

Til: Ringerike kommune
v/ Hilde Brørby Fivelsdal
Kopi til: Ringerike kommune v/ Marius Karlsen
Dato: 2025-02-04
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /
Dokumentnr.: 20240498-01-TN
Prosjekt: Geotekniske vurderinger ifm. skred, Avstikkeren, Ringerike
Prosjektleder: Jørgen Løkken Skaatan
Utarbeidet av: Jørgen Løkken Skaatan, Kate Robinson
Kontrollert av: Laura Rødvand, Håkon Heyerdahl

Geotekniske vurderinger ifm. skred, Avstikkeren, Ringerike

Innhold

1	Innledning	3
2	Bakgrunn	4
3	Områdebeskrivelse	4
3.1	Topografi	4
3.2	Kvartærgeologi	5
4	Tilgjengelig bakgrunnsmateriale	7
4.1	Utførte grunnundersøkelser	7
4.2	Terrengdata	8
4.3	Bilder	9
5	Vurdering av områdestabilitet	9
5.1	Løsneområde	11
5.2	Utløpsområde	12
5.3	Områdestabilitet – oppsummering	12
6	Skred ved Avstikkeren 201 og 203 - skredvurderinger	14
6.1	Stabilitetsberegninger	14
6.2	Vurdering av skredårsak	15
6.3	Mulige sikringstiltak	18
6.4	Skredfarevurdering for avkjøring til Avstikkeren 216	21
7	Oppsummering	22
8	Referanser	24

Vedlegg

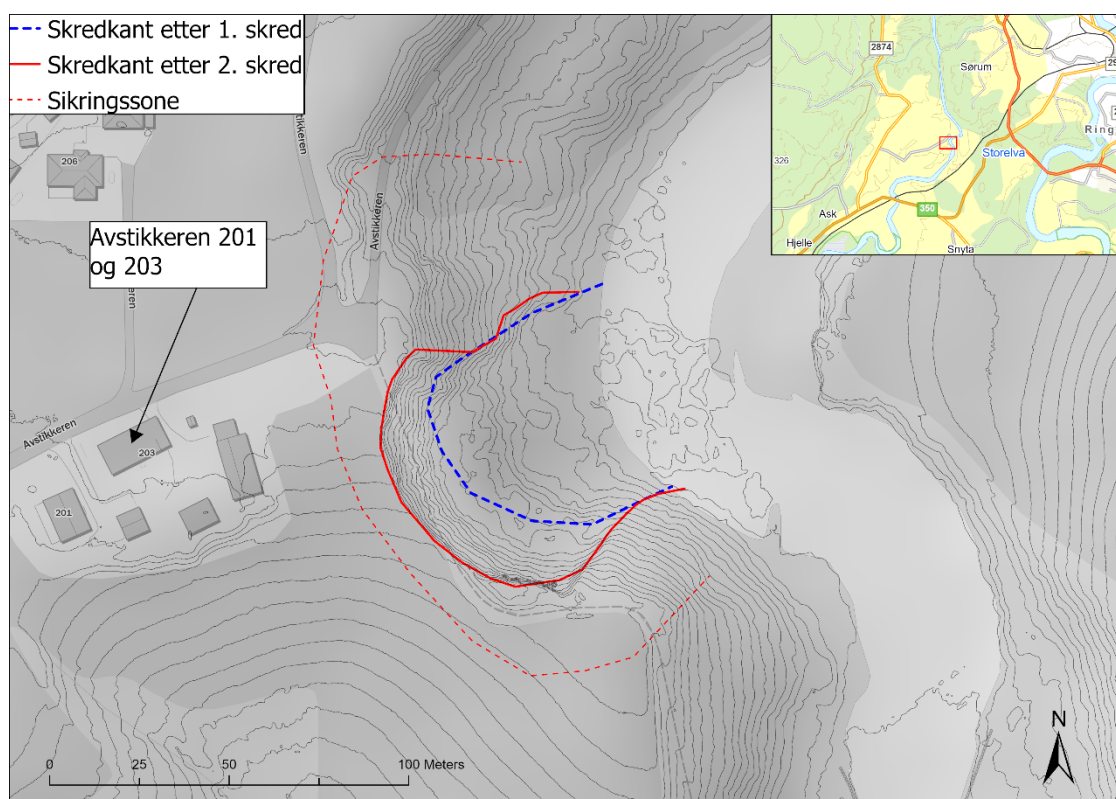
Vedlegg A	Parametertolking og stabilitetsberegninger
Vedlegg B	Bilder fra skredområdet
Vedlegg C	Faktaark – kvikkleiresone 3116 – Sørgefoss

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Det har vært to større skredhendelser ned mot elva Sogna, like øst for eiendommene på adresse Avstikkeren 201 og 203 i Ringerike kommune (Figur 1-1). Det første skredet gikk i oktober 2023, og forplantet seg ytterligere bakover (mot vest) i juni 2024. Skredmasser er avsatt i elva, og elveløpet er nå endret mot øst.

NGI er engasjert for å bistå med grunnundersøkelser og videre geotekniske vurderinger. Grunnundersøkelsene ble utført i september 2024 (NGI, 2024). I foreliggende notat vurderes områdestabilitet, lokalstabilitet (før og etter skred), skredårsak og mulige sikringstiltak.



Figur 1-1: Skredene har gått like øst for eiendommene på adresse Avstikkeren 201 og 203, og ned mot elva Sogna. Omtrentlige skredkanter og dagens sikringssone (Ringerike kommune) er markert i kart. Terrengkotene er hentet fra nyeste droneskanning, utført av Ringerike kommune i september 2024, dvs. etter det andre skredet i området.

2 Bakgrunn

Den 10. oktober 2023 gikk det et skred like øst for eiendommene på adresse Avstikkeren 201 og 203, ned mot elva Sogna. Skredet medførte evakuering av husstandene på de to nevnte adressene. NVE engasjerte Løvlien Georåd/Akershus Grunnboring for å utføre geotekniske grunnundersøkelser. Basert på resultatene av grunnundersøkelsene vurderte NVE og Ringerike kommune at beboerne i Avstikkeren 201 og 203 kunne flytte hjem igjen. Det ble etablert en sikringssone rundt skredet (Ringerike kommune, 2024).

11. juni 2024 gikk det et nytt skred på samme sted, da en større del av skredkanten i bakkant raste ut. Ringerike kommune besluttet å utvide sikringssonen som vist i kart på Figur 1-1.

Skredmassene som er avsatt i Sogna har medført at elven har endret løp. Elveløpet har forflyttet seg østover, og har medført erosjon og avskalling på motsatt elvebredd (østlig elvebredd sett oppstrøms). Området på motsatt elvebredd var tidligere en del av kvikkleiresonen 870 – Bråten, men nylig utført soneutredning konkluderte med at området ikke lenger er en del av en faresone for kvikkleireskred (Løvlien Georåd, 2024).

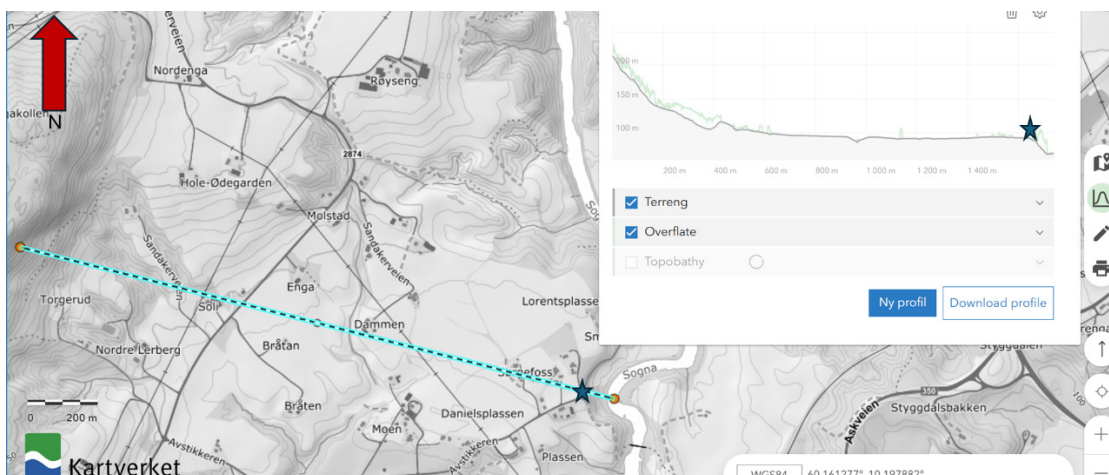
Høsten 2024 ble NGI engasjert for å bistå med geotekniske vurderinger ifm. skredhendelsene ved Avstikkeren Grunnundersøkelser ble utført senere samme år.

3 Områdebeskrivelse

3.1 Topografi

Plataået på toppen av skråningen ligger mellom kote +90 og +95 (bakre skredkant ligger på ca. kote +91). Mot øst heller terrenget ned mot elva Sogna. Høydeforskjellen ned til elva er på 25 meter (antatt minst 26 meter ned til elvebunn), over en horisontal distanse på 50 meter. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig helning på omtrent 1:2 (29°).

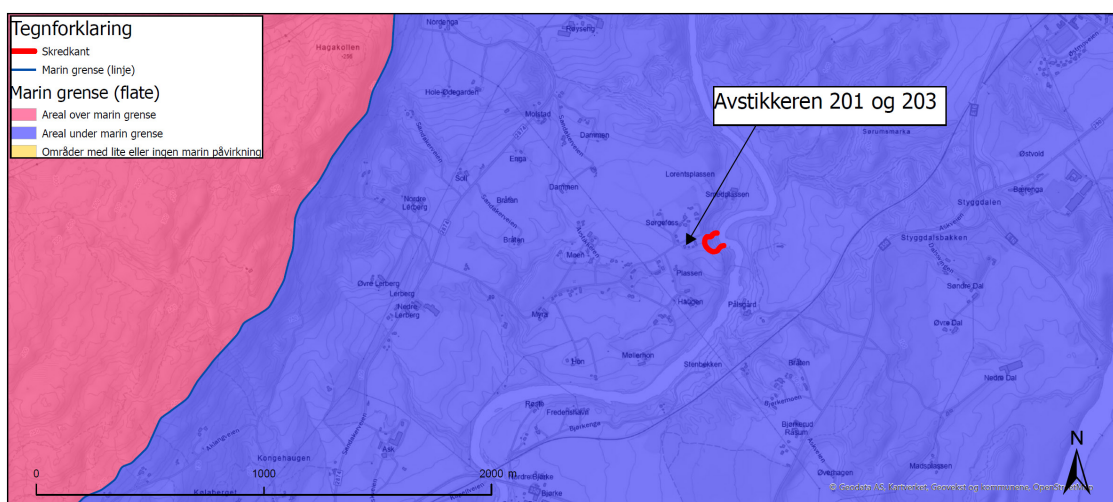
En drøy kilometer mot vest er det fjellpartier opp til over kote +300. Områdene langs med Sogna (nordover/sørover) er ravinert, typisk med ca. 30 meter høye skråninger Figur 3-1.



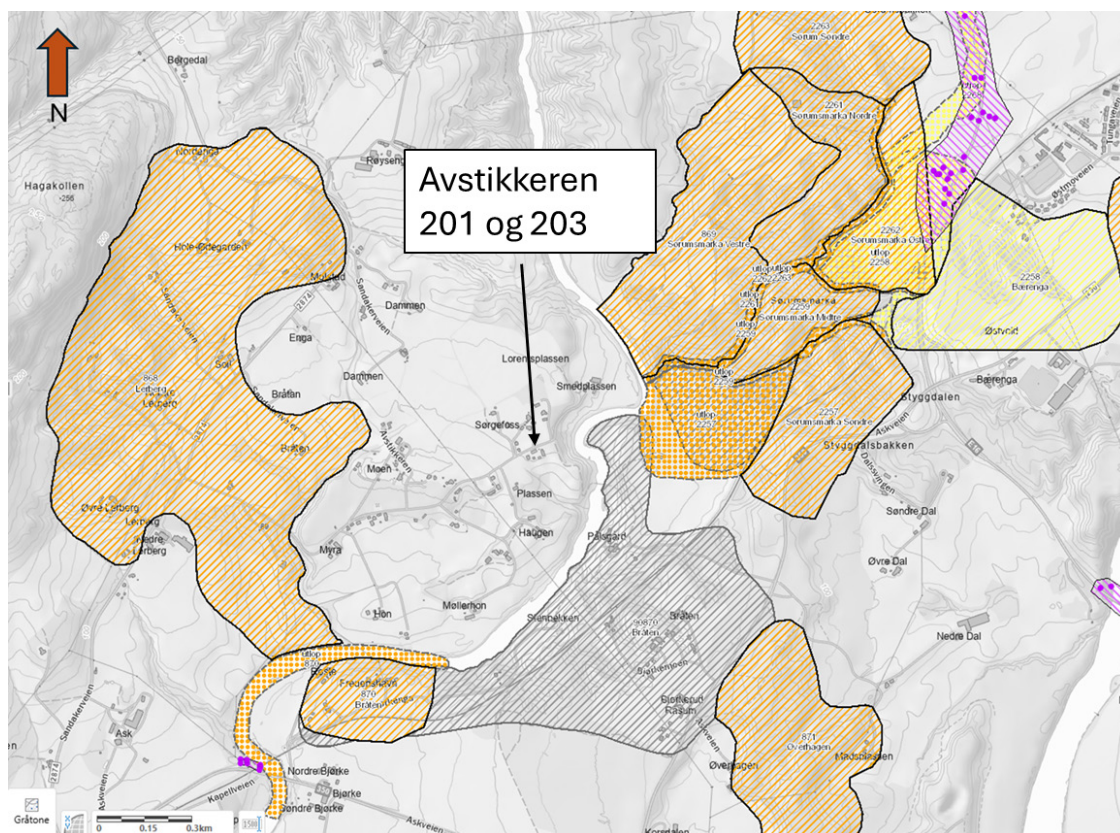
Figur 3-1: Terrenprofil. Skredområdet er markert med stjerne. Hentet fra www.hoydedata.no, 17.01.2024.

3.2 Kvartærgeologi

Marin grense i området ligger på ca. kote +220, se Figur 3-2 (NGU, u.d.); Følgelig kan marine avsetninger (herunder silt og leire, og potensielt kvikkleire/sprøbruddmateriale), påtreffes. Det er kartlagt flere kvikkleiresoner i området (Figur 3-3).



Figur 3-2: Marin grense i området ligger på ca. kote +220. Skredområdet ligger mellom kote +62 (elvenivå) og +92 (platået på toppen av skråningen). Skredkant per 2024 er markert på kartet.

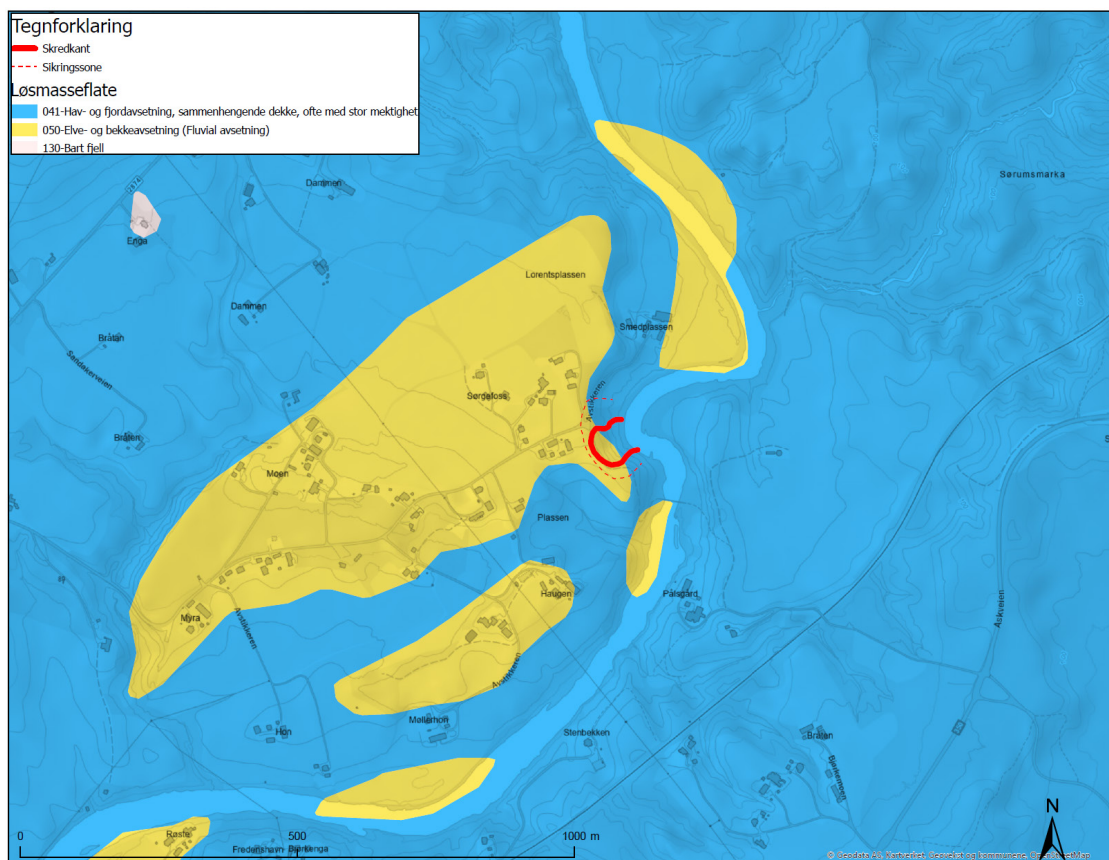


Figur 3-3: Registrerte kvikkleiresoner i området (hentet fra: www.atlas.NVE.no, 06.01.2025). Avstikkeren nr. 201 og 203 er markert.

Kartlagt løsmasseflate (dvs. løsmasstype på terrengoverflaten) er hovedsakelig marine avsetninger i områdene rundt Sogna (Figur 3-4). Stedvis er det også kartlagt noe fluviale avsetninger (typisk sortert sand og grus).

Løsmassekartet (kvartærgeologisk kart) gir ingen informasjon om hva som er under terrengoverflaten, og kvikkleireskredfaren kan derfor ikke vurderes basert på kvartærgeologisk kart alene. Detaljeringsgraden og nøyaktigheten av slike kart varierer erfaringsmessig også betydelig.

I skråningen der skredene har gått er det kartlagt fluviale avsetninger i øverste del, og marine avsetninger ned mot elva. Det er fra før godt kjent at løsmassedekket på Ringerike preges av vekslende lag av marint avsatt leire og grovere materialer (silt/sand, grus) avsatt på annen måte (fluvialt/glasifluvialt); se beskrivelse av grunnforhold i avsnitt 4.1. Den markerte lagdelingen er godt synlig i øvre del av skredsåret, se bilder i vedlegg B.



Figur 3-4: Kvartærgeologisk kart (løsmassekart) (NGU, lastet ned 20.12.2024). Skredkant per 2024 er markert på kartet.

4 Tilgjengelig bakgrunnsmateriale

4.1 Utførte grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser ved skredområdet ved tre anledninger. Utførte undersøkelser er vist i Figur 4-1, og oppsummert i avsnittene under. Utover dette, er det ikke kjent for NGI om det er utført flere grunnundersøkelser i områdene rundt.

- I forbindelse med den første skredhendelsen, i oktober 2023, utførte Løvlien Georåd/Akershus Grunnboring grunnundersøkelser ved Avstikkeren 201 og 203 (NVE, 2023). Det er utført 3 dreietrykkssonderinger, i tillegg til CPTu og installasjon av 3 poretrykksmålere (installert 14 m, 19 m og 24 m under terreng) i ett av punktene.
- NGI utførte supplerende grunnundersøkelser i samme område i september 2024 (NGI, 2024). I borpunktet der Løvlien Georåd utførte dreietrykkssondering, CPTu og installerte poretrykksmålere, ble det tatt opp prøver (borpunkt 1/NGI-AVS-4). Det ble i tillegg installert en dypere poretrykksmåler, 30 meter under

terreng. Det ble utført grunnundersøkelser i to nye borpunkter, hhv. totalsondering, CPTu og prøvetaking, og totalsondering og prøvetaking.

- NGI utførte grunnundersøkelser i et borpunkt (SG20014) på østsiden av elva i 2019 ifm. bygging av Ringeriksbanen (NGI, 2019), men resultatene er ikke relevante for skråningen ved Avstikkeren, da de kun påviser fluviale avsetninger i elvas innersving.

Grunnen er lagdelt ned med vekslende lag av sand/silt og leire. I nedre del av skråningen er det leire, men med tynne drenerende lag av sand og silt. Det er påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire i samtlige borpunkter det er tatt opp prøver fra, dvs. borpunkt NGI-AVS-4, NGI-AVS-5 og NGI-AVS-6. Det er påvist kvikkleire mellom kote +70 og +62 (omrørt skjærfasthet lik 0,1 kPa), og det er antatt kvikkleire ned til berg. Dette innebærer at sprøbruddmateriale er til stede i nedre del av skråningen, i nivå med elva. Bergoverflaten ligger antatt mellom kote +52 og +58 (varierende dybde).



Figur 4-1: Det er utført grunnundersøkelser ved Avstikkeren 201 og 203 ved tre anledninger. Undersøkelser i borpunkt 1, 2 og 3 er utført av Løvlien Georåd/Akershus Grunnboring (oktober 2023). Undersøkelser i borpunkt NGI-AVS-4, NGI-AVS-5 og NGI-AVS-6 er utført av NGI i september 2024, ifm. pågående prosjekt (NGI, 2024). Kotene som vist på kart er fra før første skredhendelse (dvs. før oktober 2023). Borpunkt SG20014 på østsiden er utført av NGI ifm. bygging av Ringeriksbanen (NGI, 2019). Den røde linjen viser skredkanten til det andre skredet.

4.2 Terrengdata

Terrengdata som er benyttet i foreliggende vurdering er innmålt i 2016 (siste innmåling av terreng slik det var før første skredhendelse i oktober 2023) og 2024 (etter andre skredhendelse).

Følgende sett med terrengdata er lastet ned fra www.hoydedata.no:

- ↗ Krødsherad-Ringerike-Hole 2016
- ↗ Ringerike 2024

4.3 Bilder

Bilder fra skredområdet er vist i Vedlegg B. Det foreligger bilder fra første skredhendelse i 2023, og frem til september 2024 (etter andre skredhendelse).

5 Vurdering av områdestabilitet

TEK17 §7-3 med henvisning til NVEs kvikkleireveileder 1/2019 legges til grunn for vurdering av områder med mulig kvikkleireskredfare (DIBK, 2017; NVE, 2020). Prosedyrer i NVEs veileder 1/2019 kapittel 3.2 «prosedyrer for utredning av områdeskredfare» er fulgt, se Tabell 5-1.

Tabell 5-1 Prosedyre for utredning av områdeskredfare iht. NVE-veileder 1/2019 kap. 3.2.

Punkt	Vurdering
1. Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området	Det er registrert flere kvikkleirefaresoner i området. Faresone <i>Lerberg</i> ligger omtrent 600 meter vest for Avstikkeren. På motsatt side av Sogna (øst for Avstikkeren) er det flere faresoner, bl.a. <i>Sørumsmarka Vestre</i> , <i>Sørumsmarka Midtre</i> og <i>Sørumsmarka Søndre</i> (Figur 3-3).
2. Avgrens områder med mulig marin leire	Områdene langs med elva Sogna ligger godt under marin grense, det er derfor ikke gjort en avgrensning. Kart som viser marin grense, er vist i Figur 3-2.
3. Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Skråningene ned mot elva Sogna er høye og bratte (typisk rundt 30 meter høydeforskjell). Viser videre til punkt 8 for avgrensning.
4. Bestem tiltakskategori	Ikke relevant i pågående prosjekt (det er ikke planlagt utbygging/tiltak).
5. Gjennomgang av grunnlag	Tilgjengelig grunnlag er beskrevet i kapittel 4.
6. Befaring	Befaring er gjennomført 19.09.2024. Fra NGI deltok Kate Robinson og Jørgen L. Skaatan. Hensikten med befaringen var å undersøke skredområdet, samt å sette ut borpunkter. Det er ikke utført befaring med hensikt i å kartlegge erosjonsforhold eller synlig berg i dagen, i områder utover der skredene har gått. NVE beskriver observasjon av synlig berg i dagen ved elva, i skråningsfoten like sør for skredområdet (NVE, 2023). Bilder fra befaringen er vist i Vedlegg B.

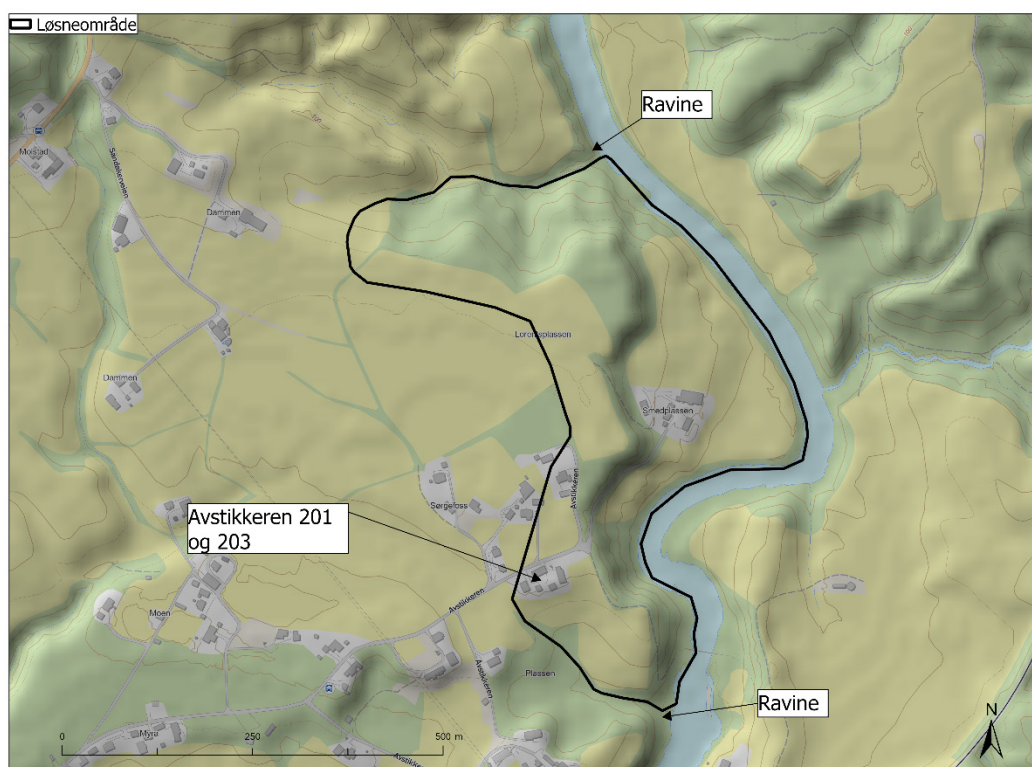
Punkt	Vurdering
7. Gjennomfør grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser nær skredområdet er utført i tre omganger, se oppsummering av resultater av undersøkelsene i kapittel 4.1. Det er utført så vidt NGI bekjent ikke utført andre grunnundersøkelser i området enn disse.
8. Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder.	Rotasjonsskred vurderes som aktuell skredmekanisme. I tolket lagdeling i profil 1 (Vedlegg A, Figur A1), er andel sprøbruddmateriale over kritisk snitt $< 0,40$ (0,35). Lengde av et mulig løsneområde begrenses derfor til $5 \times H$, der H er skråningshøyde. På bakgrunn av at det ikke foreligger informasjon om grunnforholdene i store deler av det som antas å være et mulig løsneområde, avgrenses løsneområdet basert på en forsiktig antakelse om at det er sprøbruddmateriale i grunnen i hele det aktuelle området. Mulig sideveis utbredelse baseres på terrengkriterier, som beskrevet i avsnitt 5.1. Skredutløp ved et mulig kvikkleireskred antas å gå ut i elven Sogna, og delvis opp på motsatt elvebredd. Basert på antakelse om at rotasjonsskred er aktuell skredmekanisme, vurderes det at skredmasser fra et mulig kvikkleireskred kan ha en utløpsdistanse tilsvarende $0,5 \times L$ (ca. 75 meter ved Avstikkeren 201 og 203). For de to skredene som er skjedd, er utløp ca. 30-40 m, som noenlunde tilsvarer $0,5 \times L$ for faktisk skred. Se kapittel 5.1 og 5.2 for helhetlig vurdering av løsneområde og utløpssone.
9. Klassifiser faresone	Faresonen er klassifisert med faregradsklasse <i>middels</i> og konsekvensklasse <i>alvorlig</i>. Dette resulterer i risikoklasse 3. Se faktaark, Vedlegg C.
10. Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Det er ikke planlagt noen utbygging/tiltak, og det er derfor ingen krav til å dokumentere sikkerhet. Beregningsmessig sikkerhet i skredområdet er lav. Resultater av stabilitetsberegninger er vist i Vedlegg A (tidligere- og dagens situasjon). Det er ikke utført stabilitetsberegninger utenom skredområdet ved Avstikkeren 201 og 203.
11. Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Kvikkleiresone 3116 – <i>Sørgefoss</i> er opprettet (p.t. ikke meldt inn i NVEs innmeldingsløsning). På bakgrunn av at det ikke er planlagt utbygging/tiltak, er det ikke krav til kvalitetssikring utført av uavhengig foretak. Imidlertid kan dette bli aktuelt dersom sikringstiltak skal gjennomføres, da dette er søknadspliktig. Et foreløpig faktaark for kvikkleiresonen er vist i Vedlegg C.

5.1 Løsneområde

På bakgrunn av tolkningen som er gjort av grunnforholdene i skråningen ved Avstikkeren 201 og 203 vurderes rotasjonsskred å være aktuell skredmekanisme (Se Vedlegg A, Figur A1). Vurderingen begrunnes med at andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate er $< 0,40$ ($b/D = 0.34$). Lengde av løsneområde ved et mulig kvikkleireskred begrenses derfor til $5 \times H$, der H er skråningshøyde. Ved Avstikkeren 201 og 203 er dagens skråningshøyde (H) ca. 26 m, og lengden av løsneområdet blir derfor 130 m. Lengden på løsneområdet i andre deler av sonen kan avvike fra dette, dersom det er større eller mindre høydeforskjell.

På bakgrunn av at det ikke foreligger informasjon om grunnforholdene i store deler av det som antas å være et løsneområde for mulig kvikkleireskred, avgrenses løsneområdet basert på en forsiktig antakelse om at det kan være sprøbruddmateriale i grunnen i hele det aktuelle området (sprøbruddmateriale med $s_{ur} > 0.69$ kPa er påvist mellom ca. kote +79 og +70, mens det er påvist kvikkleire mellom ca. kote +70 og bergoverflate).

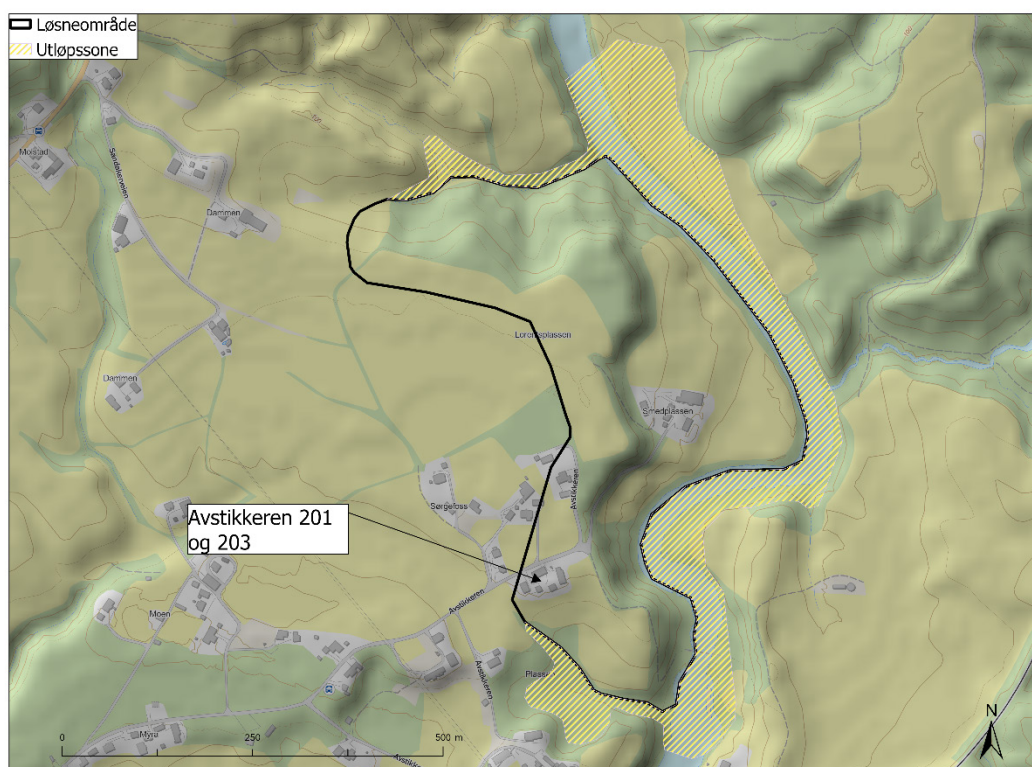
Mulig sideveis utbredelse (langs elva, både mot nord og sør) avgrenses på bakgrunn av terrengkriterier. Sideveis utbredelse begrenses til mellom de to ravinene som vist på kart i Figur 5-1, da overkant kvikkleirelaget antas å ligge dypere enn bunnen av ravinene. Avgrensningen er usikker, grunnet begrensede data om grunnforholdene utenom skredområdet.



Figur 5-1: Avgrensning av kvikkleirefaresone 3116 Sørgefoss (potensielt løsneområde).

5.2 Utløpsområde

Skredutløp ved et mulig kvikkleireskred vil gå ut i elven Sogna, og skredmasser kan nå over til motsatt elvebredd (som ved tidligere skred i 2023/2024). Basert på antakelse om at rotasjonsskred er aktuell skredmekanisme, vurderes det at skredmasser fra et mulig kvikkleireskred kan ha en maksimal utløpsdistanse tilsvarende $0,5 \times L$ (L varierer langs sonen). Ved skredet i 2023, var skredutløpet ca. 30-40 m, som tilsvarer ca. $0,5 \times L$ for aktuelt løsneområde ved disse skredene. Utløpsområdet for sonen er skissert i Figur 5-2.



Figur 5-2: Potensielt utløpsområde fra kvikkleireskred fra sonen 3116 Sørgefoss er vist med gul skravur.

5.3 Områdestabilitet – oppsummering

Basert på resultater fra grunnundersøkelser utført ifm. skredhendelsene ved Avstikkeren 201 og 203, vurderes det at området ligger innenfor en faresone for kvikkleireskred. Kvikkleiresonen 3116 – Sørgefoss er opprettet, se faktaark i Vedlegg C. Skredmekanisme, samt vurdering av løsne- og utløpsområde, er bestemt ut fra tolkninger av grunnforhold basert på resultater av utførte grunnundersøkelser. På bakgrunn av at det ikke foreligger detaljert informasjon om grunnforholdene i andre området enn ved skredområdet, er avgrensning av sideveis utbredelse (langs elva, både mot nord og sør)

basert på terrengkriterier (mer gunstig terreng, dvs. raviner/lavere skråningshøyde) og antatt løsmassefordeling tilsvarende det som er funnet ved skredområdet.

Ved et mulig kvikkleireskred vil skredmasser avsettes i elven Sogna, og vil muligens kunne nå motsatt elvebredd, og vil kunne medføre oppdemming.

Sonen er klassifisert med faregradsklasse *middels*, konsekvensklasse *alvorlig*, som resulterer i risikoklasse 3. Sonen er p.t. ikke meldt inn i NVEs innmeldingsløsning for kvikkleiresoner.

5.3.1 Regelverk - kvikkleiresoner

Tiltak som skal utføres innenfor faresoner for kvikkleireskred må utføres iht. TEK17 og NVEs kvikkleireveileder 1/2019 (DIBK, 2017; NVE, 2020). Bygging innenfor kvikkleiresoner medfører ofte strengere krav til sikkerhet. Krav til sikkerhet bestemmes ut fra tiltakskategori (se Figur 5-3) og faregradsklasse (kvikkleiresonen 3116 - *Sørgefoss* er klassifisert med faregradsklasse *middels*). For en detaljert beskrivelse vises det til kapittel 3.3 i NVE (2020).

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
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

Figur 5-3: Tabell 3.2, NVE (2020). Tiltakskategori med eksempler på type tiltak.

6 Skred ved Avstikkeren 201 og 203 - skredvurderinger

6.1 Stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger med terrengoverflate fra før første skredhendelse, for å vurdere stabilitetsforholdene før skredet i 2023. Beregningsparameterne er tolket ut fra utførte grunnundersøkelser. Det er også utført beregninger for å vurdere dagens sikkerhet og mulige sikringstiltak. Tolkning av parametere og resultater av stabilitetsberegningene er vist i Vedlegg A.

Det er usikkerheter relatert til lagdeling og beregningsparametere. Grunnen er lagdelt, delvis også med innskutte tynnere lag av finere og grovere fraksjoner (leire, silt, sand og grus). Det er ingen grunnundersøkelsesdata tilgjengelig for skråningsfoten før skredet. Tolkning av lagdeling basert på resultater fra utførte grunnundersøkelser er vist i Vedlegg A, Figur A1. De tynne, innskutte lagene er neglisjert, og det er tolket tykkere lag basert på hovedjordart i de ulike dybdeintervallene. Samme tolkning av lagdeling er benyttet i stabilitetsberegningene (beregningsmodell). Det er gjort beregninger, der disse lagene er betraktet som både drenert og udrenert materiale, for å undersøke hvilken tilstand som er mest kritisk.

6.1.1 Skråningsstabilitet, før skredhendelse i 2023

De udrenerte stabilitetsberegningene resulterer i lav (marginal) sikkerhet for dype glidesirkler (udrenerte sikkerhetsfaktorer 0,93 og 0,98). Disse beregnede, kritiske glidesirklene går dypere enn bruddsirkel ved skredene i 2023 (og 2024), vurdert ut fra bilder og droneskanning. Lav beregningsmessig udrenert sikkerhet kan skyldes at leiras skjærstyrke er noe underestimert ved skråningsfoten, der det ikke er utført grunnundersøkelser, samt manglende kunnskap om poretrykk i skråningen.

Kritisk glidesirkel beregnet ved de drenerte beregninger resulterer i en sikkerhetsfaktor på 0,99. Kritiske glidesirklene fra drenert analyse stemmer bedre overens med antatt bruddsirkel ved skredet, basert på bilder, droneskanning og befaringsobservasjoner (dvs, at skredet ikke er veldig dypt, og uansett ikke så dypt som kritisk glideflate funnet ved udrenert analyse).

6.1.2 Skråningsstabilitet, dagens situasjon

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon resulterer i marginal drenert sikkerhet for grunnere glidesirkler ved det bratte skråningskanten (sikkerhetsfaktor 0,87), og dårlig sikkerhet for snuplass og privat vei (med sikkerhetsfaktor hhv. 1,00 og 1,05 for glideflater som berører dette området). Drenert beregningsmessig sikkerhet for at skred med bakkant ved bebyggelsen er høyere (1,40).

De udrenerte beregningene viser lav beregningsmessig sikkerhet, både for kritisk glidesirkel (sikkerhetsfaktor 1,03) og for glidesirkler med bakkant ved bebyggelsen (beregnet mellom 1,08 og 1,10). Det er imidlertid sannsynlig at udrenert skjærstyrke er

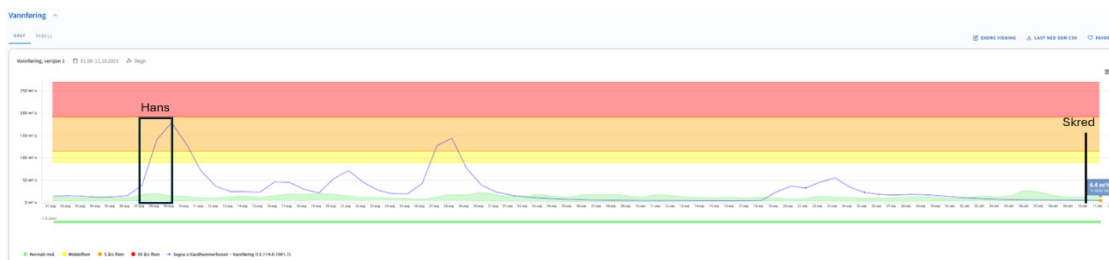
underestimert i større dybder, ref. oppsummering av beregningene for tidligere situasjon ovenfor (før første skred).

6.2 Vurdering av skredårsak

6.2.1 Skred 10. oktober 2023

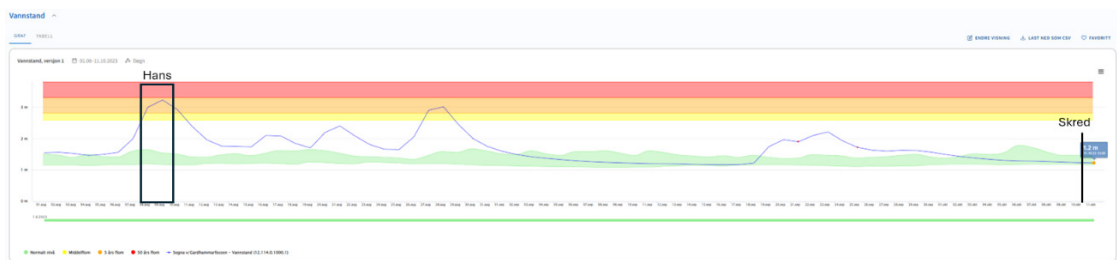
Det er ikke utført terrenginnmåling etter det første skredet, men det ble tatt dronebilder av skredet kort etter at det løsnet (se Vedlegg B). En omtrentlig skissering av skredkanten etter det første skredet er vist i Figur 1-1. Bilder tatt like etter skredet viser at bakkanten av skredgropa gikk gjennom skogen på utsiden av gårdsveien, og at skredutløp (leirmasser) nådde over til motsatt side av elva. Skredmasser ble avsatt på motsatt elvebredd, ca. 30-40 m fra skråningsfot. Lengden på utløpsområdet tilsier at sensitive leirmasser er påvirket/omrørt. Det er påvist et 2-3 meter mektig lag med sprøbruddmateriale¹ ca. 8-10 meter under terreng (ikke kvikkleire), i boringene som er utført på toppen av skråningen. Det kan heller ikke utelukkes at glideflaten går ned i det laget med sprøbruddmateriale/kvikkleire som antas å ligge ved elvenivå og også noe høyere. Sensitive leirmasser er presset ut og omrørt i skredbevegelsen (leire er synlig foran/nedenfor trærne i bildene i Vedlegg B).

Det er registrert høy vannføring og vannstand ved målestasjonen "Sogna v/ Gardhammarfossen", ca. 12 km oppstrøms skredområdet under/etter ekstremværet *Hans* (7. til 9. august 2023), samt i perioder utover høsten, se Figur 6-1 og Figur 6-2. Vannføring og vannstand har vært på nivå med en 5-årsflom (også nær nivået for en 200-årsflom). Det var ellers normal vannføring/vannstand i uken før skredet.



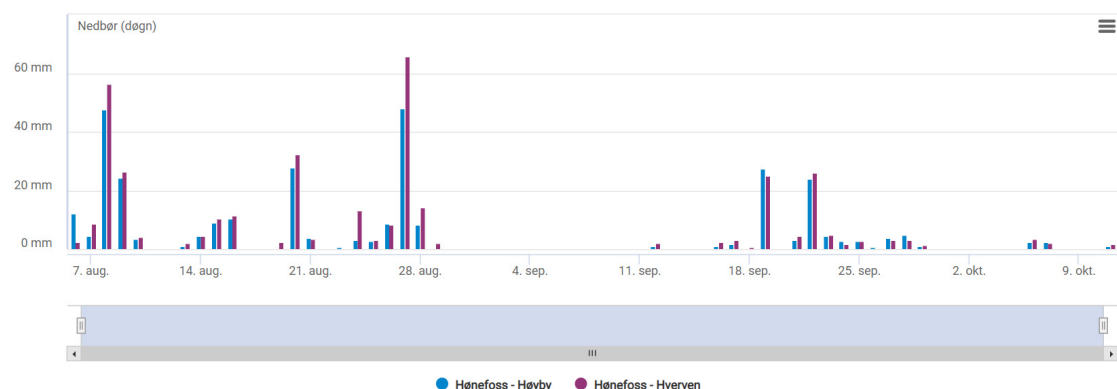
Figur 6-1: Registrert vannføring ved målestasjonen "Sogna v/ Gardhammarfossen", ca. 12 km oppstrøms fra skredområdet (i luftlinje, mot nordvest). Fargene gul, oransje og rød indikerer hhv. middelflom, 5-årsflom og 200-årsflom. Grønn farge er normal vannføring, og blå linje er registrert vannføring. Hentet fra: <https://sildre.nve.no/station/12.114.0> (13.01.2025). Måleserien er fra 1. august til 11. oktober 2023.

¹ Sprøbruddmateriale har omrørt skjærfasthet $S_{u,r} < 1,27$ kPa. Kvikkleire har omrørt skjærfasthet $S_{u,r} < 0,33$ kPa.



Figur 6-2: Registrert vannstand ved målestasjonen "Sogna v/ Gardhammarfossen", ca. 12 km oppstrøms skredområdet (i luftlinje, mot nordvest). Fargekodene er beskrevet i figuren ovenfor. Måleserien er fra 1. august til 11. oktober 2023. Hentet fra: <https://sildre.nve.no/station/12.114.0> (13.01.2025).

I dagene før første skredhendelse (10.10.2023) er det registrert lite nedbør (Figur 6-3). Det kom imidlertid mye nedbør i perioden mellom 7. og 28. august (blant annet under ekstremværet *Hans* 7.-9. august).



Figur 6-3: Registrert døgnnedbør ved stasjonene "Hønefoss-Høyby" (blå) og "Hønefoss-Hverven" (lilla), hhv. 3,5 km nordøst og 4 km sørøst for skredområdet. Måleserien er fra 6. august til 10. oktober 2023. Hentet fra: www.seklime.met.no (13.01.2025).

Det er usikkerheter relatert til poretrykksforhold i grunnen generelt, og forut for skredet spesielt. Det er installert poretrykksmålere på toppen av skråningen, ikke ved skråningsfoten. Målerne ble installert etter skredet i 2023, og målerne står relativt dypt. Poretrykket i skråningen ned mot elva er basert på antakelser basert på disse målerne. Poretrykksforholdene er generelt noe kompliserte på grunn av lagdeling med drenerende lag vekslende med tettere leirlag. Nedbøren som kom gjennom august og delvis september 2023 kan ha medført mye infiltrasjon av vann til bakken, med økte poretrykk i hvert fall i grunnere jordlag, og noe destabiliserende effekt på den drenerte sikkerheten. Dette kan dermed være en medvirkende skredårsak.

Stabilitetsberegninger for skråningen før skredet indikerer lav/marginal stabilitet (sikkerhetsfaktor 0,99 for drenert tilstand, og enda lavere for udrenert sikkerhet, basert

på foreliggende data). Sensitive masser i nedre del av skråningen kan være involvert i bruddutviklingen, som nevnt foran, og påvirket den resulterende bruddformen.

Ut fra beregningene, kan drenert bruddmekanisme synes mest representativ for det første skredet, men enkelte forhold kan tilsa at mekanismen ikke bare er drenert.

Skredet kan også være utløst ved at skråningsfoten er glidd ut som følge av initialskred ved skråningsfot (typisk drenert brudd), eller som følge av erosjon utover det som fremgår av skråningsprofilen fra 2016. Dette kan i neste omgang ha medført et udrenert brudd med en grunnere glideflate enn den mest kritiske glideflaten fra udrenert analyse før skred, som er basert på terrengdata fra 2016. Det er heller ikke gitt at den kritiske udrenerte glideflaten må gå til brudd, dersom det ikke mobiliseres udrenerte spenningsendringer i denne dybden. I tillegg vil tilstedeværelsen av sprøbruddmateriale påvirke bruddformen/-mekanismen, noe som krever mer avanserte beregninger enn grenselikevektsmetoden. Det er utført beregninger som viser at et initialskred i foten av skråningen, utløst som drenert brudd (Vedlegg A, Figur A13), resulterer i kritiske udrenert bruddflate (Vedlegg A, Figur A14) som ligger nærmere observert brudd enn beregning uten initialskred.

Erosjon antas å være den viktigste faktoren for utløsning av skredet. Skredet ble utløst i en yttersving i elva, der vannhastigheten er høyest. I tillegg var skråningen ned mot elva bratt, og skråningsfoten lå ute i elva, og var utsatt for erosjon. Det har i perioder vært høy vannføring/vannstand i elva i månedene før skredet skjedde. Skråningssikkerheten, som allerede var lav, ble ytterligere forverret av gradvis erosjon, evt. en lokal utglidning i skråningsfoten, og til slutt ble et større skred utløst.

6.2.2 Skred 11. juni 2024

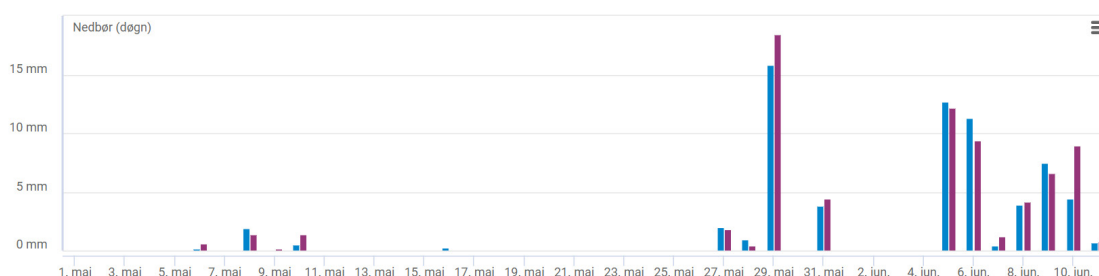
Skredet i 2024 førte til at skredgropen utvidet seg bakover (mot vest), omtrent 15 meter videre inn på plataet, i tillegg til at skredet også utvidet seg noe sideveis mot sør og nord. Bilder fra skredet er vist i Vedlegg B.

Det er registrert betydelig nedbør i dagene i forkant av skredet (Figur 6-4). Det er imidlertid ikke registrert store endringer i poretrykksmålingene i målerne installert i borpunkt 1/NGI-AVS-4, se Figur A3-2 i Vedlegg A. Målerne står imidlertid relativt dypt, i lag med finkorning materiale, hvor poretrykksendringer skjer langsomt.

Skredkanten var svært bratt etter skredhendelsen i 2023 (jfr. bilder i Vedlegg B), noe som medførte at stabiliteten lokalt på toppen av skråningen var kritisk. Slike bratte skredkanter kan ikke stå over lengre tid, og det vil naturlig skje etterskred i tiden etter det første skredet. Etterskred skjer ofte som resultat av kraftig/vedvarende nedbør, men kan også komme som resultat av gradvis dissipasjon av poreundertrykk i f.eks. leir/siltlag. Skredutviklingen mot vest var i hovedsak et etterskred begrenset til de øverste jordlagene, og ser ikke ut til å ha inkludert sprøbruddmateriale. Skredmasser som er rast ned på tidligere avsatte skredmasser, har ført til remobilisering av de opprinnelige skredmassene i foten av skråningen. Dette er typisk for situasjoner hvor sensitive, og allerede delvis omrørte leirmasser, utsettes for ny pålastning.

Det kan ikke utelukkes lignende skredhendelser (større og mindre avskallinger i bakkant av skredgropa) i perioder med mye nedbør og snøsmelting, på bakgrunn av at skråningshelningen på nåværende tidspunkt er bratt.

Skredet utvidet seg imidlertid også noe mot sør, og i dette området ligger ny bruddflatentrolig dypere, dvs. ned mot foten av skråningen.



Figur 6-4: Registrert døgnnedbør ved stasjonene "Hønefoss-Høyby" og "Hønefoss-Hverven", hhv. 3,5 km nordøst og 4 km sørøst for skredområdet. Måleserien er fra 1. mai til 11. juni 2024. Hentet fra: www.seklima.met.no (13.01.2025).

6.3 Mulige sikringstiltak

For å forhindre at skredet ved Avstikkeren forplanter seg videre bakover, eller at et nytt skred kan evt. utløses i faresonen, anbefales det å utføre sikringstiltak. For å forebygge slike utglidninger finnes det flere aktuelle tiltak, som diskutert nedenfor.

Det kan være aktuelt å kombinere flere av de foreslåtte tiltakene, basert på nærmere vurderinger.

Dersom stabilitetsforbedrende tiltak skal utføres, må disse detaljprosjekteres.

6.3.1 Avlasting/utslaking av skråningstopp

Som hovedtiltak for å forbedre stabilitetsforholdene og redusere faren for videre skredutvikling, foreslås det et kombinert tiltak, som bør omfatte avlastning av terrenget bak skredkanten og utslaking av øvre skredkant.

- Avlasting av skråningstopp har en stabilitetsforbedrende effekt for store glideflater ned til skråningsfoten, i tillegg til at lokal stabilitet av skredkanten blir bedre, da denne blir lavere. Tiltaket kan utføres ved å senke terrenget langs på toppen av skråningen permanent, alternativt ved å masseutskifte stedlige masser med lette masser (effekten av tiltaket blir da mindre).
- Utslaking av den øvre delen av skredkanten anbefales også utført, da skråningshelningen i den øvre delen av skråningen nå er så bratt av videre skred må forventes. Utslaking vil forbedre stabiliteten lokalt av den øvre, bratte delen

av skråningen. Dette vil bidra til å forhindre videre avskalling av skredkanten, som igjen kan gi remobilisering av skredmasser i foten av skråningen.

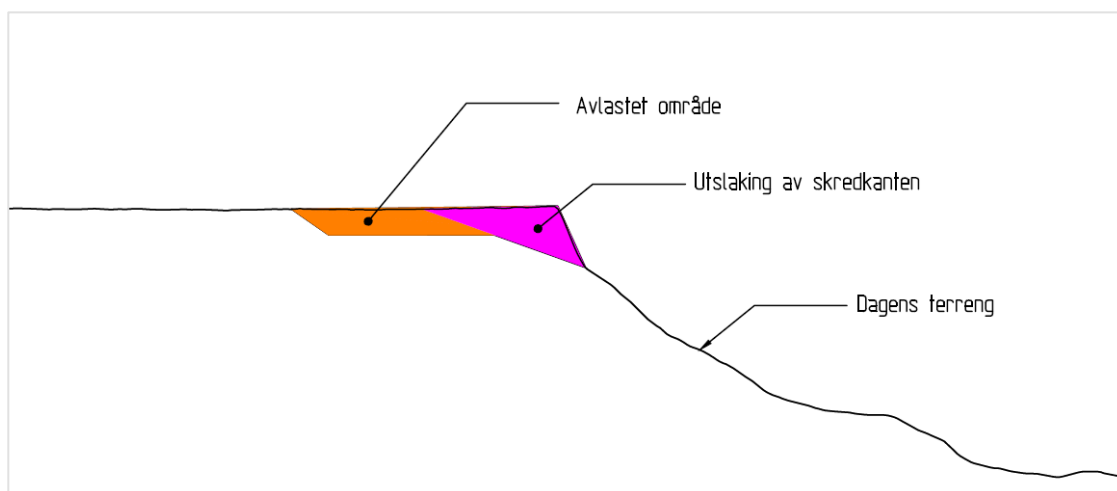
Arbeidet bør utføres med gravemaskin med lang arm, for å øke distansen fra maskinføreren til skredkanten (unngå belastning av skredkanten).

Arbeidene må detaljprosjekteres, også med hensyn til HMS under gjennomføringen.

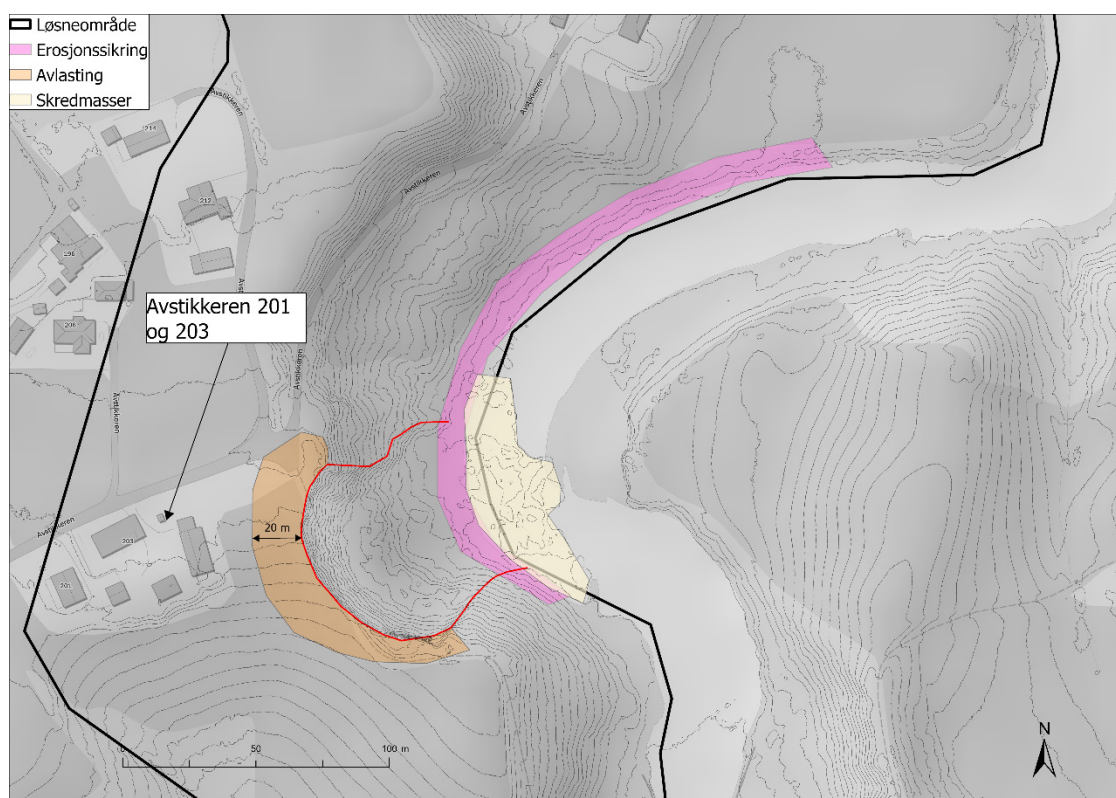
Grunnundersøkelsene indikerer at utslakingen vil skje i drenerende jordlag med mye sand og silt. For å hindre overflateerosjon i dette laget, må det gjøres tiltak for å etablere vegetasjon på skråningens overflate så fort som mulig etter utførelse, for eksempel med bruk av kokosmatter eller sprøytesåing. Uansett vil oppfølging over tid være nødvendig, for å vedlikeholde vegetasjonsdekket inntil det har etablert seg.

Der er utført innledende stabilitetsberegninger for å sjekke effekten av utslaking av skredkanten og avlastning av terrenget. Stabilitetsberegningene er presentert i Vedlegg A. Merk dette er bare et eksempel på mulig effekt av tiltak som avlastning/utslaking: løsningen kan tilpasses fremtidig jordbruk/flytting av snuplassen i detaljprosjekteringsfasen av prosjektet, og er også avhengig av ønsket nivå på forbedring av skråningssikkerheten.

- Utslaking av skredkanten har stor effekt (20 % forbedring) på den lokale drenerte sikkerheten ved skråningskanten, og vil forebygge videre avskalling av skråningskanten.
- Avlastning av terrenget bakenfor skråningskanten vil forbedre stabiliteten for større glideflater. I regneeksempelet er det avlastet ca. 2 m jord i 20 m bredde bak skredkanten. Dette gir ca. 12 % forbedring for udrenert tilstand, og ca. 8 % for drenert tilstand. Dette vurderes å gi skråningen en betydelig økt robusthet mot videre skredutvikling.
- Forbedring av udrenert sikkerhetsfaktor for større glideflater, inkludert den som har bakkant ved bebyggelsen, krever større tiltak. Det er imidlertid stor usikkerhet i styrkeparametrene og beregningsforutsetningene, som dybde til berg ved skråningsfoten.
- Det viktigste tiltaket, som bør prioriteres først, er å forbedre stabiliteten lokalt ved skråningskanten, fordi dagens situasjon kan resultere i videre utvikling av nye skred.
- Grunnforholdene bør kartlegges bedre i forbindelse med detaljert vurdering av mulige tiltak, også til side for selve skredområdet. Det vil da være ønskelig å også kartlegge dybde til berg ved skråningsfoten, og mektighet og styrkeparametre for skredmasser.



Figur 6-5. Skisse av mulig sikringstiltak ved skråningskanten.



Figur 6-6. Skisse av mulige sikringstiltak. Oransje: avlasting av skråningstoppen, rosa: erosjonssikring av elva, gul: omtrentlig plassering av skredmassene i det gamle elveleiet.

6.3.2 Erosjonssikring langs elva

Vestsiden av elvebredden rett oppstrøms skredet er nå sannsynligvis mer utsatt for erosjon enn før skredet, pga. det endrede elveløpet. Erosjonsforholdene langs hele kvikkleiresonen bør kartlegges, med ekstra oppmerksomhet på området rett oppstrøms skredet.

Skredmateriale fra det første skredet (i 2023) ligger ved skråningsfoten (Figur 6-6), og har ført til at elveløpet er flyttet mot den østlige (venstre) elvebredden. Det nye elveløpet forventes å erodere og grave seg noe inn i skredavsetningene over tid, da skredmaterialet delvis består av eroderbar sand og sandig, siltig leire, i tillegg til omrørt leire (sprøbruddmateriale). Skredmaterialet demmer opp det opprinnelige elveleiet, og det vil ta tid før elva naturlig returnerer til sitt opprinnelige løp.

Erosjonssikring bør vurderes utført langs strekningen (se Figur 6-6).

6.3.3 Motfylling ved skråningsfot

Det bør vurderes behov for motfylling ved skråningsfot, med hensikt å forbedre stabiliteten. Dette kan evt. inngå som del av/i kombinasjon med erosjonssikring, og må vurderes senere. Det må da gjøres en vurdering av hvordan skredmassene ved skråningsfot skal håndteres (bli liggende, delvis fjernes, evt. stabiliseres osv.).

Evt. arbeider i skredgropa, hvor arbeider kan påvirke potensielt ustabile skredmasser, må vurderes spesielt nøye med hensyn til HMS, og detaljprosjekteres. Stabiliserende tiltak på toppen av skråningen bør utføres før man evt. utfører arbeid i skredgropa.

6.4 Skredfarevurdering for avkjøring til Avstikkeren 216

Avkjøring til Avstikkeren 216 ligger innenfor sikkerhetssonen, opprettet av Ringerike kommune (Ringerike kommune, 2024), som innebærer stengning av snuplassen og avkjøringen (privat vei) til Avstikkeren 216 (Figur 1-1). Basert på vurderingene i dette notatet, ligger både avkjøringen og bebyggelsen i Avstikkeren 216 innenfor den nye kvikkleirefaresonen *3116 – Sørgefoss*.

Beregningene viser marginal skråningsstabilitet for dagens situasjon ved profil 1, som ligger ca. 15 m sør for snuplassen. Etterskred kan fortsatt skje, og det vurderes derfor at bruk av avkjøringen og snuplassen per i dag ikke kan vurderes å være trygt.

På kort sikt bør stabiliserende tiltak i form av avlastning på toppen av skråningen og utslaking av skråningskanten, som beskrevet i avsnitt 6.3.1), utføres. Dette vil forbedre lokalstabiliteten også for området ved avkjøring/snuplass.

Når stabiliteten av skredområdet er forbedret, kan åpning av adkomstvei og snuplass vurderes.

På lengre sikt må også erosjonssikring langs elva oppstrøms skredområdet vurderes. Stabiliteten av veien inn til boligene er per i dag ikke endret for som følge av skredet (med unntak av området ved avkjøring/snuplass). Hvis erosjon pågår i elva ved foten av skråningen, vil imidlertid stabiliteten gradvis forverres, og i verste fall kan nye skred utløses. Det forventes økt erosjon i denne delen av elveskråningen/skråningsfoten pga. skredavsetningene i elva (denne strekningen utgjør en skarp yttersving i elva etter at skredmassene har demmet opp elva nedstrøms dette området).

Grunnforholdene nord for skredområdet er i liten grad kartlagt, og supplerende undersøkelser kan være aktuelt.

7 Oppsummering

Områdestabilitet

Det er opprettet en kvikkleiresone (3116 – *Sørgefoss*) basert på resultatene av grunnundersøkelsene utført ved Avstikkeren 201 og 203. Faresonen er klassifisert med faregrad *middels*, skadekonsekvens *alvorlig* og resulterende risikoklasse 3. Skredmekanismen er klassifisert som rotasjonsskred, ut fra antatt liten mektighet av sprøbruddmateriale. Avgrensningen av faresonen mot nord og sør er noe usikker, da det kun er utført grunnundersøkelser i skredområdet. Det er antatt sprøbruddmateriale og kvikkleire i grunnen i øvrige områder på samme kotenivå og med samme mektighet som ved Avstikkeren 201 og 203. Sideveis utvikling av evt. kvikkleireskred antas å stoppe opp ved markerte sideraviner.

Det anbefales å gjøre en nærmere utredning av sonen. Dette vil omfatte kartlegging av erosjonsforhold langs elva. Basert på dette kan evt. kritiske områder identifiseres og prioriteres for erosjonssikring. I tillegg vil supplerende grunnundersøkelser innenfor deler av faresonen hvor grunnundersøkelser per i dag ikke er utført (og eventuelt utenfor sonen) gi nyttig informasjon for bedre avgrensning og risikoklassifisering av sonen.

Skredårsak

Det er gjort en vurdering av skredhendelsene basert på grunnundersøkelser i skredområdet, bilder og terrengdata fra droneskanninger.

For den første skredhendelsen, i oktober 2023, antas skredårsaken å være knyttet til erosjon av elva inn i skråningsfoten. Erosjon har gitt gradvis forverring av stabilitetsforholdene i en naturlig skråning som allerede hadde dårlig stabilitet, noe som til slutt resulterte i en kritisk situasjon. Kraftig nedbør med økte poretrykk i jordlag med sand/silt kan ha bidratt noe til forverring av stabiliteten, men anses ikke å være hovedårsaken til skredet. Skredet involverte sensitive leirmasser (sprøbruddmateriale/kvikkleire). Skredutløpet var ca. 30-40 meter ut fra tidligere skråningsfot.

Skredet i juni 2024 er i hovedsak å betrakte som et etterskred, som nødvendigvis måtte skje som resultat av det første skredet (uten stabiliserende tiltak). De høye skredkantene opp mot toppen av skråningen kunne ikke være stabile over tid. Etterskred skjer gjerne

i forbindelse med kraftig/vedvarende nedbør, når poretrykk/sug i øvre del av skråningen endres pga. infiltrasjon. Dette var også tilfelle for skredet i 2024 (Figur 6-4). Nedbør er imidlertid mer avgjørende for *når* etterskred av denne typen utløses, enn for *om* de utløses.

I tillegg til etterskred fra øvre del av skredkanten, utvidet skredet seg noe videre mot sør, og noe mindre mot nord ved hendelsen i 2024. I nord synes det stort sett å være en avskalling av øvre skredkant som er skjedd. I sør er utvidelsen trolig gått noe dypere, og det er dannet en bratt øvre skredkant. Stabiliteten i den sørlige utvidelsen av skredet er ikke analysert i detalj, men antas å ha vært på linje med skråningen lenger nord før skredhendelsen i 2023. Skredmasser som er rast ned på tidligere avsatte skredmasser, har ført til remobilisering av de opprinnelige skredmassene i foten av skråningen. Dette er typisk for situasjoner hvor sensitive, og allerede delvis omrørte, leirmasser utsettes for ny pålastning.

Dagens situasjon

Det er sannsynlig at skredkanten med tiden vil skalle av ytterligere, slik skredhendelsen i juni 2024 er et eksempel på. Nye glidninger vil som regel skje i forbindelse med snøsmelting eller nedbør med høy intensitet/lang varighet. Nye avskallinger vil kunne medføre remobilisering av skredmassene lenger ned i skråningen.

Med tiden vil skredkanten slakes ut, og etter hvert finne en noenlunde stabil geometri, men uten stabiliserende tiltak, vil skråningen bli stående med marginal sikkerhet mot nye glidninger.

Mulige sikringstiltak

Det anbefales tiltak for å stabilisere skredområdet. Uten stabiliserende tiltak, vil ytterligere arealer trolig gli ut, og berøre jordbruksarealer samt privat vei. Ulike sikringstiltak er skissert i kapittel 6.3.

Som første tiltak, anbefales utslaking av den øvre, bratte del av skredkanten samt avlastning av plataet bak skredkanten.

I neste omgang bør det gjøres en vurdering av behov for erosjonssikring av elva oppstrøms skredet, hvor erosjonsforholdene kan være forverret som følge av skredet.

Snuplassen og avkjørselen til adkomstvei til Avstikkeren 216 bør ikke tas i bruk før stabiliserende tiltak på toppen av skråningen er utført.

Sikringstiltak må detaljprosjekteres.

8 Referanser

- DIBK. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*.
- Løvlien Georåd. (2024). *Soneutredning Ringerike - 23045 Rapport nr. 8. Vurdering av områdestabilitet . Sone 870 Bråten. Rev 01*.
- NGI. (2019). *Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 (FRE16) - Ringeriksbanen, Geotekniske undersøkelser, Avrop 10-S1-S4-S5, Datarapport. Rapport nr. FRE-00-A-91008, rev 02A, datert 18 des 2019*.
- NGI. (2024). *Grunnundersøkelser, Avstikkeren, Ringerike. Rapportnr.: 20240498-01-R*.
- NGU. (u.d.). *Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- NVE. (2020). *NVE-veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*.
- NVE. (2023). *Vurdering av skredfare Avstikkeren 201 og 203, Sørgefoss, Ringerike kommune*.
- Ringerike kommune. (2024, 07 25). www.ringerike.kommune.no. Hentet fra <https://www.ringerike.kommune.no/Arkiver/arkiv-2023/grunnundersokelser-etter-raset-ved-avstikkeren/>

Vedlegg A

PARAMETERTOLKNING OG STABILITETSBEREGNINGER

Innhold

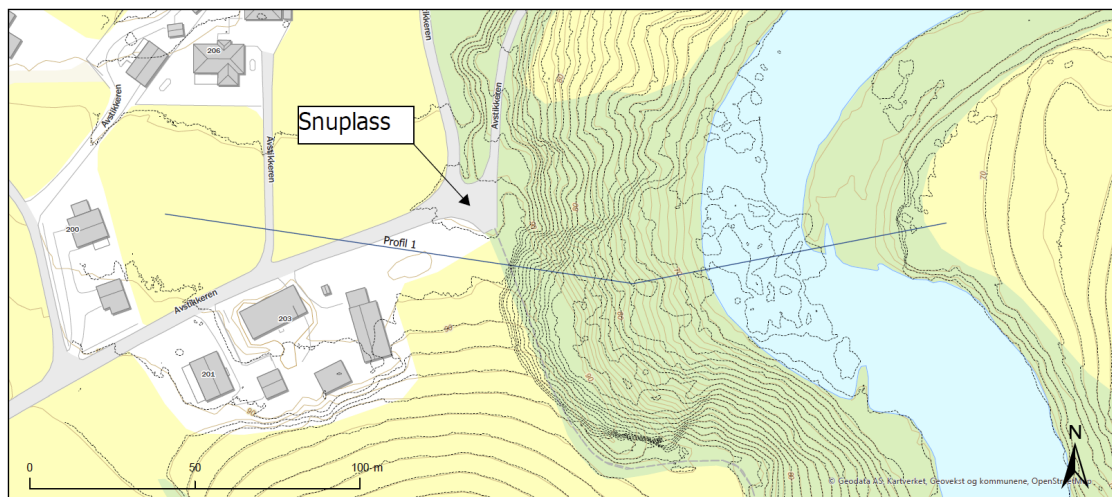
A1 Innledning	2
A2 Lagdeling	2
A3 Materialparametere	2
A3.1 Romvekt	3
A3.2 Drenerte styrkeparametere	3
A3.3 Udrenerte styrkeparametere	4
A3.4 Poretrykksforhold	5
A4 Stabilitetsberegninger	7
A4.1 Situasjon før skredet	7
A4.2 Dagens situasjon	8
A4.3 Stabiliserende tiltak	9
A5 Referanser	10

Figurer

Figur A1	Tolkning av lagdeling
Figur A2 tom. A5	Tolkning av OCR og Su
Figur A6 tom. A7	Stabilitetsberegninger – situasjon før første skredhendelse
Figur A8 tom. A10	Stabilitetsberegninger – dagens situasjon
Figur A11 tom. A12	Stabilitetsberegninger – stabiliserende tiltak
Figur A13	Stabilitetsberegning – situasjon før første skredhendelse, lokal utglidning av skråningståen
Figur A14	Stabilitetsberegninger – situasjon etter lokal utglidning av skråningståen

A1 Innledning

Det er utført stabilitetsberegninger i ett profil, med terrengoverflate tilsvarende før første skredhendelse, og med dagens terrengoverflate (dvs. terrengmodell fra hhv. 2016 og 2024). Plassering av beregningsprofilen er vist på kart i Figur A1-1.



Figur A1-1: Profil 1. Stiplede høydekoter er fra droneskanningen etter siste skredhendelse (Ringerike 2024).

Stabilitetsberegningene er utført med anerkjente metoder for grenselikevekt (BEAST 2003). Beregningene er utført i Geosuite Stability versjon 24.0.8.0. Det er utført både total- og effektivspenningsanalyser. Totalspenningsanalysene er utført med ADP-metoden.

A2 Lagdeling

Lagdelingen som danner grunnlaget for stabilitetsberegningene er basert på tolkning av resultater fra felt- og laboratorieundersøkelsene utført i pågående prosjekt, samt tilgjengelig data fra tidligere utførte grunnundersøkelser (se Figur A1). Grunnforholdene vurderes ut fra resultater fra sonderinger og laboratorieundersøkelser, med interpolering mellom borpunktene.

A3 Materialparametere

Tabell A3-1 oppsummerer parametere som er benyttet i stabilitetsberegningene. Parameterne er bestemt ut fra laboratorieforsøk, samt erfaringsverdier.

Tabell A3-1: Oversikt over materialparametere benyttet i stabilitetsberegningene

Materiale/lag	Romvekt [kN/m ³]	Friksjonsvinkel [°]	Attraksjon [kPa]	Udrenert skjærstyrke [kPa]
Tørreskorpeleire*	18,5	30	0	-
Sand*	18,5	33	0	-
Sandig, siltig leire**	19	29	1	Tolkning av OCR og Su fra CPTu i borpunkt 1 og NGI-AVS- 5, er vist i Figur A2 tom. A5
Leire	19,5	27	2	
Leire (sprøbruddmateriale)	19	27	2	
Kvikkleire	19,5	27	2	

*Parametere er valgt ut fra erfaringsverdier i SVV håndbok V220 (Statens vegvesen, 2018).

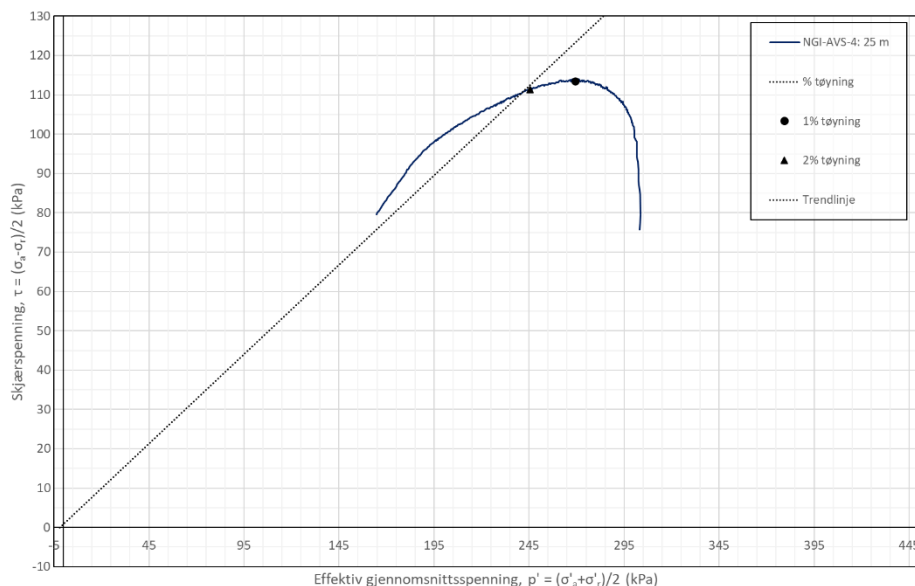
**Laget modelleres som både drenert og udrenert, i udrenerte beregninger.

A3.1 Romvekt

Romvekten av leire og kvikkleire er bestemt fra laboratorieforsøk. For tørreskorpe og sand er det benyttet typiske erfaringsverdier (Statens vegvesen, 2018).

A3.2 Drenerte styrkeparametere

Friksjonsvinkel og kohesjon for leire er tolket fra treaksialforsøk utført i borpunkt NGI-AVS-4 (fra 25 meters dybde). Tolkningen av treaksialforsøket er vist i Figur A3-1. Friksjonsvinkel i lag med høyt innhold av sand og silt, antas å ha noe høyere friksjonsvinkel.



Figur A3-1 Spanningssti fra aktivt udrenert treaksialforsøk med anisotrop konsolidering.

For tørrskorpeleire og sand er det benyttet friksjonsvinkel iht. typiske erfaringsverdier (Statens vegvesen, 2018).

A3.3 Udrenerte styrkeparametere

Udrenert skjærfasthet for leire er tolket ut fra CPTu-sonderingene iht. Karlsrud, et al. (2005) og Paniagua, et al. (2019), samt resultater av laboratorieforsøk og antatt poretrykkfordeling i grunnen. Tolkninger av overkonsolideringsgrad (OCR) og aktiv udrenert skjærfasthet for de to trykksonderingene er vist i Figur A2 tom. A5.

For bestemmelse av udrenert skjærfasthet ved skråningsfoten, der det ikke er utført grunnundersøkelser, er SHANSEP-metoden benyttet for tolkning av leiras styrke. Metoden tar hensyn til overlaging fra tidligere terreng over dagens terrengnivå (spenningshistorie, overkonsolidering), poretrykk og romvekt (Ladd, 1974). Elveløp er generelt dannet ved erosjon/skredaktivitet, og for skråningsbunnen er det som hovedregel antatt overkonsolidering minimum tilsvarende høyden på sideterrenget. Dersom det er observert uplanert/uberørt mark i nærheten av skråningstopp er dette som regel antatt å representere tidligere maksimalt terrengnivå for vurdering av tidligere overlaging.

SHANSEP-formelen er som følgende (Ladd, 1974):

$$s_{u,A} = \alpha \cdot OCR^m \cdot \sigma'_{v0}$$

der:

$$s_{u,A} = \text{udrenert skjærfasthet (kPa)}$$

α = normalisert styrke for OCR = 1 (valgt på 0,3)
OCR = overkonsolideringsgrad, dvs. forholdet mellom største tidligere (historiske) og nåværende effektive vertikalspenning i aktuell dybde
 m = eksponent (valgt lik 0,7)
 σ'_{v0} = vertikal effektivspenning i aktuell dybde

Leiras udrenerte skjærfasthet varierer med retning på skjærplanet (aktiv, direkte og passiv skjærfasthet). ADP-faktorer er bestemt fra erfaringsverdier (NVE, 2014; NVE, 2020).

Tabell A3-2 Anisotropifaktorer for udrenert skjærfasthet i leire.

Anisotropiforhold	Leire (herunder sandig siltig leire, sprøbruddmateriale og kvikkleire)
Aktiv: $s_{u,A}/s_{u,A}$	1
Direkt: $s_{u,D}/s_{u,A}$	0,63
Passiv: $s_{u,P}/s_{u,A}$	0,35

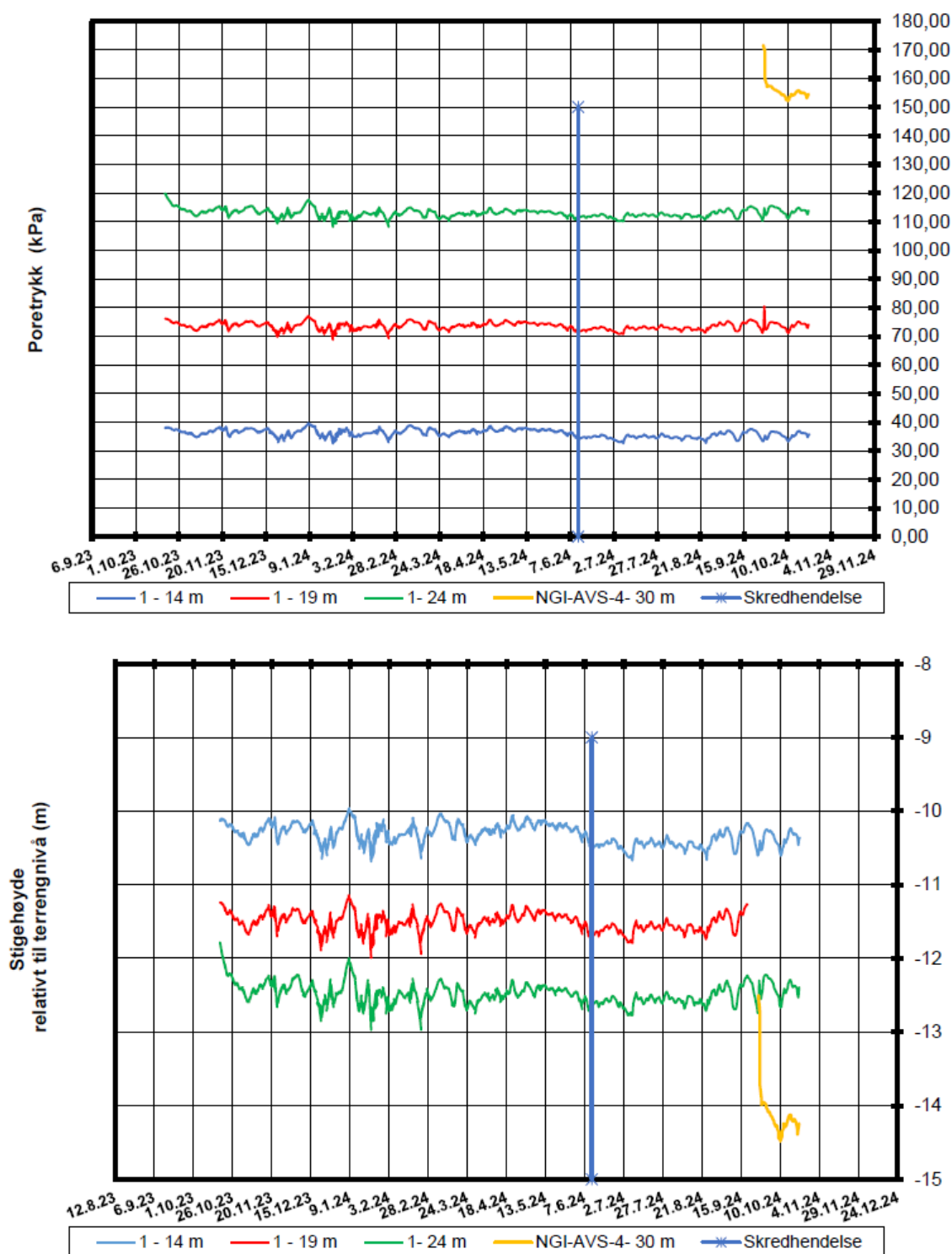
A3.4 Poretrykksforhold

Det er installert totalt 4 poretrykksmålere i ett borhull (1 og NGI-AVS-4 er samme borpunkt, men installasjonene er utført av hhv. Løvlien Georåd og NGI). Resultater frem til siste poretrykksavlesning er vist i Figur A3-2 (avlest 23. oktober 2024).

Poretrykksøkning med dybden er ca. 8 kPa/m mellom de installerte poretrykksmålere (dvs. mellom 14-30 m dybde). Fra elvenivå antas det hydrostatisk fordeling videre i dybden.

Poretrykksfordelingen er komplisert grunnet lagdeling i skråningen. Det er registrert poretrykk på omtrent 30-40 kPa i den grunneste måleren 14 meter under terreng. Dette kan indikere grunnvannstand på ca. 10 meters dybde (skråningstopp). Det er imidlertid ikke usannsynlig at det er hengende vannspeil i grunnen, basert på flere tynne, drenerende lag. Det antas derfor at grunnvannstand kan være grunnere enn 10 meters dybde.

Elvenivå er lagt på ca. kote + 66, med vanndybde antatt 1 meter.



Figur A3-2: Poretrykksavlesninger fra målere installert i borpunkt 1 og NGI-AVS-4 (samme borpunkt). Stigehøyde vist i nedre del av figuren viser at det er noe undertrykk i skråningen, med fallende potensialnivå for de dypere målerne.

A4 Stabilitetsberegninger

Resultatene av stabilitetsberegningene er oppsummert i Tabell A4-1 tom. Tabell A4-5. Beregningsprofilene er vist i Figur A6 tom. A14.

Det er utført beregninger for både drenert (effektivspenningsbasert) og udrenert (totalspenningsbasert) tilstander. Stabilitetsberegninger er også utført for tre situasjoner: med terrenget slik det var før det første skredet, for dagens terreng og for et eksempel på stabiliserende tiltak. Det er også gjort en beregning for lokal utglidning av skråningsfoten, og sikkerhet av skråningen etter en slik lokal utglidning. I tillegg til at den kritiske glideflaten (laveste beregnede sikkerhetsfaktor) er funnet for hver tilstand/situasjon, er det gjort beregninger hvor bakkant av glideflaten er tvunget gjennom viktige punkter (snuplassen, avkjørsel til privat vei og bebyggelse). Dette er gjort for å sjekke sikkerhetsfaktoren for evt. initialt skred/utglidning, hvor et rotasjonsbrudd kan nå tilbake til disse punktene. For beregningen som heter «tilbakeregning», er glideflaten tvunget til å følge antatt glideflate for det første skredet (det er noe usikkerhet om nøyaktig beliggenhet av glideflaten).

A4.1 Situasjon før skredet

Stabilitetsberegningene viser at sikkerhet før første skredhendelse var beregningsmessig kritisk (både for drenert og udrenert analyse). Kritisk glideflate i de udrenerte beregningene går dypere enn den faktiske bruddsirkelen. Beregningene resulterer til dels i sikkerhetsfaktorer lavere enn 1.0, noe som indikerer at styrkeparameterene, derunder udrenert skjærstyrke, er underestimert. Dette kan blant annet ha betydning for antatt styrke ved skråningståen, der det ikke er utført grunnundersøkelser. Det er ikke gjort detaljert prøvetaking og avanserte laboratorieforsøk for alle parametere som er benyttet i beregningene. Blant annet gjelder dette drenerte styrkeparametere i sand/siltlag (friksjonsvinkel og kohesjon).

Tabell A4-1: Beregnet sikkerhet for situasjon før skredet i oktober 2023.

Beregning	Drenert analyse	Udrenert analyse
Profil 1: Sandig, siltig, leire modelleres som et drenert materiale (Figur A6)	Kritisk glideflate: 0,99* (Figur A6)	Kritisk glideflate: 0,93 (Figur A6)
Profil 1: Sandig, siltig, leire modelleres som et drenert materiale	Tilbakeregning, skred: 0,99 (Figur A6)	Tilbakeregning, skred: 1,13 (Figur A6)
Profil 1: Sandig, siltig, leire modelleres som et udrenert materiale	Kritisk glideflate: 0,99* (Figur A6)	Kritisk glideflate: 0,98 (Figur A7)
Profil 1: Sandig, siltig, leire modelleres som et udrenert materiale	Tilbakeregning, skred: 0,99 (Figur A6)	Tilbakeregning, skred: 1,32 (Figur A7)

*Det er benyttet funksjonen *restrict surface* i Geosuite stability, for å tvinge glidesirkelen dypere, og dermed unngå beregninger med svært grunne glideflater (kun 0-0,5 meter dype, med svært lav beregningsmessig sikkerhet typisk 0,60-0,70)

A4.2 Dagens situasjon

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon resulterer i kritisk lav drenert sikkerhet for grunnere glidesirkler, og lav sikkerhet for snuplass og privat veg (med sikkerhetsfaktor hhv. 1,00 og 1,05). Drenert beregningsmessig sikkerhet for glideflate med bakkant ved nærmeste bebyggelse er god (1,40). De udrenerte beregningene viser lav beregningsmessig sikkerhet, både for kritisk glidesirkel og for glidesirkler med bakkant ved bebyggelsen (beregnet til mellom 1,03 og 1,10). Basert på foreliggende datagrunnlag, er det noe usikkerhet om styrkeparameterene, som diskutert foran (avsnitt A4.1).

Tabell A4-2: Drenerte analyser. Beregnet sikkerhet for dagens situasjon.

Beregning	Drenert analyse
Profil 1: Kritisk glideflate	0,87 (Figur A8)
Profil 1: Glideflate som går ut i skråningsbunn	0,97 (Figur A8)
Profil 1: Glideflate som kommer opp ved snuplass på skråningstopp	1,00 (Figur A8)
Profil 1: Glideflate som kommer opp ved privat veg på skråningstopp	1,05 (Figur A8)
Profil 1: Glideflate som kommer opp ved bebyggelse (Avstikkeren 201 og 203)	1,40 (Figur A8)

Tabell A4-3: Udrenerte analyser. Beregnet sikkerhet for dagens situasjon.

Beregning	Udrenert analyse
<i>Profil 1: Kritisk glideflate. Sandig, siltig, leire modelleres som et drenert materiale</i>	1,03 (Figur A9)
<i>Profil 1: Glideflate som kommer opp ved bebyggelse (Avstikkeren 201 og 203). Sandig, siltig, leire modelleres som et drenert materiale</i>	1,08 (Figur A9)
<i>Profil 1: Kritisk glideflate. Sandig, siltig, leire modelleres som et udrenert materiale</i>	1,07 (Figur A10)
<i>Profil 1: Glideflate som kommer opp ved bebyggelse (Avstikkeren 201 og 203). Sandig, siltig, leire modelleres som et udrenert materiale</i>	1,10 (Figur A10)

A4.3 Stabiliserende tiltak

Innledende beregninger er utført for å sjekke effekten av stabiliserende tiltak, herunder utslaking av skredkanten og avlastning av terrenget. Stabilitetsberegningene er presentert i Figur A11 og A12, og resultatene er oppsummert i Tabell A4-4 og Tabell A4-5. Merk at dette er bare et eksempel på av effekt av tiltak: løsningen kan tilpasses fremtidig jordbruk/flytting av snuplassen i detaljprosjekteringsfasen av prosjektet, og er også avhengig av ønsket nivå på forbedring av sikkerheten fra dagens situasjon.

- Utslaking av skredkanten har stor effekt (20 % forbedring) på den lokale drenerte sikkerheten ved skråningskanten, og vil forebygge videre avskalling av skråningskanten.
- Avlastning over et større område (dette eksempelet fjerner ca. 2 m jord i 20 m avstand bakover skredkanten) vil forbedre stabiliteten for større glideflater, med ca. 12 % forbedring for udrenert tilstanden og ca. 8 % for drenert tilstanden. Dette vil gi skråningen økt robusthet mot skred, både dyperegående rotasjonsbrudd og utglidning av skråningskanten.
- Det vil kreve betydelige tiltak å øke den udrenerte sikkerhetsfaktoren for større glideflater inkludert den som treffer bebyggelsen. Det er imidlertid stor usikkerhet i styrkeparameterne i den nedre delen av skråningen. Dybden til berg er også usikker under skråningsfoten. Disse parameterne bør undersøkes nærmere i detaljprosjekteringsfasen.

Tabell A4-4: Drenerte analyser. Beregnet sikkerhet med stabiliserende tiltak (utslaking av skredkant og 2 m dyp avlasting).

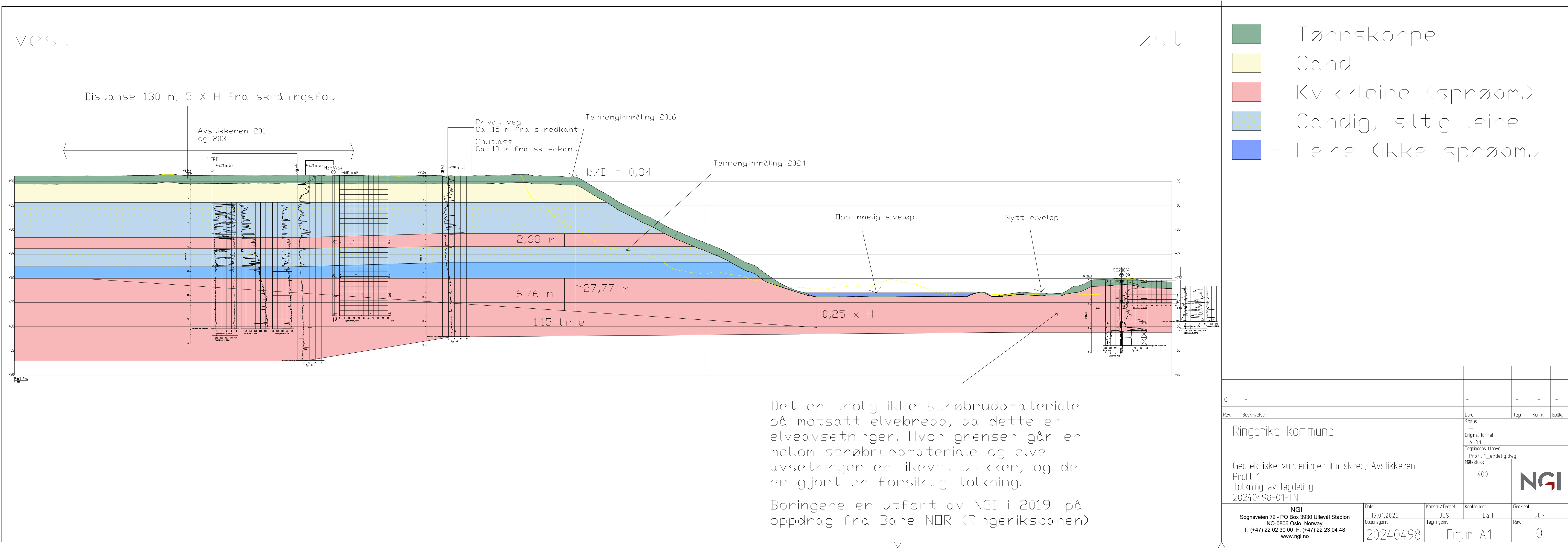
Beregning	Drenert analyse	% økning fra dagens sikkerhet
Profil 1: Kritisk glideflate	1,04 (Figur A11)	20 %
Profil 1: Glideflate som går ut i skråningsbunn	1,05 (Figur A11)	8 %
Profil 1: Glideflate som kommer opp ved privat veg på skråningstopp	1,12 (Figur A11)	7 %

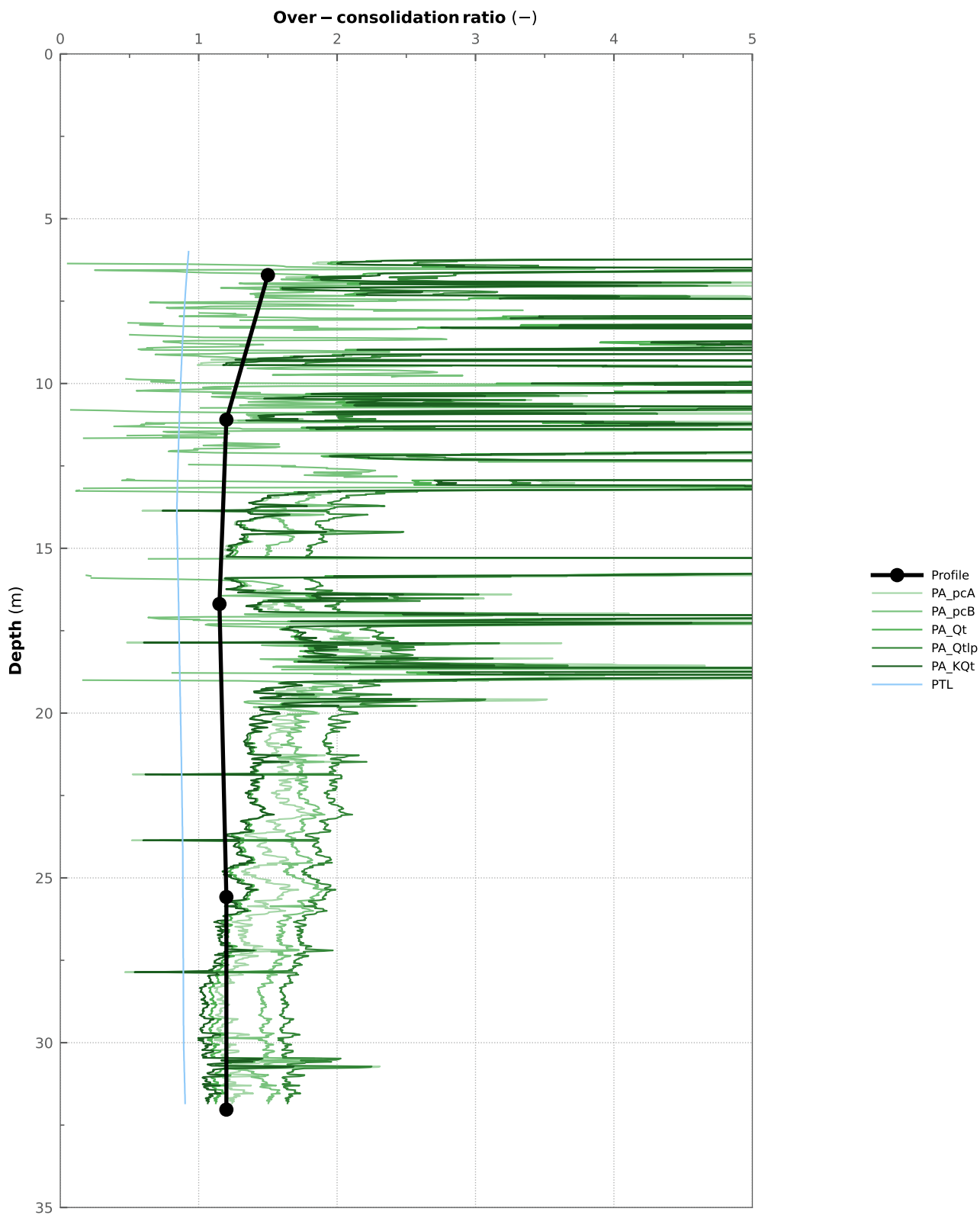
Tabell A4-5: Udrenerte analyser. Beregnet sikkerhet med stabiliserende tiltak (utslaking av skredkant og 2 m dyp avlasting).

Beregning	Udrenert analyse	% økning fra dagens sikkerhet
Profil 1: Kritisk glideflate. Sandig, siltig, leire modelleres som et drenert materiale	1,15 (Figur A12)	12 %
Profil 1: Glideflate som kommer opp ved bebyggelse (Avstikkeren 201 og 203). Sandig, siltig, leire modelleres som et drenert materiale	1,14 (Figur A12)	6 %

A5 Referanser

- Karlsrud, K. L. (2005). CPTu correlations for clays. i *Proc. 16th ICSMGE, Osaka*.
- Ladd, C. C. (1974). A new design procedure for stability of soft clays. *Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE*, vol. 100, nr. GT7, pp.763-786.
- NVE. (2014). *Veileder nr. 14-2014. Naturfareprosjekt Dp. 6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer*.
- NVE. (2020). *NVEs kvikkleireveileder 1/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred*.
- Paniagua, P. D.-S. (2019). CPTu correlations for Norwegian clays: an update. *AIMS Geosciences*, vol. 5, nr. 2, pp. 82-103.
- Statens vegvesen. (2018). *Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging*.





20240498 - Geotekniske vurderinger ifm. skred, Avstikkeren, Ringerike | 1

rapportnummer:
20240498-01-TN

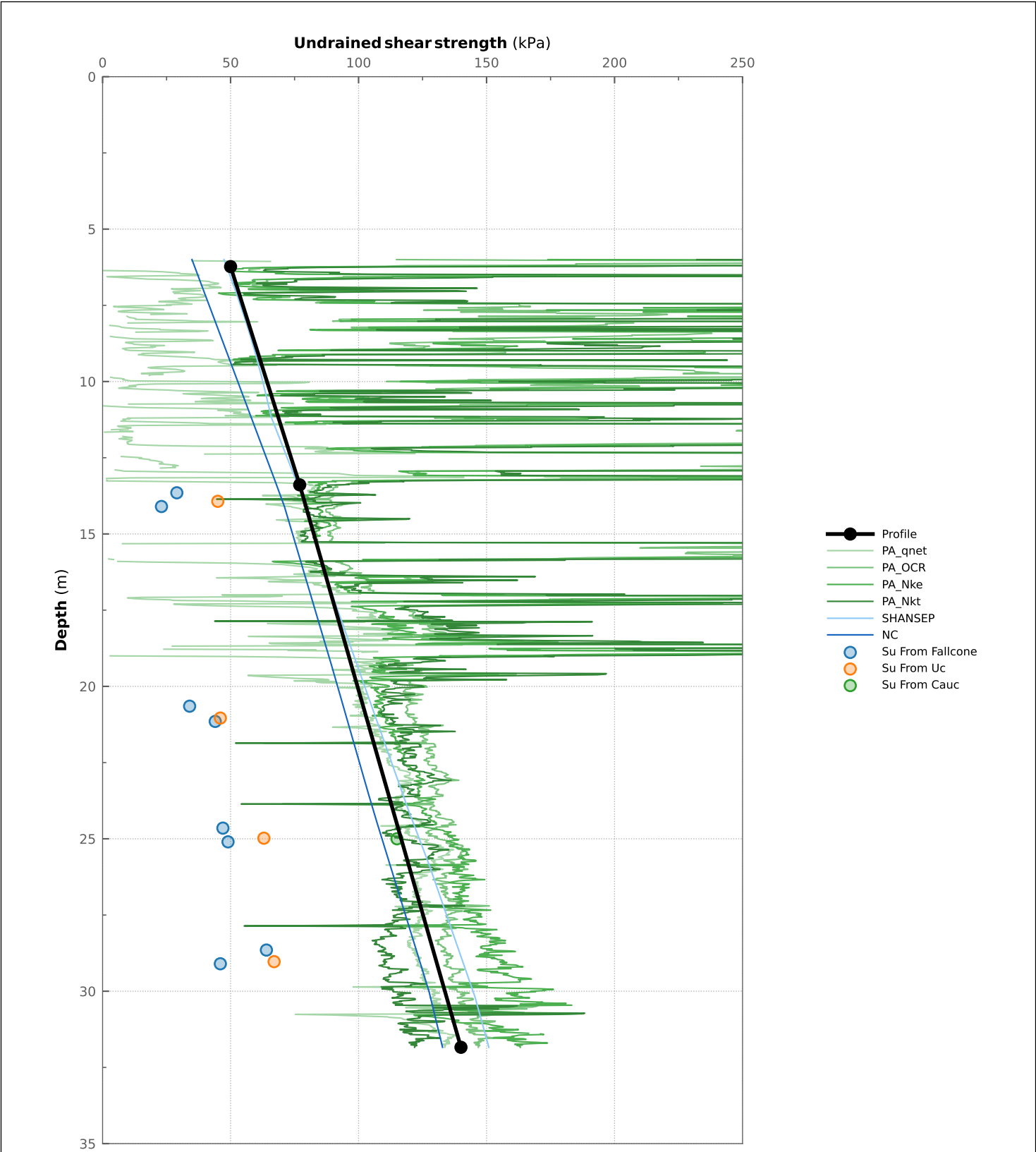
figurnummer:
A2

dato:
2025-01-08

tegnet av:
JLS

Godkjent av::
LaH





20240498 - Geotekniske vurderinger ifm. skred, Avstikkeren, Ringerike | 1

rapportnummer:
20240498-01-TN

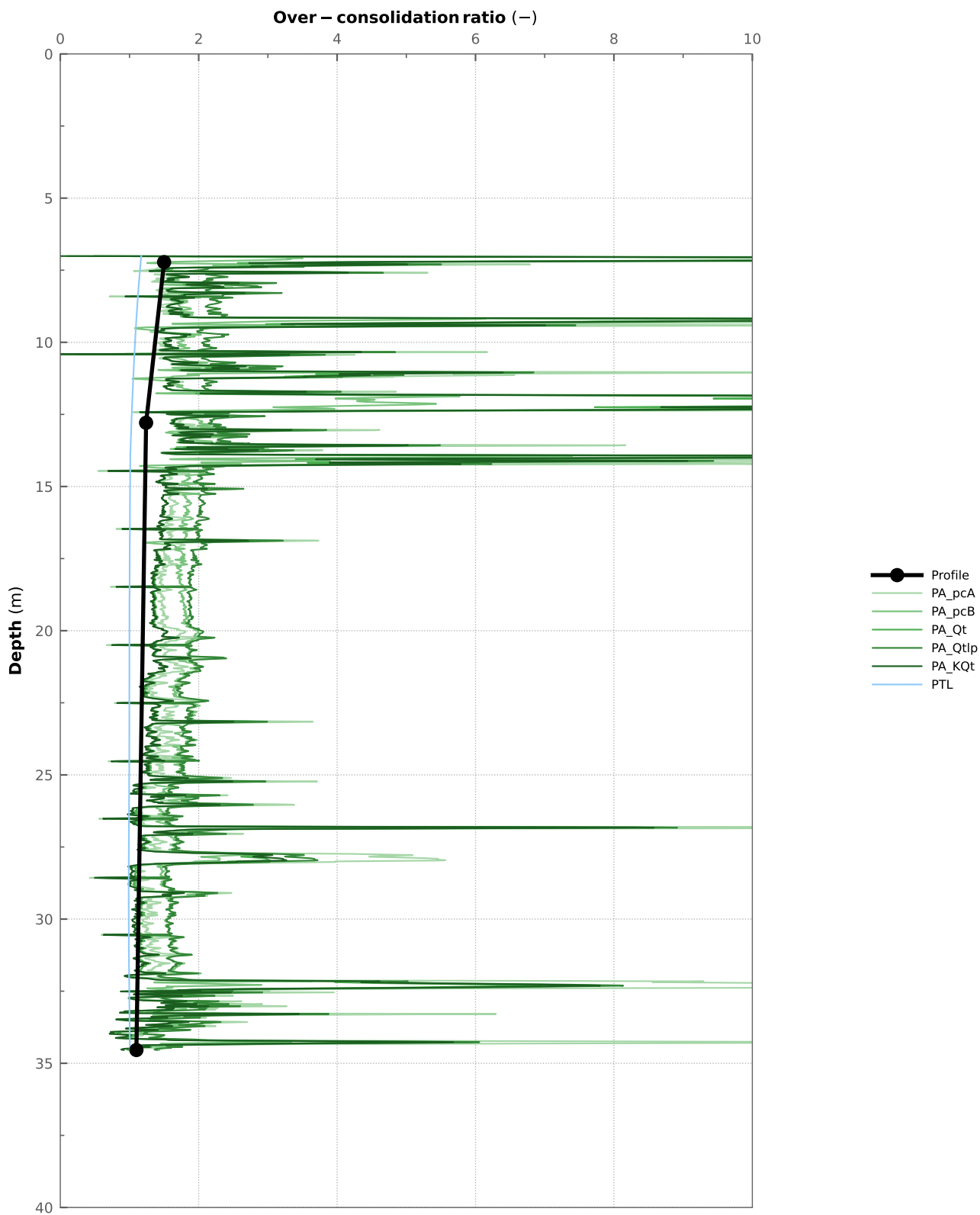
figurnummer:
A3

dato:
2025-01-08

tegnet av:
JLS

Godkjent av::
LaH





20240498 - Geotekniske vurderinger ifm. skred, Avstikkeren,
Ringerike | NGI-AVS-5

rapportnummer:
20240498-01-TN

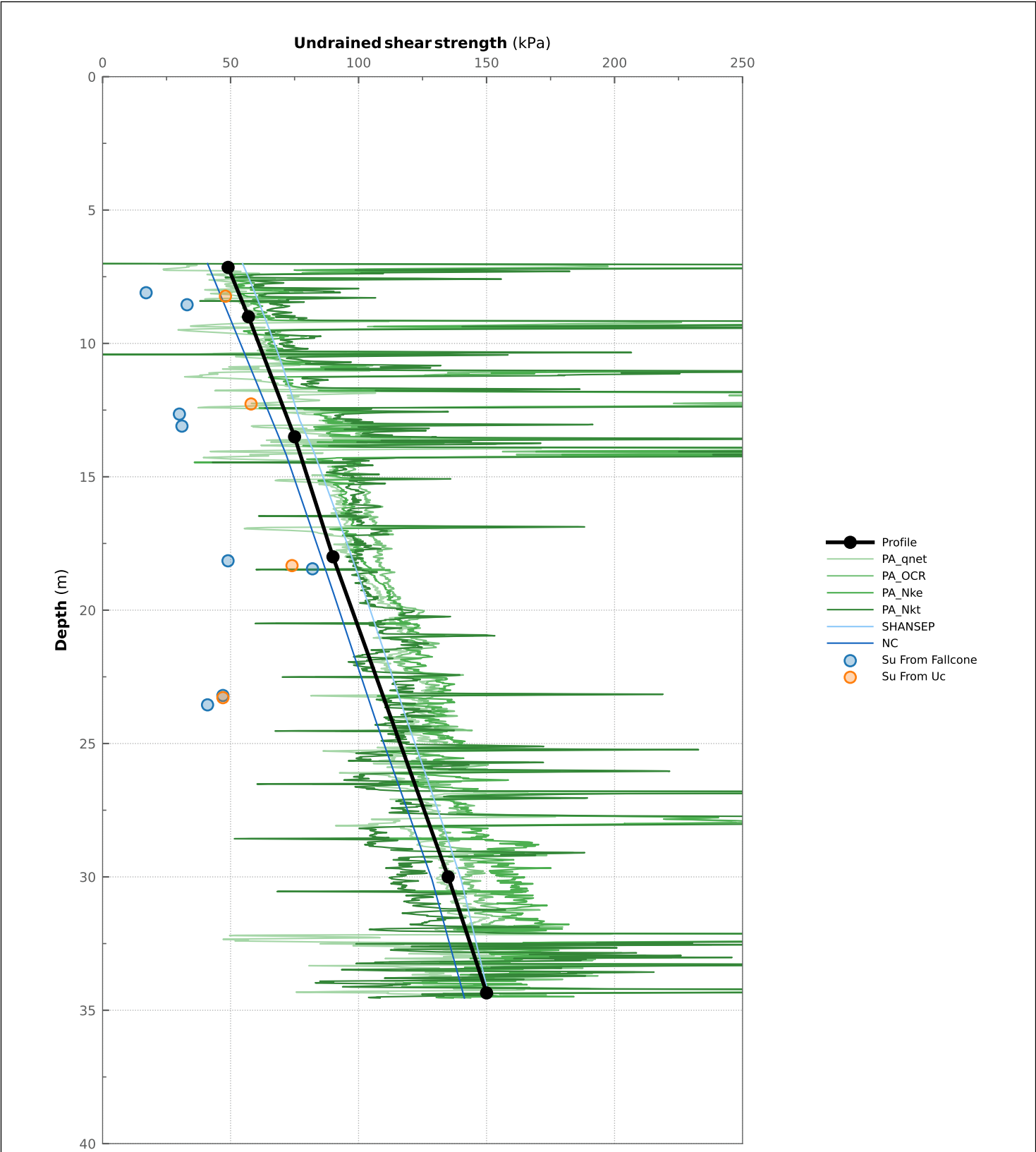
figurnummer:
A4

dato:
2025-01-08

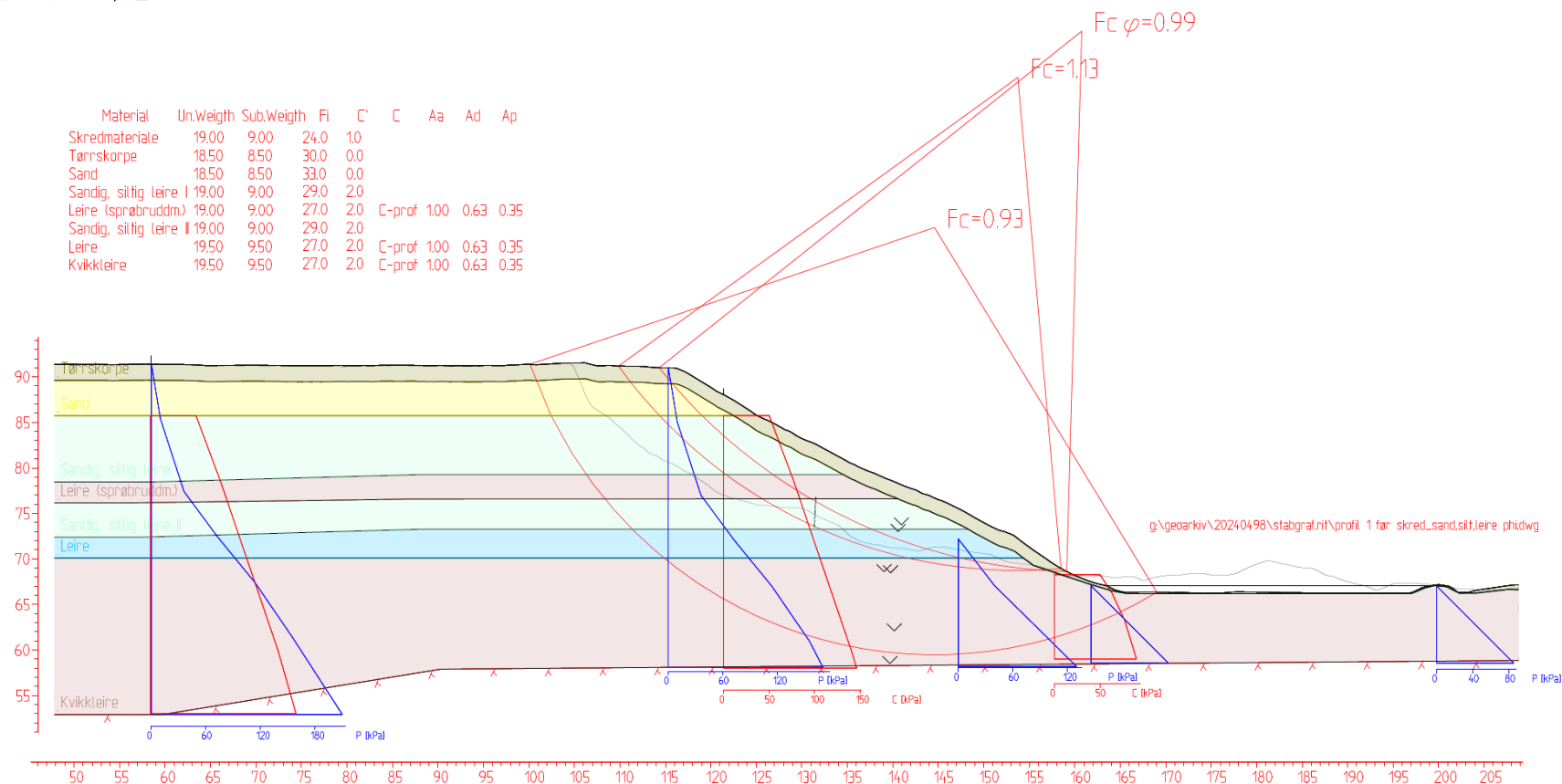
tegnet av:
JLS

Godkjent av::
LaH

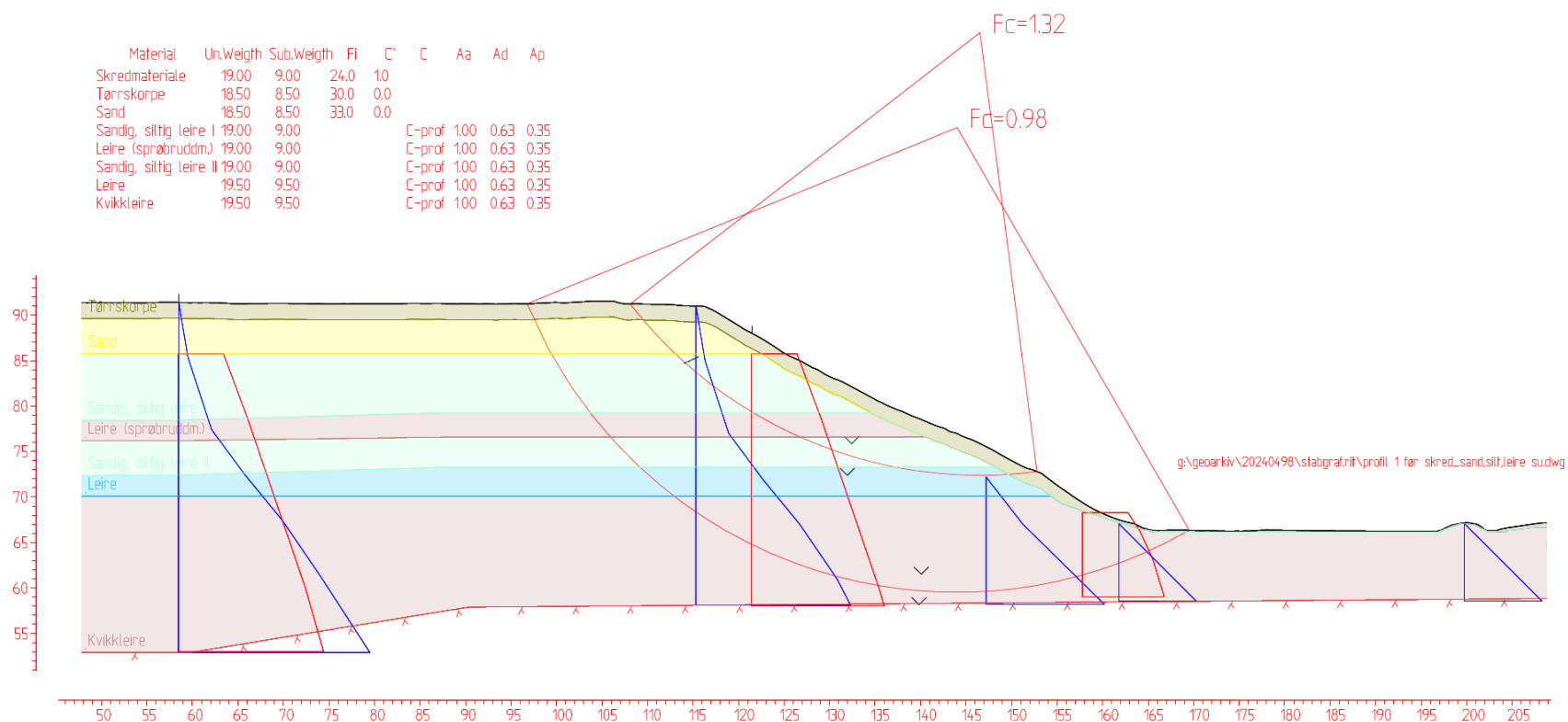




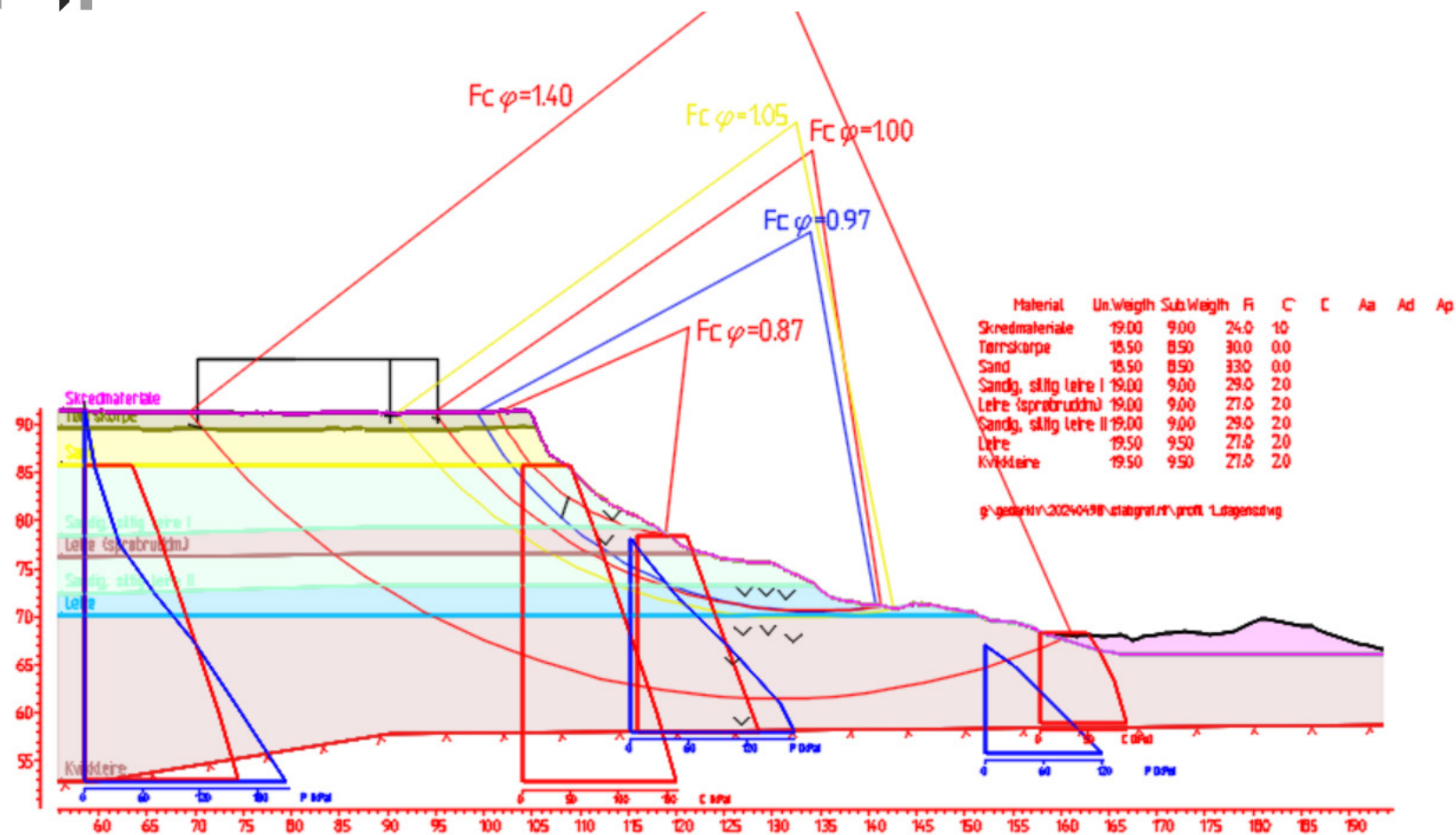
20240498 - Geotekniske vurderinger ifm. skred, Avstikkeren, Ringerike NGI-AVS-5		rapportnummer: 0240498-01-TN	
		figurnummer: A5	dato: 2025-01-08
		tegnet av: JLS	Godkjent av:: LaH



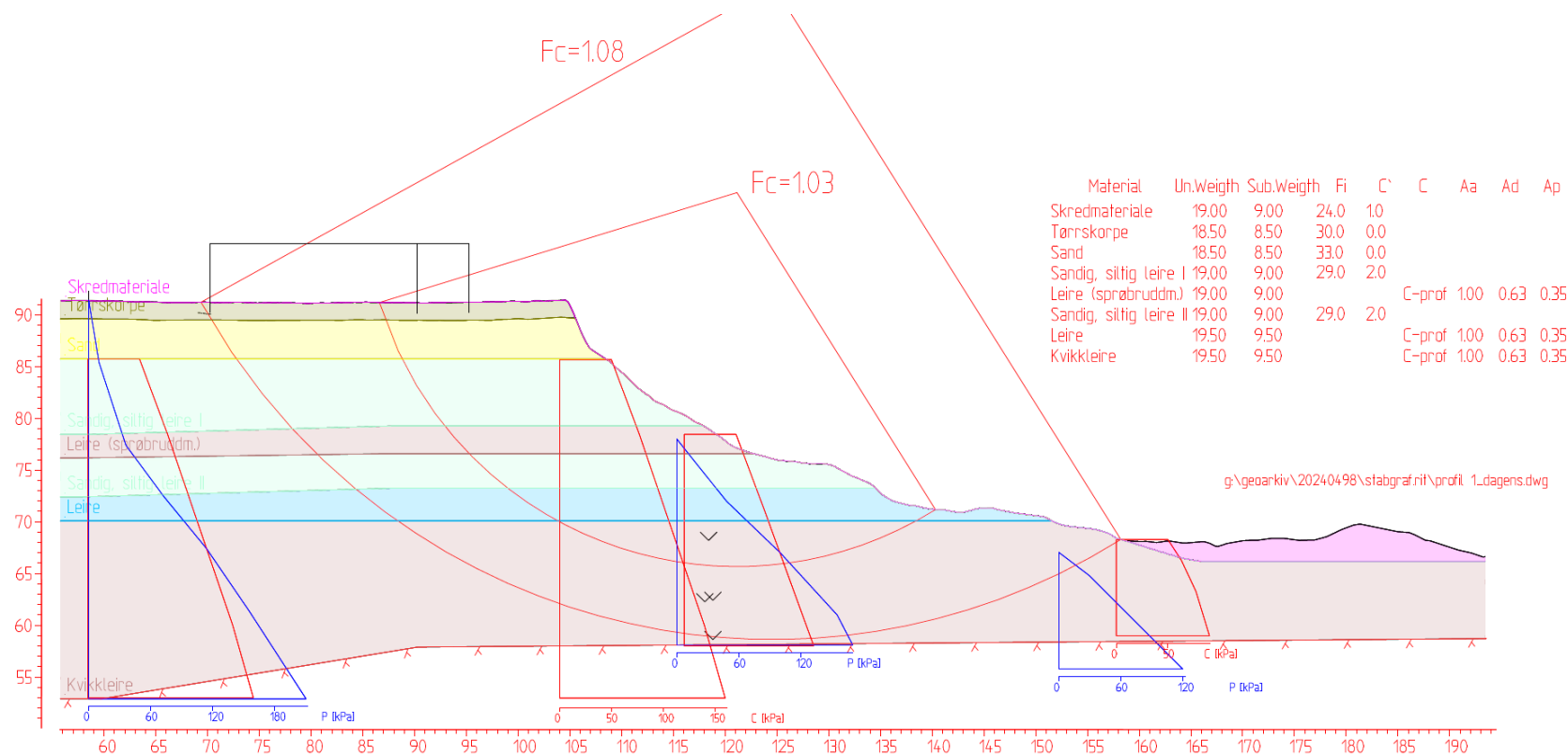
Figur A6: Situasjon før første skredhendelse, drenert sikkerhet og udrenert sikkerhet der de to lagene «sand, silt og leire» er betraktet som drenert materiale.



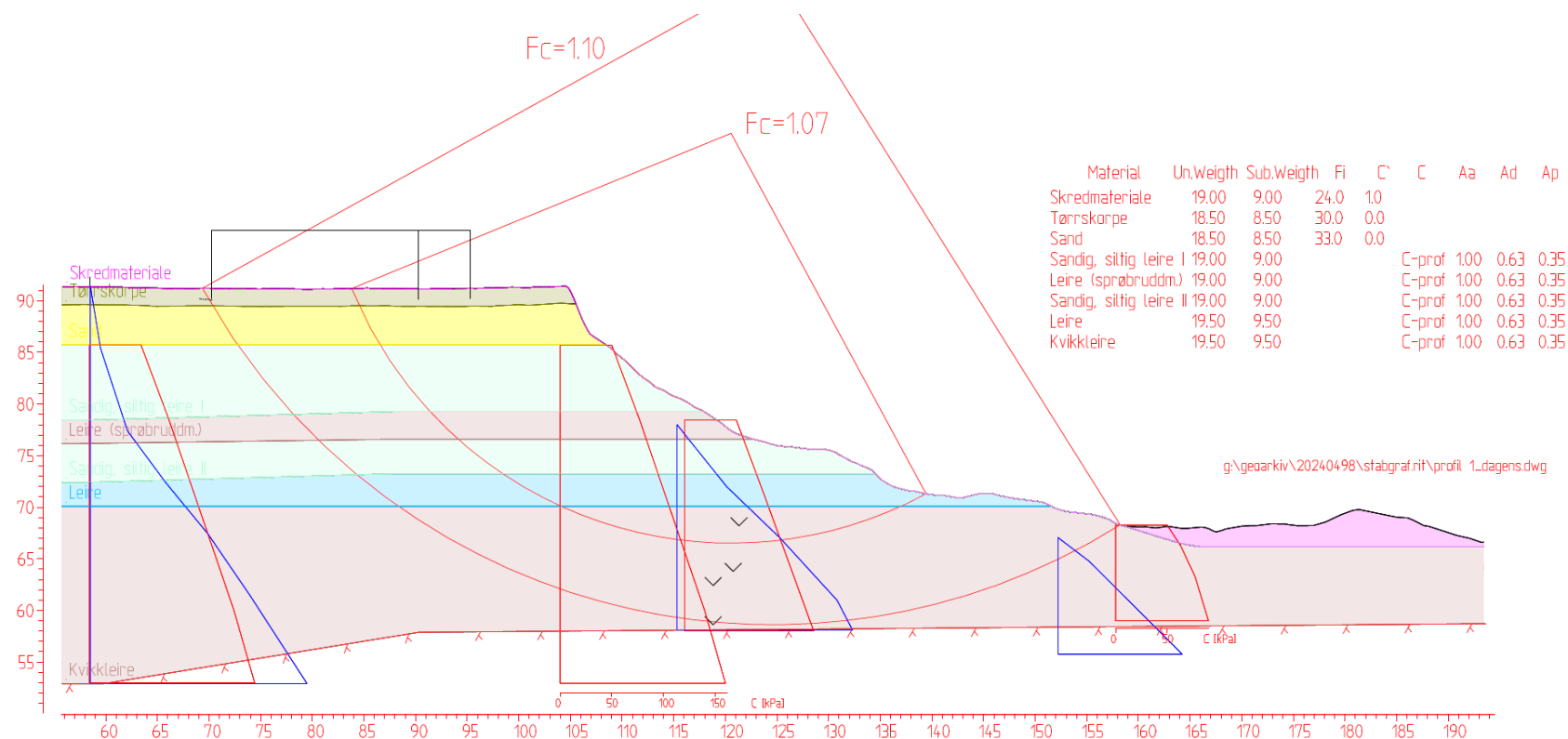
Figur A7: Situasjon før første skredhendelse, udrenert sikkerhet der de to lagene «sand, silt og leire» er betraktet som udrenert materiale.



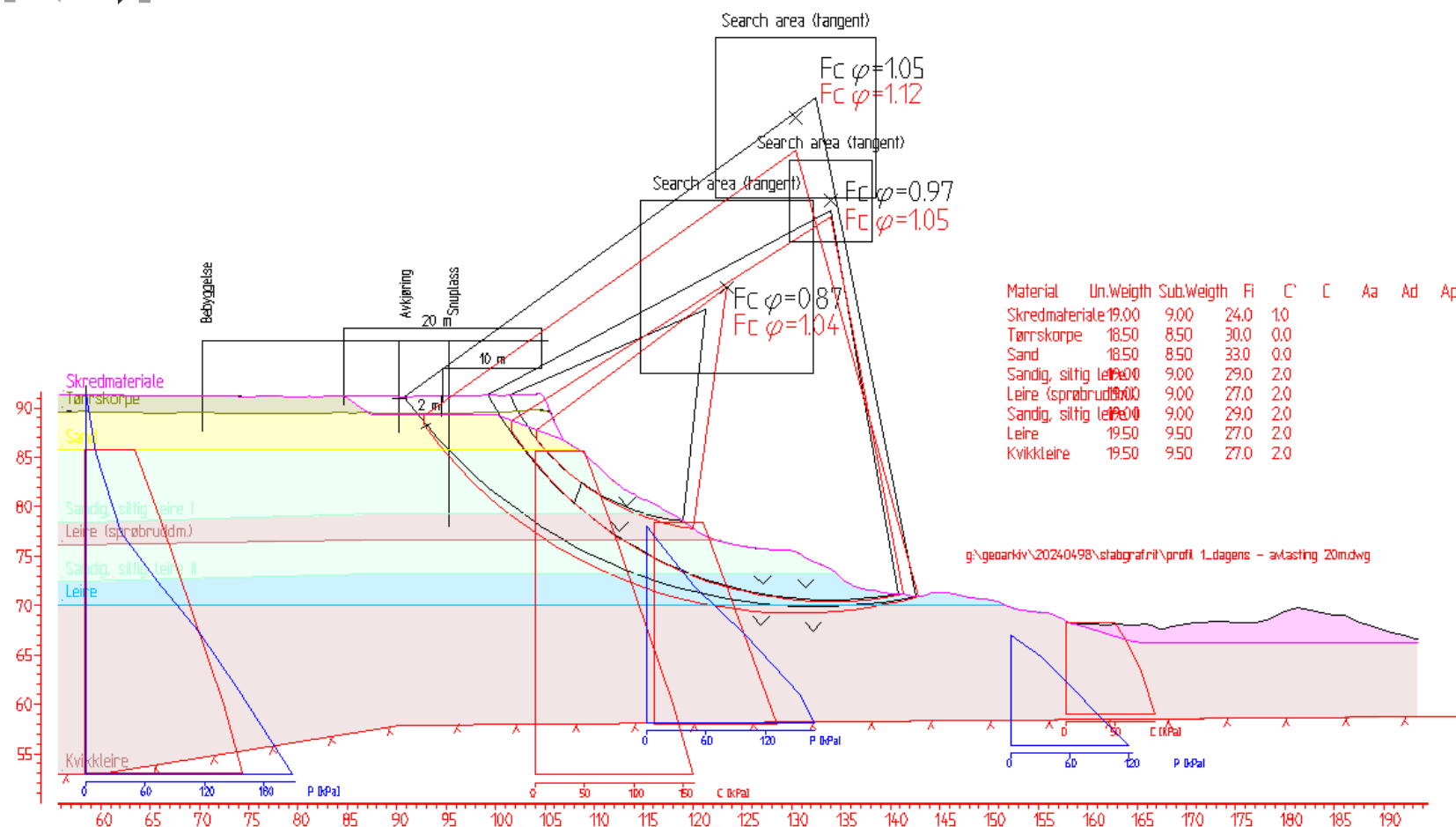
Figur A8: Dagens situasjon, drenert sikkerhet.



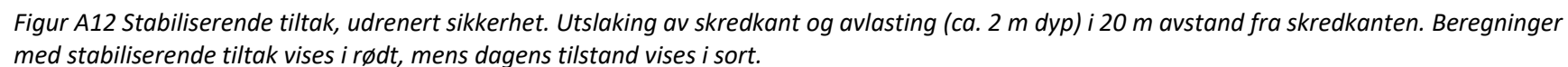
Figur A9: Dagens situasjon, udrenert sikkerhet der de to lagene «sand, silt og leire» er betraktet som drenert materiale.



Figur A10: Dagens situasjon, udrenert sikkerhet der de to lagene «sand, silt og leire» er betraktet som udrenert materiale.

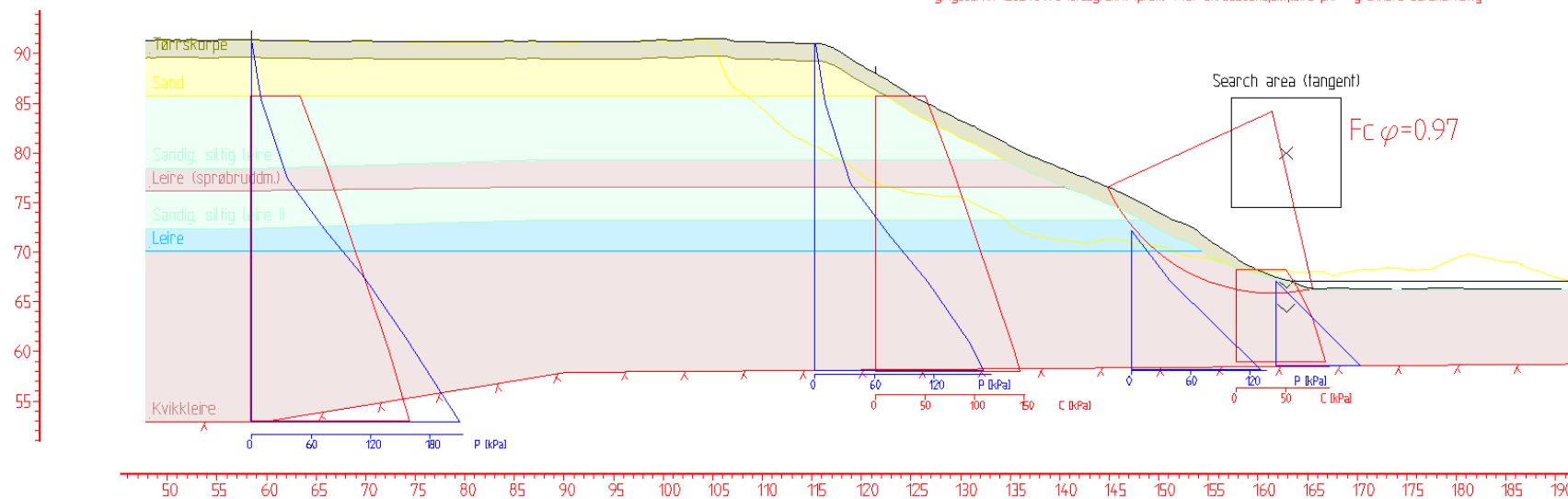


Figur A11 Stabiliserende tiltak, drenert sikkerhet. Utslaking av skredkant og avlasting (ca. 2 m dypde) i 20 m bredde bak øvre skredkant. Beregninger med stabiliserende tiltak vises i rødt, mens dagens tilstand vises i sort.



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe	18.50	8.50	30.0	0.0				
Sand	18.50	8.50	33.0	0.0				
Sandig, siltig leire I	19.00	9.00	29.0	2.0				
Leire (sprøbruddm.)	19.00	9.00	27.0	2.0				
Sandig, siltig leire II	19.00	9.00	29.0	2.0				
Leire	19.50	9.50	27.0	2.0				
Kvikkleire	19.50	9.50	27.0	2.0				

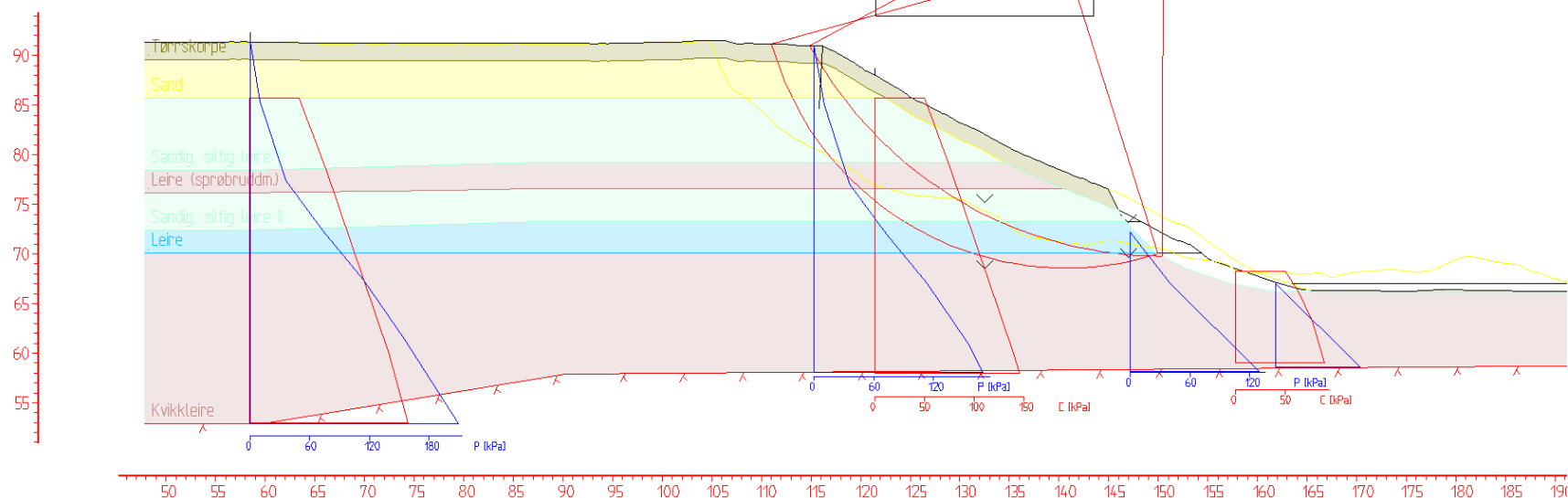
g:\geoarkiv\20240498\stabgrafrit\profil_1 for skred_sand,silt,leire phi - grunnere udrenert.dwg



Figur A13: Situasjon før første skredhendelse, drenert sikkerhet for lokal utglidning av skråningståen.

Material	Un.Weight	Sub.Weight	FI	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.50	8.50	30.0	0.0				
Sand	18.50	8.50	33.0	0.0				
Sandig, siltig leire I	19.00	9.00	29.0	2.0				
Leire (sprøbruddm.)	19.00	9.00	27.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sandig, siltig leire II	19.00	9.00	29.0	2.0				
Leire	19.50	9.50	27.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	19.50	9.50	27.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35

g:\geoteknisk\20240498\stabgraf.nit\profil 1 for skred_sand,silt,leire phi - tar bort bunnen av skråning.dwg



Figur A14: Situasjon etter lokal utglidning av skråningståen. Drenert og udrenert sikkerhet.

Vedlegg B

BILDER FRA SKREDOMRÅDET

Innhold

B1 Innledning	2
B1.1 10 oktober 2023	2
B1.2 2. mai 2024	4
B1.3 11. juni 2024	6
B1.4 29. juni 2024	9
B1.5 6. september 2024	10
B1.6 19. september 2024 (befaring NGI)	11

B1 Innledning

Det foreligger bilder i tidsrommet etter første skredhendelse 10. oktober 2023 tom. 19. september 2024.

B1.1 10 oktober 2023

Disse bildene ble tatt kort tid etter den første skredhendelsen. De viser skillet mellom den øverste laget av sand/silt/leire og underliggende leirelaget (sprøbruddmateriale).



Figur B1-1: Ringerike kommune, 2023



Figur B1-2: Ringerike kommune, 2023



Figur B1-3: Ringerike kommune, 2023

B1.2 2. mai 2024

Bildene er tatt mellom de to skredhendelsene, men det er tydelige tegn på bevegelse i skråningen. Trærne som sto helt på kanten etter første skredhendelse har rast ut.



Figur B1-4: Ringerike kommune, 2024



Figur B1-5: Ringerike kommune, 2024

B1.3 11. juni 2024

Disse bildene er tatt like etter den andre skredhendelsen.



Figur B1-6: Ringerike kommune, 2024



Figur B1-7: Ringerike kommune, 2024



Figur B1-8: Ringerike kommune, 2024



Figur B1-9: Ringerike kommune, 2024

B1.4 29. juni 2024



Figur B1-10: Ringerike kommune, 2024



Figur B1-11: Ringerike kommune, 2024

B1.5 6. september 2024



Figur B1-12: Ringerike kommune, 2024



Figur B1-13: Ringerike kommune, 2024

B1.6 19. september 2024 (befaring NGI)



Figur B1-14: NGI, 2024



Figur B1-15: NGI, 2024



Figur B1-16: NGI, 2024



Figur 1-17: NGI, 2024



Figur B1-18: NGI, 2024



Figur 1-19: NGI, 2024



Figur B1-20: NGI, 2024



Figur B1-21: NGI, 2024



Figur B1-22: NGI, 2024

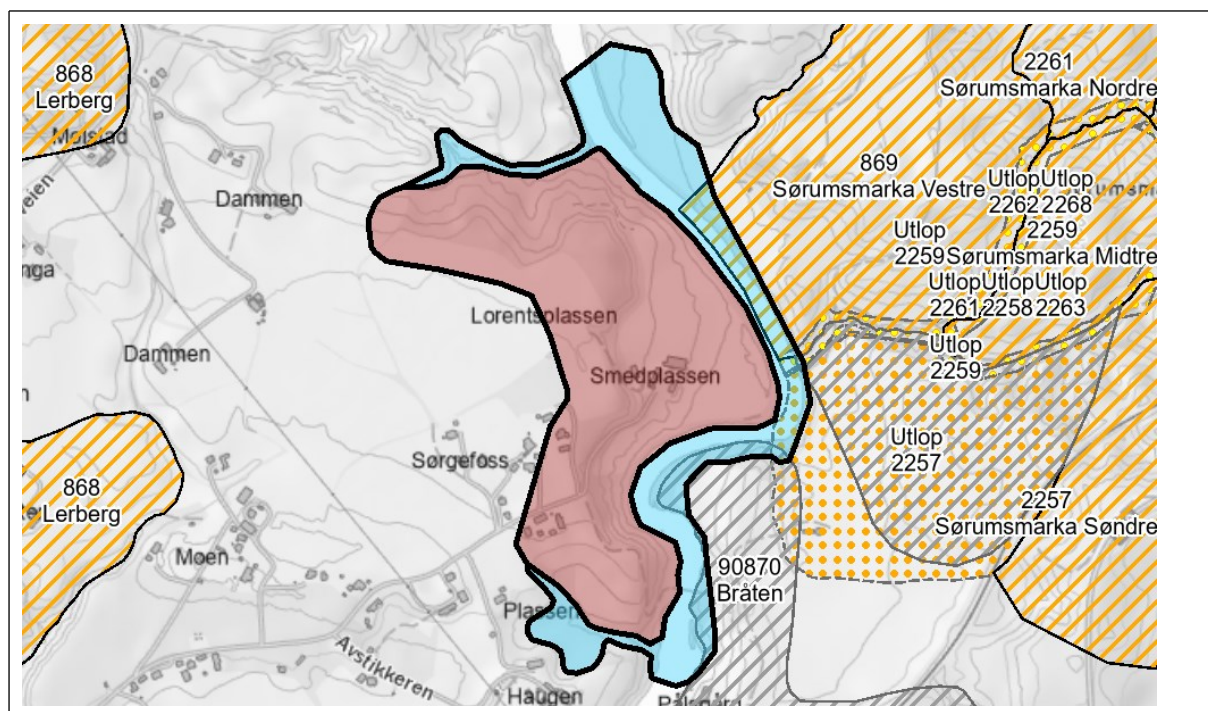
Vedlegg C

FAKTAARK – KVIKKLEIRESONE 3116 –
SØRGEFOSS

**NVE**Norges vassdrags-
og energidirektorat

3116: Sørgefoss - Kommune: Ringerike

Faregradklasse	Middels
Konsekvensklasse	Alvorlig
Risikoklasse	3
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor < 1,4
Sonestatus	Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning
Prosjektype	Annet
Oppfølgingsbehov	Behov for videre utredning
Opprettet	07.01.2025
Sist oppdatert	04.02.2025
Sist oppdatert av	NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT AS



Bemerkninger

04.02.2025	Ifm. skredhendelser nær Avstikkeren 201 og 203 er det utført grunnundersøkelser ved skredområdet. Det er påvist tynne lag sprøbruddmateriale relativt grunt (ca. 8-10 meter under terreng) og et mektig kvikkleirelag like over elvenivå (omrørt skjærfasthet 0,1 kPa). Antatt skredmekanisme er rotasjonsskred, basert på andel sprøbruddmateriale over kritisk glidesirkel (0,30-0,35). Det foreligger lite data på grunnforholdene i området, med unntak av ved skredområdet. Det er derfor usikkerheter relatert til avgrensningen.
------------	---

Referanser

Fareberegning

Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Det er nylig gått skred som har påvirket sensitive masser, ved Avstikkeren 201-203.	Noe	2	1	2
Skråningshøyde i meter	Det er opp mot 30 meters høydeforskjell.	20-30	2	2	4
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Det antas normalkonsolidert leire i nivå med antatt kritisk glideflate.	1,0-1,2	3	2	6

Poretrykk	Det er installert 3 målere på skråningstoppen, som indikerer lav grunnvannstand, med økning av poretrykk med dybden tilsvarende ca. 8 kPa/m. Det er påvist flere drenerende lag i de øveste 10-15 meterne.	-(20-50)	-2	3	-6
Kvikkleiremektighet	Mektikgheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er ca. 13 m, og skråningshøyde er ca. 30 m i kritisk snitt.	H/4-H/2	2	2	4
Sensitivitet	Kvikkleirelaget som ligger like over elvenivå har påvist omrørt skjærfasthet 0.1 kPa. Sensitiviteten er svært høy (det er fastslått $St = 500-700$ i enkelte prøver).	>100	3	1	3
Erosjon	Erosjon er ikke vurdert i pågående prosjekt, og er derfor usikker. Det kan ikke utelukkes at skredhendelsen ved Avstikkeren 201-203 i oktober 2023 var erosjonsutløst. Score er konservativt satt.	Noe	2	3	6
Inngrep	Det er p.t. ikke utført noen tiltak.	Ingen	0	3	0
Total poengsum					19
Prosent av maks					37,2549
Sist oppdatert	14.01.2025				

Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	Det er registrert 5 boenheter innenfor faresonen. Spredt bebyggelse.	Spredt ≤ 5	1	4	4
Næringsbygg	Det er registrert 4 driftsbygg innenfor faresonen. Antar < 10 personer.	< 10 personer	1	3	3
Annen bebyggelse	Ingen	Ingen	0	1	0
Veier	Kun private veier	< 100	0	2	0
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Lokalnett (11 master).	Lokal	0	1	0
Oppdemning	Det er fare for oppdemming, men lav risiko for tap av menneskeliv og for materielle skader, da det er lite bebyggelse nær elva.	Liten	1	2	2
Total poengsum					9
Prosent av maks					20
Sist oppdatert	29.01.2025				

Dokumentinformasjon/ <i>Document information</i>		
Dokumenttittel/<i>Document title</i> Geotekniske vurderinger ifm. skred, Avstikkeren, Ringerike		Dokumentnr./<i>Document no.</i> 20240498-01-TN
Dokumenttype/<i>Type of document</i> Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/<i>Client</i> Ringerike kommune	Dato/<i>Date</i> 2025-02-04
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/<i>Proprietary rights to the document according to contract</i> NGI		Rev.nr. & dato/<i>Rev.no. & date</i> 0 /
Distribusjon/<i>Distribution</i> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/<i>Keywords</i> Skred, kvikkleire, geotekniske vurderinger		

Stedfesting/ <i>Geographical information</i>	
Land, fylke/<i>Country</i> Norge, Buskerud	Havområde/<i>Offshore area</i>
Kommune/<i>Municipality</i> Ringerike	Feltnavn/<i>Field name</i>
Sted/<i>Location</i> Avstikkeren	Sted/<i>Location</i>
Kartblad/<i>Map</i> 044S	Felt, blokknr./<i>Field, Block No.</i>
UTM-koordinater/<i>UTM-coordinates</i> Sone: 32 Øst: 566523 Nord: 6668653	Koordinater/<i>Coordinates</i> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/ <i>Document control</i> Kvalitetssikring i henhold til/ <i>Quality assurance according to NS-EN ISO9001</i>					
<i>Rev/</i> Rev.	<i>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</i>	<i>Egenkontroll av/ Self review by:</i>	<i>Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:</i>	<i>Uavhengig kontroll av/ Independent review by:</i>	<i>Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:</i>
0	Originaldokument	2025-02-04 Jørgen Løkken Skaatan	2025-02-04 Laura Rødvand 2025-02-03 Håkon Heyerdahl		

Dokument godkjent for utsendelse/ <i>Document approved for release</i>	Dato/<i>Date</i> 4. februar 2025	Prosjektleder/<i>Project Manager</i> Jørgen Løkken Skaatan
---	--	--

NGI – Norges Geotekniske Institutt - er et uavhengig forskningsinstitutt innen geoteknikk og andre ingeniørrettede geofag.

Vi kombinerer geokunnskap og teknologi for å utvikle smarte og bærekraftige løsninger innen infrastruktur på land og til havs, innen miljøteknologi, forurenset grunn og naturfarer som jord- og snøskred. Forskningen vår leverer kunnskap som bidrar til å løse noen av de viktigste utfordringene verden står overfor innenfor klima, miljø, energi og samfunnssikkerhet.

Samfunnsoppgaven vår er å utvikle geofagene og fremskaffe kunnskapsgrunnlaget for å bygge, bo og ferdes på sikker grunn. Dette løser vi ved å la forskning og rådgivning gå "hånd i hånd" og være brobygger mellom akademia, næringsliv og det offentlige.

Vi har kontorer i Norge, USA og Australia og vi har internasjonalt anerkjente laboratorier.

www.ngi.no

NGI – The Norwegian Geotechnical Institute – is an independent research centre in the field of geotechnical engineering and the engineering geosciences.

We combine geotechnical knowledge and technology to develop smart and sustainable solutions in infrastructure on land and at sea, in environmental technology, contaminated soil and natural hazards such as landslides and avalanches. Our research provides knowledge that contributes to solve some of the most important challenges the world faces with regards to climate, the environment, energy and societal security.

Our societal mission is to develop the geosciences and produce the knowledge basis to build, live and travel on safe ground. We solve this by combining research and consulting hand-in-hand and being a bridge-builder between academia, industry and the public sector.

We have offices in Norway, the US and Australia, including internationally recognised laboratories.

www.ngi.no

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

