

Evenes Kommune

► Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01 Dato: 2024-04-10



Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

Oppdragsgiver: Evenes Kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Reidar Karlsen
Rådgiver: Norconsult AS, Stortorget 2, NO-9008 Tromsø
Oppdragsleder: Lars Andre Uttakleiv
Fagansvarlig: Greger Lyngedal Wian
Andre nøkkelpersoner: Keren Schwartz, Sivert Ansgar Orten

J01	2024-04-10	For bruk	Sivert Ansgar Orten	Keren Schwartz	Lars Andre Uttakleiv
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

► Sammen drag

Evenes kommune planlegger en omregulering av Bogen industriområde, og ønsker i den forbindelse å utvide det aktuelle området ved utfylling i sjø. Området ligger nord for Bergvika ved båthavna og strekker seg til innerst i sundet mot Geitbogen ved Industriveien i nord.

Norconsult Norge AS er engasjert som flerfaglig rådgivende ingeniør for utbyggeren, bla. i geoteknikk (RIG). Denne rapporten beskriver utførte geotekniske vurderinger i forbindelse med regulering.

Tilhørende landareal ligger på mellom kote 0 og + 5 og stiger videre opp mot ca. kote + 8 ved E10 i øst. Terrenget på land har en gjennomsnittlig helning på rundt 1:18, og videre ut mot sjøen skråner sjøbunnen mot vest og har helning på rundt 1:12 ned til kote -13.

Sonderingene som er utført på land viser et lag med sandige masser med varierende innslag av grus med mektighet på mellom 7 og 14 m over morene ned til berg. Av laboratorieundersøkelser er det tatt opp prøveserier i 2 posisjoner fra 0-4 m dybde som i hovedsak viser et lag med sand med varierende innslag av grus.

Sonderinger utført på sjø består i hovedsak av sand/grusig sandig materiale av varierende mektighet, samt bløte lag med leire i varierende dybder. Utførte total- og trykksonderinger tyder på sprøbruddsmateriale i sonderingene lengst fra land. Det er gjort laboratorieundersøkelser for 5 posisjoner på sjø som viser kvikkleire og sprøbruddsmateriale fra ca. 1,3-3 m i posisjon N1 og 0-4 m i posisjon N25. I resterende prøveserier er det sand / siltig sand / sandig siltig materiale mellom 0-6 m.

Som følge av aktuelle grunnforhold med kvikk- og sprøbruddsmateriale i grunn og planlagte skråninger i sjø må fare for områdeskred utredes for planområdet. I henhold til NVEs veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» utgjør arealer fra ny sjøfront og 85 m bakover en ny faresone med faregrad «middels» og konsekvensklasse «alvorlig» i permanent situasjon. Følgelig vil krav til sikkerhet ved utlegging av sjøfyllingen (forverrende tiltak) kreve $F = 1,25$ i korttidssituasjon (drenert tilstand) og $F = 1,61$ i langtidssituasjon (udrenert tilstand).

Det er gjort beregninger for en fyllingsfront avgrenset av sonderinger hvor det er påvist/indikasjoner på mulig sprøbruddsmateriale. Innledende beregninger viser at det er tilfredsstillende sikkerhet for langtidssituasjon (drenert tilstand) i samtlige av beregningsprofilene. For kritisk profil E er det ikke god nok sikkerhet iht. krav stilt i NVEs veileder nr.1/2019 for korttidssituasjon (udrenert tilstand). Aktuelt tiltak ved relativt slak sjøbunn og dyptliggende lag med kvikk- og sprøbruddsmateriale vurderes å være motfylling. Omfanget på motfyllingen strekker seg til 15 m fra tenkt fyllingsfront og har en høyde på ca. 3 m.

Stabilitetsvurderinger i henhold til krav i NVEs veileder vil også tilfredsstille krav iht. TEK17. Vurdering av erosjonssikring ved bølger og propellerrosjon utføres i detaljprosjektering. Geotekniske problemstillinger som f.eks. fundament, laster fra kai, setninger, utlegging av fylling, rekkefølgekrav osv. vurderes i detaljprosjekteringen.

Innhold

1	Innledning	5
2	Grunnforhold	6
2.1	Grunnboringer	6
2.2	Befaring	7
3	Grunnforhold	9
3.1	Terreng	9
3.2	Løsmasser	9
3.2.1	Lagdeling	10
3.2.2	Materialparametere	11
3.3	Vannstand	12
4	Sikkerhet mot naturpåkjenninger	13
4.1	Snøskred og steinsprang	13
4.2	Flom og stormflo	13
4.3	Kvikkleire	13
5	Områdestabilitet	14
5.1	Utredning iht. prosedyre	14
5.2	Supplerende avklaringer	16
5.2.1	Aktuelle skredmekanisme	16
5.2.2	Klassifisering av faresone	17
5.3	Konklusjon	18
6	Stabilitet	19
6.1	Krav til sikkerhet	19
6.1.1	Eurokode	19
6.1.2	NVEs veileder	19
6.1.3	Oppsummering og gjeldende krav	19
6.2	Beregningsforutsetninger	20
6.3	Resultater	21
6.4	Konklusjon	21
7	Referanser	22

Vedlegg A: Tegning V301-V310 Stabilitetsberegninger (A3: målestokk 1:250)

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

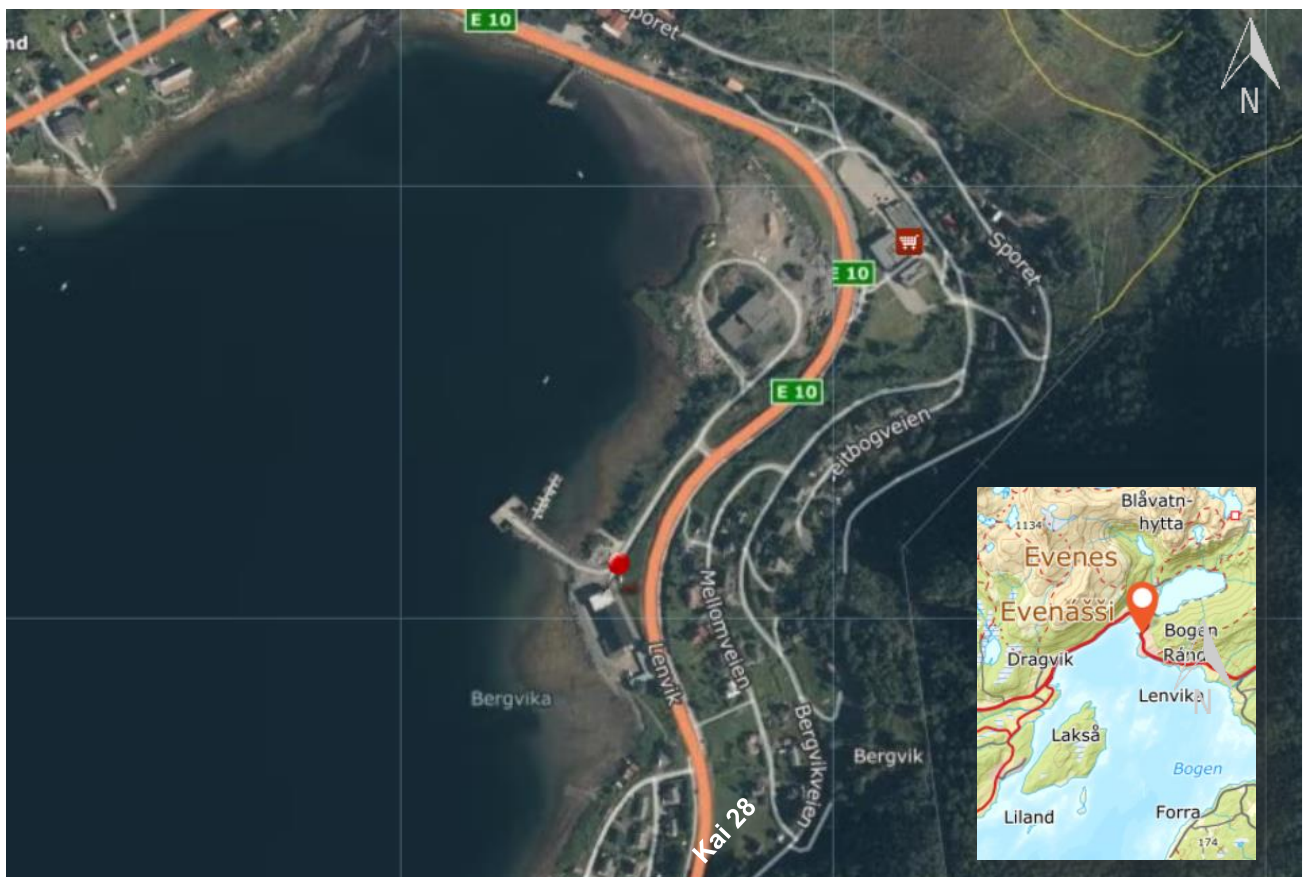
1 Innledning

Evenes kommune planlegger å omregulere Bogen industriområde og i den forbindelse etablere sjøfylling. Det aktuelle området, øst for E6 Lenvik, ligger nord for Bergvika ved båthavna og strekker seg til innerst i sundet mot Geitbogen ved Industriveien i nord. Det vises til plassering i Figur 1.

Området var tidligere utfylt før år 2003 i henhold til historiske kart [Ref. 1]. Det er blant annet satt opp en spunt i sørlige deler av utfylt området. Norconsult Norge AS har ikke mottatt noe dokumentasjon fra prosjektering av spunten.

Norconsult Norge AS er engasjert som flerfaglig rådgivende ingeniør for utbyggeren, bla. i geoteknikk (RIG). Denne rapporten beskriver utførte geotekniske vurderinger i forbindelse med regulering, bla. vurdering av stabilitet iht. TEK17 og NVEs veileder 1/2019 [Ref.2] .

Alle høydekoter i denne rapporten referer til høydesystem NN2000 som i Evenes er 1,98 meter høyere enn laveste lavvann (LAT, Sjøkartnull).



Figur 1: Viser aktuelt område markert med rød knappenål [Ref.1]

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

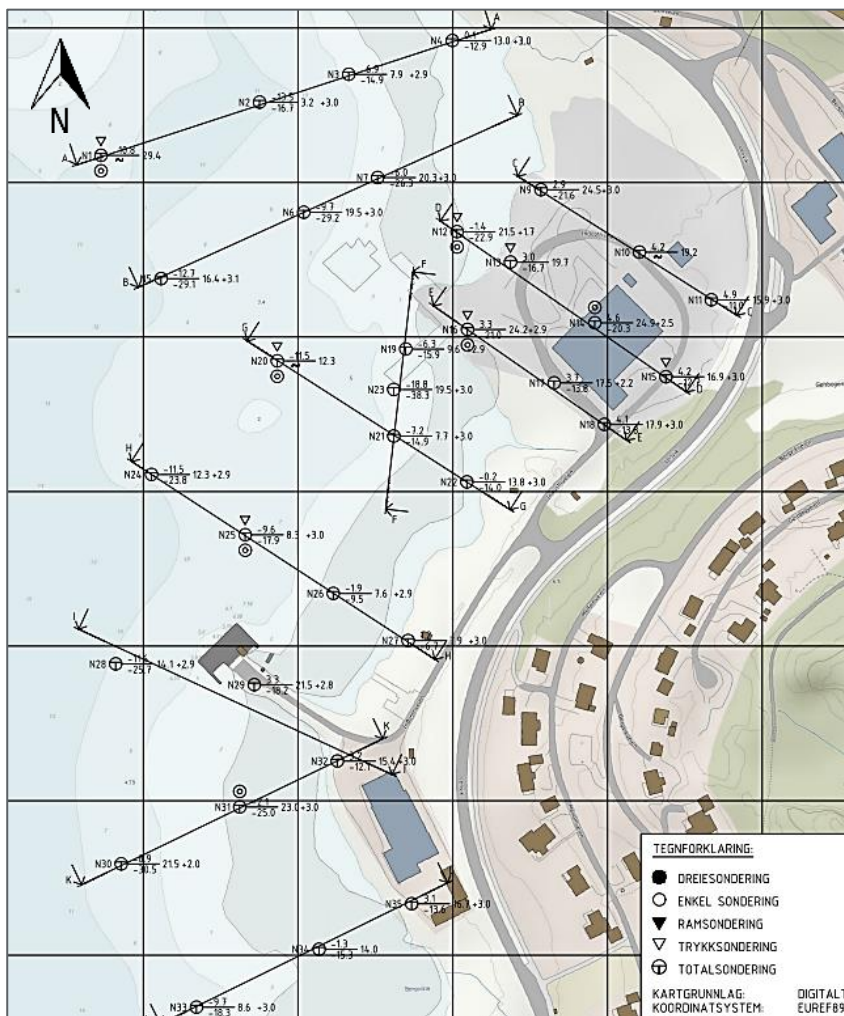
Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

2 Grunnforhold

2.1 Grunnboringer

Multiconsult har i regi av Norconsult tidligere utført grunnundersøkelser på både land og sjø ved tomte [Ref.1], i alt 34 stk totalsonderinger hvorav 29 stk. ned til antatt berg, 7 stk. trykksonderinger (CPTU) og 7 stk. prøveserier. Figur 2 viser borplan for utførte grunnundersøkelser.



Figur 2: Borplan med plassering av Multiconsults snitt [Ref.1]

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

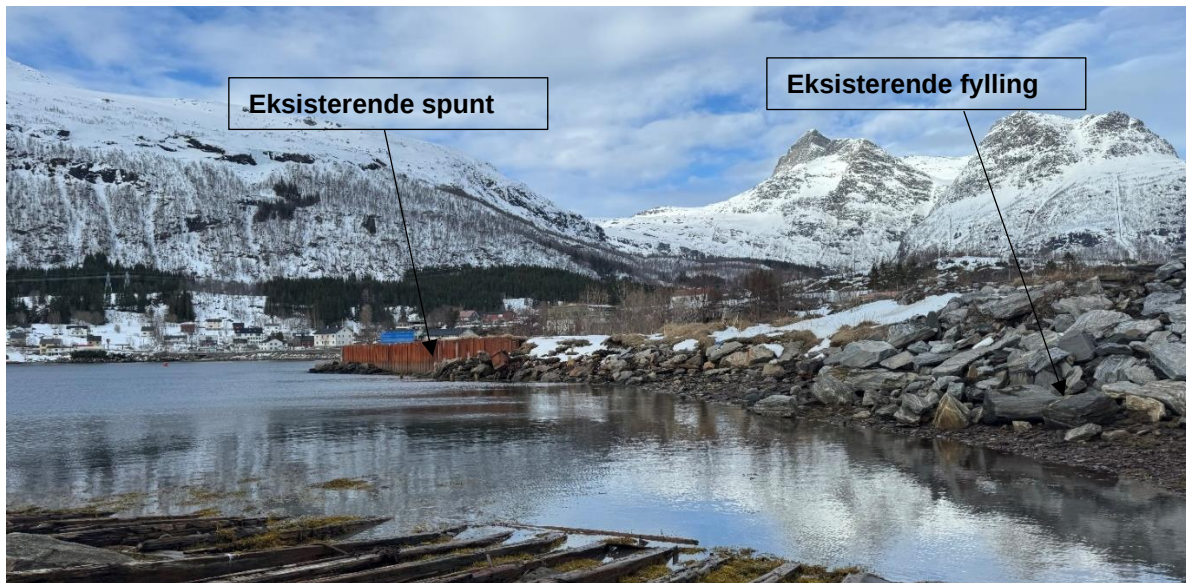
Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

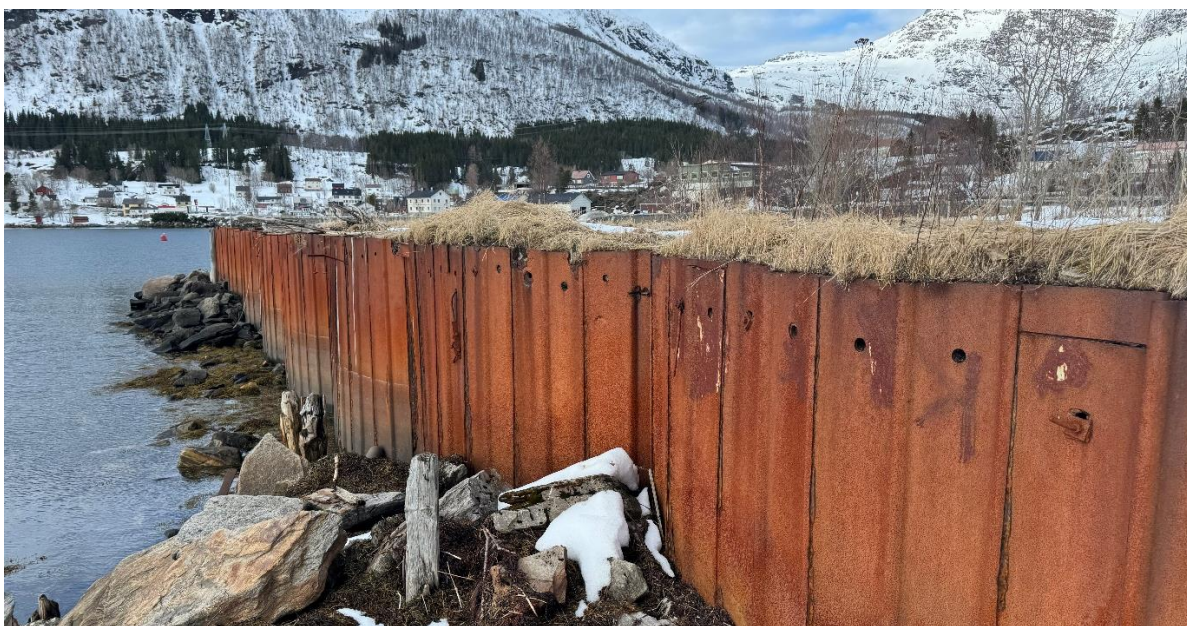
2.2 Befaring

Den 22.03.2024 ble det utført befaring i området av Norconsult Norge AS v/Lars Andre Uttakleiv. Figur 3 viser tydelig avgrensning av tidligere fylt ut område.

Sør i område ved tidligere utfylling er det etablert en spunt av typen flatspunt (cellespunt). Spunten er tydelig korrodert, men regnes i hovedsak å være i god stand uten synlige mangler.



Figur 3: Bildet er tatt fra sør mot nord og viser eksisterende fylling og spunt



Figur 4: Nærbilde av spunt

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

Eksisterende fyllingsfront er delvis dekket med store blokker, men er rotete og dårlig utført (figur 3). Det er heller ikke registrert filterlag for sjøfronten som strekker seg sørover fra plassering av spunt, men det er ikke registrert tegn til utglidning. Fyllingsfront mot nord er noe ryddigere utført (figur 5).



Figur 5: Viser er tatt omtrentlig ved eksisterende spunt og ser videre nordover



Figur 6: Bildet er tatt i omtrent samme posisjon som bildet i figur 3, men rettet sørover.

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

3 Grunnforhold

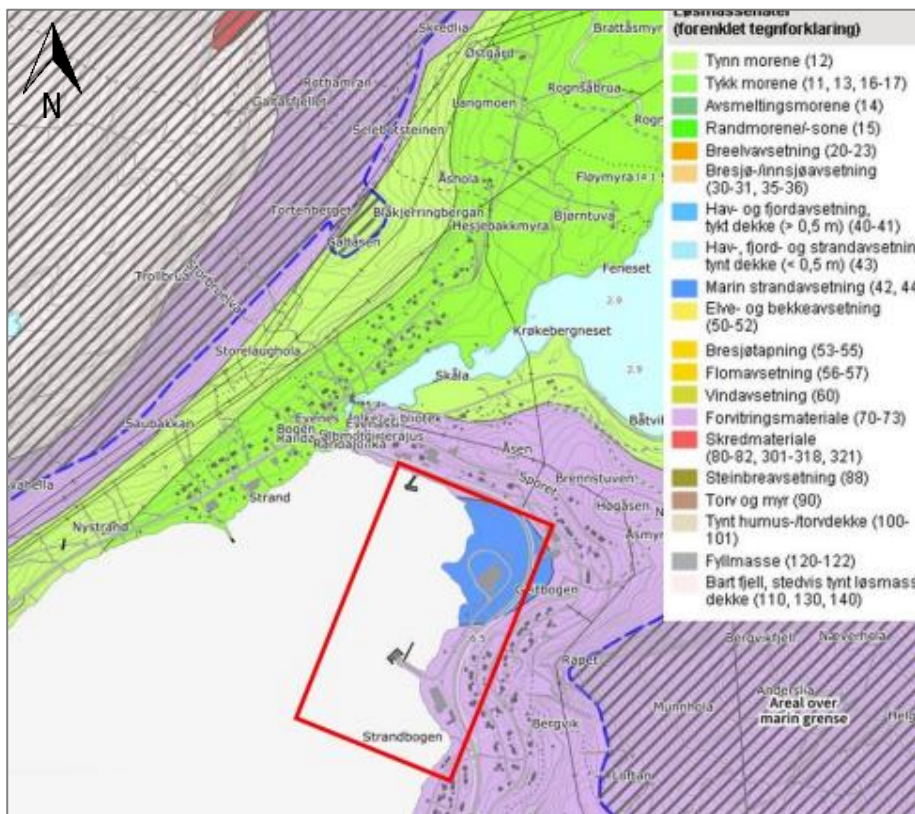
3.1 Terreng

Tilhørende landareal ligger på mellom kote 0 og + 5 og stiger videre opp mot ca. kote + 8 ved E10 i øst. Terrenget på land har en gjennomsnittlig helning på rundt 1:18, og videre ut mot sjøen skråner sjøbunnen mot vest og har helning på rundt 1:12 ned til kote -13.

3.2 Løsmasser

I henhold til NGUs løsmassekart består området av marine strandavsetninger (mørk blå farge), samt forvittringsmateriale ved øvrig landareal (rosa farge). Marine strandavsetninger er masser vasket av bølger i strandsonen/under marin grense og består typisk av sand, grus og stein. Disse kan ligge over havavsetninger og av erfaring også inneholde leire/ kvikkleire/ sprøbruddsmateriale.

Løsmassekartet til NGU gir kun en indikasjon på hva et øvre lag i jordprofilen består av, kartet er for grovt inndelt og egnet kun til bruk med målestokk 1:250 000. For å få kjennskap til grunnens egenskaper i dybden er det nødvendig med geotekniske grunnundersøkelser.



Figur 7: Løsmassekart fra NGU med område for tenkt sjøfylling vist med rød firkant [Ref.4]

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

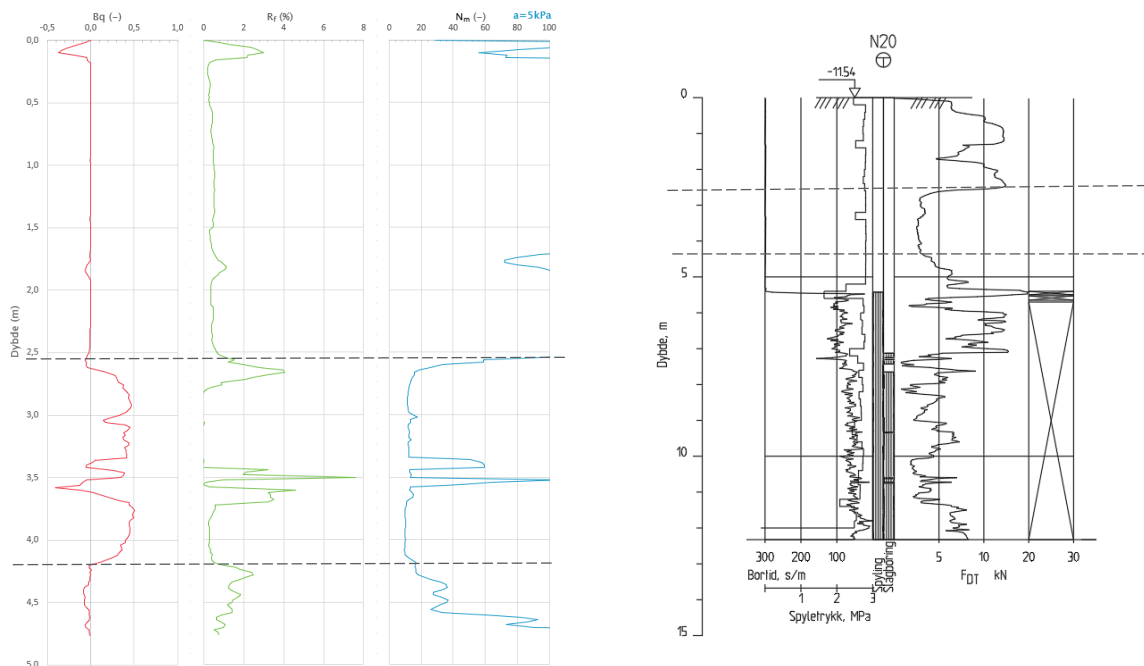
3.2.1 Lagdeling

Utførte sonderinger viser en dybde til berg på mellom 3,2 og 29,5 m med bergoverflate mellom kote -6,7 og -38,3. Totalt sett er det antatt påtruffet berg i 29 av 34 posisjoner, og i 4 av disse posisjonene er det ikke utført tilstrekkelig sikker bergpåvisning.

Sonderingene som er utført på land viser et lag med sandige masser med varierende innslag av grus med mektighet på mellom 7 og 14 m over morene ned til berg. Av laboratorieundersøkelser er det tatt opp prøveserier i 2 posisjoner fra 0-4 m dybde som i hovedsak viser et lag med sand med varierende innslag av grus.

Sonderinger utført på sjø består i hovedsak av sand/grusig sandig materiale av varierende mektighet, samt bløte lag med leire i varierende dybder. Utførte total- og trykksonderinger tyder på sprøbruddsmateriale i sonderingene lengst fra land. Det er gjort laboratorieundersøkelser for 5 posisjoner på sjø som viser kvikkleire og sprøbruddsmateriale fra ca. 1,3-3 m i posisjon N1 og 0-4 m i posisjon N25. I resterende prøveserier er det sand / siltig sand / sandig siltig materiale mellom 0-6 m.

For posisjon N20 er det antydning til en mer overkonsolidert leire med OCR rundt 5-7. Trykksonderingen viser lave måleverdier for sidefriksjon og svakt avtakende spissmotstandstall (N_m) mot dybden som ofte indikerer sprøbruddsmateriale. Leirlaget har et poretrykksforhold (B_q) rundt 0,5 og N_m på rundt 10, hvor sprøbruddsmaterialer ofte har $B_q > 1,0$ og $N_m < 4$. Det er tatt opp 2 stk. prøver som viser sand fra 1-2 m og siltig sandig materiale mellom 3-4 m, hvor nederste 35 cm av prøven var siltig leire. Det er ikke påvist sprøbruddsmateriale ved omrørt konusforsøk, og ingen tegn til at det tidligere er lagt motfylling i området.



Figur 8: Sonderinger i posisjon N20

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

3.2.2 Materialparametere

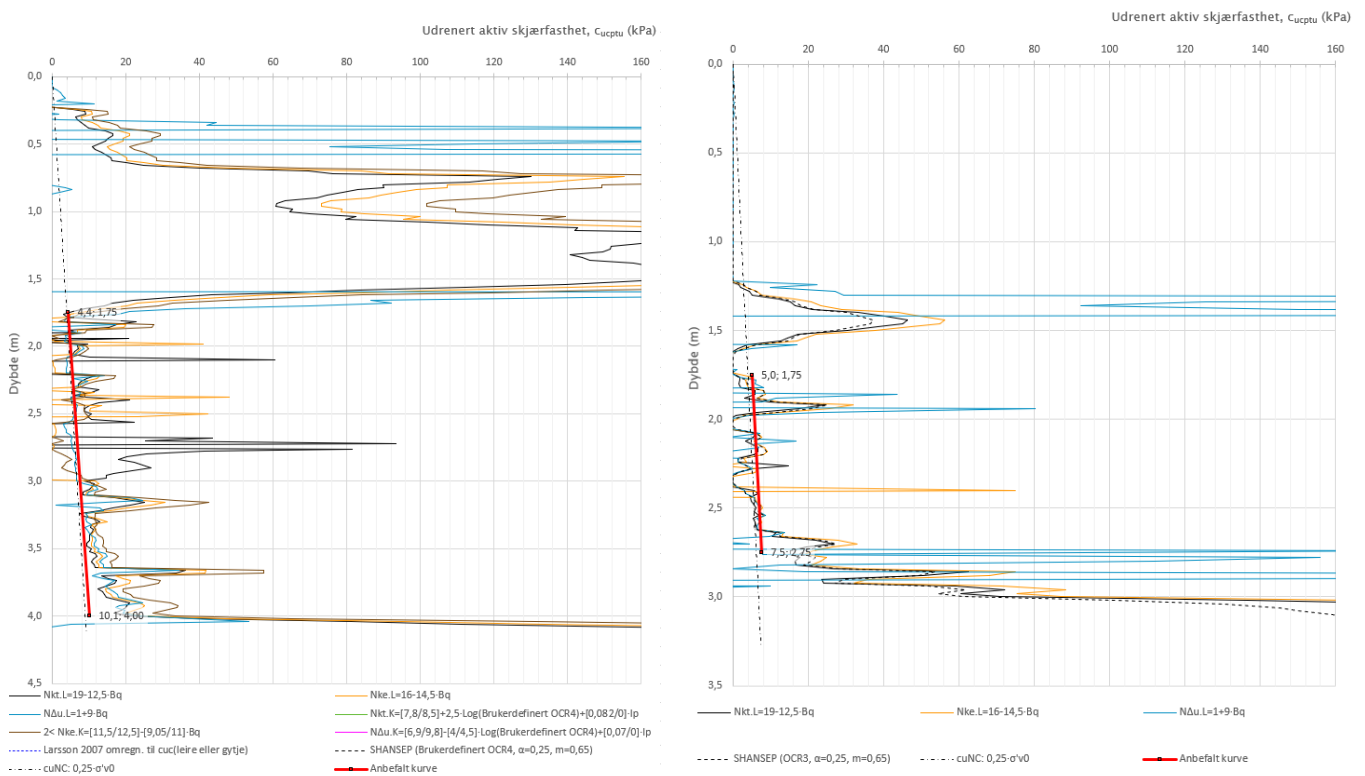
Materialparametere er vist i tabell 1. Disse følger i hovedsak verdier tolket fra trykksonderinger presentert nedenfor og erfaringsverdier angitt i Statens vegvesens Håndbok V220 [Ref.5].

Tabell 1: Materialparametere

Materiale	Tyngdetetthet/ Neddykket tyngdetetthet, γ / γ' [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, ϕ [°]	Attraksjon, a / kohesjon, c' [kPa]	Udrenert aktiv skjærfasthet, S_{uA} [kPa]
Fyllmasser – komprimert sprengstein/sand/grus	19 / 11	42	5 / 4,5	-
Sand / siltig sand	19 / 9	32	0	-
Siltig leire, kvikk/sprøbrudd	19 / 9	24*/21**	0	4,4-10,1* 5-7,5**
Siltig leire	19 / 9	30***	0	30-35***
Morene	19 / 9	40	10 / 9	-

*Posisjon N1 **Posisjon N25 ***Posisjon N20

Det er benyttet anisotropifaktorer iht. NIFS rapport [Ref.6] med antatte anisotropifaktorer $S_{uD}/S_{uA} = 0,63$ og $S_{uE}/S_{uA} = 0,35$.

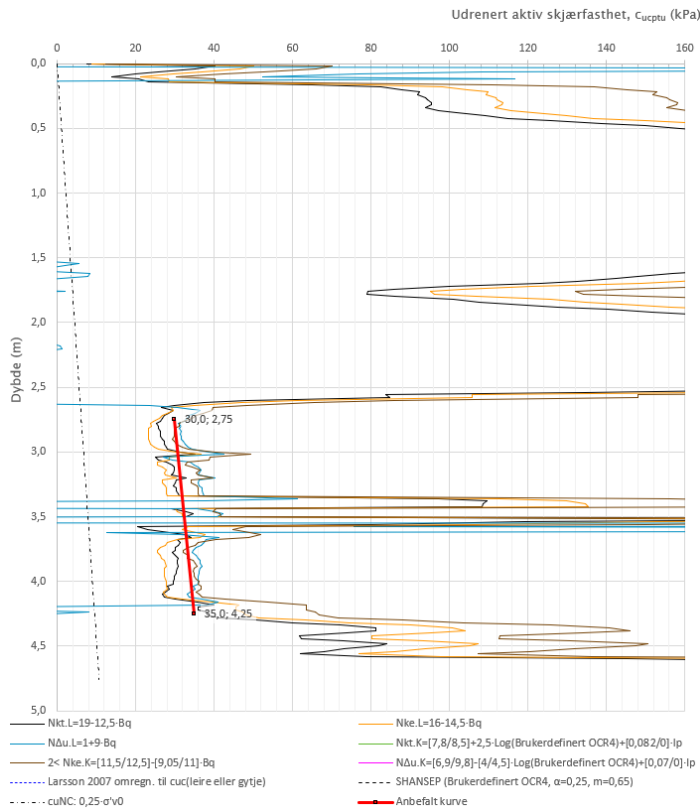


Figur 9: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet i posisjon N1 (venstre) og N25 (høyre)

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01



Figur 10: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet i posisjon N20

3.3 Vannstand

Grunnvannstand ved utfylte arealer antas å følge havnivå. For Bogen angir seahavnivå.no følgende:

- Dimensjonerende havnivå Sikkerhetsklasse 2 med klimapålegg +3,18
- Høyvann med 1000 års gjentaksintervall +2,87
- Høyvann med 1 års gjentaksintervall +2,04
- Laveste astronomiske tidevann (LAT) / sjøkartnull -1,98

I stabilitetsvurderingene er det antatt grunnvannstand ved laveste astronomiske tidevann.

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

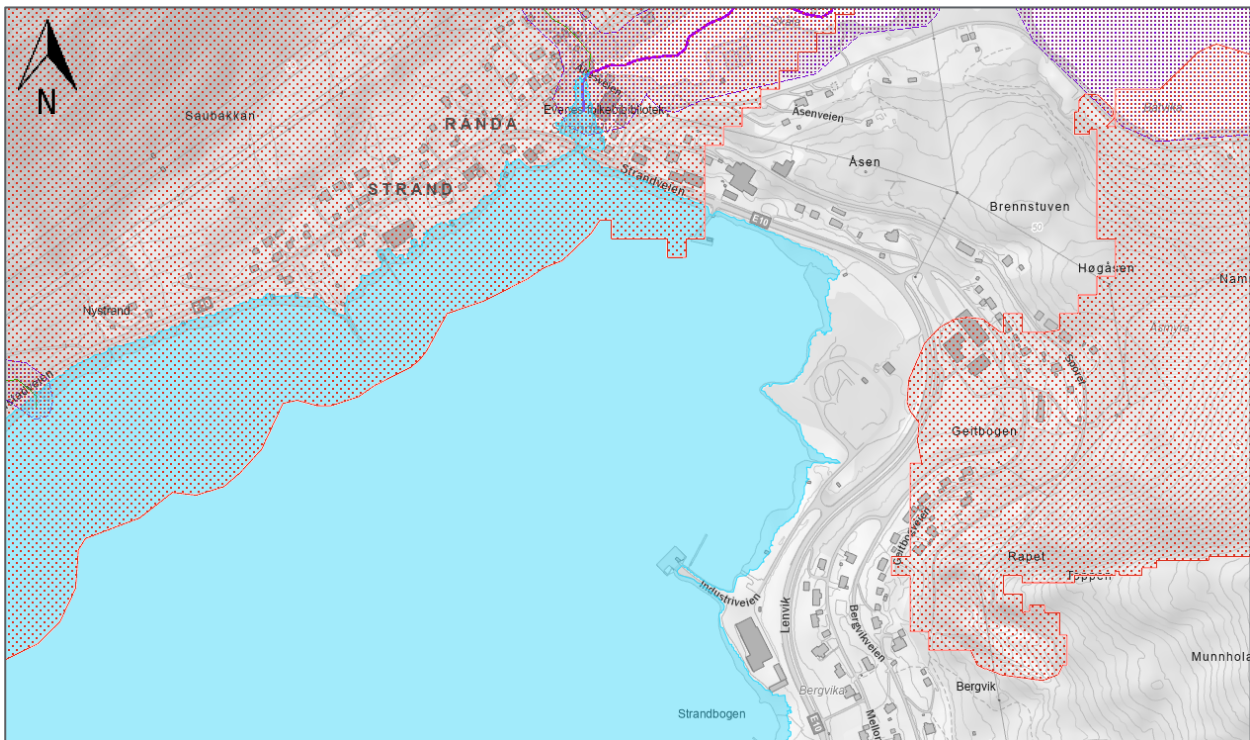
Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

4 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til plan- og bygningsloven, §28.1, kan grunn bare bebygges, eller eiendom opprettes/endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.

Kapittel 7 i byggt teknisk forskrift (TEK17) omfatter krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger fra flom, stormflo og skred ved regulering og bygging i fareområder. En vurdering av sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger fra flom, stormflo og skred er gjort i påfølgende kapittel.



Figur 11: Aktsomhetskart fra NVE Atlas

4.1 Snøskred og steinsprang

Tomta ligger utenfor kartlagte aktsomhetsområde for snøskred og steinsprang (rød skravur i figur 9 viser aktsomhetsområde for snøskred).

4.2 Flom og stormflo

Tomta ligger utenfor kartlagte aktsomhetsområde for flom (blå skravur), og naturlig nok innenfor faresoner for stormflo (lys blå farge). I prosjekteringsforutsetninger må det dermed legges dimensjonerende havnivå til sikkerhetsklasse 2 med klimapålegg på kote + 3,18.

4.3 Kvikkleire

Tomta ligger under marin grense. Dette utløser krav til vurdering av områdestabilitet i henhold til NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [Ref. 2]. Vurdering av områdestabilitet presenteres i kapittel 5 nedenfor.

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

5 Områdestabilitet

Som følge av aktuelle grunnforhold med kvikk- og sprøbruddsmateriale i grunn og planlagte skråninger i sjø må fare for områdeskred utredes for planområdet. I henhold til kap. 3 i NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred [Ref.5] skal dette avklares i detaljreguleringen.

5.1 Utredning iht. prosedyre

NVE har beskrevet en stegvis prosedyre for utredning av områdeskredfare, se kap. 3.2 [Ref.5]. Utførte vurderinger er kort oppsummert i Tabell 2.

Tabell 2: Prosedyre for utredning av områdeskredfare i henhold til kap. 3.2 i NVE-veileder 1/2019 [Ref.5]

Steg	Prosedyre	Vurdering
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det er ingen registrerte kvikkleiresoner i området.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Hele planområdet ligger under marin grense. Det er påvist kvikkleire og sprøbruddsmateriale innenfor planområdet.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Terrenget på land ved eksisterende utfylling er relativt flatt grunnet planering av tomt, men terrenget ovenfor og delvis nedenfor E10 har helning > 1:20. Helning på opprinnelig sjøbunn er jevn med helning brattere enn 1:20 og det antas at helningen fortsetter også videre under eksisterende fyllmasser på land. Planområdet med sjøbunns helning slakere enn 1:6 er utenfor områder som kan rammes av områdeskred lengre ute i sjøen [Ref. 7]
4	Bestemme tiltakskategori	Tiltak med ny kai og nytt industriområde vil havne i K4. K4 Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulige løsneområder	Dagens sjøbunn med jevn helning slakere enn 1:6 regnes ikke som utsatt for områdeskred [Ref.7].
6	Befaring	Det er utført befaring av landarealer som grenser til tomta, ref. kap.2.2 i denne rapporten. Det er ikke avdekket forhold av betydning for avgrensning av løsneområdet skissert i Steg 5. Befaring at sjøarealet ved tomta er ikke hensiktsmessig.

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

7	Gjennomføring av grunnundersøkelser	Det er utført flere grunnundersøkelser med dype boringer på tomta, som vi mener er tilstrekkelig grunnlag for videre geotekniske vurderinger. Resultater fra disse viser kvikk- og sprøbruddsmateriale i enkelte av boringene på sjø, samt enkelte posisjoner med tegn til sprøbruddsmateriale.
8	Vurdering av aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder	Aktuell skredmekanisme vurderes iht. figur 4.3 i NVE-veileder nr.1/2019 [Ref.2]. Leira ved tomta er sprøbruddsmateriale med omrørt fasthet i enkelte punkter som indikerer mulig retrogressivt skred. Videre er andel sprøbruddsmateriale over mest kritisk glideflate < 40%, noe som gir aktuell skredmekanisme rotasjonskred eller flaskkred. Flaskkred utelukkes for tomta ettersom dagens og fremtidig sjøbunn/ terreng regnes som for slake [Ref.8]. Mer informasjon rundt våre vurderinger er gitt i kapittel 5.2.1
9	Klassifisering av faresone	Vi har vurdert det planlagte industriområdet og kai til å ligge i faregrad «middels» og konsekvensklasse «Alvorlig» i permanent situasjon. Mer informasjon rundt våre vurderinger er gitt i kapittel 5.2.1
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Innledende stabilitetsberegninger er gjennomført og dokumentert i kapittel 6.
11	Melding av faresoner og grunnundersøkelser	Tidligere grunnundersøkelser var meldt inn i NADAG av Statens vegvesen. Supplerende grunnundersøkelsene er angitt innmeldt av utførende, Multiconsult AS. Innmelding av ny faresone må avklares mot NVE. Ettersom det er dokumentert tilfredsstillende sikkerhet skal innføring av ny faresone i hovedsak ikke vil medføre begrensning på bruk av arealene. Unntaket er bygninger av avgjørende betydning for sikkerhet og beredskap [Ref.9] som per dagens regelverk [Ref.10] kategorisk ikke kan plasseres innenfor faresone.

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

5.2 Supplerende avklaringer

Følgende kapitler gir utvidede avklaringer knyttet til vurderinger presentert i Tabell 2.

5.2.1 Aktuelle skredmekanisme

Aktuell skredmekanisme vurderes iht. Figur 4.5 i veilederen [Ref.2]. Flytskjemaet vises i Figur 10 nedenfor med aktuelle anmerking/valg tatt for prosjektet.

Leira ved tomta er sprøbruddsmateriale med omrørt fasthet og flyteindeks som indikerer et mulig retrogressivt skred, se kap. 3.1 i denne rapporten. Andel sprøbruddsmateriale over mest kritisk glideflate vurderes for planlagt topografi i henhold til prinsipp vist i figur 11.

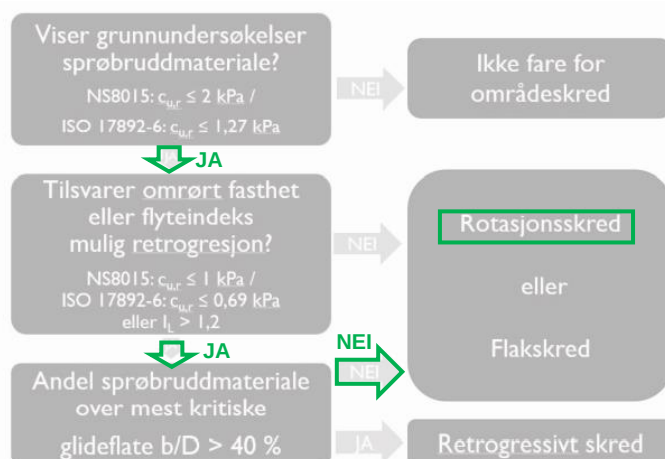
For planlagt topografi er dybden $0,25 \times 17 = 4,25$ meter, det vil si 0,25 meter under topp leirlaget. Dette gir andel sprøbruddsmateriale (b/D , ref. figur 13) lik null eller tilnærmet null. Dette vil si $b/D < 40\%$ og aktuell skredmekanisme rotasjonsskred eller flaskred.

Flaskred utelukkes for tomta ettersom dagens og fremtidig sjøbunn/ terreng regnes som for slake. Generelt kan flaskred oppstå når det er svake lag i bakken, parallelt med terrenget. Typisk for denne feilmekanismen er et terreng som er jevnt skrånende inn i et åpent område eller utløp, dog med helning på mellom ca. 1:5 og 1:3 [Ref.8].

I dette tilfellet er dagens sjøbunn med helning betydelig slakere enn 1:5. Planlagt utfylte arealer antas flate, eller med meget svak helning.

Det konkluderes med at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred. Henholdsvis er området utsatt for skred på $5 \times H$ bak foten av skråningen, der H er skråningshøydene. Se illustrasjon i figur 14.

Topp sjøfylling på kote +4,0 og dybde fyllingsfront på kote -13 gir $H = 17$ meter og utsatt område til 85 meter bak kant på sjøfylling.

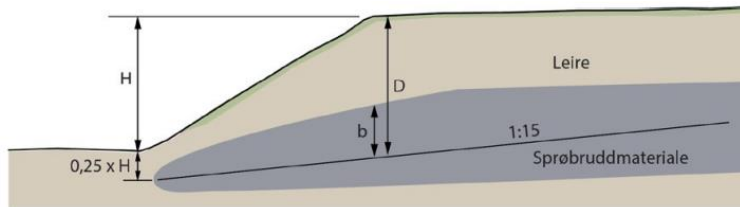


Figur 12: Flytskjema for vurdering av skredmekanisme [Ref.2]

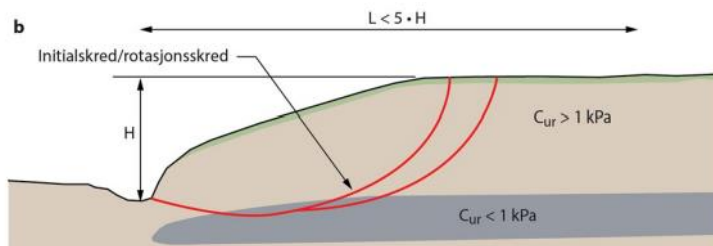
Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01



Figur 13: Figur 4.5 Feil! Fant ikke referansekilden., Prinsipp for vurdering av b/D (andel sprøbruddsmateriale over den mest kritiske glideflaten) ved dype glideflater



Figur 14: Figur 4.8b Feil! Fant ikke referansekilden., Prinsipp for avgrensning av løseområdet for en rotasjonskred når d er et mindre enn 40% sprøbruddsmateriale over kritisk glideflate

5.2.2 Klassifisering av faresone

Faresonen klassifiseres med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse iht. metoden beskrevet i kap.4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 [Ref.2]. Det er blant annet tatt hensyn til overtrykk i leire etter utfylling og at selve fylling utgjør et stort inngrep rett etter etablering. Dette gir faregrad «Høy» rett etter etablering og faregrad «Middels» etter at poreovertrykk er utlignet. Konsekvensklasse er «Alvorlig». Se detaljering i figur 15 og 16.

Ettersom det ikke er gjort uomrørt konusforsøk for sprøbruddsmateriale er det ikke mulig å tallfeste sensitiviteten til materialet, men det er gjort en vurdering på hva som kan være sannsynlig sensitivitet og satt score deretter.

FAREGRAD					FAREGRAD				
FAKTORER	VEKTTALL	Faregrad, score 0-3 (lav-høy)		KONTROLLFELT MaxscoreMaxpoeng	FAKTORER	VEKTTALL	Faregrad, score 0-3 (lav-høy)		KONTROLLFELT MaxscoreMaxpoeng
		Score	Poeng				Score	Poeng	
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	3 3	Tidligere skredaktivitet	1	0	0	3 3
Skråningshøyde i meter	2	1	2	3 6	Skråningshøyde i meter	2	1	2	3 6
OCR	2	3	6	3 6	OCR	2	3	6	3 6
Poretrykk - overtrykk	3	3	9	3 9	Poretrykk - overtrykk	3	0	0	3 9
Poretrykk - undertrykk	-3	0	0	0 0	Poretrykk - undertrykk	-3	0	0	0 0
Kvikkleiremektighet	2	0	0	3 6	Kvikkleiremektighet	2	0	0	3 6
Sensitivitet	1	1	1	3 3	Sensitivitet	1	1	1	3 3
Erosjon	3	0	0	3 9	Erosjon	3	0	0	3 9
Inngrep forverring	3	3	9	3 9	Inngrep forverring	3	3	9	3 9
Inngrep forbedring	-3	0	0	0 0	Inngrep forbedring	-3	0	0	0 0
Sum			27	51	Sum			18	51
%av maksimal poengsum			52,9 %	100,0 %	%av maksimal poengsum			35,3 %	100,0 %

Faregrad HØY

Faregrad MIDDELS

Figur 15: Faregrad rett etter utfylling (til venstre) og faregrad etter poreovertrykk er dissipert ut (høyre)

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

Konsekvensklasse settes ut ifra en antakelse om næringsarealer hvor det vil oppholde seg mer enn 50 personer samtidig og «betydelig» verdi på annen bebyggelse. Det legges til grunn at et eventuelt områdeskred vil kunne ramme europaveg 10 med ÅDT mellom 1001-5000.

KONSEKVENSKLASSE

FAKTORER	VEKTTALL	Konsekvens, score 0-3 (lav-høy)		KONTROLLFELT	
		Score	Poeng	Maxscore	Maxpoeng
Boligeneheter	4	0	0	3	12
Næringsbygg, personer	3	3	9	3	9
Annen bebyggelse, verdi	1	2	2	3	3
Vei, ÅDT	2	2	4	3	6
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	3	6
Kraftnett	1	0	0	3	3
Oppdemning/flom	2	0	0	3	6
Sum			15		45
%av maksimal poengsum			33,3 %		100,0 %

Konsekvensklasse alvorlig

Figur 16: Konsekvensklasse

5.3 Konklusjon

Dagens sjøbunn med helning slakere enn 1:6 regnes ikke som utsatt for kvikkleireskred.

Nytt industriområde og kai vil omfatte ny faresone (løsneområde). Det aktuelle området omfatter arealer fra fyllingskanten og 85 meter bakover, noe som i praksis dekker størsteparten av sjøfyllingen.

Sonen er vurdert med faregrad «Middels» og konsekvensklasse «Alvorlig» i permanent situasjon og må innmeldes NVE etter at sjøfylling er etablert. Utredningen må til uavhengig kvalitetssikring iht. NVE veileder kap. 4.9 [Ref.2], og faresonen kan ikke defineres før tiltaket er detaljert.

Kapittel 6 gir dokumentasjon av tilfredsstillende stabilitet for dagens sjøfront samt fremtidig industriområde.

6 Stabilitet

6.1 Krav til sikkerhet

Generelt krav til sikkerhetsfaktor og krav til dokumentasjon fremgår av Eurokode [Ref.11][Ref.12]. NVEs veileder [Ref.2] konkretiserer sikkerhetsprinsipp og krav til sikkerhetsfaktor ved skråninger i kvikkleiresoner avhengig av type tiltak.

6.1.1 Eurokode

Tabell NA.A.4 i Eurokode 7 [Ref.12] stiller generelt krav til partiell sikkerhetsfaktor for løsmassene, $F_{cu} \geq 1,4$ i udrenert analyse (korttidssituasjon i leire/silt) og $F_{c\phi} \geq 1,25$ i drenert analyse (langtidssituasjon).

Anmerkning c til tabellen angir imidlertid at partialfaktoren skal økes ut over overstående verdier ved faren for progressiv bruddutvikling i sprøbruddsmaterialer.

Anmerkning d tillater å legge til grunn et prinsipp om prosentvis forbedring ved sikringstiltak i stedet for krav til gjeldende partialfaktorer dersom dette regnes som forsvarlig. Det skal i tillegg dokumenteres både omfang av et slik tiltak, robusthet mot uventet lastendring samt konsekvenser ved brudd.

Det er videre forutsatt at topografien og grunnforholdene er godt dokumentert samt gjennomførbarhet på tiltaket.

6.1.2 NVEs veileder

Nytt industriområde medfører større tilflytting/personopphold, samt er et tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner og vurderes derfor til å ligge i tiltakskategori K4 i henhold til kap. 3.3.1 [Ref.2]

Sikkerhetskrav for tiltakskategori K4 fremgår av kap. 3.3.6:

- Tiltaket som forverrer stabiliteten: Absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \times f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor $f_s = 1,15$ er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddseffekt, i henhold til kap. 5.3.3.
- Tiltak som ikke forverrer stabiliteten: Kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3.
- Skråninger utenfor influensområdet til tiltaket: Krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal $F_{c\phi}$ og F_{cu} økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3.

Generelt vil graving ved skråningsfoten eller utlegging av masser ved skråningstopp regnes som forverring av stabilitet. Skråningen regnes generelt å ligge utenfor influensområdet til tiltaket dersom tiltaket ligger foran skråningsfoten eller med tilstrekkelig avstand bak skråningstoppen slik det fremgår av kap. 3.3.7 [Ref.2].

6.1.3 Oppsummering og gjeldende krav

Gjeldende krav til sikkerhetsfaktor ved ulike tilfeller er oppsummert i Tabell 3 nedenfor.

I dette tilfellet er det lagt til grunn at planlagt tiltak vil innebære forverring av stabilitet, som vil si at aktuelt sikkerhetskrav er $F_{cu} \geq 1,61$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Dette gjelder for alle faser i prosjektet.

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

Tabell 3: Krav til sikkerhet.

Tilfelle	Sikkerhetsfaktor i udrenert analyse, F_{cu}	Sikkerhetsfaktor i drenert analyse, $F_{c\phi}$	Alternativ med prosentvis forbedring*
Forverring av stabiliteten	$\geq 1,61$	$\geq 1,25$	Ikke tillatt
Ikke forverring av stabiliteten	$\geq 1,40$	$\geq 1,25$	Tillatt – min. 10%
Skråning utenfor influensområdet	$\geq 1,20$	$\geq 1,25$	Tillatt – min. 10%

* Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ etter at sikringstiltaket er utført

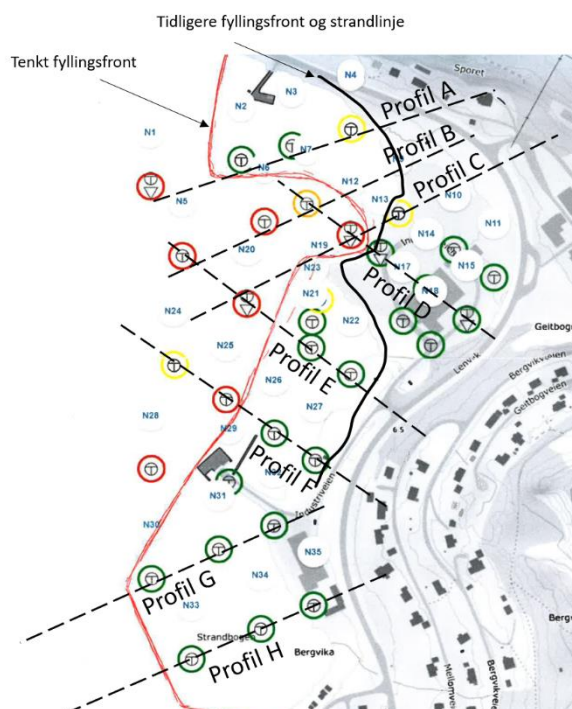
6.2 Beregningsforutsetninger

Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av regneprogrammet GeoSuite Stabilitet versjon 22.0.3.0 på både udrenert/ totalspenningsbasis (ADP) og drenert/effektivspenningsbasis (α - ϕ).

Det er benyttet materialparametere som angitt i tabell 1, samt C-profiler tilsvarende resultat fra tolkning av CPTu ved aktuelle sonderingsprofiler. Dimensjonerende havnivå er satt til lavvann (LAT), samt høyvann med 1-års gjentaksintervall hvor dette er mest ugunstig for stabiliteten. Kotehøyde på topp av fyllingen er satt til + 4,00 og helning av fyllingsfront til 1:1.4.

Karakteristisk last ved fremtidig industriområde og kai er satt lik 30 kPa. Ved lastfaktor lik 1,3 tilsvarer dette en dimensjonerende verdi på 39 kPa.

Figur 15 viser beregningsprofil og tenkt fyllingsfront. Sonderinger markert i rødt er sonderinger hvor det er påvist kvikkleire/sprøbruddsmateriale, mens sonderinger i gult indikerer mulig sprøbruddsmateriale. Rød strek markerer tenkt avgrensning av sjøfyllingen.



Figur 17: Oversikt over beregningsprofiler og tenkt fyllingsfront

Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

6.3 Resultater

Oppsummering av resultater er gitt i Tabell 4. Utskrift fra beregningene presenteres i Vedlegg A.

Tabell 4: Resultater fra stabilitetsberegninger.

Profil	Sikkerhetsfaktor i udrenert analyse, F_{cu}	Sikkerhetsfaktor i drenert analyse, $F_{c\phi}$
Profil A	-	$F_{c\phi} = 1,59 \geq 1,25$ (krav)
Profil B	-	$F_{c\phi} = 1,40 \geq 1,25$ (krav)
Profil C	-	$F_{c\phi} = 1,35 \geq 1,25$ (krav)
Profil D	-	$F_{c\phi} = 1,41 \geq 1,25$ (krav)
Profil E	$F_{cu} = 1,08^*/1,69^{**} \geq 1,61$ (krav)	$F_{c\phi} = 1,37 \geq 1,25$ (krav)
Profil F	-	$F_{c\phi} = 1,41 \geq 1,25$ (krav)
Profil G	-	$F_{c\phi} = 2,36 \geq 1,25$ (krav)
Profil H	-	$F_{c\phi} = 1,33 \geq 1,25$ (krav)

*uten motfylling **med motfylling

6.4 Konklusjon

Planlagt ny sjøfylling med fremtidige industriarealer og kai skal tilfredsstillere krav til stabilitet i TEK17 § 10-2 Konstruksjonssikkerhet [Ref.9] og NVEs veileder 1/2019 [Ref.2].

I dette tilfellet er det lagt til grunn at planlagt tiltak vil innebære forverring av stabilitet, som vil si at aktuelt sikkerhetskrav er $F_{cu} \geq 1,61$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Dette gjelder for alle faser i prosjektet.

Stabilt industriområde vil kreve tiltak for å oppnå tilstrekkelig stabilitet i en korttidssituasjon (udrenert tilstand) for fyllingen i profil E. Beregninger viser at det vil kunne være tilstrekkelig med motfylling for å oppnå krav til sikkerhet iht. NVEs veileder nr.1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [Ref.2]. Omfanget på motfyllingen strekker seg til 15 m fra tenkt fyllingsfront og har en høyde på ca. 3 m.

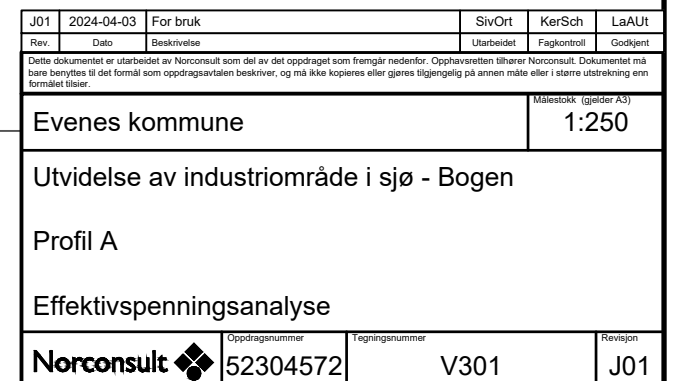
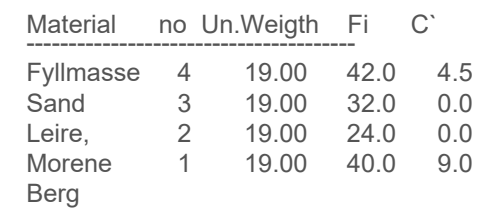
Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen

Geoteknisk utredningsrapport ifb. regulering

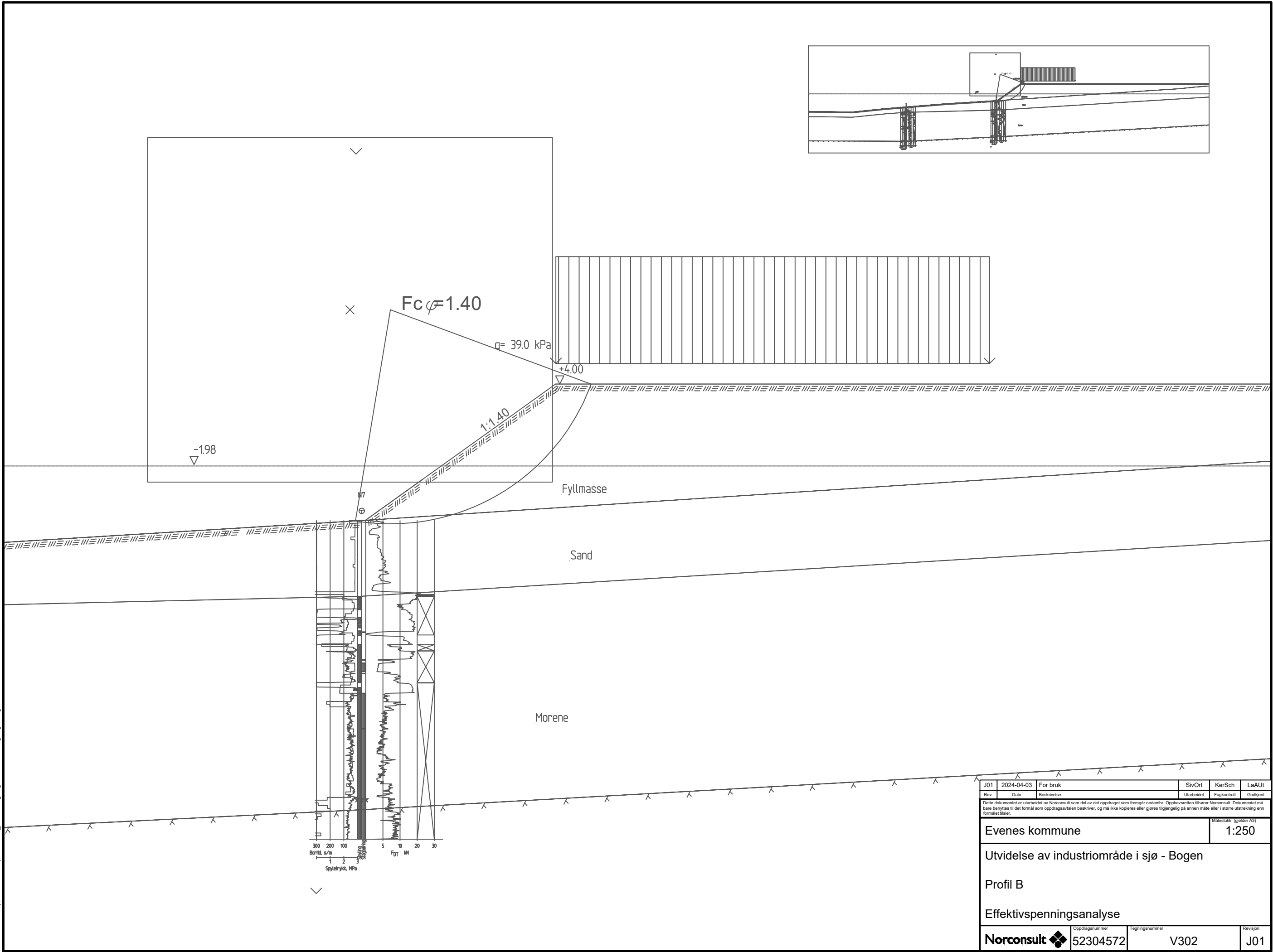
Oppdragsnr.: 52304572 Dokumentnr.: 52304572-RIG-R1 Versjon: J01

7 Referanser

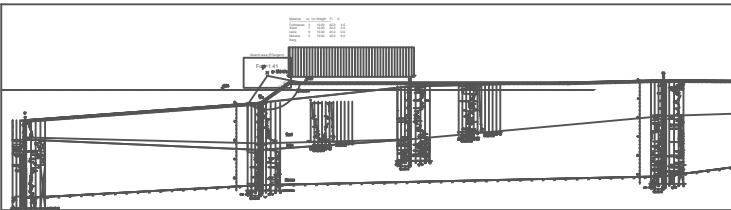
- [Ref.1] «kart.finn.no» 09.04.2024 [Internett]. Tilgjengelig: <https://kart.finn.no>
- [Ref.2] NVEs veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbrudd-egenskaper», utgitt desember 2020.
- [Ref.3] Multiconsult dokument nr. 10253900-RIG-RAP-001 «Bogen Industriområde, Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser», datert 12.12.2023.
- [Ref.4] «NGU-karttjeneste» 09.04.2024 [Internett]. Tilgjengelig: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- [Ref.5] Geoteknikk i vegbygging, Håndbok V220, Vegdirektoratet, juli 2022
- [Ref.6] NVE, «NIFS rapport 14/2014 - En omforent anbefaling for bruk av anisotropi i prosjektering av norske leirer» 2014.
- [Ref.7] NVE Ekstern rapport nr. 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse» desember, 2020.
- [Ref.8] Proceedings of the Second World Landslide Forum – 3-7 October 2011, Rome, Jean-Sebastien L'Heureux, Louise Hansen, Oddvar Longva, Raymond S. Eilertsen "Landslides along Norwegian fjords: causes and hazard assessment"
- [Ref.9] Direktorat for samfunnssikkerhet og beredskap (dsb) «Tema - Samfunnets kritiske funksjoner - Hvilken funksjonsevne må samfunnet opprettholde til enhver tid?» Versjon 1.0, år 2016 [kiks-2 januar.pdf \(dsb.no\)](#)
- [Ref.10] FOR-2017-06-19-840: Byggteknisk forskrift (TEK 17)
- [Ref.11] NS-EN 1990:2002+NA:2008 + A1:2005 + NA:2016: Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- [Ref.12] NS-EN 1997-1: 2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler.



"C:\Users\slivort\appdata\local\temp\AcPublish_268051\Tegninger\stabilitetsregninger.dwg - short - Plottet: 2024-04-09, 15:59:1 - LAYOUT = Profil B"



J01	2024-04-03	For bruk	SivOrt	KerSch	LaAut
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A3)
Evenes kommune					1:250
Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen					
Profil B					
Effektivspenningsanalyse					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52304572	V302	J01	



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Fyllmasser	3	19.00	42.0	4.5
Sand	7	19.00	32.0	0.0
Leire	6	19.00	24.0	0.0
Morene	5	19.00	40.0	9.0
Berg				

Search area (RTangent)

$F_c\phi=1.41$

$q=39.0\text{ kPa}$

1:1.40

Fyllmasser

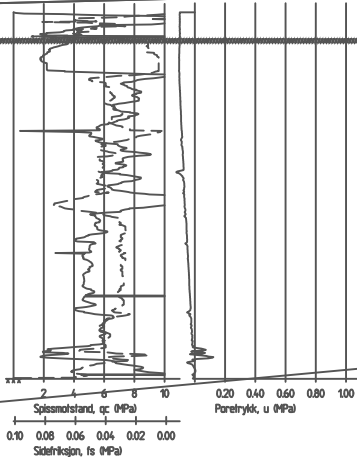
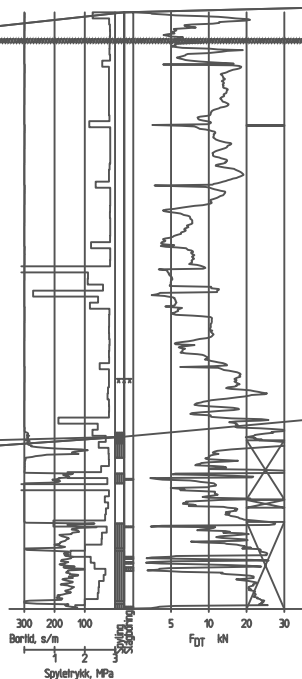
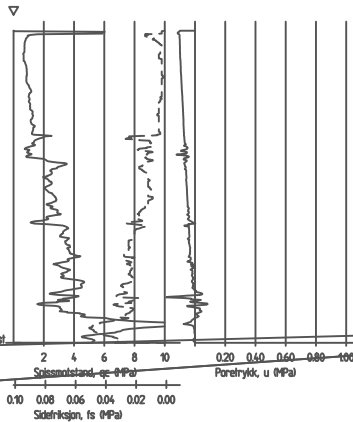
Sand

Leire

Morene

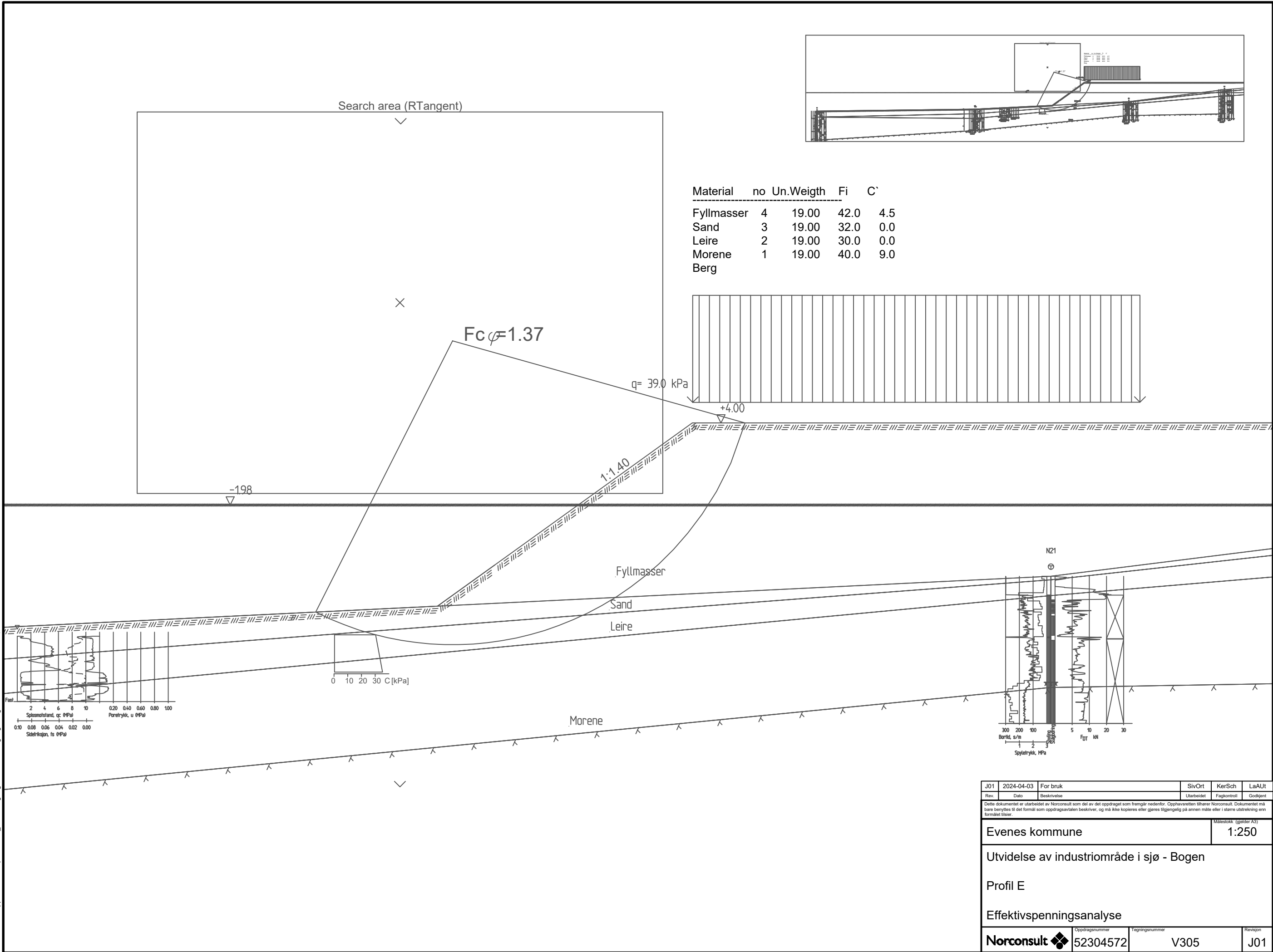
Avslutning etter ans

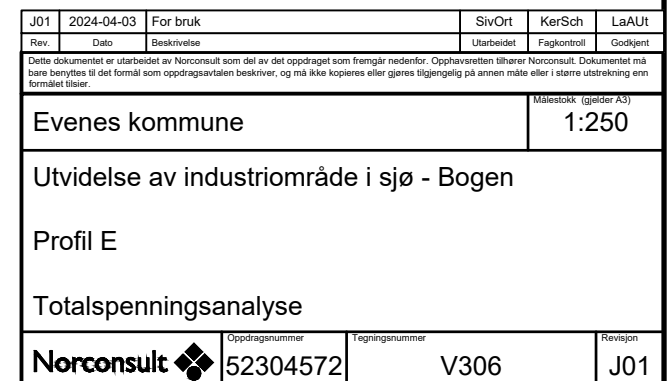
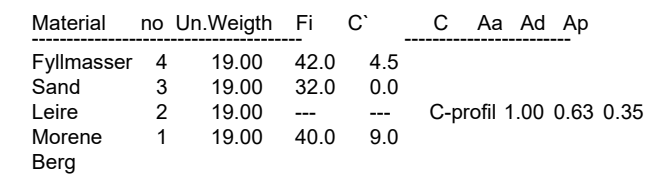
Jordart
Borlid, s/m
Spyletrykk, MPa



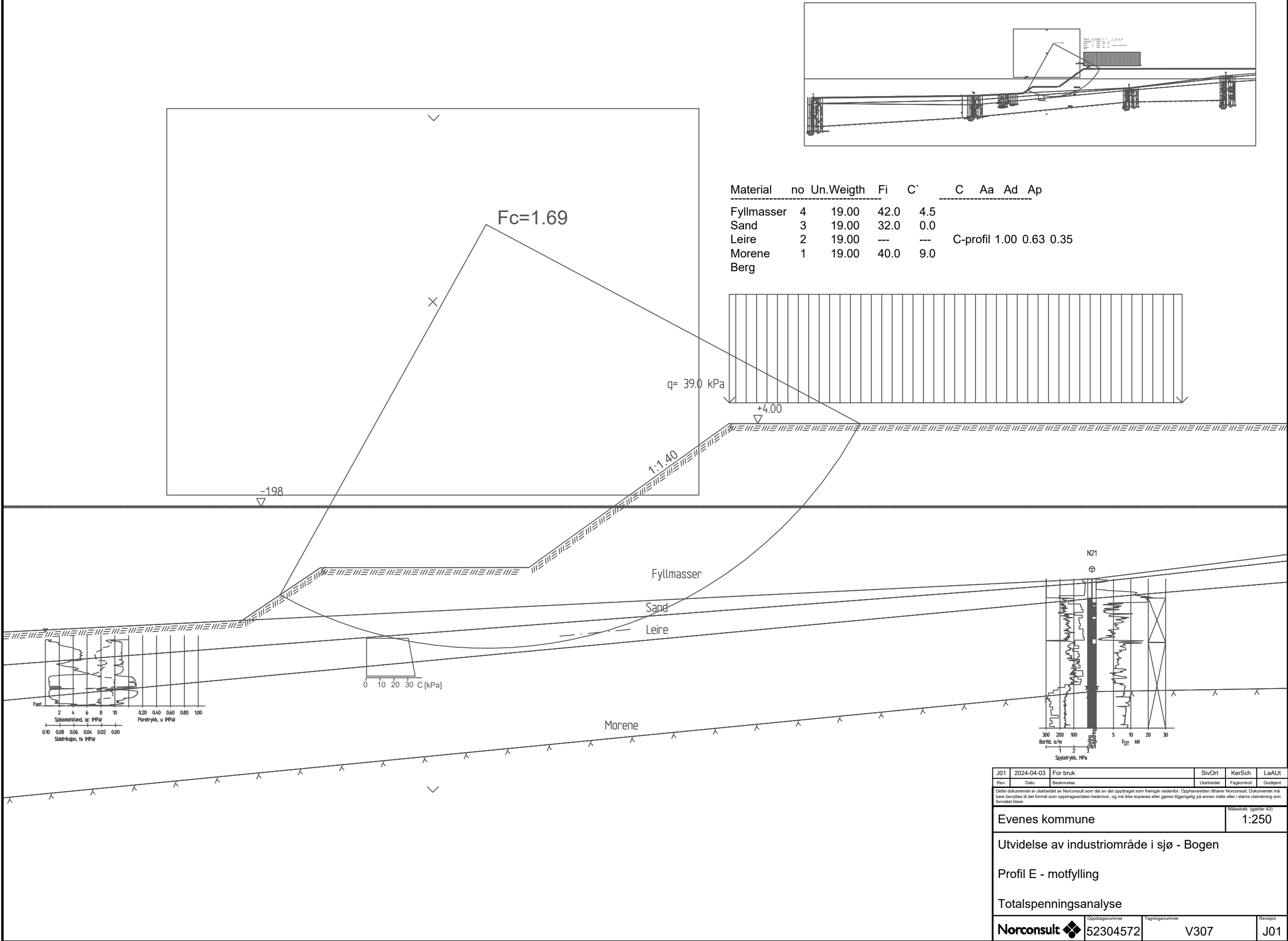
J01	2024-04-03	For bruk	SivOrt	KerSch	LaAut
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A3)
Evenes kommune					1:250
Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen					
Profil D - høy GV					
Effektivspenningsanalyse					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52304572	V304	J01	

"C:\Users\slivort\appdata\local\temp\AcPublish_268051\Tegninger\stabilitetsregninger.dwg - stort - Plottet: 2024-04-09, 15:59:11 - LAYOUT = Profil E"



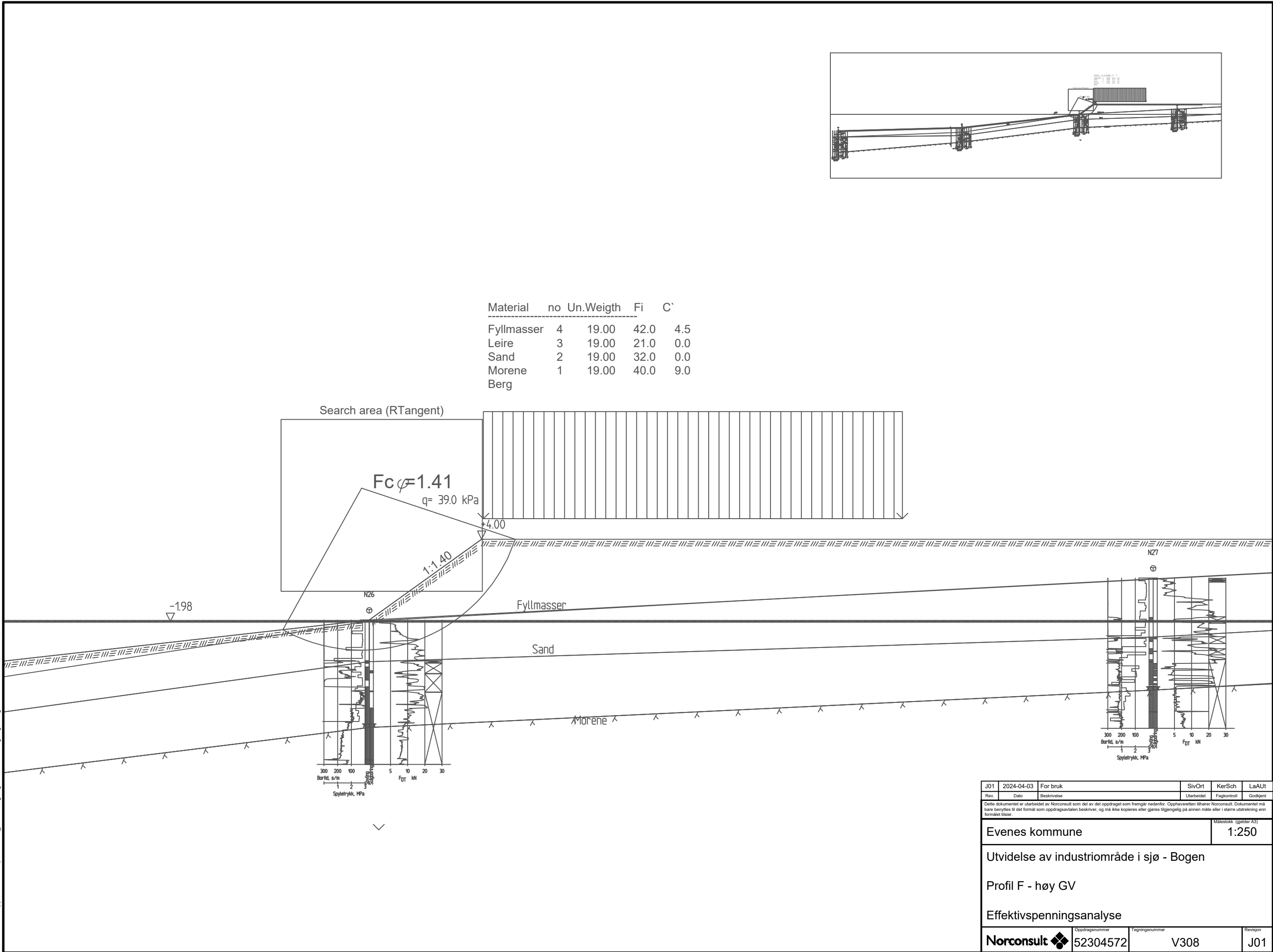


"C:\Users\sivort\appdata\local\temp\AcP\ubish_268051\Tegninger\stabilitetsregninger.dwg - stort - Plottet: 2024-04-09, 15:59:13 - LAYOUT = Profil E - utdrenet - motfylling"



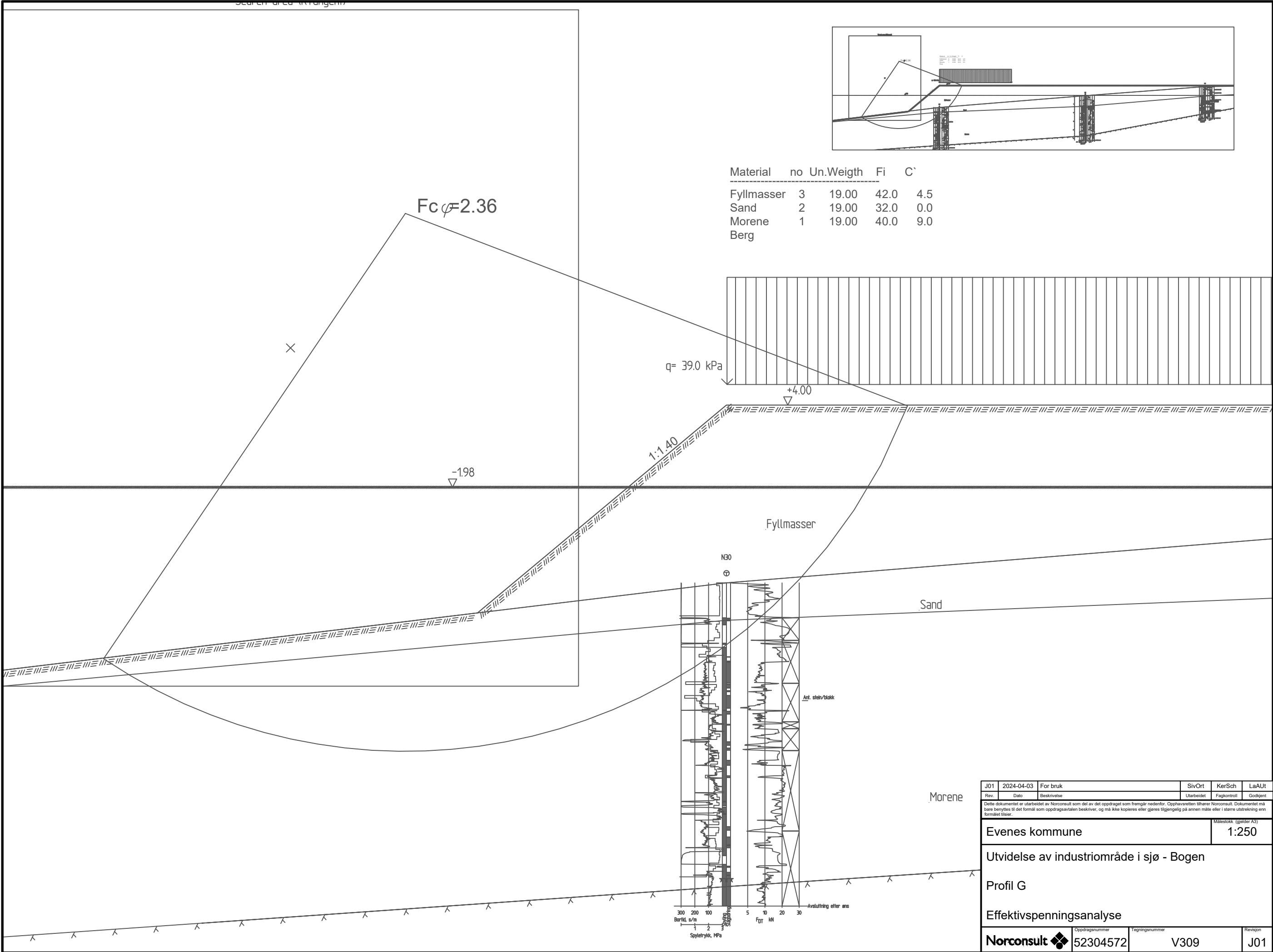
J01	2024-04-03	For bruk	SivOrt	KerSch	LaAut
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A3)
Evenes kommune					1:250
Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen					
Profil E - motfylling					
Totalspenningsanalyse					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52304572	V307	J01	

"C:\Users\svort\appdata\local\temp\AcPublish_268051\Tegninger\stabilitetsregninger.dwg - short - Plottet: 2024-04-09, 15:59:13 - LAYOUT = Profil F"



J01	2024-04-03	For bruk	SivOrt	KerSch	LaAUt
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavseretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A3)
Evenes kommune					1:250
Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen					
Profil F - høy GV					
Effektivspenningsanalyse					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52304572	V308	J01	

"C:\Users\svort\AppData\Local\Temp\AcPublish_268051\Tegninger\stabilitetsregninger.dwg - short - Plottet: 2024-04-09, 15:59:14 - LAYOUT = Profil G"



J01	2024-04-03	For bruk	SivOrt	KerSch	LaAut
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A3)
Evenes kommune					1:250
Utvidelse av industriområde i sjø - Bogen					
Profil G					
Effektivspenningsanalyse					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52304572	V309	J01	

"C:\Users\svor\appdata\local\temp\AcPublish_268051\Tegninger\stabilitetsregninger.dwg - short - Plottet: 2024-04-09, 15:59:15 - LAYOUT = Profil H"

