



Geoteknisk vurderingsrapport

Detaljregulering E39 Lyngdal vest - Kvinesdal

Delområde 3 og 4

NV Dokumentnummer: NV42E39LK-GEO-RAP-0012

ENT Dokumentnummer: 10220781_E39LK_100_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	03.01.2023	Første leveranse	NOCIZH/ NOSIRT	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	Revidert etter kommentarer fra Multiconsult kontrollnotat [1]
03	Revidert med felles innledning, sammendrag og modellkapittel

Tegningsliste

Vedlegg nr.	Tegningsnummer	Tittel
1	V5014	Sit 6_P10250-11000
2	V5015	Sit 7_P11500-12050
3	V5016	Profil H
4	V5017	Profil I
5	V5018	Profil J
6	V5019	Profil K
7	V5020	Sit 8_P14100-14900
8	V5021	Profil L

Innhold

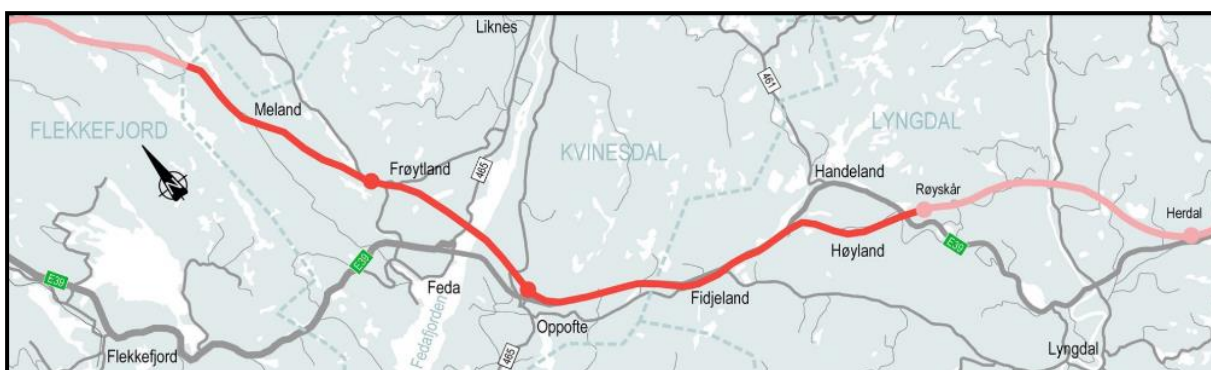
1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Om rapporten.....	6
1.3	Sammendrag	7
1.4	Omfang	8
2	Geoteknisk prosjektering	10
3	Grunnlag for vurderinger	10
4	Grunnforhold	10
4.1	Topografi og berggrunn.....	10
4.2	Kvartærgeologisk kart	12
4.3	Delområde 3 – grunnforhold og vurderinger	13
4.4	Delområde 4 – grunnforhold og vurderinger	21
5	Modellering.....	28
5.1	Modell delområde 3 (område 120/130).....	28
5.2	Modell delområde 4 (område 200 Skarpnes).....	30
6	Referanser.....	32

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 dannet 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.



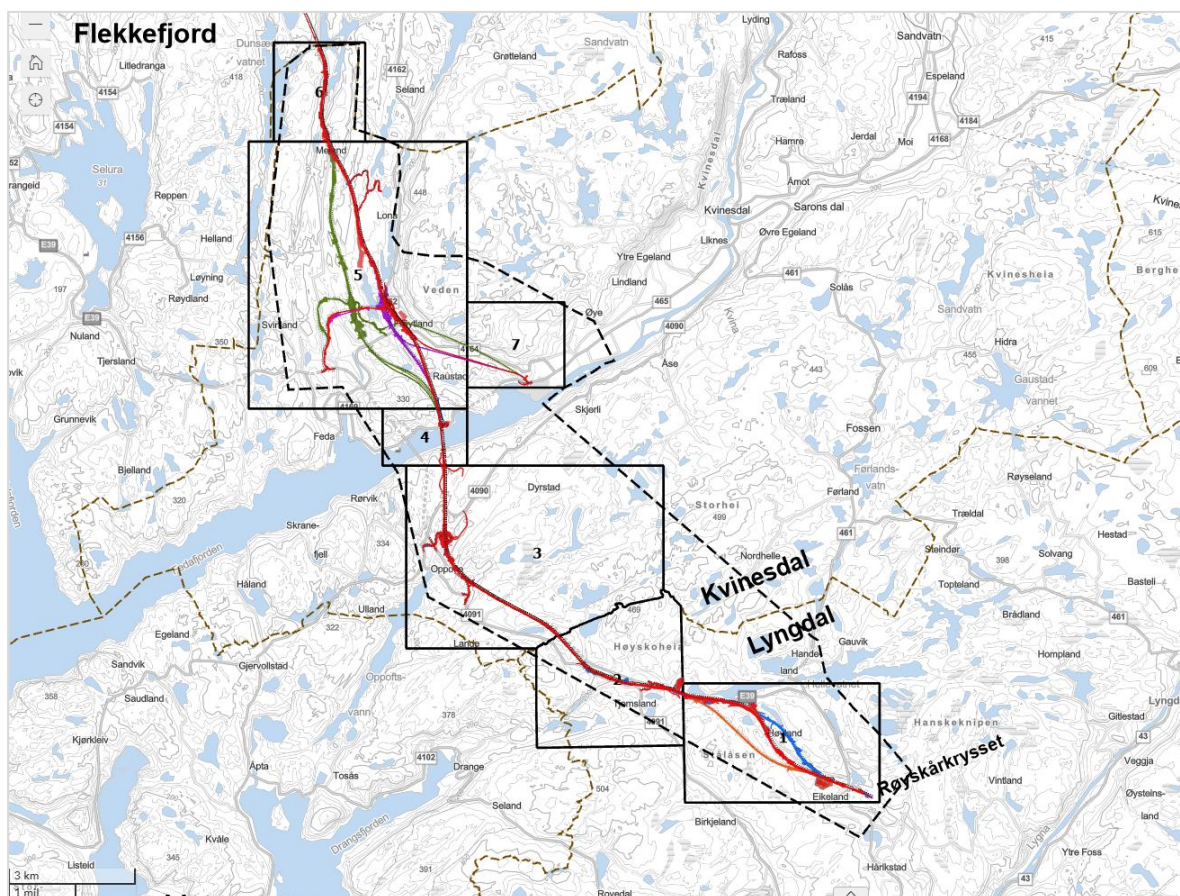
Det henvises til silingsrapporter, planprogram, prosjektrapport, konsekvensutredning, reguleringsplandokumenter og fagrapporter for ytterligere detaljert informasjon om prosjektet. Dokumentene kan finnes på nettsidene til Nye Veier, Lyngdal og Kvinesdal kommune.

1.2 Om rapporten

Hensikten med denne rapporten er å beskrive grunnforhold og gi en geoteknisk vurdering av delområde 3 og 4, henholdsvis fra vestre påhugg for Vatlandstunnelen til sørlig påhugg for Espedalstunnelen ved Oppofte (P10500 – 12200) og ved Skarpnes der fundament for ny Fedafjordbru i nord er planlagt (P14380 – 14450). 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 3

Det er stor variasjon i løsmassemekthet på delområde 3. Ved Smeåsen er det påtruffet torvmektheter opp mot 6 m. Ved etablering av ny E39 og lokalvei langs eksisterende E39 ved Smeåsen må det masseutskiftes til faste masser eller berg. Det er planlagt masselagre nord og sør for veilinjen like ved Vatlandstunnelen påhugg vest. Masselagrene er planlagt i terreng med tynt løsmassedekke over berg. Storfossen bru fundamenteres direkte på berg.

Ved Oppoftekrysset er det varierende grunnforhold, med faste morenemasser i østlig del, og store mektigheter med organisk materiale og torv i Indretjønn og nordover. Det skal etableres svært høye veifyllinger, med delvis utfylling i Indretjønn. Vannstanden anbefales å tappes ned til et minimum under anleggsperioden. Anleggsarbeidet i området vil være krevende og må planlegges godt. Hele Indretjønn vil påvirkes i anleggsfasen. Med de store fyllingshøydene vil varierende dybder til berg kombinert med varierende motstand i morenen kunne medføre skjevsetninger i lengde- og tverretningen på veien, og må vurderes i seinere fase.

Ved direktefundamentering av Oppofte bru forutsettes det masseutskifting under landkar i vest. Peling av landkaret kan vurderes.

1.3.2 Delområde 4

Det er flere mulige konstruksjonsløsninger og brutyper for ny bru over Fedafjorden. Ett av alternativene til fundamentering for nye Fedafjorden bru er planlagt ute på Skarpneset. Plasseringen av permanent fundament er delvis på berg på land, og delvis ut i sjøen. Grunnundersøkelsene viser fyllmasser over berg (del av eksisterende veifylling). I noen av sonderingene er det påtruffet et lag med grusig skjellsand. Største dybde til berg fra underkant brufundament forventes å være ca. 1,5 meter, mens dybde til berg fra underkant midlertidig fundament antas å være opp mot 12 meter.

Det permanente brufundamentet anbefales etablert direkte på berg. Anleggsarbeidet må utføres med tørr byggegrop som kan etableres med spuntrør boret inn i berg. Midlertidig fundament bør etableres på peler. Det anbefales at fundamentet heves til over vannivå, slik at behov for tørr byggegrop kan unngås.

Stabiliteten i eksisterende veifylling må ivaretas i anleggsfasen.

1.4 Omfang

For veistrekningen gjennom delområde 3 og 4 er det ett linjealternativ som er utredet i KU (Figur 3 og Figur 4).

Følgende konstruksjoner og masselagre er planlagt/foreslått på delområde 3 og 4.

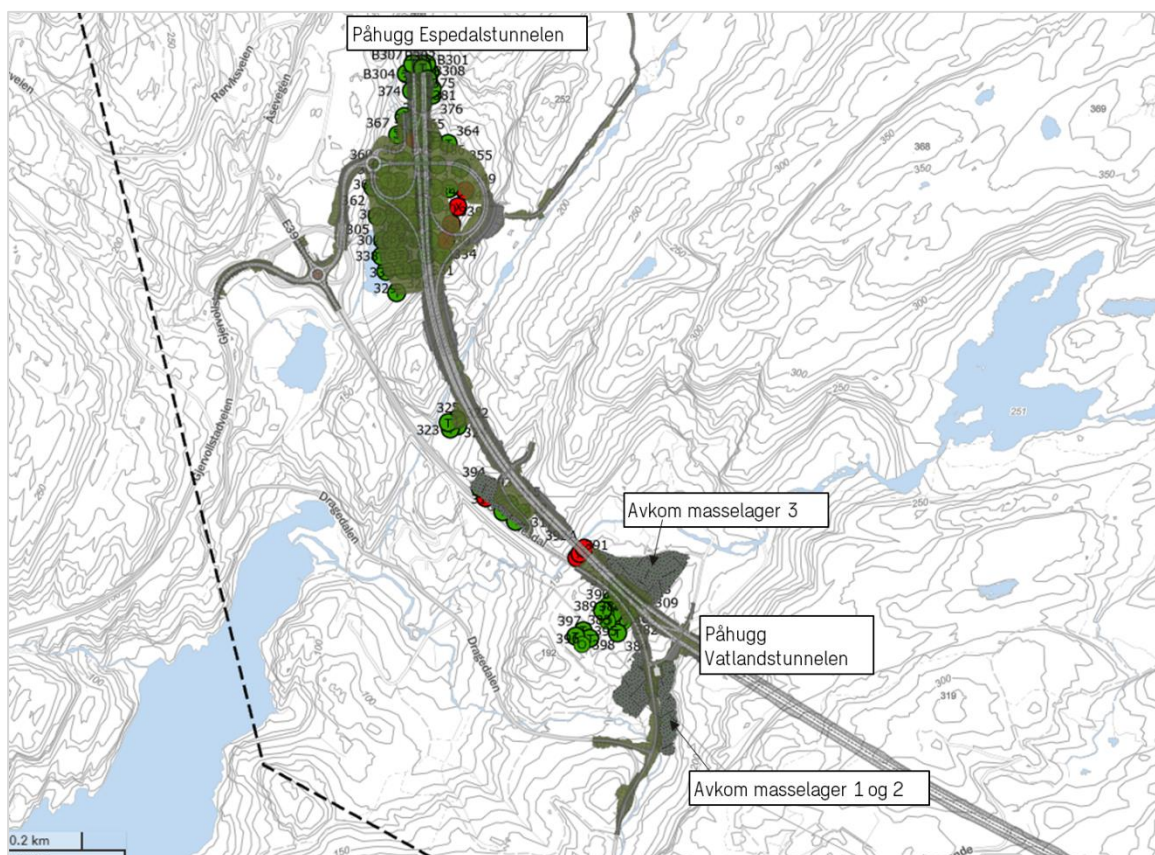
1. Konstruksjoner

- K170 - Avkom kulvert P10570 – 10600
- K180 – Storfossen bru P10880 – 10970
- K181 – Flordalen kulvert ca. P11170
- K185 – Oppofte bru ca. P11975
- K210 – Fedafjorden bru ca. P14450

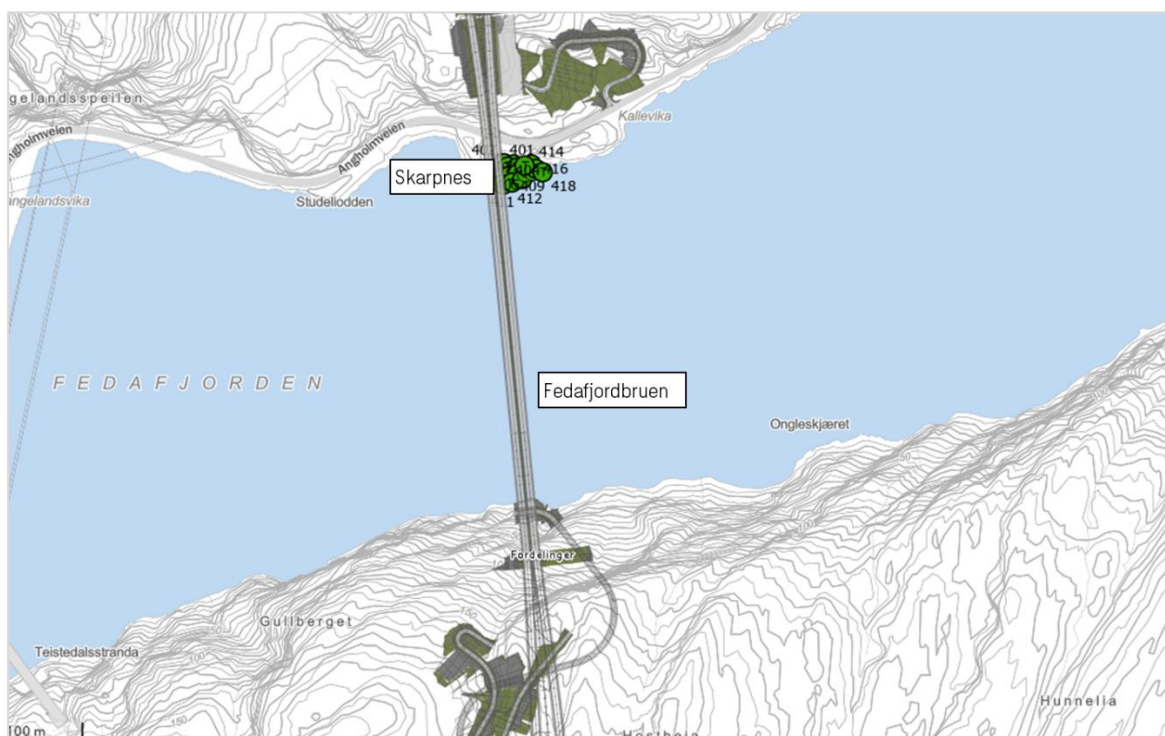
2. Masselager

- Avkom 1, 2 og 3
- Oppofte vest

Det er også planlagt driftsveier parallelt med veilinjene på deler av strekningen. Oversiktskart over delområde 3 og 4 er vist på henholdsvis Figur 3 og Figur 4.



Figur 3: Oversiktskart over delområde 3 med veilinje og masselagre.



Figur 4: Oversiktskart over delområde 4 - Fedafjordbruen

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 og Rambøll i perioden august - desember 2022. Rambøll utførte grunnundersøkelser fra flåte i Indretjønn og Fedafjorden i oktober 2022. Resultatene er presentert i datarapportene [3] [4]. Det er også utarbeidet bergmodell for både delområde 3 og 4. Disse er beskrevet i kap. 5.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i området av Statens vegvesen i forbindelse med etablering av dagens E39. De nærmeste sonderingene er utført ved eksisterende kryssløsning på Oppofte. Det ble i den forbindelse utført noen manuelle sonderinger med stang på sørvestsiden av Indretjønn [5] der dybde til faste masser er registrert.

Det ble gjennomført befaring på strekningen av geoteknikere fra Sweco, 15. - 16. november 2022.

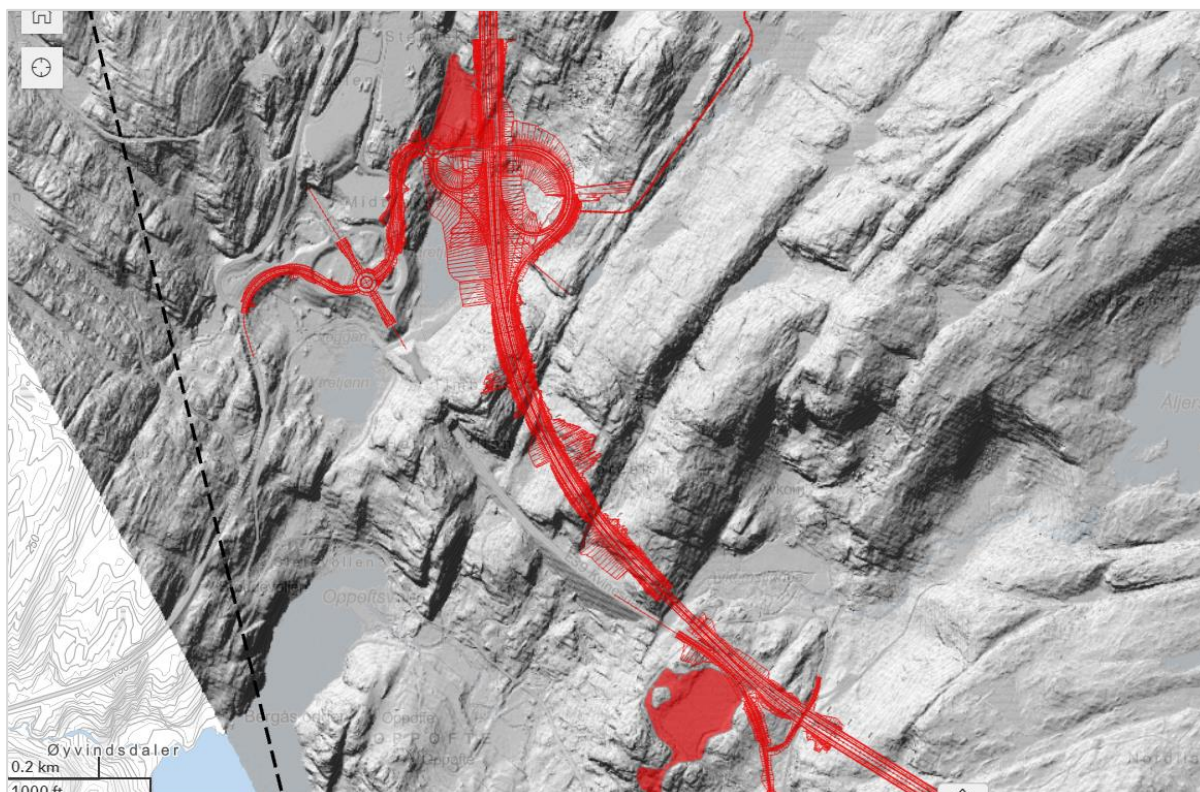
4 Grunnforhold

Det er store terrengvariasjoner i området. Det er i området observert mye berg i dagen fra både befaring og ulike kartnettverk. Grunnundersøkelser viser at området hovedsakelig består av fast lagrede masser (antatt morene) eller myr/torv. I de videre kapitlene er topografi og grunnforhold for delområdene 3 og 4 beskrevet. For nærmere beskrivelse av grunnforhold henvises det til tilhørende geoteknisk datarapport NV42E39LM-GTK-RAP-0003, ref. [3] og NV42E39LM-GTK-RAP-0004, ref. [4]. Tegning nr: V5014-5015 og V5020 viser situasjonsplaner med utførte sonderinger.

4.1 Topografi og berggrunn

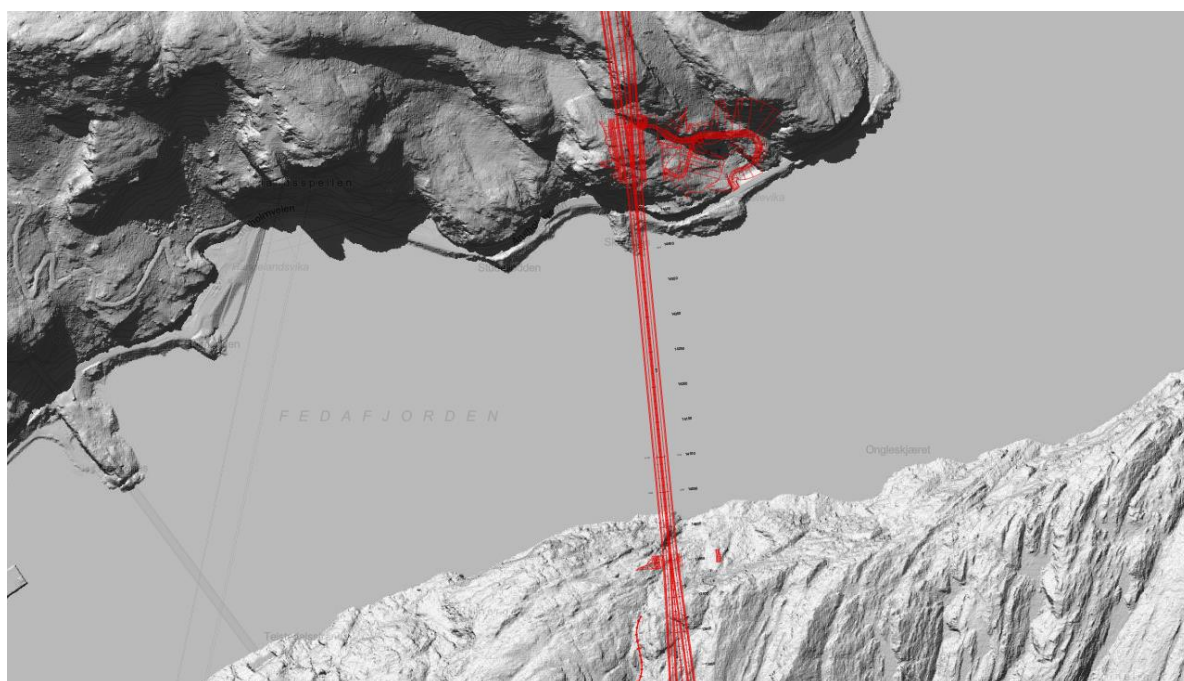
Veilinjen til delområde 3 går i kupert terreng preget av NØ-SV-gående lineamenter. Området har hyppige bergblotninger og høydedrag med berg i dagen. Det er relativt store relieff mellom høydedrag og dalfører. Høyde på dagens terreng langs veilinjen varierer mellom ca. kote + 105 til +160. Terrengskyggekart som tydeliggjør topografien, er vist på Figur 5.

Ifølge NGUs berggrunnskart [6] er den dominerende bergarten i området granodioritt, med lineærstrukturer av båndgneis imellom. Veilinjen krysser flere laggrenser.



Figur 5: Terrengskyggekart som viser tydelige fjellrygger i NØ-SV-retning i delområde 3 [7].

Veilinjen i delområde 4 er planlagt i tunnel og over bru. Terrengskyggekart som tydeliggjør topografien, er vist på Figur 6. Ifølge NGUs berggrunnskart [6] består hovedbergarten i delområde 4 av granodioritt.



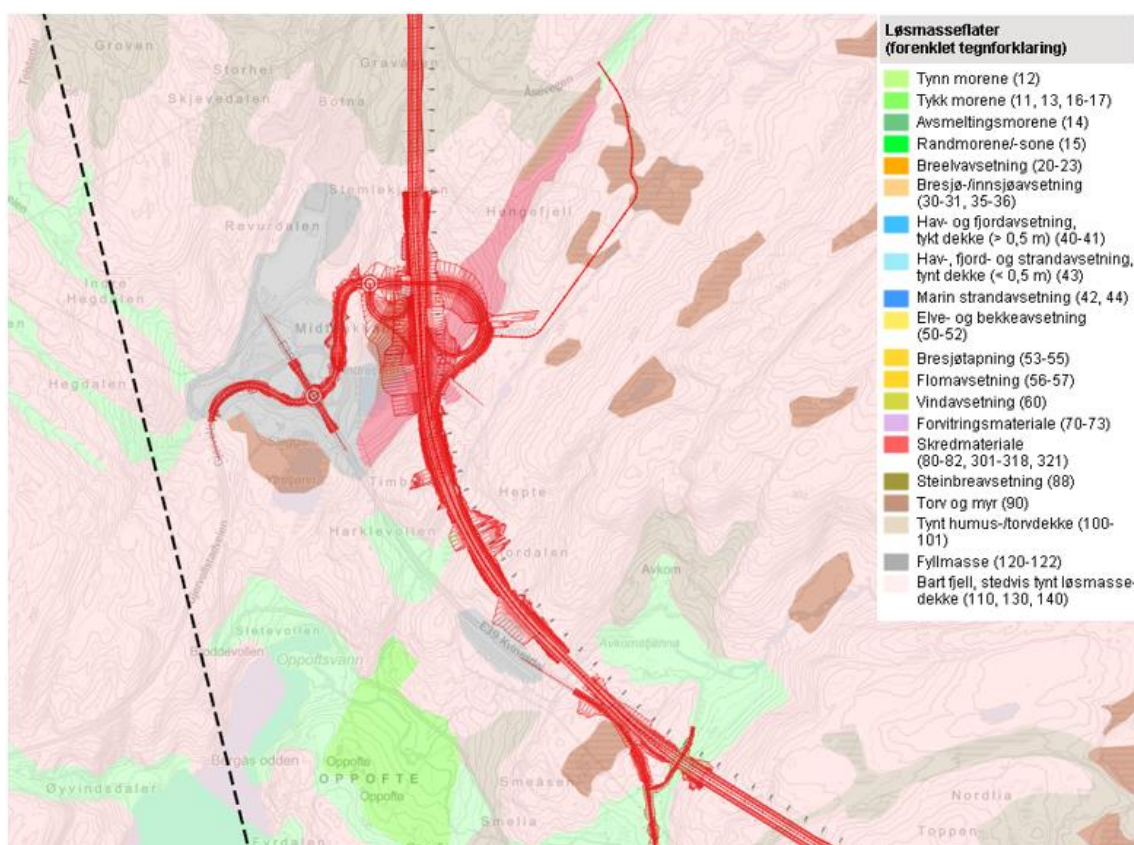
Figur 6: Terrengskyggekart over planlagt ny Fedafjordbru mellom nord- og sørsiden av delområde 4 [7].

4.2 Kvartærgeologisk kart

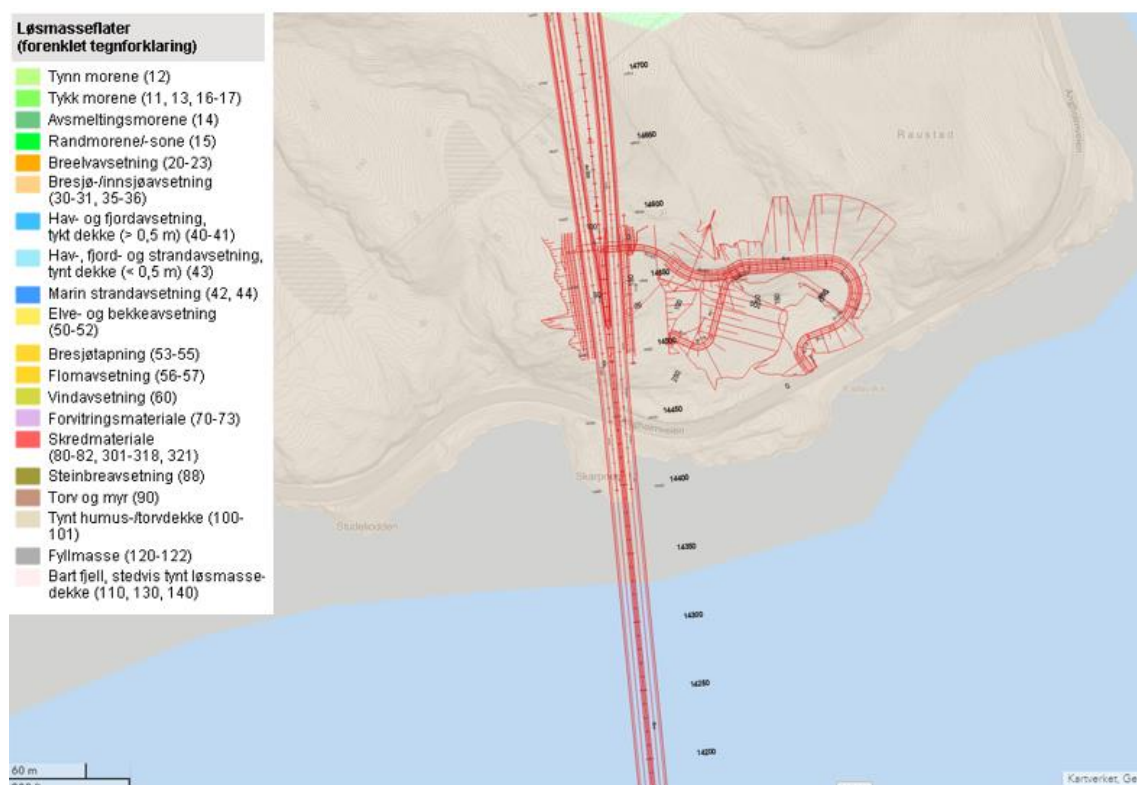
Ifølge NGUs kvartærgeologiske kart [8] er delområde 3 hovedsakelig kartlagt som bart fjell, det vil si områder der mer enn 50 % av arealet er berg i dagen. Kvartærgeologisk kart indikerer også at løsmassene langs veilinjene består stedvis av morene samt torv og myr. Avkjøringsveien ved Indretjønn er plassert der løsmassene er kartlagt som torv/myr og skredmateriale. Vest for avkjøringsveien er løsmassene kartlagt som fyllmasse. Løsmassekart for delområde 3 er vist på Figur 7.

Løsmassene på nordsiden av Fedafjordbruen er kartlagt som tynt humus-/torvdekke, også ut i fjorden. Løsmassekart for delområde 4 er vist på 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 [8] for delområde 3 med veialternativ HDV (rød linje).



Figur 8: NGUs løsmassekart [8] for delområde 4 med veialternativ HDV (rød linje).

4.3 Delområde 3 – grunnforhold og vurderinger

I det følgende kapittelet gis det en beskrivelse av grunnforhold og geoteknisk vurdering for delområde 3.

4.3.1 Profil 10500-10800

Tegning: V5014 Sit6_P10250-11000
V5016 Profil H

Masselager: Avkom masselager 1, 2 og 3

Konstruksjon: K170 Avkom kulvert

4.3.1.1 Grunnforhold

I første delen av delområde 3 fra tunnelpåhugg til ca. P10700 følger ny E39 samme trasé som eksisterende E39. Det er planlagt kulvert like etter påhugget, ca. P10570 – 10600. Det er synlig berg i dagen på begge sider av kulverten, og det ble ikke utført grunnboringer i dette området. Videre til P10800 er det utført totalsonderinger på begge sider av eksisterende E39, samt sørvest for veien ved opprinnelig planlagt masselager Smeåsen. Sondringene viser myr på begge sider av dagens E39. På nordsiden er

største myrdybde registrert til ca. 3 m. Prøve fra 308 viser middels omdannet torv (H5). Berg er påtruffet mellom 1,0 – 3,2 m.

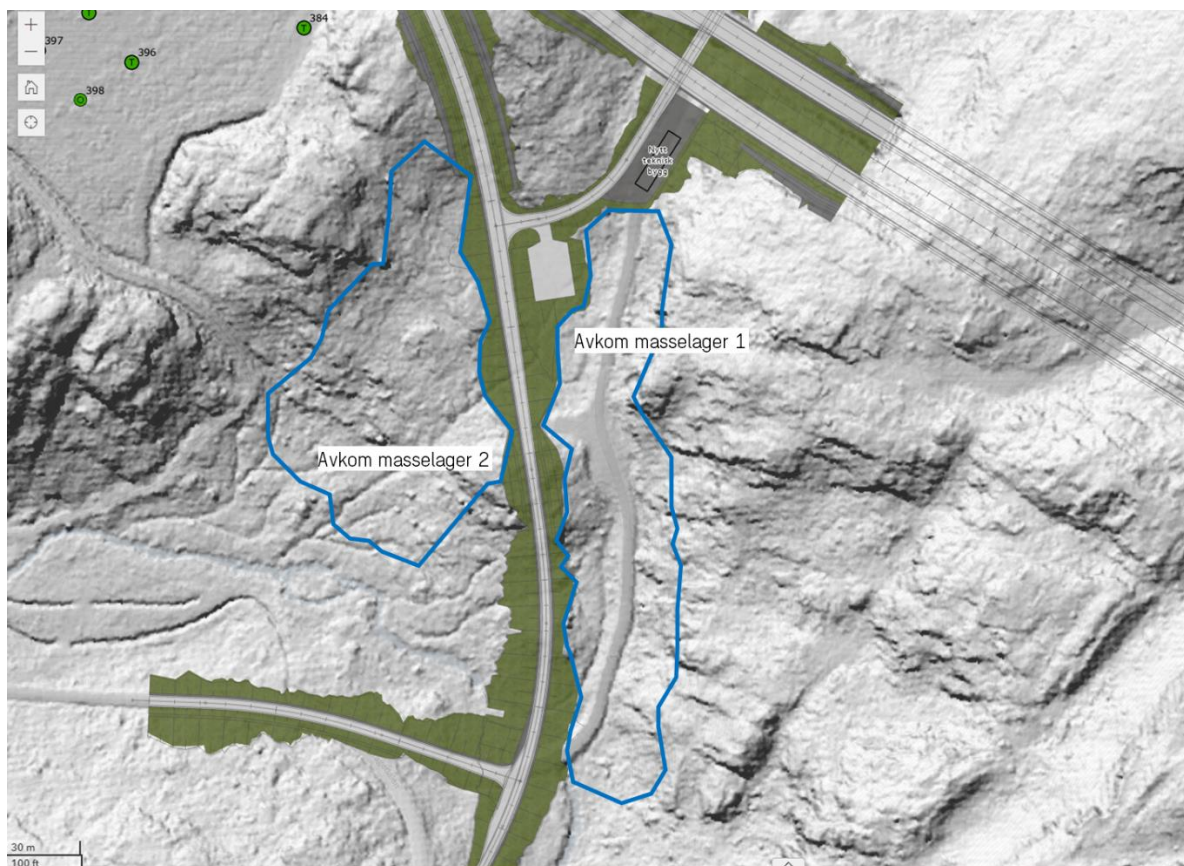
Det er planlagt omlegging av lokalveien fra Dragedalen som føres inn på dagens E39. Denne skal gå parallelt med ny E39 over myrområdet ved Smeåsen. Ved fyllingsfot for lokalveien er det registrert myrdybder mellom 2,5 - 4,5 m.

Sørvest for ny E39 var det tidligere planlagt masselager (Smeåsen) ved ca. P10700-10800. Det ble utført grunnundersøkelser med 13 stk. totalsonderinger samt fire prøveserier ved og i det planlagte masselageret. Prøvene viser torv/myr (H7-H9) med høyt vanninnhold og dybde til faste masser inntil 5,5 m. For å unngå masselager i myr ble plassering av masselager endret, og det er ikke utført grunnundersøkelser i ny plassering. Veimodell med masselagre, lokalvei og kulvert er vist i Figur 9. Avkom 1 og 2 er plassert sør for tunnelpåkugget på begge sider av lokalveien (Figur 10).

Terrengkonturene som er synlig på terrengskjeggekartet (Figur 10) indikerer at det er et tynt løsmassedecke over berg i området, eventuelt steinrike avsetninger. Det er kartlagt moreneavsetninger i området ifølge NGUs løsmassekart [9]. Avkom 3 ligger nord for ny E39 mellom P10670-10870. Der forventes tilsvarende terreng med tynt løsmassedecke over berg. Det er også observert berg i dagen på ortofoto.



Figur 9: Utklipp fra 3D-innsynsløsning som viser veimodell og planlagte masselagre Avkom 1, 2 og 3. Synsvinkel mot nordøst.



Figur 10: Omriss av ny plassering masselager merket med blått på terrenkskyggekart. Basert på terrenkonturene forventes det tynt løsmassedekke.

4.3.1.2 Vurderinger og anbefalinger

Avkom kulvert fundamenteres direkte på berg. Eventuelle løsmasser graves vekk.

For etablering av ny E39 og lokalvei ved Smeåsen må det masseutskiftes til faste masser eller berg. Det er størst torvmektighet sør for lokalveien. Graveskråning i myren anbefales å legges med maksimum helning 1:2 og vil dermed legge beslag på et større areal (vist på Profil H). Stabilitet av graveskråningen må vurderes i detaljprosjektering. Det må forventes at en del av de bløte myrmassene kan renne inn i byggegropen, og god vannhåndtering vil være vesentlig i anleggsfasen.

Masselagre Avkom 1, 2 og 3 er plassert i terreng der det er forventet tynt løsmassedekke over berg.

4.3.2 Profil 10800-11660

Tegning: V5014 Sit6_P10250-11000

Konstruksjon: K180 Storfossen bru
K181 Flordalen kulvert

4.3.2.1 Grunnforhold

Det er hovedsakelig planlagt fjellskjæringer på strekningen. Mellom P10880 – 10970 skal bekken Avkomstjønna (Strupåna) krysses med bru (Storfossen bru). På grunn av krevende terreng ble det ikke utført grunnboringer ved de planlagte landkarene. Det er observert berg i dagen på begge sider av bekkedalen (Figur 11). Det kan forventes betydelige løsmassemektheter i bekken, og berg i dagen eller tynt løsmassedekke der landkarene er plassert. Veimodellen er vist på Figur 12.



Figur 11: Utklipp fra Google Street View som viser bekken Avkomstjønna sett fra dagens E39 mot nordøst.



Figur 12: Utklipp fra 3D-innsynsløsning som viser veimodell og planlagt Storfossen bru, sett fra dagens E39 mot nordøst.

Videre til P11660 skjærer veilinjen ned i bergterreng, med fyllingsutslag ned mot dagens E39 mellom P11050 – 11170 og P11320 – 11380. Utførte totalsonderinger ved førstnevnte fyllingsutslag indikerer at grunnen består av fast lagrede masser med mye stein/blokk. Dette kan være en del av veifyllingen til dagens E39. Største dybde til berg ble registrert i borpunkt 318, ca. 20 m under terreng. Oppå veifyllingen er det planlagt en sidevei som krysser ny E39 under Flordalen kulvert ca. ved P11170. Kulverten ligger i et smalt dalføre der det ikke er utført grunnundersøkelser.

Det ble utført fire totalsonderinger i forventet myr ca. ved P11350, vest for ny E39. Dybde til berg er registrert til ca. 3 m under terreng. Myr/torvdybde er begrenset til 1,5 m.

4.3.2.2 *Vurderinger og anbefalinger*

Storfossen bru fundamenteres direkte på berg. Det anbefales innmåling av berg i dagen ved fundamentene, og eventuelt å flytte østlig landkar ca. 5 m mot øst for å være sikker på at fundamentering på berg er gjennomførbart. Ved fundamentering må eventuelle løsmasser graves vekk. Bergkvalitet og sprekkesett skal vurderes av geolog ved etablering av fundamenter.

Fyllinger ned mot dagens E39 etableres med maksimal helning 1:1,5. Før etablering av steinfyllinger forutsettes det at alt av humusholdige masser graves av. Fyllingen bygges opp i henhold til krav til utleggingen som er beskrevet i håndbok N200 kap. 1.6 [1]. Setninger under fylling må vurderes i detaljprosjektering, spesielt under planlagt sidevei.

Flordalen kulvert fundamenteres direkte på berg. Det anbefales befaring i området, eventuelt innmåling av berg i dagen eller supplerende grunnundersøkelser før detaljprosjektering.

4.3.3 *Profil 11650-12200*

Tegning: V5015 Sit7_P11550-12050

V5017 Profil I

V5018 Profil J

V5019 Profil K

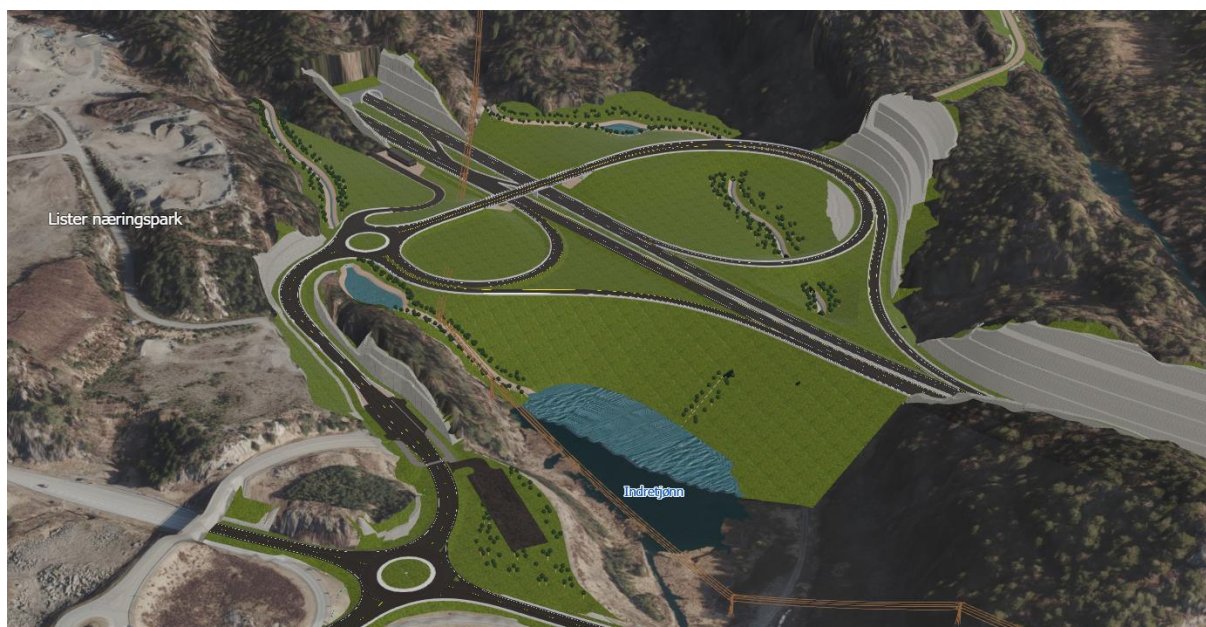
Masselager: Oppofte vest

Konstruksjon: K185 - Oppofte bru

4.3.3.1 *Grunnforhold*

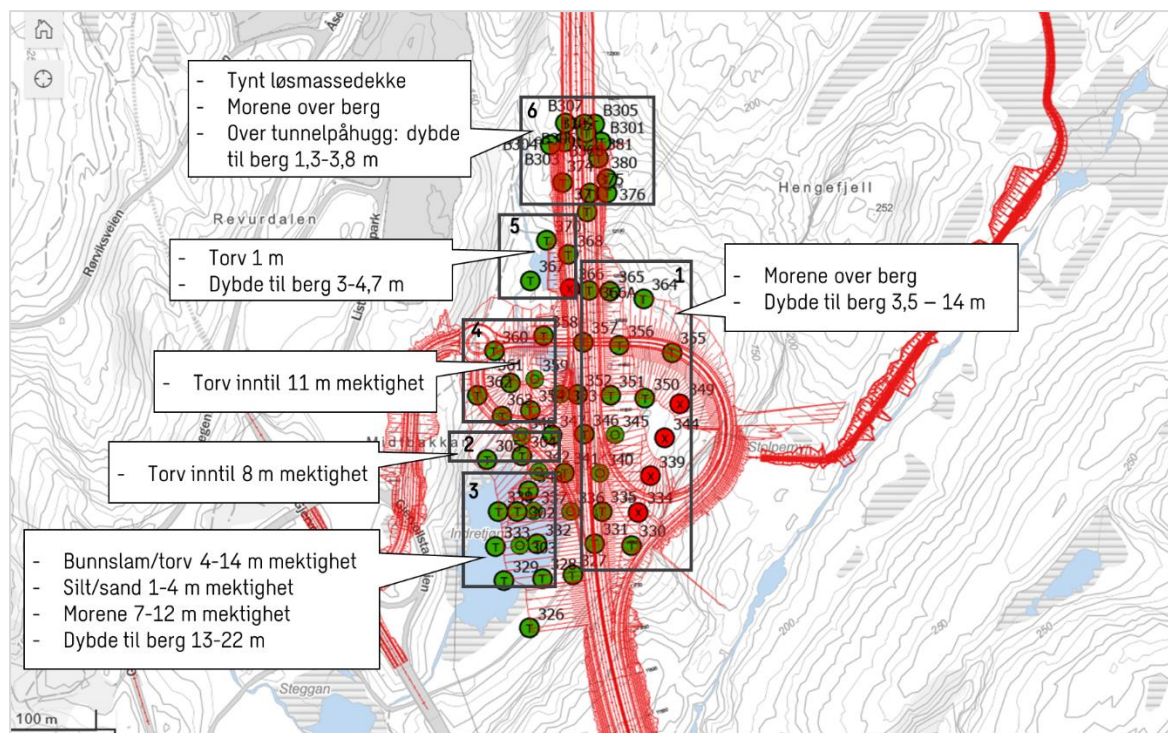
Ved Oppofte er det planlagt en kryssløsning med av- og påkjøringsramper på begge sider av ny E39, like før tunnelpåhugget til Espedalstunnelen. Tiltaket medfører hovedsakelig oppfylling fra dagens terrengnivå, med fyllingshøyder inntil 50 m (fra bunn

Indretjønn). Det skal også fylles delvis ut i Indretjønn. I sørøst er det planlagt bergskjæring som blir over 30 m høy. Oppofte bru krysser veilinjen ca. ved P11975 og er planlagt med to landkar og en søyle i midten. Planlagt kryssgeometri er vist på Figur 13.



Figur 13: Utklipp fra 3D-modell som viser kryssløsning ved Oppofte. Synsvinkel mot nordøst.

Grunnforholdene er godt kartlagt med totalsonderinger i hele området. Oversiktskart er vist på Figur 14.



Figur 14: Oversiktskart med utførte totalsonderinger inndelt etter områder omtalt i teksten.

Øst for eksisterende grusvei indikerer boringene dybde til berg mellom 3,5 til ca. 14 m (område 1 Figur 14). Dybde til berg avtar mot nord. Det er registrert svært faste masser, antatt morene. Opp mot fjellet i øst ligger det skredavsetninger med store steinblokker, og det var ikke mulig å komme til med borerigg. Ved ca. P11720 er det observert en skråning uten synlig berg i dagen. Basert på kartlagte løsmasser og grunnboringer i nærheten, forventes det skredavsetninger eller faste morene i skråningen.

Terrenget på vestsiden av Oppofte-krysset utgjør et N-S-orientert lavtliggende område med bekker, myr og tjern. Det er utført totalsonderinger i myrområdet og i Indretjønn. Utførte sonderinger i myrområdet like nord og øst for Indretjønn indikerer at det er inntil 8 m med myr/torv over faste masser eller berg (område 2 Figur 14). Her er torven klassifisert mellom H5/H6 (359) og H7/H8 (348). Boringene utført i Indretjønn viser et lag med bunnslam/torv uten boremotstand (område 3 Figur 14). Lagets mektighet varierer mellom 4-14 m. Torven er klassifisert som H8/H9 med vanninnhold > 800 %. Deretter er det i de fleste flåteboringene påtruffet et lag med sand og sandig silt. Mektigheten varierer mellom ca. 1-4 m. Prøven i dybde 6-7 m i 303 er klassifisert som organisk sprøbruddmateriale (sandig silt) med sensitivitet fra 4 til 7 og omrørt skjærfasthet 0,4 kPa. Under silt/sandlaget er det registrert svært faste masser ned til berg. Dette tolkes som morene. Mektigheten varierer mellom ca. 7 til 12 m. På grunn av manglende sidestøtte og fare for stangbrudd ble det ikke boret bergkontroll i alle sonderingene i Indretjønn. Dybde til berg varierer mellom ca. 13 til 22 m. Vanndybde ved de utførte sonderingene er inntil 12 m.

I området nord for Indretjønn er det utført boringer i myrområdene og i stigende terreng rundt. Mellom P11900 – 12020 skal det etableres fylling for rampe. Her er det registrert myradybde (torv H5/H6) inntil 11 m i 359 med vanninnhold inntil 400 % (område 4 Figur 14). Nord for dette området er det planlagt et masselager (Oppofte vest) (område 5 Figur 14). Utførte sonderinger viser ca. 1 m med torv/jordlag over faste masser (antatt morene). Dybde til berg er registrert mellom 3 - 4,7 m. Det er ikke utført boringer i tjernet. Her må det forventes større mektighet med torv.

Det er også utført totalsonderinger opp mot og over tunnelpåhugget (område 6 Figur 14). I skråningen er det generelt tynt løsmassedecke og berg i dagen. B300-serien er boret over tunnelpåhugget. Her er det registrert dybder til berg mellom 1,3 – 3,8 m.

4.3.3.2 *Vurderinger og anbefalinger*

I område 1 (Figur 14) etableres veifylling på faste morenemasser. Eventuelle humusholdige topplag fjernes. Merk at i punkt 340 er det funnet et lag med gytje ned til ca. 4 m som må skiftes ut. Det forutsettes lagvis utlegging av stein. Fyllingen bygges opp i henhold til krav til utleggingen som er beskrevet i håndbok N200 kap. 1.6 [1]. I området med skredavsetninger helt i øst, kan det være relativt store hulrom mellom steinblokkene. Dybde til faste morenemasser og/eller berg er ukjent. For å unngå store hulrom i massene bør større blokker demoleres.

I området Indretjønn og nordover er det for store mektigheter med torv til at konvensjonell masseutskifting kan utføres. Utfylling ved en kombinasjon av masseutskifting og fortregning anbefales. Arbeidet bør starte fra nord (område 5 og 4 Figur 14) og jobbes mot sør. Det må benyttes gravemaskin med lang arm, og fjerne så mye torvmasser som mulig før det fylles på med grov stein (>100 mm) fra endetipp. Steinmassene vil fortrenge det som ligger igjen av torv. Arbeidet fortsettes seksjonsvis med masseutskifting og utfylling sørover mot Indretjønn. Antatt nivå for masseutskifting/fortregning er markert i profilene I, J og K. Torvens mektighet øker mot sør.

Det vil være en gradvis overgang fra bløt myr/dynn til Indretjønn. Det anbefales at vannstanden i Indretjønn tappes ned til et minimum under anleggsperioden. Dette for å kunne klare å skifte ut noe av topplaget med sedimenter i tjernet ved hjelp av gravemaskin, samt hindre tilslammet avrenning til videre bekkeløp. Ved fortregning i Indretjønn mangler de fortrenge masse et utløp, og vil derfor virvles opp i vannet. Prosedyre for utfylling og massefortregning i vann/sjø er beskrevet i SVV håndbok V221 [9] kap. 2.3.4.

Prøver tatt av massene i Indretjønn viser meget omgjort organisk materiale med høyt vanninnhold. Det forventes at dette laget naturlig vil virvles opp ved utfylling og legge seg i hulrom i fyllingen.

Masseutskiftingen må påbegynnes tidlig i anleggsfasen for å få nok tid til at fyllingen kan sette seg. Sprengning for å oppnå raskere fortregning kan vurderes.

Fyllingen i Indretjønn må forbelastes for raskere setningsforløp. Nødvendig høyde og liggetid på forbelastning må detaljprosjekteres. Det må installeres setningsbolter og et måleprogram for setninger må utarbeides.

Fylling i vann vil få en skråningshelning 1:1,3 – 1:1,5 avhengig av kvaliteten og størrelsesfordeling av massene. Det må benyttes stor stein med minst mulig innhold av finstoff [9].

Det er flere utfordringer og risikomomenter med masseutskifting og fortregning. I dype myrer kan lokale torvlommer bli liggende igjen. De kan gi bæreevneproblemer og setninger i den ferdige fyllingen. Fiberrik torv kan gi dårligere fortregning. Dersom torvmaterialet har lav skjærfasthet, kan sideskråningene i gropen bli ustabile og gli inn i gropen før den fylles igjen. Det er vesentlig med god håndtering av overflatevann i perioden med masseutskifting. Tverrprofil J (Vedlegg 5) viser at mektigheten på myravsetningene avtar mot øst og vest. Egensetninger i veifyllingen må vurderes nærmere i detaljprosjekteringen. Det forventes egensetning av størrelsesorden inntil 1% av total fyllingshøyde i sprengsteinsmasser ifølge V221 [9]. Ved god komprimering kan forventet setning reduseres. Det skal gis føringer for komprimering i videre prosjektering.

Anleggsarbeidet vil være krevende og må planlegges godt. Hele Indretjønn vil påvirkes i anleggsfasen. Alternative fortrennings- og stabiliseringstiltak kan vurderes i detaljprosjektering.

Oppofte bru kan direktefundamenteres på sprengsteinsfyllingen. Utførte boringer (358-357-356) indikerer faste masser og dybde til berg mellom 2 – 5 m under terreng. Det er noe usikkerhet knyttet til løsmassemektighet ved vestlig landkar fordi det ikke er utført sonderinger i tjernet/bekken. Det må forventes at det kan være torvavsetninger under deler av vestlig landkar. Eventuell torv må masseutsiftes ved direktefundamentering. Eventuelt kan peling av landkaret vurderes. Setninger, stivheter og bæreevne må vurderes i detaljprosjektering.

Med de store fyllingshøydene vil varierende dybder til berg kombinert med varierende motstand i morenen kunne medføre skjevsetninger i lengde og tverretningen på veggen, og må vurderes i senere fase.

4.4 Delområde 4 – grunnforhold og vurderinger

4.4.1 Profil P12200 – 15100

Tegning: V5020 Sit8_P14100-14900
V5021 Profil L

Konstruksjon: K210 Fedafjorden bru

4.4.1.1 Grunnforhold

Nye Fedafjorden bru K210 er planlagt mellom ca. P14000-14550. Brufundamentet i sør ved ca. P14000 skal plasseres direkte på berg og er ikke beskrevet i denne rapporten.

Det er tre ulike alternativer for brukonstruksjon:

1. Nettverksbuebru med landkar på Skarpnes (Figur 15)
2. Hengebru med landkar på Skarpnes (Figur 16)
3. Hengebru med større spenn, landkar plassert nord for Angholmveien (direkte på berg)



Figur 15: Utklipp fra modell som viser alternativ 1 nettverksbuebru med fundament på Skarpnes. Sett mot nordvest.

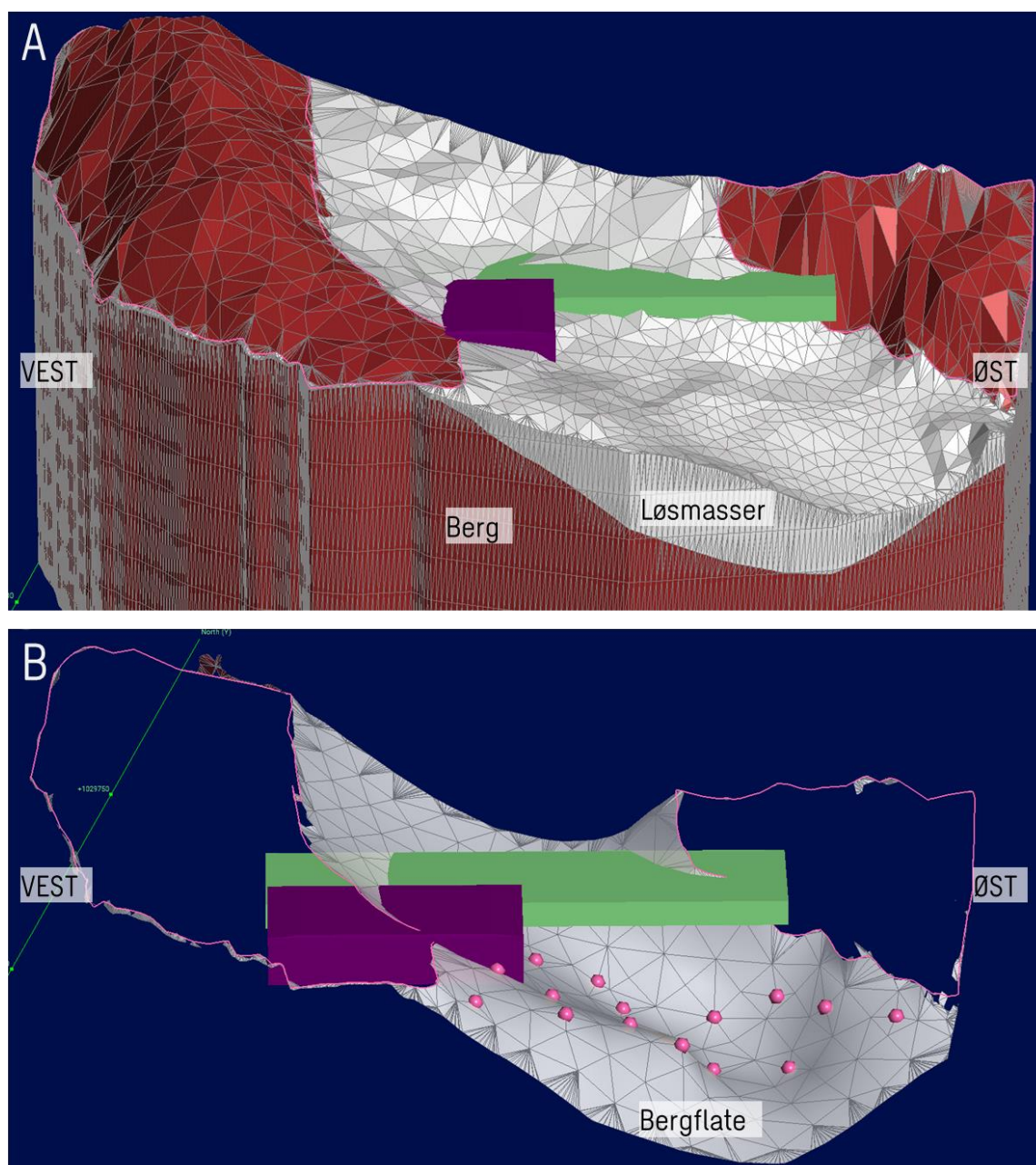


Figur 16: Utklipp fra modell som viser alternativ 2 hengebru med fundament på Skarpnes. Sett mot nordvest.

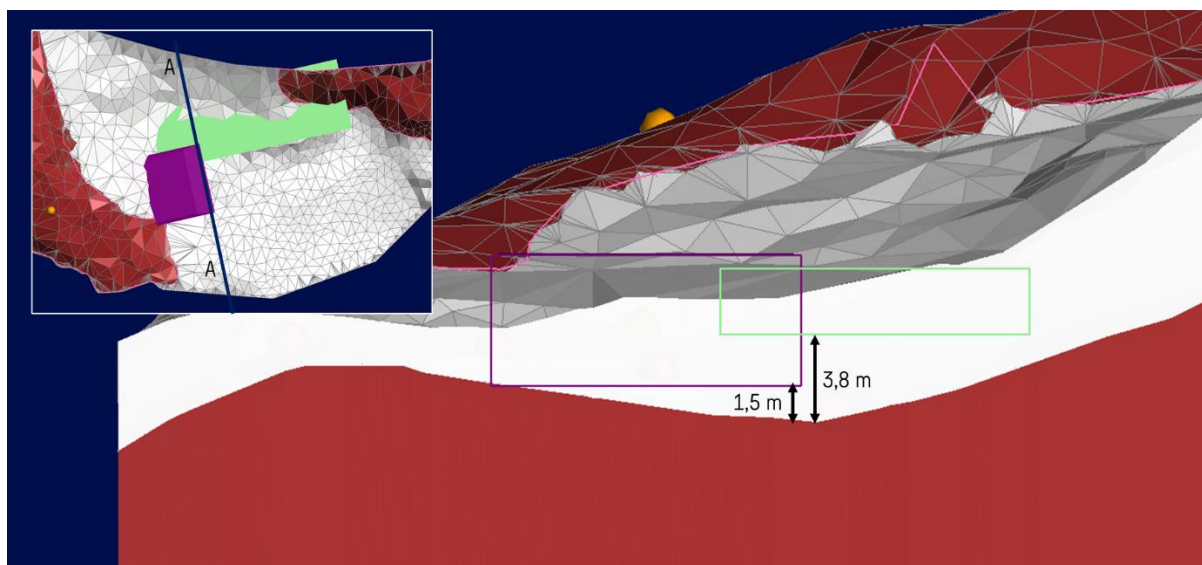
Brufundamentet på Skarpnes er plassert ca. ved P14550 og står i nåværende plassering delvis på berg og delvis på løsmasse. For å kunne løfte bruene på plass, er det planlagt et midlertidig fundament bak og i forlengelsen av det permanente. Dette er vist på Figur 17. Det midlertidige fundamentet er plassert omtrent i havnivå med løsmasser under sjøbunn.

Det ble utført grunnundersøkelser i sjø ved Skarpnes (tegning V5021). Bergkote fra de utførte sonderingene er også vist i rosa i Figur 17. Utførte sonderinger indikerer at løsmassene hovedsakelig består av masser med høy lagringsfasthet, tolket som fyllmasser. Mektighet av fyllmassene varierer mellom ca. 1,5 - 7 m. I noen av sonderingene er det registrert et lag med lav motstand. Prøven fra dette intervallet består av grusig sand med skjell. Dybde til berg ble registrert mellom 1-13 meter under havbunn. Boreleder rapporterte om vanskeligheter med å få tak på berg med borekronen på grunn av svært bratt fjell. I flere tilfeller har borekronen sklidd langs berg, og tolket bergnivå er derfor hevet noe i enkelte boringer. Det tilsynelatende faste laget mellom berg og sandlaget er trolig ikke reelt, men en effekt av at borekronen har sklidd.

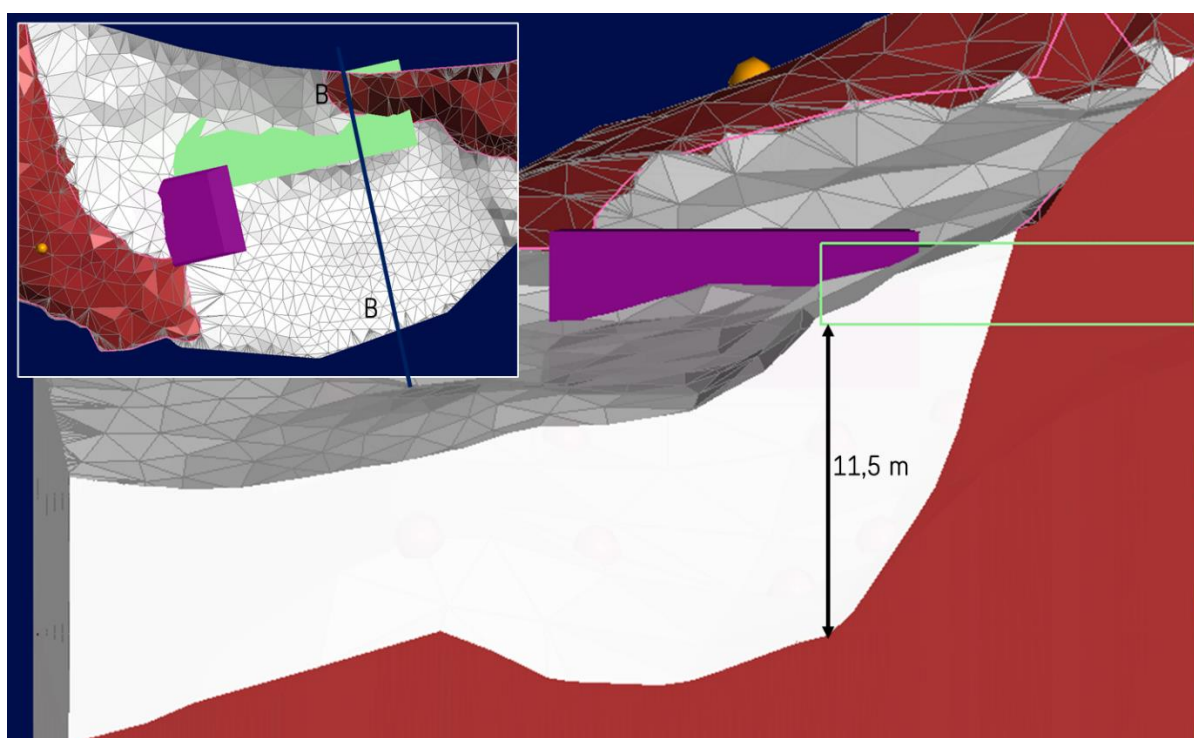
Det ble produsert en bergmodell i forbindelse med vurdering av fundamentering. Denne er beskrevet i kap. 5.2. Se Figur 17 for utklipp av bergmodell. Bergoverflaten faller fra vest mot øst før den stiger igjen mot øst. Største dybde til berg fra UK brufundamentet forventes å være ca. 1,5 m, mens dybde til berg fra UK midlertidig fundament antas til å være opp mot 12 m. Snitt gjennom geomodell og fundamenter er vist på Figur 18 og Figur 19.



Figur 17: Utklipp fra bergmodell (Leapfrog). Permanent brufundament i lilla, midlertidig fundament i grønt. A: Modellert berg- og løsmassevolum i henholdsvis rødt og hvitt. B: Modellert bergflate. Bergkoter fra totalsonderinger er vist som rosa punkter.



Figur 18: Snitt A-A gjennom geomodell og fundamenter. Avstand mellom UK fundament og berg er på det meste ca. 1,5 m for permanent fundament, og i dette snittet 3,8 m for midlertidig fundament.



Figur 19: Snitt B-B gjennom geomodell og fundamenter. Avstand mellom UK midlertidig fundament og berg er på det meste ca. 11,5 m.

Ut fra historiske kart er området ved fundamentet tidligere fylt ut for fundamentering av Angholmveien, se Figur 20 til Figur 21. Løsmassene som er avdekket på land og ut i fjorden antas å være en del av fyllmassene for veien.



Figur 20: Historiske kart fra 1951, hentet fra Finn.no 05.12.2022. Dagens sjølinje merket med rødt.



Figur 21: Historiske kart fra 1966, hentet fra Finn.no 05.12.2022

4.4.1.2 Vurderinger og anbefalinger

For både alternativ 1 og 2 er midlertidig og permanent fundament planlagt etablert på omtrent samme plassering.

Permanent fundament

Grunnet kort dybde til berg anbefales det å senke planlagt UK fundamentnivå til permanent brufundament slik at fundamentet kan etableres direkte på berg, se Figur 17. Senkning av fundamentet er vurdert i samarbeid med RIB. Berget anbefales avrettet med sprengning. Videre vurdering av sprengning gjøres av ingeniørgeolog engasjert av byggherre/totalentreprenør ved detaljprosjekteringen.

Støp av fundamenter er ønsket utført med tørr byggegrop av RIB. Byggegroppen kan etableres med spunnrør innboret i berg.

Rørene anbefales å installeres utkraget. Dersom det skulle være nødvendig med avstivning grunnet vanntrykket anbefales det innvendig avstivning. Spuntlinjen må da utvides.

Bølger og vannstand må hensyntas ved detaljprosjektering av spunnrørene. Det anbefales at topp rør stikker opp minst 1,5 m over vannivå.

Alternativ 3, hengebru med større spenn og landkar bak Angholmveien vurderes å gi mindre risiko med hensyn på utførelsen. Landkar er planlagt plassert nord for Angholmveien, direkte på berg. Det er ikke behov for videre geoteknisk vurdering dersom landkar skal plasseres på berg.

Midlertidig fundament

For midlertidig fundament anbefales det pelefundamentering med borede peler ettersom en stor del av fundamentet er planlagt å ligge over stor dybde til berg. Ved detaljprosjektering må peletype og -størrelse vurderes. Det må påregnes usikkerheter i forbindelse med utførelse da utførte sonderinger og tilgjengelig grunnlag indikerer bratt skrånende berg. Eventuelle kollisjon av peler må også vurderes ved detaljprosjekteringsfase.

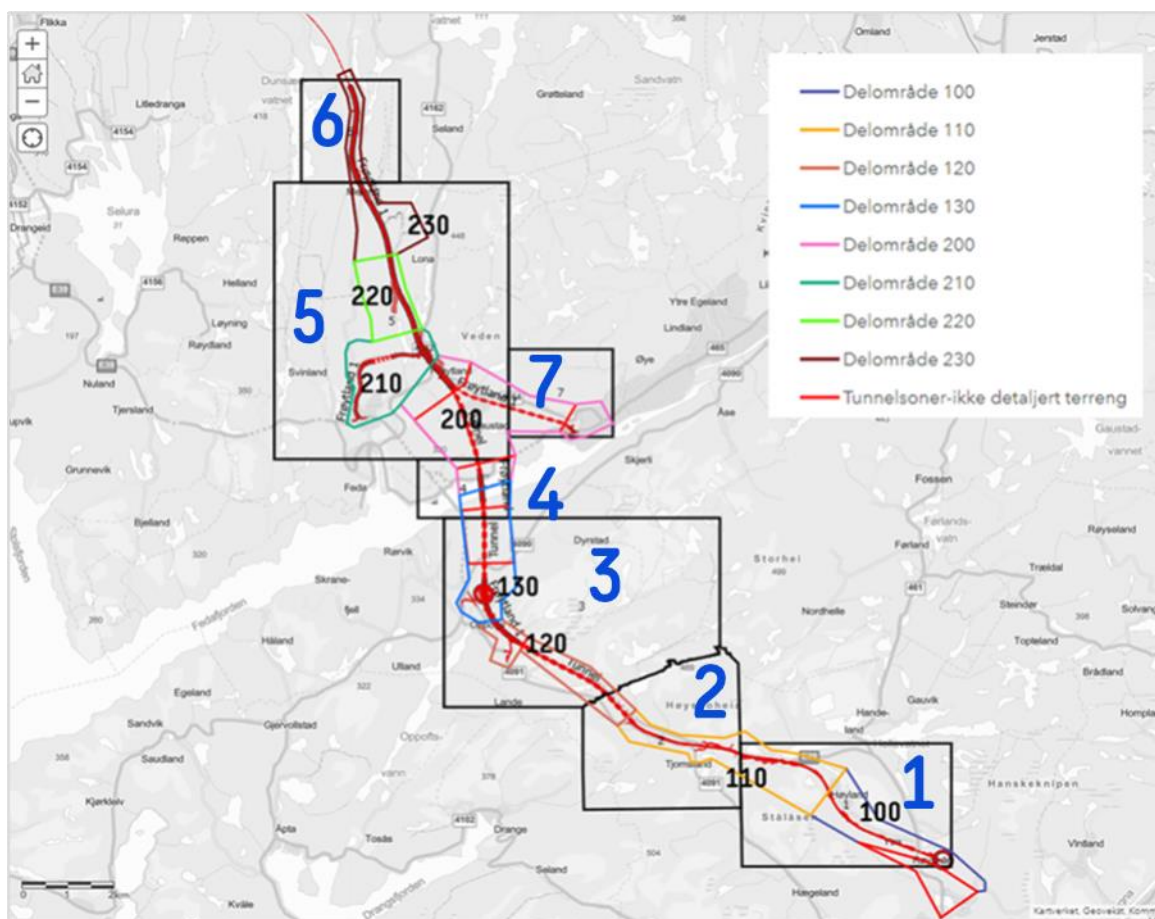
Plassering av det midlertidige fundamentet er ikke helt avklart i dette stadiet. Alternativt kan det også plasseres på linje med permanent fundament, lenger ut i sjøen. Vanndybde og dybde til berg er større lenger ut mot sjøen, (Figur 17 og Figur 19). Ved å plassere fundamentet lenger ut anbefales det pelefundamentering for hele fundamentet. Endelig plassering vurderes av RIB i videre prosjektering. Det kan være behov for utfylling i vann dersom midlertidig fundamentet flyttes lenger ut. Det er for å øke sidestøtte til pelene. Videre vurdering av behov for løsmassefylling og stabilitet ifm. fyllingen i vann må ses nærmere på i detaljprosjekteringen.

For utførelsen anbefales det at fundamentet heves til over vannivå slik at man unngår å måtte etablere tørr byggegrop rundt dette. Dersom det skulle være aktuelt med tørr byggegrop for etablering av det midlertidige fundamentet, kan byggegropen for permanent fundament utvides. Rekkefølge for utførelse må utarbeides ved detaljprosjekteringen.

For etablering av midlertidig fundament skal det graves delvis inn i eksisterende veifylling. Stabiliteten til veien må ivaretas med rørvegg eller lignende støttetiltak.

5 Modellering

Det er utarbeidet berg- og «faste-masser» (FM) - modeller for delområde 3 og 4. FM-modellen 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.

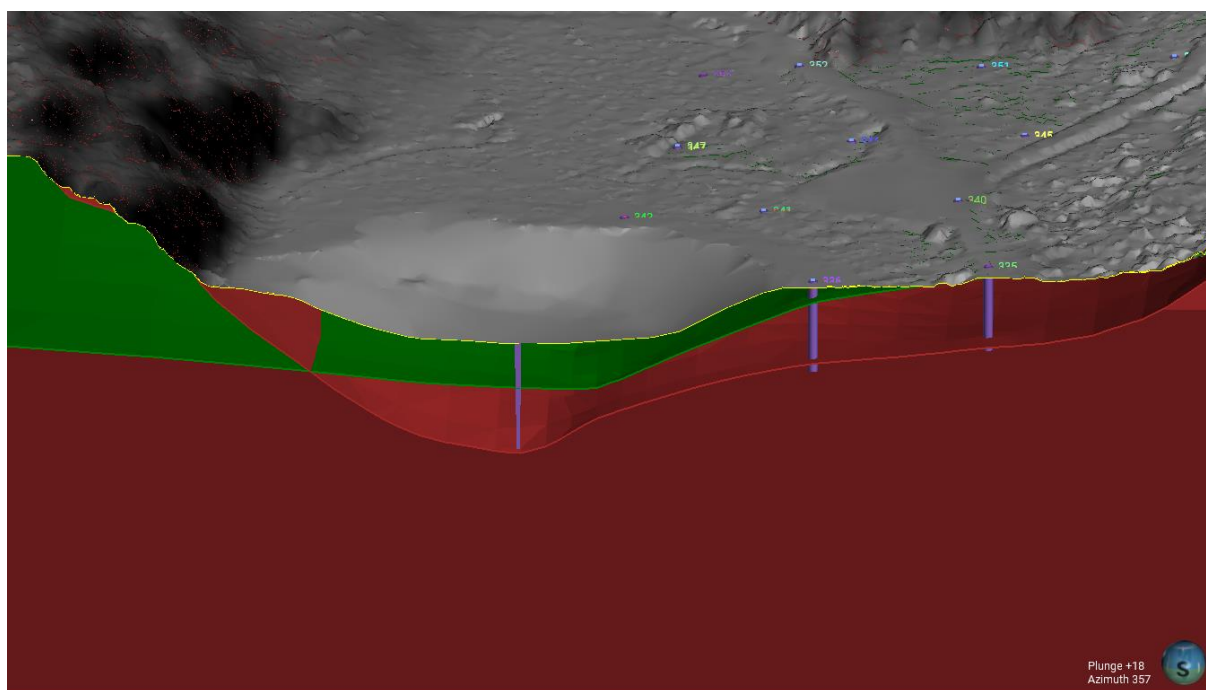
5.1 Modell delområde 3 (område 120/130)

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 (ulike år)
 - o Terrenkskyggekart
 - o Google Maps Street View
 - o Norge i bilder (3D)

Det var lite avvik mellom innmålt terreng fra totalsonderingene og terrengmodell. Borhullsdata ble korrigert til terreng. Under flåteboring i Indretjønn ble vannbyden for hvert borpunkt registrert.



Figur 23: Utklipp fra bergmodell delområde 3 ved Indretjønn, Oppofte. Bergflate er rød, FM-flate er grønn og topografien er grå. Vannstand er ikke modellert. FM-flaten skulle fulgt bunntopografien, men på grunn av manglende datapunkter er den horisontal og skjærer inn i berg på vestsiden av Indretjønn.

For FM-modell er det benyttet følgende grunnlag:

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

FM-flate ble generert ved Smeåsen og Oppofte der det ble utført grunnboringer. For områder uten borhullsdata er det forventet berg med tynt løsmassedecke, moreneavsetninger eller eksisterende veifylling, det vil si svært lite

masseutskiftingsbehov. I disse områdene ble FM-flaten generert av geomatikk med en konstant offset fra terreng.

Begrensninger og usikkerheter:

Hele området ble modellert i én stor modell. Sett i ettertid burde den vært inndelt i to mindre modeller konsentrert rundt områdene med grunnboringer for raskere kjøring av prosesser.

FM-modellen har begrenset med datapunkter i Indretjønn, og det ble ikke lagt til manuelle datapunkter for å tvinge flaten til å følge bunntopografien. Derfor skjærer den inn i bergflaten på vestsiden av Indretjønn (Figur 23).

Modellen er stor, og det er lange strekninger uten borhullsdata eller observasjoner av berg i dagen fra befaring, der modellen har 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.

5.2 Modell delområde 4 (område 200 Skarpnes)

For bergmodell er det benyttet følgende grunnlag:

- Terrengmodell fra geom: offset - 5 cm
- Bergkote fra utførte totalsonderinger (Rambøll 2022). Tolket bergnivå er hevet i noen sonderinger på grunn av bratt fjell og vanskelig å få tak med borekronen.
- Batymetri: Data fra forsvaret (2019) satt sammen med scannet og redusert punktsky for terreng i området.
- Dybdemålinger fra flåteboring.
- Befaringsdata fra ingeniørgeologi.
- Resultat fra kjerneboringer (to punkter) på Skarpnes.
- Tolkning av berg i dagen på:
 - o Helningskart
 - o Flyfoto
 - o Terrengskyggekart
 - o Google Maps Street View
 - o Norge i bilder (3D)
 - o Dronebilde fra skredbefaring

Utklipp fra modellen er vist på Figur 17, Figur 18 og Figur 19.

Begrensninger og usikkerheter:

Grensen mellom berg i dagen og steinfylling er noe usikker. På grunn av manglende GPS-dekning ble ikke denne målt inn ved befaring. Mektigheten på steinfyllingen inn mot eksisterende vei er usikker.

Usikkerheten i dybde til berg fra totalsonderingene er større i denne modellen på grunn av at borekronen ikke fikk feste på skrånende berg. Det er ikke gjort noen korrigeringer av z verdier for borhullsdataen, for å minimere usikkerhetene i modellen er innmålt z-

verdi for boringene benyttet. Det er trolig mindre forandringer i fjordtopografien mellom tidspunktet for scanning (2019) og tidspunktet for boringer (2022).

6 Referanser

- [1] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» 2021.
- [2] Sweco, «NV42E39LK-GEO-RAP-0009 Geoteknisk premissrapport,» 2022.
- [3] Sweco Norge AS, «NV42E39LM-GTK-RAP-0003 Datarapport grunnundersøkelser Delområde 3».
- [4] Sweco Norge AS, «NV42E39LM-GTK-RAP-0004 Datarapport grunnundersøkelser Delområde 4».
- [5] Statens vegvesen , «E39 Handeland - Feda vest. Rapport E,» 2003.
- [6] NGU, «NGU Berggrunnskart,» [Internett]. Available: www.ngu.no.
- [7] Kartverket, «Hoydedata,» [Internett]. Available: www.hoydedata.no.
- [8] NGU, «NGU Løsmassekart,» [Internett]. Available: www.ngu.no.
- [9] Statens vegvesen, «Håndbok V221: Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» 2014.