

Oppdragsgiver

Statens Vegvesen Region Nord

Rapporttype

Geoteknisk vurderingsrapport

2014-08-04

FV.98 IFJORDFJELLET – PARSELL 5

GEOTEKNISK BEREGNINGSRAPPORT

JORDARMERT MUR

**FV.98 IFJORDFJELLET – PARSELL 5
JORDARMERT MUR**

Oppdragsnr.: 7110494
Oppdragsnavn: Fv.98 Ifjordfjellet – Parsell 5
Dokument nr.: G-rap-001 7110494
Filnavn: G-rap-001 7110494

Revisjon	0			
Dato	2014-08-04			
Utarbeidet av	Even Øiseth (EOH) Erlend Hundal (EHU)			
Kontrollert av	Inger Johanne Søreide (IJM)			
Godkjent av	Even Øiseth (EOH)			
Beskrivelse	Geoteknikk			

REVISJONSOVERSIKT

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder

SAMMENDRAG

Rambøll har på oppdrag for Statens Vegvesen Region Nord utført prosjektering av en jordarmert mur som del av ny Fv98 over Ifjordfjellet (parsell 5B). Rambøll divisjon Geo og Miljø sin prosjektering omfatter bare denne jordarmerte muren som er en del av parsellen som skal bygges.

Den jordarmerte muren er prosjektert i profil 25700-25800. Det er valgt en grønn mur av type Hallingtorv med høyde inntil 7 m. Muren overfylles med en vegfylling med totalt 2 m tykkelse.

INNHOOLD

1.	INNLEDNING.....	7
1.1	Geoteknisk kategori og materialkoeffisienter	7
1.2	Generelle forutsetninger	8
2.	PROSJEKTERINGSGRUNNLAG.....	9
2.1	Regelverk og referanser	9
2.2	Terreng og vegplan	9
2.3	Utførte undersøkelser og grunnforhold	9
2.4	Veglinje og profilnummerering	9
3.	JORDARMERT SKRÅNING	10
3.1	Generelt	10
3.2	Beregninger jordarmering	10
3.2.1	Forutsetninger	10
3.2.2	Beregningsmetodikk	10
3.2.3	Terrenglaster.....	10
3.2.4	Seismiske laster.....	11
3.2.5	Intern og global stabilitet	11
3.2.6	Drenering.....	12
3.2.7	Frostsikring	12
3.2.8	Deformasjoner.....	12
3.3	Kontroll og oppfølging.....	12
3.4	Byggemetode	12

FIGUROVERSIKT

Figur 1: Definisjon av konsekvensklasse /1/.....	7
Figur 2: Partialfaktorer /1/.....	7
Figur 3: Utskrift fra ReSlope. Forankring i 10 nivåer. Største last i armering ca 21 kN/m.	12

VEDLAGTE TEGNINGER

Tegn.nr.:	Tegningsnavn:	Målestokk:
K501	Plan og oppriss jordarmert mur	1:200/1:400
K502	Detaljsnitt jordarmert mur	1:500
K503	Profiler	1:200

VEDLEGG

1	Beregningshefte geoteknikk
---	----------------------------

1. INNLEDNING

Rambøll har oppdrag for Statens Vegvesen Region Nord med geoteknisk vurdering for deler av byggeplan for prosjektet Fv. 98 Ifjordfjellet. Her skal vegens standard heves til høyfjells vegstandard, slik at ulike sikkerhetstiltak dermed kreves. Rambøll skal i denne forbindelse gjøre en geoteknisk vurdering for jordarmert mur ved profil ca. 25700 – 25800 på parsell 5B.

1.1 Geoteknisk kategori og materialkoeffisienter

Prosjektering er utført i henhold til Eurocode 7 /1/ og Statens Vegvesens Håndbok V220 /2/.

For dette prosjektet vurderes konsekvensklassen til generelt å ligge i CC2, iht. figur 1.

Konsekvensklasse	Beskrivelse	Eksempel på bygg og anlegg
CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskelig, <i>eller svært store</i> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Tribuner, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er store (f.eks en konserthall)
CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskelig, betydelig økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Boliger og kontorbygg, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er betydelig (f.eks et kontorbygg)
CC1	Liten konsekvens i form av tap av menneskelig, og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Landbruksbygninger der mennesker vanligvis ikke oppholder seg (f.eks lagerbygninger), drivhus.

Figur 1: Definisjon av konsekvensklasse /1/.

I henhold til Håndbok V220 /2/ er partialfaktor valgt ut fra tabell under. For CC2 er partialfaktor valgt til $\gamma_M \geq 1,3$.

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25/1,4*	1,3/1,4*	1,4
CC2 Alvorlig	<u>1,3</u> /1,4*	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

*NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 krever at $\gamma_M \geq 1,4$ ved totalspenningsanalyse

Figur 2: Partialfaktorer /1/.

Materialfaktor for syntetisk jordarmering er satt til 1,2. Karakteristisk styrke i armeringen må i tillegg reduseres for effekt av aldring, kryp (langtidsbelastning) og skade under installasjon. Disse faktorene er delvis produktavhengige, men det er forutsatt noen minimumsegenskaper ved angivelse av krav til armeringen. De fleste tilgjengelige armeringsprodukter av polyester vil tilfredsstille kravene. Det er gitt krav til både minimum karakteristisk langtidsstyrke og karakteristisk korttidsstyrke som begge skal være oppfylt.

Benyttede parametre:

Reduksjonsfaktor for skade under installasjon = 1,4

Reduksjonsfaktor for aldring = 1,1

Reduksjonsfaktor for kryp = 2,0

1.2 Generelle forutsetninger

Noen generelle momenter som gjelder:

- Alle planerings og fyllingsarbeider utføres i samsvar med Statens Vegvesens Håndbøker og Prosesskoder.
- All matjord og humusholdige masser skal fjernes før oppfylling utføres.
- Ved skjæringer i både fjell og løsmasser kan det stedvis påregnes at vann renner frem i kontaktflaten mellom materialene. Silt/finsand masser og bløt leire med silt-/finsandlag blir ofte sterkt oppbløtt i utgravinger. Behov for, og omfang av, midlertidige og permanente tiltak for å hindre oppbløtingsproblemer (drenering, filterbelastning og lignende) vil variere lokalt, og kan ikke angis nå, men må vurderes på stedet.
- Generelt krav til sikkerhetsfaktor for stabilitet er $F = 1,3$, jfr. Statens vegvesens Håndbok V220.

2. PROSJEKTERINGSGRUNNLAG

2.1 Regelverk og referanser

- /1/ NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurocode 7)
- /2/ Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging (Statens Vegvesen, 2010)
- /3/ RIG-RAP-003-rev01, Fv98 Ifjordfjellet Parsell 5 Gamvik/ Tana-Giilas, Grunnundersøkelse, Datarapport – Parsell 5B, oppdrag nr. 711335 (Multiconsult, 1.8.2013)
- /4/ NS-EN 1998-1:NA2004/NA:2008 (Eurokode 8)
- /5/ NS-EN 1990-1:2002+NA:2008 (Eurokode 0)

2.2 Terreng og vegplan

I det aktuelle parsellsegmentet ligger dagens veg på en fylling på en skulder i en steil fjellskråning med fall på tvers av kjøreretningen. Fra profil ca. 25700 – 25800 snevres skulderen inn, og terrenget nedenfor vegtraséen er brattere.

2.3 Utførte undersøkelser og grunnforhold

I forbindelse med det aktuelle prosjektet har Multiconsult utført grunnundersøkelser for parsellen i 2012. I det aktuelle parsellsegmentet ble det gjort tre totalonderinger. Det vises til Multiconsults geotekniske datarapport /3/ for beskrivelser av de utførte grunnundersøkelsene.

I juni 2014 er det gjort prøvegravinger i fire punkt nedenfor vegtraséen for å bedre kunne bestemme dybde til fjell. Det vises til tegning *G-rap-001 101* i vedlegg 1 for plassering av punktene. I tre av punktene er det gravd til fjell, ca. 2,6 – 4,2 meter under terreng. I det fjerde punktet er det gravd ca. 4,3 meter uten å treffe på fjell. Prøvegravinger ble utført av anleggsmaskinger fra Mesta og innmålt av SVVs kontrollingeniør på naboparsellen. Det ble samtidig innmålt terrenglinjer.

Det er ikke tatt opp prøver av løsmassene rundt der muren skal installeres. Prøver som er tatt opp ellers på parsellen viser siltige, sandige og grusige materialer. Sonderingene og prøvegravningene på det aktuelle stedet antyder tilsvarende forhold.

Det er ikke målt grunnvannstand i området hvor muren skal installeres, men det er forventet at massene er relativt permeable slik at det kan antas grunnvannstand like over fjell.

2.4 Veglinje og profilnummerering

I denne rapporten refereres det til samme veglinje som i geoteknisk datarapport /3/ som er omtalt i kapittel 2.3 i denne rapport.

3. JORDARMERT SKRÅNING

3.1 Generelt

Ved profilnummer 25650 til 25850 skal vegen legges ut fra en fjellskrent pga problemer med ras. På motsatt side renner elva nede i en dal. På mye av strekningen kan det legges ut fylling med fyllingsutslag ned på et fjellplatå før det blir en brattere fjellskrent ned mot elva. Ved profilnummer 25700-25800 er det imidlertid jevnt skrått ned mot elva og en stabil fylling vil få utslag langt ned i dalen. Det skal derfor anlegges en jordarmert mur forbi området.

3.2 Beregninger jordarmering

Prosjektert løsning er med inntil 7 m høy mur. Over muren er det fylling med helning 1:1,5 i 2,0 m høyde.

3.2.1 Forutsetninger

Massene bak armert sone antas å være delvis nedraste/forvitrede masser fra ovenforliggende bergskråning og sandig, grusig morene. Basert på prøvegravingen vil fyllingen med jordarmering delvis fundamenteres på fjell, men selve foten av muren forventes å bli fundamentert på løsmasser. Noe usikkerhet med hvordan bergoverflaten går tilsier at beregningene tar høyde for at hele den armerte sonen fundamenteres på løsmasser, men at dybde til berg er veldig liten i bakkant av den armerte sonen.

Det forutsettes også at berg eventuelt pigges/sprenges bort for å gi plass til nødvendig armeringslengde. Under foten av muren masseskiftes det med sprengstein/pukk til berg eller minimum 1 m under fundamenteringsnivå.

Det forutsettes også at konstruksjonen holdes drenert ved at det fylles med drenerende masser bak og under armert sone.

Som en representativ friksjonsvinkel er, med bakgrunn i Hb V220 kapittel 2.9.5 og erfaringsverdier, valgt $\phi = 38^\circ$ og attraksjon 5 kPa som for morene.

Det forutsettes at arbeidene utføres i en gunstig periode med hensyn til regn og snøsmelting for å minimere mulighet for ustabilitet i graveskråning under installasjonsarbeidene som følge av vann som kan komme ut i utgravd skråning.

3.2.2 Beregningsmetodikk

Global stabilitet for muren og vegfyllingen er utført i GeoSuite Stability, mens internstabiliteten/dimensjonering av jordarmering er utført med ReSlope.

Fordi det er skrått fjell som delvis går inn i den armerte sonen vil ikke Reslope gi tilstrekkelig grunnlag for å vurdere den globale stabiliteten, men gir tilstrekkelig vurdering for den armerte sonen. Jordarmeringen er derfor ikke modellert i Geosuite, men kun skjærflater som går bakenfor den armerte sonen vurderes.

Internstabiliteten er kontrollert med et program for dimensjonering av jordarmerte konstruksjoner (ReSlope) som beregner nødvendig forankringslengde og armeringsstyrke.

Frontløsning må vurderes spesielt og det er her forutsatt en løsning med torvblokker (Hallingtorv grønn mur) som legges inn bak en oppbrettet løsning.

3.2.3 Terrenglaster

Ved beregninger av internstabiliteten av den jordarmerte konstruksjonen er det benyttet en karakteristisk trafikklaster på 20 kPa over vegbanen, med en lastfaktor på 1,3 og dermed

dimensjonerende trafikklast på 26 kPa. For internstabiliteten er det også lagt inn en dimensjonerende terrenglast på 7 kPa på vegskulderen for å ta høyde for snølast.

Ved beregninger av totalstabilitet er samme trafikklast benyttet. Her er terrenglasten på vegskulderen sett bort i fra, da en eventuell snølast ved foten av muren vil gi en mer gunstig stabilitetssituasjon.

3.2.4 Seismiske laster

Eurokode 8 /4/ gir føringer for prosjektering for konstruksjoner for seismisk påvirkning.

Utelatelseskriteriet i forhold til bruk av Eurokode 8 ligger i NA.3.2.1(5)P:

«NA.3.2.1(5)P Det kreves normalt ikke påvisning av tilstrekkelig sikkerhet etter NS-EN 1998 for konstruksjoner i seismisk klasse I, for lette trekonstruksjoner, **dersom $a_{gS} < 0,05g = 0,49 \text{ m/s}^2$** , eller dersom $S_d < 0,05g = 0,49 \text{ m/s}^2$ beregnet med konstruksjonsfaktor $q = 1,5$ »

Ut fra figur NA 3(902) ligger Ifjordfjellet i en seismisk sone som gir $a_{g40\text{Hz}}=0,20$, og da referansespissverdien for berggrunnens akselerasjon $a_{gR}=0,8a_{g40\text{Hz}}=0,8*0,20=0,16$.

Vi vurderer konstruksjonen til å ligge i seismisk klasse II. Dette gir en $\gamma_1=1,0$.

Grunntype vurderes med utgangspunkt i utførte undersøkelser til grunntype A, som gir $S=1,0$ jfr tabell NA.3.3.

Vi har dermed:

$$a_{gS} = \gamma_1 * a_{gR} * S = 1,0 * 0,16 * 1,00 = 0,16 < 0,49 \text{ m/s}^2$$

Utelatelseskriteriet for prosjektering iht Eurokode 8 er dermed oppfylt.

3.2.5 Intern og global stabilitet

Geosuite-beregninger

Geosuite stabilitet er benyttet for å kontrollere global stabilitet for konstruksjonen. Det vil si at skjærflater som går gjennom armert sone ikke er vurdert. Bergoverflaten er skrå, og som ugunstigste tilfelle er nivå for berg lagt under nederste nivå for jordarmeringen. Dette er noe konservativt for enkelte profiler, men valgt fordi nivå for berg ikke er dokumentert rett bak armert sone.

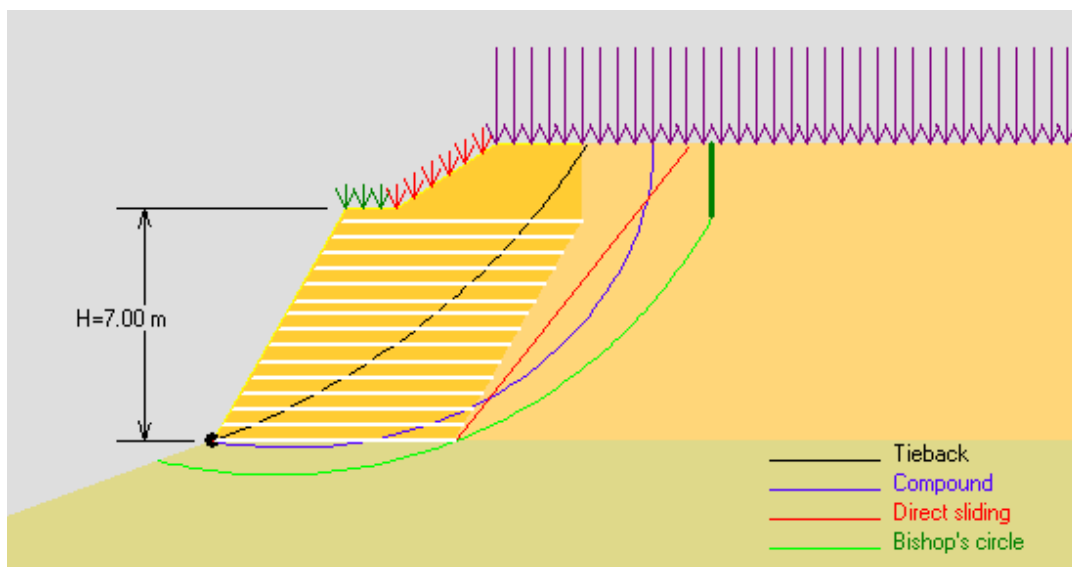
Minste materialfaktor/sikkerhetsfaktor for global stabilitet er 1,30 (tegning G-RAP-001-103)

ReSlope-beregninger:

Internstabilitet er beregnet med et program for armert jord, ReSlope fra Adama Engineering. Programmet gir nødvendig armeringslengder i forhold til kritiske skjærflater og dimensjonerende laster i armeringen.

Internstabiliteten er sikret ved at armeringen forankres bak mest kritiske skjærflate for de ulike armeringsnivåene. Skjærflater som går bakenfor armeringen i denne beregningen gir imidlertid ikke riktig sikkerhetsfaktor med de forutsetningene som er modellert, og slike skjærflater er vurdert spesielt i Geosuite.

Minste armeringslengde i løsmasser er beregnet til 8 m.



Figur 3: Utskrift fra ReSlope. Forankring i 10 nivåer. Største last i armering ca 21 kN/m.

Beregnete minimum armeringslengder er justert i forhold til krav i håndbok V220 om minimum forankring 1,0 m.

3.2.6 Drenering

Muren dimensjoneres for å holdes drenert bak og under armert sone.

Det legges drensrør i bakkant av armert sone. Det legges også inn en pute av sprengt stein under foten av muren som dreneres ut til skråningen nedenfor.

3.2.7 Frostsikring

In-situ masser antas telefarlige. Det benyttes telesikre masser i armert sone og under foten av muren.

3.2.8 Deformasjoner

Beregningsmodellene som benyttes gir ikke beregnede deformasjoner for konstruksjonen. Det meste av deformasjoner vil komme under bygging. Det antas god komprimering av utlagte masser (tilsvarende normal komprimering iht NS).

3.3 Kontroll og oppfølging

Det utføres normal kontroll med sjekklistene av at utlagt armering på hvert lag er som beskrevet på tegning. Protokoll/sjekkliste skal som minimum angi nivå, produktinfo for armering, armeringslengde og utført komprimering.

3.4 Byggemetode

Det vises til tegning K502.

Etter utgraving pigges eventuelt berg bort ved behov, og det masseskiftes under foten av muren. Det avrettes for utlegging av første armeringsnivå. Armeringen kappes slik at den er lang nok til å brettes opp i fronten og brettes inn for forankring inn på neste armeringsnivå. For utlegging av torvblokker og komprimering inn mot blokkene følges leverandørens anvisninger. Drensrør legges i bakkant av armert sone. Det komprimeres før utlegging av neste armeringslag tilsvarende normal komprimering (Det benyttes lett utstyr inn mot fronten). Helning av fronten skal være 60°. Bak armert sone fylles det med godt drenerende masser, som følger utlegging av armeringslagene. Mot endene tilpasses muren eksisterende terreng.