

Til: Esva Miljøpark Nes KF
v/ Jonny Egil Eriksen
Kopi til:
Dato: 2016-01-21
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /
Dokumentnr.: 20150811-01-TN
Prosjekt: Esva – Geoteknisk vurdering av løsmassedeponi
Utarbeidet av: Einar John Lande
Prosjektleder: Einar John Lande
Kontrollert av: Magnus Rømoen

Geoteknisk stabilitetsberegning av løsmassedeponi nord på Esva miljøpark

Innhold

1	Innledning	2
2	Grunnlagsmateriale	3
3	Topografi og grunnforhold	3
4	Stabilitetsberegninger	4
4.1	Beregningsprofiler	4
4.2	Materialparametere	4
4.3	Geometrieffekt	5
4.4	Grunnvann	5
4.5	Resultater av stabilitetsberegninger	6
5	Geotekniske vurderinger og anbefalinger	6
6	Referanser	7

Vedlegg

Vedlegg A Esva Miljøpark – Landskapsplan, avslutning av deponi

Tegninger

Tegning G-010 Esva miljøpark – Opprinnelig terreng
Tegning G-020 Esva miljøpark – Innmålt terreng sept. 2015
Tegning G-100 Esva miljøpark – Stabilitetsberegning profil A-A
Tegning G-101 Esva miljøpark – Stabilitetsberegning profil B-B

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

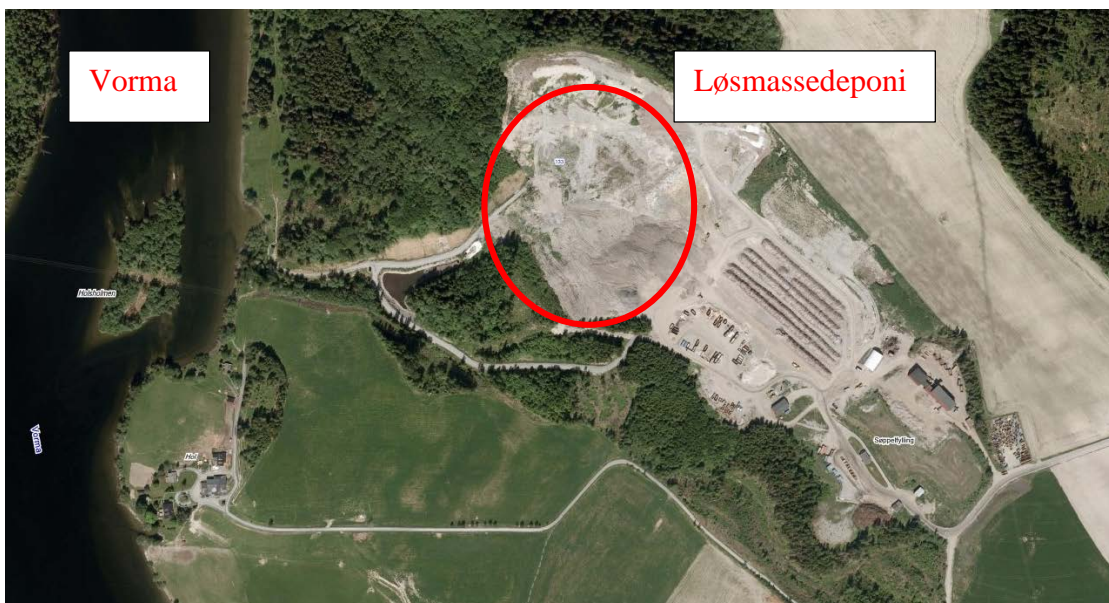
Norges Geotekniske Institutt (NGI) er engasjert av Nes kommune for å utføre geoteknisk vurdering av løsmassedeponi nord på Esval miljøpark. De geotekniske vurderingene omfatter beregning av stabilitet for situasjon per september 2015 (omtalt videre som "dagens situasjon"), samt planlagt avslutning av deponi. Oversikt over det aktuelle området er vist på kartutsnitt i figur 1 og flyfoto i figur 2. Rød avmerking i figur 2 viser området for deponiet det er regnet på.

Utfyllingsområdet ligger i en naturlig ravinedal med bratte, naturlige skråninger som avgrensning. Ravinen går i retning vest ned mot elven Vorma.

Nes kommune ønsker bistand til å vurdere hvordan pågående oppfylling av ravinedalen skal utføres for å ivareta en tilfredsstillende lokalstabilitet av fyllmassene. I tillegg ønskes vurdering av globalutforming av fyllingsområdet med spesiell fokus på avslutning mot vest. Dette notatet beskriver de forutsetninger som er lagt til grunn for beregningene, resultater fra stabilitetsberegningene og vurderinger/anbefalinger omkring avslutningen av oppfyllingen.



Figur 1: Kartutsnitt med beliggenhet av Esval miljøpark. (Kilde: Statens kartverk, M = 1:30000)



Figur 2: Flyfoto av Esval miljøpark med løsmassedeponi nord avmerket

2 Grunnlagsmateriale

NGI har vært engasjert flere ganger tidligere i forbindelse med utførelse av grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger på området til Esval miljøpark, dette innebærer blant annet vurdering av søppelfylling og et planlagt biogassanlegg på området, se ref. 1 til 7. Resultatene fra disse grunnundersøkelsene er brukt som grunnlag for vurderingene i dette notatet, da det ikke er utført egne grunnundersøkelser.

NGI har i forbindelse med et tidligere prosjekt mottatt kartgrunnlag fra Cowi som viser opprinnelig terreng/topografi, se tegning G-010. NGI har også fått tilsendt kartgrunnlag fra Hjellnes Consult v/ Lars Roar Hovde som viser innmåling av eksisterende terreng (løsmassedeponi) fra september 2015, se tegning G-011, samt plan for avslutning av deponi (maksimumsløsning), se vedlegg A.

3 Topografi og grunnforhold

Terrenget ved og omkring Esval miljøpark er preget av raviner med relativt bratte skråninger som avgrensning i nord/nordvest og sør/sørvest. Lengre øst er det et flatere område med dyrket mark. Nivået i bunn av den ravinen som det pågår oppfylling av ligger på rundt kote +130/+134, mens toppene rundt ligger mellom kote +155/+160.

Tidligere utførte grunnundersøkelser viser at de naturlige løsmassene (ikke deponerte masser) består av ca. 2-5 m tørrskorpe over middels til fast leire over morene og berg, se ref. 2, 4 og 6. Utførte laboratorieundersøkelser har vist noe overkonsolidering av leira

med OCR verdi mellom ca. 2 og 3 for prøver tatt fra terreng på kote +164, se ref. 1. Det er forventet at leira i bunn av ravinene er mer overkonsolidert. Det er for øvrig ikke påvist kvikkleire eller leire med sprøbruddegenskaper på området.

Utførte sonderboringer har påvist fjell/faste masser rundt kote +110 i bunn av ravine, med stigning opp til rundt kote +130/+137 i øst og sørøst på oppfyllingsområdet.

4 Stabilitetsberegninger

For å vurdere den geotekniske stabiliteten av løsmassedeponi er det utført beregninger med programmet Geosuite Stability. Det er utført beregning for dagens situasjon basert på innmåling av deponi fra september 2015, samt planlagt avslutning av deponi.

Geosuite Stability regner etter grenselikevekts-metoden og gir en materialfaktor (sikkerhetsfaktor F_c) for kritiske glideflater. I henhold til tabell NA.A.2 i Eurokode 7 kreves det en minimum sikkerhetsfaktor γ_{cu} lik 1,4 for glideflater i leire og γ_ϕ lik 1,25 i friksjonsmasser, se ref. 8.

4.1 Beregningsprofiler

Basert på kartgrunnlag med opprinnelig terreng, samt planlagt avslutning av deponi, er det vurdert hvilke profil som er kritisk m.t.p fyllingens stabilitet. Beliggenhet av de valgte profilene er vist på tegning G-010 og G-011. Profil A-A er valgt tilnærmet normalt på planlagt fyllingsfront mot vest i bunn av ravedal, og er vurdert som avgjørende for hvordan oppfyllingen og fyllingsfront skal bygges opp.

4.2 Materialparametere

4.2.1 Romvekt

Romvekt for tørrskorpe og naturlig leire er valgt ut fra tidligere utførte grunnundersøkelser. Verdier er valgt henholdsvis lik 19,5 og 18,5 kN/m³. Romvekt av fyllmassene er antatt lik 18 kN/m³.

4.2.2 Styrkeparametere

Udrenerte styrkeparametere

Udrenerte styrkeparametere i naturlig leire er basert på kombinasjon av tolkning av CPTU-sonderinger, poretrykksmålninger og laboratorieundersøkelser på området, ref. 1 og 6. I tillegg er topografiske forhold benyttet for vurdering av spenningshistorikk og overkonsolidering i løsmassene. For leire i bunn av ravine (kote lavere enn +130) er det valgt udrenert skjærfasthet fra tolkning av CPTU 2, 3 og 4 beskrevet i NGI rapport

20021319-1, ref. 6. For høyereliggende terreng (kote høyere enn +140) er tolkning av CPTU 1-2014 i rapport 20140105-2 benyttet, ref. 1.

Karakteristisk aktiv udrenert skjærfasthetsprofil (S_{uA}) er vist på de ulike beregningsprofilene. Følgende anisotropiforhold mellom aktiv, direkte og passiv udrenert skjærfasthet er benyttet i stabilitetsberegningene:

$$S_{uD}/S_{uA} = 0,7$$

$$S_{uP}/S_{uA} = 0,4$$

Drenerte styrkeparametere

I stabilitetsberegningene er det valgt å modellere fyllmasser og tørrskorpe som friksjonsmateriale med drenerte styrkeparametere. Valgt friksjonsvinkel i fyllmasser er basert på ingeniørskjønn ut fra opplysning om fyllmassenes egenskaper, samt observasjoner fra tidligere befaringer. Oversikt over valgte parametere er vist i tabell 1.

Tabell 1: Drenerte styrkeparametere

Materiale	Friksjonsvinkel ϕ [°]	Attraksjon a [kN/m ²]
Fyllmasse	28	5
Tørrskorpe	30	0

4.3 Geometrieffekt

Løsmassedeponiet ligger i en ravine hvor naturlig terreng danner en barriere mot fyllmassene i retningene nord, øst og sør. Dermed vil en potensiell utglidning være begrenset i utstrekning som følge av geometrieffekter.

I stabilitetsberegningene tas hensyn til geometrieffekt inn ved å anta at det for en glideflate mobiliseres skjærkraft langs sideflatene. For profil A-A er det konservativt antatt at en glideflate er begrenset i bredden til ca. 80 m, som gir et geometriforhold lik $2/80 = 0,033$. Det er også utført beregning med forhold lik $2/60 = 0,025$. Tilsvarende er det for profil B-B valgt et geometriforhold lik $2/100 = 0,020$ og i tillegg utført beregning uten geometrieffekt.

4.4 Grunnvann

Det er ikke utført noen målinger eller undersøkelser i felt for å vurdere grunnvannsnivå eller strømning i den pågående og fremtidige fyllingen. Valg av grunnvannsnivå i stabilitetsberegninger er vurdert ut fra opplysninger om fyllmassenes beskaffenhet og ingeniørskjønn.

I beregningsprofilene er det valgt at GV-nivå er tilnærmet i nivå med sigevannsdammen i bunn av ravinen (ca. kote +128). Videre er det antatt at GV-nivå stiger jevnt oppover

langs fyllingsskråning, og at det ligger ca. 10 m under oppfylt terreng i de øvre delene av deponiet.

4.5 Resultater av stabilitetsberegninger

Resultat av geotekniske stabilitetsberegninger for profil A-A og B-B er presentert henholdsvis på tegning G-100 og G-101. På tegningene er det vist lagdelinger, materialparametere inkludert udrenert skjærfasthetsprofil, antatt GV-nivå og fjellforløp, samt beregnede kritiske glideflater. I tillegg er opprinnelig terrengnivå før oppfylling tatt med.

Det er utført enkle parameterstudier for å se på effektene av å endre på friksjonsvinkel i fyllmasser og GV-nivå på topp av fyllingsskråning. Dette har vist seg å gi mindre utslag i beregnet sikkerhetsfaktor F_c . Det er også sett på effekten av å regne med ulike geometriforhold som har vist seg å ha stor betydning, som man kan se i tabell 2.

Tabell 2: Minste beregnede sikkerhet for profil A-A og B-B.

		Profil A-A		Profil B-B	
Geometriforhold		2/80 = 0,025	2/60 = 0,033	0	2/100 = 0,020
Innmålt sept. 2015	F_c	1,07	1,15	1,05	1,41
Planlagt deponi	F_c	1,50	1,64	1,13	1,50

5 Geotekniske vurderinger og anbefalinger

Basert på utførte beregninger av løsmassedeponi på Esval er det påvist at den geotekniske stabiliteten for "dagens situasjon" er for lav i profil A-A, og ikke tilfredsstillende gjeldende krav i Eurokode 7, dvs at $F_c = \gamma_{cu} > 1,4$. Stabilitet for planlagt avslutning av deponi er funnet å være tilfredsstillende. Det er viktig å påpeke at det er en del usikkerhet knyttet til valg av materialparametere i fyllmasser, GV-nivå og vurdering av geometrieffekter.

NGI vurderer det som meget ugunstig at det frem til i september 2015 er fylt opp så mye på topp av løsmassedeponiet uten at det først er fylt opp ved fyllingsfot. Det anbefales derfor at Esval miljøpark utfører all videre oppfylling av deponi lagvis fra bunn av ravinen ved sivevannsdammen og oppover iht. landskapsplanen for avslutning av deponi. Fortrinnsvis bør skråning slakes noe ut så raskt som mulig.

Ved videre oppfylling bør det veksles mellom "gode" friksjonsmaterialer (grus/sand/stein, rivningsmasser i form av betong og tegl/murstein og lignende) og bløte leirmasser (såkalt "blålums") med relativt lav styrke, for å oppnå en mer stabil og drenerende effekt på massene. I tillegg er det avgjørende at det ikke er mer enn ca. 20-30 % bløt leire i fyllingsmassene da dette vil kunne føre til at friksjonsmassene "flyter" i de bløte massene.

NGI har mottatt informasjon om at det vurderes å ta ut noe leire i bunn av ravinen ved sigevannsdammen før endelig utforming av fyllingsfront. Dette frarådes siden all uttak av leire vil kunne redusere stabiliteten og føre til utglidning.

6 Referanser

- /1/ NGI (2014)
Esva - utvidelse av deponi. Geotekniske vurderinger.
NGI-rapport 20140105-02-R, Rev. 1, datert 4. november 2014, 46s.
- /2/ NGI (2014)
Esva - utvidelse av deponi. Geoteknisk datarapport.
NGI-rapport 20140105-01-R, datert 24. april 2014, 60s.
- /3/ NGI (2010)
Biogassanlegg på Esva, supplerende grunnundersøkelser og vurderinger.
Innledende vurdering av grunnforhold, stabilitet og fundamenteringsprinsipper.
NGI-rapport 20100576-00-3-TN, datert 31. august 2010, 16s.
- /4/ NGI (2010)
Biogassanlegg på Esva, supplerende grunnundersøkelser og vurderinger.
Grunnundersøkelser – datarapport
NGI rapport 20100576-00-2-R, datert 12. juli 2010, 51s
- /5/ NGI (2009)
Lokalisering av biogassanlegg, grunnundersøkelser – Esva
Datarapport – grunnundersøkelser
NGI rapport 20091799-00-1-R, datert 9. september 2009
- /6/ NGI (2003)
Esva fyllplass, Nes kommune
Grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger
NGI rapport 20021319-1, datert 18. februar 2003
- /7/ NGI (1992)
Esva fyllplass, Nes kommune. Stabilitet ved utvidelse av eksisterende fyllplass.
Brev til jordforsk, datert 11. mai 1992.
- /8/ Norsk Standard (2008)
NS-EN 1997-1:2004+NA:2008
Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler

Vedlegg A

ESVAL MILJØPARK – LANDSKAPSPLAN AVSLUTNING AV DEPONI
TEGNING O 100, REV. A01 07.12.2015



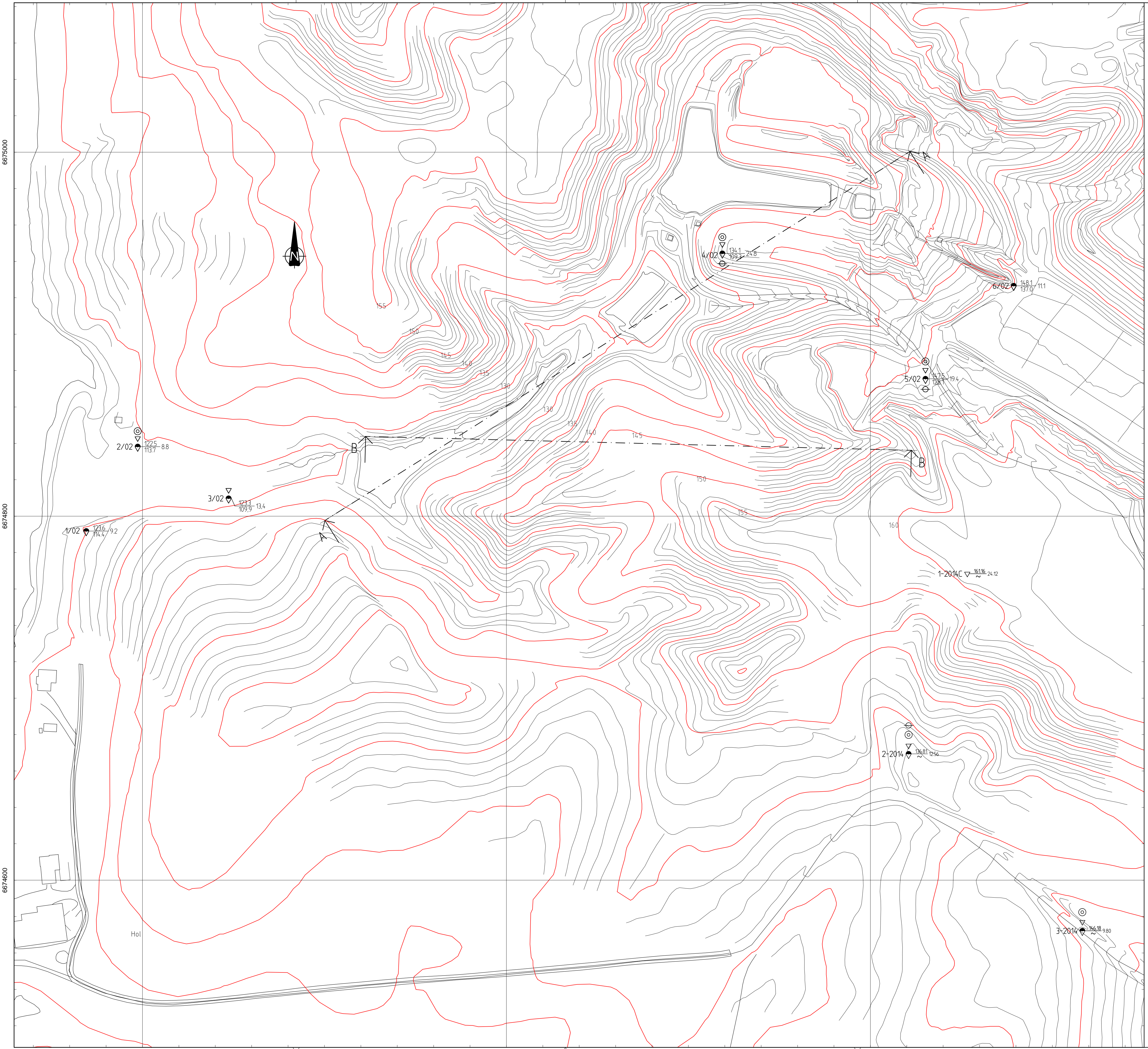
© 2015 HJELNES CONSULT AS. Prosjekt: Esvall 100. Dato: 07.12.2015. Rev. 01. Dnr: 2015-153533. Dns: 11. A1



TEGNFORKLARING

- Områdevgrensing
- Avgrensning deponi
- Eiendomsgrense
- Fremtidig terreng (koter)
- Eksisterende terreng (koter)
- Fall 1:4** ➔ Fall ferdig terrengoverflate
- Landbruk
- Lav vegetasjon
- Høyere beplantning
- Grus
- Eksisterende vei/asfalt
- Ny vei/asfalt
- Grøft
- Overvann

A 01 Førsteutkast	CHS	AMN	07.12.2015
Status: Rev. Rev. gjelder	Tegn: BJK	Kontr: BJK	Date opprettet
Esvall Miljøpark		m	09.11.2015
Høiretakk og format		1:1500 (A1)	
Eksisterende deponi		Koordinat: UTM32	Høydesystem: NN2000
Landskapsplan, avslutning av deponi		Prosjekt: 20120098	Fag: LARK
Ekvidistanse 1 m		Tegn nr.: 0 100	Rev. A 01
Filenavn: LAY_Avslutningsplan og analyse.dwg			



FORKLARINGER:

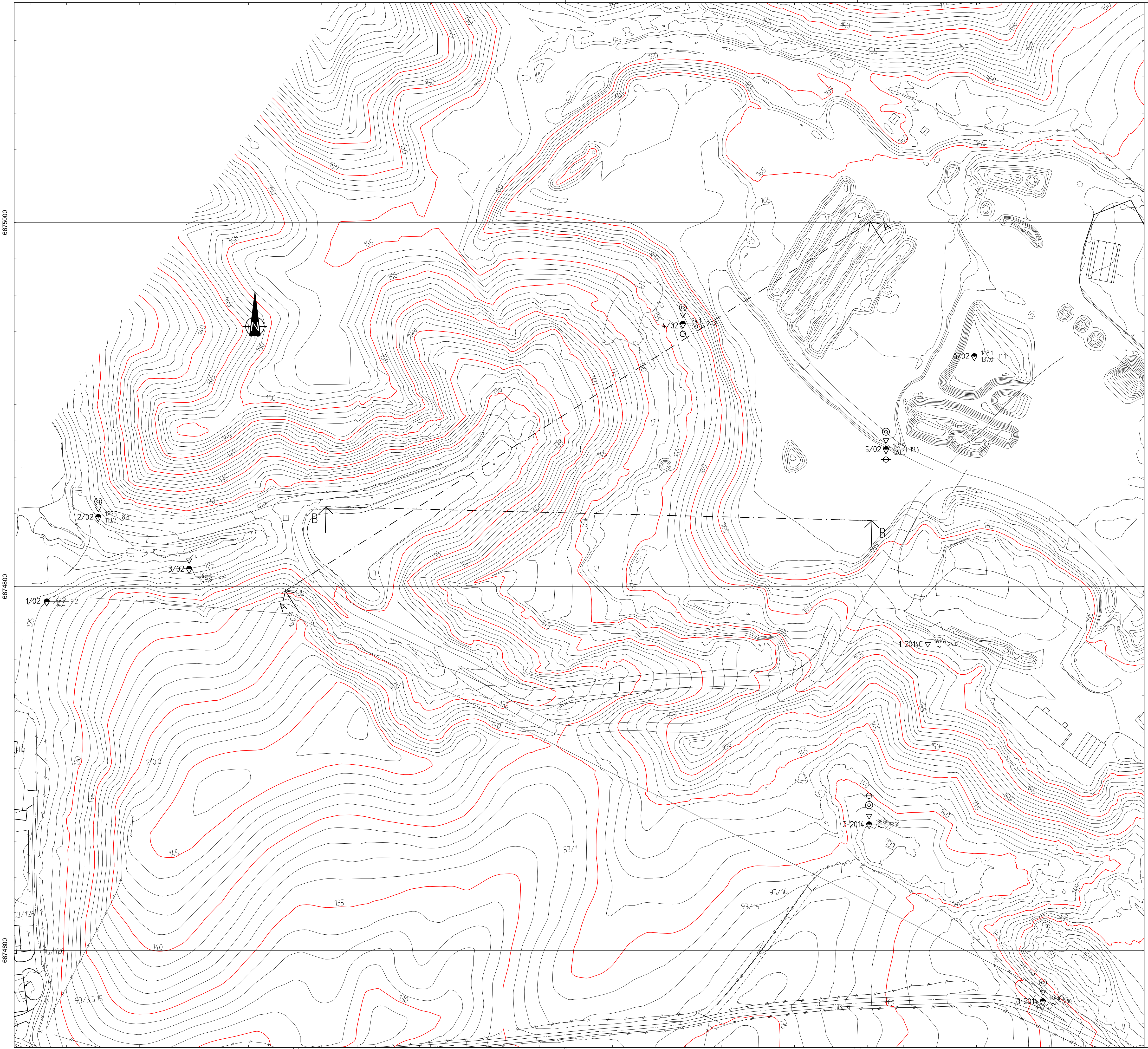
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ★ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrep
- +
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Boringer x/02 fra rapport 20021319-1, dateret 18. februar 2003.
 Boringer x-2014 fra rapport 20140105-01-R, dateret 24. april 2014.

Tegningstittel: OPPRINNELIG TERRENG	Tegningsnr.: G-010	Rev.
---	------------------------------	------

ESVAL MILJØPARK	Status
GEOTEKNISK VURDERING AV LØSMASSEDEPONI	Original format
OPPRINNELIG TERRENG	A-1
1:1000	Tegnings tittelen
	G-010 opprinnelig terreng
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 13.01.2016
20150811	Kontrollert K J A
G-010	MaR
E J L	Godkjent



- FORKLARINGER:**
- Dreiesondering
 - Enkel sondering
 - ▽ Trykksondering
 - ⊛ Fjellkontrollboring
 - ⊕ Dreietrykksondering
 - ⊕ Totalsondering
 - ⊙ Prøveserie
 - Prøvegrep
 - + Vingeboring
 - ⊖ Poretrykksmåling
 - ⚡ Fjell i dagen
- Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Boringer x/02 fra rapport 20021319-1, dateret 18. februar 2003.
 Boringer x-2014 fra rapport 20140105-01-R, dateret 24. april 2014.

Tegningstittel: INNMÅLT TERRENG SEPT 2015	Tegningnr.: G-011	Rev.
---	-----------------------------	------

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.

ESVAL MILJØPARK		GEOTEKNISK VURDERING AV LØSMASSEDEPONI		Original format A-1 Tegningens tittel G-011, innmålt sept 2015 NB:restak	
INNMÅLT TERRENG SEPT 2015		11000			
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 13.01.2016 Oppdragsnr.	Kontstr./Tegnet K J A	Kontrollert MaR	Godkjent E J L
20150811		G-011		Rev.	

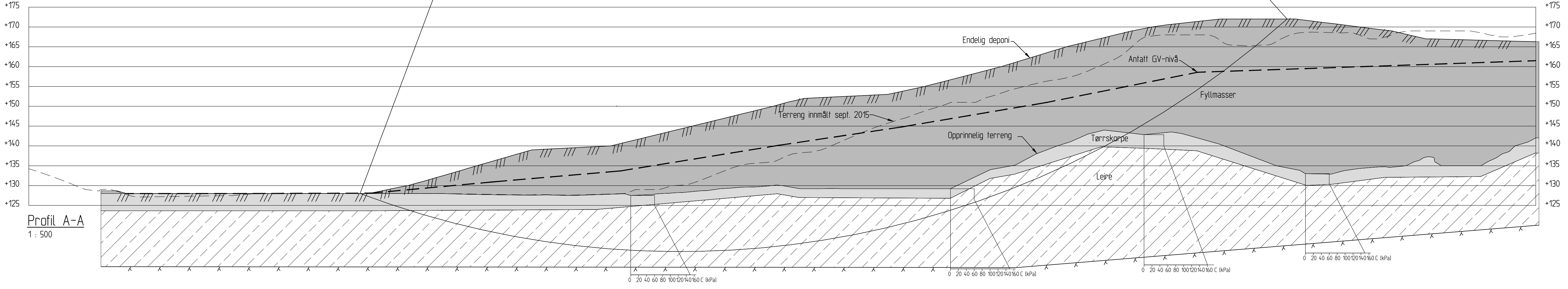
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	18.00	8.00	28.0	5.0				
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	18.50	8.50				100	0.70	0.40

Fc=1.49
Fc=1.64

Fc=1.64
Geometriforhold 2/60 = 0.033
Result file : g:\gearkiv\20150811\stabgraf.nit\esval profil a-a, endelig deponi.R2

Fc=1.49
Geometriforhold 2/80 = 0.025
Result file : g:\gearkiv\20150811\stabgraf.nit\esval profil a-a, endelig deponi.R1

Stabilitet ved avslutning deponi



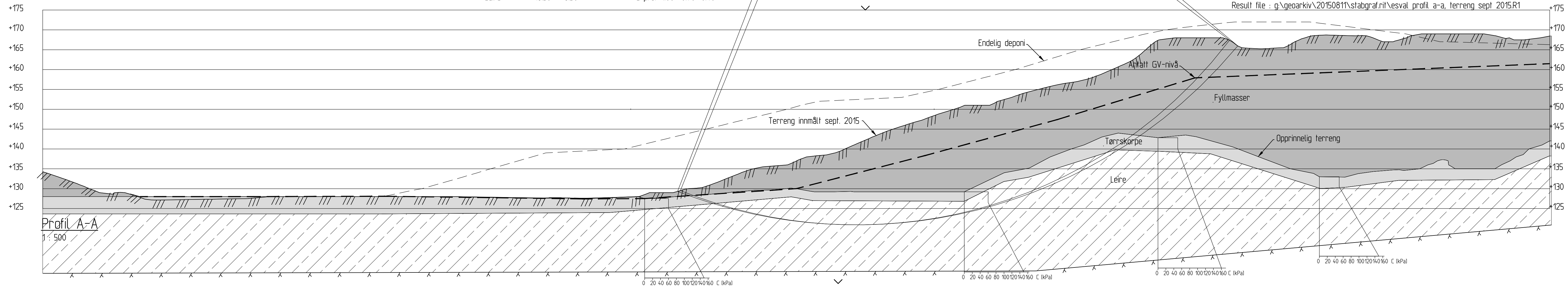
Profil A-A
1:500

Fc=1.16 Fc=1.07


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	18.00	8.00	28.0	5.0				
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	18.50	8.50				100	0.70	0.40

Fc=1.07
Geometriforhold 2/80 = 0.025
Result file : g:\gearkiv\20150811\stabgraf.nit\esval profil a-a, terreng sept 2015.R1

Stabilitet for terreng per sept. 2015



Profil A-A
1:500

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkjert
ESVAL MILJØPARK Geoteknisk vurdering av løsmassedeponi					Status Original format A-1 Tegningens tittel G-100 Stabilitetsberegning profil A-A NB! Skala
Stabilitetsberegning profil A-A					1500 
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 21.01.2016 Oppdragsnr. 20150811	Karakt. / Tegnet K JA Tegningens G-100	Kontrollert MaR Godkjert E.JL	Rev. 1

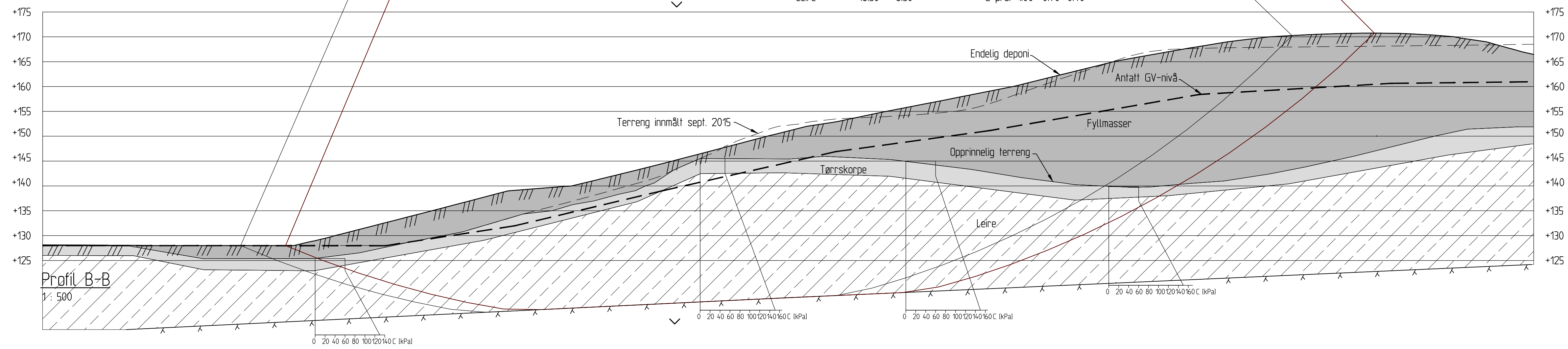
Stabilitet ved avslutning deponi

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	18.00	8.00	28.0	5.0				
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire	18.50	8.50						

C-prof 100 0.70 0.40

Fc=150
 2/100 = 0,02
 Result file : G:\geoarkiv\20150811\STABGRAF.RIT\ESVAL PROFIL B-B, Endelig deponiR4

Fc=113
 Uten geometrieffekt
 Result file : G:\geoarkiv\20150811\STABGRAF.RIT\ESVAL PROFIL B-B, Endelig deponiR3



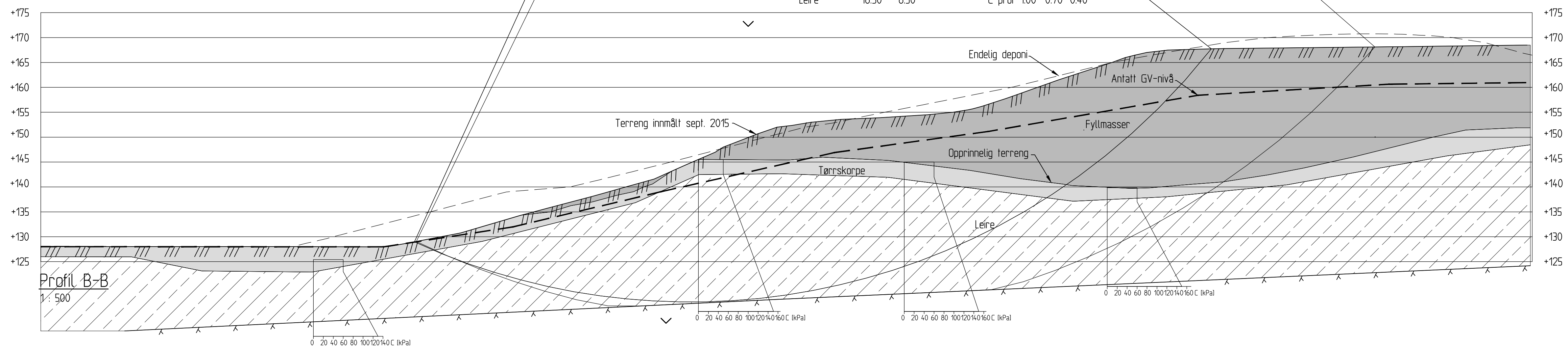
Stabilitet for terreng per sept. 2015


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	18.00	8.00	28.0	5.0				
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire	18.50	8.50						

C-prof 100 0.70 0.40

Fc=141
 Geometriforhold 2/100 = 0,02
 Result file : g:\geoarkiv\20150811\stabgraf.rit\esval profil b-b, terreng sept 2015R2

Fc=105
 Uten geometrieffekter
 Result file : g:\geoarkiv\20150811\stabgraf.rit\esval profil b-b, terreng sept 2015R1



Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kont	Godk
ESVAL MILJØPARK Geoteknisk vurdering av løsmassedeponi					Status Original format A-1 Tegningens tittel G-101 Stabilitetsberegning profil B-B NB! Skala
Stabilitetsberegning profil B-B					1500 
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 21.01.2016 Oppdragsnr 20150811	Karstr./Tegnet KJA Tegningens G-101	Kontrollert MaR Godkjent E.JL	Rev E.JL

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Geoteknisk stabilitetsberegning av løsmassedepони nord på Esva miljøpark		Dokumentnr./Document no. 20150811-01-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client Esva Miljøpark Nes KF	Dato/Date 2016-01-21
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract Oppdragsgiver / Client		Rev.nr.& dato/Rev.no. & date 0 /
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Løsmassedepони, stabilitet		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Akershus	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Nes	Felt navn/Field name
Sted/Location Esva	Sted/Location
Kartblad/Map Jessheim 1915 II	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: UTM 32 Øst: 632974 Nord: 6674601	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2016-01-20 Einar John Lande	2016-01-20 Magnus Rømoen		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 21. januar 2016	Prosjektleder/Project Manager Einar John Lande
--	-------------------------------------	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within 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 following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

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.

