

Teknisk notat



Til: Gilhusbukta Sjøgrunn AS
v/: Runar Kristiansen
Kopi:
Fra: NGI
Dato: 27. juni 2011, Rev. 1 - 26. mars 2014
Dokumentnr.: 20101126-00-3-TN
Prosjekt: Utfylling i Gilhusbukta
Utarbeidet av: Ørjan Nerland
Prosjektleder: Ørjan Nerland
Kontrollert av: Odd Gregersen

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pirsenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Stabilitetsvurderinger

Innhold

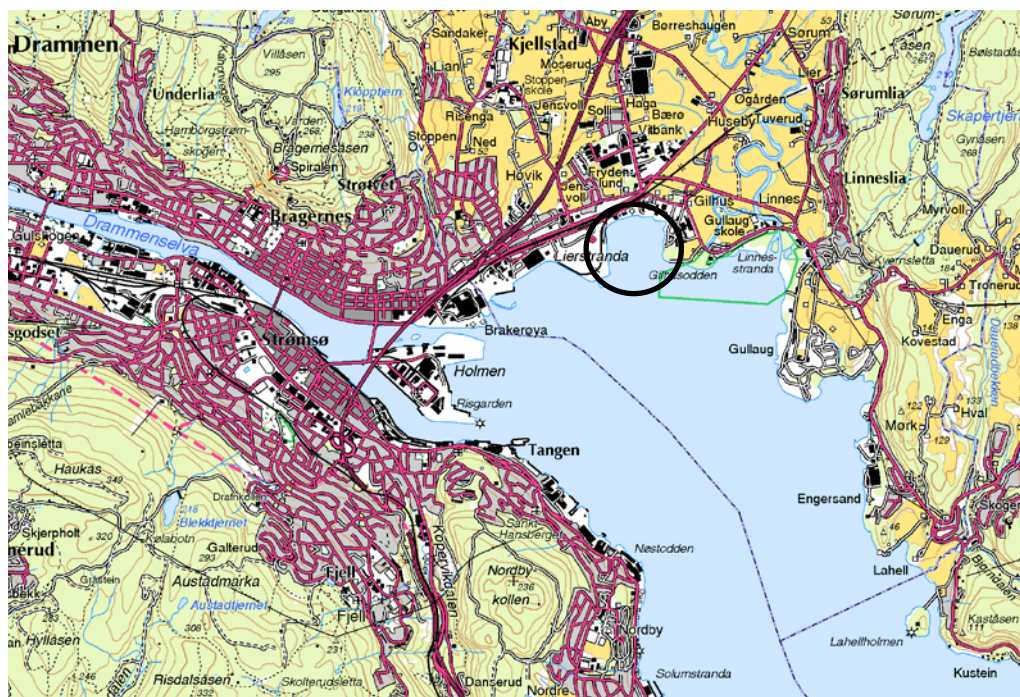
1	Innledning	2
2	Topografi	2
3	Grunnforhold	3
4	Jordparametere	3
	4.1 Romvekt	3
	4.2 Skjærstyrke	3
5	Stabilitet	6
	5.1 Materialkoeffisient	6
	5.2 Laster	6
	5.3 Beregninger	6
6	Øvrige geotekniske aspekter	7
	6.1 Setninger	7
	6.2 Fundamenteringsforhold	7
7	Konklusjon	7
8	Referanser	8

Vedlegg

Vedlegg A Tegninger med ulike utfyllingsalternativer

1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har fått i oppdrag av Gilhusbukta Sjøgrunn AS å foreta geotekniske stabilitetsvurderinger i forbindelse med utfylling i Gilhusbukta i Lier kommune. Det planlagte utfyllingsområdet er vist på oversiktskart, se figur 1, og tegninger, se vedlegg A.



Figur1: Oversiktskart

Flere ulike utfyllingsalternativer har vært til vurdering, men kun alternativ 1 som vist i vedlegg A er nå aktuell.

Dette notatet beskriver stabilitet og mulighet for utfylling i Gilhusbukta.

2 Topografi

Gilhusbukta er i dag et sjøområde som er avgrenset av Tømmerterminalen i vest og Gilhusodden i øst. Sjøbunnen i Gilbukta heller nedover fra strandlinjen og innover mot de midtre og sørlige deler av bukta, se ref. 1. I midten av bukta er det et relativt flatt parti som ligger på ca. kote -13. Sjøbunnen stiger så 1-2 m opp og lager en liten forhøyning ytterst i bukta, før den skrår videre nedover utover i Drammensfjorden.

Det er stabilitetsberegningene forutsatt ferdig oppfylling til kote +2,5.

3 Grunnforhold

Beskrivelse av grunnforholdene er basert på grunnundersøkelser utført for Miljøstein i 2007, se ref. 2. Løsmassene i bukta består av et topplag av organisk leirslam med underliggende lag av siltig leire med stedvis innhold av leirig silt. Leira er middels sensitiv, lavplastisk og noe overkonsolidert. Løsmassene blir mer grovkornige i østre del av bukta (mot Gilhusodden) hvor massene har mer innslag av sand og silt.

I forbindelse med grunnundersøkelsene som ble utført i 2007 ble det i de midtre deler av tomte utført totalsondering til ca. 90 m under sjøbunnen uten å påtreffe fjell. Tidligere grunnundersøkelser, se ref. 1, viser at det i strandlinjen mot Tømmerterminalen er påvist fjell på ca. kote -70. For øvrig er det tidligere også blitt utført grunnundersøkelser i strandlinjen mot Gilhusodden, og da uten å påtreffe fjell. Det er derfor grunn til å tro at fjellet i største delen av Gilhusbukta ligger dypere enn kote -70.

4 Jordparametere

4.1 Romvekt

Ved valg av jordparametere for anbrakte sprengsteinmasser er det tatt utgangspunkt Håndbok 016 fra Statens vegvesen. Det er valgt en romvekt (γ) for sprengstein lik 20 kN/m³, karakteristisk friksjonsvinkel (Φ) lik 42° og attraksjon (a) lik 0 kPa. Romvekt i den underliggende leira er valgt lik 19 kN/m³, se ref. 2.

4.2 Skjærstyrke

Aktiv udrenert skjærstyrke (s_{ua}) basert på tolket trykksondering (CPTU) fra borhull 3 er vist på figur 2. Figuren viser verdier basert på henholdsvis korrigert spissfaktor (N_{kT}) og poretrykksfaktor ($N_{\Delta u}$). Definisjon av N_{kT} og $N_{\Delta u}$ er vist i ligningene nedenfor.

$$N_{kT} = \frac{q_T - \sigma_{v0}}{s_{uA}}$$

hvor

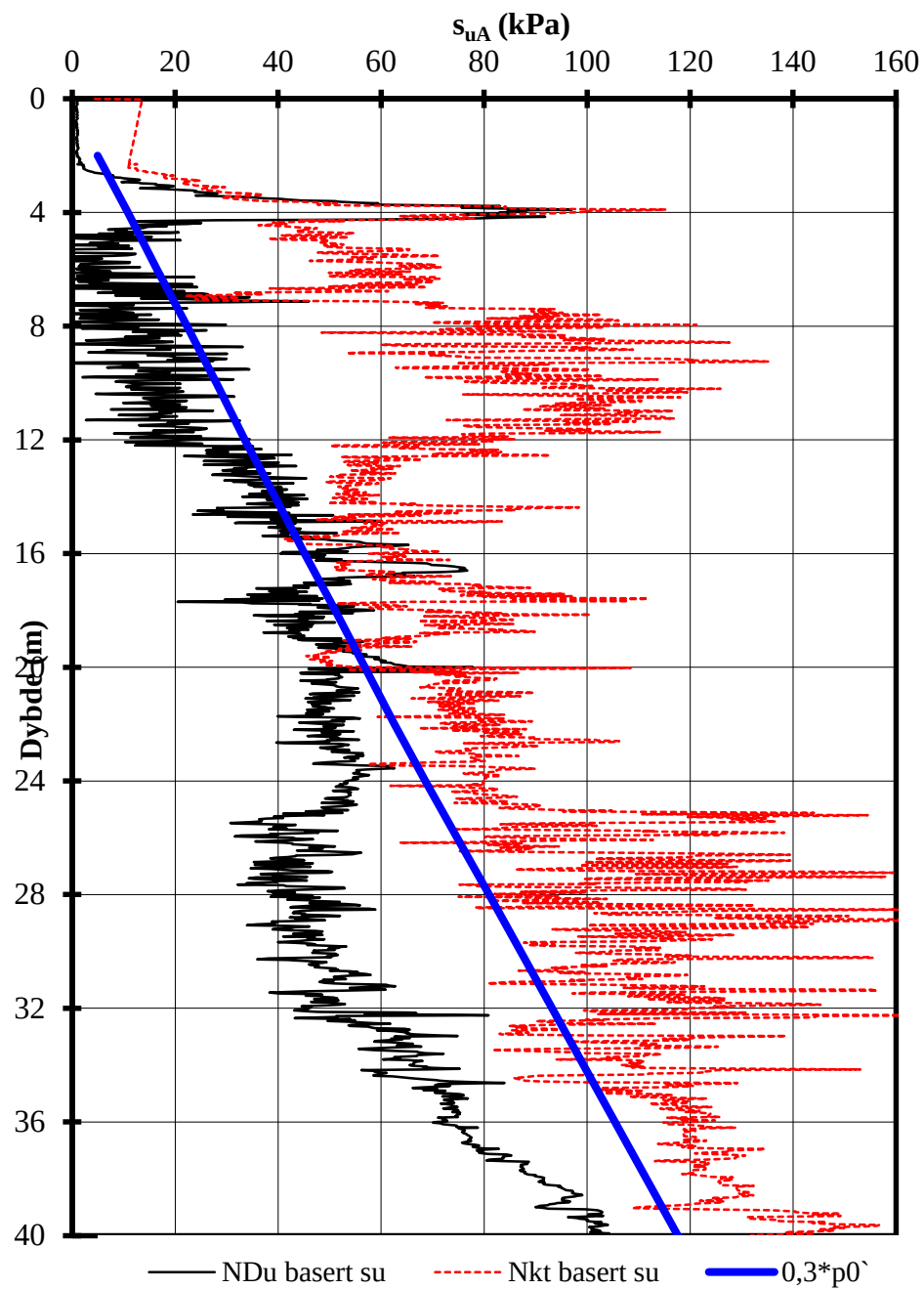
σ_{v0} = total vertikal overlagringstrykk
 s_{uA} = aktiv udrenert skjærstyrke

og

$$N_{\Delta u} = \frac{\Delta u}{s_{uA}}$$

hvor

Δu = differanse mellom in situ poretrykk og målt poretrykk fra sonde



Figur 2: Tolkning av c_{ua} for CPTU-sondering fra borpunkt 3

Mye silt og innslag av sand i løsmassene gir til dels dårlig poretrykksrespons i CPTU-sonderingene.

N_{kt} og $N_{\Delta u}$ varierer med overkonsolideringsgrad (OCR), plastisitet (I_p) og sensitivitet (S_t) i henhold til følgende sammenheng, se for øvrig ref. 3.

For lav sensitive leirer ($S_t < 15$):

$$N_{kt} = 7,8 + 2,5 \log OCR + 0,082 I_p$$

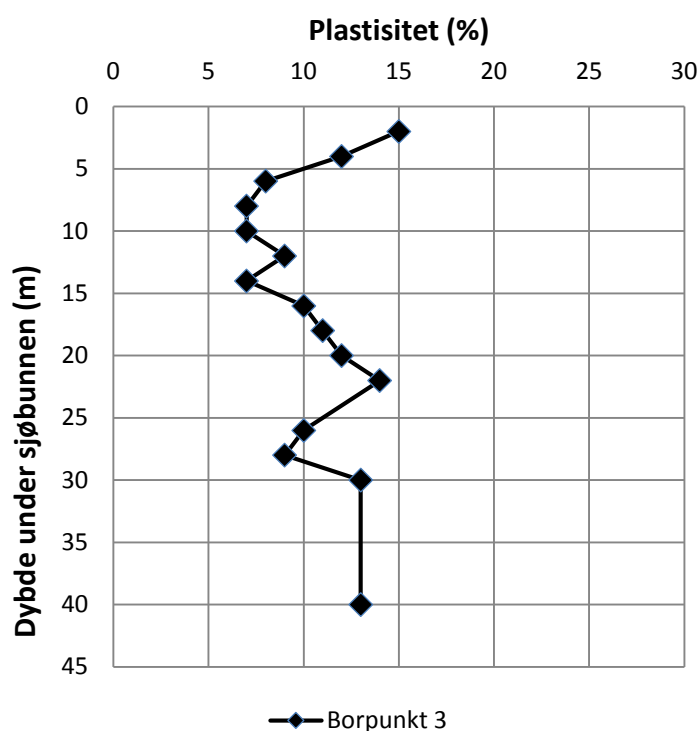
$$N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 \log OCR + 0,07 I_p$$

For høy sensitive leirer ($S_t > 15$):

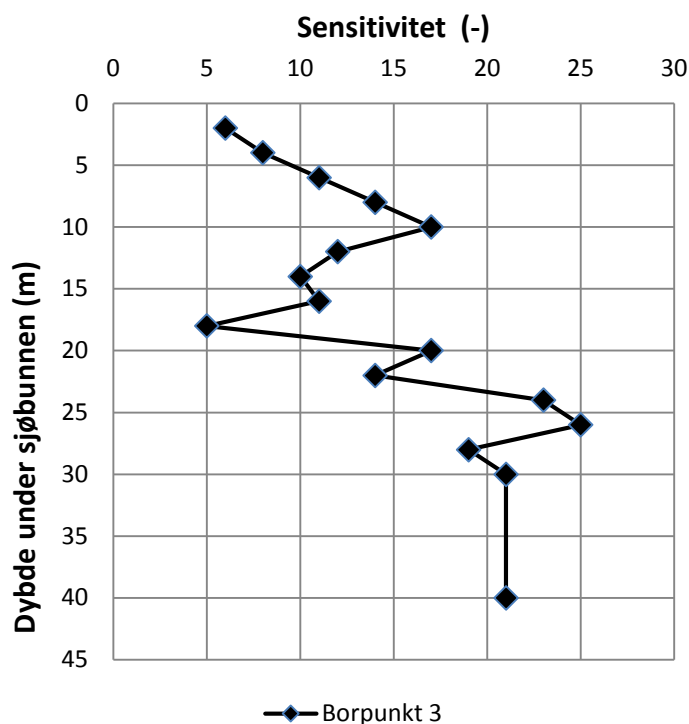
$$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \log OCR$$

$$N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \log OCR$$

Resultater fra laboratorieanalyser utført på opptatte Ø50 mm prøveserie tatt opp midt i Gilhusbukta (borpunkt 3) som viser plastisitet (I_p) og sensitivitet (S_t) er å finne i figur 3 og 4.



Figur 3: Plastisitet med dybden for borhull 3



Figur 4: Sensitivitet med dybden for borhull 3

5 Lokalstabilitet

5.1 Materialkoeffisient

NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 er lagt til grunn for prosjekteringen. Eurocode 7 krever partialfaktor (sikkerhetsfaktor) $\gamma_{m-cu} \geq 1.4$ for totalspenningsanalyser og $\gamma_{m-\phi} \geq 1.25$ for effektivspenninganalyser.

5.2 Laster

I stabilitetsberegninger brukes en karakteristisk terreglast lik 10 kN/m². Det benyttes en lastfaktor lik $\gamma_f = 1.3$.

Det antas hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.

5.3 Beregninger

Vi har utført geotekniske stabilitetsberegningene for å vurdere gjennomførbarheten av utfyllingen. Beregningene er utført som ADP-analyse (aktiv-direkte-passiv) basert på udrenert skjærstyrke (totalspenningsanalyse). Beregningene er utført for sirkulærsylindriske glideflater, og det er antatt plane tøyingsforhold uten sideeffekter. Stabilitetsberegningene er utført i

programmet Geosuite Stability versjon 4.4.0.22, hvor lamellemetoden benyttes med utgangspunkt i likevektsligninger fra Morgenstern og Price.

Stabilitetsberegningene viser at utfylling i Gilhusbukta er gjennomførbart. For å tilfredsstille beregningsmessig sikkerhet på 1,4 må det etableres motfylling, samt at oppfyllingen må foretas trinnvis. Typiske oppfyllingstrinn vil være:

- Trinn 1: oppfylling til kote -7,0
- Trinn 2: oppfylling til kote -3,0
- Trinn 3: oppfylling til kote 0,0
- Trinn 4: oppfylling til kote +1,5
- Trinn 5: oppfylling til kote +3,0 (0,5 m overhøyde)

Utfylling i Gilhusbukta vil medføre økning av poretrykkene i de underliggende leirmassene. Økt poretrykk gir redusert sikkerhet mot utglidning på grunn av redusert intern friksjon i løsmassene. For å kunne overvåke sikkerheten mot utglidning bør det installeres poretrykksmålere i grunnen forut for utfyllingen. Poretrykksmåleren kan installeres etter utlegging av drenslag/sandlag. For å sikre tilstrekkelig styrkeoppbygging antas det å måtte vente 6-12 måneder mellom hvert oppfyllingstrinn, men dette vil resultatene fra poretrykksmålingene gi nærmere svar på.

6 Øvrige geotekniske aspekter

6.1 Setninger

Løsmassene i bukta er noe overkonsolidert, men ikke mer enn at oppfylling i bukta vil medføre belastninger over forkonsolideringspenningen. Grunnen vil derfor få betydelige setninger over lang tid. Setningene vil bli størst der oppfyllingen og dybder til fjell er størst.

6.2 Fundamenteringsforhold

På grunn av kompressibel grunn og store dybder til fjell vil setningsømfintlige bygg og konstruksjoner måtte pelefunderes. Kompensert fundamentering kan være aktuelt i områdene som ligger nærmest dagens strandlinje. Lette og mindre setningsømfintlige bygg og konstruksjoner kan muligens direkte fundamenteres.

7 Konklusjon

Utfylling i Gilhusbukta er gjennomførbart, men betinger etablering av motfylling og trinnvis oppfylling.

For å overvåke sikkerhet mot utglidning bør det installeres poretrykksmålere i grunnen i forkant av utfyllingen.

8 Referanser

- /1/ NGI (1972)
Lier Industriterminal AS
Grunnundersøkelser i forbindelse med tilrettelegging av industriarealer på Lierstranda
Rapport 72016-2, datert 21. september 1972
- /2/ NGI (2007)
Miljøstein AS
Utfylling i Gilhusbukta, Lier
Grunnundersøkelser
Rapport 20071202-1, datert 5. mai 2007
- /3/ NGI (2005)
CPTU-korrelasjoner for leire
CPTU-korrelasjoner for leire basert på blokkprøver
Rapport 20041198-1, datert 10. januar 2005
- /4/ NVE (2011)
Retningslinjer nr. 2-2011 Flaum- og skredfare i arealplaner
Vedlegg 1: Veileder for vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper

Vedlegg A - Tegninger

Innhold

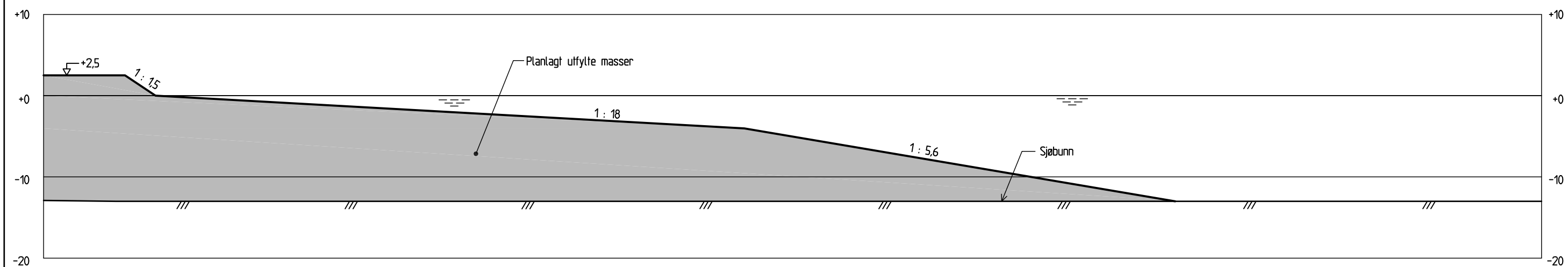
- Tegning 014 Utfyllingsplan - Alt. 1: Utfylling av hele Gilhusbukta. Full erstatning av areal mellom kote 0 og -4
- Tegning 017 Snitt C-C - Alt. 1: Utfylling av hele Gilhusbukta. Full erstatning av areal mellom kote 0 og -4



FORKLARINGER:

Teoretisk massebehov inklusive motfylling :	2 050 000m³
Totalt teoretisk massebehov inklusive motfylling og 2,5m setning :	2 500 000m³
Nytt areal på kote +2,5 :	158 300m²
Areal av motfylling som går fra kote 0 til -4,0 :	37 100m²
(område med helning 1 : 18)	
Mistet areal med dagens strandlinje fra kote 0 til -4,0	38 550m²

B	Snittlinje C-C	11.11.2011	TS	ØN	ØN	
A	Endret skråningshelning motfylling	20.10.2011	TS	ØN	ØN	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.	
GILHUSBUKTA SJØGRUNN AS		Status				
		Original format				
		A1				
Utyllingsplan Alt. 1 : Utylling av hele Gilhusbukta Full erstating av areal mellom kote 0 og -4		Tegningens filnavn				
		Målestokk				
		1 : 2000				
NGI Sognsveien 72 • PO Box 3830 Lilleveit Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 24.06.2011 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet TS	Kontrollert ØN	Godkjent ØN	Rev.
		20101126		014		B



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
GILHUSBUKTA SJØGRUNN AS		Status			
		Original format			
		A3			
Snitt C-C Alt.1 : Utfylling av hele Gilhusbukta Full erstatning av areal mellom kote 0 og -4		Tegningens filnavn			
		Målestokk			
		1 : 500			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 11.11.2011	Konstr./Tegnet TS	Kontrollert ØN	Godkjent ØN
		Oppdragsnr. 20101126	Tegningsnr. 017		Rev.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information									
Dokumenttittel/Document title Stabilitetsvurderinger						Dokument nr/Document No. 20101126-00-3-TN			
Dokumenttype/Type of document			Distribusjon/Distribution			Dato/Date			
☐ Rapport/Report ☒ Teknisk notat/Technical Note			☐ Fri/Unlimited ☒ Begrenset/Limited ☐ Ingen/None			27. juni 2011 Rev.nr./Rev.No. 1 – 26. mars 2014			
Oppdragsgiver/Client Gilhus Sjøgrunn AS v/Runar Kristiansen									
Emneord/Keywords Utfylling									
Stedfesting/Geographical information									
Land, fylke/Country, County Norge, Buskerud						Havområde/Offshore area			
Kommune/Municipality Lier						Feltnavn/Field name			
Sted/Location Gilhusbukta						Sted/Location			
Kartblad/Map 1814 III, Drammen						Felt, blokknr./Field, Block No.			
UTM-koordinater/UTM-coordinates 32VNM708241									
Dokumentkontroll/Document control									
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001									
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:		Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument	ØN		OG					
1	Kun alt. 1 utfylling i hele bukta aktuelt	ØN		ØN					
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date		Sign. Prosjektleder/Project Manager Ørjan Nerland					

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemand uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pircenteret
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pircenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281/IBAN NO26 5096 0501 281
Org. nr/Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

