

ByBo AS

► Detaljregulering omkjøringsveg Ytrebygda veg I-III

Geoteknisk vurderingsrapport

Oppdragsnr.: 52105135 Dokumentnr.: 52105135-RIG-R03 Versjon: J01 Dato: 2024-03-18



Oppdragsgiver: ByBo AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Thorbjørn Haug
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde
Oppdragsleder: Torbjørn Sivertsen
Fagansvarlig: Knut-Johan Fagerland Kjelstad
Andre nøkkelpersoner: Sivert Ansgar Orten

J01	2024-03-18	For Bruk	SivOrt	KnuKje	TSi
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammen drag

I forbindelse med reguleringsplan for ny fylkesveg og gang- og sykkelveg i Blomsterdalen i Bergen er Norconsult Norge AS engasjert av ByBo AS som rådgiver geoteknikk (RIG). Dette er en del av områdeplan i forbindelse med boligutvikling i området.

Norconsult er bedt om å gjøre et minimum av geotekniske utredninger for nåværende planfase, og grunnundersøkelser er derfor kun utført for avklaring av områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019. Det vurderes at tiltaket er byggbart ut ifra tilgjengelig kunnskap om grunnforhold, men valg av løsninger er svært usikre grunnet liten detaljkunnskap om grunnforholdene.

Denne rapporten tar for seg aktuelle momenter ved etablering av ny fylkesveg fra Hjeltestadvegen til Fleslandvegen, inklusiv usikkerhet og restrisiko knyttet til grunnforhold og geoteknikk. Utredning av områdestabilitet er dokumentert i egen rapport, se «52105135-RIG-R01 Vurdering av områdestabilitet» [1]

Grunnundersøkelser gjort i området tyder på et topplag av torv/myr med mektighet mellom 0,5-2,0 m over fastere friksjonsmasser. Området domineres av kupert berg, med relativt liten løsmassetykkelse, men samtidig myr med stor mektighet. Dybde til fast grunn i/ved Vestratjørna er ukjent, men det er registrert opp mot 10 meter i ett punkt. Fra tidligere er det kjent myrdybder på inntil 14 meter ifb. med arbeider ved Hjeltestadvegen, og det er kjent at veien gled ut pga. grunnbrudd i myr ved tidligere veibygging ved Vestratjørna. To alternativer for etablering av vegen ansees som aktuelle. Det første alternativet innebærer masseutskifting av myra og etablering av veg med standard vegoverbygning. Ved masseutskifting reduseres setningsrisiko for vegen, men vegen får et stort klimaavtrykk grunnet myrens store evne til å lagre CO₂. Det er ikke sikkert det er mulig å masseutskifte helt om myrdybden er for stor. Ved et slikt tilfelle kan det kompenseres med fylling av lette masser, betinget at en har kontroll på oppdrift av de lette massene.

Andre alternativ innebærer en forbelastning av myra hvor myren presses sammen over tid og vegoverbygningen legges lagvis med jordarmering i overbygningen. Metoden forutsetter at en har tilstrekkelig tid til rådighet, samt at stabiliteten er ivaretatt ved en oppfylling av en viss høyde. Fyllingen legges vanligvis ut med en høyde høyere enn ferdig veg slik at grunnen får en større belastning en framtidig setningsgivende last fra vegfylling. Denne metoden gir større risiko for skadelige setninger på eksisterende infrastruktur.

En vurdering av et slikt skadepotensiale er ikke gjort for noen av de overnevnte løsningene. Hvis begge overnevnte løsninger viser seg å gi for stort skadepotensiale, eller sikkerhet mot utglidning/grunnbrudd ikke tilstrekkelig kan ivaretas, er det sannsynligvis behov for fysisk sikring med spunt eller stabilisering av myr med grunnforsterkning. Dette er metoder som gir store kostnader og stort klimaavtrykk.

Innhold

1	Innledning	5
2	Styrende dokumenter og myndighetskrav	6
2.1	Regelverk	6
2.2	Geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse, kontrollklasse og tiltaksklasse	6
3	Prosjekteringsforutsetninger	7
3.1	Grunnforhold	7
3.2	Designbasis	7
4	Geoteknisk prosjektering	8
4.1	Setninger	8
4.1.1	Setninger i torv	8
4.1.2	Setninger i sprengsteinsfylling	9
4.2	Vegoverbygning	9
4.3	Forbelastning	9
4.4	Masseutskifting	9
4.5	Drenering	10
4.6	Lette masser	10
4.7	Eventuelle støttekonstruksjoner	10
5	Videre arbeid og restrisiko	11
6	Referanser	12

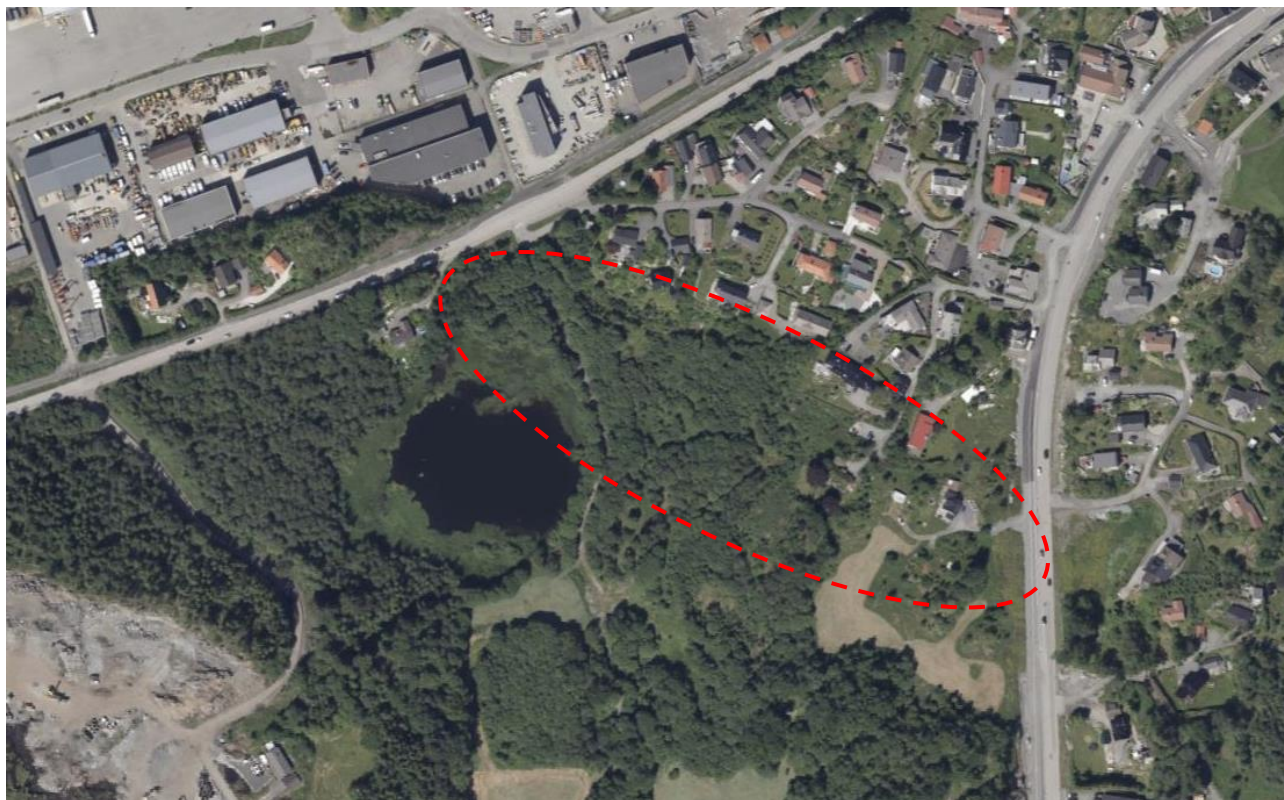
1 Innledning

Norconsult Norge AS er engasjert av ByBo AS for å vurdere ny omkjøringsveg i Ytrebygda i Bergen kommune. Ny fylkesveg samt gang- og sykkelveg vil knytte Fleslandvegen og Hjeltestadvegen og gå like nord for Vestratjørna i Blomsterdalen.

Grunnundersøkelser gjort i området tyder på et topplag av myr med mektighet mellom 0,5-2,0 m over fastere friksjonsmasser. Områdestabilitet er tidligere vurdert som ivaretatt, se rapport 52105135-RIG-R01 [2].

Formålet med denne rapporten er å presentere de geotekniske vurderingene som er utført samt videre usikkerheter og restrisiko knyttet til grunnforhold i området.

Det aktuelle området er vist i figur 1.



Figur 1: Omtrentlig plassering av ny omkjøringsveg

2 Styrende dokumenter og myndighetskrav

2.1 Regelverk

Gjeldende regelverk for geoteknisk prosjektering er gitt i:

- NS-EN 1990-1:2002 + A1:2005 + NA:2016 Eurokode 0 – Grunnlag for dimensjonering av konstruksjoner
- NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2020 Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering
- NS-EN 1998-1:2004 + A1:2013 + NA:2021 Eurokode 8 – Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning

I tillegg til dette benyttes følgende bøker fra Statens vegvesen der det er relevant:

- Håndbok N200 Vegbygging [3]
- Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [4]
- Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger [5]

2.2 Geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse, kontrollklasse og tiltaksklasse

Prosjekteringsforutsetninger	Valgt klasse	Referanse til regelverk	Kommentarer
Geoteknisk kategori	2	Eurokode 7 , 2.1 [6]	Geoteknisk kategori 2 anbefales fordi tiltaket omfatter konvensjonelle arbeider uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold
Pålitelighetsklasse (CC/RC)	1	Eurokode 0, tabell NA.A1(901) [7]. Tabell tillegg kommentarer relatert til vegbygging finnes i håndbok V220, tabell 1.1.1-1 [4].	Velges på bakgrunn av en forventet ÅDT < 1500 med gode omkjøringsmuligheter.
Prosjekteringskontrollklasse/ utførelseskontrollklasse (PKK/UKK)	1	Eurokode 0, tabell NA.A1(902) og tabell NA.A1(903) [7]	Prosjekter i pålitelighetsklasse 1 havner i prosjekteringskontrollklasse PKK1 og utførelseskontrollklasse UKK1.

3 Prosjekteringsforutsetninger

3.1 Grunnforhold

Det ble gjennomført grunnundersøkelser av Norconsult Boretteknikk i uke 3 og 4 i 2024, hvor det ble boret mellom 1,1 og 15,6 m i løsmasser. Totalt sett ble det gjennomført 5 totalsonderinger som viser økende løsmassetykkelse mot vest.

Ut ifra tolkning av sonderingsmotstand er det myrholdige masser med meget lav boremotstand i en tykkelse på omtrentlig 2 m i østlig og vestlig del av vegtraseen. Under dette er det ikke mulig å utelukke vesentlig innslag av humus. I mellom disse områdene er det registrert masser med høyere boremotstand. Informasjon fra grunneier tyder på at det er et gammelt massedeponi i området.

3.2 Designbasis

Naturlig undergrunn

For naturlig undergrunn bestemmes designparametere etter utførte grunnundersøkelser og tolkning av disse. Ettersom det ikke er utført laboratorieforsøk i området, benyttes erfaringsparametere fra håndbok V220. For videre detaljprosjektering vil det kunne være nødvendig med ytterligere sonderinger og prøvetaking av myrlaget.

Tilførte masser

Ved valg av designparametere for tilførte, komprimerte masser, tas det utgangspunkt i håndbok V220, tabell 3.6.2-1.

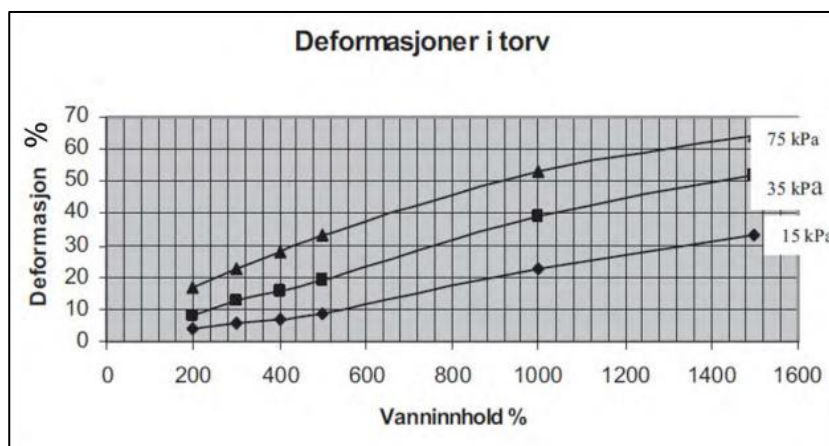
For setningsberegninger / overslag i komprimert sprengsteinsfylling, benyttes erfaringstall for modul med variasjonsområde $M = 50\,000 - 100\,000$ kPa.

4 Geoteknisk prosjektering

4.1 Setninger

4.1.1 Setninger i torv

Setningsberegninger er generelt sett beheftet med en del usikkerhet, og særlig for torv. I håndbok V220 er det gitt en grov erfaringssammenheng mellom deformasjon og vanninnhold i torven for ulik grad av tilleggsbelastning.



Figur 2: Deformasjoner i torv, hentet fra håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [4]

Torv egner seg godt for forbelastning da den har høy permeabilitet i naturlig tilstand og komprimeres raskt under belastning.

Det forventes større lagtidsetninger som følge av grunnvannssenkning i myra, enn som følge av tilleggsbelastningen fra vegfyllingen.

Beregningseksempel:

Antakelser for overslagsberegning:

- Fylling gir en tilleggsbelastning på ca. 15 kPa
- Antar et vanninnhold på 500 % for hele torvlaget
- Antar et torvlag på 2 m tykkelse

I henhold til Figur 2 vil det forventes en setning tilsvarende ca. 10 % av lagets tykkelse, som vil si i størrelsesorden 0,2 m.

Dersom vil følger sammenhengen i Figur 2 vil også drenering av myren resultere i setninger i like stor størrelsesorden. I tillegg til dette kommer effekten med nedbrytning av organisk materiale som vil akselereres som følge av bedre tilgang på oksygen ved lavt vanninnhold i torven. Denne setningen er vanskelig å kalkulere, men forventes å ha store lokale variasjoner.

4.1.2 Setninger i sprengsteinsfylling

Fyllinger av sprengstein vil ha en viss grad av egensetninger. For en sprengsteinsfylling lagt ut lagvis og komprimert, benyttes følgende erfaringstall:

- Egensetning på 0,1-0,5 % av fyllingsmekthet med lagvis oppfylling og komprimering

4.2 Vegoverbygning

Dersom vegen skal etableres direkte på myr bør overbygningen forsterkes med jordarmering for å hindre større differansesetninger langs vegen. For armering kan det benyttes geonett eller høystyrkeduk.

Høystyrkeduk kan benyttes under steinmasser av alle fraksjoner, også sprengstein. Denne duktypen har både armeringsegenskaper og separasjonsevne, slik at det ikke vil være behov for å bruke fiberduk mot undergrunnen. Geonett må derimot benyttes i kombinasjon med underliggende fiberduk.

På partier med bløt myr bør fiberduk eller høystyrkeduk legges direkte på vegetasjonsdekket. Myr er meget telefarlig, og bruk av fiberduk mot naturlig grunn hindrer inntrengning av humusholdige masser i vegoverbygningen.

Forsterkningslag skal bestå av bæredyktige, ikke telefarlig og godt drenerende masser med skarpkantet kornform. Forsterkningslag skal ha min. 5 % tverrfall før bærelag legges ut. Bærelag skal bestå av velgradert materiale med god stabilitet og bæreevne. Før slitelag legges skal det være tverrfall på min. 5 %, og bærelaget skal være godt komprimert.

4.3 Forbelastning

Byggherre må vurdere om det er ønskelig å benytte forbelastning med hensyn på kostnad og tid da en godt utført forbelastning skal ligge så lenge som mulig. Det må også gjøres en geoteknisk vurdering, samt risikovurdering med tanke på setning og skade på tilgrensende infrastruktur. Det forventes uansett at setningene i myra gjøres unna på relativt kort tid grunnet dens høye permeabilitet. Langtidssetninger som følge av grunnvannssenkning i myra forventes å være større enn setningene som følge av tilleggsbelastning fra vegfyllingen. Kapittel 8.8.1.2 i Statens vegvesens håndbok V220 kan benyttes for overslag på setningsforløp, med det kreves kunnskap om myrens egenskaper. Opptak av prøver samt laboratorieundersøkelser er derfor nødvendig.

Metoden forutsetter at en har tilstrekkelig tid til rådighet, samt at stabiliteten er ivaretatt ved en oppfylling av en viss høyde. Fyllingen legges vanligvis ut med en høyde høyere enn ferdig veg slik at grunnen får en større belastning enn framtidig setningsgivende last fra vegfylling.

Oppfylling gjøres etappevis med slake skråninger for å unngå sideveis deformasjoner.

4.4 Masseutskifting

I områder med dårlig grunn vil det kunne være aktuelt med masseutskifting. Ved bruk av denne metoden bør det vurderes om masseutskifting kan føre til ukontrollerte glidninger eller setninger av nærliggende terreng. Faren for at nærliggende eiendom kan ta skade bør også vurderes.

Ved masseutskifting risikerer en mindre setninger i vegen, enn ved forbelastning, men vegen får et stort klimaavtrykk grunnet myrens store evne til å lagre CO₂. Stabilitet av dagens vei kan også være en utfordring med masseutskifting, dersom denne ikke står på fast grunn i dag.

Ved masseutskifting av myr finnes det eksempler på flytting og reetablering av myr. Viktig momenter for å få til det på en god måte er:

- At utgravde masser holdes så fuktig som mulig og eksponeres for minimalt med oksygen ved utgraving, transport, mellomlagring og etablering av erstatningsareal.

4.5 Drenering

Ved bygging på deler av en myr vil byggingen føre til permanent drenasje på resterende deler av myren, som igjen vil gi setninger. I tillegg til dette vil volumet av myren som havner over nytt grunnvannsnivå over tid brytes ned og vil måtte medregnes i totale CO₂-utslipp.

Det er viktig at drenggrøfter på myr anlegges i god avstand fra veikant ettersom grøfting av myr i nærheten av vegen fjerner rotarmering fra vegetasjonslaget og reduserer dermed bæreevnen.

Det vil kunne være nødvendig å etablere leirpropper eller lignende for å begrense vannstrømning og drenering av myra.

4.6 Lette masser

Det kan også være aktuelt med bruk av lette masser i vegoverbygningen for å unngå store tilleggsbelastning på torv og tilhørende setninger. Dette forutsetter at de lette massene legges over grunnvannsstand for å hindre oppdrift, samt at det legges et bærelag av tynge masser over.

4.7 Eventuelle støttekonstruksjoner

Dersom det ansees vanskelig å opprettholde god nok stabilitet i anleggsfase vil det kunne være nødvendig med midlertidige støttekonstruksjoner. Aktuelle støttekonstruksjoner vil kunne være grøftekasser eller spunt.

5 Videre arbeid og restrisiko

Dybder til berg

Dybder til berg er svært varierende i området. Denne usikkerheten bør tas med i kostnadsestimat for utførelse. Det kan bli avvik i medgåtte mengder av sprengning, bortkjøring av stein og jord. Det bør vurderes om man behøver flere sonderinger for bedre kartlegging av bergnivå i området.

Miljøfarlige masser

Miljøfarlige masser/avfall i massedeponi er ikke avklart. Dette må tas med i videre planlegging og det bør utføres undersøkelser for dette i neste fase.

Setningspotensiale i myr

Setningspotensialet i myr bør undersøkes ved prøvetaking. Det bør også undersøkes om dagens veg over området står helt eller delvis på myr. Fundamentering av bygninger som kan være utsatt for setninger ved grunnvannssenking i myra bør også undersøkes. Alle bygg med underliggende myr/torv i nærområdet er utsatt for setninger som følge av tiltaket.

Myrdybder bør kartlegges ved supplerende undersøkelser for å kunne beregne setninger, og vurdere mulighet for fullstendig eller delvis masseutskifting. Fare for skade på nærliggende infrastruktur fra setninger bør undersøkes, og bæreevne/stabilitet på dagens vei må kontrolleres opp mot de geotekniske tiltakene som planlegges videre. Det er også fare for differansesetninger i overgang mellom berg/fast grunn og myr.

Ved planlagt rundkjøring i vest er det i dag et rør, som må utvides. Differansesetninger fra ny fylling kan gjøre dette komplisert. Det bør gjøres egne undersøkelser, vurderinger og beregninger for denne.

6 Referanser

- [1] Norconsult Norge AS, «52105135-RIG-R01 Vurdering av områdestabilitet».
- [2] Norconsult Norge AS, «52105135-RIG-R01 Vurdering av områdestabilitet - geoteknisk rapport,» 2024 .
- [3] Statens vegvesen, «Håndbok N200 - Vegbygging,» 2022.
- [4] Statens vegvesen, «Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging,» 2022.
- [5] Statens vegvesen , «Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» 2014.
- [6] Standard Norge, "NS-EN-1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Almenne regler".
- [7] Norsk Standard, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, versjonsdato 2016-05-01: Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner,» 2016.