

## NOTAT

OPPDRAG	<b>Detaljregulering fv. 564 Frekhaugkrysset, inkl. utbetring av fv. 244</b>	DOKUMENTKODE	617038-RIG-NOT-004
EMNE	Tilstandsvurdering av tørrmurer, vurdering av masser og geoteknisk rådgivning	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Statens vegvesen Region vest</b>	OPPDRAGSLEDER	Toril Amundsen
KONTAKTPERSON	Eva-Beate Rundereim Torsvik	SAKSBEHANDLER	Michael Fuglestrand Myhrvold
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233011 Geoteknikk Vest

## SAMMENDRAG

I forbindelse med planarbeid for å utbedre fv. 564 Frekhaugkrysset og fv. 244 Sagstadvegen er Multiconsult Norge AS engasjert av Statens vegvesen for å utarbeide en detaljreguleringsplan for det aktuelle området. Multiconsult sin geotekniske avdeling har i arbeidet med detaljreguleringsplanen bistått med innledende vurderinger av tidligere utførte grunnundersøkelser i planområdet, og utarbeidet forslag til supplerende undersøkelser. Etter ønske fra Statens vegvesen har Multiconsult tolket resultatene fra de supplerende grunnundersøkelsene og kommet med vurdering og anbefalinger sett opp mot skisserte planer.

Foreliggende notat tar utgangspunkt i resultater fra tolkning av grunnforhold gitt i 617038-RIG-NOT-003 [1], og gir en vurdering av grunnforholdene sett opp mot byggbarhet og mulige forbedrende tiltak. Det er også utført en tilstandsvurdering av murene langsmed fv. 244.

Det er registrert masser i planområdet som krever tiltak for å gjøre skisserte planer byggbare. Blant tiltakene som nevnes er masseutskifting, dypkomprimering, peling, forbelastning og justert plassering av tiltenkt rundkjøring ved Frekhaugkrysset. Valg av tiltak for etablering av rundkjøring må sees i sammenheng med kommunen sine planer for Langelandstjørna. Deler av murene langsmed fv. 244 står trolig med lav sikkerhet sett opp mot dagens krav, og tiltak nærme disse kan medføre uønskede deformasjoner og utrasing.

00	22.03.2018	Klar for godkjenning	Michael F. Myhrvold	Svein Arne Haugen	CRN
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	3
2	Vurdering av masser .....	3
2.1	Grunnvann .....	3
2.2	Forurenset grunn .....	3
2.3	Telefarlighet.....	3
2.4	Setninger.....	4
2.5	Bæreevne og komprimering .....	4
2.6	Stabilitet.....	5
2.7	Gjenbruk av masser .....	5
3	Tilstandsvurdering av tørrmurer langs Fv. 244 Sagstadvegen.....	6
3.1	Veipel 520-550 ved gnr./bnr. 24/86 .....	6
3.2	Veipel 550-580 ved gnr./bnr. 24/5 .....	9
3.3	Veipel 670-710 ved gnr./bnr. 24/71 .....	11
4	Anbefalte løsninger.....	12
4.1	Rundkjøring fv. 564.....	12
4.2	Parkeringsplass/fylling ved Langelandstjørna .....	13
4.3	Fv. 244 Sagstadvegen .....	14
4.4	Endring av grunnvannsnivå.....	14
5	Referanser.....	15

## Figurliste

Figur 3-1:	Observasjon av berg i dagen i område med tørrmur.....	7
Figur 3-2:	Bildet er tatt i nordvestlig retning mot stigende veipel nr. langs fv. 244. Viser deler av mur som ligger fundamentert ved veiskulder.....	8
Figur 3-3:	Bildet er tatt i retning mot Frekhaug senter og viser tydelig deformasjon i deler av murene. ....	8
Figur 3-4:	Bildet viser observert skade/utrasing i del av mur med begrenset høyde. ....	9
Figur 3-5:	Bildet viser observert skade/utrasing i del av mur med begrenset høyde. ....	9
Figur 3-6:	Bilde viser område av muren med dårlig forband (bandtjuv indikert med rød strek). Endeavslutningen (hjørnet) på muren er også dårlig utført i dette området. ....	10
Figur 3-7:	Det ble observert en gjennomgående sprekk i enkeltstein i muren. ....	10
Figur 3-8:	Bilde viser område av muren med dårlig forband (bandtjuv indikert med røde streker). ....	11
Figur 3-9:	Bilde tatt nordvestlig retning mot stigende veipel nr. Endeavslutning av mur. ....	11
Figur 3-10:	Bilde tatt mot nord. Viser midtre del av mur. ....	11
Figur 3-11:	Bilde tatt mot nordøst. Viser midtre del av mur mot avslutning mot tilkomstvei. ....	12
Figur 3-12:	Bilde er tatt mot nord. Viser muravslutninger mot tilkomstvei.....	12
Figur 3-13:	Bilde tatt mot nord. Viser resterende del av mur mot synkende veipel nr. ....	12
Figur 3-14:	Viser resterende del av mur og endeavslutning mot synkende veipel nr.....	12

## Tegninger

617038      RIG-TEG-001      Borplan

## 1 Innledning

Statens vegvesen i samarbeid med Meland kommune ønsker å utarbeide en detaljreguleringsplan for fv. 564 Frekhaugkrysset, inklusive utbedring av fv. 244. Hensikten med planarbeidet er å regulere et nytt trafikkikkert Frekhaugkryss som samler avkjørslene til Frekhaug sentrum og fv. 244 Sagstadvegen. Ny kollektivløsning er også en del av planarbeidet. Det skal samtidig settes av tilstrekkelig areal til en trygg gang- og sykkelveg langs fv. 244 på strekningen mellom fv. 564 til Sagstad skule, samt areal til anleggsgjennomføring, medregnet rigg, anlegg og deponiområde.

Fra tidligere har Statens vegvesen utført grunnundersøkelser i aktuelle områder hvor resultatene er gjengitt i rapport nr. 513 «Grunnundersøkelser Frekhaug», datert 21.02.1983 [2]. Multiconsult har også utført grunnundersøkelser i tiltaksområdet på et tidligere tidspunkt, hvor resultatene er gjengitt i rapport nr. 400773 «Bussholdeplass Frekhaug senter», datert 17.01.2002 [3].

Etter ønske utarbeidet Multiconsult et forslag til ny borplan med utgangspunkt i ulike planalternativer for fv. 564 Frekhaugkrysset og fv. 244 Sagstadvegen, og de tidligere utførte grunnundersøkelsene. Forslag til nytt grunnundersøkelsesprogram er beskrevet i Multiconsult sitt notat 617038-RIG-NOT-002 [4]. På bakgrunn av foreslått borprogram har Statens vegvesen nylig utført omfattende grunnundersøkelser i tiltaksområdet. Resultatene er gjengitt i geoteknisk datarapport 30210-GEOT-1 «Fv. 564 Frekhaugkrysset inkl. utbetring av fv. 244», datert 8.11.2017 [5].

Foreliggende notat tar utgangspunkt i resultater fra tolkning av grunnforhold gitt i 617038-RIG-NOT-003 [1], og gir en vurdering av grunnforholdene sett opp mot byggharhet og mulige forbedrende tiltak.

## 2 Vurdering av masser

Det er gjort en generell vurdering av massene i tiltaksområdet basert på utførte grunnundersøkelser [5] og tolkning av grunnforhold [1], hvor fokus er faktorer som grunnvann, telefarlighet, setninger, bæreevne og stabilitet.

### 2.1 Grunnvann

Det er ikke utført hydraulisk vannstandsmåling i aktuelt område.

Om det blir aktuelt å etablere konstruksjoner eller utføre arbeid hvor kunnskap om grunnvannsnivået er av viktighet, anbefales det å installere grunnvannsmålere på et tidlig tidspunkt, ettersom grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner. Av den grunn bør det vurderes månedlig avlesning eller utstyr med automatisk logging fram til byggestart.

### 2.2 Forurenset grunn

Vi har ikke informasjon om at det er utført undersøkelser for å kartlegge eventuell forurenset grunn i området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn, anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser.

### 2.3 Telefarlighet

De utførte grunnundersøkelsene viser at det befinner seg masser med varierende grad av telefarlighet i området. I henhold til telefarlighetsklassifiseringen i NGF sin Melding nr. 2 [6], er det funnet masser definert som Litt telefarlig (T2) og masser definert som Meget telefarlig (T4).

Dimensjonerende verdi for frostdybde er på Meland  $H_0 = 0,6$  m i henhold til «Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring» utgitt av SINTEF Byggforsk mai 2012 [7]. I åpne steinmaterialer som sprengsteinsfylling kan frosten i henhold til Statens vegvesens Håndbok V220 [8] gå inntil ca. 40 % dypere enn dimensjonerende verdi.

Massene definert som Meget telefarlig (T4) er funnet i prøveserier i 7 til 8 m dybde. De Litt telefarlige massene (T2) er hovedsakelig funnet grunnere ved 1-1,5 m dybde, men også ved 5,5 og 8,6 m dybde. Prøvematerialet er hovedsakelig tatt opp i området nordvest for fv. 564 nær skissert rundkjøring, men det er også funnet litt telefarlige masser (T2) langs fv. 244 Sagstadvegen.

De mest telefarlige massene (T4) er funnet på relativt store dybder i område hvor grunnvannet stort sett ligger i nivå med dagens terreng. Det vurderes av den grunn at massene ikke vil medføre problemer knyttet til telefare i dette området. Langsmed fv. 244 er det funnet telefarlige masser (T2) relativt grunt, og dette må tas hensyn til ved prosjektering av ny vei/forbedret vei. Ettersom løsmassemektigheten er begrenset i dette området, vil det også være mulig å masseutskifte ned til berg og på den måten unngå problematikk knyttet til telefare.

## 2.4 Setninger

Torv er svært setningsømfintlig og ved belastning kan torvlag få setninger på om lag halvparten av den opprinnelige tykkelsen. Setningsprosessen er hovedsakelig konsolidering (primærsetninger) ved utpressing av porevann samtidig som effektivspenningene øker. Dette tar tid og tidsutviklingen er styrt av konsolideringskoeffisienten til torvmaterialet. Godt omdannet torv kan være like tett som leire med tilsvarende konsolideringskoeffisient. I tillegg vil det kunne bli sekundærsetninger som er krypdeformasjoner under konstante effektivspenninger.

Sonderingsresultatene viser at det kan befinne seg sjikt eller lokale lommer med torv under de tilførte fyllmassene ved parkeringsplass mot Langelandstjørna. Ettersom det ikke foreligger noen prøvetaking av materialet er det vanskelig å vurdere konsolideringsegenskapene til torven og følgelig setningsforløpet. Fyllingen i dette området har sannsynligvis gjennomgått store deler av setningsprosessen frem til nå. Det er trolig at belastning utover det fyllingen påføres per i dag, vil kunne medføre ytterligere setninger.

Senkning av grunnvannstanden vil kunne resultere i setninger i områder hvor torvmasser befinner seg under topplag av fyllmasser. Fra grunnundersøkelsene ser vi at parkeringsplass ved Langelandstjørna kan være utsatt for setninger ved grunnvannsenkning. Det er også funnet mulige sjikt med torv som kan være gjennomgående under fv. 564 i området ved Langelandstjørna. I prosjekteringsfasen må det tas hensyn til potensiell setningsproblematikk ved senkning av grunnvannstanden, og i hvilken grad omkringliggende bygninger og infrastruktur kan påvirkes.

## 2.5 Bæreevne og komprimering

Utførte grunnundersøkelser viser at eksisterende fyllmasser i tiltaksområdet kan inneholde humusholdig materiale i lommer eller jevnt spredt i massene. Det er heller ikke kjent i hvilken grad fyllmassene er komprimert. Det er også funnet stedlige forekomster av sand og grus med varierende innhold av stein, ofte i overgangen mot antatt berg eller i områder med begrenset løsmassetykkelse.

Dersom konstruksjoner planlegges etablert på grunnen i området, anbefales det å gjøre en vurdering av grunnens bæreevne med tanke på fundamentering. Humusinnhold og manglende komprimering av massene reduserer den beregningsmessige styrken på grunnen og dermed også tillatt bæreevne. Dersom dimensjonerende laster tilsier det, kan det bli behov for å masseutskifte med steinmasser for å sikre et godt fundamenteringsunderlag og tilstrekkelig bæreevne.

Fundamentering nær skråningstopp gir normalt en redusert beregningsmessig bæreevne. Generelt er det også viktig at underlag legges ut og komprimeres i henhold til kravene til normal komprimering i NS 3458 [9].

## 2.6 Stabilitet

Det er ikke registrert områder hvor stabiliteten av løsmassene regnes som lav. Faren for utglidninger eller løsmasseskred nær planlagte tiltak vurderes derfor som lav i dagens tilstand.

Dersom planlagte tiltak medfører løsmasseskjæringer eller grøfter med høyde/dybde mer enn 2 m, anbefales det at geoteknisk prosjekterende vurderer stabilitet og løsninger med tilstrekkelig sikkerhet. Dersom det blir aktuelt med masseutskiftning nær fot av eksisterende fyllinger, eller endring på eksisterende fyllingsgeometri, anbefales stabiliteten vurdert av geotekniker. Stabiliteten må også vurderes dersom det blir behov for fyllinger eller mellomlagring av masser.

## 2.7 Gjenbruk av masser

Gjenbruk av stedlige masser forutsetter at det ikke er for høy konsentrasjon av tungmetaller eller annen forurensning. Det anbefales av den grunn å utføre miljøtekniske undersøkelser på masser som vurderes til gjenbruk.

Gjenbruk som beskrives i følgende tekst er ment som innledende forslag og muligheter. Dersom det vurderes å benytte gjenbruk av masser må ansvarlig prosjekterende utarbeide en detaljert beskrivelse av metode og gjennomføring.

**Myrjord:** Vi har liten erfaring med gjenbruk av myrjord, men nyere forskning som ble utført i forbindelse med bygging av firefelts E6 mellom Tillerbyen og Melhus sør for Trondheim, viser at store deler av myrmasser kan gjenbrukes til både vekstjord og matjord. Det er likevel ikke all myrjord som kan benyttes til gjenbruk, og det vil derfor være behov for deponering til godkjent mottak. Kort oppsummert kan behandling av myrjord foregå på følgende måte:

Ved å tilsette sandmasser eller steinmel får man ut overskuddsvannet fra massene, og sitter igjen med mineraljord uten for mye organisk materiale. Et typisk blandingsforhold ved at 50 % myrmasser og 50 % sand blandes sammen. Blandingen blir liggende mellom 6 måneder og et år, og vendes jevnlig. Når riktig mengde vann har trukket ut av myra, tilsettes det en gitt mengde organisk materiale slik at jorda får de riktige egenskapene og fungerer som matjord. Prosessen tar relativt lang tid og krever store arealer.

**Asfalt:** Asfalten kan knuses og benyttes direkte som mekanisk stabiliserende materiale, eller som bestanddel i kald gjenbruksasfalt eller i ny varm asfaltproduksjon. Kaldstabilisert gjenbruksasfalt produseres ved at freseasfalt, eller knust asfalt tilsettes nytt bindemiddel uten å varme opp massen. Krav til bruk av kaldprodusert gjenbruksasfalt er godt beskrevet i gjeldende standarder, og det kan benyttes opp til 100 % resirkulerte masser så lenge kravene til kvalitet for kalde normerte masser overholdes. Varm gjenbruksasfalt produseres ved at det blandes inn knust, eller frest asfalt i den ordinære asfaltproduksjonen. Bruk av varm gjenbruksasfalt er også godt beskrevet i gjeldende standarder. Det kan tilsettes opp til 35 % resirkulert asfalt i bærelaget og 25 % i slitelaget så lenge kravene som er satt til de normerte massetyper er oppfylt og egenskapene kan dokumenteres.

Gjeldende retningslinjer er gitt blant annet i Kontrollordningen for asfaltgjenvinning [10] og i Statens vegvesens håndbok V220 [8].

**Gravemasser:** Tilgjengelige gravemasser kan siktes, og underfraksjoner benyttes som råvare i ny jordproduksjon.

### 3 Tilstandsvurdering av tørrmurer langs Fv. 244 Sagstadvegen

Nedenfor oppsummeres vanlige krav og anbefalinger knyttet til oppbygging av tørrmurer:

- Bakfyllmasser skal bestå av sprengstein i telegruppe T1 (godt drenerende og ikke telefarlige masser).
- Ved fundamentering på berg skal bergoverflaten helle svakt innover 1:10, eller det skal etableres en betongfot. Og tørrmur skal fundamenteres på ikke telefarlige og lite setningsømfintlige masser
- Det skal ikke benyttes stor stein i massene like bak muren, da disse kan gi punktlast mot muren.
- Maks steinstørrelse bak mur:  $d = 300\text{mm}$ .
- Muren skal utføres med forband både i lengderetningen og i tverretningen (i bredderetningen), og gode innbindere i blant frontsteinene innover i muren er meget viktig å få etablert.
- Ferdig mur skal ha størst stein i bunn og ellers god fordeling av blokkstørrelse.
- Avvik fra planlagt murfront (utstikkende stein i visflaten) skal ikke (i snitt) overstige +/- 50mm. Enkelte ujevne steiner utover dette kan aksepteres.
- Fugene skal ha minst mulig hulrom, og steiner skal mest mulig låses innbyrdes.
- Det velges ut stein med god steinform og høy steinkvalitet (steinkl. 1 og 2). Steinene må tåle håndtering under opplastning, transport og muring.
- Drenering i bakkant av tørrmurene må sikres slik at det ikke oppstår vanntrykk.
- Muren må dimensjoneres slik at den har tilstrekkelig sikkerhet mot brudd i henhold til gjeldende regelverk. Nødvendig bredde vil avhenge av høyde, belastning, grunnforhold og terrenghelning.

En vil sjelden klare å oppnå fullt ut alle punktene i oversikten ovenfor, men det er å forvente at murarbeidene i størst mulig grad etterstreber å etterleve ovenfor nevnte punkter.

Prinsippet bak bruk av tørrsteinsmurer som støttekonstruksjoner er at muren er en fleksibel konstruksjon som har en monolittisk oppførsel, dvs. at det ikke går plane vertikale fuger (spesielt i dybderetningen, men også i lengderetningen, særlig nært overflaten) av muren, og at muren derved samvirker som en konstruktiv enhet. Slike plane, vertikale fuger vil fungere som avløsende, vertikale sprekkeplan som det kan gå skjærbrudd langs. Ved slike skjærbrudd kan muren få store deformasjoner eller deler av muren kan falle ut.

For å redusere risikoen for brudd i muren er den vanligste mureteknikken å mure tørrmurer i forband. Den mest optimale metoden er et systematisk forband med bruk av steiner med rette flater som står normalt på hverandre (rektangulære steiner). Å mure i forband betyr kort sagt at steinene eller blokkene i hvert skift skal forskyves sideveis i forhold til skiftet under. Ved bruk av tilnærmet rektangulær stein så vil steinene i hvert sjikt ligge med sine plane sidekanter orientert normalt og parallelt murfronten, og mot hverandre. Siden steinoverflatene sjelden er helt jevne, så har steinen normalt sett noen få kontaktpunkter mot steinene på sidene (og tilsvarende mot steinene i skiftene under og over skiftene), selv om steinene har en rektangulær form.

I påfølgende kapitler er det gjort en tilstandsvurdering av murer langsmed fv. 244 sett opp mot de krav og anbefalinger som er nevnt ovenfor. Vi har ikke informasjon om når eller hvordan murene er bygget, vurderingene er derfor kun basert på det som er mulig å observere.

#### 3.1 Veipel 520-550 ved gnr./bnr. 24/86

Muren består i hovedsak av ordnet stein med relativt lik størrelse på stein ved fot og ved topp. Høyden ble målt til å være opp mot 210 cm fra bakkeplan til topp. Det er ukjent hvordan murene er fundamentert og hvor dypt under terreng fundamentet ligger. Observasjoner av berg i dagen kan tyde på at deler av murene kan være fundamentert på berg, se Figur 3-1. Målinger av murtykkelse

## Tilstandsvurdering av tørrmurer, vurdering av masser og geoteknisk rådgivning

indikerte en tykkelse som hovedsakelig varierte mellom 30-50 cm i målbare områder. Terrasse i bakkant av muren ligger på det nærmeste ca. 2 m fra topp mur.

Det er benyttet relativt liten stein og murene bærer preg av deformasjon, se Figur 3-3. Trolig er muren en typisk ensteinsmur og har derfor en begrenset tykkelse. En stor andel av steinene er også relativt tynne, noe som gjør steinen utsatt for oppsprekking. Enkelte deler av murene har også tydelig skader og tegn på utrasing, se Figur 3-4 og Figur 3-5. Bildene viser også at det befinner seg busker plantet like i bakkant av topp mur på enkelte plasser. Dette kan medføre ytterligere deformasjoner til muren som følge av rotvekst i selve murlegemet, og fare for at sterk vind kan rive med buskene og deler av murene.

Observerte murer langs veipel 520-550 står sannsynligvis med lav sikkerhet i henhold til gjeldende regelverk og er ikke murt etter gjeldende krav og anbefalinger. Arbeid som påvirker grunnen nær murene kan føre til ytterligere deformasjoner og utrasing av murene.



Figur 3-1: Observasjon av berg i dagen i område med tørrmur.



*Figur 3-2: Bildet er tatt i nordvestlig retning mot stigende veipel nr. langs fv. 244. Viser deler av mur som ligger fundamentert ved veiskulder.*



*Figur 3-3: Bildet er tatt i retning mot Frekhaug senter og viser tydelig deformasjon i deler av murene.*





Figur 3-4: Bildet viser observert skade/utrasing i del av mur med begrenset høyde.



Figur 3-5: Bildet viser observert skade/utrasing i del av mur med begrenset høyde.

### 3.2 Veipel 550-580 ved gnr./bnr. 24/5

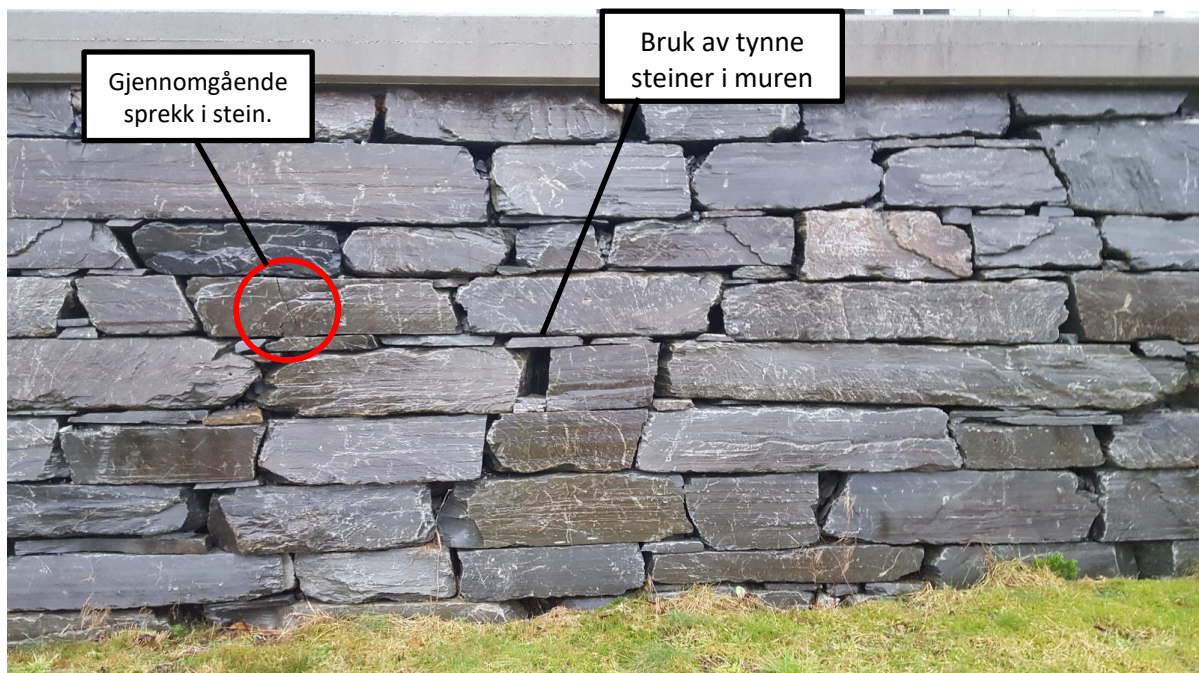
Muren bærer preg av å være relativt ny med støpekant for gjerde ved topp mur. Høyden ble målt til å være opp mot 230 cm fra bakkeplan til topp støpekant. Det er ukjent hvordan murene er fundamentert og hvor dypt under terreng fundamentet ligger. Det ble ikke observert berg i dagen nær muren. Målinger av murtykkelse ved toppstein indikerte en tykkelse som hovedsakelig varierte mellom 50-70 cm i målbare områder. Avstanden fra topp mur til bakenforliggende bolig ligger i området 4-5 m, men søyler for balkong er fundamentert noe nærmere topp mur.

Det er benyttet relativt god størrelse på stein og murene bærer ingen preg av større deformasjon, men det ble observert gjennomgående sprekk i enkeltstein, se Figur 3-7. Visflaten er jevn og uten observerte avvik, og muren har trolig en helning i området 10:1. Murhjørne mot sørøst er ikke utført optimalt og har trolig redusert styrke i dette området, se Figur 3-6. Videre ble det også observert enkelte områder med redusert forband, se Figur 3-6 og Figur 3-8. Enkelte av steinene er også relativt tynne, noe som gjør steinen utsatt for oppsprekking.

Observerte murer mellom veipel 550-580 har trolig en sikkerhet nær dagens krav i henhold til gjeldende regelverk. Muren er i hovedsak murt etter gjeldende krav og anbefalinger, men det er funnet enkelte svakheter. Dersom det skal utføres terrenginngrep nær murens fundament anbefaler vi at geoteknisk prosjekterende gjør en beregningsmessig vurdering av murens sikkerhet før arbeid påbegynnes. Tekniske detaljtegninger av murens oppbygging bør fremskaffes dersom dette er tilgjengelig, og vil danne et godt grunnlag for beregningene.



Figur 3-6: Bilde viser område av muren med dårlig forband (bandtjuv indikert med rød strek). Endeavslutningen (hjørnet) på muren er også dårlig utført i dette området.



Figur 3-7: Det ble observert en gjennomgående sprekk i enkeltstein i muren.



Figur 3-8: Bilde viser område av muren med dårlig forband (bandtjuv indikert med røde streker).

### 3.3 Veipel 670-710 ved gnr./bnr. 24/71

Muren består i hovedsak av ordnet stein med relativt lik størrelse på stein ved fot og ved topp. Høyden ble målt til å være opp mot 1 m fra bakkeplan til topp. Det er ukjent hvordan murene er fundamentert og hvor dypt under terreng fundamentet ligger. Videre ble det ikke observert berg i dagen nær mur, men det befinner seg organisk vekst på topp av hele muren. Målinger av murtykkelse ble ikke utført grunnet organisk vekst ved topp. Ettersom steinen i muren er relativt liten antas det å være en typisk ensteinsmur, hvor tykkelsen trolig ligger i området 30-50 cm. Terreng i bakkant av muren er svakt hellende uten permanente belastninger nær topp mur.

Observert mur langs veipel 670-710 står sannsynligvis med lav sikkerhet i henhold til gjeldende regelverk og er ikke murt etter gjeldende krav og anbefalinger. Arbeid som påvirker grunnen nær murene kan føre til ytterligere deformasjoner og utrasing av muren.



Figur 3-9: Bilde tatt nordvestlig retning mot stigende veipel nr. Endeavslutning av mur.



Figur 3-10: Bilde tatt mot nord. Viser midtre del av mur.



Figur 3-11: Bilde tatt mot nordøst. Viser midtre del av mur mot avslutning mot tilkomstvei.



Figur 3-12: Bilde er tatt mot nord. Viser muravslutninger mot tilkomstvei.



Figur 3-13: Bilde tatt mot nord. Viser resterende del av mur mot synkende veipel nr.



Figur 3-14: Viser resterende del av mur og endeavslutning mot synkende veipel nr.

## 4 Anbefalte løsninger

De alternative løsningene og anbefalinger som nevnes i følgende kapittel er kun innledende vurderinger. Det finnes også andre metoder og løsninger som kan benyttes. En mer inngående vurdering av metoder og løsninger skal utføres av rådgivende ingeniør når valg av planalternativer og plassering av tiltak er nærmere bestemt.

### 4.1 Rundkjøring fv. 564

Grunnundersøkelser avdekket varierende forhold direkte under og like ved skissert plassering av rundkjøring på fv. 564. Berggrunnen har en betydelig nedadrettet helning mellom borpunktene nr. 2014, nr. 2026 og nr. 2028 som utgjør linje for relativt grunne sonderinger, og borpunktene nr. 2015, nr. 2016 og nr. 2017 som utgjør relativt dype sonderinger. Sondringene antyder også betydelige mektigheter med setningsømfintlige masser i dette området.

Etablering av rundkjøring i dette området vil kunne medføre betydelige setningsproblemer. Det vil være meget vanskelig å masseutskifte til nødvendig dybde for å unngå at setningsømfintlige torvmasser blir liggende igjen under de tilførte massene. Deler av rundkjøringen vil dermed være godt fundamentert, og resterende del vil ha et betydelig setningspotensial, noe som sannsynligvis vil gi markante skjevsetninger over tid. Mulige forbedrende tiltak kan være dypkomprimering eller å masseutskifte med forbelastning.

Dypkomprimering kan utføres ved hjelp av loddslipp fra kran i et gitt mønster, vanligvis med flere dropp i hvert krater og flere overfarer (dynamisk komprimering). Den primære hensikten er å redusere porøsitet og dermed setningspotensialet. Dessuten fører metoden til forbedring av bæreevnen.

Dynamisk dypkomprimering med lodd anbefales og benyttes hovedsakelig i friksjonsmasser fra sand til grov steinfylling. Ved fyllinger i sjø/vann eller ved høy grunnvannstand er det ikke ønskelig å benytte dypkomprimering før terrengnivået er hevet til et nivå som hindrer loddslipp i vann (Fallenergien dempes vesentlig i vann og faren for steinsprut er stor). For å måle effekten av dypkomprimeringen måles terrengnivået før og etter. Dypkomprimering medfører fare for deformasjoner på omgivelsene og det bør derfor monteres setningsbolter på utsatte konstruksjoner. Ved dypkomprimering nær fyllingskanter, kan det være behov for å utføre forutgående stabiliseringstiltak, som utlegging av motfylling i bratte, labile skråninger. Prosjekterende innen geoteknikk må gjøre vurderinger rundt dette i prosjekteringsfasen.

Mobiliseringskostnaden er stor, slik at kvadratmeterprisen for mindre områder vil bli relativt høy. Kostnaden er også avhengig av tilgangen på sprengsteinsmasser.

I tilfeller hvor forbelastning benyttes, vil det masseutskiftes med en overlaster. Metoden går ut på å belaste grunnen slik at den konsolideres for en spenning tilsvarende eller høyere enn den planlagte belastningen. Forbelastningen påskynder setningsforløpet og gir en viss økning i grunnens skjærstyrke. Det kan legges ut midlertidige motfyllinger for å bedre stabiliteten dersom det er plass til dette. For å oppnå maksimal effekt må metoden vurderes tidlig i planfasen slik at forbelastningen får ligge tilstrekkelig lenge. Ved bruk av denne metoden må prosjekterende innen geoteknikk gjøre en vurdering av nødvendig overhøyde på fylling, breddeomfang på forbelastningsområdet og anslå tiden fyllingen må ligge. Det kan bli nødvendig med forbelastning over lang tid, varigheten bestemmes ved å gjøre setningsmålinger underveis til setningshastigheten har avtatt tilstrekkelig.

En mulig løsning kan være å flytte planlagt rundkjøring så langt som mulig i retning dagens T-kryss. Ettersom boringene viser betydelig mindre løsmassemektheter, vil det kunne masseutskiftes til berg i større grad, behov for mengde tilførte masser reduseres og potensiale for setninger reduseres betraktelig.

Valg av løsning bør ses opp mot øvrige tiltenkte planer og tiltak for området. Dersom Langelandstjørna og tilhørende myrområder planlegges utfyllt, kan det være aktuelt å benytte dypkomprimering/forbelastning også i disse områdene. Utfylling i større deler av myrområdene kan åpne for nye muligheter hva gjelder plassering av rundkjøring og gunstig veiutforming. Mobilisering av for eksempel dypkomprimeringsutstyr blir mindre sett opp mot areal som skal bearbeides, og det frigjøres på sikt et større areal å benytte i anleggsfasen.

Både dypkomprimering og forbelastning vil kreve masseutskiftning av store volum og til store dybder som medfører risiko for utglidninger og skader på nærliggende konstruksjoner og infrastruktur. Behov for omkjøringsveg i anleggsperioden må vurderes og arbeidene må detaljprosjekteres og følges nøye opp. Torvmassene som kjøres bort vil være nærmest flytende og derfor være krevende å transportere, før oppstart må det planlegges og opparbeides en egnet deponeringsplass.

Dersom det blir bestemt å ikke gjøre noe med Langelandstjørna kan det være mulig å pelefundamentere ny vei og rundkjøring. Dette kan for eksempel gjøres ved bruk av myrbru der last overføres til fast grunn eller berg ved bruk av peler med pelehatter. Alternativt kan ny vei og rundkjøring etableres på en pelefundamentert betongplate.

#### 4.2 Parkeringsplass/fylling ved Langelandstjørna

Ettersom boringene viser at det sannsynligvis befinner seg setningsømfintlige masser under deler av fyllingen/parkeringsplassen, vil ytterligere belastning kunne medføre nye eller økte setninger. Dersom det planlegges etablert konstruksjoner, heving av grunnen etc. vil det være nødvendig å utføre tiltak som reduserer setningspotensialet. Anbefalte tiltak kan være masseutskiftning med lette fyllmasser, dypkomprimering, peling eller forbelastning.

Lette masser kan benyttes til oppbygging av fylling når de geotekniske forholdene gjør at vekten er avgjørende for stabilitets- og eller setningsforholdene. Oppdriften av materialene kan skape problemer ved høy vannstand. Det skal sikres at tyngden av fyllingen er større enn oppdriften ved maksimal flomvannstand. Typiske lette fyllmasser kan bestå av lettklinker, skumglass eller ekspandert polystyren (EPS).

### 4.3 Fv. 244 Sagstadvegen

I henhold til plantegninger vil deler av fv. 564 Sagstadvegen senkes noe i forhold til dagens veinivå. Den vil også legges noe om, hvor tiltenkt gang og sykkelvei i hovedsak følger dagens veitrase og ny senterlinje legges noe sør for dagens senterlinje. Det kan også bli aktuelt å legge diverse kabler og ledninger i grunnen under gang- og sykkelvei. Et resultat av endringene blir hovedsakelig etablering av begrensede løsmasseskjæringer for masseutskiftning, samt at eksisterende murer langs veien kan komme i konflikt med inngrepene.

De utførte grunnundersøkelsene langs veistrekket viser i hovedsak beskjedne mektigheter med løsmasser, i hovedsak torv og/eller sandige, grusige masser over berg, men det kan være variasjoner som ikke har blitt registret på grunn av lang avstand mellom sonderingspunktene. Det anbefales å masseutskifte med egnede veifyllingsmasser i hele dybden til berg for å unngå setningsproblematikk i fremtiden. Ettersom ingen av grunnboringene er utført i selve veikroppen er det vanskelig å si noe om det befinner seg setningsømfintlige masser under dagens veikropp. Det er likevel sannsynlig at det ble foretatt en masseutskiftning til berg da fv. 244 ble etablert, ettersom løsmassemektigheten i området er såpass begrenset.

Inngrep nær eksisterende tørrmurer langs Sagstadvegen kan medføre deformasjoner, utrasing og skader på bakenforliggende konstruksjoner og mark. I den grad det er mulig bør det unngås å grave inntil eksisterende murer. Geoteknisk prosjekterende må vurdere endelig trygg avstand til murfot gjennom beregninger i prosjekteringsfasen, og ved utførelse må det kontrolleres at forholdene er som forutsatt. Dersom trygg avstand ikke blir mulig å opprettholde, vil det kunne bli behov for sikring av konstruksjoner/terreng i bakkant/seksjonsvis graving eller kontrollert nedbygging og reetablering av murene. Det kan også bli aktuelt å overvåke utsatte konstruksjoner/murer ved for eksempel setningsmålinger.

### 4.4 Endring av grunnvannsnivå

Dersom planlagte tiltak kan medføre endring av grunnvannsnivå, enten i anleggsfasen i eller permanent, kan dette medføre setninger også i omkringliggende terreng. Det anbefales at rådgivende ingeniør innen vassdragsteknikk (VA) utfører vurderinger knyttet til grunnvannsforhold, gjennomstrømning og flom forut for endelig prosjektering og anleggsfase.

## 5 Referanser

- [1] Multiconsult AS, «617038-RIG-NOT-003 Tolkning av grunnforhold,» 2018.
- [2] Statens vegvesen, «Rapport nr. 513 - Grunnundersøkelser Frekhaug,» 21.2.1983.
- [3] Multiconsult AS (Noteby), «Rapport nr. 52210-1, Frekhaug Senter. Langelandstjørna,» Sep. 1998.
- [4] Multiconsult AS, «617038-RIG-NOT-002 Forslag til supplerende grunnundersøkelser,» 2017.
- [5] Statens vegvesen, «Rapport nr. 30210-GET-1 Fv. 564 Frekhaugkrysset inkl. utbetring av fv. 244. Datarapport.,» 8.11.2017.
- [6] Norsk Geoteknisk Forening (NGF), «Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk. Identifisering og klassifisering av jord,» 2011.
- [7] SINTEF Byggforsk, «Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring,» Mai 2012.
- [8] Statens vegvesen, «Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging,» Jun. 2014.
- [9] Standard Norge, «Komprimering - Krav og utførelse,» NS 3458:2004, Nov. 2004.
- [10] Kontrollordningen For Asfaltgjenvinning (KFA), «Forslag til retningslinjer for asfaltgjenvinning varm, kald og ubundet. Infoskriv 11.01,» Feb. 2002.
- [11] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» Norges Geologiske Undersøkelse, Okt. 2017.
- [12] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» Norges Geologiske Undersøkelse, Okt. 2017.
- [13] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), «[www.atlas.nve.no](http://www.atlas.nve.no)».