

Innlandet Fylkeskommune

► Fagerlundveien

Geotekniske vurderinger

Oppdragsnr.: 52108523 Dokumentnr.: RIG-R02 Versjon: J01 Dato: 2022-02-09



Oppdragsgiver: Innlandet Fylkeskommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Ragnar Bjørnstad
Rådgiver: Norconsult AS, Retirovegen 4, NO-6019 Ålesund
Oppdragsleder: Aina Svenning
Fagansvarlig: Ingelin Gjengedal (geotekniker)
Andre nøkkelpersoner: Simone Dorigato (geotekniker)

J01	2022-02-09	For bruk	IngGj	SiDor	AinToe
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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

Innlandet Fylkeskommune har engasjert Norconsult AS i forbindelse med at det skal utarbeides teknisk plan og byggeplan for nytt fortau og vann- og avløpsanlegg langs Fagerlundveien i Ringsaker kommune.

Det er tidligere utført geotekniske grunnundersøkelser, og denne rapporten oppsummerer de geotekniske vurderingene.

De geotekniske vurderingene omfatter stabilitet av graveskråninger, beskrivelse av grunnforhold (spesielt i området til den fremtidige broen over Båhusbekken), samt å dimensjonere ny del av støttemur langs Fagerlundveien/Kirkeveien.

Innhold

1	Forutsetninger	5
2	Grunnforhold	6
2.1	Utførte grunnundersøkelser	6
2.2	Beskrivelse av løsmasser sør for bro/Båhusbekken	6
2.3	Løsmasser innenfor mur	6
2.4	Beskrivelse av løsmasser ved bro	6
2.5	Nord for bro/Båhusbekken	6
3	Stabilitet av graveskråninger	7
4	Støttemur	8
4.1	Eksisterende mur	8
4.2	Sikkerhet mot naturpåkjenninger	8
4.3	Jordskjelv	8
4.4	Krav til dimensjonering	9
4.4.1	Konsekvens- og pålitelighetsklasse – NS-EN 1990	9
4.4.2	Geoteknisk kategori – NS-EN 1997-1 – Punkt 2.1	10
4.4.3	Materialkoeffisient – Håndbok N200 fra Statens Vegvesen	10
4.5	Geotekniske parametre	10
4.6	Forutsetninger	10
4.7	Murdimensjonering	11
4.8	Kontroll av mur	11
5	Referanser	13

1 Forutsetninger

Innlandet Fylkeskommune har engasjert Norconsult AS i forbindelse med at det skal utarbeides teknisk plan og byggeplan for nytt fortau og vann- og avløpsanlegg langs Fagerlundveien i Ringsaker kommune.

Det er utført geotekniske grunnundersøkelser, som er presentert i Ref. [1].

De geotekniske vurderingene omfatter stabilitet av graveskråninger, vurdering av grunnforholdene i området og vurderinger tilknyttet en mur. En del av den eksisterende muren langs Fagerlundveien som svinger opp Kirkeveien skal flyttes, og det er utført geotekniske vurderinger tilknyttet oppføring av ny murdel.

Området er vist i Figur 1.



Figur 1 Oversiktsbilde (kart hentet fra www.norgeskart.no), rødstiplot linje viser den aktuelle strekningen langs Fagerlundveien

2 Grunnforhold

2.1 Utførte grunnundersøkelser

Det er utført totalsondering i 14 posisjoner, og prøvetaking med naver i 7 posisjoner. Totalsonderinger er utført til mellom 3,6 og 11,3 meters dybde, og det er påtruffet berg i 8 posisjoner. I noen posisjoner var det vanskelig for grunnborere å tolke overgangen fra morene til berg. Se øvrige detaljer i Ref. [1].

2.2 Beskrivelse av løsmasser sør for bro/Båhusbekken

Grunnundersøkt område starter i vegkrysset Bakkehaugveien/Fagerlundveien. Det er utført grunnundersøkelser i 6 posisjoner (TS31 – TS43) mellom dette vegkrysset og broen over Båhusbekken.

I de fleste posisjonene er det påtruffet meget faste masser i hele boreddybden, enten bestående av fast lagret sand og grus, eller av antatt morenemasser. Unntaket er posisjonene TS32 og TS41, der det er påtruffet et mindre fast lag i boreddybden. I posisjon TS32 er dette laget fra 0,5 til 2,5 meter under terrengnivå, og ligger derfor innenfor aktuell gravedybde for tiltaket. I posisjon TS41 ligger laget dypere (4,0 – 8,0 meter under terrengnivå), og det kan derfor forventes meget faste masser innenfor gravedybden ved denne boringen.

I posisjon TS42 er det stort sett meget faste masser i hele boreddybden, med unntak at et tynt, litt svakere lag 1 meter under terrengnivå. Det er påtruffet antatt berg på 3,8 meters dyp. I Posisjon TS43 er det sammenlignbare løsmasser, men det litt svakere laget er ca. 2 meter, og ligger over meget faste morenemasser. Det er antatt at det litt svakere laget består av sandige masser med innhold av grus.

2.3 Løsmasser innenfor mur

Totalsondering i posisjon TS33 er utført i hagen på eiendommen med gnr/bnr.: 32/2. Her er det påtruffet et topplag med antatt matjord til 1 meters dybde, deretter er det meget faste masser, antatt morene, i resterende boreddybde over berg. Berg er påtruffet på 8,70 meters dyp.

2.4 Beskrivelse av løsmasser ved bro

Posisjonene TS34 (med tilhørende prøvetaking i P34), TS36, TS37 (med tilhørende prøvetaking i P35) og TS38 er utført for brua over Båhusbekken.

Det er påtruffet berg i alle posisjonene, og dybden til antatt berg varierer mellom 3,6 og 4,9 meter. På sørsiden av broen er løsmassene stort sett faste, med innslag av et mindre fast lag på 1,5 – 2,0 meters dybde. Ellers er løsmassene meget faste i hele boreddybden.

På nordsiden av broen er det, under et fast topplag, et mindre fast lag fra ca. 1,0 – 2,5 meter under terrengnivå. Under dette er løsmassene meget faste over berg.

2.5 Nord for bro/Båhusbekken

På resterende del av grunnundersøkt strekning er det, under et fast topplag, middels fast lagrede løsmasser til 3,0 – 4,0 meter under terrengnivå. Før berg er påtruffet er det et lag med meget faste masser, og dybde til berg varierer mellom 4,2 og 5,5 meter.

3 Stabilitet av graveskråninger

Når det gjelder stabilitet av graveskråninger er det skilt mellom to type masser:

- Friksjonsmasser: løst og middels fast lagrede løsmasser, bestående hovedsakelig av sand og grus
- Morenemasser: meget fast lagrede løsmasser, som kan inneholde alt fra leire til stein og blokk

For friksjonsmasser skal det anvendes en midlertidig graveskråning på 1:1,5, og for morenemasser gjelder 1:1.

For området sør for bro/Båhusbekken (beskrevet i kap. 2.2) antas det at det for det meste kan anvendes en graveskråning på 1:1, med unntak av området rundt posisjon TS32, der det kan anvendes en graveskråning på 1:1,5.

For strekningen nord for broen/Båhusbekken antas det at det må graves med helning 1:1,5, basert på de utførte boringene.

Merk at beskrivelse av grunnforholdene strengt tatt bare er gyldig i de undersøkte posisjonene, og at grunnforholdene kan variere mellom posisjonene.

Det er ikke utført prøvetaking med tilhørende laboratorieanalyser av morenen (forsøk på prøvetaking var mislykket på grunn av for stor motstand for naver) så det er usikkert hvor stor andel det er av de forskjellige kornstørrelsene. Graveskråninger i morene kan stå brattere i korte perioder, men merk at denne type masser kan bli flytende ved kontakt med vann. Skråninger bør derfor tildekkes under nedbørsperioder dersom de skal stå åpne over lengre tid.

Av hensyn til grøftens stabilitet i anleggsfasen anbefales det å:

- ikke plassere ekstra last (gravemasser eller tilførte knuste masser) ved siden/på kanten av grøften.
- pumpe vann fra bunnen av grøfta i kortere perioder når det er nødvendig, for å ha visuell kontroll på utførelse av arbeid.
- arbeide i korte seksjoner: det anbefales å grave, plassere vann- og avløpsanlegg og fylle masser tilbake før man starter med neste seksjon.
- Ikke la grøfter stå åpne i lengre perioder (for eksempel over en helg) uten at den sikres/dekkes til

Stabilitet av graveskråningene må vurderes undervegs i gravearbeidene, og geotekniker skal kontaktes dersom det er knyttet usikkerhet til grøftens stabilitet, eller dersom det påtreffes andre type løsmasser enn forventet.

4 Støttemur

I det følgende er det oppsummert geotekniske vurderinger utført i tilknytning støttemuren som står mellom eiendommene med gnr/bnr 32/438 og 32/2, og Fagerlundveien/Kirkeveien. En del av denne muren må fjernes og bygges opp på nytt i forbindelse med etablering av fortau.



Figur 2 Eksisterende støttemur langs Fagerlundveien/Kirkeveien. Bildet er hentet fra Google Maps.

4.1 Eksisterende mur

Den eksisterende muren er en blokkmur, bygget opp av blokker av type «stor trønderblokk» (antatt ut ifra Tabell 41 i kapittel 517.342 i Byggforskserien [2]).

Blokkene er 40 cm høye, og 50 cm brede i lengderetning. Toppblokken er 60 cm bred i tverretning, og bunnblokken er 70 cm bred. Muren har en fronthelning på mellom 2,5:1 og 3:1.

Muren er lavest langs Fagerlundveien og høyest langs Kirkeveien, med en maksimal høyde på ca. 2,5 meter (over terrengnivå).

4.2 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger [2] skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres på en slik måte at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger som flom, stormflo og ras.

Som en del av geotekniske vurderinger utføres det kontroll i NVE Atlas om det er registrerte naturfarer i det aktuelle området. Dette utføres for å kontrollere mot naturfarer som påvirker faget geoteknikk og ingeniørgeologi.

NVEs faresone- og aktsomhetskart [3] viser at muren ligger i en sone som er markert som aktsomhet for marin leire. De utførte grunnundersøkelsene viser at det ikke er påtruffet leire/sprøbruddmateriale/kvikkleire i området ved muren eller i øvrig grunnundersøkt område langs den aktuelle strekningen.

Ellers viser NVE Atlas at området ikke ligger innenfor noen kartlagte fare- eller aktsomhetssoner, med tanke på fjell- og løsmasseskred. Det er heller ikke registrert skredhendelser på eller i nærheten av området.

4.3 Jordskjelv

Iht Eurokode 8 – del 5 [4] skal permanente støttekonstruksjoner dimensjoneres for seismiske krefter. Det skal påses at støttekonstruksjonens funksjon ivaretas under jordskjelvbelastning, og at konstruksjonen fungerer etterpå uten betydelig skade.

Iht Eurokode 8 – del 1 [5] kan påvisning av motstand mot seismisk påvirkning utelates for tilfeller som oppfyller visse kriterier. Se Figur 3.

NA.3.2.1(5) For konstruksjoner i seismisk klasse I-IIIa kan påvisning av motstand mot seismisk påvirkning etter NS-EN 1998 utelates for tilfeller som oppfyller ett av følgende kriterier:

- konstruksjoner i seismisk klasse I;
- konstruksjoner der grunntype er A-E og med beliggenhet der grunnakselerasjon inklusiv grunnforsterkning tilfredsstiller formelen $a_g S \leq 0,50 \text{ m/s}^2$;
- konstruksjoner der grunntype er A-E med beliggenhet der grunnakselerasjon tilfredsstiller formelen $a_g \leq 0,30 \text{ m/s}^2$;

Figur 3 Utklipp fra Eurokode 8 - del 1

Grunnforholdene i området ligger innenfor grunntype A – C, og referansespissverdien, a_{gR} , for Ringsaker kommune er iht Tabell NA.3.2 (903) [5] lik $0,2 \text{ m/s}^2$.

Dimensjonerende grunnakselerasjon, a_g , er lik referansespissverdi (a_{gR}) * seismisk faktor (γ_I). Seismisk faktor bestemmes av seismisk klasse, og iht Tabell NA.4 (902) havner støttemurer i seismisk klasse 1, og i noen tilfeller klasse 2. Ved bruk av seismisk klasse 2 blir seismisk faktor, γ_I , lik 1,0.

Utelatelseskriteriet $a_g \leq 0,3$ er derfor tilfredsstilt, og støttemuren trenger derfor ikke å dimensjoneres for jordskjelvkrefter.

4.4 Krav til dimensjonering

I forbindelse med dimensjonering av ny del av muren, er det fastsatt konsekvens- og pålitelighetsklasse, geoteknisk kategori og krav til materialkoeffisient.

4.4.1 Konsekvens- og pålitelighetsklasse – NS-EN 1990

Eurokode 0 [6] definerer tiltakets plassering med hensyn til konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC).

Definisjoner av konsekvensklasse er gitt i Tabell B1. Veiledende eksempler på klassifisering av tiltak i pålitelighetsklasse er vist i Tabell NA.A1(901).

Basert på dette velges det å sette prosjektet i **konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 2**: fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold.

Ved CC/RC 2 skal også prosjekterings- og utførelseskontrollklasse settes til hhv. **PKK2** og **UKK2** i henhold til Tabell NA.A1(902). Dette innebærer krav til egenkontroll og sidemannskontroll, samt utvidet kontroll.

Utvidet kontroll skal i henhold til Eurokode 0 «utføres i byggherrens regi enten av byggherrens egen organisasjon eller et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte arbeidene».

I henhold til Eurokode 0 punkt NA.A1 (903.4) kan utvidet kontroll i prosjekteringskontrollklasse 2 (PKK2) begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket.

4.4.2 Geoteknisk kategori – NS-EN 1997-1 – Punkt 2.1

Eurokode 7-1 [7] beskriver hvilken geoteknisk kategori som brukes for det planlagte tiltaket. Tiltaket vurderes å komme innunder «konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold», og settes i **geoteknisk kategori 2**.

4.4.3 Materialkoeffisient – Håndbok N200 fra Statens Vegvesen

Siden muren berører offentlig veg, må kravene fra Statens vegvesen legges til grunn. I henhold til Håndbok N200 [8], Tabell 1.8, settes partialfaktor til $\gamma_m \geq 1,3$ (CC2 og seigt, dilatant brudd).

4.5 Geotekniske parametre

Geotekniske parametre anvendt i beregninger er vist i Tabell 1, og er valgt basert på erfaringsverdier fra Figur 2.39 i Håndbok V220 [9].

Tabell 1 Geotekniske parametre for løsmasser

Materialbeskrivelse	Tyngdetetthet γ	Friksjonsvinkel ϕ	Attraksjon a
	(kN/m ³)	(°)	(kPa)
Stedlige masser (morene)	19	38	20
Tilbakefyllingsmasser bak mur*	19	42	5
Tilbakefyllingsmasser under mur*	11	42	10

*) Det forutsettes bruk av drenerende tilbakefyllingsmasser (småfallen sprengstein).

4.6 Forutsetninger

Norconsult AS har ikke kjennskap til hvor grunnvannet ligger, og det er derfor lagt i underkant av fundamenteringsnivå.

Det er medregnet en nyttelast på terreng bak muren (snølast), q , på 5 kPa (6,5 kPa inkl lastfaktor). Andre tilleggslaster er ikke inkludert i beregninger.

Det forutsettes bruk av drenerende, komprimerte tilbakefyllingsmasser (småfallen sprengstein). Det er antatt at morenemassene er telefarlige, og det er derfor lagt inn tilbakefyllingsmasser under mur i en dybde på > 0,5 meter.

Det er anvendt en ruhet mellom mur og masser bak muren på 0,5 (noe forskyvning av mur og bevegelse forventes).

Det er lagt inn en fronthelning på muren på 3:1, det antas at helningen da samsvarer med gjenstående del av eksisterende mur. Murblokkenes dimensjoner og murens fronthelning er bestemt ut ifra eksisterende mur. Fronthelningen på eksisterende mur må kontrolleres.

Terrenghelning i hagen på berørte eiendommer skal bevares etter flytting av mur. Basert på eksisterende terreng i fra laserdata vil terrenget bak ny plassering av mur ha en maksimal helning på 30°. Dersom terrenghelning bak mur viser seg å bli brattere enn dette må murdimensjoner kontrolleres på nytt.

Det er antatt at en blokk (med størrelse 40 x 50 x 60 cm) veier 130 kg, som gir muren en egenvekt på 10,6 kN/m³.

4.7 Murdimensjonering

Murens dimensjoner er kontrollert med et egenutviklet regneark av Norconsult AS, som er basert på prinsippene i Håndbok V221 fra Statens Vegvesen.

Det er anvendt en egenvekt-lastfaktor for blokkmuren på 1,5 i kontrollberegningen, og egenvekt av muren er derfor satt til 16 kN/m³.

Det er lagt inn en såledybde (dybde underkant framside mur til terrengnivå foran mur) på 0,5 meter, dette tilsvarer en blokkhøyde + 10 cm med en fundamentblokk.

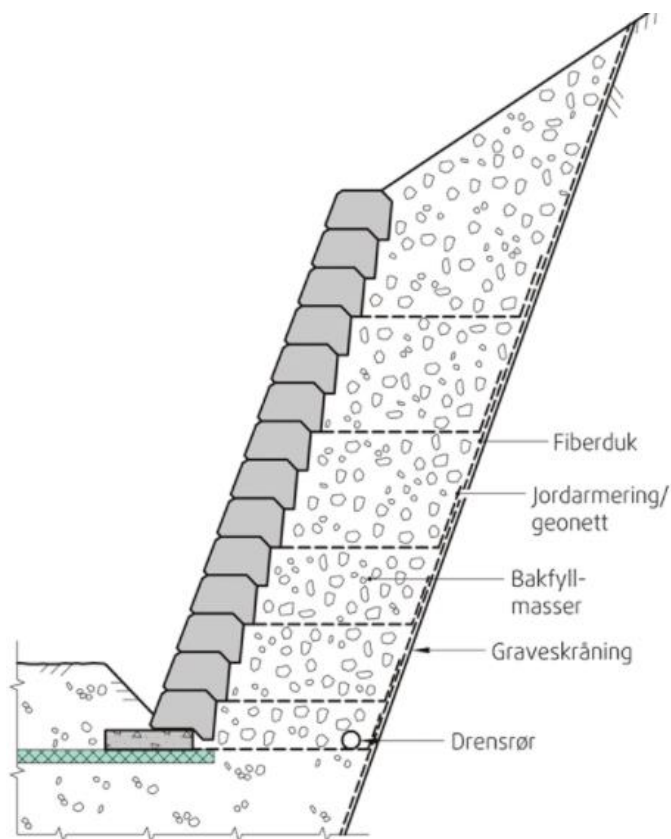
Med de oppgitte forutsetningene viser en kontrollberegning at en totalhøyde på 3,3 meter for muren har tilstrekkelig bæreevne, det vil si en murhøyde over terreng på 2,8 meter.

4.8 Kontroll av mur

De oppgitte forutsetningene er basert på eksisterende mur og terreng, og det er antatt en vekt av blokker. Det er også gitt forutsetninger om hvilke masser som skal anvendes som tilbakefyllingsmasser.

Det må derfor utføres en ny kontroll av muren når endelig informasjon om murblokker foreligger, og dersom det er ønskelig med andre typer tilbakefyllingsmasser.

Det er anbefalt å forankre blokkmurer over en viss høyde som har skrått terreng bak muren. Dette kan utføres ved bruk av jordarmering/geonett, som vist i Figur 4, som er hentet fra kapittel 43 i Byggforskserien 517.342 [2]. Behovet for dette må vurderes av murleverandør, eventuelt i samråd med geotekniker.



Figur 4 Eksempelfigur som viser støttemur forankret med jordarmering/geonett, hentet fra Byggforsk

5 Referanser

- [1] Norconsult AS, «Fagerlundveien. Geotekniske grunnundersøkelser. Datarapport. Rapportnr.: 5210823 RIG-R01,» 2022-01-14.
- [2] Byggforsk, SINTEF, [Internett]. Available: <https://www.byggforsk.no/innhold/1/byggforskserien>.
- [3] «Lovdata, TEK17,» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840> (TEK17).
- [4] NVE, «NVEs faresone- og aktsomhetskart,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [5] Norsk Standard, «Eurokode 8: prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold. NS-EN 1998-5:2004+NA:2014».
- [6] Norsk Standard, «Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. NS-EN 1998-1:2004+A1+NA».
- [7] Norsk Standard, «Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990 2002+A1:2005+NA:2016».
- [8] Norsk Standard, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1 2004+A1:2013+NA:2020».
- [9] Statens Vegvesen, «Håndbok N200 - Vegbygging,» 22.06.2021.
- [10] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» Statens vegvesen, 2018.
- [11] Statens Vegvesen, «Grunnforstreking, fyllinger og skråninger. Håndbok V221,» 2014.