

NOTAT

OPPDRAAG	Adkomst Brennholmen, Åfjord	DOKUMENTKODE	10210178-RIG-NOT-001
EMNE	Geoteknisk stabilitetsvurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Åfjord kommune	OPPDRAAGSLEDER	Tor-Helge Vehn Antonsen
KONTAKTPERSON	Lars Helge Kolmannskog	SAKSBEHANDLER	Ivana Anusic
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Åfjord kommune til å utføre geoteknisk vurdering av mulighet for å etablere ønsket adkomstveg mellom Brennholmen og Kjerkholmen.

Foreliggende notat omfatter resultat fra stabilitets- og setningsvurderinger, som legges til grunn for vurdering av mulighet for utførelse av planlagt tiltak. Dette i henhold til gjeldende regelverk. Videre er det ut fra disse beregninger også angitt føringer for prosjektering og utførelse.

Utførte beregninger dokumenterer tilfredsstillende sikkerhetsfaktor (>1,40) iht. gjeldende retningslinjer. Planlagt oppfyllingstiltak kan gjennomføres basert på vurderinger og angitte føringer i foreliggende notat.

Tiltaket må detaljprosjekteres av geotekniker.

Fyllingen ønskes anlagt i et område som består av et topplag av stein- og grusholdig sand over siltig leire. Det fastere topplaget tolkes å ha en mektighet mellom 1,5 og 4,5 meter over middels plastisk, bløt og lite sensitiv leire med mektighet på ca. 3,5-7,5 m. Grunnen har for liten skjærfasthet til å tåle full oppfylling i ett trinn. For å ivareta stabiliteten under oppfylling må derfor fylling utføres trinnvis med tilstrekkelig ventetid mellom trinnene. Ventetiden skal sikre at konsolidering fra forgående oppfylling, gir nødvendig styrkeøkning i det øvre laget av grunnen.

Nødvendig ventetid mellom fyllingsetappene vurderes å være minimum tre måneder. For å dokumentere at videre oppfylling kan utføres med tilstrekkelig stabilitet, vil det være behov for poretryksmålinger under utførelse.

			<i>Ivana Anusic</i>	<i>T-H V Antonsen</i>	<i>Håvard Narjord</i>
00	03.05.2019	Geoteknisk stabilitetsvurdering	Ivana Anusic	Tor-Helge Vehn Antonsen	Håvard Narjord
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

Multiconsult er engasjert av Åfjord kommune til å utføre geoteknisk vurdering av stabilitet for oppfyllingstiltak i forbindelse med etablering adkomstveg mellom Brennholmen og Kjerkholmen. Planområdet er vist i Figur 1-1.



Figur 1-1 Oversiktskart over ønsket utbygging av adkomstveg. Kilde: Åfjord kommune 05.02.2019.

2 Planlagt tiltak

Åfjord kommune planlegger å fylle ut masser i sjø for å muliggjøre ønsket adkomstveg mellom Brennholmen og Kjerkholmen. Dette for utvikling av næringsareal som hovedformål på Brennholmen. Oppfyllingen er planlagt til kote +3,0 (høydesystem NN2000).

3 Grunnlag

Multiconsult har utført geotekniske- og miljøgeologiske undersøkelser for området. Geoteknisk datarapport, 10210178-RIG-RAP-001 [1] brukes som grunnlag for de videre vurderingene i denne rapporten.

I tillegg har Statens vegvesen utført geotekniske grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering i 1987 i forbindelse med utbygging av Brennholmen fergeleie. Resultatene av disse undersøkelsene er gitt i Statens vegvesens rapport UD568 A – Grunnundersøkelser, Rv. 723 Brennholmen Fergeleie, datert 17.12.1987 [2]. Materialparametre for stabilitetsberegninger i profil 130-180 i denne rapporten (mest relevant i forhold til adkomst ut i Brennholmen), var basert på utførte laboratorieundersøkelser samt erfaringer. Disse er i samsvar med parametrene som tolkes i våre vurderinger.

4 Grunnforhold og topografi

Området i sundet er for det meste over vannstand når det er fjære sjø. Fra sundets midtpunkt og i retning sør, heller sjøbunnen ned til kote -10,0 i en avstand på ca. 130 m. Fra sundets midtpunkt og i retning nord, heller sjøbunnen ned til kote -10,0 i en avstand på ca. 75 m, og videre ned til kote -20,0 i en avstand på ca. 140 m.

Utførte grunnundersøkelser indikerer at løsmassene i hovedsak består av et topplag av stein- og grusholdig sand over siltig leire. Det fastere topplaget tolkes å ha en mektighet mellom 1,5 og 4,5 meter. Leira i planområdet klassifiseres som middels plastisk, bløt og lite sensitiv. Det bløtere leirlaget har en mektighet på mellom ca. 3,5 og 7,5 meter over berg. Løsmassemektingen øker fra midten av sundet, og ut mot dypet mot både nord og sør.

Berg er påtruffet mellom ca. 5,9 og 11,8 meter dybde under terreng. Dybde til antatt berg varierer, men sonderingen indikerer som forventet minste dybde ned til berg omtrent midt i sundet.

4.1 Materialparametre

Tolkning av parametre og lagdeling er utført på basis av utførte totalsonderinger, CPTU-sondering og laboratorieundersøkelser på opptatte 54 mm prøveserier, samt vurdert opp mot erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220 [3].

For udrenert analyse er det benyttet et c_{uA} -profil som representativ styrke for leirlaget. Skjærfasthetsprofil er valgt ut fra tolkende CPTU-sondering i borpunkt 4.

Valgte materialparametre er oppsummert i Tabell 4-1. Skjærfasthetsprofilen som brukes i udrenert analyse er vist i Tabell 4-2.

Tabell 4-1 Materialparametre

Material	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Tyngdetetthet dykket, γ' [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, ϕ_k	Attraksjon, a [kPa]	Kohesjon, c [kPa]
Sprengstein (parametre fra håndbok V220)	19	9	42°	5	4,5
Fast topplag, sand og grus (parametre fra håndbok V220)	18	8	35°	0	0
Leire, siltig, sandig (parametre fra håndbok V220)	20	10	20°	10	3,6

Tabell 4-2 Tolket skjærfasthetsprofil for leirlag

Dybde [m under terreng]	c_{uA} -profil [kPa]
-1,7	9,5
-7,0	30

5 Stabilitet

5.1 Generelt

Eurokode 7 [4] krever for dette tiltaket en dokumentert sikkerhetsfaktor mot utglidning på $F \geq 1,4$ for udrenert analyse. Det skal også dokumenteres en beregningsmessig sikkerhet på $F \geq 1,25$ for drenert analyse (slutttilstand/langtidstilstand).

For stabilitets- og setningsberegninger settes en partialfaktor for permanente laster, $\gamma_G = 1,0$ og variable laster, $\gamma_Q = 1,3$ (eller 0 hvis gunstig).

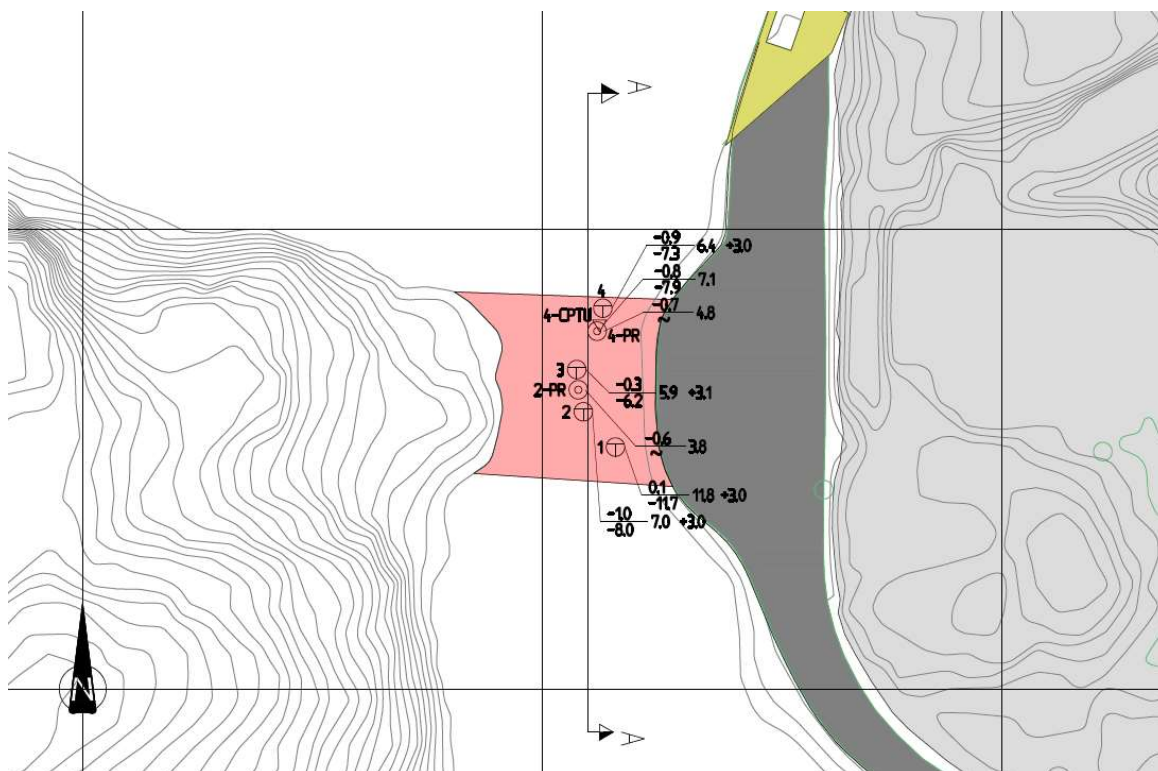
I stabilitetsberegninger er det benyttet laveste observerte vannstand kote -1,56 (NN2000) og hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.

Lastene velges som jevnt fordelt nyttelast $q = 19,5$ kPa (inkludert lastfaktor) på fyllingsområdet.

5.2 Stabilitetsberegning metode

Stabilitetsberegninger er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 16.1.1.0 og beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt.

For å vurdere stabiliteten av planlagt tiltak er det utført beregninger for ett profil, Profil A-A. Figur 5-1 viser et utsnitt fra situasjonsplan med plassering av planlagt profil.



Geoteknisk stabilitetsvurdering

Det er utført beregninger for situasjonen med etappevis oppfylling, utført ved udrenert total-spenningsanalyse med styrkeøkning i leire som tilsvarer vekt av fylling som er lagt på i hvert trinn. Ventetiden mellom etappene skal sikre at konsolidering fra forgående oppfylling gir nødvendig styrkeøkning i det øvre laget av grunnen.

I tillegg til vekt av oppfylling har vi lagt til en jevnt fordelt dimensjonerende nyttelast på 19,5 kPa over området i ferdig tilstand. Dimensjonerende terrenglast på 19,5 kPa brukes i hver etappe for å modellere anleggslast.

Resultatene fra beregningene viser at for å oppnå en tilfredsstillende sikkerhetsfaktor ($F > 1,4$) for planlagt tiltak, er det nødvendig med stabilitetsforbedrende tiltak. Det foreslås en løsning med motfylling på begge sider av fyllingsfronten for å bedre stabiliteten i fyllingsfoten.

Et annet alternativ for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet samt setninger innenfor akseptable grenser med redusert størrelse på motfyllingen, er bruk av geonett/duk. Mer detaljer om geometri og omfang av motfyllinger, eller type og plassering av geotekstil, må vurderes/beregnes i prosjekteringsfasen.

5.4 Forutsetninger for gjennomføring av fyllingsarbeidene

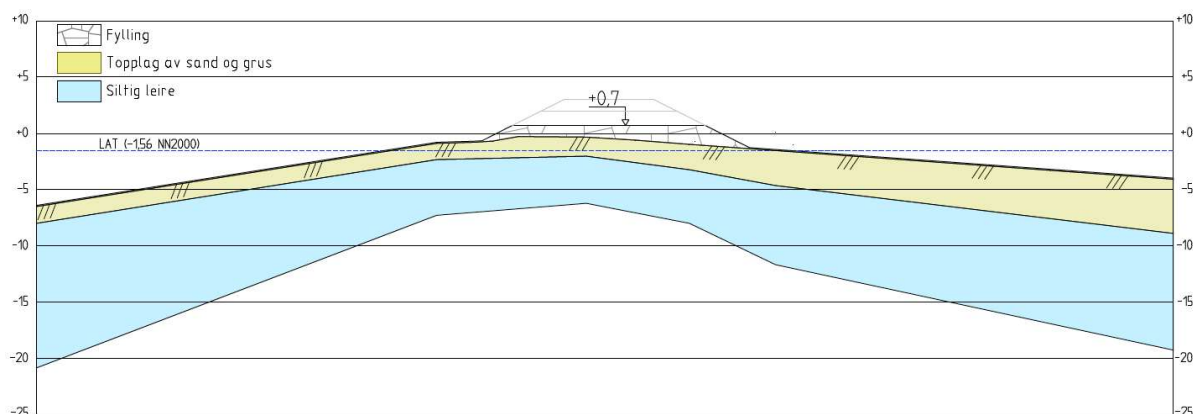
5.4.1 Etappevis oppfylling

Grunnen har for liten styrke til å tåle oppfylling til full høyde i ett trinn. For å ivareta stabiliteten under oppfylling, må alle fyllinger utføres etappevis med tilstrekkelig ventetid mellom etappene. Dette for at konsolideringen skal kunne gi nødvendig styrkeøkning i det øverste laget av grunnen, til at neste fyllingstrinn kan starte. Oppfylling ut over planlagte nivåer, eller tidligere enn fastsatt ventetid, tilrådes ikke. Dette siden det kan føre til grunnbrudd.

Som angitt i beskrivelsen er det planlagt å etablere fyllingene i tre etapper:

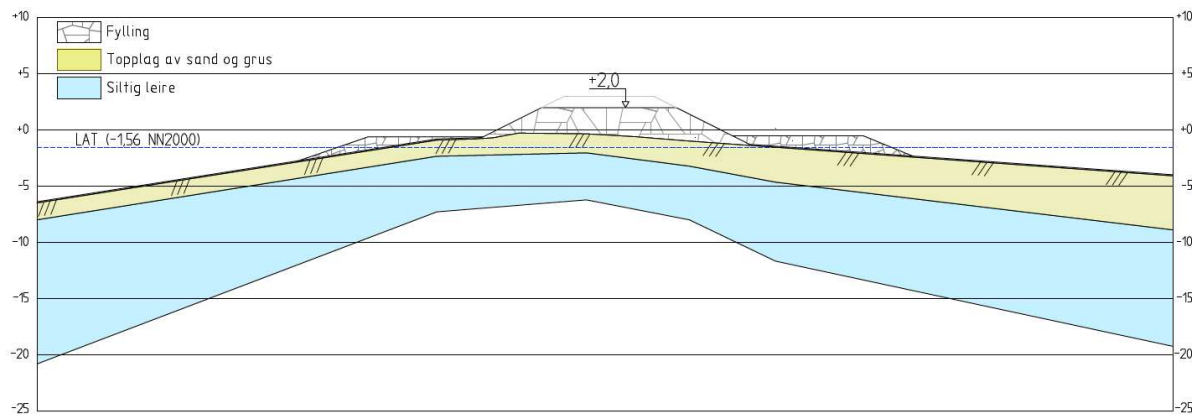
- Etappe 1: Fra sjøbunn til kote +0,7 (NN2000)
- Etappe 2: Fra kote +0,7 til kote +2,0 (NN2000)
- Etappe 3: Fra kote +2,0 til kote +3,0 (NN2000)

Utforming av fyllingen planlegges med slake fyllings-skråninger på minst 1:2 for å ivareta beregningsmessig tilstrekkelig sikkerhet for utglidninger. Skisse av fyllingsetappene er gitt i Figur 5-2.

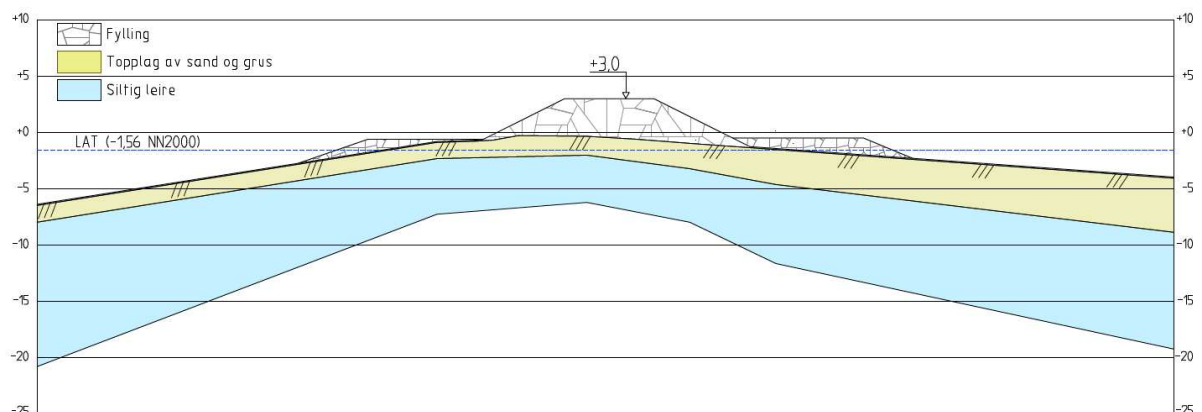


(a) Fyllingsetappe 1: fra sjøbunn til kote +0,7 (NN2000)

Geoteknisk stabilitetsvurdering



(b) Fyllingsetappe 2: fra kote +0,7 til kote +2,0 (NN2000). Omtrentlig utforming av motfylling er også gitt i figuren.



(c) Fyllingsetappe 3: fra kote +2,0 til kote +3,0 (NN2000). Omtrentlig utforming av motfylling er også gitt i figuren.

Figur 5-2 Etappevis utforming av fylling: (a) etappe 1, (b) etappe 2 og (c) etappe 3

5.4.2 Ventetid mellom fyllingsetappene

Basert på de teoretiske beregningene forventes ventetid mellom fyllingsetappene å bli minst tre måneder. Det må utføres poretrykksmålinger under utførelsen, for å dokumentere at tilstrekkelig konsolidering er oppnådd før neste fyllingstrinn.

Etter at fyllingen er ferdig etablert, må det påregnes noe ventetid (konsolidering), før området kan utnyttes til planlagte formål.

5.5 Setninger på grunn av oppfyllingene

Setninger er beregnet med utgangspunkt i ødometerforsøk samt lagdeling tolket fra sonderinger. Basert på overslagsberegninger forventes setninger i størrelsesorden ca. 0,15 m for den planlagte fylling til kote +3,0 (NN2000).

Ved eventuell bruk av geotekstil forventes jevnere fordeling av setninger, samt setninger i noe mindre størrelsesorden enn nevnt ovenfor.

Setningsberegningene er generelt noe usikre og angitt størrelse gir bare et grovt anslag av størrelsesorden.

6 Konklusjon

Beregnet stabilitet dokumenterer en tilstrekkelig sikkerhetsfaktor ($>1,40$) dersom utfyllingen utføres med slake skråninger (1:2) og etappevis i høyden. Dette med motfyllinger på begge sider av fyllingsfronten. Krav til stabilitet iht. gjeldende retningslinjer tilfredsstilles dermed.

Alternativt kan fyllingen også etableres med bruk av geotekstil, og kan da redusere omfang av motfyllinger og sannsynligvis også ventetid mellom fyllingstrinn.

Endelig løsning må detaljprosjekteres av geotekniker.

7 Referanser

- [1] Multiconsult AS (2019). *10210178-RIG-RAP-001, Datarapport geotekniske grunnundersøkelser*, datert 27.03.2019
- [2] Statens vegvesen (1987). *UD568 A – Grunnundersøkelser, Rv. 723 Brennholmen Fergeleie*, datert 17.12.1987
- [3] Statens vegvesen (2014). *Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging*, Vegdirektoratet, 2014.
- [4] Standard Norge (2008). *Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler*. NS-EN1997-1:2004+A1:2013+NA:2014