

Til: Ringerike kommune
v/ Hilde Brørby Fivelsdal
Kopi til: Ringerike kommune v/ Marius Karlsen
Dato: 2025-03-18
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /
Dokumentnr.: 20240498-02-TN
Prosjekt: Geotekniske vurderinger ifm. skred, Avstikkeren, Ringerike
Prosjektleder: Jørgen Løkken Skaatan
Utarbeidet av: Jørgen Løkken Skaatan
Kontrollert av: Laura Rødvand

Stabilitetsvurderinger av snuplass, Avstikkeren 216

Innhold

1	Innledning	2
2	Skråningsstabilitet	3
	2.1 Beregningsresultater	4
3	Geotekniske vurderinger	5
	3.1 Drenert sikkerhet	5
	3.2 Udrenert sikkerhet	6
	3.3 Retrogresjon av skredkanten	6
4	Oppsummering	7
5	Referanser	8

Vedlegg

Vedlegg A Tolkning av lagdeling og stabilitetsberegninger

Kontroll- og referanseside

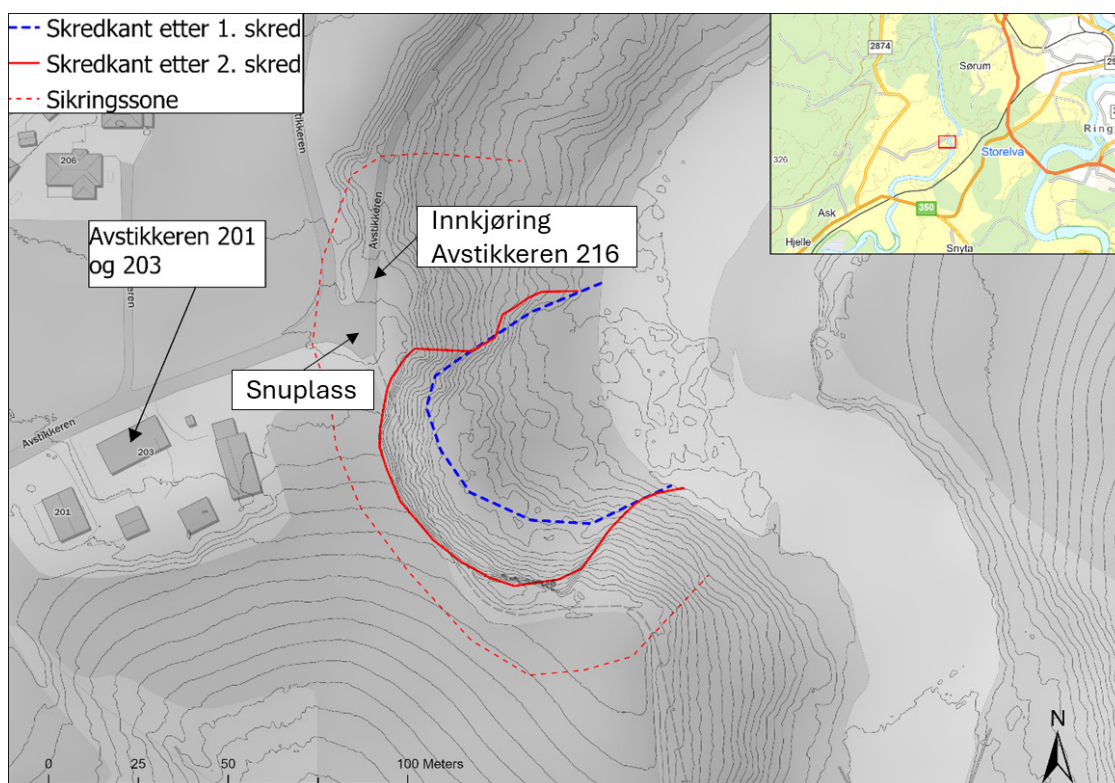
1 Innledning

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). Det er i tillegg gjort geotekniske vurderinger av områdestabilitet, lokalstabilitet (før og etter skred), skredårsak og mulige sikringstiltak (NGI, 2025).

Foreliggende notatet bygger videre på NGI (2025), og det gjøres her en grundigere vurdering av stabilitet av snuplassen mot innkjøringen til eiendom på adresse Avstikkeren 216. Snuplassen og innkjøringen er p.t. innenfor kommunens sikringssone.

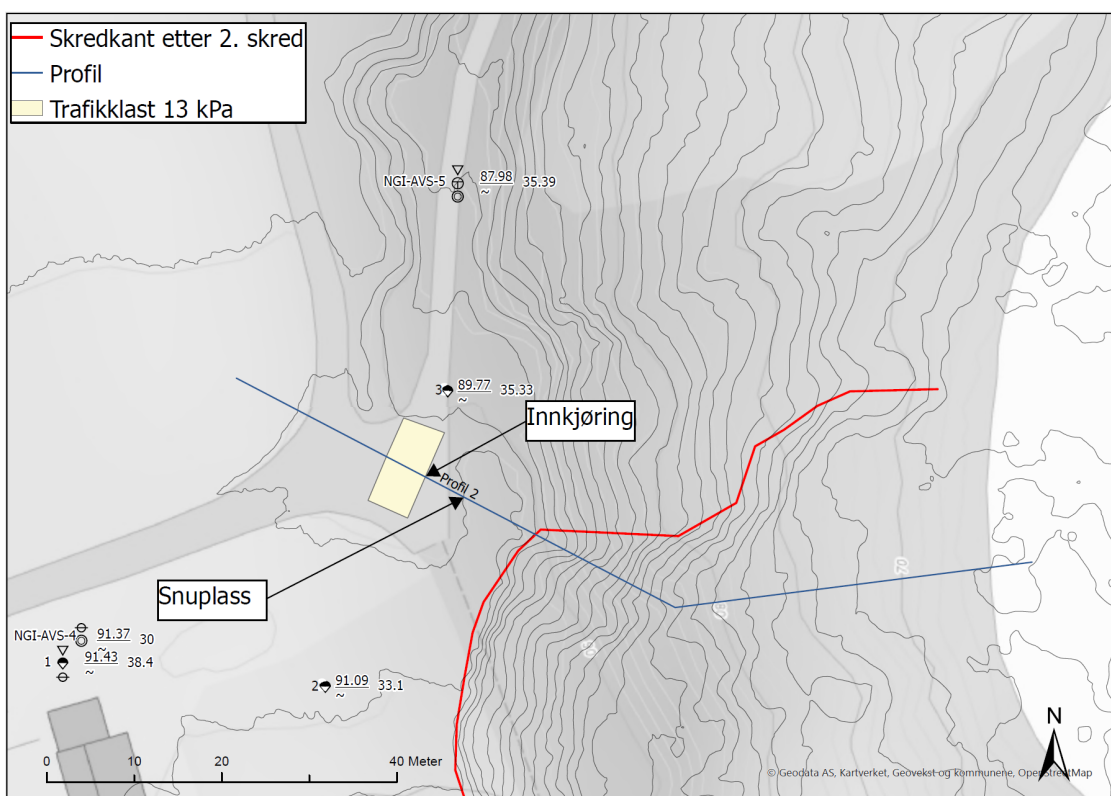
Bakgrunn for prosjektet, områdebeskrivelse og tilgjengelig bakgrunnsmateriale (herunder grunnundersøkelser og terrengdata) er beskrevet i detalj, se NGI (2025).



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, 2024) er markert i kart. Terrengkotene er hentet fra nyeste droneskanning, utført på oppdrag fra Kartverket Oslo (Field Geospatial AS, 2024). Droneskanningen er utført i tiden etter andre skredhendelse i 2024. Snuplassen og innkjøring til Avstikkeren 216 er vist på kartet.

2 Skråningsstabilitet

Det er utført stabilitetsberegninger i et profil som går mot snuplassen og innkjøringen, se kart på Figur 2-1. Tolkning av lagdeling er basert på resultater fra grunnundersøkelser utført av Løvlien Georåd/Akershus Grunnboring i 2023 (NVE, 2023) og NGI i 2024 (NGI, 2024). Tolkning av lagdeling er vist i vedlegg A (figur A1). Grunnforholdene vurderes ut fra resultater fra felt- og laboratorieundersøkelser. Det er kun utført grunnundersøkelser på toppen av skråningen.



Figur 2-1: Det er utført stabilitetsberegninger i profil 2, mot snuplassen og innkjøring til Avstikkeren 216. Pilene på kartet indikerer hvor på profilet snuplass/innkjøring ligger, og stemmer overens med avstandene som er vist i beregningsprofilene (korteste avstand normalt på profilet, fra skredkant til snuplass og innkjøring). I beregningene er trafikklast inkludert ca. 11,5 til 16,5 m fra skråningskanten. Boringer som er utført ifm. skredhendelsene (av både Løvlien Georåd/Akershus Grunnboring og av NGI) er vist på kartet.

For valg av materialparametere vises det til vedlegg A i NGI (2025). En oppsummering av materialparametere som er benyttet i stabilitetsberegningene, er vist i Tabell 2-1. ISO-linjer basert på tolkning av poretrykksforholdene som ligger til grunn for beregningene, er vist på figur A6 i vedlegg A.

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. Det er gjort beregninger med og uten trafikklast. Iht. Statens vegvesen (2025) er det lagt til grunn en trafikklast på 13 kPa ($10 \text{ kPa} \times 1,3^1$), jevnt fordelt over en bredde på 5 meter. Lasten er fordelt over en bredde/et område som anses realistisk ved bilkjøring til adresse Avstikkeren 216 (se Figur 2-1).

Tabell 2-1: Oversikt over materialparametere benyttet i stabilitetsberegningene

Materiale/lag	Romvekt [kN/m ³]	Friksjonsvinkel [°]	Attraksjon [kPa]	Udrenert skjærstyrke [kPa]
Tørrskorpeleire*	18,5	30	0	-
Sand*	18,5	33	0	-
Sandig, siltig leire**	19	29	2	Tolkning av OCR og Su fra CPTu i borpunkt 1 og NGI-AVS- 5, er vist i vedlegg A i NGI (2025)
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, 2025).

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

2.1 Beregningsresultater

Resultater av beregningene er oppsummert i Tabell 2-2. Beregningene er vist i vedlegg A, figur A2 tom. A5. Det er beregnet kritisk glideflate, samt stabilitet mot snuplass og innkjøring til Avstikkeren 216 (dvs. en sirkulær glideflate er tvunget gjennom et forhåndsbestemt punkt).

Pilene i kart på Figur 2-1 viser punktet som ligger nærmest skredkanten, og det er denne avstanden som er lagt til grunn i stabilitetsberegningene (dvs. korteste avstand mellom skredkant og snuplass/innkjøring, normalt på profilet). Forklaring på forhåndsbestemte punkter:

- Snuplass: Ytre kant av området som tidligere er brukt som snuplass.
- Innkjøring: I realiteten også en del av snuplassen, dvs. den innerste/vestligste delen av snuplassen som er i bruk ved bilkjøring inn til eiendom på adresse Avstikkeren 216. Området er vist med gult rektangel i kart på Figur 2-1.

¹ Lastfaktor for trafikklast, $\gamma_t = 1,3$

Tabell 2-2: Resultater av stabilitetsberegningene utført i profil 2.

Beregning	Drenert analyse sikkerhetsfaktor	Udrenert analyse sikkerhetsfaktor
Profil 2: Sandig, siltig, leire modelleres som et drenert materiale	Uten trafikklast (figur A2) Kritisk glideflate: 0,85* Snuplass: 0,90* Innkjøring, senter last: 0,99* Innkjøring, ytterkant last (nærmere skredkant): 0,96* Med trafikklast (figur A3) Kritisk glideflate: 0,85* Snuplass: 0,90* Innkjøring, senter last: 0,98* Innkjøring, ytterkant last (nærmere skredkant): 0,96*	Uten trafikklast (figur A4) Kritisk glideflate: 1,03 Med trafikklast (figur A5) Kritisk glideflate: 1,01 Kritisk glideflate går ut på plataet bak innkjøringen (lenger bort fra skredkanten enn innkjøringen)
Profil 2: Sandig, siltig, leire modelleres som et udrenert materiale		Uten trafikklast (figur A4) Kritisk glideflate: 1,06 Med trafikklast (figur A5) Kritisk glideflate: 1,05 Kritisk glideflate går ut på plataet bak innkjøringen (lenger bort fra skredkanten enn innkjøringen)

**Det er benyttet restrict surface. Dette er en funksjon i Geosuite Stability som benyttes for å tvinge glidesirkelen gjennom et punkt langs en valgt linje, slik at svært grunne glideflater med veldig lav sikkerhet unngås (typisk <0,5 m dype med sikkerhetsfaktor < 0,50). Funksjonen benyttes også for å beregne sikkerhet til glidesirkler som ikke nødvendigvis er mest kritisk (f.eks. lenger inn på plataet fra skråningstoppen, som er brukt i dette tilfellet).*

3 Geotekniske vurderinger

3.1 Drenert sikkerhet

Drenert beregningsmessig sikkerhet lokalt på skråningstoppen, er kritisk lav (sikkerhetsfaktor < 1,00). Lav sikkerhetsfaktor er som ventet på bakgrunn av den bratte skredkanten, i kombinasjon med friksjonsmasser som delvis er under antatt grunnvannsstand. Drenert sikkerhet er lavest nærmest skredkanten, mao. er det høyere sikkerhet for glidesirkler som går ut ved snuplassen og innkjøringen, sammenlignet med glidesirkler som går ut nærmere skredkanten. Dette er illustrert i de drenerte beregningene vist på figur A2 i vedlegg A.

Beregningene med trafikklast ved innkjøringen og snuplassen, resulterer i en liten forverring i drenert sikkerhet, for glidesirkelen som går ut ved innkjøringen (sikkerhetsfaktor reduseres med ca. 1 %, se figur A3 i vedlegg A). Trafikklasten påvirker ikke

beregnet stabilitet lenger ut mot skredkanten enn der den påføres. Det er lagt til en last på 13 kPa, som er jevnt fordelt over 5 meter (fra ca. 11,5 til 16,5 meter unna skredkanten). Plassering av last i profilet er vist på kart i Figur 2-1 (kan også ses i beregningene i vedlegg A, figur A3 og A5).

Det vurderes at økning av last ved innkjøringen har liten betydning på den drenerte stabiliteten.

En sikkerhetsfaktor lavere enn 1,0 indikerer brudd, og alle skråninger som står har i realiteten en sikkerhet $\geq 1,0$. Beregningsmessig sikkerhet $< 1,0$ betyr at stabiliserende krefter er underestimert, eller at drivende krefter er overestimert. I skredgropen på Avstikkeren kan det være faktorer som sug i bakken (negativt poretrykk) som gjør at skråningen i dag står, selv med bratte skredkanter. En slik effekt vil imidlertid avta med tiden. Det er også usikkerheter relatert til grunnvannsforhold i selve skråningen. Dette påvirker glideflater som går under grunnvannsstand (se figur A6 i vedlegg A), eksempelvis glideflater som går ut ved snuplassen og innkjøringen.

Selv om drenert sikkerhet i realiteten ikke er lavere enn 1,0, så står skråningen i dag nær bruddgrensetilstand. De bratte skråningskantene vil ikke stå over tid, og det forventes videre avskalling i den øverste, bratte bakkanten av skredgropa.

3.2 Udrenert sikkerhet

Udrenerte beregninger resulterer i relativt store/dype glideflater, som går ut i bakkant av både snuplassen og innkjøringen (dvs. at snuplass/innkjøring ligger innenfor glide-sirkelen). Det er lav beregningsmessig sikkerhet, hhv. 1,03 og 1,06, i beregningene uten trafikklast. Ved å legge til trafikklast ved innkjøringen, reduseres sikkerheten til hhv. 1,01 og 1,05 (ca. 1-2 % reduksjon). Det vurderes at økning av last ved innkjøringen har en begrenset effekt på den udrenerte stabiliteten.

Som følge av skredet, har det skjedd en avlastning av leira i skråningen/skredgropa (tidligere overliggende lag har rast ut). Her vil leira svelle over tid og miste noe av sin udrenerte skjærstyrke. Denne effekten er ikke tatt med i stabilitetsberegningene, men vil over tid medføre noe reduksjon av stabiliserende krefter, og følelig dårligere udrenert stabilitet.

3.3 Retrogresjon av skredkanten

Alle glidesirkelene som er vist i foreliggende notat er initialskred, og går gjennom lag med sprøbruddmateriale (omrørt skjærstyrke $< 1,27$ kPa). Dypere glideflater, blant annet kritisk drenert glidesirkel som går ut ved innkjøringen, samt kritiske udrenerte glide-sirkler, går ned i det dypere liggende kvikkleirelaget (omrørt skjærstyrke $< 0,33$ kPa). Det bemerkes at det i profil 2 er tolket mektigere lag sprøbruddmateriale, sammenlignet med profil 1 i NGI (2025).

Skred som påvirker sensitiv leire, kan ha en viss bakovergripende- og sideveis utstrekning. Det er vurdert at kritiske initialskred (beskrevet i kapittel 3.1 og 3.2) kan utløse et større skred i de sensitive leirelagene (sprøbruddmateriale og kvikkleire), som kan nå snuplassen og innkjøringen. Et initialskred kan forekomme plutselig, og uten forvarsel.

På sikt vurderes det at innkjøringen, og særlig snuplassen, kan bli tatt av skred, dersom stabilitetsforbedrende tiltak ikke utføres. Stabiliserende tiltak i form av avlastning på toppen av skråningen og utslaking av skråningskanten, som beskrevet i NGI (2025), vil forbedre skråningsstabiliteten og anbefales utført.

4 Oppsummering

Det er utført stabilitetsberegninger mot snuplassen og innkjøringen til eiendom på adressen Avstikkeren 216, som et supplement til tidligere vurderinger som er gjort i området (NGI, 2025).

- Drenerte beregninger viser lav sikkerhet, både for glideflater lokalt ved skredkanten, og for glideflater med bakkant ved innkjøringen/snuplassen.
 - Drenerte glideflater i den øverste, bratte delen av skråningen har lavest beregningsmessig sikkerhet (sikkerhetsfaktor under 1,0).
 - Glideflater med bakkant lenger inn på platået gradvis får bedre sikkerhet.
 - Beregninger som viser sikkerhetsfaktor under 1,0 (som ikke er teoretisk stabil) indikerer at beregningsparametere kan være noe forsiktig valgt. Imidlertid, sug i drenerte jordlag kan gi en midlertidig økt skjærfasthet ved tilsynelatende kohesjon. Denne effekten kan avta og evt. bli helt borte som følge av infiltrasjon (for eksempel ved kraftig nedbør- eller snøsmelting).
- Udrenerte beregninger gir kritiske glideflater som omfatter hele området med innkjøring og snuplass.
 - Beregnet sikkerhetsfaktor er marginalt over 1,0.
 - Tidseffekter som svelling av leire i skråningen (pga. avlastning som følge av skredet) kan gi redusert udrenert skjærfasthet over tid. Denne effekten er ikke tatt med i beregningene.
- Et skred ved dagens skredkant kan involvere lag med sensitiv leire. Bakovergripende/sideveis skredutbredelse kan evt. forplante seg til snuplassen/innkjøringen.
- Basert på antatt plassering av innkjøringen, har trafikklasten liten betydning for beregnet sikkerhet (ca. 1-2 % forverring for et 2D-profil, og enda lavere effekt for en 3D-glideflate).
- Snuplassen er mer skredutsatt enn innkjøringen.

I dagens situasjon, er avstanden mellom snuplassen til bakkant av kritiske drenerte glideflater svært liten. Glideflaten ved innkjøringen har noe bedre drenert sikkerhetsfaktor. Både snuplass og innkjøring ligger innenfor kritisk udrenert glideflate. Avlastning bak skråningskanten iht. tiltak vurdert og skissert i NGI (2025) vil forbedre sikkerheten, avhengig av tiltakets omfang/utbredelse.

5 Referanser

Field Geospatial AS. (2024). *Ringerike 5pkt 2024*.

NGI. (2024). *Grunnundersøkelser, Avstikkeren, Ringerike*. Dokumentnr.: 20240498-01-R.

NGI. (2025). *Geotekniske vurderinger ifm. skred, Avstikkeren, Ringerike*. Dokumentnr.: 20240498-01-TN.

NVE. (2023). *Vurdering av skredfare Avstikkeren 201 og 203, Sørgefoss, Ringerike kommune*.

Ringerike kommune. (2024, 07 25). [www.ringerike.kommune.no](https://www.ringerike.kommune.no/Arkiver/arkiv-2023/grunnundersokelser-etter-raset-ved-avstikkeren/). Hentet fra <https://www.ringerike.kommune.no/Arkiver/arkiv-2023/grunnundersokelser-etter-raset-ved-avstikkeren/>

Statens vegvesen. (2025). *Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging*.

Vedlegg A

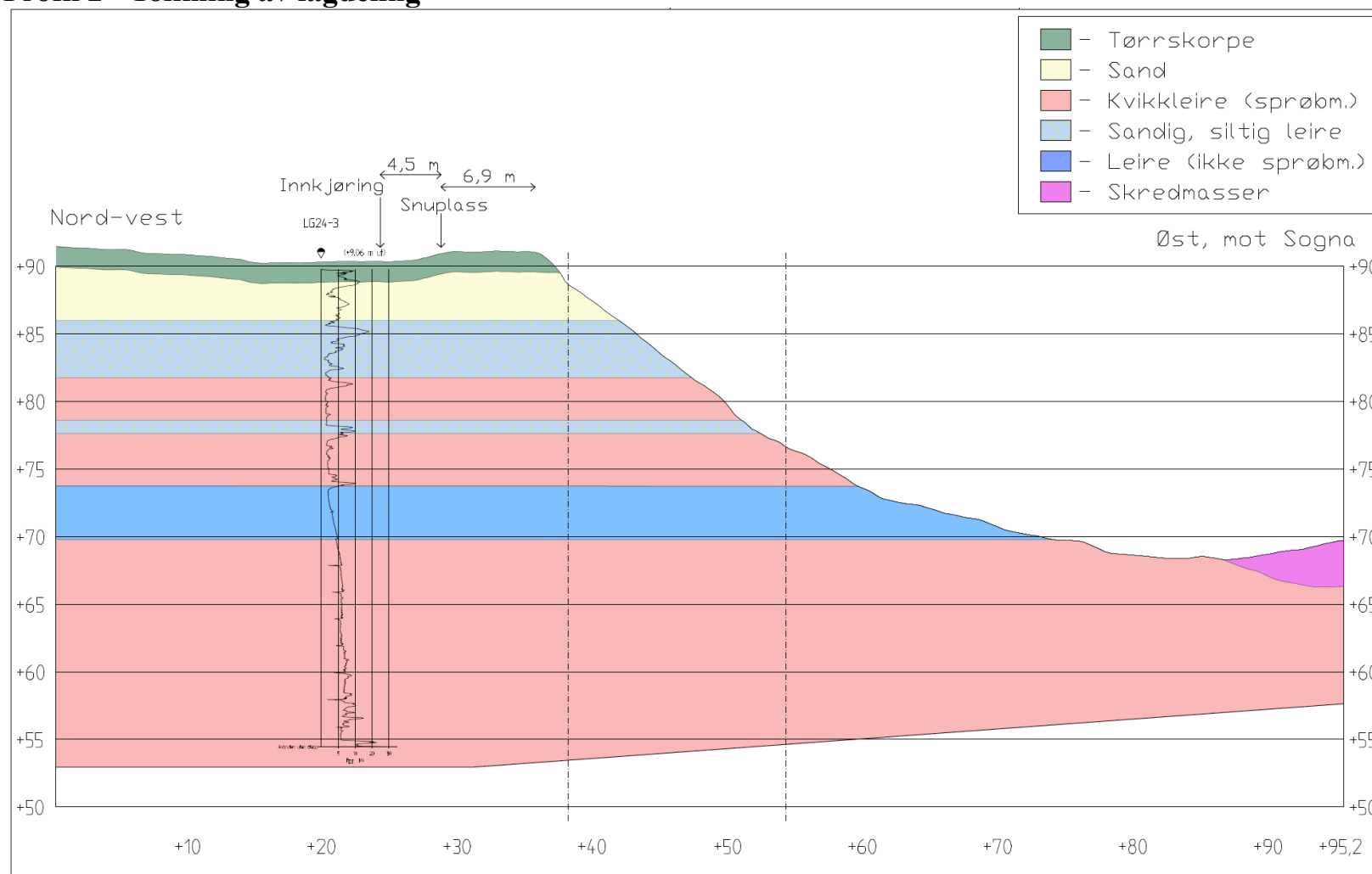
TOLKNING AV LAGDELING OG STABILITETSBEREKNINGER

Innhold

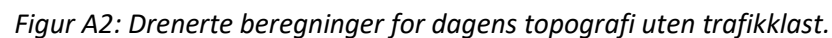
Figurer

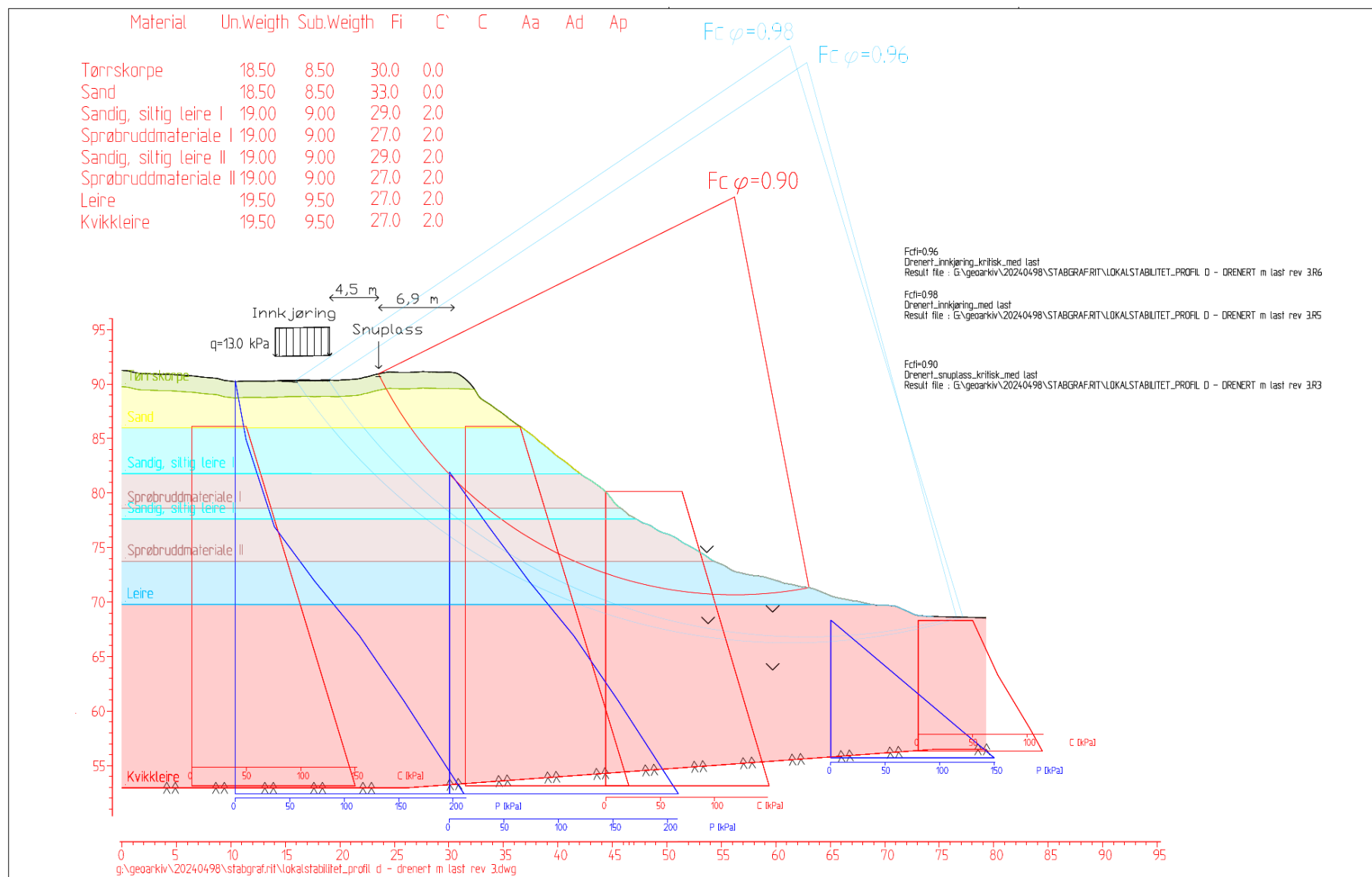
Figur A1	Tolkning av lagdeling
Figur A2 tom. A5	Stabilitetsberegninger
Figur A6	Grunnvannsforhold

Profil 2 - Tolkning av lagdeling

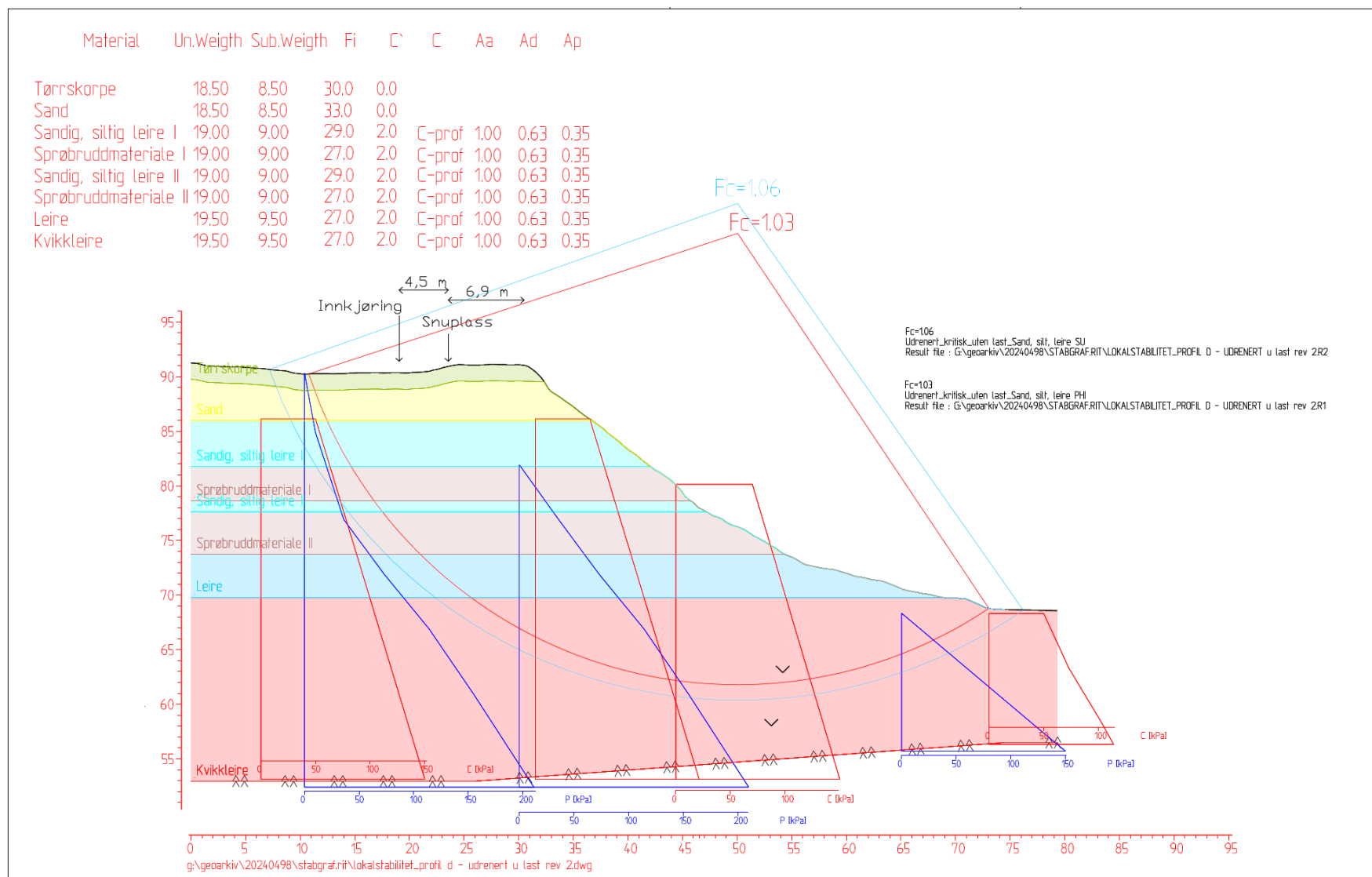


Figur A1: Tolkning av lagdeling i profil 2. Dagens topografi er basert på terrenginnmåling utført på oppdrag fra Kartverket (Field Geospatial AS, 2024). I tolkningen er det hovedsakelig lagt vekt på sonderingen utført i borpunkt 3 (vist i profil, utført av Løvlien Georåd/Akershus Grunnboring), men også resultater fra grunnundersøkelser utført i borpunkt 2 (Løvlien Georåd/Akershus Grunnboring) og NGI-AVS5 (NGI) er benyttet i tolkningen (disse er ikke vist i profilet).

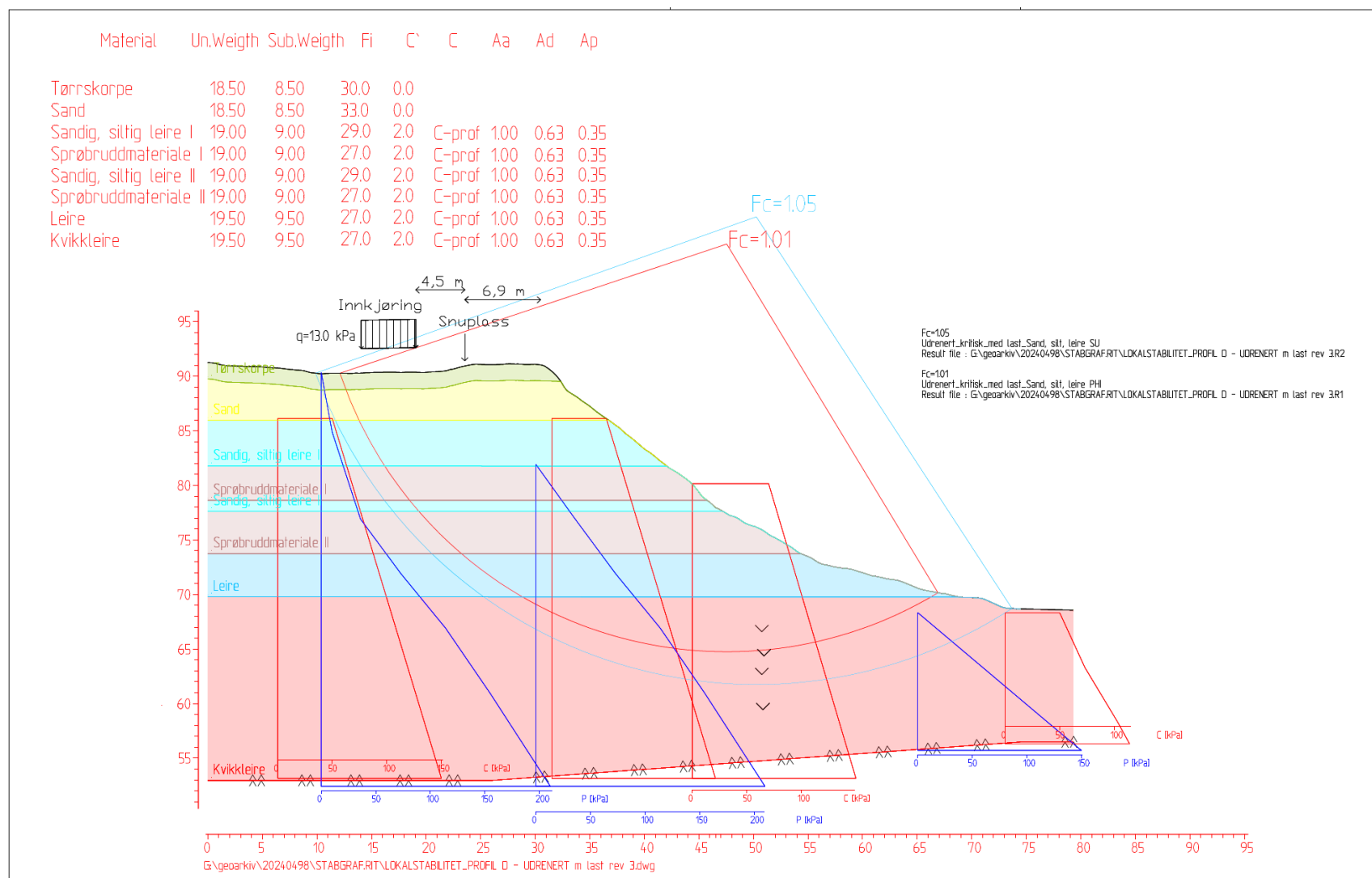




Figur A3: Drenerte beregninger for dagens topografi med trafikklast på innkjøringen (13 kPa fordelt over 5 meter).

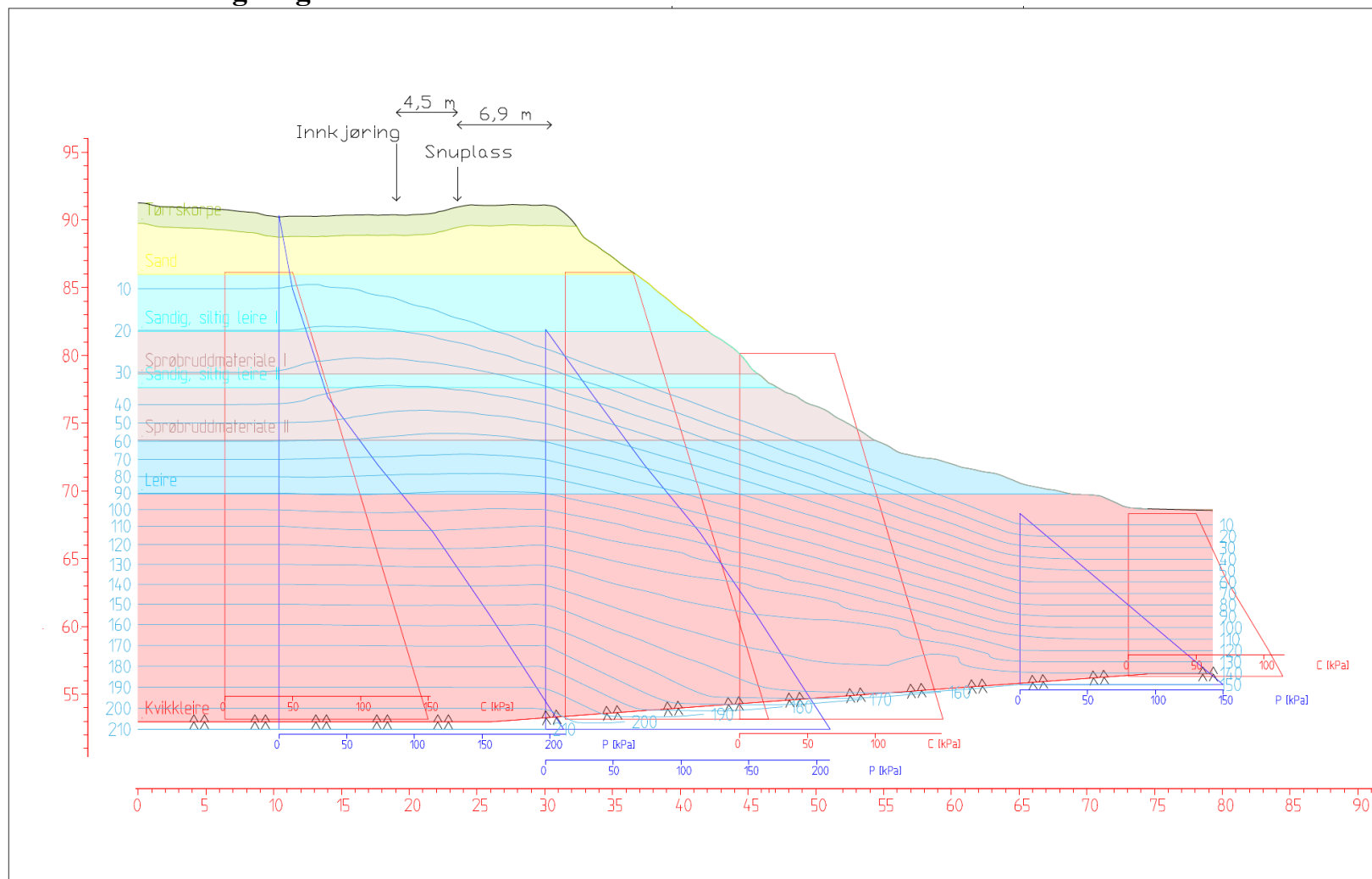


Figur A4: Udrenerte beregninger for dagens topografi uten trafikklast. I glidesirkelen som er vist i blå, er lagene «sandig, siltig leire» er betraktet som et udrenert materiale (totalspenningsanalyse). I glidesirkelen som er vist i rød, er lagene «sandig, siltig leire» er betraktet som et drenert materiale (effektivspenningsanalyse).



Figur A5: Udrenerte beregninger for dagens topografi med trafikklast på innkjøringen (13 kPa fordelt over 5 meter). I glidesirkelen som er vist i blå, er lagene «sandig, siltig leire» er betraktet som et udrenert materiale (totalspenningsanalyse). I glidesirkelen som er vist i rød, er lagene «sandig, siltig leire» er betraktet som et drenert materiale (effektivspenningsanalyse).

Profil 2 - Tolkning av grunnvannsforhold



Figur A6: ISO-linjene viser grunnvannsforhold som ligger til grunn for beregningene. Tolkningen av grunnvannsforhold er usikker, og baseres på registrert poretrykk i målere i borpunkt 1/NGI-AVS-4 (lenger inn på platået, ca. 30 m vest for profilet målt fra skråningstoppen), og antakelser om poretrykksfordeling i skråningen.



Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Stabilitetsvurderinger ved snuplass, Avstikkeren 216		Dokumentnr./Document no. 20240498-02-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client Ringerike kommune	Dato/Date 2025-03-18
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr. & dato/Rev.no. & date 0 /
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Skred, skråningsstabilitet, geotekniske vurderinger		

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

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter- disciplinary review by:
0	Originaldokument	2025-03-18 Jørgen L. Skaatan	2025-03-18 Laura Rødvand		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 18. mars 2025	Prosjektleder/Project Manager 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, forurensset 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.

