

Kvikleiresone Heilevang

Utredning av områdeskredfare i samband med fv. 609 Hestvika - Heilevang.



Dokumentinformasjon

Oppdragsgjevar:	Vestland fylkeskommune
Tittel på rapport:	Kvikleiresone Heilevang
Oppdragsnamn:	Geoteknisk prosjekt
Oppdragsnummer:	621976-13
Utarbeidd av:	Jan Helge Aalbu
Oppdragsleiar:	Jan Helge Aalbu
Tilgjenge:	Åpen

Kort samandrag

I samband med fv. 609 Hestvika - Heilevang er det funnet kvikkleire. Ny veglinje berører kvikkleiresone. For å få tilfredsillande sikkerheit mot områdeskred er det naudsynt å erstatte 2 meter av oppfylling for lokalveg med glassopor.

Rev. 02: Opprettinger og presisering etter uavhengig kontroll

Ver	Dato	Beskriving	Utarb. av	KS
02	31. mar. 2022	Revisjon etter uavhengig kontroll	JHA	HD
01	10. mar. 2022	Nytt dokument	JHA	HD

Forord

På vegne av Vestland fylkeskommune har Asplan Viak utført geotekniske vurderingar for fv. 609 Hestvika - Heilevang.

Leikanger, 11.03.2022

Jan Helge Aalbu
Oppdragsleiar

Helene Dypbukt
Kvalitetssikrar

Innhald

1. Innleiing	5
2. Regelverk og krav	6
2.1. Myndigheitskrav og kontrollform	6
2.2. Krav til lokalstabilitet	7
2.3. Krav til områdestabilitet	7
2.4. Trafikk- og terrenglaster	7
2.5. Seismisk påverking og jordskjelvdesign	8
3. Grunnlag og identifisering av kritiske skråningar	9
4. Befaring	10
5. Grunnundersøkingar	11
5.1. CPTu	11
5.2. Grunnvatn	11
6. Aktuelle skredmekanismer og avgrensing av faresone	13
7. Klassifisering av faresone	14
8. Kritiske snitt og materialparametre	15
8.1. Kritiske snitt	15
8.2. Grunnvatn og poretrykk	15
8.3. Parameterval for stabilitetsberekningar	15
9. Stabilitetsvurderingar	18
9.1. Stabilitetsforhold	18

10. Stabiliserende tiltak	21
11. Oppsummering	22
12. Referanser	24
13. Konklusjon	26

Vedlegg:

1: Faregradsklassifisering

2: CPTU tolking

Tegninger:

V200: Oversiktskart med profiler, kvikkleiresone og tiltak

V030-V038: Stabilitetssnitt

1. Innleiing

I samband med utarbeiding av reguleringsplan for fv. 609 Hestvika – Heilevang er det utreda områdeskredfare for bygging av veg ut i eit område med påvist kvikkleire på Heilevang.

Grunnundersøkingane er utført av Statens vegvesen, og fyste del av undersøkingar var i regi av Statens vegvesen. Etter fylkesreformen blei vidare geoteknisk saksbehandling utført av Asplan Viak på vegne av Vestland fylkeskommune.

Prosjektet inneheld om lag 1450 meter med veg i dagen og 2450 meter med tunnel.

Det er utarbeida ein eigen rapport med gjennomgang og presentasjon av utførte grunnundersøkingar [1]. Grunnundersøkingane er utført i fleire omgangar, mellom 2019 og 2021.

Denne rapporten inneheld geotekniske vurderingar rundt kvikkleiresone Heilevang.

2. Regelverk og krav

2.1. Myndigheitskrav og kontrollform

Geoteknisk kategori 2 er etter handbok N200 [2] kap. 202 og Eurokode 7-1 [3] kap 2.1 valt som overordna kategori for prosjektet. Kategorien er valt fordi prosjektet i hovudsak byggast i friksjonsjordarter med avgrensa høgder på fyllingar og skjæringar. Det er alikevel to deler av prosjektet som vurderast til **geoteknisk kategori 3**:

- Byggegrep inn mot tunnel (er ikkje inkludert i denne rapporten)
- Utfylling av lokalveg 21000 på område med sprøbrotsmateriale (gjeld denne rapporten)

Denne rapporten omhandlar utfylling av lokalveg på område med sprøbrotsmateriale.

Konsekvens-/pålitelegheitsklasse generelt er sett til CC2/RC2 for prosjektet etter handbok N200 [2] kap. 202, V220 [4] kap.0 og tabell NA.A1(901) i Eurokode 0 [5] og gjeld generelt for prosjektet. I V220 [4] tabell 0-1 er det gjeve rettleiande kriterium for konsekvensklasse ved vegbygging. Med ÅDT i 2045 på 475 og begrensa brotkonsekvens, samsvarar valt konsekvensklasse med rettleiinga. Val av pålitelegheitsklasse er direkte knytt til konsekvensklassen i følgje N200 [2] tabell 202.2.

- Byggegrep inn mot tunnel er satt til **CC3/RC3** men er ikkje inkludert i denne rapporten.

Prosjekterings- og utføringskontrollklasse PKK2 og UKK2 gjeld generelt for prosjektet, og er fastlagt ut frå klassifiseringa ovanfor etter retningslinjene i tabell 203.1 og 203.3 i handbok N200 [2]. Dette medfører følgjande kontrollkrav:

- Eigenkontroll
- Kollegakontroll

Delar av prosjektet som er i geoteknisk kategori 3 havnar i prosjekterings og utføringskontrollklasse **PKK3**.

- Utvida kontroll i samsvar med PKK3 fagkontroll utført av eit uavhengig føretak

2.2. Krav til lokalstabilitet

Partialfaktorar for lokalstabilitet vert fastsett ut frå valt konsekvensklasse (**CC2** alvorleg) og forventa brotmekanisme (nøytralt brot), slik som gjeve i tabell 205.1 og 205.2 i handbok N200 [2].

For snitt med nøytral brotoppførsel:

- **Effektivspenningsanalyse:** $\gamma_M=1,4$
- **Totalspenninganalyse:** $\gamma_M=1,5$

2.3. Krav til områdestabilitet

Då det er påvist kvikkleire i prosjektområdet, er det krav om utgreiing av områdestabiliteten basert på tiltakskategorien for prosjektet. I handbok V220 [4] tabell 0-2 er det forslag til val av tiltakskategori for vegprosjekt, som samsvarar med byggteknisk forskrift til Plan- og bygningslova (TEK17) [6] og tilhøyrande kvikkleirerettleiar frå NVE [7]. Vegen har ÅDT mindre enn 1500 og omkøyring finnes og er i bruk i dag ved stengt veg.

Tiltakskategori K3 er valt for prosjektet og medfører følgjande krav til prosjekteringa (jf. tabell 5.2 i NVE rettleiaren [7]):

Stabilitetsanalyse som dokumenterer:

- Sikkerheit for områdestabilitet $F \geq 1,4 \cdot f_s$ (sprøhetsforhold)

Stabilitetsanalyser og geotekniske vurderingar skal etter NVE rettleiaren [7] kvalitetssikrast av uavhengig føretak.

For snitt med sprøbrotsmateriale:

- **Effektivspenningsanalyse:** $\gamma_M=1,6$
- **Totalspenninganalyse:** $\gamma_M=1,6$

2.4. Trafikk- og terrenglaster

2.4.1. Laster ved stabilitetsberekningar

Følgjande trafikklaster og partialfaktor gjeld ved stabilitetsberekningar, jf. N200 [2] kap 205.6:

- Karakteristisk trafikklast jamt fordelt over heile vegbreidda viss ugunstig:
15 kPa
- Partialfaktor for trafikklast, viss ugunstig: $\gamma_Q=1,3$
- Partialfaktor for trafikklast, viss gunstig: $\gamma_Q=0$

Det er ikkje vanleg å rekna med snølast på terreng i stabilitetsanalysar.

2.4.2. Laster på berande konstruksjonar

Tørrmurar og andre berande konstruksjonar dimensjonerast for følgjande trafikklast og partialfaktor:

- Trekantlast ned til 5 m (boggieekivalent) frå Trafikklastforskrift [8] §4:
 $q_{Qk1}=25$ kPa
- Jamt fordelt terrenglast over heile djupna frå Trafikklastforskrift [8] §4: $q_{k1}=5$ kPa
- Lastfaktor for trafikklastene frå Eurokode 0 [5], NA.A2.4(C): $\gamma_{Q1}=1,15$

2.5. Seismisk påverking og jordskjelvdesign

ROS analyse for prosjektet har utelukka jordskjelv som risikomoment i prosjektet. Vegstrekninga har i dag omkøyringsveg som er i bruk ved stenging ved dårleg vær. Det er ikkje vurdert seismisk påkjenning for fyllingar og geotekniske tiltak i denne fasen.

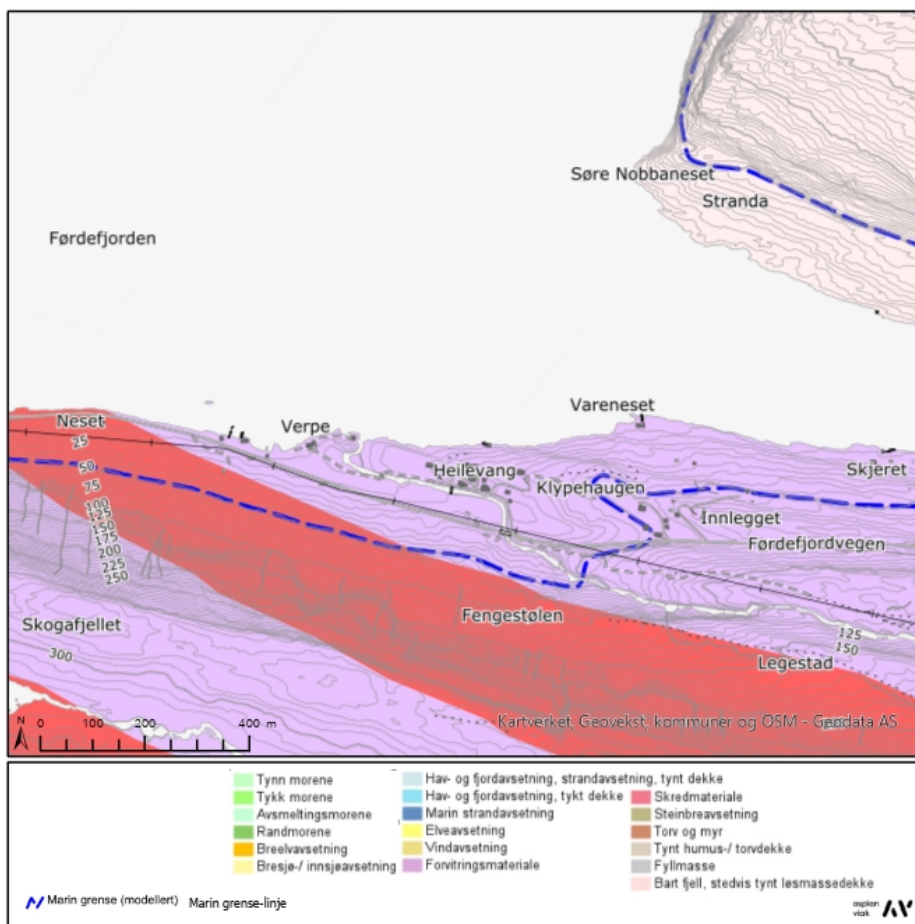
3. Grunnlag og identifisering av kritiske skråninger

Terrenghelling i sjø er interpolert frå grove sjøbunnskoter. Terrengeoverflater er elles henta frå Quadriprosjektet. Terreng over land er generert ut frå laserdata. Bratteste skråning ved dagens terreng er om lag 1:4.

Veggeometri er henta frå gjeldande vegmodell i Quadri.

Kritiske skråningar er sammenstilt som enten bratteste helling i naturleg terreng ned mot sjø, eller med samla høgaste fylling og brattaste terreng.

Området er i stor grad lausmassedekt. Kvartærgeologisk kart syner forvittringsmateriale, men det utreda området består faktisk av elveavsetning og skredavsetning.



Figur 1: Kvartærgeologisk kart med marin grense.

4. Befaring

Området er befart i fleire omganger. Det er ikkje funne tegn til tidligare skredaktivitet eller pågåande erosjon i området. Elva består av grov stein og har lav gradient og truleg lågt erosjonspotensiale der elva har potensial å erodere inn i kvikkleiresona. Terrenget i umiddelbar nærleik til elva har også lav helling slik at mindre erosjon neppe vil påvirke negativt i særleg grad.

Mot sjøen er det på mesteparten av strekninga etablert gammel tilkomstveg. Denne er plastra utan synlege teikn til erosjon.



Figur 2: Bilde av stransone i området. Det er gammel ferdselsveg i strandsona som ikkje har tegn til erosjonskader. Antatt lite erosjon i strandsona. Bilde tatt mot aust.



Figur 3: Slak elv med steinsatte skråninger. Ingen tegn til erosjon. Fjell i dagen under brukar. Bilde tatt mot aust.



Figur 4: Fjell i dagen som avgrensar sone mot sjø mot nord. Skråning med utilstrekkelig stabilitet er mot vegen til høgre i bilde.

5. Grunnundersøkingar

Resultata frå grunnundersøkingane er kort skildra. For fleire detaljer om resultata frå grunnundersøkingane, sjå grunnundersøkelserapport [1].

5.1. CPTu

CPTu-forsøka er tolka ved hjelp av Statens vegvesen sitt regneark med versjon v.2019.03 for CPTu 16 og 35, medan CPTu 112 og 114 er tolka ved hjelp av Statens vegvesen sitt regneark med versjon v.2020.01. Resultata frå utvalde tolkingar er vist i vedlegg 7. Fleire resultat er gitt i grunnundersøkelserapporten [1]. For meir informasjon om tolkingmetodane som er nytta, sjå referanselista i regnearket.

5.2. Grunnvatn

Det er montert piezometer i borehol 29, samt i borehol 108. Begge blei satt før det blei avdekka sprøbrotsmateriale i området og kun i eit nivå, og er ikkje representative for nedre del av skråningar i kvikkleireområdet. Sidan det er fleire lag med sand i lagrekka, og tynne lag med leire, er truleg grunnvassnivået i stor grad styrt av nivå på elv og flo/fjøre, og antatt hydrostatisk.

Tabell 1: Grunnvannstand avlest frå elektrisk piezometer i borehol 29

Dato	Djupne til GV fra terreng
03.09.2020	6,0 m
09.11.2020	5,6 m
01.03.2021	6,4 m

Tabell 2: Grunnvannstand avlest i borehol 108

Dato	Djupne til GV fra terreng
13.04.2021	6,0 m

5.2.1. Grunnforhold

Det er stor variasjon i grunnforhold i området. Det varierer frå fjell i dagen i elva mot nord-aust til 19.25 meter på det djupaste. I boring 112 mot sjøen, og 114 mot elva er det registrert kvikkleire, medan totalsonderingane syner at leirlaget truleg er samanhengande mellom borehol 112 og 114 men tynnar ut oppover mot dagens veg og går i null om lag ved dagens veg. I borehol 114B er det tydelig stor fastheitsvariasjon innand i leirpakken som tyder på sandlag. Dette vises også i prøvene i borehol 114 der prøven med kvikkleire er sandig leirig silt. I borehol 112 viser prøven med sprøbrot meir rein leire.

Området er i nord avgrensa med ein fjellrygg, medan det mot vest er lausmassar ut i sjøen. Det er generelt eit lag på mellom 4 og 8 meter med sand over leirlaget. Sandlaget har stadvis høgd humusinnhald. Prøvetaking syner at det generelt er ein del sand og siltlag innad i leirpakken.

I borehol 114 er det ein sandig leirig silt som har omrørt skjærstyrke på 0,5, medan sin siltig leire om lag 1 meter under har omrørt skjærstyrke på 2,9, og er såleis ikkje kvikk. Det er usikkert om det er samanhengande kvikkleirelag i området eller om det kunn er lommer av kvikkleire.

6. Aktuelle skredmekanismer og avgrensing av faresone

Faresona blir avgrensa av overgang frå leire til friksjonsjord om lag i nivå med dagens fv. 609 samt mot aust og mot fjell i dagen i elva nedanfor bru. Mot vest grensar kvikkleireområdet sjø, og er ikkje avgrensa i denne retninga.

Tolking av totalsonderingane syner at det mest truleg er lommer med siltig kvikkleire i ei elles sammensatt lagpakke med silt, siltig leire og sand, men meir tynne samanhengande leirlag som kan gi flaskred kan ikkje utelukkast. Det er difor utreda for områdestabilitet i området og sett på kritiske snitt.

Utløpsområde er vurdert å ligge i sjø eller elv, og ikkje tegna inn.

7. Klassifisering av faresone

Faregrad, konsekvens og risikoklasse for området er vurdert i samsvar med prosedyrar utarbeidd av NGI [9].

Faktaark er lagt ved som vedlegg.

Oppsummert:

- Faregradsklasse: middels
- Skadekonsekvensklasse: mindre alvorleg
- Risikoklasse: 2

Kvikkleiresonar har nummer 2549 og namn Heilevang.

8. Kritiske snitt og materialparametre

8.1. Kritiske snitt

Det er rekna stabilitet for 4 kritiske snitt. Der i snitta O1 og O3 og O4 som berører kvikkleire. *Første versjon av rapport inneholdt også snitt O2. Dette er tatt ut av rapport da det ikkje hadde påvirkning på kvikkleiresone.*

Snitt O1 er plassert for å gå igjennom område med sikrast påvising av kvikkleire, med brattast helling siste del ned mot sjøen, og er valt sidan det er fortsatt utfylling i området som belaster skråning ned mot sjø.

Snitt O3 er snittet med dårlegast stabilitet og er ned mot elva.

Snitt O4 er plassert lenger vest og er i overgang frå antatt leire i borehol 35 (poseprøve viser sandig silt) og borehol 33 som ikkje viser leire. Dette snittet er det brattaste snittet mot sjøen.

Alle snitt har lågare andel sprøbrotsmateriale enn 40% over mest kritiske glideflate ($b/D < 40\%$), men snitt O4 er nærme.

På grunn av klar grense mot områder utan registrert leire og b/D forholdet er det vurdert til at Retrogressivt skred er lite sannsynlig.

For snitt O1 er det vurdert til at det er mulig med rotasjonskred i siste del av skråning mot sjøen, samt flakskred innover mot land.

For snitt O3 er det truleg rotasjonskred som er mulig skredmekanisme.

For snitt O4 er både flakskred og rotasjonsskred mulig da leirlag heller samme retning mot terreng. Avgrensing på flak skjer mot avslutning av leirlag i vegnivå.

8.2. Grunnvatn og poretrykk

Grunnvasstanden er målt i terrenget på Heilevang til å liggja anslagsvis 6 meter under terrengoverflata i fjellsida over kvikkleireområdet. Det er anteke hydrostatisk trykk. For snitt O4 er grunnvassnivå lagt 4 meter under terreng om lag i nivå med poretrykksmåler oppe i terrenget, og så avtatt lineært ned skråningen for å gå i null i veg rett før havnivå.

For resterande av snitta er det valt meir konservativt grunnvassnivå grunna lenger avstand til piezometer.

Ytre vasstand er i stabilitetsberekningane sett til kote -0,0 noko som tilsvarar lågaste astronomiske tidevatn (LAT) i området etter seHavniva.no [10].

8.3. Parameterval for stabilitetsberekningar

Ved stabilitetsberekningar er parametrane vist i Tabell 3 nytta. Parametrane er valt på bakgrunn av utførte grunn- og laboratorieundersøkingar samt erfaringsverdiar frå handbok V220 [4]. Udrenert skjærfasthet er satt basert på CPTU og einaksialforsøk. Det er tendens til aukande styrke i djupna, men grunna sprikande resultat og tynn lagdeling er det valt å ikkje bruke C-profil med fast styrke på leirlaget. For drenert fastheit på leirlaget er det nytta forsiktig erfaringsverdi da det ikkje er utført treaksialforsøk i prosjektet.

Tabell 3 Jordparametrar for stabilitetsberekningar

Materiale	Tyngde- tettleik γ [kN/m ³]	Aktiv udrenert skjerfastleik c_{uC} [kPa]	Attraksjon a [kPa]	Friksjons- vinkel ϕ [°]
Sprengstein	19,0	-	0	42
Sand	18		0	36
Leire	19	35	0	25
Skumglas	3,0	-	0	42
Sandig grusig materiale	18		0	37
Sandig silt, humusholdig	18		0	32

Val av anisotropifaktorar for finkorna materialar er gjort etter NIFS rapport nr. 14/2014 [11],

Tabell 4 Anisotropifaktorar etter NIFS rapport 14/2014 [11]

	c_{uC}/c_{uD} [-]	c_{uC}/c_{uP}
Valt	0,63	0,35

9. Stabilitetsvurderinger

Krav til stabilitet for tiltakskategori er gjeve i kapittel 3.3.6 i NVE 1/2019. Krav til sikkerheitsnivå og kontrollform er bestemt av tiltakskategori K3 og faregrad middels. Krav til sikkerhetsfaktor for områdestabiliteten er $1,4 * f_s$ (sprøhetsforhold $f_s = 1,15$). Det er krav om at vurderingane vert kvalitetssikra av uavhengig kontroll.

Resultata frå stabilitetsberekningane finst i kap. 9.1.

9.1. Stabilitetsforhold

Det er utført stabilitetsanalysar etter prinsippa gjeve i handbok V220 [4]. Berekingane er utført ved hjelp av programmet Geosuite stabilitet [12].

Tabell 5 viser berekna stabilitet i ulike situasjonar saman med krav til materialfaktorar, γ_m . Oppnådd materialfaktor i kvar berekning er klassifisert med farge for å indikera om berekingane innfrir krav om absolutt materialfaktor (grå), eller om situasjonen hamnar under sikkerheitskravet (rød). Krav til sikkerheit ved berekning av lokal- og områdestabilitet er kort skildra i kapittel 2.2 og 2.3 i denne rapporten.

Tabell 5 Berekna stabilitet i område 5

Teikning nr. Berekning	Analysemetode	Berekna med GS stabilitet		Merknad
		Berekna γ_m kritisk flate	Krav til γ_m	
V030 - snitt O1	a_{\square}	3,02	1,6	
Dagens situasjon	ADP	2,04	1,6	
	Områdestabilitet/lan g skjærflate	1,78	1,6	
V031 - snitt O1	a_{\square}	2,79	1,6	

Ny veg	ADP	3,11	1,6	
	Områdestabilitet/lan g skjærflate	1,9	1,6	
V032 - snitt O2	a ₀	1,47	1,4	
Dagens situasjon	Områdestabilitet/lan g skjærflate	2,11	1,4	
V033 - snitt O2	a ₀	1,71	1,4	
Ny veg	Områdestabilitet/lan g skjærflate	2,21	1,4	
V034 - snitt O2	a ₀	1,97	1,4	
Ny veg, masseskiiftet	Områdestabilitet/lan g skjærflate	2,32	1,4	
V035 - snitt O3	a ₀	2,87	1,6	
Dagens situasjon	ADP	2,64	1,6	
	Områdestabilitet/lan g skjærflate	2,42	1,6	
V036 - snitt O3	a ₀	2,28	1,6	
Ny veg	ADP	1,54	1,6	
	Områdestabilitet/lan g skjærflate	1,34	1,6	
V037 - snitt O3	a ₀	2,55	1,6	
Ny veg, lett fylling	ADP	1,76	1,6	
	Områdestabilitet/lan g skjærflate	1,62	1,6	
V038	a ₀	1,88	1,6	
Snitt O4	ADP	1,69	1,6	

	Områdestabilitet/lan g skjærflate (ADP)	1,65	1,6	
--	--	------	-----	--

10. Stabiliserende tiltak

Ved avkøyrsløse til veg 21000 er det planlagt ein større mur, med ei fylling ned mot traktorveg. Det er låg boremotstand i dei fyste meterane av boringane 117 som er tolka til å vere humushaldig sand. I Borehol 118 er det eit laust lagra lag av siltig sand. For å få stabil fylling og murfot må lag med humushaldig sand masseutskiftast i området. Stabilitetsberekning syner at det ikkje er stabilitetsproblem med den siltige sanden i borehol 118.

I borhol 114, i profil 3160a v veglinje 10300 er det registrert kvikkeleire. Dette laget dreg seg truleg også inn i boring 115, 115A, 38 og 3. Stabilitetsberekning syner noko låg stabilitet i profil 3160 (stabilitetsprofil O3) for planlagt ny veg. Stabilitetsberekning for dagens situasjon er tilfredstillande. For å oppnå 1,6 i sikkerheitsfaktor for planlagt veg er det naudsynt å etablere delar av lokalvegen med lettfylling. Det er lagt inn om lag 2 meter med fylling med glassopor i stabilitetsberekningane som gir tilfredstillande sikkerheit. Sjå resultat av stabilitetsberekningar i kapittel 9.

Det er forutsett å bytte ut 2 meter av fyllingshøgde med glassopor frå profil 40 - 100 for lokalveg.

11. Oppsummering

Tabell 6: Oppsumert utredning etter NVE veileder 1/2019

Prosedyre for utredning av områdeskredfare (etter kap. 3.2 i NVE veileder 1/2019) [13].		
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det er ikkje registrert faresoner i området.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Området ligg under marin grense, det er kartlagt elveavsetning.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Lag med kvikkleire ligger med lav helling, men terrenget er brattere enn kriterier. Bratteste skråning har om lag 1:4 helling.
4	Bestem tiltakskategori	Tiltaket er ein veg med ÅDT under 1500 og kjem inn under tiltakskategori K3.
5	Gjennomgang av grunnlag	Ingen eksiterande grunnlag, heller ikkje marine avsetningar på kværtergeologisk kart, men under marin grense.
6	Befaring	Det er ikkje registrert erosjon, eller teikn på eldre skred under befaring.
7	Utfør grunnundersøkelser	Det er utført grunnboringer som viser kvikkleire.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Fra figur 4.3 i NVE veileder er det vurdert som både rotasjonskred og flaskkred kan vere mulig. Utløpsområder er mot sjø, og etter NVE eksternrapport 2020/09 avmerkast normalt ikkje utløpsområder i sjø.
9	Klassifiser faresoner	Sona er klassifisert til faregradsklasse middels, med skadekonsekvensklasse mindre alvorleg og risikoklasse 2.

10	Dokumenter tilfredstillande sikkerheit	Sikkerheit er dokumentert gjennom stabilitetsberekningar. Lett fylling for lokalveg er naudsynt for å få tilfredstillande stabilitet
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkingar	Det er påbegynt innmelding i NVE sin nettbaserte løysing, og rapport blir lasta opp etter kvalitetssikring. Sonenummer er 2549. Utbreeing av sone blir revidert i webløsning før endelig innmelding.

12. Referanser

- [1] Asplan Viak, «Fv 609 Hestvika - Heilevang grunnundersøkelserapport,» 2021.
- [2] Statens vegvesen, Vegbygging. Håndbok N200, 2018.
- [3] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler, 2016.
- [4] Statens vegvesen, Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220, 2018.
- [5] Standard Norge, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, 2016.
- [6] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17),» Direktoratet for byggkvalitet, 15 09 2017. [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>. [Funnet 16 08 2019].
- [7] NVE, Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder 1/2019, 2019.
- [8] Lovdata, «Forskrift for trafikklast på bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet (trafikklastforskrift for bruer m.m.),» Samferdselsdepartementet, 17 11 2017. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-11-17-1900>.
- [9] NGI, Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport nr. 20001008-2 Rev. 3., 2008.
- [10] Kartverket, «Se havnivå,» Kartverket, 21 08 2019. [Internett]. Available: <https://www.kartverket.no/sehavniva/>.
- [11] NIFS, Naturfareprosjektet Dp.6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. Rapport nr. 14/2014., 2014.
- [12] Carl J. Frimann Clausen , Beast. A Computer Program for Limit Equilibrium Analysis by the Method of Slices. Reposrt 8302-2. Revision 4, 24. April 2003., 1990.
- [13] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred 1/2019,» 2020.

Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Ingen kjent skredaktivitet.	Lav	1	1	1
Skråningshøyde i meter	Noko usikker avgrensing, ca 10 meter.	<15	0	2	0
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Antatt ingen tidligere overlaging.	1,0-1,2	3	2	6
Poretrykk	Antatt hydrostatisk, men dårlig kartlagt.	0-10	1	3	3
Kvikkleiremektighet	Tynt lag, ca 1 meter.	<H/4	1	2	2
Sensitivitet	Høg sensitivitet	30-100	2	1	2
Erosjon	Ingen aktiv erosjon	Ingen	0	3	0
Inngrep	Utfylling av ny vegfylling i kant av området.	Noe forverring	2	3	6
Total poengsum					20
Prosent av maks					39.22
Sist oppdatert	29.4.2021				

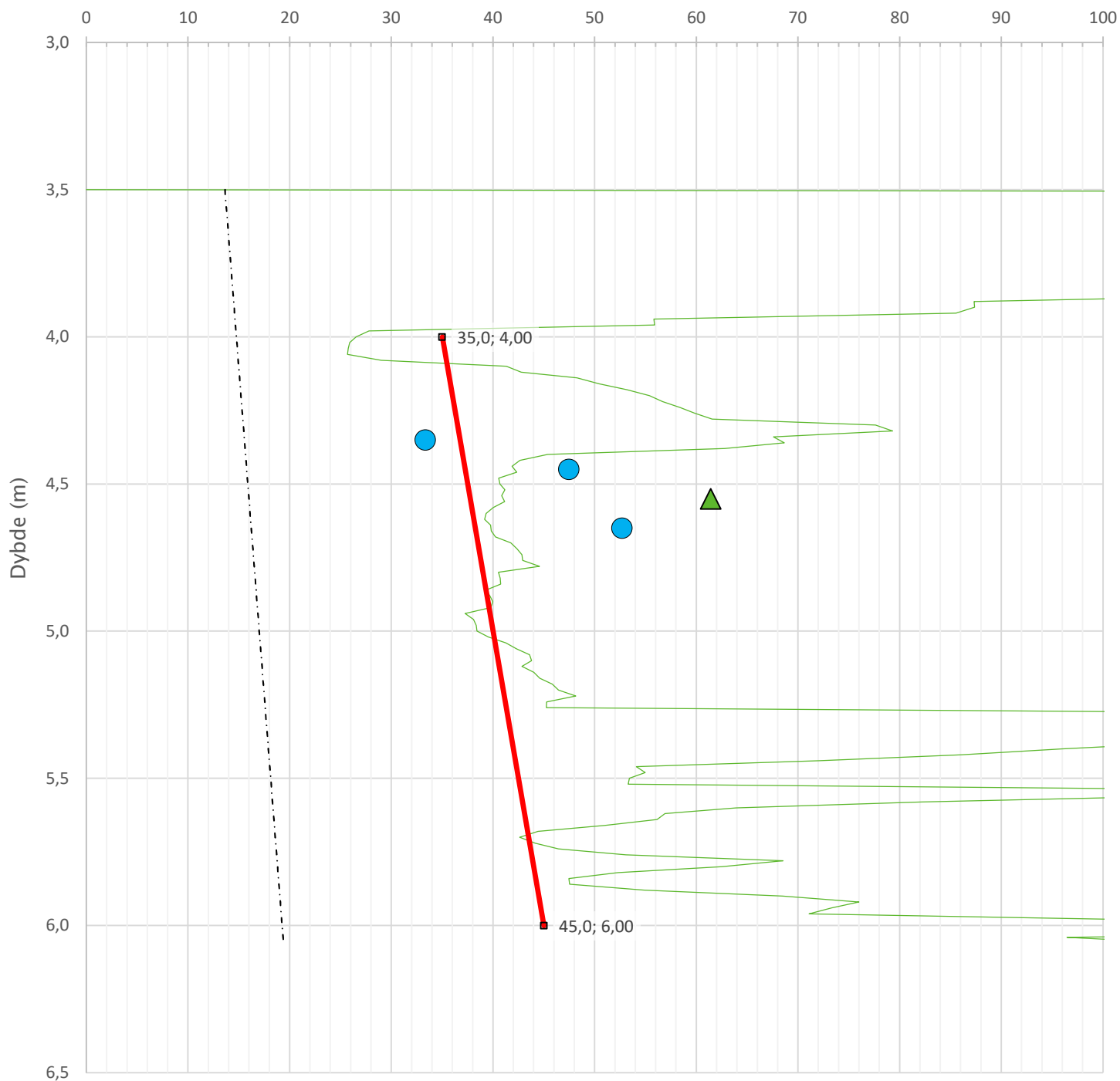
Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	Ingen	Ingen	0	4	0
Næringsbygg	Ingen	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Naust	Begrenset	1	1	1
Veier	Fylkesveg, ÅDT ca 750	100-1000	1	2	2
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Ingen kjente	Lokal	0	1	0
Oppdemning	Oppdemming kan påvirke gårdsbruk.	Liten	1	2	2
Total poengsum					5
Prosent av maks					11.11
Sist oppdatert	29.4.2021				


Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 112: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH 112: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



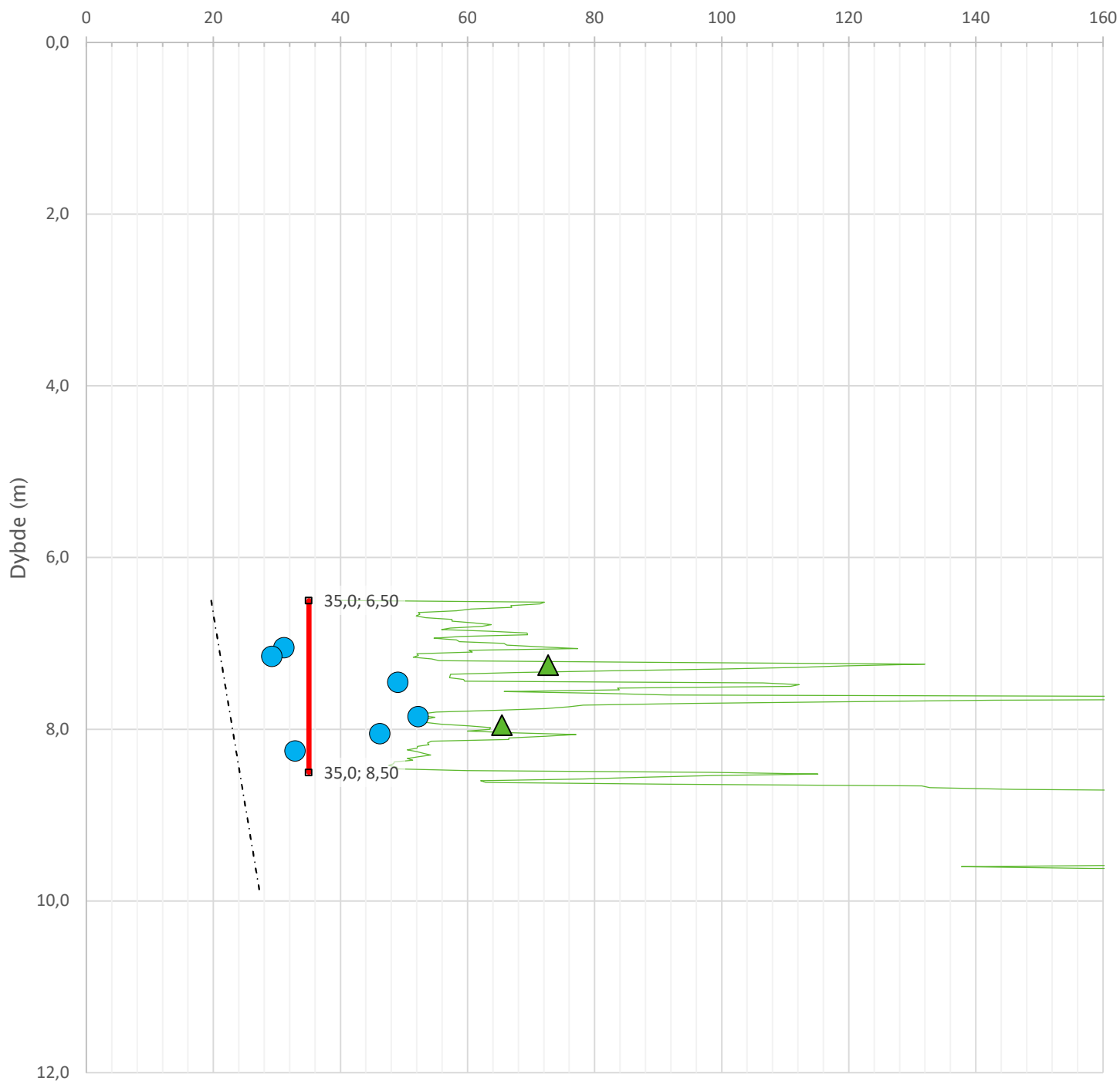
Prosjekt			Prosjektnummer: 621976-13		Borhull	
Fv 609 Hestvika – Heilevang					112	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4379	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	JHA	HD	JHA		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
Ekstern konsulent	24.03.2021	Rev. dato		5		

Anisotropiforhold i figur:


Enaks BH 114: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH 114: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

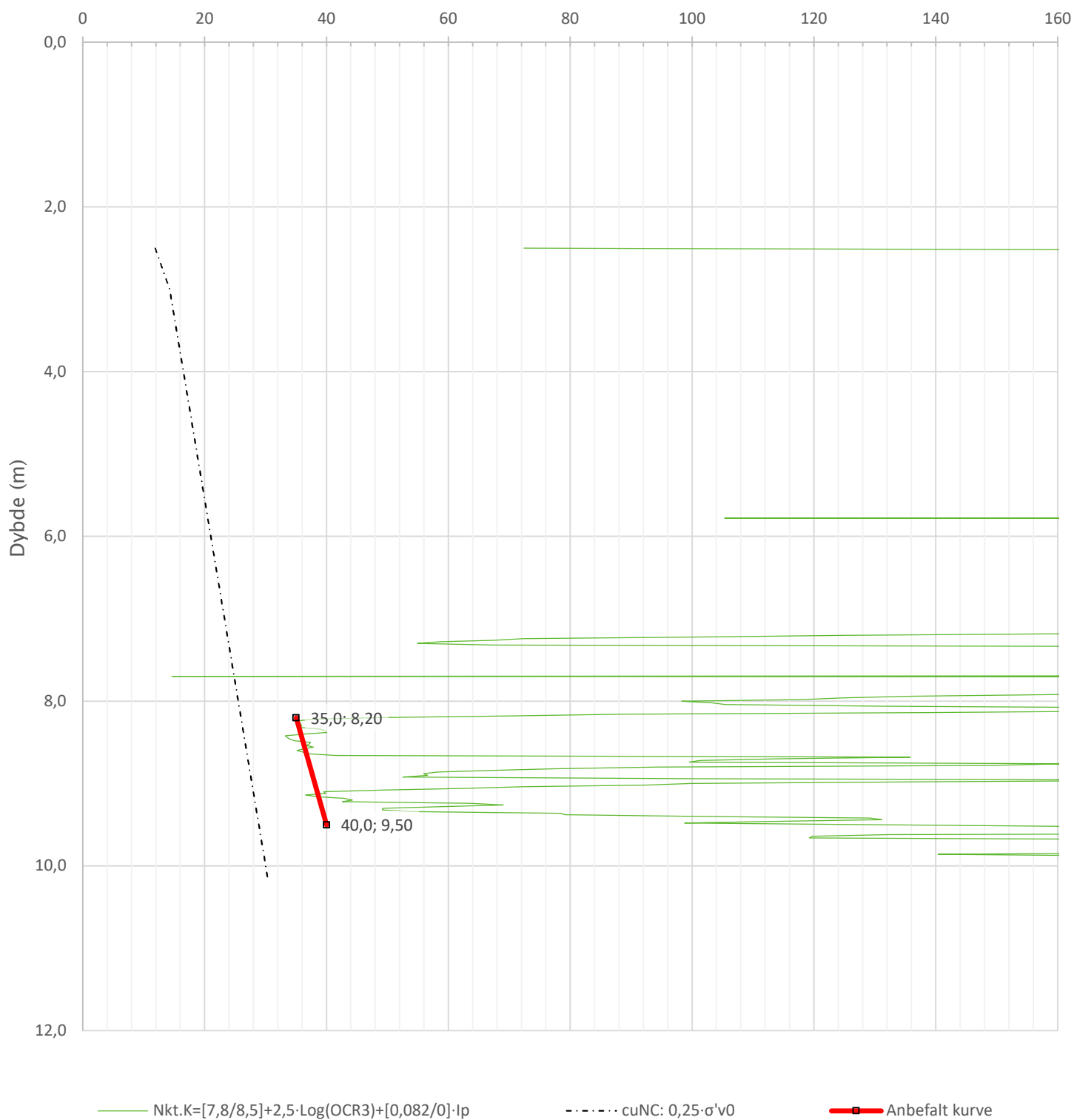
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)




— Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(OCR3)+[0,082/0]·Ip - - - - - $c_{uNC} = 0,25 \cdot \sigma'_{v0}$ ● Enaks BH 114 ▲ Konus BH 114 ■— Anbefalt kurve

Prosjekt			Prosjektnummer: 621976-13		Borhull	
Fv 609 Hestvika Heilevang					114	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4379	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	JHA	HD			1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
Ekstern konsulent	24.03.2021	Rev. dato		5		

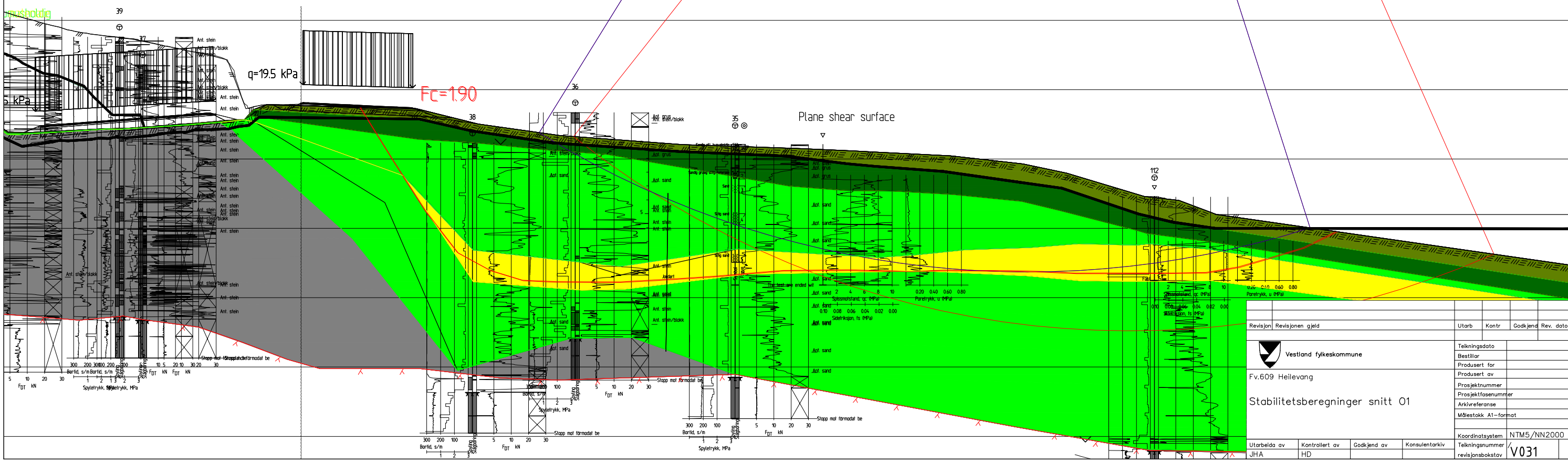
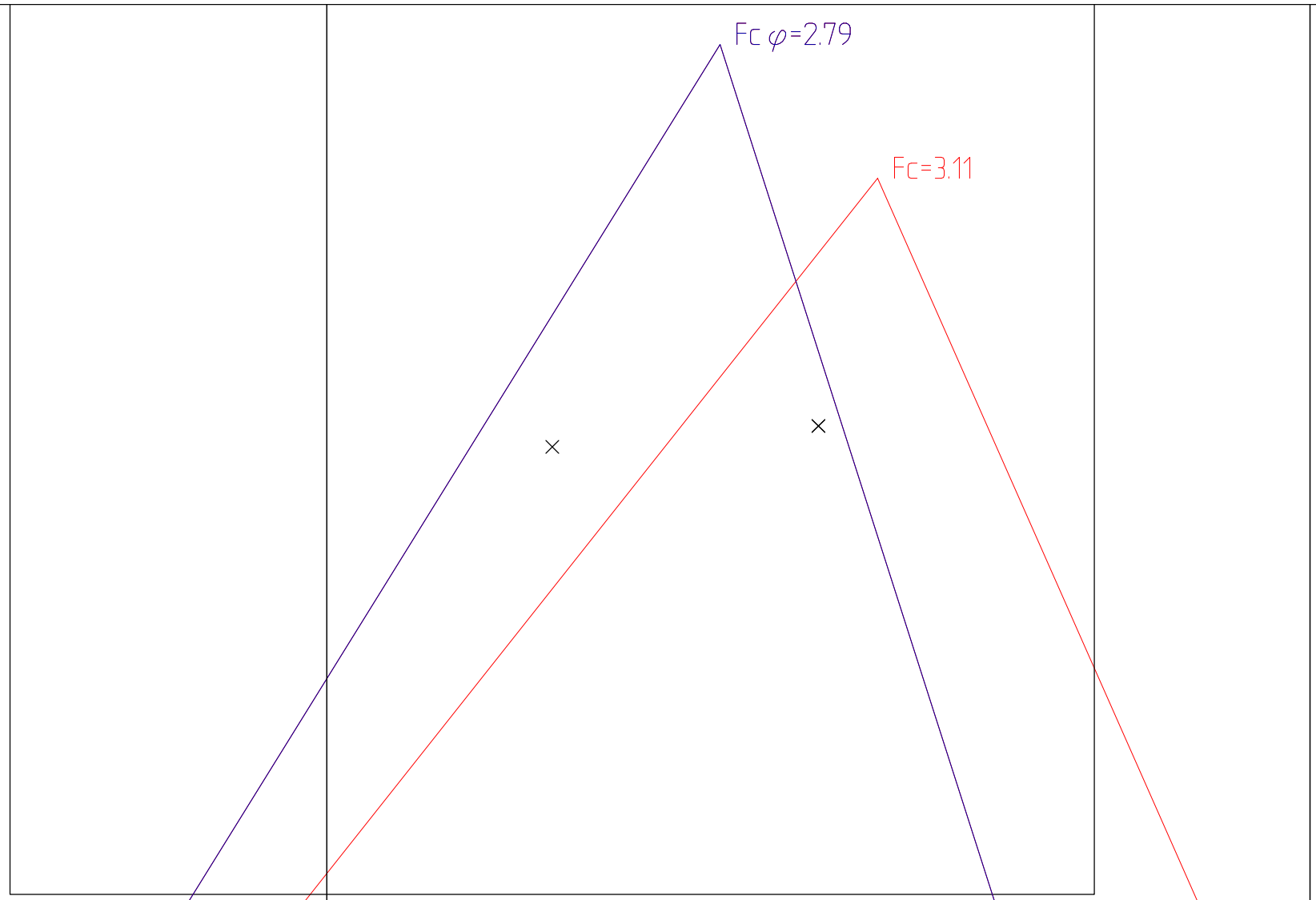
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt			Prosjektnummer: 621976-13	Borhull
Fv 609 Hestvika – Heilevang				35
Innhold			Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			4289	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	JHA	HD		1
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
Ekstern konsulent	06.11.2019	Rev. dato	5	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sandig silt, humusholdig	18.00	8.00	32.0	0.0				
Sandig grusig materiale	18.00	8.00	37.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				
Kvikkleire	19.00	9.00	25.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				
Stein	19.00	9.00	42.0	0.0				

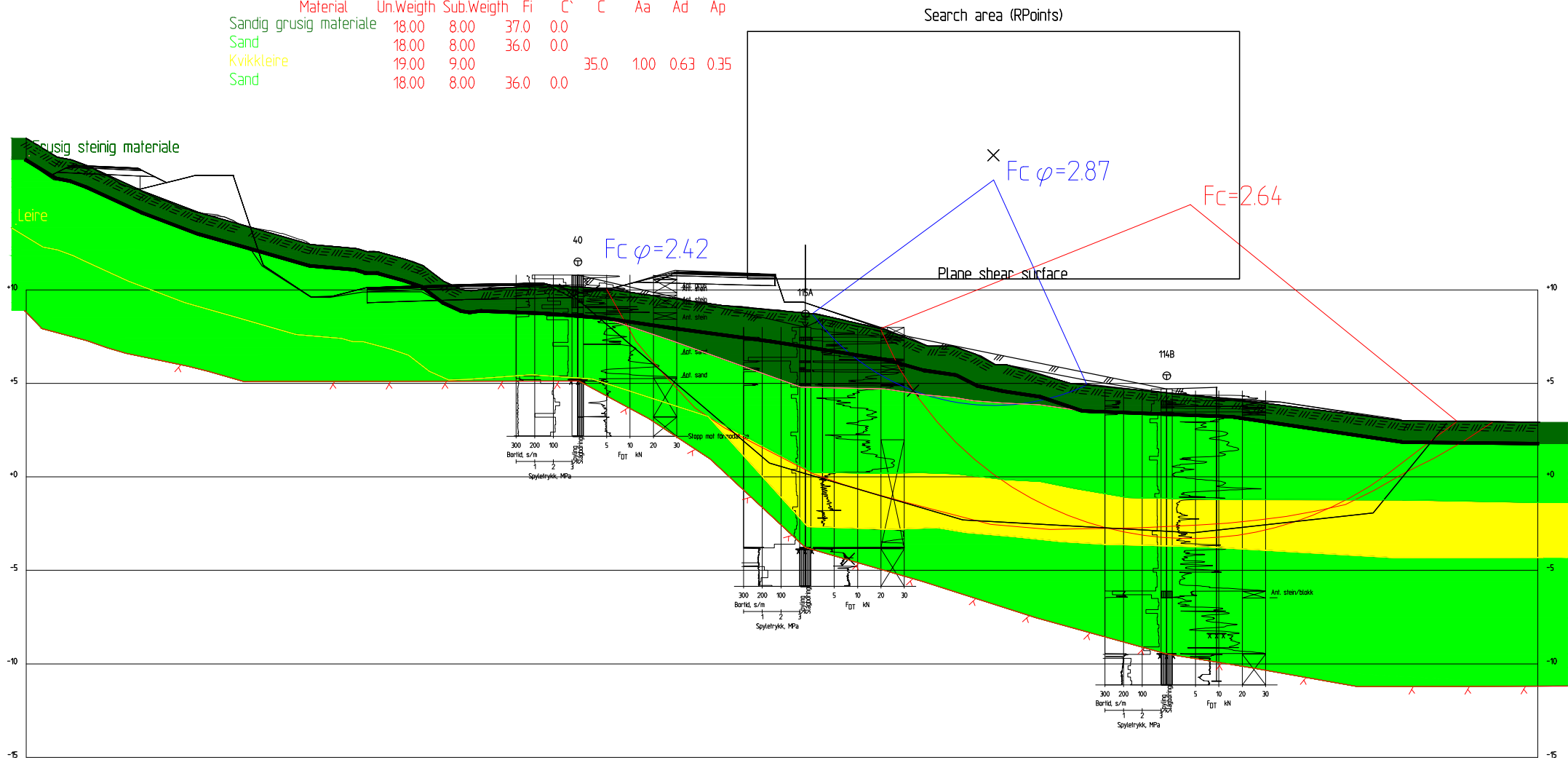
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sandig silt, humusholdig	18.00	8.00	32.0	0.0				
Sandig grusig materiale	18.00	8.00	37.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				
Kvikkleire	19.00	9.00	25.0	0.0	35.0	100	0.63	0.35
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				
Stein	19.00	9.00	42.0	0.0				



Revisjon	Revisjonen gjeld	Utb. Kontr.	Godkjend.	Rev. dato
Fv.609 Heilevang				
Stabilitetsberegninger snitt 01				
Utarbeida av	Kontrollert av	Godkjend av	Konsulentarkiv	
JHA	HD			
Koordinatsystem				NTM5/NN2000
Tekningsnummer				V031
revisjonsbokstav				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sandig grusig materiale	18.00	8.00	37.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				
Kvikkleire	19.00	9.00	25.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sandig grusig materiale	18.00	8.00	37.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				
Kvikkleire	19.00	9.00	25.0	0.0	35.0	100	0.63	0.35
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				

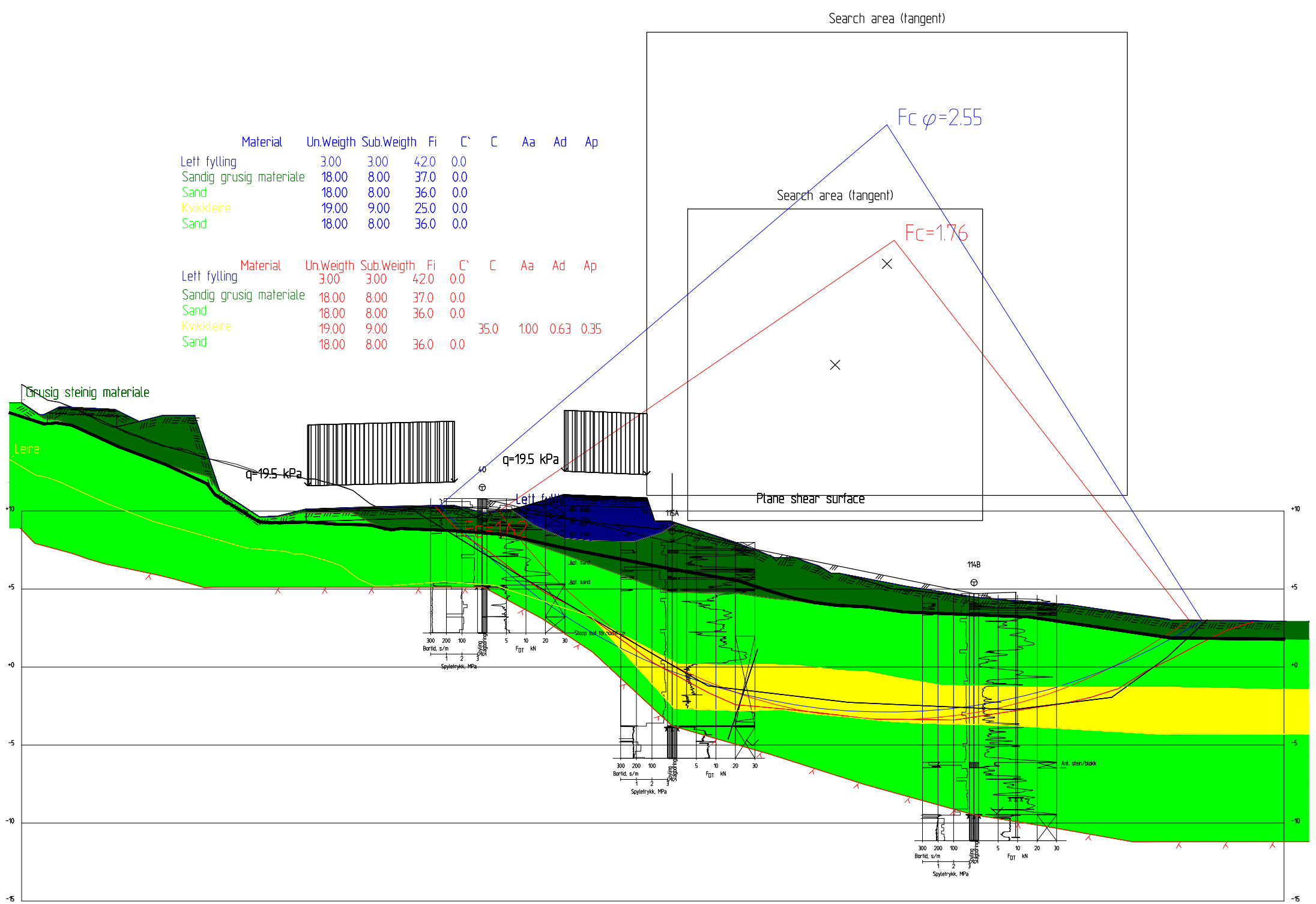


Profil 03-03
1:100

Revisjon	Revisjonen gjeld	Utarb	Kontr	Godkjend	Rev. dato
		Teikningsdato Bestiller Produsert for Produsert av Prosjektnummer Prosjektfasenummer Arkivreferanse Målestokk A1-format			
Fv.609 Heilevang		Koordinatsystem NTM5/NN2000			
Stabilitetsberegninger snitt 03		Teikningsnummer / V035			
Utarbeida av	Kontrollert av	Godkjend av	Konsulentarkiv		
JHA	HD				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Leif fylling	3.00	3.00	42.0	0.0				
Sandig grusig materiale	18.00	8.00	37.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				
Kvikkleire	19.00	9.00	25.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Leif fylling	3.00	3.00	42.0	0.0				
Sandig grusig materiale	18.00	8.00	37.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				
Kvikkleire	19.00	9.00	25.0	0.0	35.0	1.00	0.63	0.35
Sand	18.00	8.00	36.0	0.0				



Profil 03-03
1 : 100

Revisjon	Revisjonen gjeld	Utarb	Kontr	Godkjend	Rev. dato
		Teikningsdato Bestillar Produsert for Produsert av Prosjektnummer Prosjektfasennummer Arkivreferanse Målestokk A1-format			
Fv.609 Heilevang Stabilitetsberegninger snitt 03 Med ny veg - leifylling		Koordinatsystem NTM5/NN2000 Teikningsnummer revisjonsbokstav V037			
Utarbeid av	Kontrollert av	Godkjend av	Konsulentarkiv		
JHA	HD				

