



Fagrapport Geoteknikk

Detaljregulering E39 Mandal-Lyngdal øst

LYNGDAL KOMMUNE

Oppdragsnr:	10219378
Oppdragsnavn:	E39 Mandal – Lyngdal øst; Detaljreguleringsplan
Dokument nr.:	NV42E39ML-GTK-RAP-0001
Filnavn	E39_ML_Lyngdal_Geoteknikk_Fagrapport

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	18.05.2021	1. gangsbehandling	NOKSTE	NOTHCH	NOHOLL

Innhold

Sammendrag	4
1 Innledning	5
2 Grunnlag og utførte undersøkelser	6
2.1 Grunnlag.....	6
2.2 Utførte grunnundersøkelser.....	6
3 Geoteknisk klassifisering	6
3.1 Geoteknisk kategori.....	6
3.2 Konsekvens- og pålitelighetsklasse.....	6
4 Geotekniske forhold delområde 3 og 4	7
4.1 Topografi.....	7
4.2 Skredfare.....	9
5 Områdestabilitet	10
6 Fyllinger	13
6.1 Fylling ved Lene.....	14
6.2 Fyllinger mellom Lene bru og Flaten.....	16
6.3 Fylling ved Loppeneset.....	18
6.4 Fyllinger ved Oppsalsveien.....	20
7 Skjæringer	22
7.1 Skjæring Optedal.....	23
8 Konstruksjoner	25
8.1 K585 Eikeråsheiatunnelen - portaler vest.....	25
8.2 K 600 Lene bruer.....	25
8.3 K630 Flaten kulvert.....	27
8.4 K650 Optedal viltkrysning.....	28
8.5 K700 Optedal bru.....	28
9 Masseutskiftinger	31
9.1 Myr ved Lene.....	31
9.2 Myr ved Flaten – sørøst.....	32
9.3 Myr ved Flaten – nordvest.....	32
10 Referanser	34

Sammendrag

Denne rapporten omhandler grunnforhold og geotekniske vurderinger for den delen av parsellen for ny E39 mellom Mandal og Lyngdal som gjelder Lyngdal kommune.

Arbeidene omfatter flere større fyllinger, passering av myrer, skjæringer og konstruksjoner. Myrer er forutsatt masseutsiftet ned til faste masser. Fyllinger er forutsatt utført i henhold til N200 og V221. Det er med bakgrunn i foreliggende informasjon om grunnforhold lagt til grunn en helling på 1:2 for fyllingene.

Skjæringer må utføres i henhold til kravene stilt i N200 og V221. Skjæringer i løsmasser er som hovedregel plassert på topp av bergskjæring. Det må etableres en flate på minimum 2 m i overgangen mellom bergskjæring og løsmasseskjæring, samt vurdere tiltak for å forhindre nedfall og overflateglidninger i massene.

Konstruksjoner er forutsatt utført direkte på berg eller på peler til berg.

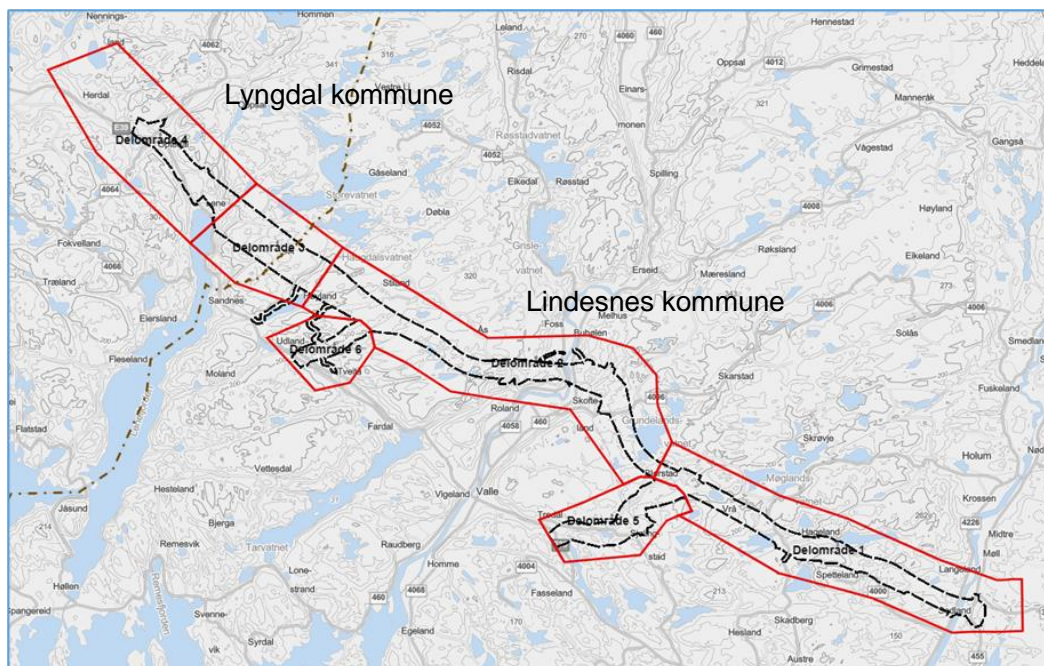
Grunnundersøkelser er ikke utført og beskrivelse av grunnforhold, samt vurderinger vil bli utført straks disse foreligger.

1 Innledning

Sweco utarbeider på oppdrag fra Nye Veier AS detaljreguleringsplan for E39 Mandal – Lyngdal øst. Nåværende E39 mellom Kristiansand og Stavanger er om lag 208 km lang og har ikke god nok standard i henhold til dagens trafikkmengde og trafikkvikling. Det er høy årsdøgntrafikk (ÅDT) og mange trafikulykker på strekningen. Dette er bakgrunnen for at nåværende E39 skal erstattes med ny, trafikksikker firefelts motorvei med fartsgrense 110 km/t. Ny motorvei vil gi vesentlig kortere reisetid for brukere, og dermed knytte Agder og Rogaland tettere sammen som felles bo- og arbeidsmarked.

Planområdet er om lag 25 kilometer og strekker seg fra Mandalselva i Lindesnes kommune til Herdal i Lyngdal kommune (Figur 1). Området ligger nord for nåværende E39 og går hovedsakelig gjennom naturområder.

Denne fagrapporten omhandler geotekniske forhold for den delen av traséen langs delstrekningen mellom Mandal og Lyngdal øst som ligger i Lyngdal kommune. Området er vist i Figur 1 fra kommunegrensa i øst, se brun stiplede linje, til Herdal i vest.



Figur 1: Oversiktskart over prosjektområdet. Mandalselva til høyre og Herdal til venstre.

2 Grunnlag og utførte undersøkelser

2.1 Grunnlag

Grunnlaget for geotekniske undersøkelser er NGUs løsmassekart, offentlig tilgjengelig kart og flyfoto, samt tidligere utførte grunnundersøkelser både fra områderegulering og innhentede undersøkelser fra andre aktører.

2.2 Utførte grunnundersøkelser

Her vil det legges en oversikt over utførte grunnundersøkelser og referanse til disse.

3 Geoteknisk klassifisering

3.1 Geoteknisk kategori

Geotekniske kategorier for veiprosjekter skal bestemmes i henhold til Eurokode 7. Prosjekter klassifiseres avhengig av kompleksitet og risiko, der ulike deler av prosjekter kan plasseres i ulike geotekniske kategorier.

I områder med sprøbruddmaterialer skal veiprosjekter plasseres i geoteknisk kategori 3. Prosjekt skal også plasseres i geoteknisk kategori 3 ved utfylling i sjø med skrånende sjøbunn, stor fyllingshøyde eller utfylling ved massefortrengning.

På den delen av strekningen som ligger innenfor Lyngdal kommune, ser det ut til å være gunstige grunnforhold og det er ikke gjort funn av sprøbruddmateriale. Det forekommer heller ingen fyllinger i sjø. Dette tilsier at prosjektet kan plasseres i geoteknisk kategori 2.

Tunneler og høye skjæringer plasseres ifølge ingeniørgeologisk fagrapport i geoteknisk kategori 3.

3.2 Konsekvens- og pålitelighetsklasse

Konsekvensklasse velges etter kriterier gitt i Eurokode 0 som angir klassene CC1, CC2 og CC3 etter grad av økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser, samt sannsynlighet for tap av menneskeliv. Valg av konsekvensklasse for vei beskrives i Håndbok V220. Det er forventet at årsdøgntrafikk vil overstige 8000 basert på tall fra dagens E39. Veien plasseres dermed i konsekvensklasse CC3. Pålitelighetsklassene er direkte knyttet til konsekvensklassene, og klasse CC3 vil vanligvis gi pålitelighetsklasse RC3.

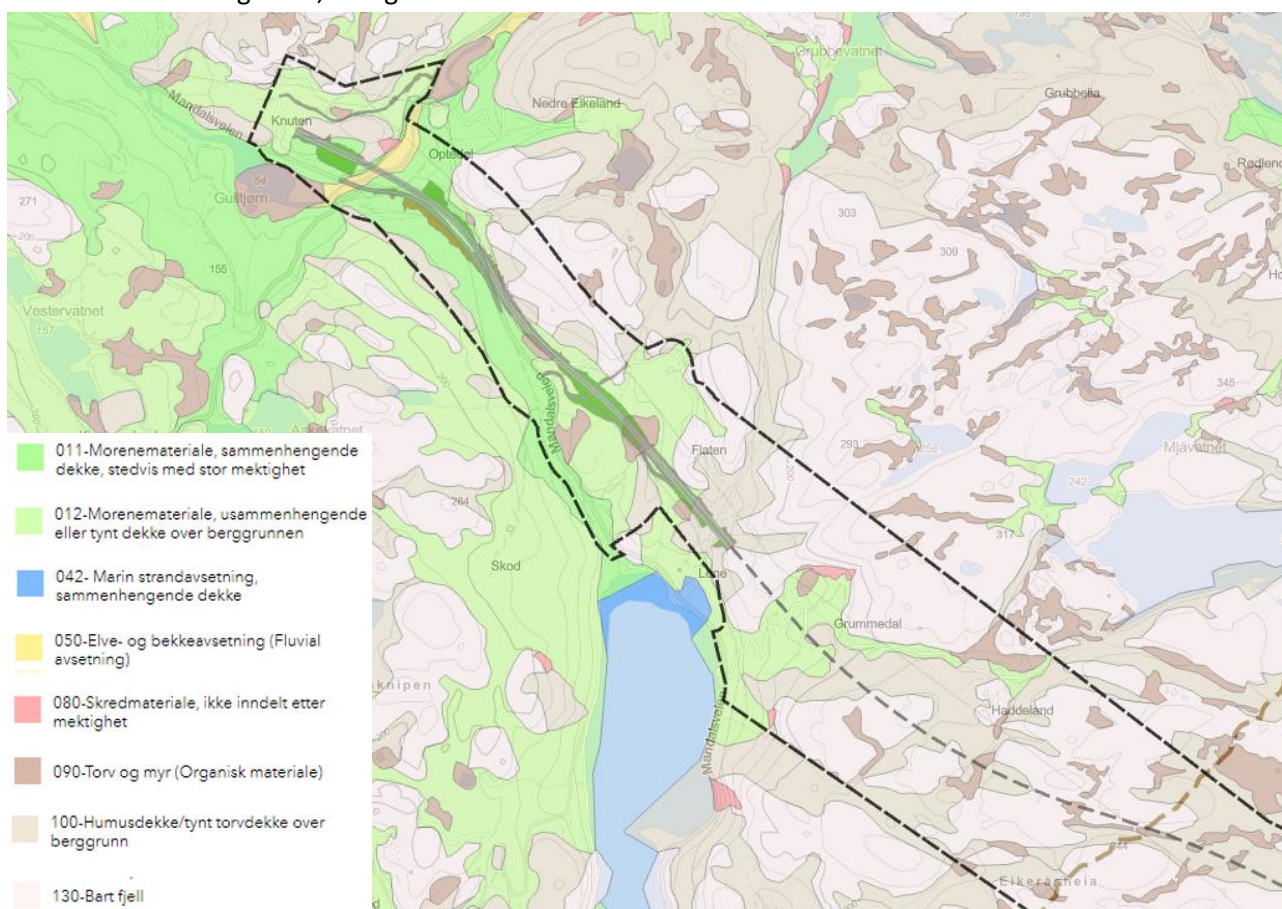
4 Geotekniske forhold delområde 3 og 4

4.1 Topografi

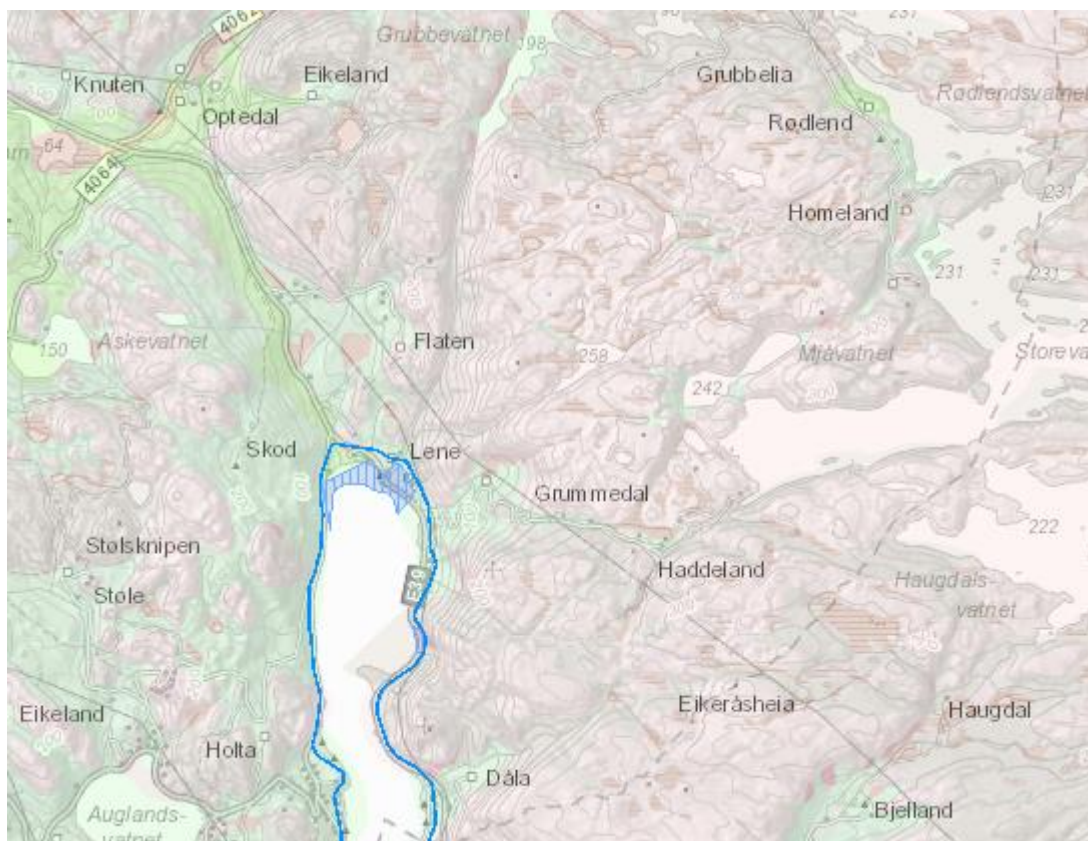
Den delen av planområdet som er lokalisert i Lyngdal kommune er dominert av heielandskap med bart berg, områder med torv og større myrer i søkk i terrenget. Inn mot Optedal går traséen inn i et mindre dalområde som er typisk for morene- og elvelandskap. Figur 2 viser løsmassekart over området. Det kupert terrenget tilsier at det vil bli behov for relativt høye fyllinger, dype skjæringer, tunneler og bruer.

På heiene er det mye berg i dagen og områder med tynne moreneavsetninger,

Fra utløpet av Eikeråsheiatunnelen og fram mot Optedal er grunnforholdene dominert av moreneavsetninger i varierende mektighet, samt noen større myrpartier. Planområdet ligger i sin helthet over marin grense, se Figur 3.



Figur 2: Utdrag fra løsmassekart for Lyngdal kommune (NGU, u.d.)



Figur 3: Blå linje viser marin grense og blå skraver viser område med mulighet for sammenhengende forekomster av marin leire (NVE, u.d.)

4.1.1 Torv

Myrområder er områder med torv og høy grunnvannstand. Det høye vanninnholdet gir redusert oksygentilgang, og langsom nedbrytning av planterester og organisk materiale danner lag med torv. Torv er uegnet som fyllmasse i veifundament og overbygning, men kan benyttes som tildekningsmasse på skråninger eller deponiområder.

4.1.2 Morene

Morene er løsmasser som har vært erodert fra berggrunnen, transportert av innlandsisen og blitt avsatt direkte fra isen uten annen transport. Betegnelsen omfatter løsmasser av alle kornstørrelser, fra leir til blokk. I det aktuelle området forventes det at morenen stort sett består av de grove fraksjonene der sand og grus dominerer.

I uomrørt tilstand har morene god bæreevne. Når morenemasser graves opp og tilføres vann, kan massen potensielt bli bløt og få redusert bæreevne. Morenemateriale kan i noen tilfeller benyttes i veifylling, men må vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle.

4.1.3 Elveavsetninger

Elveavsetninger er fluviale avsetninger som består av materiale transportert og avsatt av elver. De minste partiklene føres ut i sjøen, mens de større blir liggende på elvebunnen eller i vann. Vekslede vannstrømninger bidrar til at størrelsen på materialet varierer, samt at elveavsetninger ofte blir lagdelt i tydelige silt-, sand- eller gruslag.

Veifyllinger kan bygges på elveavsetningsmateriale. Det er da viktig å bemerke at setninger kan oppstå, men de oppstår som regel raskt, og vil sannsynligvis ikke skape store problemer for en nyanlagt vei.

4.2 Skredfare

Det er oppgitt i Statens Vegvesen sin Håndbok N200 at skredfare og kvikkleire skal avdekkes og utredes som del av reguleringsplanen.

Området i denne utredningen ligger stort sett over marin grense. Det er ifølge Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sine karttjenester ikke påvist kvikkleire i området. Dette Dokumenteres i eget kapittel.

Aktsomhetsvurdering av jord- og flomskred omtales i egen som del av ingeniørgeologisk rapport for skjæringer (Sweco Norge AS, 2021) .

5 Områdestabilitet

Det er gjort en vurdering av områdestabiliteten og risiko for større kvikkleireskred i henhold til tabell 3.4 i NVEs kvikkleireveileder (NVE, 2019). Denne er gjengitt i Figur 4.

Punktene 1-3 omhandler identifisering av aktsomhetsområder for områdeskred. Dersom slike områder blir identifisert, går man videre til punktene 4-11. Dersom det ikke blir identifisert aktsomhetsområder, kan utredningen avsluttes iht kapittel 3.4.3 i samme veileder.

Tabell 3.4 Anbefalt detaljeringsnivå for vurderinger på ulike plannivå. For byggesaker hvor det ikke er gjort utredning, m. utredning iht. alle stegene i prosedyren gjøres. Steg merket X må utføres, mens steg merket (x) kan vurderes utsatt til ne plannivå dersom det er hensiktsmessig; utredningskrav må da tas inn i bestemmelsene til det gjeldende plannivået.

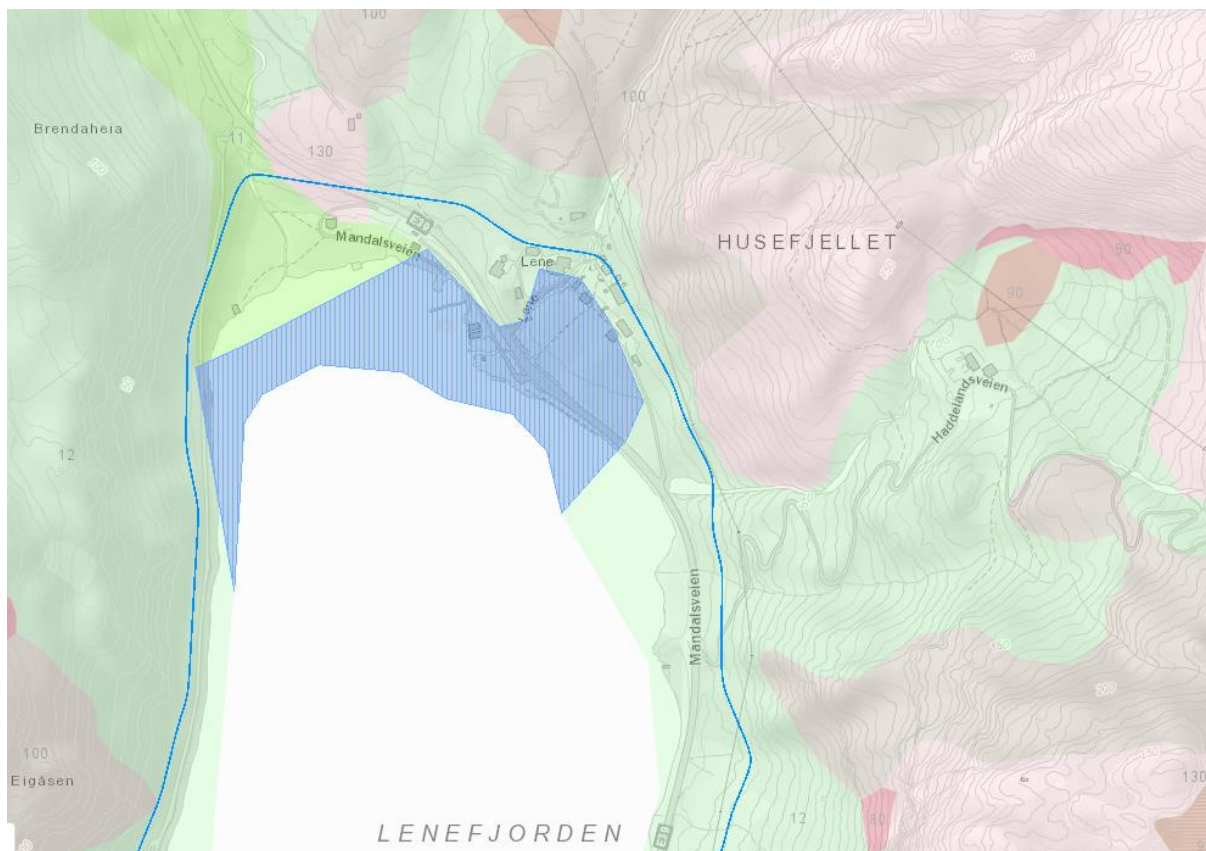
	Steg i prosedyren	Anbefalt detaljeringsnivå for arealplaner	Kommuneplan	Områderegulering	Detaljregulering
AKTSOMHETS-OMRÅDER	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	X	X	X
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	X	X	X
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	(x)	X	X
UTREDNING AV FARESONER	4	Bestem tiltakskategori	(x)	X	X
	5	Gjennomgang av grunnlag	(x)	(x)	X
	6	Befaring		(x)	X
	7	Gjennomfør grunnundersøkelser		(x)	X
	8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder		(x)	X
	9	Klassifiser faresoner		(x)	X
	10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet		(x)	X
	11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser		(x)	X

Figur 4: Tabell 3.4 fra NVEs kvikkleireveileder

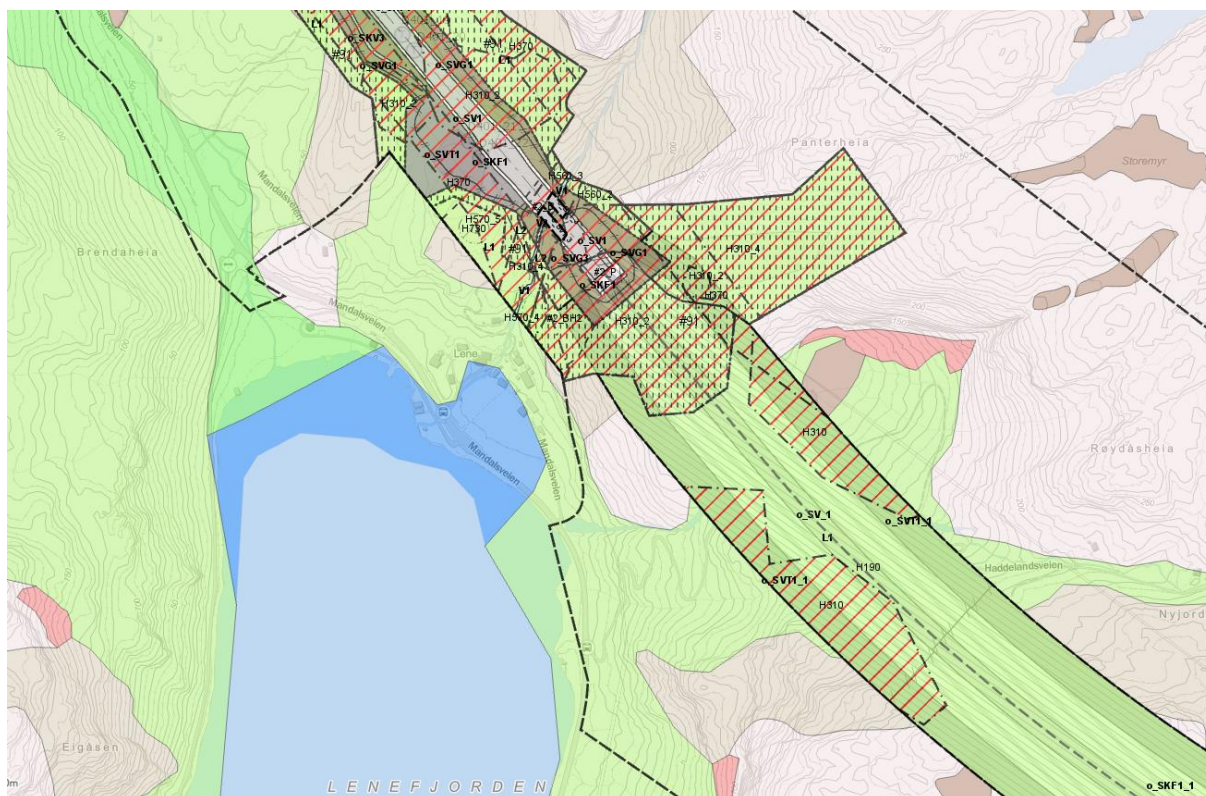
Jordarter med sprøbruddsegenskaper finnes i hovedsak i områder med marine avsetninger, som leire. Dette er masser som er avsatt på havbunnen, men som på grunn av landhevingen etter siste istid nå ligger over havnivå. Kvikkleire er marint avsatt leire der saltet i porevannet mellom leirpartiklene er vasket ut. Dette svekker bindingene mellom leirpartiklene og når leira overbelastes vil kornstrukturen kollapse og leira bli flytende. Grensa for hvor vi kan finne masser som er avsatt på havbunnen kalles marin grense og tilsvarer høyeste havnivå etter siste istid. Kvikkleireforekomster finnes kun under marin grense. Alle områder med marine avsetninger er i utgangspunktet å anse som aktsomhetsområder for kvikkleire.

Feil! Fant ikke referansebildet.

Det er hentet ut kartutsnitt fra NVE Atlas som viser marin grense og marine faresoner i området, vist i Figur 3. Dette viser at områder under marin grense er begrenset til et mindre område rundt Lenefjorden. Figur 5 viser et nærmere utsnitt av dette området, mens reguleringsplan og varslingsgrense er vist Figur 6.



Figur 5: Utdrag fra NVE Atlas. Marin grense og aktomhetsområde for marin leire ved Lenefjorden.



Figur 6: Reguleringsplan og varslingsgrense v/ Lenefjorden. Fra innsynsportal. Uttaksdato 27.04.2021.

Kartutsnittene viser at området som foreslås regulert i sin helhet ligger over marin grense og utenfor aktsomhetsområdet for marin leire. Varslingsgrensa går ned mot og rett under marin grense vest for fjorden. Det er ikke planlagt tiltak innenfor den delen av varslingsgrensa som ligger utenfor plangrensa. Plangrensa legges derfor til grunn for vurderingen.

Med det som bakgrunn er konklusjonen at det ikke er avdekket aktsomhetsområder for marine leirer innenfor planområdet, og at det ikke er behov for videre utredning i henhold til punktene 4-11 fra kvikkleireveilederen (NVE, 2019).

Dersom det i etterkant av denne rapporten gjøres endringer som innebærer at plangrensene flyttes lenger ned mot Lenefjorden, må områdestabiliteten utredes på nytt.

6 Fyllinger

Fyllinger skal bygges opp i henhold til kravene stilt i Håndbok N200 og V221, og løsmasser som skal benyttes i fyllinger skal undersøkes på forhånd for å dokumentere at de tilfredstiller krav til brukbarhet. Egnethet av masser er nærmere definert i Håndbok V221. Det skal gjøres en vurdering av egnethet for alle disponible løsmasser med humusinnhold mindre enn 3% (Statens Vegvesen, 2014).

De geotekniske vurderingene knyttet til utlegging, oppbygging og fundamentering av fylling skal sikre at det ikke oppstår sig eller setninger, samt at stabiliteten er ivaretatt både for undergrunnen og selve fyllingen.

Der fyllingsfot etableres i skrånende terreng, skal det sikres at den får god kontakt med underliggende masser og sikre støtte for komprimering ved utleggingen.

Når terrenget skråner brattere enn 1:3 i vegens tverretning skal det tas ut en såle i foten av fyllinga i henhold til kravene stilt i Håndbok V221. Mangelfull utførelse vil gi dårlig kontakt med underlag og gjøre komprimering vanskeligere, noe som kan føre til sig og setninger. I bergterreng skal fyllingsfoten sprenges ut. Ved glatt bergoverflate bør det sprenges fortanning.

For tilløpsfyllinger til bruer stilles det tilsvarende krav i bruas lengderetning som i tverretning.

Dersom fyllingen skal legges ut på grunn som er vannførende, kan det oppstå erosjon i massene under fyllinga. Dette gjelder spesielt der fyllingen legges i skrått terreng eller der det er problemer med overvann. Det må da gjøres særskilte vurderinger av drenering og erosjonssikring.

Det gjøres grunnundersøkelser i områdene for de største fyllingene, for å kartlegge grunnforholdene og avdekke forhold som må hensyntas i prosjekteringen med tanke på stabilitets- og erosjonssikring. Det vil også bli vurdert om grunnforholdene tilsier at det må tas særskilt hensyn med tanke på å unngå skader på nærliggende områder. Grunnundersøkelser er ikke utført per dd, men den enkelte fylling vil vurderes ut fra opptredende grunnforhold straks resultatene foreligger.

Det er i hovedsak forventet gode grunnforhold langs strekningen, men enkelte fyllinger vil etableres over eller nær myrområder. I disse tilfellene er det lagt til grunn masseutskifting ned til faste masser. Omfang og metodikk beskrives nærmere etter at grunnundersøkelser er utført. Berørte myrer er omtalt i kapittel 9.

Fyllingshelling må ivareta kravene som stilles i tabell 252.1 i Håndbok N200, se Figur 7.

Fyllingsmassene må ivareta kravene stilt i Håndbok V221. Det innebærer at det ikke kan brukes materialer som kan føre til setninger eller stabilitetsproblemer. Humusholdige masser (>3 % glødetap) kan ikke brukes som fyllmasse i vegfyllinger, og det skal heller ikke forekomme snø, is eller teleklumper i massene. Det skal heller ikke bruke frosne masser i mengder som innebærer at det dannes snø- eller islag, eller store teleklumper. Silt og leire skal ikke brukes som fyllmasser uten at dette er vurdert særskilt av geotekniker. Det er imidlertid ikke forventet store mengder finkornede masser innenfor planområdet.

Enkeltsteiner i fyllinger av jord skal ikke bygge mer enn ½ av lagtykkelsen under utlegging. For steinfyllinger er kravet på 2/3 av lagtykkelsen ved utlegging. Øverste meter av fyllingen skal legges ut som eget lag.

Tabell 252.1 Største skråningshelning for vegfyllinger

Materialer	Største skråningshelning
Stein	1: 1,5 ¹⁾
Grus	1:1,5
Sand	1:2
Finsand/silt	1:3
Leire	Se figur 252.1
Morene	1:2 ²⁾

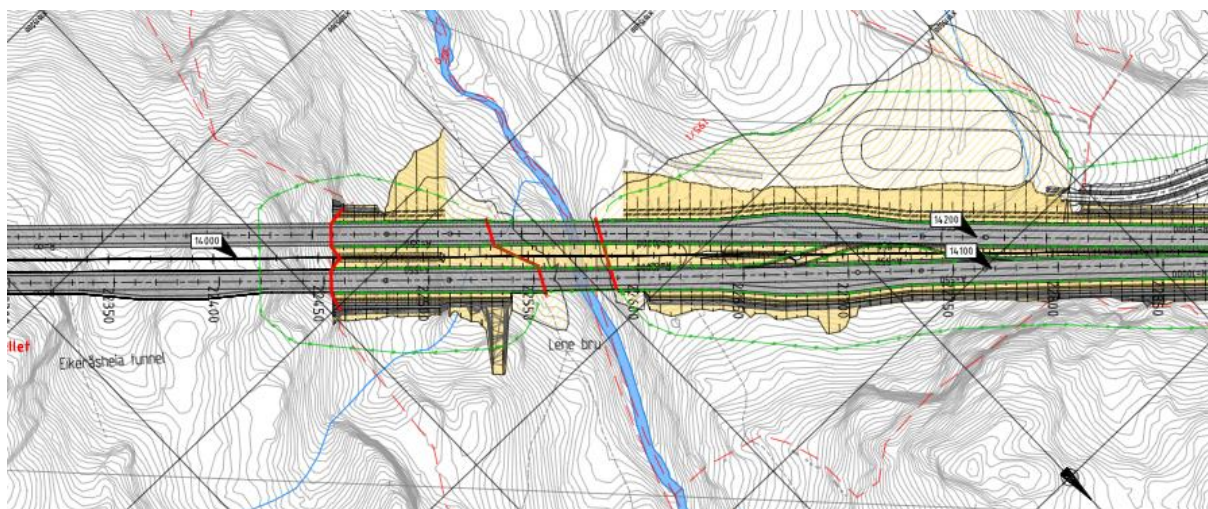
- ¹⁾ Fylling av sprengt stein kan legges ut med helning inntil 1:1,25. Dette forutsetter lagvis utlegging og stein med egnet form og størrelse i skråningsflaten. Skråningsflaten skal ordnes, dvs. hver stein skal plasseres individuelt slik at skråningen blir stabil. Ved brattere helning enn 1:1,25 skal stabiliteten dokumenteres ved beregning som for en tørrmur, ev. med bruk av stabiliserende tiltak i form av jordarmering el.
- ²⁾ Slakere helning vurderes ut fra korngradering og finstoffinnhold.

Figur 7: Tabell 252.1. Største skråningshelning for vegfyllinger, Statens vegvesens Håndbok N200

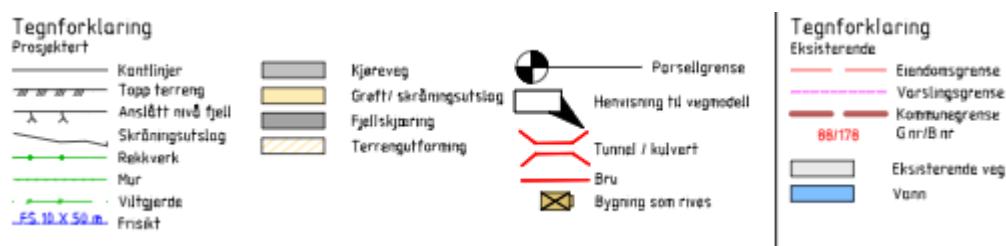
6.1 Fylling ved Lene



Figur 8: Fylling ved Lene – utsnitt fra innsynsportal som viser forventede grunnforhold samt veg med vegfyllinger



Figur 9 Utsnitt plantegning C4001 – terrengtiltak - merk nordpil.



Figur 10 Tegnforklaring plantegninger

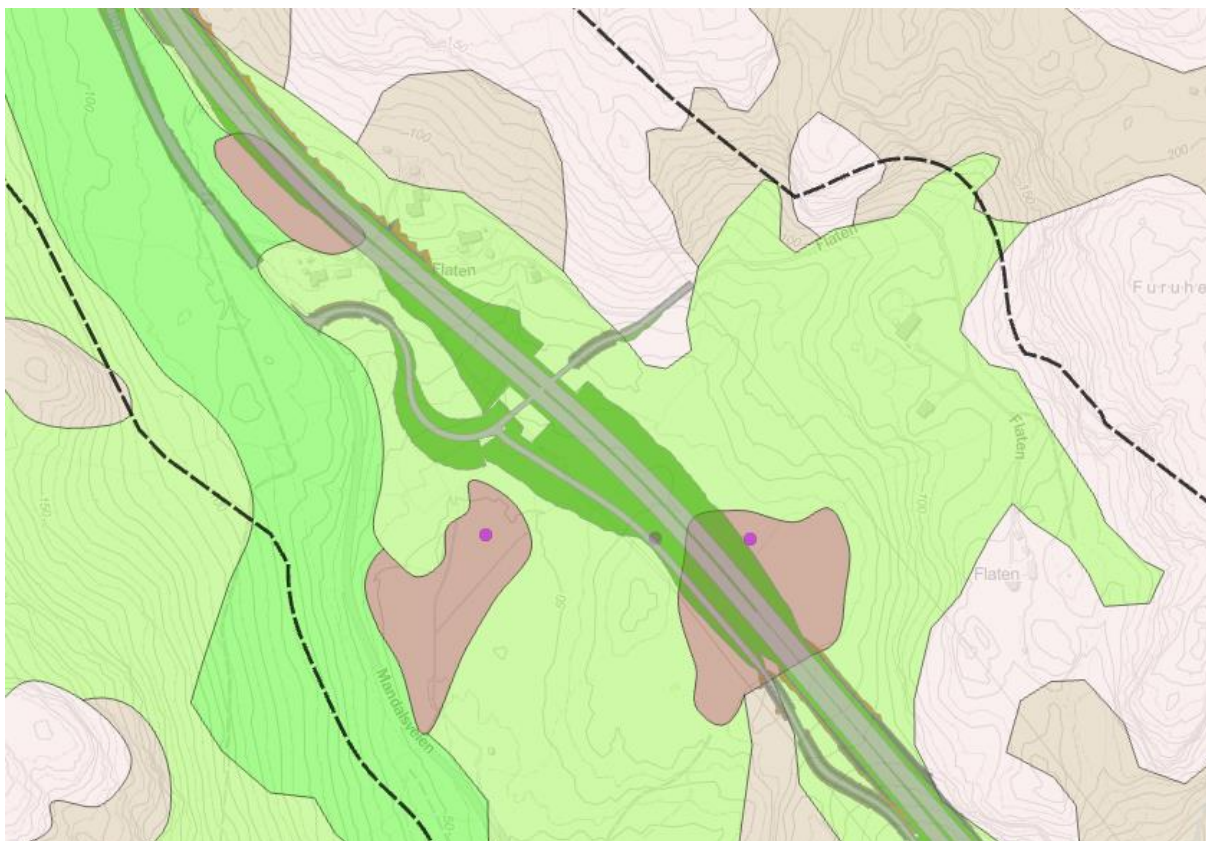
Gjelder tilkomstfylling øst for Lene bru og fylling vest for Lene bru.

Fyllingen øst for Lene bru er planlagt etablert i et område med forventet humuslag i tynt dekke. Løsmasseoverdekningen er forventet å være liten. Fyllingsområdet bør renskes for jord- og humusholdige masser ned til bergoverflate/faste masser før fyllingen legges ut. Det er forutsatt benyttet morene eller grus og steinmasser i fyllinga slik at denne kan legges ut med en fyllingsskråning på 1:2. Maksimal høyde på fyllinga blir 19 m.

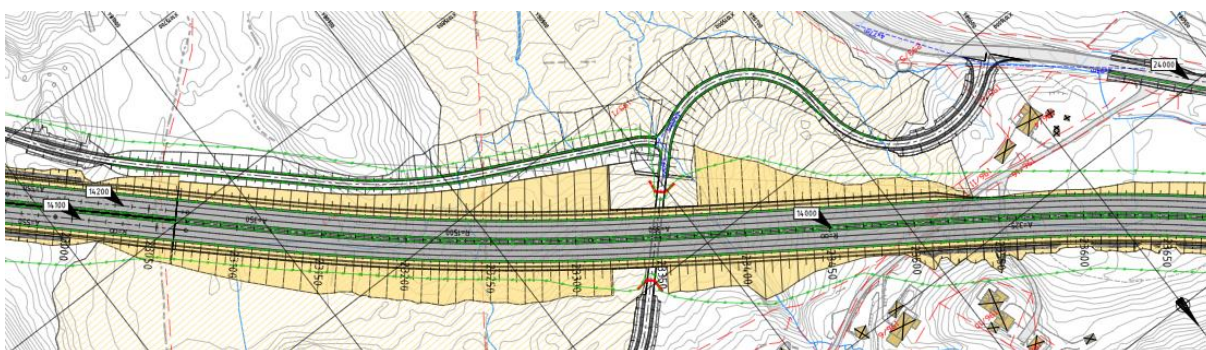
Fyllingen vest for Lene ligger i hovedsak i områder der det forventes små dybder til berg. Enten torvdekke med liten overdekning eller tynt morenedekke. Fyllingen passerer et myrområde der det må forventes større løsmasseoverdekning. Bløte masser som leire, myr og torv må masseutskiftes ned til faste masser eller berg før fyllingen etableres. Det vil bli gjennomført sonderinger for kartlegging av myrddybde våren 2021.

Tilløpsfyllinger skal utføres i henhold til kravene stilt i kapittel 2.0.10 i Håndbok V221. Det skal benyttes overgangsplate i overgang i henhold til minimumsregler gitt i Håndbok N400. For E39 vil det si at det skal benyttes overgangsplate når fyllingshøyde inntil bruende er mer enn 3 m. Overgangsplaten skal ha en lengde på minimum 4,0 m målt vinkelrett på oppleggsaksen.

6.2 Fyllinger mellom Lene bru og Flaten

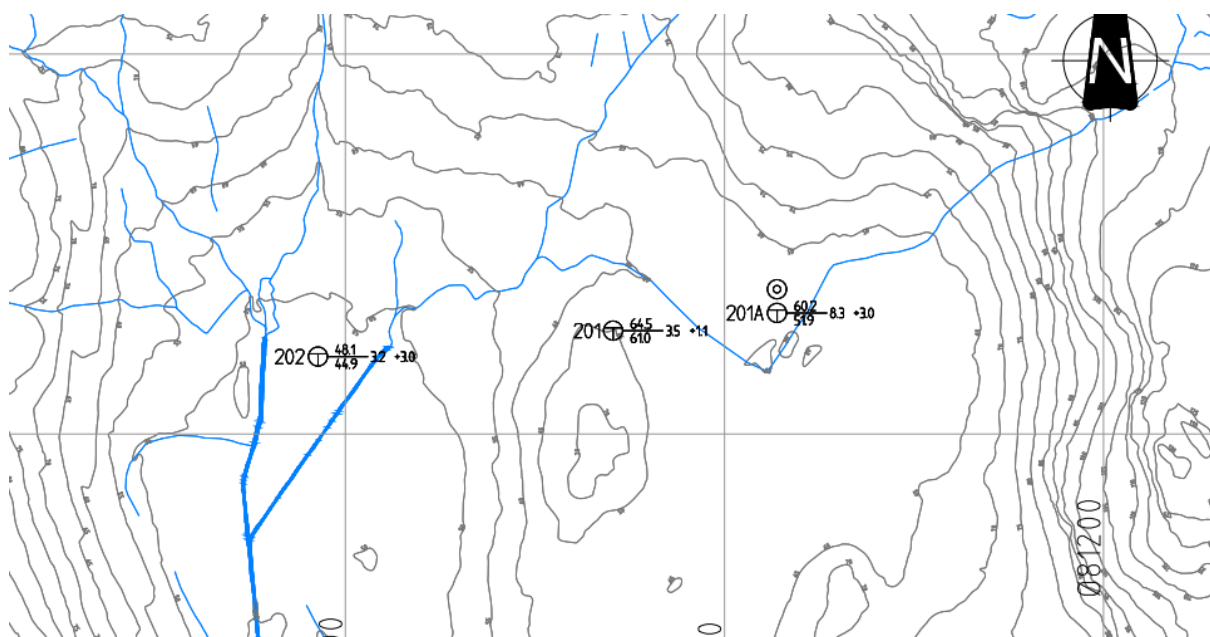


Figur 11: Fylling mellom Lene bru og Flaten – utsnitt fra innsynsportalen – og viser veg og vegfyllinger, utførte borpunkter og forventede grunnforhold.



Figur 12 Utsnitt plantegning C4002 - terrengtiltak - merk nordpil

Fyllingene passerer et større myrområde. Utover det er det forventede grunnforhold morenemasser i tynn mektighet. Det er gjort 3 sonderinger i området der veitraseen er tenkt plassert, hvorav 2 er plassert i områder der fyllingene skal etableres. En i myrområdet og en utenfor. Dette dreier seg om punktene 202 (utenfor området), 201 (i antatte morenemasser) og 201A (i myr). Disse er også vist i utdrag av borplan i Figur 13.

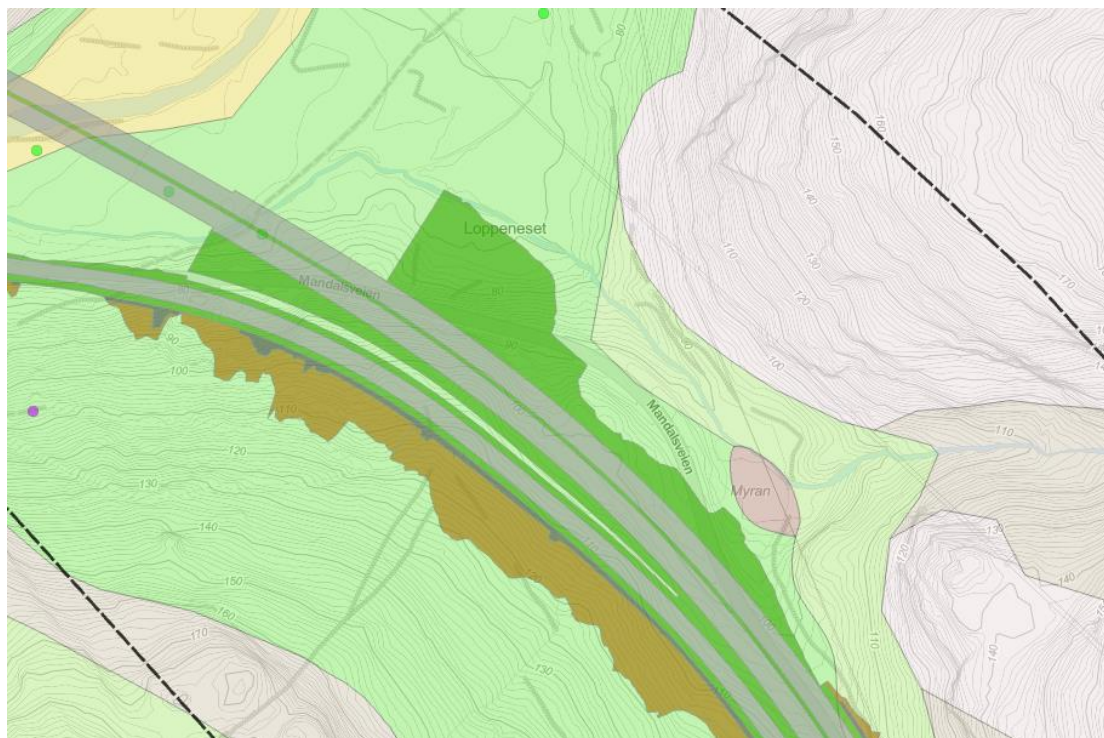


Figur 13: Utdrag fra borplan for E39 Herdal-Røyskår (Rambøll, 2020)

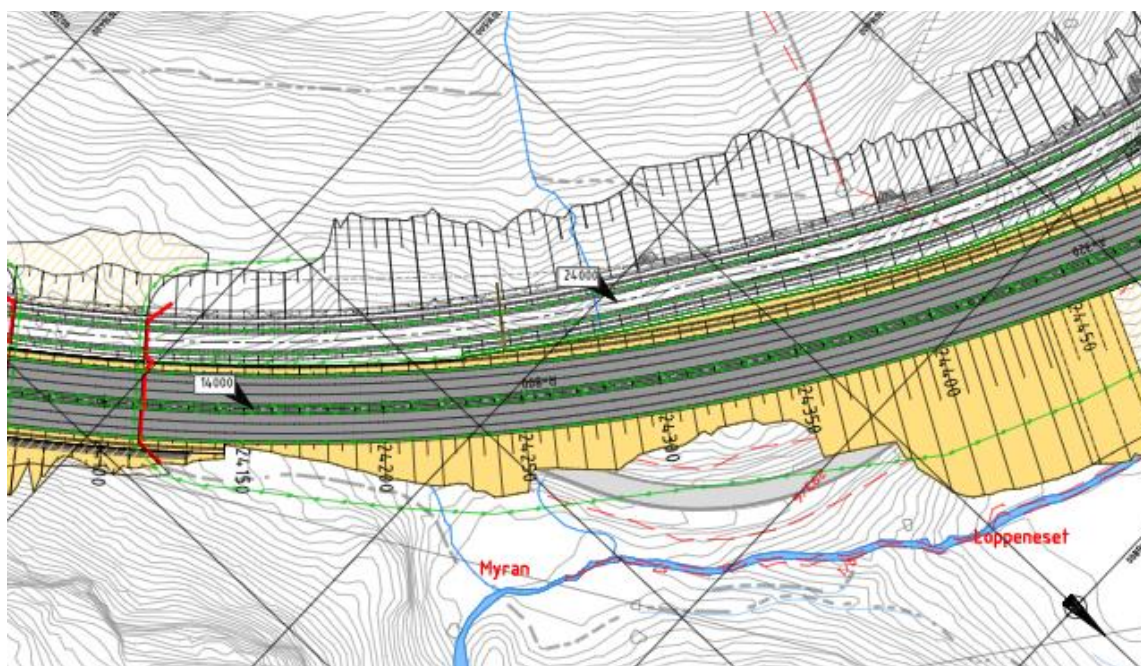
For boring 201A, som ligger i myrområdet fyllingene skal passere, viser totalsonderingen bløte masser i en mektighet på rundt 5 m, deretter er det faste masser av antatt sand og grus til berg i 8,3 m dybde. I boring 201, som ligger utenfor myrområdet, er det faste masser i hele dybden til berg. I punkt 202 er det et bløtere topplag på 0,5-1 m. Under dette er det faste masser til berg på 3 m dybde. Det er planlagt supplerende undersøkelser som vil bli utført våren 2021.

Fyllingshøyden varierer fra 9 til 17 m. Ved bruk av gode spengsteinsmasser, kan de etableres med en skråningshelling på 1:1,5. Ved bruk av morenemasser kan fyllingskråninger ikke være brattere enn 1:2. Det henvises ellers til Figur 7.

6.3 Fylling ved Loppeneset.



Figur 14: Fylling ved Loppeneset. Utdrag fra innsynsportal. - Veg og vegfylling – forventede grunnforhold fra NGUs løsmassekart.



Figur 15 Utsnitt tegning C4003 - terrengiltak og skråningsutslag – merk nordpil

Forventede grunnforhold under fyllingen ved Loppneset er morenemasser i tykt dekke, se Figur 14. Fyllingsfot legges nær, men ikke i myrområdet på Myran.

Fra NADAG er det hentet informasjon om to punkter som ligger i eksisterende veg og nær området for fyllingsfot. Punktene 8002 og 8003 er vist i utdrag fra NADAG i Figur 16. Totalsonderingene i de to punktene viser dybder til berg på ca. 4 (8002) og mindre enn 1 m (8003). Massene framstår som faste.

Det vil bli gjort supplerende boringer nær fyllingsfot ved Loppneset i løpet av våren 2021.

Høyden på fyllinga varierer, men blir på det meste på 30 m høyde. Ved bruk av gode stein og grusmasser, kan det legges opp til skråningshellinger på 1:2. Dersom det skulle påtreffes myr- eller torvmasser under etablering av fyllingen, må disse masseutskiftes ned til faste masser.

Fyllingen skal etableres i tverrgående terreng og det må etableres såle og fortanninger i henhold til kravene gitt i V221.

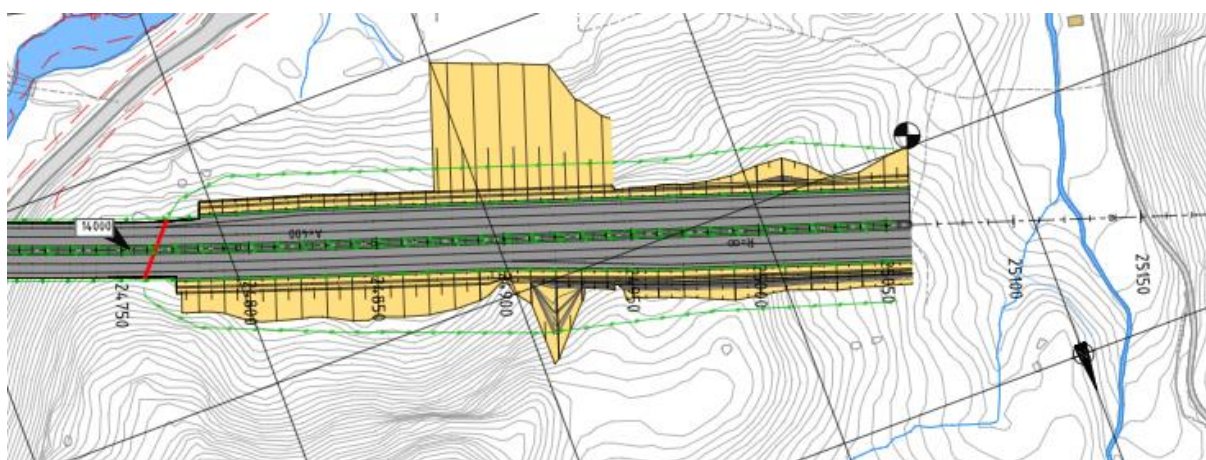


Figur 16: Borpunkter ved Mandalsveien, utdrag fra NADAG. Uttaksdato 27.04.2021

6.4 Fyllinger ved Oppsalsveien



Figur 17: Fylling ved Oppsalsveien. Utdrag fra innsynsportalen.



Figur 18 Fylling ved Oppsalsveien - utsnitt tegning C4004

Fyllingen ved Oppsalsveien skal etableres i skrånende terreng i et område preget av morenemasser med tykk mektighet, se Figur 17. Det er innhentet resultater fra tre grunnboringer der fyllingen er tenkt plassert (Rambøll, 2020). De viser mektigheter til berg fra 1,2 til 3,4 m.

Fyllingen får en høyde på opp mot 25 m. Ved bruk av gode stein og grusmasser kan den etableres med hellinger på 1:2.

Feil! Fant ikke referanseilden.

Fyllingen skal etableres i tverrgående terreng og det må etableres såle og fortanninger i henhold til kravene gitt i V221.

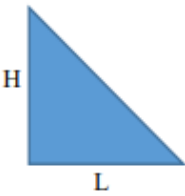
7 Skjæringer

Skjæringer skal etableres i henhold til Statens vegvesens håndbøker N200 og V221. Skråningshelning og sikringstiltak må tilpasses stabilitetsegenskapene til løsmassene og erosjonforholdene på stedet.

Største skråningshelninger er forutsatt å være i henhold til tabell 242.1 fra Håndbok V200, gjengitt i Figur 19.

Når grunnundersøkelser er utført vil sikringstiltak ved skjæringene bli definert som del av detaljprosjekteringen.

Tabell 242.1 Største skråningshelning for skjæring.

Grunnforhold	Største skråningshelning (H:L)		
	Uten sikringstiltak	Med sikringstiltak (overflatetiltak)	
Stein	1:1,5	1:1,5	
Grus	1:2	1:1,5	
Sand $C_u > 5$	1:2	1:1,5	
Finsand/silt			
- tørr	1:3	1:2	
- lagdelt	1) ¹⁾	1) ¹⁾	
- vannmettet	1) ¹⁾	1) ¹⁾	
Leire			
- skjæringsdybde 0-10m	1:3 ²⁾	1:2 ²⁾	
- skjæringsdybde >10 m	1:3 ²⁾		
Morene			
-lagdeling og grunnvannsuttrekk	1:2,5 ³⁾	1:2 ³⁾	
	4) ⁴⁾	4) ⁴⁾	

¹⁾ Ved lagdelt og/eller vannmettet finsand/silt skal skråningshelning vurderes spesielt. Profilet skal da vurderes i sammenheng med sikringstiltak.

²⁾ Tilstrekkelig sikkerhet mot dyperegående glidninger skal undersøkes og dokumenteres.

³⁾ En brattere helning kan aksepteres dersom masser, lagdeling og vannuttrekk tilsier at det vil være stabilt. En slik vurdering skal dokumenteres

⁴⁾ Ved lagdeling og grunnvannsuttrekk skal behovet for sikringstiltak vurderes spesielt.

Figur 19: Tabell 242.1 fra Håndbok V200

For traseen ved Lyngdal er det planlagt 8 skjæringer med makshøyder på opp mot 27 m høyde. I hovedsak er det snakk om løsmasseskråninger over bergskjæringer. Der det ikke foreligger grunnboringer er skjæringsutslagene basert på antatte løsmassemektheter ut ifra forventet avsetningstype. Informasjon om antatt avsetningstype er hentet fra NGUs løsmassekart (NGU, u.d.). Det er dermed betydelig usikkerhet knyttet til de reelle skråningsutslagene.

I all hovedsak ligger skjæringene i områder der det er forventet løsmasser med begrenset mektighet. Det må likevel legges til grunn lokal variasjon og tilpasning. Generelt gjelder at løsmasseskjæringer ligger på topp bergskjæringer. Det er lagt til grunn at de kan etableres med skråningshelninger på 1:2 basert på forventede grunnforhold. Dersom det påtreffes bløtere masser som silt eller leire må nødvendig skråningshelning vurderes særskilt av geotekniker.

For å sikre mot nedfall/utrasing på vegen, er det forutsatt etablert en hylle på minst 2 m fra topp bergskjæring og til bunnen av løsmasseskjæring. Andre sikringstiltak som nett eller avskjæringsgrøfter

for vannhåndtering kan bli aktuelle avhengig av forholdene på stedet. Det kan også bli behov for mur eller andre støttekonstruksjoner i overgangen mellom bergskjæring og løsmasseskjæring.

Det er identifisert en skjæring med særskilte geotekniske utfordringen, skjæringen ved Optedal. Her er det forventet løsmassemektigheter på opp mot 15 m på toppen av en høy bergskjæring. Skjæringen er vurdert nærmere i kapittel 7.1.

7.1 Skjæring Optedal

Planforslaget innebærer en skjæring som i henhold til modellen vil få en utstrekning på 27 m høyde. Den etableres i forbindelse med tilpasningen av veglinja for eksisterende E39.



Figur 20: Skjæring ved Optedal

Løsmassekartet viser at skjæringen går inn i skråning dominert av morenemasser i betydelig mektighet. Det er gjort tre totalsonderinger som har relevans for skjæringen i tillegg til refraksjonsseismikk i 5 profiler. De seismiske profilene indikerer opp mot 15 m overdekning, men er forbundet med usikkerhet og større mektigheter kan ikke utelukkes (Rambøll, 2020).

Resultatene fra boringene 210A og 207, tatt i skråningssidene, viser begge løsmassemektigheter på rundt 13 m. Dette er i overensstemmelse med det som er tolket fra de seismiske undersøkelsene. Tilgjengeligheten for supplerende undersøkelser i reguleringsfasen er liten.

Totalsonderingene indikerer grove masser med mye stein og grus. Skråningshelling i henhold til V221 blir dermed 1:2. Med løsmassemektigheter på 10-15, vil en slik skjæring få stor utstrekning. I tillegg vil det være risiko for mindre utglidninger og skred i byggefasen (Sweco Norge AS, 2021). Fjerningen av løsmasser i skråninga må utføres med stor forsiktighet. For vurdering av både midlertidige og permanente sikringstiltak, samt muligheter for å begrense skråningsutslaget må det utføres geotekniske undersøkelser senest i forbindelse med oppstart anlegg. Undersøkelsene må som et minimum inkludere sonderinger for bestemmelse av løsmassemetighet, løsmassenes beskaffenhet og poretrykksforhold.

Nødvendig sikringstiltak må vurderes og prosjekteres i henhold til V221 figur 3-1-9, se Figur 21. Da skjæringen blir liggende på topp av bergskjæring, er det forutsatt behov for mur eller annen støttekonstruksjon i overgangen mellom bergskjæring og løsmasseskjæring for å hindre utrasing på veg.

Skadetype	Skadeårsak	----- TILTAK -----		
		Gunstige forhold. Ikke spesielt erosjonsømfintlig grunn. Ingen spesielle Grunnvannsproblemer Lite nedbør. Lokale erfaringer viser små skråningsproblemer	Vanskelige forhold. Mer erosjonsømfintlig grunn og mulighet for glidninger. Konsentrerte uttrekk av grunnvann. Lokale erfaringer viser at skråningsskader er vanlig.	Ekstreme forhold. Erosjonsømfintlige masser og/eller leirige masser som er utsatt for overflate glidninger. Konsentrerte uttrekk av grunnvann. Betydelig nedbør og overflatevann. Lokale erfaringer viser at skråningsskader er meget omfattende
Overflateerosjon	Overflatevann og nedbør som renner ned skråningene.	Vegetasjonsdekke Terrenggrøft	Vegetasjonsdekke Barkdekke Erosjonsnett Terrenggrøft Utslaking av skråning	Vegetasjonsdekke Erosjonsnett Terrenggrøft Grus- eller pukklag Utslaking av skråning
Grunnvanns-erosjon	Uttrekk av Grunnvann konsentrert i laggrenser evt fra avbrutt jordbruksdren eller grøfter.	Vegetasjonsdekke Terrenggrøft	Vegetasjonsdekke Erosjonsnett Terrenggrøft Skråningsdren	Vegetasjonsdekke Erosjonsnett Terrenggrøft Skråningsdren Grus- eller pukklag
Overflateglidning	Nedsatt fasthet i sjikt parallelt med skråningen. Oppbløtt pga. tining av tele og nedbør.	Vegetasjonsdekke Terrenggrøft	Vegetasjonsdekke Armeringsnett Terrenggrøft Skråningsdren	Vegetasjonsdekke Armeringsnett Terrenggrøft Slakere skrånings-helninger Skråningsdren Drensgroft Kombinert pukklag og drensgroft

Figur 3-1-9 Skadetype – tiltak.

Figur 21: Figur 1-3-9 fra Hb V221, aktuelle sikringstiltak for skjæringer

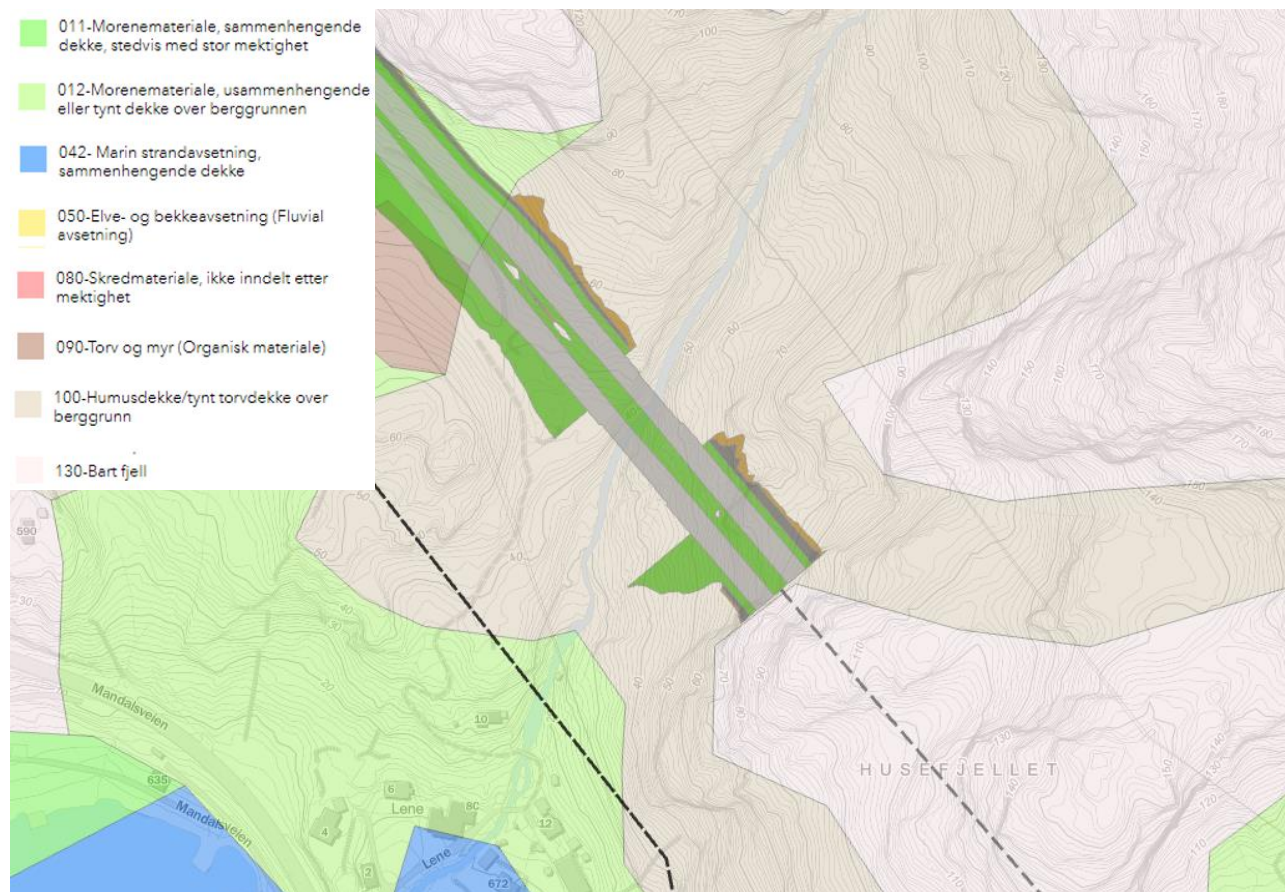
8 Konstruksjoner

Grunnforhold og fundamenteringsforhold for bruene vil bli nærmere detaljert og vurdert for enkeltkonstruksjoner når grunnundersøkelser foreligger.

8.1 K585 Eikeråsheiatunnelen - portaler vest

Tunnelens vestre utløp ligger ved Lene. Tunnelen har to separate løp med to kjørefelt i hvert løp. Portalene er fundamentert på løsmasser over berg for forskjæringen mens kontaktstøpen er fundamentert direkte på berg (Sweco Norge AS, 2021).

8.2 K 600 Lene bru



Figur 22: Lene bru, utsnitt fra innsynsportalen

Lene bruer består av 2 betongplatebruer med spenn på 34 m (vestgående) og 52 m (østgående), se Figur 22. For vestgående retning er det planlagt ett spenn, mens det for østgående retning blir 2 spenn på 26 m hver.

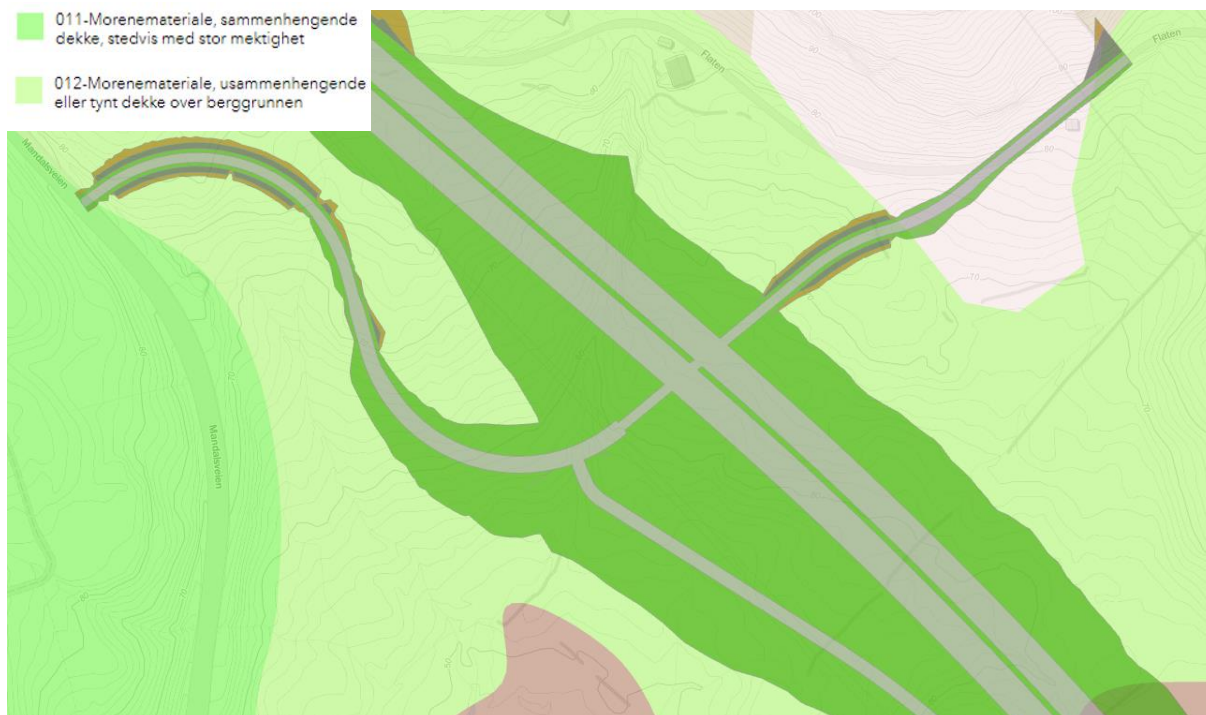


Figur 23: Lene bruer – sett sørover mot Lene. Eikeråsheiatunnelen til venstre og mot Optedal til høyre.(ref. Konstruksjonsrap-port)

Brua passerer over en dyp bekke-/elvedal, se utklipp fra modell i Figur 23. Høydeforskjellene er på ca. 10 m ned mot nivå for bekken.

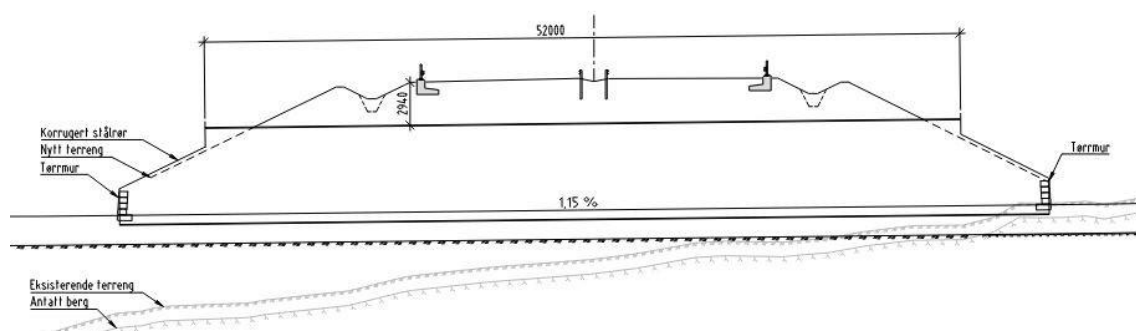
Det er forventet berg i dagen eller torvlag i tynn mektighet. Bruene er forutsatt fundamentert direkte på berg.

8.3 K630 Flaten kulvert



Figur 24: Område for Flaten kulvert

Lokalveien til Flaten skal føres gjennom E39 i ny kulvert gjennom vegfyllinga. Området for kulverten er vist i Figur 24. Kulverten utføres som stålørskulvert med innvendig lysåpning på 5x5 m (b x h). Lengden er 52 m. Stålrøret skrånkjæres ved kulvertåpningene og avsluttes med tørrmurer.

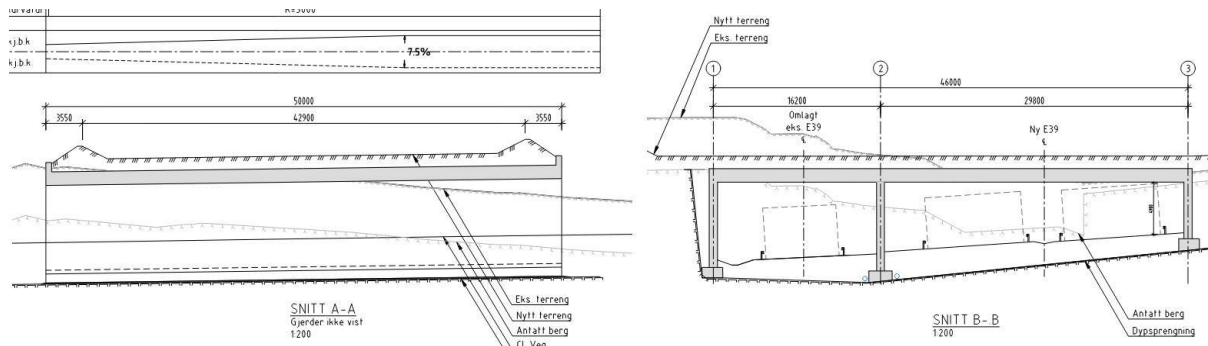


Figur 25: Flaten kulvert – fra konstruksjonsrapport (Sweco Norge AS, 2021)

Forventede grunnforhold er morenemasser. Relevante grunnundersøkelser er oppsummert i kapittel 6.2 som omhandler fyllinga. Supplerende grunnundersøkelser utføres våren 2021.

8.4 K650 Optedal viltkryssning

Det skal etableres en viltkryssning som går over både ny og eksisterende E39. Konstruksjonen er utført som en kulvert med to løp og med spennviser på hhv 30 og 16 m, se Figur 26. Utstrekning langs E39 blir 50 m og terrengert over lokket er utformet med voller på sidene.



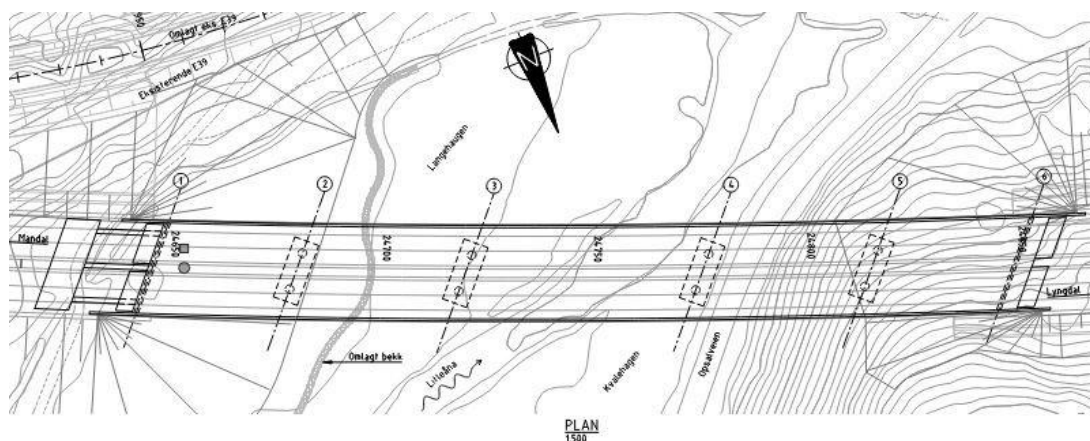
Figur 26: Optedal Faunapassasje (Sweco Norge AS, 2021)

E39 går i en bergskjæring der faunapassasjen skal plasseres. Konstruksjonen fundamenteres til berg.

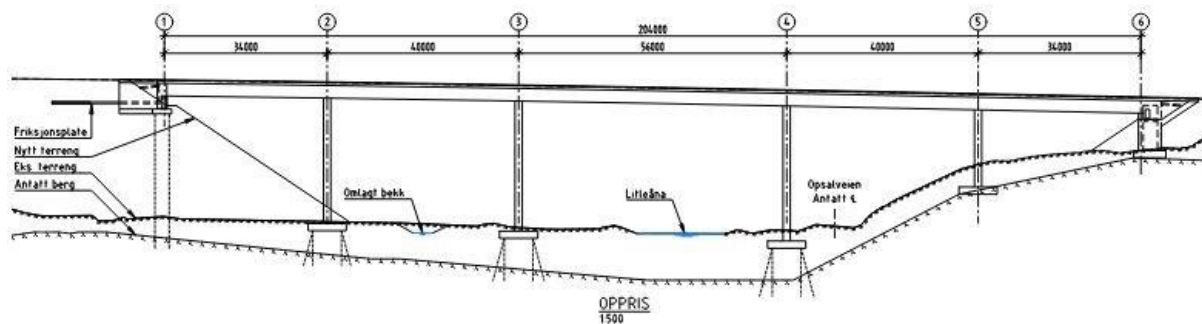
8.5 K700 Optedal bru

Optedal bru krysser over Litleåna og Opsalsveien. I den østre enden av brua skal E39 legges på en tilløpsfylling ut over langehaugen. Bekken fra Elkelandstjønnna legges om slik at den følger rundt foten av tilløpsfyllinga.

I vestre ende plasseres vegen i sidebratt terreng. I rapporten er den anbefalte løsningen fra konstruksjonsrapporten (Sweco Norge AS, 2021) lagt til grunn. Det vil si at det opprettes ei femspenns betongkassebru med ei samla lengde på 204 m. Fundamentene i aksene 3 og 4 vil bli plassert i hensynssona, men fundamentene vil bli liggende under terrengnivå. Figur 27, Figur 28 og Figur 29 viser tegninger av broen i plan, oppriss og modell.



Figur 27: Optedal bru – plan – fra konstruksjonsrapport (Sweco Norge AS, 2021)

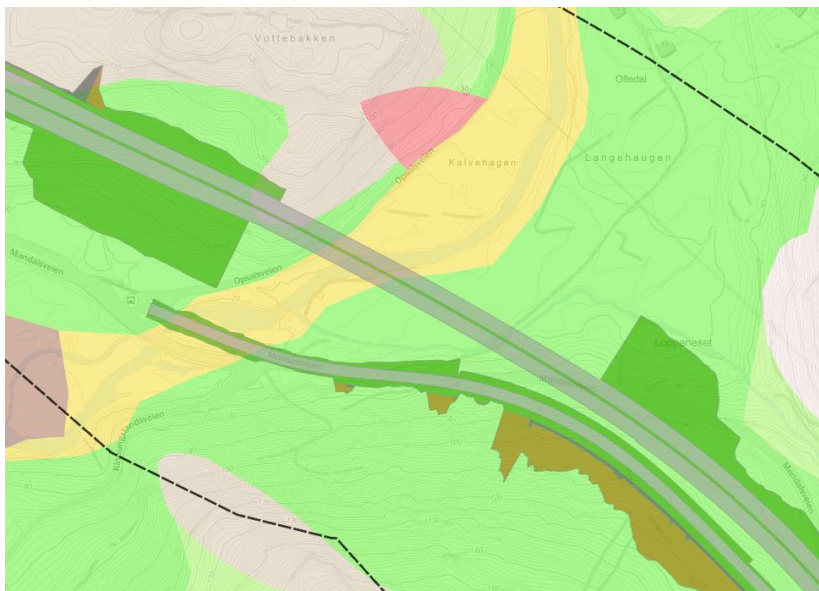


Figur 28: Optedal bru – oppriss – fra konstruksjonsrapport (Sweco Norge AS, 2021)



Figur 29: Optedal bru – sett fra sørvest

Brua fundamenteres enten direkte på berg eller på stålkjernepeler til berg. Det er tilløpsfyllinger i begge ender av brua, se Figur 30. Disse er omtalt i kapittel 6.3 og 6.4.



Figur 30: Optedal bru med løsmasser– fra innsynsportal

Løsmassekart indikerer morenemasser og elveavsetning. Det legges til grunn morenemasser for aksene 1, 5 og 6, mens aksene 2, 3 og 4 må forventes å ligge i områder med elveavsetninger. Grunnundersøkelser i området indikerer bergdybder varierende fra 3 m til rundt 10 m langs traséen, og totalsonderingene indikerer faste masser. I elveavsetningen må det forventes noen meter lagdelt sand over morene. Det er planlagt supplerende undersøkelser våren 2021.

9 Masseutskiftinger

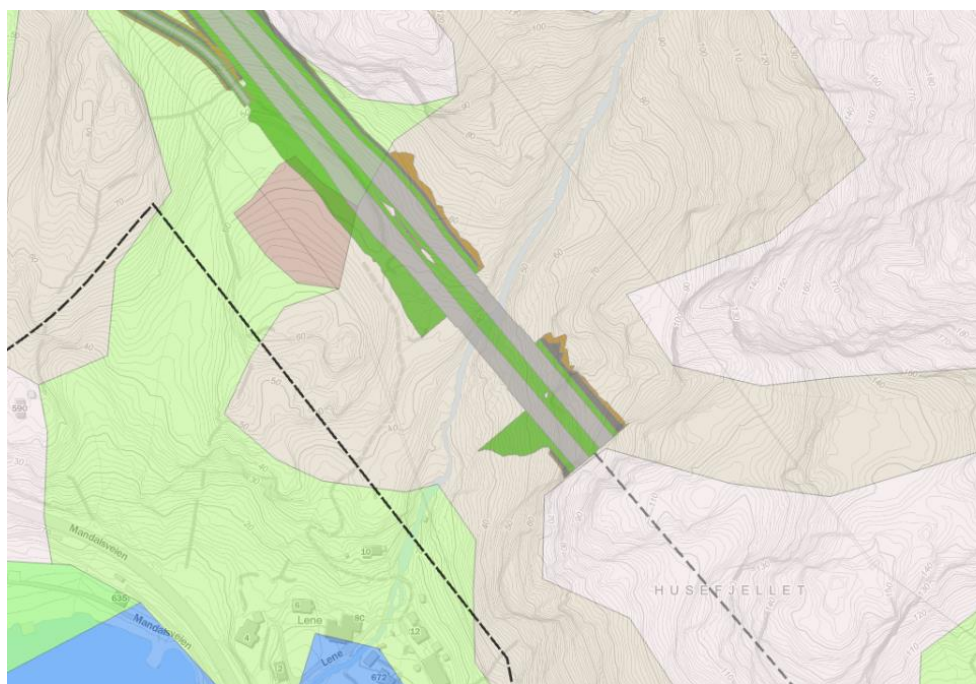
Flere steder på strekningen blir det nødvendig å bygge vei over myrområder. Her må det gjøres tiltak. Torvmasser er uegnet i veifundament/overbygning og må skiftes ut. Masseutskiftning utføres ved at myrmassene graves ut med påfølgende tilbakefylling av egnede friksjonsmasser. Det er ikke forventet behov for massefortrengning eller myrbro innenfor planområdet i Lyngdal kommune.

Masseutskiftning må utføres med forsiktighet. Arbeidet kan medføre risiko for utglidninger, setninger, og heving av nærliggende terreng. Det må utføres grunnundersøkelser i et tilstrekkelig omfang til at nødvendig utskiftningsdybde, masseforbruk og påvirkning på omgivelsene kan vurderes. Maksimal utskiftningsdybde avhenger både av omgivelsene og utskiftningsmassenes fasthet. Er det snakk om svært dype og bløte myrområder, vil en myrbro ofte være hensiktsmessig.

Myrområder er en sentral del av det biologiske mangfoldet. Torven er viktig for å binde opp karbon og redusere klimautslipp. En mulig konsekvens av planforslaget med å bygge ny firefelts motorvei mellom Mandal og Lyngdal, kan være at flere av myrene vil bli masseutskiftet. Det er derfor tilstrebet å legge linja utenom de største myrområdene. Berørte myrer omtales nærmere i underkapitler.

Kapittelet og beskrivelse av enkeltmyrer vil detaljeres og kompletteres etter utførte grunnundersøkelser våren 2021.

9.1 Myr ved Lene

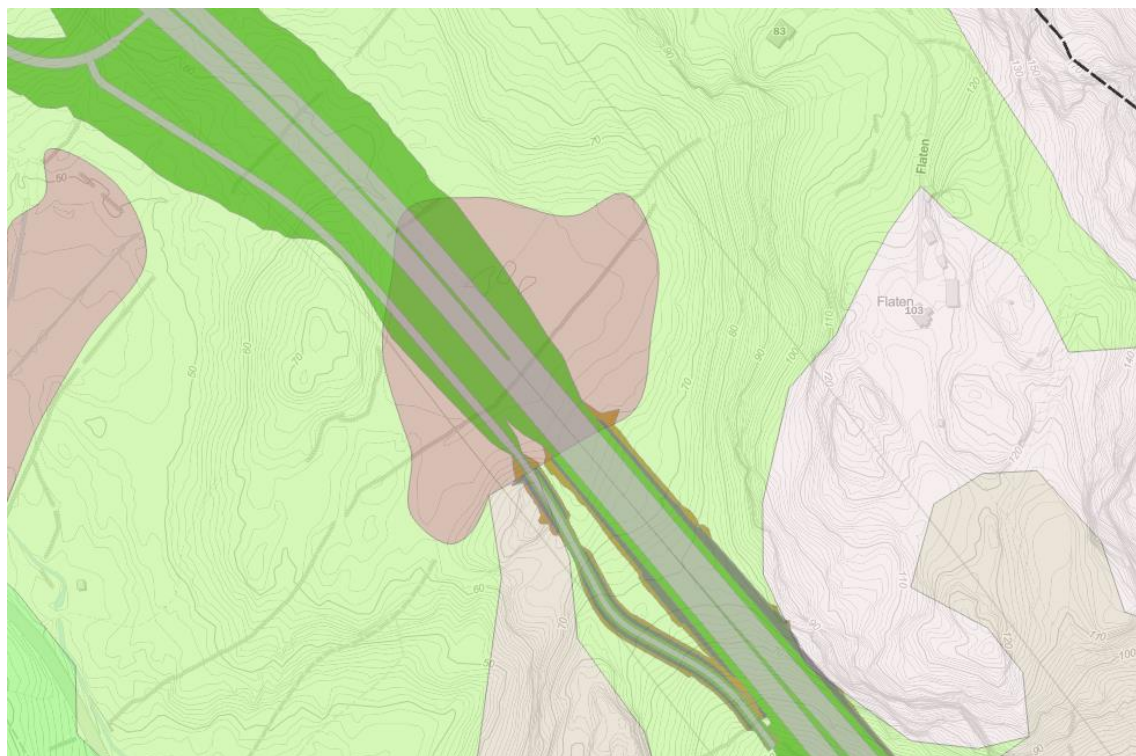


Figur 31: Myr ved Lene - utdrag fra innsynsportalen

Myrområdet ved Lene er vist med rosa farge i Figur 31. Fyllingsfot går ned mot myrområdet som i følge flyfoto ser ut til å være brukt som jordbruksareal. Det er ikke gjort grunnundersøkelser i punktet, men

det må forventes myrmasser på noen meters mektighet. Ved etablering av fylling må det masseutskiftes ned til faste masser

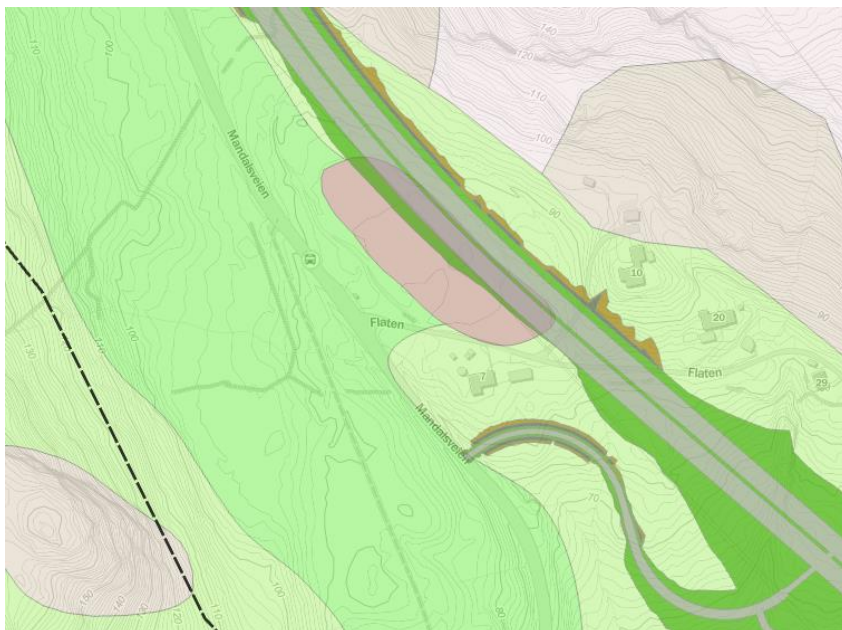
9.2 Myr ved Flaten – sørøst



Figur 32: Myr ved Flaten - sørøst - utdrag fra innsynsportalen

Veien går fra skjæring til fylling gjennom myrområdet, se Figur 32. Det er gjort en grunnboring i myra, som viser 5 m med gytje over faste masser til berg. Det er planlagt supplerende boringer. Ved etablering av fylling må myrmassene masseutskiftes ned til faste masser.

9.3 Myr ved Flaten – nordvest



Figur 33: Myr ved Flaten - nordvest - utdrag fra innsynsportalen

Vegen passerer med skjæring (mot nordøst) og fylling (mot sørvest) gjennom myrområdet, se Figur 33. Det må påregnes at denne kan ha flere meters mektighet. Organiske masser skiftes ut ned til faste masser for å forhindre setninger. For skjæringen forventes det at grunnforholdene består av morenemasser.

10 Referanser

- NGU. (n.d.). *Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase*. Retrieved from <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- NVE. (2019). *Veileder 01/19 Sikkerhet mot kvikkleireskred*.
- NVE. (n.d.). *NVE Atlas*. Retrieved from www.atlas.nve.no
- Rambøll. (2020). *Datarapport fra grunnundersøkelse. Grunnundersøkelser Herdal-Røyskår*.
- Rambøll. (2020). *E39 Røyskår-Optedal - Fase 2 - Geofysiske undersøkelser*.
- Statens Vegvesen. (2014). *Håndbok V221 Grunnforsterking, fyllinger og skrånninger*.
- Statens vegvesen. (2018). *Håndbok N200 Vegbygging*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2018). *Håndbok N200, Vegbygging*.
- Sweco Norge AS. (2021). *E39 ML - ingeniørgeologi skjæringer. Fagrapport Lyngdal*.
- Sweco Norge AS. (2021). *Fagrapport konstruksjon NV42E39ML-KNS-RAP-001*.