

Balestrand rådhus AS

► **Balestrand rådhus**

Vurdering av områdestabilitet

Oppdragsnr.: 52301866 Dokumentnr.: 52301866-RIG-R02 Versjon: J04 Dato: 2024-01-12



Oppdragsgiver: Balestrand rådhus AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Stian Hellebust
Rådgiver: Norconsult AS, Campus Fosshaugane, Trolladalen 30, NO-6856 Sogndal
Oppdragsleder: Cornelis Erstad
Fagansvarlig: Siri Bente Haugen
Andre nøkkelpersoner: Beate Kvalsund

J04	2024-01-12	For bruk. Godkjent av uavhengig kvalitetssikrer.	SirHau	BeKva	CorErs
C03	2024-01-10	For kontroll hos eksternt part. Endret tabell 1, faresone, tegning V02 og V11.	SirHau	BeKva	CorErs
C02	2023-12-20	For kontroll hos eksternt part. Fullstendig rapport	SirHau	BeKva	CorErs
C01	2023-12-06	For kontroll hos eksternt part. Første del av rapport.	SirHau	BeKva	CorErs
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.

► Sammen drag

Tidligere Balestrand rådhus i Balestrand, Sogndal kommune, planlegges ombygd til leiligheter. Norconsult Norge AS skal utarbeide reguleringsplan for området med tilhørende planomtale og ROS-analyse. Denne rapporten inneholder vurdering av områdestabilitet iht. NVE veileder 1/2019 [1]. Asplan Viak har utført og godkjent uavhengig kvalitetssikring av vurdering av områdestabiliteten. Kontrollen er oppsummert i rapport 630807-32 [2].

Utførte grunnundersøkelser viser løsmasser av løse/bløte masser over faste masser. Prøver er klassifisert som siltig leire med noe innhold av sandsjikt og gruskorn. I enkelte sjikt kan leira karakteriseres som sprøbruddmateriale.

Materialparametere er tolket fra utført lab-undersøkelser, Shansep-korrelasjon og erfaringsparametere fra håndbok V220 [3].

Det er utført stabilitetsberegninger for kritisk profil innenfor planområdet. Stabilitetsberegninger viser at sikkerheten er over sikkerhetskravet for udrenert- og drenertanalyse som er gitt i NVE veileder 1/2019. Lavest beregnet sikkerhet i udrenert analyse er på 1,31 og for drenert analyse 1,66.

Flaskred er vurdert til å være aktuell skredmekanisme.

Som følge av områdestabilitetsvurderingen er det foreslått en ny faresone for områdestabilitet i det aktuelle området. Faresonen er klassifisert til:

- Faregrad: lav
- Konsekvensklasse: alvorlig
- Risikoklasse: 2

Faresonen angis med navn Holmamyrane.

► Innhold

1	Innledning	6
2	Topografi	7
3	Grunnforhold	7
3.1	Grunnvannstand og havnivå	8
4	Myndighetskrav	8
5	Vurdering områdestabilitet	9
6	Lagdeling og poretrykk	11
6.1	Lagdeling	11
6.2	Poretrykk	11
7	Stabilitetsberegninger	12
7.1	Beregningsverktøy	12
7.2	Materialparametere	12
7.2.1	Skjærstyrkeprofil	12
7.3	Last	15
7.4	Sikkerhetskrav	15
7.5	Resultat	16
8	Vurdering av skredmekanisme, løsne- og utløpsområder	17
8.1	Skredmekanisme og løsneområde	17
8.2	Utløpsområder	17
9	Klassifisering av faresone	18
9.1	Faregradsklassifisering	18
9.2	Konsekvensklassifisering	19
9.3	Risikoklasse	19
10	Oppsummering / konklusjon	20
11	Referanser	21

Tegninger

Tegn.nr.	Revisjons nr.	Innhold	Format	Målestokk
V01	J03	Situasjonsplan	A1	1:700
V02	J03	Kvikkleiresone - faresone	A1	1:1000
V11	J03	Terrengsnitt A-A. Boringer og lagdeling	A1 lang	1:200
V12	J02	Stabilitet ved fjord. Parkeringsplass. Udrenert.	A1	1:250
V13	J02	Stabilitet ved fjord. Parkeringsplass. Drenert.	A1	1:250

Tegn.nr.	Revisjons nr.	Innhold	Format	Målestokk
V14	J02	Stabilitet ved fjord. Grøntområde. Udrenert.	A1	1:250
V15	J02	Stabilitet ved fjord. Grøntområde. Drenert.	A1	1:250
V16	J02	Stabilitet øvre del. Udrenert.	A1 lang	1:250
V17	J02	Stabilitet øvre del. Drenert.	A1 lang	1:250

1 Innledning

Tidligere Balestrand rådhus i Balestrand, Sogndal kommune, planlegges ombygd til leiligheter. Norconsult Norge AS skal utarbeide reguleringsplan for området med tilhørende planomtale og ROS-analyse. Denne rapporten inneholder vurdering av områdestabilitet iht. NVE veileder 1/2019 [1].

Versjon J04 av rapporten er endelig rapport som er godkjent av uavhengig kvalitetssikrer.

Rådhuset ligger ved fjorden på ca. kote +2 m, se Figur 1 og Figur 2. Bygget består av 3-4 etasjer inkludert kjeller. Ved ombygging til leiligheter skal det ikke gjøres endringer på terrenget eller bygget som medfører økt belastning i området.



Figur 1: Oversiktskart over tiltaksområdet [4].



Figur 2 Rådhuset sett fra øst.

2 Topografi

Planområdet ligger på mellom kote +1,25 m og +2,4 m fremfor rådhuset. Der kote +1,25 m er for nordøstlige del fremfor rådhuset der det er parkeringsplass, og kote +2,4 m er for sørvestlige del fremfor rådhuset der det er grøntområde. På nordsiden av rådhuset er terrenget på kote +3 m.

Det er i forbindelse med oppdraget utført sjøbunnskartlegging av sjøbunnen fremfor planområdet. Sjøbunnen er langgrunt med helling 1:10 i en avstand på ca. 120 m, før sjøbunnen faller av bratt med helling 1:1,1. Nordvest for tiltaket stiger terrenget med helling ca. 1:10.

I fremkant av rådhuset er det utfylte masser. Det er usikkert når denne fyllingen ble etablert og hvor stor del av rådhuset som er etablert på fyllingen.

3 Grunnforhold

I 2023 ble det gjennomført grunnundersøkelser i planområdet. Fullstendig resultat av grunnundersøkelser er gitt i Norconsults rapport 52301866-RIG-R01 [5].

Det er utført totalsonderinger i 4 posisjoner, hvor det er boret mellom 4,1 til 15,1 meter i løsmasser. Berg er påtruffet i 3 borpunkt. Det er tatt opp prøver i 3 posisjoner. Generelt viser sonderinger løse/bløte masser over faste masser.

Prøver er klassifisert som siltig leire med noe innhold av sandsjikt og gruskorn. I enkelte sjikt kan leira karakteriseres som sprøbruddmateriale.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sjøen utenfor planområdet.



Figur 3 Utklipp som viser plassering av grunnundersøkelser [5].

3.1 Grunnvannstand og havnivå

Det er ikke satt ned målere for å registrere grunnvannsnivå eller poretrykk. Grunnvannsnivå antas å følge nivået i fjorden ved planområdet. Og er antatt å ligge ca. 1 m under terreng for øvre del av skråning, borpunkt 3 og 4. Poretrykket antas å ha en hydrostatisk fordeling med dybden.

Havnivå for området er hetet fra Kartverket «Se Havnivå» [6] for Balestrand som viser Lavvann med 20 års gjentaksintervall på kote -1,35 m (høydereferanse NN2000).

4 Myndighetskrav

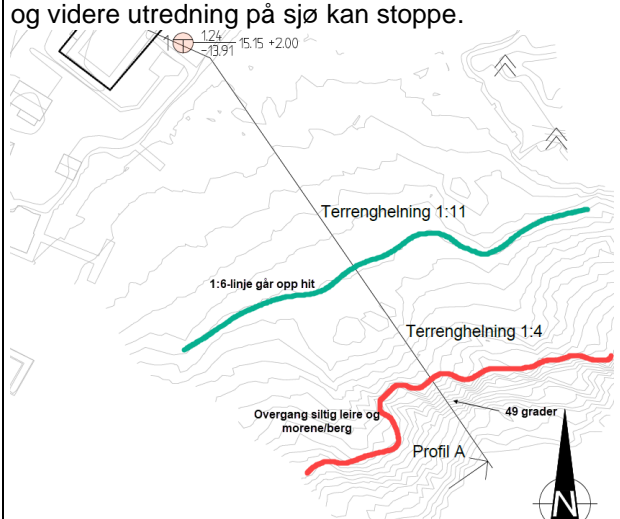
Vurdering av områdestabilitet er utført med utgangspunkt i krav til sikker byggegrunn som gitt i plan og bygningsloven (pbl § 28-1) og byggt teknisk forskrift (TEK17 § 7-1 og § 7-3), ref. [7] og [8]. Metodikk og dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred er gitt i NVE veileder nr. 1 / 2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» ref. [1].

Uavhengig kvalitetssikring av områdestabilitetsvurderingene skal være ivaretatt ifm. aktuell reguleringsplan. Uavhengig kvalitetssikring skal utføres av et uavhengig foretak med geoteknisk kompetanse.

5 Vurdering områdestabilitet

NVE har beskrevet en stegvis prosedyre for utredning av områdeskredfare. Vurderinger som er utført er kort oppsummert i Tabell 1. Mer utfyllende dokumentasjon er gitt i de påfølgende kapitlene.

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

Steg	Prosedyre	Vurdering
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det finnes ikke registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Hele planområdet ligger under marin grense. Det er påvist sprøbruddmateriale i borpunkt sørøst for bygget, og i terrenget ovenfor planområdet.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	<p>I fremkant av rådhuset ligger terrenget på land på kote +1,3 til +2,3 m og sjøbunn på kote - 2,0 m i opptil 25 m avstand rett fremfor bygget, før sjøbunn feller svakt. Siden terrenget er svakt stigende i bakkant av bygget og svakt avtagende videre utover fjorden, vurderes det som at total høydeforskjell er over 5 m, og at terrenget ved bygget kan inngå i aktsomhetsområde for områdeskred.</p> <p>For terreng i sjøen er det utført vurderinger basert på kriterier gitt i NVE ekstern rapport 9/2020 [9], avsnitt 3.1.2. Fra plantegning V01 og profiltegnning V11 fremkommer det at terrenget i laget tolket som morene er meget bratt. Trolig er dette bratte terrenget berg. 1:6-linjen er tegnet fra overgang mellom antatt løsmasser med sprøbruddmateriale og morene/berg, se tegning V11. 1:6-linjen når dermed ikke inn på land, se tegning V11 og Figur 4. Sjøbunnen er dermed langgrunn etter prinsipp i Figur 9 i NVE ekstern rapport 9/2020 [9], og det er dermed ikke relevant å etablere faresone i sjø og videre utredning på sjø kan stoppe.</p>  <p>Figur 4 Skisse der lagdeling mellom sprøbruddmateriale og morene/berg er markert med rødt og utstrekning 1:6-linje er markert med grønt.</p>

Steg	Prosedyre	Vurdering
		Ovenfor planområdet er terrenget stedvis brattere enn 1:20. Det kan dermed oppstå områdeskred i terrenget ovenfor planområdet, som medfører at planområdet inngår i utløpsområde for skred.
4	Bestemme tiltakskategori	Endring av bruken av bygget til leilighetsbygg medfører tilflytting av mer enn 2 boenheter. Tiltaket vil dermed havne i K4. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>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</p> </div>
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skrånninger og mulige løsneområder	Det er tegnet ut ett terrengprofiler A-A, se tegning V01 for plassering og tegning V11 for opptegning av terrengprofilet.
6	Befaring	Det er ikke utført befaring av geoteknikker i forbindelse med dette oppdraget. Oppdragsleder/plan-rådgiver har utført befaringer og tatt relevante bilder etter føringer fra geotekniker. Berg i dagen nær planområdet har også vært synlig på flyfoto og google streetview.
7	Gjennomføre grunnundersøkelser	Det ble gjennomført grunnundersøkelser innenfor planområdet i september 2023 [5].
8	Vurdere aktuelle skredmekanismer og avgrense løsne- og utløpsområder	Rotasjon og flakskred vurderes til å være den aktuelle skredmekanismen. For bestemmelse av lengde av løsneområdet er det valgt å være konservativ og legge til grunne metode for flakskred. For mer informasjon rundt vurdering henvises det til kapittel 8.
9	Klassifisere faresoner	Kvikkleiresonen er vurdert til: <ul style="list-style-type: none"> - Faregrad: lav - Konsekvensklasse: alvorlig - Risikoklasse: 2
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Utførte stabilitetsberegninger viser at det er dokumentert tilstrekkelig sikkerhetsfaktor for både drenert- og udrenert analyse for kritisk snitt. Det henvises til kapittel 7.5 og tegning V12-V17.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Kvikkleiresonen blir meldt inn til NVEs kartportal.

6 Lagdeling og poretrykk






6.1 Lagdeling

Basert på de utførte grunnundersøkelsene er det tegnet 1 terrengsnitt, som danner bakgrunnen for tolkning av lagdeling i området. Se terrengsnitt på tegning V11, og plantegning V01 for plassering av terrengsnittet.

Lagdelingen er hovedsakelig sand/grus eller fyllmasser over siltig, sandig leire som har sjikt av sprøbruddmateriale, deretter sand/grus eller morene over berg. Bopunkt 2 skiller seg ut ved at det ikke er påvist leirmateriale i dette bopunktet.

De ulike lagene er angitt med en farge som vist Tabell 2.

Tabell 2 Tolket lagdeling

Farge	Løsmasse lag
	Fyllmasser
	Sand, grus
	Siltig, sandig leire
	Siltig, sandig leire, stedvis sprøbruddmateriale
	Morene

6.2 Poretrykk

Det er ikke utført måling av poretrykk, og det er lagt til grunn hydrostatisk poretrykk for stabilitetsberegningene.

7 Stabilitetsberegninger

7.1 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av programvaren GeoSuite Stability versjon 22.0.2.0. Det er utført beregninger for både totalspenningsanalyse («udrenert analyse») og for effektivspenningsanalyse («drenert analyse»).

7.2 Materialparametere

Der det ikke foreligger skjærstyrke basert på rutinedata er skjærstyrkeparametere basert på Shansep-metoden, og beregnes etter formelen $c_{uA} = \alpha \cdot OCR^m \cdot \sigma'_{v0}$, hvor det er antatt $\alpha \cdot OCR^m = 0,3$. Dette vurderes som konservativ antagelse med bakgrunn i at blokkprøvene som CPTU-korrelasjonene er basert på, er det ingen som ligger under $c_{uA} = 0,30 \cdot \sigma'_{v0}$ [10]. Mer informasjon om valg av skjærstyrke er gitt i underliggende kapitler.

For valg av friksjonsvinkel er det sett til erfaringsparametere i håndbok V220 [3].

Valgt materialparametere er gjengitt i tabell 5. ADP-faktor er iht. anbefaling gitt i NIFS-rapport 14-2014 [11].

Tabell 3 Materialparameter

Løsmasselag	Romvekt γ / γ' (kN/m ³)	Friksjonsvinkel (°)	Kohesjon (kPa)	Skjærstyrke (kPa)	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser og veifylling	19 / 9	42	9	-	-	-	-
Sand og grus	19 / 9	36	3	-	-	-	-
Siltig leire	19 / 9	20	2	se su-profil	1,00	0,63	0,35
Morene	19 / 9	38	5	-	-	-	-

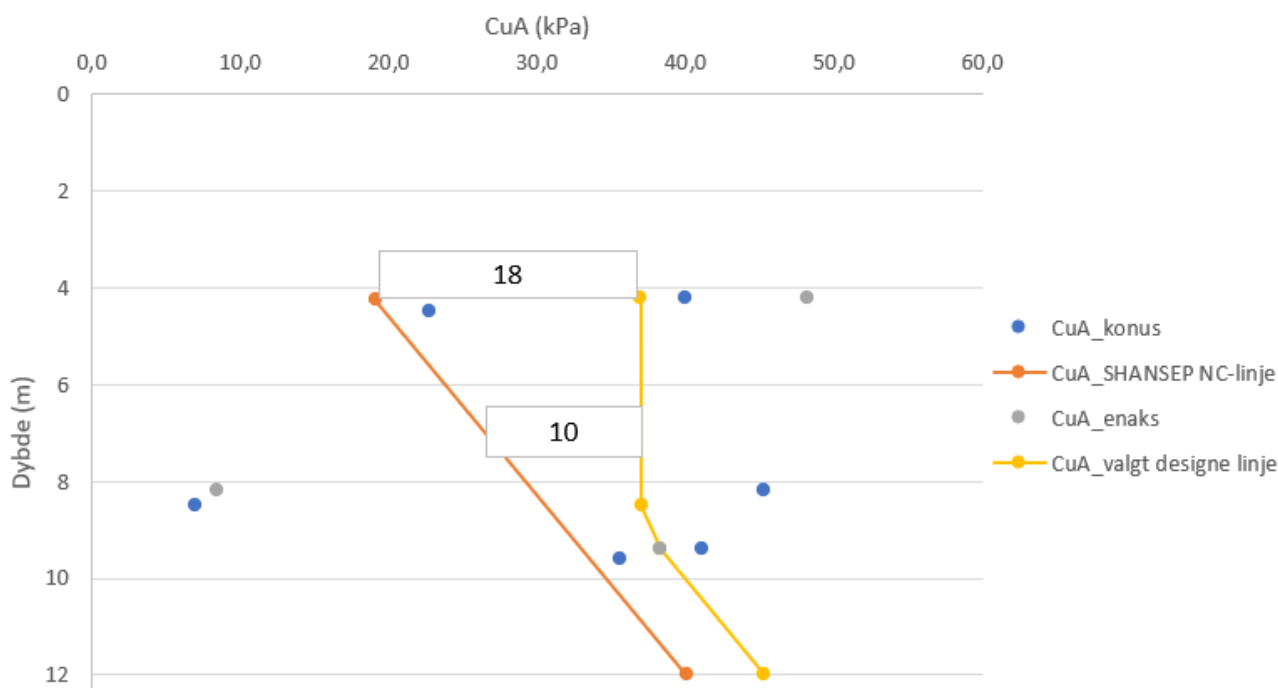
7.2.1 Skjærstyrkeprofil

7.2.1.1 Beregningsprofil mellom rådhus og fjord

Skjærstyrkeprofil ved borhull 1

I borhull 1 er det utført prøvetaking i 3 dybder hvor det ble tatt opp uforstyrret prøver. Prøvene er visuelt klassifisert som siltig leire med sandsjikt og siltig, sandig leire med gruskorn. Utført enaks viser stor tøyning ved brudd, noe som tyder på prøveforstyrrelse. Dette sammen med forekomst av sandsjikt i prøvene, gjorde at prøvene ikke var egnet for avanserte forsøk som treaks og ødometer. Det ble gjort forsøk på CPTU, men denne stoppet i stein.

c_{uA} er i borhull 1 tolket fra konus og enaks. For dybde 4,2 m er det brukt c_{uA} som gjennomsnitt mellom konus og enaks. I dybde 8,2 m har enaks svært høy tøyning, 15 %, og c_{uA} -verdier fra enaks og den ene konusen er urealistisk lav, langt under c_{uA} fra Shansep. I dybde 8,2 m er det valgt å benytte tilsvarende c_{uA} som i dybde 4,2 m. I dybde 9,4 m er det benyttet c_{uA} som gjennomsnitt mellom konus og enaks. Videre til bunn av laget med siltig leire er det lagt inn økende c_{uA} som tilsvarer økning med dybden for Shansep.

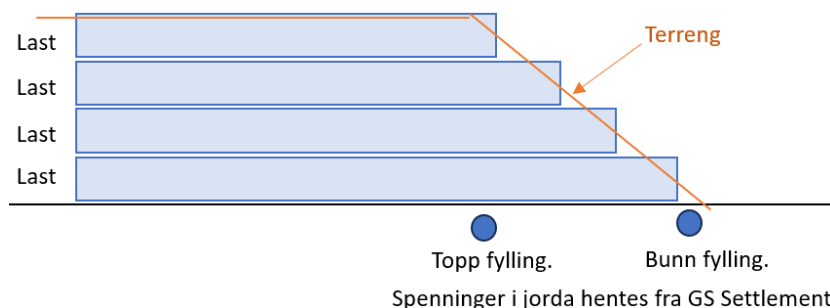


Figur 5 Aktiv udrenert skjærstyrke for borhull 1.

Skjærstyrkeprofil ved fylling i fjord

Ved topp ytterkant fylling mot fjorden er det lagt inn skjærstyrke-profil som er beregnet som normalkonsolidert leire fra Shansep. Det er usikkert når denne fyllingen ble etablert, men historiske bilder viser fylling og rådhus på de eldste bildene fra 1972 [12].

For å få korrekte spenninger fra fyllingen i dybden er det i GeoSuite Settlement modellert inn fyllingen som last, og deretter hentet ut spenninger i dybden. Siden det er naturlig å anta at fyllingsvekten har gitt løsmassene en økning i spenning, se Figur 6.



Figur 6 Skisse av hvordan fyllingen er modellert som last i GeoSuite Settlement.

Også ved bunn av fylling i fjorden er skjærstyrke-profilen beregnet som normalkonsolidert leire fra Shansep, og fyllingen er modellert med laster i GeoSuite Settlement for å få korrekte spenninger i dybden på grunn av

yllingen. I de øverste meterne er det benyttet konstant c_{uA} på 14 kPa istedenfor at c_{uA} går mot 0 kPa som ved beregnet fra Shansep. Dette med bakgrunn i at for borhull 1 er det vurdert til at c_{uA} er betydelig høyere i øvre del av jordprofilen enn hva Shansep gir. 14 kPa er valgt siden det er et gjennomsnitt på hvor mye høyere skjærstyrke tolkning fra konus og enaks gir for øvre del av jordprofilen sammenlignet med Shansep ($(18 \text{ kPa} + 10 \text{ kPa}) / 2 = 14 \text{ kPa}$, se Figur 5).

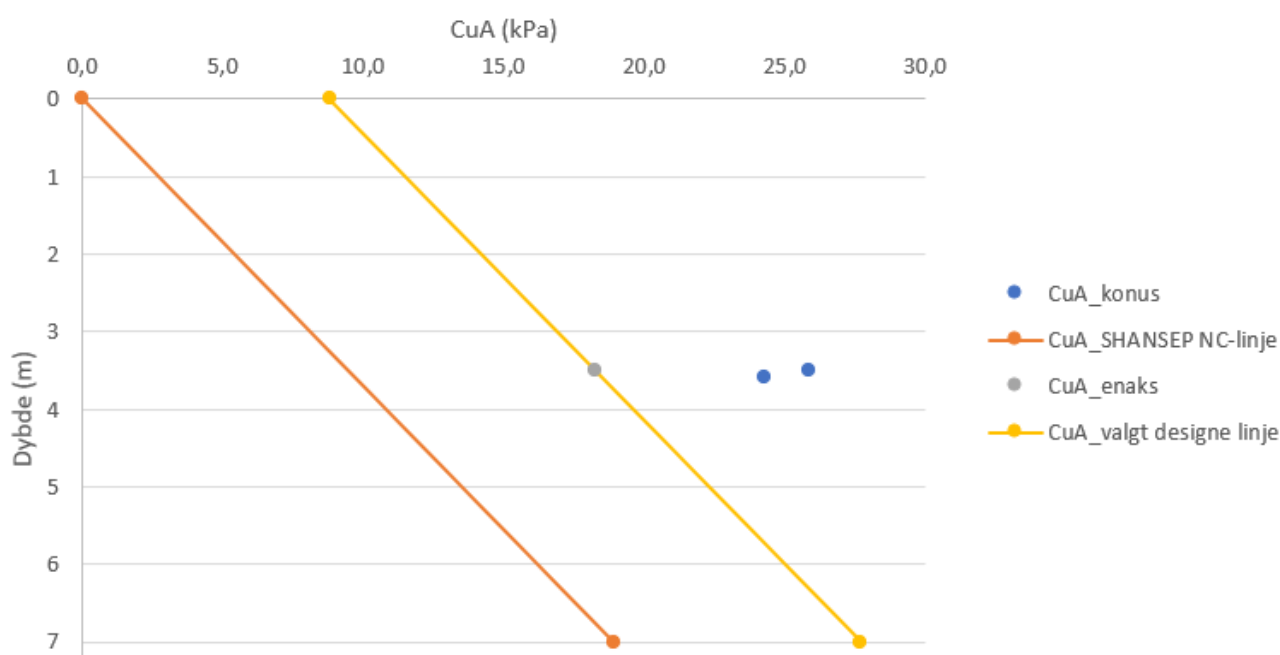
Tilbakeregning av tidligere terrengnivå fra tolket c_{uA} fra konus/enaks gir at dagens sjøbunn har vært utsatt for en tidligere belastning som tilsvarer et tidligere terrengnivå på minst 20 m over dagens sjøbunn, altså vesentlig høyere enn dagens oppfylling med 3 m mektighet i borhull 1. Det vurderes dermed som realistisk å benytte noe høyere styrkeparametere i de øverste meterne enn hva som beregnes med normalkonsolidert leire for Shansep og ingen tidligere overlagering i forhold til dagens terrengnivå.

7.2.1.2 Beregningsprofil ved borhull 2

For borhull 2 er det konservativt valgt å benytte c_{uA} fra Shansep. Det er ikke påvist leire i dette borhullet, men leire fra borhull 1 og borhull 3 går mot ingen mektighet i borhull 2.

7.2.1.3 Beregningsprofil ved borhull 3

For borhull 3 er det konservativt valgt å benytte c_{uA} fra enaks i dybde 3,5 m selv om denne viser lavere verdier enn c_{uA} fra konus. Over og under dybde 3,5 m er det benyttet avtagende/stigende c_{uA} som tilsvarer stigningstallet for c_{uA} for Shansep. Se Figur 7 for c_{uA} for borhull 3.

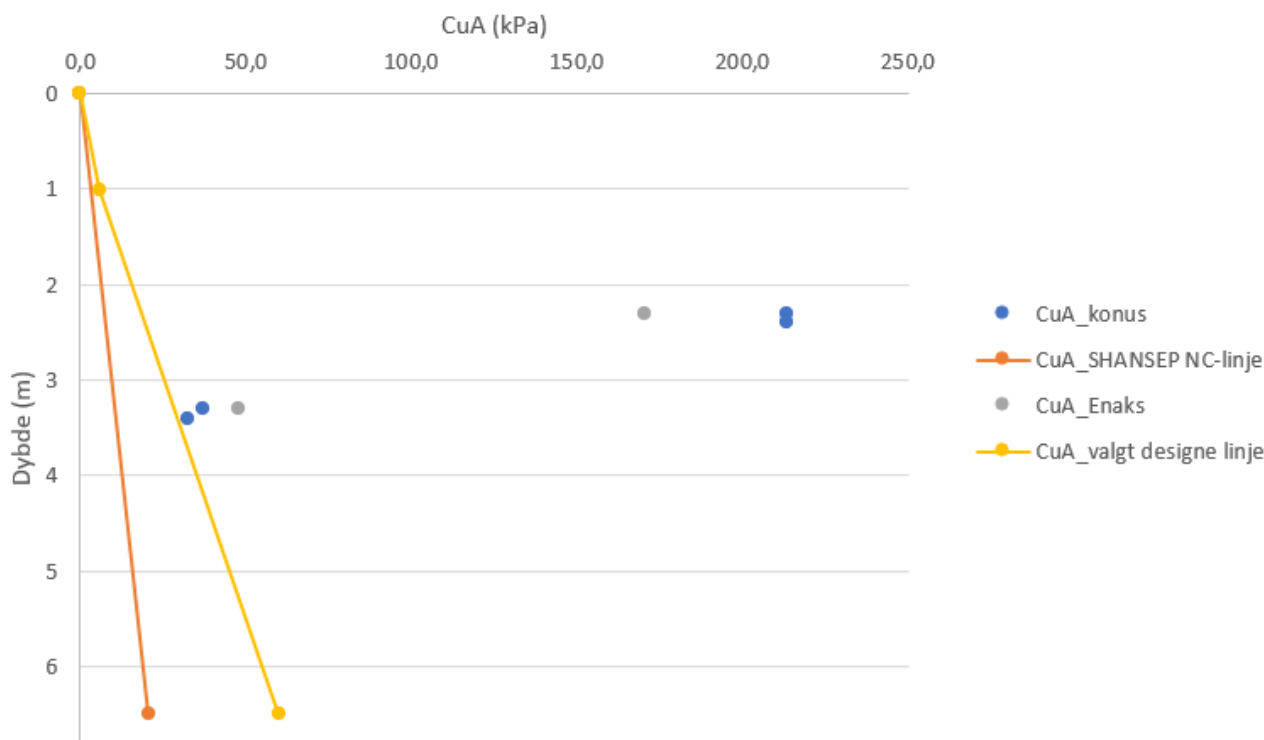


Figur 7 Aktiv udrenert skjærstyrke for borhull 3.

7.2.1.4 Beregningsprofil ved borhull 4

For borhull 4 er det på grunn av lav bormotstand i topplaget benyttet c_{uA} fra Shansep ned til 1 m dybde. Deretter er det brukt stigende c_{uA} som konservativt er lagt noe lavere enn den laveste verdien fra konus i dybde 3,5 m. Se Figur 8 for c_{uA} for borhull 5. Enaks og konus i dybde 2,3 – 2,6 m viser veldig høy verdi sammenlignet mot nc-linje fra Shansep. Mens verdier fra enaks og konus i dybde 3,3 – 3,6 m i større grad

tilsvarende nc-linjen. Målte tøyning under enaks er mellom 4-5 %. Opptegning av enaks viser «slappe kurver» som tyder på dårlig prøvekvalitet.



Figur 8 Aktiv udrenert skjærstyrke for borhull 4.

7.3 Last

Fremfor nordlig del av bygget er det to rader med parkeringsplasser for personbiler. Siden området er privat omfattes det ikke av regelverk for trafikklaster for Staten vegvesen. For parkeringsplass er det valgt å benytte last på 10 kPa som multipliseres med partialfaktor $\gamma_Q = 1,3$. Dette tilsvarer Staten vegvesens last for gang- og sykkelveg der brøytebil er dimensjonerende, og som benyttet over hele parkeringsplassen vurderes som en konservativ last.

For bygget er det tatt utgangspunkt i last på 10 kPa for hver etasje.

For riksveg 55 vest for planområdet er det benyttet dimensjonerende trafikklaster iht. kap. 1.4.5 i N200 [13], dvs. en jevnt fordelt last på 15 kPa som multipliseres med partialfaktor $\gamma_Q = 1,3$.

7.4 Sikkerhetskrav

Skråningen øst for tiltaket, ned mot fjorden, har høydeforskjell ca. 4 m. Avstanden til bygget er 16 m. Skråningen er dermed mer enn $2 \times H$ fra bygget, og skråningen er utenfor influensområdet til tiltaket, se Tegning V11.

Iht. avsnitt 3.3.7. i NVE-veileder 1/2019 gjelder krav til sikkerhet for skråning ut mot fjorden $F_{cp} \geq 1.25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1.20$.

Tilsvarende ligger planområdet/tiltaket foran foten (i utløpsområdet) av skråningen som er vest for tiltaket, ved borhull 2-4. Dermed er skråningen i vest utenfor influensområdet til tiltaket, og krav til sikkerhet er $F_{cp} \geq 1.25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1.20$.

7.5 Resultat

Resultat fra stabilitetsberegninger er vist på tegning V12-V17 og oppsummert i Tabell 4. Sikkerheten er over sikkerhetskravet for udrenert- og drenertanalyse som er gitt i NVE veileder 1/2019. Lavest beregnet sikkerhet i udrenert analyse er på 1,31 og for drenert analyse 1,66.

Tabell 4 Oppsummert resultat fra stabilitetsberegninger

Beregningsprofil	Analyse	Glideflate	Beregnet sikkerhetsfaktor, F_c	Krav til sikkerhetsfaktor	Tegn.nr.
Ved fjord, parkeringsplass	Udrenert	Sirkulær	1,36	≥ 1.20	V12
		Plan	2,16	≥ 1.20	
Ved fjord, parkeringsplass	Drenert	Sirkulær	1,72	≥ 1.25	V13
		Plan	2,44	≥ 1.25	
Ved fjord, grøntområde	Udrenert	Sirkulær	1,31	≥ 1.20	V14
		Plan	2,10	≥ 1.20	
Ved fjord, grøntområde	Drenert	Sirkulær	1,66	≥ 1.25	V15
		Plan	2,41	≥ 1.25	
Øvre del	Udrenert	Sirkulær	1,96	≥ 1.20	V16
			2,36		
			2,03		
			3,67		
		Plan	2,23	≥ 1.20	
			2,74		
Øvre del	Drenert	Sirkulær	2,44	≥ 1.25	V17
			2,44		
			2,88		
			2,47		
			2,58		
		Plan	2,51	≥ 1.25	
2,77					
3,61					
3,22					
2,43					

8 Vurdering av skredmekanisme, løsne- og utløpsområder

8.1 Skredmekanisme og løsneområde

Det er ikke påvist sprøbruddmateriale med omrørt fasthet mindre eller lik 0,69 kPa iht. ISO 17892-6.

Med bakgrunn i at lab-analyser viser at sprøbruddmaterialet kun er i tynne lag vurderes det som at andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate b/D ikke overstiger 40 %. Det er dermed rotasjonsskred eller flakskred som er aktuelle mekanismer, og ikke retrogressivt skred.

Flakskred vurderes som aktuell skredmekanisme siden det er jevnt hellende terreng, og skredmassene har mulighet for å gli ut i åpent terreng. Det er svake lag i grunnen, selv om disse er tynne er de stedvis parallelt med terreng, og en kan ikke utelukke at disse er sammenhengende.

Flakskred vil i dette tilfellet gi større løsneområde enn rotasjonsskred, og være mest konservativt. Det tas dermed utgangspunkt i flakskred som aktuell skredmekanisme for vurdering av løsneområde.

For utbredelse av løsneområdet er det valgt å tegne ett løsneområde som omfatter både område ved fjorden (borpunkt 1), der det er påvist sprøbruddmateriale, og området ved riksveg (borpunkt 3 og 4). I tillegg er arealet mellom disse områdene inkludert, selv om det ikke er påvist sprøbruddmateriale i borpunkt 2. Dette på grunn av at det vurderes som usikkert å utelukke område ved borpunkt 2 fra faresonen kun på bakgrunn av ett borpunkt. Området ved borpunkt 2 ville uansett ha inngått i utløpsområde for faresone ved borpunkt 3 og 4, og tiltak i området ved borpunkt 2 ville dermed uansett fått krav til vurdering etter NVE-veileder 1/2019 [1].

Utbredelsen av faresonene vest for RV.55 er vurdert til å nå bak til berg i dagen og antatt tynt dekke faste morenemasser der terrenget stiger bratt. I nord og sør er faresonen også avgrenset av berg i dagen. Tegning V02 viser opptegning av løsneområdet for den nye faresonen. Faresonen er ut i fjorden avsluttet i avstand $H_L/2=37/2=19$ m fra strandkanten, der H_L er terrenghøyde på land for jevnt stigende terreng, iht. prinsipp A i Figur 9 i NVE ekstern rapport 9/2020 [9].

8.2 Utløpsområder

For flakskred og rotasjonsskred er utløpsområdet 0,5L. Siden utløpsområdet er i sjø, er det ikke nødvendig å tegne utløpsområdet, iht. NVE 9/2020 [9].

9 Klassifisering av faresone

9.1 Faregradsklassifisering

Sonen får 5 av 51 mulige poeng (9,8 % av maksimal poengsum). Sonen havner i faregradsklasse «lav», se Tabell 5 for mer detaljer.

Tabell 5 Vurdering av faregrad iht. NVE-veileder 9/2020 [9].

FAKTORER	VEKTTALL	Beskrivelse	Faregrad, score 0-3 (lav-høy)	
			Score	Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	På NVE Atlas er det ikke angitt noen skred i området.	0	0
Skråningshøyde i meter	2	Dagens skråningshøyde er rundt 5 m.	0	0
OCR	2	Det er ikke utført målinger av OCR. Høye c_{UA} -verdier fra lab-resultat tyder på at leiren er noe overkonsolidert. Antar konservativt 1,2-1,5	2	4
Poretrykk - overtrykk	3	For utfyllingen ved fjorden vurderes poretrykket å følge	0	0
Poretrykk - undertrykk	-3	grunnvannsnivå/poretrykk i fjorden, og dermed være hydrostatisk. Det er også lagt til grunn hydrostatisk poretrykk for ovenforliggende terreng i vest.	0	0
Kvikkleiremektighet	2	Tynne lag med kvikkleire.	0	0
Sensitivitet	1	For sprøbruddmaterialet er det målt 14-28.	1	1
Erosjon	3	Sjøfronten er plastret med stein mot fjorden. Ingen elver i faresonen.	0	0
Inngrep forverring	3	Ombygging til leiligheter vil ikke gi økt belastning på terreng og derfor ingen forverring.	0	0
Inngrep forbedring	-3		0	0
Sum				5
%av maksimal poengsum				9,8 %

9.2 Konsekvensklassifisering

Sonen får 16 av 45 mulige poeng (35,6 % av maksimal poengsum). Sonen havner i konsekvensklasse «alvorlig», se Tabell 6 for mer detaljer.

Tabell 6 Vurdering av konsekvensklasse iht. NVE-veileder 9/2020 [8].

FAKTORER	VEKTALL	Beskrivelse	Konsekvens, score 0-3 (lav-høy)	
			Score	Poeng
Boligheter	4	Mer enn 5 enheter. Ett leilighetsbygg og ellers spredt bebyggelse	3	12
Næringsbygg, personer	3	Ingen.	0	0
Annen bebyggelse, verdi	1	Ingen.	0	0
Vei, ÅDT	2	Privat vei inne på området i dag. Rv. 55 ligger i bakkant av faresonen. Rv. 55 har en ÅDT på 850.	1	2
Toglinje, baneprioritet	2	Ingen.	0	0
Kraftnett	1	Lokal.	0	0
Oppdemning/flom	2	Et skred på land vil ha utløp i fjorden. Et skred vil ha størst utbredelse rett ut i fjorden, og noe mindre sideveis.	1	2
Sum				16
%av maksimal poengsum				35,6 %

9.3 Risikoklasse

Risikoklasse defineres som faregrad (%) x konsekvens (%), og er delt inn i 5 klasser.

- Risikoklasse 1 omfatter alle soner med tallverdi fra 0 til 170
- Risikoklasse 2 omfatter alle soner med tallverdi fra 171 til 630
- Risikoklasse 3 omfatter alle soner med tallverdi fra 631 til 1 900
- Risikoklasse 4 omfatter alle soner med tallverdi fra 1 901 til 3 200
- Risikoklasse 5 omfatter alle soner med tallverdi fra 3 201 til 10 000

Sonen havner i risikoklasse 2.

$$9,8\% \times 35,6\% = 349\%$$

10 Oppsummering / konklusjon

Norconsult har utført en utredning av områdestabilitet iht. NVE veileder 1/2019 i forbindelse med reguleringsplan for Balestrand rådhus i Sogndal kommune. Asplan Viak har utført og godkjent uavhengig kvalitetssikring av vurdering av områdestabiliteten. Kontrollen er oppsummert i rapport 630807-32 [2].

Det er utført stabilitetsberegninger for kritisk profil innenfor planområdet. Lagdelingen er basert på utførte grunnundersøkelser. Det er ikke utført grunnundersøkelser på sjø.

Stabilitetsberegninger viser at sikkerheten er over sikkerhetskravet for udrenert- og drenertanalyse som er gitt i NVE veileder 1/2019. Lavest beregnet sikkerhet i udrenert analyse er på 1,31 og for drenert analyse 1,66.

Flaskred er vurdert til å være aktuell skredmekanisme.

Som følge av områdestabilitetsvurderingen er det foreslått en ny faresone i det aktuelle området. Faresonen er klassifisert til:

- Faregrad: lav
- Konsekvensklasse: alvorlig
- Risikoklasse: 2

Faresonen angis med navn Holmamyrane.

11 Referanser

- [1] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder nr. 1 2019,» Norges energi- og vassdragsdirektorat, 2019.
- [2] Asplan Viak, «630807-32 Områdestabilitet Balestrand rådhus. Uavhengig kvalitetssikring av områdestabilitet etter NVE 1/2019».
- [3] Statens vegvesen, «Hb. V220 Geoteknikk i vegbygging».
- [4] Kartverket, «Norgeskart.no,» Kartverket, [Internett]. Available: www.norgeskart.no. [Funnet 05 06 2023].
- [5] Norconsult AS, «52301866-RIG-R01 Balestrand rådhus. Geotekniske grunnundersøkelser. Datarapport,» 2023.
- [6] Kartverket, «Se havnivå,» [Internett]. Available: <https://kartverket.no/til-sjos/se-havniva>.
- [7] Plan- og bygningsloven, Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), LOV-2008-06-27-71, 2008.
- [8] Direktoratet for Byggkvalitet, «FOR-2017-06-19-840: Byggteknisk forskrift (TEK 17)».
- [9] NVE, «Ekstern rapport nr. 9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred : metodebeskrivelse. Desember 2020.».
- [10] K. e. al., «CPTU-korrelasjoner for leire basert på blokkprøver.,» 2005.
- [11] NIFS, «Rapport 14/2014. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i».
- [12] Finn, «Finn kart,» [Internett]. Available: <https://kart.finn.no/>. [Funnet 2023].
- [13] Statens vegvesen, «Håndbok N200 Vegbygging,» Statens vegvesen, 2018.

X:\prosjekt\3301152301\52301152301\666\BIM\Geoteknik\K\K\1\01_Situasjonsplan.dwg - SirHau - Plottet: 2024-01-12, 15:19:21 - XREF = FKG_Vann_utvidet, FKG_Høydekurve_utvidet, FKG_Bygning_utvidet, FKG_Veg_utvidet, Situasjonsplan_profilplasseering og tekst, T.V_borpunkt_utvidet, 52301866_1500_Ki-Sjubbunn_meter



FORKLARINGER

- ⊙ Prøveserie
- ⊕ Totalsondering
- ⤴ Antatt berg
- Påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire
- Antatt sprøbruddmateriale/kvikkleire
- Antatt ikke sprøbruddmateriale/kvikkleire
- ⊕ Terrengekote
⊕ Bergkote Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

--- Omriss planområde

Koordinat- og høydesystem:
EUREF89 UTM32, NN2000

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J03	2024-01-12	For bruk. Godkjent av uavhengig kvalitetssikrer.	SirHau	BeKva	CorErs
C02	2023-12-20	Større kartutsnitt, antatt berg og omriss planområde	SirHau	BeKva	CorErs
C01	2023-12-06	For kontroll hos eksterne parter	SirHau	BeKva	CorErs

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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 tillater.

Balestrand Rådhus AS Målestokk (gjelder A1)
1:700

Områdestabilitet Situasjonsplan

X:\norconsult\Bogrudd\52301866\BIM\Geometrikk\Kvikkleiresone.dwg - SirHau - Plottet: 2024-01-12, 14:54:06 - XREF = FK3_Meydskurve_utvidet, FK3_Bygning_utvidet, FK3_Veg_utvidet, FK3_Vann_utvidet, Kvikkleiresone, T_V_borpunkt_utfente_52301866_1500, Kvikkleiresone_maler

FORKLARINGER

Kvikkleiresone - løsneområde. Faregrad lav

Påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire

Antatt sprøbruddmateriale/kvikkleire

Antatt ikke sprøbruddmateriale/kvikkleire

Omriss planområde

GRUNNUNDERSØKELSER:

Totalsondering

Prøveserie

Antatt berg

Terrengekote Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

Koordinat- og høydesystem:
EUREF89 UTM32, NN2000

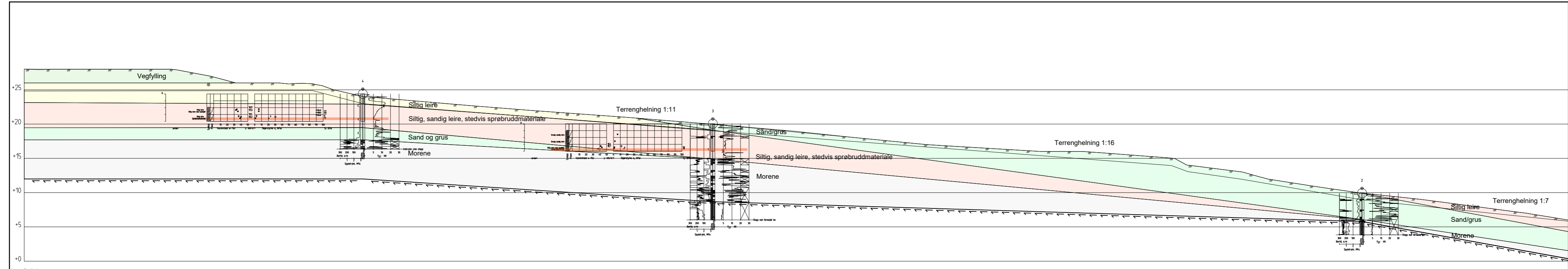


J03	2024-01-12	For bruk. Godkjent av uavhengig kvalitetsikr.	SirHau	BeKva	CorErs
C02	2024-01-10	For kontroll hos eksterne parter. Redusert faresone	SirHau	BeKva	CorErs
C01	2023-12-20	For kontroll hos eksterne parter	SirHau	BeKva	CorErs
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

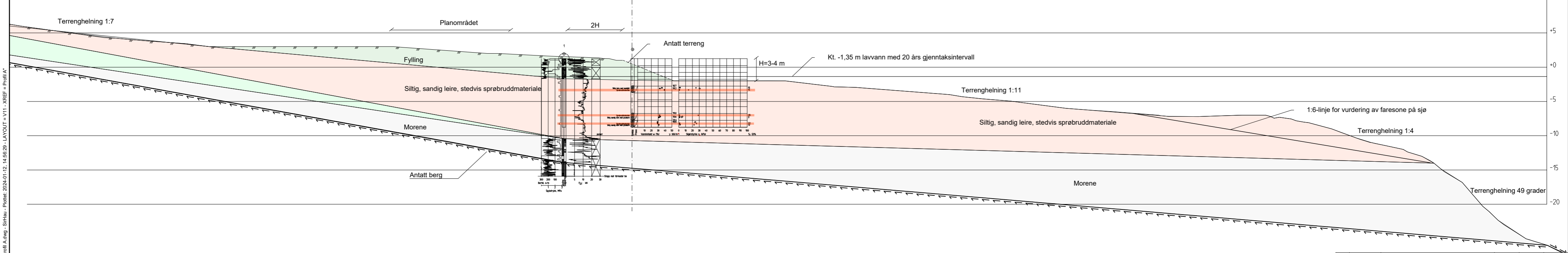
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrøknng enn formålet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

Balestrand Rådhus AS Målestokk (gjelder A1)
1:1000

Områdestabilitet
Kvikkleiresone - faresone



Profil A-A



Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J03	2024-01-12	For bruk. Godkjent av uavhengig kvalitetsikrer.	SirHau	BeKva	CorErs
C02	2024-01-10	For kontroll hos eksterne parter. Endret 1:6-linje	SirHau	BeKva	CorErs
C01	2023-12-06	For kontroll hos eksterne parter	SirHau	BeKva	CorErs

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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.

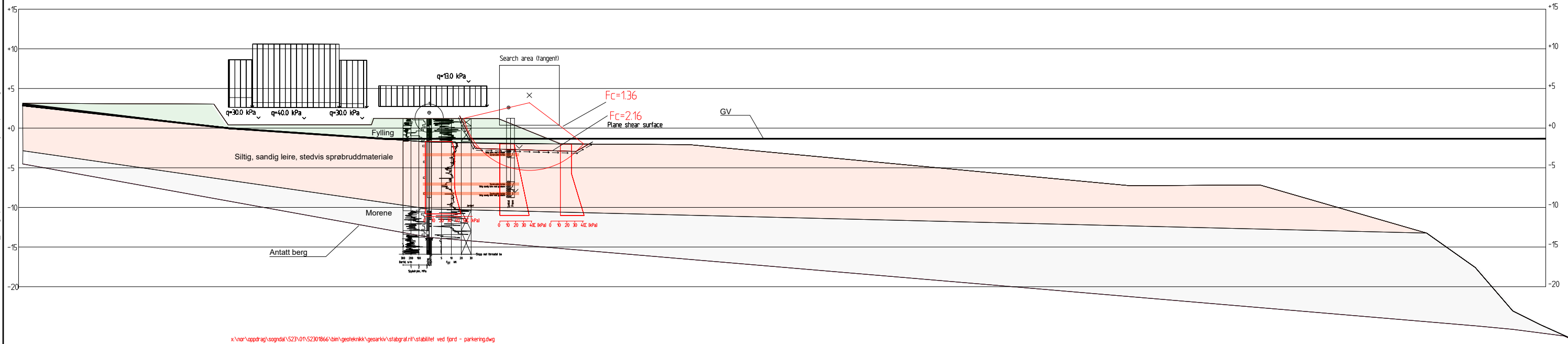
Balestrand Rådhus AS Målestokk (gjelder A1) 1:200

Områdestabilitet
Terrengsnitt A-A
Boringer og lagdeling

Norconsult	Oppdragsnummer 52301866	Tegningsnummer V11	Revisjon J03
-------------------	----------------------------	-----------------------	-----------------

X:\nor\opprodrag\Bogndal\52301\52301\666\BIM\Geoteknikk\Kalk\11\12 Stabilitet medre parkering udrenert.dwg - SirHau - Pldtiet: 2024-01-12, 14:58:09 - XREF = Profil A, lot og sprøbrudd, Stabilitet ved fjord - parkering - udrenert

Material	UnWeight	SubWeight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	42.0	9.0				
Siltig, sandig leire	19.00	9.00			C-prof	100	0.63	0.35
Morene	19.00	9.00	38.0	5.0				



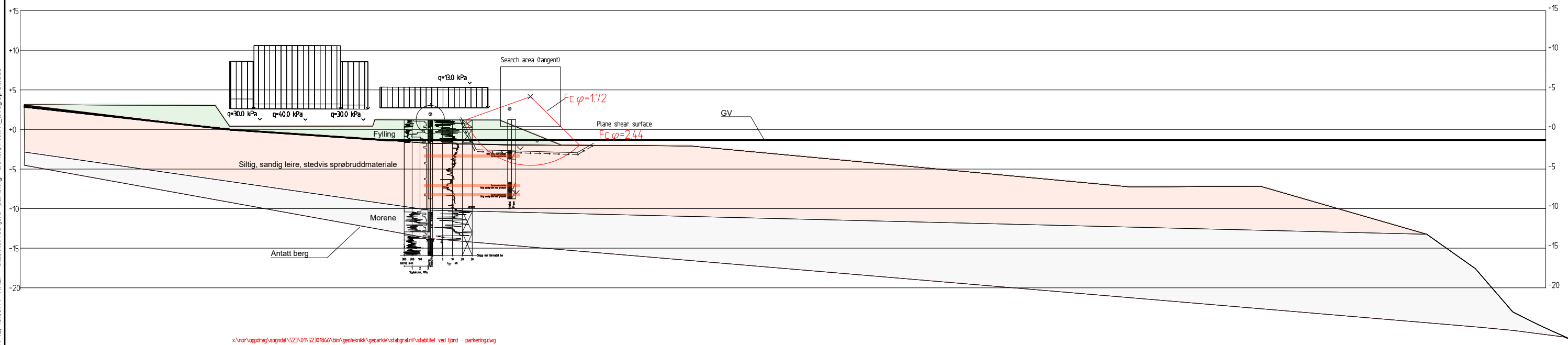
x:\nor\opprodrag\Bogndal\52301\52301\666\BIM\Geoteknikk\Kalk\11\12 Stabilitet medre parkering udrenert.dwg

J02	2024-01-12	For bruk. Godkjent av uavhengig kvalitetssikrer.	SirHau	BeKva	CorErs
C01	2023-12-20	For kontroll hos eksterne parter	SirHau	BeKva	CorErs
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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 utstrækning enn formålet tilsier.

Balestrand Rådhus AS		Målestokk (gjelder A1)	1:250
Områdestabilitet Stabilitet Ved fjord. Parkeringsplass. Udrenert			
Norconsult	Oppdragsnummer 52301866	Tegningsnummer V12	Revisjon J02

Material	Un Weigh	Sub Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	420	9.0				
Siltig, sandig leire	19.00	9.00	200	2.0				
Morene	19.00	9.00	38.0	5.0				

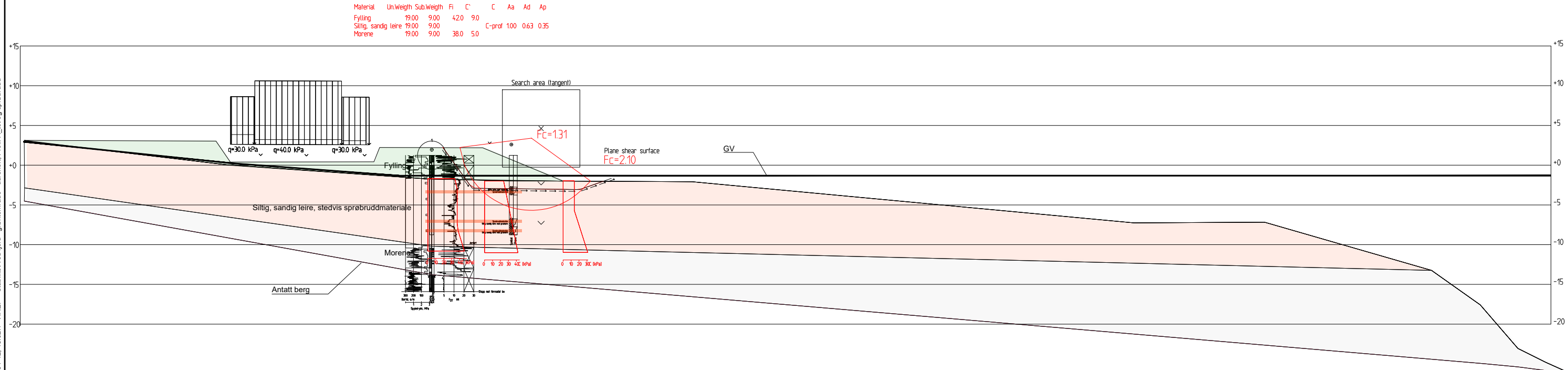


x:\nor\opprodrag\sogrund\523\01\52301866\bin\geoteknik\geoteknik\stabgraf\stab\stabilitet ved fjord - parkering.dwg

X:\nor\opprodrag\sogrund\523\01\52301866\bin\geoteknik\geoteknik\stabgraf\stab\stabilitet ved fjord - parkering.dwg - SirHau - Plottet: 2024-01-12, 15:00:44 - XREF = Stabilitet ved fjord - parkering - drenert, Profil A_til og sprøbrudd

J02	2024-01-12	For bruk. Godkjent av uavhengig kvalitetssikrer.	SirHau	BeKva	CorErs
C01	2023-12-20	For kontroll hos eksterne parter	SirHau	BeKva	CorErs
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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 utstrækning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
Balestrand Rådhus AS					1:250
Områdestabilitet Stabilitet Ved fjord. Parkeringsplass. Drenert					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52301866	V13	J02	

X:\non\oppdrag\Bogndal\Bogndal\52301152301\666\BIM\Geoteknik\Kalkul\1\1\ Stabilitet medre grøntområde udrenert.svg - SirHau - Plottet: 2024-01-12, 15:02:11 - XREF = Stabilitet ved fjord - grøntområde - udrenert - Profil A. Iot og gprbruud



J02	2024-01-12	For bruk. Godkjent av uavhengig kvalitetssikrer.	SirHau	BeKva	CorErs
C01	2023-12-20	For kontroll hos eksterne parter	SirHau	BeKva	CorErs
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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 utstrækning enn formålet tillater.

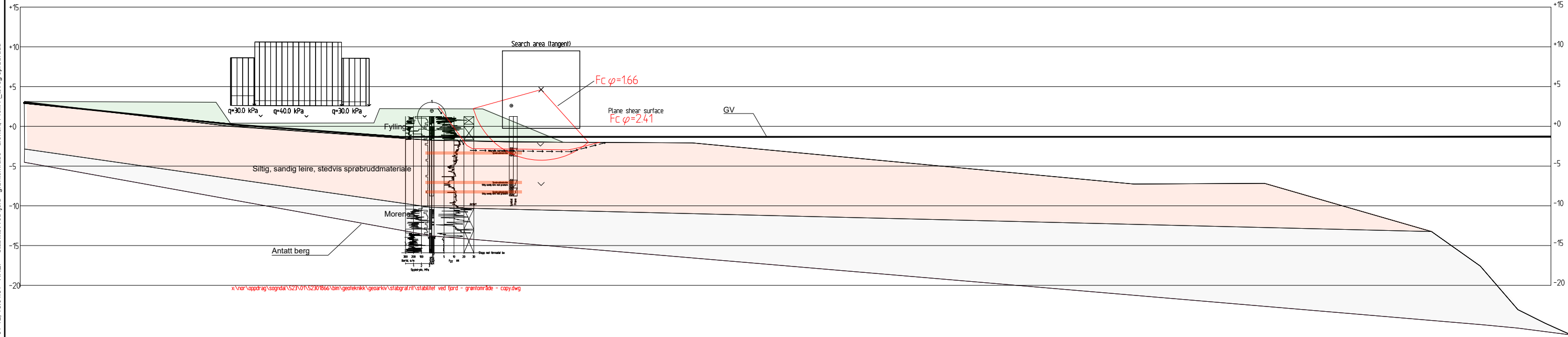
Balestrand Rådhus AS Målestokk (gjelder A1)
1:250

Områdestabilitet
Stabilitet
Ved fjord. Grøntområde
Udrenert

Norconsult	Oppdragsnummer 52301866	Tegningsnummer V14	Revisjon J02
-------------------	----------------------------	-----------------------	-----------------

X:\non\opprag\Bogrudd\52301\52301\666\BIM\Geoteknik\Kalk\115\Stabilitet medre grøntområde drenert.dwg - SirHau - Plottet: 2024-01-12, 15:04:31 - XREF = Stabilitet ved fjord - grøntområde - drenert - Profil A, lot og sprøbrudd*

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	420	9.0				
Siltig, sandig leire	19.00	9.00	200	2.0				
Morene	19.00	9.00	38.0	5.0				



x:\non\opprag\Bogrudd\52301\52301\666\BIM\Geoteknik\Kalk\115\Stabilitet medre grøntområde drenert.dwg - copy.dwg

J02	2024-01-12	For bruk. Godkjent av uavhengig kvalitetssikrer.	SirHau	BeKva	CorErs
C01	2023-12-20	For kontroll hos eksterne parter	SirHau	BeKva	CorErs
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

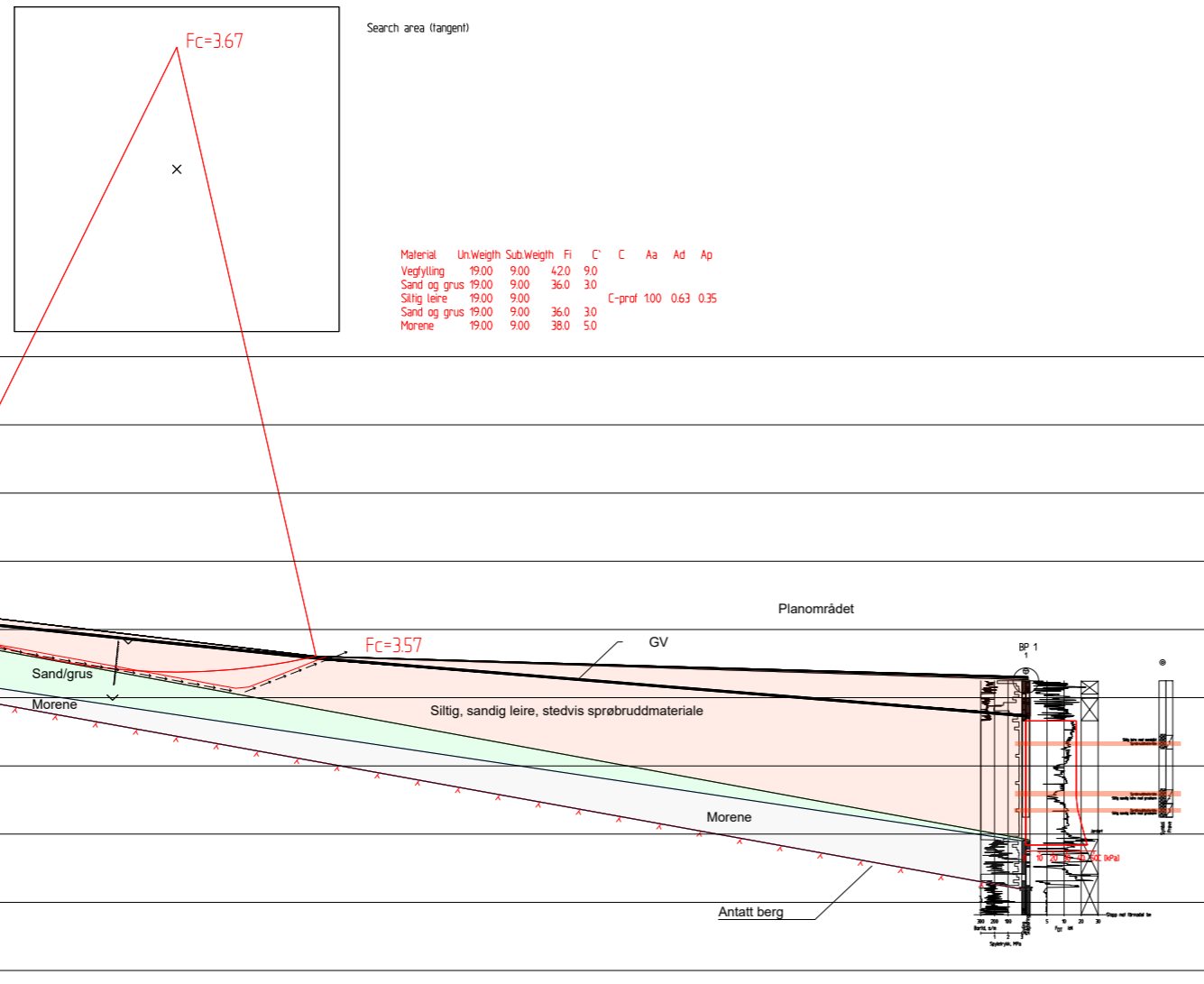
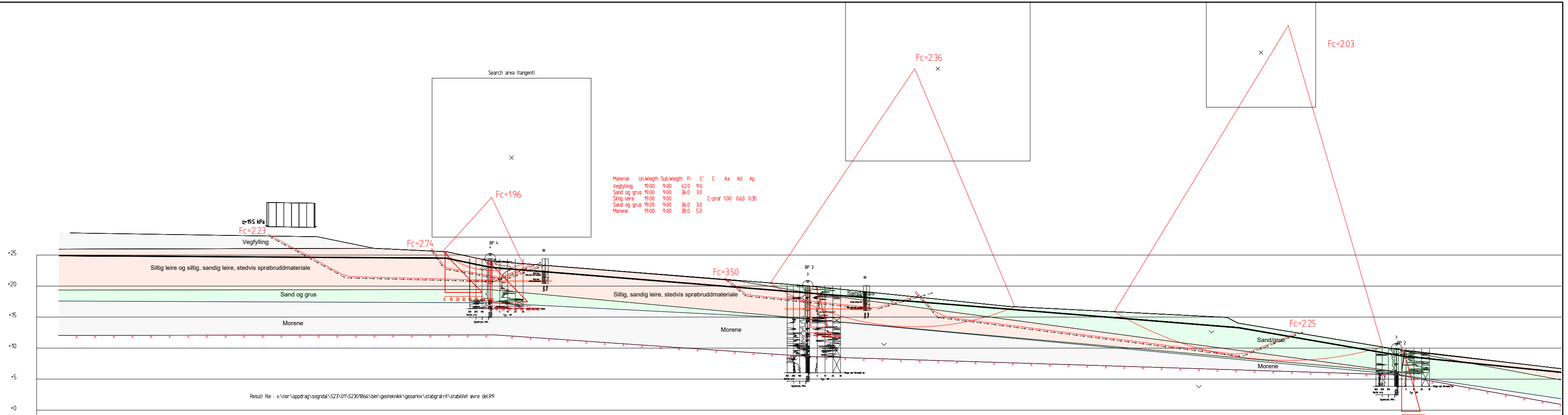
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet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

Balestrand Rådhus AS Målestokk (gjelder A1)
1:250

Områdestabilitet
Stabilitet
Ved fjord. Grøntområde
Drenert

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	52301866	V15	J02

X:\nor\oppdrag\52301866\BIM\Cad\tek\k\k\1\1\1\6\Stabilitet\evns\udrenet\csg_SilHau_Platet_2024-01-12_15:06:05-LAYOUT = V16 - XREF = Profil A, lot og sprøbrudd, Stabilitet evns - udrenet



J02	2024-01-12	For bruk, Godkjent av uavhengig kvalitetssikrer.	SirHau	BeKva	CorErs
C01	2023-12-20	For kontroll hos eksterne parter	SirHau	BeKva	CorErs
Rev		Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Balestrand Rådhus AS

Målestokk (gjelder A1)

1:250

Områdestabilitet

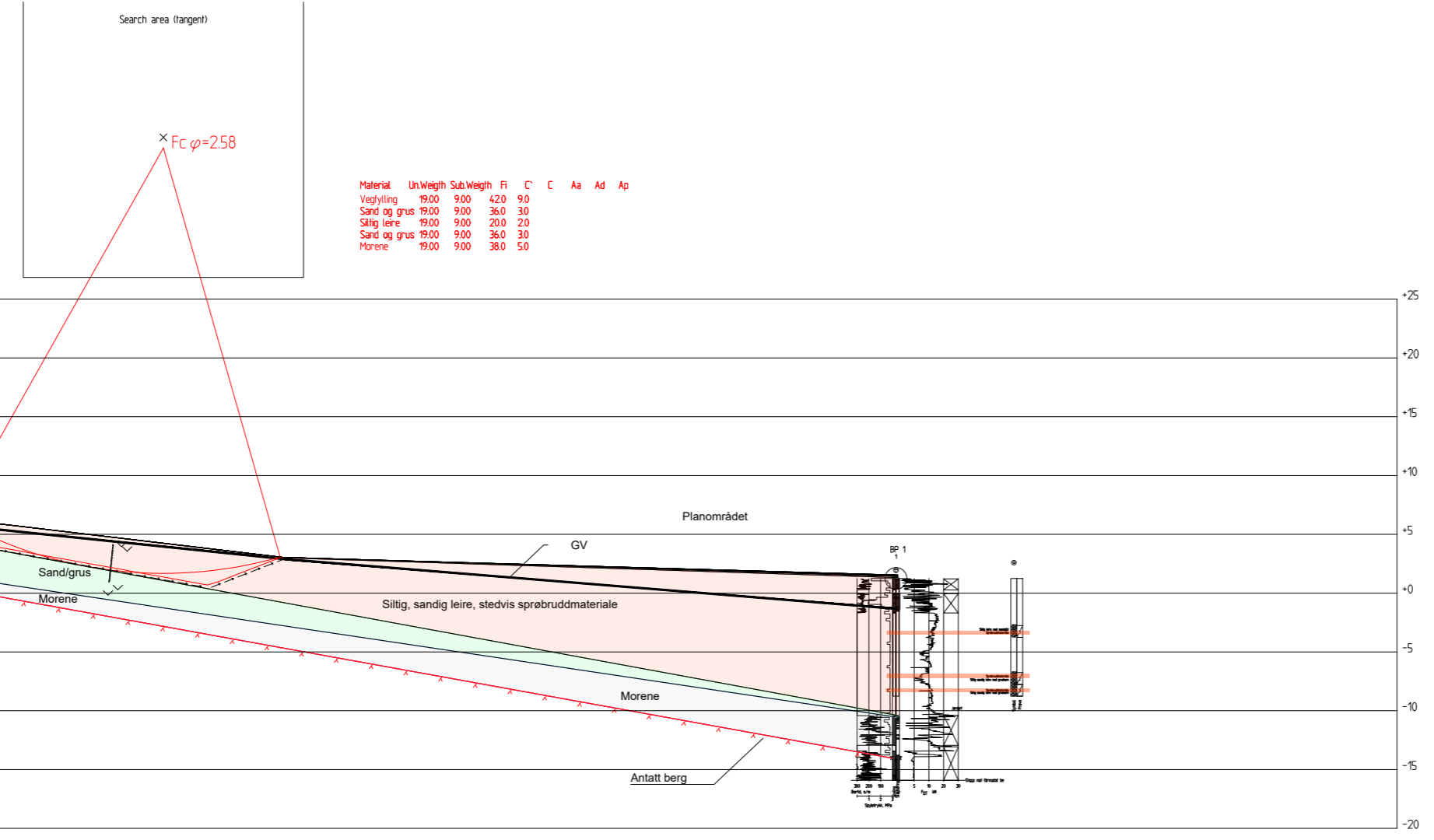
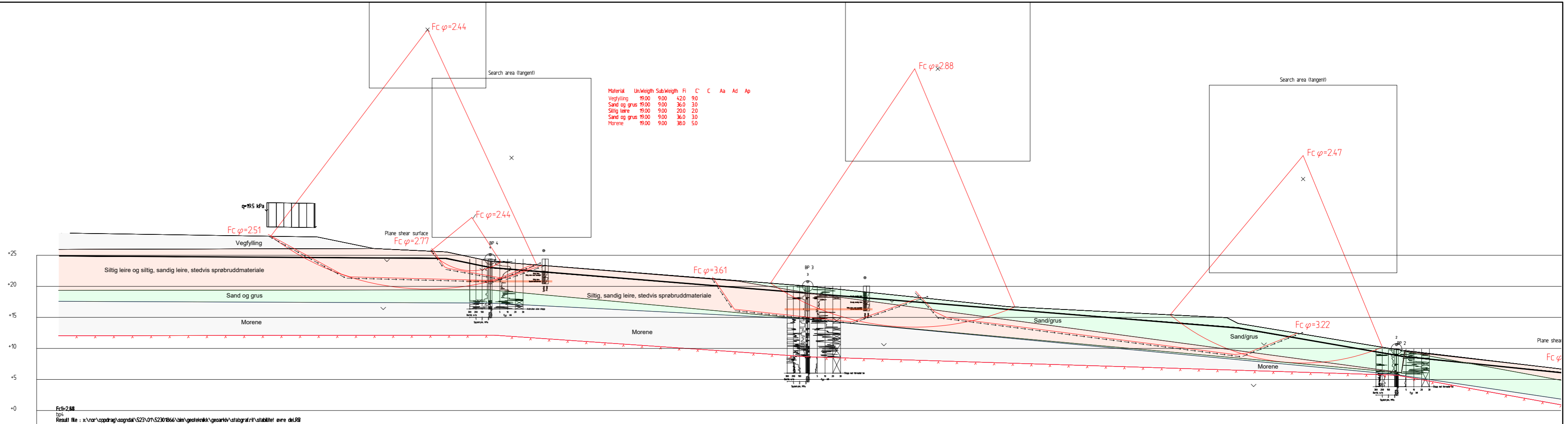
Stabilitet

Øvre del

Udrenert

Norconsult	Oppdragsnummer 52301866	Tegningsnummer V16	Revisjon J02
------------	----------------------------	-----------------------	-----------------

X:\nor\oppdrag\Sogn dal\52301866\BIM\Cad\tek\k\k\1\17\Stabilitet\ovre delen.dwg - SirHau - Pldat: 2024-01-12 15:09:33 - LAYOUT = V17 - XREF = Stabilitet\ovre - delen.dwg - Profil_A_10 og sprebrud



J02	2024-01-12	For bruk. Godkjent av uavhengig kvalitetssikrer.	SirHau	BeKva	CorErs
C01	2023-12-20	For kontroll hos eksterne parter	SirHau	BeKva	CorErs
Rev	Date	Beskrivelse	Utført	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår ovenfor. 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.					
Balestrand Rådhus AS					
Områdestabilitet Stabilitet Øvre del Drenert				Målestokk (gjelder A1) 1:250	
Norconsult		Oppdragsnummer 52301866	Tegningsnummer V17	Revisjon J02	