i profil 5190, til kote +3 ved profil 5730.

Resultat fra CPTu 7009, 7015 og 7040 viser omtrent tilsvarende skjærstyrkeprofil med ca. 25-30 kPa ned til 10 meters dybde, og deretter økende mot ca. 40-45 kPa der på 20 meters dyp. Vanninnhold varierer fra 20-60 % og densiteten på leira varierer fra 17,5-18 kN/m³. Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3.

Leiren er lite til middels sensitiv og det er ikke påvist kvikkleire i utførte labforsøk.

Boringer viser varierende grunnforhold med stor dybde til berg. Generelt vises lav sonderingsmotstand de første 15 meter. Videre er motstanden noe økende, se Figur 31.



Figur 31. Totalsondering 7009, 7013 og 7037.

Grunnvannstand og poretrykksforhold

Poretrykksmålere viser noe overtrykk i området. Årsaken til overtrykk kan være topografiske og hydrogeologiske forhold. Området ligger nærmere sjøen i øst. Terrenget stiger svakt mot vest og danner et stort område som strekker seg over mange kilometer. Dette gir et stort infiltrasjonsområde som ligger ovenfor dette området. Da kan det være naturlig artesisk trykk under leireavsetninger som gir overtrykk opp i leirlaget. For ytterligere detaljer om poretrykk, se geoteknisk datarapport for Jarlsberg [23].

Borhull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / spisskote	Trykknivå/ grunnvannstand
7009	+ 2,01	Elektrisk	10 / -7,99	105 kPa / +2,51
			20,2 / -18,19	220 kPa / +3,81
7031	+ 2,73	Elektrisk	15 / -12,27	154 kPa* / +3,13
7025	+ 2,79	Elektrisk	12 / -9,21	129 kPa / +3,69
			29 / -26,21	290 kPa / +2,79
Noe overtrykk i målingene, grunnvannstand antas i terrengnivå. Tilnærmet hydrostatisk poretrykksfordeling. Avlest januar-mars 2020. *Avlest 14-24 mars 2020.				

Vurderinger og anbefalinger

Det er utført stabilitetsvurderinger med hevet vei og tilleggsfyllingen som utvider dagens vei i vestlig retning mot jordet (se snitt *Hogsnes B* som vises på tegning V7007 i vedlegg 2). Vurderingene viser at grunnen tåler den ekstra belastningen fyllingen medfører. Det anbefales at topplaget med matjord fjernes

og at det legges fiberduk og geonett i traubunn. Resultat av stabilitetsberegning er vist i vedlegg 3.

Det er ikke gjort nye geotekniske vurderinger her i siste revisjon da det er små eller ubetydelige veiendringer for denne strekningen.

6.4.3 VL10000 profil 5700 - 5770 rundkjøring

Det skal etableres en rundkjøring i krysset Semslinna/Hogsnesbakken, se Figur 32. Rundkjøringen skal heves noe fra dagens terreng. Det skal også etableres en GS-kulvert parallelt med Semslinna på sørsiden av rundkjøringen.



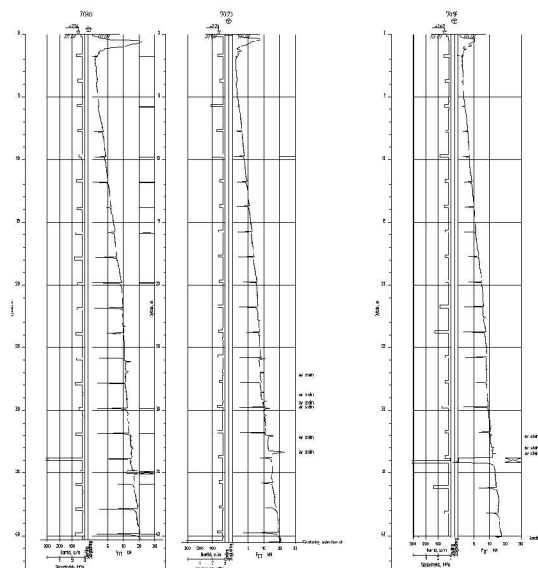
Figur 32. Rundkjøring og GS-vei

Grunnundersøkelser

Aktuelle grunnundersøkelser er oppsummert i Tabell 18. I tillegg til nye boringer er tidligere utførte boringer tatt med i vurderingen der de er relevante. Borpunktene plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Jarlsberg [23]. Plassering av aktuelle snitt vises på plantegning i vedlegg 1.

Grunnforhold

Terrenget i området er relativt flatt og boringer viser løsmasser til stort dyp. Spissmotstand er lav i topp, men øker med dybden – se Figur 33. Udrenert aktiv skjærstyrke er tilnærmet konstant på 25 kPa ned til 5 meters dybde. Videre ned er den økende mot 56 kPa på 24 meters dybde. Valgte materialparametere er gitt i tabeller ved aktuelle beregninger i vedlegg 3.



Figur 33. Totalsondering 7018, 7020 og 7030.

Grunnvann og poretrykksforhold

Målinger viser noe overtrykk i de målte dybder, se Tabell 19. For ytterligere detaljer om poretrykk, se geoteknisk datarapport for Jarlsberg [23].

Tabell 19. Poretrykksmåler 7025

Borhull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / spisskote	Trykknivå/ grunnvannstand
7031	+ 2,73	Elektrisk	15 / -12,27	154 kPa* / +3,13
7025	+ 2,79	Elektrisk	12 / -9,21	129 kPa / +3,69
			29 / -29	290 kPa / +2,79
Noe overtrykk i målingene, grunnvannstand antas i terrengnivå. Tilnærmet hydrostatisk poretrykksfordeling. Avlest januar-mars 2020. *Avlest 14-24 mars 2020.				

Vurderinger og anbefalinger

Det er gjort vurdering av stabilitet i nordre del av fyllingen; beregningssnitt *Jarlsberg A3* (tilsvarer snittegning V7010 i vedlegg 2). Resultatene viser at det ikke er behov for særtiltak for å sikre stabilitet av den planlagte veifyllingen.

Semslinna skal være operativ i anleggsfasen. Det må derfor settes spunt for å nå ønsket utgravingsnivå i forbindelse med etablering av planlagt kulvert. En evt. åpen graveskråning med helningsutslag 1:2 kan isolert sett være mulig for

utgraving mot sør, men da det er bløte leirmasser i hele dybden og dypt til berg i området vil en tosidig spunt sannsynligvis være uungåelig mht. avstivning for spunt mot nord. Alternativet vil vært å bakforankre den nordlige spunten i en spunt nr. 2.

Tosidig spunt blir derfor anbefalingen her. Nødvendig spuntdybde for den ca. 5,2 meter dype utgravingen vil være ca. 13 m. Det må etableres et innvendig avstivningsnivå før det graves helt ned til ønsket nivå. Når evt. bunnplate er støpt kan stiverrekka fjernes.

6.5 Konstruksjoner

Prosjektet omfatter total 9 stk. konstruksjoner inklusive høybru over Vestfjorden. Det er gjennomført separate forprosjekt for de mindre konstruksjonene samt høybru over Vestfjorden.

Denne rapporten presenterer en kortfattet beskrivelse av grunnforhold og geoteknisk vurdering for ulike konstruksjoner.

6.5.1 K110/K120, Sørlike portal Teietunnelen

Grunnforhold

Boringer viser at berget faller brått i østlig retning. Tverrsnitt viser at underkant portal ligger på ca. kote +17. Underkant fundament kommer ned i løsmasser med lav sonderingsmotstand og borpunkt 1012 viser en middels fast leire med udrenert aktiv skjærfasthet på 35 kPa i den aktuelle dybden. Leiren er bekreftet meget sensitiv og kvikk. Det vises til plantegning T03 og snittegning V1005 (i henholdsvis vedlegg 1 og 2).



Figur 34. Sørlike portal Teietunnelen

Vurdering og anbefaling

Oppgitte spenninger fra konstruksjonene er betydelig høyere enn beregnet bæreevne for løsmassene, selv om grunnen er forsterket. Det anbefales å fundamenter konstruksjonene på peler til berg. Stålkjernepeler kan i dette tilfelle være et fornuftig valg. Det anbefales å forsterke traubunn med kalksement helt frem til påhugget.

6.5.2 K010, Kulvert under Kirkeveien

Grunnforhold

Grunnboring og prøver utført av Statens vegvesen [19] viser meget sensitiv leire med vanninnhold 20-40 %. Underkant fundament ligger på ca. kote +24 og terrenget avlastes med ca. 4 meter stedlige masser. Det vises til plantegning T02 og snittegning V1010 (i vedlegg 1 og 2).

Vurdering og anbefaling

Det er gjort beregning av bæreevne til grunnen og vurdering av grunnforhold og fundamentlaster fra kulvert viser at kulverten ikke kan fundamenteres direkte på leiregrunn. Beregningene viser at kulvert kan fundamenteres på kalksementstabilisert grunn. Fundamenteringsløsningen forutsetter at det kalksementstabiliseres helt ned til faste masser under hele kulverten for å unngå differansesetninger.

6.5.3 K130/K140, Nordlig portaler Teietunnelen

Grunnforhold

Tverrsnitt *Is_rig_10000_pr-250* på plantegning T04 i vedlegg 1 (snittegning V3002 i vedlegg 2) viser at det er berg under fundamentene på portalene.

Vurdering og anbefaling

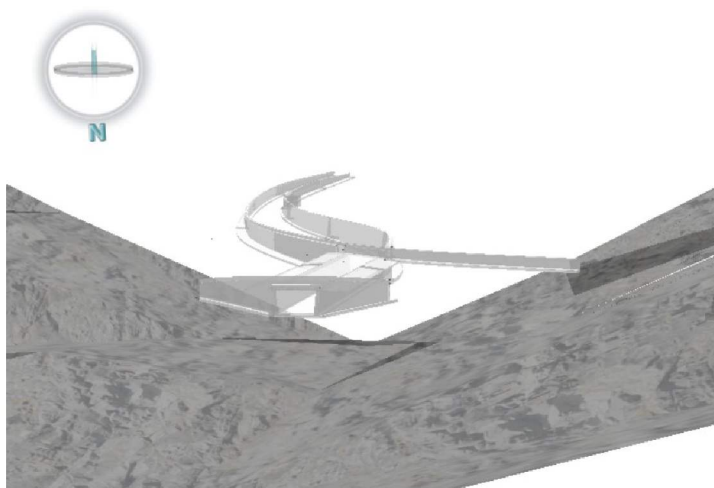
Portalene fundamenteres direkte på berg. Det gjøres ingen videre geoteknisk vurdering her.

6.5.4 K020, GS-vei kulvert Ramdal

Grunnforhold

Underkant fundament ligger ca. på kote +20. Tverrsnitt *Is_rig_10000_pr-2640* (snittegning V3005 i vedlegg 2) viser at det i vestlig ende er ca. 2 meter ned til masser med økt spissmotstand under kulvertens fundament, mens i østlig ende av kulverten øker dybden til ca. 6,5 meter. Berg er påtruffet i 20-25 m dybde ved kulverten, se Figur 35.

Borpunkt 3024 viser kvikkleire i det aktuelle laget. CPTu viser en udrenert aktiv skjærfasthet på 22 kPa i den aktuelle dybden.



Figur 35. GS-vei kulvert på Ramdal med antatt bergoverflate

Vurdering og anbefaling

Opgitt vertikal spenning i underkant av fundament ligger på ca. 240 kPa. Innledende bæreevnevurderinger viser at opprinnelig avlastet grunn ikke har tilstrekkelig bæreeevne.

Innledende setningsberegninger viser også at grunnen må forsterkes for å unngå for store setninger. Det anbefales at kulverten direktefundamenteres på kalksementforsterket grunn. Alternativ løsning kan være fundamentering på peler.

Det vil, som beskrevet i kapittel 6.2.3, være behov for avstivet byggegrop (spunt) i byggefasen for etablering av kulvert. Dette er spesielt viktig mht. Munkerekkveien da den skal være åpen for trafikk i anleggsfasen.

Planlagt løsmasseskjæring på nordside av kulvert vil delvis ligge i bløt leire. Her anbefales det også KS-stabilisering.

6.5.5 K210/K220, portaler Ramberg tunnelen

Grunnforhold

Vestlige portal for Ramberg tunnelen ligger helhetlig i berg, derimot de østlige portalene vil ligge i en forskjæring som består delvis av berg og delvis av løsmasser. Se tverrsnitt *Ramdal B* (snittegning V3003 i vedlegg 2).

Vurdering og anbefaling

Portalene i vest fundamenteres direkte på berg.

Portalene i øst vil fundamenteres delvis på berg og delvis i løsmasser. Løsmassene under portaler består i hovedsak av friksjonsmasser, men forekomst av bløt leire/silt under portal fundamenter kan ikke utelukkes. Det anbefales å masseutskifte evt. bløte masser med sprengstein og portalene fundamenteres på direkte på komprimert stein.

Kommentert [MAM48]: Endring i bergmodell for de østlige portalene. løsning er endret.

6.5.6 VL10000 Profil 3000- 3480, Færderbrua.

Borpunktens plassering er vist i Geoteknisk datarapport for Vestfjorden [24]. Boringer viser at det er leire over berg og oppsprukket berg. For mer om grunnforhold og planlagte tiltak vises det til NOT-RIG-003 «Færderbrua, geoteknisk vurdering av pelefundamentering», samt NOT-RIG-004 «Færderbrua, stabilitet vestre landføring».

Kommentert [MSS49]: Notat for Færderbrua er ikke forelagt for kontroll

Kommentert [TS50R49]: Notat ikke revidert i 2022. Notat fra 2020 gjelder. Murad sjekker internt om dette skal kontrolleres.

6.5.7 K310/K320, portal Hogsnestunnelen

Grunnforhold

Snittegning V5007 i vedlegg 2 viser at det er berg under fundamentet på portalene.

Vurdering og anbefaling

Portalene fundamenteres direkte på berg. Det gjøres ingen videre geoteknisk vurdering her.

6.5.8 K330/K340, nordlig portal Hogsnestunnelen

Grunnforhold

Tverrsnitt *Is_rig_10000_pr-5045_c2-c2* (snittegning V7004 i vedlegg 2) viser at det er berg under fundamentet på portalene.

Vurdering og anbefaling

Portalene fundamenteres direkte på berg. Det gjøres ingen videre geoteknisk vurdering her.

6.5.9 K030, Jarlsberg kulvert

Grunnforhold

Snittegning V7009 i vedlegg 2 viser grunnforhold ved kulverten. Underkant fundament ligger på ca. kote +1. CPTu 7025 viser en udrenert aktiv skjærfasthet på 25 kPa i aktuell dybde. Videre ned vises økende skjærstyrke opp mot 56 kPa.

Vurdering og anbefaling

Oppgitte vertikale spenninger i underkant av fundament ligger på ca. 178 kPa. Innledende bæreevnevurderinger viser at opprinnelig avlastet grunn ikke har tilstrekkelig bæreevne. Tilsvarende beregninger på forsterket grunn viser tilfredsstillende bæreevne. Det anbefales at kulverten direktefundamenteres på kalksementforsterket grunn.

Setninger under kulvert ble ikke vurdert pga. manglende grunnlag. Dette anbefales utført i byggeplan.

7 Områdestabilitet

Områdestabilitet behandles i separat notat, se NOT-RIG-006 [1].

8 Oppsummering geotekniske tiltak

Tiltak oppsummert her inkluderer også stabiliserende tiltak for områdestabilitet.

Snitt	Nødvendig mengde kalksement [m ²]	Nødvendig mengde EPS/skumglass[m ²]	Lengde, vei [m]	Volum tiltak [m ³]
Smidsrød E		27,2 (skumglass)	115	3128 (skumglass)
Kolberg A	252	-	104	26198 (KS)
Kolberg B		138 (EPS)	86	11868 (KS)
Kolberg C	89	76 (EPS)	198	17622 (KS) / 15048 (EPS)
Kolberg D	133	81 (EPS)	52	6916 (KS) / 4212 (EPS)
Ramdal C	5	-	100	500 (KS)
Hogsnes C4	75,6	-	150	11331
Kolberg G	100	41 (skumglass)	137	13700 (KS) 4100 (skumglass)
Kolberg H	90	-	70	6300 (KS)

9 Oppsummering grovt estimat, spuntbehov

Snitt	Spuntedybde [m]	Lengde, vei [m]	Areal spunt [m ²]
Is_rig_20200_pr-510	20	80 X 2 (tosidig spunt)	3200
Ramdal D1/D2	16	40 X 2 (tosidig spunt)	1280

Ramdal D3	14	60 X 2 (tosidig spunt)	1680
Ramdal E	4	30	120
Jarlsberg A2	13	60 X 2 (tosidig spunt)	1560
Sum			8320

10 GRUNNFORHOLDSMODELL

Grunnforholdmodell for prosjektet er presentert i Novapoint. Modellen består kun av 3D-modell av antatt bergoverflate. Bergflaten er modellert ved bruk av Autodesk Civil 3D. I det følgende gis en oversikt over metodikk, begrensninger og beskrivelse av de ulike delene av bergflaten.

10.1 Datapunkter

Bergmodellen er basert på data fra tidligere tilgjengelige og nye utførte grunnundersøkelser og observasjoner av berg i dagen. Bergflaten er modellert på bakgrunn av 6 ulike vurderingsgrunnlag med følgende nivå på troverdighet

- 1 Sonderinger med kontrollboring i berg
- 2 Sonderinger med stopp i antatt berg
- 3 Innleste bergblotninger fra felt
- 4 Sonderinger uten påtruffet berg
- 5 Topografisk høydedata (kart- og Laserdata)
- 6 Skjønnsmessige vurderinger

De anvendte undersøkelser kan sees i geotekniske datarapporter, ref [17] - [23].

10.2 Metodikk for modellering

I hovedsak er sikker bergpåvisning fra sonderinger benyttet i portalområdene der hvor påhugg starter i løsmasser. Her er behovet for detaljert informasjon høyt, og det er følgelig utført store mengder sonderinger med kontrollboring i berg.

Topografisk høydedata nedjustert i z-retning benyttes for tunnelområder hvor tunnel er langt under bakkenivå, og i områder hvor en med høy sannsynlighet kan si at det forekommer berg i dagen. Denne fremgangsmåten gir et fornuftig estimat av bergnivå i områder hvor behovet for detaljnivå er lavt. Metoden er dermed også lite sensitiv for å plukke opp lokale variasjoner og løsmasseforekomster.

I modellens ytterkanter hvor det er begrenset med nøyaktig bergpåvisning suppleres modellen med sonderinger som er avsluttet uten å treffe berg. Med estimat for minste tykkelse av løsmasser kombinert med skjønnsmessig vurdering basert på nærliggende bergpåvisninger og omkringliggende terreng, oppnår en fornuftige anslag av bergnivå.

I delområder hvor det ikke er utført grunnundersøkelser, og det har oppstått behov for utvidelse av modell er det også stedvis utført skjønnsmessige interpoleringer. Dette er "dummy"-punkter som i modellen er angitt som berg basert på omkringliggende punkter eller undersøkelser. Slike punkter kan anses som kvalifisert gjetning, og er således knyttet stor usikkerhet til disse.

10.3 Kvalitet av bergmodell

Bergmodellen består generelt av tre deler: Interpolerte flater mellom innmålte datapunkter, flater avsatt fra terreng der berg er observert i dagen og ekstrapolerte flater omkring de interpolerte flater for å sikre en modell, som er dekkende for hele prosjektet.

Interpolerte flater er generelt utført som lineære, triangulerte flater mellom datapunkter. Det er valgt en maksimal sidelengde av polygoner på 100 m. Det er valgt en lang sidelengde for å nytte resultat fra geotekniske målinger mest mulig i modellering av bergoverflaten. Det er i undersøkelsesprogrammet forsøkt å få tettere borpunkter, spesielt der hvor prosjekteringen er mest avhengig av bergmodellen, men det må generelt forventes at bergmodellen bare kan anvendes til arealvendelse i reguleringsfasen, og at den må justeres under detaljplanlegging og suppleres med ytterligere innmålte datapunkter.

Ekstrapolerte bergflater er utført basert på inndeling i linje- og polygonområder på yttersiden (og i noen tilfelle innsiden) av interpolerte bergflate og mellom bergflater basert på innmålte datapunkter. På den måten er hele prosjektets areal dekket. Hver linje/polygon er tildelt en dybde til berg, vurdert ut ifra nærmeste datapunkt. De ekstrapolerte bergflater som er benyttet til utglattning og utvidelse av modellen tilfører ikke modellen økt nøyaktighet. Det må forventes stor usikkerhet og stedvis store avvik for ekstrapolerte bergflater.

Ved detaljprosjektering må den prosjekterende bestemme og justere bergflaten for det konkrete behovet i hvert enkelt tilfelle. Dette kan gjøres ved supplerende grunnundersøkelser.

Det må også forventes behov for tilpasning i områder der bergmodellen er av lavere kvalitet. Bergmodellens modellerte flater er av varierende kvalitet og det kan nevnes følgende usikkerheter/variasjoner:

- Nøyaktighet og usikkerheter ved beregning av bergoverflate.
- Antall borpunkter som ligger til grunn for flatene, samt annet grunnlag som er lagt til grunn f.eks. seismikk.

- > Antagelser om bergflate (ekstrapolerte flater)
- > Lineær interpolasjon mellom punktene eller om flatene mellom punktene følger terrengforløpet

10.4 Beskrivelse av bergmodell

Følgende beskrivelse av bergmodell er gitt med profilreferanse til VL10000_B.

10.4.1 Profil 600 – 800 Sørlig portalområde, Teietunnelen

For dette portalområdet er berg modellert på bakgrunn av sikre bergpåvisninger kombinert med punkter med antatt berg. Fra profil 650 er det tydelig at tunnel går under en bergformasjon. Første del av berget er modellert manuelt ved å hente noen få konturlinjer fra topografisk kartgrunnlag og senke det til et nivå under terreng.

10.4.2 Profil 800 – 2500 Teietunnelen

Teietunnelen ekskludert portalområder er i helhet modellert gjennom bruk av vurderingsgrunnlag type 5, som beskrevet over.

10.4.3 Profil 2500 – 2700 Ramdal, Teietunnelen nordre portal og Ramberg tunnelen østre portal

Berget i Ramdal har form som en v-dal. Det er god dekning av grunnundersøkelser på Ramdal og bergnivå i dalen er basert på troverdige sonderinger med kontrollboring i berg eller stopp mot antatt berg. Overgangen mellom dal og fjellsider, som utgjør portalområde for Teietunnelen i øst og Ramberg tunnelen i vest, er modellert ved bruk av graderingsfunksjon i Civil 3D. Dette innebærer noe usikkerhet pga. lineær interpolasjon mellom boringer og berg i dagen. Noen boringer i dette området ble utført etter Bergmodell ble utarbeidet som ha vesentlig betydning for vurderinger for østlig forskjæring til Ramberg tunnelen. Her bør bergmodellen oppdateres i detaljprosjekteringsfasen.

Kommentert [MAM51]: Endring i bergmodell i Ramdal.

10.4.4 Profil 2700 – 3000 Ramberg tunnelen

Ramberg tunnelen er i sin helhet modellert gjennom bruk vurderingsgrunnlag type 5, som beskrevet over.

10.4.5 Profil 3000 – 3480 Færderbrua

Bergmodell for Vestfjorden er ikke endelig modellert. Boringer og seismiske undersøkelser er stoppet, og det er derfor mangelfull vurdering av bergflate.

10.4.6 Profil 3480 – 3900 Smørberg

For Smørberg er det benyttet variert vurderingsgrunnlag for modellering av bergflaten. Ved Færderbruas vestre landføring er det god dekning av

grunnundersøkelser og følgelig godt grunnlag for vurderingen. Modellens ytterkant er supplert med innmålte bergblotninger og skjønsmessige vurderinger. Sonderinger med bergpåvisning viser at det forekommer store lokale variasjoner i bergnivå noe som gjør det krevende å utføre kvalifisert gjetning på steder hvor det ikke er utført undersøkelser. Det er derfor knyttet en viss usikkerhet til modellens nordre ytterkant ved Smørberg.

10.4.7 Profil 3900 – 4400 Hogsnestunnelen sørlige portalområde

Ved Hogsnestunnelens sørlige portalområde er det svært god dekning av totalsonderinger med kontrollboring i berg, og det er god detaljering av bergflaten. Skjønsmessige suppleringer er benyttet for å øke detaljeringen av store triangler og for å glatte ut modellens ytterkant.

Ca. i profil 4050 – 4150 øker terrenget bratt og det forekommer en bergknaus som tunnelen går under. Denne er modellert gjennom bruk av høydedata med lavt detaljnivå, nedjustert til 0,5 m under terreng.

Ved profil 4150 - 4400 går tunnelen under en mindre dal, hvor bergnivået igjen synker og det forekommer løsmasser. Her er det utført noen få grunnundersøkelser med sikker bergpåvisning ved profil 4150 – 4250. Det resterende området har mangelfullt datagrunnlag. Denne forsenkningen i bergmodellen har stor usikkerhet knyttet til seg og er i stor grad modellert ved bruk av skjønsmessige vurderinger. Modellen er dog vurdert som tilstrekkelig da tunnelen løper i et dyp som sannsynligvis overgår dybde til berg i de usikre områdene.

10.4.8 Profil 4400 – 4900 Hogsnestunnelen

Hogsnestunnelens sørlige del er beskrevet i forrige avsnitt. Nordlig del går under synlig berg i dagen, samt formasjoner som fra kartgrunnlag er vurdert som berg i dagen. Dette området er i sin helhet modellert gjennom bruk av metode 5, som beskrevet over.

10.4.9 Profil 4900 – 5100 Hogsnestunnelen nordre portalområde

På grunn av flere iterasjoner med ulikt detaljnivå er Hogsnestunnelen nordre portalområde modellert ved bruk av flere vurderingsgrunnlag. Det som originalt var antatt som berg i dagen og modellert som nedjustert laserdata ved profil 4950 – 5000, ble manuelt klipt ut og supplert med sonderinger. Det er innlest sikre bergblotninger øst for portalen og området i umiddelbar nærhet til portalen er modellert med skjønn i form av "dummy-points".

På grunn av sikker kunnskap om stor løsmassemekktighet i retning Jarlsberg, er det vurdert at berget faller i nordlig retning. Det betyr at bergmodellens ende i profil 5050-5100 modellert med antatt relativt store dybder til berg.

11 REFERANSER

- [1] COWI AS, «NOT-RIG-006 Områdestabilitet», COWI AS, Oslo, 2020.
- [2] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegbygging, Håndbok N200, 2021.
- [3] Statens vegvesen, Geoteknikk i vegbygging, Håndbok V220, 2018.
- [4] Statens vegvesen, «Håndbok V221 - Grunnforsterknin, fylling og skråninger», Vegdirektoratet, 2014.
- [5] «Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016.», Standard Norge, 2016.
- [6] «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020: Geoteknisk prosjektering del 1: Allmenne regler», Standard Norge, 2020.
- [7] «NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning», Standard Norge, 2021.
- [8] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred», 2019.
- [9] Statens vegvesen, «Jordskjelvdesign i Statens vegvesen. Nr. 604», Statens vegvesen, Oslo, 2017.
- [10] NVE, «NVE Atlas», [Internett]. Available: atlas.nve.no.
- [11] Grunnteknikk AS, «Tønsberg, Fv. 303 Hogsnes kvikkleiresone. Områdestabilitet», Grunnteknikk AS, 2013.
- [12] Grunnteknikk AS, «Grunnundersøkelser for boligprosjekt», Grunnteknikk, 2013.
- [13] Rambøll, «G-not-003», Rambøll, 2017.
- [14] Multiconsult AS, «Geoteknisk datarapport 812400/1», Multiconsult AS, 2010.
- [15] Statens vegvesen, «Rv. 3030 Hogsnestunnelen, Geoteknisk datarapport», 2011.
- [16] Statens vegvesen, «Rv. 303 Bjellandbakken. Grunnundersøkelser, rapport nr.1», Statens vegvesen, 2000.
- [17] Statens vegvesen, «B11253-GEOT-01 Ny Fastlandsforbindelse fra Færder – Kolberg – Geoteknisk datarapport», Statens vegvesen, 2020.
- [18] Multiconsult, «VA anlegg i Bekkeveien på Nøtterøy», Multiconsult, Tønsberg, 2008.
- [19] Statens vegvesen, «RV 308 Kirkeveien», Statens vegvesen, 1991.
- [20] Statens vegvesen, «B11253-GEOT-02 Ny Fastlandsforbindelse fra Færder – Ramdal – Geoteknisk datarapport», Statens vegvesen, 2020.
- [21] Grunnteknikk AS, «Nøtterøy. Brattbakken VA-anlegg. Grunnundersøkelser. 112771r1», Grunnteknikk AS, 2017.
- [22] Statens vegvesen, «B11253-GEOT-04 Ny Fastlandsforbindelse fra Færder – Smørberg – Geoteknisk datarapport», Statens vegvesen, 2020.
- [23] Statens vegvesen, «B11253-GEOT-06 Ny Fastlandsforbindelse fra Færder – Jarlsberg – Geoteknisk datarapport», Statens vegvesen, 2020.

- [24] Statens vegvesen, «B11253-GEOT-03 Ny Fastlandsforbindelse fra Færder – Vestfjorden – Geoteknisk datarapport,» Statens vegvesen, 2020.
- [25] NIFS, «14/2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» NIFS, Oslo, 2014.
- [26] NGF, «Melding nr. 11 Veiledning for prøvetaking,» NGF, Oslo, 2013.