



Geoteknisk vurderingsrapport

Detaljregulering E39 Lyngdal vest - Kvinesdal

Delområde 5-7

NV Dokumentnummer: NV42E39LK-GEO-RAP-0013

ENT Dokumentnummer: 10220781_200_rig_R04_A03

Prosjekt nr:	115510
Oppdragsnavn:	E39 Lyngdal vest - Kvinesdal
Kunde	Nye Veier AS

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Årsak til utgivelse	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
01	03.02.2023	Første leveranse	NOSIRT/ NOCIZH	NOARND	NORUHO
02	13.03.2023	Revidert etter utvidet kontroll	NOSIRT	NOARND	NORUHO
03	15.05.2023	Første gangs behandling	NOSIRT	NOARND	NORUHO

Endringsoversikt

Revisjon	Endringsbeskrivelse
01	Første leveranse
02	Revisjon etter 3. partskontroll
03	Revidert med felles innledning, sammendrag og modellkapittel

Tegningsliste

Vedlegg nr.	Tegningsnummer	Tittel
1	V5022	Situasjonsplan 9 P16500-17200
2	V5023	Situasjonsplan 10 P17400-17900
3	V5024	Profil N
4	V5025	Profil O
5	V5026	Situasjonsplan 11 P22150-22300
6	V5027	Profil P
7	V5028	Situasjonsplan 12 Øyesletta
8	V5029	Profil M

Innhold

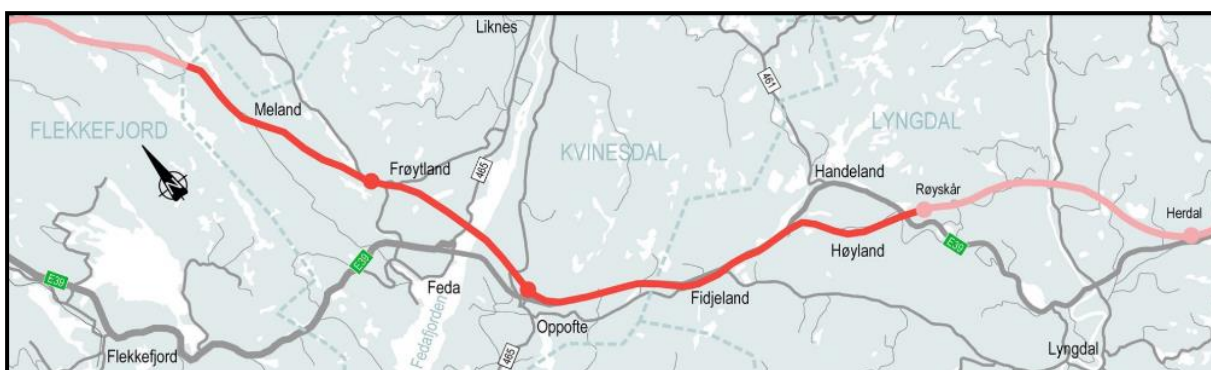
1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Om rapporten.....	6
1.3	Sammendrag	7
1.4	Omfang	9
2	Geoteknisk prosjektering	11
3	Grunnlag for vurderinger	11
4	Grunnforhold	11
4.1	Topografi og berggrunn.....	11
4.2	Kvartærgeologisk kart	13
4.3	Delområde 5, Frøytland – grunnforhold og vurderinger	15
4.4	Delområde 5, nord – grunnforhold og vurderinger	21
4.5	Delområde 6 - grunnforhold og vurderinger	25
4.6	Delområde 7 – grunnforhold og vurderinger	27
5	Modellering.....	31
5.1	Modell delområde 5 / område 200 Frøytland sør	32
5.2	Modell delområde 5 / område 210 Frøytland nord	33
5.3	Modell delområde 6 / område 230 Store Meland.....	34
5.4	Modell delområde 7 /område 200 Øyesletta	35
6	Referanser.....	37

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Nye Veier har ansvaret for utbygging av E39 fra Kristiansand i Agder til Ålgård i Rogaland, en strekning på om lag 200 kilometer. Ny E39 planlegges som trafikksikker firefelts motorvei med fartsgrense 110 km/t. Motorveien vil, i tillegg til reduksjon i antall ulykker, gi vesentlig kortere reisetid for brukerne og knytte Agder og Rogaland tettere sammen som felles bo- og arbeidsmarked.

Utarbeiding av reguleringsplan med konsekvensutredning for parsellen Lyngdal vest-Kvinesdal er en del av dette arbeidet. Planlegging av ny vei og tunnel fra E39 til Øyesletta inngår i prosjektet. Det er Lyngdal og Kvinesdal kommuner som er planmyndighet.



Figur 1: Parsellen E39 Lyngdal vest-Kvinesdal

Det foreligger trasé for veiløsning i de gjeldende kommunedelplanene E39 Vigeland-Lyngdal vest og E39 Lyngdal vest-Ålgård, men strekningen gjennom Kvinesdal kommune er ikke vedtatt. Ny trasé fra Røyskår til kommunegrensen mot Flekkefjord er nå utredet av Nye Veier.

I arbeidet med reguleringsplan er det gjennomført linjesøk og tverrfaglige vurderinger av et bredt utvalg av løsninger for å finne den samlet sett beste traséen fra Røyskår i Lyngdal, gjennom Kvinesdal, til kommunegrensen mot Flekkefjord, der fremtidig ny E39 skal fortsette i den vedtatte traséen i kommunedelplan videre vestover. Østover fra Røyskår er prosjektet E39 Lyngdal øst-Lyngdal vest under bygging, med forventet ferdigstillelse i 2025.

Til varsel om oppstart av planarbeid (15.09.2021) ble det gjennomført en grovsiling av et stort antall alternative veilinjer for ny E39. Anbefalte linjer fra grovsilingen danner grunnlaget for videre detaljering og vurdering. Frem mot utlegging av planprogram til offentlig høring (28.02.2022) ble det gjennomført en finsiling av de gjenstående linjene fra grovsilingen. Anbefalt linje fra finsilingen, sammen med linjer og kryssløsninger som kommunene vedtok utredet i planprogrammet, har dannet grunnlaget for videre

optimalisering, detaljering, konsekvensutredning og utarbeidelse av reguleringsplandokumenter.



Det henvises til silingsrapporter, planprogram, prosjektrapport, konsekvensutredning, reguleringsplandokumenter og fagrapporter for ytterligere detaljert informasjon om prosjektet. Dokumentene kan finnes på nettsidene til Nye Veier, Lyngdal og Kvinesdal kommune.

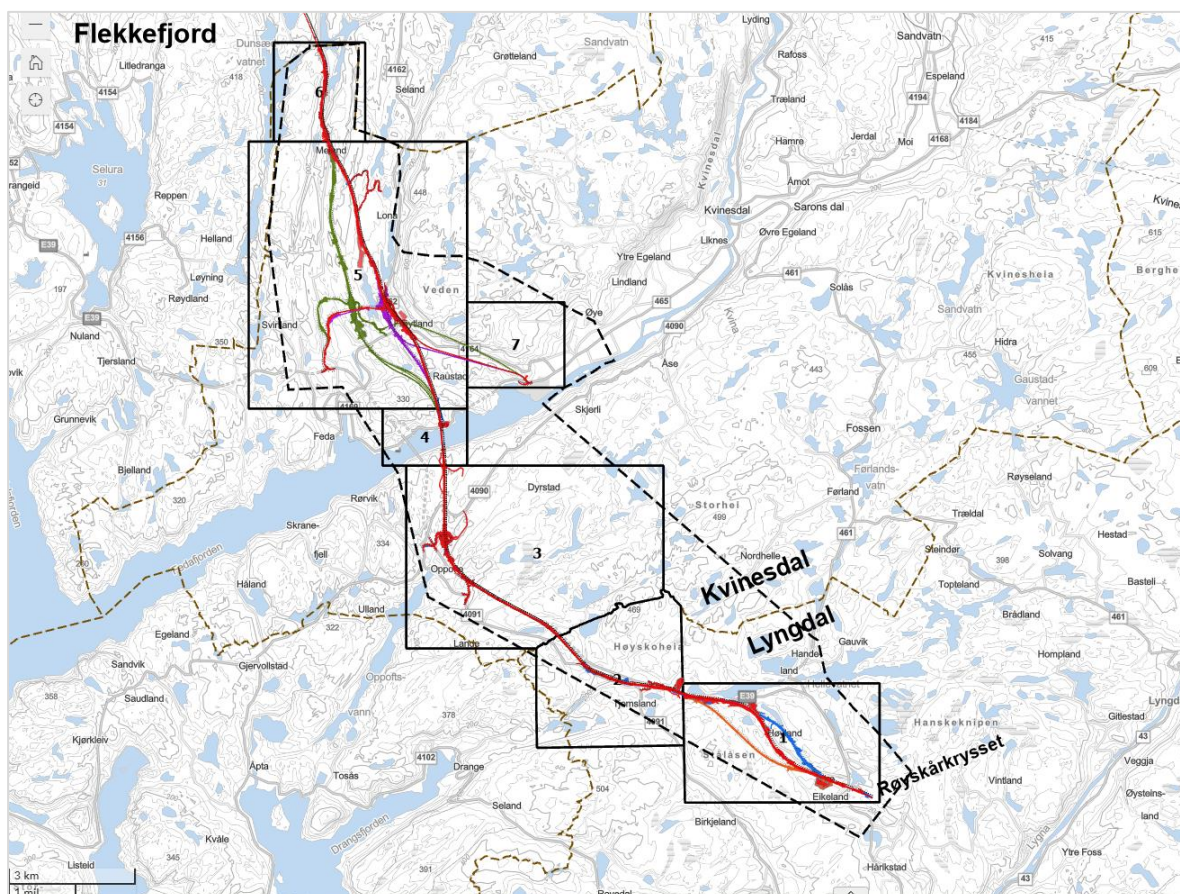
1.2 Om rapporten

Hensikten med denne rapporten er å beskrive grunnforhold og gi en geoteknisk vurdering av delområde 5 (P14950-21750), delområde 6 (P21750-24150) og delområde 7 (Øyesletta).

Rapporten skal dokumentere de krav som er angitt i Figur 3-1 i N200 [1].

Rapporten er et vedlegg til reguleringsplan for E39 Lyngdal vest-Kvinesdal.

I arbeidet med grunnundersøkelser er strekningen inndelt i sju delområder (Figur 2). Den planlagte strekningen inkluderer utfylling, skjæring, nye tunneler, bruer samt kulverter.



Figur 2: Oversiktskart som viser områdeinndeling (1-7). Rød linje er hovedlinjer Høylandsdalen vest (HDV) og Frøyland 1 (F1).

1.3 Sammendrag

1.3.1 Delområde 5 og 6

Ved Frøyland sør er det hovedsakelig påtruffet faste masser, tolket som morene. Det er planlagt løsmasseskjæringer over bergskjæringer på deler av strekningen. Høylandsveien kulvert anbefales fundamentert enten på berg eller meget fast morene.

Østlig del av kryssområdet ved Frøyland nord ligger delvis i et større landbruksområde, vurdert som myrområde på grunn av høyt vanninnhold i massene. På det dypeste er det registrert inntil 8 meter med torv. Ved fyllingsfot for lokalveien er faste masser påtruffet mellom 0,5 – 6,0 meter under terreng. Prosjektet har anbefalt å masseutskifte de bløte myrmassene med sprengstein for å bedre flomsituasjonen og drenere landbruksarealet, samtidig som området kan benyttes som masselager. Anleggsarbeidet utføres med maskin med lang arm, det graves ut så mye som mulig før det fylles på med grov stein. På grunn av høyt vanninnhold er det forventet at massene vil bli relativt flytende under utgraving.

For Frøytland kulvert anbefales masseutskifting til berg. Frøitlandsfossen bekkekulvert anbefales pelefundamentert ettersom resultat fra grunnundersøkelser antyder svakere lag i dybden. Frøitlandsfossen bru fundamenteres direkte på berg.

På strekningen mellom Frøitlandsfossen bru og Bjønnåsen er det ikke utført grunnundersøkelser. Terrenget veksler mellom bergrygger og mindre forsenkninger med løsmasser, blant annet flere mindre myrområder. Det er observert mye berg i dagen på ortofoto. Veilinjens veksler mellom bergskjæring og fylling. For etablering av veifylling på myr må det masseutskiftes til morene eller berg. For detaljprosjektering anbefales det befaring for å sjekke myrdybder med håndholdt utstyr, eventuelt supplerende grunnundersøkelser med borerigg.

Det er planlagt flere konstruksjoner på strekningen. Foreløpig anbefalte fundamenteringsmetoder er listet opp under:

- Akseldalen viltkryssing – direkte på berg
- Rølla kulvert – direkte på berg eller i sin helhet på meget fast morene
- Lonetona bru 1 – direkte på berg – berghylle må etableres i bergskjæring
- Lonetona bru 2 – direkte på berg – berghylle må etableres i bergskjæring
- Bjønnåsen kulvert – direkte på berg eller i sin helhet på meget fast morene

Det er planlagt masselager ved myrområdet ved Bjønnåsen kulvert. Masselageret kan etableres på eventuelle torvavsetninger, utførelse vil avhenge av myrdybde.

På Store Meland er det mye berg i dagen på begge sider av bekk/myrområdet. Grunnundersøkelser viser myrdybde inntil 4,5 meter under terrenget. Melandsveien kulvert fundamenteres direkte på berg. For den planlagte bekkekulverten anbefales det supplerende grunnundersøkelser for å vurdere fundamenteringsmetode.

Pelefundamentering kan være et alternativ.

1.3.2 Delområde 7

På Øyesletta består grunnen av fyllmasser og elveavsetninger. Resultatene fra alle grunnboringene i området viser samme trend, med sandig torv ned til ca. 4,5 meter, deretter faste masser av grusig, sandig materiale mellom 5 – 8 meter dybde. Videre ned mot berg er det store mektigheter med sand. Berg er påtruffet i 28 og 40 meter dybde. På området til den eksisterende gjenvinningsstasjonen er det registrert faste fyllmasser over torvlaget.

Dagens bekkeløp er planlagt omlagt, og vil krysse veien gjennom kulvert eller under bru. For kulvert må det etableres tørr byggegropp ved spunting. Vann må pumpes ut. Under fundamentene for kulvert må det masseutskiftes ned til fast grus/sandlag. Eventuelt kan pelefundamentering vurderes. For en bruløsning anbefales det at landkarene pelefundamenteres.

For resten av veilinjens og rundkjøring må det masseutskiftes ned til fast grus/sand. Dette innebærer utgraving til nærmere 5 meter under dagens terrenget, og arbeid under

grunnvannstand. Det kan være aktuelt med støttekonstruksjon mot industriområde/bygninger på sørsiden av dagens vei. Som alternativ til masseutskifting kan forbelastning av området vurderes.

1.4 Omfang

Følgende konstruksjoner og massedeponi er planlagt/foreslått på delområde 5, 6 og 7.

1. Konstruksjoner

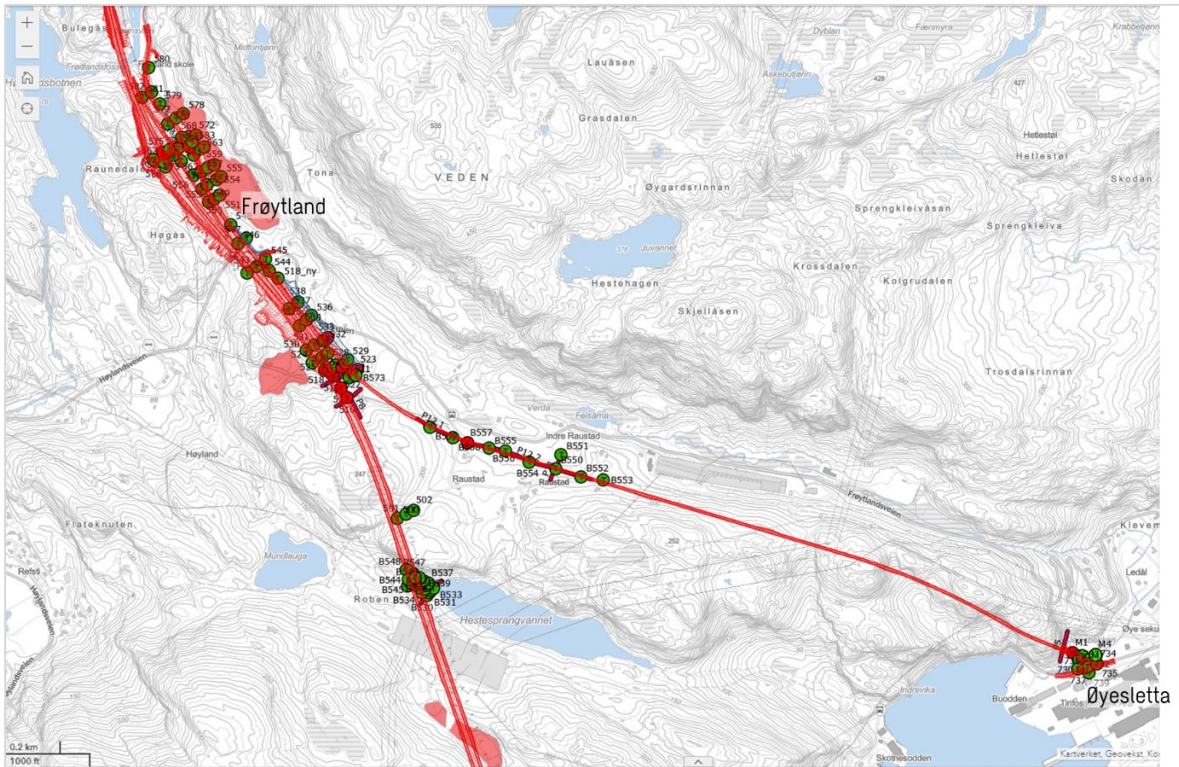
- K240 – Høylandsveien kulvert
- K250 – Frøytland kulvert
- K260 – Frøitlandsfossen bru
- K265 – Akseldalen faunapassasje
- K266 - Rølla kulvert
- K267 - Lonetona faunapassasje øst
- K268 – Lonetona faunapassasje vest
- K269 - Bjønnåsen kulvert
- K270 – Melandsveien kulvert
- K270 - Store Meland bekkekulvert
- K380 – Frøitlandsfossen bekkekulvert
- K420 – Kleivsbekken kulvert

2. Masselager

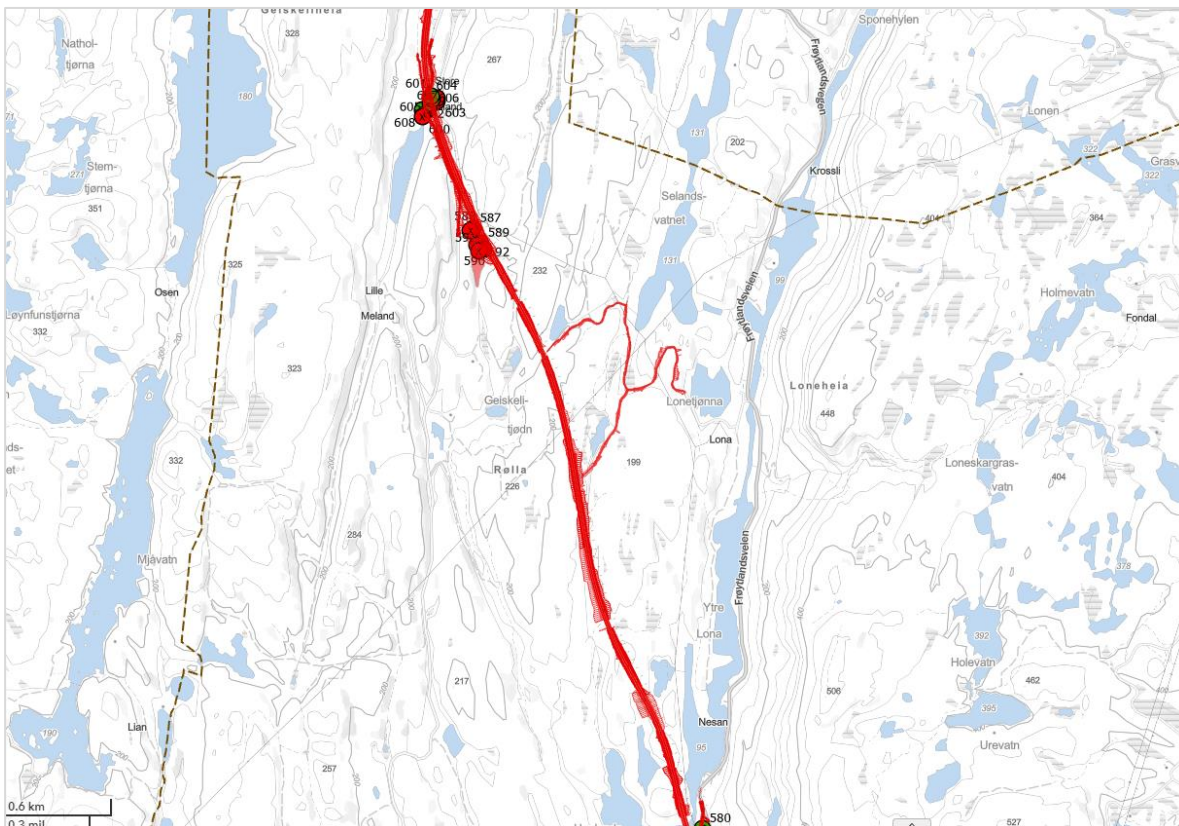
- Maselager v/ 16750
- Maselager Frøytland
- Masselager v/P21350

Det er også planlagt driftsveier parallelt med veilinjen på deler av strekningen.

I delområde 5 er grunnboringene konsentrert rundt Frøytland og stedvis over Refstiheitunnelen og Øyetunnelen for å kontrollere overdekning. Det er også foretatt grunnboringer på delområde 7 Øyesletta. Oversiktskart over Frøytland og Øyesletta er vist på Figur 3. Oversiktskart over nordre delområde 5 og 6 er vist på Figur 4.



Figur 3: Oversiktskart over Frøyland (delområde 5) og Øyesletta (delområde 7) med veilinje og planlagte masselager. Utførte grunnboringer er markert med grønt.



Figur 4: Oversiktskart over delområde 5 (nord) og delområde 6. Utførte grunnboringer er markert med grønt.

2 Geoteknisk prosjektering

Regelverk og forutsetninger for geoteknisk prosjektering angis i egen rapport [2].

3 Grunnlag for vurderinger

Vurdering av grunnforhold og anbefalinger til fundamenteringsmetoder er basert på grunnundersøkelser utført av Sweco, Rambøll og Grunnboring sør i perioden august - desember 2022. Resultatene er presentert i en egen datarapport [3]. Sweco har utført grunnundersøkelser på Frøytland (delområde 5 sør) og Meland (delområde 6). Grunnboring sør har utført grunnundersøkelser på Øyesletta (delområde 7). I nordlig del av område 5, fra ca. P18000 – 22100, er det ikke utført grunnundersøkelser med borerigg på grunn av krevende tilkomst for rigg og forventet tynt løsmassedekke på mesteparten av strekningen. I delområde 6 ble det boret uten spyling og luft på grunn av tekniske problemer, og sikker bergkontrollpåvisning er derfor ikke utført. Det er boret til faste masser eller berg.

Det er også utført grunnboringer ved Hestesprangvannet og Raustad for å sjekke tunneloverdekning for henholdsvis Refstiheitunnelen og Øyetunnelen.

Det er ikke registrert tidligere utførte grunnundersøkelser i NADAG [4] fra noen av delområdene 5-7.

Det ble gjennomført befaring i delområde 5 (Frøytland) og 7 (Øyesletta) av geoteknikere fra Sweco, 15. - 16. november 2022.

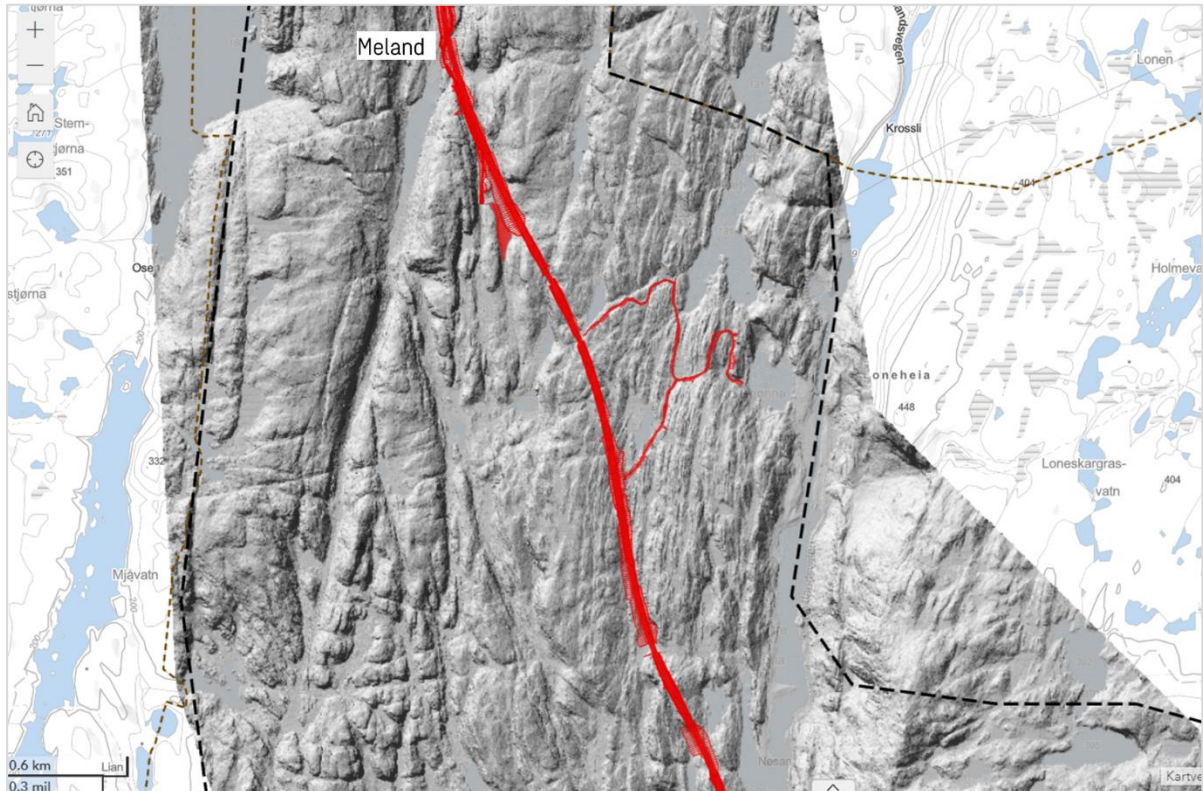
4 Grunnforhold

Det er store terrengvariasjoner i området. Det er i området observert mye berg i dagen fra både befaring og ulike kartnettverk. Grunnundersøkelser viser at delområde 5 og 6 hovedsakelig består av fast lagrede masser (antatt morene) eller myr/torv med relativt store mektigheter. På delområde 7 er det registrert store mektigheter med sand og grus, tolket som elveavsetninger. I de videre kapitlene er topografi og grunnforhold for delområdene 5, 6 og 7 beskrevet. For nærmere beskrivelse av resultater fra grunnundersøkelsene henvises det til tilhørende geoteknisk datarapport [3]. Tegning nr: V5022, V5023, V5026 og V5028 viser situasjonsplaner med utførte sonderinger.

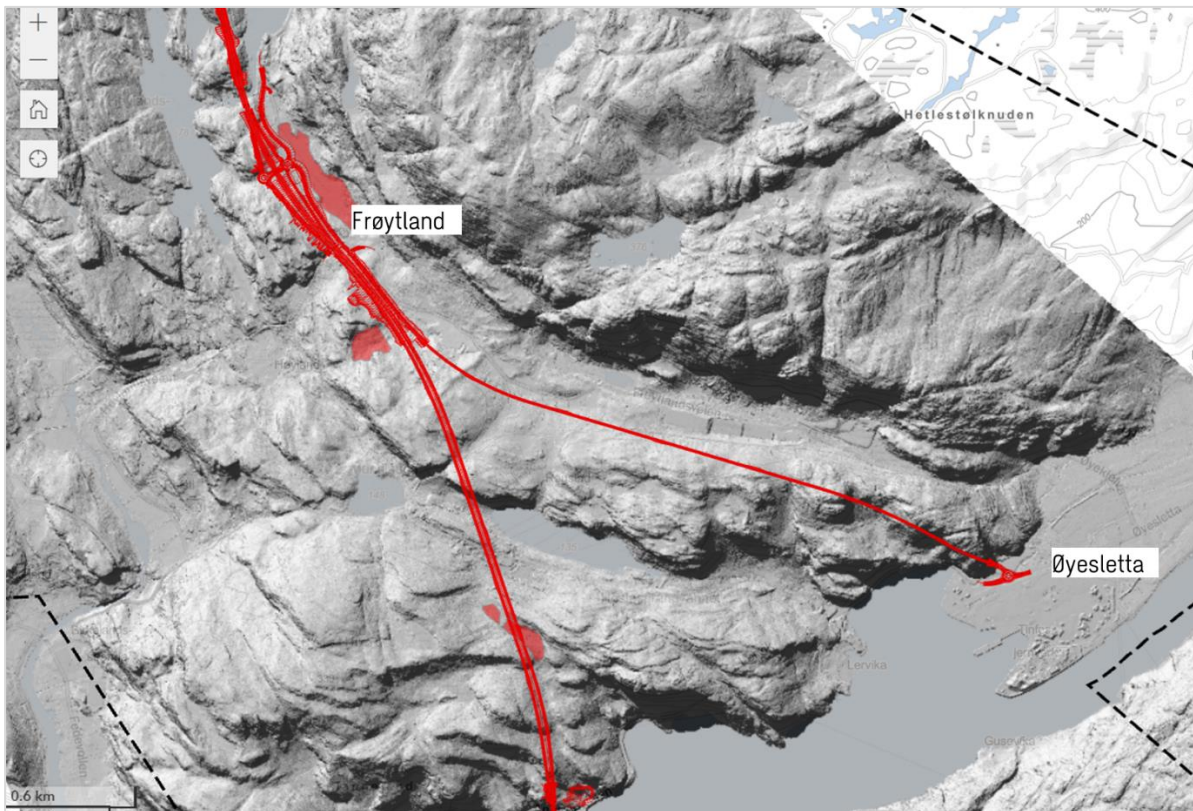
4.1 Topografi og berggrunn

Veilinjens til delområde 5, 6 og 7 går i kupert terreng preget av N-S- og NØ-SV-gående lineamenter. Området har hyppige bergblotninger og høydedrag med berg i dagen. Høyde på dagens terreng langs veilinjens dagsoner varierer mellom ca. kote +95 til +200, med unntak av Øyesletta som ligger ca. på kote +1. Terrengskyggekart som tydeliggjør topografien, er vist på Figur 5 og Figur 6.

Ifølge NGUs berggrunnskart [5] er den dominerende bergarten i området granodioritt, med lineærstrukturer av båndgneis mellom Frøyland og Meland.



Figur 5: Terrengskyggekart som viser tydelige bergrygger og svakhetssoner i delområde 5 [6].

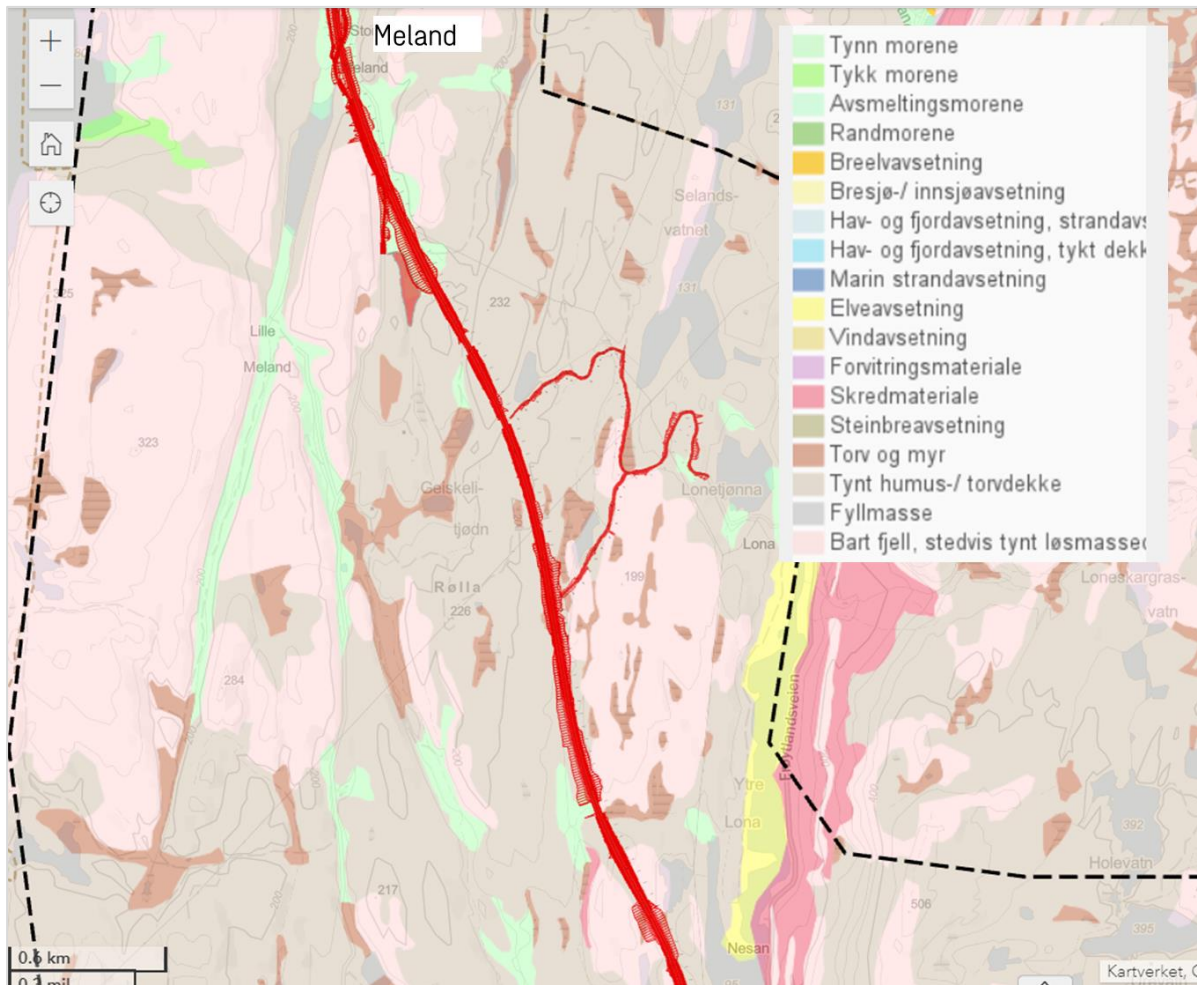


Figur 6: Terrengskyggekart over delområde 5 (Frøytland) langs hovedveillinjen i vest og delområde 7 (Øyesletta) i sørøst.

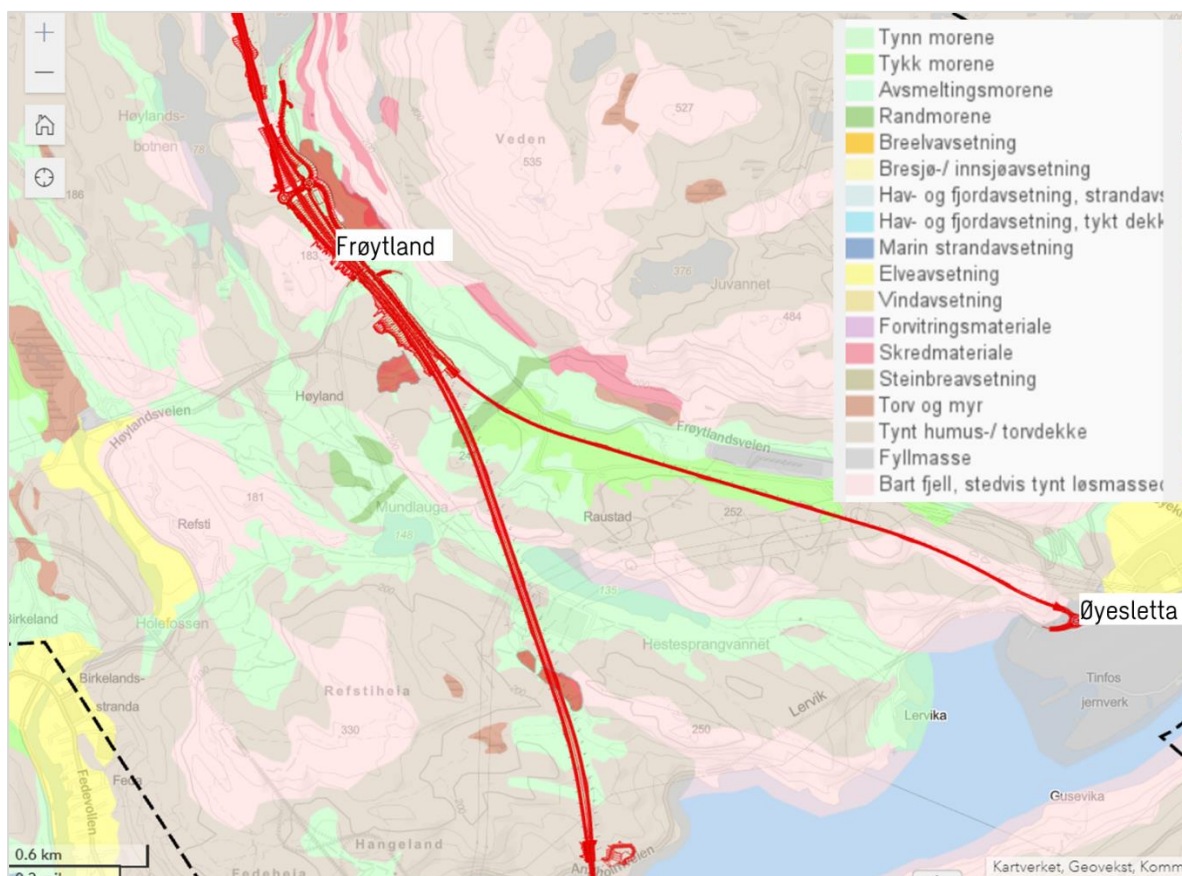
4.2 Kvartærgeologisk kart

Ifølge NGUs kvartærgeologiske kart [7] er delområde 6 og nordlig delområde 5 kartlagt som tynt humus/torvdekke, stedvis med bart fjell eller morene. Det er også kartlagt torv/myr i enkelte områder. Ved Frøytland er det hovedsakelig kartlagt morene, og på Øyesletta er det kartlagt elveavsetninger og fyllmasser. Løsmassekart er vist på Figur 7 og Figur 8.

Det bemerkes at kvartærgeologisk kart er basert på grunne prøver av løsmassene. Følgelig kan løsmassene i dybden bestå av andre masser.



Figur 7: NGUs løsmassekart [7] for delområde 5 (nord) og 6 med veillinjen markert i rødt.



Figur 8: NGUs løsmassekart [7] for delområde 5 (Frøyland) og 7 (Øyesletta) med veilinjen markert i rødt.

4.3 Delområde 5, Frøyland – grunnforhold og vurderinger

I det følgende kapittelet gis det beskrivelse av grunnforhold og geoteknisk vurdering for sørlig delområde 5, Frøyland.

4.3.1 Profil 16670 – 17250

Tegning: V5022 Situasjonsplan 9

V5025 Profil O

Konstruksjon Høylandsveien kulvert

Masselager: Masselager v/ P16750

4.3.1.1 Grunnforhold

Strekningen starter fra nordlig portal av Refstiheitunnelen ca. profil 16670.

Totalsonderinger på det flate området nordvest for påhugget indikerer dybder til berg

mellom 4 til 9,5 m. I noen boringer er det registrert et lag med torv/humus på toppen, dybder varierer mellom 0,8 – 2,2 m. Videre er det registrert faste masser (antatt morene) ned til berg. I sonderinger ved P16780 er det registrert et lag med middels lagringsfasthet, tolket som sandige masser, ned til 2,5 – 5,0 m dybde. Vei til Øyetunnelen og Øyesletta går parallelt med hovedveilinjen på denne strekningen. Utklipp fra modell er vist på Figur 9.



Figur 9: Utklipp fra 3D-innsynsløsning som viser veimodell fra påhugg Refstiheitunnelen / Øyetunnelen. Synsvinkel mot nordvest.

Mellom P17050-17150 er det registrert henholdsvis 11 m og 8,5 m dybde til berg i 543 og 544. Borpunktene er plassert oppe i en skråning. I foten av skråningen, ved fyllingsutslag øst for veien, er det registrert 2,5 m til berg (545). Løsmassene har høy lagringsfasthet og tolkes som morene.

Det er prosjektert bergskjæringer med overliggende løsmasseskjæringer på deler av strekningen.

Høylandsveien kulvert skal etableres ved P17220, omtrent i krysset mellom Høylandsveien og Frøytlandsveien. Det er ikke utført grunnboringer i krysset, men det er registrert berg i dagen like NV og SØ for Høylandsveien. Nærmeste totalsondering er boret på flaten ca. 30 m NØ for kulverten, og viser 2,5 m med myr/torv i toppen, deretter masser med økende lagringsfasthet ned mot berg som er påtruffet på 6,5 m dybde under terreng.

4.3.1.2 Vurdering og anbefalinger

Veifylling etableres på faste morenemasser eller berg. Eventuelle humusholdige topplag fjernes. Fyllingen bygges opp i henhold til krav til utleggingen som er beskrevet i håndbok N200 kap. 1.6 [1]. Helning på løsmasseskjæringer skal være maksimum 1:2 og tilsås for å hindre erosjon. Ved ønske om brattere utgraving kan stabiliserende tiltak som jordnagling vurderes. Løsmasseskjæringer over bergskjæringer må sikres med betongstøtemurer i bunn av løsmasseskråning.

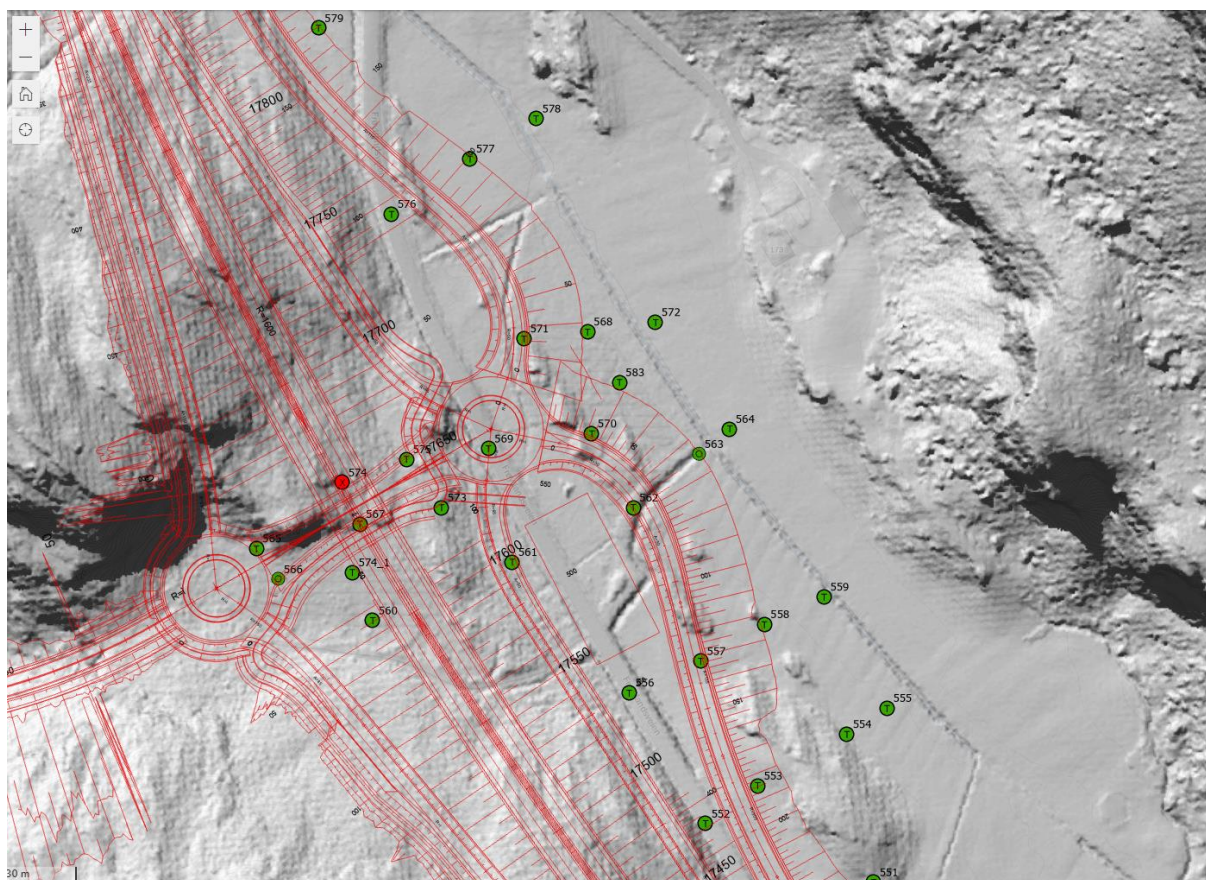
Det anbefales at Høylandsveien kulvert direktefundamenteres på enten berg eller meget fast morene. Basert på nærliggende berg i dagen forventes det relativt kort dybde til berg under mesteparten av kulverten, med økende løsmassemektighet mot NØ. Bergkvalitet og sprekkesett skal vurderes av geolog ved etablering av fundamenter.

4.3.2 Profil 17250 – 18100

Tegning:	V5023 Situasjonsplan 10 V5024 Profil N
Konstruksjon:	Frøytland kulvert Frøitlandsfossen bru Frøitlandsfossen bekkekulvert
Masselager:	Masseutskifting på myrområde Frøytland

4.3.2.1 Grunnforhold

Hoveddelen av veilinjen er planlagt i terreng med tynt løsmassedekke over berg eller berg i dagen. Grunnboringene er konsentrert i landbruksområdet i kryssområdet ved Frøytland (Figur 10).



Figur 10: Oversiktsskilt (terrengskygge) P17430-17830 med utførte totalsonderinger i grønt.

Grunnboringer utført mellom P17250 – 17500 viser faste masser (antatt morene) over berg. Dybde til berg varierer mellom 1,5 – 4,5 m under terreng.

Østlig del av kryssområdet ved Frøytland ligger i delvis i et større myrområde mellom P17500 – 17800. På det dypeste er det registrert inntil 8 m med middels til sterkt omdannet torv med høyt vanninnhold, deretter et lag med leirig silt med ca. 2 m mektighet (572). Siltlaget har sprøbruddegenskaper. Største dybde til berg er registrert på 11 m. Ved fyllingsfot for lokalveien på torv er faste masser påtruffet mellom 0,5 – 6,0 m under terreng. Myrddybde forventes å være på et maksimum ca. ved 572, og deretter avta mot stigende bergterreng i øst.

Mellom ca. P17590 – 17640, ved Frøytland kulvert, krysser veilinjen et mindre myrområde. Størst mektighet på torvavsetningene (5 m) er registrert i 566 helt vest på myren mot rundkjøring. Torven er sterkt omdannet (H8) med vanninnhold > 900 %. Under torven er det påtruffet gytjig silt (ca. 1 m lagtykkelse) over berg. I sørlig del av myren er det registrert et lag med grusig sand (4 m mektighet) over berg. Øvrige boringer på myren viser torv med overgang til faste masser (antatt morene) over berg. Nord for myren er det tynt løsmassedecke eller berg i dagen. Utklipp fra veimodell er vist på Figur 11.



Figur 11: Utklipp fra 3D-innsynsløsning som viser veimodell med Frøytland kulvert og rundkjøringer. Masselager på myrområdet er vist med grått. Synsvinkel mot vest.

Fra P17800 – 17970 er det utført boringer langs lokalvei til Frøytlandsveien (579-582). Disse viser masser med relativt høy, men vekslende lagringsfasthet. Massene tolkes som sandige, grusige masser med innhold av stein. Frøytlandsfossen bekkkulvert skal etableres for kryssende bekk under lokalvei ca. ved borpunkt 580.

Frøytlandsfossen bru skal etableres mellom P17950-18050 (Figur 12). Det er ikke utført grunnundersøkelser for landkar på grunn av vanskelig riggtilkomst. Det er forventet tynt løsmassedekke basert på historiske flyfoto og terrengskyggekart.



Figur 12: Utklipp fra 3D-innsynsløsning som viser Frøytlandsfossen bru. Synsvinkel mot vest.

4.3.2.2 Vurdering og anbefalinger

Hovedveilinen etableres på faste masser eller berg. Eventuelle humusholdige topplag fjernes. Fyllingen bygges opp i henhold til krav til utleggingen som er beskrevet i håndbok N200 kap. 1.6 [1]. På deler av strekningen vil det være behov for utsprenghing.

Det anbefales å masseutskifte de bløte myrmassene på Frøytland med sprengstein. Det vurderes også å heve terreng på marken i ferdig fase. Landbruksområdet fremstår i dag meget bløtt og er vurdert til å ha liten jordsmonnverdi. Det er derfor tenkt å benytte området som masselagringsområde, der store deler av området masseutskiftes, og det fylles tilbake med sprengstein. Over sprengstein reetableres jordbruksareal. Dette er vurdert som gunstig for verdi av jordsmonn og gi en forbedring av flomsituasjonen.

Anleggsarbeidet må utføres med gravemaskin med lang arm. Arbeidet bør starte fra vest og fortsette mot øst der torvmektigheten øker. Under fyllingsfot for hovedvei må det masseutskiftes helt til bæredyktig lag eller berg. Videre østover graves det ut så mye torvmasser som mulig før det fylles på med grov stein (>100 mm) fra endetipp. Ved utgraving vil det være risiko for at de bløte massene glir inn i gropen. Graveskråning i det organiske laget må vurderes i prosjektering og anleggsfasen. Grunnet det høye vanninnholdet er det forventet at massene vil bli relativt flytende under utgraving. Det er vesentlig med god håndtering av overflatevann i perioden med masseutskifting.

Siltlaget med sprøbruddegenskaper er ikke påtruffet i alle sonderingene på myren, det er påvist i 572 og 563, trolig også til stede i 564 og 559. Siltlaget anbefales også

masseutskiftet for å ivareta stabilitet for fyllingsfot. Stabilitet i anleggsfasen må vurderes i detaljprosjektering.

Det er varierende grunnforhold der Frøytland kulvert skal etableres. Det anbefales at kulverten i sin helhet fundamenteres på berg, og at både torv og sandige masser skiftes ut. Bergkvalitet og sprekesett skal vurderes av geolog ved etablering av fundamenter.

Frøitlandsfossen bekkekulvert anbefales pelefundamentert ettersom resultatet fra borpunkt 580 antyder svakere lag i dybden. Dersom det utføres supplerende grunnundersøkelser med prøvetaking, kan direktefundamentering på stedlige masser vurderes. Humusholdig topplag fjernes. Ved pelefundamentering må det vurderes om peler kan stå i løsmassene eller om de må føres til berg.

Fundamenteringsforhold for Frøitlandsfossen bru anbefales dokumentert med befaring/innmåling av berg i en senere fase. Ved fundamentering direkte på berg må eventuelle løsmasser fjernes. Bergkvalitet og sprekesett vurderes av geolog.

4.4 Delområde 5, nord – grunnforhold og vurderinger

I det følgende kapittelet gis det beskrivelse av grunnforhold og geoteknisk vurdering for nordlig del av område 5. Det er ikke utført grunnundersøkelser på denne strekningen. Vurderingene er basert på kartgrunnlag. Terrenget er småkupert og veksler mellom bergrygger og mindre forsenkninger med løsmasser, blant annet flere myrområder.

4.4.1 Profil 18100 – 20200

Konstruksjon: Akseldalen faunapassasje
Rølla kulvert

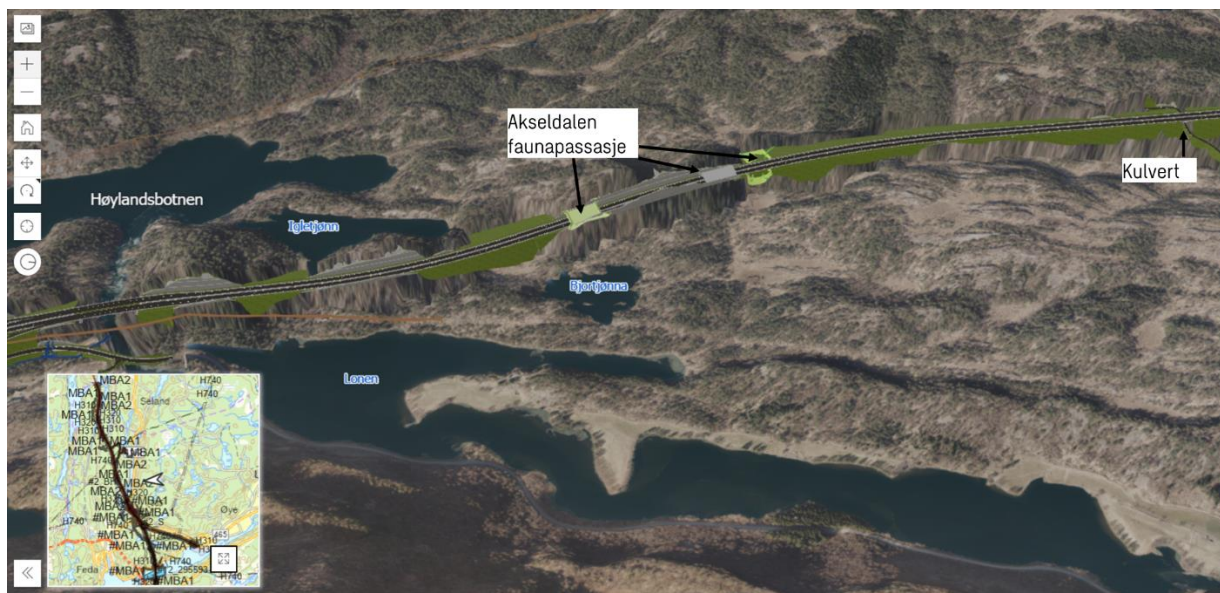
4.4.1.1 Grunnforhold

Strekningen starter fra nordsiden av Frøitlandsfossen. Veilinjen veksler mellom bergskjæring og fylling. Mellom 18230-18350 er det planlagt fylling der fyllingsfoten kan gå ut over potensielt bløte områder ved Igletjønn. Mellom P18550 – 18750 er det planlagt veifylling med fyllingsutslag ned på antatt myr (kartlagt AR5) både på øst- og vestsiden av veilinjen. Kulvert for Akseldalen faunapassasje skal krysse veilinjen et sted mellom P18800-19200. Denne er modellert og vurdert både som overgang og undergang. Fra ortofoto er det observert mye berg i dagen på strekningen.

Det er også en myrkryssing ca. ved P19250. Tilsvarende myrområder ligger mellom P19870-20010.

Mektighet på torvavsetningene er ikke undersøkt. Øvrig terreng antas å bestå av et tynt dekke med humusholdige masser over berg, stedvis med faste moreneavsetninger.

Ved P20000 er går veilinjen over en kryssende lokalvei. Her er det planlagt kulvert (Rølla kulvert) over et kartlagt myrområde. Lokalveien vil også få skråningsutslag i antatt myr på østsiden av E39.



Figur 13: Utklipp fra 3D-innsynsløsning som viser strekning mellom Frøitlandsfossen bru (tv) og kryssende lokalvei (th). Synsvinkel mot vest.

4.4.1.2 Vurdering og anbefalinger

Veien etableres på faste masser eller berg. Eventuelle humusholdige topplag fjernes. Fyllingen bygges opp i henhold til krav til utleggingen som er beskrevet i håndbok N200 kap. 1.6 [1]. Områder med myr må masseutskiftes til bæredyktig morene eller berg. For detaljprosjektering anbefales det befaring langs strekningen for å sjekke myrdybder med håndholdt utstyr.

Akseldalen faunapassasje fundamenteres direkte på berg. Eventuelle løsmasser fjernes. Bergkvalitet og sprekkesett vurderes av geolog.

Rølla kulvert kan etableres direkte på berg eller i sin helhet på meget fast morene. Torvlaget må masseutskiftes.

4.4.2 Profil 20200 – 21750

Konstruksjon:	Lonetona bru øst
	Lonetona bru vest
	Bjønnåsen kulvert
Masselager:	Masselager v/P21350 – 21570

4.4.2.1 Grunnforhold

Veilinjen veksler mellom bergskjæring og fylling. Lonetona bru øst og vest er vist på Figur 14. Det er ikke boret i dette området. Bruene er plassert i svakhetssoner/forsenkninger like ved bergskjæringene. Det forventes at større løsmassemektheter kan påtreffes.



Figur 14: Utklipp fra 3D-innsynsløning med modell av Lonetona bru 2. Synsvinkel mot nordøst.

Mellom P21350 – 21570 er det forventet noe myr under veifyllingen på vestsiden av veilinjen. Påkobling fra lokalvei (Melandsveien) krysser veilinjen ca. ved P21310 gjennom kulvert.

Det er planlagt masselager vest for myrområdet og sørover i et dalføre (Figur 15). Masselageret etableres delvis oppå areal som er kartlagt som myr.



Figur 15: Utklipp fra 3D-innsynsløning som viser veifylling, kulvert og masselager ved Melandsveien/Bjønnåsen. Synsvinkel mot nordøst.

4.4.2.2 Vurdering og anbefalinger

Veien etableres på faste masser eller berg. Eventuelle humusholdige topplag fjernes. Fyllingen bygges opp i henhold til krav til utleggingen som er beskrevet i håndbok N200 kap. 1.6 [1]. Områder med myr må masseutskiftes til bæredyktig morene eller berg. For detaljprosjektering anbefales det befaring langs strekningen for å sjekke myrdybder med håndholdt utstyr, eventuelt supplerende grunnundersøkelser med borerigg.

Konstruksjoner anbefales fundamentert direkte på berg. Ved Lonetona bru øst og vest kan det være betydelig dybde med løsmasser. Det anbefales grunnundersøkelser for å vurdere fundamenteringsmetode. De sørlige landkarene kan eventuelt plasseres på en utsprengt berghylle i skjæringen. Bergkvalitet og sprekkesett vurderes av geolog.

For Bjønnåsen kulvert må det masseutskiftes til berg eller fast morene. For etablering av masselager mellom Melandsveien og ny E39 må det sikres at fyllingsfot for veifylling etableres på gode masser eller berg. Videre sørover kan masselageret etableres på eventuelle myravsetninger. Utførelse vil avhenge av myrdybde. Utleggingen av steinmasser kan utføres seksjonsvis fra en ende av myren. Øvre lag av myr må graves av, og det etableres en anleggsvei på myren som videre bygges ut med fyllmasser. Vurdering av stabilitet i anleggsfase gjøres i detaljprosjektering.

4.5 Delområde 6 - grunnforhold og vurderinger

I det følgende kapittelet gis det beskrivelse av grunnforhold og geoteknisk vurdering for delområde 6. Det er utført fire totalsonderinger ved bekkekryssing nord for Melandstjødn (Store Meland ca. P22200). Ytterligere vurderinger er basert på kartgrunnlag. Delområde 6 fortsetter nordover til P24000 som er siste stykke på den totale strekningen.

4.5.1 Profil 21750 – 24000

Tegning: V5026 Situasjonsplan 11

V5027 Profil P

Konstruksjon: Melandsveien kulvert

4.5.1.1 Grunnforhold

På Store Meland er det mye berg i dagen på begge sider av bekk/myrområdet. På grunn av tekniske problemer (frosset vannslange) ble det ikke utført fjellkontrollboringer. Det er boret uten slag og spyling, og uvisst om sonderingene er avsluttet i faste masser eller berg. I 604 og 605 er det registrert torv (H6/H7) med inntil 4,5 m dybde fra terreng. Prøveserie fra 605 viser sandig silt med sprøbruddegenskaper i dybde 3,5 – 4,5 m (30 % vanninnhold), deretter sand og siltig sand mellom 7,6 – 8,5 m dybde. Dypeste prøve er tatt i dybde 10 – 11 m under terreng og er ikke klassifiserbart (sandig, grusig, siltig materiale). I 601 og 608 er faste masser påtruffet i henholdsvis 1,8 og 1,2 m dybde under terreng. Hovedveilinjen og lokalveien krysser myrområdet. Ved Melandsveien kulvert forventes det berg i dagen eller tynt løsmassedecke over berg. Bekken skal legges i en lang kulvert under E39 og Melandsveien (Store Meland bekkekulvert). Utklipp fra 3D-modell er vist i Figur 16 og bilde fra Google Street View er vist i Figur 17.



Figur 16: Utklipp fra 3D-innsynsløning som viser hovedveilinje og lokalvei samt kulvert ved Store Meland. Synsvinkel mot nordøst.



Figur 17: Utklipp fra Google Street View ved bekkekryssing Store Meland. Melandsveien kulvert er planlagt nord for dagens bekk. En synlig bergrygg (til venstre i bildet) er orientert omtrent i samme retning som kulverten.

Videre nordover er det planlagt veksling mellom fylling og skjæring. Det forventes berg i dagen eller tynt løsmassedekke. Lokalveien går parallelt med hovedveilinjen på deler av

strekningen. Ca. mellom P22350-22400 krysses et jorde, der noe tykkere løsmassedecke kan forventes. Kryssing av et jorde er også planlagt mellom P23150 – 23230.

4.5.1.2 *Vurderinger og anbefalinger*

Veien etableres på faste masser eller berg. Eventuelle humusholdige topplag fjernes. Fyllingen bygges opp i henhold til krav til utleggingen som er beskrevet i håndbok N200 kap. 1.6 [1]. Områder med myr må masseutskiftes til bæredyktig morene eller berg.

Ved bekken/myrkryssing på store Meland innebærer det masseutskifting inntil ca. 4,5 m under dagens terreng. Med graveskråning i torv fra berg- eller morenenivå på begge sider av veilinjens vil det legges beslag på et relativt stort areal. Det er vesentlig med god vannhåndtering i anleggsfasen. Bekken og Melandstjødn vil bli påvirket.

Det er påvist sprøbruddmateriale i en prøve fra 605 i et sandig siltlag under torven. Dette knyttes ikke til marine avsetninger ettersom terrenget er over marin grense. Sprøbruddlaget anbefales også utskiftet. Lokalstabiliteten i anleggsfasen må vurderes i detaljprosjektering.

Det er få grunnboringer i området, og dybde til berg er ikke kjent. Det anbefales noen supplerende grunnboringer langs planlagt bekkekulvert. Ved eventuell direktefundamentering av bekkekulverten må torv og sprøbruddmateriale masseutskiftes. Risiko for differensialsetninger må vurderes. Pelefundamentering kan være et alternativ. Bruløsning kan også vurderes for kryssing av bekk.

Melandsveien kulvert fundamenteres direkte på berg. Eventuelle løsmasser fjernes. Bergkvalitet og sprekkesett vurderes av geolog.

Supplerende grunnundersøkelser kan vurderes på jordene ved P22350 – 22400 og P23150 – 23230.

4.6 Delområde 7 – grunnforhold og vurderinger

I det følgende kapittelet gis det beskrivelse av grunnforhold og geoteknisk vurdering for delområde 7, Øyesletta.

4.6.1 Profil 3800 – 3850, Profil 0 - 50

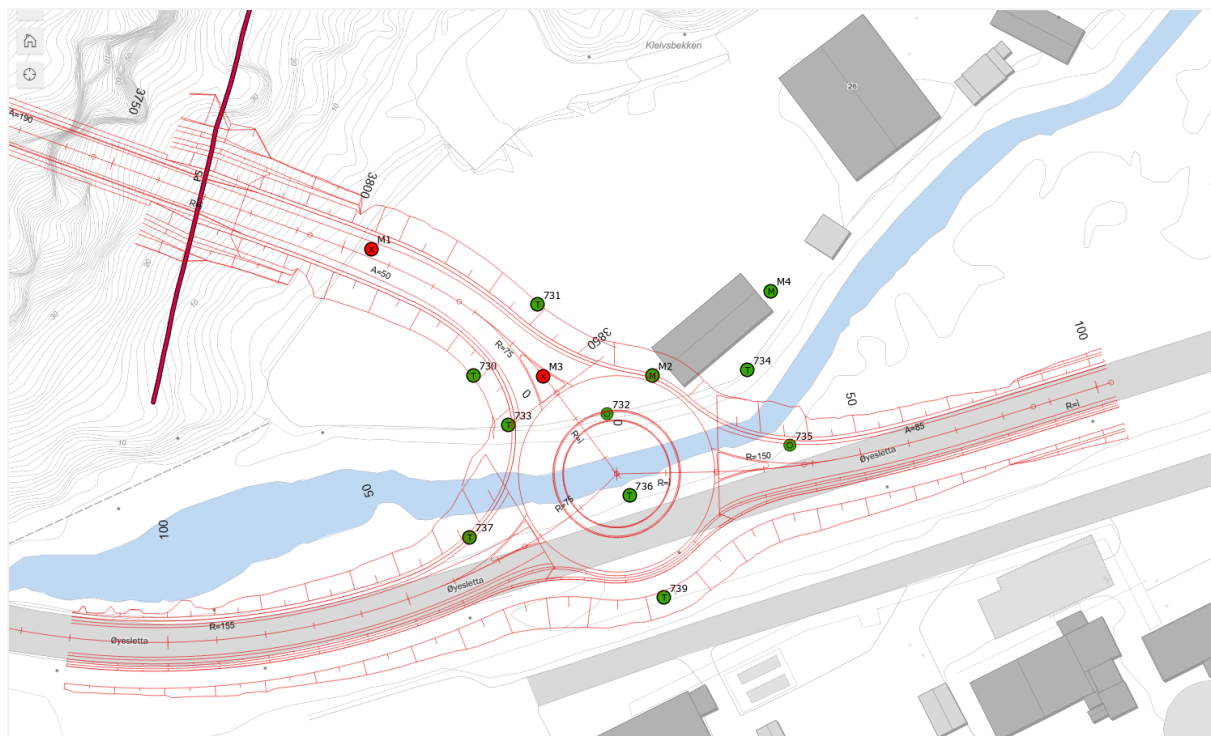
Tegning: V5028 Situasjonsplan 12
V5029 Profil M

Konstruksjon: K420 Kleivsbekken kulvert

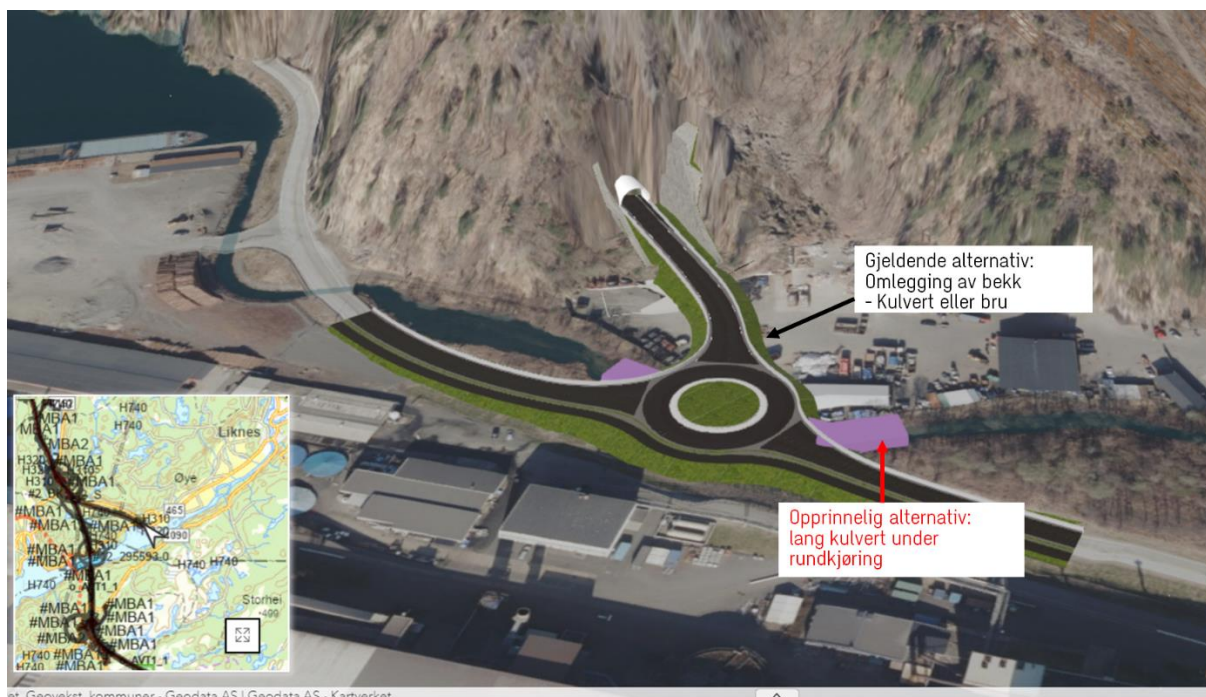
4.6.1.1 Grunnforhold

Figur 18 viser plassering av utførte grunnundersøkelser. Veien ut fra tunnelpåhugg ved ca. P3800 strekker seg videre til planlagt rundkjøring over bekken som Figur 19 viser. Det ble utført ni totalsonderinger, fire poseprøver samt en trykksondering i området. Berg er påvist i to sonderinger, 730 og 731, på henholdsvis 28 og 40 m dybde under terreng. Bergnivå forventes å være enda dypere ut mot planlagt rundkjøring. Kvartærgeologisk kart indikerer elveavsetninger og fyllmasser i området.

Borplan for utførte grunnundersøkelser er vist i Figur 18. Totalsonderingene utført på området til gjenvinningsstasjonen (730 – 734) viser et lag med faste fyllmasser ned til ca. 1,5 – 2,0 m. Ifølge daglig leder på gjenvinningsstasjonen ble det tatt ut jord og myr og fylt inn med slagg fra Eramet i 2000. Videre er det registrert lite omdannet sandig torv (H2/H3) ned til ca. 4,5 m dybde under terreng (ca. kote -3,5). Sonderingene utført på sørsiden av bekken viser tilsvarende torvlag ned til ca. 4,5 m dybde under terreng. Videre er det i alle sonderingene registrert et lag med høy lagringsfasthet mellom ca. 5 – 8 m dybde. Prøve fra dette laget viser grusig, sandig materiale. Videre nedover er det registrert store mektigheter med sand/grusig sand. Alle sonderinger viser nokså like utslag i samme dybder. Sand- og grusmaterialet tolkes som elveavsetninger. Det ble forsøkt utført CPT i 733, men det lyktes ikke å komme dypere enn 6,8 m.

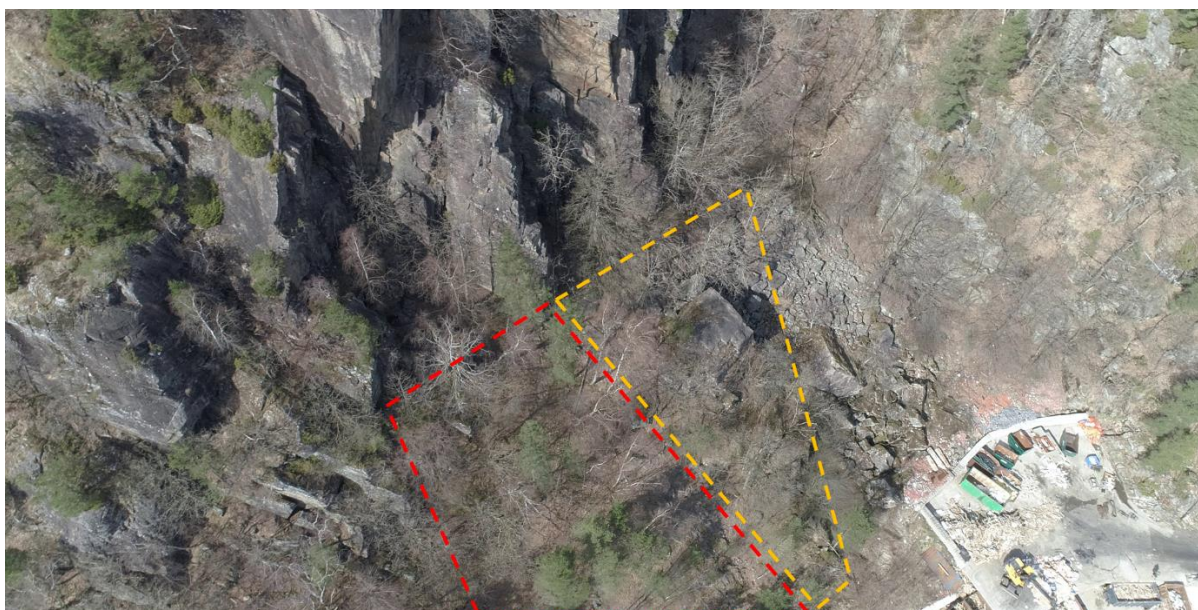


Figur 18: Utklipp fra 2D-innsynsløsning som gir oversikt over utførte totalsonderinger samt miljøprøver (M). Punkter i rødt utgikk.



Figur 19: Utlipp fra 3D-innsynsløsning som viser veimodell og planlagt rundkjøring plassert over dagens bekk. Synsvinkel mot nordvest.

Det er ikke utført grunnundersøkelser utenfor tunnelpåhugget på grunn av vanskelig tilkomst. Seismikkdata indikerer at det kan være mellom 10 og 25 m med løsmasser over berg. Fjellsiden er kartlagt med drone og viser urmasser og vegetasjon utenfor påhuggsområdet. Det er synlig store blokker på nordøstsiden av påhugget. I gjeldende plassering er det færre synlige blokker og jevnere overflate. Dronefoto er vist på **Figur 20** og modell på **Figur 21**.



Figur 20: Dronefoto fra påhuggsområdet. Omtrentlig areal utenfor påhugget er merket med rødt omriss. Omfang av skjæringer er avhengig av løsmassemeknighet. Oransje omriss viser mulig skjæringsutslag.



Figur 21: Utklipp fra 3D-innsynsløsning som viser påhugget for Øyetunnelen. Synsvinkel mot vest.

4.6.1.2 Vurderinger og anbefalinger

Det er planlagt rundkjøring over dagens bekk (Figur 19). Opprinnelig alternativ var å etablere en lang kulvert og beholde bekken i dagens løp. Det er besluttet å gå vekk fra denne løsningen og i stedet legge om bekkeløpet til å krysse under veien på området til gjenvinningsstasjonen (Figur 19). Bekken skal enten krysse gjennom kulvert (1) eller under bru (2).

1) Kulvert

En kulvert i denne plasseringen vil være mye kortere enn i opprinnelig plassering, og vil derfor anleggsteknisk være enklere å utføre. UK fundament er planlagt dypere enn bekkbunn. Det må etableres tørr byggegrop ved spunting rundt hele kulverten. De vannførende massene vil medføre vanninntrengning i byggegropen, både fra tidevannssykluser og grunnvann, dette må pumpes ut. Arbeidet bør utføres i perioder med lite nedbør og vannføring i bekken. Nødvendig dybde på spunt og behov for avstivning beregnes i detaljprosjektering. Under fundamentene for kulvert må det masseutskiftes ned til det faste laget med grus og sand, ca. kote -3,5. Det er ikke nødvendig å masseutskifte innvendig i kulverten der bekkesubstratet skal gjenetableres. Når kulverten er etablert, kan det graves ut oppstrøms og nedstrøms og bekken åpnes.

I detaljprosjektering må det utføres setningsberegninger når endelig konstruksjon er bestemt og laster på fundamenter foreligger. Ved risiko for differensialsetninger kan pelefundamentering av kulverten vurderes. Rammede friksjonspeler vurderes som egnet i disse massene. For eventuell detaljprosjektering av friksjonspeler anbefales det supplerende trykksonderinger ved hjelp av ODEX-boring.

2) Bru

Alternativt kan bekken krysse veilinjens under en kort bru. Landkarene anbefales pelefundamenterert. Friksjonspeler kan vurderes. Ved eventuelle peler til berg anbefales flere kontrollboringer for å kartlegge nøyaktig dybde til berg før detaljprosjektering. For eventuell detaljprosjektering av friksjonspeler anbefales det supplerende trykksonderinger ved hjelp av ODEX-boring. CPTu må utføres et stykke ned i sandlaget som ligger dypere enn 10 m. Selv om landkarene pelefunderes, må det likevel masseutskiftes til kote -3,5 for resten av veilinjens og rundkjøringen.

I anleggsfasen må det etableres et vannrensesystem.

For etablering av veilinjens og rundkjøring anbefales det masseutskifting til kote -3,5 (topp fast lag av grus og sand). Masseutskifting innebærer utgraving til nærmere 5 m under dagens terreng, og arbeid under grunnvannstand. Torvmassene graves ut så godt som mulig. Det fylles med stein til opp over vannivå og komprimeres, eventuelle rester av torv vil fortrennes. Etablering av fyllingsfot på ønsket nivå medfører beslag av et større areal (Profil M). Det kan være aktuelt med spunt/støttekonstruksjon mot industriområde/bygninger på sørsiden av dagens vei. Alternativt til masseutskifting kan forbelastning av området vurderes. Det må da legges opp masser over planlagt veinivå og setning må overvåkes. Det må beregnes stabilitet/bæreevne på utlagte masser.

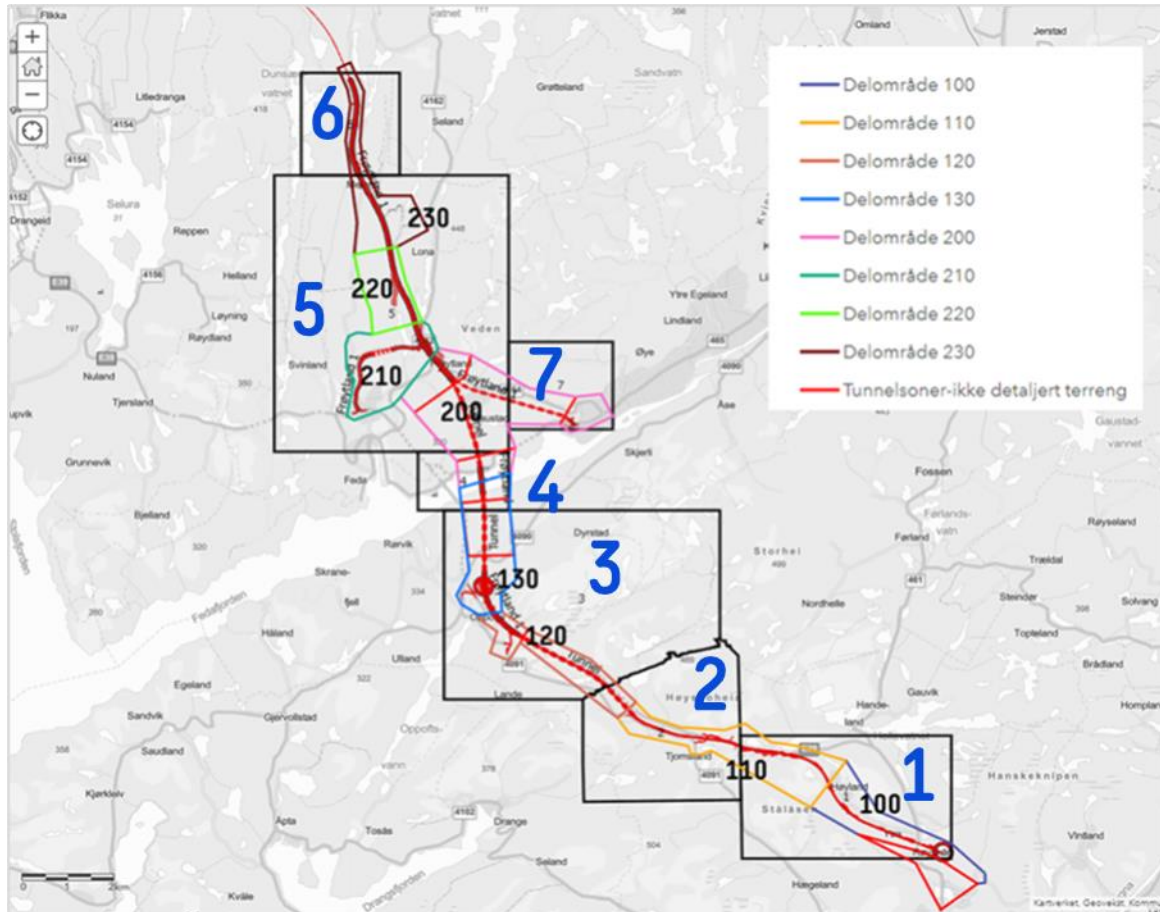
Veifyllingen bygges opp i henhold til krav til utleggingen som er beskrevet i håndbok N200 kap. 1.6 [1].

Det forventes en del urmasser ved tunnelpåhugget. Ved utgraving må eventuelle større blokker demoleres. Helning på løsmasseskjæring skal ikke være brattere enn 1:2. I detaljprosjektering må stabilitet og behov for sikring i anleggsfasen vurderes (nedfall av stein).

5 Modellering

Det er utarbeidet berg- og «faste-masser» (FM) - modeller fra delområde 5, 6 og 7. Utarbeiding av FM-modell reduserer usikkerheten i masseberegningene i prosjektet, spesielt i områder med store torvmektigheter i toppen og fast morene i dybden. Modellene er laget i Leapfrog Works og eksportert til geomatikk. Deretter er berg- og

masseutskiftingsflate generert til veimodell i Quadri. Modelleringsmetodikken og grensesnittene mellom geoteknikk og geomatikk er dynamisk mellom fagene.



Figur 22: Sammenstilling av prosjektets modellinndeling (fargede polygoner) og områdeinndeling benyttet i geotekniske rapporter (1-7) med blå tall.

5.1 Modell delområde 5 / område 200 Frøyland sør

For bergmodell er det benyttet følgende grunnlag:

- Terrengmodell fra geom: offset - 5 cm.
- Bergkote fra utførte totalsonderinger.
- Registreringer av bergblotninger fra ingeniørgeologi (ArcGIS Online) og fra boreleder i felt
- Tolkning av berg i dagen på:
 - o Helningskart
 - o Flyfoto
 - o Terrengskyggekart
 - o Google Maps Street View
 - o Norge i bilder (3D)

Det var i de fleste sonderingene registrert lite avvik mellom innmålt terreng fra totalsonderingene og terrengmodell. Borhullsdata ble korrigert til terreng.

Tolkning av topp morene på totalsonderingene ga en gjennomsnittlig dybde til faste masser på 0,5 m fra terreng. FM-modell ble derfor generert av geomatikk ved offset terreng 0,5 m.

5.2 Modell delområde 5 / område 210 Frøytland nord

For bergmodell er det benyttet følgende grunnlag:

- Terrengmodell fra geom: offset - 5 cm
- Bergkote fra utførte totalsonderinger
- Registreringer av bergblotninger fra ingeniørgeologi (ArcGIS Online)
- Tolkning av berg i dagen på:
 - o Helningskart
 - o Flyfoto
 - o Terrengskyggekart
 - o Google Maps Street View
 - o Norge i bilder (3D)
 - o Foto fra befaring geoteknikk

Det var i de fleste sonderingene registrert svært lite avvik mellom innmålt terreng fra totalsonderingene og terrengmodell. Borhullsdata ble ikke korrigert til terreng.

For FM-modell er det benyttet følgende grunnlag:

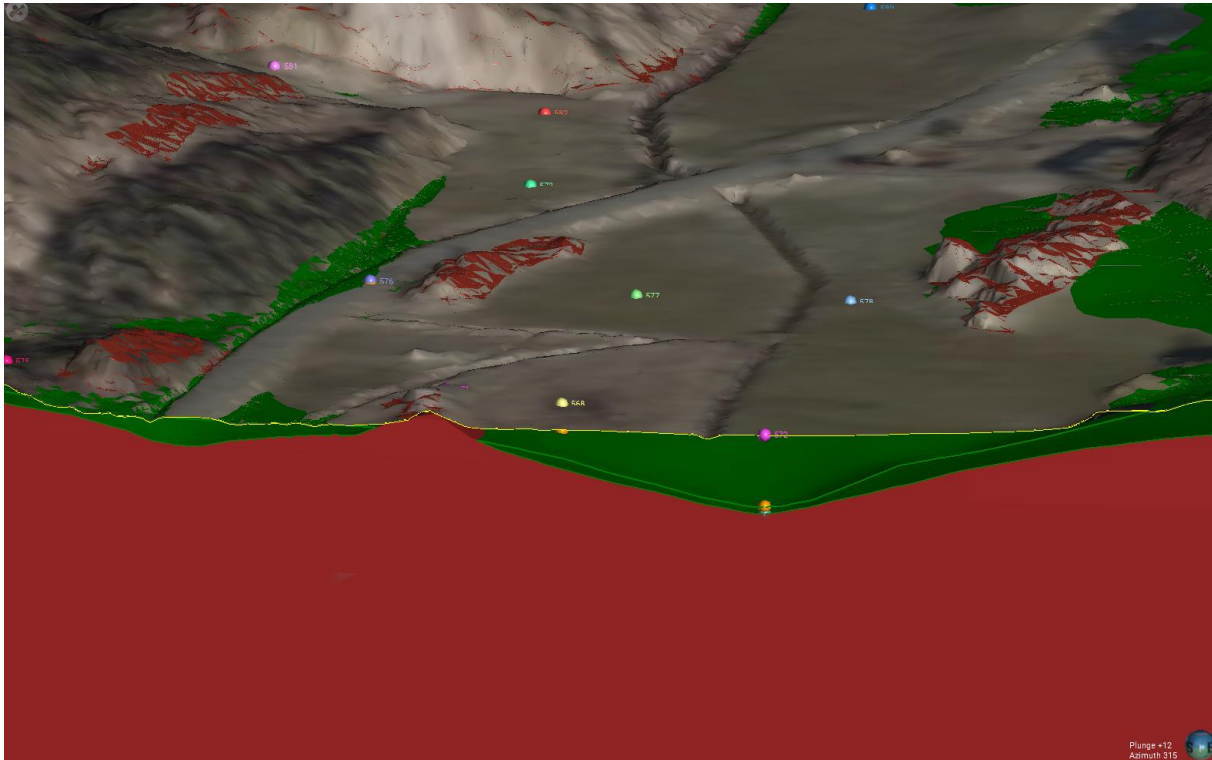
- Terrengmodell fra geom: offset -3 cm.
- Tolkning av «topp faste masser» på totalsonderingsprofiler.

Det ble generert FM-flate i området med store torvmektigheter på Frøytland. For at FM-flaten skulle ligge kontinuerlig i myrområdet øst for veilinjen, ble det lagt til hjelpepunkter manuelt.

Begrensninger og usikkerheter:

Mektigheten på uren i foten av bergskrenten i øst er svært usikker, og trolig større enn vist i modellen.

I områder uten borhullsdata eller observasjoner av berg i dagen fra befaring, har modellen større usikkerhet. En kan anta at usikkerheten for modellen øker radielt utover ved avstanden fra borehullsdataen og ved avstand fra andre sikre observasjoner av berg.



Figur 23: Utklipp fra modell på Frøymland nord, sett mot nord. Bergvolum i rødt, topp faste masser i grønt langs bergnivå.

5.3 Modell delområde 6 / område 230 Store Meland

I dette området mangler det sikker bergpåvisning fra grunnundersøkelsene. FM-modell ble derfor hovedleveransen (Figur 24).

For bergmodell er det benyttet følgende grunnlag:

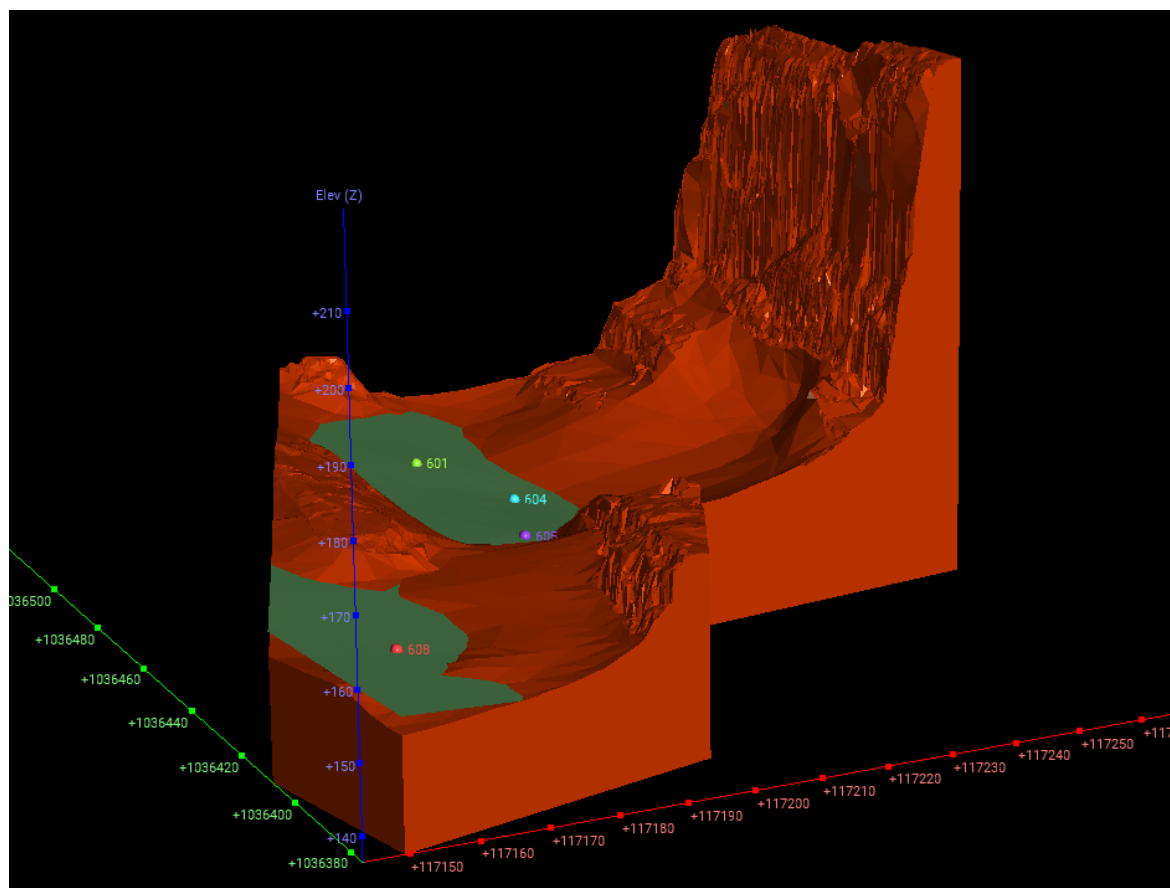
- Terrengmodell fra geom: offset - 5 cm
- Bergnivå antatt 3 m dypere enn topp FM i alle fire sonderinger
- Tolkning av berg i dagen på:
 - o Helningskart
 - o Flyfoto
 - o Terrengskyggekart
 - o Google Maps Street View
 - o Norge i bilder (3D)

Det var svært lite avvik mellom innmålt terreng fra totalsonderingene og terrengmodell. Borhullsdata ble ikke korrigert til terreng.

For FM-modell er det benyttet følgende grunnlag:

- Terrengmodell fra geom: offset -3 cm.
- Tolkning av «topp faste masser» på totalsonderingsprofiler.

FM-flaten er kun modellert der det finnes borhullsdata. I andre områder er den generert av geomatikk med en offset fra terreng.



Figur 24: Utklipp fra Leapfrog berg – og FM-modell 230. Grønne flater er modellert topp FM.

Begrensninger og usikkerheter:

Siden grunnundersøkelsene ikke har sikker bergpåvisning, er usikkerheten for antatt bergnivå stor for dette området. Nivået for bergkoten er modellert til 3 meter under topp faste masser/hard morene for borhullene i området, men burde vært lagt minimum så dypt som boret dybde. Det sikreste som kan sies om bergnivået er at det ligger minimum på bunnen av borhullene eller dypere.

5.4 Modell delområde 7 /område 200 Øyesletta

For bergmodell er det benyttet følgende grunnlag:

- Terrengmodell fra geom: offset - 5 cm.
- Bergkote fra utførte totalsonderinger (to stk. med bergpåvisning).
- Registreringer av bergblotninger fra ingeniørgeologi (ArcGIS Online) kunne ikke benyttes pga. for stor usikkerhet i z-verdi.

- Seismikkprofil P5.
- Tolkning av berg i dagen på:
 - o Helningskart
 - o Flyfoto
 - o Terrenngyggkart
 - o Google Maps Street View

Det var registrert svært lite avvik mellom innmålt terreng fra totalsonderingene og terrengmodell. Borhullsdata ble ikke korrigert til terreng for å minimere usikkerheter.

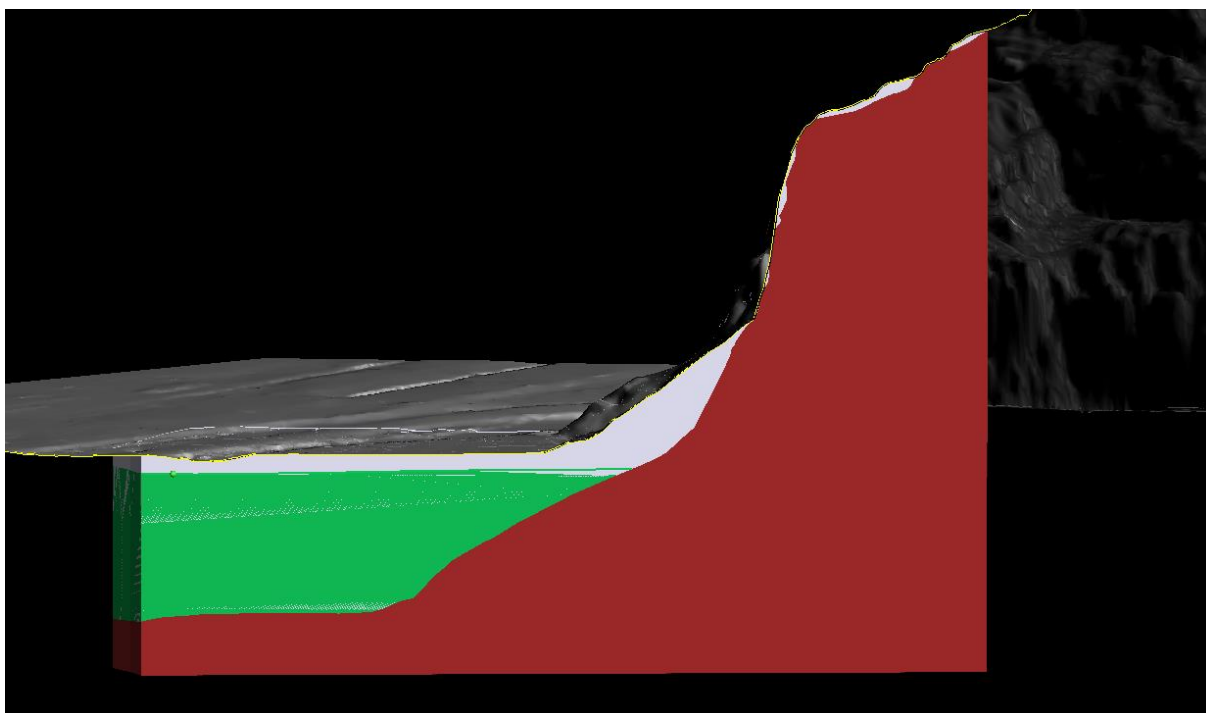
For FM-modell er det benyttet følgende grunnlag:

- Terrenngmodell fra geom: offset -3 cm.
- Tolkning av «topp faste masser» på alle totalsonderingsprofiler.

Begrensninger og usikkerheter:

Bergnivå i dybden er kun basert på to datapunkter og er nokså usikker. Urmassene ved tunnelpåhugget er også modellert som en del av masseutskiftingslaget (Figur 25).

Dybden på uren har stor usikkerhet, og bergflaten er ett resultat av interpolering mellom datapunkter fra totalsonderingene og tolkningene av eksponert berg i fjellsiden.



Figur 25: Utklipp fra Leapfrog-modell. Rødt volum er berg, grønt volum er «faste masser» (elveavsetninger) og hvitt volum er i dette tilfellet både masseutskiftingslag og urmasser opp mot berg.

6 Referanser

- [1] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» 2021.
- [2] Sweco, «NV42E39LK-GEO-RAP-0009 Geoteknisk premissrapport,» 2022.
- [3] Sweco, «NV42E39LK-GTK-RAP-0005 Datarapport grunnundersøkelser Delområde 5-7 (under arbeid),» 2023.
- [4] NGU, «NADAG - Nasjonal database for grunnundersøkelser,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/nadag/>.
- [5] NGU, «NGU Berggrunnskart,» [Internett]. Available: www.ngu.no.
- [6] Kartverket, «Hoydedata,» [Internett]. Available: www.hoydedata.no.
- [7] NGU, «NGU Løsmassekart,» [Internett]. Available: www.ngu.no.
- [8] Statens vegvesen, «Håndbok V221: Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» 2014.
- [9] Statens vegvesen, «Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging,» 2022.