

Til: Nordplan AS
v/ Oddvin Myklebost
Kopi til: Romsdalen AS v/Oddbjørn Vassli
Dato: 2019-06-19
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /
Dokumentnr.: 20190293-02-TN
Prosjekt: Gondolbane Nesaksla
Prosjektleder: Ragnar Moholdt
Utarbeidet av: Tore Valstad
Kontrollert av: Henrik Langeland

Ingeniørgeologisk vurdering av mastepunkt og toppstasjon

Innhold

1	Omfang	2
2	Løsmasser og forvitring	3
3	Berggrunn	3
4	Steinsprangfare	4
5	Vurdering av mastepunktet	5
6	Vurdering av toppstasjonen	6
7	Referanser	8

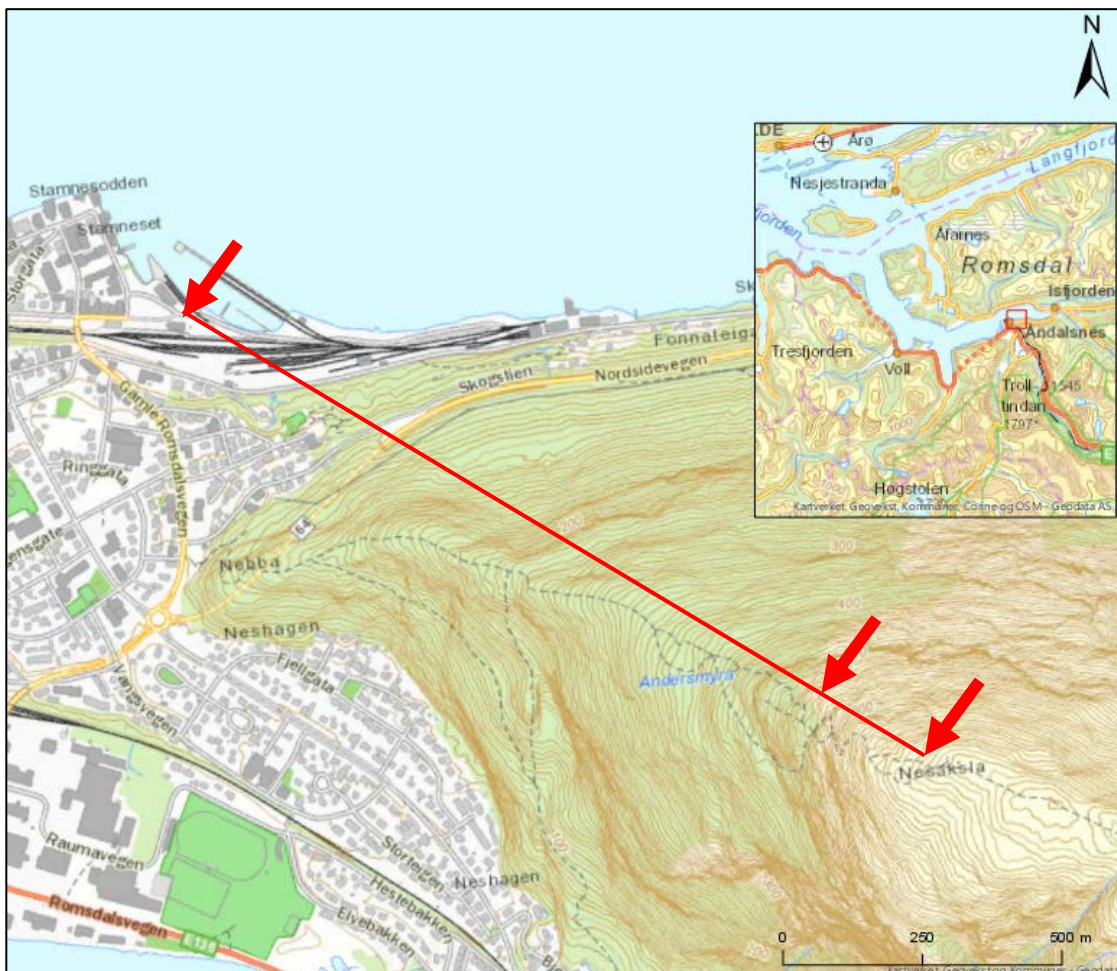
Vedlegg

Vedlegg 1 Stereoplot mastepunkt
Vedlegg 2 Stereoplot toppstasjon

Kontroll- og referanseside

1 Omfang

Det planlegges å bygge en gondolbane på Nesaksla i Rauma kommune. Banen skal etter planen bygges med bunnstasjon (Talstation) ved Norsk Tindesenter og Jernbanestasjonen. Toppstasjonen (Felsstation) skal bygges på Nesaksla like under topplatået (plattformhøyde ca. 695 moh). Mellom bunnstasjonen og toppstasjonen skal det bygges en mast på ca. 580 moh. Figur 1 viser plassering av de tre hovedelementene av gondolbanen.



Figur 1. Oversiktskart med piler på bunnstasjon mastepunkt og toppstasjon på Nesaksla.

NGI er engasjert av Nordplan AS som geoteknisk og ingeniørgeologisk rådgiver for gondolbanen, dvs. områdestabilitet og fundamentering av stasjonene og masten. Dette notatet er begrenset til områdestabilitet ved og fundamentering av masten og toppstasjonen på Nesaksla.

NGI ved Tore Valstad, sammen med Oddvin Myklebost fra Nordplan AS, utførte 2. og 3. juni 2019 en befaring av de aktuelle områdene for masten og toppstasjonen på Nesaksla. Det ble da utført geologisk kartlegging og vurdering av tiltaksområdet, som er beskrevet i de påfølgende avsnitt.

2 Løsmasser og forvitring

Toppen av fjellet Nesaksla er typisk for middels høye fjell i Norge, der fjellformasjonen er formet av kvartærgeologiske istider med polerte bergoverflater og skuringsstriper er fortsatt tydelig. Morenedekke varierer fra null på toppen opp til ca. 2 m i mindre søkk i berget. Det er et tynt lag med organisk jord og torv oppå morenedekket.

Bergoverflaten er frisk og forvitring er begrenset til noen millimeter. Den observerte mekaniske forvitringen fra fryse-tine prosesser er på opptil en meter på topplataet. For det meste er det fast massivt berg i eksponerte overflater. Det er ikke forventet mekanisk forvitring av betydning i områder dekket med morene.

3 Berggrunn



Figur 2 Dronefoto av Nesaksla med oppbygd sti og alternative plasseringer av mast (merket med rød og turkis sirkel).

Berggrunnen består av fin til middels kornet gneis. Etter beskrivelsen til kartblad Ålesund (NGU, 1998) er gneisen sillimanitt og kvartsholdig. På enkelte steder det

grovkrySTALLINE bånd og "øyer" langs foliasjonen¹. Gneis kan derfor betegnes som øyegneis. Fastheten av gneisen er høy, med enaksial trykkfasthet større enn 100 MPa, kanskje opp til 250 MPa.

Gneisen over den øvre delen av Nesaksla har en massiv karakter med en prismatisk struktur med stor blokkstørrelse (600 til 2000 mm)². Foliasjonen har et fall på 75° mot sør-øst (fallretning 135°), det vil si at strøket er omtrent vinkelrett på Nesaksla-ryggen. Det er sporadisk sprekker langs foliasjonen, mest utstikkende partier som følge av frostforvitring. Steinen som er brukt i trappene på Nesaksla viser at gneisen har god kløyv langs foliasjonen, se figur 2.

Berggrunnen på Nesaksla har generelt en massiv karakter. Ryggen står med steile sider. Det er ett sett med dominerende, sub-vertikale sprekker. Disse sprekkeene er orientert vinkelrett på strøket av foliasjonen (fall 85°, fallretning 235°/54°), dvs. tilnærmet parallelt med sideskråningene på Nesaksla-ryggen. Ett annet, mindre utviklet sprekkesett har fall 15° mot nordvest, dvs. i samme retning som ryggen på Nesaksla.

Sprekkeene parallelt med foliasjonen har stor til meget stor sprekeavstand (600 til 2000 mm). De er lite gjennomsettende og kan sjelden følges mer enn en til to meter. Sprekkeavstanden for de sub-vertikale sprekkeene er middels til meget stor (200 til 2000 mm) og lite gjennomsettende slik at de sjelden er mer enn to meter.

Resultatet fra NGIs måling av sprekeorientering er sammenstilt og presentert i stereografisk projeksjon. På vedlegg 1 er vist målingene ved nedre alternativ for mastepunktet (27 stk). På vedlegg 2 er vist målingene ved toppstasjonen (20 stk). Projeksjonen viser polene til foliasjonsplan og sprekeplan i nedre halvkule. Det er små variasjoner mellom målingene på de to stedene, middelverdiene avviker bare noen få grader, se tabell 1.

Tabell 1 Middelerdier for orientering (fall og fallretning) av foliasjon og sprekker.

Sted	Mastepunkt	Toppstasjon
Foliasjon og foliasjonparallele sprekker	76° / 136°	78° / 136°
Sub-vertikale sprekker	90° / 54° (234°)	81° / 234°
Sub-horisontale sprekker	15° / 316°	18° / 320°

4 Steinsprangfare

Det er lite spor etter steinsprang langs ryggen på Nesaksla. Under bratthenget ved mastepunktet var det enkelte skarpkantete stein som kan ha falt ut fra bratthenget. Her er det forutsatt sikring slik at steinsprang ikke kan treffe foten av masten.

¹ Foliasjon, betegnelse for parallellstruktur i en metamorf (omdannet) bergart, består ofte i at plateformede mineraler (for eksempel glimmere) er parallellorientert.

² Deskriptive termer etter NS-EN ISO 14689-1:2004 Identifisering og klassifisering av berg; Del 1: Identifisering og beskrivelse

Traséen for gondolbanen følger stort sett ryggen på Nesaksla (figur 1). Det er derfor ikke mulig at steinsprang vil kunne treffe bærekablene eller gondolene.

5 Vurdering av mastepunktet

På befarings ble to alternative plasseringer av masten vurdert se figur 2. Begge stedene ligger på massive sva se figur 3 og 4. Mellom de to stedene er det en kløft som er fylt med grove blokker. Den skisserte masten skal ha fire bein som danner et kvadratisk fotavtrykk med ca. 10 m sidekant. Det er mulig å plassere masten utenom denne kløften. Bergmassen der masten skal fundamenteres (alternativ 1 og 2) er klassifisert etter RMR-systemet (Bieniawski, 1989). Den gir en RMR-verdi mellom 80 og 85, som tilsvarer meget god bergmasse. På så god bergmasse vil tillatt grunntrykk være bestemt av betongfastheten.



Figur 3 Massivt sva ved nedre alternativt for mastepunktet

Et brattheng like over mastepunktet inneholder noen løs stein og blokk som kan gi steinsprang mot nedre del av masten, se figur 4. Dette henge må derfor sikres med bolter og nett. Et nett drapert over henge vi hindre sprang ut i luften og holde løse stein langs terrenget.



Figur 4 *Brattheng over nedre alternativ for mastepunktet Dette henget er forutsatt sikret med bolter og nett.*

6 Vurdering av toppstasjonen

Det er skissert to alternative plasseringer av toppstasjonen. Begge stedene er det massivt berg se figur 6). På det sørvestre stedet er det mindre bratt i fjellsiden nedenfor stasjonen enn på det nordvestre stedet. Fjellsiden har derfor marginalt bedre stabilitet på det sørvestre stedet.

Ingen av de kartlagte strukturene har en orientering som gir mulighet for større utglidninger i fjellsiden under stasjonsområdet. De aktuelle sprekkene står enten sub-vertikalt, eller med så lite fall ($< 30^\circ$) at glidning ikke er mulig. Det sub-vertikale sprekkesettet er tilnærmet parallelt med fjellsiden og kan gi utfall av enkeltblokker ved velting (toppling). Det er imidlertid ikke funnet spor av større utfall i fjellsiden. Den globale stabiliteten av fjellsiden under toppstasjonen er vurdert som tilfredsstillende og bygging av gondolbanen er fullt forsvarlig.

Bergmassen der stasjonen skal fundamenteres er klassifisert etter RMR-systemet. Den gir en RMR-verdi mellom 85 og 90, som tilsvarer meget god bergmasse. På så god bergmasse vil tillatt grunntrykk være bestemt av betongfastheten.



Figur 5 Trase for gondolbanen sett fra toppstasjon. I begge alternative plasseringene vil masten stå nedenfor ryggen over snøfonnen på bildet. Mastefundamentene blir derfor ikke synlig fra toppstasjonen.

Toppstasjonen er planlagt forankret med etterspente stangankere. Sammenlignet med en stasjon som er stabilisert med bare egen vekt gir det vesentlig mindre inngrep. Man slipper da å sprengte ut for en motvektsskasse under stasjonen. Ved å installere ankere med stupning innover i bergmassen vil man få en spennkraft som motvirker horisontalkraften fra kabelen på stasjonen. Ankerene kan installeres slik at funksjonen kan kontrolleres ved senere inspeksjon og revisjon av gondolbanen.



Figur 6 Massivt sva under Ottarhytta der toppstasjonen planlegges bygget.

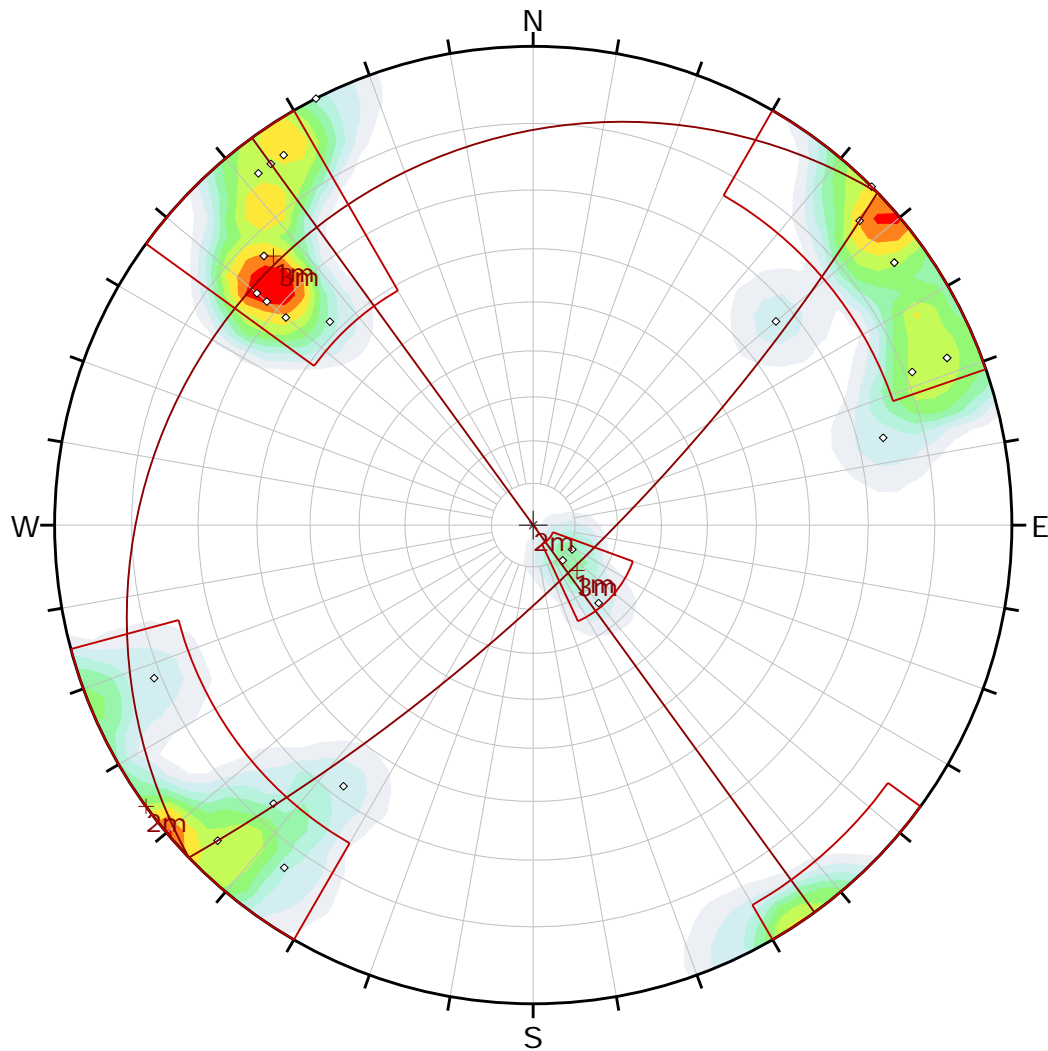
7 Referanser

Bieniawski, Z. (1989)

Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil and Petroleum Engineering
J. Wiley & Sons; Hoboken, NJ, USA

NGU (1998)

E. Tveiten, O Lutro, O & T. Thorsnes
Geologisk kart over Noreg, berggrunnskart Ålesund, M 1:250000
Norges geologiske undersøkning



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.70
	1.70 - 3.40
	3.40 - 5.10
	5.10 - 6.80
	6.80 - 8.50
	8.50 - 10.20
	10.20 - 11.90
	11.90 - 13.60
	13.60 - 15.30
	15.30 - 17.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	16.89%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	76	136	
2m	■	90	54	
3m	■	15	316	

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	27 (27 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Nordplan AS

Gondolbane Nesaksla
Mastepunkt - nedre alternativ - foliasjon og sprekker

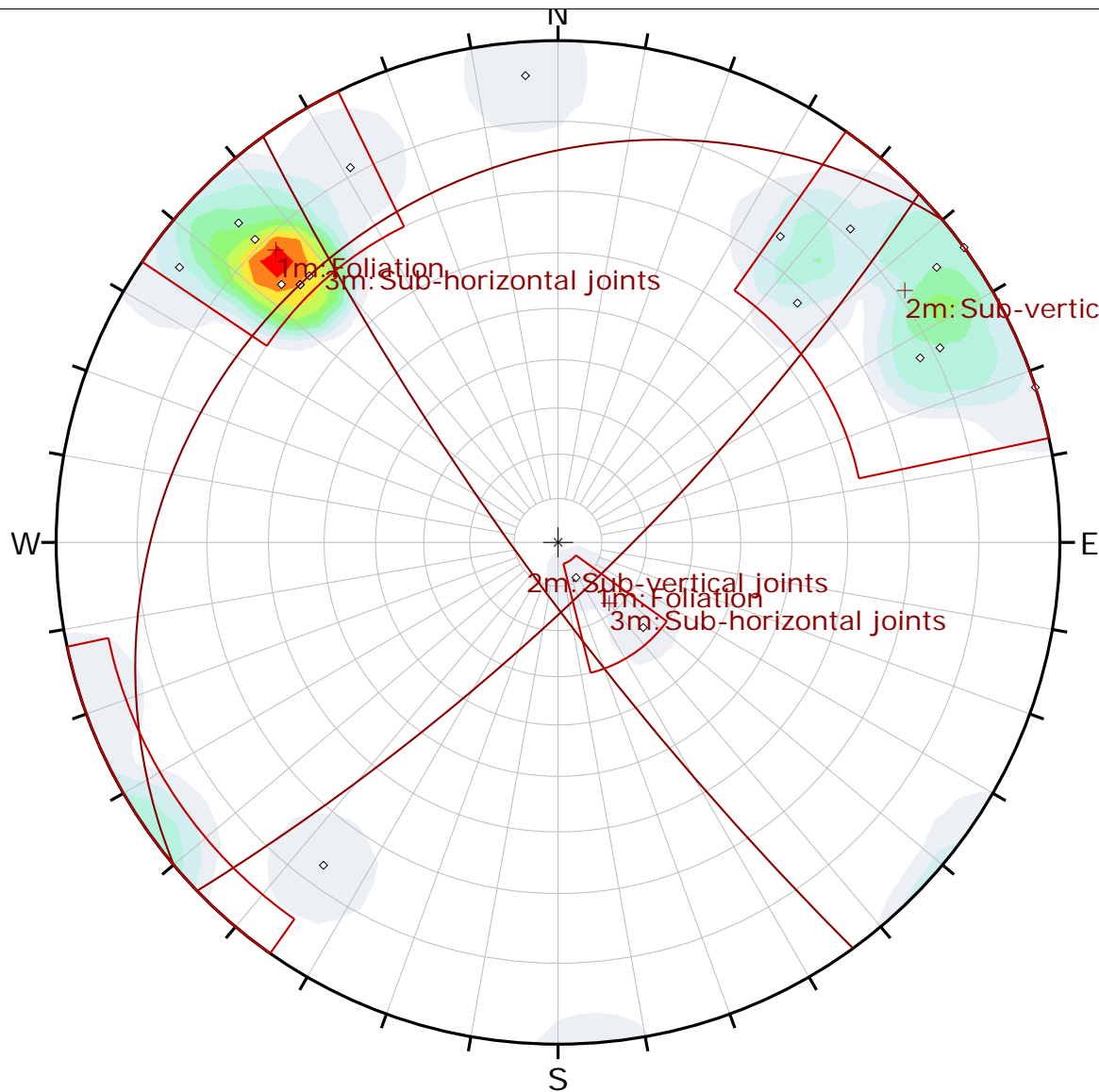
Dokument nr.
20190293

Dato
2019-06-17

Vedlegg nr.
1

Tegnet av
Tore valstad






Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
	0.00 - 2.70
	2.70 - 5.40
	5.40 - 8.10
	8.10 - 10.80
	10.80 - 13.50
	13.50 - 16.20
	16.20 - 18.90
	18.90 - 21.60
	21.60 - 24.30
	24.30 - 27.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	26.18%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	78	136	Foliation
2m	■	81	234	Sub-vertical joint
3m	■	18	320	Sub-horizontal jo

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	20 (20 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Nordplan AS	Dokument nr. 20190293	
Gondolbane Nesaksla Toppstasjon - foliasjon og sprekker	Dato 2019-06-17	
	Vedlegg nr. 2	Tegnet av Tore Valstad
		

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Ingeniørgeologisk vurdering av mastepunkt og toppstasjon		Dokumentnr./Document no. 20190293-02-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client Nordplan AS	Dato/Date 2019-06-19
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 anker, berg, foliasjon, gondolbane, gneis, sprekk, steinsprang,		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Møre og Romsdal	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Rauma	Felt navn/Field name
Sted/Location Nesaksla	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: Øst: Nord: 32V E434036 N6937311	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	2019-06-19 Tore Valstad	2019-06-19 Henrik Langeland		

Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release	Dato/Date 19. juni 2019	Prosjektleder/Project Manager Ragnar Moholdt
---	-----------------------------------	--

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 tredjemann 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.

