

Til: Ringerike kommune
v/ Marius Karlsen og Yngvild Skjeldnes
Kopi til: NVE v/Martin Nørman Jespersen
Dato: 2023-08-22
Rev.nr. / Rev.dato: 2 / 2023-09-06
Dokumentnr.: 20230463-02-TN
Prosjekt: Geoteknisk og hydrologisk bistand i forbindelse med flom i Hønefoss
Prosjektleder: Marius Mathisen Søvik
Utarbeidet av: Cletus Christopher Blum, Jørgen Løkken Skaatan, Marius Mathisen Søvik og Ingar Haug Steinholt
Kontrollert av: Håkon Heyerdahl

Vurdering av stabilitet mot Randselva

Innhold

1	Innledning	2
2	Grunnlagsdata	3
2.1	Skredhendelser	3
2.2	Utførte grunnundersøkelser	4
2.3	Bunnkartlegging	5
3	Grunnlag for stabilitetsberegninger	6
3.1	Lagdeling	6
3.2	Poretrykk	6
4	Udrenerte styrkeparametere	8
4.2	Drenerte styrkeparametere	10
5	Stabilitetsberegninger	12
6	Stabilitetsvurderinger	16
7	Mulige sikringstiltak	17
7.1	Sikring av erosjonshull	17
7.2	Sikring av elvebredden	17
7.3	Sikring mot overflateglidninger	18
8	Oppsummering	18
9	Referanser	19

Kontroll- og referanseside

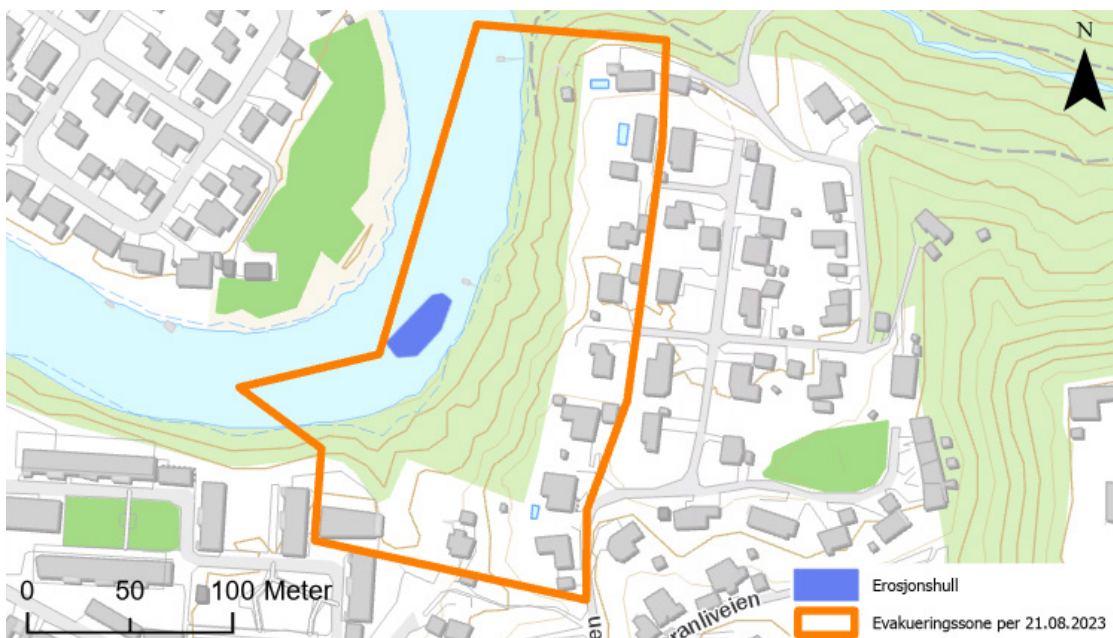
1 Innledning

Ekstremværet «Hans» har herjet Sør-Norge den siste tiden. NGI har bistått Ringerike kommune med vurdering av skredfare siden lørdag 12. august 2023.

Deler av området kalt «Livveien» har vært evakuert siden 9. august som følge av usikkerhet knyttet til skredfare som følge av flom og erosjon. Boligområdet ligger på toppen av skråningen fra Randselvas yttersving, noe som øker faren for erosjon i skråningen.

Grunnet svært høy vannføring er det p.t. ikke mulig å vurdere erosjon basert på visuelle observasjoner fra land eller fra lufta. Hydrateam, på vegne av NVE, har derfor bistått med skanning av elvebunnen (Hydrateam, 2023). Skanningen gir grunnlag for å kunne vurdere om flommen har ført til økt erosjon av elvebunnen, og følgelig økt sannsynlighet for skred.

Hydrateam har gjort skanning av elvebunnen på strekningen i 2020, og igjen i august 2023 (etter ekstremværet «Hans»). I tillegg har det blitt utført flere målinger av elvebunnen i regi av NVE i 2012 og 2016. Målingene viser at det har oppstått et erosjonshull på bunn av Randselva i yttersving en gang i perioden 2020-2023 og muligens like etter «Hans», vist på Figur 1.



Figur 1: Deler av Livveien er evakuert på bakgrunn av pågående flom. Erosjon er kartlagt langs bunnen av Randselva (omtrentlig geometri er vist i polygon).

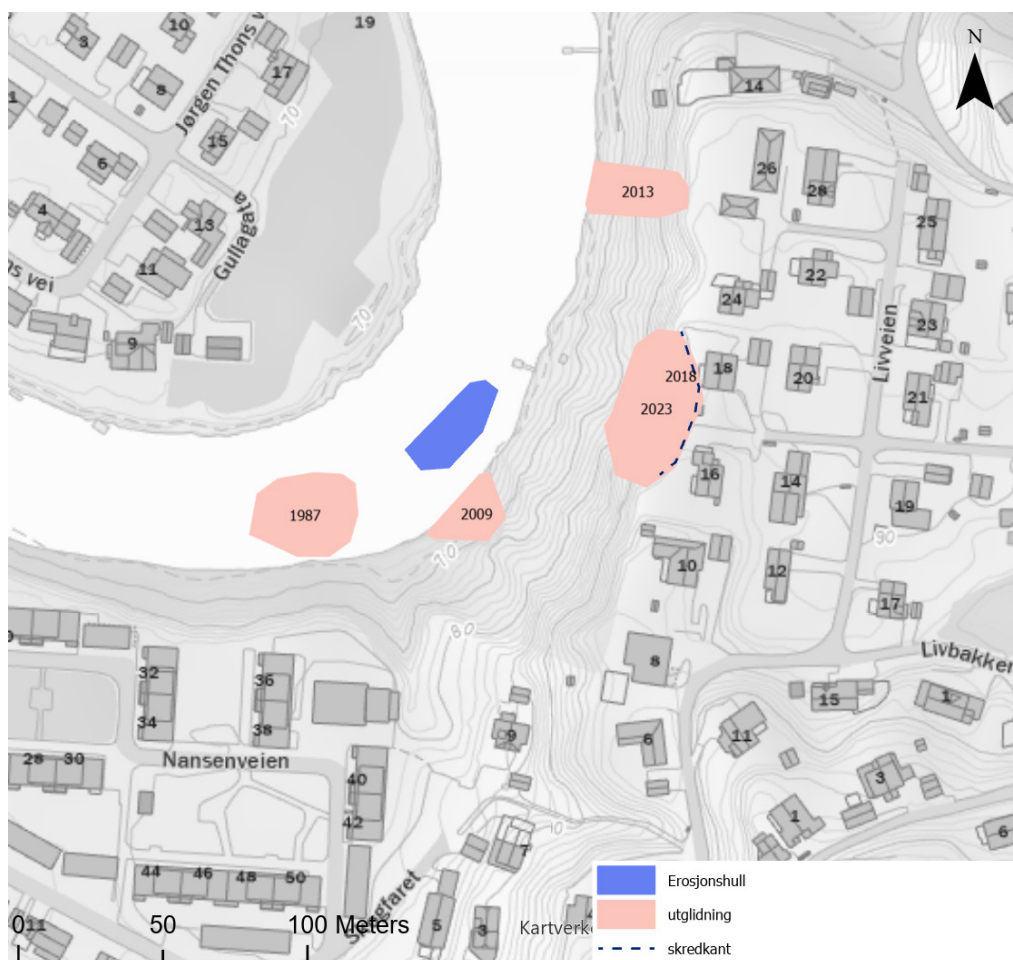
Ringerike kommune ønsker at NGI vurderer faren for skred ned mot Randselva i området vist på Figur 1. Foreliggende notat gir en vurdering av stabilitet av skråningen. Notatet er revidert basert på nye grunnundersøkelser i felt og laboratorium.

2 Grunnlagsdata

2.1 Skredhendelser

Kjente tidligere skredhendelser i området er vist på Figur 2.

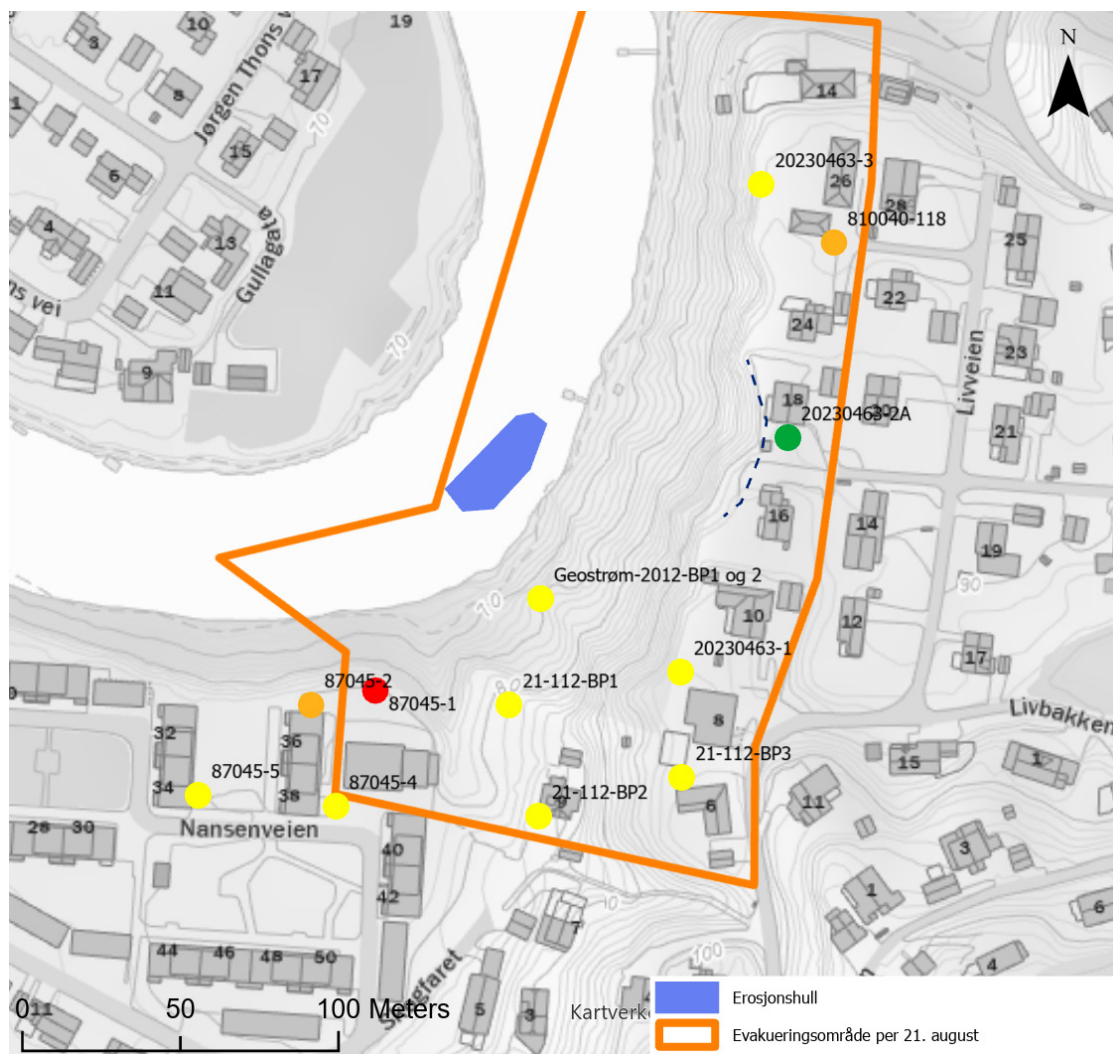
- En utglidning skjedde i Randselva i 1987 nedenfor Nansenveien 14 (NGI, 1988).
- I 2009 ble det utført befaring med båt langs Storelva og Randselva (NGI, 2009), og en utglidning i leirige masser ble observert. Lokasjon er usikker, men det ser ut til at en ny utglidning har løsnet samme sted i 2012 (NVE, 2012).
- Det er registrert en utglidning i 2013 ut mot Randselva på <https://atlas.nve.no>. Lite informasjon er gitt om utglidningen, utover geometri av skredet.
- En mindre overflateutglidning har i 2018 løsnet nedenfor Livveien 18 (Rambøll, 2019).
- En overflateglidning på cirka 60 meter bredde har løsnet inn mot Livveien 16/18. Ifølge beboer skal utglidningen først ha skjedd 26. august 2023, men utviklet seg noe etterpå. Bruddflaten går antageligvis ikke helt ned til elven, og nedre del av utglidningen antas å ligge et sted lenger opp i skråningen. Grunnet bratt terreng og mye vegetasjon er det ikke mulig å se nedre del av utglidningen.



Figur 2: Registrerte utglidninger i området (rosa med årstall).

2.2 Utførte grunnundersøkelser

Plassering av utførte grunnundersøkelser i området er vist på Figur 3.



Figur 3: Utførte grunnundersøkelser med tolkning av kvikkleire er vist i området (grønn = påvist ikke-kvikk leire, gul = tolket ikke-kvikk leire, oransje= tolket kvikkleire, rød = påvist kvikkleire).

På oppdrag for Ringerike kommune, utførte NGI i 1988 felt- og laboratorieundersøkelser, samt beregning av skråningsstabilitet (NGI, 1988). Det ble utført fire sonderinger i området. Kvikkleire er påvist i borpunkt 87045-2 på kote +56, altså under elvebunn (kote +60-63).

På oppdrag for Statens naturskade fond har NGI kartlagt områder i Hønefoss med potensiell fare for kvikkleireskred (NGI, 1994). I nærheten av aktuelt område er det utført én dreietrykksondering; borpunkt nr. 810040-118. Det er tolket leire som kan være kvikk med dybden, men dette er ikke bekreftet med prøver.

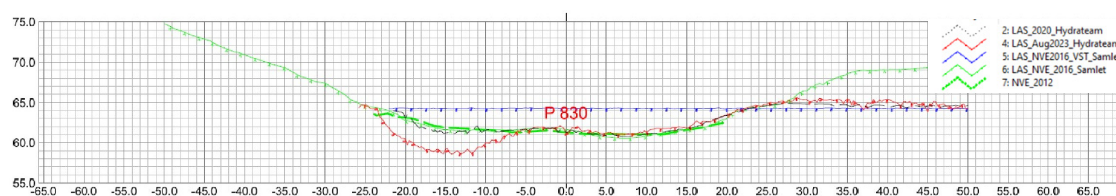
Etter en utglidning i 2012, utførte Geostrøm AS to dreietrykksonderinger på vegne av NVE, like ved utglidningen markert "2009" på Figur 2 (NVE, 2012). Nøyaktig plassering av sonderingene er ikke mulig å fastslå ut fra foreliggende informasjon, men leira er tolket til å ikke være kvikk/sprø basert på sonderingene.

Innlandet Geoteknikk AS har utført felt- og laboratorieundersøkelser (Innlandet Geoteknikk AS, 2021a) ifm. planlagt oppføring av boligbygg på adressen Skogfaret 9 i Hønefoss. I samme prosjekt er det også gjort vurdering av områdestabilitet for området (Innlandet Geoteknikk AS, 2021b). Det er utført boringer i tre punkter, borpunkt nr. hhv. 21-112-BP1 tom. -BP3. Det er tatt opp prøver som er påvist ikke-kvikke, med laveste målte omrørte skjærfasthet (S_{uR}) på 6.4 kPa. Grunnen til at boringene er merket som "gule" på Figur 3, altså at grunnen er tolket til å være ikke-kvikk (og ikke grønne, dvs. *bekreftet* ikke-kvikk leire), er at det ikke er tatt opp prøver under elvenivå. Dermed kan ikke kvikkleire utelukkes under det prøvetatte nivået (kote +61.8).

Som del av pågående akuttoppdrag for Ringerike kommune, har NGI utført felt- og laboratorieundersøkelser på toppen av skråningen ved Livveien (NGI, 2023). Grunnen er lagdelt, hovedsakelig bestående leire med stedvis høyt innhold av grovere masser (silt og sand). I borpunkt 20230463-2A er det tatt prøver i relevante prøvedybder basert på sonderingsresultatene, også under elvenivå, og punktet er tolket som "grønt", altså at det ikke er påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire ved prøvetaking av lag hvor det potensielt kunne være sensitiv leire. Årsaken til at borpunkt 20230463-1 og 20230463-3 er merket med "gult" på Figur 3 er at det ikke er tatt prøver under elvenivå (selv om prøvene i borpunkt 20230463-3 over elva er påvist ikke-sprø/kvikke).

2.3 Bunnkartlegging

Kartlegging av bunnforhold langs Randselva er utført av Hydrateam. Det er blant annet gjort kartlegging i 2012, 2016, 2020 og senest i august 2023, etter ekstremværet «Hans» (Hydrateam, 2023). Erosjonshullet er tydeligst i profil P830, der differansen mellom elvebunn i 2020 og 2023 er 3 meter. I perioden mellom 2012 og 2020 er det derimot lite erosjon, basert på disse bunnprofilene. Området hvor bunnkartleggingen viser erosjon mellom 2020 og 2023 er vist med mørkeblå farge på kartet i Figur 2.



Figur 4: Resultater av kartlegging av bunnforhold i Randsevla, fra 2012 og frem til august 2023 (Hydrateam, 2023). Profilet viser et erosjonshull med dybde 3 m under tidligere elvebunn (rød linje).

Det er basert på 1988-borpunktene (NGI, 1988) og 2023-borpunktene (NGI, 2023) tolket at det ikke er kvikkleire i nivå med elva. Eventuell kvikkleire antas å ligge dypere enn erosjonshullet, og elva eroderer dermed ikke direkte i kvikkleire.

3 Grunnlag for stabilitetsberegninger

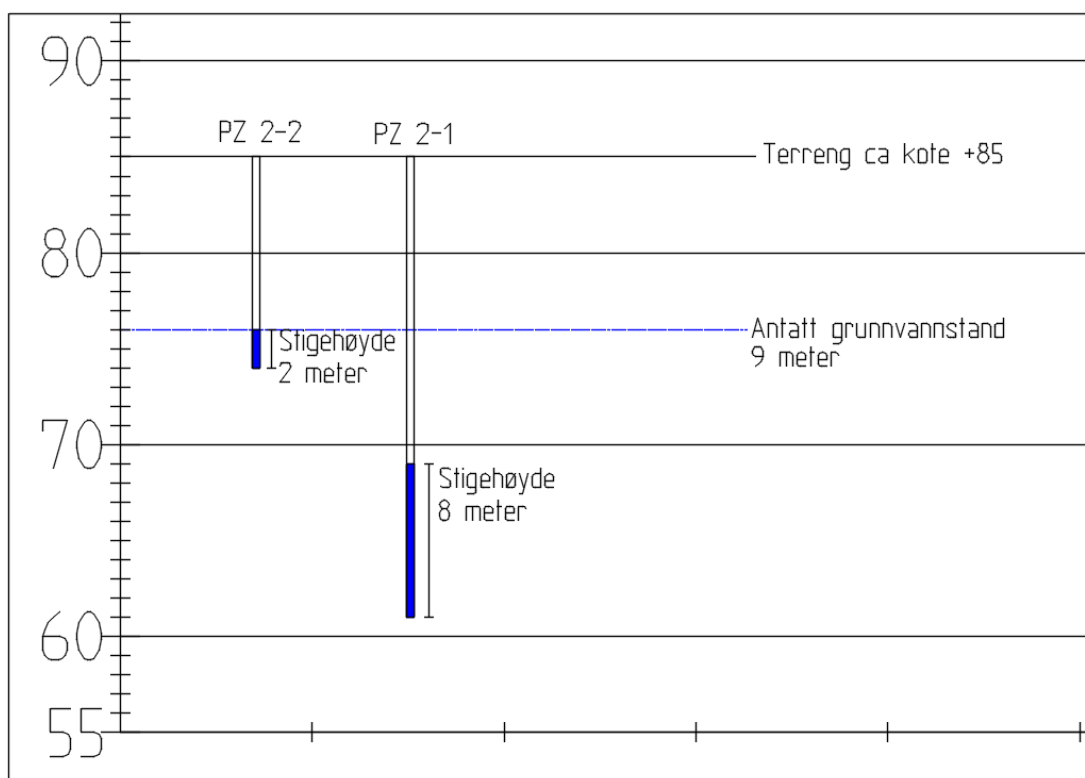
3.1 Lagdeling

Grunnen er lagdelt. Hovedsakelig består grunnen av leirmasser, med varierende innhold av silt, sand og grus. Innimellom leirlagene er det flere fastere lag med antatt mer drenerende masser, stedvis med høyt innhold av silt, sand og grus.

3.2 Poretrykk

På Ringerike og i Hønefossområdet er det generelt lagdelt grunn, hvor man ofte kan ha varierende grunnvannsforhold og hengende grunnvannsspeil, drenerende lag mellom leirlag osv. Dette gir visse problemer med bestemmelse av poretrykksforhold, som er viktig for vurdering av grunnens skjærfasthet, både for drenerte og udrenerte analyser. Det finnes enkelte måledata for poretrykk i grunnen fra området, men det er nødvendig å gjøre flere antakelser for å få realistiske inngangsdata til stabilitetsberegningene.

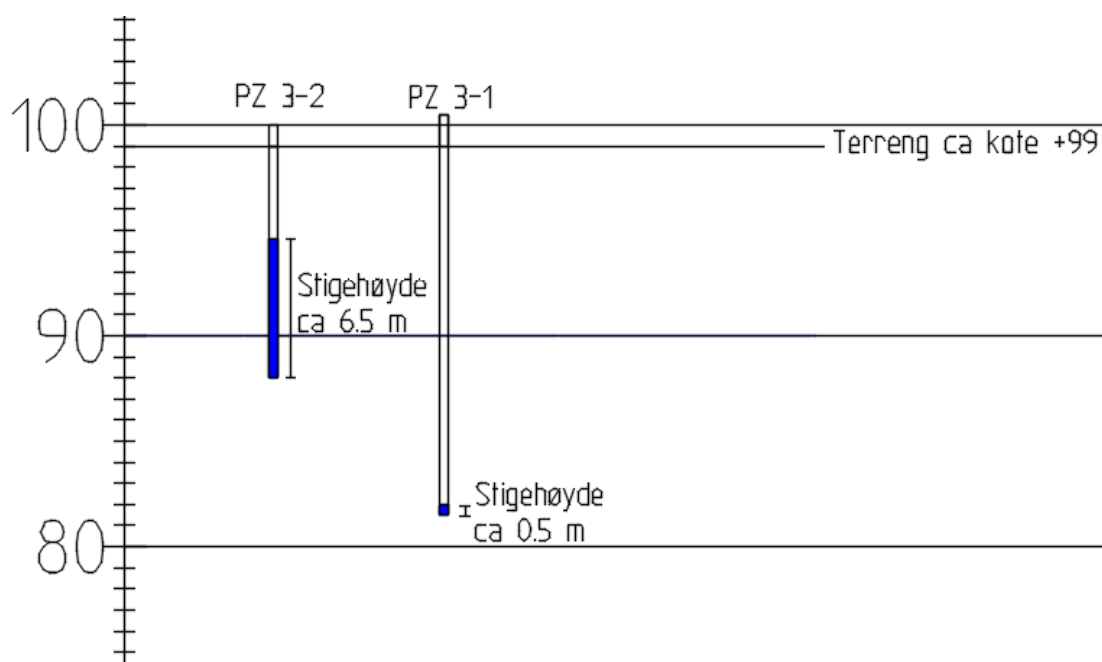
Det er installert fire hydrauliske målere i to punkt, hhv. 21-112-BP 2 og BP3 (Innlandet Geoteknikk AS, 2021a). Resultat fra målerne er vist i Figur 5 og Figur 6. De to målepunktene ligger cirka midt i profil A-A' vist i Figur 11, og poretrykksmålerne i borpunkt 21-112-BP3 ligger øverst i skråningen ved Livveien 8.



Figur 5: Poretrykksmålere i borpunkt 21-112-BP2 indikerer grunnvannstand på 9 meters dybde og en poreundertrykksøkning med dybden tilsvarende 5,5 kPa/m (poreundertrykk).

Grunnundersøkelsene, særlig CPTU-sonderingene, viser at det er drenerende sand/gruslag mellom leirlagene. Disse drenerende lagene fører til at man har hengende grunnvannsspeil i skråningen.

Den detaljerte poretrykksfordelingen er relativt komplisert og heller ikke kartlagt i detalj. Basert på tolkning av tilgjengelige data om lagdeling og poretrykk i grunnen, er det som grunnlag for beregninger antatt at poretrykk faller mot null i sandlag av en viss mektighet under overliggende leirlag, for så å stige igjen i underliggende leirlag. Effekten av poretrykksfall gjennom drenerende lag under leirlag kommer tydeligst frem i Figur 6.



Figur 6: Poretrykksmålere i borpunkt 21-112-BP3 indikerer hengende grunnvannsspeil. Utførte sonderinger indikerer et drenerende sandlag mellom de to hydrauliske poretrykksmålerne, som kan forklare hvorfor poretrykket er såpass mye lavere i den dypeste måleren.

4 Udrenerte styrkeparametere

Udrenerte styrkeparametere er tolket ut fra utførte sonderinger (særlig CPTu-sonderinger), poretrykksmålinger/-antakelser og laboratorieforsøk; hhv. treaksialforsøk (CAUa), konusforsøk og enaksiale trykkforsøk.

For anisotropifaktorer er det benyttet standardverdier for lavplastiske leirer, gitt av NIFS rapport 14/2014 (NIFS, 2014). Forholdet mellom aktiv skjærfasthet og hhv. direkte/-passiv skjærfasthet er satt til $S_{uD}/S_{uA} = 0.63$ og $S_{uP}/S_{uA} = 0.35$.

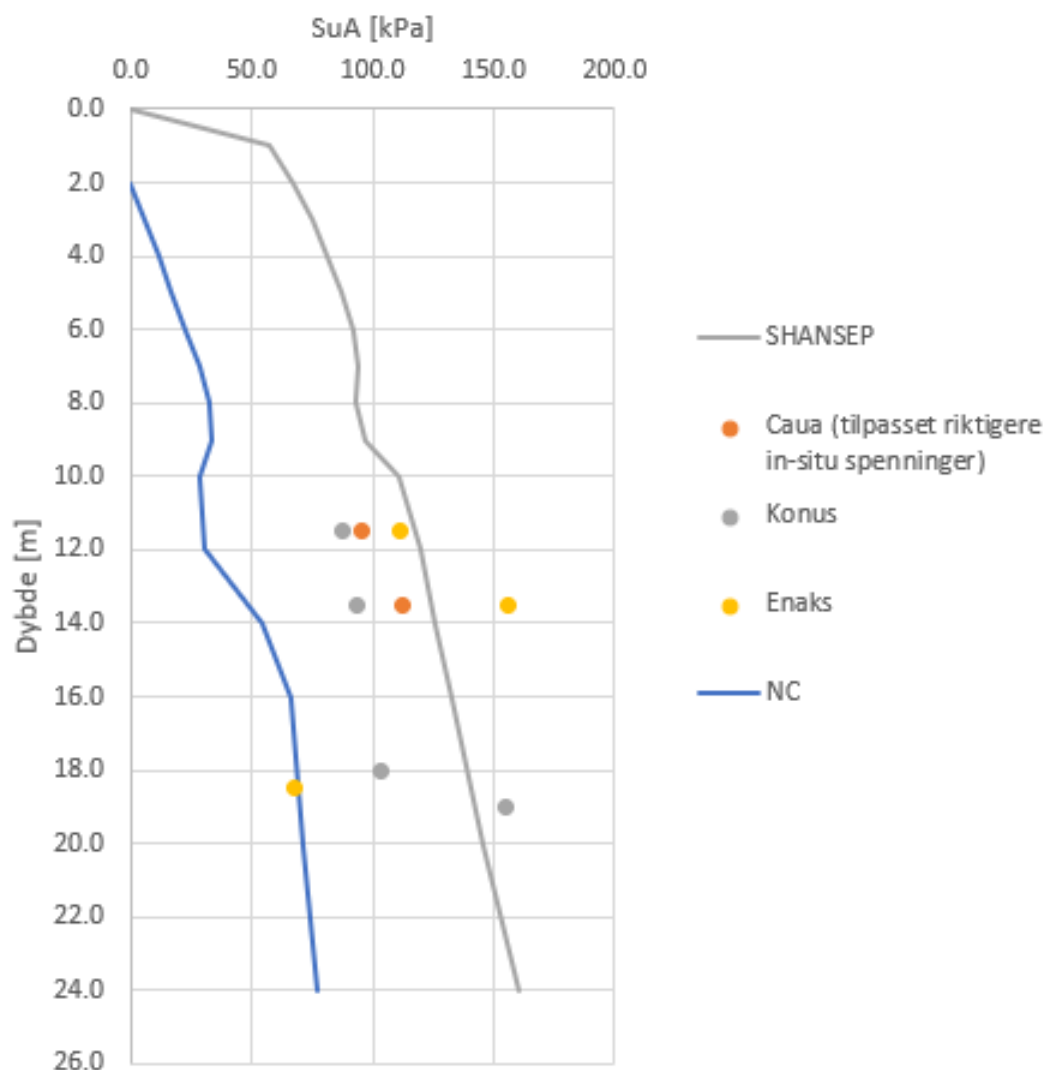
4.1.1 Tolkning i borpunkt 21-112-BP1

To treaksialforsøk er utført på prøver tatt opp i borpunkt 21-112-BP1 (Innlandet Geoteknikk AS, 2021a). Forsøkene er imidlertid konsolidert til lavere effektivspenninger enn de faktiske in-situ forhold. Som grunnlag for stabilitetsberegning, er derfor aktiv udrenert skjærfasthet oppjustert slik at det tas hensyn til faktiske effektivspenninger in situ.

Tolkning av aktiv udrenert skjærfasthet vist i Figur 7. Det er spesielt lagt vekt på «SHANSEP»-tolkning (dvs. vurdering av skjærfasthet hvor det tas hensyn til overkonsolidering av grunnen), som her stemmer godt overens med konusforsøk, enaksielle

trykkforsøk og treaksialforsøk (sistnevnte tilpasset høyere overlagingsspenninger in situ enn det som ble benyttet i laboratorieforsøk).

Tolket s_u^A i borpunkt 21-112-BP1



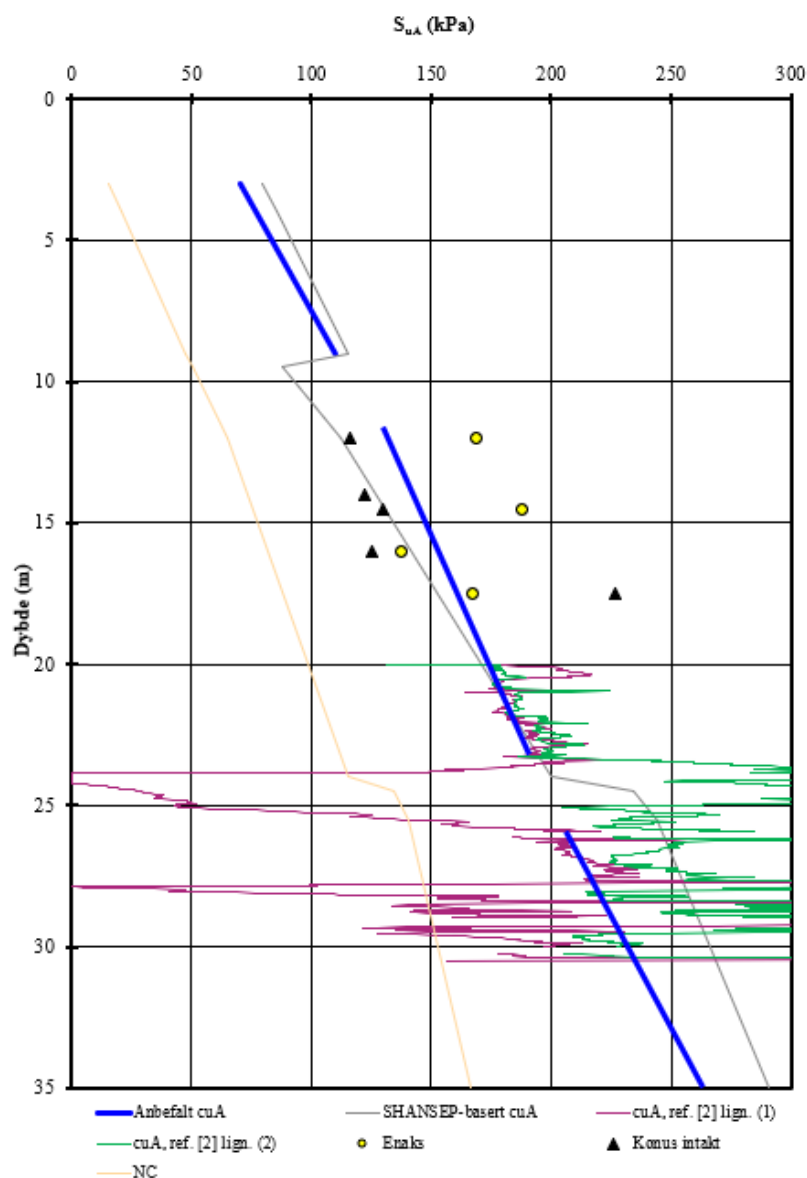
Figur 7: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet i borpunkt 21-112-BP1.

4.1.2 Tolkning i borpunkt 20230463-2A

I forbindelse med pågående akuttprosjekt for Ringerike kommune har NGI utført CPTu-sonderinger og laboratorieforsøk (NGI, 2023). Utførte laboratorieforsøk er enaksielle trykkforsøk og konusforsøk.

Tolkning av aktiv udrenert skjærfasthet i borpunkt 20230463-2A er vist i Figur 8. Det er spesielt lagt vekt på utførte laboratorieforsøk (vist i Figur 8), som stemmer godt

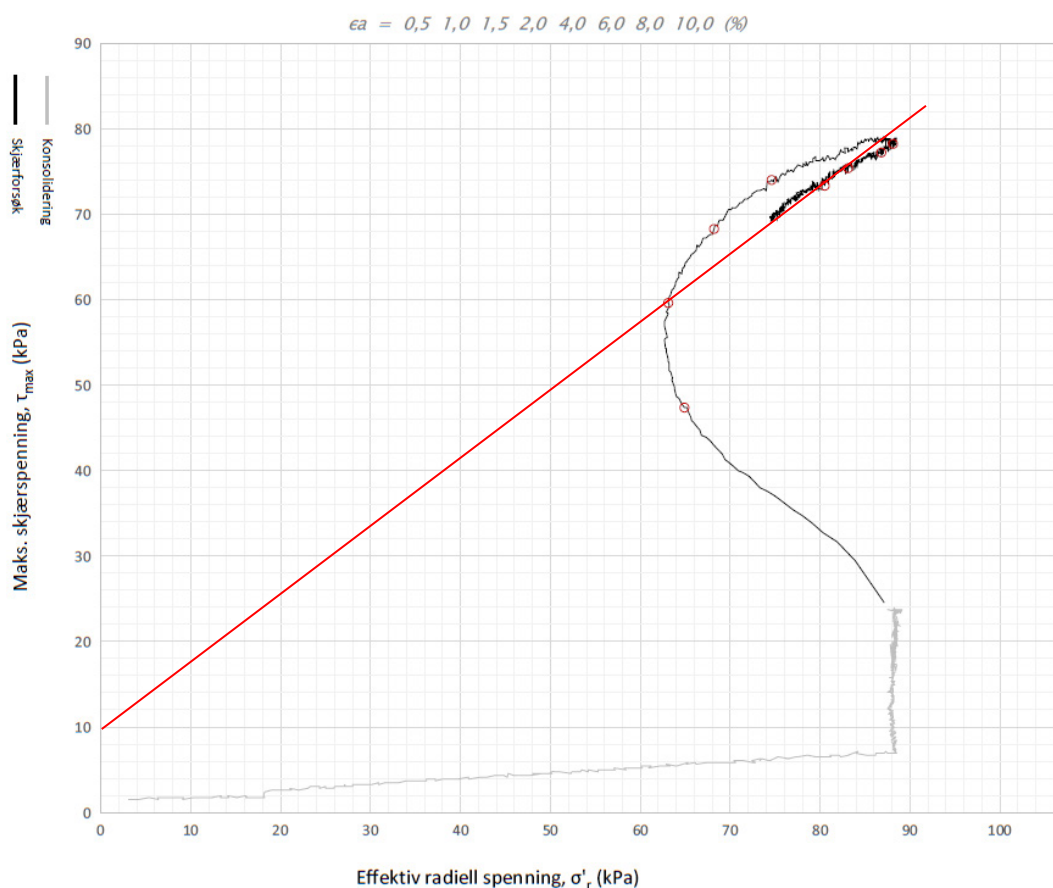
overens med tolket skjærfasthet basert på CPTu-sondering (lilla og grønne linjer) og SHANSEP-tolkning. Den blå streken er tolket aktiv udrenert skjærfasthet (designprofil) som er benyttet i beregningene av skråningsstabilitet for dette borpunktet. Tolkningen indikerer at grunnen er betydelig overkonsolidert sammenliknet med dagens spenningsnivå in-situ.



Figur 8: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet i borpunkt 20230463-2A basert på CPTU-sondering og laboratorieforsøk.

4.2 Drenerte styrkeparametere

Drenerte styrkeparametere for leira er basert på tolkning av treaksialforsøk utført på prøve fra borpunkt 21-112-BP1, vist i Figur 9. Prøven dilaterer betydelig før den etter hvert kontraherer og følger det effektive styrketaket ("Mohr-Coulomb-linjen").



Figur 9: Treaksialforsøk (CAUa) på prøve fra 11,5 m dybde i borpunkt 21-112-1 (Innlandet Geoteknikk AS, 2021a). Bruddlinje med effektiv friksjonsvinkel $\varphi' = 25$ grader og effektiv kohesjon $c' = 10$ kPa er tegnet med rød linje.

For topplaget/tørrskorpa og sand/gruslagene er det antatt drenerte parametere basert på erfaringstall gitt av (Statens vegvesen, 2014).

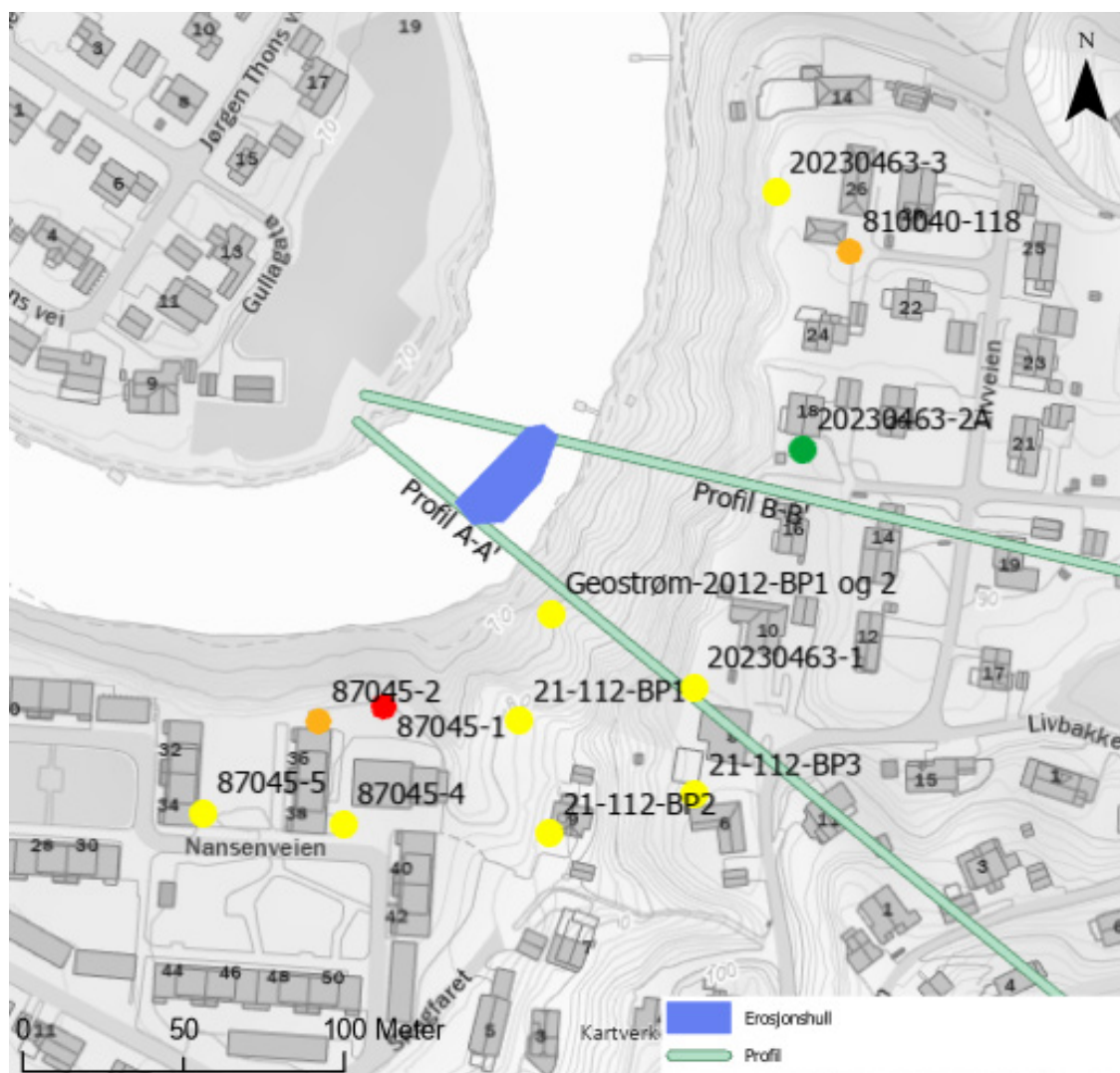
Drenerte parametere benyttet i stabilitetsberegningene er oppsummert Tabell 1.

Tabell 1: Drenerte styrkeparametere benyttet i stabilitetsberegninger.

Materiale	Egenvekt	Friksjonsvinkel	Kohesjon
Leire	20 kN/m ³	25°	10 kPa
Sand/Tørrskorpe/topplag	18 kN/m ³	36°	3 kPa

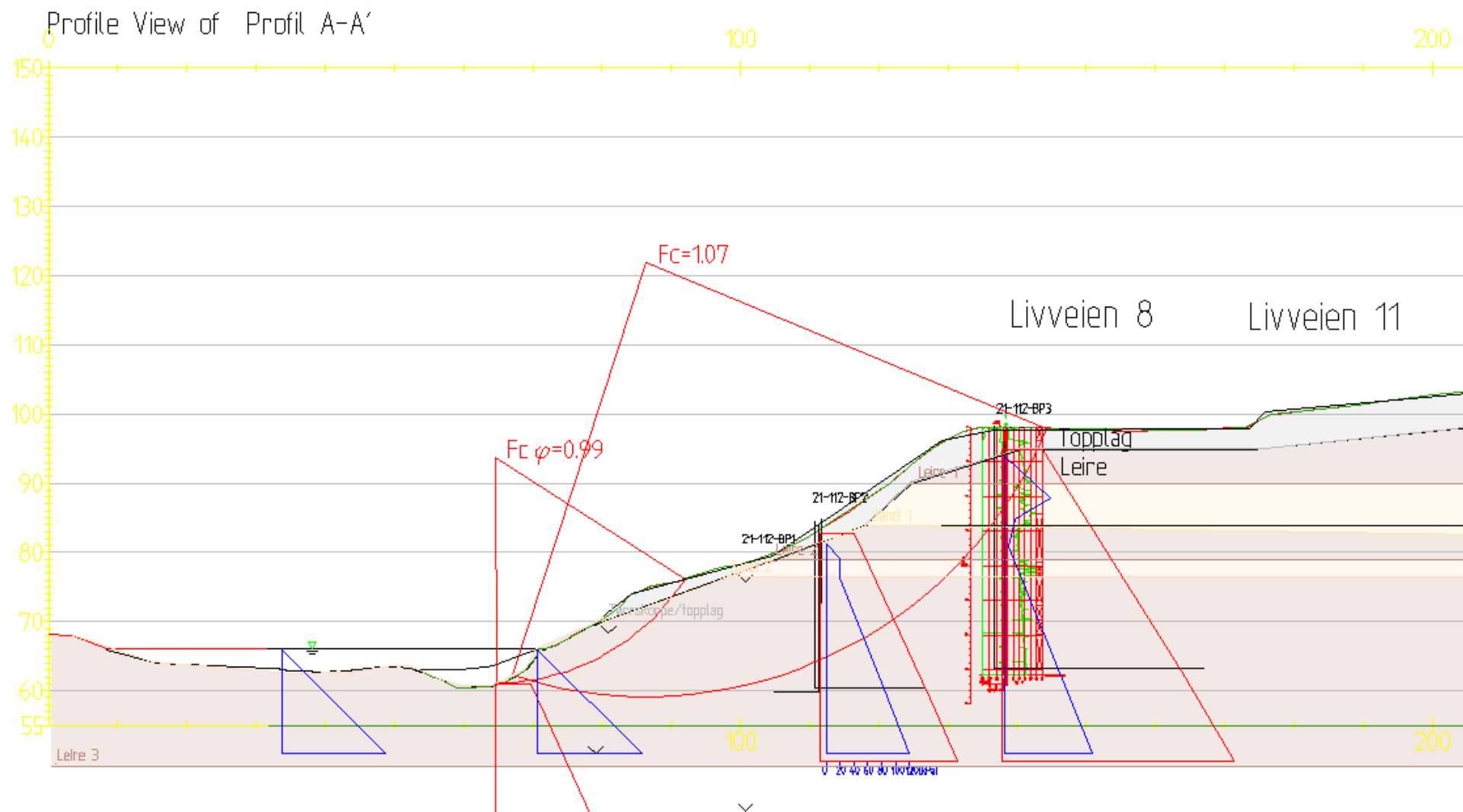
5 Stabilitetsberegninger

Det er utført drenerte og udrenerte stabilitetsberegninger i to profiler (A-A' og B-B'). Plassering av beregningsprofilene er vist på Figur 10.

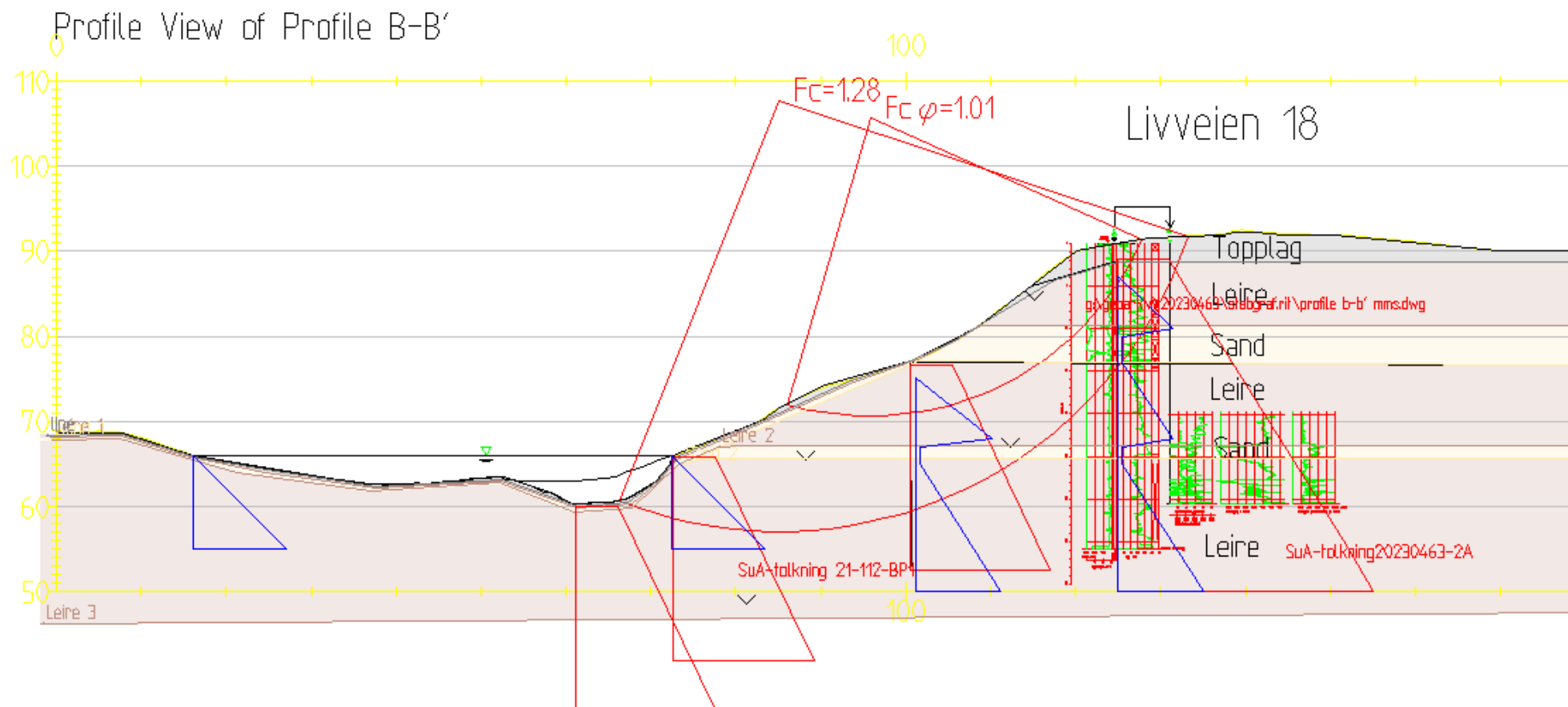


Figur 10: Plassering av beregningsprofiler A-A' og B-B'.

Beregningene er utført for skråningen ned til elva, hvor det kartlagte erosjonshullet er tatt hensyn til. Utførte stabilitetsberegninger er vist i Figur 11 og Figur 12.



Figur 11: Beregning av stabilitet i profil A-A'. Geometrien inkluderer erosjonshullet. Det er beregnet drenert sikkerhetsfaktor på cirka 1.0 nederst i skråningen mot erosjonshullet. Kritisk udrenert glideflate omfatter hele skråningen, og er beregnet å gi sikkerhetsfaktor 1.07.



Figur 12: Beregning av stabilitet i profil B-B'. Geometrien inkluderer erosjonshullet. Det er beregnet drenert sikkerhetsfaktor på cirka 1.0 i det øverste og bratteste partiet av skråningen. Kritisk udrenert glideflate omfatter hele skråningen, og er beregnet å gi sikkerhetsfaktor 1.28.

Beregningene er basert på et datagrunnlag med usikkerheter, som diskutert foran. Først og fremst påpekes det at det kun er målt poretrykk i to punkter, mens grunnen er lagdelt og poretrykket antas å variere mye. Dette gir usikkerhet om poretrykksfordelingen i dybden, som også har betydning for tolkede styrkeparametere. Det er så langt ikke gjort grunnundersøkelser nærmest elva som gir grunnlag for tolkning av materialparametre (skjærfasthet) i skråningsfoten, da det den siste tiden ikke har vært mulig med tilkomst for borerigg langs elva pga. flomsituasjonen. Materialparameterne lenger ned i skråningen, ved elvenivå, er basert på (ekstrapolert fra) borpunkter lenger opp i skråningen, og anslått ut fra antatt poretrykksfordeling, lagdeling og overkonsolideringsforhold.

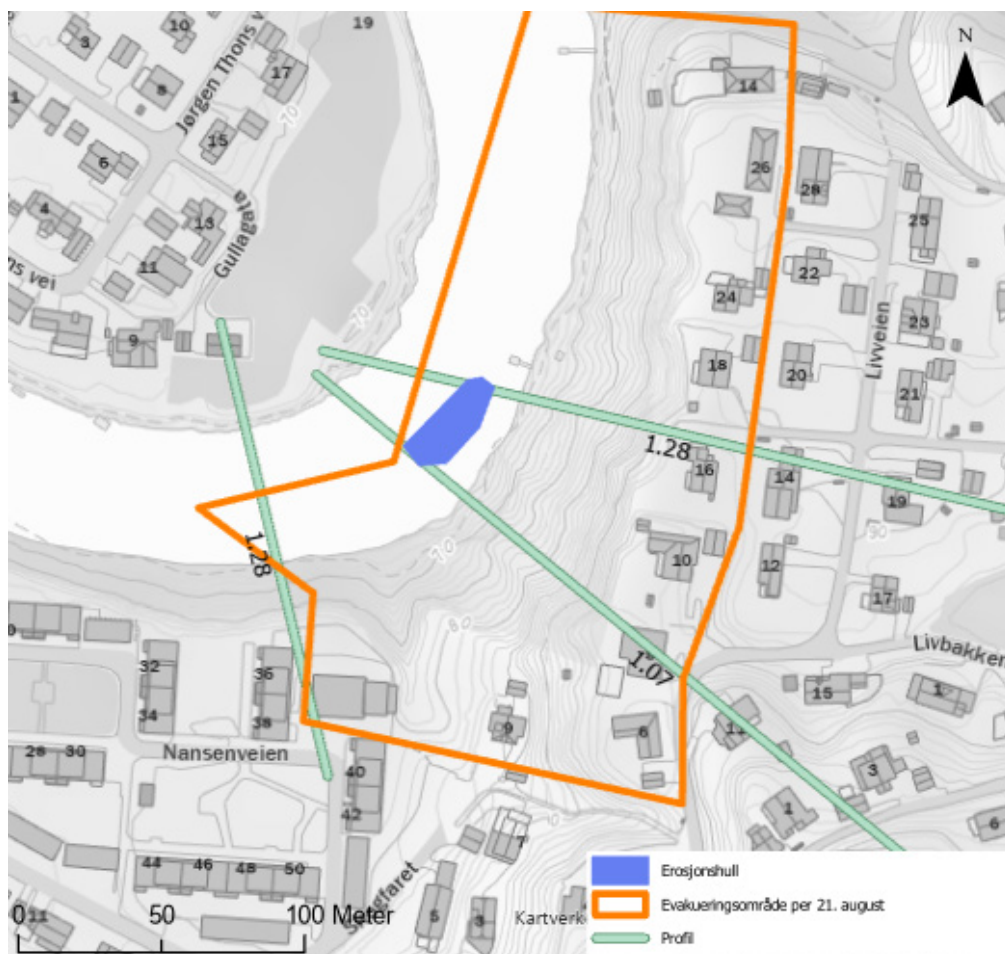
Usikkerhetene til tross, gir beregningene et bilde av skråningens stabilitet i nåværende situasjon.. En sikkerhetsfaktor i nærheten av 1.0 betyr at sikkerhetsmarginen er lav. En sikkerhetsfaktor høyere enn 1.0 betyr at skråningen har en viss sikkerhetsmargin mot skred. For eksempel, innebærer sikkerhetsfaktor 1.28 at skråningen teoretisk sett har 28% sikkerhetsmargin mot skred.

Det er som ventet lavere beregningsmessig sikkerhet i området ved erosjonshullet etter at erosjonshullet ble dannet. Dette gjelder spesielt grunnere drenerte utglidninger, som har beregnet sikkerhetsfaktor rundt 1.0 (dvs. beregningsmessig kritisk).

Skråningen opp mot toppen av skråningen er høy og bratt. Grunne overflateutglidninger i naturlige skråninger vil ofte forekomme etter mye nedbør, dersom skråningen ikke er godt drenert. Et eksempel på dette er utglidningen som løsnet ved Livveien 18 i slutten av august 2023, og også tidligere grunne glidninger (det er her ikke gjort noen nærmere vurdering av nedbørs- og grunnvannsforhold i forbindelse med disse eldre hendelsene).

I profil B-B' er det også beregnet drenert sikkerhetsfaktor på 1.00, se Figur 12, dvs. også her er stabiliteten beregningsmessig kritisk.

Situasjonen vurderes ikke å være like kritisk for større skred i området, altså større rotasjonsbrudd med utbredelse et stykke bak toppen av skråningen. Beregnet stabilitet er ikke god, men skråningen er heller ikke beregnet å være "labil" (dvs. i brudd, eller beregningsmessig kritisk). Beregnet udrenert sikkerhetsfaktor for dyperegående glideflater er 1.07, se Figur 11. Oppsummering av beregnet sikkerhetsfaktor for de udrenerte stabilitetsanalyser er vist i Figur 13.



Figur 13: Beregnet udrenert sikkerhetsfaktor er for glideflater som går ut i elva er vist med tall.

6 Stabilitetsvurderinger

Det anbefales tiltak for å hindre videre erosjonsutvikling. Dersom tiltak ikke utføres, vil erosjonshullet kunne fortsette å utvikle seg, noe som over tid kan øke faren for skred. Beregnet skråningsstabilitet ut mot erosjonshullet er liten.

Randselva er et typisk eksempel på en meandrerende elv som avsetter masser i inner-sving, og eroderer i yttersving. Erosjon er en normal prosess, men har samtidig som effekt at stabiliteten av skråningene langs elva gradvis forverres. Erosjonsutløste skred kan løsne uten hensyn til erosjonshullet, lenger oppstrøms eller nedstrøms. Både den laterale og vertikale erosjonen bør begrenses, da begge vil kunne forverre skråningsstabiliteten.

Flere dokumenterte overflateskred har løsnet fra den bratte skråningen ned mot Randselva tidligere. Det er beregnet liten skråningsstabilitet i de bratteste partiene. Skred løsner gjerne etter perioder med nye nedbør. Tiltak for å forhindre skredaktivitet i

skråningen kan være etablering av drenasjegrøfter kombinert med bedre vannhåndtering under nedbør er ett av flere mulige sikringstiltak.

7 Mulige sikringstiltak

7.1 Sikring av erosjonshull

For å hindre videre utvikling av erosjonshullet, kan dette fylles igjen med masser som er tunge nok (dvs. grove nok) til å motstå strømnings-/skjærkreftene fra vannmassene. Det er viktig at bunnsikringen forlenges både oppstrøms og nedstrøms for det opprinnelig erosjonshullet for å kompensere for endrede hydrauliske egenskaper i området. Vannhastigheten er relativ lav i dette området (antatt 1-3 m/s). Det må gjøres beregninger av stabil steinstørrelse for erosjonssikringen, for å forsikre at man ikke legger ut erosjonsutsatte masser på elvebunnen. Dimensjonering/prosjektering av sikring er ikke inkludert i dette notatet.

Erosjonssikringen vil i første rekke stoppe videreutvikling av erosjonshullet, og slik forhindre en gradvis forverring av stabilitetsforholdene for glideflater som slår ut i elvebunnen. Oppfylling med masser i erosjonshullet vil også medføre en noe forbedret stabilitet av skråningen (dvs. bringe stabiliteten tilbake mot tidligere nivå).

Erosjonssikringen kan legges ut fra lekter.

7.2 Sikring av elvebredden

Tidligere eksempler i 1987 og 2009 viser naturlig utløste skred i området, som trolig er utløst pga. erosjon. Skredet fra 2013 og 2018 er begge antatt å være utløst som følge av nedbør. Erosjon langs elva vil gjøre skråningen brattere, og kan gi utløsning av overflate-skred. Skråningen er også så bratt at den har dårlig sikkerhet mot grunne glidninger. Små topografiske endringer som følge av erosjon kan da resultere i glidninger, gjerne i situasjoner hvor det er god tilgang på overvann (nedbør eller snøsmelting).

For å forhindre at erosjon langsmed elva fører til utløsning av nye skred, må erosjonsprosessen stoppes. Dette er også nevnt i tidligere vurderingsrapporter (Skred AS, 2022; NGI, 2022)

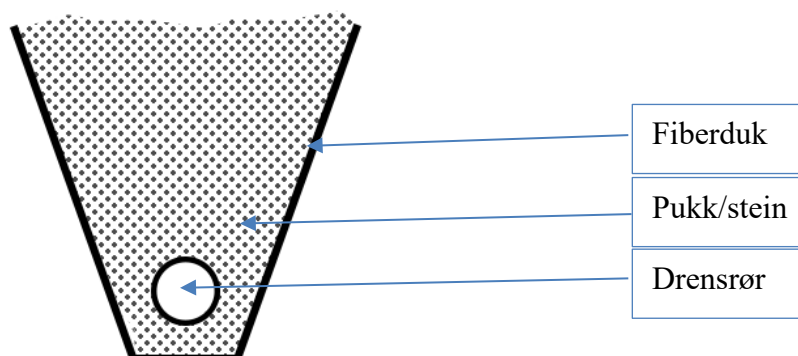
Før elvebredden erosjonssikres, bør grunnundersøkelser utføres også nærmere elva. Omfang og behov for sikring bør vurderes i sammenheng med resultatene fra grunnundersøkelsene. I første omgang anbefales det derfor at det utføres sonderinger (for tolkning av lagdeling), og opptak av leirprøver (for påfølgende testing i geoteknisk laboratorium), slik at lagdeling og styrkeparametere blir bedre dokumentert.

Som nevnt er vannhastighetene i elva rundt 1-3 m/s på strekningen, men det må likevel beregnes stabil steinstørrelse for å forsikre seg om at utlagte masser kan motstå både vanntrykk, lokal turbulens og isgang. Det vises til NVEs Sikringshåndbok for mer informasjon om projektering av slike tiltak (NVE, 2021).

7.3 Sikring mot overflateglidninger

Som nylige hendelser viser (avsnitt 2.1), er dette et område med relativt mange skredhendelser. Skredene har som regel vært grunne overflateutglidninger, mest sannsynlig forårsaket mye nedbør. For å forebygge slike utglidninger, kan et egnet tiltak være å etablere et nettverk av drengrofter, som gir kontroll over grunnvannsnivået i skråningen og også kan bidra til å bedre vannhåndteringen. Slike grofter kan lettere drenere vekk vann under perioder med mye nedbør, og forhindre at terrengoverflaten og grunne jordlag destabiliseres.

Tiltak av denne typen må detaljprosjekteres, og gjennomføringsfasen for tiltak i den bratte skråningen ovenfor elva må vurderes spesielt, ut fra HMS/SJA-kriterier. En prinsippskisse av en drengroft er vist i Figur 14. For å sikre skråningen må det etableres flere pukkestrenger med drengsrør, og filterduk i bunn og sidene (mot naturlig grunn der denne består av finkornig materiale). Pukkestrengene etableres vinkelrett på terrengkotene, altså nedover skråningen.



Figur 14 Skisse av drengroft med puk eller lignende grove drenerende masser for å senke/kontrollere grunnvannstanden i skråningen. Nederst i grofta kan det med fordel legges et perforert drengsrør for å lede vannet ned og ut av skråningen.

8 Oppsummering

Basert på utførte grunnundersøkelser er det gjort stabilitetsberegninger for skråningen mot Randselva i et område ved Livveien, hvor det er påvist erosjon av elvebunnen under ekstremværet «Hans».

Grunnundersøkelsene utført så langt har ikke påvist kvikkleire i skråningen, og faren for større områdeskred vurderes derfor å være liten. Stabilitetsberegningene viser imidlertid at sikkerheten i skråningen er noe forverret som følge av den kartlagte erosjonen. Basert på foreliggende data om grunnforholdene, er skråningens sikkerhetsmargin dessuten liten, både for grunne glidninger og dypere rotasjonsbrudd. Grunnlaget for beregningene er noe begrenset, men resultatene vurderes likevel å være representative for situasjonen.

På bakgrunn av pågående erosjon i elva, kombinert med lav beregnet skråningsstabilitet, anbefales det sikringstiltak. Viktigst er gjenfylling av erosjonshullet i kombinasjon med plastring av elvebunnen. Flere grunnundersøkelser bør utføres for å videre vurdere erosjonssikring langs elvebredden. For å forebygge grunne utglidninger i skråningen kan etablering av dreneringsgrøfter oppover skråningen være et hensiktsmessig tiltak.

9 Referanser

- Hydrateam. (2023). *Kartlegging av elvebunn, oppdrag for NVE. Oversendt i flere eposter, datert 16. og 17. august.*
- Innlandet Geoteknikk AS. (2021a). *Geoteknisk datarapport - Skogfaret 9. Dokumentnr. 21-112-1.*
- Innlandet Geoteknikk AS. (2021b). *Utredning av områdestabilitet i Skogfaret 9, Ringerike kommune. Dokumentnr.: 21-112-2.*
- NGI. (1988). *Nansenveien 14, Hønefoss. Grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger i anledning utrasing i Randselva.*
- NGI. (1994). *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Rapportnr.: 810040-2.*
- NGI. (2009). *Befaringsrapport Storelva og Randselva. Dokumentnummer 20091249-00-5-TN.*
- NGI. (2022). *20220329-01-TN Vurdering av naturfarer.* Oslo: NGI.
- NGI. (2023). *Geoteknisk og hydrologisk bistand i forbindelse med flom 2023. Datarapport - grunnundersøkelser. Dokumentnr. 20230463-01-R.*
- NIFS. (2014). *Naturfareprosjekt Dp. 6 Kvikkleire "En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer" Rapport 14/2014.*
- NVE. (2012). *Utglidning i Randselva ved Livveien 10, Hønefoss, Ringerike kommune. NVE-ref.: 201201301-12 rs/mnj.*
- NVE. (2021). *Sikringshåndboka.* Hentet fra <https://sikringshandboka.nve.no/>
- Rambøll. (2019). *Geoteknisk vurdering for overflateglidninger, Ringerike kommune. Dokumentnr. 1350035979 G-not-3001.*
- Ringerike kommune. (2023, august 8). Hentet fra <https://www.ringerike.kommune.no/innhold/flom-i-ringerike/omrader-som-har-blitt-evakuert/#heading-h2-3>
- Skred AS. (2022). *21588 Ringerike, Hønefoss – Skredfarevurdering for GBnr. 95/50, boligblokk. Skogfaret 9. Ål: Skred AS.*
- Statens vegvesen. (2014). *Veiledning håndbok V220. Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger.*
- Vegdirektoratet. (2014). *Håndbok V221: Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger.* Oslo: Vegdirektoratet.

Dokumentinformasjon/ <i>Document information</i>		
Dokumenttittel/<i>Document title</i> Vurdering av stabilitet mot Randselva		Dokumentnr./<i>Document no.</i> 20230463-02-TN
Dokumenttype/<i>Type of document</i> Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/<i>Client</i> Ringerike kommune	Dato/<i>Date</i> 2023-08-22
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/<i>Proprietary rights to the document according to contract</i> NGI		Rev.nr. & dato/<i>Rev.no. & date</i> 2 / 2023-09-06
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> Stabilitet, Randselva, Hønefoss, Skråningsstabilitet		

Stedfesting/ <i>Geographical information</i>	
Land, fylke/<i>Country</i> Norge, Viken	Havområde/<i>Offshore area</i>
Kommune/<i>Municipality</i> Ringerike	Feltnavn/<i>Field name</i>
Sted/<i>Location</i> Hønefoss	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: 570721 Nord: 6671023	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	2023-08-22 Marius Mathisen Søvik	2023-08-22 Håkon Heyerdahl		
1	Reviderte formuleringer	2023-08-23 Marius Mathisen Søvik	2023-08-23 Ingar H. Steinholt		
2	Flere stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	2023-09-06 Marius Mathisen Søvik	2023-09-06 Håkon Heyerdahl		

Dokument godkjent for utsendelse/ <i>Document approved for release</i>	Dato/<i>Date</i> 7. september 2023	Prosjektleder/<i>Project Manager</i> Marius Mathisen Søvik
---	--	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: GeoMiljø – Offshore energi – Naturfare – GeoData og teknologi

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Geotechnics and Environment – Offshore energy – Natural Hazards – GeoData and Technology.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

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.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

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.

