

2026/04
VESTLAND FYLKESKOMMUNE

FV. 615 SANDANE - STOREBRUA

GEOTEKNISK VURDERING AV TILTAK PÅ HANGAREN OG SELVÅGANE



2026/04
VESTLAND FYLKESKOMMUNE

FV. 615 SANDANE - STOREBRUA

Geoteknisk vurdering av tiltak på Hangaren og Selvågane

OPPDRAGSNR.	DOKUMENTNR.
A257198	A257198-RIG-NOT-002

VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
2.0	10-04-2026	Geoteknisk vurderingsnotat	JOCP	CBNI	THHG
1.0	05-11-2025	Beregninger levert i dokumentet "Sandane-Storebrua-COWI-RIG-2025-11-05"	JOCP	CBNI	THHG

INNHold

1	Innledning	8
1.1	Plannivå	9
1.2	Prosjektet	9
2	Prosjekteringsforutsetninger	11
2.1	Regelverk	11
2.2	Geoteknisk kategori	11
2.3	Konsekvensklasse/Pålitelighetsklasse (CC/RC)	11
2.4	Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse (PKK/UKK)	12
2.5	Krav til sikkerhetsfaktor	12
2.6	Partialfaktor for laster	12
2.7	Laster	13
3	Grunnforhold	14
3.1	Kvartærgeologiske forhold	14
3.2	Topografi	16
3.3	Naturfare	20
3.4	Eksisterende grunnundersøkelser	21
3.5	Grunn- og grunnvannsforhold	23
4	Stabilitetsanalyser	30
4.1	Planlagt fylling på Hangaren	30
4.2	Planlagt deponi på Selvågane	30
5	Konklusjon	32
6	Referanser	33

Vedlegg 1: Tolkning av CPTu.

Vedlegg 2: Stabilitetsanalyser.

1 Innledning

COWI er engasjert av Vestland fylkeskommune som geoteknisk rådgiver, i forbindelse med prosjektering av nytt fortau langs eksisterende Fv. 615 fra Sandane sentrum til Storebrua.

COWI utarbeidet rapport A257198-RIG-NOT-001 datert 19. desember 2023 med geotekniske vurderinger som inkluderte utredning av områdestabilitet iht. NVE veileder 1/2019 ref. /6/ og lokal stabilitet, samt vurdering av nødvendige geotekniske tiltak. Strekningen er profil 1200-2450, dvs. ca. 1200 meter lang. Se oversikt i Figur 1.

I 29. april 2025 ble COWI informert at nye tiltak er planlagt i prosjektet. En fylling på Hangaren og et deponi på Selvågane, se oversiktskart i Figur 2. Alle beregninger hadde blitt sendt til oppdragsgiver i november 2025 i dokumentet «Sandane-Storebrua-COWI-RIG-2025-11-05», unntatt beregningene i Vedlegg 2, Kap. 2.2 og 2.3, som er nye, samt oppdatert utforming av deponiet på Selvågane. Omfang til denne rapporten (A257198-RIG-NOT-002) er begrenset til geotekniske vurderinger for de to nye planlagte tiltak (fylling på Hangaren og deponi på Selvågane). Det er ikke gjort noen nye vurderinger ifb. A257198-RIG-NOT-001, så vurderingene på den rapporten er fremdeles gyldige.



Figur 1: Utsnitt som viser plasseringen av traséen som ble vurdert i A257198-RIG-NOT-001 datert 19. desember 2023.



Figur 2. Lokasjoner for planlagt fylling på Hangaren (område 1) og deponi på Selvågane (område 2) som vurderes i dette notatet (A257198-RIG-NOT-002).

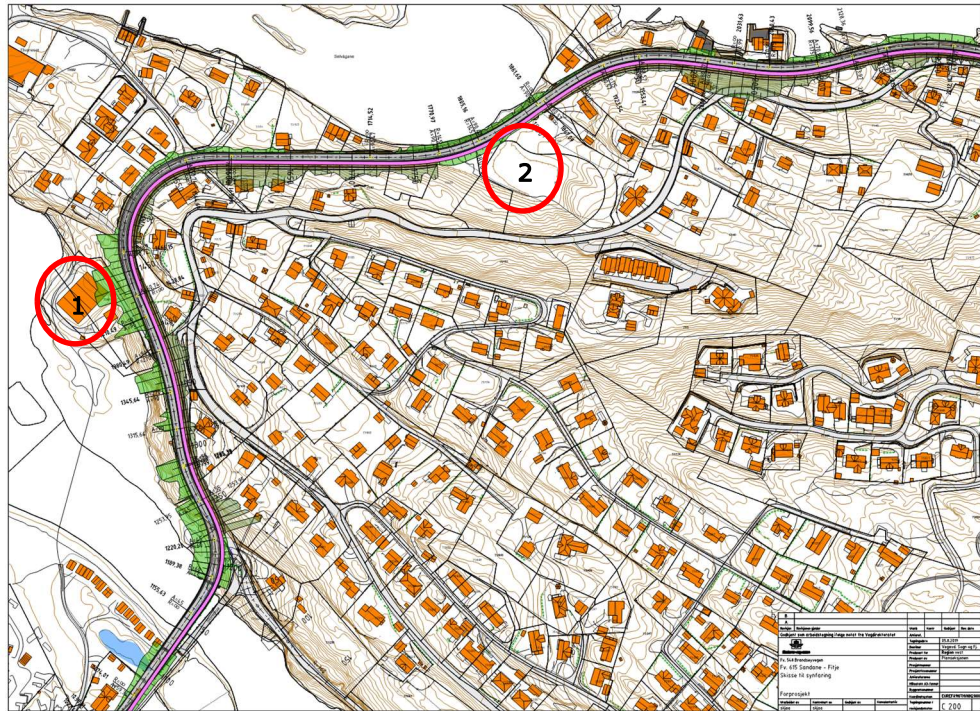
1.1 Plannivå

Den geotekniske prosjekteringsrapporten utarbeides for plannivå tilsvarende detaljreguleringsfase.

Dette oppdraget og rapporten tar ikke for seg vurderinger omkring forurenset grunn. Ved behov skal dette vurderes i et separat oppdrag.

1.2 Prosjektet

På Hangaren er det planlagt en fylling opp til kote +4,5 m. Området på Selvågane er planlagt som deponi. I Figur 3 vises de to områdene på topografiske kart.



Figur 3: Topografisk kart og tiltaksområder på Hangaren (1) og Selvågane (2). (kilde: forprosjekt materiale).

2 Prosjekteringsforutsetninger

Her presenteres gjeldende overordnet regelverk for geoteknisk prosjektering og vurderinger.

2.1 Regelverk

Følgende regelverk, standarder og veiledninger ligger til grunn for prosjektering og kontroll:

- > Statens Vegvesen, Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging, ref. /1/
- > Statens Vegvesen, Vegnormal N200: Vegbygging, ref. /2/
- > Eurokode 0: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, ref. /3/
- > Eurokode 1: NS-EN 1991-flere, Laster på konstruksjoner ref. /4/
- > Eurokode 7-1: NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Geoteknisk prosjektering del 1: Allmenne regler, ref. /5/

Og i den grad relevant benyttes følgende veiledning:

- > NVE veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred ref. /6/
- > Byggeteknisk forskrift (TEK17) ref. /7/

2.2 Geoteknisk kategori

N200, ref. /2/ og NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 ref. /5/ stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 "krav til prosjektering".

Prosjektet innebærer etablering av fylling og deponi på områder med påvist sprøprudmateriale/kvikkleire. For geoteknisk prosjektering er det valgt å plassere projektet i **Geoteknisk kategori 3**.

2.3 Konsekvensklasse/Pålitelighetsklasse (CC/RC)

V220, ref. /1/ og NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 ref. /3/ definerer byggverkets plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC).

Stabiliteten av planlagt deponi på Selvågane kan påvirke Fv. 615 og Åsavegen. ÅDT på Fv. 615 i tiltaksområdet er 2200-2600 med økende tall når man nærmer seg Sandane sentrum. I sentrum er ÅDT 3500. Åsavegen er en privatvei, så er ÅDT antakeligvis lavere enn Fv. 615. Stabiliteten av planlagt fyllingen på Hangaren påvirker ikke eksisterende bebyggelse eller eksisterende/planlagte

veier. Prosjektering av deponiet på Selvågane tilfaller i konsekvens- og pålitelighetsklassen CC/RC2. Konservativt velges samme klasse for fyllingen på Hangaren. Geoteknisk prosjektering av utgraving/fyllingsarbeider skal dermed gjøres iht. krav for **Konsekvensklasse/Pålitelighetsklasse (CC/RC) 2.**

2.4 Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse (PKK/UKK)

N200, ref. /2/ og NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 ref. /3/ gir føringer for krav til omfang av prosjekterings- og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori. I henhold til N200, tabell 1.2.1-1 medfører geoteknisk kategori 3 og RC2 at krav til kontroll av geotekniske arbeider settes til **prosjekterings- og utførelseskontrollklasse (PKK/UKK) 2.**

2.5 Krav til sikkerhetsfaktor

Det benyttes sikkerhetsfilosofi og partialfaktorer beskrevet av Statens Vegvesens regelverk gitt av V220 og N200. Basert på geotekniske grunnundersøkelser vurderes løsmassene som kan få sprøtt, kontraktant brudd.

For geoteknisk prosjektering plassert i CC2, forutsettes sikkerhet tilfredsstilt ved $\gamma_m \geq 1,5$ på totalspenningsbasis og $\gamma_m \geq 1,5$ på effektivspenningsbasis dersom bruddoverflate går gjennom sprøbruddmateriale/kvikkleire. For bruddoverflater som ikke går gjennom sprøbruddmateriale/kvikkleire er det antatt nøytralt brudd som tilsvarer et sikkerhetskrav $\gamma_m \geq 1,4$ for både total- og effektivspenningsanalyser. På Hangaren, for bruddoverflater som bare går gjennom fyllingen (dvs., ikke gjennom stedlige masser) er det antatt seigt, dilatant brudd (det forutsettes normal komprimering), som tilsvarer et sikkerhetskrav $\gamma_m \geq 1,3$ for effektivspenningsanalyse og $\gamma_m \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse. På Selvågane, for bruddoverflater som går gjennom sprøbruddmateriale/kvikkleire og delvis innen aktsomhetsområdet for kvikkleireskred, benyttes konservativt sikkerhetskrav fra NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» $\gamma_m \geq 1,61$ på totalspenningsbasis (dvs., ikke 1,5).

2.6 Partialfaktor for laster

For de geotekniske lastene anvendes $\gamma_G = 1,0$ for egenvekt av jord, og $\gamma_Q = 1,3$ (eller 0 hvis gunstig) for variable laster, ref. /3/.

I ulykkesgrensetilstanden (ALS) gis alle geotekniske laster en partialfaktor lik 1,0.

2.7 Laster

For stabilitetsberegninger benyttes det en jevnt fordelt karakteristisk trafikklast lik $q = 20 \text{ kPa}$.

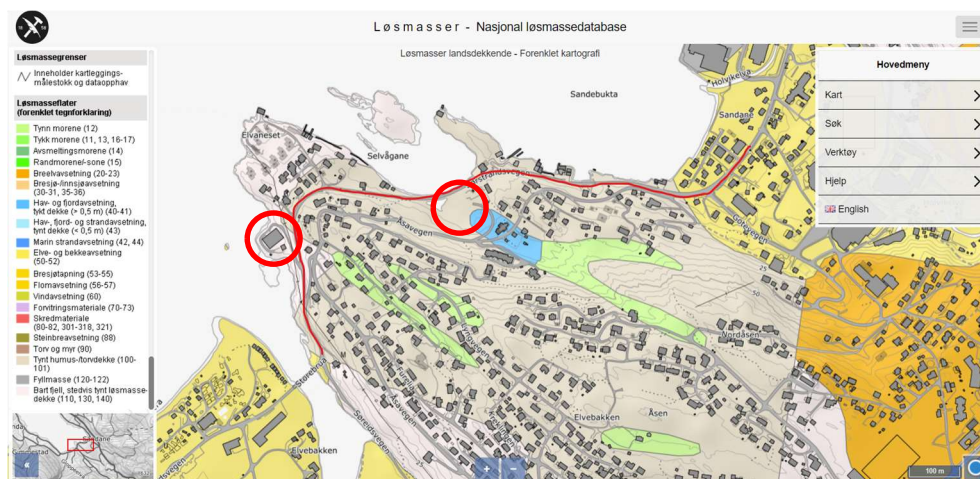
3 Grunnforhold

En generell gjennomgang av topografi for området og grunnforhold er nødvendig for å kunne vurdere tiltak i forhold til utførelses- og sikkerhetskrav, som må overholdes i forbindelse med graving og fylling.

Det er benyttet informasjon fra kvartærgeologisk kartgrunnlag og de utførte grunnundersøkelsene.

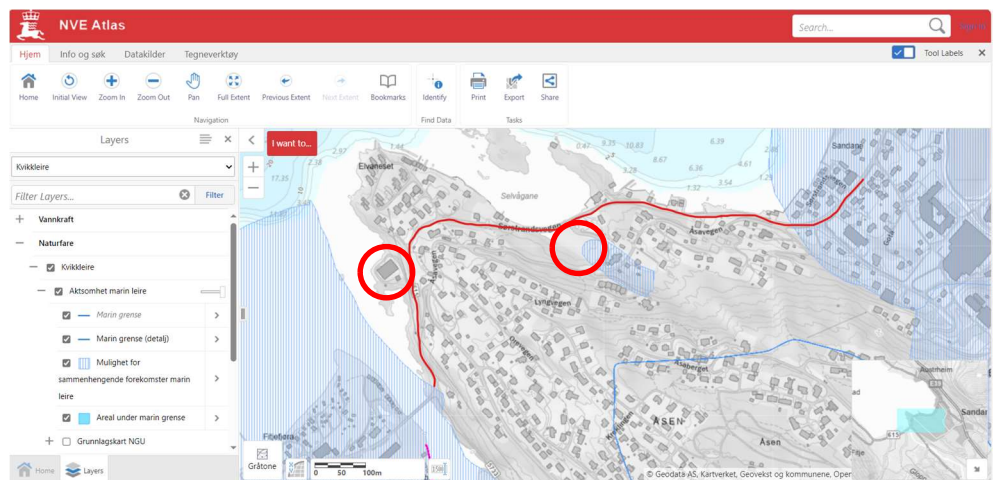
3.1 Kvartærgeologiske forhold

Området ligger under marin grense, og kvartærgeologisk kart/løsmassekart i Figur 4 viser tynt humus-/torvdekke og hav- og fjordavsetning (sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet) på Selvågane og bart fjell på Hangaren.



Figur 4: Utlipp fra NGUs løsmassekart som viser at prosjektområder er preget av bart fjell (på Hangaren, sirkel på vest) og tynt humus-/torvdekke og hav- og fjordavsetning (på Selvågane, sirkel på øst).

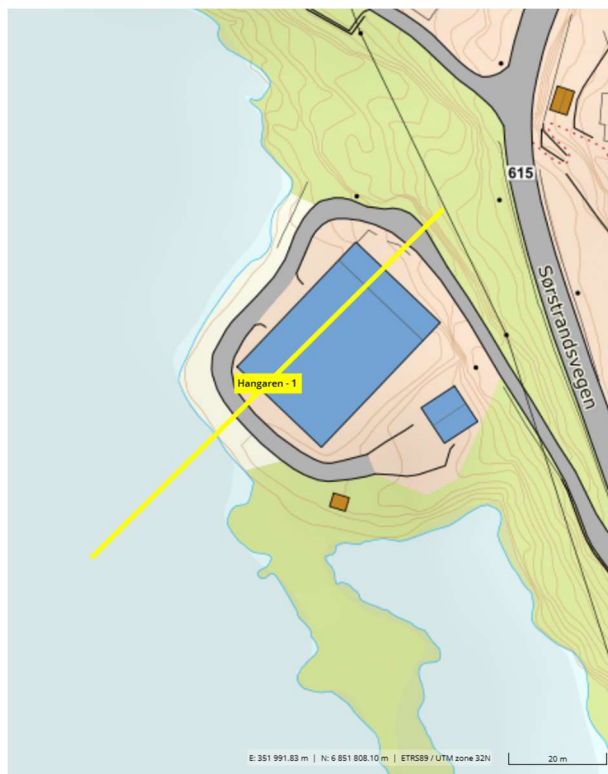
Figur 5 viser at det er stor mulighet for treff av marin leire på et delområde på Selvågane.



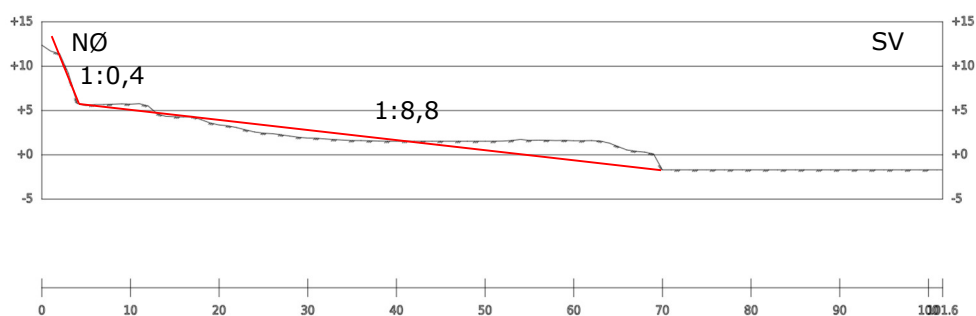
Figur 5: Utklipp fra NVE Atlas med angivelse av marin grense og kvikkleire faregrad, risikoklasse og kvikkleirepunktene. Prosjektområdene er markerte med røde sirkler. Området på Selvågane (sirkel på øst) ligger delvis på en sone med stor mulighet for treff av marin leire.

3.2 Topografi

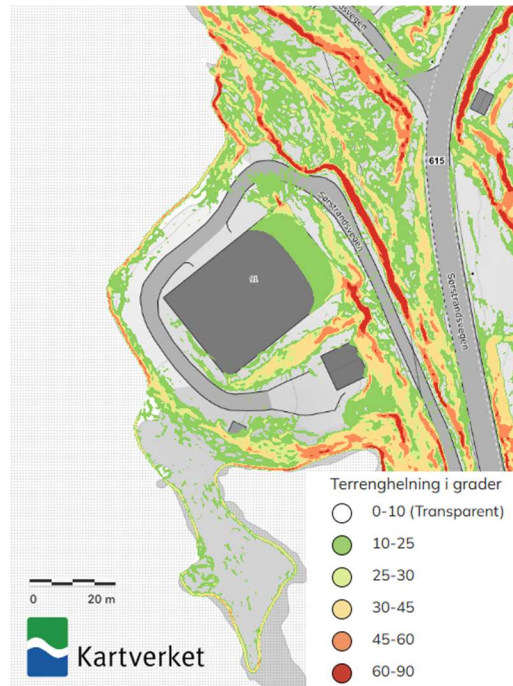
På Hangaren varierer terreng fra ca. kote -2 i sjø til ca. +6 på Sørstrandsvegen (på adkomstveg til Hangaren), se Figur 6 og Figur 7. Mesteparten av området er relativt flatt og ligger på rundt kote +2, se Figur 7 og Figur 8. På nordøst siden av adkomstveg er det bergskjæring, helningsgrad ca. 1:0,4.



Figur 6: Topografisk kart på Hangaren og snitt "Hangaren - 1" som vises i Figur 7. Kilde: Field Manager.

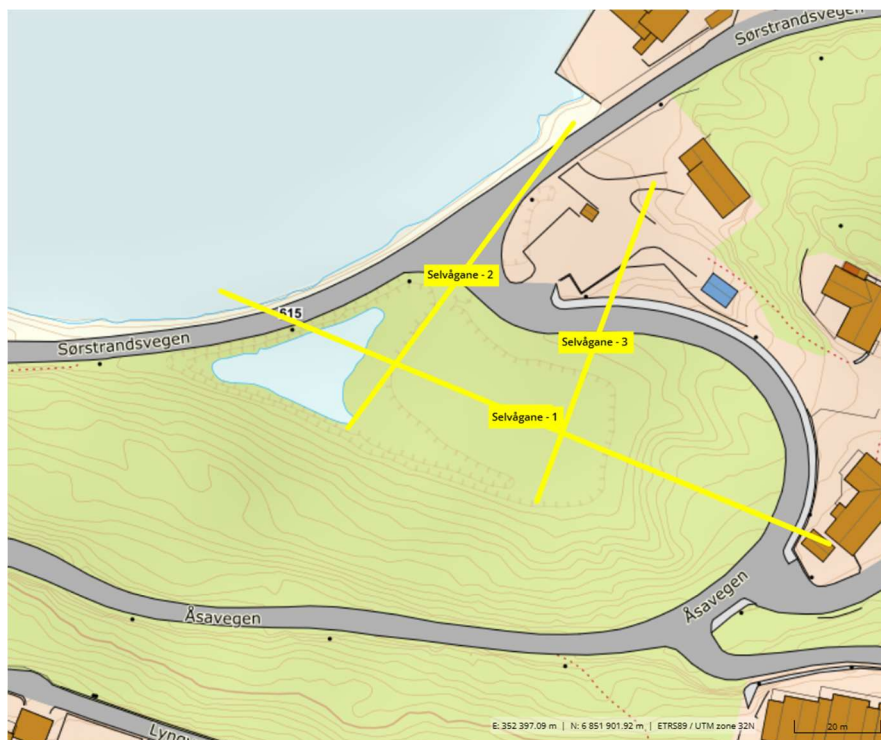


Figur 7: Snitt "Hangaren - 1". Beliggenhet vises i Figur 6.

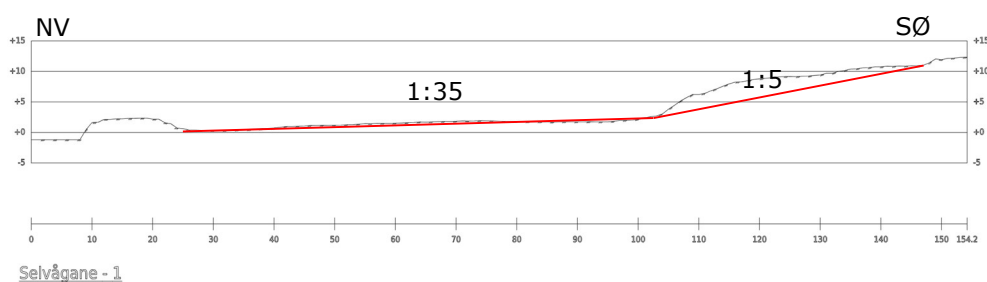


Figur 8: Helningskart på Hangaren. Kilde: hoydedata.no

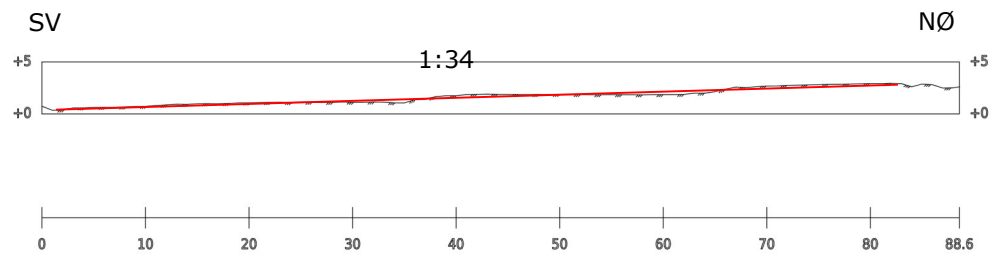
På Selvågane varierer terreng fra ca. kote 0 til ca. +2,5 på foten av skråning mot Åsavegen, se Figur 9, Figur 10, Figur 11 og Figur 12. Mesteparten av området er relativt flatt med helningsgrad mellom ca. 1:32 til 1:35, se Figur 10, Figur 11, Figur 12 og Figur 13. På sørøst- og sørvest-sider er det bratt skråning med helningsgrad ca. 1:5 i gjennomsnitt (Figur 10), med lokale variasjoner opp til 45 grader (Figur 13).



Figur 9: Topografisk kart på Selvågane og snitt som vises i Figur 10, Figur 11, og Figur 12.
Kilde: Field Manager.

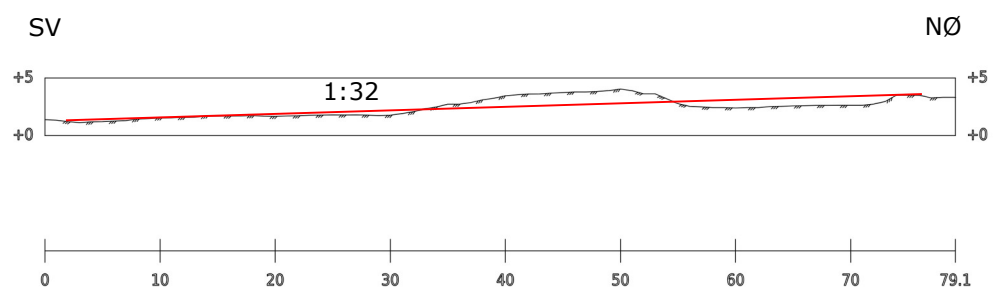


Figur 10: Snitt "Selvågane - 1". Beliggenhet vises i Figur 9.



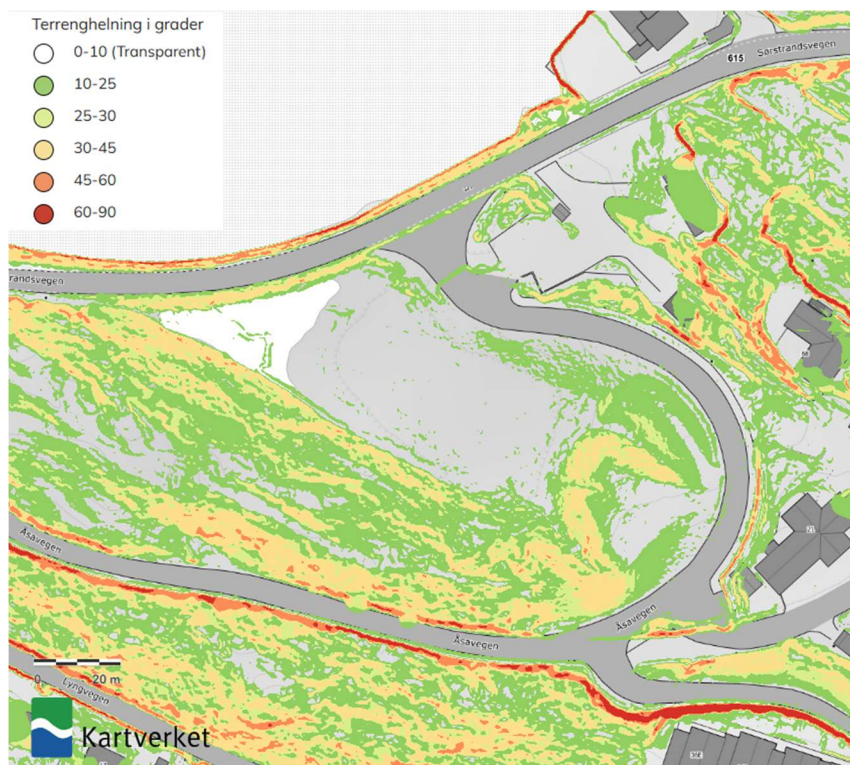
Selvågane - 2

Figur 11: Snitt "Selvågane - 2". Beliggenhet vises i Figur 9.



Selvågane - 3

Figur 12: Snitt "Selvågane - 3". Beliggenhet vises i Figur 9.



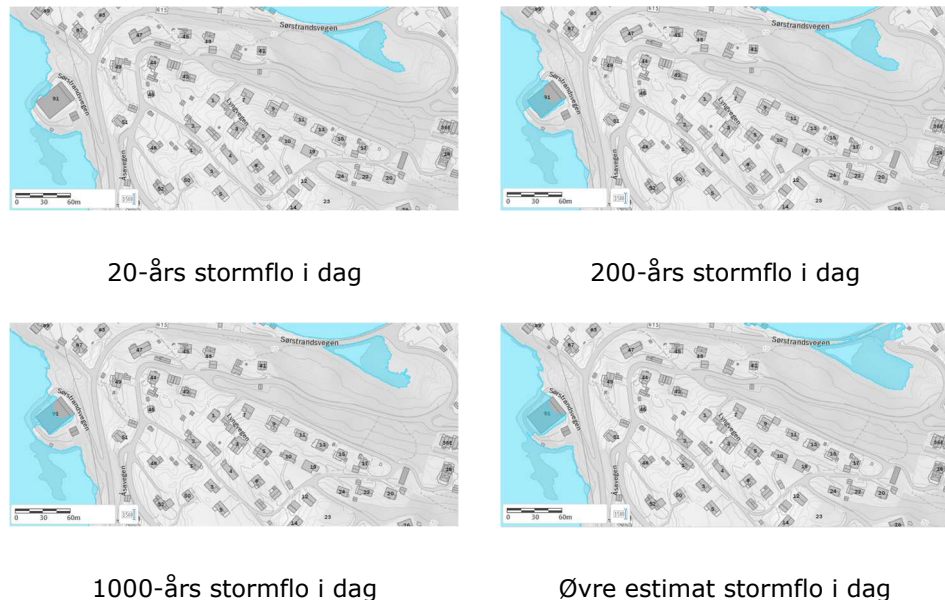
Figur 13: Helningskart på Selvågane. Kilde: hoydedata.no

3.3 Naturfare

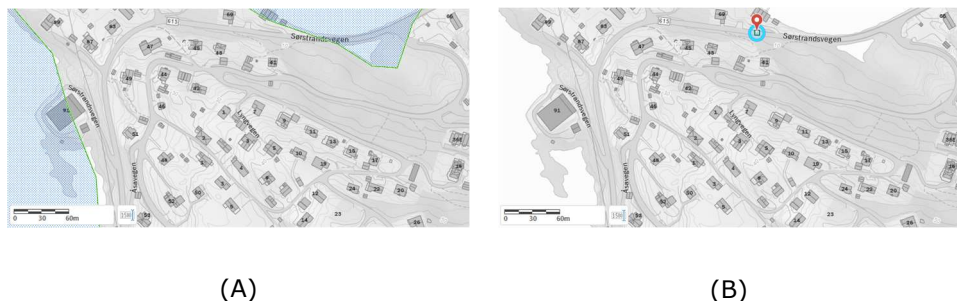
I henhold til TEK 17 ref. /7/ skal naturfarer for et hvert prosjekt ivaretas, herunder også områdestabilitet. I avsnittene under er det på bakgrunn av uttrekk fra NVE Atlas beskrevet de naturfarer som berører prosjektområdet.

NVE atlas viser at det ikke er fare for flom, men det er fare for stormflo (Figur 14). Angående skred i bratt terreng, ligger de to tiltaksområder delvis i faresone for tsunami utløst av fjellskred (årlig sannsynlighet $< 1/5000$), se Figur 15A. Skredhendelser databasen viser et steinskred utenfor tiltaksområder, se Figur 15B.

Videre vurdering av stormflo og skred i bratt terreng utføres ikke av geoteknikker.

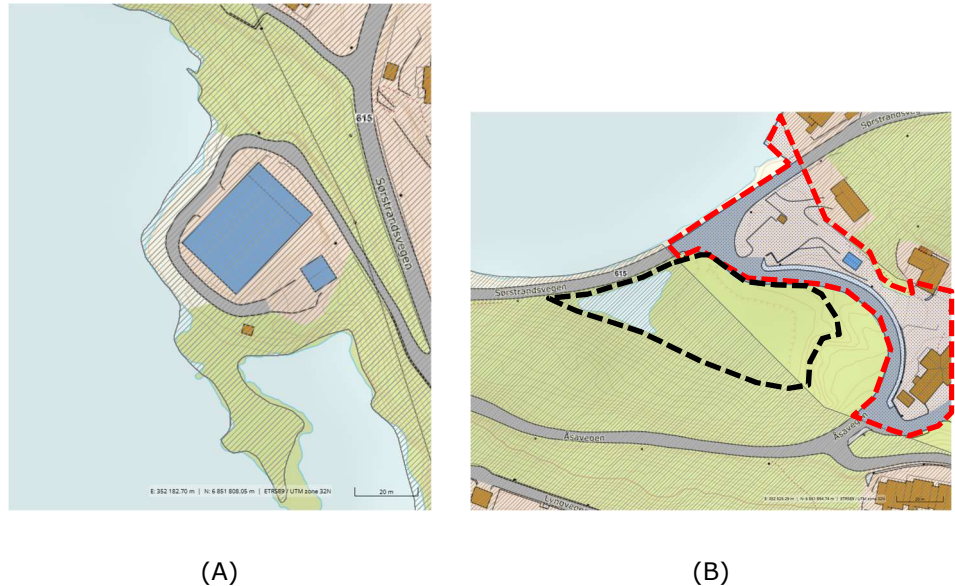


Figur 14: Fare for stormflo. Kilde: NVE Atlas.



Figur 15: Skred i bratt terreng. (A) Faresone for tsunami utløst av fjellskred (årlig sannsynlighet $< 1/5000$). (B) Steinskred datert 14. okt. 2008 fra skredhendelser databasen. Kilde: NVE Atlas.

Tiltaksområdet på Hangaren ligger i et område kartlagt som ingen risiko for kvikkleireskred (grå skravur i Figur 16A). På Selvågane ligger tiltaket (svart polygon i Figur 16A) delvis i et område uten risiko for kvikkleireskred. Utenfor nord-grensen av tiltaket ligger et aktsomhetsområde for kvikkleireskred (rød polygon i Figur 16B). Aktsomhetskart for kvikkleireskredfare kan brukes for å følge steg 2 og 3 i «Prosedyre for utredning av områdeskredfare» i NVE veileder 1/2019. Ettersom tiltakene på Hangaren og Selvågane ligger utenfor aktsomhetsområder for kvikkleireskred, er sikkerhet mot dette type skredet ivarettatt.



Figur 16: Aktsomhetskart for kvikkleireskred. (A) Hangaren. (B) Selvågane (tiltaksområdet er svart polygon, aktsomhetsområdet for kvikkleireskred er rød polygon). Kilde: NVE Atlas.

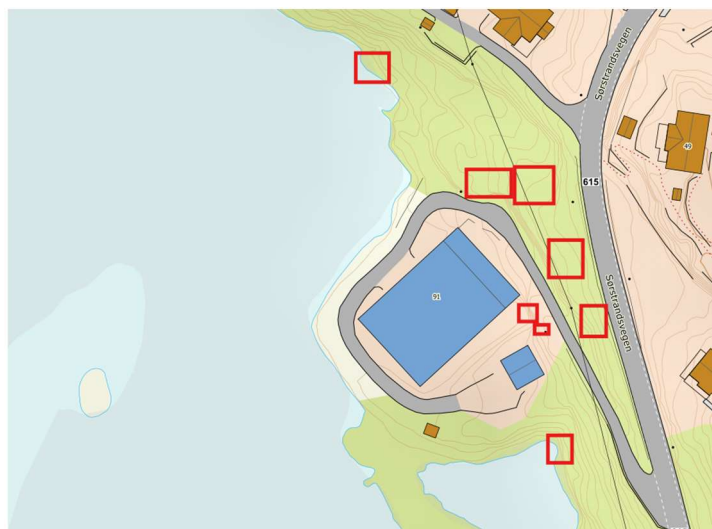
3.4 Eksisterende grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser ifb. dette prosjektet i 2023 og 2025. Alle er allerede registrert i NADAG database, se Figur 17. Grunnundersøkelser fra 1-41 er fra 2023. Borpunkt P103-P106 ble utført i 2025 ifb. vurderinger for dette notatet. finnes en del eksisterende grunnundersøkelser i området som ligger såpass langt fra prosjektområdet. Borpunkt 28-31 er også aktuelle for dette notatet. Det er indikasjon eller påvist sprøbruddmateriale i punkt 29 og 30, P103, P105 og P106.

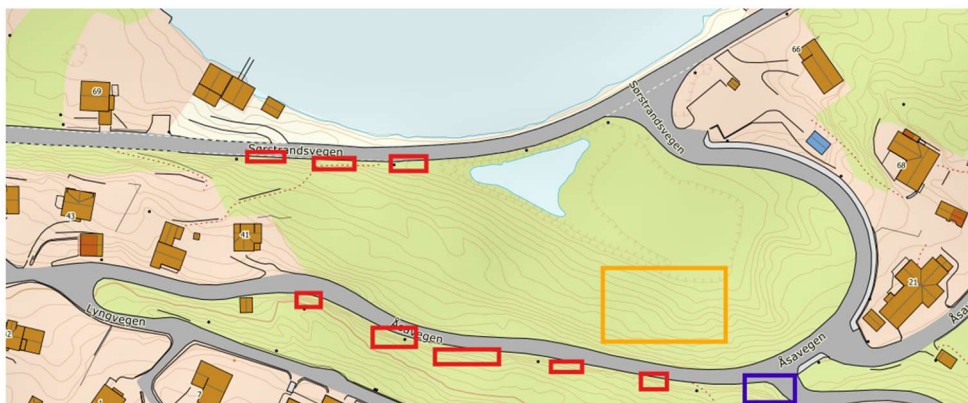


Figur 17: Geotekniske grunnundersøkelser registrert i NADAG databasen.

Som forberedelse til grunnundersøkelser i 2025 ble det utført befaring på Hangaren og Selvågane. Formål var identifisering av berg i dagen, erosjon og visuell vurdering av topografi i sjø ved Hangaren. Observasjoner av befaringen er oppsummert i Figur 18 og Figur 19. Det ble bekreftet at topografien i sjøen er flatt, som stemmer godt med Figur 10. Ingen tegn til erosjon ble identifisert.



Figur 18: Hangaren. Bergblotninger inni de røde rektanglene. Kilde: befaringsnotat.



Figur 19: Selvågane. Bergskjæringer funnet innenfor de røde rektangelene, steinblokker (mulig berg i dagen) innenfor det gule rektangelet og stor høy bergskjæring ved det blå rektangelet. Kilde: befæringsnotat.

3.5 Grunn- og grunnvannsforhold

3.5.1 Felt- og laboratorieundersøkelser

Geotekniske grunnundersøkelser utført i 2023 er beskrevet i A257198-RIG-NOT-001. Resultater finnes i datarapport ref. /8/. A257683 Rap-RIG-001 Datarapport Fv. 615 Sandane-Storebrua GU.

Geotekniske grunnundersøkelser i 2025 ble utført av COWI i uke 38. Resultater finnes i datarapport A298646 RAP-RIG-001 Datarapport Fv. 615 Sandane-Storebrua GU.

Feltarbeidet i 2025 omfattet:

- > 4 stk. totalsonderinger
- > 2 stk. trykksonderinger (CPTu)
- > 3 stk. prøveserier
- > 3 stk. elektriske poretrykksmålere (Geotech) med minne i 2 stk. borpunkt

Prøvene er undersøkt i laboratoriet hos Løvlien Georåd AS med tanke på klassifisering og identifisering av jordart.

Følgende undersøkelser ble utført:

- > 1 stk. rutineundersøkelser på sylinderprøver. Rutineundersøkelser av sylinderprøvene omfatter visuell beskrivelse av prøvemateriale, bestemmelse av densitet, 3 stk. vanninnhold, 2 stk. konus u/o, og 1 stk. enaks. og bilde av prøve.

- > 1 stk. rutineundersøkelser på sylinderprøver (sand). Rutineundersøkelser av sylinderprøvene omfatter visuell beskrivelse av prøvemateriale, bestemmelse av densitet, 3 stk. vanninnhold og 1 stk. enaks og bilde av prøve.
- > 10 stk. rutineundersøkelser på poseprøve. Rutineundersøkelser av poseprøvene omfatter visuell beskrivelse av prøvemateriale.
- > 10 stk. vanninnhold på poseprøve.
- > 7 stk. kornfordelingsundersøkelser ved kombianalyse.
- > 2 stk. konusforsøk på omrørt materiale.

3.5.2 Løsmasser, dybder til berg og grunnvannforhold

Løsmassene er vurdert ut fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i prosjektområdet. Det henvises til datarapporten A298646 RAP-RIG-001 for mer detaljert informasjon.

Hangaren

Terrengnivået for sonderingene ligger mellom kote +1,42 moh. ved borepunkt P103 til +4,33 moh. ved borepunkt P104.

Antatt berg ble påtruffet mellom -7,24 muh. i borepunkt P104 til kote -16,63 muh. i borepunkt P103. På P104 ble det ikke bergpåvisning.

Den påtrufne løsmassemektheten varierer fra mellom 11,57 m i borepunkt P104 til 18,05 m i borepunkt P103.

Det har blitt tatt opp prøver fra 1 borepunkt for testing i laboratoriet. Prøvedybden er på mellom 2,0 og 16,0 meter under terreng.

Basert på totalsonderingene og borloggene består løsmassene generelt av varierende masser med høy og lav sonderingsmotstand før berg påtreffes.

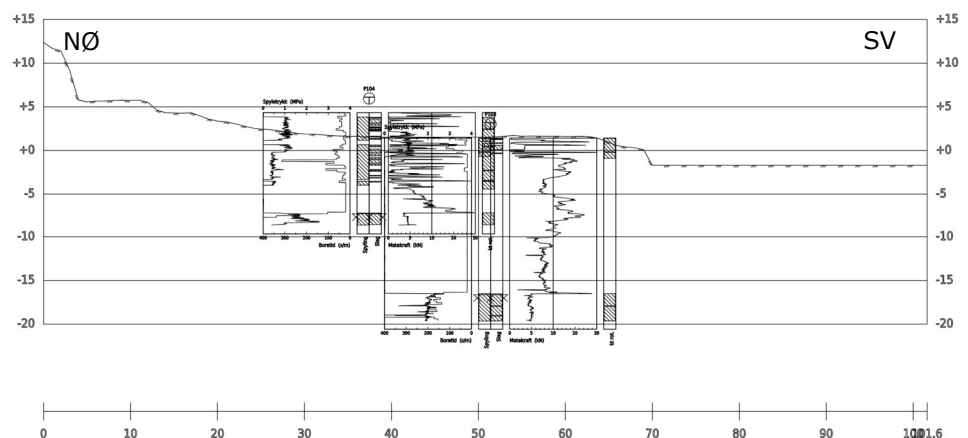
Basert på borprofil fra laboratorieundersøkelsene består løsmassene generelt av sandig, siltig materiale samt leire.

Elektriske piezometere ble installert på P103 i to dybder (5 m og 11 m under terreng). Avlesninger viser at grunnvannstand er ca. +0 moh og poretrykksfordeling er hydrostatisk.

Snitt «Hangaren-1» med utførte totalsonderinger vises i Figur 20 og Figur 21.



Figur 20: Hangaren. Utførte grunnundersøkelser og snitt som vises i Figur 21.



Figur 21: Snitt «Hangaren-1» med utførte totalsonderinger. Lokasjon av snitt vises i Figur 20.

Selvågane

Terrengnivået for sonderingene ligger mellom kote +0,87 moh. ved borepunkt P105 til +1,53 moh. ved borepunkt P106.

Antatt berg ble påtruffet mellom -1,57 moh. i borepunkt P106 til kote -6,38 moh. i borepunkt P105.

Den påtrufne løsmasseemektigheten varierer fra mellom 3,1 m i borepunkt P106 til 7,25 m i borepunkt P105.

Det har blitt tatt opp prøver fra de to borepunktene for testing i laboratoriet. Prøvedybde er på mellom 0 og 6,0 meter under terreng.

Basert på totalsonderingene og borloggene består løsmassene generelt av varierende masser med middels og lav sonderingsmotstand før berg påtreffes.

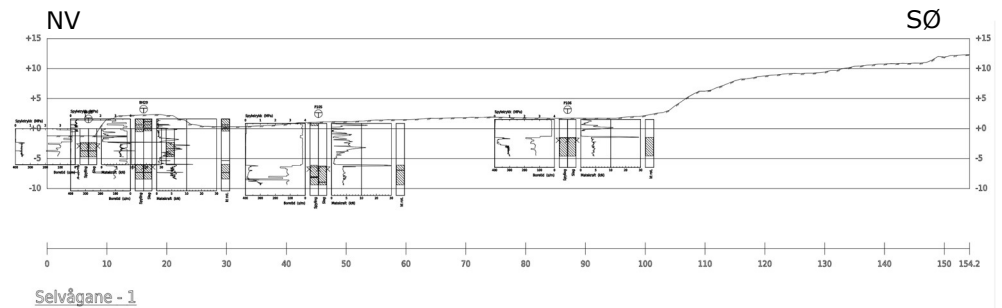
Basert på borprofil fra laboratorieundersøkelsene består løsmassene generelt av sandig, siltig materiale samt leire. Det ble påvist leire, sandig, siltig sprøbruddmateriale i boreprøve P105 og kvikkleire i P106.

En elektrisk piezometer ble installert på P105 i 6,7 m under terreng. Avlesninger viser at grunnvannstand er ca. på terreng. I tillegg ble det observert vann på terreng. Dermed vurderes at poretrykksfordeling er hydrostatisk.

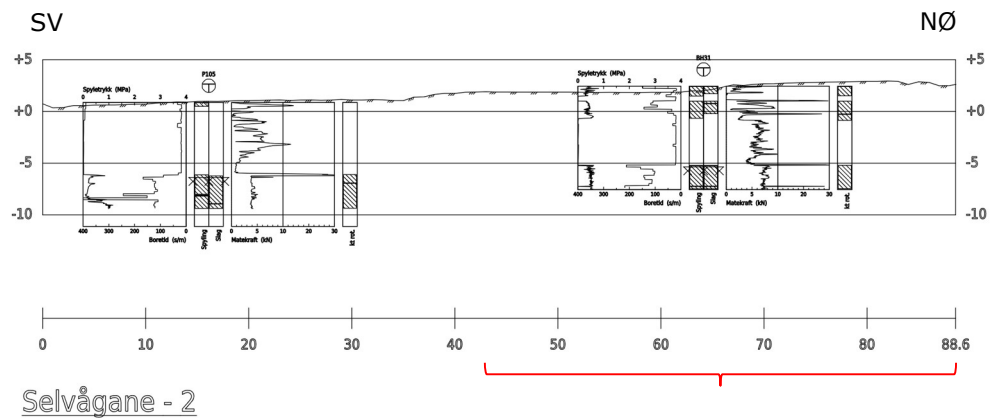
Snittene «Selvågane-1», «Selvågane-2» og «Selvågane-3» med utførte totalsonderinger vises i Figur 22, Figur 23, Figur 24 og Figur 25.



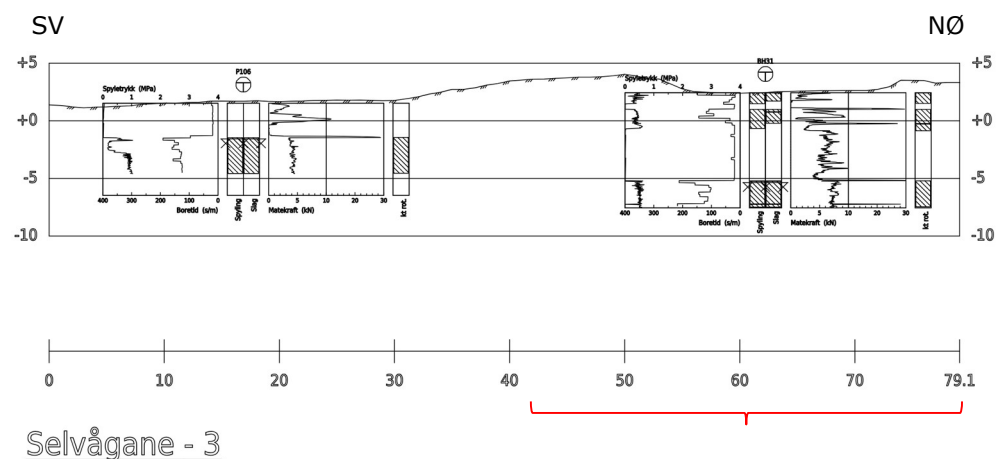
Figur 22: Selvågane. Utførte grunnundersøkelser og snitt som vises i Figur 23, Figur 24 og Figur 25. Det vises også grunnundersøkelser fra 2023 som er relevante for grunnforholdsmodeller og stabilitetsanalyser (BH28-BH31).



Figur 23: Snitt «Selvågane-1» med utførte totalsonderinger. Lokasjon av snitt vises i Figur 22. Det vises også grunnundersøkelser fra 2023 (BH28-BH31).



Figur 24: Snitt «Selvågane-2» med utførte totalsonderinger. Lokasjon av snitt vises i Figur 22. Den røde krøllparentesen dekker delen av snittet innen aktsomhetsområdet for kvikkleireskred (fra ca. posisjon 42,2 m). Det vises også grunnundersøkelser fra 2023 (BH28-BH31).



Figur 25: Snitt «Selvågane-3» med utførte totalsonderinger. Lokasjon av snitt vises i Figur 22. Den røde krøllparentesen dekker delen av snittet innen aktsomhetsområdet for kvikkleireskred (fra ca. posisjon 41,3 m). Det vises også grunnundersøkelser fra 2023 (BH28-BH31).

3.5.3 Materialparametere

Valg av designparametere er basert på utførte grunnundersøkelser presentert i datarapportene (A257683 Rap-RIG-001 og A298646 RAP-RIG-001), tolkning av CPTu (vedlegg 1) og empiriske verdier fra Statens vegvesens håndbok V220 ref. /1/. Tolkning av styrkeparametere ble utført med hjelp av lab- og feltdata (CPTu), samt erfaringsverdier.

Lagdeling og materialparametere for Hangaren vises i vedlegg 2 (kap. 1) og Tabell 1, henholdsvis.

Tabell 1. Lagdeling og materialparametere i P103, på Hangaren, kote + 1,42 moh.

Materiale	Dybdeintervall (m under terreng) <i>[kote]</i>	Tyngde- tetthet (kN/m ³)	Friksjons- vinkel (grader)	Attraksjon (kPa) <i>Kohesjon (kPa)</i>	C _{uA} (kPa)
Fyllmasser	0-2,0 <i>+1,42 til - 0,58</i>	18,5(*)	37(*)	2,5(*) <i>1,9</i>	-
Sand 1	2,0-3,0 <i>-0,58 til -1,58</i>	19,6(**)	35	0	-
Silt	3,0-3,7 <i>-1,58 til -2,28</i>	19,6(**)	35	0	24 (fra CPTu P105)
Sand 2	3,7-9,6 <i>-2,28 til -8,18</i>	19,6(**)	35	0	-
Sand 3	9,6-12,6 <i>-8,18 til - 11,18</i>	18 (*)	32	0	-
Kvikkleire	12,6-18,05 <i>-11,18 til - 16,63</i>	19,7(**)	26	0	Anbefalt kurve i CPTu P103

Merknader:

Friksjonsvinkel tolket fra CPTu P103.

(*) N-V220 (2025), Tabell 3.6.2-1.

(**) Prøver på 105.

Lagdeling og materialparametere for Selvågane vises i vedlegg 2 (kap. 2) og Tabell 2, henholdsvis.

Tabell 2: Lagdeling på Selvågane

Materiale	Mektighet (m)	Tyngde- tetthet (kN/m ³)	Friksjons- vinkel (grader)	Attraksjon (kPa)	C _{uA} (kPa)
Siltig materiale	1,5 m til 6 m	19,5	30 (*)	0	Anbefalt kurve i CPTu P105
Kvikkleire	1 m til 5 m	19,5	25 (*)	0	Anbefalt kurve i CPTu P105

(*) CPTu P105, se vedlegg 1.

4 Stabilitetsanalyser

4.1 Planlagt fylling på Hangaren

Det er vurdert dagens situasjon og en fylling til kote +4,5 moh. Resultater av stabilitetsanalyser vises i vedlegg 2 (kap. 1) og er oppsummert i Tabell 3. Ettersom skjærstyrke i planlagt fylling er ikke inkludert i analyser, er aktuelle sikkerhetsfaktorer noe høyere enn beregnet.

Tabell 3: Resultater av stabilitetsanalyser på Hangaren. Analysene vises i vedlegg 2 (kap. 1).

Situasjon	Type analyse (TSA/ESA)	Glideoverflate gjennom kvikkleire?	FS (sirkulær)	FS (optimalisert)	Krav
Dagens	TSA	Nei	2,55	2,29	1,4
Dagens	TSA	Ja	4,10	3,65	1,5
Dagens	ESA	Nei	1,64 (*)	1,40 (*)	1,4
Dagens	ESA	Ja	5,29	4,40	1,5
Fylling (kote +4,5)	ESA	Nei	1,37 (*)	1,25~1,3 (*)	1,3
			1,60 (**)	1,57 (**)	1,4
Fylling (kote +4,5)	TSA	Ja	2,58	2,32	1,5

(*) Grunn glideoverflate.

(**) Kritisk glideoverflate gjennom topp av fyllingen.

Sikkerheten er tilstrekkelig for en fylling til kote +4,5 moh, kantene med en skråningshelning 1:1,25 eller slakere.

4.2 Planlagt deponi på Selvågane

Stabiliteten er vurdert på Selvågane langs tre snitt: Selvågane-1, Selvågane-2 og Selvågane-3. Beliggenhet av snittene vises i Figur 22. Resultater av stabilitetsanalyser vises i vedlegg 2, kap. 2.1, 2.2 og 2.3 for Selvågane-1, Selvågane-2 og Selvågane-3, hhv.

Det ble vurdert flere mektigheter av deponiet og flere posisjoner. Analyser i vedlegg 2 (kap. 2), viser at stabiliteten er tilfredsstillende for følgende utforming av deponiet (se også Figur 26):

- > Område A: fylling ved Fv. 615, maks. mektighet 3 m, bredde 22 m.
- > Område B: fylling ved Åsavegen, maks. mektighet 2 m, bredde 10 m.
- > Område C: fylling på resten av tiltaksområdet, maks. mektighet 4 m.
- > Alle kantene på fyllingen med en skråningshelning 1:2,5 eller slakere.
- > Ila. utførelse, ikke mer enn 1 m høydeforskjell i fylling mektighet i naboområder (f.eks., det er ikke akseptabelt å øke til 3 m tykkelse hvis det er nabo delområder med tykkelse < 2 m).



Figur 26: Områder for utforming av deponiet på Selvågane.

5 Konklusjon

Rapporten inneholder en geoteknisk vurdering av planlagte tiltak på Hangaren og Selvågane, en fylling og et deponi, hhv. Ut fra dette vurderes styrkeparametere og lokal stabilitet. Sikkerhet mot kvikkleireskred iht. NVE veileder 1/2019 er ivarettatt ettersom tiltaksområder er utenfor aktsomhetsområder for kvikkleireskred.

Grunnundersøkelser viser at løsmassetykkelsen og bergdybden er ganske varierende i områder. I hovedsak består lagdeling av siltige, sandige og leirige materiale. Det ble påvist både sprøbruddmateriale og kvikkleire på flere prøver. Tolkningen av CPTu bekrefter lagdeling fra prøveserier.

På Hangaren, viser stabilitetsanalyser at en fylling kan etableres til kote +4,5 moh. Kantene med en skråningshelning 1:1,25 eller slakere avhengig av materiale og komprimering.

På Selvågane, kan deponiet etableres med mektigheter fra 2 m til 4 m. Fra stabilitetsanalyser er det vurdert mektigheter for delområder, se kap. 4.2 og Figur 26 for detaljer. Ila. utførelse, ikke mer enn 1 m høydeforskjell i fylling mektighet i naboområder (f.eks., det er ikke akseptabelt å øke til 3 m tykkelse hvis det er nabo delområder med tykkelse < 2 m).

Prosedyrer for utførelse av fylling og deponier vurderes nærmere ifm. utarbeiding av byggeplan.

6 Referanser

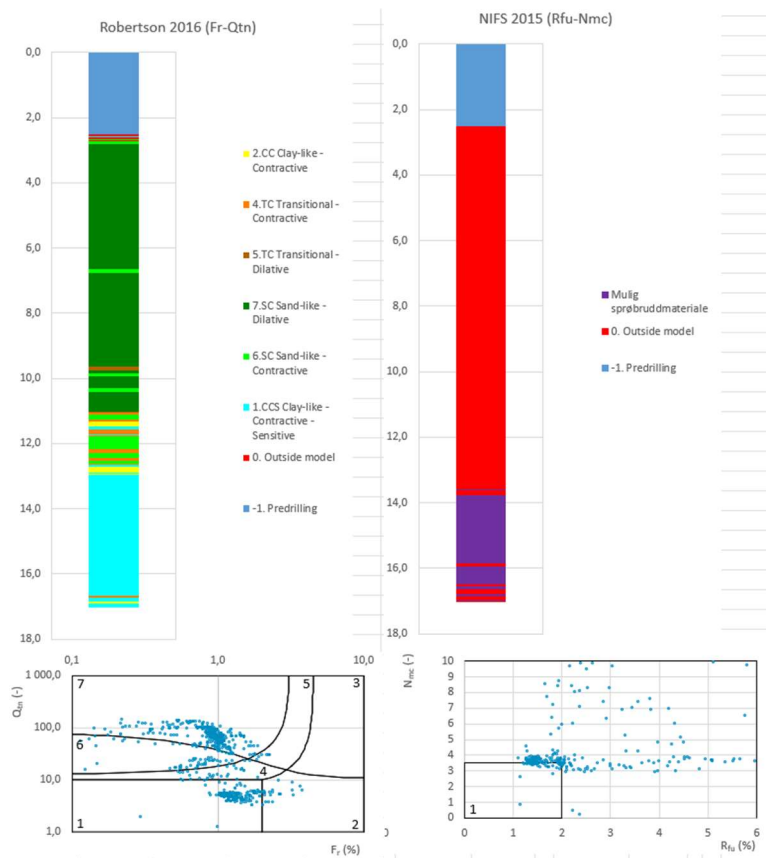
- /1/ Statens Vegvesen, Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging (2023)
- /2/ Statens Vegvesen, Vegnormal N200: Vegbygging (2022)
- /3/ Eurokode 0: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- /4/ Eurokode 1: NS-EN 1991-flere, Laster på konstruksjoner
- /5/ Eurokode 7-1: NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Geoteknisk prosjektering del 1: Allmenne regler
- /6/ NVE veileder nr. 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred.
- /7/ Byggteknisk forskrift (TEK17)
- /8/ COWI (14.11.2023) A257683 Rap-RIG-001 Datarapport Fv. 615 Sandane-Storebrua GU.

VEDLEGG 1: CPTu tolkning

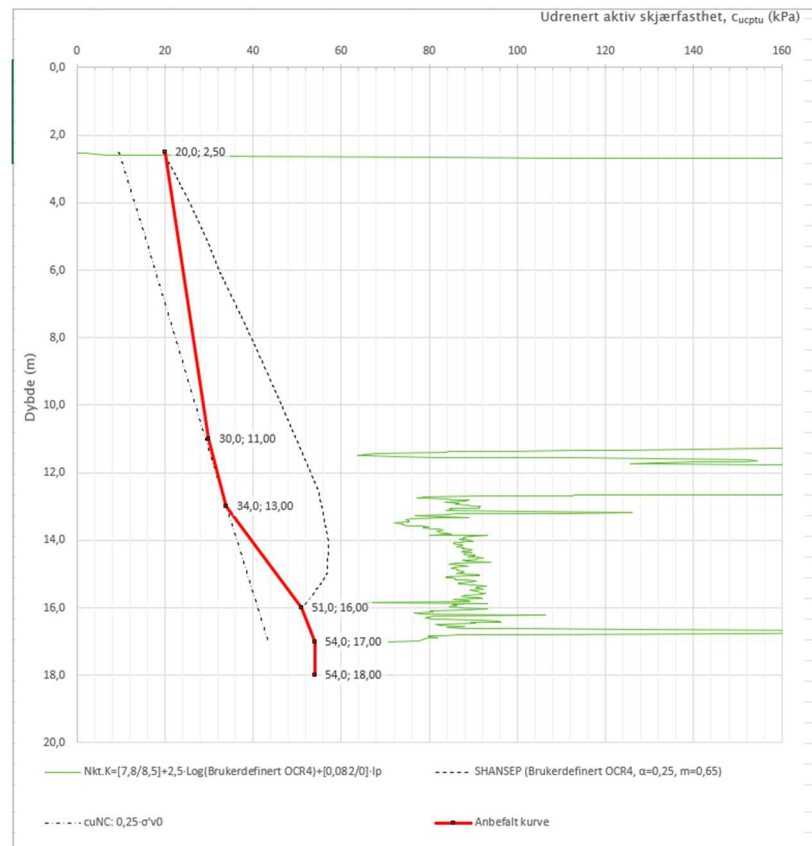
1. CPTu P103
2. CPTu P105

1. CPTu P103. Anvendelsesklasse 1 (ref. datarapport A298646 RAP-RIG-001)

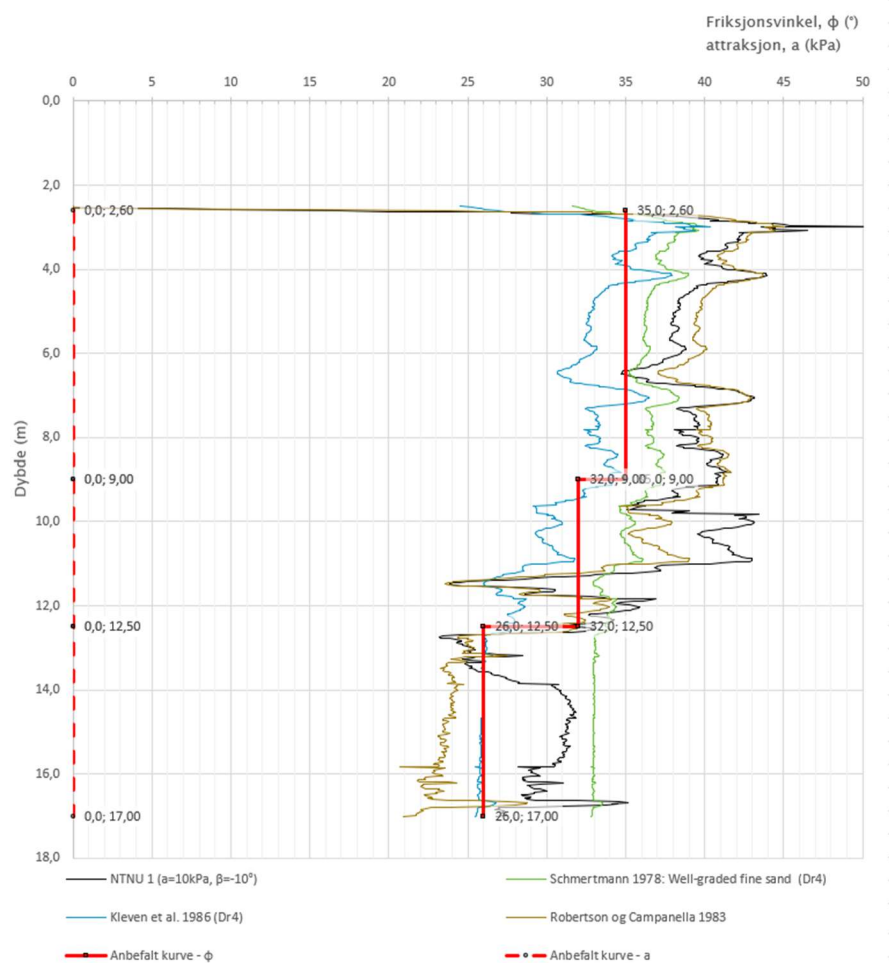
1.1. Lagdeling.



1.2. Udrenert skjærstyrke

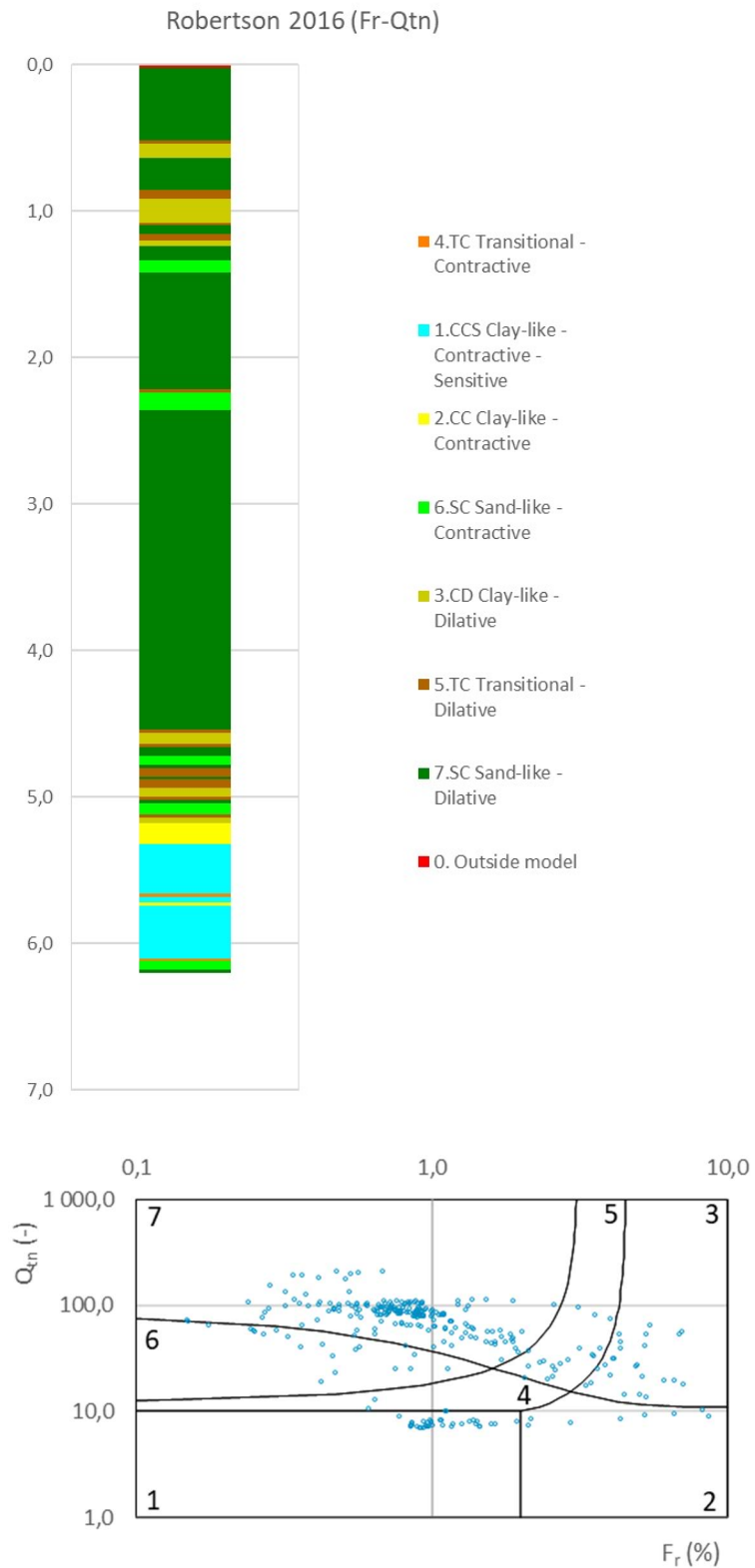


1.3. Drenerte parametere



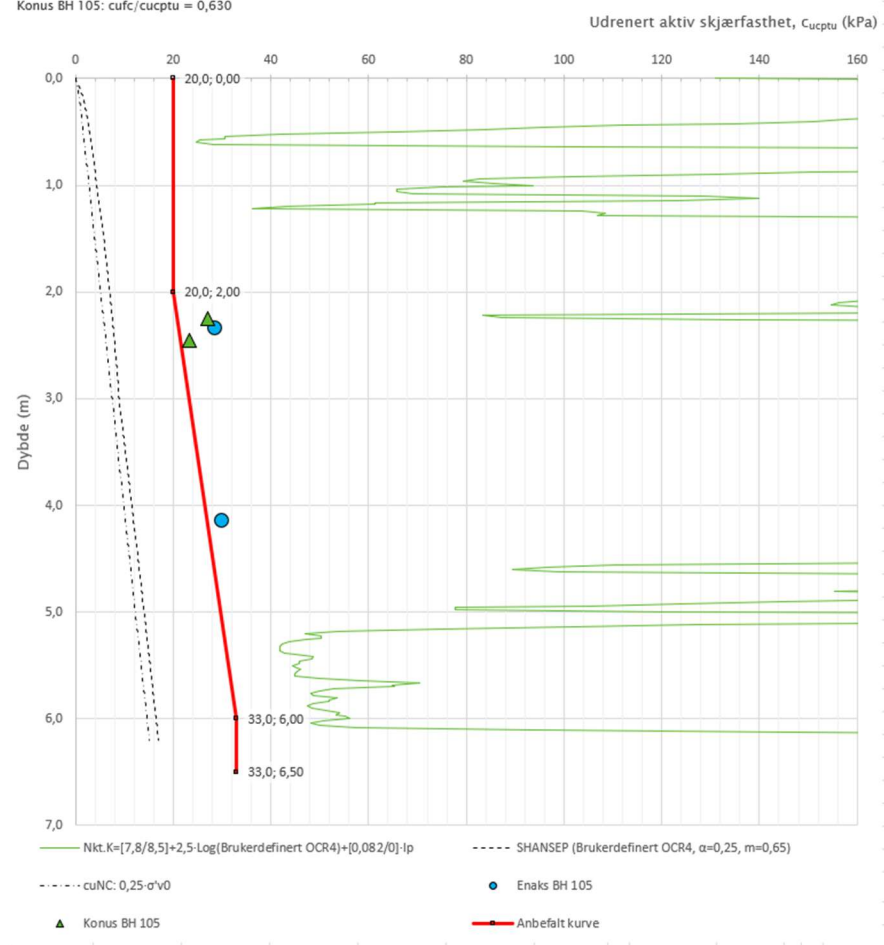
2. CPTu P105. Anvendelsesklasse 1 (ref. datarapport A298646 RAP-RIG-001)

2.1. Lagdeling

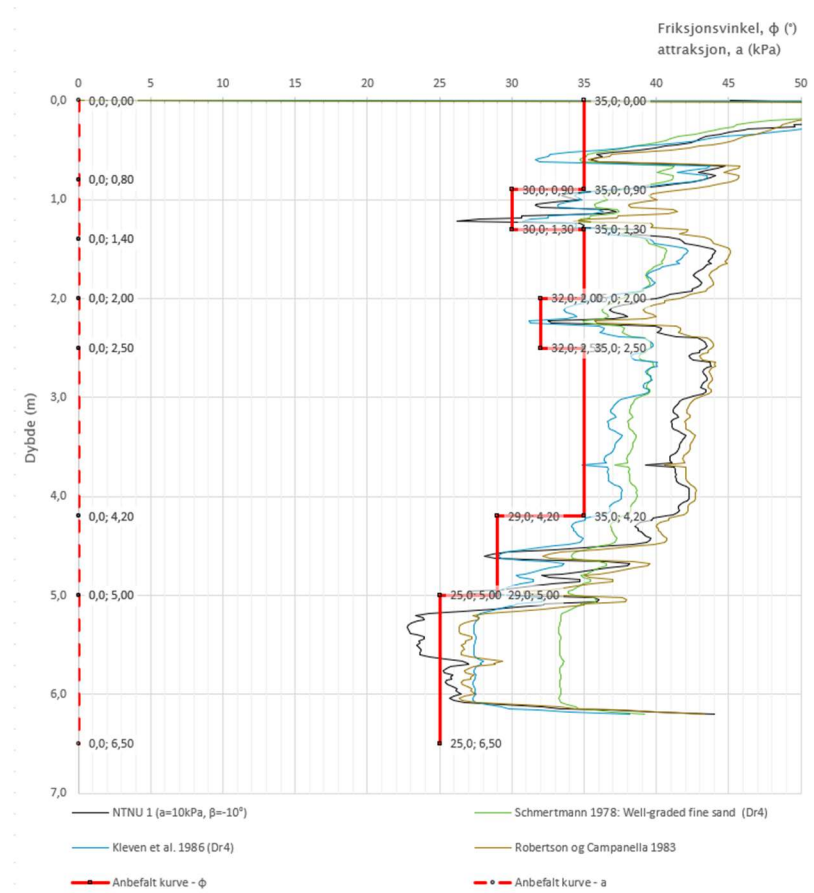


2.2. Udrenert skjærstyrke

Anisotropiforhold i figur:
Enaks BH 105: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0,630$
Konus BH 105: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$



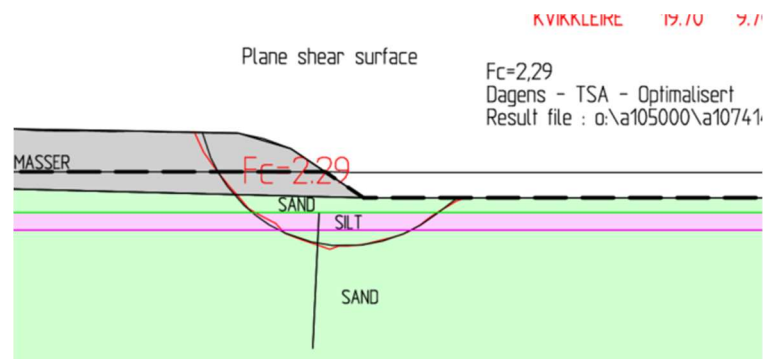
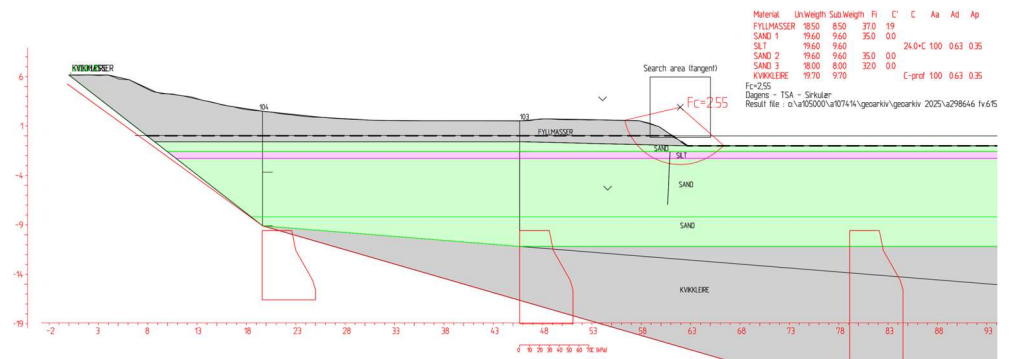
2.3. Drenerte parametere



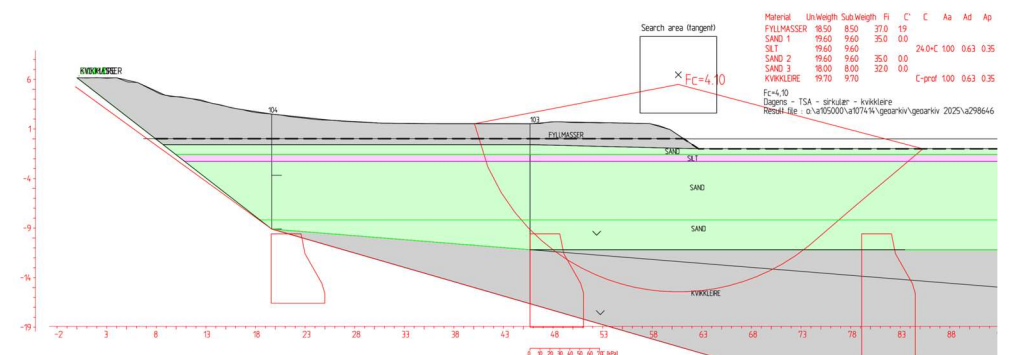
VEDLEGG 2: Stabilitetsanalyser

1. Hangaren

1.1. Dagens – Totalspenningsanalyse – glideoverflate ikke gjennom kvikkleire



1.2. Dagens – Totalspenningsanalyse – glideoverflate gjennom kvikkleire

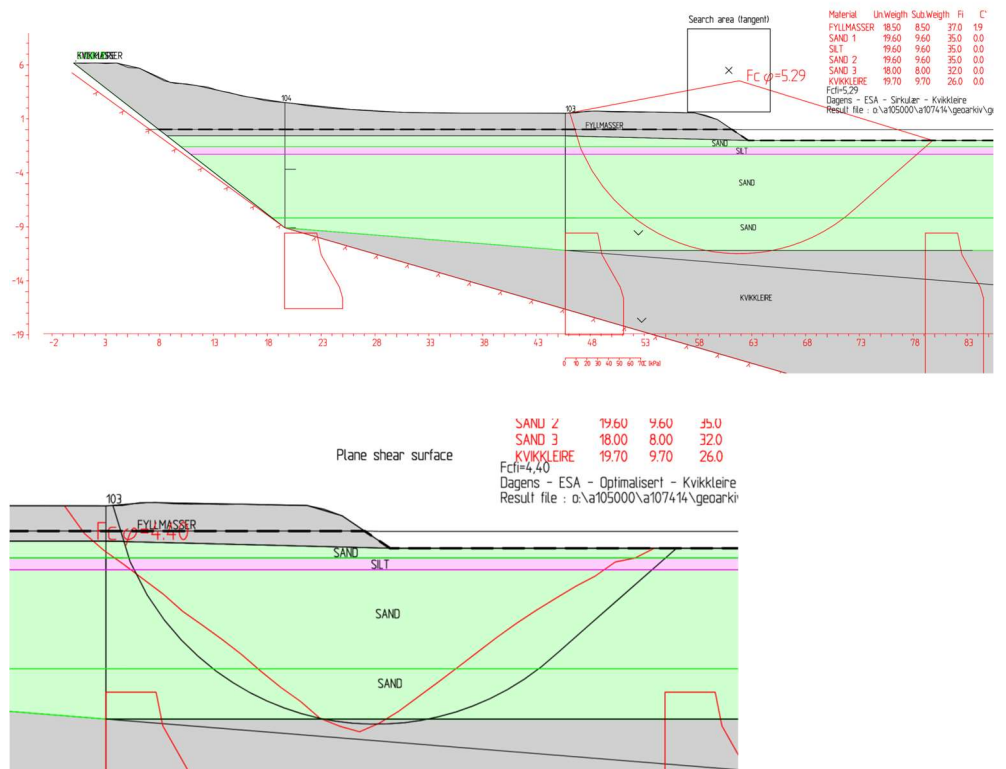




1.3. Dagens – Effektivspenningsanalyse – glideoverflate ikke gjennom kvikkleire

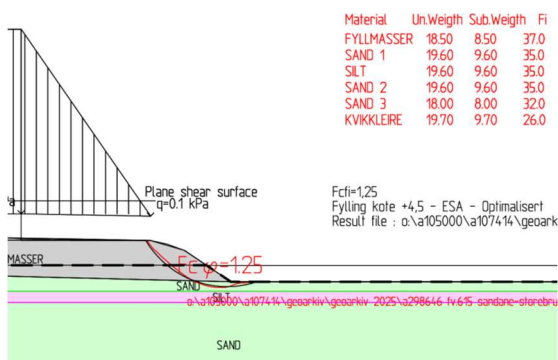
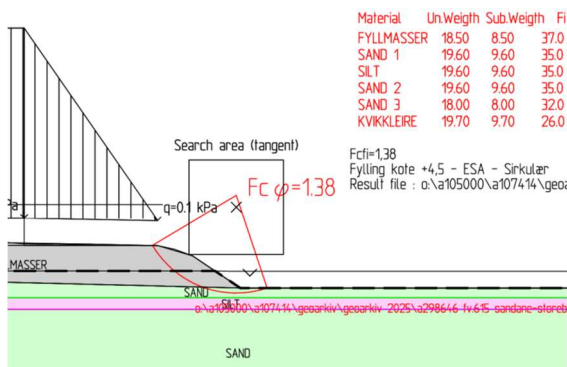


1.4. Dagens – Effektivspenningsanalyse – glideoverflate gjennom kvikkleire

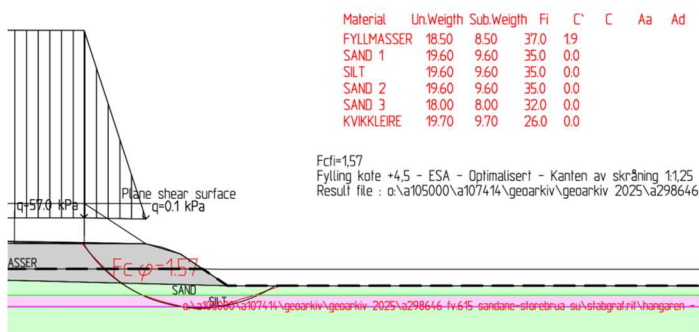
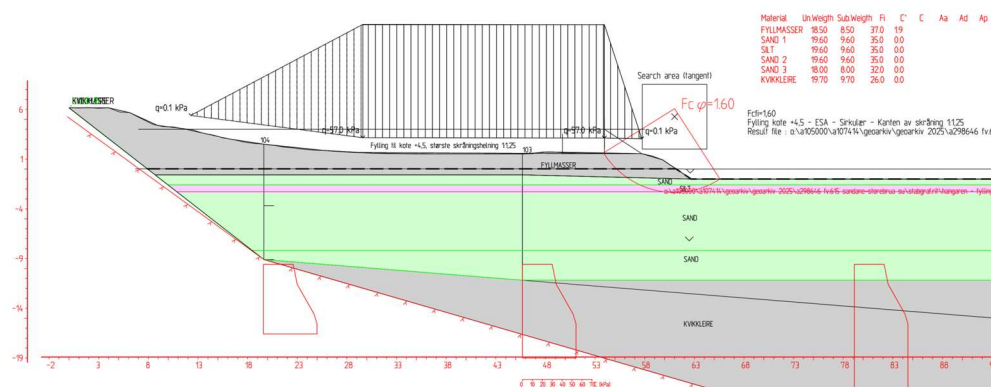


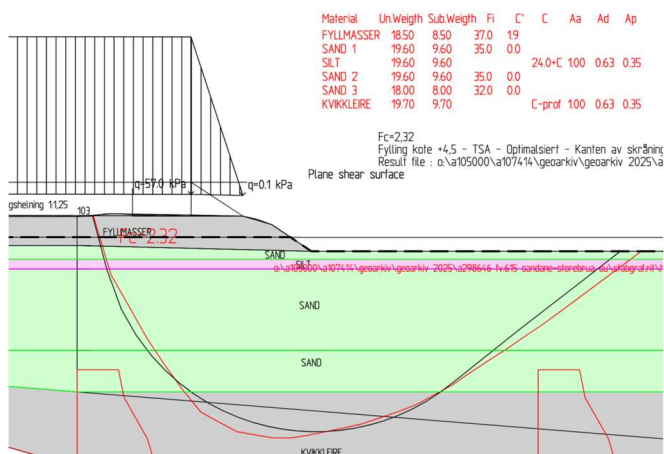
1.5. Fylling til kote +4,5 moh – Effektivspenningsanalyse – glideoverflate ikke gjennom kvikkleire

Grunn glideoverflate:



Kritisk glideoverflate gjennom topp av fyllingen:



[illegible]

2. Selvågane

2.1. Selvågane-1. Lagdeling: silt (lilla), kvikkleire (grå).



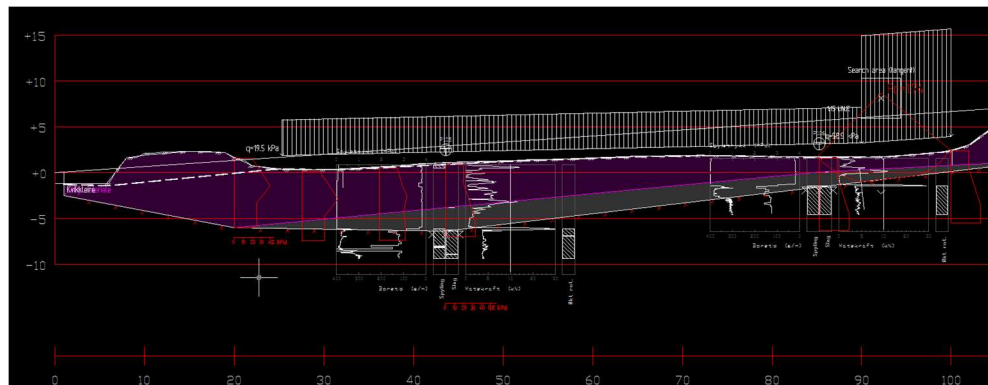
2.1.1. Fylling ved Fv. 615, bredde = 10 m



Mektighet (m)	Fc
4	1,27
3,5	1,46
3	1,72

Krav til sikkerhet: $F_c \geq 1,5$

- 2.1.4. Fylling ved foten av skråningen mot Åsavegen (mektighet 3 m, bredde 10 m) og fylling på resten av tiltaksområdet (mektighet 1 m, bredde 65 m)

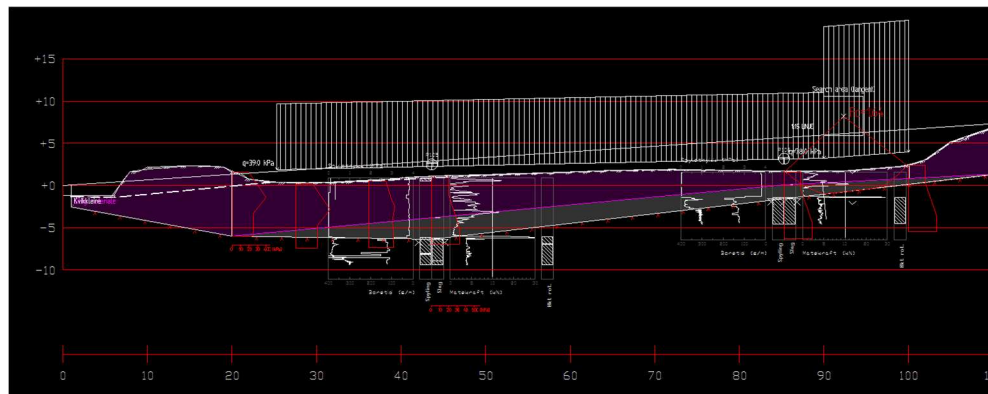


F_c sirkulær = 1,74

F_c optimal. = 1,63

Krav til sikkerhet: $F_c \geq 1,5$

- 2.1.5. Fylling ved foten av skråningen mot Åsavegen (mektighet 4 m, bredde 10 m) og fylling på resten av tiltaksområdet (mektighet 2 m, bredde 65 m)



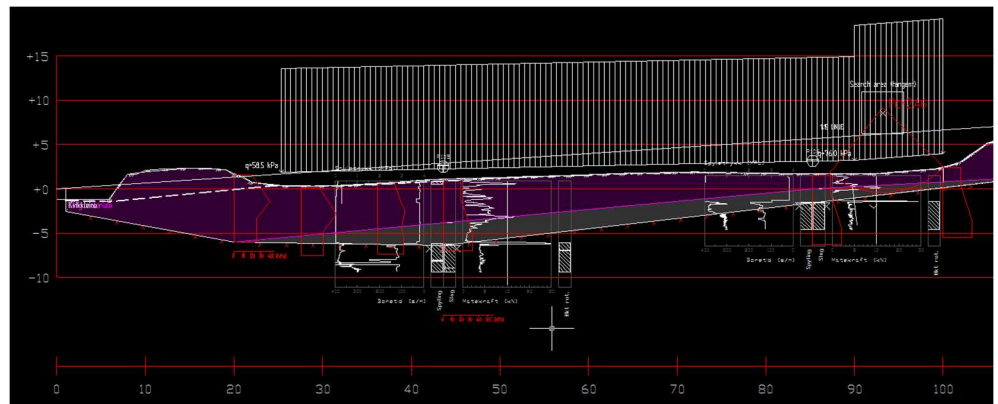
F_c sirkulær = 1,64

F_c optimal. = 1,53

$F_c\phi = 4,6$

Krav til sikkerhet: $F_c \geq 1,5$; $F_c\phi \geq 1,5$

- 2.1.6. Fylling ved foten av skråningen mot Åsavegen (mektighet 4 m, bredde 10 m) og fylling på resten av tiltaksområdet (mektighet 3 m, bredde 65 m)

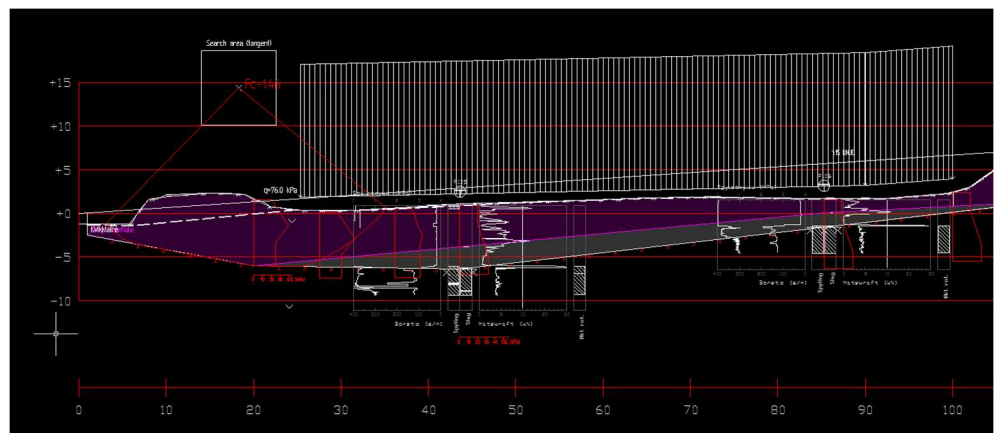


F_c sirkulær = 2,46

F_c optimal. = 2,30

Krav til sikkerhet: $F_c \geq 1,5$

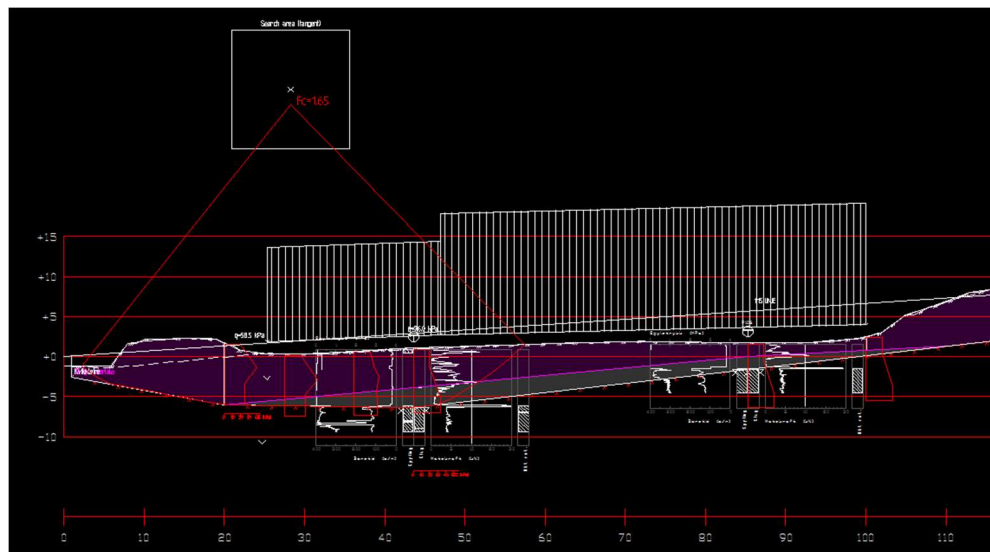
- 2.1.7. Fylling, mektighet 4 m, hele tiltaksområdet



F_c sirkulær = 1,46

Krav til sikkerhet: $F_c \geq 1,5$

2.1.8. Fylling mot Fv. 615 (mektighet 3 m, bredde 22 m) og fylling på resten av tiltaksområdet (mektighet 4 m)



F_c sirkulær = 1,65

F_c optim. = 1,62

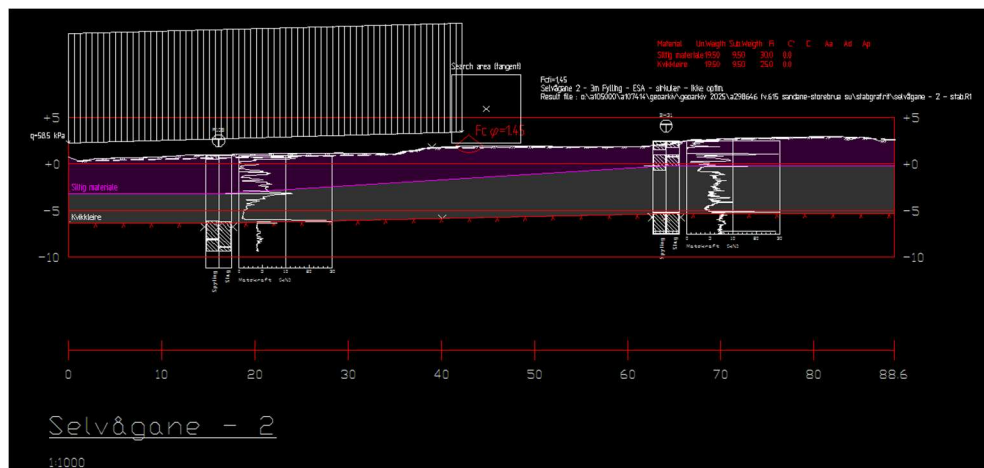
$F_{c\phi}$ sirk. = 4,23

$F_{c\phi}$ optim. = 3,98

Krav til sikkerhet: $F_c \geq 1,5$; $F_{c\phi} \geq 1,5$

2.2. Selvågane-2. Aktsomhetsområde for kvikkleireskred mellom pos. 42,2 m og 88,6 m

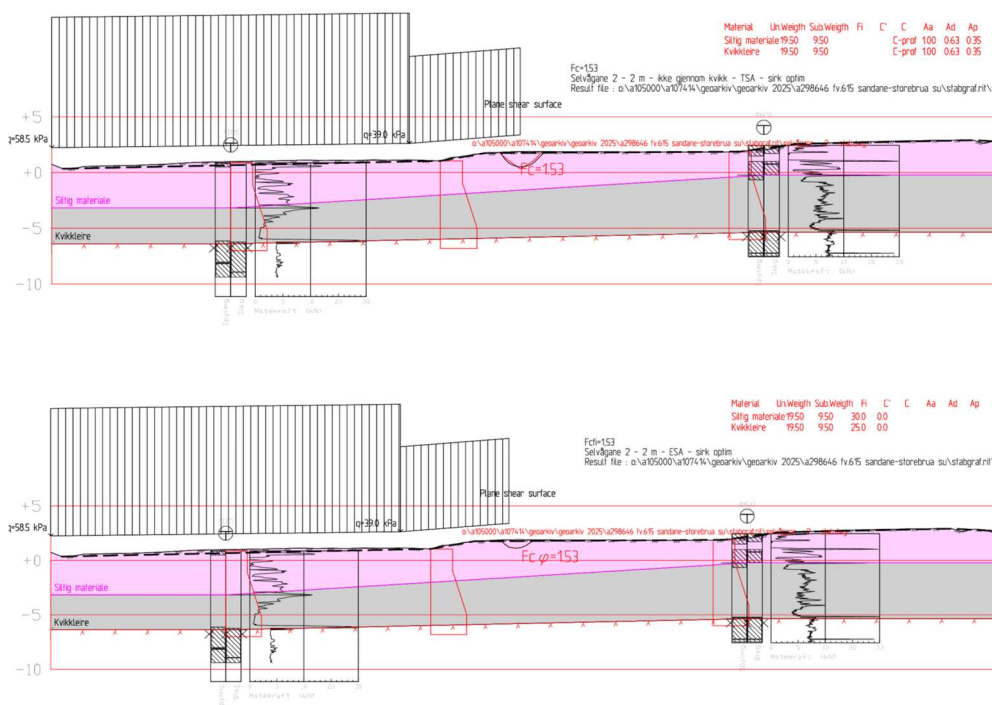
2.2.1. Fylling 3 m mot Åsavegen. Krav til sikkerhet: $F_c \geq 1,4$; $F_{c\phi} \geq 1,4$



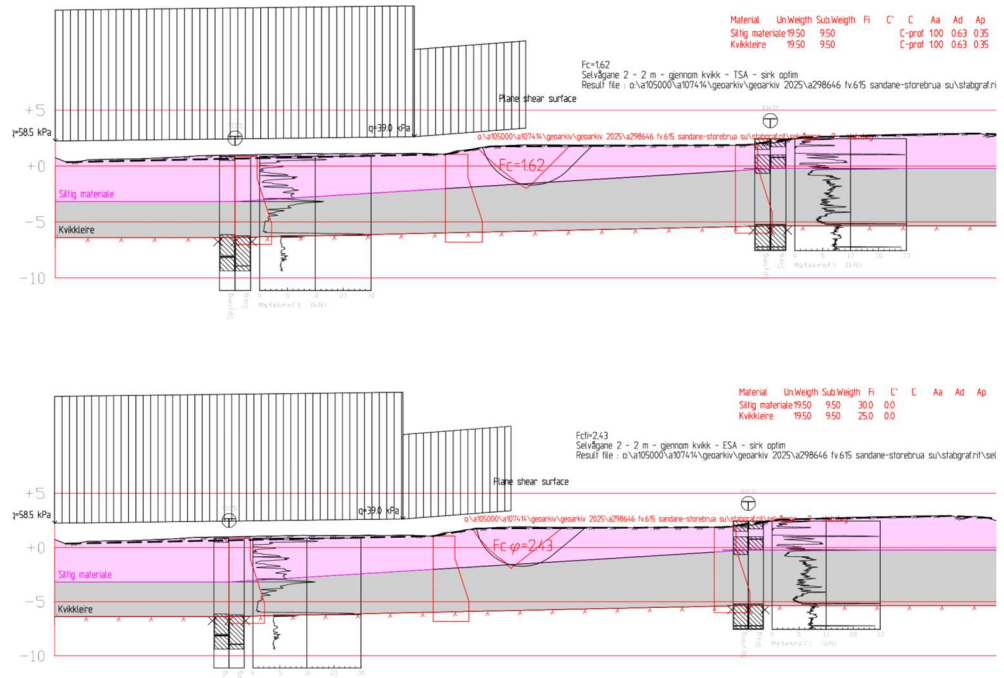
$F_{c\phi} = 1,45$; $F_{c\phi}$ optimal. $< 1,4$ (ikke tilfredsstillende sikkerhet)

$F_c = 1,42$; F_c optimal. $= 1,05 < 1,4$ (ikke tilfredsstillende sikkerhet)

2.2.2. Fylling mot Åsavegen (mektighet 2 m, bredde 10 m), fylling på resten av tiltaket (mektighet 3 m), glideoverflate ikke gjennom kvikkleire. Krav til sikkerhet: $F_c \geq 1,4$; $F_{c\phi} \geq 1,4$

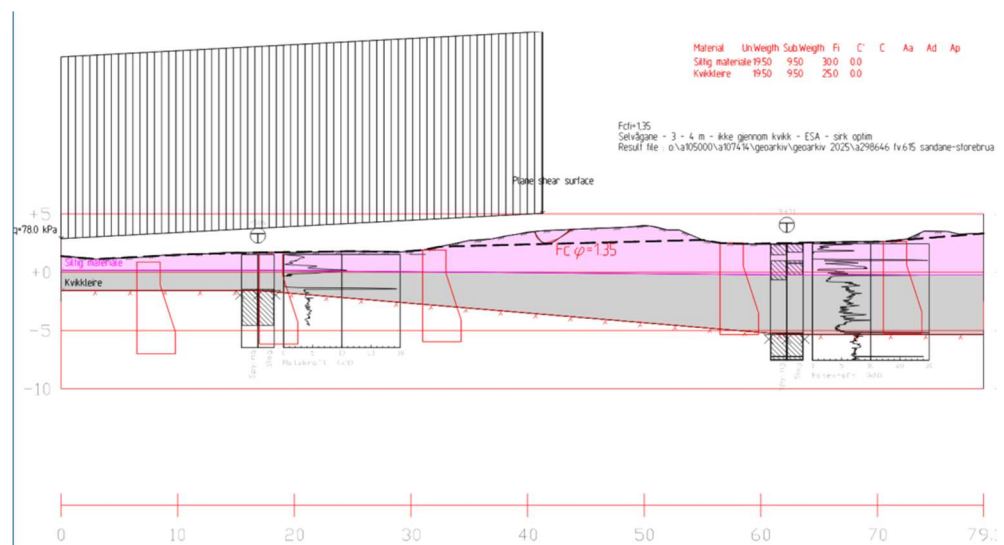


2.2.3. Fylling mot Åsavegen (mektighet 2 m, bredde 10 m), fylling på resten av tiltaket (mektighet 3 m), glideoverflate gjennom kvikkleire. Krav til sikkerhet: $F_c \geq 1,61$; $F_c \phi \geq 1,5$

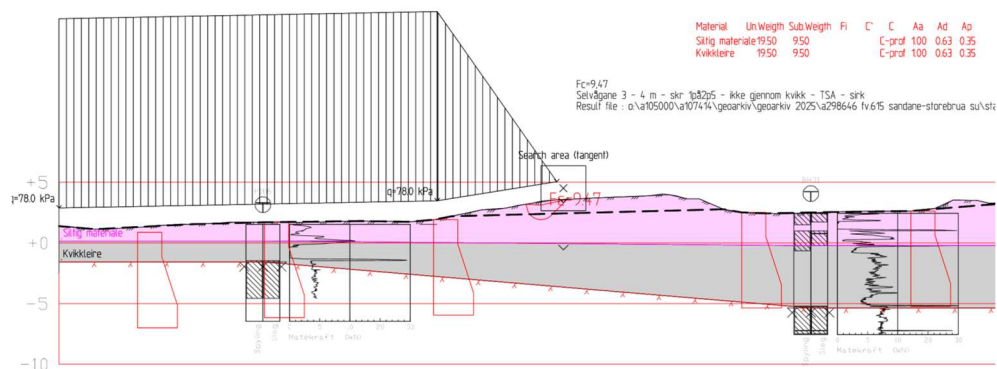


2.3. Selvågane-3. Aktsomhetsområde for kvikkleireskred mellom pos. 41,3 m og 79,1 m.

2.3.1. Fylling 4 m, ikke gjennom kvikkleire. Krav til sikkerhet: $F_c \phi \geq 1,4$



2.3.2. Fylling 4 m, helning 1:2,5, ikke gjennom kvikkleire. Krav til sikkerhet: $F_c \geq 1,4$



2.3.3. Fylling 4 m, helning 1:2,5, gjennom kvikkleire. Krav til sikkerhet: $F_c \geq 1,61$; $F_{c\phi} \geq 1,5$

