



# Geoteknisk vurderingsrapport

Detaljregulering E39 Lyngdal vest - Kvinesdal

---

Delområde 2

NV Dokumentnummer: NV42E39LK-GEO-RAP-011

ENT Dokumentnummer: 1022078\_E39LK\_100\_rig\_R02\_A03

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

## Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Årsak til utgivelse	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
01	01.12.2022	Første leveranse	NOCIZH	NOARND	NORUHO
02	07.02.2023	Revidert etter utvidet kontroll	NOCIZH	NOARND	NORUHO
03	15.05.2023	Første gangs behandling	NOCIZH/ NOSIRT	NOARND	NORUHO

## Endringsoversikt

Revisjon	Endringsbeskrivelse
01	Første leveranse
02	Svar etter UAK. Teksten og tegninger er oppdatert etter uavhengig kontroll.
03	Lagt til felles innledning, sammendrag og modellkapittel.

Tegningsliste

Tegningsnummer	Tittel	Revisjon
V5004	Sit 4_P4300-5450	0
V5005	Sit 5_P6050-7250	0
V5011	Profil F	1
V5012	Profil G	0
V5013	Profil T	1

## Innhold

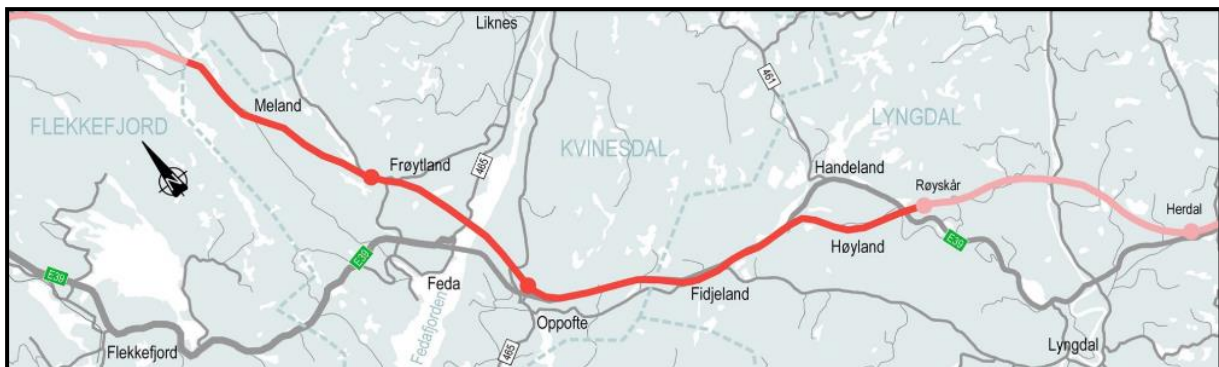
1	Innledning .....	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Om rapporten.....	6
1.3	Sammendrag .....	7
1.4	Omfang .....	8
2	Grunnlag for vurderinger .....	9
3	Grunnforhold .....	9
3.1	Topografi og berggrunn.....	10
3.2	Kvartærgeologisk kart .....	11
3.3	Grunnforhold og vurderinger .....	11
4	Modellering.....	17
5	Referanser.....	20

## 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.



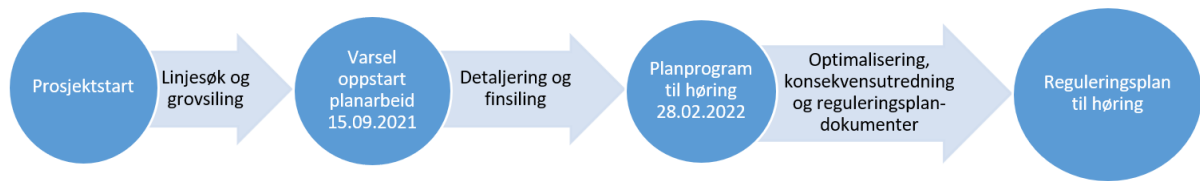
Figur 1: Parsellen E39 Lyngdal vest-Kvinesdal.

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.



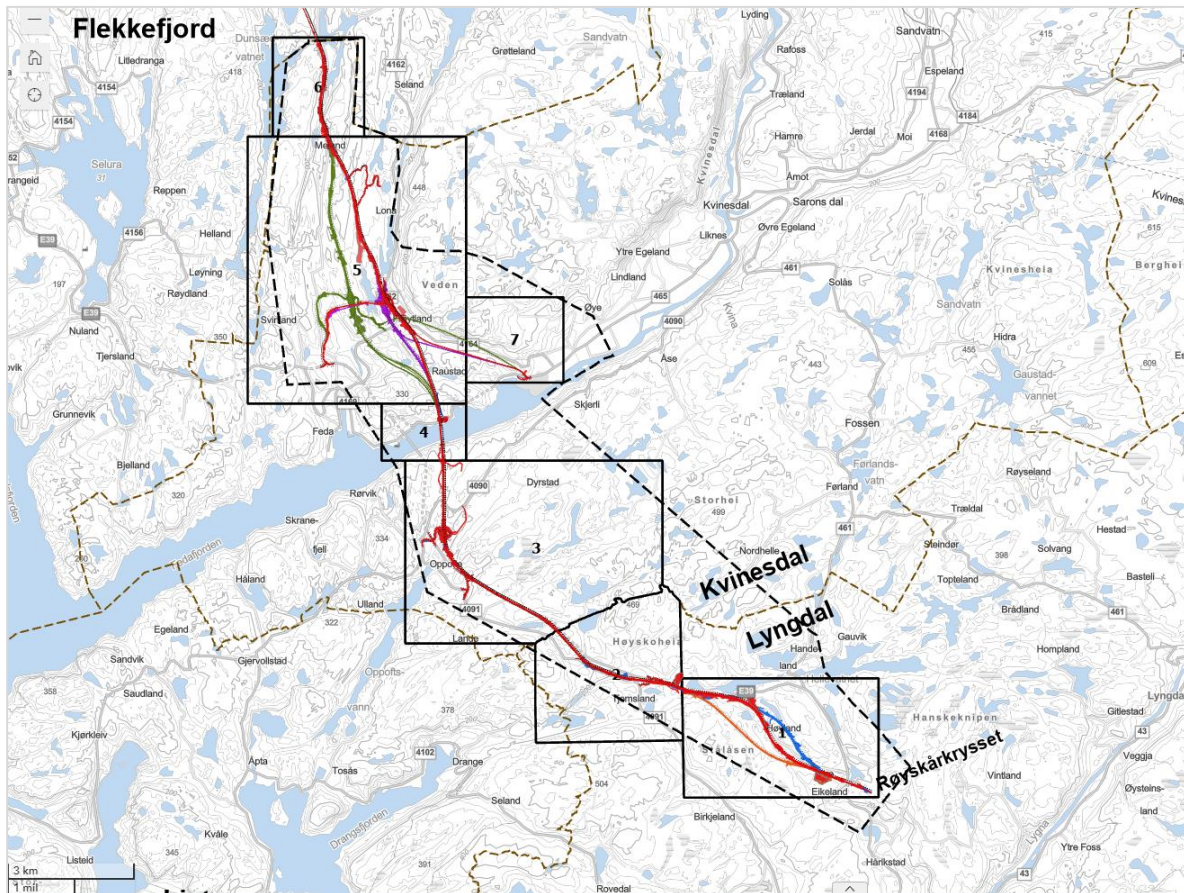
Det henvises til silingsrapporter, planprogram, prosjektrapport, konsekvensutredning, reguleringsplandokumenter og fagrapporter for ytterligere detaljert informasjon om prosjektet. Dokumentene kan finnes på nettsidene til Nye Veier, Lyngdal og Kvinesdal kommune.

## 1.2 Om rapporten

Hensikten med denne rapporten er å beskrive grunnforhold og gi en geoteknisk vurdering av delområde 2, fra Dyblevannet til tunnelpåhugg ved Rørdal med tilhørende vegprofil P4850 – P7400. 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

Veilinjen følger eksisterende E39, og totalsonderingene viser generelt masser med høy lagringsfasthet, tolket som fyllmasser eller morene. Det vurderes som lite behov for masseutskifting på strekningen.

Vestsiden av masselageret ved Dyblemyra er planlagt på tynt løsmassedecke over berg. Østover går masselageret ut på et begrenset område av myren, der grunnundersøkelser viser et topplag med torv (1-1,5 m) over sandig silt, morene og berg. Stabiliteten er vurdert som tilfredsstillende med gjeldende geometri på masselageret.

Solefjell masselager er planlagt i et område med mye berg i dagen og tynt løsmassedecke.

Eksisterende tørrmur ved Langåsen er ikke bygget etter dagens standard. Det bør gjøres vurderinger i detaljprosjekteringen om muren skal fjernes og bygges på nytt, eller om muren skal sikres i anleggsfasen.

Ved Steggan er det planlagt utvidelse av veifylling sørover på jordet. Her er det påtruffet torv og sandig torv over sand. For veifylling må det masseutskiftes til faste masser.

Større mektigheter med organisk materiale ligger hovedsakelig utenfor veiens kjernefylling.

I områdene med bekkeomlegging inn i løsmasseskråning må skjæringshelning legges til maksimum 1:2. Andre tiltak, for eksempel støttemur, kan vurderes.

Fidjeland kulvert kan direktefundamenteres på faste morenemasser.

#### 1.4 Omfang

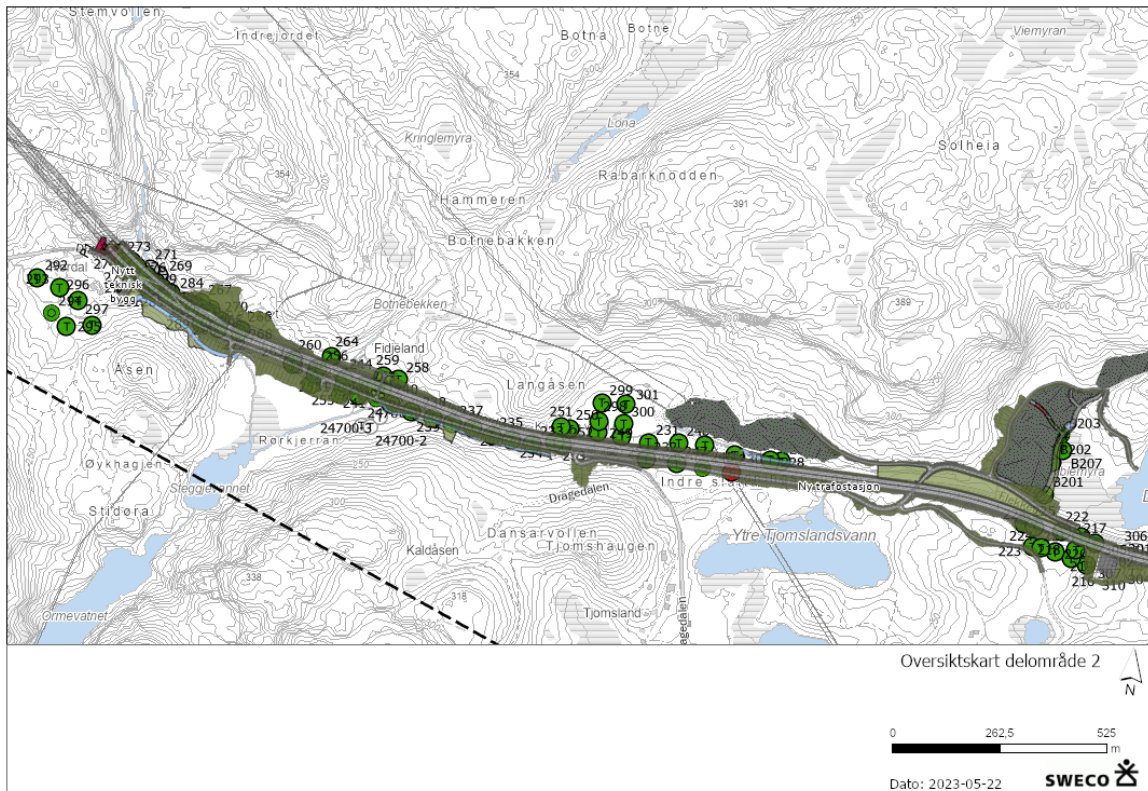
Vegstrekningen i delområde 2 består av ett vegalternativ fra Dyblemyra til Vatlandstunnelen og én lokalveg fra ca. profil 5050 – 5850.

Følgende konstruksjoner og masselagre er planlagt/foreslått på delområde 2.

1. Konstruksjoner
  - Drangsland bru
  - Fidjeland kulvert
2. Masselager
  - Dyblemyra masselager
  - Solefjell masselager

Ny E39 ligger i stor grad i traséen til eksisterende E39. Oversiktskart over delområdet er vist på Figur 3.





Figur 3: Oversiktskart som viser linjealternativet i delområde 2, fra Dyblemyra til Vatlandstunnelen.

## 2 Grunnlag for vurderinger

Vurdering av grunnforhold og anbefalinger til fundamenteringsmetoder er basert på grunnundersøkelser utført av Sweco i perioden april – september 2022. Resultat fra grunnundersøkelsene er presentert i datarapport NV42E39LM-GTK-RAP-0002, ref [2]. For tidligere grunnundersøkelser henvises det til følgende rapporter:

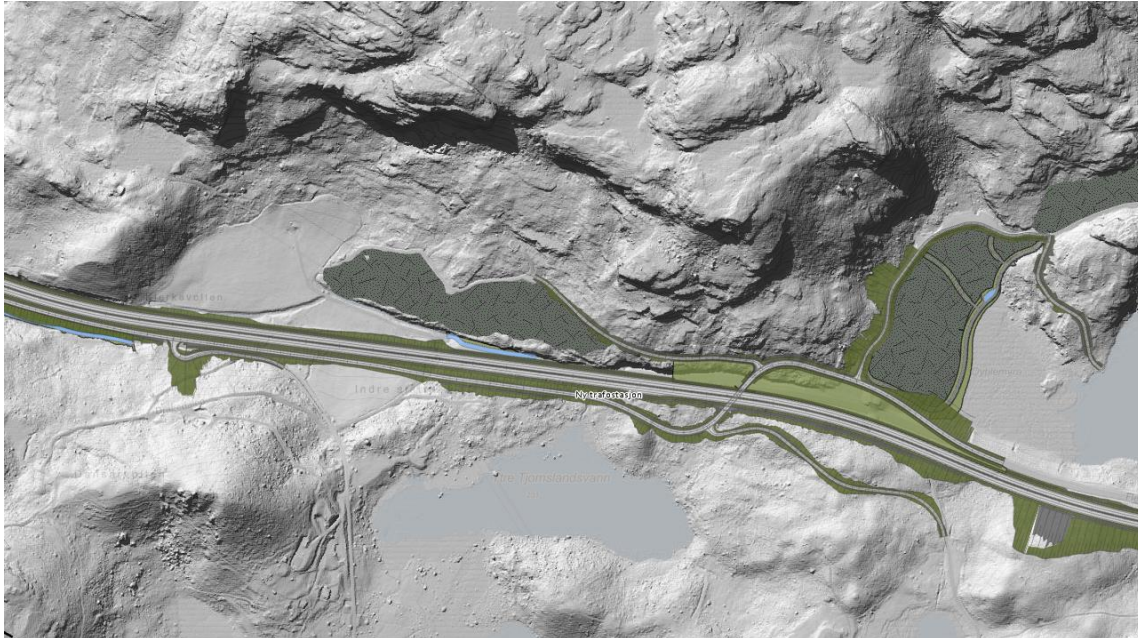
1. E39 Feda – Handeland fjellkontrollboringer (U-serie) 2002
2. E39 Vigeland-Lyngdal KDP 2015

## 3 Grunnforhold

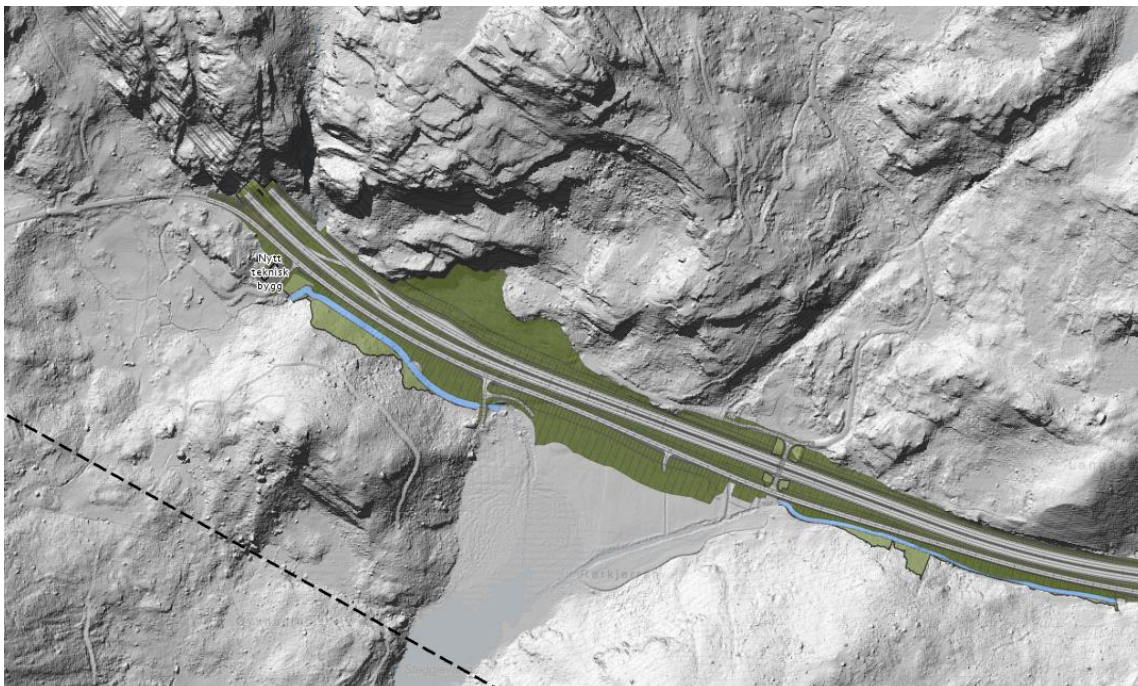
Det er store terrengvariasjoner i området, med skrånende terreng på hver side av planlagt E39. Det er i området observert berg i dagen fra både befaring og ulike kartnettverk. Sett fra utførte grunnundersøkelser består området hovedsakelig av morene, sand og organisk materiale. I de videre delkapitlene er topografi og grunnforhold for delområde 2 kort oppsummert. For nærmere beskrivelse av grunnforhold henvises det til tilhørende geoteknisk datarapport nr. NV42E39LM-GTK-RAP-0002, ref [2] samt datarapporter vist i kap.2. Tegning nr. V5004-V5005 viser situasjonsplaner med utførte sonderinger.

### 3.1 Topografi og berggrunn

Terrenkskyggekart som tydeliggjør topografien, er vist på Figur 4 og Figur 5. Ifølge NGUs berggrunnskart [3] består området hovedsakelig av bergarten granitt.



Figur 4: Terrenkskyggekart over veilinje fra Dyblemyra i øst til Langåsen i vest.

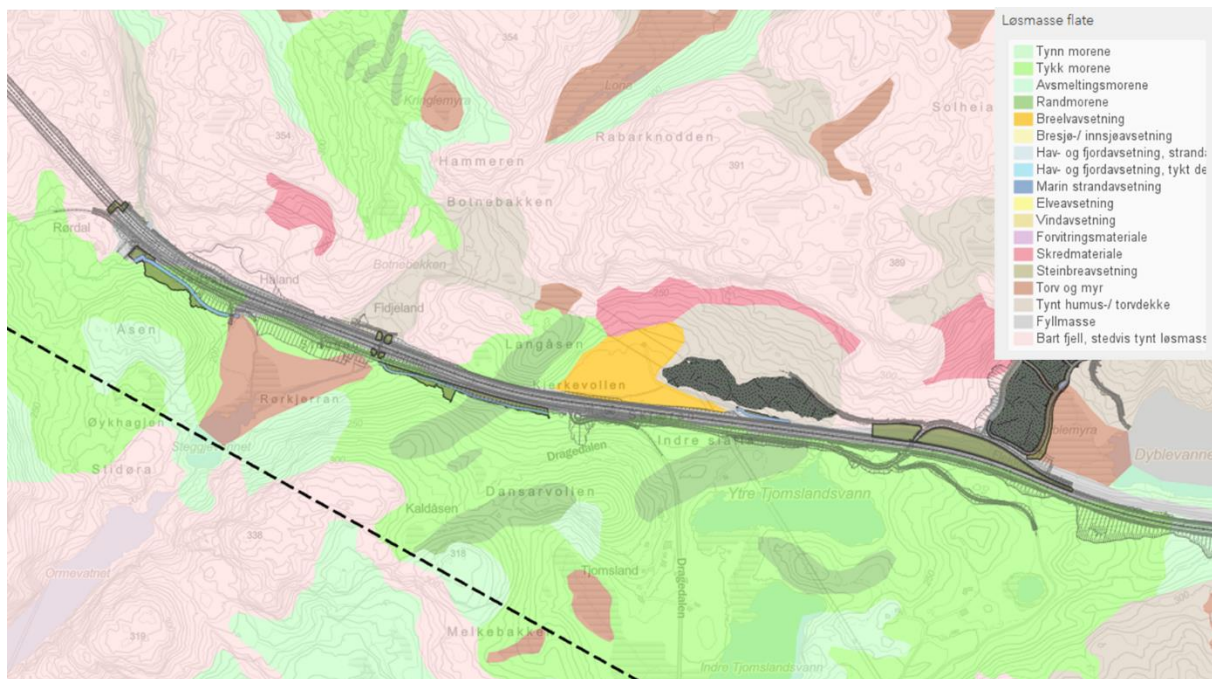


Figur 5: Terrenkskyggekart over veilinje fra Langåsen i øst til Vatlandstunnelen i vest.

## 3.2 Kvartærgeologisk kart

Ifølge NGUs kvartærgeologiske kart [4] indikeres det at løsmassene består hovedsakelig av morene sør for ny E39. Området nord for ny E39 er hovedsakelig kartlagt som bart fjell med delvis forvitningsmateriale, morene og breelvavsetning. Kvartærgeologisk kart viser også at løsmassene rundt veglinjen består delvis av torv og myr.

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



Figur 6: NGUs løsmassekart [4] viser hovedsakelig moreneavsetninger og myr/torv.

## 3.3 Grunnforhold og vurderinger

### 3.3.1 Profil 4850-6100

Tegning: -V5004

Delområde 2 strekker seg fra Dyblemyra i øst til Rørdal i nordvest. På strekningen er det planlagt vekselvis fylling, løsmasseskjæring og bergskjæring. Ved Dyblemyra ligger eksisterende terreng på høyde varierende mellom ca. kote +240 og ca. kote +280. Masselager er planlagt plassert vest i Dyblemyra med opp til 220 000 m<sup>3</sup>, viser til Figur 7. Det ble observert torv ved Dyblemyra under utført befarig 15-16. nov 2022, utført av Siri Tørresen og Ciling Zhou. Det ble også gjort måling av dybden til torv i Dyblemyra med myrspyd på ca. 1,5 m. Dybden til torv antas til å være større enn 1,5 m da det ble møtt med lite motstand ved nedpressing av hele spydets lengde.

Det ble utført 6 totalsonderinger vest i Dyblemyra med bergkontroll i samtlige punkter, viser til situasjonsplan tegning V5004 for plassering av sonderingene. Dybde til berg ble

registrert varierende mellom 0,2 -13 m under terreng. Sonderingene og opptatte prøver fra borpunkt B203 indikerer at løsmassene består av et topplag bestående av torv, derunder opp til 4 m med fin sand over antatt morene over berg.

Terrenget sør for Dyblemyra ligger ved kote ca. +250. Løsmassene langs eksisterende veg, sør for Dyblemyra består hovedsakelig av faste masser/antatt morenemasser med dybde til berg mindre enn 10 m. Videre faller terrenget vestover langs veglinjen med helning ca. 1:38.



Figur 7: Masselager og veglinjen ved Dyblemyra

Mellom ca. P4950- 5850 er det planlagt vekselvis bergskjæring og løsmasseskjæring. Det er også planlagt lokalveger på begge sider av ny E39. Sonderinger utført ved Hedningshaugen indikerer at massene består av morene med kort dybde til berg. Det er også mye synlig berg i dagen i området. Drangslund bru er planlagt ved P5250. Det er ikke utført borer for gjeldende bruplassering fordi denne ble flyttet etter at grunnundersøkelsene var ferdigstilt.

Det ble ikke installert piezometer for å måle poretrykket. Det ble observert overflatevann flere steder i området under befarings 15.-16. nov. 2022. Grunnvann antas derfor til å ligge ved terrengnivå.

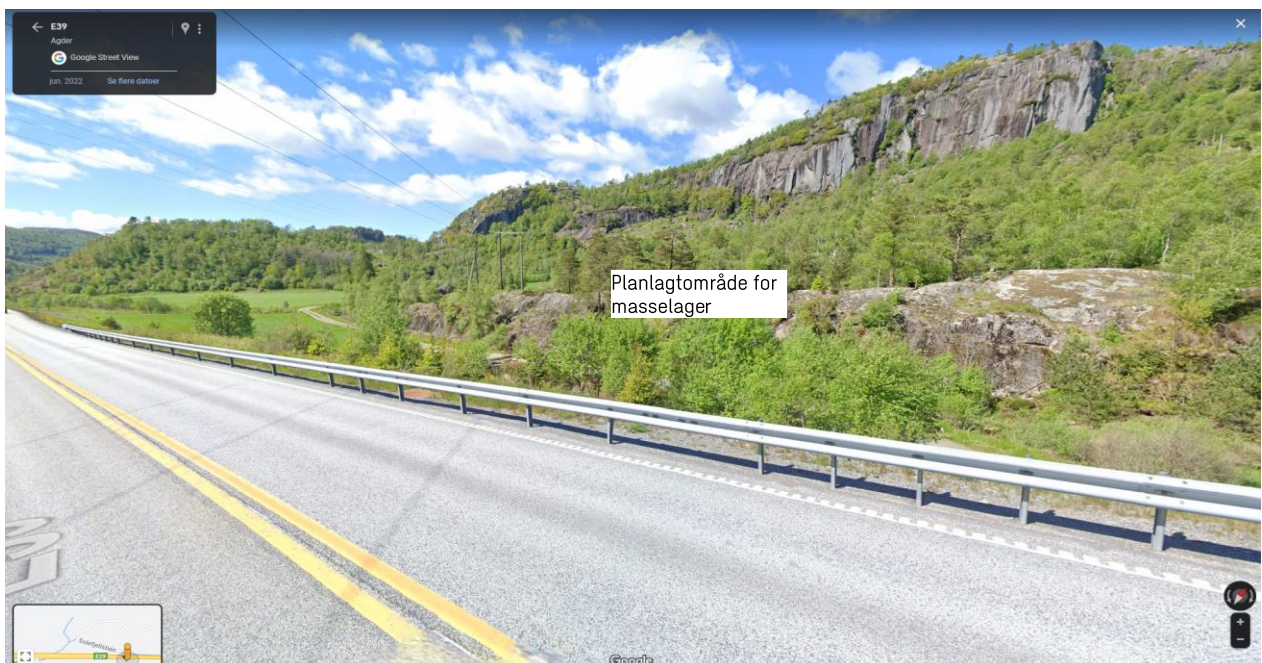
Det er planlagt masselager (Solefjell) i området mellom ca. profil 5450-5900. Sonderinger nord for ny E39 ved Kjerkevollen ble tidligere utført for tidligere planlagt masselager. Resultat fra sonderingene indikerer at løsmassene består av topplag med faste masser og mellomlag med tykkelse varierende fra 1-4 m av sandige materialer.

Derunder er det påvist faste masser over berg. Største dybde til berg er registrert til 13 m under terrengnivå.

### 3.3.2 Vurdering og anbefaling

Grunnforholdene på strekningen vurderes som stabile, basert på resultater fra utførte grunnundersøkelser og tilgjengelige kartnettverk. Kritiske forhold i forbindelse med planlagt utbygging vil være relatert til anleggsfasen ved utfylling av masselager i Dyblemyra. Det er utført stabilitetsvurdering med profil F for ferdig situasjon med fyllingshøyde 13 m og fyllingshelning 1:2. Tilhørende resultat og lagdeling er presentert i tegning V5011. Lokalstabiliteten ved utfylling av masselager vurderes å ikke påvirke dagens eller ny E39, da utførte sonderinger viser faste masser nærmere vegen. Topplag ca. 1-2 m av organiske materialer anbefales masseutskiftet. Dersom det skal gjøres endringer i utformingen av masselageret (økt høyde eller utbredelse) må det gjennomføres nye stabilitetsberegninger og eventuelt supplerende grunnboringer ved detaljprosjektering.

Masselager ved ca. profil 5450-5900 er planlagt plassert på berghylle, se Figur 8. Det ble ikke utført grunnundersøkelser der masselageret skal ligge. Vurdert fra Google maps, flyfoto og terrenkskyggekart forventes det tynt løsmassedekke og berg i dagen. Det vurderes derfor at stabilitet i området mellom ca. profil 5450-5900 vil fremdeles ha tilstrekkelig sikkerhet ved etablering av masselager. Lokalstabilitet med hensyn på fyllingsskråning må ivaretas ved detaljprosjektering.



Figur 8: Google Maps Street View som viser plassering for planlagt masselager.

Tabell 1 viser materialparametere som benyttes i beregningen. Tolkning av parametere er utført basert på laboratorieforsøk av opptatte prøver. For jordmaterialer det ikke er tatt prøver av benyttes erfaringsverdier iht. håndbok V220 ref. [5].

Tabell 1: Materialparameter brukt i stabilitetsberegning

Materialer	Tyngdetetthet, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Friksjonsvinkel, $\phi$ [°]	Attraksjon, $a$ [kPa]	Udrenert skjærfasthet, $S_u$ [kPa]
Deponimasser/fyllmasse	19	30	0	-
Silt	19	31*	0	-
Morene	19	38	6	-

\*Erfaringsverdi fra V220

Det vurderes foreløpig at Drangslund bru kan etableres med direktefundamentering. Det anbefales supplerende grunnundersøkelser ved planlagte brukar. Det er sannsynlig at bruene kan fundamenteres direkte på berg på sørsiden av veien, men at det er betydelig større løsmassemekktighet på nordsiden.

Eventuelle vegfyllinger med sprengsteinsmasse anbefales å legges med helning ikke brattere enn 1:1,5 ref. [6]. Fyllingen bygges opp i henhold til krav til utleggingen som er beskrevet i håndbok N200, kap. 1.6 ref. [1].

### 3.3.3 Profil 6100-7400

På dette strekket skal ny E39 gå i samme trasé som eksisterende E39. Hoveddel av breddeutvidelse vil være på sørsiden av eksisterende. Langs eksisterende E39 mellom ca. P6150-6650 er det planlagt fylling samt flytting av bekk i ravinedal sør for eksisterende E39. Bekkeomlegging gjelder mellom P6420-6590 og mellom P6950-7220, bekken skal flyttes sørover inn mot foten av skråningene i området. Det er ikke utført grunnboringer i skråningene, men basert på NGUs løsmassekart samt sonderinger nedenfor skråningsfot forventes det faste morenemasser i skråningene. Dagens skråninger står med bratt helning, se Figur 9. Høydeforskjellen fra eksisterende E39 til bunn av ravinen er størst ved P6150 med ca. 7 m. Utførte sonderinger i området indikerer at løsmassene består av faste morenemasser med dybde til berg mindre enn 10 m.



Figur 9: Bilde fra befaring

Ny E39 mellom ca. P6200-6300 er planlagt plassert på nedsiden av en eksisterende støttemur. Muren er etablert i morenerygg med brattest skråningshelning på ca.1:1,75. Vestover i området ved Steggan ca. P6750 sør for ny E39 er det planlagt fylling delvis ut på dyrket jord. Utførte sonderinger på jordet viser opp til ca. 20 m dybde til berg. Løsmassene består av et topplag bestående av matjord/torv over et løst til middels fast lag bestående av siltig sand. Dette siltige sandlaget har en tykkelse på mellom 10-12 meter i området der ny fylling kommer. Under dette laget er det faste masser/antatt morenemasser. Det ble utført avlesning av hydraulisk piezometer i området 11.10.2022. Grunnvann ble registrert 1 m under terreng.

Ved ca. P6600 er det planlagt utvidelse av eksisterende kulvert, Fidjeland kulvert. Opptatte prøver i borpunkt 241 viser at massene i de øvre lagene består av faste masser/antatt fyllmasse, derunder ca. 3 m med sand over antatt morene over berg. Dybde til berg i borpunktet ble registrert til overkant av 12 m under terreng.

Mellom profil 6950 og til Vatlandstunnelen skal vegutvidelsen ligge over en bekk. Det er gjort omfattende grunnundersøkelser i dette området. Boringene viser hovedsakelig meget faste masser.



Figur 10: Steggan vises med pil i bildet. Masselager ved Rørdalet i blått er utgått, og er ikke lenger med i planen.

### 3.3.4 Vurdering og anbefaling

Støttemuren ved ca. P6200-6300 med nesten kontinuerlige fuger gjennom hele høyden ser ikke ut til å kunne oppfylle dagens krav, sett fra Google Maps Street View i Figur 11. Ny E39 anbefales å plasseres sør for dagens E39 slik at eksisterende situasjon ikke forverres. Det bør gjøres vurderinger i detaljprosjekteringsfase om muren skal fjernes og bygges på nytt eller om muren skal sikres under anleggsfase. Eventuelle sikringstiltak kan utføres med rørvegg grunnet stedlige masser. Videre må tilstanden til eksisterende støttemur og sikringstiltak vurderes ved detaljprosjektering.





Figur 11: Støttemur ved ca. P6200-6300

For vegfylling ved Steggan ca. P6750 vises det til tegning V5012 og V5013 for tilhørende profiler G og T. Profil T viser lagdeling i området inkludert planlagt masseutskifting. Det er også tenkt utvidelse av vegfylling utover jordet, men er ikke avklart. Stabilitet i forbindelse med fylling over jordet og flytting av bekk ved anleggsfase og permanent fase må vurderes nærmere ved detaljprosjektering når endelig plan foreligger.

Vurdert fra sonderingene samt profil G i tegning V5012 kan Fidjeland kulvert direktefundamenteres. Lokalstabilitet under graving må ivaretas etter NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 ved detaljprosjektering. Setning vurderes når endelig plan for utvidelse foreligger.

Mellom profil 6950 og til Vatlandstunnelen, viser boringene meget faste masser. Det forventes ikke geotekniske utfordringer i dette området.

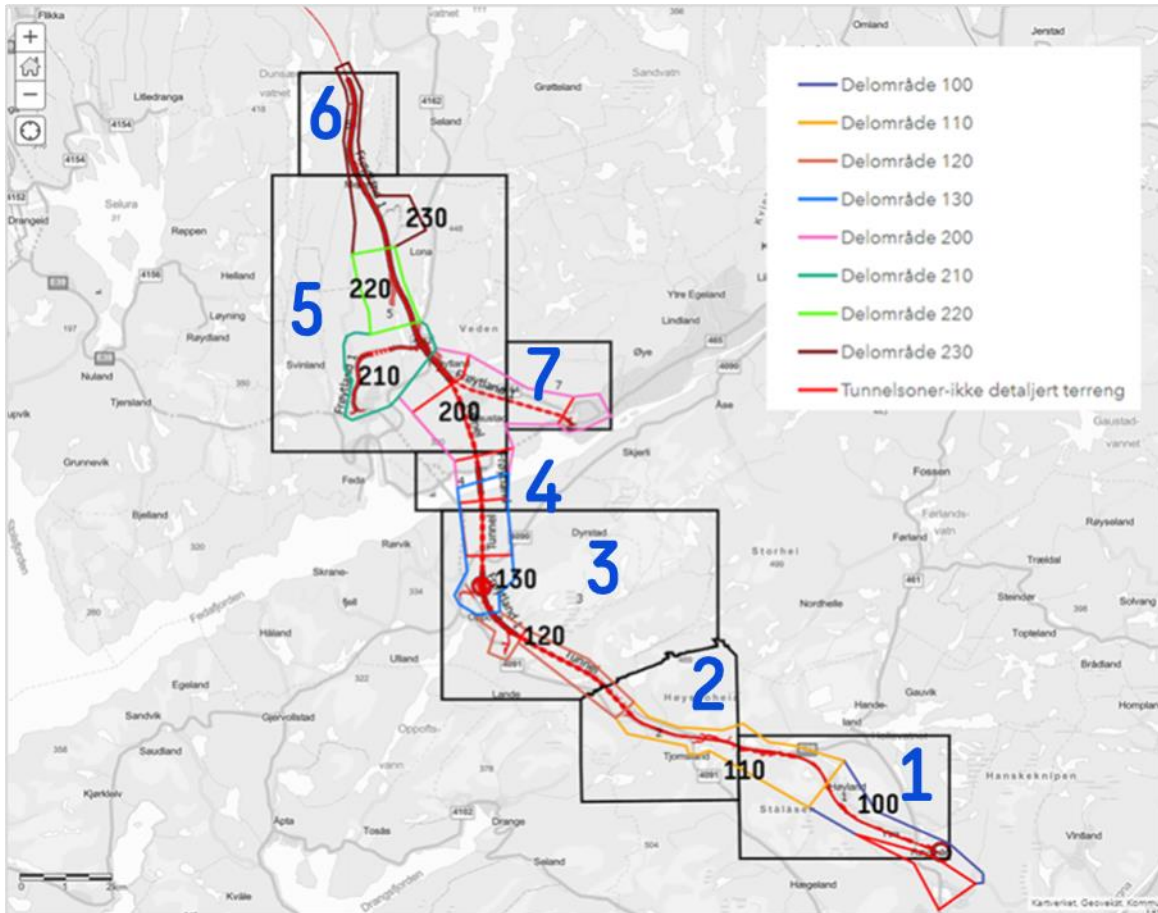
I områdene med bekkeomlegging øst og vest for Steggan må helning på løsmasseskjæringene legges til maks. 1:2 [1]. Andre tiltak, f.eks. støttemur, kan vurderes. Skråningsstabilitet i anleggsfasen må vurderes.

Eventuelle vegfyllinger med sprengsteinsmasse i området anbefales å legges med helning ikke brattere enn 1:1,5 ref. [6]. Fyllingen bygges opp i henhold til krav til utleggingen som er beskrevet i håndbok N200, kap. 1.6 ref. [1].

## 4 Modellering

Det er utarbeidet berg- og «faste-masser» (FM) - modeller for delområde 2. FM-modell er utarbeidet for å redusere 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 12: Sammenstilling av prosjektets modellinndeling (fargede polygoner) og områdeinndeling benyttet i geotekniske rapporter (1-7) med blå tall.

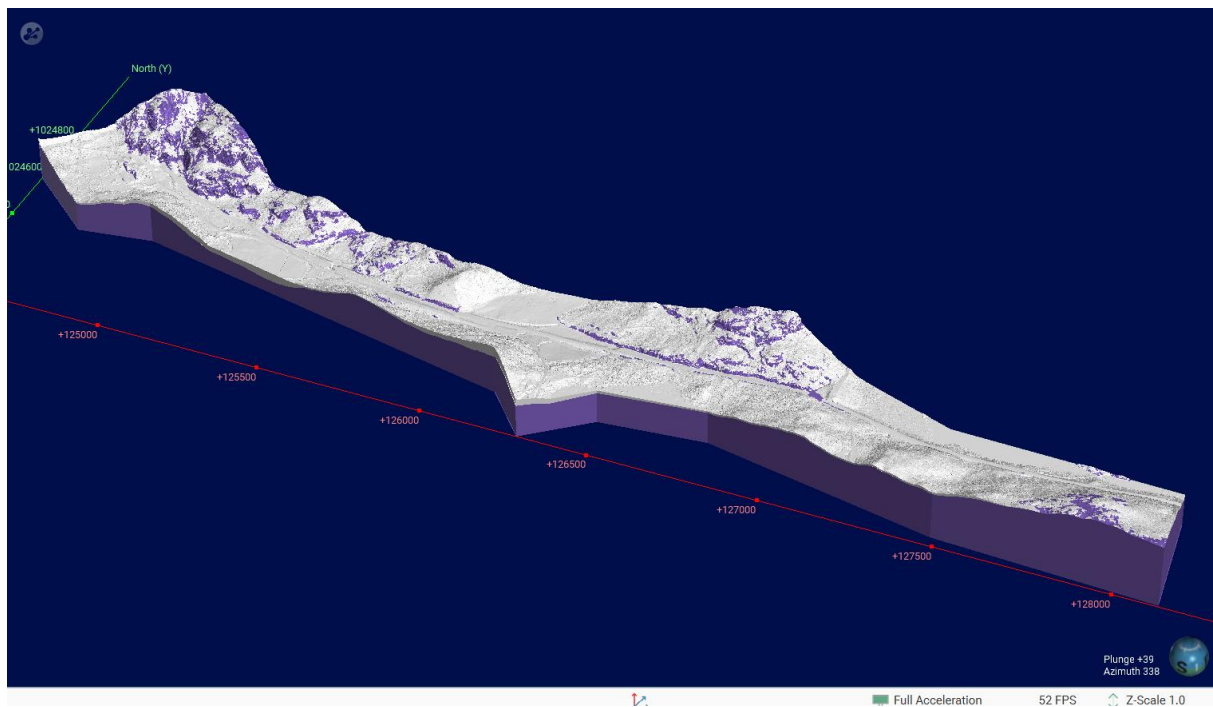
For bergmodell (110)/delområde 2 er det benyttet følgende grunnlag:

- Terrengmodell fra geom: offset - 5 cm
- Bergkote fra utførte totalsonderinger (Sweco 2022)
- Bergkote fra tidligere utførte grunnundersøkelser
- Registreringer av bergblotninger fra ingeniørgeologi (ArcGIS Online)
- Tolkning av berg i dagen på:
  - o Helningskart
  - o Terrengskyggekart
  - o Google Maps Street View
  - o Norge i bilder

Det var lite avvik mellom innmålt terreng fra totalsonderingene utført av Sweco og terrengmodell. Borhullsdata ble korrigert til terreng.

Terrengkote for grunnundersøkelsene utført i forkant av prosjektering av dagens E39 stemmer ikke lenger med dagens terreng (med unntak av U-serien). Bergkote fra disse grunnboringene er likevel benyttet i bergmodellering, men er angitt en høyere grad av usikkerhet enn de nyeste grunnboringene, og ikke korrigert mot terrengmodell.

FM-modell er ikke utarbeidet av geoteknikk i dette området. Mesteparten av veilinjen går over eksisterende vei, og det er lite behov for masseutskifting. Geomatikk har generert en FM-flate med en konstant offset fra terreng.



Figur 13: Utklipp fra Leapfrog-modell, bergvolum er lilla, løsmassevolum er hvitt.

### Begrensninger og usikkerheter:

Det er lange strekninger uten borchullsdata 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 Referanser

- [1] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» 2021.
- [2] Sweco Norge AS, «Sweco: NV42E39LM-GTK-RAP-0002, delområde 2,» 2022.
- [3] NGU, «NGU Berggrunnskart,» [Internett]. Available: [www.ngu.no](http://www.ngu.no).
- [4] NGU, «NGU Løsmassekart,» [Internett]. Available: [www.ngu.no](http://www.ngu.no).
- [5] Statens vegvesen, «Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging,» 2022.
- [6] Statens vegvesen, «Håndbok V221: Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» 2014.