

NOTAT

Oppdragsnavn **Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekai**
Prosjekt nr. **1350040654**
Kunde **Safe Control Engineering AS**
Notat nr. **G-not-001 1350040654 rev01**

Dato 04.03.2021

Til **Safe Control Engineering AS v/Andreas Jahren**

Rambøll
Kobbes gate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

Fra **Rambøll Norge AS v/Hermann Berntsen**
Kopi

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekai – Geoteknisk vurdering, grunnlag for totalentreprise

1. Innledning/Bakgrunn

I forbindelse med at det leveres nye elektriske ferger skal Brevik Fergeselskap IKS etablerere nye fergekaier på Brevik, Sandøya og Bjørkøya, Porsgrunn kommune. Safe Control Engineering er på vegne av Brevik fergeselskap engasjert for utarbeidelse av anskaffelsesdokumenter for totalentreprise for arbeidene. Tegning 1001, 1002 og 1003 viser foreløpige planer og geometri av nye kaier for hhv. Brevik, Sandøy og Bjørkøya.

I Brevik omfatter tiltaket etablering av ny fergekai med tilhørende støttekaier. Områder vest for planlagt fergekai skal utvides i sjø, enten ved utfylling eller peling for å etablere oppstillingsareal.

På Sandøya skal det etableres ny fergekai med tilhørende støttekaier. Eksisterende molo øst for kaien skal utvides i sjø, enten ved utfylling eller peling for å etablere oppstillingsareal. Det må også vurderes behov for sprengning/mudring av masser for å etablere tilstrekkelig vandyp inn til kaia.

På Bjørkøya skal det etableres ny fergekai med tilhørende støttekaier. Fergekaier og støttekaier skal etableres ved peling til berg. Det må også vurderes behov for sprengning/mudring av masser for å etablere tilstrekkelig vandyp inn til kaia.

Dette notatet gir ei vurdering av fundamenterings- og stabilitetsforhold og en oppsummering av de geotekniske forhold som må tas hensyn til i det videre arbeidet.

Notatet er revidert med en ny vurdering av mudret situasjon på Bjørkøya som en følge av tilsendt dokumentasjon på at dagens støttekai på Bjørkøya er fundamentert delvis på berg og delvis over spunt til berg. Nye endringer er markert med grå tekst. Reviderte tegninger er markert rev 01.

2. Utførte grunnundersøkelser

Som grunnlag for de nødvendige geotekniske vurderingene ble det utført grunnundersøkelser av Rambøll Norge AS på området i uke 4 – 10/2020. Resultatene av disse er presentert i G-rap-001 1350038249 [1].

3. Topografi

Brevik

Terrenget rundt Brevik fergekai er kupert med flere bratte skrånninger og fjellskjæringer. Under vann fortsetter terrenget å falle mot sørøst. Helningen er fortsatt bratt med en helning på ca. 1:1,5 før skrånningen blir noe slakere ca. 30 – 40 meter unna land.

Sandøya

Planlagt fergekai etableres ved eksisterende molo. Topografien under vann ved Sandøya er noe slakere enn i Brevik (helning ca. 1:3). På tegning 1002 er det mulig å se en tydelig renne/ravine rett vest for planlagt kai, samt en lokal høyde som nesten strekker seg over vannivå ca. 60 meter sørvest for planlagt kai.

Bjørkøya

Terrenget rundt Bjørkøya fergekai er kupert med flere bratte skrånninger hvor man kan se berg i dagen. Basert på bilder og video tilsendt fra oppdragsgiver står dagens fergekai på berg, mens støttekaaien står på spunt.

4. Grunnforhold

Det er i uke 4 – 10/2020 utført grunnundersøkelser i form av 33 totalsondringer, 5 trykksondringer og 4 prøveserier på planområdet av Rambøll Norge AS.

Sonderinger og prøver indikerer generelt friksjonsmasser som sand og grus med innslag av skjellrester og trerester. Trykksonderinger i punkt 109 og 205 viser et ca. 2 meter tykt lag av silt eller leire. Opptatte prøver viser mye treflis eller organisk materiale de øverste 2 meterne under terreng for alle tre lokaliteter. Dybde til berg varierer mellom 0,4 til 17,1 meter. For nærmere detaljer vedrørende grunnforhold, se datarapport G-rap-001 1350038249 [1].

5. Grunnlag for geoteknisk prosjektering

Til orientering er myndighetskrav gjort rede for, men må verifiseres av ansvarlig geotekniker i forbindelse med detaljprosjektering/byggesak.

5.1 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut fra tre geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjekteringen». De planlagte arbeidene vurderes å falle inn under kategorien «konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold». Krav til prosjektering er vurdert til å være iht. **geoteknisk kategori 2**.

5.2 Pålitelighetsklasse (CC/RC)

Eurokode 0 tabell NA.A1(901) gir veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. Tabellen er delt inn i pålitelighetsklasser (CC/RC) fra 1 til 4. Prosjektet vurderes å falle inn under kategorien «Kai- og havneanlegg» Prosjektet plasseres derfor i **pålitelighetsklasse 2**.

5.3 Tiltaksklasse iht. SAK10

I henhold til tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering» i «Veiledning om byggesak» (SAK10 § 9–4), vurderes grave- og fundamenteringsarbeidene å kunne plasseres

i **tiltaksklasse 2**. Dette med bakgrunn i «Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 2».

5.4 Prosjekterings- og utførelseskontroll

Eurokode 0 stiller krav til graden av prosjekterings- og utførelseskontroll (kontrollklasse) hver for seg, avhengig av pålitelighetsklasse.

Iht. tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 settes prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeider til kontrollklasse **PKK2/UKK2**.

For prosjekteringskontroll iht. standarden gjelder utførelse av grunnleggende egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll for både prosjektering og utførelse. Utvidet kontroll i PKK2 og UKK2 begrenses til en kontroll av at egen- og sidemannskontroll er utført.

Krav om uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse for geoteknikk i tiltaksklasse 2 er også gitt i SAK10 §14–2 punkt c.

5.5 Grunntype og seismisk klasse

Konstruksjoner klassifiseres i fire seismiske klasser avhengig av konsekvensene av sammenbrudd for menneskeliv, av deres betydning for offentlig sikkerhet og beskyttelse av befolkningen umiddelbart etter et jordskjelv, og av de sosiale og økonomiske konsekvensene av sammenbrudd. De seismiske klassene bestemmes iht. Eurokode 8, del 1, pkt. 4.2.5 og etter tabell NA.4(902) i Nasjonalt tillegg NA.

Planlagte kai konstruksjoner anbefales plassert i kategorien «Kaier og havneanlegg» og settes derfor i **seismisk klasse II**.

I henhold til NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 (Eurokode 8) tabell NA.3.1 er grunnforholdene vurdert til **grunntype E** for Brevik og Sandøya. Grunntype E er en forhåndsdefinert grunntype definert som «Et grunnprofil som består av et alluviumlag i overflaten med v_s -verdier av type C eller D og en tykkelse som varierer mellom ca. 5 m og 20 m, over et stivere materiale med $v_s > 800$ m/s.». For Bjørkøya er grunnforholdene vurdert til **grunntype A**.

I Porsgrunn er referansespissverdien for berggrunnens akselerasjon $a_{gR} = 0,8 \cdot a_{g40Hz} = 0,8 \cdot 0,5 = 0,4 \text{ m/s}^2$. For grunntype E er forsterkningsfaktoren $S = 1,65$ iht. Eurokode 8, tabell NA3.3. For grunntype A er forsterkningsfaktoren $S = 1,0$. Seismisk faktor settes til $\gamma_1 = 1,0$ for seismisk klasse II iht. Tabell NA.4(901). Grunnens dimensjonerende akselerasjon for grunntype E blir dermed: $a_g \cdot S = \gamma_1 \cdot a_{gR} \cdot S = 1,0 \cdot 0,4 \cdot 1,65 = 0,66 \text{ m/s}^2$. For grunntype A blir $a_g \cdot S = \gamma_1 \cdot a_{gR} \cdot S = 1,0 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,4 \text{ m/s}^2$

For Brevik og Sandøya er grunnens dimensjonerende akselerasjon $a_g \cdot S$ er større enn utelateliskriteriet for lav seismisitet $a_g \cdot S \leq 0,49 \text{ m/s}^2$. **Byggverk skal derfor dimensjoneres etter bestemmelser gjeldende for lav seismisitet.** For Bjørkøya kan dimensjonering for jordskjelv utelates.

5.6 Flom- og skredfare

I henhold til TEK17 § 7-1(1) skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (Flom og skred).

Utbyggingsområdet ligger under marin grense, men ikke innenfor noen registrerte kvikkleiresoner. Det er heller ikke påvist kvikk- eller sensitiv leire i utførte grunnundersøkelser.

Ifølge NVE Atlas ligger planområdet ikke i et område som er registrert som fare- eller aktsomhetsområde for noen typer skred eller flom.

6. Stabilitetsforhold (områdestabilitet)

Området ligger under marin grense, men med bakgrunn i grunnundersøkelsene er det ingen mistanke om forekomst av kvikkleire på planområdet. Basert på påviste grunnforhold og topografi ansees områdestabiliteten som tilfredsstillende.

7. Stabilitetsforhold (lokalstabilitet)

Det er utført stabilitetsberegninger i tre profiler (profil A, B og C) for fylling i sjøen. Det valgte beregningsprofilene vurderes som representative for å vurdere sikkerhet mot utglidinger under og etter fylling i området.

Formålet med beregningene er å undersøke om det lar seg fylle i sjøen, og evt. hvor store deler av området kan fylles opp.

Stabilitetsberegningene er utført med laveste astronomiske tidevann i Porsgrunn (kt. -0,35). Fyllingstopp er antatt plassert på samme høyde som eksisterende fylling/molo. På fyllingstopp er det lagt inn en trafikklast på 19,5 kPa, inkludert lastfaktor på 1,3. Krav til stabilitet er i henhold til Eurokode 7 $\gamma_m \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyse og $\gamma_m \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse.

Materialparametere og anisotropi

Valg av materialparametere baseres på grunnundersøkelser utført i uke 4 – 10/2020 av Rambøll Norge AS [1]. Det var ikke mulig å utføre ødometer- og treaksialforsøk på opptatte prøver. Materialparametere er derfor i stor grad basert på trykksonderinger og konservativt valgt ut fra Statens vegvesen håndbok V220. Benyttede parametere oppsummeres i Tabell 1.

Tabell 1: Benyttede materialparametere.

Lag	Tyngdetetthet, γ (kN/m ³)	Friksjonsvinkel, ϕ (°)	Attraksjon, a (kPa)	c' (kPa)	Udrenert skjærfasthet, s_u (kPa)
Sprengstein (ny fylling)	19	42	0	0	-
Eldre fyllmasse	18	40	4	3	-
Fast sand	18	36	0	0	-
Sand	17	33	0	0	-
Silt/leire	19	24	0	0	-
Silt	19	24	0	0	C-profil
Torv/slam	15	18	0	0	20

Anisotropi

I beregningen tas det også hensyn til spenningsanisotropi i leira, dvs. at udrenert skjærfasthet med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet er udrenert aktiv skjærfasthet c_{UA} .

Det er benyttet de generelle anbefalingene for aktiv, direkte og passiv skjærfasthet ut ifra NIFS-rapport 14/2014.

$c_{UA} = 1,0 c_{UA}$ (fasthet der glideflaten ligger i aktiv sone)

$c_{UD} = 0,63 c_{UA}$ (fasthet for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten)

$c_{UP} = 0,35 c_{UA}$ (fasthet der glideflaten ligger i passiv sone)

Poretrykk

Det er ikke installert poretrykksmåler i området, men vi har konservativt valgt grunnvannsnivå langs profilet for en mest mulig ugunstig situasjon som representerer årstidsvariasjonene. Grunnvannstanden er i beregningen modellert med hydrostatisk trykk fra grunnvannslinje.

Stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegningene er utført ved hjelp av dataprogrammet Geosuite Stability. Effektivspenningsanalysen vurderes som kritisk ved de gjeldende grunnforhold med sand og sandig morene.

De valgte beregningsprofilene vurderes som representative for å vurdere sikkerhet mot utglidinger under og etter fylling eller mudring i området. Profilenes geometri og lagdeling er vist på tegning 1004 - 1010.

Beregningsresultater

De valgte profilene går gjennom de bratteste partiene i sjøbunnen, hvor også fyllingene vil ha størst mektighet og således lavest sikkerhetsfaktor mot utgliding. Vi har lagt til grunn en helning på 1:1,3 og fylling topp langs eksisterende terreng/molo. Beregningene er utført med en generell trafikklast på 19,5 kPa inkludert lastfaktor lik 1,3 oppå fyllingen.

Beregninger viser at **Profil A** ikke oppnår tilfredsstillende sikkerhet mot utgliding. Resultater fra beregninger er vist på tegning 1004 – 1010 og oppsummert i Tabell 2.

Tabell 2: Resultater fra stabilitetsberegning.

	Dagens situasjon		Utfylt situasjon	
	Totalspenning	Effektivspenning	Totalspenning	Effektivspenning
Profil A – Brevik	1,04	1,01	0,79	0,88
Profil B – Sandøya	2,02	2,61	1,67	2,21
Profil C – Sandøya	1,55	1,34	1,50	1,42

8. Geoteknisk vurdering

8.1 Fundamentering av kaier og støttekonstruksjoner (gjelder alle lokaliteter)

Planlagte fergekaier, dykdalber og støttekaier fundamenteres på peler til berg. En kombinasjon med ytre del av kaia på peler til berg og indre del direktefundamentert på fylling ansees som uheldig og bør unngås. Avhengig av kaias utforming og lastenes størrelse kan en velge ulike stålpeler, f.eks. stålrørspeler, HP-peler, stålkjernepeler eller RD-peler. For å ikke påvirke stabiliteten negativt må det benyttes peler med liten massefortregning.

Tabell 3 gir en oversikt over dybde til berg. Endelig plassering og dimensjonering av peler må detaljprosjektertes i senere faser.

Tabell 3: ca. pelelengder

Lokalitet	Dybde til berg
Brevik:	
Oppstillingsplass (fylling)	
- Vest	3 – 9 meter
- Midt	15 – 20 meter
- Øst	10 – 15 meter
Støttekai	
- Nærmest land	10 – 15 meter
- Midt	20 – 25 meter
- Lengst unna land	25 – 30 meter
Fergekai	10 – 15 meter
Sandøya:	
Støttekai:	
- Sørlige støttekai	5 – 6 meter
- Nordlige støttekai	5 – 10 meter
Fergekai	5 – 6 meter
Bjørkøya:	
Dykdalber	9 – 10 meter
Støttekai:	
- Nærmest land	0 – 2 meter
- Midt	4 – 5 meter
- Lengst unna land	5 – 6 meter
Fergekai	0 – 10 meter

8.2 Brevik

Stabilitet av fylling

Utførte stabilitetsberegninger viser at dagens skråning er så bratt at den så vidt er stabil for dagens situasjon (tegning 1004). Resultater for utfylt situasjon (tegning 1005) viser at etablering av fylling med trafikklast vil forverre stabiliteten. Det er derfor ikke mulig å etablere planlagt fylling uten å gjøre tiltak.

Det er utført en stabilitetsberegning med motfylling vist i tegning 1006. Denne viser at man må etablere en ca. 20 meter høy motfylling ca. 100 meter unna land for å oppnå tilstrekkelig stabilitet. Å etablere en motfylling med slike dimensjoner for et slikt prosjekt vurderes som urealistisk og lite praktisk å gjennomføre. Grunnet manglende grunnundersøkelser er det også stor usikkerhet i grunnforholdene under en eventuell motfylling. For å etablere en slik motfylling må det derfor utføres supplerende undersøkelser for å få tilstrekkelig grunnlag for en ny og mer nøyaktig stabilitetsvurdering av situasjon med motfylling.

Et annet og mer gjennomførbart tiltak er å heller fundamentere disse arealene på peler til berg. Å fundamentere på peler til berg er ofte en større kostnad enn å etablere fylling, men på grunn av store dimensjoner på motfylling kan peling til berg være en billigere løsning. For å ikke påvirke stabiliteten negativt må det benyttes stålpeler med liten massefortregning som f.eks. HP-peler. Nødvendige pelelengder for en slik løsning er ca. 10 – 20 meter, som vist i Tabell 3.

Mudring og sprenging

Det er ikke behov for mudring eller sprengning for å legge til rette for innseiling på Brevik.

8.3 Sandøya

Stabilitet av fylling

Utførte stabilitetsberegninger (tegning 1007 – 1010) viser at planlagt fylling kan etableres med tilstrekkelig sikkerhet iht. Eurokode 7.

Det er forutsatt at fylling etableres med sprengstein. Fyllingsmassene kan legges ut lagvis med gravemaskin og komprimeres iht. NS3458. Fylling må utføres systematisk slik at en oppnår en tilfredsstillende oppbygging med tanke på stabiliteten av fyllingsfoten under utførelse og evt. senere bruk av området.

Største steinstørrelse må ikke overstige 60% av lagtykkelsen. Det bør heller ikke benyttes for store steinblokker under middelvann, da dette kan medføre større fare for erosjon i fyllingen. Plastring i fyllingsfronten må påregnes fra et stykke under LAT og opp til topp fylling. Fyllingen skal ha en helning på 1:1,3 ned mot sjøbunnen.

Setning av fylling

En fylling som etableres på løsmasser, vil medføre setninger. I dette tilfellet kan disse deles inn i 3 deler.

1. Setninger i opprinnelig sjøbunn
2. Egensetning i utfylling
3. Nedtrengning av masser i sjøbunnen

Tilleggsbelastning på opprinnelig sjøbunn, som følge av last fra fylling vil gi setninger i sjøbunnsedimentene. Størrelsen og tidsforløpet til disse setningene vil avhenge av

mektighet og sammensetning på løsmassene. Leirmasser gir normalt sett større setninger, som også pågår over lengre tid, sammenlignet med sandmasser der setningen forventes mindre og hurtigere.

Det vil også oppstå egenetninger i selve fyllingen. Størrelsen på disse vil i hovedsak være avhengig av mektigheten på fyllingen.

Nedtrengning av masser i sjøbunnen gir også setning eller deformasjon. Dette oppstår ved at fyllmassene trenger ned i sjøbunnen, og sjøbunnsedimentene fyller hulrom i fyllmassene. Størrelsen på disse setningen vil da avhenge av både fyllmassene og sjøbunnsmassene sin beskaffenhet. Hvis nedtrengning av fylling vurderes som problematisk kan det reduseres ved at filtekriteriet oppfylles mellom originale masser og fyllmasser. Et annet alternativ kan være å benytte fiberduk for separasjon, men dette er ofte en upraktisk løsning under vann.

Erosjonssikring av fylling

Signifikant bølgehøyde legges til grunn for dimensjonering av blokkstørrelse av plastringstein på utsiden av fyllingen, og er beregnet ut fra vindretning og topografi (strøklengde) med forutsetninger som vist i Tabell 4.

Tabell 4: Parametere blokkdimensjonering.

Strøklengde	1,7 km
Dimensjonerende vindhastighet	30 m/s
Signifikant bølgehøyde, H_s	1,0 m
Helningsvinkel	1,3

Med utgangspunkt i Hudson's formel er middel blokkdiameter for plastringstein beregnet til **$D_{n50} = 0,5 \text{ m}$** med middel blokkvekt **$W_{50} = 1,2 \text{ kN}$** . Det er beregnet for at plastringlaget legges ut med maks helning på ca. 1,3.

Mudring og sprenging

Det vil bli behov for noe mudring og sprengning eller pigging for å oppnå tilstrekkelig innseilingsdybde. Grunnet beskjeden gravedybde og dybde til berg vil mudring/sprenging ikke påvirke stabiliteten negativt.

Oppstillingsplass på land

Det skal også etableres en oppstillingsplass for biler på land nord for dagens molo på gnr/bnr 33/314. Historiske bilder (norgebilder.no) viser at planlagt oppstillingsplass plasseres på et tidligere utfylt område. Det er ikke utført grunnundersøkelser på området, men grunnundersøkelser utført i sjøen viser relativt homogene grunnforhold på området bestående av fast sand over løs silt der siltlaget gradvis blir mindre og til slutt forsvinner mot land (se tegning 1009 – 1010). Dybde til berg ser også ut til å avta mot land. Det er også observert berg i dagen i nærheten av planlagt oppstillingsplass. Dette tilsier at dybde til berg trolig er mindre ved oppstillingsplassen enn for sonderingene utført i sjøen. Med bakgrunn i grunnundersøkelsene og påvist berg i dagen er det ingen mistanke om forekomst av kvikkleire på planlagt oppstillingsplass. Områdestabiliteten ansees derfor som tilfredsstillende.

Det er ikke kjent for oss hvilke masser og av hvilken kvalitet eksisterende fylling under oppstillingsplass har. Lokalstabiliteten av fylling og tilstand på mur mot sjøen er heller ikke kjent. Dette må ivaretas i senere faser.

8.4 **Bjørkøya**

Fundamentering av støttekai

Nærmere inspeksjon av dagens eksisterende støttekai på Bjørkøya viser at støttekaiens indre del er direktefundamentert på berg, mens støttekaiens ytre del står på spunt ned til berg. Inspeksjon av spunt viser flere hull i spunt og at forankringer er preget av korrosjon og elde. Det er derfor naturlig å etablere en ny støttekai. For å unngå utrasing av bakenforliggende fyllmasser ved utskifting av støttekai, anbefales det å grave ut de bakenforliggende fyllmassene før eksisterende støttekonstruksjon fjernes for så å etablere ny støttekonstruksjon etterfulgt av tilbakefylling av nye fyllmasser. Tilbakefylte fyllmasser må være kvalitetsmasser av pukk. Utgraving av fyllmasser utføres med graveskråning slakere enn 1:1,5 eller langs berg.

Ny støttekai antas å kunne direktefundamenters med forankring i berg som en sammenhengende støttemur i betong. Andre alternativer til fundamentering er stålrørspeler forankret i berg eller stålrør satt i kumring forankret i berg. Støttekaiens plasseres minimum 0,5 m unna bergskjæringstopp for å få plass til fenderverk. Grunnet varierende dybde til berg langs planlagt støttekai er det vanskelig å anslå høyder til ny støttekai. Støttekaiens detaljprosjekter i senere faser.

Mudring og sprenging

Det vil bli behov for sprengning/pigging for å oppnå tilstrekkelig innseilingsdybde. Dette gjelder spesielt for områder ved indre deler av støttekaiens og fergekaiens som vist i tegning 1012. Grunnet beskjedne dybde til berg vil man få opptil 4 – 5 m høye bergskjæringer etter sprengning/pigging. Vurdering av bergmassekvalitet, sprengbarhet og evt. sikring av bergskjæringene bør vurderes nærmere av geolog i senere faser. Mudring og sprenging utføres før etablering av ny støttekai.

9. **Oppsummering**

Planlagt kai fundamenteres på peler til berg. En kombinasjon med ytre del av kai på peler til berg og indre del direktefundamentert på fylling ansees som uheldig og bør unngås. Avhengig av kaiens utforming og lastenes størrelse kan en velge ulike stålpeler, f.eks. stålrørspeler, HP-peler, stålkjernepeler eller RD-peler.

Brevik

Stabilitetsberegninger viser ikke tilstrekkelig stabilitet av planlagt fylling. Etablering av motfylling fremstår lite praktisk og dyrt. Oppstillingsplass anbefales derfor fundamentert på peler til berg som kai og støttekai. For å ikke påvirke stabiliteten negativt må det benyttes peler med liten massefortregning både for oppstillingsplass, kai og støttekai.

Sandøya

Stabilitetsberegninger viser tilstrekkelig stabilitet av planlagt fylling. Det må påregnes mudring og sannsynligvis sprengning eller pigging for å nå ønsket innseilingsdybde. Mudring/sprenging vil ikke påvirke stabiliteten negativt.

Bjørkøya

Dagens støttekai er preget av tidens tann og bør byttes ut med en ny konstruksjon. Det må påregnes mudring og pigging/sprengning for å nå ønsket innseilingsdybde.

Dokument utarbeidet av:

 Hermann Berntsen
2021.03.04
14:35:27 +01'00'

Hermann Berntsen

Geotekniker

Dokument kontrollert av:

 Jon Martin Støver-Hofstad

Digitally signed
by Jon Martin
Støver-Hofstad
Date: 2021.03.04
11:30:22 +01'00'

Jon Martin Støver-Hofstad

Geotekniker

Mobil: 41275579

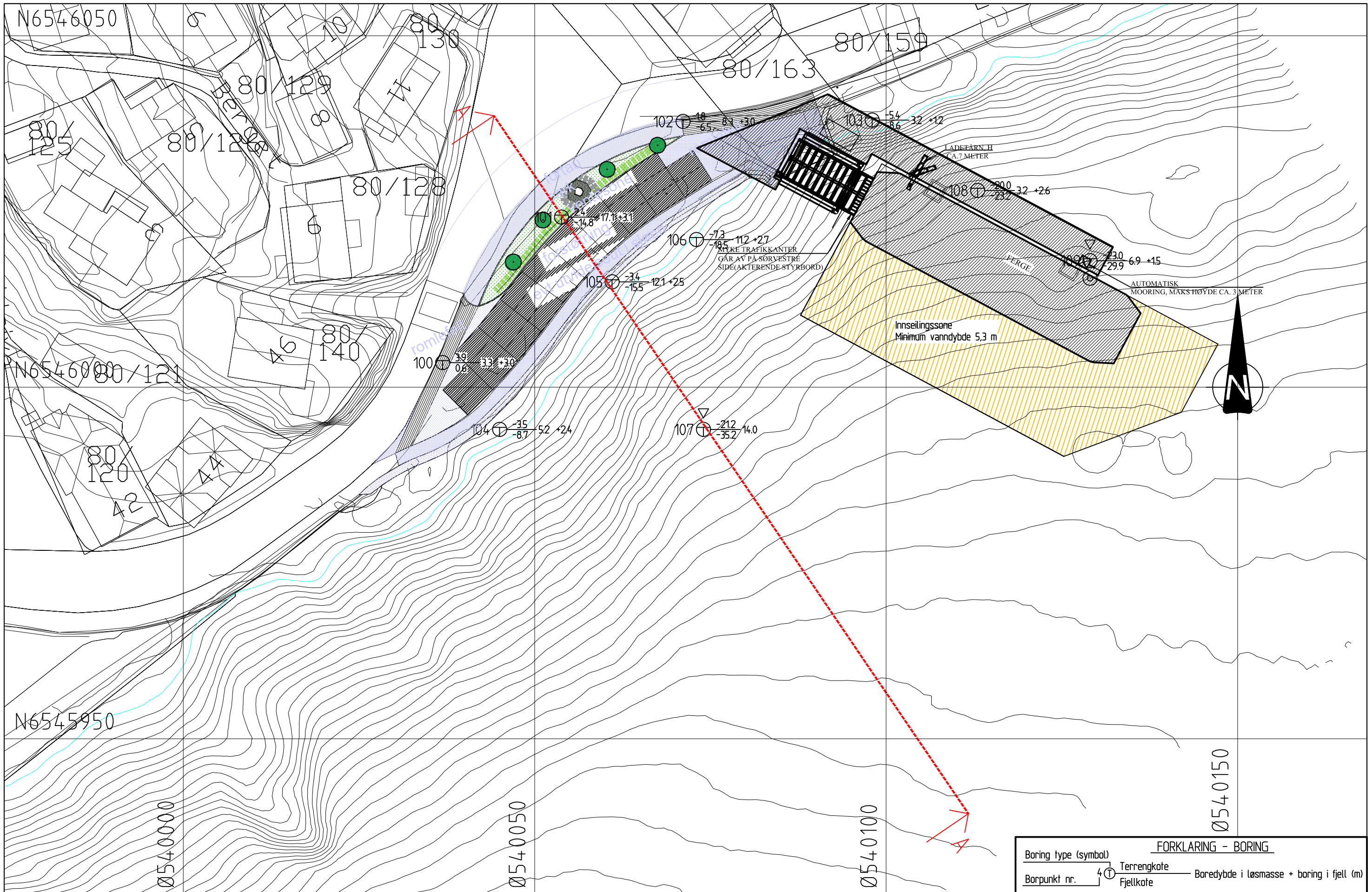
E-post: hermann.berntsen@ramboll.no

Tegninger:

Tegn.nr	Tittel	Målestokk
1001	Situasjonsplan Brevik	1:500
1002	Situasjonsplan Sandøya	1:500
1003 rev01	Situasjonsplan Bjørkøya	1:500
1004	Stabilitetsberegning – profil A dagens situasjon	1:500
1005	Stabilitetsberegning – profil A utfylt situasjon	1:500
1006	Stabilitetsberegning – profil A utfylt situasjon med motfylling	1:500
1007	Stabilitetsberegning – profil B dagens situasjon	1:500
1008	Stabilitetsberegning – profil B utfylt situasjon	1:500
1009	Stabilitetsberegning – profil C dagens situasjon	1:500
1010	Stabilitetsberegning – profil C utfylt situasjon	1:500
1011 rev01	Profil D dagens situasjon	1:200
1012 rev01	Profil D mudret situasjon	1:200

Referanser:

1. «Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekai», G-rap-001 1350038249, utarbeidet av Rambøll Norge AS, 27.03.2020.



FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Borpunkt nr.	Fjellkote
	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)

00	16.11.2020	HERB NAZA NAZA
REV.	DATO	ENDRING
TEGNINGSSTATUS		

RAMBOLL
 Rambøll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPDRA
 Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier

OPPDRASSGIVER
 Safe Controll Engineering

INNHO
 SITUASJONSPLAN - Brevik

⊕ Totalsondring
 ⊙ Prøveserie
 - Kote -5

OPPDRA NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350040654	1:500	01	01
TEGNING NR.		REV.	
1001		0	

N6545450

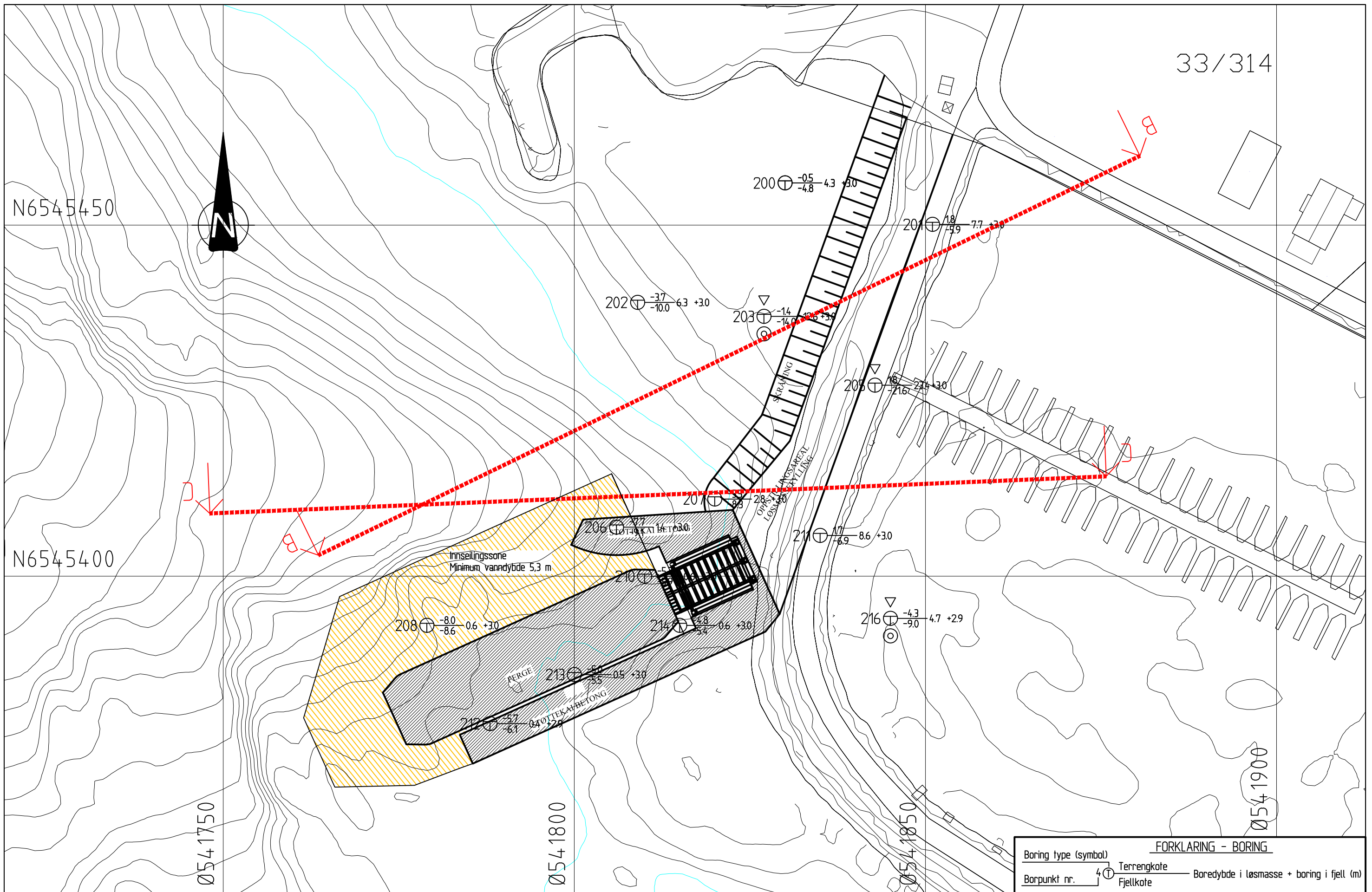
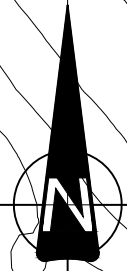
N6545400

Ø541750

Ø541800

Ø541850

Ø541900



FORKLARING - BORING			
Boring type (symbol)	⊕	Terrengkote	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)
Borpunkt nr.	4	Fjellkote	

00	16.11.2020	HERB NAZA NAZA
REV.	DATO	ENDRING
TEGNINGSSTATUS	TEGN	KONTR
	GODKJ	

RAMBOLL
 Rambøll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

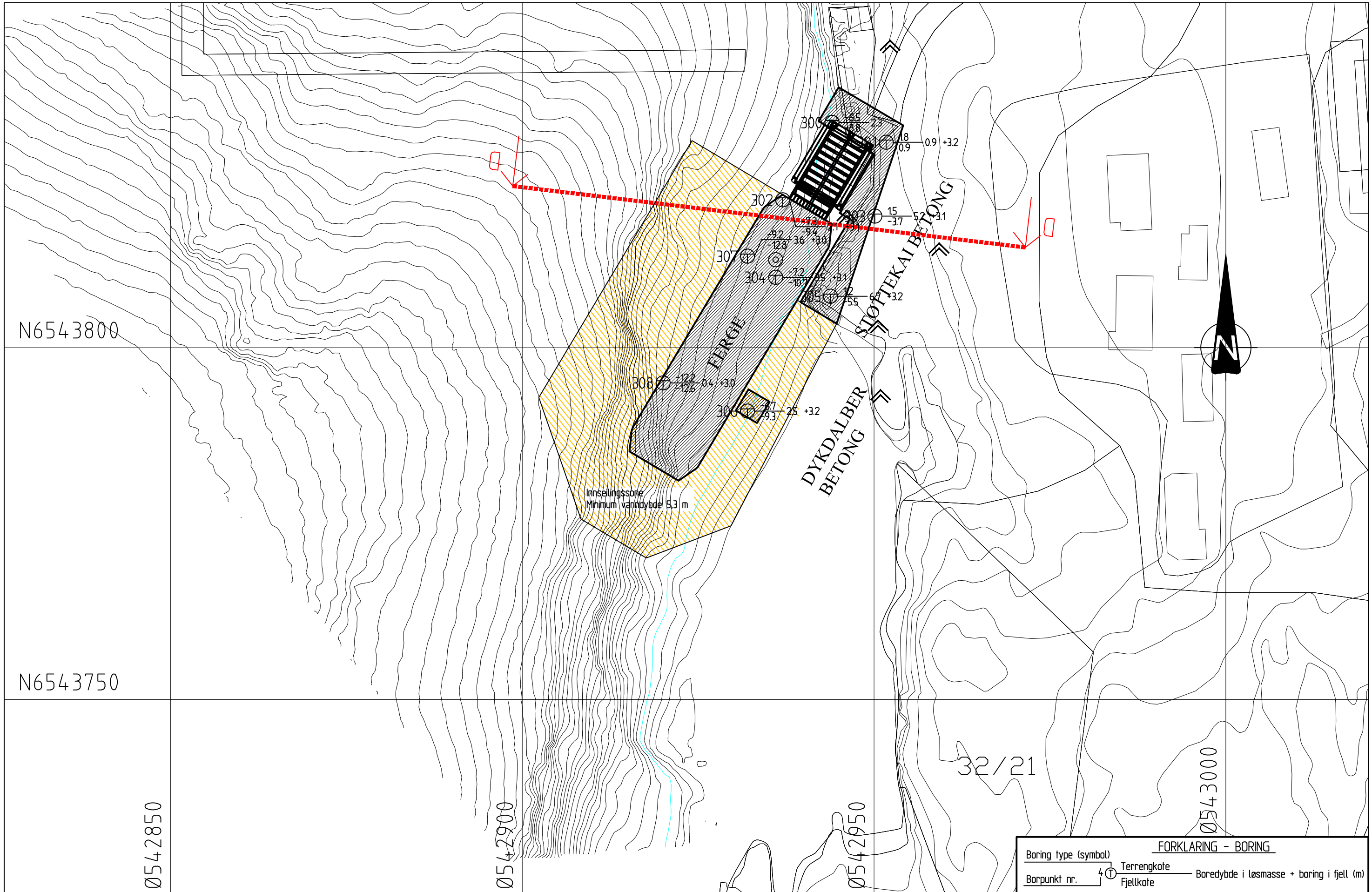
OPPDRAG
 Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier

OPPDRAGSGIVER
 Safe Controll Engineering

INNHOOLD
 SITUASJONSPLAN - Sandøya

- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Kote -5

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350040654	1:500	01	01
TEGNING NR.		REV.	
1002		0	



FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Borpunkt nr.	Fjellkote
	Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
01	22.02.2021	Spuntlinje fjernet. Kartlagt berg i dagen	HERB	JSH	JSH

TEGNINGSSTATUS

RAMBOLL
 Rambøll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPDRAG
 Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier

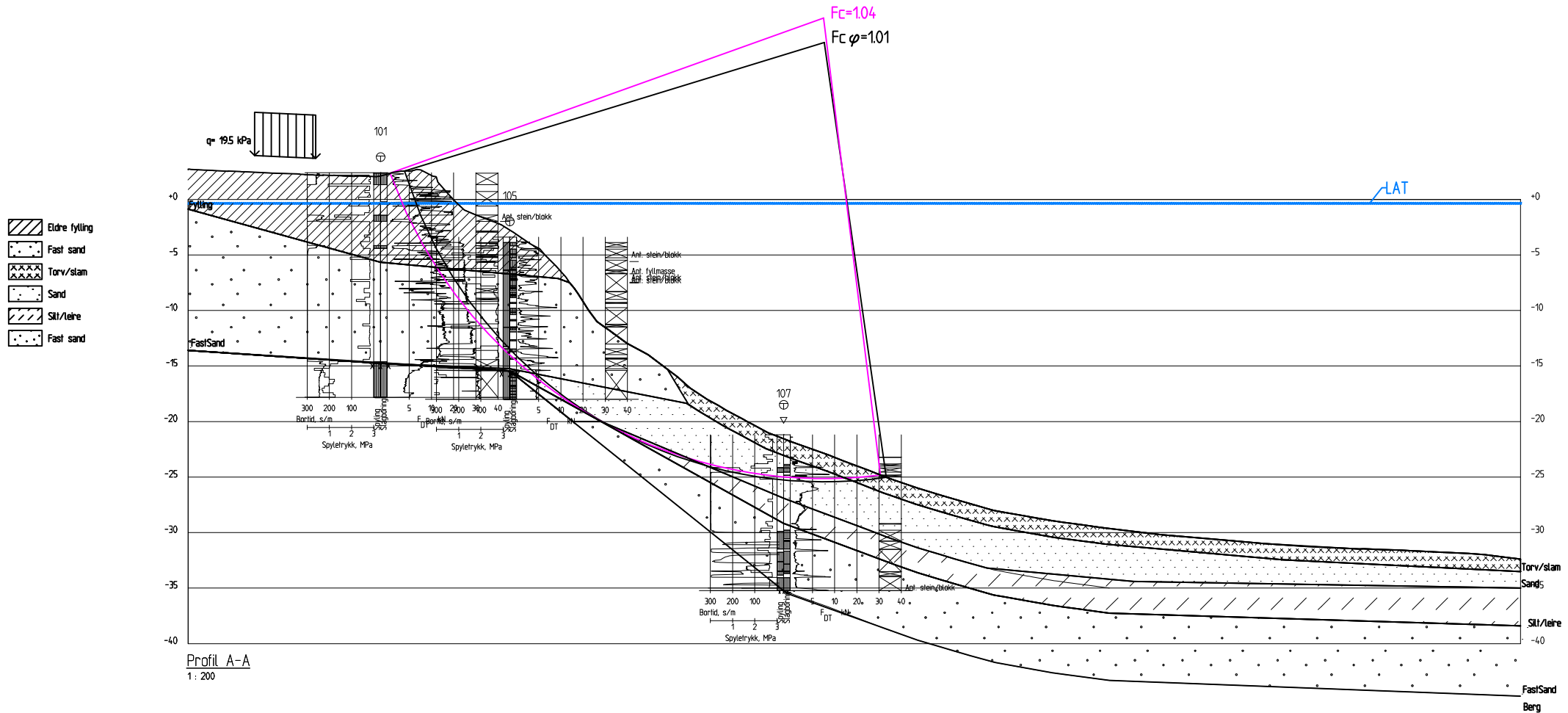
OPPDRAGSGIVER
 Safe Controll Engineering

INNHOOLD
 SITUASJONSPLAN - Bjørkøya

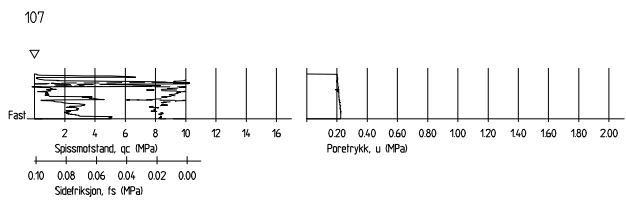
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Kote -5
- ⚡ Berg i dagen

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350041489	1:500	01	01
TEGNING NR.		REV.	
1003		1	

Material	no	Un	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Eldre fylling	1	18.00	40.0	3.0					
Fast sand	5	18.00	36.0	0.0					
Torv/slam	2	15.00	18.0	0.0	20.0	100	0.63	0.35	
Sand	3	17.00	33.0	0.0					
Fast sand	7	18.00	36.0	0.0					
Silt/leire	4	19.00	24.0	0.0	25.0	100	0.63	0.35	
Berg									



Profil A-A
1:200



00	30.10.2020		HERB	NAZA	NAZA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

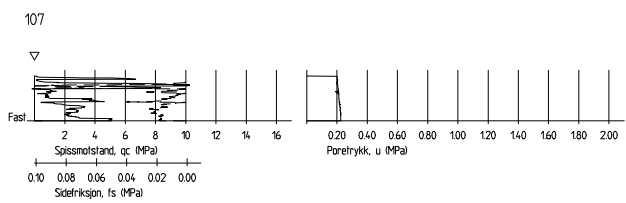
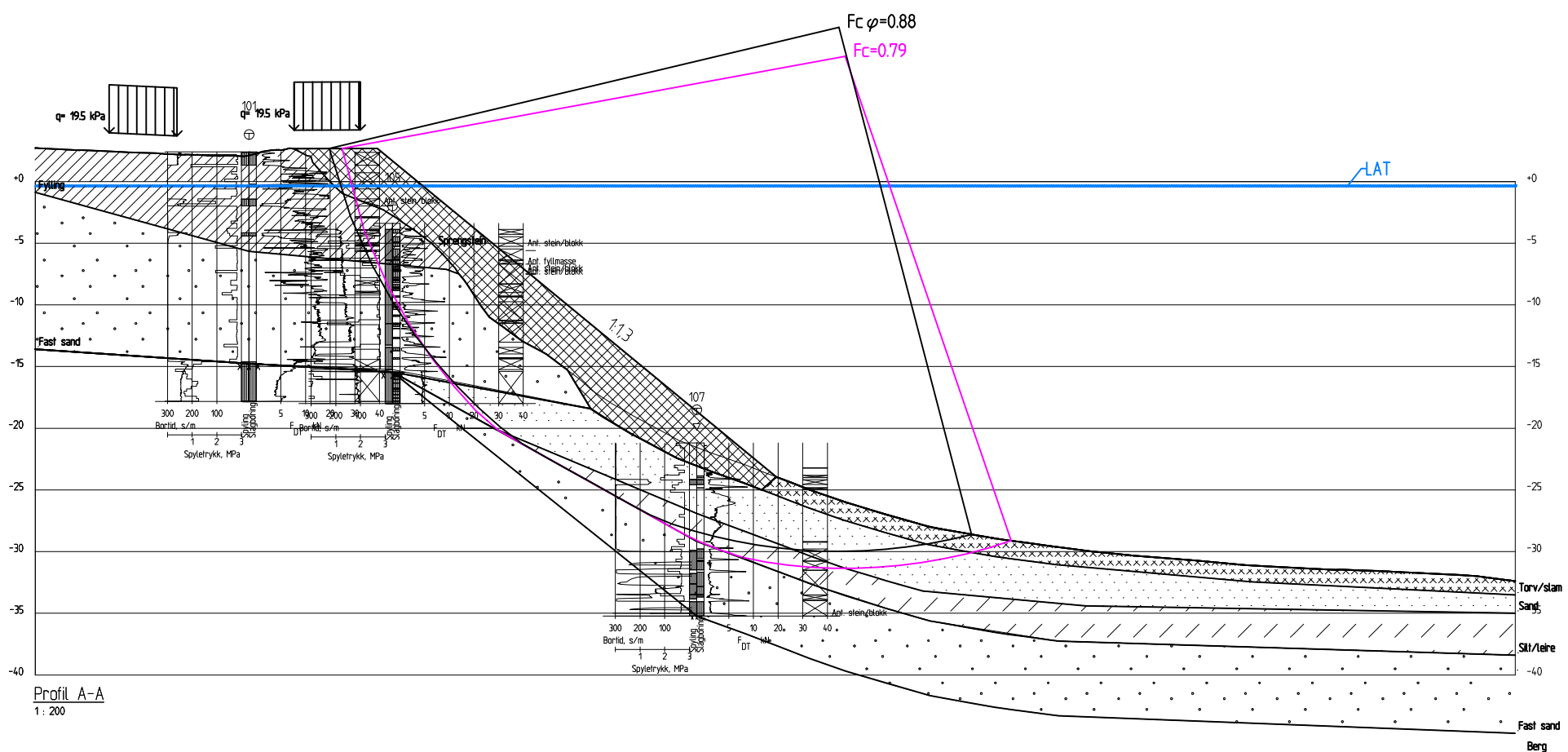
OPPDAG
Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier
OPPDAGSGIVER
Safe Control Engineering

INNHOOLD
STABILITETSBEREGNING
Profil A
Dagens situasjon
Total- og effektivspenningsanalyse

OPPDAG NR. 1350040654	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 1004	REV. 0

Material	no	Un, Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	6	19.00	42.0	0.0				
Eldre fylling	1	18.00	40.0	3.0				
Fast sand	5	18.00	36.0	0.0				
Torv/slam	2	15.00	18.0	0.0	20.0	100	0.63	0.35
Sand	3	17.00	33.0	0.0				
Fast sand	7	18.00	36.0	0.0				
Silt/leire	4	19.00	24.0	0.0	25.0	100	0.63	0.35
Berg								

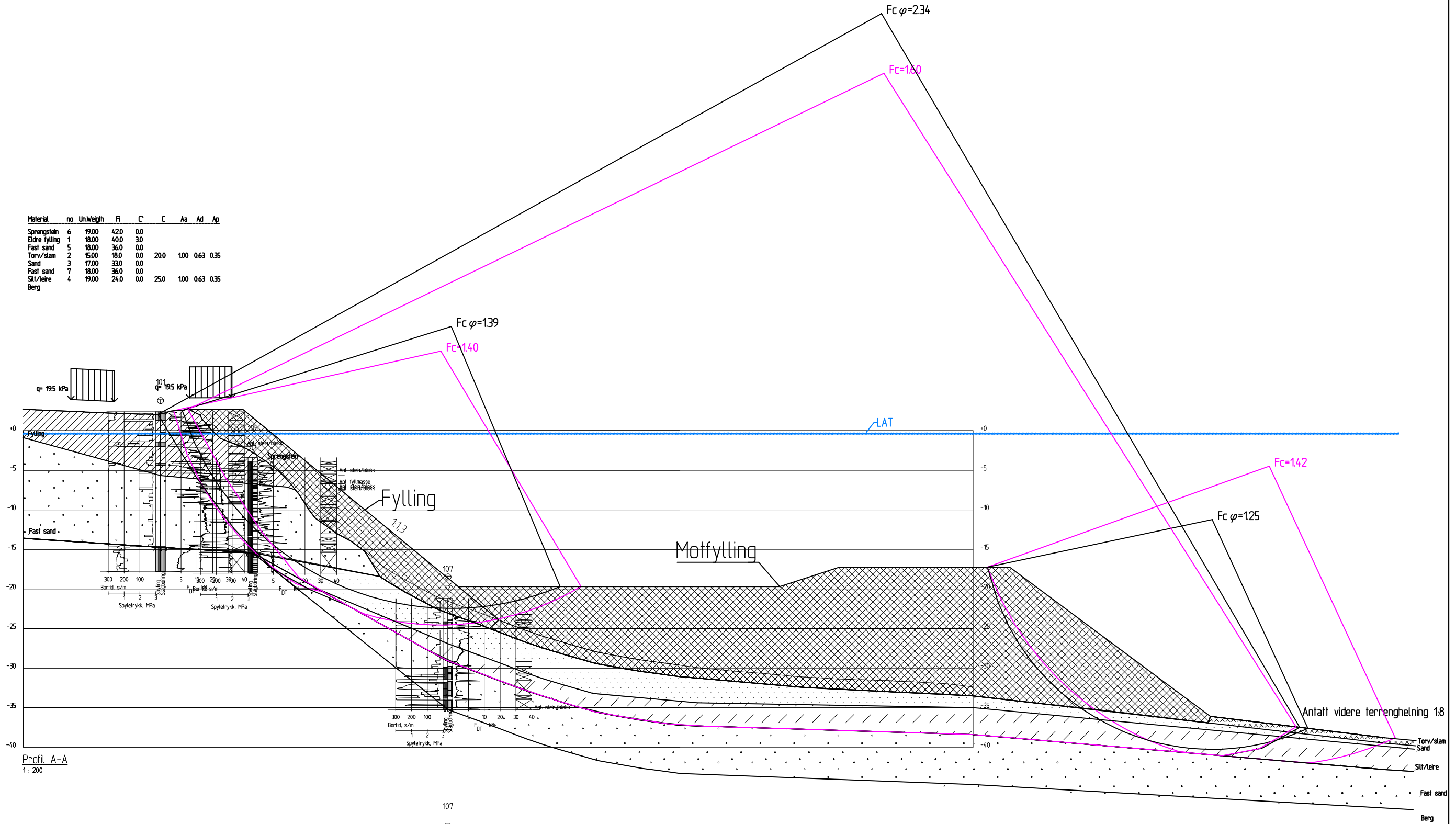
- Sprengstein
- Eldre fylling
- Fast sand
- Torv/slam
- Sand
- Silt/leire
- Fast sand



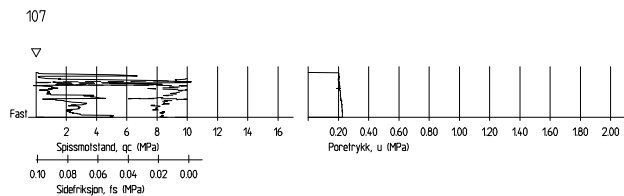
						OPPDRAG Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier		INNHOLD STABILITETSBEREGNING		OPPDRAG NR. 1350040654	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
00	30.10.2020					HERB	NAZA	NAZA	OPPDRAGSGIVER Safe Control Engineering		Profil A Utfylt situasjon Total- og effektivspenningsanalyse		TEGNING NR. 1005
TEGNINGSSTATUS													

Material	no	Un	Wegh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	6	19.00	420	0.0					
Eldre fylling	1	18.00	400	3.0					
Fast sand	5	18.00	36.0	0.0					
Torv/slam	2	15.00	18.0	0.0	20.0	100	0.63	0.35	
Sand	3	17.00	33.0	0.0					
Fast sand	7	18.00	36.0	0.0					
Silt/leire	4	19.00	24.0	0.0	25.0	100	0.63	0.35	
Berg									

- Sprengstein
- Eldre fylling
- Fast sand
- Torv/slam
- Sand
- Silt/leire
- Fast sand



Profil A-A
1:200



00	30.10.2020		HERB	NAZA	NAZA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

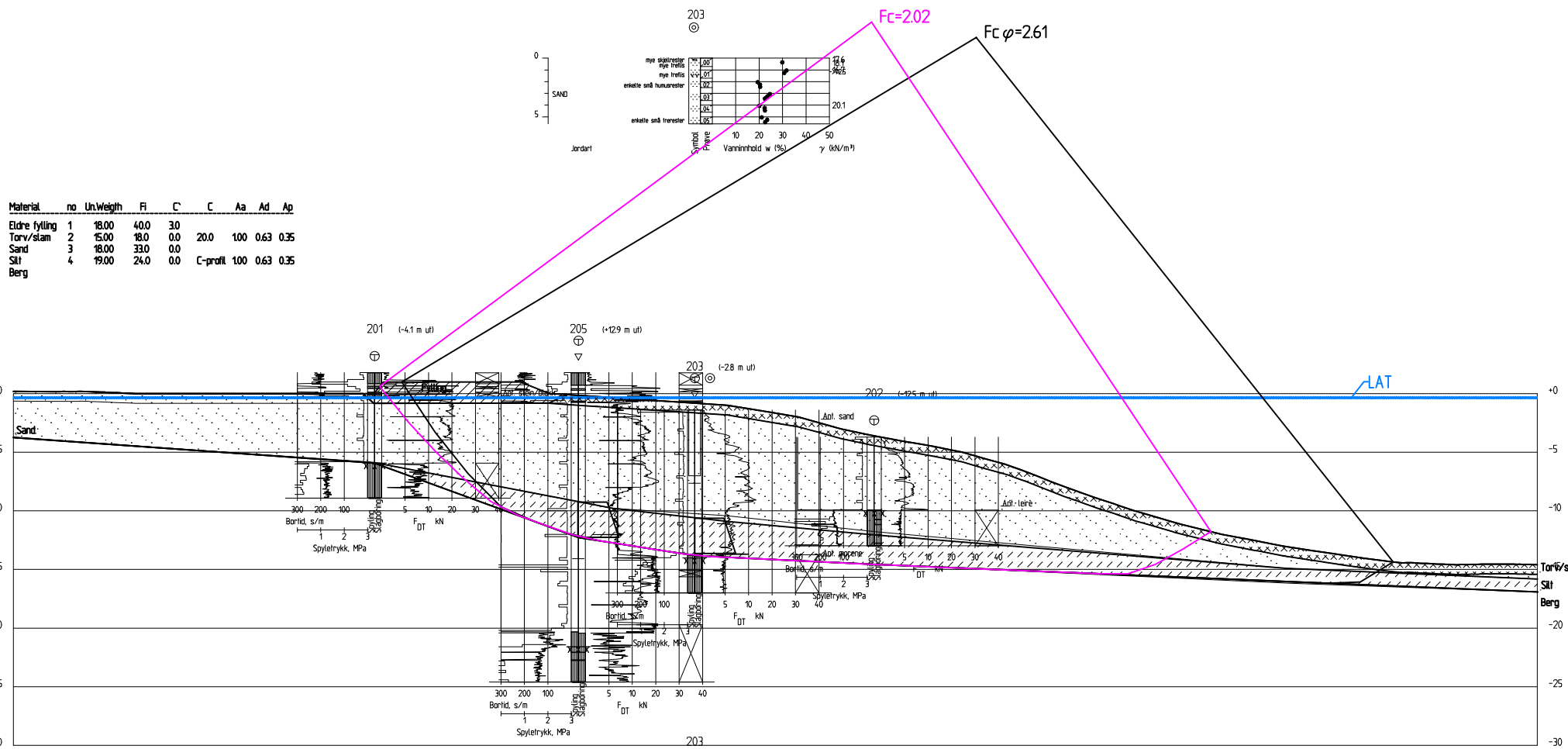
OPPDRAG
Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier

OPPDRAGSGIVER
Safe Control Engineering

INNHOOLD
STABILITETSBEREGNING

Profil A
Utfylt situasjon med motfylling
Total- og effektivspenningsanalyse

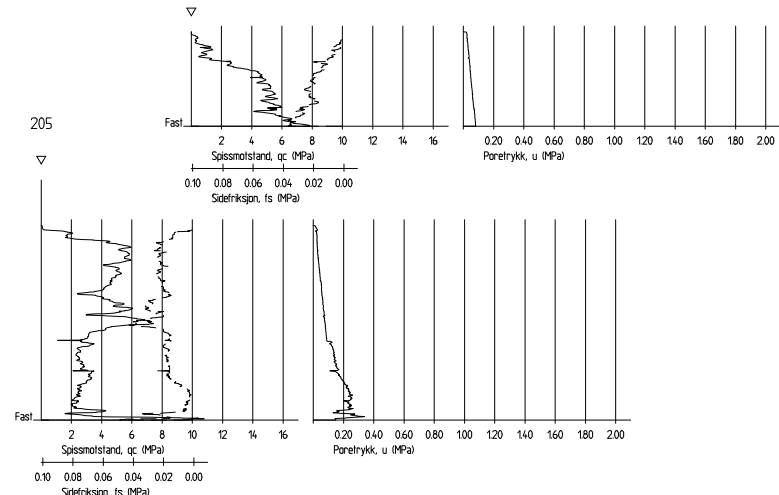
OPPDRAG NR. 1350040654	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 1006		REV. 0	



Material	no	Un	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Eldre fylling	1	18.00	40.0	3.0					
Torv/slam	2	15.00	18.0	0.0	20.0	100	0.63	0.35	
Sand	3	18.00	33.0	0.0					
Silt	4	19.00	24.0	0.0	C-profil	100	0.63	0.35	
Berg									

- Eldre Fylling
- Torv/slam
- Sand
- Silt

Profil B-B
1:200



00	30.10.2020		HERB	NAZA	NAZA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

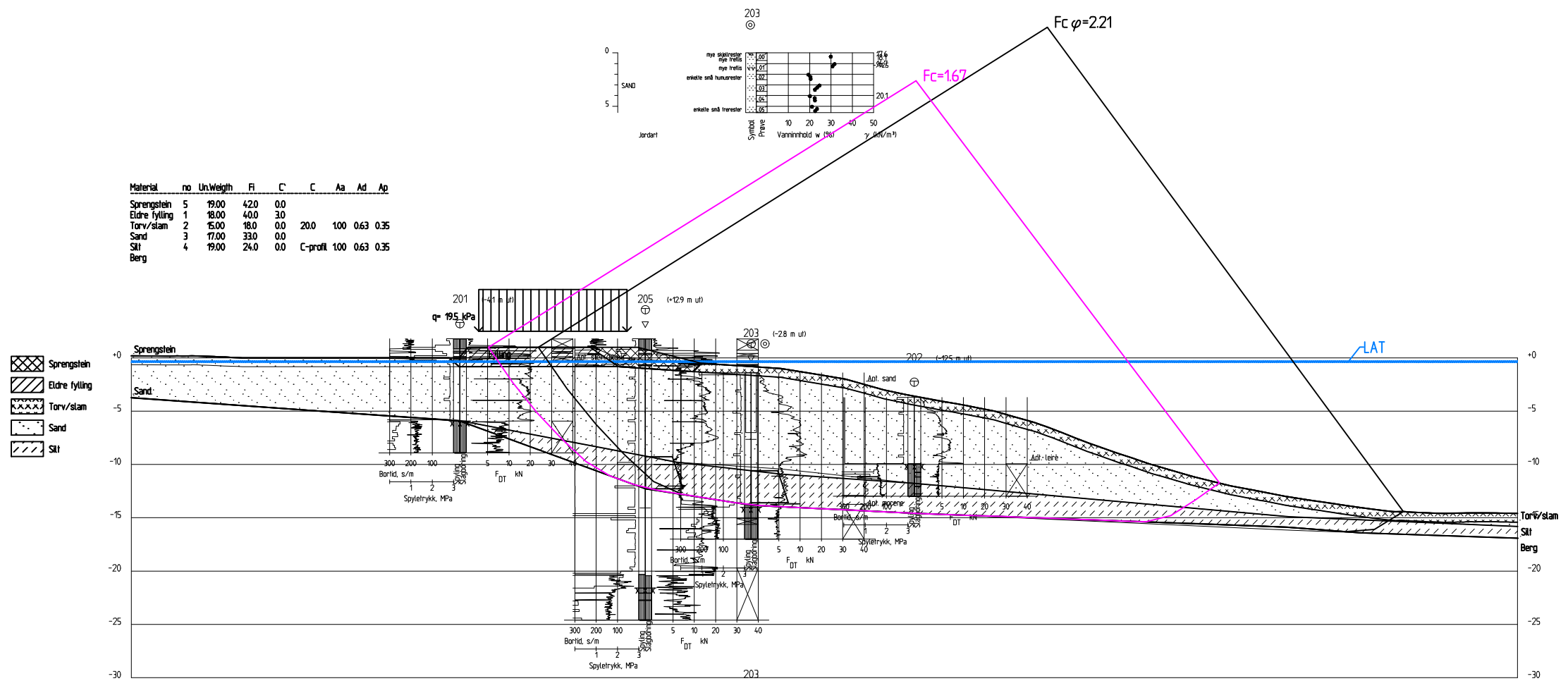
RAMBOLL
 Rambøll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPDRAG
 Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier

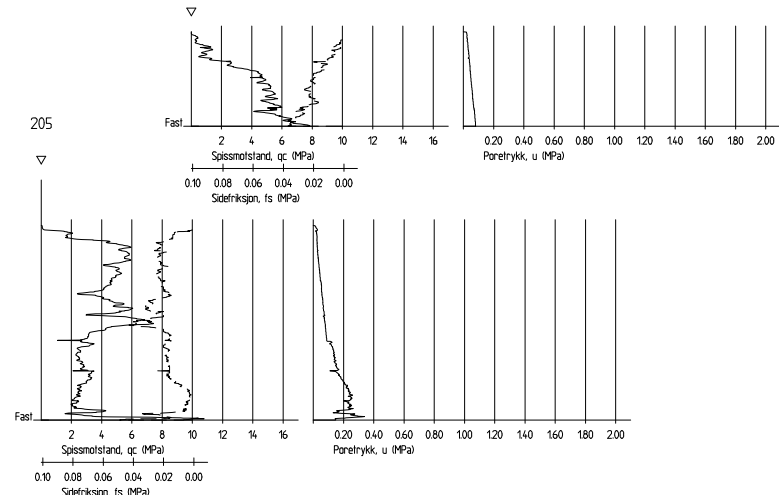
OPPDRAGSGIVER
Safe Control Engineering

INNHOOLD
STABILITETSBEREGNING
 Profil B
 Dagens situasjon
 Total- og effektivspenningsanalyse

OPPDRAG NR. 1350040654	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 1007	REV. 0

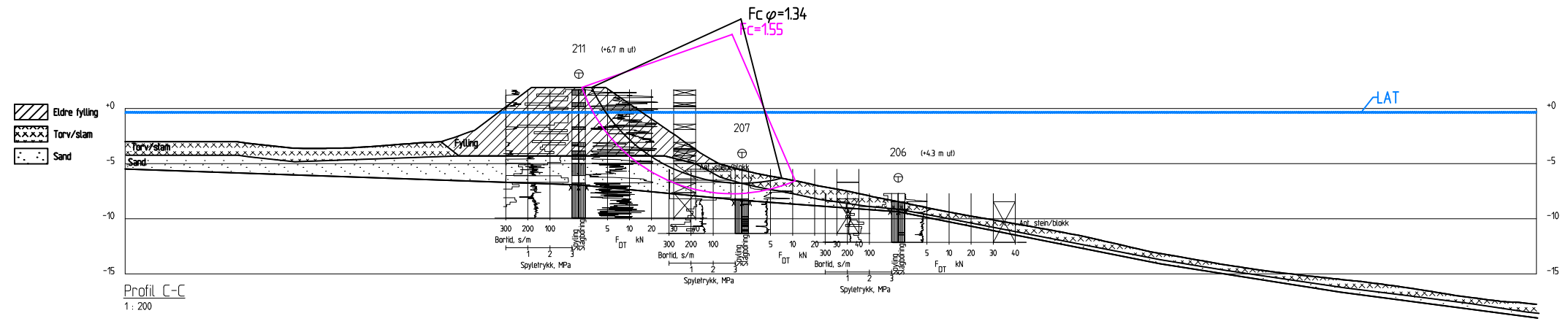


Profil B-B
1:200



						OPPDRAG Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier			INNHOLD STABILITETSBEREGNING			OPPDRAG NR. 1350040654	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
00	30.10.2020					HERB	NAZA	NAZA	OPPDRAGSGIVER Safe Control Engineering			Profil B Utfylt situasjon Total- og effektivspenningsanalyse			TEGNING NR. 1008
REV. DATO ENDRING			TEGN KONTR GODKJ			TEGNINGSSTATUS									




Material	no	Un	W _{gh}	FI	C	C	Aa	Ad	Ap
Eldre fylling	1	18.00	40.0	3.0					
Torv/slam	2	15.00	18.0	0.0	20.0	100	0.63	0.35	
Sand	3	18.00	33.0	0.0					
Berg									

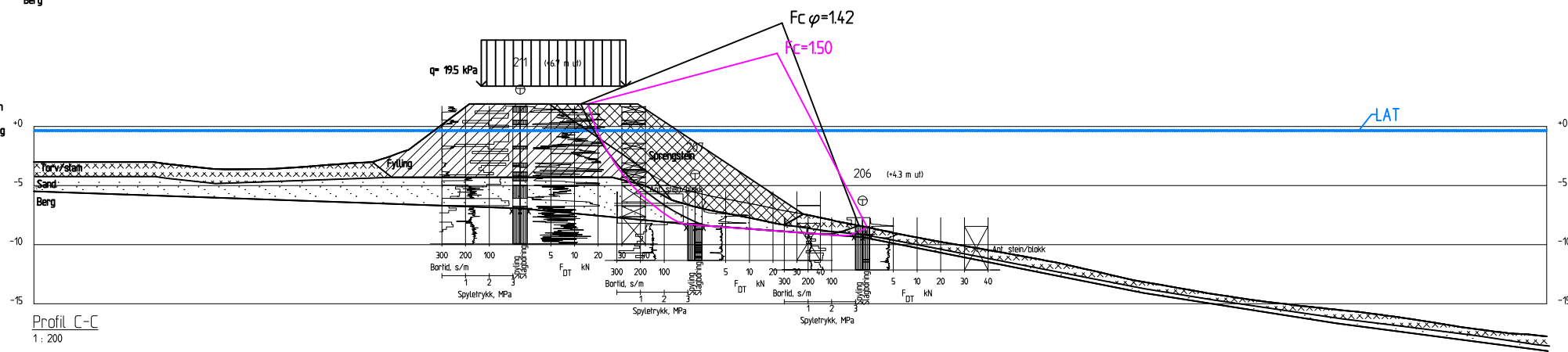


						OPPDRAG Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier			INNHOLD STABILITETSBEREGNING			OPPDRAG NR. 1350040654	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
00	30.10.2020					HERB	NAZA	NAZA	OPPDRAGSGIVER Safe Control Engineering			Profil C Dagens situasjon Total- og effektivspenningsanalyse			TEGNING NR. 1009
TEGNINGSSTATUS															

Rambøll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

Material	no	Un	Wegh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Eldre fylling	1	18.00	40.0	3.0					
Torv/slam	2	15.00	18.0	0.0	20.0	100	0.63	0.35	
Sand	3	18.00	33.0	0.0					
Berg									

-  Sprengstein
-  Eldre fylling
-  Torv/slam
-  Sand



00	30.10.2020		HERB	NAZA	NAZA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

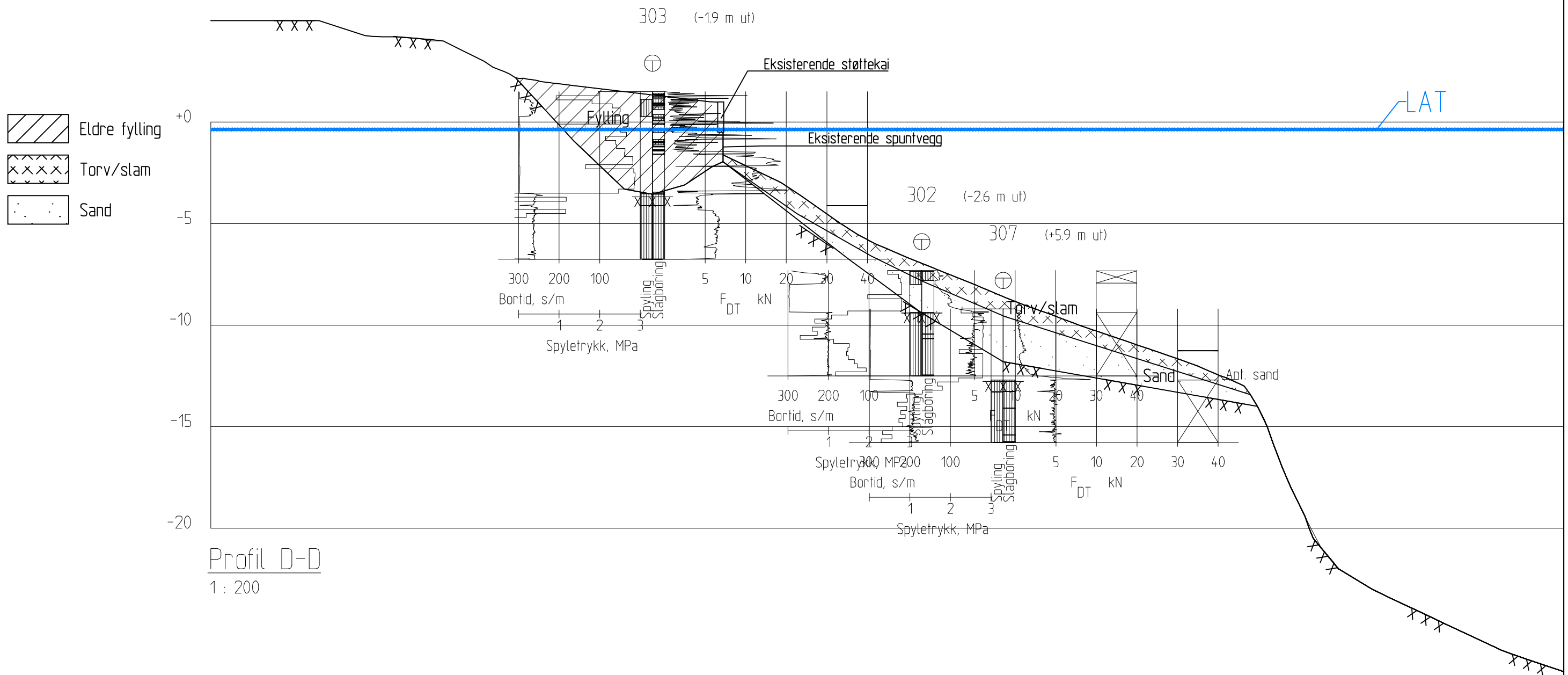
OPPDRAG
Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier

OPPDRAGSGIVER
Safe Control Engineering

INNHOOLD
STABILITETSBREGNING

Profil C
Utfylt situasjon
Total- og effektivspenningsanalyse

OPPDRAG NR. 1350040654	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 1010	REV. 0



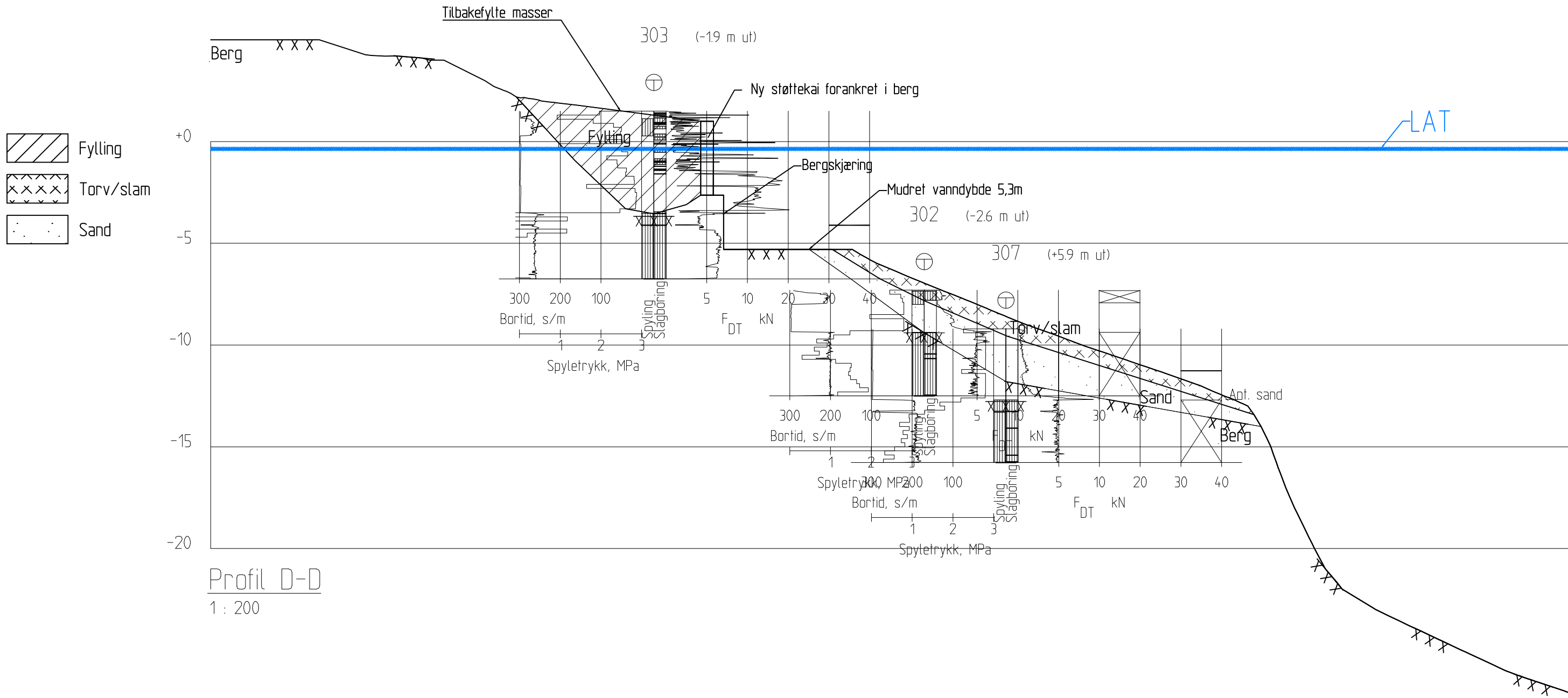
01	24.02.2021	Eksisterende støttekai med spuntvegg tegnet inn	HERB	JSH	JSH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

OPPDRAG	Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier
INNHOOLD	Profil D
OPPDRAGSGIVER	Safe Control Engineering
	Dagens situasjon

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350040654	1:200	01	01
TEGNING NR.		REV.	
1011		1	



			RAMBOLL			OPPDRAG Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekaier			INNHOLD Profil D Mudret situasjon			OPPDRAG NR. 1350040654	MÅLESTOKK 1:250	BLAD NR. 01	AV 01
01	24.02.2021	Eksisterende støttekai med spuntvegg tegnet inn	HERB	JSH	JSH	OPPDRAGSGIVER Safe Control Engineering						TEGNING NR. 1012		REV. 1	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no									
TEGNINGSSTATUS															