

Kvikkleiresoner i Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus

GEOTEKNISK UTREDNING AV SONENE 719

GRAN, 724 ÅRSRUD, 723 NORDLI OG 734

NORDLI VEST, ENEBAKK KOMMUNE

DOK.NR. 20100119-09-R

REV.NR. 0 / 2017-04-07

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.

Prosjekt

Prosjekttittel: Kvikkleiresoner i Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus
Dokumenttittel: Geoteknisk utredning av sonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest, Enebakk kommune
Dokumentnr.: 20100119-09-R
Dato: 2017-04-07
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: NVE Region øst
Kontaktperson: Jaran Wasrud
Kontraktreferanse: Bestilling 011798, datert 16. februar 2010

for NGI

Prosjektleder: Håkon Heyerdahl
Utarbeidet av: Håkon Heyerdahl, Søren Holm, Kjetil Sverdrup-Thygeson, Åse Marit Wist Amdal, José M. Cepeda
Kontrollert av: Bjørn Kalsnes

Sammendrag

Oppdrag

På oppdrag for NVE Region Øst har NGI utført geoteknisk utredning av fire kvikkleiresoner i Enebakk kommune; sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest.

Grunnforhold

Kvikkleire er påvist eller tolket innenfor alle de fire sonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest.

I sone 719 Gran ligger kvikkleira relativt dypt, fra 12 m dybde eller mer, med indikasjon på stigende nivå av overkant og mektighet av laget sørover i sonen hvor også terrenget stiger. Lengst nord i sonen er det ikke indikasjon på kvikkleire, men det antas at berg som stiger opp er grunnen til at det ikke påtreffes kvikkleire her.

I sone 724 Årsrud synes bergoverflaten å stige i sørlig retning, samt fra vest (hvor bekken følger en forkastning) mot øst, og det observeres berg i dagen umiddelbart utenfor sonen i både øst og vest. I borpunktene hvor det er antatt berg grunnere enn 10 m dybde er det ikke indikasjon på kvikkleire, mens det i borpunktene med større løsmassemektighet er indikasjon på kvikkleire, typisk i dybde fra 10 m eller mer – unntatt er et borpunkt på noe lavere terrengnivå (nær bunnen av skråningen) hvor kvikkleire ligger relativt grunt, men da også bare med noen få meters tykkelse. I de andre borpunktene er det typisk kvikkleire ned til antatt berg.

I sone 723 Nordli er det tolket/påvist kvikkleire i både den nordlige, midterste og sørlige del av sonen, men kvikkleire er bare påtruffet i de borpunktene som ligger på minimum terrengnivå tilsvarende kote +130. Det er ikke indikasjon på kvikkleire i de litt lavere-liggende borpunktene ut mot ravinen langsetter den vestlige soneavgrensningen, selv om dybde til overkant av laget og mektigheten i de andre borpunktene ellers ville tilsi at det kunne forventes kvikkleire også i disse boringene. Det er generelt stor dybde til bergoverflaten, og borpunktene er ført til minimum 20 m dybde.

I sone 734 Nordli vest er det tilsvarende sone 723 Nordli generelt stor dybde til bergoverflaten, og bare ett av borpunktene er stoppet mot antatt berg. Kvikkleire ser ut til å ligge med noenlunde horisontal lagdeling innenfor sonen, med overkant av kvikkleirelaget rundt kote +130 og mektighet av kvikkleirelaget typisk 10-15 m. Bare i ett av borpunktene er det ikke antatt kvikkleire; dette er borpunktet nærmest ravinen langs den østlige soneavgrensningen. Ingen forekomst av kvikkleire ut mot ravinen stemmer da med observasjonene fra sone 723 Nordli.

Risikoevaluering

Faregrads-, konsekvens- og risikoklassifisering for sonene er revurdert. Generelt er "scoreverdier" for faregrad og risiko noe redusert for alle sonene som resultat av ny evaluering. Sone 724 Årsrud har ved ny vurdering fått redusert risiko (fra "3 – Middels prioritet" til "2 – Lav prioritet"), mens sone 734 Nordli vest har fått redusert faregrad (fra "3 – Høy" til "2 – Middels"), forøvrig er klassifiseringene uendret. Tabellen nedenfor viser revidert vurdering av klassifisering for alle sonene.

Tabell 1 - Revidert klassifisering av sonene (rød angir endret klassifisering).

Sone	Faregradklasse	Konsekvens	Risikoklasse
719 Gran	3 – Høy	2 – Alvorlig	3 – Middels prioritet
724 Årsrud	3 – Høy	1 – Mindre alvorlig	2 – Lav prioritet
723 Nordli	3 – Høy	2 – Alvorlig	3 – Middels prioritet
734 Nordli vest	2 – Middels	2 – Alvorlig	3 – Middels prioritet

Soneutbredelse

Sonenes utbredelse er vurdert basert på forekomst og fordeling av kvikkleire innenfor sonene. Det er ikke funnet grunnlag for å redusere soneutbredelsen for sone 719 Gran og sone 723 Nordli. For sone 724 Årsrud er det basert på borpunkt utenfor den sørlige avgrensningen av sonen og observert berg i dagen i ravinen i den sørvestlige del av sonen grunnlag for å foreta en mindre reduksjon av soneutbredelsen. Omvendt er det for sone 734 Nordli vest grunnlag for å utvide sonen med et mindre område i nordøst, hvor en rygg innenfor sonen fortsetter ut av nåværende sone, men anses som en naturlig del av sonen. I tillegg er et bebygd område utenfor nåværende sonegrense i sørvest vurdert å ligge innenfor løснеområdet for potensielle skred. Boring i dette området ga indikasjon på sprøbruddmateriale.

Stabilitet

Innenfor alle fire soner viser stabilitetsanalyser basert på foreliggende data at beregningsmessig sikkerhet for enkelte skråninger ikke er tilfredsstillende for evt. nye større byggeprosjekter. Spesielt innenfor sone 719 Gran, 724 Årsrud og 734 Nordli vest er det skråninger med kritisk stabilitet. Dette gjelder særlig ravineskråningene med helning 1:2-1:4 og høyde på 15-30 m. Enkelte mindre prosjekter innenfor tiltakskategoriene K1-K4 definert i NVEs retningslinjer (ref. /4/) kan gjennomføres; hvorvidt de enkelte tiltak faller innenfor disse kategoriene må vurderes fra sak til sak.

Tiltak for å redusere faren for kvikkleireskred

Skredsikringstiltak for dagens situasjon

For eksisterende bebyggelse uten planlagt tilflytting til området er det ingen spesifikke krav til skråningsstabiliteten (for bebyggelse oppført iht. gjeldende byggeregler på oppførelsestidspunktet). Tiltak som forhindrer prosesser som forverrer stabilitetsforholdene, slik som erosjon og overflateglidninger, er vanligvis tilstrekkelige, men i noen tilfeller kan det være aktuelt å forbedre stabilitetsforholdene ved å øke nominell sikkerhetsfaktor.

Det er i tillegg svært viktig å forhindre uønskede menneskelige inngrep innen for sonene, slik som graving/utfylling osv. uten forutgående geoteknisk prosjektering, da dette kan forverre stabilitetsforholdene, og i verste fall forårsake store skred. Dette krever med andre ord en annen type innsats enn fysiske inngrep; derimot vil informasjon til beboere, gårdbrukere, næringsliv osv. om evt. skredfare være viktig. Det understrekes at i senere år er en rekke større skred i kvikkleireområder løst nettopp som resultat av masseflytting/-deponering uten forutgående geoteknisk prosjektering.

Erosjonssikring

Basert på befaring av sonene er det observert "ingen" til "noe" erosjon langs ravin og bekkeløp, og i hovedsak "lite" erosjon (iht. kriterier i anvendt kartleggingsmetodikk).

- For sone 719 Gran anbefales det å utføre erosjonssikring på partier med observert erosjon, dvs. i ravinen mot øst, nordover fra Flateby/Skogholt, samt ravine ved Ulveplassen lengst sør i sonen.
- Tilsvarende er det for sone 724 Årsrud foreslått erosjonssikring langs deler av bekkeløpet som danner den vestlige soneavgrensningen. Erosjonsforholdene varierer mellom "lite" og "noe" i bekkeløpet i bunn av ravinen, samtidig som beregnet stabilitet er dårlig, og det anbefales derfor en sammenhengende erosjonssikring gjennom størstedelen av sonen. Siden bebyggelsen i hovedsak ligger utenfor sonen eller helt i kanten av sonegrensen, er det ikke foreslått tiltak utover erosjonssikring (i form av motfyllinger mv). En supplerende sondering ved bebyggelsen i kanten av sonen kan her være fornuftig, muligens ligger bebyggelsen her ikke på kvikkleire.
- Sonene 723 Nordli og 734 Nordli vest er adskilt av en ravine hvor det er observert litt erosjon. Enkelte profiler har beregningsmessig lav sikkerhet. Det anbefales en delvis erosjonssikring av bekkeløpet i ravinen mellom de to sonene for å forebygge erosjon. Dette anses å gi god kontroll for å unngå forverring av stabiliteten av skråningene som går ut mot ravinen, som i enkelte profiler er beregningsmessig dårlig. I ravinene sør for bekkemøtet sør i de to sonene er det observert noe erosjon, og det anbefales at disse områdene erosjonssikres. En liten sideravine med erosjon og eksponert bløt leire, mot vest fra bekken mellom 723 Nordli og sone 734 Nordli vest, bør også inkluderes i sikringen. I tillegg bør et lite parti av bekken helt nord i sone 723 Nordli erosjonssikres. Nord i sone 734 Nordli vest er det beregnet dårlig stabilitet ned i ravinen, og her foreslås det en forbedring av stabilitetsforholdene, f.eks. i form av avlastning på toppen av skråningen. Det pågår her ikke erosjon av betydning, men gravemassene kan evt. evt. benyttes til å løfte bekken noe.

Stabilitetsforbedrende tiltak for evt. tilflytting til sonene

Nødvendig omfang av stabilitetsforbedrende tiltak for evt. tilflytting til kvikkleiresonene er beregnet ut fra krav gitt i NVEs retningslinjer (for tiltakskategori K3 og K4). For å tilfredsstille kravene til disse tiltaksklassene kreves betydelige stabiliserende tiltak. Tiltak kan utføres ved oppfylling i bunnen av ravinene, alternativt ved avlastning på toppen av skråninger, og da gjerne i kombinasjon med erosjonssikring. Tiltak vil ofte kunne gjøres ved å løfte bekkeleiet noe (da over en lengre strekning, slik at strømningsgradient opprettholdes).

Stabiliserende tiltak for eksisterende bebyggelse og situasjon

For å sikre dagens bebyggelse og situasjon anses det ikke nødvendig med så omfattende sikring som lovverket krever for evt. ny bebyggelse. På enkelte partier hvor beregningsmessig stabilitet er dårlig, anbefales det likevel noe stabilitetsforbedring ved oppfylling i bunnen av ravinene, alternativt ved avlastning på toppen av skråninger. Sammen med foreslått erosjonssikring som beskrevet foran anses tiltakene å redusere sannsynligheten betydelig for naturlig utløste skred i kvikkleire innenfor sonene.

- I sone 719 Gran anbefales et parti i ravinen langs sonens nordøstlige avgrensning sikret ved motfylling over en strekning på ca. 200 m. For øvrig foreslås denne ravinen erosjonssikret.
- I sone 723 Nordli vest foreslås noe avlastning på toppen av skråning langs ravine i nordre del av sonen. Ved et slikt tiltak kan anvendelse av massene i motfylling/-løfting av bekken i ravinen vurderes.
- I sone 724 Årsrud er stabiliteten funnet å være dårlig i de fleste av beregningsprofilene. Det er ikke foreslått stabiliserende tiltak utover erosjonssikring, da dagens boligbebyggelse ligger helt i kanten av, eller utenfor, sonen.

Stabiliserende tiltak må detaljprosjekteres av geotekniker. Feil utførelse av tiltak kan i verste fall medføre utløsning av skred, med potensielt store konsekvenser.

Overflateskred

Foreslåtte tiltak som forbedrer stabilitetsforholdene for dyperegående glidninger, vil ikke forhindre grunne glidninger i øvre del av skråningene. Det er i liten grad påvist aktive eller tidligere overflateglidninger innenfor sonene (med unntak av glidninger i nedre del av skråningene, og som inkluderes i erosjonsvurderingene). Grunne glidninger kan skje i de bratte skråningene, særlig som følge av høy langtidsnedbør. Særlig områder med silt/sand og siltig leire er utsatt for grunne skred og overflateerosjon. Egnede tiltak mot overflateskred kan være bl.a. steinplastring, drengrofter, kontrollert nedføring av overvann mv. samt at vegetasjon opprettholdes. Overflateskred kan være spesielt ugunstig der kvikkleira ligger grunt, og evt. kan eksponeres ved mindre utglidninger, f.eks. ned mot bekkeløp. Når kvikkleira ligger dypt i profilet, som i hovedsak er tilfelle i de aktuelle kvikkleiresonene, vil mindre glidninger i øvre del av skråningene ikke gi vesentlig økt fare for kvikkleireskred. Kvikkleire i dagen på bekkenivå er imidlertid antatt i flere av sonene, og overflateglidninger i nedre del av skråningene er således ugunstig og bør forebygges.

Byggeprosjekter innenfor sonen

Prosjekter innenfor sonene, og innenfor evt. justerte fremtidige sonegrenser, må håndteres iht. krav til gjeldende lovverk, dvs. iht. Plan- og bygningsloven og iht. formelle krav gitt i Saksforskriften (SAK10). Utbygging innenfor kvikkleireområder skal gjøres som angitt i teknisk veileder til Plan- og Bygningsloven (TEK10). Dette innebærer at byggeprosjekter som omfatter tilflytting til sonen må håndteres iht. krav til områdestabiliteten (dvs. kvikkleireskredfare) ut fra NVEs kvikkleireveileder. I prinsippet kreves sikring av hele sonen til angitt sikkerhetsnivå for byggeprosjekter i kategoriene K3 og K4. Det er gitt enkelte formildende bestemmelser for bygging av enkelthus (inntil 2 boenheter).

Det bemerkes at vanlige geotekniske prosjekteringsregler uansett gjelder (bl.a. Eurokode, ref. /15/ og /16/). Selv om et byggeprosjekt anses akseptabelt mht.

områdestabilitet, må geotekniske vurderinger gjøres i hvert byggeprosjekt, inkludert vurdering av lokale stabilitetsforhold.

Detaljerte grunnundersøkelser og lokale geotekniske vurderinger for enkeltprosjekter vil kunne gi som konklusjon at det ikke er kvikkleireskredfare innenfor et byggeområde, selv om tomten ligger innenfor en kartlagt/eksisterende faresone. En mer detaljert vurdering av skredfare basert på nærmere kartlegging som ledd i geoteknisk prosjektering går foran den generelle kartleggingen. Slike lokale vurderinger for enkelttiltak må imidlertid underlegges nødvendig og lovpålagt kvalitetskontroll, i praksis ekstern uavhengig kontroll, som skal utføres av annet geoteknisk firma enn det som utfører prosjekteringen. I denne rapporten gis det flere eksempler på at fravær av kvikkleire på en tomt ikke nødvendigvis er tilstrekkelig til at områdestabiliteten anses ivaretatt, pga. nærhet til skråninger hvor det er påvist, eller antas å være, kvikkleire.

Digital leveranse

I tillegg til selve rapportdokumentet inngår også en digital leveranse i SOSI-format (for hhv. løсне- og utløpsområder), samt dataark i pdf-format for hver av de utredete sonene. Reviderte kvikkleirefaresoner vil av NVE bli gjort tilgjengelige på NVE Atlas (<http://atlas.nve.no>) og på www.skrednett.no.

Innhold

1	Innledning	11
2	Sikkerhetskrav	13
2.1	Krav til beregningsmessig sikkerhet ved vurdering av områdestabilitet	13
2.2	Mulighet for å anvende prosentvis forbedring i forbindelse med topografiske endringer	14
2.3	Tiltakskategori K4	16
2.4	Tiltakskategori K3	16
2.5	Lempende bestemmelser for lav og middels faregrad i tiltakskategori K2 og K3	17
2.6	Kritisk (labil) skråning og sprøbruddeffekt	17
2.7	Endringer i nytt NVE-regelverk	18
3	Grunnundersøkelser og materialparametere	18
3.1	Tilgjengelige data om grunnforholdene	18
3.2	Forekomst av kvikkleire / sprøbruddmateriale	19
4	Stabilitetsanalyser og stabiliserende tiltak	22
4.1	719 Gran	22
4.2	724 Årsrud	24
4.3	723 Nordli	27
4.4	734 Nordli vest	29
5	Faregrads-, konsekvens- og risikovurdering	32
5.1	Gjeldende soneklassifisering	32
5.2	Revidert soneklassifisering	32
6	Utbredelse av kvikkleiresonene og utløpsområder	33
6.1	Soneutbredelse	33
6.2	Utløpsområder	33
6.3	Utløp av skred som løsner utenfor et planområde	34
7	Stabilitet av naturlige skråninger i og utenfor kvikkleiresoner	34
7.1	Innenfor kvikkleiresone	34
7.2	Kvikkleire påvist utenom kvikkleiresoner	35
7.3	Utenfor kvikkleireområder	35
8	Digital leveranse	35
9	Referanser	35

Tegninger

Tegning nr. 011	Borplan 719 Gran
Tegning nr. 012	Borplan 724 Årsrud
Tegning nr. 013	Borplan 723 Nordli og 734 Nordli vest
Tegning nr. 111	Omfang av sikring for K4-tiltak, 719 Gran
Tegning nr. 112	Omfang av sikring for K4-tiltak, 724 Årsrud
Tegning nr. 113	Omfang av sikring for K4-tiltak, 723 Nordli og 734 Nordli vest
Tegning nr. 211	Anbealt sikring for K4-tiltak, 719 Gran
Tegning nr. 212	Anbefalt sikring for K4-tiltak, 724 Årsrud
Tegning nr. 213	Anbefalt sikring for K4-tiltak, 723 Nordli og 734 Nordli vest

Vedlegg

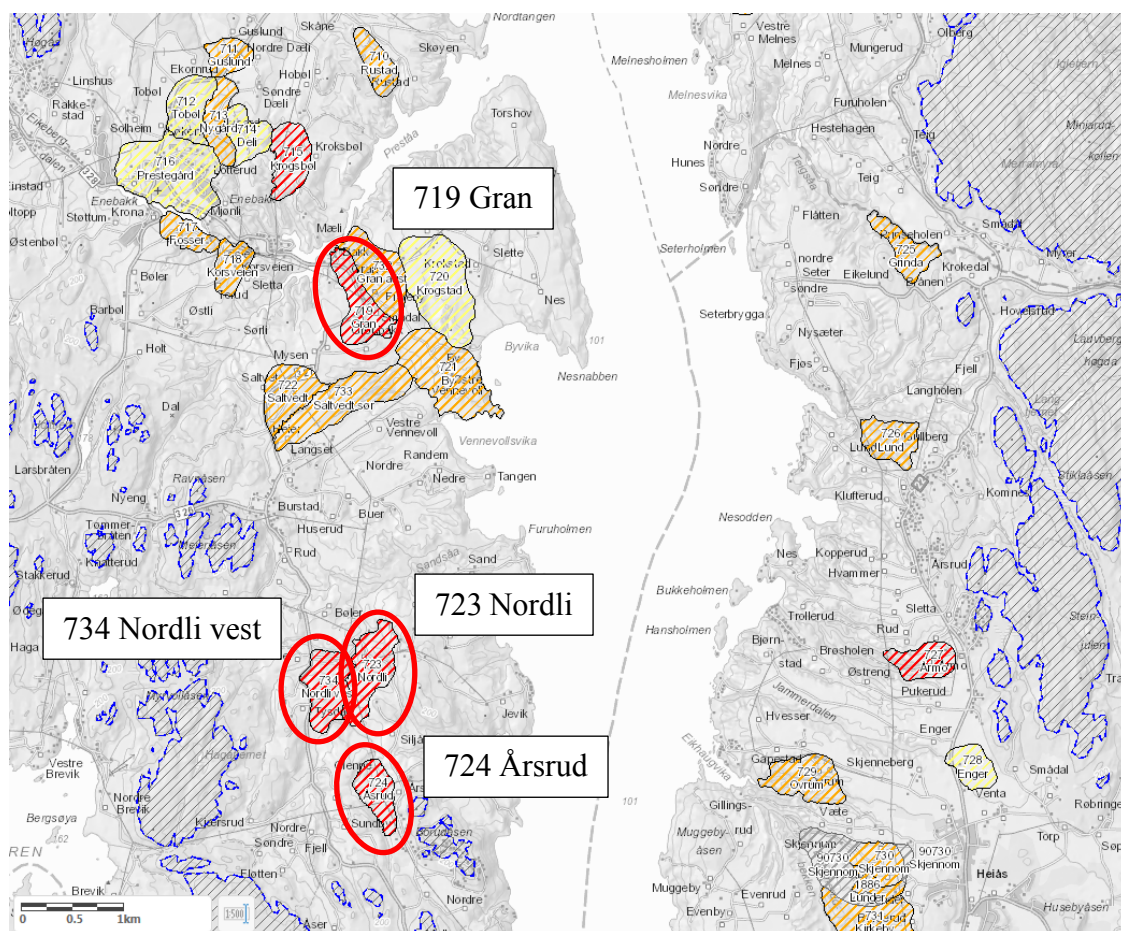
A:	Grunnundersøkelser og materialparametere
Figur A1-A7:	Tolkning av aktiv skjærfasthet fra CPTU-sonderinger
B:	Stabilitetsberegninger, sone 719 Gran
Figur B1-B4:	Beregningsresultater, profil P2
Figur B5-B8:	Beregningsresultater, profil P13
C:	Stabilitetsberegninger, sone 724 Årsrud
Figur C1-C2:	Beregningsresultater, profil P6
Figur C3-C6:	Beregningsresultater, profil P7
Figur C7-C10:	Beregningsresultater, profil P8
Figur C11-C14:	Beregningsresultater, profil P9
D:	Stabilitetsberegninger, sone 723 Nordli
Figur D1-D4:	Beregningsresultater, profil P3
Figur D5-D8:	Beregningsresultater, profil P4
Figur D9-D12:	Beregningsresultater, profil P5
Figur D13-D14:	Beregningsresultater, profil P12
E:	Stabilitetsberegninger, sone 734 Nordli vest
Figur E1-E4:	Beregningsresultater, profil P10
Figur E5-E8:	Beregningsresultater, profil P11
F:	Klassifisering av kvikkleiresonene
G:	Utbredelse av kvikkleiresonene
Figur G1-G4:	Kart med tolkning av kvikkleireforekomst
Figur G5-G8:	Sammenstilling av tolket lagdeling
H:	Befaringsnotat
I:	Faktaark og digital leveranse
Figur I1-I4:	Faktaark for sonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli, 734 Nordli vest

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

På oppdrag fra NVE har NGI utført utredning av kvikkleiresone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest i Enebakk kommune, jfr. Figur 1. Kontaktperson i NVE Region Øst er Jaran Wasrud¹.

Denne rapporten oppsummerer geotekniske vurderinger gjort i forbindelse med soneutredningene. Det er utført stabilitetsberegninger for utvalgte lengdeprofiler innenfor hver sone basert på foreliggende grunnundersøkelser. Det gjøres iht. ref. /5/ også en revurdering av sonenes klassifisering, samt gis en vurdering av potensial for justering av sonegrensene. I rapporten brukes "kvikkleire" både om leire som pr. definisjon er kvikk (dvs. omrørt udrenert skjærfasthet $< 0,5$ kPa) og om leire som defineres som "sprøbruddsmateriale" iht. NVEs retningslinjer (ref. /4/).

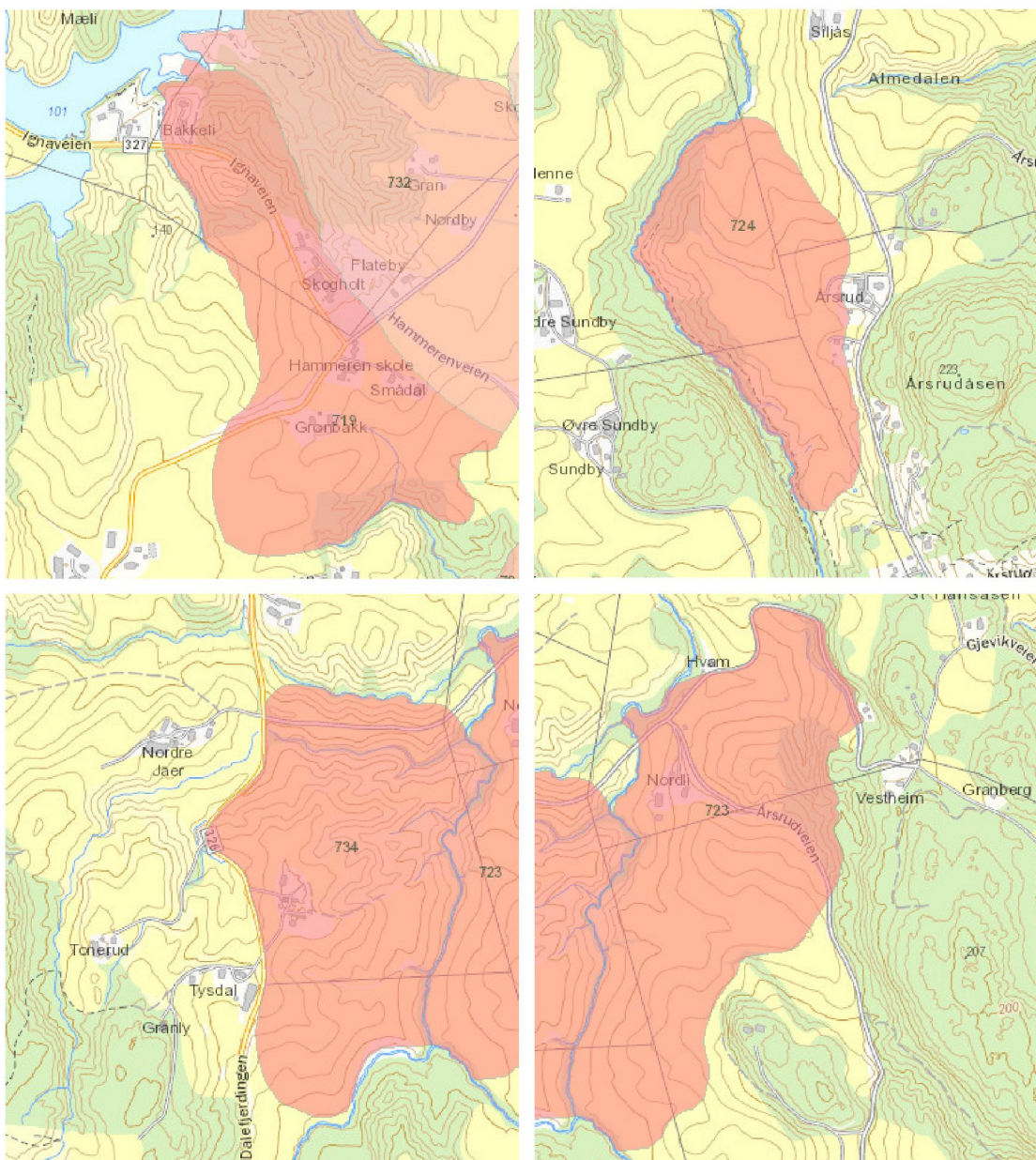


Figur 1 Oversiktskart (www.skrednett.no). Kvikkleirefaresonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest i Enebakk markert med rødt. Kart viser klassifisering før denne revurderingen.

¹ Ved oppstart av utredningen var Roar Øvre kontaktperson for oppdraget

Figur 2 viser beliggenhet/utstrekning av kvikkleiresonene.

- Sone 719 Gran, 723 Nordli og 734 Nordli vest har fra tidligere vurdering faregradklasse "3 - høy", konsekvensklasse "2 - alvorlig" og risikoklasse "3 – middels prioritet".
- Sone 724 Årsrud har fra tidligere vurdering faregradklasse "3 - høy", konsekvensklasse "1 – mindre alvorlig" og risikoklasse "3 – middels prioritet".



Figur 2 Kvikkleirefaresone 719 Gran (øverst til venstre), 724 Årsrud (øverst til høyre), 723 Nordli (nederst til høyre) og 734 Nordli vest (nederst til venstre). Kart viser klassifisering før denne revurderingen.

2 Sikkerhetskrav

2.1 Krav til beregningsmessig sikkerhet ved vurdering av områdestabilitet

Prosjekter innenfor sonene, og innenfor evt. justerte fremtidige sonegrenser, må håndteres iht. krav til gjeldende lovverk, dvs. iht. Plan- og bygningsloven, og iht. formelle krav gitt i Saksforskriften (SAK10). For utbygging innenfor kvikkleireområder stiller NVEs retningslinjer krav til områdestabiliteten (ref. /4/). Referanse til retningslinjene er tatt inn i TEK10 (ref. /13/). Krav til områdestabiliteten knytter seg til alle skråninger innenfor kvikkleiresonen hvor evt. brudd kan resultere i utløsning av kvikkleireskred. Dette gjelder selv om det planlagte tiltaket kan ligge i relativt stor avstand fra skråning, og i realiteten heller ikke har noen innvirkning på skråningsstabiliteten. Kravene gjelder generelt ikke for eksisterende boliger, men for tiltakskategorier spesifisert i ref. /4/. For eksisterende bebyggelse er det generelt ingen spesifikke krav til skrånings- eller områdestabilitet (men ved regulering av boligområder i nyere tid kan likevel krav om sikkerhet være fastlagt).

I tilfeller der det planlegges tilflytting til en kvikkleiresone, er krav til områdestabiliteten som hovedprinsipp innfridd dersom det kan dokumenteres tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet, dvs. både drenert og udrenert analyse gir materialfaktor $\gamma_m \geq 1,4$ for skråningen. Dersom skråningen har for lav sikkerhet før tiltak, må stabiliserende tiltak gjennomføres slik at kritisk glideflate etter tiltak får materialfaktor $\gamma_m \geq 1,4$.

I tillegg til bestemmelser med krav til beregningsmessig sikkerhet, åpner ref. /4/ mulighet for prosentvis forbedring av stabiliteten, se avsnitt 2.2. Det er også gitt enkelte lempende bestemmelser til kravet om beregnet materialfaktor, avhengig av faregrad for sonen, se avsnitt 2.3.

Enkelte mindre byggeprosjekter innenfor tiltakskategoriene K1-K4 definert i NVEs retningslinjer (ref. /4/) kan gjennomføres innenfor eksisterende kvikkleiresoner; hvorvidt de enkelte tiltak faller innenfor disse kategoriene og hva som kreves av tiltak for å tilfredsstille sikkerhetskravene må vurderes fra sak til sak.

Utredningen har ikke som uttalt mål at det skal utredes løsninger som åpner for generell tilflytting til sonene, men oppdragsbeskrivelsen (ref. /5/) beskriver at det skal gis forslag til sikringstiltak og stabilitetsforbedrende tiltak. Ut fra retningslinjene vil tilflytting til kvikkleiresoner (uansett faregrad) generelt havne i tiltakskategori K3 eller K4. Det er som del av utredningen vurdert nødvendig omfang av tiltak dersom målet var å legge til rette for tiltak i tiltakskategori K4, dvs. tiltak som gjør det mulig å åpne sonene for generell tilflytting uten begrensning på antall boenheter.

2.2 Mulighet for å anvende prosentvis forbedring i forbindelse med topografiske endringer

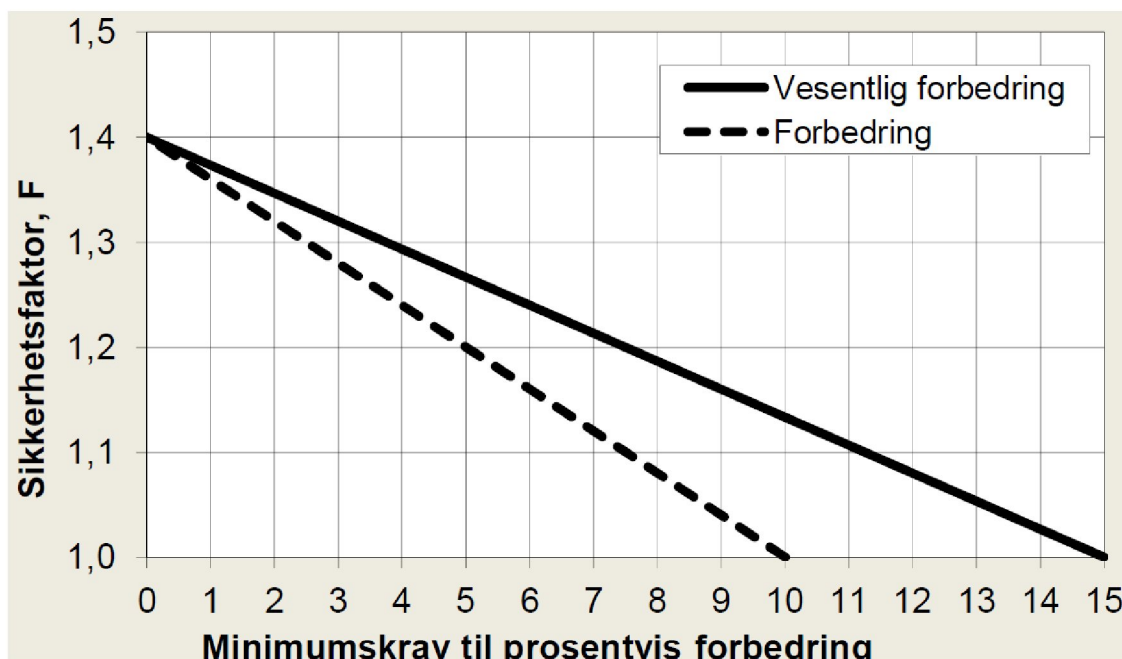
Kravet til materialfaktor $\gamma_m \geq 1,4$ er ofte ikke gjennomførbart av praktiske/økonomiske årsaker. Alternativt kan det da gjøres tiltak som medfører en forbedring av stabilitetsforholdene, etter gitte kriterier. Aktuelle tiltak omfatter topografiske endringer, dvs. typisk støttefylling eller utslaking/avlastning av skråninger, i tillegg til masseskifting med lette masser. Konstruktive tiltak, som grunnforsterkning, spunt- og andre støttekonstruksjoner, omfattes ikke av denne bestemmelsen, og for slike tiltak må det dokumenteres materialfaktor $\gamma_m \geq 1,4$.

Utdrag av sikkerhetskrav fra ref. /4/ for spesifiserte tiltakskategorier K2-K4 er vist i Figur 3. De alternative strategiene for å innfri sikkerhetskravene, enten ut fra absolutt krav til materialfaktor, eller ut fra prosentvis forbedring, fremgår av tabellen (Figur 3). Tiltak som medfører tilflytting til et kvikkleireområde, vil havne enten i tiltaksklasse K3 eller K4.

Spesifikke krav til økning av materialfaktoren ved anvendelse av prosentvis forbedring er gitt i Figur 4. Det skilles mellom "forbedring" og "vesentlig forbedring", ut fra tiltaksklasse/faregrad. Krav om "forbedring" og "vesentlig forbedring" iht. ref. /4/ innebærer krav om maksimalt hhv. 10 % og 15 % forbedring av beregningsmessig sikkerhet sammenliknet med dagens situasjon (situasjon før tiltak). Maksimalkravet gjelder for labil skråning, dvs. stabilitetsberegning viser at skråningen i dagens situasjon er på grensen til brudd (beregnet $\gamma_m \leq 1,0$).

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategorien	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for ulike faregrad		
	Faregrad før utbygging: Lav	Faregrad før utbygging: Middels	Faregrad før utbygging: Høy
K2: Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket. Dersom tiltaket medfører tilflytting av personer skal tiltaket plasseres i tiltakskategori K3 eller K4.	a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring ** Kvalitetssikres av kollega.*		Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring hvis $F > 1,2$, <i>eller</i> c) Forbedring hvis $F \leq 1,2$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*
K3: Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0-K2). Ved planlagt større tilflytting/ personopphold gjelder K4. Eksempler er bolighus og fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, mindre utendørs publikumsanlegg, mindre næringsbygg, større VA-anlegg.	a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring** Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring hvis $F \geq 1,2$, <i>eller</i> c) Forbedring hvis $F < 1,2$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*
K4: Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industrianlegg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*		Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Vesentlig forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*

Figur 3 Tiltakskategorier K2 - K4 og sikkerhetskrav iht. ref. /5/.



Figur 4 Krav til prosentvis forbedring ut fra beregnet sikkerhetsfaktor før tiltak iht. ref. /5/.

2.3 Tiltakskategori K4

Tiltakskategori K4 omfatter tiltak som medfører generell tilflytting, for eksempel større feltutbygginger.

Forutsetninger for tiltak i tiltakskategori K4:

- For tiltak i tiltakskategori K4 kreves generelt materialfaktor $\gamma_m > 1,4$ for alle skråninger innenfor sonen som kan ha betydning for områdestabiliteten (Figur 3).
- Dersom sikringstiltak utføres som topografiske endringer (e.g. motfylling og/eller avlastning), er kravet prosentvis forbedring tilsvarende "forbedring" (0-10 % forbedring) eller "vesentlig forbedring" (0-15 % forbedring), avhengig av opprinnelig faregrad for sonen, jfr. Figur 3. Kravet til prosentvis forbedring er maksimalt for skråning som er beregningsmessig kritisk, avtakende til ingen krav til forbedring for materialfaktor $\gamma_m = 1,4$ i dagens situasjon.

2.4 Tiltakskategori K3

Dersom utredning av sonene ikke åpner for tiltak i tiltakskategori K4, kan tiltak likevel vurderes ut fra krav til tiltakskategori K3.

Denne tiltakskategorien omfatter bl.a. oppføring av inntil 2 bolighus, men ikke planlagt større tilflytting (feltutbygging). Derved vil det eksempelvis kunne bygges enkelthus

ved utskilling av tomter fra eksisterende boliger. Det er i NVEs retningslinjer ikke gitt noe tak for antall ganger dette kan skje innenfor en sone, men det skal likevel ikke skje som planlagt større utbygging, som faller inn under tiltakskategori K4.

Forutsetninger for tiltak i tiltakskategori 3:

- For tiltak i tiltakskategori K3 kreves generelt materialfaktor $\gamma_m > 1,4$ (Figur 3).
- Tiltak i tiltakskategori K3 (Figur 3) kan gjennomføres innenfor sonen dersom beregnet materialfaktor for områdestabiliteten tilfredsstiller $1.4 > \gamma_m > 1.2$ (for faregradsklasse "middels") eller $1.4 > \gamma_m$ (for faregradsklasse "lav"), forutsatt at tiltaket ikke medfører forverring av stabiliteten.
- For $\gamma_m < 1.2$ (for faregradsklasse "middels") kreves "forbedring" iht. Figur 4.

2.5 Lempende bestemmelser for lav og middels faregrad i tiltakskategori K2 og K3

For lav og middels faregrad (før utbygging) er det i gjeldende NVE-retningslinjer (ref. /4/) gitt enkelte lempende bestemmelser, ut fra en kombinasjon av faregrad og beregningsmessig sikkerhet for dagens situasjon.

- Tiltak i tiltakskategori K2 er akseptable dersom tiltaket i seg selv ikke fører til forverring av områdestabiliteten. Tiltakskategori 2 er ikke aktuell for tilflytting av personer til en kvikkleiresone.
- Det åpnes samtidig for tiltak som medfører tilflytting til en kvikkleiresone med inntil 2 boenheter (dvs. tiltakskategori K3) i soner med lav og middels faregrad, uten å innfri krav om materialfaktor $\gamma_m > 1,4$. For lav faregrad er det tilstrekkelig at stabiliteten ikke forverres, mens det for middels faregrad skilles mellom beregnet materialfaktor $\gamma_m < 1,2$ eller $\gamma_m > 1,2$. For beregnet materialfaktor $\gamma_m > 1,2$ er det tilstrekkelig å unngå forverring, mens forbedring av stabiliteten kreves for lavere beregnet sikkerhet.
- For tiltak som faller innunder tiltakskategori K4 (dvs. større planlagt tilflytting/personopphold) er kravet enten beregnet materialfaktor $\gamma_m > 1,4$ eller prosentvis forbedring iht. Figur 4, som angir "forbedring" (lav og middels faregrad) eller "vesentlig forbedring" (høy faregrad).

2.6 Kritisk (labil) skråning og sprøbruddeffekt

Teoretisk sett kan ikke en eksisterende skråning ha lavere materialfaktor enn $\gamma_m = 1,0$ (skråningen ville da gå til brudd). Ofte resulterer stabilitetsberegninger likevel i materialfaktor $\gamma_m < 1,0$. Dersom beregnet materialfaktor er vesentlig lavere enn $\gamma_m = 1,0$ kan det være aktuelt å oppjustere styrkeparametrene, slik at beregnet materialfaktor blir $\gamma_m = 1,0$ (dvs. skråningen er beregningsmessig kritisk). Dette vil så danne utgangspunkt for nye beregninger, eksempelvis for stabiliserende tiltak ved prosentvis forbedring.

Kravene i NVEs retningslinjer om 15% reduksjon av aktiv skjærfasthet i sprøbruddmateriale kan ha vesentlig innflytelse på beregningsmessig sikkerhet. I noen tilfeller medfører denne reduksjonen i seg selv at beregnet materialfaktor γ_m blir mindre enn 1,0 for eksisterende skråninger. Reduksjon av skjærfastheten er ment å være en "en bloc" kompensasjon for "sprøbruddeffekten", dvs. styrkereduksjon i sensitiv leire ved økende skjærtøyning. Reduksjonen i styrke inntreffer ikke før skråningen nærmer seg brudd, og vil derfor kunne ha den beskrevne betydning for beregningsresultatet, selv om skråningen står pr. idag. Dette gjelder særlig der store deler av glideflaten går gjennom kvikkleire. I slike situasjoner er det ikke nødvendigvis meningsfylt å oppjustere styrkeprofilen.

Det er også andre faktorer som kan bidra til at beregnet sikkerhet blir lav, blant annet at valg av styrkeparametere for stabilitetsberegninger skal gjøres forsiktig (e.g. i hht. Eurokode 7, ref. /15/, /16/). Stabiliserende effekt av bl.a. tørrskorpelag vil også ofte undervurderes eller vurderes forsiktig. Alternativt til å øke styrkeprofilen kan derfor prosentvis forbedring ta utgangspunkt i beregnet materialfaktor, selv om beregnet $\gamma_m < 1.0$.

FOU-prosjekter ved NGI (som del av "NIFS"-prosjektet) har studert størrelse av sprøbruddeffekten og differensiering mellom belastningssituasjoner som har/ikke har betydning for aktivisering av "sprøbruddeffekt" i kvikkleire (ref. /12/). Foreløpig er resultatene ikke tatt inn i NVEs retningslinjer.

2.7 Endringer i nytt NVE-regelverk

I gjeldende NVE-retningslinjer (ref. /4/) er det ikke lenger krav (som tidligere) om at alle glidesirkler som har $\gamma_m < 1,4$ i dagens situasjon skal ha forbedring iht. Figur 4 dersom det benyttes prosentvis forbedring. Størrelse av tiltak vurderes vanligvis derfor kun ut fra mest kritiske glideflate før og etter tiltak (og disse er normalt forskjellige). I enkelte tilfeller kan det likevel vurderes nødvendig å se på økning i sikkerhetsfaktorer for flere alternative glideflater.

3 Grunnundersøkelser og materialparametere

Kvikkleiresonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest ligger i sin helhet under marin grense i områder hvor det ifølge NGUs løsmassekart er tykke havavsetninger i dette området.

3.1 Tilgjengelige data om grunnforholdene

Det er benyttet data fra tidligere kvikkleirekartlegging (ref. /17/) samt grunnundersøkelser utført i forbindelse med soneutredningen (ref. /3/). Beliggenhet av boringer benyttet i utredningsarbeidet for de fire sonene er vist på Tegning 011, Tegning 012 og

Tegning 013. Det vises til Vedlegg A for detaljert beskrivelse av grunnundersøkelser og materialparametere.

Borpunkter utført i forbindelse med soneutredningen:

Sone 719 Gran:	Borpunktene 601-604
Sone 724 Årsrud:	Borpunktene 801-807
Sone 723 Nordli:	Borpunktene 701-705
Sone 734 Nordli vest:	Borpunktene 901-905

Borpunkter utført i forbindelse med tidligere kvikkleirekartlegging:

Sone 719 Gran:	Borpunktene 2_NGI
Sone 724 Årsrud:	Borpunktene 39_NGI
Sone 723 Nordli:	Borpunktene 41_NGI
Sone 734 Nordli vest:	Borpunktene 42_NGI

Basert på tilgjengelige grunnundersøkelser er en generell beskrivelse av grunnforholdene for sonene gitt i Tabell 1.

3.2 Forekomst av kvikkleire / sprøbruddmateriale

Tolkning av forekomst av sprøbruddmateriale i borpunktene er oppsummert i Tabell 2². Det er gjort en vurdering av mulig forekomst av sprøbruddmateriale for hvert enkelt borpunkt, med angivelser som følger:

- "Påvist": Prøver bekrefter at det er sprøbruddmateriale i punktet.
- "Sannsynlig": Tolkning tilsier at det må antas sprøbruddmateriale i punktet.
- "Mulig": Det kan ikke sees helt bort fra muligheten for sprøbruddmateriale i punktet, men tolkning tilsier at det trolig ikke er sprøbruddmateriale.
- "Lite sannsynlig": Prøver viser at det ikke er sprøbruddmateriale i punktet, eller tolkning av sonderingsdata tilsier at det sannsynligvis ikke er sprøbruddmateriale.

I Vedlegg A er det gitt en nærmere diskusjon av tolkningen av data og valg av materialparametere for stabilitetsanalysene. Tolkning av lagdeling og valgte materialparametere er også illustrert på figurene i Vedlegg B–Vedlegg E med beregningsprofiler og -resultater.

² Sprøbruddmateriale er definert som materiale med omrørt skjærfasthet < 2 kPa og antatt sensitivitet > 15 i ref. /5/

Tabell 1 Generell beskrivelse av grunnforholdene i de tre sonene basert på tilgjengelige grunnundersøkelser.

Sone	Beskrivelse av grunnforhold
719 Gran	- Sondert dybde gjennom løsmasser er ca. fra 3 m til 38 m. - Berg er antatt påtruffet i tre av dreietrykksonderingene fordelt i hele sonen og med antatt bergoverflate på kote ca. +102 til +109. - Det er i hovedsak boret gjennom et tynt, inntil metertykt, topplag av antatt tørrskorpeleire, og deretter gjennom et tykt lag med middels fast leire, som i dybden antas å være kvikk i flere av borpunktene. - Det er begrenset med data for å vurdere poretrykksforhold.
724 Årsrud	- Sondert dybde gjennom løsmasser er ca. fra 2 m til 41 m. - Berg er antatt påtruffet i seks av dreietrykksonderingene, primært innen den sentrale del av sonen, og antatt bergoverflate varierer mellom kote ca. +115 til +162. - Det er i hovedsak boret gjennom et tynt, inntil metertykt, topplag av antatt tørrskorpeleire, og deretter gjennom et lag med middels fast leire. Mektigheten av dette laget varierer fra noen meters tykkelse til flere titalls meters tykkelse, og i flere av borpunktene antas det er være kvikk i dybden. Dybden til og mektigheten av antatt kvikkleire varierer stort mellom de ulike borpunktene. - Det er begrenset med data for å vurdere poretrykksforhold.
723 Nordli	- Sondert dybde gjennom løsmasser er fra ca. 9 m til 40 m. - Berg er antatt påtruffet i to av dreietrykksonderingene – den ene sentralt i sonen og den andre i den sørlige del av sonen. Antatt bergoverflate er på kote ca. +104 til +113. - Det er i hovedsak boret gjennom et tynt, inntil metertykt, topplag av antatt tørrskorpeleire, og deretter gjennom et tykt lag med middels fast leire, som i flere av borpunktene antas å være kvikk i dybden. Overkant av antatt kvikkleire ligger primært rundt kote +130 med mektighet på minimum 15 m tykkelse. - Det er begrenset med data for å vurdere poretrykksforhold.
734 Nordli vest	- Sondert dybde gjennom løsmasser er ca. fra 10 m til 40 m. - Berg er antatt påtruffet i bare en av dreietrykksonderingene – det mest sørvestlige borpunktet med antatt bergoverflate på kote ca. 135. - Det er i hovedsak boret gjennom et tynt, inntil metertykt, topplag av tørrskorpeleire, og deretter gjennom et tykt lag med middels fast leire, som antas å ha en mektighet av kvikkleire på 10-15 m i dybden med overkant primært rundt kote +125 til +130. - Det er begrenset med data for å vurdere poretrykksforhold.

Tabell 2 Borpunkter med antatt beliggenhet av kvikkleire.

Sone	Punkt	Profil	Terreng	Antatt ok. sprøbruddmateriale	Antatt berg*	Mektighet løsmasser	Sprøbruddmateriale?	Kommentar
719 Gran	[Nr.]	[Nr.]	[kote]	[kote]	[kote]	[m]	-	-
	601	P2	130,1	114,6	102,5	~28	Sannsynlig	Stopp mot antatt berg
	602	P1	112,3	-	109,3	~3	Lite sannsynlig	Stopp mot antatt berg
	603	P1 P14	135,7	-	-	>23	Lite sannsynlig	Stopp mot fast lag
	604	-	143,2	123,2	-	>38	Sannsynlig	Prøver til 20 m dybde viser ikke sprøbruddmateriale
	2_NGI	P13	144	132	106	~38	Sannsynlig	Stopp mot antatt berg
724 Årsrud	801	P7 P9	156,3	143,8	123,2	~33	Påvist	Stopp mot antatt berg; Prøve i 14-15 m dybde viser sprøbruddmateriale
	802	P6	145,2	128,2	114,6	~32	Sannsynlig	Stopp mot antatt berg
	803	P6	158,0	-	156,3	~2	Lite sannsynlig	Stopp mot antatt berg
	804	-	167,3	-	162,4	~5	Lite sannsynlig	Stopp mot antatt berg
	805	P6	131,9	128,4	-	>20	Sannsynlig	
	806	P6	154,3	-	145,4	~9	Lite sannsynlig	Stopp mot antatt berg
	807	P8 P9	159,8	150,3	143,2	~17	Sannsynlig	Stopp mot antatt berg
	39_NGI	P7 P9	157	145	-	>41	Sannsynlig	
723 Nordli	701	P3 P5	141,5	128,5	103,7	~38	Påvist	Stopp mot antatt berg; Prøve i 13-14 m dybde viser sprøbruddmateriale
	702	P5	137,8	126,8	-	>40	Sannsynlig	
	703	P3	119,1	-	-	>31	Lite sannsynlig	
	704	P12	133,3	130,8	113,0	~20	Sannsynlig	Stopp mot antatt berg
	705	P5	113,6	-	-	>30	Lite sannsynlig	Prøver til 9 m dybde viser ikke sprøbruddmateriale

	41_NGI	P3	130	109	-	>31	Sannsynlig	
734 Nordli vest	901	P10	145,0	126,0	-	>40	Sannsynlig	Prøver til 16 m dybde viser ikke sprøbruddmateriale
	902	P11	129,0	-	-	>16	Lite sannsynlig	Stopp mot fast lag
	903	-	151,3	146,8	135,2	~16	Mulig	Stopp mot antatt berg
	904	-	134,2	126,7	-	>40	Sannsynlig	
	905	P10	127,2	122,7	-	>32	Sannsynlig	
	42_NGI	P11	148	133	-	>41	Sannsynlig	

*) Generelt ikke utført bergkontroll

4 Stabilitetsanalyser og stabiliserende tiltak

4.1 719 Gran

Det er valgt fire, antatt kritiske (og representative for de respektive skråninger innenfor sonen), profiler for beregning av skråningsstabiliteten. Profilene P1, P2, P13 og P14 er vist på Tegning 011.

4.1.1 Stabilitetsberegninger, 719 Gran

Beregningsresultater fra stabilitetsanalyser er presentert i Vedlegg B og kort oppsummert i Tabell 3.

Tabell 3 Oppsummering av stabilitetsberegninger (sone 719 Gran) for dagens situasjon og krav i ref. /4/ til forbedring av skråningsstabiliteten (for tiltakskategori K3 og K4).

Profil	Beskrivelse	γ_m			
		Udrenert analyse		Drenert analyse	
		Dagens situasjon	Krav til forbedring*)	Dagens situasjon	Krav til forbedring*)
P1	Ingen indikasjon på kvikkleire	-	-	-	-
P2	Østlige skråning	0,93	K3: 1,02 K4: 1,07	1,17	K3: 1,24 K4: 1,27
	Vestlige skråning	1,20	K3: 1,26 K4: 1,29	1,54 **) 1,73 ***)	1,40
P13		1,06	K3: 1,15 K4: 1,20	1,20	K3: 1,26 K4: 1,29
P14	Ingen indikasjon på kvikkleire	-	-	-	-

*) Krav til forbedring i hht. ref. /4/

**) Kritisk glideflate skjærer ikke ned i kvikkleire

***) Gjelder glideflate som skjærer ned i kvikkleire

Profil P1

Profil P1 går ned fra ryggen lengst nord i sonen i nordlig retning. Høydeforskjellen fra bunn til topp i profilet er opp mot 30 m med helning ca. 1:2,4 i den bratteste delen av skråningen.

Tilgjengelige data fra grunnundersøkelsene gir ingen indikasjon på kvikkleire i dette profilet, og derfor er det ikke utført noen stabilitetsberegninger her.

Profil P2

Profil P2 går fra ryggen og ned i ravinen mot nordøst. Høydeforskjell fra bunn av ravinen til toppen av ryggen er ca. 20 m med helning ca. 1:2,5.

Stabilitetsanalyse i skråningen ned i ravinen mot øst gir for dagens situasjon $\gamma_m < 1,4$ (Tabell 3) for både udrenert og drenert analyse, mens stabilitetsanalyse for skråningen delvis ned i ravinen mot vest gir $\gamma_m < 1,4$ (Tabell 3) for udrenert analyse. Kvikkleire antas å ligge på nivå med bunnen av ravinene både mot øst og vest. Tiltak som omfatter 2-3 m oppfylling i bunn av ravinen og ca. fem høydemeter opp langs skråningene i ravinen mot øst og 1,5-2,5 m oppfylling i ravinen mot vest er tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i henhold til angitt krav til forbedring for tiltakskategori K3-K4.

Profil P13

Profil P13 går fra platået sør i sonen og ned i ravinen mot sør (nord for Ulveplassen). Høydeforskjell fra bunn av ravinen til toppen av ryggen er 15-16 m med helning ca. 1:2,3 i den nedre del av skråningen.

Stabilitetsanalyse for dagens situasjon gir $\gamma_m < 1,4$ (Tabell 3) for både udrenert og drenert analyse. Kvikkleire antas å ligge grunt i foten av skråningen. Tiltak som omfatter 2,5-3 m oppfylling i bunn av ravinen er tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i henhold til angitt krav til forbedring for tiltakskategori K3-K4.

Profil P14

Profil P14 går fra ryggen nord i sonen og ned i ravinen mot vest. Høydeforskjell fra bunn av ravinen til toppen av ryggen er ca. 25 m med helning ca. 1:2,3

Tilgjengelige data fra grunnundersøkelsene gir ingen indikasjon på kvikkleire i dette profilet, og derfor er det ikke utført noen stabilitetsberegninger her.

4.1.2 Stabiliserende tiltak, 719 Gran

Tiltak for tilflytting til sonen

Noenlunde omfang av nødvendige tiltak for å oppnå tilfredsstillende skråningsstabilitet for tiltak som innebærer tilflytting til sonen (dvs. tiltakskategori K3/K4 i ref. /4/), er vist på Tegning 111. Dersom større utbygginger planlegges innenfor sonen, vil det normalt være opp til utbyggere, evt. i samarbeid med kommunen, å utføre sikringstiltak som fullt ut tilfredsstillende kravene i NVEs kvikkleireveiledning (ref. /4/).

Tiltak for eksisterende bebyggelse

For eksisterende situasjon anses det ikke nødvendig med tiltak av den størrelse som er nødvendig for evt. tilflytting til sonen (se foran). Ettersom det ved befaring (se Vedlegg H) er observert noe erosjon i ravinene langs den nordøstlige og sørlige sone-avgrensning anbefales det at erosjonssikring utføres. Den beregningsmessige stabiliteten er kritisk for skråningen ned i ravinen i den nordøstlige del av sonen, og her anbefales det å utføre noe oppfylling i bunn av ravinen over en strekning på ca. 200 m. Dette vil gi noe forbedring av stabilitetsforholdene og redusere potensialet for naturlig utløste dyperegående glidninger i skråningen. I området med motfylling vil denne kunne fungere som erosjonssikring. Det anbefales i tillegg erosjonssikring med steinplastring i resterende del av ravinen samt i ravinen sør i sonen (nedenfor "Ulveplassen"). Foreslåtte tiltak for sone 719 Gran for eksisterende situasjon/bebyggelse er vist på tegning 211.

Detaljprosjektering av tiltak vil generelt være nødvendig.

4.1.3 Massedeponi innenfor sonen

Ved Flateby/Skogholt øverst i ravinen nordøst i sonen er det i senere år deponert et stort volum masser, jfr. befarringsrapport i Vedlegg H. Fyllmassene er lagt ut med høy og bratt skråningskant. Tykkelsen av utlagte masser antas i deler av området å være mange meter over tidligere terrengnivå, men er ikke kjent i detalj. NGI har tidligere gitt anbefalinger om delvis gjenfylling av ravinen øst for bebyggelsen (ref. /18/), men situasjonen ved befaring i 2016 var ikke i henhold til disse anbefalingene. Det har ikke vært mulig å vurdere de reelle stabilitetsforholdene i detalj. Det er behov for at tiltakshaver utfører geoteknisk vurdering av evt. behov for stabiliserende tiltak i området.

4.2 724 Årsrud

Det er valgt fire, antatt kritiske, tverrsnitt i terrenget for beregning av skråningsstabiliteten. Profilene P6, P7, P8 og P9 er vist på Tegning 012.

4.2.1 Stabilitetsberegninger, 724 Årsrud

Beregningsresultater fra stabilitetsanalyser er presentert i Vedlegg C og kort oppsummert i Tabell 4.

Tabell 4 Oppsummering av stabilitetsberegninger (sone 724 Årsrud) for dagens situasjon og krav i ref. /4/ til forbedring av skråningsstabiliteten (for tiltakskategori K3 og K4).

Profil	Beskrivelse	γ_m			
		Udrenert analyse		Drenert analyse	
		Dagens situasjon	Krav til forbedring*)	Dagens situasjon	Krav til forbedring*)
P6		1,60	1,40	1,51	1,40
P7		0,99	K3: 1,09 K4: 1,14	1,23	K3: 1,28 K4: 1,31
P8		0,97	K3: 1,07 K4: 1,12	1,57	1,40
P9		0,97	K3: 1,07 K4: 1,12	1,22	K3: 1,28 K4: 1,30

*) Krav til forbedring i hht. ref. /4/

Profil P6

Profil P6 går i nordvestlig retning langsetter sonen, og ned i ravinen ved nordre sone-avgrensing. Høydeforskjell fra bunn av ravinen og opptil rundt borpunkt 806 og 803 er ca. 35 m med gjennomsnittlig helning ca. 1:11, dog med helning ca. 1:3,6 i den nedre del av skråningen.

Det anses ikke å være behov for tiltak for å forbedre stabiliteten i profil P6 basert på beregningene for dagens situasjon (Tabell 4).

Profil P7

Profil P7 går fra bunnen av ravinen nedenfor borpunkt 801 og opp på platået øst for borpunktet. Høydeforskjell fra bunn av ravinen til toppen av ryggen er ca. 20 m med helning 1:3,2.

Stabilitetsanalyse for dagens situasjon gir $\gamma_m < 1,4$ (Tabell 4) for både udrenert og drenert analyse, og med $\gamma_m \approx 1,0$ er det spesielt kritisk stabilitet for udrenert analyse. Kvikkleire antas å ligge grunt i foten av skråningen. Tiltak som omfatter 3-3,5 m avlastning i området ved skråningskanten på toppen av skråningen er tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i henhold til angitt krav til forbedring for tiltakskategori K3-K4.

Profil P8

Profil P8 går parallelt med profil P7 noe lenger sørøst i ravinen, og strekker seg videre opp på platået bakenfor brattkanten ned mot ravinen, og helt opp til bebyggelsen lengst øst i sonen. Høydeforskjellen fra bunn av ravinen til platået er ca. 20 m, med helning 1:3,8.

Stabilitetsanalyse for dagens situasjon gir $\gamma_m < 1,4$ (Tabell 4) for udrenert analyse, og med $\gamma_m \approx 1,0$ er det kritisk stabilitet. Kvikkleire antas å ligge grunt i foten av skråningen. Tiltak som omfatter 2-2,5 m avlastning i området ved skråningskanten på toppen av skråningen er tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i henhold til angitt krav til forbedring for tiltakskategori K3-K4.

Profil P9

Profil P9 går parallelt med profil P6 noe lenger vest i sonen, hvor skråningen fra plataået og ned mot ravinen er høyere og brattere enn ved profil P6. Fra toppen av brattkanten mot ravinen strekker profilet seg videre bakover plataået, opp mot bebyggelsen sør/øst i sonen. Høydeforskjell fra bunn av ravinen til plataået er ca. 25 m med helning 1:2,6 i den øverste del av skråningen og helning 1:4,2 i den nederste del av skråningen.

Stabilitetsanalyse for dagens situasjon gir $\gamma_m < 1,4$ (Tabell 4) for både udrenert og drenert analyse, og med $\gamma_m \approx 1,0$ er det spesielt kritisk stabilitet for udrenert analyse. Kvikkleire antas å ligge grunt i foten av skråningen. Tiltak som omfatter 3-3,5 m avlastning i området ved skråningskanten på toppen av skråningen er tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i henhold til angitt krav til forbedring for tiltakskategori K3-K4.

4.2.2 Stabiliserende tiltak, 724 Årsrud

Tiltak for tilflytting til sonen

Dersom større utbygginger planlegges innenfor sonen, vil det normalt være opp til utbyggere, evt. i samarbeid med kommunen, å utføre sikringstiltak som fullt ut tilfredsstiller kravene i NVEs kvikkleireveiledning (ref. /4/). Noenlunde omfang av nødvendige tiltak for å oppnå tilfredsstillende skråningsstabilitet for tiltak som innebærer tilflytting til sonen (dvs. tiltakskategori K3/K4 i ref. /4/), er vist på Tegning 112. Tiltak kan utføres som avlastning på toppen av skråningen i kombinasjon med erosjonssikring. Evt. kan det være aktuelt med noe heving av bekken (ikke vist på tegning 112).

Tiltak for eksisterende bebyggelse

For eksisterende situasjon alene anses det ikke nødvendig med så store tiltak som nødvendig tilflytting til sonen. Ettersom det ved befaring (se Vedlegg H) er observert noe erosjon langs bekken som utgjør den vestlige soneavgrensning anbefales det som minimumstiltak å utføre erosjonssikring. Dette er viktig for ikke å forverre stabilitetsforholdene, som beregningsmessig allerede er svært kritiske i skråningen ut mot ravinen. Det kan gjerne utføres stabilitetsforbedrende tiltak i denne sonen, ut fra at stabiliteten er beregningsmessig kritisk i tre av fire profiler. Eksempelvis kunne 1-2 m oppfylling i bunnen av ravinen vært utført i forbindelse med etablering av erosjonssikring, eventuelt kombinert med noe avlastning på toppen av skråningen, og redusere sannsynligheten for dyperegående glidninger (grunne glidninger som slår ut lenger opp i skråningen vil fortsatt kunne løsne). Ved avlastning på toppen av skråningene, kan gravemassene evt. benyttes til løfting av bekken, i kombinasjon med erosjonsbeskyttelse. Ut fra at bebyggelsen i hovedsak ligger utenfor sonegrensen, og med kun

én bolig rett ved sonegrensen, er det her ikke foreslått stabiliserende tiltak utover erosjonssikring. En supplerende sondering oppe ved bebyggelsen kan likevel være fornuftig, og vil kunne gi svar på om bebyggelsen her faktisk står på kvikkleire. Foreslåtte tiltak for sone 724 Årsrud for eksisterende situasjon/bebyggelse er vist på tegning 212.

Detaljprosjektering av tiltak vil generelt være nødvendig.

4.3 723 Nordli

Det er valgt fire, antatt kritiske, tverrsnitt i terrenget for beregning av skråningsstabiliteten. Profilene P3, P4, P5 og P12 er vist på Tegning 013.

4.3.1 Stabilitetsberegninger, 723 Nordli

Beregningsresultater fra stabilitetsanalyser er presentert i Vedlegg D og kort oppsummert i Tabell 5.

Tabell 5 Oppsummering av stabilitetsberegninger (sone 723 Nordli) for dagens situasjon og krav i ref. /4/ til forbedring av skråningsstabiliteten (for tiltakskategori K3 og K4).

Profil	Beskrivelse	γ_m			
		Udrenert analyse		Drenert analyse	
		Dagens situasjon	Krav til forbedring*)	Dagens situasjon	Krav til forbedring*)
P3		1,13	K3: 1,21 K4: 1,24	1,18 **) 1,24 ***)	K3: 1,29 K4: 1,31
P4		1,43	1,40	1,36	K3: 1,37 K4: 1,38
P5	Nordvestli skråning	1,55	1,40	1,96	1,40
	Nord for Årsrudveien	1,43	1,40	1,32	K3: 1,35 K4: 1,36
	Sør for Årsrudveien	1,43	1,40	1,69	1,40
P12		1,76	1,40	1,75	1,40

*) Krav til forbedring i hht. ref. /4/

**) Kritisk glideflate skjærer ikke ned i kvikkleire

***) Gjelder glideflate som skjærer ned i kvikkleire

Profil P3

Profil P3 går i øst-vestlig retning fra ryggen sentralt i sonen (sør for Årsrudveien) og mot vest ned i ravinen. Høydeforskjell fra bunnen av ravinen til toppen av ryggen er ca. 30 m med helning 1:4,8.

Stabilitetsanalyse for dagens situasjon gir $\gamma_m < 1,4$ (Tabell 4) for både udrenert og drenert analyse. Kvikkleire antas å ligge ganske dypt i skråningen og antas ikke tilstede under foten av skråningen. Tiltak som omfatter 2-2,5 m avlastning i den øvre del av skråningen er tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i henhold til angitt krav til forbedring for tiltakskategori K3-K4.

Profil P4

Profil P4 ligger nord for profil P3, og går fra bebyggelsen beliggende på en nordlig utløper av høydedraget og ned i ravinen i vest, rett sør for Årsrudveien. Høydeforskjell langs profilet er ca. 16 m fra bunn av ravinen, dvs. mindre enn for profil P3, men profilet har en helning på 1:4,6 som er brattere enn profil 3.

Stabilitetsanalyse for dagens situasjon gir $\gamma_m < 1,4$ (Tabell 4) for drenert analyse. Det er ikke utført noen boringer ved dette profilet og derfor er det konservativt antatt at det er kvikkleire i hele profilet. Ved en mindre konservativ antakelse vil det trolig oppnås materialfaktor $\gamma_m > 1,4$ og dermed tilfredsstillende stabilitet ihht. ref. /4/. Med gjeldende antakelse er tiltak som omfatter 0,5 m motfylling i bunn av skråningen tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i henhold til angitt krav til forbedring for tiltakskategori K3-K4.

Profil P5

Profil P5 er et langt profil, som starter oppe på plataet sør for profil P3. Derfra går profilet nordover, krysser profil 3 og passerer de to ryggene på henholdsvis den sørlige og nordlige side av Årsrudveien. På toppen av den nordligste ryggen knekker profilet i nordvestlig retning, og går derfra bratteste vei ned skråningen mot ravinen.

Stabilitetsanalyse for dagens situasjon gir tilfredsstillende stabilitet i skråningen sør for Årsrudveien og i skråningen mot nordvest på den nordlige side av Årsrudveien, mens det for skråningen ned mot Årsrudveien på den nordlige side av veien gir $\gamma_m < 1,4$ (Tabell 5) for drenert analyse. Kvikkleire antas å ligge grunt i foten av skråningen. Tiltak som omfatter 0,5 m avlastning midt i skråningen er tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i henhold til angitt krav til forbedring for tiltakskategori K3-K4.

Profil P12

Profil P12 er beliggende i den sørlige delen av sonen, og går fra ravinen i vest og opp mot fjellryggen øst i sonen, nær borpunkt 704. Høydeforskjell fra bunn av ravinen opp til fjellryggen er ca. 30 m. Profilet har helning 1:7,5 og er dermed en del slakere enn profilene lengre nord i sonen.

Det anses ikke å være behov for tiltak for å forbedre stabiliteten i profil P12 basert på beregningene for dagens situasjon (Tabell 5).

4.3.2 Stabiliserende tiltak, 723 Nordli

Tiltak for tilflytting til sonen

For generell tilflytting til sonen (dvs. tiltakskategori K3/K4 i NVEs kvikkleireveiledning, ref. /4/) må stabiliteten forbedres i enkelte områder. Beregningene viser at det er behov for en liten forbedring i skråningen rett nord for Årsrudveien, foreslått utført som en mindre avlastning, samt for en større avlastning av terrenget fra ryggen sør for Årsrudveien. Dessuten er det behov for motfylling i ravinen vest for bebyggelsen sør for Årsrudveien. I tillegg er det behov for erosjonssikring. Noenlunde omfang av nødvendige tiltak for tiltak som innebærer tilflytting til sonen, er vist på Tegning 113. Dersom større utbygginger planlegges innenfor sonen, vil det normalt være opp til utbyggere, evt. i samarbeid med kommunen, å utføre sikringstiltak som fullt ut tilfredsstiller kravene i ref. /4/).

Tiltak for eksisterende bebyggelse

Sikring med så stort omfang som vist på Tegning 113 anses ikke nødvendig for å sikre eksisterende bebyggelse. For skråningen mot ravinen vest for bebyggelsen sør for Årsrudveien (profil P4) er beregningsmessig stabilitet forholdvis god. I skråningen nedenfor bebyggelsen er det imidlertid usikkerhet rundt tilstedeværelsen av kvikkleire (nabopunkter viser svært forskjellig lagdeling). Selv om det er observert lite erosjon ved befaring (se Vedlegg H) anbefales det derfor å utføre erosjonssikring langs bekken i nordre del av sonen. Litt lengre sør er det antatt ikke kvikkleire nær foten av skråningen. Erosjon antas da ikke å resultere i eksponering av sensitiv leire, men det er påvist kvikkleire videre innunder skråningen, hvor løsmassene har opp mot 40 m mektighet. Skråningen har lav beregningsmessig stabilitet ved profil P3, og også sør for profil P3 kan stabiliteten være dårlig (lavere skråning, men brattere ned mot ravinen enn ved P3).

Det anbefales erosjonssikring fra kulverten under Årsrudveien, sørover forbi profilene P4 og P3, dvs. og ca. 200 m sør for profil P4. Dette vil også bidra til å sikre kvikkleire-sone 734 Nordli vest som ligger på motsatt side av ravinen. I tillegg bør et lite parti av bekken helt nord i sonen erosjonssikres. Foreslåtte tiltak for sone 723 Nordli for eksisterende situasjon/bebyggelse er vist på tegning 213.

Detaljprosjektering av tiltak vil generelt være nødvendig.

4.4 734 Nordli vest

Det er valgt to, antatt kritiske, tverrsnitt i terrenget for beregning av skråningsstabiliteten. Profilene P10 og P11 er vist på Tegning 013.

4.4.1 Stabilitetsberegninger, 734 Nordli vest

Beregningsresultater fra stabilitetsanalyser er presentert i Vedlegg E og kort oppsummert i Tabell 6.

Tabell 6 Oppsummering av stabilitetsberegninger (sone 734 Nordli vest) for dagens situasjon og krav i ref. /4/ til forbedring av skråningsstabiliteten (for tiltakskategori K3 og K4).

Profil	Beskrivelse	γ_m			
		Udrenert analyse		Drenert analyse	
		Dagens situasjon	Krav til forbedring*)	Dagens situasjon	Krav til forbedring*)
P10		0,94	1,03	1,01	1,11
P11	Hele skråningen	1,25	K3: 1,25 K4: 1,30	2,01	1,40
	Øvre del av skråningen	1,24	K3: 1,24 K4: 1,29	2,22 **)	1,40
	Nedre del av skråningen	1,56	1,40	1,20	K3: 1,20 K4: 1,26

*) Krav til forbedring i hht. ref. /4/

**) Kritisk glideflate skjærer ikke ned i kvikkleire

Profil P10

Profil P10 går langs toppen av høydedraget vest-nordvest i sonen utover ryggen mot nordøst, knekker mot nord ved borpunkt 901, og følger derfra skråningen ned i ravinen og skråningen opp til borpunkt 905. Høydeforskjell fra bunn av ravinen opp til skråningskanten er ca. 28 m med en helning på 1:4,6 i den nederste del og 1:2,5 i den øvre del av skråningen. Det er i tillegg ca. 4 m høydeforskjell opp til toppen av høydedraget.

Stabilitetsanalyse for dagens situasjon gir $\gamma_m < 1,4$ (Tabell 6) for både udrenert og drenert analyse. Kvikkleire antas å ligge grunt i foten av skråningen. Tiltak som omfatter opp mot 3,5 m avlastning i området ved skråningskanten på toppen av skråningen er tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet ut fra krav til forbedring for tiltakskategori K3-K4.

Profil P11

Profil P11 går fra høydedraget og ned i ravinen i øst, nær borpunkt 902. Det er et platå midt i skråningen som deler skråningen i to deler. Den øverste del går fra toppen av høydedraget ned til et ca. 50 m bredt flatt platå, med en skråningshøyde på ca. 20 m og helning på 1:4,3 i den bratteste del av skråningen. Fra dette platået går skråningen videre ned til bunn av ravinen, med en skråningshøyde på ca. 17 m og helning 1:3,2 i den bratteste del av skråningen.

Stabilitetsanalyse for dagens situasjon gir $\gamma_m < 1,4$ (Tabell 6) for udrenert analyse av hele skråningen og den øvre del av skråningen, og også for drenert analyse av den nedre del av skråningen. Kvikkleire antas å ligge grunt i bunn av ravinen. Tiltak som omfatter ca. 1,5-2 m avlastning av den øvre del av skråningen og ca. 2 m fylling på den nedre del av skråningen er tilstrekkelig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i henhold til angitt krav til forbedring for tiltakskategori K4.

4.4.2 Stabiliserende tiltak, 734 Nordli vest

Tiltak for tilflytting til sonen

For evt. tilflytting til sonen (dvs. tiltakskategori K3/K4 iht. ref. /4/) vil det være behov for stabiliserende tiltak i to områder: For ravinen i nord er det vurdert en avlastning på toppen av skråningen. For skråningen ned i ravinen øst for bebyggelsen ved Dalefjerdings skole er tiltak foreslått utformet som avlastning av øvre del av skråningen, i kombinasjon med oppfylling i nedre del av skråningen. I tillegg er det foreslått erosjonssikring. Dersom større utbygginger planlegges innenfor sonen, vil det normalt være opp til utbyggere, evt. i samarbeid med kommunen, å utføre sikringstiltak som fullt ut tilfredsstiller kravene i NVEs kvikkleireveiledning (ref. /4/). Tiltak må detaljprosjekteres. Noenlunde omfang av nødvendige sikringstiltak, er vist på Tegning 113.

Tiltak for eksisterende bebyggelse

For eksisterende bebyggelse anses det ikke å være behov for sikring med så stort omfang som vist på Tegning 113. Sør i sonen er stabiliteten beregningsmessig noe lav, men ikke kritisk. Stabiliserende tiltak i dette området anses derfor ikke som kritisk. Ved befaring (se Vedlegg H) er det observert lite erosjon i ravinen langsetter den østlige sone-avgrensningen (dvs. grensen mot sone 723 Nordli). Erosjonssikring av bekken oppstrøms bekkemøtet sør i sonen anses som tilstrekkelig for eksisterende bebyggelse i dette området, i tillegg til erosjonssikring av den lille ravinen som går inn i sone Nordli vest fra bekken (sør for profil P12). Befaring påviste her at erosjon går ned i bløt leire (vedlegg H).

Det er beregningsmessig kritisk stabilitet for skråningen ned mot ravinen nord i sonen (profil P10). Noe stabilitetsforbedring anbefales for dette skråningspartiet, også for dagens situasjon. Kritisk glideflate for udrenert analyse slår ikke ut helt i bunn av skråningen, og tiltak i form av oppfylling må derfor trekkes noe oppover skråningen for å ha effekt. Det kan være hensiktsmessig å foreta noe avlastning på toppen av skråningen og benytte disse massene som motfylling / løfting av bekken i ravinen – dette blir da et tiltak med dobbelt effekt. Tiltaket vil gi noe forbedring av stabilitetsforholdene, og redusere potensialet for naturlig utløste dyperegående glidninger i denne skråningen. Samtidig vil et slikt tiltak (dersom utført riktig) redusere potensialet for evt. fremtidig erosjon langs bekkeleiet/bunnen av ravinen. Ved befaring (se Vedlegg H) ble det ikke observert erosjon av betydning i denne ravinen.

Foreslåtte tiltak for sone 734 Nordli vest for eksisterende situasjon/bebyggelse er vist på tegning 213.

Detaljprosjektering av tiltak vil generelt være nødvendig.

5 Faregrads-, konsekvens- og risikovurdering

5.1 Gjeldende soneklassifisering

Faregrads-, konsekvens- og risikoklasse har tidligere blitt evaluert i forbindelse med kvikkleirekartleggingen. Gjeldende klassifisering av sonene (ref. /18/) er oppsummert i Tabell 7.

Tabell 7 Gjeldende klassifisering av sonene (ref. /18/)

Sone	Faregradklasse (score)	Konsekvensklasse (score)	Risikoklasse (poeng)
719 Gran	3 – Høy (33)	2 – Alvorlig (11)	3 – Middels prioritet (1582)
724 Årsrud	3 – Høy (31)	1 – Mindre alvorlig (5)	3 – Middels prioritet (675)
723 Nordli	3 – Høy (27)	2 – Alvorlig (7)	3 – Middels prioritet (824)
734 Nordli vest	3 – Høy (33)	2 – Alvorlig (13)	3 – Middels prioritet (1869)

Detaljerte faregrads-, konsekvens- og risikovurderinger er gitt i Vedlegg F.

5.2 Revidert soneklassifisering

Faregrads-, konsekvens- og risikoklasse er revurdert basert på den pågående utredning av sonene. Supplerende grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger, samt befaring av sonene, inngår i evaluering. Revidert klassifisering av sonene er oppsummert i Tabell 8.

Tabell 8 Revidert klassifisering av sonene

Sone	Faregradklasse (score)	Konsekvensklasse (score)	Risikoklasse (poeng)
719 Gran	3 – Høy (29)	2 – Alvorlig (11)	3 – Middels prioritet (1390)
724 Årsrud	3 – Høy (27)	1 – Mindre alvorlig (5)	2 – Lav prioritet (588)
723 Nordli	3 – Høy (26)	2 – Alvorlig (7)	3 – Middels prioritet (793)
734 Nordli vest	2 – Middels (24)	2 – Alvorlig (13)	3 – Middels prioritet (1359)

Klassifiseringen av sone 719 Gran er uendret som følge av utredningen. Sone 724 Årsrud har uendret faregrads- og konsekvensklasse, men som følge av en lavere score innen faregradsklasse har sonen fått endret risikoklassen fra "3 – Middels prioritet" til "2 – Lav prioritet". Sone 734 Nordli vest har fått endret faregradsklassen fra "3 – Høy" til "2 –

Middels", mens konsekvens- og risikoklasse er uendret for både sone 723 Nordli og sone 734 Nordli vest.

Detaljerte faregrads-, konsekvens- og risikovurderinger er gitt i Vedlegg F.

6 Utbredelse av kvikkleiresonene og utløpsområder

6.1 Soneutbredelse

Sonenes utbredelse er revurdert på grunnlag av nye grunnundersøkelser. Kort oppsummert gir nye data ikke grunnlag for å redusere utbredelsen av sonene 719 Gran og 723 Nordli. Utbredelsen av sone 724 Årsrud kan reduseres noe i den sørlige del da boring utenfor sonen her ikke viser indikasjon på kvikkleire og det ved befaring er observert berg i dagen innenfor sonen. Sonen reduseres også noe oppe ved bebyggelsen i øst. Utbredelsen av sone 734 Nordli vest bør økes for å inkludere ryggformasjonen i den nordøstlige del, som anses å være en naturlig del av sonen. Det bør også gjøres en utvidelse av sonen i den sørvestlige del hvor eksisterende soneavgrensning ikke fullt inkluderer mulig løsneområde. Se nærmere diskusjon for hver sone i Vedlegg G.

Det kan muligens være mulig å gjøre noen mindre justeringer av soneavgrensningene i flere eller andre deler av de ulike sonene, men da krevet det supplerende grunnundersøkelser med følgende nærmere kartlegging.

6.2 Utløpsområder

Utløp av skred har gjennom flere tiår rutinemessig inngått i vurdering av fareområder for skredtyper som snøskred, sørpeskred og flomskred, men først i nyere tid har krav om å vurdere utløpsområder fra kvikkleireområder blitt tatt inn i krav og retningslinjer. For typisk ravinelandskap i områder med marin leire ligger bebyggelsen oftest på platået, dvs. i løsneområdet, og ikke i utløpsområdet, og en vurdering av løsneområdet har derfor ofte vært det viktigste. Problemstillingen må likevel ikke neglisjeres, blant annet av hensyn til flom/oppstuvning, infrastruktur, evt. byggeplaner samt næringsvirksomhet og generell ferdsel innenfor soner og utløpsområder, samt selvsagt evt. bebyggelse i utløpsområdene.

En vurdering av utløpsområder er gitt i Vedlegg G. I hovedsak vil utløp av skred gå ned i ubebygde raviner, men innenfor sone 719 Gran og 723 Nordli vil bebyggelse kunne ligge i utløpsområdet for potensielle skred som løsner innenfor sonen. Deler av bebyggelsen ligger også i potensielle løsneområder og er derfor allerede en del av kvikkleiresonene, mens den resterende del av bebyggelse som ligger i potensielle utløpsområder er lokalisert mer eller mindre rett utenfor soneavgrensningene.

6.3 Utløp av skred som løsner utenfor et planområde

Skred som løsner utenfor et planområde kan ha utløp mot dette, og dette må vurderes som del av geoteknisk utredning iht. Plb/TEK10. Planleggere av byggefelt og annen bebyggelse må få mulig utløp av skred mot planområdet vurdert av fagpersoner. For stabilitet av leirskråninger og vurdering av kvikkleireskred vil dette primært være geotekniker. For planområder som ikke ligger innenfor potensielle løsneområder for kvikkleireskred, kan det fortsatt være mulig at planområdet kan nås av skredutløp fra skråninger utenfor planområdet. Dette gjelder både eksisterende kvikkleiresoner, hvor utløpsområder generelt ikke er vurdert, og utløp av skred fra skråninger som ikke er undersøkt gjennom kvikkleirekartlegging; skred fra skråninger utenfor kvikkleiresoner kan likevel være mulig. Stabilitetsvurderinger av områder utenfor planområdet og kjente faresoner kan mao. være nødvendig, men kan lett bli uteglemt i planleggingsprosessen.

- ➔ For sonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest vurderes det ikke å være fare forbundet med utløp fra kvikkleireskred fra skråninger utenfor sonene.

7 Stabilitet av naturlige skråninger i og utenfor kvikkleiresoner

Geotekniske vurderinger er i prinsippet nødvendige for alle byggeprosjekter nær skråninger, både innenfor og utenfor kvikkleiresoner.

7.1 Innenfor kvikkleiresone

Normalt vil tiltak i tiltaksklasse K3 og K4 medføre krav om vurdering/sikring av hele sonen (Figur 3). Avhengig av stabilitetsforhold og faregradsklasse for sonen før tiltak gir ref. /4/ krav til områdestabiliteten, formulert som krav om minimum materialfaktor for sonen som helhet.

Hvis grunnboringer viser at det ikke er kvikkleire på en byggetomt, kan byggetiltak gjennomføres uten at hele sonen sikres, selv om tomten ligger innenfor en eksisterende kvikkleiresone. Det er imidlertid ikke nødvendigvis tilstrekkelig at kvikkleire ikke påvises på den aktuelle tomten for at den skal være skredsikker. Eksempelvis kan det være slik at bakenforliggende skråning har kvikkleire, eller skred i kvikkleire i tilstøtende områder vil kunne medføre at byggetomten må anses skredutsatt. Vurderinger av områdestabiliteten må derfor gjøres av geotekniker, og i tillegg bør vurderingen kvalitetssikres ved uavhengig geoteknisk kontroll iht. gjeldende regelverk.

Siden byggesaker ofte skjer som fortetting eller utskilling innenfor regulerte områder, vil det i mange tilfeller ikke være aktuelt med ny reguleringsplan. Slike saker kommer

derfor ofte ikke på høring (e.g. til NVE), men behandles kun som byggesak i kommunen. Kommuner bør derfor være bevisste på kravene til skredsikkerhet i Plan- og Bygningsloven og TEK10, og evt. etterlyse skredvurderinger og geotekniske vurderinger dersom slike mangler i plangrunnlaget.

7.2 Kvikkleire påvist utenom kvikkleiresoner

Dersom det påvises kvikkleire i grunnen utenom kartlagte kvikkleiresoner, stilles i prinsippet akkurat de samme krav til områdestabilitet som for tiltak innenfor allerede kartlagte kvikkleiresoner, og NVEs veiledning (/4/) kommer til anvendelse.

7.3 Utenfor kvikkleireområder

Også der det ikke er påvist kvikkleire i grunnen, og der man heller ikke ligger innenfor en kvikkleiresone, stilles det krav til skråningsstabilitet (e.g. Eurokode 7, ref. /15/). Problemstillingen er imidlertid da som regel mer avgrenset, som regel til lokale stabilitetsvurderinger og sikringstiltak.

For byggetomter utenom kvikkleireområder, i "trygg avstand" fra skråningskanter, vil geotekniske vurderinger av skråningsstabilitet ikke være nødvendige, eller kunne gjøres relativt summarisk. Geotekniker må vurdere hva som er "trygg avstand" fra skråning i hvert tilfelle.

8 Digital leveranse

Ved oversendelse av denne rapporten til NVE vedlegges også digital leveranse i form av SOSI-data for hhv. løsne- og utløpsområder, samt og dataark for hver av de utredete sonene, se beskrivelse i Vedlegg I.

9 Referanser

- /1/ NGI (2005). CPTU-korrelasjoner for leire – CPTU-korrelasjoner for leire basert på blokkprøver. Rapport nr. 20041198-1, datert 10 januar 2005.
- /2/ NGI (2010): Kvikkleiresoner i Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Forslag til undersøkelsesprogram. Prosjekt 20100119, teknisk notat datert 23. mars 2010.
- /3/ Norconsult Fältgeoteknik AB (2011): Kvikkleiresoner Sørums, Fet, Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Rapport Geoteknik, RGeo, Fält- och laboratorieresultat. Oppdragsnr. 211 03 40, rapport datert 11. mai 2011.

- /4/ NVE (2014): Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /5/ NVE (2010): Minikonkurranse iht. rammeavtale for geoteknisk utredning av kvikkleiresoner. Tilbudsgrunnlag. Sone 322 Lystad, 709 Sundbyhagen, 343 Skjetten, 715 Krogsbøl, 719 Gran, 723 Nordli, 734 Nordli Vest og 724 Årsrud i Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner. Datert 08.01.2010.
- /6/ ViaNova GeoSuite AB (2009): GeoSuite. GS Stability. Version 5.0.5.
- /7/ NGU (2016). Løsmassekart på internett. <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- /8/ NIF (1978). NIF-kurs 1978: Skredfare og arealplanlegging. Vurdering av faregrad og sikringstiltak.
- /9/ NGI (2008): Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport 20001008-2, rev. 3. datert 8. oktober 2008.
- /10/ Karlsrud, K., Lunne, K., Kort, D.A. and Strandvik, S. (2005): CPTU correlations for clays. Prov. 16th ICSMGE, Osaka, pp. 693-702.
- /11/ Lunne, T., T. Berre, K.H. Andersen, S. Strandvik and M. Sjursen (2006): Effects of sample disturbance and consolidation procedures on measured shear strength of soft marine Norwegian clays. Can. Geotechnical Journal, vol. 43, No. 7.
- /12/ NGI (2014). NIFS N-6.5.2 Sikkerhet ifm utbygging i kvikkleireområder. Oppsummeringsrapport. Rapport nr. 20140075-01-R, datert 19. november 2014.
- /13/ DIBK (2011). Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK10). Publikasjonsnummer: HO-2/2011
- /14/ Standard Norge: Eurokode: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.. Utgave 1 (2016-05-01)
- /15/ Standard Norge: Eurokode: NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler. Utgave 1 (2016-07-01).
- /16/ NGI (1992): Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartbladet Askim, M = 1:50 000. Rapport nr. 840068-2, 8. mai 1992.
- /17/ NGI (2006): Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred Enebakk kommune. Rapport 20001008-36, datert 9. februar 2006.
- /18/ NGI (2010): Vurdering av ny garasje i kvikkleiresonen Gran, Enebakk. Stabilitetsvurdering. Teknisk notat 20100652-00-2-TN, datert 26. juli 2010. Utført for Knut Enger.

Tegninger

Innhold

Tegning nr. 011Borplan 719 Gran

Tegning nr. 012Borplan 724 Årsrud

Tegning nr. 013Borplan 723 Nordli og 734 Nordli vest

Tegning nr. 111Omfang av sikring for K4-tiltak, 719 Gran

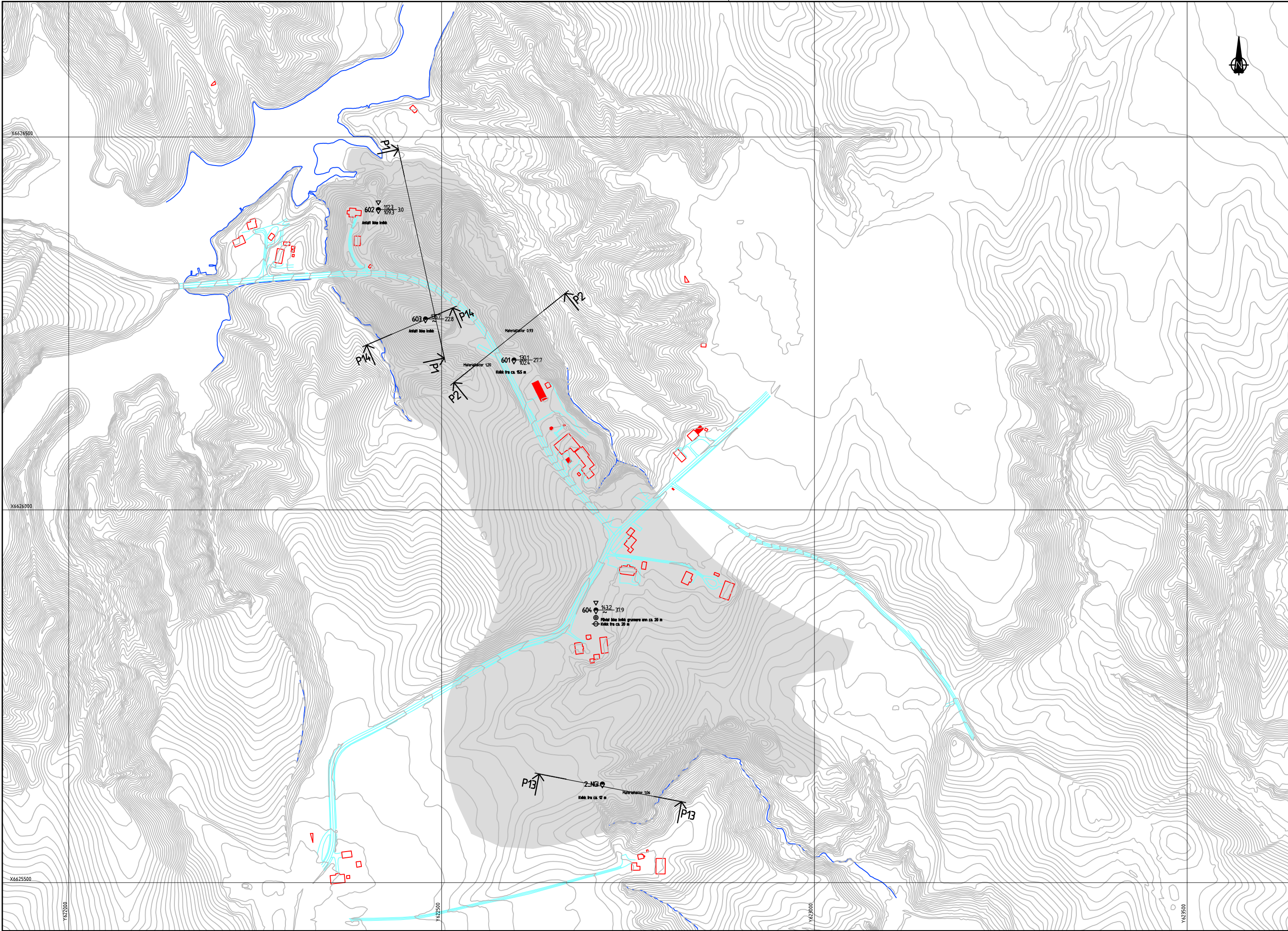
Tegning nr. 112Omfang av sikring for K4-tiltak, 724 Årsrud

Tegning nr. 113Omfang av sikring for K4-tiltak, 723 Nordli og 734 Nordli vest

Tegning nr. 211Anbealt sikring for K4-tiltak, 719 Gran

Tegning nr. 212Anbefalt sikring for K4-tiltak, 724 Årsrud

Tegning nr. 213Anbefalt sikring for K4-tiltak, 723 Nordli og 734 Nordli vest



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Kvikkleiresone

BESTEMMELSER:

-

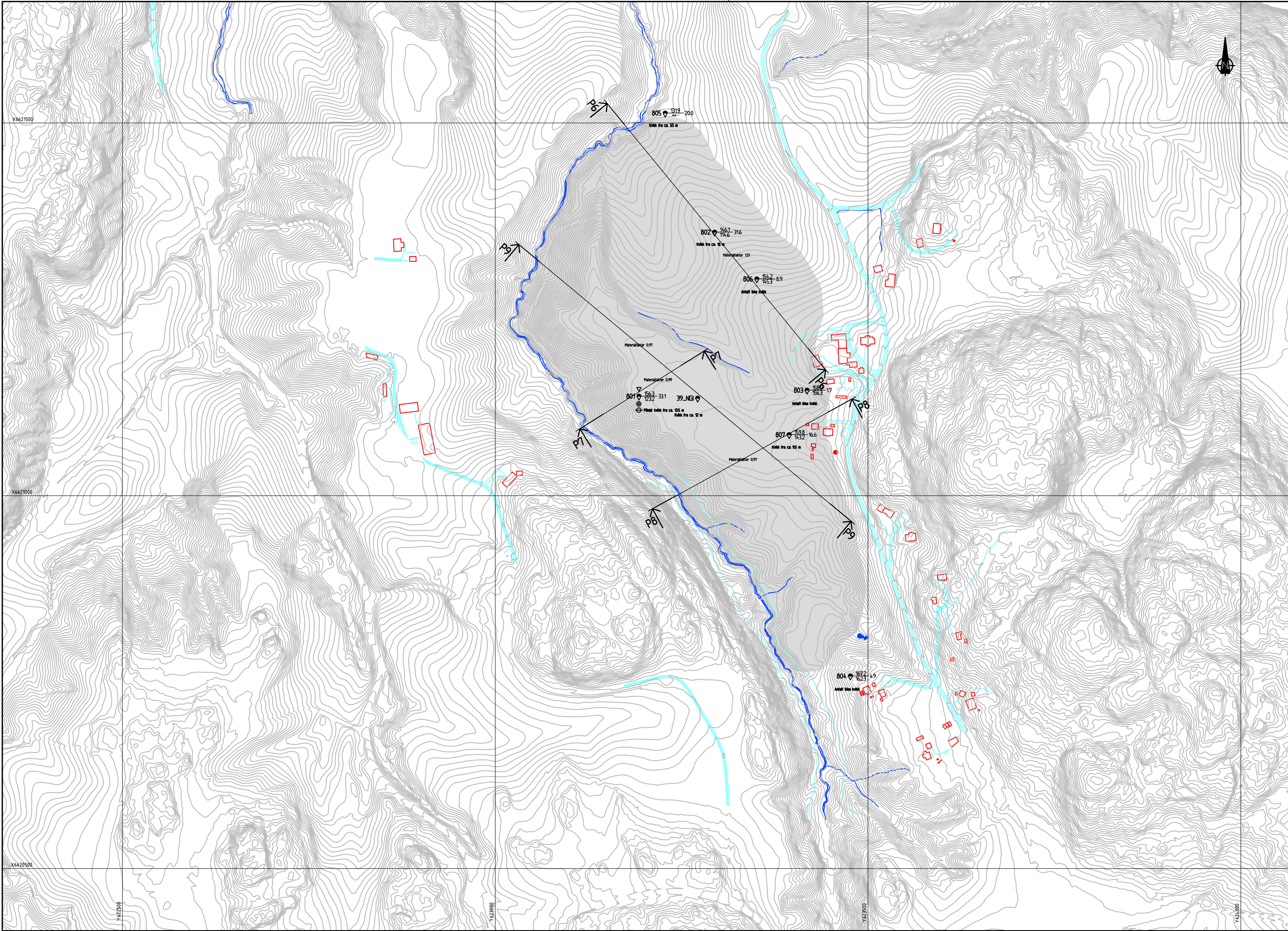
HENVISNINGER:

-

NVE - Kvikkleiresoner i Akershus
Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner

Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune
Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest
Borplan og beregningsprofiler
Oversikt sone 719 Gran

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 01.07.2016	Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
	Oppdragsnr. 20100119	Tegningsnr. 011	Rev. 0	



- FORKLARINGER:**

● Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering

☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering

⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring

⊕ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

 Kvikkleiresone

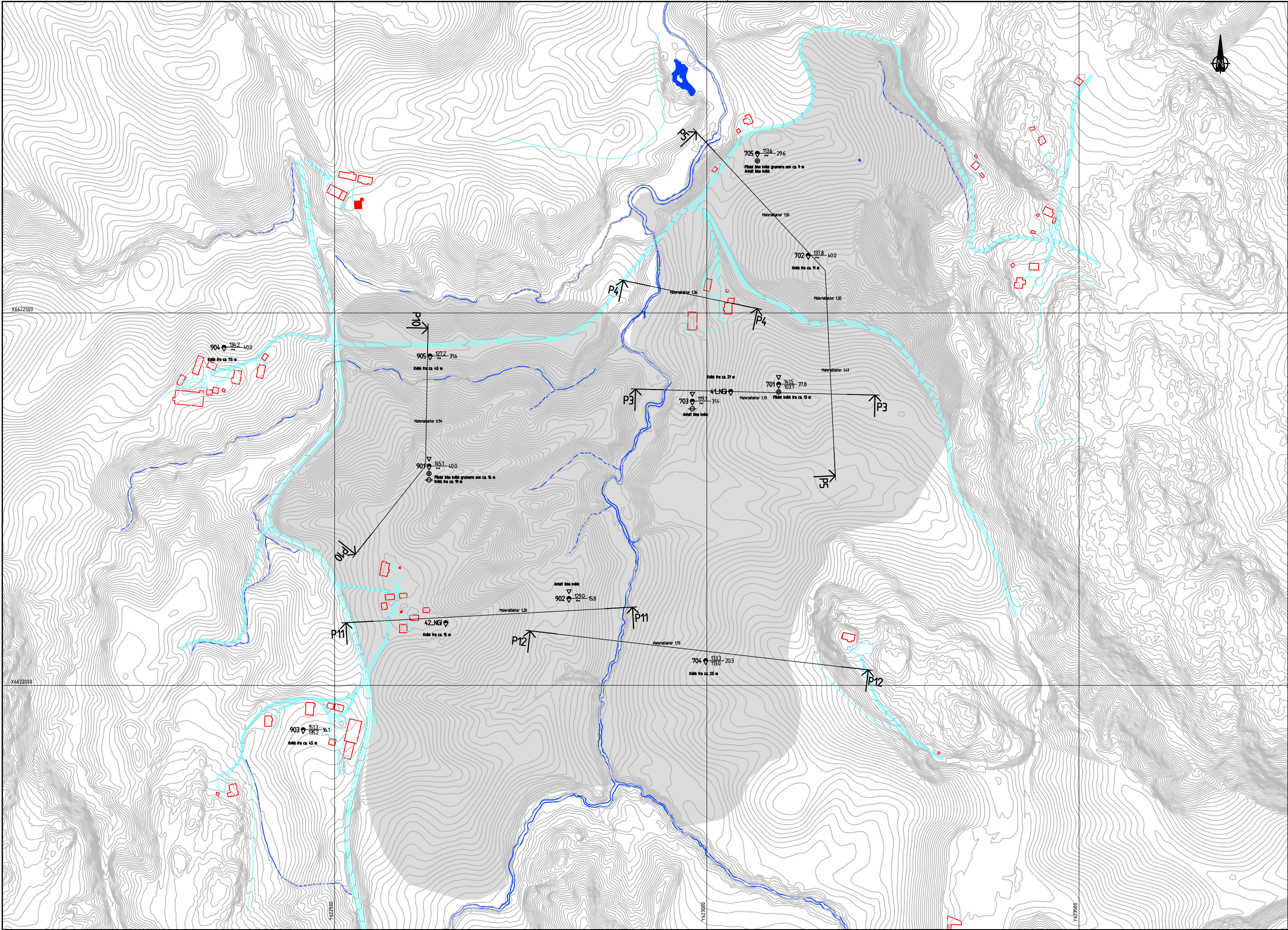
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status				
		-				
		Original format				
		A-3.2				
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Borplan og beregningsprofiler Oversikt sone 724 Årsrud		Tegningens filnavn				
		G:\geoarkiv\20100119-09-R\Enebakk				
		Målestokk				
		14500				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
		01.07.2016	SHo	HHe	HHe	
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.	
		20100119	012		0	



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Kvikkleiresone

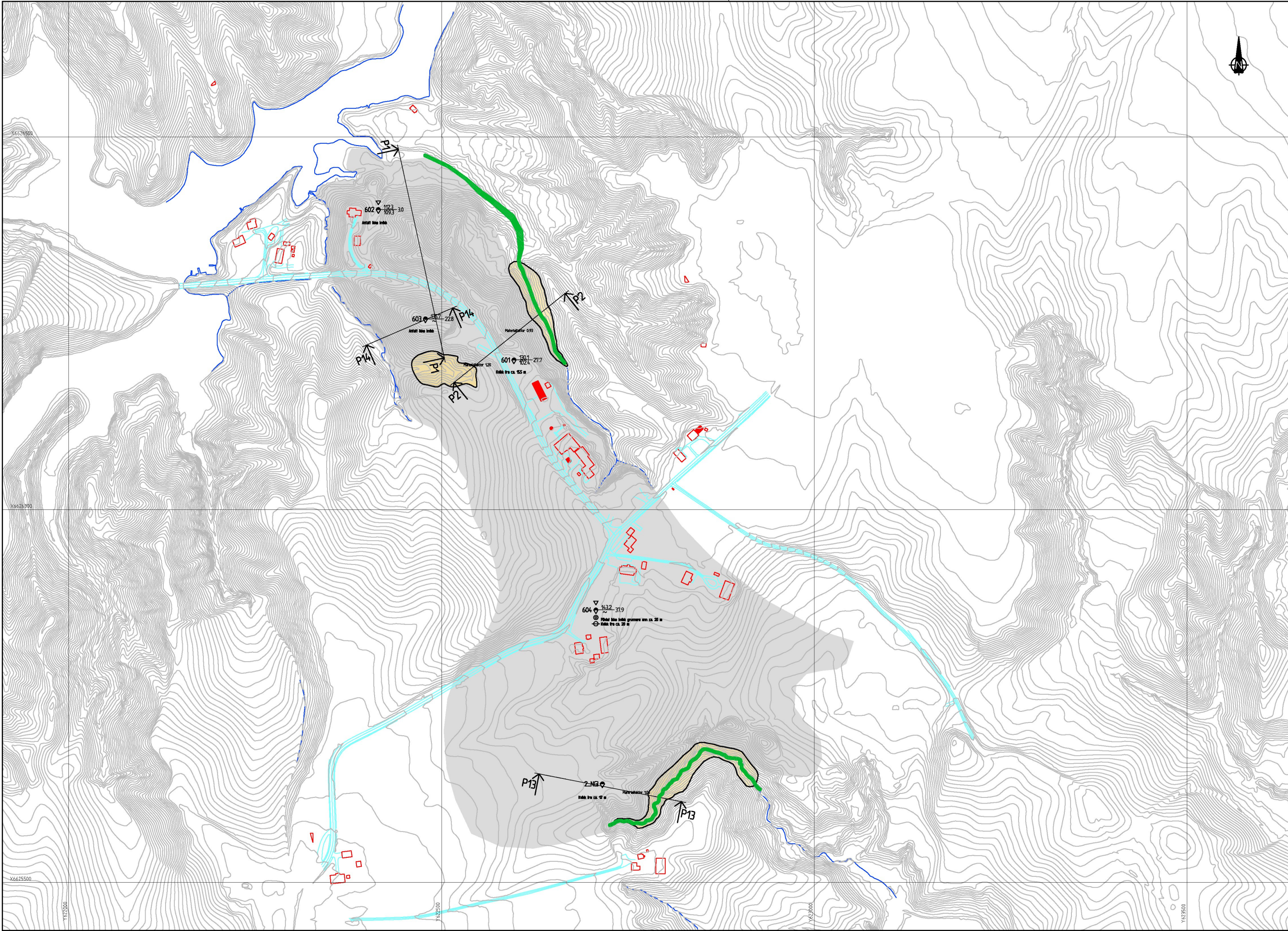
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner			Status				
			Original format				
			A-3.2				
			Tegningens filnavn				
			G:\geoarkiv\20100119-09-R\Enebakk				
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Borplan og beregningsprofiler Oversikt sone 723 Nordli og 734 Nordli vest			Målestokk				
			14500				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.07.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert HHe	Godkjent HHe		
		013		Rev.		0	



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

- Kvikkleiresone

▨ Erosjonssikring

■ Oppfylling

■ Avlastning

BESTEMMELSER:

-

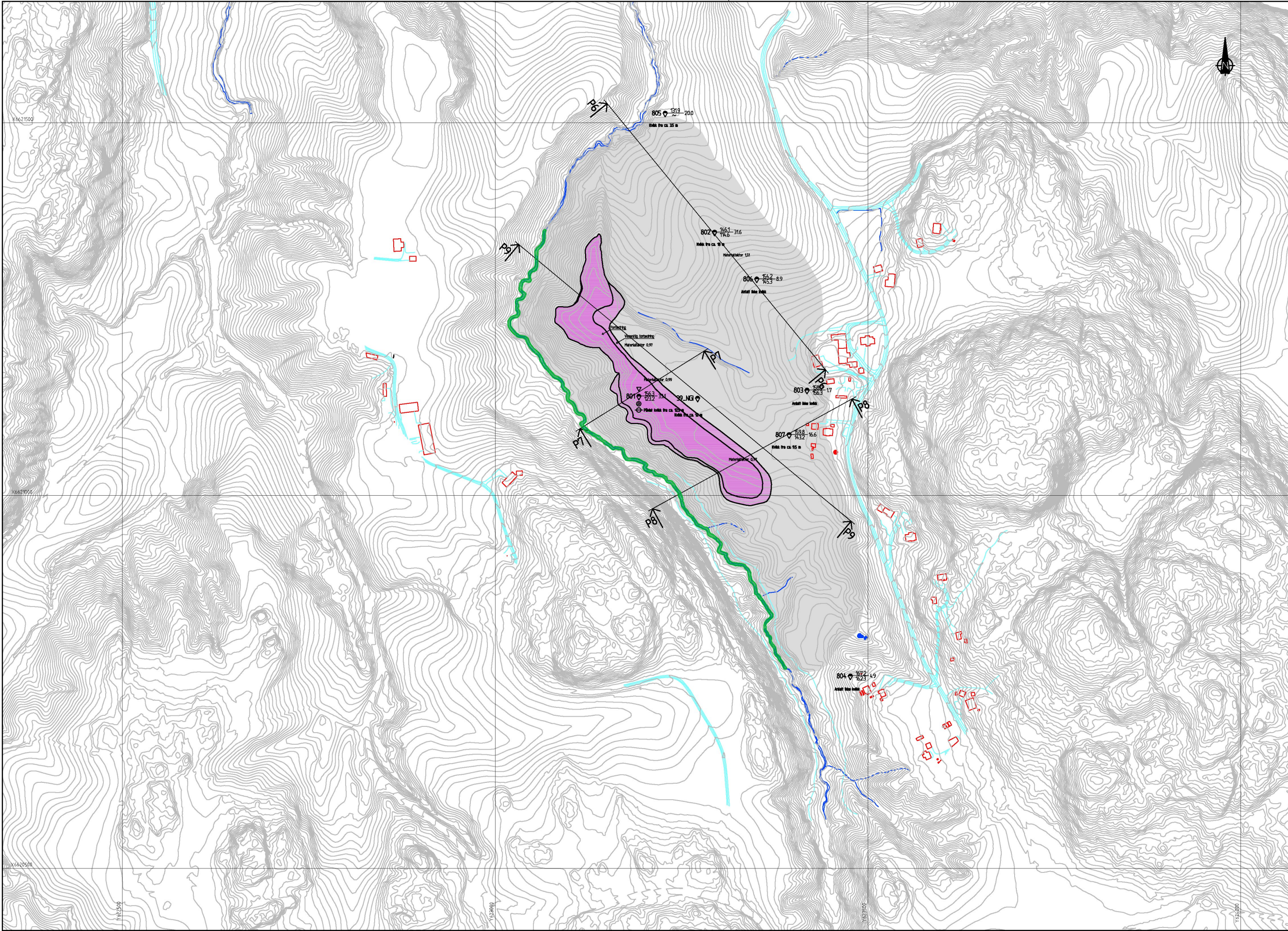
HENVISNINGER:

-

NVE - Kvikkleiresoner i Akershus
Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner

Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune
Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest
Stabilitetsforbedrende tiltak - Omfang av sikring for
K4-tiltak innen sone 719 Gran

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 04.01.2017	Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
	Oppdragsnr. 20100119	Tegningsnr. 111	Rev. 0	



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

- Kvikkleiresone

▨ Erosjonssikring

■ Oppfylling

■ Avlastning

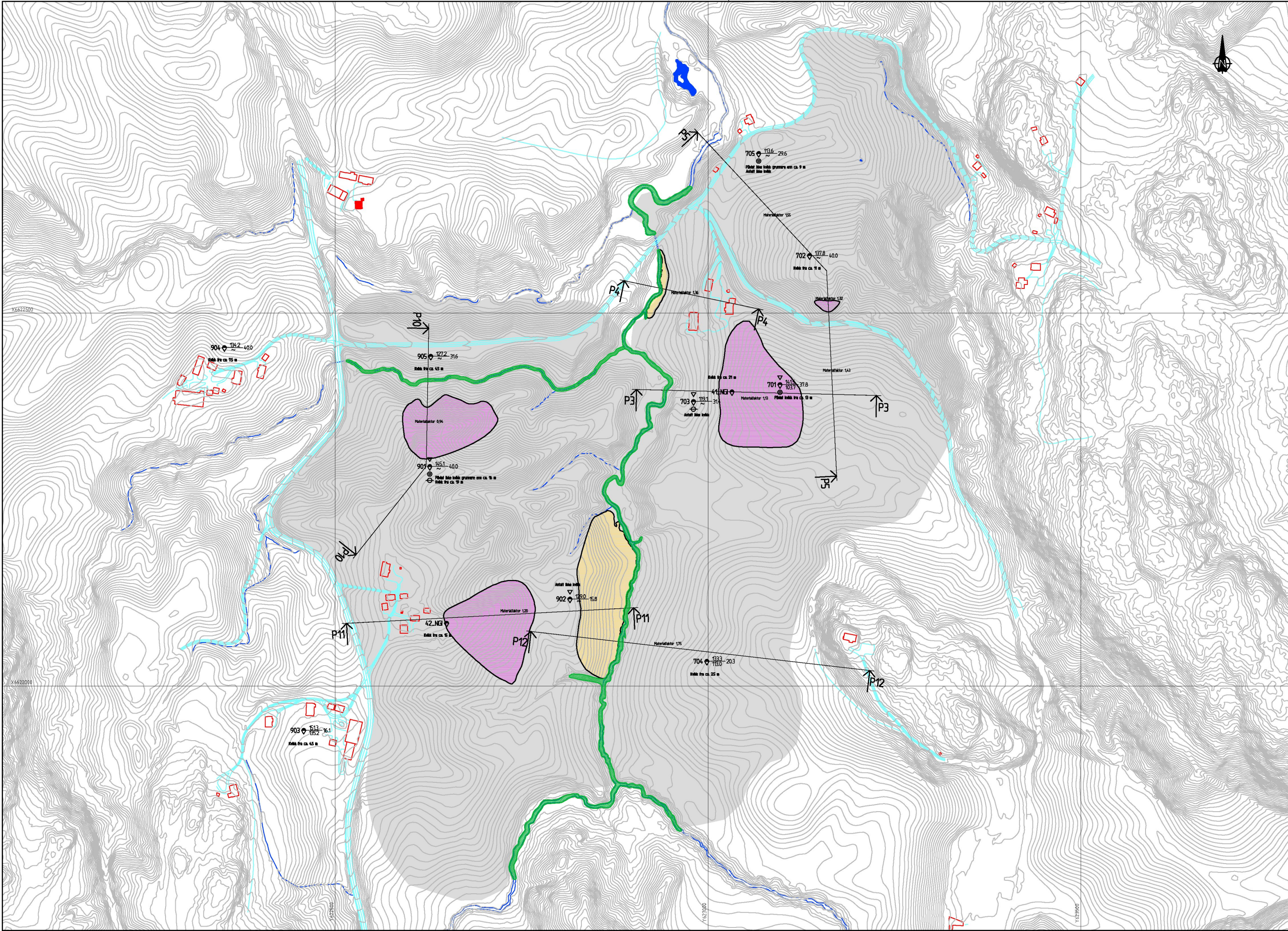
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status			
		Original format			
		A-3.2			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsforbedrende tiltak - Omfang av sikring for K4-tiltak innen sone 724 Årsrud		Tegningens filnavn			
		G:\geoarkiv\20100119-09-R\Enebakk			
		Målestokk	14500	NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	04.01.2017	Konstr./Tegnet	SHo
		Oppdragsnr.	20100119	Tegningsnr.	112
		Kontrollert	HHe	Godkjent	HHe
		Rev.			0



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling

⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

- Kvikkleiresone

▨ Erosjonssikring

■ Oppfylling

■ Avlastning

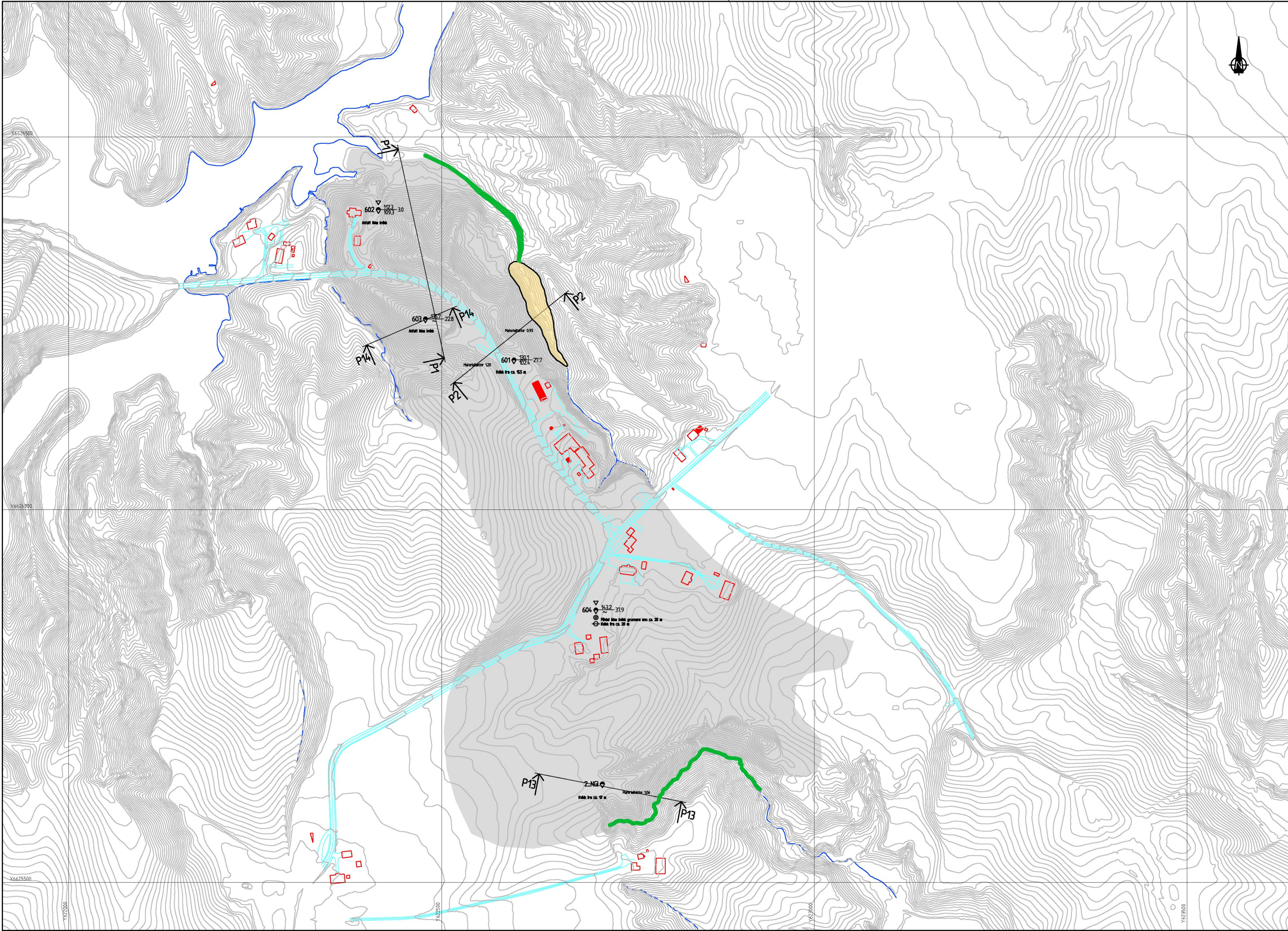
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status -			
		Original format A-3.2			
		Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20100119-09-R\Enebakk			
		Målestokk 14500			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsforbedrende tiltak - Omfang av sikring for K4-tiltak innen sone 723 Nordli og 734 Nordli vest					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 04.01.2017	Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
		Oppdragsnr. 20100119	Tegningsnr. 113		Rev. 0



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

- Kvikkleiresone

▨ Erosjonssikring

■ Oppfylling

■ Avlastning

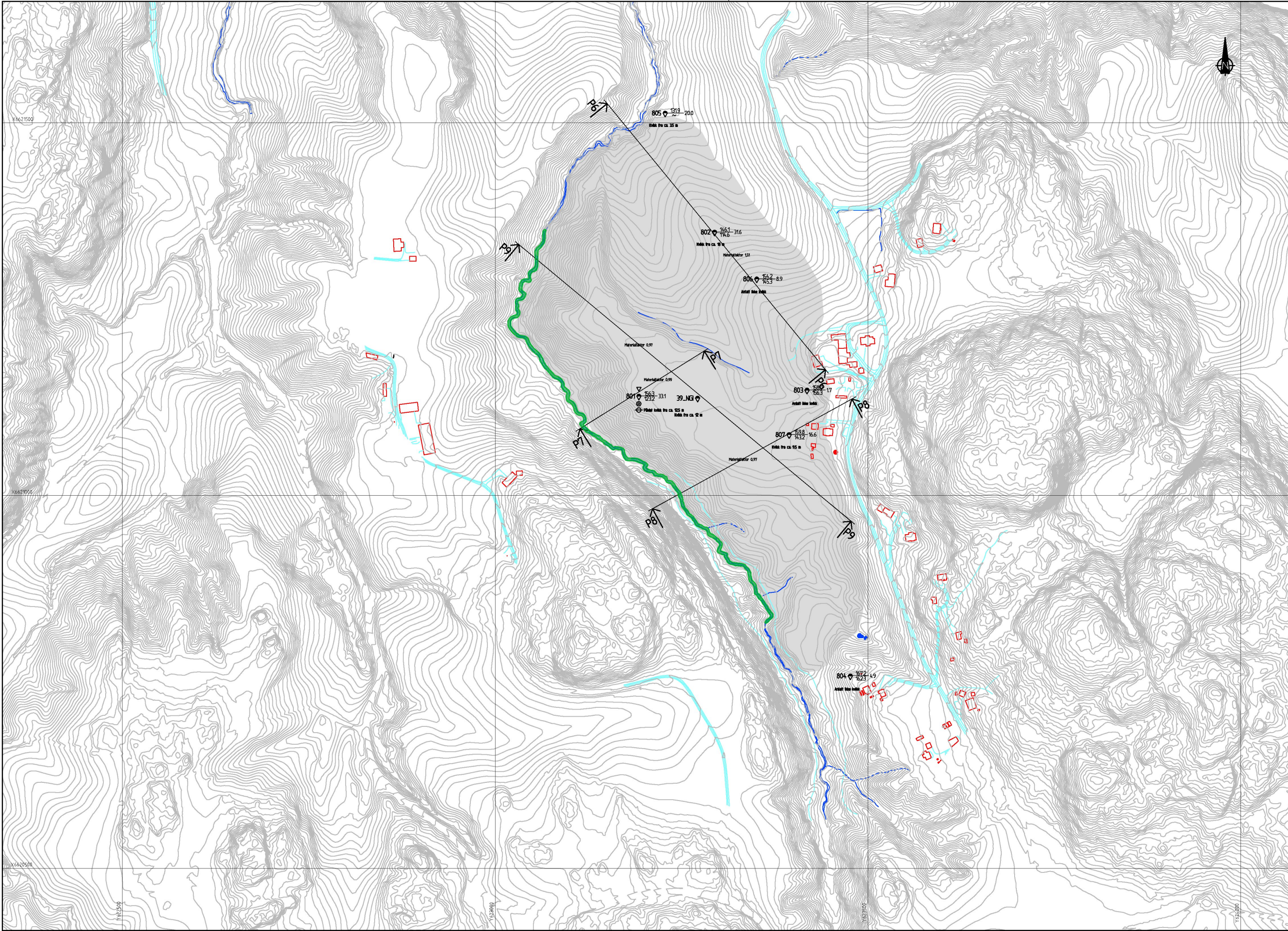
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status			
		Original format			
		Tegningens filnavn			
		G:\geoarkiv\20100119-09-R\Enebakk			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsforbedrende tiltak - Anbefalte tiltak innen sone 719 Gran		Målestokk	14500		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	03.02.2017	Konstr./Tegnet	Kontrollert
		Oppdragsnr.	20100119	SHo Tegningsnr.	HHe Rev.
				211	HHe 0



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

- Kvikkleiresone

▨ Erosjonssikring

■ Oppfylling

■ Avlastning

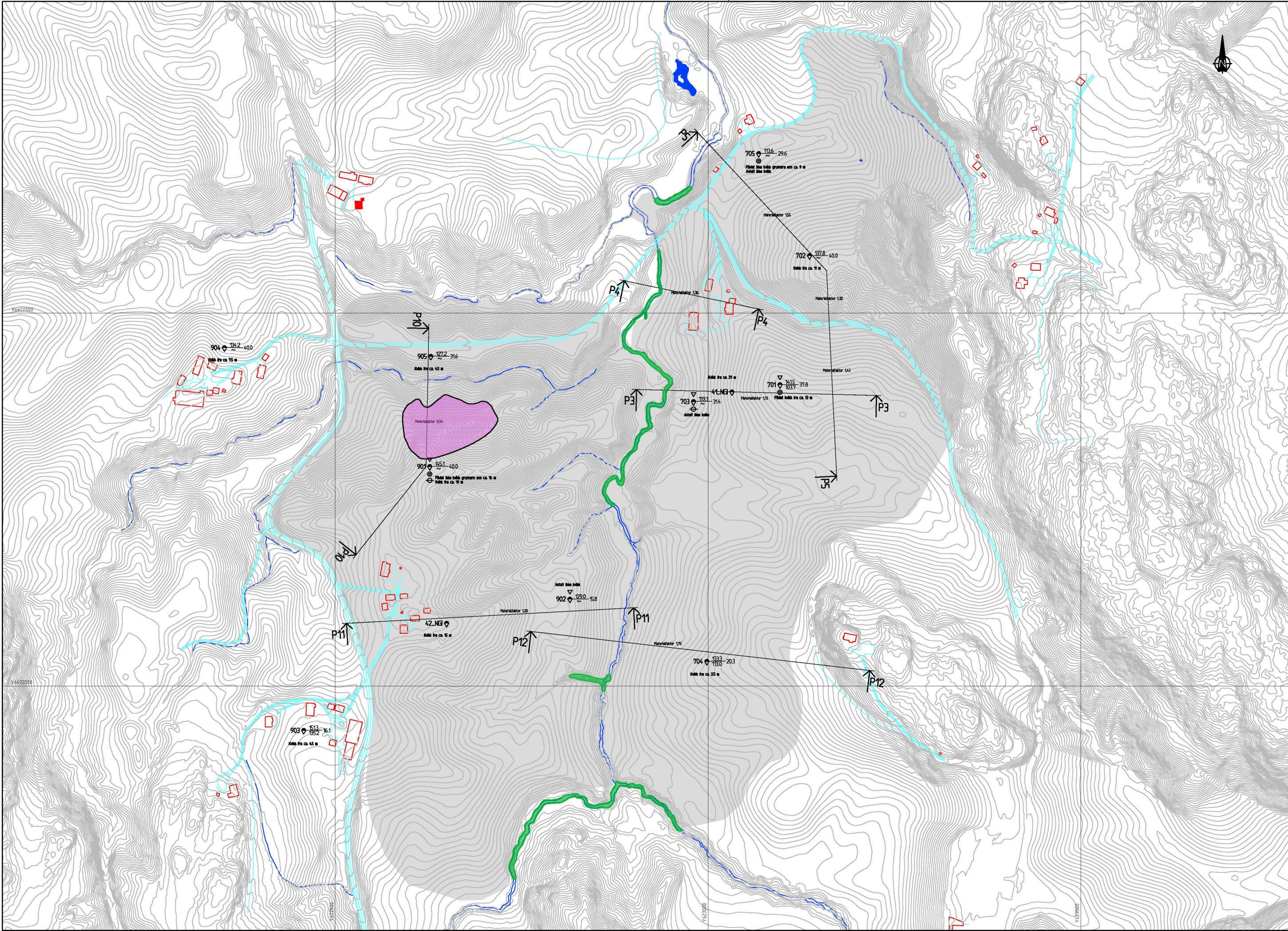
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status —			
		Original format A-3.2			
		Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20100119-09-R\Enebakk			
		Målestokk 14500			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsforbedrende tiltak - Anbefalte tiltak innen sone 724 Årsrud		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		03.02.2017	SHo	HHe	HHe
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		20100119	212		0



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

- Kvikkleiresone

▨ Erosjonssikring

■ Oppfylling

■ Avlastning

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status				
		Original format				
		A-3.2				
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsforbedrende tiltak - Anbefalte tiltak innen sone 723 Nordli og 734 Nordli vest		Tegningens filnavn				
		G:\geoarkiv\20100119-09-R\Enebakk				
		Målestokk				
		1:4500		NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
		03.02.2017	SHo	HHe	HHe	
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
		20100119	213	0		

Vedlegg A

GRUNNUNDERSØKELSER OG MATERIALPARAMETERE

Innhold

A1	Grunnundersøkelser	2
A2	Kvartærgeologi	2
A3	Poretrykksmåling	4
A4	Lagdeling og topografi	6
A4.1	Sone 719 Gran	6
A4.2	Sone 724 Årsrud	8
A4.3	Sone 723 Nordli	10
A4.4	Sone 734 Nordli vest	12
A5	Skjærfasthetsparametre og overkonsolideringsforhold	14
A5.1	Udrenert skjærfasthet	14
A5.2	Drenert skjærfasthet	15
A5.3	Tidligere overlaging tolket fra CPTU-sonderinger	16
A5.4	CPTU-sonderinger, kvalitet	16
A5.5	Anisotropi og sprøbruddmekanisme	18
A6	Referanser	18

A1 Grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i forbindelse med soneutredningen (ref. /A1/). Grunnundersøkelsene ble utført av Norconsult Fältgeoteknik AB på oppdrag fra NVE, basert på undersøkelsesprogram utarbeidet av NGI (ref. /A2/). Grunnundersøkelsene omfatter dreietrykkssonderinger, CPTU-sonderinger, poretrykksmålinger og prøvetaking med tilhørende laboratorieanalyser. NGI fulgte opp entreprenøren under feltarbeidene, og foreslo posisjoner og dybder for prøvetaking, CPTU-sonderinger og piezometre basert på sonderingsresultatene. Disse ble løpende rapportert fra boreentreprenør. Dreietrykks-sonderinger, som erfaringsmessig gir best tolkning av overgang til sensitiv leire, skulle først utføres ned til dybde som angitt i undersøkelsesprogrammet (ref. /A2/), dvs. ca. 1,5 x skråningshøyden, dersom fast grunn/antatt berg ikke ble påtruffet grunnere. På grunnlag av sonderingene er øvrige undersøkelser bestemt.

Beliggenhet av boringer benyttet i utredningsarbeidet er vist på Tegning 011 (sone 719 Gran), Tegning 012 (sone 724 Årsrud) og Tegning 013 (sone 723 Nordli og 734 Nordli vest).

Følgende boringer er utført (ref. /A1/):

Sone 719 Gran:	Borpunktene 601-604
Sone 724 Årsrud:	Borpunktene 801-807
Sone 723 Nordli:	Borpunktene 701-705
Sone 734 Nordli vest:	Borpunktene 901-905

Det bemerkes at dreietrykkssonderingene presentert i ref. /A1/ er like for borpunkt 604 og 904. Denne sonderingen er utført i borpunkt 904 og rapporten presenterer derfor ikke den riktige dreietrykkssondering utført i borpunkt 604. NGI har hatt tilgang til den riktige dreietrykkssondering i borpunkt 604 ut fra de resultatene som ble oversendt under feltarbeidene og fra data-filene fra sonderingene.

Følgende borpunkter er utført i forbindelse med tidligere kvikkleirekartlegging:

Sone 719 Gran:	Borpunkt 2_NGI (ref. /A3/)
Sone 724 Årsrud:	Borpunkt 39_NGI (ref. /A4/)
Sone 723 Nordli:	Borpunkt 41_NGI (ref. /A4/)
Sone 734 Nordli vest:	Borpunkt 42_NGI (ref. /A4/)

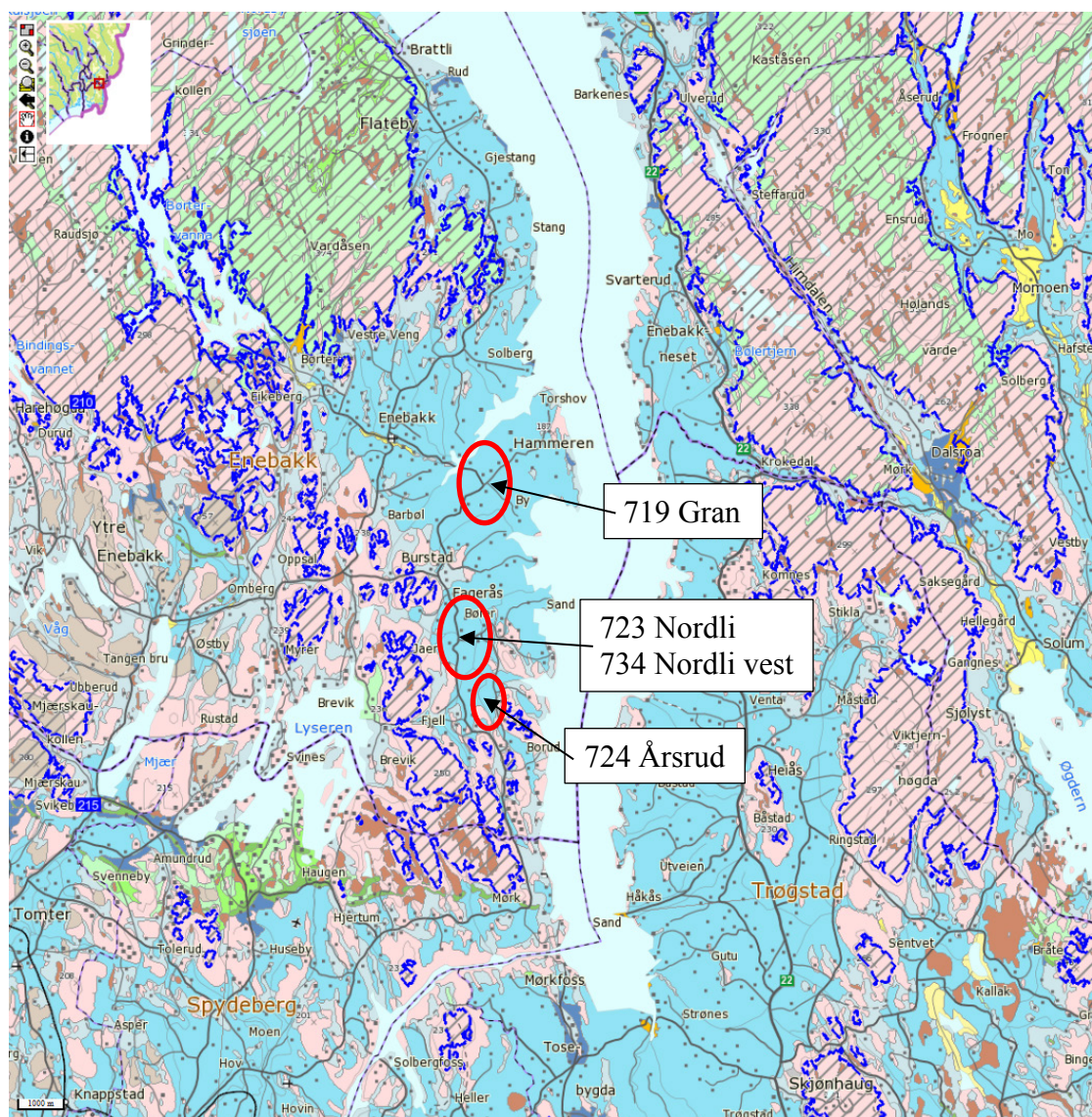
Vi har ikke kjennskap til øvrige grunnundersøkelser utført innenfor sonene, med unntak av sonderinger utført i forbindelse med tidligere kvikkleirekartlegging.

A2 Kvartærgeologi

Enebakk kommune ligger vest for Øyeren, i distriktet Follo i Akershus. Området består (som Nedre Romerike) delvis av ravinerte områder hvor topografien er formet ved erosjon i marine sedimenter avsatt som havbunn da havet stod høyere enn i dag (på

Østlandet ca. 200 m over dagens havnivå). En lang rekke kvikkleiresoner er kartlagt, men kvikkleire vil også kunne påtreffes under marin grense utenom allerede kartlagte soner. Glomma løper ut mot vest noe nord for sørenden av Øyeren. Elva går her over en bergterskel som begrenser dybdeerosjonen.

Kvikkleiresonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest i Enebakk kommune ligger alle i umiddelbar nærhet til Øyerens vestlige bredd. Sonene ligger under marin grense, og i områder med kartlagte marine havavsetninger, se Figur A-1.



Figur A-1 Løsmassekart med angitt marin grense for det aktuelle området i Enebakk kommune.

A3 Poretrykksmåling

Det er installert en poretrykksstasjon med to målere i forskjellig dybde i hver sone. Poretrykksmålere og avlesninger utført i forbindelse med utredningen er oppsummert i Tabell A-1 og Figur A-2.

Tabell A-1 Poretrykksmålere og avlesninger.

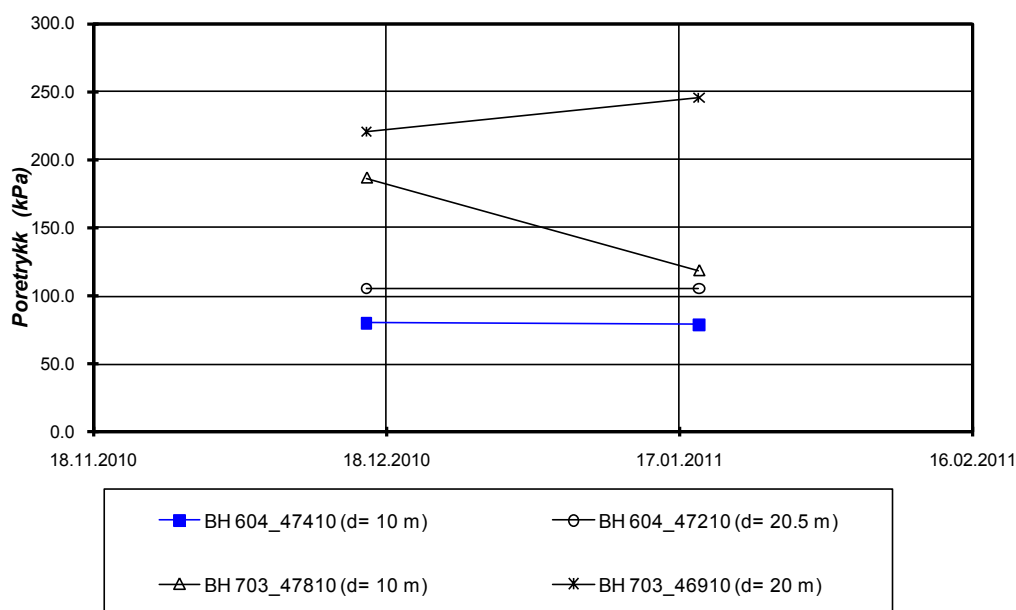
Sone	Borpunkt (kote)	Dybde	Poretrykk (kPa)	
			2010-12-16	2011-01-19
719 Gran	604 (143.2)	10 m	80.0	78.8
		20.5 m	105.4	105.4
724 Årsrud	801 (156.3)	10 m	72.0	69.5
		16 m	107.4	110.0
723 Nordli	703 (119.0)	10 m	186.7	118.6
		20 m	220.5	245.7
734 Nordli vest	901 (145.1)	10 m	63.3	56.4
		20 m	107.1	109.4

I sone 719 Gran er poretrykksmålingene utført i borpunkt 604 på terrassen midt i sonen. Grunneste piezometer, på 10 m dybde, indikerer grunnvannstand ca. 2 m under terreng (ved hydrostatisk trykkfordeling over målt dybde). Dypeste måler, på 20.5 m, gir svært lav verdi for poretrykket. Målt verdi vurderes som tvilsom.

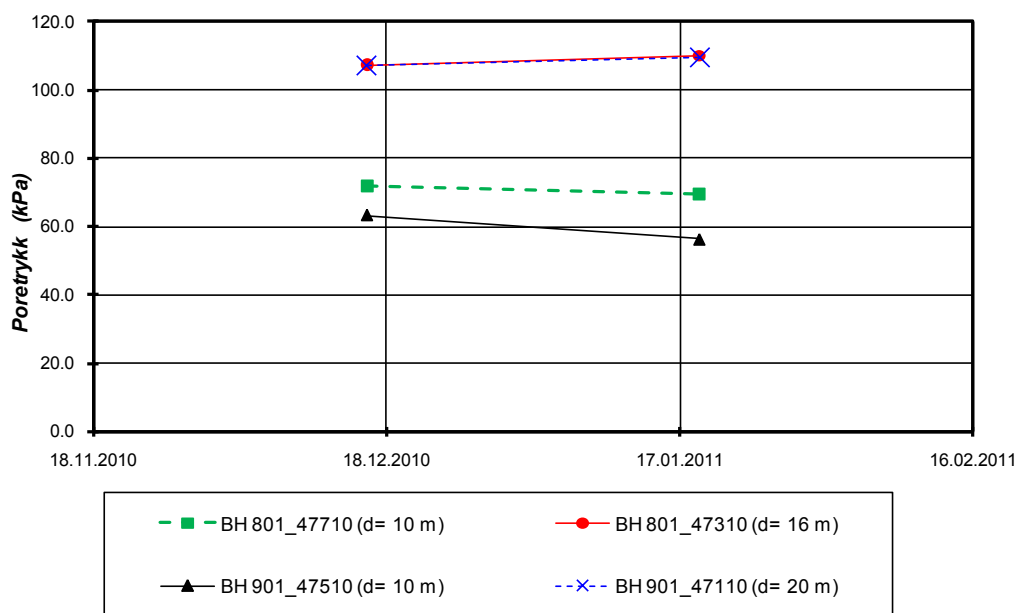
I sone 724 Årsrud er poretrykksmålingene utført i borpunkt 801 på toppen av brattkanten ned mot ravinen. Grunneste piezometer, på 10 m, indikerer grunnvannstand ca. 3 m under terreng (ved hydrostatisk trykkfordeling over målt dybde). Med antatt grunnvannstand 3 m under terreng viser det dypeste piezometeret, på 16 m, et poretrykk 15 % lavere enn hydrostatisk trykkfordeling.

I sone 723 Nordli er poretrykksmålingene utført i borpunkt 703 i skråningen mot bekken langs den vestlige avgrensningen av sonen. Med antatt grunnvannstand i terreng viser piezometrene på 10 m og 20 m dybde et poretrykk forholdsvis rundt 20 % og 25 % høyere enn hydrostatisk trykkfordeling.

I sone 734 Nordli vest er poretrykksmålingene utført i borpunkt 901 på toppen av ryggen. Med antatt grunnvannstand ca. 2.5 m under terreng viser piezometrene på 10 m og 20 m dybde et poretrykk forholdsvis 25 % og 40 % lavere enn hydrostatisk trykkfordeling.



a)



b)

Figur A-2 Poretrykksavlesninger. a) Sone 719 Gran og 723 Nordli. b) Sone 724 Årsrud og 734 Nordli vest.

Poretrykksmålingene i sone 719 Gran, 724 Årsrud og 734 Nordli vest viser generelt at det er poreundertrykk (i forhold til hydrostatisk trykkfordeling) på plataene/ryggene på toppen av skråningene. Det er vanlig å måle poreundertrykk ved slike topografiske

forhold, da grunnvannet drenerer ut mot skråningene, stedvis til flere kanter. Tilsvarende er det i sone 723 Nordli målt poreovertrykk nær bunnen av skråningen, hvilket er forventelig da grunnvannet strømmer ut mot disse områdene. Bakenforliggende høyde- drag og strømning i berggrunnen vil også kunne ha en innvirkning, og typisk medvirke til poreovertrykk ved overgangen til berg, hvor grunnvann evt. mates inn fra berggrunnen.

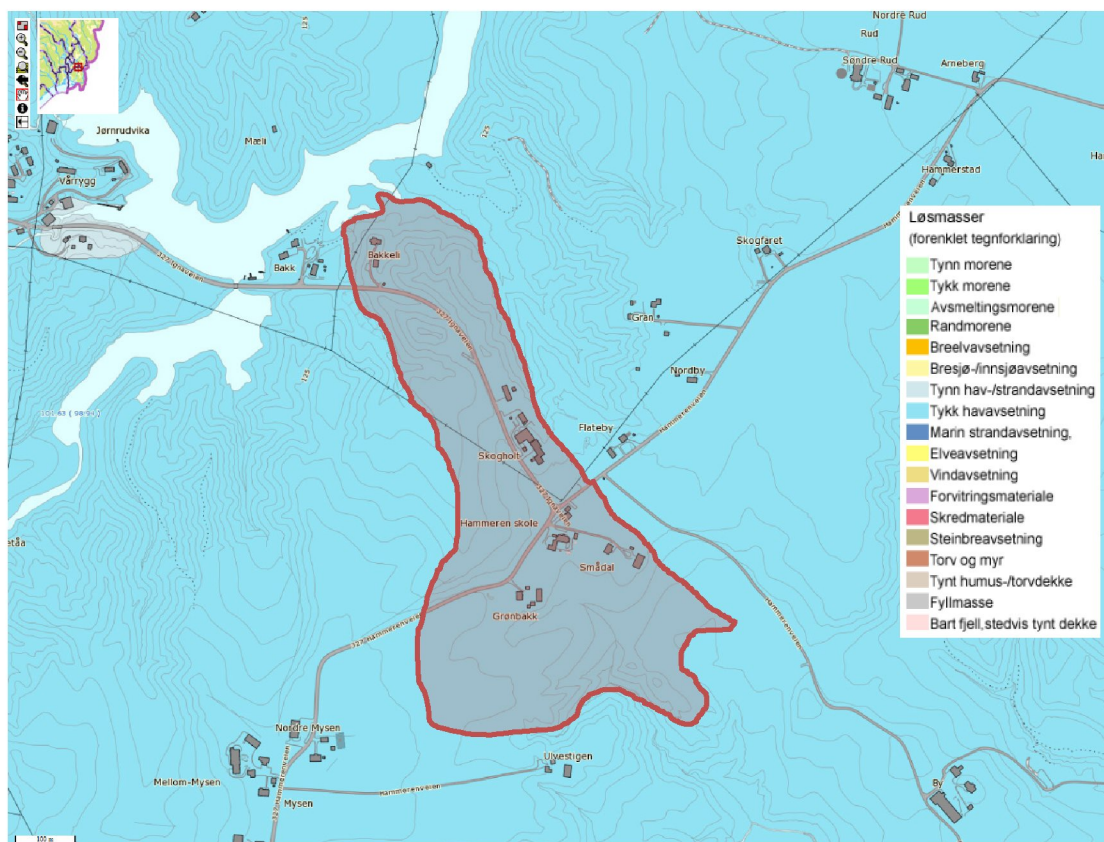
For modellering i forbindelse med stabilitetsanalyser kan det derfor med grunnlag i målingene antas poreundertrykk på terrassene og generelt fra toppen av skråningene, mens det må antas høyere poretrykk og økende gradient mot bunnen av skråningene og videre i dybden under bunnen av ravinene, der det ikke finnes målinger som viser noe annet.

A4 Lagdeling og topografi

Utførte grunnundersøkelser i forbindelse med utredningen er beskrevet i en egen data-rapport, ref. /A1/. Tolket lagdeling fremgår av beregningsprofilene (figurer til Vedlegg B-E). Lagdeling i de enkelte beregningsprofiler er generelt tolket ut fra sonderinger, supplert med opphentede prøver der dette finnes. Der det er usikkert hvilken dybde det er til fast grunn/antatt berg, er det valgt stor dybde til fast grunn/berg i beregningsmodellen, da dette er konservativt.

A4.1 Sone 719 Gran

Beliggenhet av borpunkter innenfor sonen er vist på Tegning 011. En oppsummering av utførte boringer innenfor sonen er gitt i Tabell A-2. Sondert dybde gjennom løsmasser er fra 2.7 m til rundt 38 m. Antatt berg er påtruffet i noen av boringene, mens andre boringer er avsluttet i faste masser eller uten at antatt berg eller faste lag er påtruffet. Største borede dybde i løsmasser er i borpunkt 604 og 2_NGI som ligger på det samme platå i den sørlige del av sonen, men det er også boret til stor dybde (> 20 m) i flere andre borpunkter. Boringene indikerer at bergoverflaten er relativt flat i området, og dermed synes det å være størst løsmassemengde i den sørlige del av sonen hvor terrengnivået er høyest, jfr. løsmassekartet (Figur A-3).



Figur A-3 Løsmassekart (www.ngu.no) med cirka omriss av sone 719 Gran.

Det er i hovedsak boret gjennom et topplag i noen meters tykkelse, antakeligvis tørrskorpeleire, og deretter gjennom et tykt lag med middelsfast til fast leire. Det er tatt opp en uforstyrret prøveserie i borpunkt 604, med prøver ned til 20 m. Ut fra dreietrykksondering var det her forventet sensitiv leire, men ingen av de opptatte prøvene fra borpunkt 604 karakteriseres som sprøbruddmateriale. Det må imidlertid likevel antas at det er sprøbruddmateriale i dybder større enn 20 m, hvor det ikke er tatt opp prøveserier. Dreietrykksonderingen i borpunkt 601 indikerer også sensitiv leire og derfor må det som utgangspunkt antas sprøbruddmateriale i borpunkt 601 på dybder større enn ca. 15 m. I tillegg må det antas sprøbruddmateriale i den sørlige del av sonen, basert på sondering 2_NGI fra den opprinnelige kvikkleirekartleggingen.

Tabell A-2 Grunnboringer innenfor sone 719 Gran.

Bor-punkt	Terreng-kote	Type boring	Boret dybde	Antatt berg (kote)	Overkant antatt kvikkleirelag		Beskrivelse
					Dybde	Kote	
601	+130.1	Dreietrykk	27.6 m	+102.5	15.5 m	+114.6	Stopp mot antatt berg
602	+112.3	Dreietrykk	3.0 m	+109.3	Antatt ikke kvikkleire (kan eventuell være ett meget tynt lag)		Stopp mot antatt berg
		CPTU	2.7 m				Stopp mot antatt berg
603	+135.7	Dreietrykk	22.8 m	(+112.9)	Antatt ikke kvikkleire		Stopp mot fast lag
604	+143.2	Dreietrykk	37.9 m	(+105.3)	20.0 m	+123.2	Stopp mot fast lag
		CPTU	25.0 m				Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
		Prøveserie	20.0 m				Ikke sprøbruddm. i prøve grunnere enn 20 m
		Piezometer	10.0 m 20.5 m				-
2_NGI	+144 *)	Dreietrykk	38 m	+106	12 m	+132	Stopp mot antatt berg

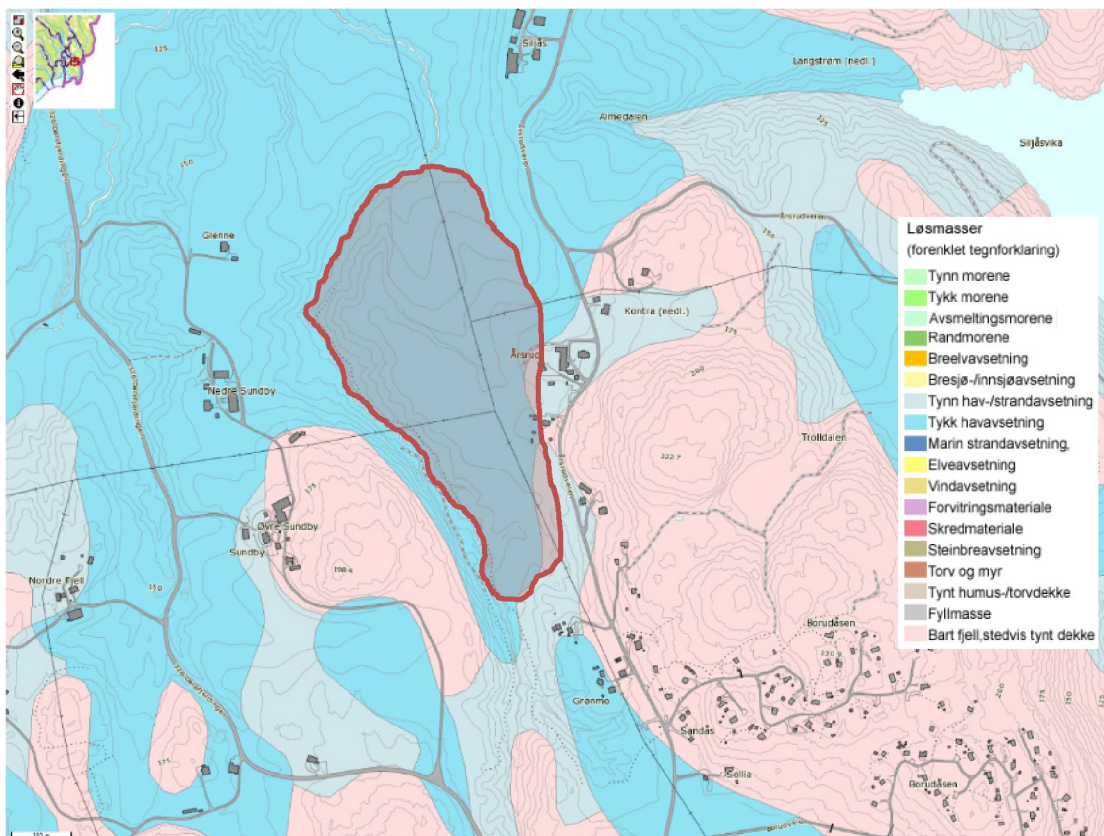
*) Antatt kotenivå, boringen er ikke innmålt

Høydeforskjellen i den nordlige del av sonen for de bratte skråningene fra toppen av ryggen og ned i ravinene er 25-30 m. Lengst nord i sonen er det ikke indikasjon på kvikkleire i borpunktene 602 (kan eventuell være et meget tynt lag) og 603. Det er antatt kvikkleire i borpunkt 601 på toppen av ryggen, og her er det en høydeforskjell på opp mot 20 m ned mot ravinene i øst og vest. I den sørlige del av sonen, hvor det også er antatt kvikkleire i borpunkt 2_NGI, er det også bratte skråninger fra toppen av platået og ned i ravinen mot sør med en høydeforskjell på 15-20 m.

A4.2 Sone 724 Årsrud

Beliggenhet av borpunkter innenfor sonen er vist på Tegning 012. En oppsummering av utførte boringer innenfor sonen er gitt i Tabell A-3. Sondert dybde gjennom løsmasser er fra 1.7 m til rundt 41 m. Antatt berg er påtruffet i noen av boringene, mens andre boringer er avsluttet i faste masser eller uten at antatt berg eller faste lag er påtruffet. Største borede dybde i løsmasser er i borpunkt 39_NGI på ryggen sentralt i sonen, men det er også boret til stor dybde (> 20 m) i flere andre borpunkter. Boringene indikerer at bergoverflaten stiger fra nord i området og mot sør, og dessuten fra vest mot øst. Dette stemmer med at det litt sør for sonen samt øst og vest for den sørlige del av sonen er bart berg i dagen, jfr. løsmassekartet (Figur A-4). I vest avgrenses sonen av ravinen, og det

er bart berg i den bratte skråningen vest for ravinen. I den østlige del av sonen stiger terrengnivået jevnt opp mot bergpartiet sørøst for sonen.



Figur A-4 Løsmassekart med cirka omriss av sone 724 Årsrud.

Det er i hovedsak boret gjennom et topplag av antatt tørrskorpeleire med noen meters tykkelse; unntatt er borpunktene på den slake skråningen nordøst i sonen; og deretter gjennom et tykt lag med bløt til middelsfast leire, som i dybden antas å være kvikk i flere av borpunktene. Det er tatt opp en uforstyrret prøveserie i borpunkt 801, med prøver ned til 15 m dybde. Basert på dreietrykksondering var det her forventet sensitiv leire fra ca. 12.5 m dybde, og prøve i 14-15 m dybde bekrefter her kvikkleire. Dreietrykksonderingene i borpunktene 802, 805, 807 og 39_NGI indikerer også sensitiv leire. Dreietrykksonderingene i borpunktene 803 og 806 gir ikke indikasjon på sensitiv leire, men det er lav bormotstand fra terreng og ned til 4-5 m dybde i sondering 806. Boringene ligger i den østlige del av området hvor bergoverflaten ligger høyest. Sonderingen i borpunkt 804 gir heller ikke indikasjon på sensitiv leire, og er avsluttet mot antatt berg i nivå høyere enn indikert maksimalt nivå for kvikkleire i de øvrige borpunkter innenfor sonen.

Tabell A-3 Grunnboringer innenfor sone 724 Årsrud.

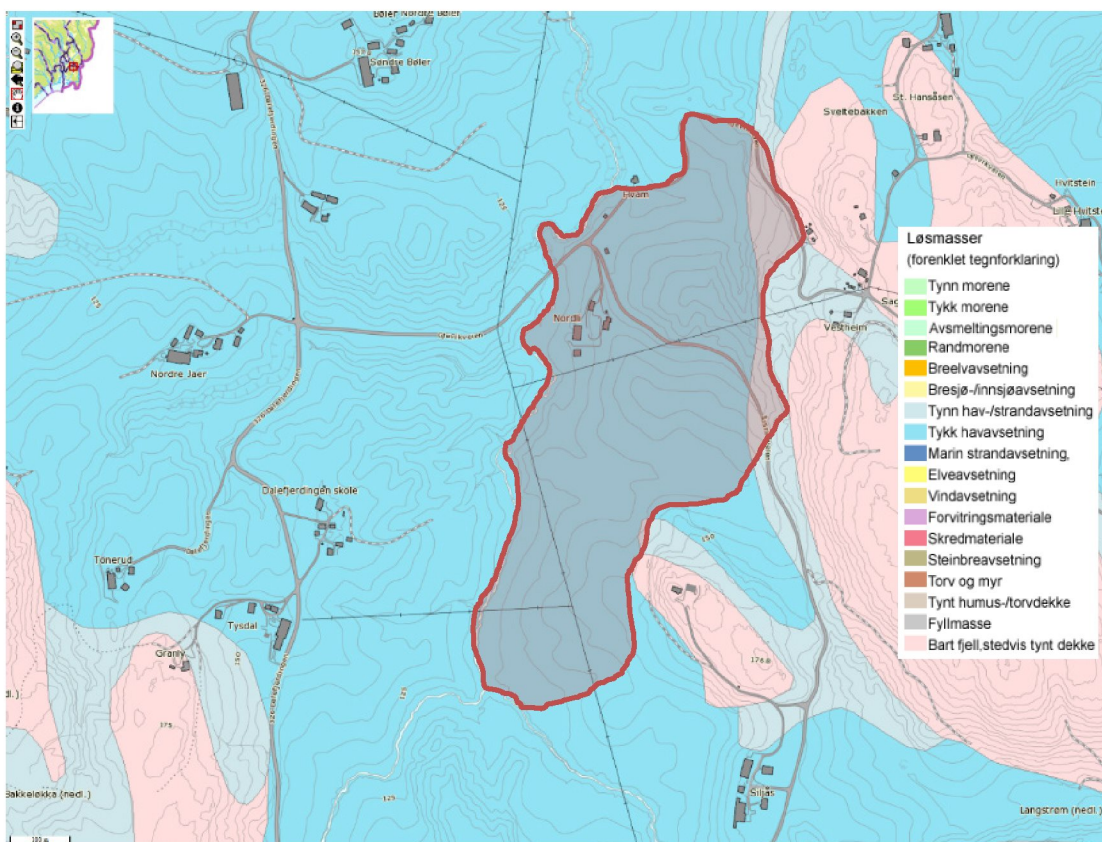
Bor-punkt	Terreng-kote	Type boring	Boret dybde	Antatt berg (kote)	Overkant antatt kvikkleirelag		Beskrivelse
					Dybde	Kote	
801	+156.3	Dreietrykk	33.1 m	+123.2	12.5 m	+143.8	Stopp mot antatt berg
		CPTU	25.0 m				Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
		Prøveserie	15.0 m				Sprøbruddmateriale i prøve dybde 14-15 m
		Piezometer	10.0 m 16.0 m				-
802	+146.2	Dreietrykk	31.6 m	+114.6	18.0 m	+128.2	Stopp mot antatt berg
803	+158.0	Dreietrykk	1.7 m	+156.3	Antatt ikke kvikkleire		Stopp mot antatt berg
804	+167.3	Dreietrykk	4.9 m	+162.4	Antatt ikke kvikkleire		Stopp mot antatt berg
805	+131.9	Dreietrykk	20.0 m	(+111.9)	3.5 m	+128.4	Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
806	+154.3	Dreietrykk	8.9 m	+145.4	Antatt ikke kvikkleire		Stopp mot antatt berg
807	+159.8	Dreietrykk	16.6 m	+143.2	9.5 m	+150.3	Stopp mot antatt berg
39_NGI	+157 *)	Dreietrykk	41 m	(+116)	12 m	+145	-

*) Antatt kotenivå, boringen er ikke innmålt

Høydeforskjellen fra bunn av ravinen i den nordvestlige del av sonen og til de øvre, østlige-sørøstlige deler av sonen er over 35 m. Sonderingene indikerer at mektigheten av kvikkleire øker mot den vestlige del av området. De bratte skråningene ned i ravinen i den vestlige del av sonen er opp mot ca. 25 m høyde og er høyest lengst mot nord.

A4.3 Sone 723 Nordli

Beliggenhet av borpunkter innenfor sonen er vist på Tegning 013. En oppsummering av utførte boringer innenfor sonen er gitt i Tabell A-4. Sondert dybde gjennom løsmasser er fra 20.3 m til 40 m. Antatt berg er påtruffet i noen av boringene, mens andre boringer er avsluttet i faste masser eller uten at antatt berg eller faste lag er påtruffet. Største borede dybde i løsmasser er i borpunkt 701 og 702, som ligger nær høyeste terrengnivå på henholdsvis den sørlige og nordlige side av Årsrudveien som går tvers gjennom sonen, men det er også boret til stor dybde (> 20 m) i alle de andre borpunktene. Boringene indikerer at bergoverflaten stiger fra nordvest i området og mot sørøst. Dette stemmer med at det umiddelbart øst og sørøst for sonen er bart fjell i dagen, jfr. løsmassekartet (Figur A-5).



Figur A-5 Løsmassekart med cirka omriss av sone 723 Nordli.

Det er i hovedsak boret gjennom et tynt topplag og deretter gjennom et tykt lag med middelsfast leire, som i dybden må antas å være kvikk i flere av borpunktene. Det er tatt opp to uforstyrrede prøveserier i henholdsvis borpunkt 701 og 705, med prøver ned til henholdsvis 14 m og 9 m dybde. Basert på dreietrykksondering i borpunkt 701 var det her forventet sensitiv leire fra ca. 13 m dybde og prøve fra 13-14 m dybde bekrefter at det her er sprøbruddmateriale. Dreietrykksonderingene i borpunktene 702 og 704 indikerer sensitiv leire på samme nivå som påvist i borpunkt 701. Ut fra dreietrykksondering i borpunkt 705 var det også her forventet sensitiv leire, i ca. 5-9 m dybde, men ingen av de opptatte prøvene i dette dybdeintervallet karakteriseres som sprøbruddmateriale. Videre i dybden antas leira i dette punktet ikke å være sprøbruddmateriale, basert på dreietrykksonderingen. Dreietrykksondering i borpunkt 703 nær foten av skråningen i den vestlige del av sonen indikerer heller ikke sensitiv leire. Sammenstilt med prøveresultatene fra borpunkt 705 kan dette indikere at det ikke ligger kvikkleire under ravinen langs den vestlige del av sonen, eventuelt må kvikkleira da ligge ganske dypt, da begge sonderingene er ført til ca. 30 m dybde (sonderingene er stoppet i løsmasser uten at faste lag er påtruffet).

Tabell A-4 Grunnboringer innenfor sone 723 Nordli.

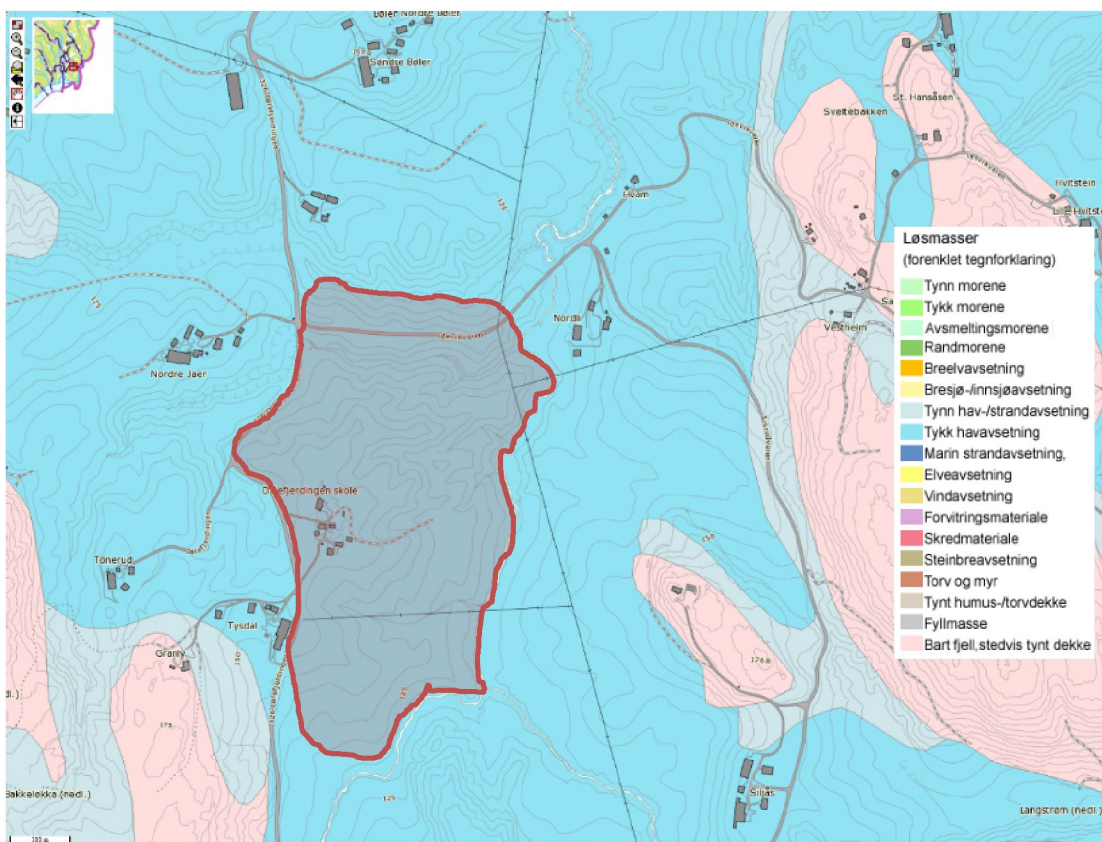
Bor-punkt	Terreng-kote	Type boring	Boret dybde	Antatt berg (kote)	Overkant antatt kvikkleirelag		Beskrivelse
					Dybde	Kote	
701	+141.5	Dreietrykk	37.8 m	+103.7	13.0 m	+128.5	Stopp mot antatt berg
		CPTU	25.3 m				Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
		Prøveserie	14.0 m				Sprøbruddmateriale i prøve dybde 13-14 m
702	+137.8	Dreietrykk	40.0 m	(+97.8)	11.0 m	+126.8	Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
703	+119.1	Dreietrykk	31.2 m	(+87.9)	Antatt ikke kvikkleire		Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
		CPTU	25.0 m				Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
		Piezometer	10.0 m 20.0 m				-
704	+133.3	Dreietrykk	20.3 m	+113.0	2.5 m	+130.8	Stopp mot antatt berg
705	+113.6	Dreietrykk	29.6 m	(+84.0)	Prøver i dybde 5-9 ikke kvikkleire, forøvrig antas ikke kvikkleire		Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
		Prøveserie	9.0 m				Ikke sprøbruddmat.
41_NGI	+130 *)	Dreietrykk	31 m	(+99)	21 m	+109	-

*) Antatt kotenivå, boringen er ikke innmålt

Høydeforskjellen fra ravinen i den vestlige del av sonen mot de høytliggende områdene innen sonen er rundt 30 m. Fra de to ryggene på den sørlige og nordlige side av Årsrudveien er høydeforskjellen ned til veien 15-20 m.

A4.4 Sone 734 Nordli vest

Beliggenhet av borpunkter innenfor sonen er vist på Tegning 013. En oppsummering av utførte boringer innenfor sonen er gitt i Tabell A-5. Sondert dybde gjennom løsmasser er fra 15.8 m til rundt 40 m. Antatt berg er påtruffet i ett av borpunktene, mens de andre boringene er avsluttet i faste masser eller uten at antatt berg eller faste lag er påtruffet. Største borede dybde i løsmasser er i borpunktene 901, 904 og 42_NGI, men det er også boret til stor dybde (> 20 m) i borpunkt 905. I borpunktene 902 og 903 er det boret til dybde rundt 16 m. Det er bare i borpunkt 903, som er det mest sørvestlige borpunkt, at sonderingen er avsluttet mot antatt berg. Dette stemmer med antakelse om at bergoverflaten stiger mot sørvest, og sørvest for sonen er det berg i dagen, jfr. løsmassekartet (Figur A-6).



Figur A-6 Løsmassekart med cirka omriss av sone 734 Nordli vest.

Det er i hovedsak boret gjennom et topplag, antatt tørrskorpeleire, med noen meters tykkelse, og deretter gjennom et tykt lag med middelsfast leire. Det er tatt opp en uforstyrret prøveserie i borpunkt 901, med prøve ned til 15.8 m dybde. Ut fra dreietrykksondering var det her forventet sensitiv leire fra ca. 15 m og kanskje enda grunnere, men ingen av de opptatte prøvene fra borpunkt 901 karakteriseres som sprøbruddmateriale. Det må imidlertid likevel antas at det er kvikkleire i dybder større enn ca. 16 m, hvor det ikke er tatt opp prøveserier. Dreietrykksonderingene i alle borpunktene indikerer sensitiv leire, unntatt borpunkt 902. Isolert sett indikerer sondering 903 sensitiv leire i dybde 4.5-13 m. Ut fra antatt beliggenhet av kvikkleire i øvrige sonderinger innenfor sonen, er det imidlertid en mulighet for at det ikke er snakk om kvikkleire i denne soneringen, som har noenlunde samme signatur som flere andre boringer innenfor de undersøkte sonene i Enebakk, hvor prøvene har vist at det ikke er sprøbruddmateriale. Uansett må det likevel antas sprøbruddmateriale i dette borpunktet.

Tabell A-5 Grunnboringer innenfor sone 734 Nordli vest.

Bor-punkt	Terreng-kote	Type boring	Boret dybde	Antatt berg (kote)	Overkant antatt kvikkleirelag		Beskrivelse
					Dybde	Kote	
901	+145.0	Dreietrykk	40.0 m	(+105.0)	19.0 m	+126.0	Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
		CPTU	25.0 m				Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
		Prøveserie	15.8 m				Ikke sprøbruddmat.
		Piezometer	10.0 m 20.0 m				-
902	+129.0	Dreietrykk	15.8 m	(+113.2)	Antatt ikke kvikkleire		Stopp mot fast lag
		CPTU	9.5 m				Stopp mot fast lag
903	+151.3	Dreietrykk	16.1 m	+135.2	4.5 m	+146.8	Stopp mot antatt berg
904	+134.2	Dreietrykk	40.0 m	(+94.2)	7.5 m	+126.7	Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
905	+127.2	Dreietrykk	31.5 m	(+95.7)	4.5 m	+122.7 m	Avsluttet uten fast lag/ antatt berg
42 NGI	+148 *)	Dreietrykk	41 m	(+107)	15 m	+133	-

*) Antatt kotenivå, boringen er ikke innmålt

Terrengnivået innen sonen stiger mot gårdsbebyggelsen i den midtvestlige del av sonen. Høydeforskjellen ned mot ravinene i nord og øst er 30-35 m, med de bratteste skråningene mot nord og nordøst i området.

A5 Skjærfasthetsparametre og overkonsolideringsforhold

A5.1 Udrenert skjærfasthet

Udrenert skjærfasthet for leire er tolket ut fra CPTU-sonderinger iht. ref. /A5/, med støtte i laboratorieforsøk utført på opptatte prøver fra sonen og antatt/målt poretrykksfordeling i grunnen. Tolkede aktive skjærfasthetsprofiler er vist i Figur A1-A7.

Normalkonsolidert leire (dvs. for områder uten større tidligere overlaging av masser enn dagens terrengnivå) vil erfaringsmessig ha følgende minimumsskjærfasthet, $Su_{A,nc}$:

$$Su_{A,nc} = 0,28 p_0'$$

Nede i en ravine er leira normalt overkonsolidert, dvs. grunnen er konsolidert til et høyere spenningsnivå enn dagens. Tolkning er basert på estimert overkonsolidering fra CPTU-sondering og ut fra topografiske forhold. Raviner antas her generelt dannet ved erosjon/skredaktivitet, og i bunnen av raviner er det som hovedregel antatt overkonsolidering minimum tilsvarende høyden på sideterrenget. Tolkningsmodellen angir

overkonsolideringsforhold vurdert ut fra forutsetning om horisontalt terreng og hydrostatisk fordelt grunnvann fra terrengnivå for "før-situasjonen".

Ut fra overkonsolideringsnivået beregnes udrenert skjærfasthet ved anvendelse av den såkalte SHANSEP-metoden (ref. /A6/). Aktiv skjærfasthet, Su_{Aoc} , i overkonsolidert leire er således beskrevet ved følgende sammenheng:

$$Su_{Aoc} = 0,3 p_0' \times OCR^{0,85}$$

hvor $OCR = p_c' / p_0'$

p_0' = effektivt overlagringstrykk in situ (dvs. totalvekt minus poretrykk)

p_c' = forkonsolideringstrykk ut fra antatt tidligere terrengnivå (evt. inkludert "aging"-effekt; her er benyttet en aging-faktor på 1,2)

Tolkning av aktive skjærfasthetsprofiler for normal- og overkonsolidert leire er inkludert i Figur A1-A7, som også viser anbefalt profil som er anvendt for stabilitetsberegningene.

A5.2 Drenert skjærfasthet

Det er ikke utført triaksialforsøk på prøver innen sonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli eller 734 Nordli vest. Det er utført triaksialforsøk på prøver opptatt i sonene 343 Skjetten (Skedsmo kommune) og 709 Sundhagen (Fet kommune), ref. /A1/, som også er omfattet av dette oppdraget (men ligger nokså langt unna). Soneutredningen av utvalgte kvikkleiresoner, i Skedsmo kommune og Fet kommune, som er omfattet av dette oppdraget, er rapportert i henholdsvis ref. /A7/ og ref. /A8/, hvor det er tolket drenerte skjærstyrkeparametere fra triaksialforsøkene. Tolkede parametere viser friksjonsvinkel i størrelsesorden 25°-28° med en kohesjon på 2-5 kPa.

I stabilitetsberegningene er drenert skjærfasthet for leire basert på tolkningen av triaksialforsøkene, mens det for tørrskorpeleire og steinfylling (for eventuell tiltak med motfylling) er benyttet erfaringsverdier. Tabell A-6 angir total romvekt samt drenerte styrkeparametere som er anvendt i stabilitetsberegningene.

Tabell A-6 Romvekt og effektive styrkeparametere benyttet i stabilitetsberegninger.

	Total romvekt [kN/m ³]	Friksjonsvinkel ϕ' [°]	Kohesjon c' [kN/m ²]
Steinfylling (drenert)	19	42	0
Tørrskorpeleire	18	32	0
Leire/kvikkleire	Basert på prøver	27	5

A5.3 Tidligere overlaging tolket fra CPTU-sonderinger

En oversikt over tidligere overlaging tolket fra CPTU-sonderinger er vist i Tabell A-7. Overkonsolideringsnivå er generelt vurdert ut fra den dypeste delen av sonderingskurven, hvor kurven stiger jevnt. En noenlunde lik forståelse av overkonsolideringen innenfor hver sone er forsøkt anvendt, også for å unngå for stor uoverensstemmelse mellom laboratorieforsøk på opptatte prøver og CPTU-tolkningen.

Tabell A-7 Oversikt, tolkning av overlaging fra CPTU.

	Sone 719 Gran		Sone 724 Årsrud	Sone 723 Nordli		Sone 734 Nordli vest	
	CPTU- 602	CPTU- 604	CPTU- 801	CPTU- 701	CPTU 703	CPTU 901	CPTU 902
Terreng, kote	112.32	143.16	156.34	141.48	119.14	144.96	128.96
Tidligere overlaging over dagens terreng	-	5 m	0 m	5 m	22 m	0 m	-

A5.4 CPTU-sonderinger, kvalitet

Avvik for målte parametere før og etter CPTU-sondering er oppsummert i Tabell A-8. Basert på krav om maksimalt avvik av de ulike parametere, ref. /A10/, gjengitt i Tabell A-9, er kvaliteten av CPTU-sonderingene evaluert basert på anvendelsesklasser, hvor anvendelsesklasse 1 tilsier lavest usikkerhetsnivå i tolkning av profilering, jordartsidentifikasjon og designparametere, mens anvendelsesklasse 4 tilsier høyeste usikkerhetsnivå i tilsvarende tolkning. CPTU-703 og CPTU-901 tilfredsstiller ikke den laveste anvendelsesklasse (anvendelsesklasse 4) henholdsvis grunnet stort relativt avvik i nedtrengningslengde og stor prosentvis avvik i sidefriksjon.

Tabell A-8 Kvalitet av CPTU-sonderinger. Røde verdier tilfredsstiller ikke anvendelsesklasse 1.

Avvik	Sone 719 Gran		Sone 724 Årsrud	Sone 723 Nordli		Sone 734 Nordli vest	
	CPTU-602	CPTU-604	CPTU-801	CPTU-701	CPTU-703	CPTU-901	CPTU-902
Spissmotstand (kPa)	-35.4	10.6	0.0	13.5	-6.1	10.0	14.9
(%)	0.49	0.93	0.00	1.27	0.41	1.09	1.12
Sidefriksjon (kPa)	-0.2	-0.6	-0.4	-0.5	0.2	-1.4	-0.4
(%)	0.32	7.23	5.33	6.25	1.12	23.33	1.15
Poretrykk (kPa)	0.4	-2.0	0.1	-1.5	-1.2	1.3	0.1
(%)	0.24	0.19	0.01	0.14	0.09	0.14	0.11
Helning (°)	1.78	2.36	5.05	0.98	7.54	1.41	2.22
Nedtrengn. (m)	0.00	0.02	0.10	0.00	0.22	0.01	0.01
(%)	0.05	0.08	0.39	0.01	0.87	0.03	0.08
Anvendelsesklasse	2	3	4	1	*)	*)	3

*) Tilfredsstiller ikke noen av anvendelsesklassene 1-4

Tabell A-9 Anvendelsesklasser for CPT og CPTU fra ref. /A10/.

Anvendelses-klasse	Forsøks-type	Målestorrelse	Tillatt minimums- noyaktighet ^a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk	
					Profil ^b	Tolkning ^c
1	TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Helning Nedtrengingslengde ^e	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH
2	TE1 TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk ^d Helning Nedtrengingslengde	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH
3	TE1 TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk ^d Helning Nedtrengingslengde	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH
4	TE1	Spissmotstand Sidefriksjon Nedtrengingslengde	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*

- A Homogen jord med meget bløt til fast leire og silt (typisk $q_c < 3$ MPa)
 B Lagdelt jord med bløt til fast leire (typisk $q_c \leq 3$ MPa) og middels fast sand (typisk $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10$ MPa)
 C Lagdelt jord med fast leire (typisk $1.5 \text{ MPa} \leq q_c < 3$ MPa) og meget fast sand (typisk $q_c > 20$ MPa)
 D Meget fast til hard leire (typisk $q_c \geq 3$ MPa) og meget fast, grov jord ($q_c \geq 20$ MPa)

A5.5 Anisotropi og sprøbruddmekanisme

Leiras udrenerte styrke varierer med retning på skjærplanet. For ”ikke sprøbruddmateriale” er følgende anisotropifaktorer benyttet ved udrenert ADP-analyse i leire: 1, 0.7 og 0.4 for hhv. aktiv, direkte og passiv udrenert skjærfasthet. For ”sprøbruddmateriale” er anisotropifaktorene satt til 1, 0.65 og 0.35.

I tillegg til anisotropifaktorer er aktiv udrenert skjærfasthet redusert med 15 % iht. ref. /A9/ for å ta hensyn til sprøbruddmekanisme. Dette gjelder der den udrenerte skjærfastheten er tolket fra CPTU-sondering korrelert med blokkprøver basert på ref. /A11/. Aktiv udrenert skjærfasthet uten reduksjon er lagt inn som karakteristiske styrkeprofiler i beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet (ref. /A12/). Evt. reduksjon av udrenert skjærfasthet (for å ta hensyn til sprøbruddmekanisme) er gjort ved justering av anisotropifaktorene for hvert enkelt jordlag i beregningsmodellen.

A6 Referanser

- /A1/ Norconsult Fältgeoteknik AB (2011): Kvikkleiresoner Sørums, Fet, Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Rapport Geoteknik, RGeo, Fält- och laboratorieresultat. Oppdragsnr. 211 03 40, rapport datert 11. mai 2011.
- /A2/ NGI (2010): Kvikkleiresoner i Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Forslag til undersøkelsesprogram. Prosjekt 20100119, teknisk notat datert 23. mars 2010.
- /A3/ NGI (1995): Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartbladet Fet, M = 1:50.000. Rapport nr. 900010-2, 10. november 1995.
- /A4/ NGI (1992): Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartbladet Askim, M = 1:50 000. Rapport nr. 840068-2, 8. mai 1992.
- /A5/ Karlsrud, K., T. Lunne, D.A. Kort and S. Strandvik (2005): CPTU correlations for clays. Proc. 16th ICSMGE, Osaka, pp. 693-702.
- /A6/ Ladd, C. C. and R. Foott (1974): New design procedure for stability of soft clays. Journal of the geotechnical engineering division, ASCE, Vol. 100, No. GT7, July, pp. 763-786.
- /A7/ NGI (2015): Kvikkleiresoner i Akershus. Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 343 Skjetten. Rapport nr. 20100119-08-R, 5. november 2015.

- /A8/ NGI (2016): Kvikkleiresoner i Fet (Sørumselva), Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Geoteknisk utredning av sonene 322 Lystad, 1878 Lystad sør og 709 Sundhagen, Fet og Sørumselva kommuner. Rapport nr. 20100119-00-7-R, revisjon 1, 2. februar 2016.

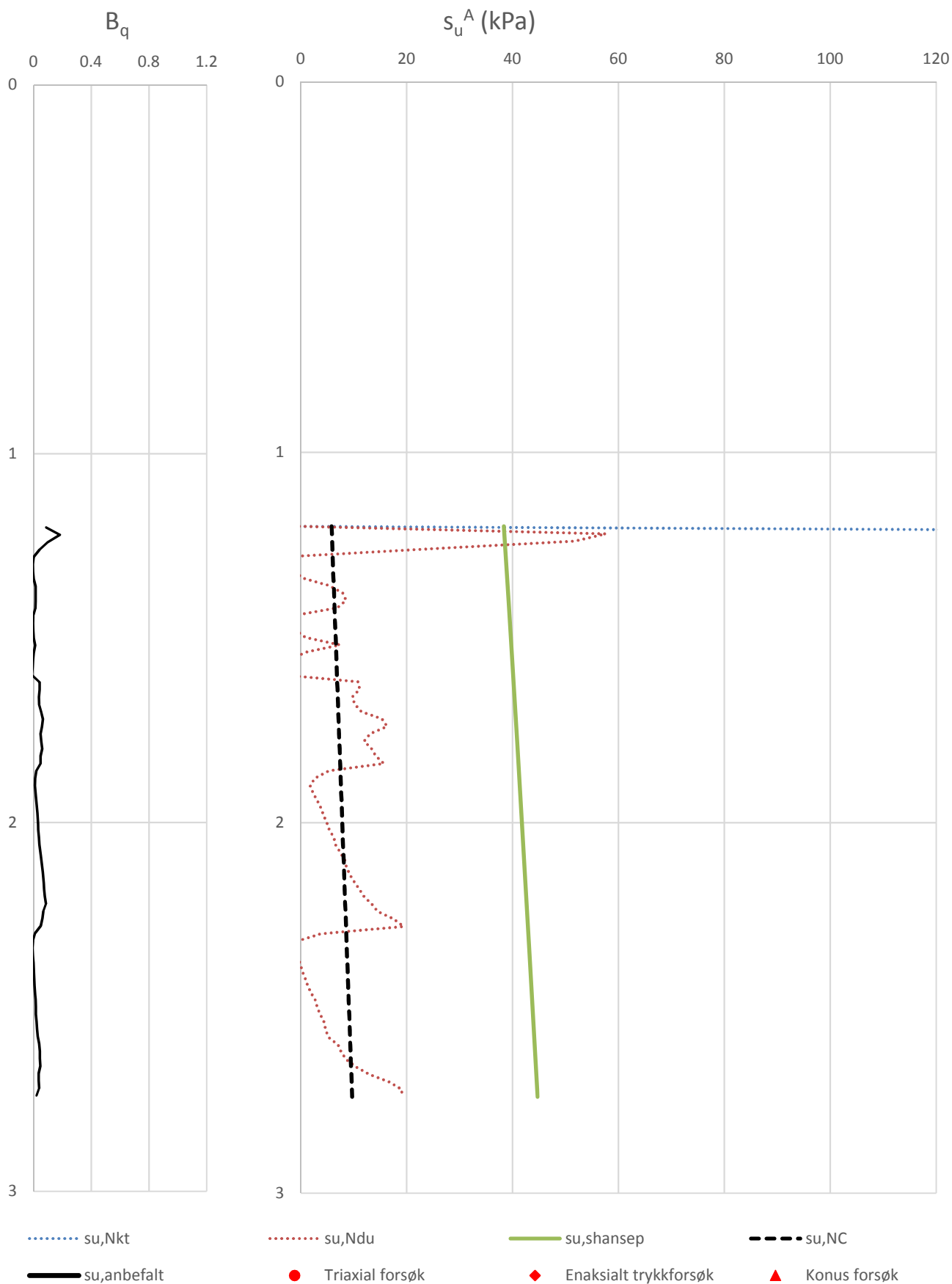
- /A9/ NVE (2014): Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.

- /A10/ NGF (1982): Melding nr. 5. Veiledning for utførelse av trykksøndering. Rev. 3, 2010.

- /A11/ Karlsrud, K. (2003): Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger. Skjærstyrkeegenskaper av leire og bruk i stabilitetsanalyser, Kurs 20. - 22. mai 2003, Rica Hell Hotell

- /A12/ ViaNova GeoSuite AB (2016): GS Stability, version 15.1.2.0

P:\2010\01\20100119\Beregninger\CPTU-tolkning\2015-2016\719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli, 734 Nordli vest\CPTU-tolk2006_602_su_plot.xlsx\su plot



Kvikkleiresoner i Akershus, Enebakk kommune

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull 602, boret 24.11.2010

Nuværende terrengkote: 112.3m

Tidligere terrengkote: 128.3m

Dokumentnr.
20100119-09-R

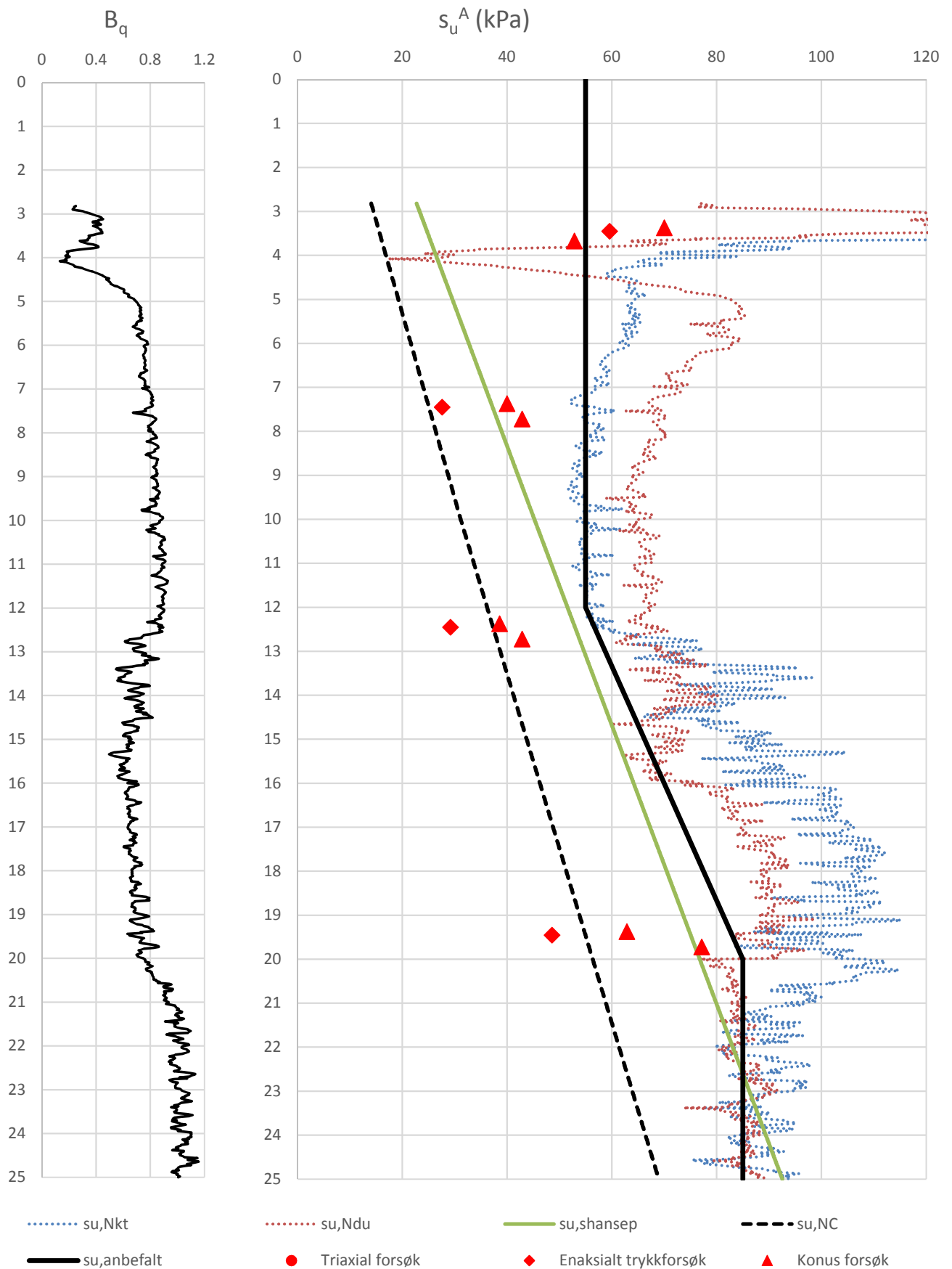
Figurnr.

A1

Dato
2016-06-02

Tegnet av
SHo





Kvikkleiresoner i Akershus, Enebakk kommune

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull 604, boret 26.10.2010

Nuværende terrengkote: 143.2m

Tidligere terrengkote: 148.2m

Dokumentnr.
20100119-09-R

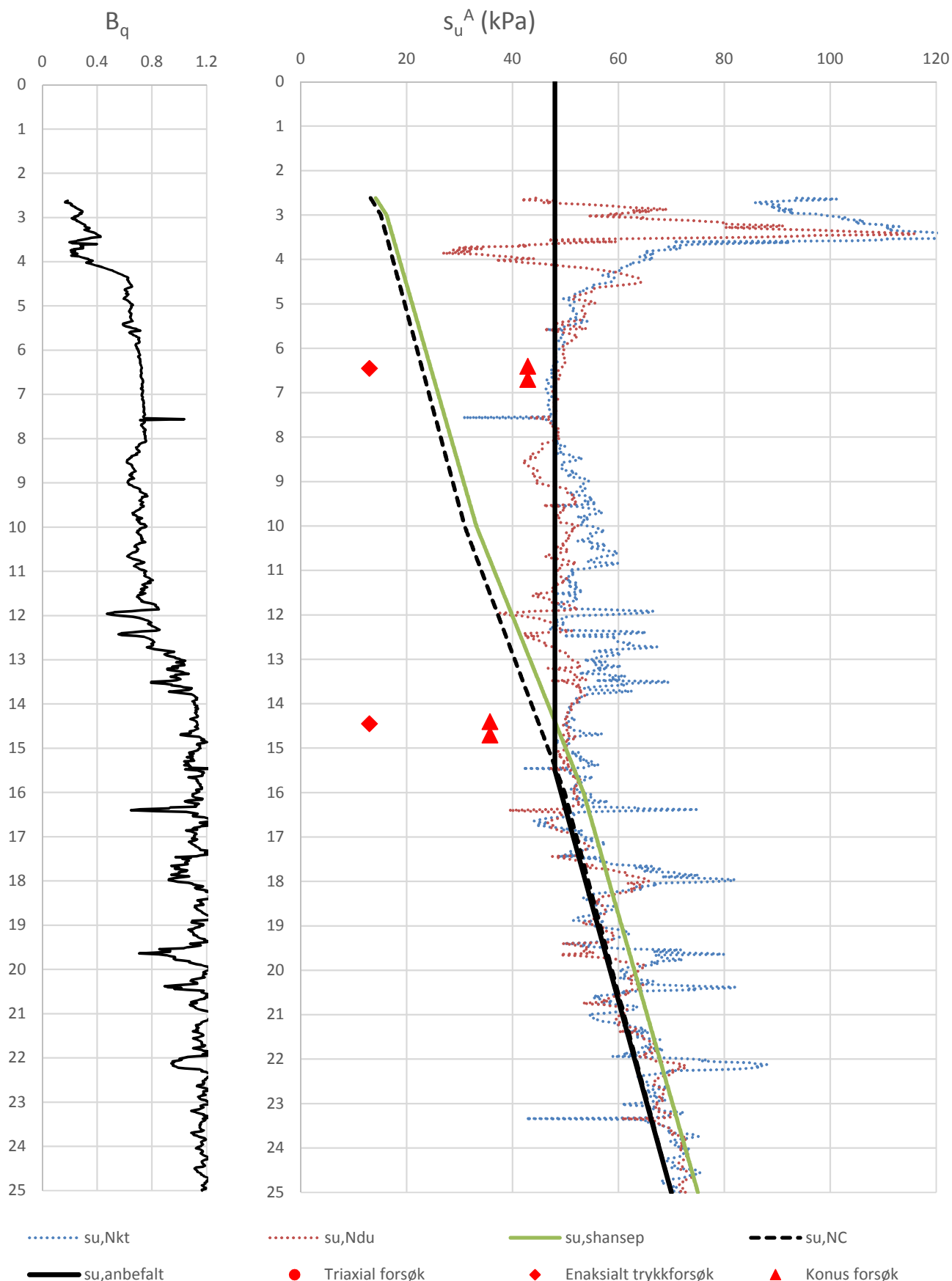
Figurnr.
A2

Dato
2016-06-02

Tegnet av
SHo



P:\2010\01\20100119\Beregninger\CPTU-tolkning\2015-2016\719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli, 734 Nordli vest\CPTU-toik2006_801_su plot.xlsx\su plot



Kvikkleiresoner Akershus, Enebakk kommune

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull 801, boret 08.12.2010

Nuværende terrengkote: 156.3m

Tidligere terrengkote: 156.3m

Dokumentnr.
20100119-09-R

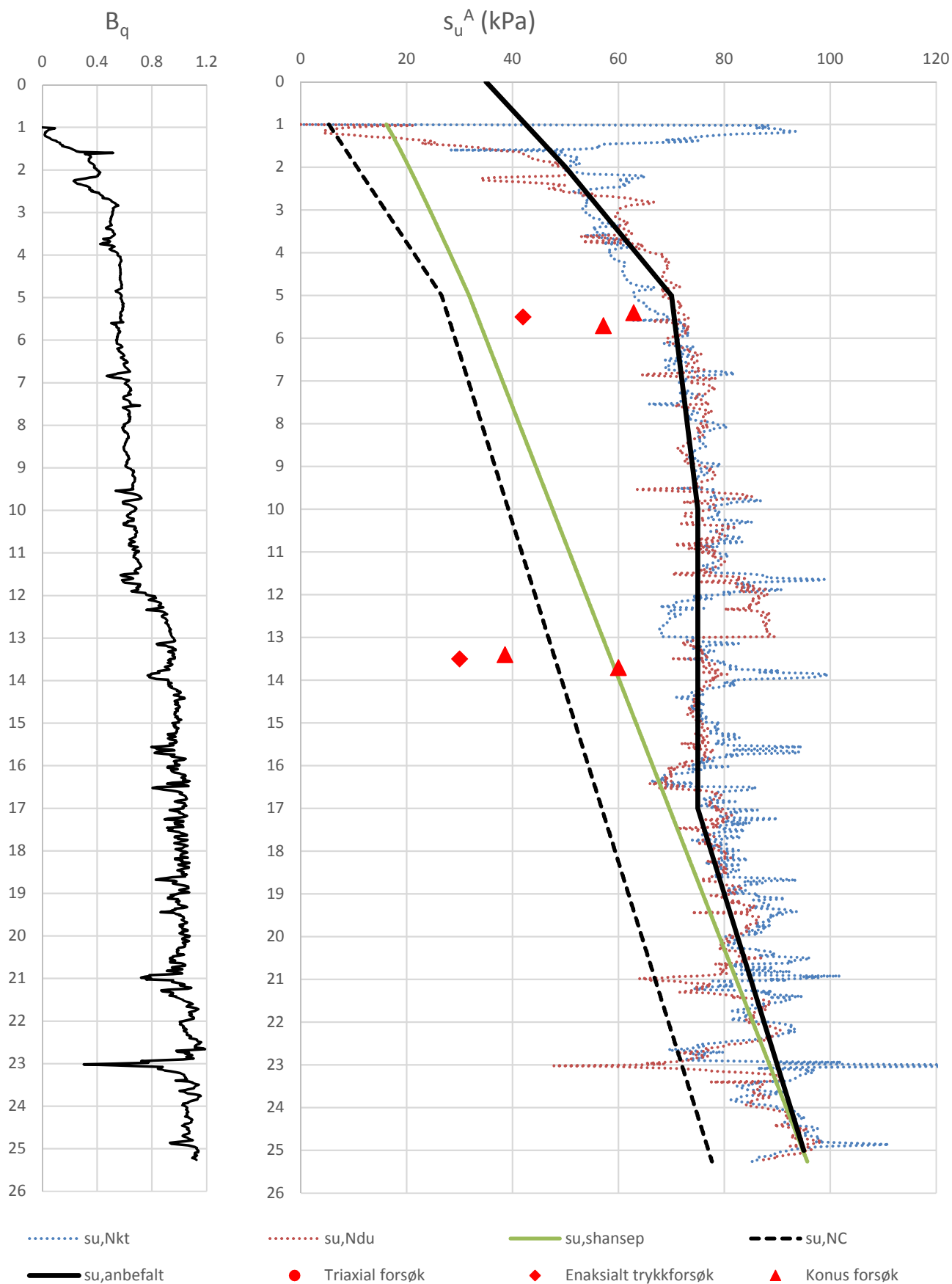
Figurnr.

A3

Dato
2016-06-02

Tegnet av
SHo





Kvikkleiresoner i Akershus, Enebakk kommune

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull 701, boret 10.11.2010

Nuværende terrengkote: 141.5m

Tidligere terrengkote: 146.5m

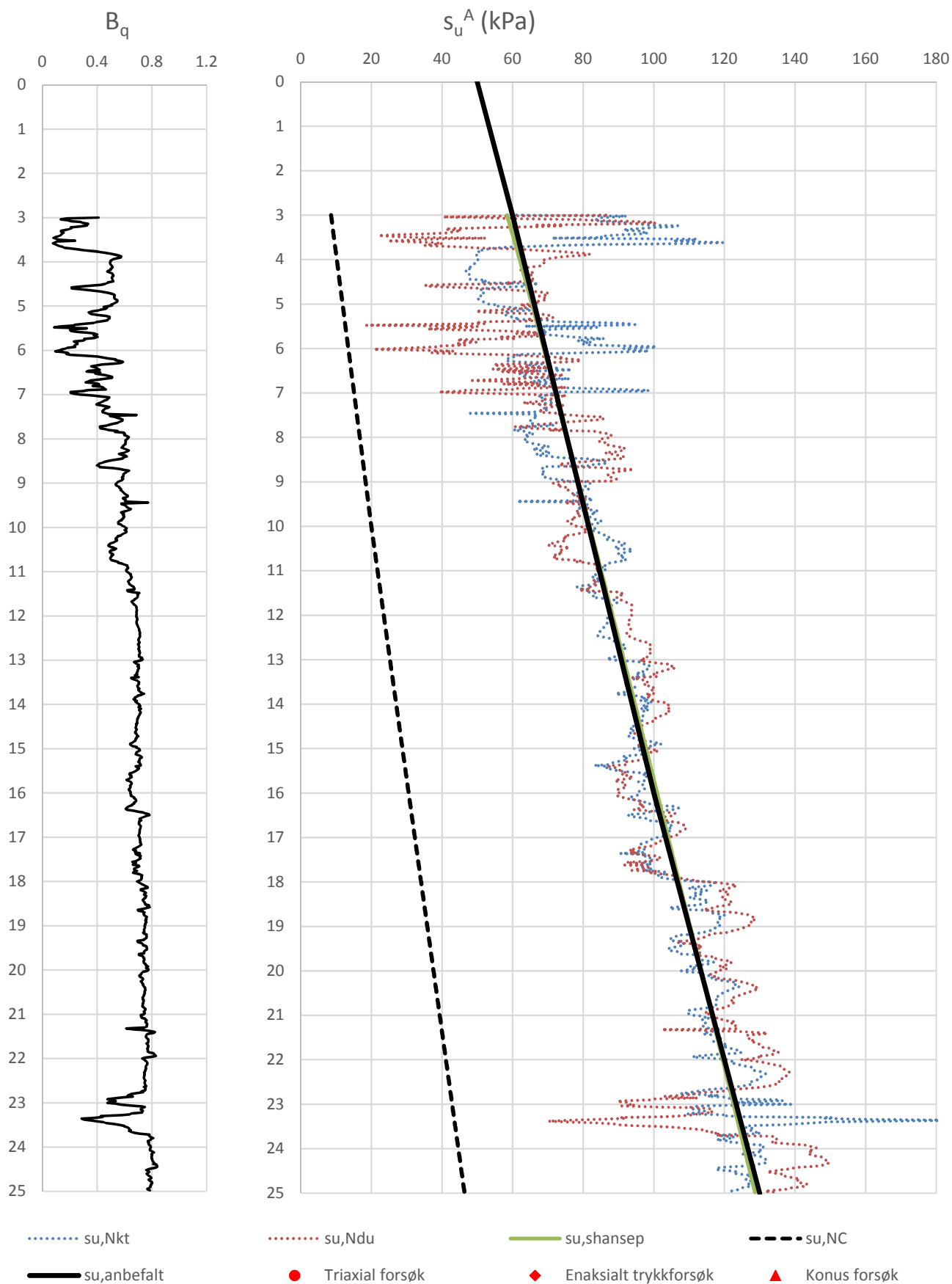
Dokumentnr.
20100119-09-R

Figurnr.
A4

Dato
2016-06-02

Tegnet av
SHo





Kvikkleiresoner i Akershus, Enebakk kommune

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull 703, boret 09.11.2010

Nuværende terrengkote: 119.1m

Tidligere terrengkote: 141.1m

Dokumentnr.
20100119-09-R

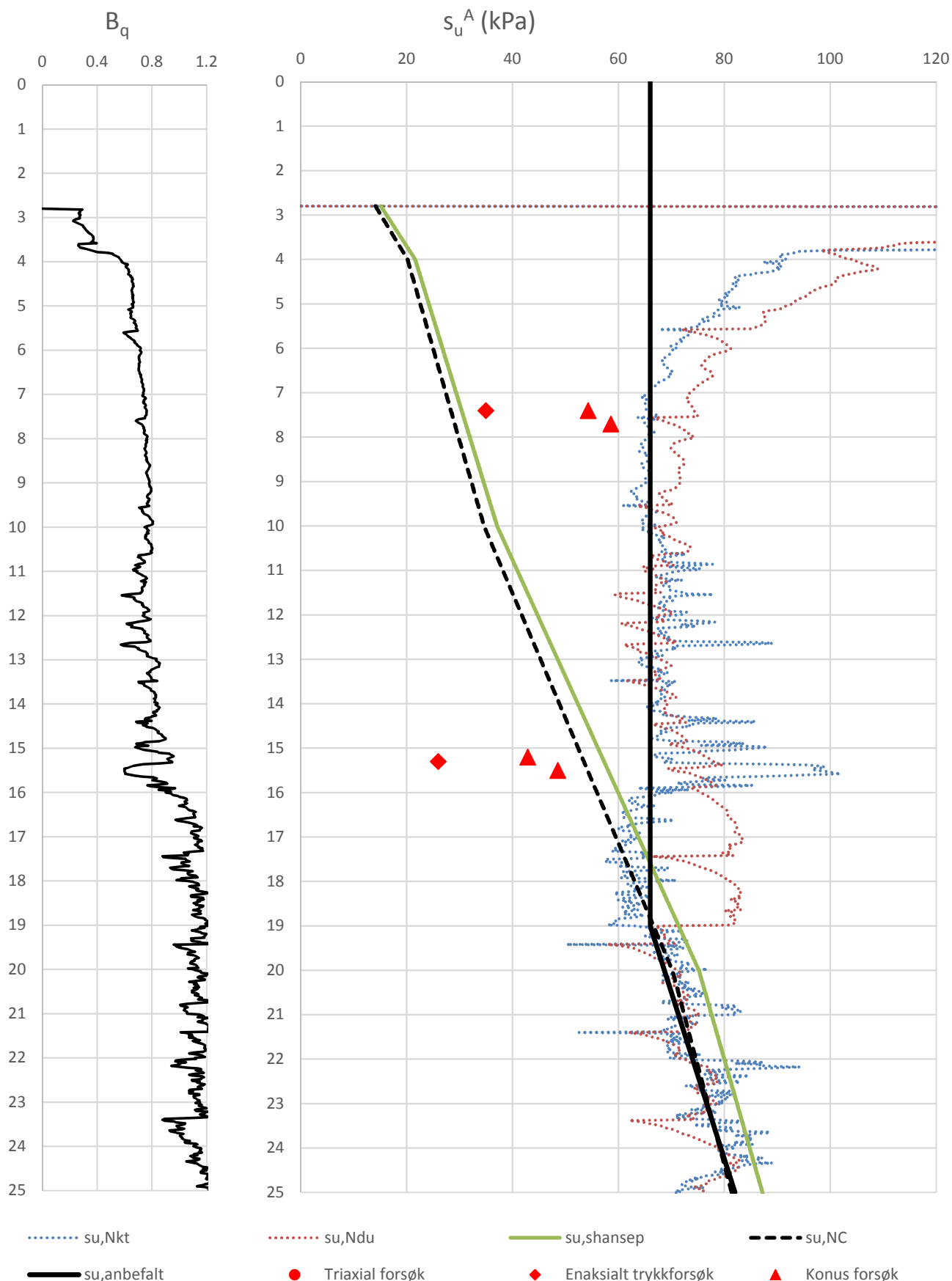
Figurnr.
A5

Dato
2016-06-02

Tegnet av
SHo



P:\2010\01\20100119\Beregninger\CPTU-tolkning\2015-2016\719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli, 734 Nordli, vest\CPTU-tolk2006_901_su plot.xlsx\su plot



Kvikkleiresoner i Akershus, Enebakk kommune

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull 901, boret 02.11.2010

Nuværende terrengkote: 145m

Tidligere terrengkote: 145m

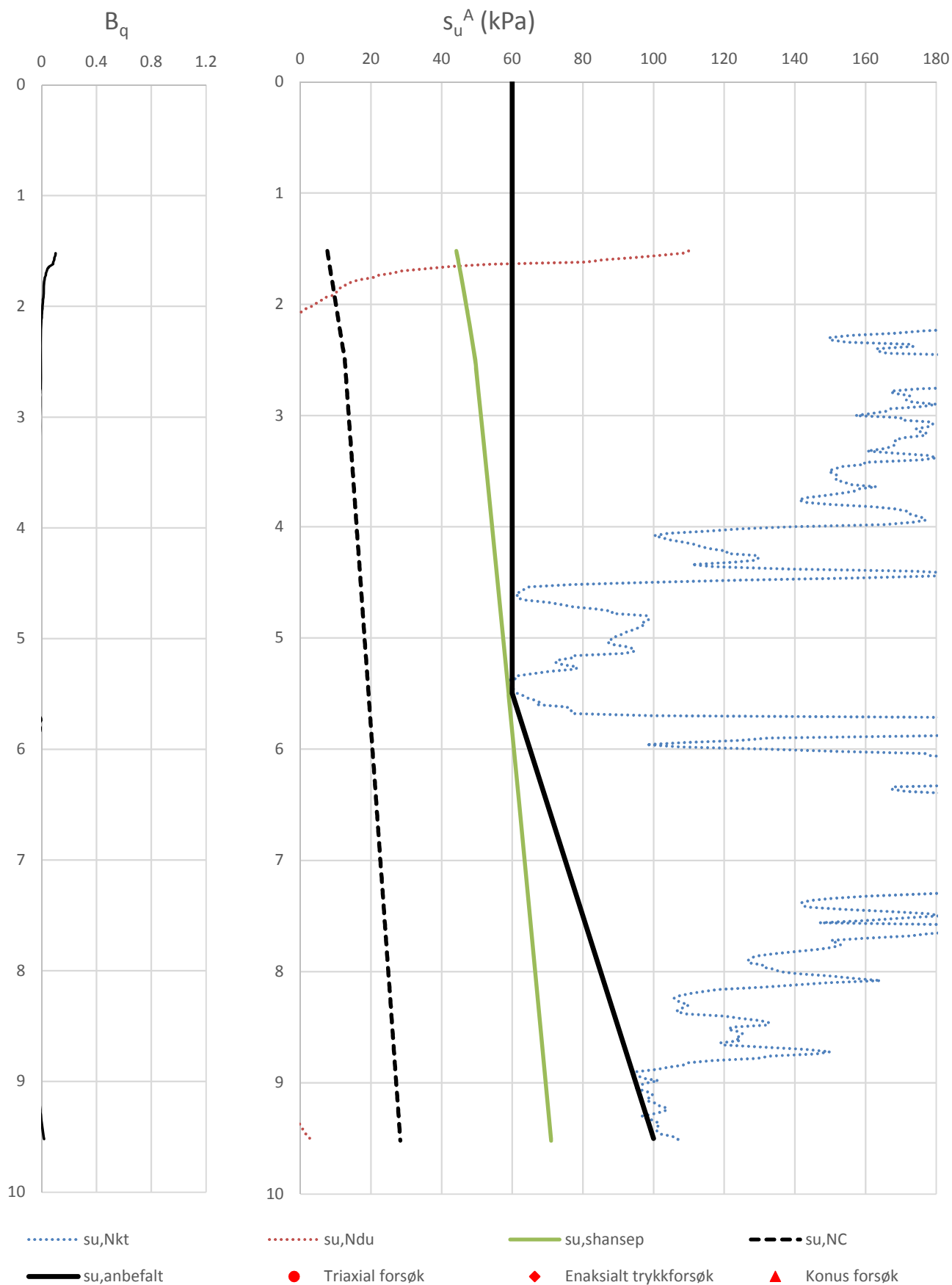
Dokumentnr.
20100119-09-R

Figurnr.
A6

Dato
2016-06-02

Tegnet av
SHo





Kvikkleiresoner i Akershus, Enebakk kommune

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull 902, boret 09.11.2010

Nuværende terrengkote: 129m

Tidligere terrengkote: 146m

Dokumentnr.
20100119-09-R

Figurnr.
A7

Dato
2016-06-02

Tegnet av
SHo



Vedlegg B

STABILITET SONE 719 GRAN

Innhold

B1	Stabilitetsberegninger sone 719 Gran	2
B2	Grunnforhold	2
B3	Sone 719 Gran, profil P1	2
B4	Stabilitetsberegning, sone 719 Gran, profil P2	3
	B4.1 Dagens situasjon, sone 719 Gran, profil P2	3
	B4.2 Stabiliserende tiltak, sone 719 Gran, profil P2	4
B5	Stabilitetsberegning, sone 719 Gran, profil P13	5
	B5.1 Dagens situasjon, sone 719 Gran, profil P13	6
	B5.2 Stabiliserende tiltak, sone 719 Gran, profil P13	6
B6	Sone 719 Gran, profil P14	7
B7	Sone 719 Gran – oppsummering	7
	B7.1 Stabilitetsforhold	7
	B7.2 Stabiliserende tiltak	8
	B7.3 Detaljprosjektering og supplerende boringer	9
B8	Referanser	9

B1 Stabilitetsberegninger sone 719 Gran

Sonen Gran ligger i nærhet av Øyerens vestlige bredd i Enebakk kommune. Den nordlige del av sonen avgrenses av Preståa, som løper ut i Øyeren.

Tegning 011 viser beliggenhet av borpunkter fra ref. /B1/ samt ca. posisjon av boring fra ref. /B2/ (sistnevnte er ikke innmålt, og plasseringen, basert på kart med liten målestokk, er ikke eksakt). Profiler vurdert for stabilitetsberegning er vist (P1-P2 og P13-P14). Det er kun utført stabilitetsberegning for P2 og P13, da kvikkleire ikke er påvist i profil P1 og P14.

Sonen er etter revurdering av faregraden (Vedlegg F) fortsatt klassifisert til faregradklasse "3 - Høy", hvilket tilsier at for tilflytting til sonen skal sikring iht. NVE-veiledningen gjøres ut fra krav til "vesentlig forbedring" (tiltaksklasse K4). For tiltaksklasse K3 (inntil 2 boenheter) er kravet "forbedring". For gjeldende bebyggelse gjelder det ingen spesifikke krav til sikkerhet.

B2 Grunnforhold

Ved grunnundersøkelsene (ref. /B1/ og /B2/) er det boret til inntil 38 m dybde i søndre del av sonen, mens det i den nordre del av sonen er boret til inntil 28 m dybde.

Sensitiv leire antas påtruffet i sonderingene 601 (profil P2), 604 og 2_NGI (profil P13), men ikke i 602 (profil P1) og 603 (profil P1 og P14).

Sondering 601 og tidligere sondering 2_NGI indikerer begge sensitiv leire, fra hhv. ca. 15.5 m og 12 m dybde. I sondering 604 er det indikert sensitiv leire fra ca. 3 m dybde og til stor dybde, men prøveserier i de øvre 20 m viser at det her ikke er sprøbruddmateriale, men det må uansett antas sprøbruddmateriale under 20 m dybde.

Bergoverflaten synes generelt å være nokså flat i sonen, og dermed synes det å være størst løsmassemektighet i den sørlige del av sonen hvor terrengnivået er høyst. Skråningene ned i ravinene som avgrenser den nordlige del av sonen er 25-30 m høy. Høydeforskjellen avtaker videre mot sør i sonen og i den midterste og sørlige del av sonen er skråningshøyden på 15-20 m.

B3 Sone 719 Gran, profil P1

Profilen går ned fra ryggen lengst nord i sonen i nordlig retning. Høydeforskjellen fra bunn til topp i profilet er opp mot 30 m med helning ca. 1:2.4 i den bratteste delen av skråningen.

Dreietrykksondering i borpunkt 602 ca. midt i skråningen er stoppet mot fast grunn i 3 m dybde. CPTU-sondering i samme punkt var ikke vellykket og gir lite tilleggsinformasjon. Det er ikke tydelig indikasjon på sensitive masser, men det er mulig at det eventuelt forekommer i et meget tynt lag. Boring 603 indikerer bløt leire, men ikke spesielt sensitive masser. Da borpunkt 603 ikke gir indikasjon på sensitive masser og indikasjon på sensitive masser i borpunkt 602 ikke er entydig (og uansett evt. bare et meget tynt lag), er det ikke antatt kvikkleire i dette profilet, og det er derfor heller ikke utført stabilitetsberegning. Det antas imidlertid overgang til antatt kvikk/meget sensitiv leire i sørlig retning, og muligens også i ravinen mot vest, da det er indikasjon på sensitive masser i sondering 601.

Det vises til rapportens hoveddel vedrørende krav til sikkerhet for leirskråninger uten påvist kvikkleire.

B4 Stabilitetsberegning, sone 719 Gran, profil P2

Profil P2 går fra ryggen og ned i ravinen mot nordøst. Høydeforskjell fra bunn av ravinen til toppen av ryggen er ca. 20 m med helning ca. 1:2.5.

Basert på dreietrykksonderingen i borpunkt 601 er det antatt sensitiv leire under ca. kote +115 og fjelloverflate på ca. kote +100.

Udrenert skjærfasthet på toppen av ryggen er basert på CPTU-sondering i punkt 604, som indikerte relativt liten overkonsolidering, men en markert styrkeøkning grunt i profilet. Det er antatt tidligere terrengnivå på toppen av plataet i profil 2, ca. på kote +135 og udrenert skjærfasthet i bunnen av ravinen er fra denne informasjonen beregnet ut fra "SHANSEP"-metoden (avsnitt A5.1 i Vedlegg A). Det er antatt hydrostatisk poretrykksfordeling fra bunnen av ravinen. Midt under ryggen, ved boring 601, er antatt poretrykk på 90% av hydrostatisk poretrykksfordeling fra antatt grunnvannsnivå i underkant av tørrskorpa, dvs. kote +128.

B4.1 Dagens situasjon, sone 719 Gran, profil P2

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor $\gamma_m = 0.93$ og $\gamma_m = 1.20$ for mest kritiske glideflate, henholdsvis i skråningen mot øst og skråningen mot vest. Skråningen mot øst er således beregningsmessig labil, basert på tilgjengelige data. Kritisk glideflate i østlig skråning er ca. 85 m lang og 23 m dyp og tilsvarende ca. 90 m lang og 20 m dyp i den vestlige skråning.

Tilsvarende drenert analyse gir materialfaktor $\gamma_m = 1.17$ og $\gamma_m = 2.59$ for mest kritiske glideflate henholdsvis i skråningen mot øst og skråningen mot vest. Kritisk glideflate i østlig skråning er ca. 35 m lang og 6 m dyp og tilsvarende ca. 110 m lang og 25 m dyp i den vestlige skråning.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur B1 for udrenert analyse og av Figur B2 for drenert analyse.

Tabell B1 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på både udrenert og drenert stabilitetsanalyse må det gjøres tiltak (for evt. ny bebyggelse i tiltaks-klasse K3 og K4), og tabellen angir nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå ”forbedring/vesentlig forbedring” for kritisk glidesirkel iht. kravet i ref. /B3/.

Tabell B1 Stabilitetsberegninger, 719 Gran, profil P2. Materialfaktor for dagens situasjon og krav til forbedring.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert analyse		
		Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	
P2_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate i østlige skråning	0.93	1.02 / 1.07	1.17	1.24 / 1.27	B1 / B2
P2_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate i vestlige skråning	1.20	1.26 / 1.29	1.73	1.40	B1 / B2

*) Krav i hht. ref. /B3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

Det bemerkes at befaring i sonen, utført i september 2016 (Vedlegg H) har dokumentert at det er utført betydelig oppfylling i øverste del av ravinene, sør for profil P2, og denne oppfyllingen anses ugunstig for stabilitetsforholdene. Direkte betydning for profil P2 har oppfyllingen ikke.

B4.2 Stabiliserende tiltak, sone 719 Gran, profil P2

Den beregningsmessige stabilitet er dårlig fra toppen av ryggen og ned mot ravinene både mot nordøst og sørvest. Ravinene er bevokst med skog, men da Ignaveien går nær toppen av skråningen, er det vurdert tiltak i form av motfylling i ravinene ved skråningsfoten.

Beregningsresultater, herunder kritisk glideflate og materialfaktor etter stabiliserende tiltak, er oppsummert i Tabell B2 og vist i Figur B3a/B3b for udrenert analyse og Figur B4a/B4b for drenert analyse.

Tabell B2 Stabilitetsberegninger, 719 Gran, profil P2. Materialfaktor etter stabiliserende tiltak.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert		
		Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	
P2_1	Tiltak – kritisk skjærflate i østlige skråning	1.02 / 1.07	1.03 / 1.07	1.24 / 1.27	1.49 / 1.61	B3a/B3b B4a/B4b
P2_1	Tiltak – kritisk skjærflate i vestlige skråning	1.26 / 1.29	1.26 / 1.29	1.40	2.01 / 2.14	B3a/B3b B4a/B4b

*) Krav i hht. ref. /B3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

**) Kritisk skjærsirkel med tiltak ikke identisk med dagens situasjon.

Det er foretatt en optimalisering av omfanget av tiltak iht. kravene via beregning for flere konfigurasjoner av stabiliserende tiltak (ikke vist). Nødvendig stabilitetsforbedring for profil P2 oppnås i den vestlige skråning ved 1.5-2.5 m motfylling med lengde av motfyllingen på ca. 15-20 m og i den østlige skråning ved 2-3 m motfylling med lengde på ca. 25 m. De skisserte tiltakene i den vestlige og østlige skråningen har tverrsnittsareal på henholdsvis ca. 15/25 m² og 35/55 m².

B5 Stabilitetsberegning, sone 719 Gran, profil P13

Profil P13 går fra platået sør i sonen og ned i ravinen mot sør (nord for Ulveplassen). Høydeforskjell fra bunn av ravinen til toppen av ryggen er 15-16 m med helning ca. 1:2.3 i den nedre del av skråningen.

Basert på dreietrykksondering 2_NGI fra tidligere kvikkleirekartlegging (ref. /B2/) er det antatt sensitiv leire under ca. kote +132 og fjelloverflate på ca. kote +106.

Udrenert skjærfasthet oppe på platået fram til skråningskanten er basert på CPTU-sondering i punkt 604. I skråningen og nede ravinen er det beregnet skjærfasthet ut fra SHANSEP-metoden (avsnitt A5.1 i Vedlegg A) basert på antatt overkonsolideringsnivå på ca. kote +146, dvs. 18 m over bunn av ravinen. Poretrykk er målt i punkt 604 ca. 200 m lenger nord for profilet. Det er valgt å bruke en poretrykksfordeling på 90% av hydrostatisk poretrykksfordeling, med utgangspunkt i grunnvannstand i underkant av antatt tørrskorpelag (3 m på platået, ingen tørrskorpe i bunnen av ravinen). Under bunn av ravinen er det antatt hydrostatisk poretrykksfordeling.

B5.1 Dagens situasjon, sone 719 Gran, profil P13

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor $\gamma_m = 1.06$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 55 m lang og 14 m dyp.

Tilsvarende drenert analyse gir materialfaktor $\gamma_m = 1.20$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 40 m lang og 7 m dyp.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur B5 for udrenert analyse og av Figur B6 for drenert analyse.

Tabell B3 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på både udrenert og drenert stabilitetsanalyse må det gjøres tiltak (for evt. ny bebyggelse i tiltaks-klasse K3 og K4), og tabellen angir nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå ”forbedring/vesentlig forbedring” for kritisk glidesirkel iht. kravet i ref. /B3/.

Tabell B3 Stabilitetsberegninger, 719 Gran, profil P13. Materialfaktor for dagens situasjon og krav til forbedring.

Beregn.nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert analyse		
		Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	
P13_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate	1.06	1.15 / 1.20	1.20	1.26 / 1.29	B5 / B6

*) Krav i hht. ref. /B3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

B5.2 Stabiliserende tiltak, sone 719 Gran, profil P13

Den beregningsmessige stabilitet av skråningen i dette profilet er dårlig. Skråningen går ned i en ravine som er bevokst med skog, mens det på toppen av skråningen er landbruksareal. Det er vurdert tiltak i form av motfylling i bunn av ravinen, da dette også vil øke stabiliteten av skråningen opp fra ravinen mot sør, hvor det er bebyggelse på toppen. Denne skråningen, samt bebyggelsen, ligger imidlertid utenfor kvikkleiresonen, men det er likevel antatt formålstjenstlig å forbedre stabiliteten. Forholdene ved bebyggelsen er ikke kartlagt.

Beregningsresultater, herunder kritisk glideflate og materialfaktor, etter stabiliserende tiltak er oppsummert i Tabell B4 og vist i Figur B7a/B7b for udrenert analyse og Figur B8a/B8b for drenert analyse.

Tabell B4 Stabilitetsberegninger, 719 Gran, profil P13. Materialfaktor etter stabiliserende tiltak.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert		
		Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	
P13_1	Tiltak – kritisk skjærflate	1.15 / 1.20	1.15 / 1.21	1.26 / 1.29	1.42 / 1.45	B7a/B7b B8a/B8b

*) Krav i hht. ref. /B3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

**) Kritisk skjærsirkel med tiltak ikke identisk med dagens situasjon.

Det er foretatt en optimalisering av omfanget av tiltak via beregning av flere konfigurasjoner. Nødvendig stabilitetsforbedring for profil P13 oppnås ved 2.5-3 m motfylling med lengde av motfyllingen på ca. 20-25 m. Det skisserte tiltaket har et tverrsnittsareal på ca. 25/35 m².

B6 Sone 719 Gran, profil P14

Profilen går fra ryggen nord i sonen og ned i ravinen mot vest. Høydeforskjell fra bunn av ravinen til toppen av ryggen er ca. 25 m med helning ca. 1:2.3

Profilen går gjennom borpunkt 603, hvor det ble utført dreietrykksondering som viser gradvis økende motstand. Det er derfor ikke antatt sensitiv leire i profilet. Berg er antatt på ca. kote +112 på toppen av ravinen, og på kote +108 i ravinebunn.

Fordi det ikke er antatt kvikkleire i dette profilet, er det heller ikke utført stabilitetsberegning. Det antas imidlertid overgang til antatt kvikk/meget sensitiv leire i sørøstlig retning, da det er indikasjon på sensitive masser i sondering 601.

Det vises til rapportens hoveddel vedrørende krav til sikkerhet for leirskråninger uten påvist kvikkleire.

B7 Sone 719 Gran – oppsummering

B7.1 Stabilitetsforhold

Det er betraktet fire profiler innen sone 719 Gran i forbindelse med vurderingen av stabiliteten:

- For profil P1 og profil P14 er det ikke antatt kvikkleire og det er derfor heller ikke utført stabilitetsberegninger for disse profilene.

- For profil P2 er det beregningsmessig dårlig stabilitet, spesielt på den nord-østlige skråningen er stabiliteten beregningsmessig kritisk da lavest beregnet materialfaktor for dagens situasjon er 0.93 for udrenert analyse. For den sør-vestlige skråningen er stabiliteten beregningsmessig moderat lav med lavest beregnet materialfaktor for dagens situasjon på 1.20 for udrenert analyse.
- For profil P13 er det beregningsmessig lav stabilitet med lavest beregnet materialfaktor for dagens situasjon på 1.06 for udrenert analyse.

B7.2 Stabiliserende tiltak

Sikring for tilflytting til sonen

Det er beregnet nødvendige stabiliserende tiltak ved evt. tilflytting til sonen forutsatt at kravene i NVEs kvikkleireveiledning, ref. /B3/, legges til grunn for sikring. Ved større utbyggingsprosjekter innenfor sonen, vil det normalt være opp til utbygger, eventuelt i samarbeid med kommunen, å utføre sikringstiltak som tilfredsstiller kravene. Utstrekning av stabiliserende tiltak med denne forutsetningen er skissert på Tegning 111.

Stabiliserende tiltak omfatter erosjonssikring samt motfylling i to mindre raviner i den nordlige del av sonen og motfylling i ravinen langsetter den sørlige avgrensningen av sonen. For motfyllingene i den nordlige del av sonen er det skisserte arealet 3150 m² på den vestlige siden av Ignaveien og 3250 m² på den østlige side av Ignaveien. For motfyllingen i sør er det skisserte arealet 5200 m². Det er skissert erosjonssikring i de områdene hvor det ved befaring er observert erosjon, og hvor det anses nødvendig å sikre mot ytterligere erosjon. Skissert erosjonssikring langsetter den østlige avgrensningen av sonen har en utstrekning på ca. 350 m, mens skissert erosjonssikring langsetter den sørlige avgrensningen har en utstrekning på ca. 290 m. Erosjonssikring har i seg selv kun marginal beregningsmessig betydning for stabiliteten, men vil forhindre gradvis forverring av stabilitetsforholdene.

Generelt innebærer kravene i ref. /B3/ relativt omfattende tiltak, og vil medføre relativt store sikringskostnader. Motfyllingene kan imidlertid delvis etableres ved bruk av tørr-skorpeleire fra avlastning innen sone 723 Nordli og sone 724 Årsrud.

Sikring for nåværende situasjon

For nåværende situasjon og sikring av eksisterende bebyggelse anses det ikke nødvendig å utføre tiltak med så stort omfang som beskrevet over. Profil P13 har beregningsmessig dårlig stabilitet for dagens forhold, og noe stabilitetsforbedrende sikring anbefales derfor. Begrensede stabilitetsforbedrende tiltak, eksempelvis 1-2 m oppfylling i bunnen av ravinene, vil være gunstig og redusere sannsynligheten for naturlig utløste skred for dyperegående glidninger ned i kvikkleire. Samtidig vil slike tiltak (dersom de utføres riktig) redusere potensialet for eventuell fremtidig erosjon langs bekkeleier/bunnen av

raviner. Det bør uansett foretas erosjonssikring av ravinen ved den sørlige avgrensningen av sonen, av ravinen i nordøst hvor det ble observert noe erosjon ved befaring (Vedlegg H), samt av ravine i nordvest. Også her er beregnet stabilitet dårlig, men datagrunnlaget begrenser seg til en enkelt dreietrykksøndering.

B7.3 Detaljprosjektering og supplerende boringer

Ut fra stabilitetsberegningene, som gir lave/kritiske verdier for glideflater ned i kvikkleire, synes det å være behov for noe stabiliserende tiltak i sonen. Dersom "full sikring" for eventuell utbygging som åpner for tilflytting til sonen iht. ref. /B3/ blir aktuelt, må det gjøres større tiltak, som generelt må detaljprosjekteres (ref. /B4/ og /B5/). Slik detaljprosjektering antas å medføre behov for enkelte supplerende undersøkelser, særlig i foten av skråningene/nede i ravinene, hvor det har vært vanskelig å komme til med grunnboringsrigg som ledd i den geotekniske soneutredningen.

Ved begrensede/mindre sikringstiltak, som anbefalt 1-2 m oppfylling i bunn av ravinene, anses det ikke å være behov for supplerende boringer.

B8 Referanser

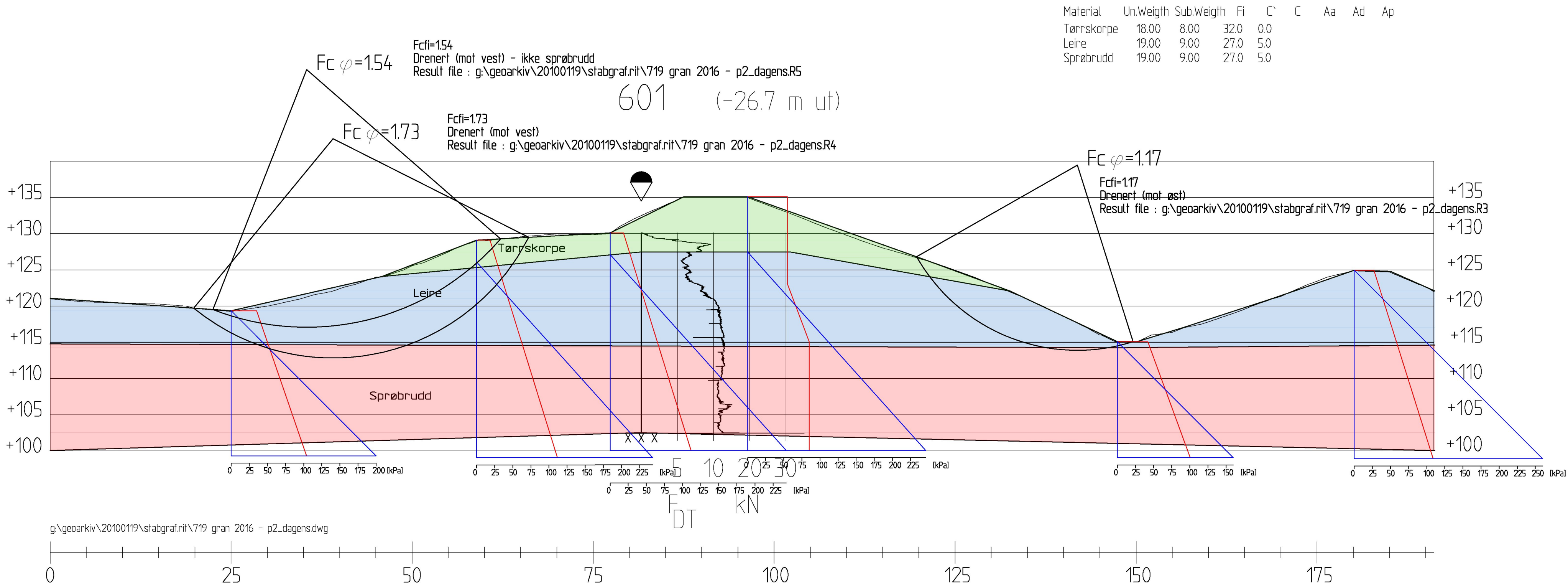
- /B1/ Norconsult Fältgeoteknik AB (2011): Kvikkleiresoner Sørums, Fet, Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Rapport Geoteknik, RGeo, Fält- och laboratorieresultat. Oppdragsnr. 211 03 40, rapport datert 11. mai 2011.
- /B2/ NGI (1995): Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartbladet Fet, M = 1:50.000. Rapport nr. 900010-2, 10. november 1995.
- /B3/ NVE (2014): Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /B4/ Direktoratet for byggkvalitet (2013). Veiledning til forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 10). Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger. Publikasjonsnummer: HO-2/2011.
- /B5/ Standard Norge AS (2004). Norsk Standard NS-EN 1997-1:2004+ NA:2008. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler.



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	32.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Sprøbrudd	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.65	0.35

Fc=0.93
 Udrenert (mot øst)
 Result file : g:\geocarkiv\20100119\stabgraf.rit\719 gran 2016 - p2_dagens.R1

[illegible]



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

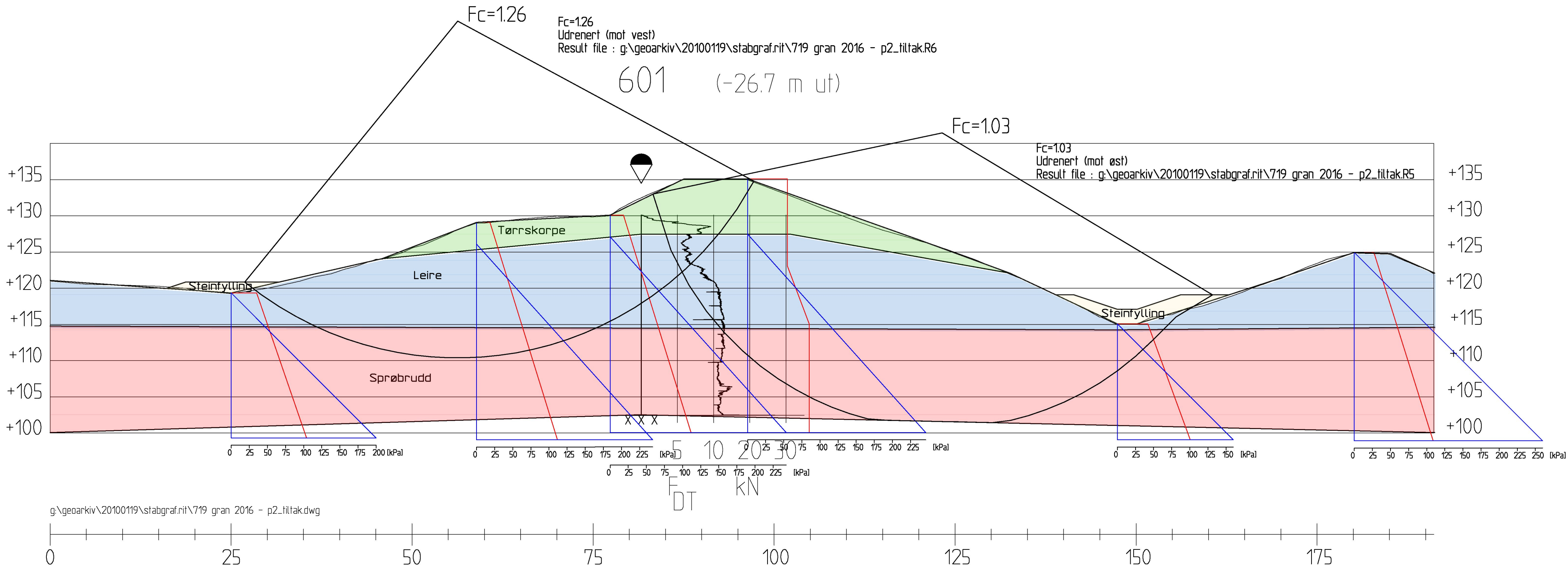
-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status			
		Original format			
		A-3.1			
		Tegningens filnavn			
		G:\geogarkiv\20100119-09-RVP2 – Dagens			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P2 i sone 719 Gran Dagens situasjon, drenert analyse		Målestokk	1400		
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		30.06.2016	SHo	HHe	HHe
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.:	Tegningsnr.:	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20100119	B02	0	
www.ngi.no					

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	12.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	18.00	8.00	32.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Sprøbrudd	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.65	0.35



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

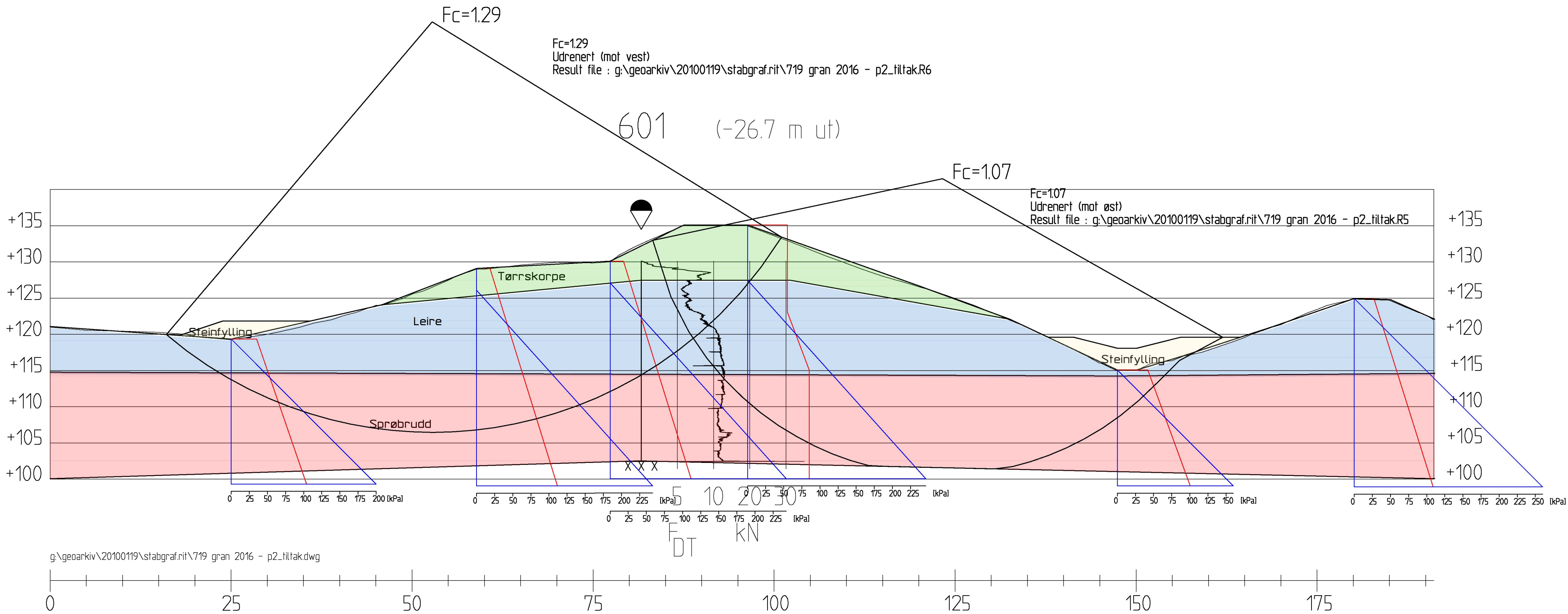
-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørumsund), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20100119-09-RVP2 - Tiltak			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P2 i sone 719 Gran Situasjon etter tiltak, udrenert analyse		Målestokk 1:400	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 04.08.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. B03a	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
				Rev.	0

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	12.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	18.00	8.00	32.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Sprøbrudd	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.65	0.35



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

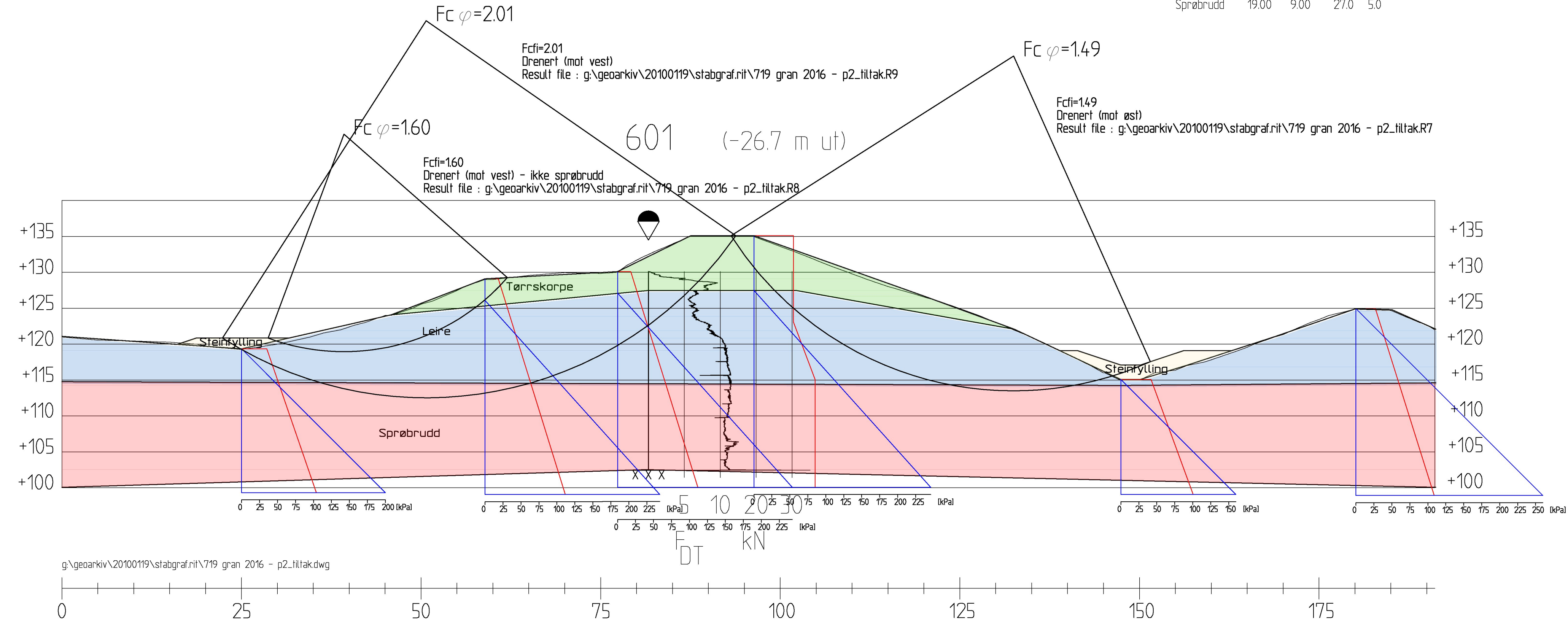
-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20100119-09-RVP2 - Tiltak			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P2 i sone 719 Gran Situasjon etter tiltak, udrenert analyse		Målestokk 1:400	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 04.08.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. B03b	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
				Rev.	0

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	12.00	42.0	0.0				
Tørnskorpe	18.00	8.00	32.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	27.0	5.0				
Sprøbrudd	19.00	9.00	27.0	5.0				



g:\geoarkiv\20100119\stabgraf.rit\719 gran 2016 - p2_tiltak.dwg

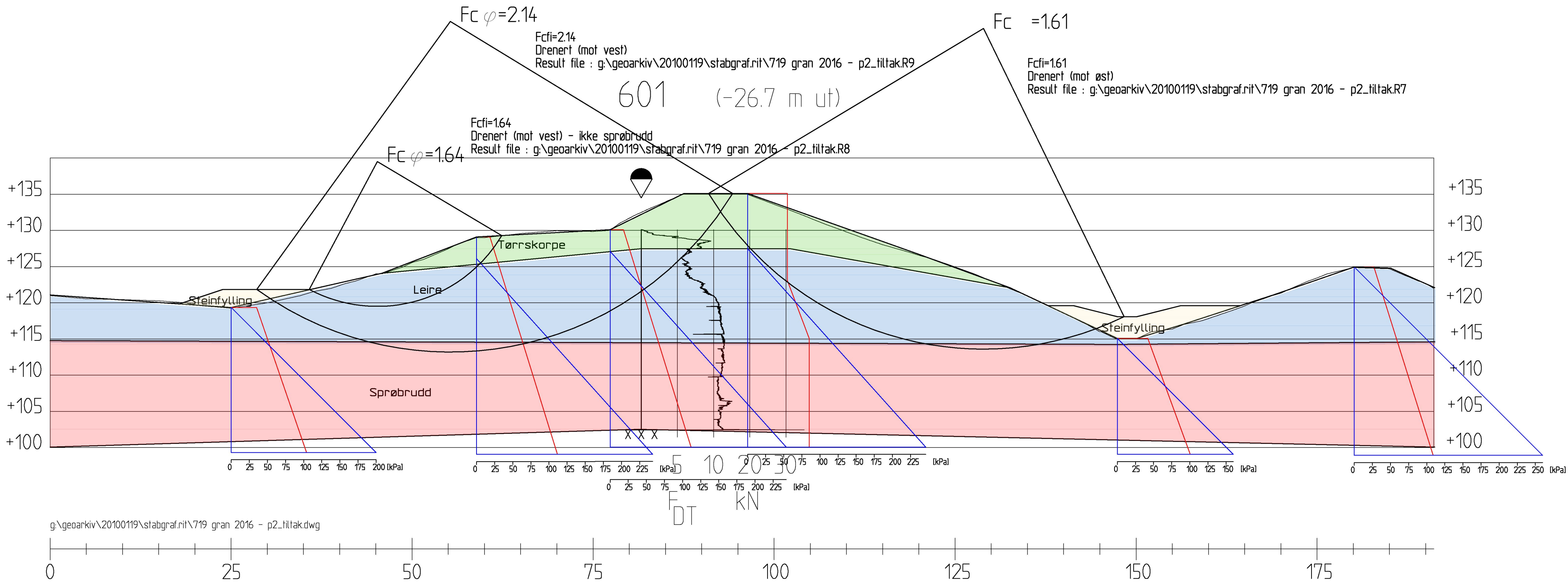
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner	Status — Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geotarkiv\20100119-09-R\P2 - Tiltak	Målestokk 1400			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P2 i sone 719 Gran Situasjon etter tiltak, drenert analyse	Dato 04.08.2016	Konstr./Tegnet SHø	Kontrollert HHe	Godkjent HHe	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Oppdragsnr. 20100119	Tegningsnr. B04 a	Rev.	0	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	12.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	18.00	8.00	32.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	27.0	5.0				
Sprøbrudd	19.00	9.00	27.0	5.0				



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørumsund), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20100119-09-RVP2 - Tiltak			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P2 i sone 719 Gran Situasjon etter tiltak, drenert analyse		Målestokk 1:400	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 04.08.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. B04b	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
				Rev.	0

Result file : g:\geotarkiv\20100119\stabgraf.rtf\719 gran 2016 - p13_dagens.R1



HENVISNINGER:

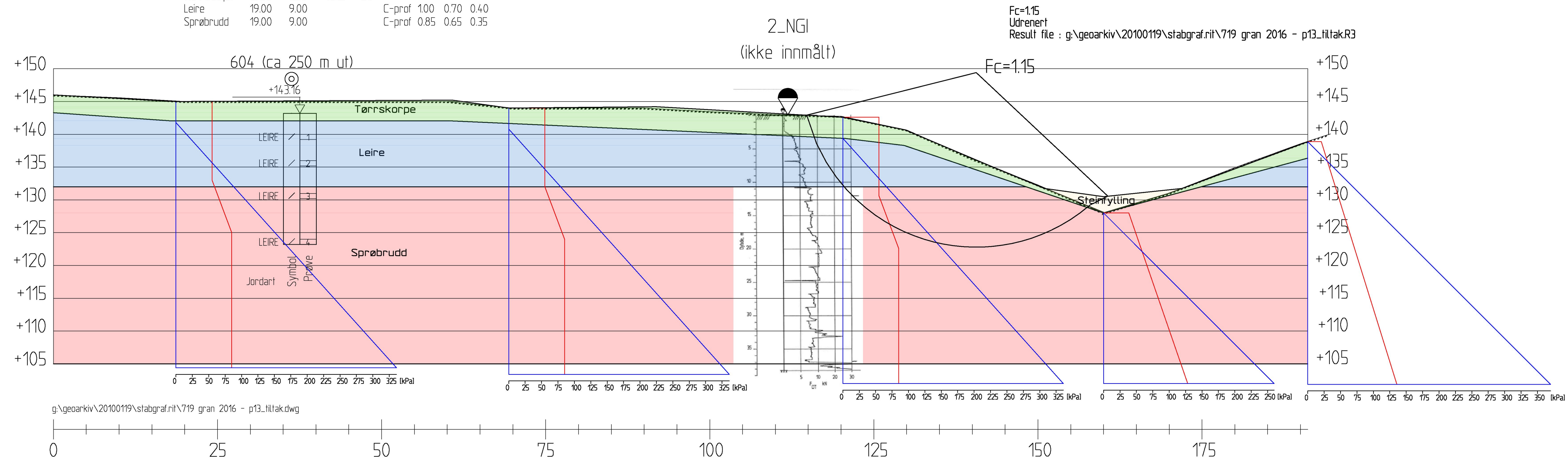
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.					
NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner						Status – Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geotarkiv\20100119-09-R\P13 – Dagens Målestokk: 1400				
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P13 i sone 719 Gran Dagens situasjon, udrenert analyse										
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 33 04 48 www.ngi.no		Dato 30.06.2016 Oppdragsnr.: 20100119	Konstr./Tegner! SJO	Kontrollert HHe	Godkjent! HHe	Rev. 0				
		20100119	B05							

Fcfi=1.20
Drenent
Result file : g:\geocarkiv\20100119\stabgraf.rtf\719 gran 2016 - p13_dagens.R2



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.				
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner	Status - Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geogearkiv\20100119-09-R\P13 - Dagens Målestokk								
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P13 i sone 719 Gran Dagens situasjon, drenert analyse	1400								
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 30.06.2016	Konstr./Tegner SHO	Kontrollert HHe	Goddjent HHe					
	Oppdragsnr. 20100119	Tegningsnr. B06		Rev. 0					

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	12.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	18.00	8.00	32.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Sprøbrudd	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.65	0.35



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20100119-09-RVP13 - Tiltak			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P13 i sone 719 Gran Situasjon etter tiltak, udrenert analyse		Målestokk 1:400	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 04.08.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. B07a	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
				Rev.	0

Fc=1.21
Udrenert
Result file : g:\geoparkiv\20100119\stabgraf.rit\719 gran 2016 - p13_tiltak.R3



HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner	Status – Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geotarkiv\20100119-09-R\P13 – Tilfak			
	Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P13 i sone 719 Gran Situasjon etter tilfak, udrenert analyse	Målestokk 1400			
	NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 04.08.2016 Oppdragsnr.: 20100119	Konstr./Tegnet SHO Tegningsnr.: B07b	Kontrollert HHe	Godkjent HHe Rev. 0

Fcfi=142
Drenert
Result file : g:\geocarkiv\20100119\stabgraf.tif\719 gran 2016 - p13_tiltak.R4



HENVISNINGER:

[illegible]

Fcfi=1.45
Drenert
Result file : g:\geoarkiv\20100119\stabgraf.rtf\719 gran 2016 - p13_tiltak.R4



HENVISNINGER:

[illegible]

Vedlegg C

STABILITET SONE 724 ÅRSRUD

Innhold

C1	Stabilitetsberegninger sone 724 Årsrud	2
C2	Grunnforhold	2
C3	Stabilitetsberegning, sone 724 Årsrud, profil P6	2
C3.1	Dagens situasjon, sone 724 Årsrud, profil P6	3
C4	Stabilitetsberegning, sone 724 Årsrud, profil P7	3
C4.1	Dagens situasjon, sone 724 Årsrud, profil P7	4
C4.2	Stabiliserende tiltak, sone 724 Årsrud, profil P7	5
C5	Stabilitetsberegning, sone 724 Årsrud, profil P8	6
C5.1	Dagens situasjon, sone 724 Årsrud, profil P8	6
C5.2	Stabiliserende tiltak, sone 724 Årsrud, profil P8	7
C6	Stabilitetsberegning, sone 724 Årsrud, profil P9	7
C6.1	Dagens situasjon, sone 724 Årsrud, profil P9	8
C6.2	Stabiliserende tiltak, sone 724 Årsrud, profil P9	9
C7	Sone 724 Årsrud – oppsummering	10
C7.1	Stabilitetsforhold	10
C7.2	Stabiliserende tiltak	10
C7.3	Detaljprosjektering og supplerende boringer	11
C8	Referanser	11

C1 Stabilitetsberegninger sone 724 Årsrud

Sonen 724 Årsrud ligger vest for Øyeren i Enebakk kommune. Sonen er avgrenset av en ravine med bekkeløp i vest og noenlunde av Årsrudveien mot øst.

Tegning 012 viser beliggenhet av borpunkter fra ref. /C1/ samt ca. posisjon av boring fra ref. /C2/ (sistnevnte er ikke innmålt, og plasseringen, basert på kart med liten målestokk, er ikke eksakt). Profiler for stabilitetsberegning er vist (P6-P9).

Sonen er etter revurdering av faregraden (Vedlegg F) fortsatt klassifisert til faregrad-klasse "3 - Høy", hvilket tilsier at for tilflytting til sonen skal sikring iht. NVE-veiledningen gjøres ut fra krav til "vesentlig forbedring" (tiltaksklasse K4). For tiltaks-klasse K3 (inntil 2 boenheter) er kravet "forbedring". For gjeldende bebyggelse gjelder det ingen spesifikke krav til sikkerhet.

C2 Grunnforhold

Ved grunnundersøkelsene (ref. /C1/ og /C2/) er det boret til inntil 41 m dybde i den nordlige og midterste del av sonen.

Sensitiv leire antas påtruffet i sonderingene 802 (profil P6), 805 (profil P6), 807 (Profil P8 og P9) og 39_NGI (profil P7 og P9). Sondering 801 (profil P7 og profil P9) indikerer også sensitiv leire fra ca. 12.5 m dybde og dette har blitt bekreftet ved prøveserie i dette borpunktet. Sondering 802, 805, 807 og tidligere sondering 39_NGI indikerer sensitiv leire fra hhv. ca. 18 m, 3.5 m, 9.5 m og 12 m dybde.

Bergoverflaten synes generelt å stige sørover i sonen, med størst stigning i den østlige del av sonen. Økende mektighet av sensitiv leire vest i sonen er sammenfallende med at berget synker ned mot ravinen vest for sonen. Høydeforskjellen innenfor sonen er mer enn 35 m fra den nordvestlige del til den øst-sørøstlige del, mens de bratte skråningene ned i ravinen i den vestlige del av sonen er opp mot ca. 25 m høye, og høyest lengst mot nord.

C3 Stabilitetsberegning, sone 724 Årsrud, profil P6

Profil P6 går i nordvestlig retning langsetter sonen, og ned i ravinen ved nordre sone-avgrensning. Høydeforskjell fra bunn av ravinen og opp til borpunkt 806 og 803 er ca. 35 m med gjennomsnittlig helning ca. 1:11, dog med helning ca. 1:3.6 i den nedre del av skråningen.

Basert på sondering 802 er det antatt sensitiv leire fra 18 m til 31.5 m dybde i midten av skråningen. Tykkelsen av det sensitive leirlaget synes å kile ut (avta i tykkelse) mot ravinen, hvor det er antatt sensitiv leire med lagtykkelse på 3.5 m basert på sondering 805. Tykkelsen av laget antas også å avta mot toppen av skråningen mot sondering 806 og 803, hvor det ikke er indikasjon på sensitiv leire, og hvor det er relativt grunn til antatt berg.

Udrenert skjærfasthet for overkonsolidert leire er beregnet ut fra SHANSEP-metoden (avsnitt A5.1 i Vedlegg A) basert på antakelse om 25 m tidligere overlaging i ravinen avtakende til 2 m tidligere overlaging ved borpunkt 806, basert på tolkningen av CPTU-sonderingen i borpunkt 801, hvor sonderingen indikerer enoelunde normalkonsoliderte forhold. Det er antatt hydrostatisk poretrykksfordeling med grunnvannsnivå i underkant av tørrskorpa.

C3.1 Dagens situasjon, sone 724 Årsrud, profil P6

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over gir materialfaktor $\gamma_m = 1.60$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 155 m lang og 22 m dyp.

Drenert analyse for samme profil gir materialfaktor $\gamma_m = 1.51$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 30 m lang og 4 m dyp.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur C1 for udrenert analyse og av Figur C2 for drenert analyse.

Tabell C1 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på både den udrenerte og drenerte stabilitetsanalyse er det beregningsmessig tilfredsstillende sikkerhet i dagens situasjon.

Tabell C1 Stabilitetsberegninger, 724 Årsrud, profil P6. Materialfaktor for dagens situasjon.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m		Figur
		Udrenert analyse	Drenert analyse	
P6_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate	1.60	1.51	C1 / C2

C4 Stabilitetsberegning, sone 724 Årsrud, profil P7

Profil P7 går fra bunnen av ravinen nedenfor borpunkt 801 og opp på platået øst for borpunktet. Høydeforskjell fra bunn av ravinen til toppen av ryggen er ca. 20 m med helning 1:3.2.

Basert på sondering og prøveserier i borpunkt 801 og sondering 39_NGI fra tidligere kartlegging (ref. /C2/) er det antatt sensitiv leire under ca. kote +145 og bergoverflate på ca. kote +123 på toppen av ryggen. Overkant av sensitiv leire og bergoverflaten antas å falle mot ravinen, og i bunn er ravinen er det antatt sensitiv leire fra terreng.

Udrenert skjærfasthet på toppen av skråningen/platået er basert på CPTU-sondering i borpunkt 801 som indikerte normalkonsolidering i dybden, men en markert styrkeøkning grunt i profilet (sammenliknet med normalkonsolidert styrkeprofil). I skråningen og nede i ravinen er det beregnet skjærfasthet ut fra SHANSEP-metoden (avsnitt A5.1 i Vedlegg A) basert på antatt overkonsolideringsnivå på ca. kote +156, dvs. 20 m over bunnen av ravinen, basert på tolkning av CPTU-sonderingen i borpunkt 801. Det er antatt hydrostatisk poretrykksfordeling fra bunn av ravinen. På toppen av ryggen er det foretatt poretrykksmåling i borpunkt 801 og basert på målingene er det antatt grunnvannsnivå nær underkant av tørrskorpelaget med hydrostatisk poretrykksfordeling til 10 m dybde, og derunder videre poretrykksøkning tilsvarende 85% av hydrostatisk trykfordeling.

C4.1 Dagens situasjon, sone 724 Årsrud, profil P7

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor $\gamma_m = 0.86$ for mest kritiske glideflate. Den anvendte udrenerte styrke basert på ovenstående antakelser har derfor i beregningene blitt økt med 15 %, siden skråningen står i dagens situasjon. Udrenert stabilitetsanalyse for dagens situasjon med denne forutsetningen, gir materialfaktor $\gamma_m = 0.99$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 105 m lang og 21 m dyp.

Drenert analyse med forutsetningene over gir materialfaktor $\gamma_m = 1.23$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 85 m lang og 12 m dyp.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur C3 for udrenert analyse og av Figur C4 for drenert analyse.

Tabell C2 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på både udrenert og drenert stabilitetsanalyse må det gjøres tiltak (for evt. ny bebyggelse i tiltaks-klasse K3 og K4), og tabellen angir nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå ”forbedring/vesentlig forbedring” for kritisk glidesirkel iht. kravet i ref. /C3/.

Tabell C2 Stabilitetsberegninger, 724 Årsrud, profil P7. Materialfaktor for dagens situasjon og krav til forbedring.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert analyse		
		Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	
P7_0	Dagens situasjon – kritisk skiærflate	0.99	1.09 / 1.14	1.23	1.28 / 1.31	C3 / C4

*) Krav i hht. ref. /C3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

C4.2 Stabiliserende tiltak, sone 724 Årsrud, profil P7

Den beregningsmessige stabilitet er dårlig fra toppen av ryggen og ned mot ravinen mot vest. Det er lite trær på skråningen, men nede mot bunnen av ravinen er det skog. I bunnen av ravinen går det et bekkeløp. For å redusere omfanget av inngrep i bunnen av ravinen, og samtidig unngå å redusere landbruksarealet på toppen av skråningen, er det vurdert stabiliserende tiltak i form av avlastning av ryggen på toppen av skråningen. En kombinasjon mellom oppfylling i ravinen og avlastning på toppen av skråningen kan være gunstig. Tørrskorpemateriale fra evt. avlastning på toppen av skråningen vil kunne inngå i en evt. oppfylling i ravinen. Slike tiltak, inkludert evt. løfting av bekkeleiet, må detaljprosjekteres.

Beregningsresultater, herunder kritisk glideflate og materialfaktor, etter stabiliserende tiltak er oppsummert i Tabell C3 og vist i Figur C5a/C5b for udrenert analyse og Figur C6a/C6b for drenert analyse.

Tabell C3 Stabilitetsberegninger, 724 Årsrud, profil P7. Materialfaktor etter stabiliserende tiltak.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert		
		Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	
P7_1	Tiltak – kritisk skjærflate	1.09 / 1.14	1.10 / 1.14	1.28 / 1.31	1.28 / 1.31	C5a/C5b C6a/C6b

*) Krav i hht. ref. /C3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

**) Kritisk skjærsirkel med tiltak ikke identisk med dagens situasjon.

Det er foretatt en optimalisering av omfanget av stabiliserende tiltak via beregning av flere konfigurasjoner. Nødvendig stabilitetsforbedring for profil P7 oppnås ved opp mot 3-3.5 m avlastning med horisontal utstrekning av avlastningen på ca. 45-60 m. Det skiserte tiltaket har et tverrsnittsareal på ca. 65/100 m².

C5 Stabilitetsberegning, sone 724 Årsrud, profil P8

Profil P8 går parallelt med profil P7 noe lenger sørøst i ravinen, og følger plataået bakkenfor brattkanten ned mot ravinen helt opp til bebyggelsen lengst øst i sonen. Høydeforskjellen fra bunn av ravinen til plataået er ca. 20 m, med helning 1:3.8.

Basert på sondering og prøveserie i borpunkt 801 og sondering 39_NGI fra tidligere kartlegging (ref. /C2/) er det antatt sensitiv leire under ca. kote +145 og bergoverflate på ca. kote +123 nær skråningskanten mot ravinen. Overkant av sensitiv leire og bergoverflaten antas å falle mot ravinen i vest, og i bunnen av ravinen er det antatt sensitiv leire fra terreng. Tilsvarende antas overkant av kvikkleirelaget å stige mot øst, basert på dreietrykksondering i borpunkt 807. Denne sonderingen indikerer overkant av sensitiv leire på ca. kote +150 og bergoverflate på ca. kote +143.

Udrenert skjærfasthet på plataået er basert på CPTU-sondering i borpunkt 801 som indikerte normalkonsolidering i dybden, men en markert styrkeøkning grunt i profilet. I skråningen og nede ravinen er det beregnet skjærfasthet ut fra SHANSEP-metoden (avsnitt A5.1 i Vedlegg A) basert på antatt overkonsolideringsnivå tilsvarende plataånivået, dvs. 20 m over bunn av ravinen. Det er antatt hydrostatisk poretrykksfordeling fra bunn av ravinen. På toppen av skråningen er det foretatt poretrykksmåling ca. 150 m lengere nord i borpunkt 801 og basert på målingene er det anvendt grunnvannsnivå nær underkant av tørrskorpe med hydrostatisk poretrykksfordeling til 10 m dybde og derunder 85% av hydrostatisk trykkfordeling.

C5.1 Dagens situasjon, sone 724 Årsrud, profil P8

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor $\gamma_m = 0.97$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 110 m lang og 22 m dyp.

Tilsvarende drenert analyse gir materialfaktor $\gamma_m = 1.57$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 95 m lang og 14 m dyp.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur C7 for udrenert analyse og av Figur C8 for drenert analyse.

Tabell C4 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på udrenert stabilitetsanalyse må det gjøres tiltak (for evt. ny bebyggelse i tiltaksklasse K3 og K4), og tabellen angir nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå ”forbedring/vesentlig forbedring” for kritisk glidesirkel iht. kravet i ref. /C3/.

Tabell C4 Stabilitetsberegninger, 724 Årsrud, profil P8. Materialfaktor for dagens situasjon og krav til forbedring.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert analyse		
		Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	
p8_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate	0.97	1.07 / 1.12	1.57	1.40	C7 / C8

*) Krav i hht. ref. /C3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

C5.2 Stabiliserende tiltak, sone 724 Årsrud, profil P8

Den beregningsmessige stabilitet er dårlig fra toppen av plataået og ned mot ravinen mot vest. Det er ikke lite vegetasjon på skråningen, men ned mot bunnen av ravinen er det skogbevakst. I bunnen av ravinen går det et bekkeløp. For å redusere behovet for inngrep i bunnen av ravinen, og samtidig unngå å landbruksarealet på toppen av skråningen, er det vurdert tiltak i form av avlastning av plataået på toppen av skråningen.

Beregningsresultater, herunder kritisk glideflate og materialfaktor, etter stabiliserende tiltak er oppsummert i Tabell C5 og vist i Figur C9a/C9b for udrenert analyse og Figur C10a/C10b for drenert analyse.

Tabell C5 Stabilitetsberegninger, 724 Årsrud, profil P8. Materialfaktor etter stabiliserende tiltak.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert		
		Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	
P8_1	Tiltak – kritisk skjærflate	1.07 / 1.12	1.07 / 1.12	1.40	1.59 / 1.63	C9a/C9b C10a/C10b

*) Krav i hht. ref. /C3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

**) Kritisk skjærsirkel med tiltak ikke identisk med dagens situasjon.

Det er foretatt en optimalisering av omfanget av stabiliserende tiltak via beregning av flere konfigurasjoner. Nødvendig stabilitetsforbedring for profil P8 oppnås ved opp mot 2-2.5 m avlastning med horisontal utstrekning av avlastningen på ca. 40-55 m. Det skisserte tiltaket har et tverrsnittsareal på ca. 50/80 m².

C6 Stabilitetsberegning, sone 724 Årsrud, profil P9

Profil P9 går parallelt med profil P6 noe lenger vest i sonen, hvor skråningen fra plataået og ned mot ravinen er høyere og brattere enn ved profil P6. Fra toppen av brattkanten

mot ravinen strekker profilet seg videre bakover plataet, opp mot bebyggelsen sør/øst i sonen. Høydeforskjell fra bunn av ravinen til plataet er ca. 25 m med helning 1:2.6 i den øverste del av skråningen og helning 1:4.2 i den nederste del av skråningen.

Basert på sondering og prøveserier i borpunkt 801 og sondering 39_NGI fra tidligere kartlegging (ref. /C2/) er det antatt sensitiv leire under ca. kote +145 og bergoverflate på ca. kote +123 på plataet. Overkant av sensitiv leire antas å falle mot ravinen, og ved bunnen av ravinen er det antatt sensitiv leire fra terreng. Tilsvarende antas overkant av kvikkleirelaget å stige mot sør, basert på dreietrykkssondering i borpunkt 807, som indikerer overkant av sensitiv leire på ca. kote +150 og bergoverflate på ca. kote +143.

Udrenert skjærfasthet på plataet er basert på CPTU-sondering i borpunkt 801 som indikerte normalkonsolidering i dybden, men med en markert styrkeøkning grunt i profilet (sammenliknet med normalkonsolidert styrkeprofil). I skråningen og nede i ravinen er det beregnet skjærfasthet ut fra SHANSEP-metoden (avsnitt A5.1 i Vedlegg A) basert på antatt overkonsolideringsnivå på ca. kote +156, dvs. 26 m over bunn av ravinen, basert på tolkning av CPTU-sonderingen i borpunkt 801. Det er antatt hydrostatisk poretrykksfordeling fra bunn av ravinen. På plataet er det foretatt poretrykksmåling i borpunkt 801 og basert på målingene er det antatt grunnvannsnivå nær underkant av tørrskorpe, med hydrostatisk poretrykksfordeling til 10 m dybde og derunder 85% av hydrostatisk trykkfordeling.

C6.1 Dagens situasjon, sone 724 Årsrud, profil P9

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor $\gamma_m = 0.84$ for mest kritiske glideflate. Den anvendte udrenerte styrke basert på ovenstående antakelser har derfor i beregningene blitt økt med 15 %. Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med denne forutsetningen, gir materialfaktor $\gamma_m = 0.97$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 125 m lang og 23 m dyp.

Drenert analyse med poretrykksantakelsene gitt over gir materialfaktor $\gamma_m = 1.22$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 105 m lang og 12 m dyp.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur C11 for udrenert analyse og av Figur C12 for drenert analyse.

Tabell C6 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på udrenert stabilitetsanalyse må det gjøres tiltak (for evt. ny bebyggelse i tiltaksklasse K3 og K4), og tabellen angir nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå "forbedring/vesentlig forbedring" for kritisk glidesirkel iht. kravet i ref. /C3/.

Tabell C6 Stabilitetsberegninger, 724 Årsrud, profil P9. Materialfaktor for dagens situasjon og krav til forbedring.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert analyse		
		Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	
p9_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate	0.97	1.07 / 1.12	1.22	1.28 / 1.30	C11 / C12

*) Krav i hht. ref. /C3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

C6.2 Stabiliserende tiltak, sone 724 Årsrud, profil P9

Den beregningsmessige stabilitet er dårlig fra toppen av ryggen og ned mot ravinen mot nordvest. Det meste av skråningen ned mot bekkeløpet i bunn av ravinen er bevokst med skog. For å unngå inngrep i bunn av ravinen og da det trolig ikke redusere landbruksarealet på toppen av skråningen er det betraktet tiltak i form av avlastning av ryggen på toppen av skråningen.

Beregningsresultater, herunder kritisk glideflate og materialfaktor, etter stabiliserende tiltak er oppsummert i Tabell C7 og vist i Figur C13a/C13b for udrenert analyse og Figur C14a/C14b for drenert analyse.

Tabell C7 Stabilitetsberegninger, 724 Årsrud, profil P9. Materialfaktor etter stabiliserende tiltak.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert		
		Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	
P9_1	Tiltak – kritisk skjærflate	1.07 / 1.12	1.07 / 1.12	1.28 / 1.30	1.28 / 1.30	C13a/C13 b C14a/C14 b

*) Krav i hht. ref. /C3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

**) Kritisk skjærsirkel med tiltak ikke identisk med dagens situasjon.

Det er foretatt en optimalisering av omfanget av tiltak via beregning av flere konfigurasjoner. Nødvendig stabilitetsforbedring for profil P9 oppnås ved opp mot 3-3.5 m avlastning med lengde av avlastningen på ca. 45-55 m. Det skisserte tiltaket har et tverrsnittsareal på ca. 80/125 m².

C7 Sone 724 Årsrud – oppsummering

C7.1 Stabilitetsforhold

Det er betraktet fire profiler innen sone 724 Årsrud i forbindelse med vurderingen av stabiliteten:

- For profil P6 er det beregningsmessig tilfredsstillende stabilitet (materialfaktor > 1.40).
- For profil P7 er det beregningsmessig kritisk stabilitet med lavest materialfaktor for dagens situasjon på 0.99 (etter oppjustering av styrkeprofilene) for udrenert analyse.
- For profil P8 er det beregningsmessig kritisk stabilitet med lavest materialfaktor for dagens situasjon på 0.97 for udrenert analyse.
- For profil P9 er det beregningsmessig kritisk stabilitet med lavest materialfaktor for dagens situasjon på 0.97 (etter oppjustering av styrkeprofilene) for udrenert analyse.

C7.2 Stabiliserende tiltak

Sikring for tilflytting til sonen

Det er beregnet nødvendige stabiliserende tiltak ved evt. tilflytting til sonen (tiltaks-kategorier K3/K4) iht. NVEs kvikkleireveiledning, ref. /C3/. Dersom større utbygginger planlegges innenfor sonen, vil det normalt være opp til utbygger, eventuelt i samarbeid med kommunen, å utføre sikringstiltak som tilfredsstiller kravene. Utstrekning av stabiliserende tiltak med denne forutsetningen er skissert på Tegning 112.

De stabiliserende tiltakene omfatter erosjonssikring samt avlastning på toppen av løsmasseryggen. For avlastning er det skisserte arealet 16700-22500 m².

Det er skissert erosjonssikring langsetter bekken som danner den vestlige avgrensningen av sonen. Her er det ved befaring observert erosjon, og det anses ønskelig å sikre mot ytterligere erosjon. Beregningsmessig stabilitet er svært dårlig på denne strekningen, og kvikkleira ligger grunt/i bekkenivå. Skissert erosjonssikring har en utstrekning på ca. 820 m langs bekken.

Generelt innebærer kravene i ref. /C3/ relativt omfattende tiltak. Tørrskorpeleire som fjernes ved avlastningen kan imidlertid anvendes ved etablering av motfyllinger, eksempelvis innen sone 719 Gran.

Sikring for nåværende situasjon

For nåværende situasjon og sikring av eksisterende bebyggelse anses det ikke nødvendig å utføre tiltak med så stort omfang som beskrevet over.

Profilene P7, P8 og P9 viser alle beregningsmessig kritisk stabilitet for skråningen ut mot ravinen langs den vestlige avgrensningen av sonen. En viss sikring av skråningen kunne være gunstig, eksempelvis i form av delvis avlastning av skråningstoppen (i mindre omfang enn for å oppfylle kravene til innflytting i sonen), evt. kombinert med oppfylling i bunnen av ravinene, og redusere sannsynligheten for naturlig utløste skred for dyperegående glidninger ned i kvikkleire. Imidlertid ligger bebyggelsen i hovedsak utenfor sonegrensen i øst, med unntak av ett enkelt hus som ligger helt på sonegrensen, og ut fra dette anbefales ikke stabiliserende tiltak utover erosjonssikring.

Det ble observert litt til noe erosjon ved befaring, til dels ned i bløt leire (Vedlegg H), og kombinert med dårlige stabilitetsforhold bør erosjonssikring utføres langs bekkeløpet som danner den vestlige soneavgrensningen. Ved befaringen ble det observert at det delvis er naturlig steinplastring av elvebunnen i den sørlige delen av sonen. Foreslåtte stabiliserende tiltak er skissert på Tegning 212.

NB: Evt. tiltak må detaljprosjekteres.

C7.3 Detaljprosjektering og supplerende boringer

Ut fra stabilitetsberegningene, som gir kritiske verdier for glideflater ned i kvikkleire, synes det å være behov for noe stabiliserende tiltak i den vestlige del av sonen, også for dagens situasjon/bebyggelse. Ved evt. tilflytting til sonen (K3/K4-tiltak iht. ref. /C3/) blir aktuelt må det gjøres mer omfattende stabiliserende tiltak. Disse må generelt detaljprosjekteres (ref. /C4/ og /C5/). Detaljprosjektering antas å medføre behov for enkelte supplerende undersøkelser, særlig i foten av skråningene.

Ved begrensede/mindre sikringstiltak, som delvis avlastning på 1-2 m eller alternativt tilsvarende oppfylling i bunn av ravinene, anses det ikke å være behov for supplerende boringer.

C8 Referanser

- /C1/ Norconsult Fältgeoteknik AB (2011): Kvikkleiresoner Sørums, Fet, Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Rapport Geoteknik, RGeo, Fält- och laboratorieresultat. Oppdragsnr. 211 03 40, rapport datert 11. mai 2011.
- /C2/ NGI (1992): Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartbladet Askim, M = 1:50 000. Rapport nr. 840068-2, 8. mai 1992.

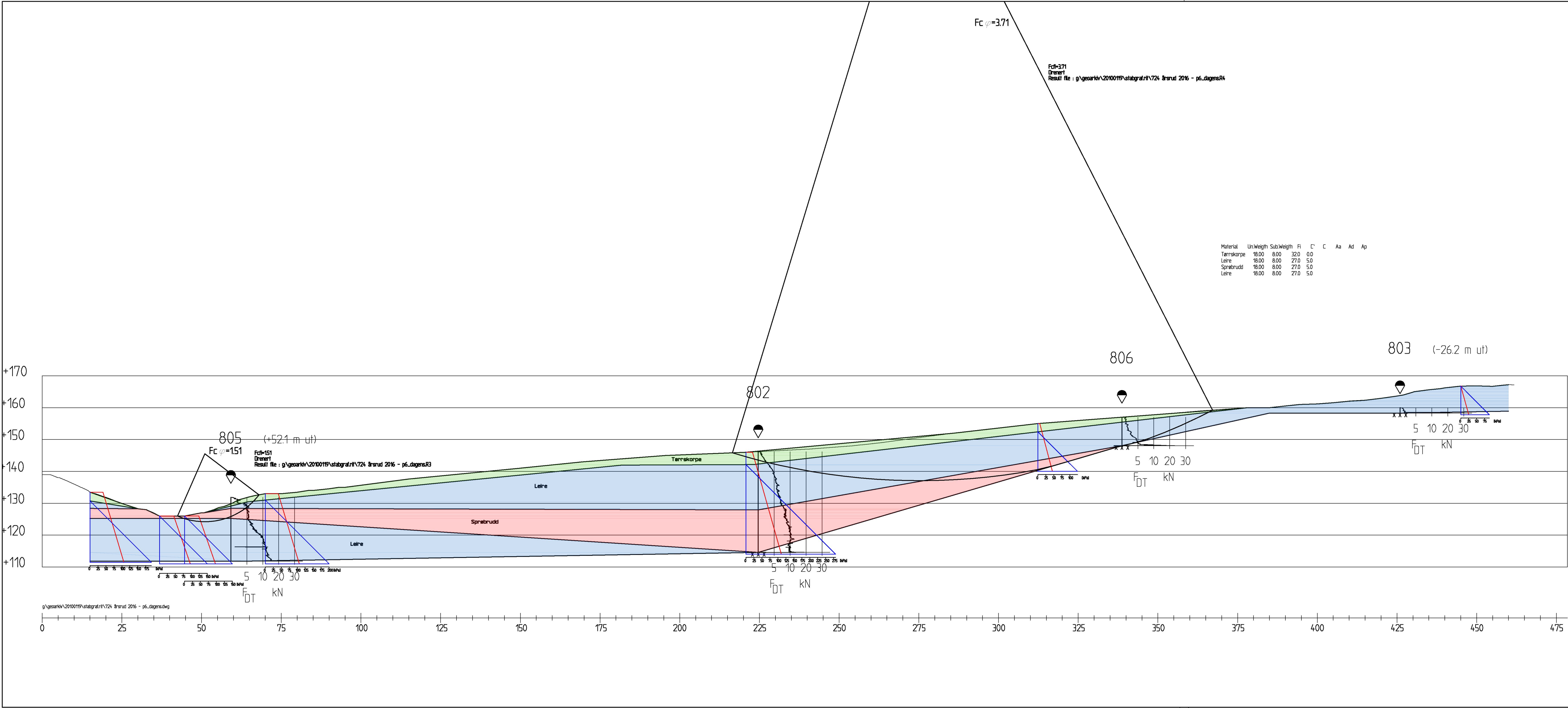
- /C3/ NVE (2014): Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.

- /C4/ Direktoratet for byggkvalitet (2013). Veiledning til forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 10). Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger. Publikasjonsnummer: HO-2/2011.

- /C5/ Standard Norge AS (2004). Norsk Standard NS-EN 1997-1:2004+ NA:2008. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler.

HENVISNINGER:

[illegible]

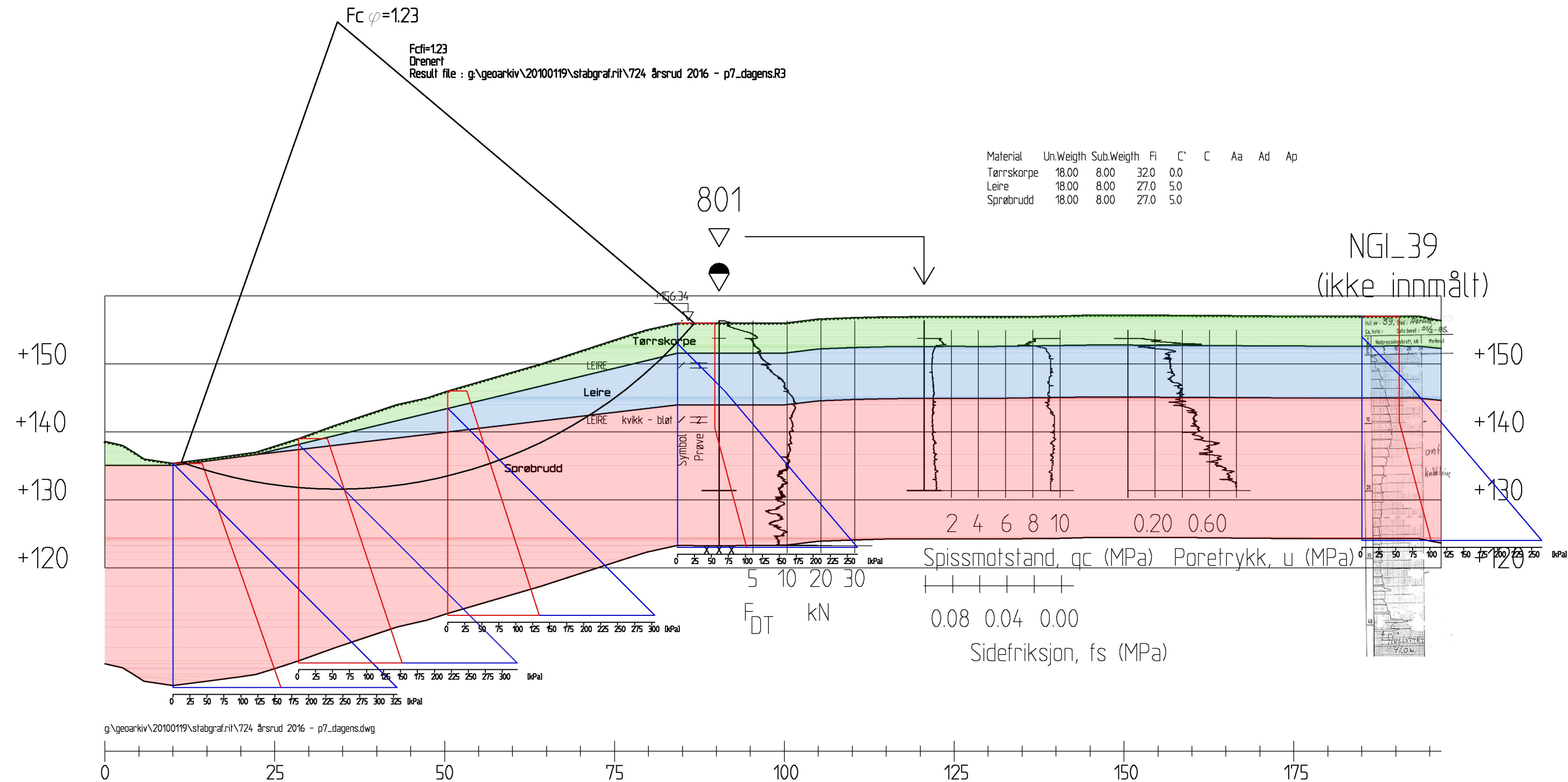


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20100119-09-RVP6 - Dagens			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P6 i sone 724 Årsrud Dagens situasjon, drenert analyse		Målestokk 1:800	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.07.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. C02	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
				Rev.	0



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20100119-09-RVP7 - Dagens			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P7 i sone 724 Årsrud Dagens situasjon, drenert analyse		Målestokk 1:600	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.07.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. C04	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
				Rev.	0



NGI_39
(ikke innmålt)

[illegible]

[illegible]

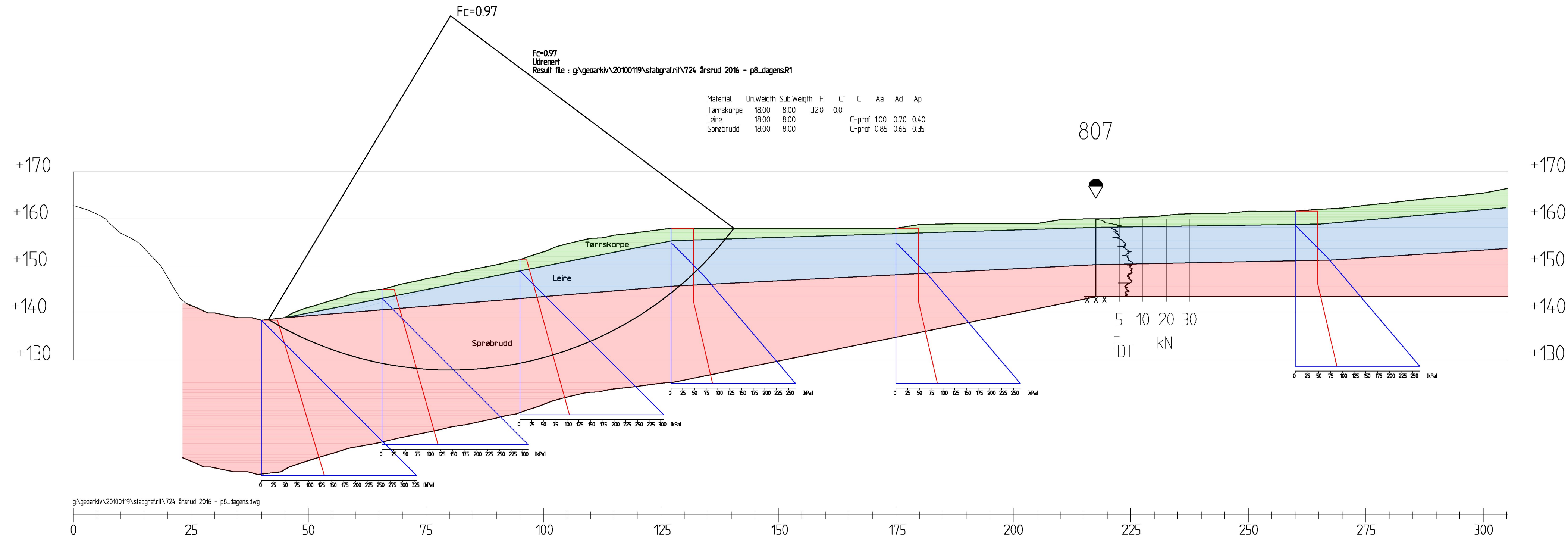


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner	Status – Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geoteknik\20100119-09-R\P7 – Tiltak			
	Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P7 i sone 724 Årsrud Situasjon etter tiltak, drenert analyse	Målestokk 1:600			
	NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 03 04 48 www.ngi.no	Dato 04.08.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHO Tegningsnr. C06a	Kontrollert HHe	Godkjent HHe Rev. 0



Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørsskorpe	18.00	8.00	32.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Sprøbrudd	18.00	8.00	27.0	5.0				

[illegible]



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

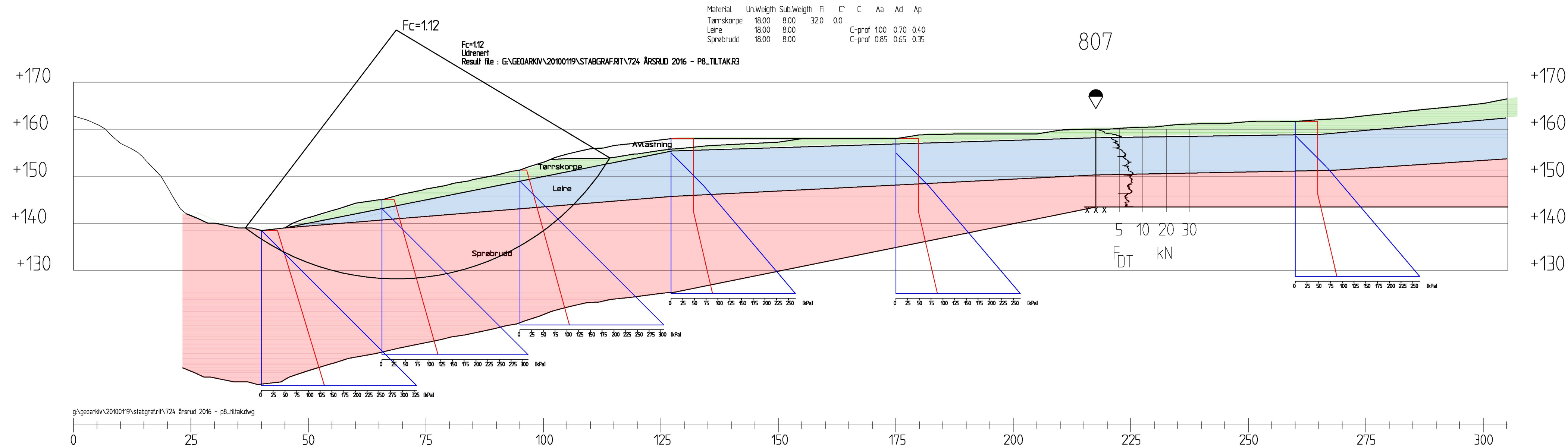
-

Rev.	Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner			Status			
			Original format			
			A-3.1			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P8 i sone 724 Årsrud Dagens situasjon, udrenert analyse			Tegningens filnavn			
			G:\geoarkiv\20100119-09-RVP8 – Dagens			
			Målestokk			
			1600			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
		01.07.2016	SHo	HHe	HHe	
		Oppdragsnr:	Tegningsnr:	Rev.		
		20100119	C07	0		

[illegible]



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.				
NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner						Status — Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geogarkiv\20100119-09-R\P8 – Tiltak Målestokk 			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P8 i sone 724 Årsrud Situasjon etter tiltak, udrenert analyse						1600			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 03 04 48 www.ngi.no		Dato 04.08.2016 Oppdragsnr.: 20100119	Konstr./Tegnet SHO Tegningsnr.: C09a	Kontrollert HHe	Godkjent HHe	Rev. 0			



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status			
		Original format			
		A-3.1 Tegningens filnavn G:\geodarkiv\20100119-09-RVP8 - Tiltak			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P8 i sone 724 Årsrud Situasjon etter tiltak, udrenert analyse		Målestokk 1:600	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 04.08.2016	Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
Oppdragsnr. 20100119		Tegningsnr. C09b	Rev. 0		



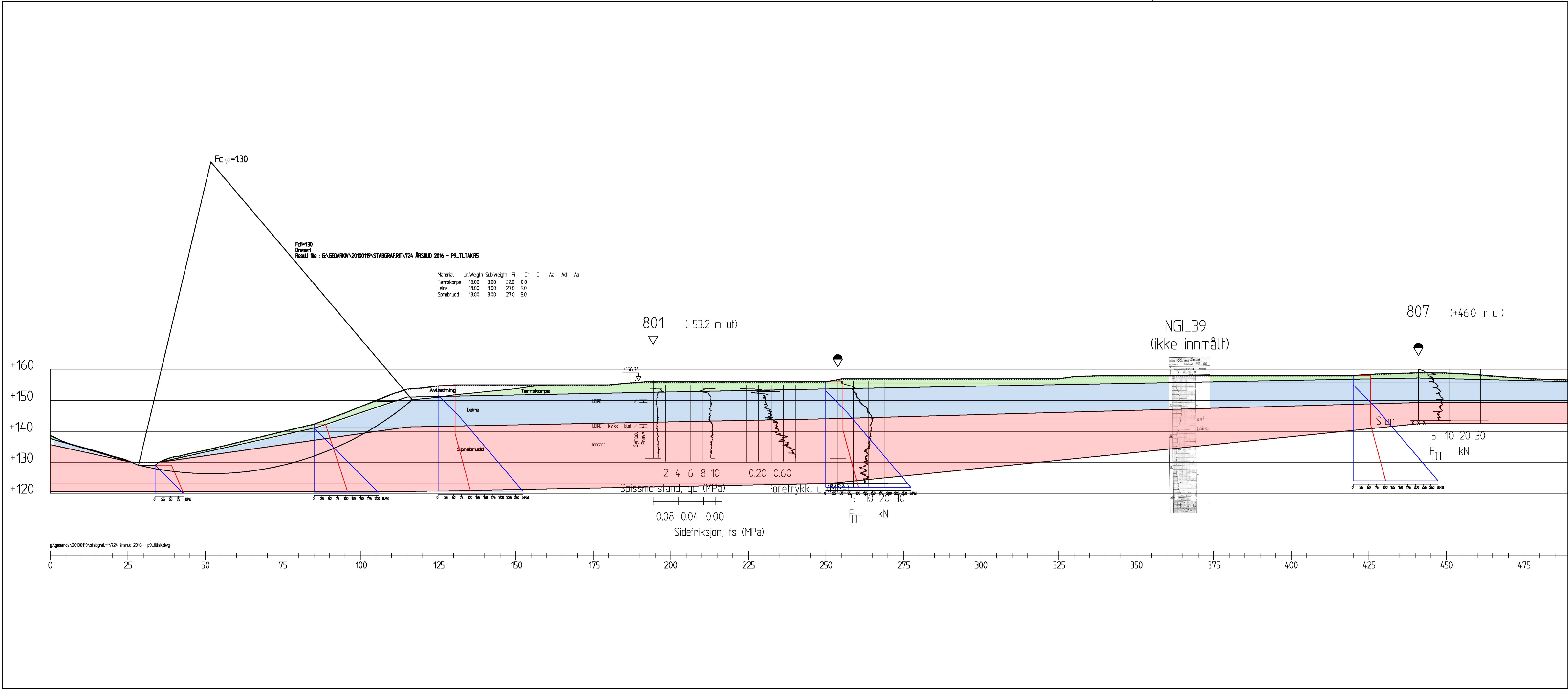
Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	32.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Sprøbrudd	18.00	8.00	27.0	5.0				

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner	Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P8 i sone 724 Årsrud Situasjon etter tiltak, drenert analyse	Status — Original format A-3.1 Tegningsnavn G:\geogarkiv\20100119-09-R\P8 - Tiltak Målestokk 1:600			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 03 04 48 www.ngi.no	Dato 04.08.2016 Oppdragsnr.: 20100119	Konstr./Tegner: SHO Tegningsnr.: C10a	Kontrollert HHe	Godkjent HHe	Rev. 0



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status				
		Original format				
		A-3.1				
		Tegningens filnavn				
		G:\geogarkiv\20100119-09-R\P8 - Tiltak				
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P8 i sone 724 Årsrud Situasjon etter tiltak, drenert analyse		Målestokk				
		1:600				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 03 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegner	Kontrollert	Godkjent	
		04.08.2016	SHO	HHe	HHe	
		Oppdragsnr:	Tegningsnr:		Rev.	
		20100119	C10b		0	

[illegible]



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner			Status		
			Original format		
			A-3.1		
			Tegningens filnavn		
			G:\geoteknik\20100119-09-RVP9 – Tiltak		
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P9 i sone 724 Årsrud Situasjon etter tiltak, drenert analyse			Målestokk		
			1800		
					
NGI Sognsveien 72 – PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 04.08.2016	Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
		Oppdragsnr. 20100119	Tegningsnr. C14b		Rev. 0

Vedlegg D

STABILITET SONE 723 NORDLI

Innhold

D1	Stabilitetsberegninger sone 723 Nordli	2
D2	Grunnforhold	2
D3	Stabilitetsberegning, sone 723 Nordli, profil P3	3
	D3.1 Dagens situasjon, sone 723 Nordli, profil P3	3
	D3.2 Stabiliserende tiltak, sone 723 Nordli, profil P3	4
D4	Stabilitetsberegning, sone 723 Nordli, profil P4	4
	D4.1 Dagens situasjon, sone 723 Nordli, profil P4	5
	D4.2 Stabiliserende tiltak, sone 723 Nordli, profil P4	6
D5	Stabilitetsberegning, sone 723 Nordli, profil P5	6
	D5.1 Dagens situasjon, sone 723 Nordli, profil P5	7
	D5.2 Stabiliserende tiltak, sone 723 Nordli, profil P5	8
D6	Stabilitetsberegning, sone 723 Nordli, profil P12	9
	D6.1 Dagens situasjon, sone 723 Nordli, profil P12	9
D7	Sone 723 Nordli – oppsummering	10
	D7.1 Stabilitetsforhold	10
	D7.2 Stabiliserende tiltak	10
	D7.3 Detaljprosjektering og supplerende boringer	12
D8	Referanser	12

D1 Stabilitetsberegninger sone 723 Nordli

Sonen Nordli ligger i nærhet av Øyerens vestlige bredd i Enebakk kommune. Sonen er avgrenset av en ravine med bekkeløp i vest og av områder med løsmasser og berg i dagen mot øst.

Tegning 013 viser beliggenhet av borpunkter fra ref. /D1/ samt ca. posisjon av boring fra ref. /D2/ (sistnevnte er ikke innmålt, og plasseringen, basert på kart med liten målestokk, er ikke eksakt). Beliggenhet av profiler for stabilitetsberegning er vist (P3-P5 og P12).

Sonen er etter revurdering av faregraden (Vedlegg F) klassifisert til faregradklasse "3 - Høy", hvilket tilsier at for tilflytting til sonen skal sikring iht. NVE-veiledningen gjøres ut fra krav til "vesentlig forbedring" (tiltaksklasse K4). For tiltaksklasse K3 (inntil 2 boenheter) er kravet "forbedring". For gjeldende bebyggelse gjelder det ingen spesifikke krav til sikkerhet.

D2 Grunnforhold

Ved grunnundersøkelsene (ref. /D1/ og /D2/) er det boret til inntil 40 m dybde i den midterste og nordlige del av sonen, mens det i søndre del av sonen er boret til inntil 20 m dybde.

Sensitiv leire antas påtruffet i sonderingene 702, 704 og 41_NGI, men ikke i 703 (profil P3) og 705 (profil P5). Sondering 701 (Profil P3 og P5) indikerer også sensitiv leire fra ca. 13 m dybde og dette har blitt bekreftet ved prøveserie i dette borpunktet. I tillegg ga sonderingen i borpunkt 705 indikasjon på sensitiv leire, men dette har blitt avkreftet av opptatte prøveserier. Sondering 702, 704 og tidligere sondering 41_NGI indikerer sensitiv leire fra hhv. ca. 11, 2.5 og 21 m dybde.

Bergoverflaten synes generelt å stige sørøstover i området mot områdene med berg i dagen rett utenfor sonen ved den østlige avgrensningen av sonen. Det synes å være stor løsmassemekthet i store deler av sonen, da alle sonderingene er boret til minimum 20 m dybde. Høydeforskjellen innenfor sonen er ca. 30 m fra ravinen i vest til den sørøstlige del av sonen samt de to ryggene på henholdsvis den nordlige og sørlige side av Årsrudveien i den nordlige del av sonen. Høydeforskjellen fra Årsrudveien til toppen av de to ryggene er 15-20 m.

D3 Stabilitetsberegning, sone 723 Nordli, profil P3

Profil P3 går i øst-vestlig retning fra ryggen sentralt i sonen (sør for Årsrudveien) og mot vest ned i ravinen. Høydeforskjell fra bunnen av ravinen til toppen av ryggen er ca. 30 m med helning 1:4.8.

Basert på sondering og prøveserie i borpunkt 701 er det antatt sensitiv leire under ca. kote +130 i ryggen, og basert på sondering 41_NGI fra tidligere kartlegging (ref. /D2/) er det antatt sensitiv leire fra ca. 20 m dybde i skråningen. Laget med sensitiv leire er antatt å kile ut mot borpunkt 703 nær bunnen av ravinen, da det ikke er indikasjon på sensitiv leire i dette borpunktet.

Udrenert skjærfasthet på ryggen er basert på CPTU-sondering i punkt 701, mens skjærfastheten nede i ravinen er basert på CPTU-sondering i punkt 703. CPTU-sonderingen i punkt 703 indikerer overkonsolideringsnivå på 22 m over bunn av ravinen, mens det i punkt 701 er indikert overkonsolideringsnivå på 5 m over dagens terreng. Nær bunn av ravinen er det foretatt poretrykksmåling i borpunkt 703. Basert på målingene er det anvendt 25 % poreovertrykk i ravinen, og avtakende poreovertrykk oppover skråningen (20 % på kote +120, 10 % ved kote +130, og hydrostatisk poretrykksfordeling fra kote +140 og ovenfor).

D3.1 Dagens situasjon, sone 723 Nordli, profil P3

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor $\gamma_m = 1.13$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 195 m lang og 34 m dyp.

Tilsvarende drenert analyse gir materialfaktor $\gamma_m = 1.18$ for mest kritiske glideflate, men glideflaten går ikke ned i sprøbruddmateriale. Mest kritiske glideflate ned i sprøbruddmateriale gir materialfaktor $\gamma_m = 1.24$. Kritisk glideflate er ca. 145 m lang og 20 m dyp.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur D1 for udrenert analyse og av Figur D2 for drenert analyse.

Tabell D1 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på både udrenert og drenert stabilitetsanalyse må det gjøres tiltak (for evt. ny bebyggelse i tiltaks-klasse K3 og K4), og tabellen angir nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå ”forbedring/vesentlig forbedring” for kritisk glidesirkel iht. kravet i ref. /D3/.

Tabell D1 Stabilitetsberegninger, 723 Nordli, profil P3. Materialfaktor for dagens situasjon og krav til forbedring.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert analyse		
		Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	
P3_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate	1.13	1.21 / 1.24	1.24	1.29 / 1.31	D1 / D2

*) Krav i hht. ref. /D3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

D3.2 Stabiliserende tiltak, sone 723 Nordli, profil P3

Den beregningsmessige stabilitet er dårlig fra toppen av ryggen og ned mot ravinen mot vest. Det er ikke noe bevokst ned skråningen, men nær bunnen er ravinen bevokst med noen treer og i bunn av ravinen går det et bekkeløp. For å unngå inngrep i bunn av ravinen og da det trolig ikke redusere landbruksarealet på toppen av skråningen er det betraktet tiltak i form av avlastning av ryggen på toppen av skråningen.

Beregningsresultater, herunder kritisk glideflate og materialfaktor, etter stabiliserende tiltak er oppsummert i Tabell D2 og vist i Figur D3a/D3b for udrenert analyse og Figur D4a/D4b for drenert analyse.

Tabell D2 Stabilitetsberegninger, 723 Nordli, profil P3. Materialfaktor etter stabiliserende tiltak.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert		
		Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	
P3_1	Tiltak – kritisk skjærflate	1.21 / 1.24	1.21 / 1.24	1.29 / 1.31	1.30 / 1.31	D3a/D3b D4a/D4b

*) Krav i hht. ref. /D3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

**) Kritisk skjærsirkel med tiltak ikke identisk med dagens situasjon.

Det er foretatt en optimalisering av omfanget av tiltak via beregning av flere konfigurasjoner. Nødvendig stabilitetsforbedring for profil P3 oppnås ved opp mot 2-2.5 m avlastning med lengde på avlastningen på ca. 110 m. Det skisserte tiltaket har et tverrsnittsareal på ca. 160/220 m².

D4 Stabilitetsberegning, sone 723 Nordli, profil P4

Profil P4 ligger nord for profil P3, og går fra bebyggelsen beliggende på en nordlig utløper av høydedraget og ned i ravinen i vest, rett sør for Årsrudveien. Høydeforskjell

langs profilet er ca. 16 m fra bunn av ravinen, dvs. mindre enn for profil P3, men profilet har en helning på 1:4.6 som er brattere enn profil 3.

Det er antatt sensitiv leire i hele jordvolumet under kote +127 basert på sondering 701 og 702. Dette er trolig noe konservativt ned mot ravinen, da det i borpunktene 703 og 705, som er plassert nær ravinebunn på henholdsvis den sørlige og nordlige side av dette profilet, ikke er antatt sensitiv leire.

Udrenert skjærfasthet i bunnen av ravinen og opp til kote +120 er basert på CPTU-sondering i borpunkt 703. På plataået i den østlige del av profilet er det beregnet skjærfasthet ut fra SHANSEP-metoden (avsnitt A5.1 i Vedlegg A) basert på antatt overkonsolideringsnivå på ca. kote +141, dvs. 14 m over dagens terrengnivå, basert på tolkning av CPTU-sonderingen i borpunkt 703. Basert på poretrykksmålinger i borpunkt 703 er det antatt antatt grunnvannsnivå i terreng, med poreovertrykk på 20 % i bunnen av ravinen og avtakende poreovertrykk oppover skråningen (10 % på kote +120 og hydrostatisk poretrykksfordeling på plataået).

D4.1 Dagens situasjon, sone 723 Nordli, profil P4

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor $\gamma_m = 1.43$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 100 m lang og 19 m dyp.

Tilsvarende drenert analyse gir materialfaktor $\gamma_m = 1.36$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 75 m lang og 9 m dyp.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur D5 for udrenert analyse og av Figur D6 for drenert analyse.

Tabell D3 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på drenert stabilitetsanalyse, må det gjøres tiltak (for evt. ny bebyggelse i tiltaksklasse K3 og K4), og tabellen angir nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå "forbedring/vesentlig forbedring" for kritisk glidesirkel iht. kravet i ref. /D3/. Drenert materialfaktor er så vidt mindre enn kravet på 1.4, dvs. at for ny bebyggelse er det kun behov for små tiltak i dette profilet. (Det bemerkes at kravene for sikring gjelder hele sonen).

Tabell D3 Stabilitetsberegninger, 723 Nordli, profil P4. Materialfaktor for dagens situasjon og krav til forbedring.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert analyse		
		Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	Dagens situasjo n	Krav for tiltak *)	
P4_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate	1.43	1.40	1.36	1.37 / 1.38	D5 / D6

*) Krav i hht. ref. /D3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

D4.2 Stabiliserende tiltak, sone 723 Nordli, profil P4

Den beregningsmessige stabilitet er dårlig fra platået på høydedraget og ned mot ravinen mot vest. Det er ikke skog på skråningen, men ned mot bunnen av ravinen er det skog. I bunnen av ravinen går det et bekkeløp. Det er vurdert tiltak i form av motfylling i bunnen av ravinen, da det er bebyggelse på platået.

Beregningsresultater, herunder kritisk glideflate og materialfaktor, etter stabiliserende tiltak er oppsummert i Tabell D4 og vist i Figur D7 for udrenert analyse og Figur D8 for drenert analyse.

Tabell D4 Stabilitetsberegninger, 723 Nordli, profil P4. Materialfaktor etter stabiliserende tiltak.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert		
		Krav for tiltak *)	Etter tiltak	Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	
P4_1	Tiltak – kritisk skjærflate	1.40	1.43	1.37 / 1.38	1.38	D7 / D8

*) Krav i hht. ref. /D3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

**) Kritisk skjærsirkel med tiltak ikke identisk med dagens situasjon.

Nødvendig stabilitetsforbedring for profil P4 oppnås ved ca. 0.5 m motfylling med horisontal utstrekning av motfyllingen på ca. 4 m. Det skisserte tiltaket har et tverrsnittsareal på ca. 1 m², og vil i realiteten ikke være aktuelt å gjennomføre.

D5 Stabilitetsberegning, sone 723 Nordli, profil P5

Profil P5 er et langt profil, som starter oppe på platået sør for profil P3. Derfra går profilet nordover, krysser profil 3 og passerer de to ryggene på henholdsvis den sørlige og nordlige side av Årsrudveien. På toppen av den nordligste ryggen knekker profilet i nordvestlig retning, og går derfra bratteste vei ned skråningen mot ravinen.

Basert på sondering og prøveserie i borpunkt 701 samt sondering i borpunkt 702 er det antatt nær horisontal overkant av sensitiv leire inn under ryggene, med antatt mektighet av kvikkleire på 20 til 23 m. Laget med sensitiv leire antas å kile ut mot borpunkt 705 nær bunnen av ravinen. Prøveserien viser at det ikke er sensitiv leire i dette borpunktet ned til ca. 10 m, og på større dybde indikerer dreietrykkssonderingen ikke sensitiv leire.

Udrenert skjærfasthet på toppen av de to ryggene er basert på CPTU-sondering i borpunkt 701. Ned mot Årsrudveien mellom de to ryggene er det beregnet skjærfasthet ut fra SHANSEP-metoden (avsnitt A5.1 i Vedlegg A), basert på antatt overkonsolideringsnivå på ca. kote +146, dvs. 22 m over Årsrudveien, basert på tolkning av CPTU-sonderingen i borpunkt 701. I skråningen og nede i ravinen i den nordlige del av profilet er skjærfastheten beregnet basert på antatt overkonsolideringsnivå på ca. kote +141, dvs. 31 m over bunn av ravinen, basert på tolkning av CPTU-sonderingen i borpunkt 703. Det er antatt hydrostatisk poretrykksfordeling fra antatt grunnvannstand på terrengnivå.

D5.1 Dagens situasjon, sone 723 Nordli, profil P5

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor $\gamma_m = 1.43-1.55$ for mest kritiske glideflater i skråningene.

Tilsvarende drenert analyse gir materialfaktor $\gamma_m = 1.32-1.96$ for mest kritiske glideflater i skråningene.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur D9 for udrenert analyse og av Figur D10 for drenert analyse.

Tabell D5 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på drenert stabilitetsanalyse må det gjøres tiltak i den nordlige skråningen ned mot Årsrudveien (for evt. ny bebyggelse i tiltaksklasse K3 og K4), og tabellen angir nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå ”forbedring/vesentlig forbedring” for kritisk glidesirkel iht. kravet i ref. /D3/.

Tabell D5 Stabilitetsberegninger, 723 Nordli, profil P5. Materialfaktor for dagens situasjon og krav til forbedring.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert analyse		
		Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	
P5_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate i nordvestlig skråning	1.55	1.40	1.96	1.40	D9 / D10
P5_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate i skråning nord for Årsrudveien	1.43	1.40	1.32	1.35 / 1.36	D9 / D10
P5_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate i skråning sør for Årsrudveien	1.43	1.40	1.69	1.40	D9 / D10

*) Krav i hht. ref. /D3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

D5.2 Stabiliserende tiltak, sone 723 Nordli, profil P5

Den beregningsmessige stabilitet er god [HH1] i den nederste del av skråningen nord for Årsrudveien, kun for drenert analyse gir beregningene noe lave resultater for skråningen nord for Årsrudveien. Det er ikke noe skog på skråningen. Da Årsrudveien følger forsenkningen i bunn av skråningen, er det vurdert tiltak i form av en liten avlastning i skråningen. Det er her kun behov for svært små tiltak for formelt å tilfredsstille NVEs retningslinjer for evt. tilflytting til området, og stabiliserende tiltak anbefales ikke for dagens situasjon.

Beregningsresultater, herunder kritisk glideflate og materialfaktor, etter stabiliserende tiltak er oppsummert i Tabell D6 og vist i Figur D11 for udrenert analyse og Figur D12 for drenert analyse.

Tabell D6 Stabilitetsberegninger, 723 Nordli, profil P5. Materialfaktor etter stabiliserende tiltak.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert		
		Krav for tiltak *)	Etter tiltak	Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	
P5_1	Tiltak – kritisk skjærflate i skråning nord for Årsrudveien	1.40	1.43	1.35 / 1.36	1.36	D11 / D12

*) Krav i hht. ref. /D3/ for forbedring / vesentlig forbedring.

**) Kritisk skjærsirkel med tiltak ikke identisk med dagens situasjon.

Det er foretatt en optimalisering av omfanget av tiltak via beregning av flere konfigurasjoner. Nødvendig stabilitetsforbedring for profil P5 oppnås ved ca. 0.5 m avlastning med horisontal utstrekning av avlastningen på ca. 15 m. Det skisserte tiltaket har et tverrsnittsareal på ca. 3 m², og vil i realiteten ikke være aktuelt å gjennomføre.

D6 Stabilitetsberegning, sone 723 Nordli, profil P12

Profil P12 er beliggende i den sørlige delen av sonen, og går fra ravinen i vest og opp mot fjellryggen øst i sonen, nær dreietrykksondering i punkt 704. Høydeforskjell fra bunn av ravinen opp til fjellryggen er ca. 30 m. Profilet har helning 1:7.5 og er dermed en del slakere enn profilene lengere nord i sonen.

Basert på sondering i borpunkt 704 er det antatt sensitiv leire fra 2.5 m dybde i hele profilet på den østlige side av ravinen, mens det i bunn av ravinen er antatt sensitiv leire fra terreng. Dette er trolig noe konservativt ned mot ravinen, da det i borpunktene 703 og 705, som er plassert nær ravinebunn lengere nord i sonen, ikke er antatt sensitiv leire. Det er antatt at laget med sensitiv leire går under ravinen, og foresetter inn i sone 734 Nordli vest, på motsatt side av ravinen. Dette er konservativt, da borpunkt 902 i sone Nordli vest heller ikke gir indikasjon på sensitiv leire, og er stoppet mot faste lag. På den annen side danner raviner ofte skiller for utbredelse av kvikkleire, og tolkninger av lagdeling kan derfor som regel ikke gjøres gjeldende på tvers av slike dype raviner.

Udrenert skjærfasthet i den øvre del av skråningen er basert på CPTU-sondering i punkt 701, mens skjærfastheten nede i ravinen er basert på CPTU-sondering i punkt 703. Det er antatt grunnvannsnivå i underkant av tørrskorpa med poretrykksfordeling basert på poretrykksmåling i borpunkt 703. Det er anvendt 25 % poreovertrykk i ravinen, og avtakende poreovertrykk oppover skråningen (20 % på kote +121, 10 % ved borpunkt 704, og hydrostatisk poretrykksfordeling fra kote +140 og ovenfor).

D6.1 Dagens situasjon, sone 723 Nordli, profil P12

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor $\gamma_m = 1.76$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 200 m lang og 22 m dyp.

Tilsvarende drenert analyse gir materialfaktor $\gamma_m = 1.75$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 40 m lang og 7 m dyp.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur D13 for udrenert analyse og av Figur D14 for drenert analyse.

Tabell D7 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på både den udrenerte og drenerte stabilitetsanalysen er det beregningsmessig tilfredsstillende sikkerhet i dagens situasjon.

Tabell D7 Stabilitetsberegninger, 723 Nordli, profil P12. Materialfaktor for dagens situasjon.

Beregn.nr.	Beskrivelse	γ_m		Figur
		Udrenert analyse	Drenert analyse	
P12_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate	1.76	1.75	D13 / D14

D7 Sone 723 Nordli – oppsummering

D7.1 Stabilitetsforhold

Det er betraktet fire profiler innen sone 723 Nordli i forbindelse med vurderingen av stabiliteten:

- For profil P3 er det beregningsmessig lav stabilitet med lavest materialfaktor for dagens situasjon på 1.13 for udrenert analyse.
- For profil P4 er det beregningsmessig nær tilfredsstillende stabilitet med lavest materialfaktor for dagens situasjon på 1.36 for drenert analyse.
- For profil P5 er det beregningsmessig mindre kritisk stabilitet med laveste materialfaktor for dagens situasjon på 1.32 for drenert analyse for skråningen nord for Årsrudveien.
- For profil P12 er det beregningsmessig tilfredsstillende stabilitet (materialfaktor > 1.40).

D7.2 Stabiliserende tiltak

Sikring for tilflytting til sonen

Det er beregnet nødvendige stabiliserende tiltak forutsatt at krav for tilflytting til sonen iht. NVEs kvikkleireveiledning, ref. /D3/, legges til grunn for sikring. Dersom større utbygginger planlegges innenfor sonen, vil det normalt være opp til utbygger, eventuell i samarbeid med kommunen, å utføre sikringstiltak som tilfredsstiller kravene. Utstrekning av stabiliserende tiltak med denne forutsetningen er skissert på Tegning 113.

De stabiliserende tiltakene omfatter erosjonssikring langs hele sonen, motfylling i ravinen nedenfor bebyggelsen i den vestlige del av sonen (profil P4), og avlastning av

ryggene nord og sør for Årsrudveien. For motfyllingen er det skisserte arealet 750 m², mens det skisserte arealet for avlastning er henholdsvis 350 m² og 14000 m² nord og sør for Årsrudveien. Det er skissert erosjonssikring langsetter den vestlige avgrensningen av sonen hvor det ved befaring er observert erosjon og hvor det anses nødvendig å sikre mot ytterligere erosjon. Skissert erosjonssikring har en utstrekning på ca. 1160 m, hvorav de 730 m også grenser opp mot sone 734 Nordli vest.

Generelt innebærer tiltak ut fra kravene i ref. /D3/ ofte relativt omfattende tiltak. Stabilitetsforholdene innenfor sone 723 Nordli er imidlertid generelt ganske gode, da kun ett av beregningsprofilene har beregningsmessig dårlig sikkerhet (profil P3 med materialfaktor 1.13). I profil P3 er det foreslått stabiliserende tiltak i form av avlastning av skråningen, i kombinasjon med erosjonssikring i ravinen. Tørrskorpeleire som fjernes ved avlastning kan evt. anvendes ved etablering av motfyllinger andre steder (f.eks. innenfor sone 719 Gran). Profilene P4 og P5 har materialfaktor hhv. 1.36 og 1.32, dvs. noe under kravet på 1.4, men i begge tilfeller for drenert analyse, og stabilitetsforholdene vurderes som rimelig gode.

Sikring for nåværende situasjon

For eksisterende bebyggelse anses det ikke nødvendig å utføre tiltak med større omfang. I tre av de fire profilene innenfor sonen viser analysene tilfredsstillende eller nær tilfredsstillende stabilitet for dagens forhold (sammenliknet med krav ved evt. tilflytting til sonen).

Erosjonssikring foreslås utført langs deler av bekken mellom sonene Nordli og Nordli vest. Dette gjelder partiet fra kulverten under Årsrudveien og sørover forbi profil P4, P3 og noe videre, et lite parti langs bekken helt nord i sonen, samt ravinen oppstrøms for bekkemøtet sør i sonen.

Stabiliserende tiltak kan være aktuelt ved profil P3, hvor det beregningsmessig er dårlig stabilitet (men trolig ikke kvikkleire), men er mer aktuelt lenger sør i sonen, hvor det er observert noe erosjon ved befaring (Vedlegg H). Begrensede stabilitetsforbedrende tiltak, som delvis avlastning av øvre del av skråningen, eller 1-2 m oppfylling i bunnen av ravinen vil være gunstig og redusere sannsynligheten for naturlig utløste skred i form av dyperegående glidninger. Det er imidlertid ikke påvist kvikkleire i boring 703, og behovet for sikring anses derfor ikke akutt. Samtidig er det kvikkleire påvist i borpunkt 701 og antatt i 702, og det kan være kvikkleire ned mot ravinen nord for profil P3. Tiltak med noe oppfylling i ravinen vil også fungere som erosjonssikring, som uansett bør utføres.

NB: Evt. tiltak må detaljprosjekteres.

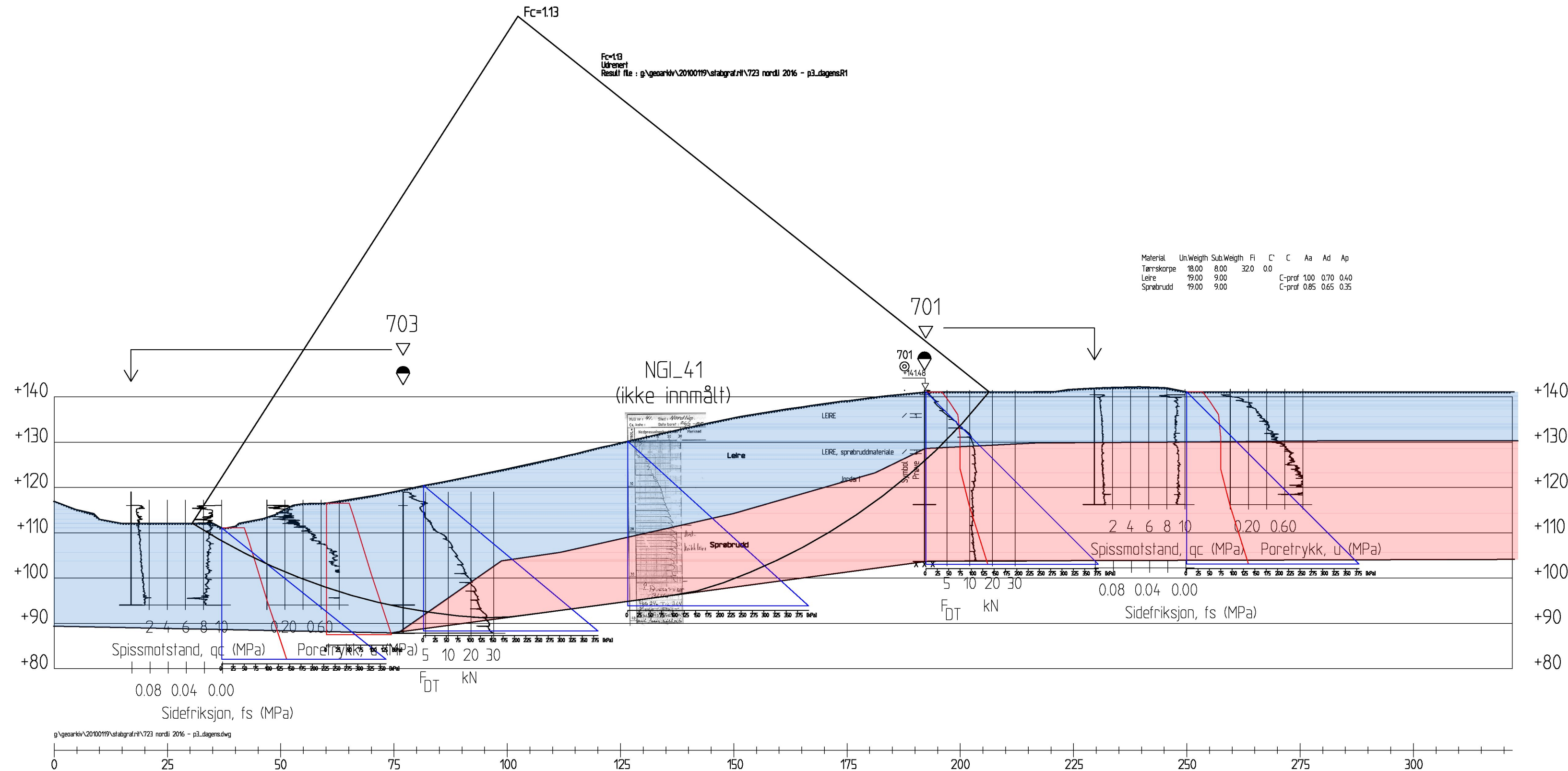
D7.3 Detaljprosjektering og supplerende boringer

Ut fra stabilitetsberegningene, som gir lave verdier for kritiske udrenerte glideflater ned i kvikkleire for profil P3, synes det å være behov for noe stabiliserende tiltak mellom ravinen mot vest og ryggen sentralt i sonen (sør for Årsrudveien). Dersom sikring for eventuell tilflytting til sonen iht. ref. /D3/ blir aktuelt, må det gjøres større tiltak, som generelt må detaljprosjekteres (ref. /D4/ og /D5/). Slik detaljprosjektering antas å medføre behov for enkelte supplerende undersøkelser.

Ved begrenset/mindre sikringstiltak, som delvis avlastning på 1-2 m eller alternativt tilsvarende oppfylling i bunn av ravinen, anses det ikke å være behov for supplerende boringer.

D8 Referanser

- /D1/ Norconsult Fältgeoteknik AB (2011): Kvikkleiresoner Sørums, Fet, Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Rapport Geoteknik, RGeo, Fält- och laboratorieresultat. Oppdragsnr. 211 03 40, rapport datert 11. mai 2011.
- /D2/ NGI (1992): Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartbladet Askim, M = 1:50 000. Rapport nr. 840068-2, 8. mai 1992.
- /D3/ NVE (2014): Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /D4/ Direktoratet for byggkvalitet (2013). Veiledning til forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 10). Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger. Publikasjonsnummer: HO-2/2011.
- /D5/ Standard Norge AS (2004). Norsk Standard NS-EN 1997-1:2004+ NA:2008. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler.



FORKLARINGER:

-

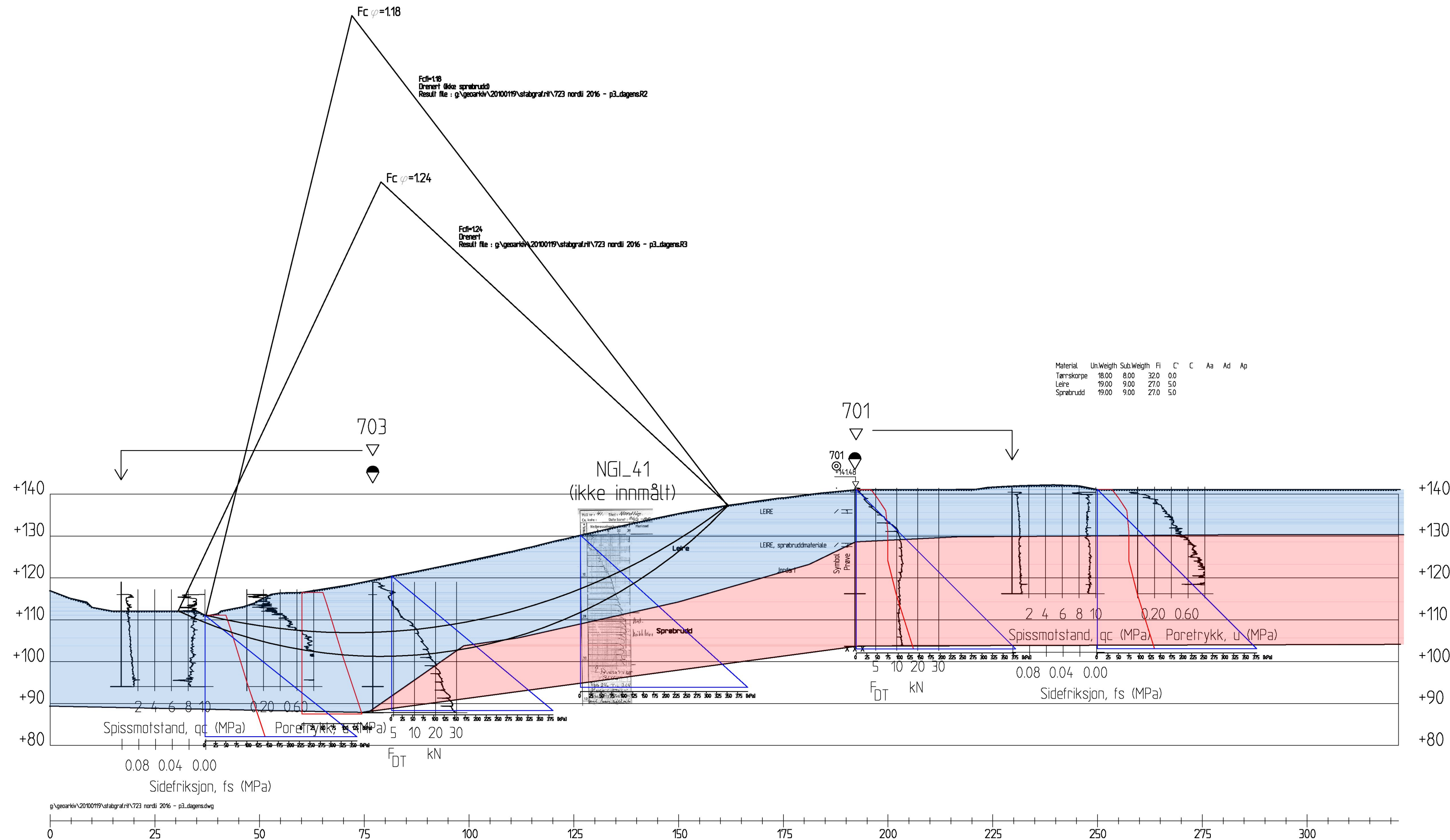
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner	Status -			
		Original format A-3.1			
		Tegningens filnavn G:\geoteknik\20100119-09-RVP3 - Dagens			
	Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P3 i sone 723 Nordli Dagens situasjon, udrenert analyse	Målestokk 1:800			
	NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 01.07.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. D01	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
				Rev.	0



FORKLARINGER:

-

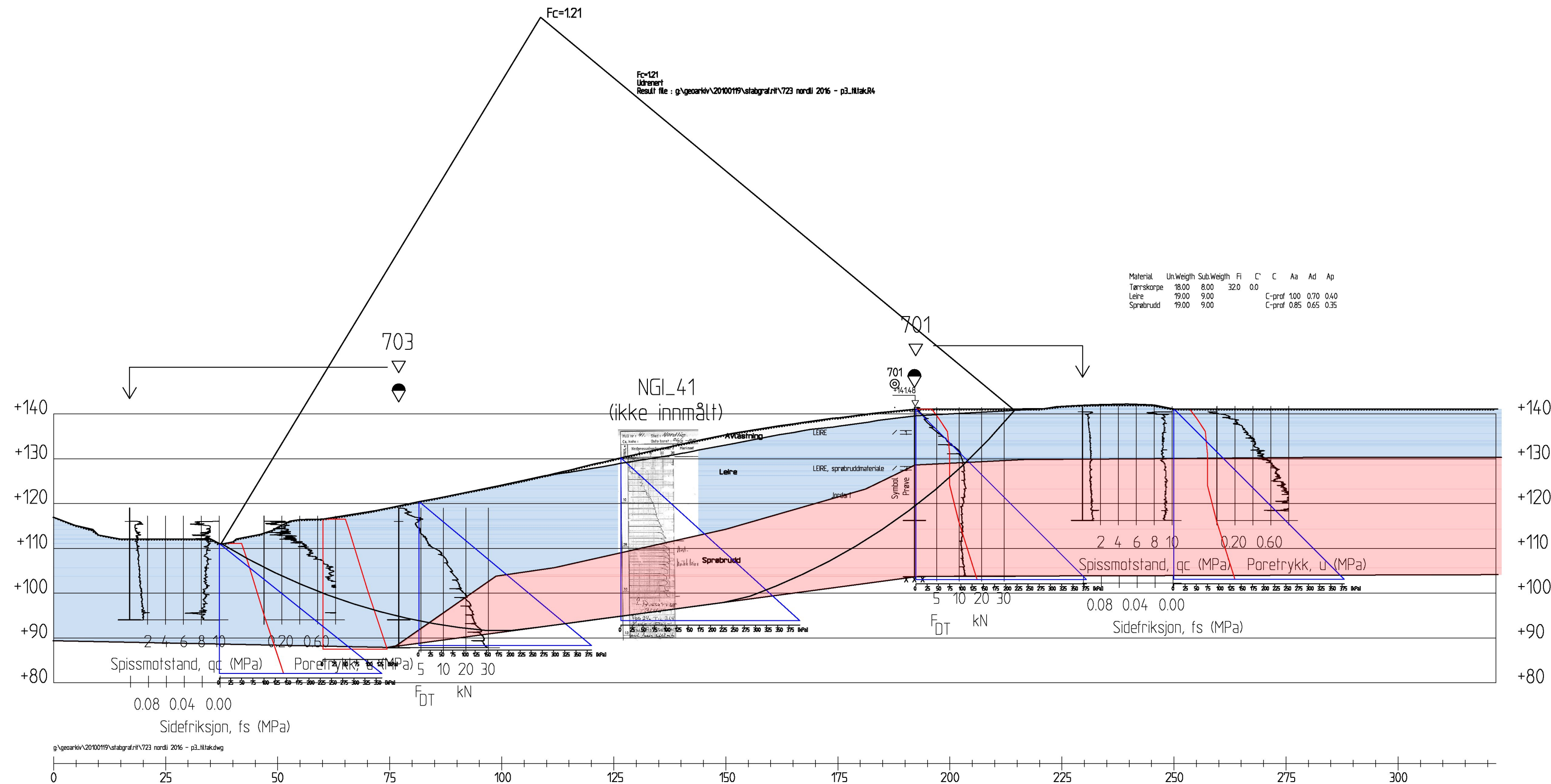
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status			
		Original format			
		A-3.1			
		Tegningens filnavn			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P3 i sone 723 Nordli Dagens situasjon, drenert analyse		G:\geoteknik\20100119-09-RVP3 - Dagens			
		Målestokk	1800	NGI	
		Dato	01.07.2016	Konstr./Tegnet	SHo
		Oppdragsnr.	20100119	Tegningsnr.	D02
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Kontrollert	HHe	Godkjent	HHe
		Rev.			0



FORKLARINGER:

-

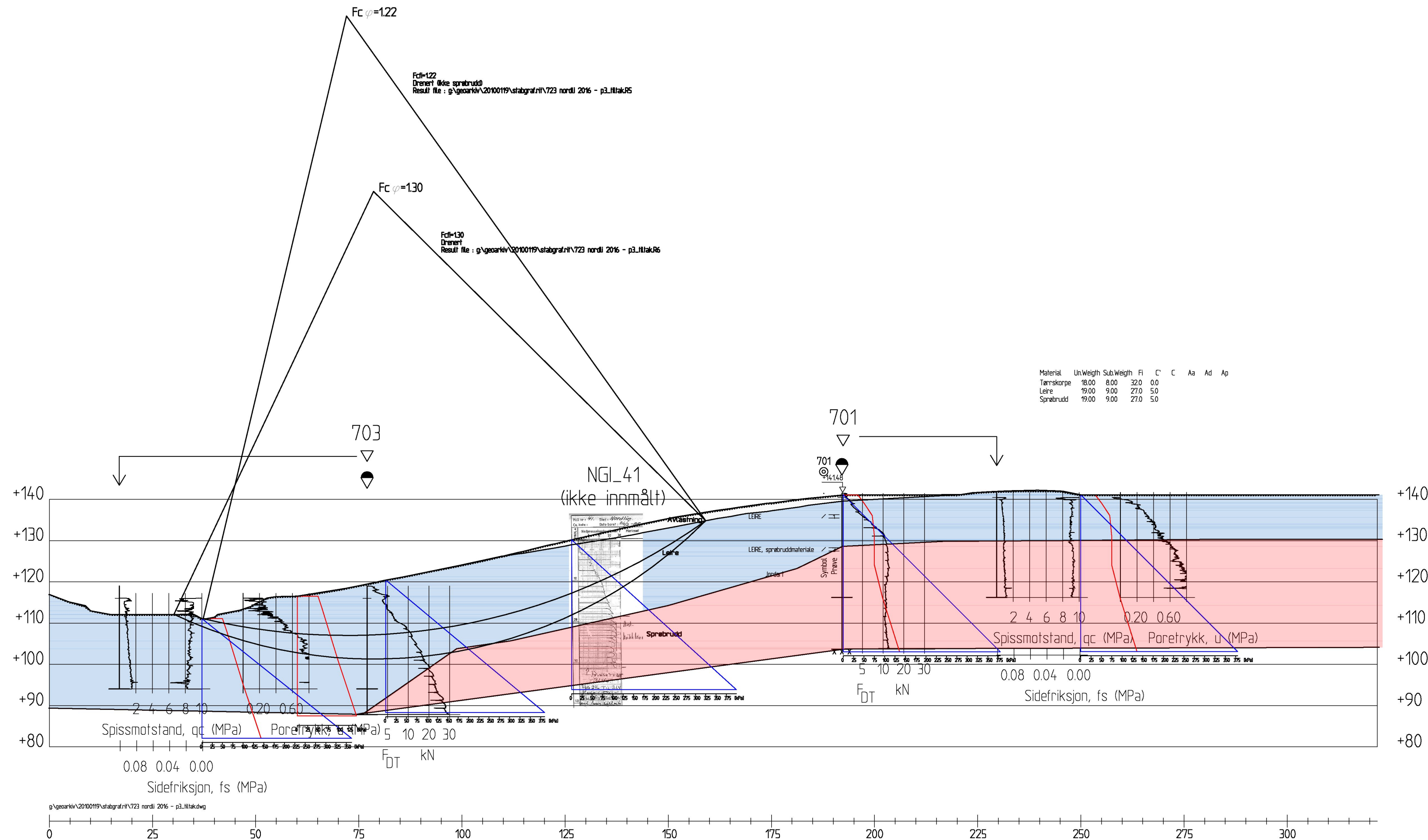
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner			Status		
			Original format		
			A-3.1		
			Tegningens filnavn		
			G:\geotekn\20100119-09-RVP3 – Tiltak		
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P3 i sone 723 Nordli Situasjon etter tiltak, udrenert analyse			Målestokk		
			1800		
					
NGI Sognsveien 72 – PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		04.08.2016	SHo	HHe	HHe
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
20100119		D03a		0	



FORKLARINGER:

-

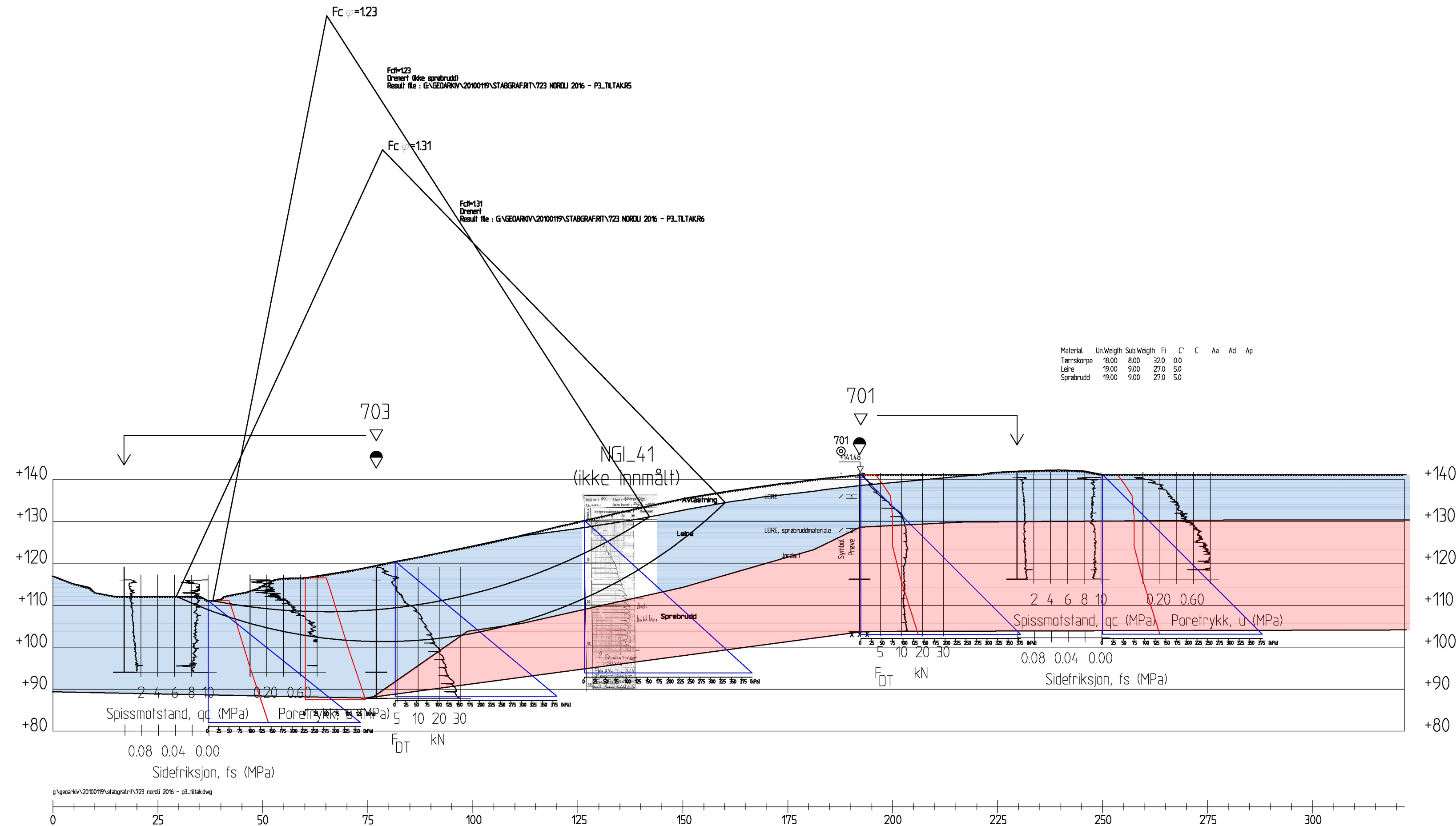
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørumsund), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status -			
		Original format A-3.1			
		Tegningens filnavn G:\geoteknik\20100119-09-RVP3 - Tiltak			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P3 i sone 723 Nordli Situasjon etter tiltak, drenert analyse		Målestokk 1:800	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 04.08.2016	Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
		Oppdragsnr. 20100119	Tegningsnr. D04a		Rev. 0

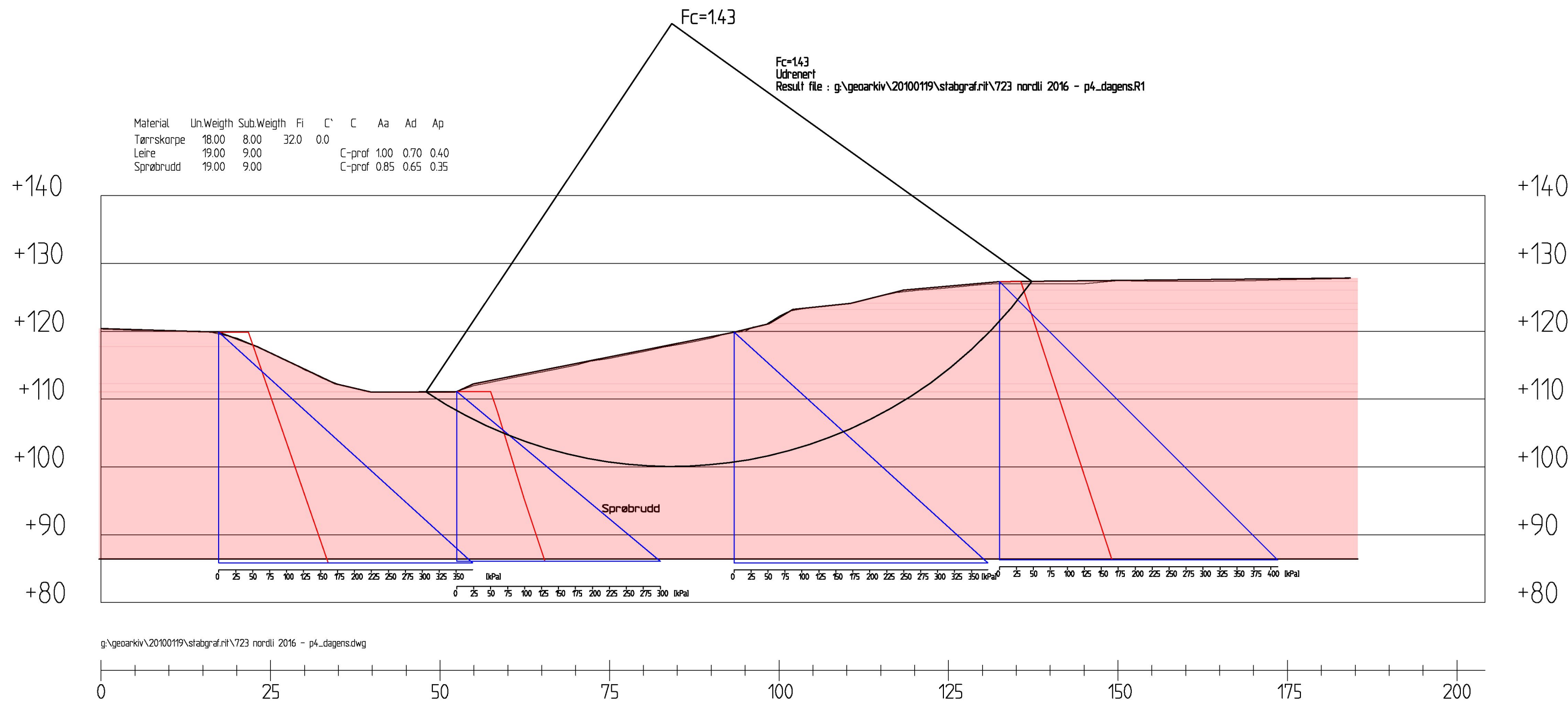


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse					Dato	Tegn	Kontr	Godkj
NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner						Status –			
						Original format A-3.1			
						Tegningens filnavn G:\geogarkiv\20100119-09-R\P3 – Tiltak			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P3 i sone 723 Nordli Situasjon etter tiltak, drenert analyse						Målestokk 1800			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 03 04 08 www.ngi.no		Dato 04.08.2016	Konstr./Tegnel SHO	Kontrolleret HHe	Godkjent HHe	Rev. 0			
		Oppdragsnr. 20100119	Tegningsnr. D04B						



FORKLARINGER:

-

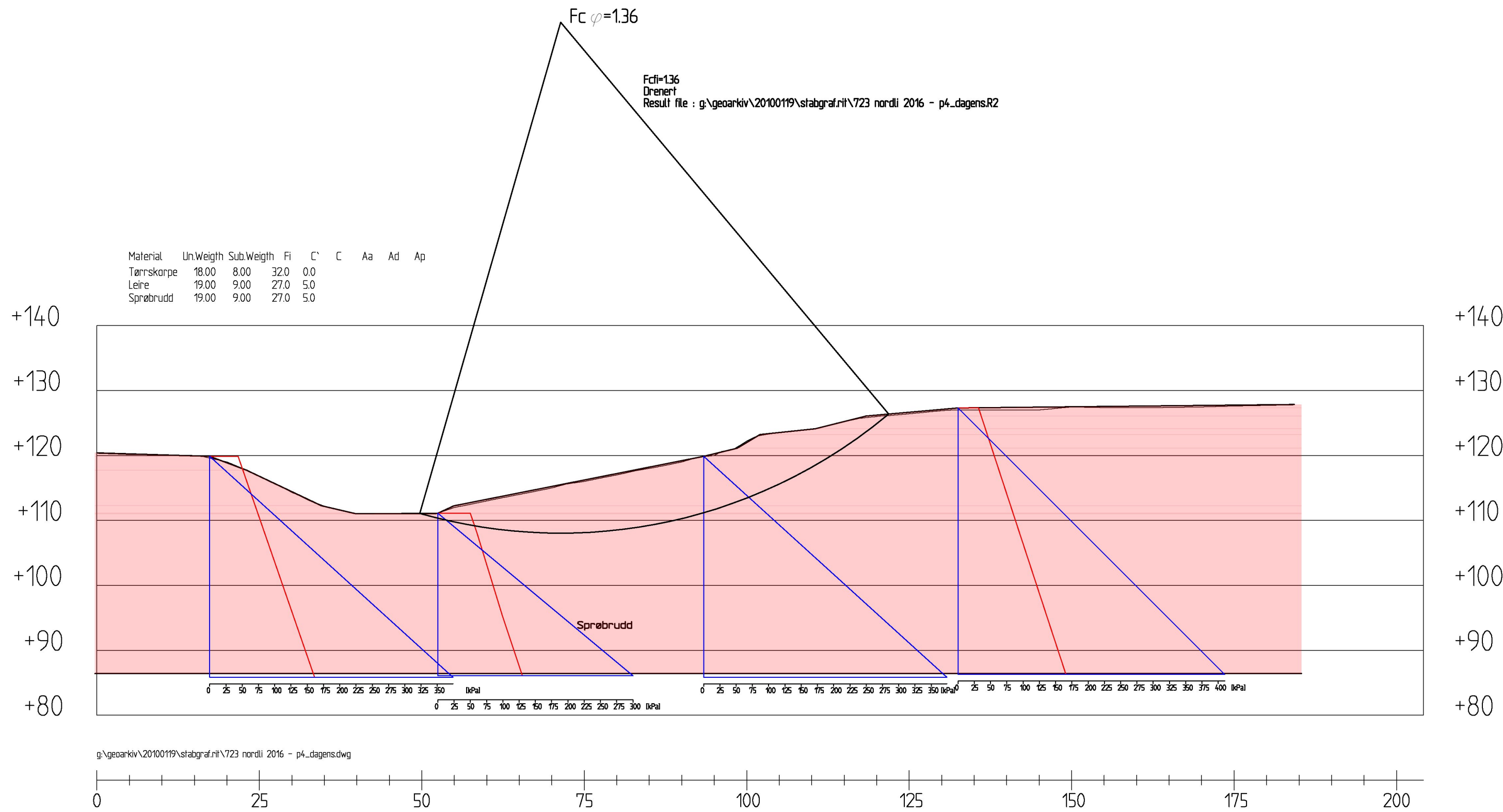
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status			
		Original format			
		A-3.1			
		Tegningens filnavn			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P4 i sone 723 Nordli Dagens situasjon, udrenert analyse		G:\geoarkiv\20100119-09-RVP4 - Dagens		Målestokk	
		1600		NGI	
		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.07.2016	
		Oppdragsnr. 20100119		Konstr./Tegnet SHo	
		Tegningsnr. D05		Kontrollert HHe	
				Godkjent HHe	
				Rev. 0	



FORKLARINGER:

-

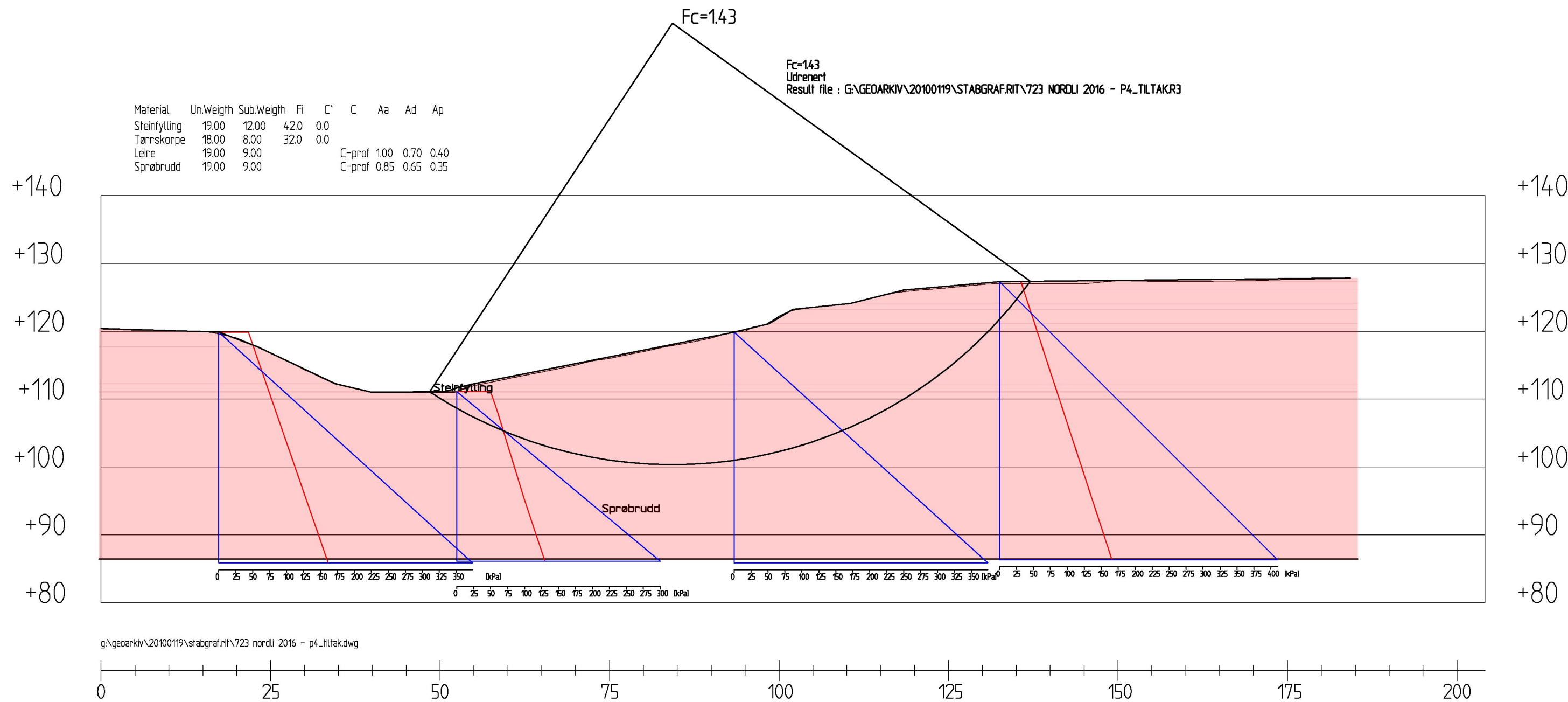
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørumselva), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status			
		Original format			
		A-3.1			
		Tegningens filnavn			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P4 i sone 723 Nordli Dagens situasjon, drenert analyse		G:\geoarkiv\20100119-09-RVP4 - Dagens		Målestokk	
		1600		NGI	
		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.07.2016	
		Oppdragsnr. 20100119		Konstr./Tegnet SHo	
		Tegningsnr. D06		Kontrollert HHe	
				Godkjent HHe	
				Rev. 0	



FORKLARINGER:

-

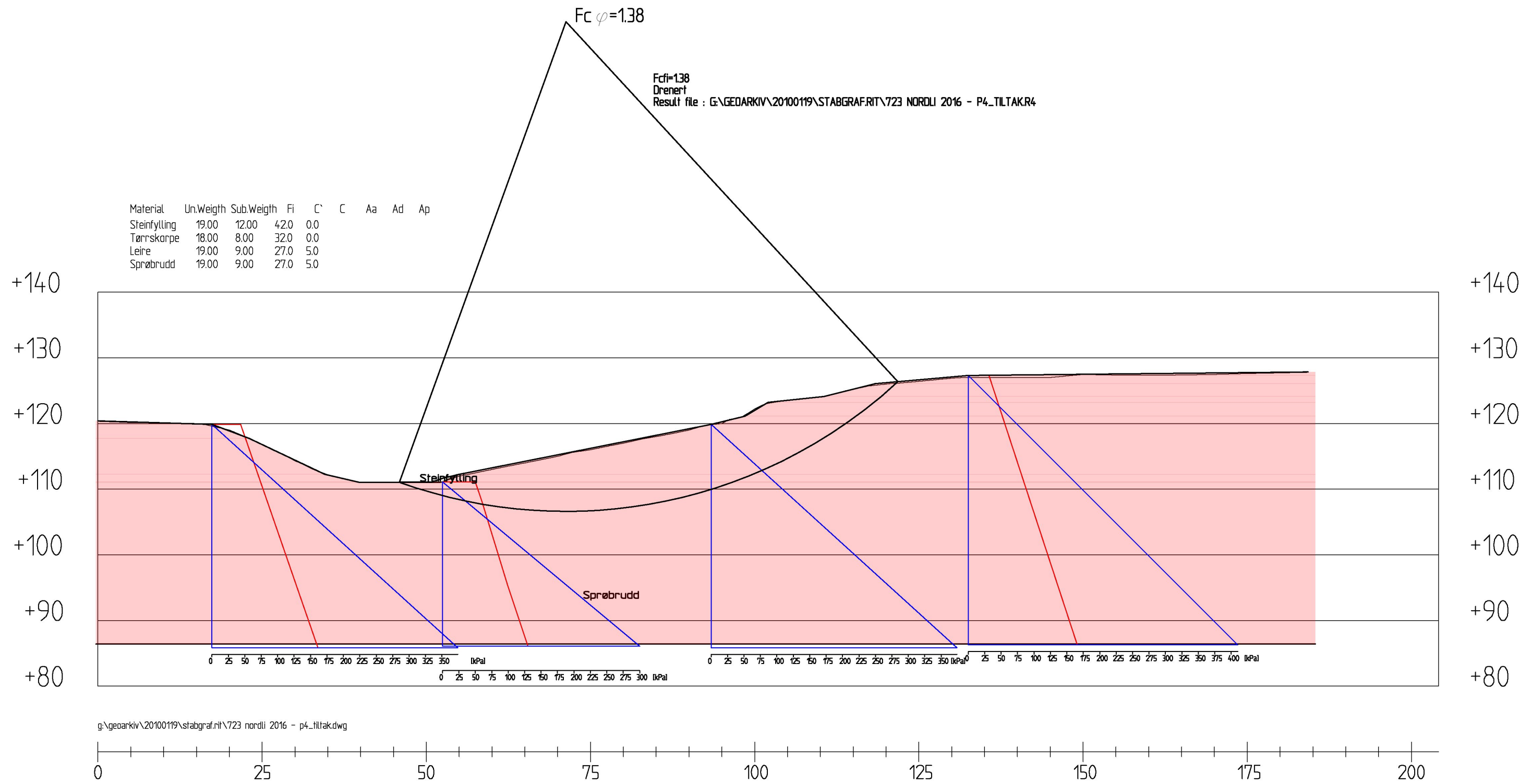
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status			
		Original format			
		A-3.1			
		Tegningens filnavn			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P4 i sone 723 Nordli Situasjon etter tiltak, udrenert analyse		G:\geoarkiv\20100119-09-RVP4 - Tiltak			
		Målestokk	1:600	NGI	
		Dato	04.08.2016	Konstr./Tegnet	SHo
		Oppdragsnr.	20100119	Tegningsnr.	D07
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Kontrollert	HHe	Godkjent	
		Rev.		HHe	
				0	



FORKLARINGER:

-

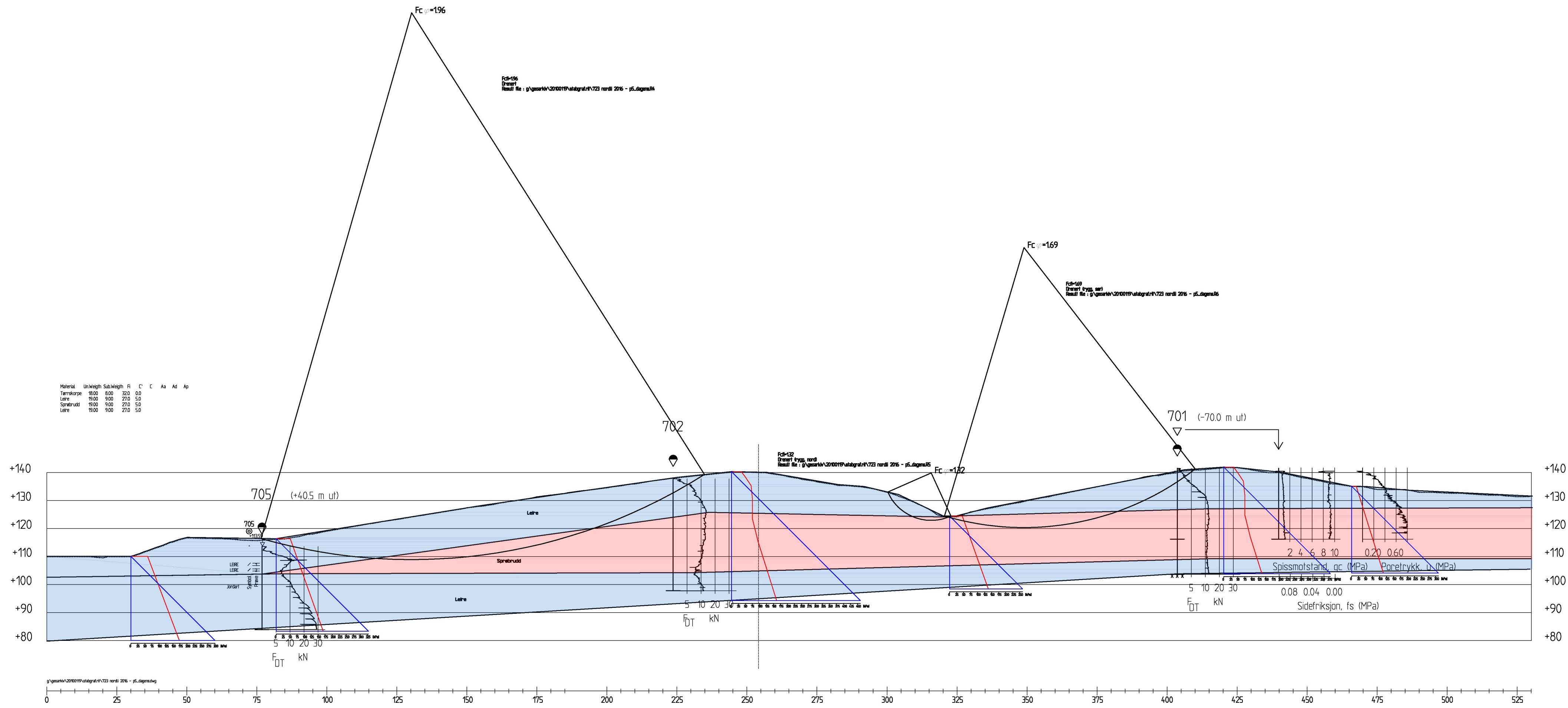
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status			
		Original format			
		A-3.1			
		Tegningens filnavn			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P4 i sone 723 Nordli Situasjon etter tiltak, drenert analyse		G:\geoarkiv\20100119-09-RVP4 - Tiltak		Målestokk	
		1600		NGI	
		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	
		04.08.2016		Konstr./Tegnet	
		Oppdragsnr.		Tegningsnr.	
		20100119		D08	
				Kontrollert	
				HHe	
				Godkjent	
				HHe	
				Rev.	
				0	

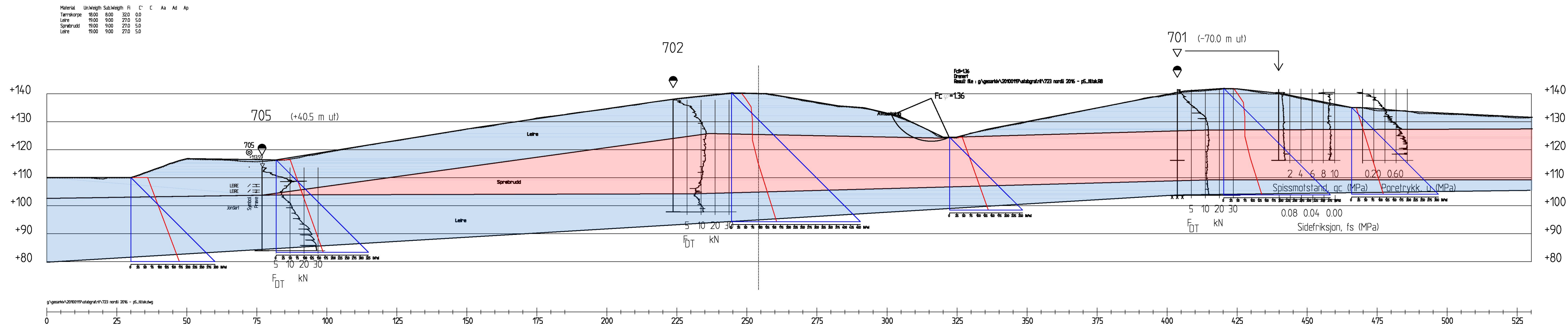


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geotek\20100119-09-RVP5 - Dagens			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P5 i sone 723 Nordli Dagens situasjon, drenert analyse		Målestokk 1:1000	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.07.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. D10	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
				Rev.	0



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status -			
		Original format A-3.1			
		Tegningens filnavn G:\geotekn\20100119-09-RVP5 - Tiltak			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P5 i sone 723 Nordli Situasjon etter tiltak, drenert analyse		Målestokk 1:1000	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 04.08.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. D12	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
				Rev.	0

Vedlegg E

STABILITET SONE 734 NORDLI VEST

Innhold

E1	Stabilitetsberegninger sone 734 Nordli vest	2
E2	Grunnforhold	2
E3	Stabilitetsberegning, sone 734 Nordli vest, profil P10	3
E3.1	Dagens situasjon, sone 734 Nordli vest, profil P10	3
E3.2	Stabiliserende tiltak, sone 734 Nordli vest, profil P10	4
E4	Stabilitetsberegning, sone 734 Nordli vest, profil P11	5
E4.1	Dagens situasjon, sone 734 Nordli vest, profil P11	5
E4.2	Stabiliserende tiltak, sone 734 Nordli vest, profil P11	6
E5	Sone 734 Nordli vest – oppsummering	7
E5.1	Stabilitetsforhold	7
E5.2	Stabiliserende tiltak	7
E5.3	Detaljprosjektering og supplerende boringer	8
E6	Referanser	9

E1 Stabilitetsberegninger sone 734 Nordli vest

Sonen 734 Nordli vest ligger i nærhet av Øyerens vestlige bredd i Enebakk kommune. Sonen er mot vest avgrenset langsetter Dalefjeringen (fylkesvei 326) og mot øst er den avgrenset av en ravine med bekkeløp, samme ravine som avgrenser sone 723 Nordli.

Tegning 013 viser beliggenhet av borpunkter fra ref. /E1/ samt ca. posisjon av boring fra ref. /E2/ (sistnevnte er ikke innmålt, og plasseringen, basert på kart med liten målestokk, er ikke eksakt). Profiler for stabilitetsberegning er vist (P10-P11).

Sonen er etter revurdering av faregraden (Vedlegg F) klassifisert til faregradklasse "2 - Middels", hvilket tilsier at for tilflytting til sonen skal sikring iht. NVE-veiledningen gjøres ut fra krav til "forbedring" (tiltaksklasse K4). For tiltaksklasse K3 (inntil 2 boenheter) er kravet "forbedring" eller "ikke forverring" avhengig av eksisterende sikkerhetsnivå før utbygging. For gjeldende bebyggelse gjelder det ingen spesifikke krav til sikkerhet.

E2 Grunnforhold

Ved grunnundersøkelsene (ref. /E1/ og /E2/) er det boret til inntil 41 m dybde i den nordlige og midterste del av sonen. Det er utført to borpunkter utenfor sonen i vest og disse er boret til inntil 40 m dybde.

Sensitiv leire er tolket i sonderingene 903, 904, 905 (profil P10) og 42_NGI (profil P11), men ikke i 902 (profil P11). Sondering 901 (profil P10) indikerer også sensitiv leire fra ca. 2.5 m dybde og til stor dybde. Prøveserie fra de øvre 16 m viser at det her ikke er sprøbruddmateriale, men det må uansett antas sprøbruddmateriale under 19 m dybde. Isolert sett indikerer sondering 903 sensitiv leire i dybde 4.5-13 m. Ut fra antatt beliggenhet av kvikkleire i øvrige sonderinger innenfor sonen, er det imidlertid en mulighet for at det ikke er snakk om kvikkleire i denne sonderingen, som har noenlunde samme signatur som flere andre boringer innenfor de undersøkte sonene i Enebakk, hvor prøvene har vist at det ikke er sprøbruddmateriale i tilsvarende lag. Uansett må det antas sprøbruddmateriale i dette borpunktet, med overkant av laget på ca. kote +149. I de andre borpunktene er det antatt overkant av sensitiv leire i 4.5 – 19 m dybde ca. tilsvarende kote +123-133 innenfor eksisterende sone og for borpunkt 904 utenfor sonen.

Bergoverflaten synes generelt å ligge dypt i området, med derav følgende stor løsmasse-mektighet. Bare en av boringene er stoppet mot antatt berg, og en enkelt boring mot fast lag, mens de resterende sonderingene er avsluttet uten at det er påtruffet faste lag eller antatt berg. Høydeforskjellen innen sonen er 30-35 fra ravinene mot nord og øst til den vestlige del av sonen.

E3 Stabilitetsberegning, sone 734 Nordli vest, profil P10

Profil P10 går langs toppen av høydedraget vest-nordvest i sonen utover ryggen mot nordøst, knekker mot nord ved borpunkt 901, og følger derfra skråningen ned i ravinen og skråningen opp til borpunkt 905. Høydeforskjell fra bunn av ravinen opp til skråningskanten er ca. 28 m med en helning på 1:4.6 i den nederste del og 1:2.5 i den øvre del av skråningen. Det er i tillegg ca. 4 m høydeforskjell opp til toppen av høydedraget.

Basert på antatt dybde og mektighet av sensitiv leire i borpunkt 901 og 905 er det antatt sensitiv leire fra bunn av ravinen og til ca. 7 m dybde. Nivå for overkant av sensitiv leire er basert på borpunkt 901 økende inn under høydedraget, mens underkant er på omtrent samme nivå, hvilket betyr at mektigheten av det sensitive leirlaget antas å øke inn under høydedraget.

Udrenert skjærfasthet på høydedraget frem til skråningskanten er basert på CPTU-sondering i borpunkt 901. I skråningen og nede ravinen er det beregnet skjærfasthet ut fra SHANSEP-metoden (avsnitt A5.1 i Vedlegg A) basert på antatt overkonsolideringsnivå på ca. kote +145, dvs. 28 m over bunn av ravinen, basert på tolkning av CPTU-sonderingen i borpunkt 901. Basert på poretryksmålinger i borpunkt 901 er det på høydedraget anvendt poreundertrykk henholdsvis 25 % og 40 % lavere enn hydrostatisk poretrykk på henholdsvis 10 m og 20 m dybde forutsatt antatt grunnvannsnivå i underkant av antatt tørrskorpe. Det er antatt økende poretrykk nedover skråningen med antatt 25 % poreovertrykk i bunn av ravinen, hvor det er antatt grunnvannsnivå i terreng.

E3.1 Dagens situasjon, sone 734 Nordli vest, profil P10

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor $\gamma_m = 0.94$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 110 m lang og 23 m dyp.

Tilsvarende drenert analyse gir materialfaktor $\gamma_m = 1.01$ for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 95 m lang og 9 m dyp.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur E1 for udrenert analyse og av Figur E2 for drenert analyse. Begge de kritiske glideflatene går ned i antatt kvikkleire.

Tabell E1 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på både udrenert og drenert stabilitetsanalyse må det gjøres tiltak (for evt. ny bebyggelse i tiltaks-klasse K3 og K4), tabellen angir nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå ”forbedring” for kritisk glidesirkel iht. kravet i ref. /E3/.

Tabell E1 Stabilitetsberegninger, 734 Nordli vest, profil P10. Materialfaktor for dagens situasjon og krav til forbedring.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert analyse		
		Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	
P10_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate	0.94	1.03	1.01	1.11	E1 / E2

*) Krav i hht. ref. /E3/ for forbedring.

E3.2 Stabiliserende tiltak, sone 734 Nordli vest, profil P10

Beregningsmessig stabilitet er dårlig for profil P10 fra toppen av ryggen ved borpunkt 901 og ned i ravinen mot nord. Skråningen er ikke skogkledd, men nær bunnen av ravinen er det noen trær. I bunn av ravinen går det et bekkeløp (med lite erosjon, se vedlegg H). For å unngå inngrep i bunnen av ravinen, i tillegg til at kritisk skjærflate for udrenert analyse ikke går ut i bunn av skråningen, er det vurdert tiltak i form av avlastning av ryggen på toppen av skråningen. Dette vil ikke redusere landbruksarealet.

Beregningsresultater, herunder kritisk glideflate og materialfaktor, etter stabiliserende tiltak er oppsummert i Tabell E2 og vist i Figur E3 for udrenert analyse og Figur E4 for drenert analyse.

Tabell E2 Stabilitetsberegninger, 734 Nordli vest, profil P10. Materialfaktor etter stabiliserende tiltak.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert		
		Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	
P10_1	Tiltak – kritisk skjærflate	1.03	1.03	1.11	1.11	E3 / E4

*) Krav i hht. ref. /E3/ for forbedring.

**) Kritisk skjærsirkel med tiltak ikke identisk med dagens situasjon.

Det er foretatt en optimalisering av omfanget av tiltak via beregning av flere konfigurasjoner. Nødvendig stabilitetsforbedring for profil P10 oppnås ved opp mot 3.5 m avlastning med horisontal utstrekning av avlastningen på ca. 75 m. Det skisserte tiltaket har et tverrsnittsareal på ca. 125 m².

E4 Stabilitetsberegning, sone 734 Nordli vest, profil P11

Profil P11 går fra høydedraget og ned i ravinen i øst, nær borpunkt 902. Det er et platå midt i skråningen som deler skråningen i to deler. Den øverste del av skråningen går fra toppen av høydedraget ned til et ca. 50 m bredt flatt platå, med skråningshøyde ca. 20 m og helning på 1:4.3 i den bratteste del av skråningen. Fra dette platået går skråningen videre ned til bunn av ravinen, med en skråningshøyde på ca. 17 m og helning 1:3.2 i den bratteste del av skråningen.

Basert på sondering 42_NGI er det antatt sensitiv leire fra ca. 15 m dybde under høydedraget, mens det i bunn av ravinen er antatt sensitiv leire fra terreng (tilsvarende antakelsen som er gjort for profil P12 innenfor sone 723 Nordli). Det er her trolig noe konservativt å anta at laget med sensitiv leire går helt ned i ravinen, da borpunkt 902 ned mot ravinen ikke gir indikasjon på sensitiv leire og er stoppet mot faste lag. Det er imidlertid påvist sensitiv leire i dagen i den lille ravinen som går mot vest fra bekken mellom sone Nordli og Nordli vest, rett sør for P12 og P11 (se vedlegg H).

Det er utført CPTU-sondering i borpunkt 902 på platået ved skråningskanten mot den nedre skråningen mot ravinen. CPTU-sonderingen indikerer vesentlig høyere styrke enn normalkonsolidert leire, men tolkningen er ikke tilfredsstillende, da poretrykksmåleren ikke har gitt fornuftige verdier under sonderingen (trolig problem med metting). Udrenert skjærfasthet er derfor beregnet ut fra SHANSEP-metoden (avsnitt A5.1 i Vedlegg A) i hele profilet basert på antatt overkonsolideringsnivå på ca. kote +145, dvs. 32 m over bunn av ravinen, basert på tolkning av CPTU-sonderingen i borpunkt 901. Basert på poretrykksmålinger i borpunkt 901 er det på høydedraget anvendt poreundertrykk på henholdsvis 25 % og 40 % under hydrostatisk poretrykk på henholdsvis 10 m og 20 m dybde, forutsatt antatt grunnvannsnivå i underkant av antatt tørrskorpe. Det er anvendt økende poretrykk nedover skråningen med antatt 25 % poreovertrykk i bunn av ravinen, hvor det er antatt grunnvannsnivå i terreng.

E4.1 Dagens situasjon, sone 734 Nordli vest, profil P11

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor $\gamma_m = 1.24-1.56$ for mest kritiske glideflater i skråningene.

Tilsvarende drenert analyse gir materialfaktor $\gamma_m = 1.20-2.22$ for mest kritiske glideflater i skråningene.

Kritiske glideflater for dagens situasjon fremgår av Figur E5 for udrenert analyse og av Figur E6 for drenert analyse.

Tabell E3 oppsummerer beregnede materialfaktorer for dagens situasjon. Basert på både udrenert og drenert stabilitetsanalyse må det gjøres tiltak (for evt. ny bebyggelse i

tiltaksklasse K3 og K4), tabellen angir nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå ”forbedring” for kritisk glidesirkel iht. kravet i ref. /E3/.

Tabell E3 Stabilitetsberegninger, 734 Nordli vest, profil P11. Materialfaktor for dagens situasjon og krav til forbedring.

Beregn.nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert analyse		
		Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	Dagens situasjon	Krav for tiltak *)	
P11_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate	1.25	1.30	2.01	1.40	E5 / E6
P11_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate i øvre del	1.24	1.29	2.22	1.40	E5 / E6
P11_0	Dagens situasjon – kritisk skjærflate i nedre del	1.56	1.40	1.20	1.26	E5 / E6

*) Krav i hht. ref. /E3/ for forbedring.

E4.2 Stabiliserende tiltak, sone 734 Nordli vest, profil P11

Beregningsmessig stabilitet er globalt noe dårlig, dvs. for hele skråningen fra toppen av ryggen og ned mot ravinen i øst, samt for de lokale kritiske glideflater i øvre og nedre del av skråningen, dvs. ovenfor og nedenfor platået midt i skråningen. Det er ikke skogbevakst ned skråningen, men nær bunnen er ravinen bevokst med noen trær og i bunn av ravinen går det et bekkeløp. For å forbedre stabiliteten av skråningene ovenfor og nedenfor platået midt på skråningen, samt av skråningen generelt, er det vurdert tiltak i form av avlastning av den øvre skråningen og motfylling nederst i skråningen.

Beregningsresultater, herunder kritisk glideflate og materialfaktor, etter stabiliserende tiltak er oppsummert i Tabell E4 og vist i Figur E7 for udrenert analyse og Figur E8 for drenert analyse.

Tabell E4 Stabilitetsberegninger, 734 Nordli vest, profil P11. Materialfaktor etter stabiliserende tiltak.

Beregn. nr.	Beskrivelse	γ_m				Figur
		Udrenert analyse		Drenert		
		Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	Krav for tiltak *)	Etter tiltak **)	
P11_1	Tiltak – kritisk skjærflate	1.30	1.32	1.40	2.18	E7 / E8
P11_1	Tiltak – kritisk skjærflate i øvre del	1.29	1.34	1.40	2.41	E7 / E8
P11_1	Tiltak – kritisk skjærflate i nedre del	1.40	1.58	1.26	1.36	E7 / E8

*) Krav i hht. ref. /E3/ for forbedring.

**) Kritisk skjærsirkel med tiltak ikke identisk med dagens situasjon.

Nødvendig stabilitetsforbedring for profil P11 oppnås ved opp mot 1.5-2.0 m avlastning med horisontal utstrekning av avlastningen på ca. 120 m i den øvre del av skråningen samt ca. 2 m motfylling med horisontal utstrekning av motfyllingen på ca. 60 m i den nedre del av skråningen. Det skisserte tiltaket har et tverrsnittsareal på ca. 105 m² for avlastningen og 70 m² for nødvendig motfylling.

E5 Sone 734 Nordli vest – oppsummering

E5.1 Stabilitetsforhold

Stabiliteten er vurdert for to profiler innenfor sone 734 Nordli vest:

- For profil P10 er det beregningsmessig kritisk stabilitet for udrenert analyse, med laveste beregnede materialfaktor for dagens situasjon på 0.94.
- For profil P11 er det beregningsmessig noe lav stabilitet for drenert analyse, med laveste beregnede materialfaktor for dagens situasjon på 1.20.

E5.2 Stabiliserende tiltak

Sikring for tilflytting til sonen

Det er dimensjonert nødvendige stabiliserende tiltak forutsatt at NVEs kvikkleireveiledning, ref. /E3/, legges til grunn for sikring og basert på krav ved evt. tilflytting til sonen. Dersom større utbygginger planlegges innenfor sonen, vil det normalt være opp til utbygger, eventuell i samarbeid med kommunen, å utføre sikringstiltak som tilfredsstiller kravene. Utstrekning av stabiliserende tiltak med denne forutsetningen er skissert på Tegning J013.

De stabiliserende tiltak omfatter erosjonssikring samt delvis motfylling i bunn av ravinen mot øst og avlastning i to områder av høydedragene innenfor sonen. For motfyllingen er det skisserte arealet 12400 m², mens det skisserte arealet for avlastning er henholdsvis 7700 m² og 10850 m² lengst nord og sør.

Det er skissert erosjonssikring langsetter den østlige avgrensningen av sonen lengst i sør, hvor det ved befaring er observert erosjon langs bekken. Erosjonssikring er også skissert langs ravinen langs grensen mot sone Nordli, samt i den nordlige del av sonen, hvor det riktignok ikke ble observert erosjon ved befaringen, men hvor stabiliteten beregningsmessig er såpass kritisk at evt. erosjon bør forebygges. Skissert erosjonssikring langsetter den østlige del av sonen har en utstrekning på ca. 970 m, hvorav 730 m også grenser mot sone 723 Nordli. Skissert erosjonssikring i den nordlige ravinen har en utstrekning på ca. 430 m, mens utstrekningen er rundt 50 m i den lille ravinen i den sørlige del av sonen.

Generelt innebærer kravene i /E3/ relativt omfattende tiltak, og tilsvarende store sikringskostnader. Tørrskorpeleire som fjernes ved avlastningen kan imidlertid anvendes ved etablering av motfylling. og eventuelt innenfor sone 719 Gran, dersom stabiliserende tiltak blir aktuelt der.

Sikring for nåværende situasjon

For nåværende situasjon og sikring av eksisterende bebyggelse anses det ikke nødvendig å utføre tiltak med så stort omfang som ref. /E3/ krever for evt. tilflytting til området.

I ravinen i nord, hvor beregning i profil P10 viser kritisk stabilitet, er det ikke observert erosjon av betydning ved befaring (Vedlegg H). Noe stabiliserende tiltak for skråningen ved profil P10 anbefales derfor. En mulighet er avlastning av toppen av skråningen. Ut fra dagens erosjonsforhold er ikke erosjonssikring nødvendi i ravinen ved profil P10, men stabilitetsforbedring kan gjerne gjøres ved noe oppfylling i ravinen / løfting av bekken, som da både vil forhindre fremtidig erosjon og gi noe stabilitetsforbedring.

Erosjonssikringen bør også omfatte den lille ravinen mot vest sør for profil P12, hvor det ved befaringen ble observert noe erosjon med eksponert bløt leire i dagen (Vedlegg H). Ravinen oppstrøms for bekkemøtet sør i sonen har også noe erosjon, og bør erosjonssikres.

Foreslåtte tiltak er skissert på tegning 213.

E5.3 Detaljprosjektering og supplerende boringer

Ut fra stabilitetsberegningene, som gir kritiske / moderat lave verdier for glideflater ned i kvikkleire, vil det for tilflytting til sonen være behov for stabiliserende tiltak i skråningen nord i sonen samt øst i sonen. Sikringstiltak må generelt detaljprosjekteres

(ref. /E4/ og /E5/). Slik detaljprosjektering antas å medføre behov for enkelte supplerende undersøkelser, særlig i foten av skråningen.

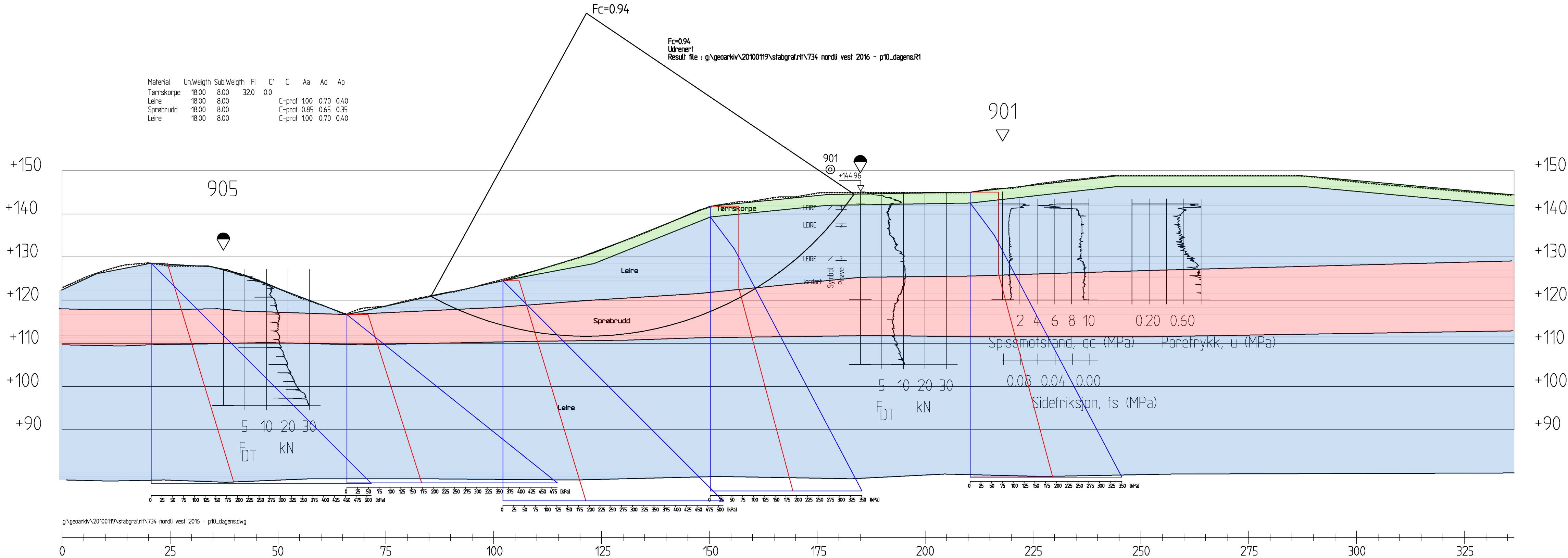
Ved begrensede/mindre sikringstiltak (1-2 m avlastning på toppen av skråning/oppfylling i ravinen) anses det ikke å være behov for supplerende boringer.

E6 Referanser

- /E1/ Norconsult Fältgeoteknik AB (2011): Kvikkleiresoner Sørums, Fet, Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Rapport Geoteknik, RGeo, Fält- och laboratorieresultat. Oppdragsnr. 211 03 40, rapport datert 11. mai 2011.
- /E2/ NGI (1992): Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartbladet Askim, M = 1:50 000. Rapport nr. 840068-2, 8. mai 1992.
- /E3/ NVE (2014): Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /E4/ Direktoratet for byggkvalitet (2013). Veiledning til forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 10). Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger. Publikasjonsnummer: HO-2/2011.
- /E5/ Standard Norge AS (2004). Norsk Standard NS-EN 1997-1:2004+ NA:2008. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler.

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørsskorpe	18.00	8.00	320	0.0				
Leire	18.00	8.00		C-prof	100	0.70	0.40	
Sprøbrudd	18.00	8.00		C-prof	0.85	0.65	0.35	
Leire	18.00	8.00		C-prof	100	0.70	0.40	

Fc=0.94
Udrenert
Result file : g:\geoarkiv\20100119\stabgraf.nit\734 nordli vest 2016 - p10_dagens.R1



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

NVE - Kvikkleiresoner i Akershus
Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner

Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune
Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest
Stabilitetsberegning, profil P10 i sone 734 Nordli vest
Dagens situasjon, udrenert analyse

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato
01.07.2016
Oppdragsnr.
20100119

Konstr./Tegnet
SHo
Tegningsnr.
E01

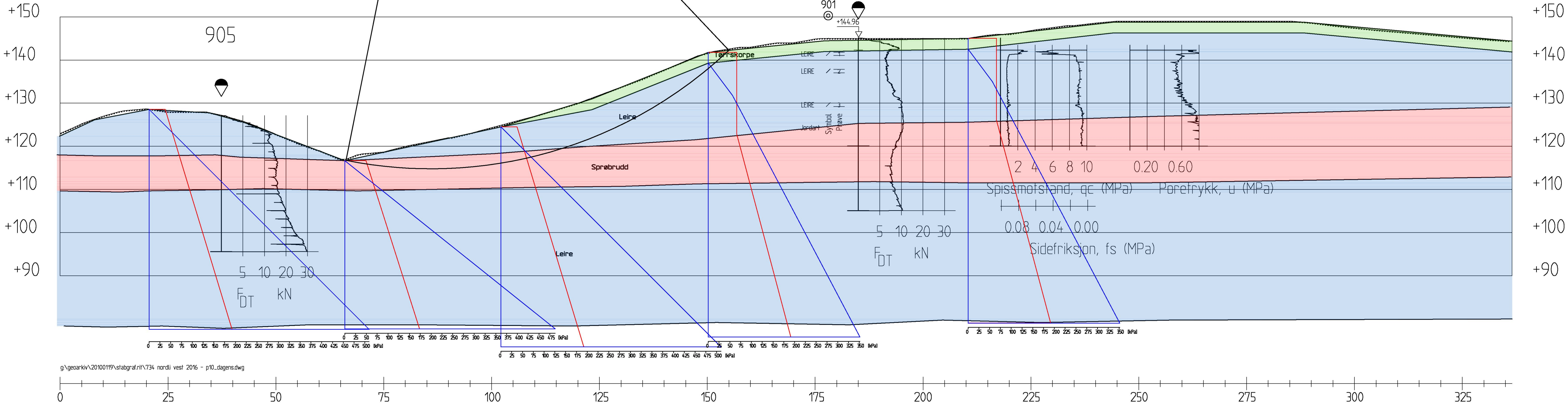
Kontrollert
HHe
Godkjent
HHe
Rev.
0

Status
Original format
A-3.1
Tegningens filnavn
G:\geoarkiv\20100119-09-RVP10 - Dagens
Målestokk
1:600



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	32.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Sprøbrudd	18.00	8.00	27.0	5.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				

Fc=1.01
Drenert
Result file : g:\geoarkiv\20100119\stabgraf.nit\734 nordli vest 2016 - p10_dagens.R2



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

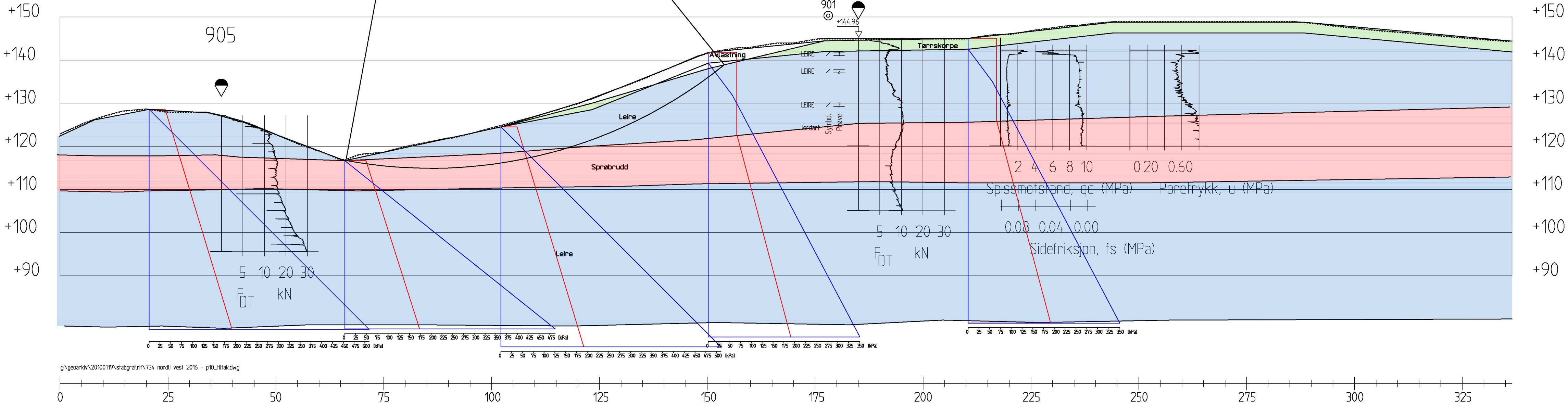
-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE – Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner			Status –		
			Original format		
			A-3.1		
			Tegningens filnavn		
			G:\geoarkiv\20100119-09-R\VP10 – Dagens		
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P10 i sone 734 Nordli vest Dagens situasjon, drenert analyse			Målestokk 1:600		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.07.2016	Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
		Oppdragsnr.: 20100119	Tegningsnr.: E02	Rev.	0

[illegible]

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	32.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Sprøbrudd	18.00	8.00	27.0	5.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				

Fcf=1.11
Drenert
Result file : g:\geoarkiv\20100119\stabgraf\rit\734 nordli vest 2016 - p10_tiltakR4



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

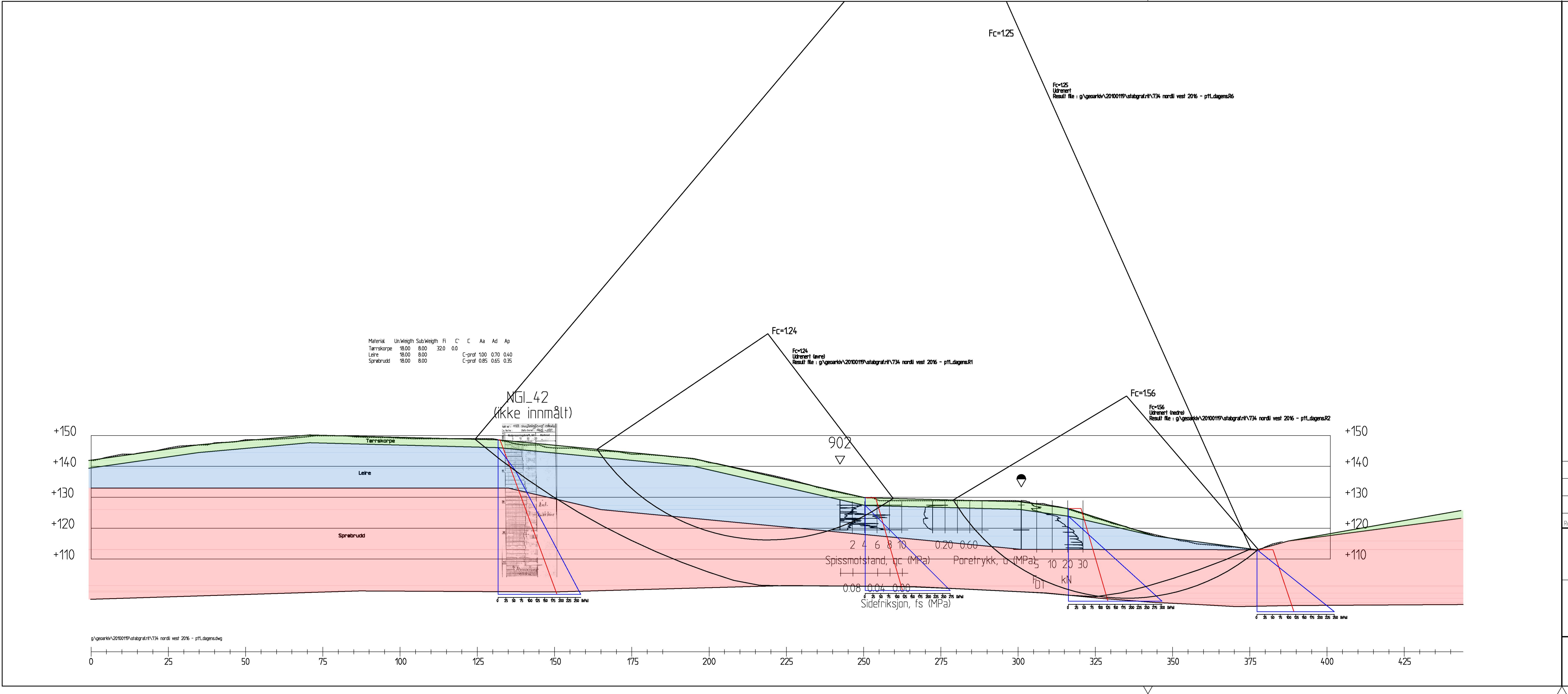
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus
Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner

Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune
Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest
Stabilitetsberegning, profil P10 i sone 734 Nordli vest
Situasjon etter tiltak, drenert analyse

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 04.08.2016	Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
	Oppdragsnr. 20100119	Tegningsnr. E04	Rev.	0

1600





FORKLARINGER:

-

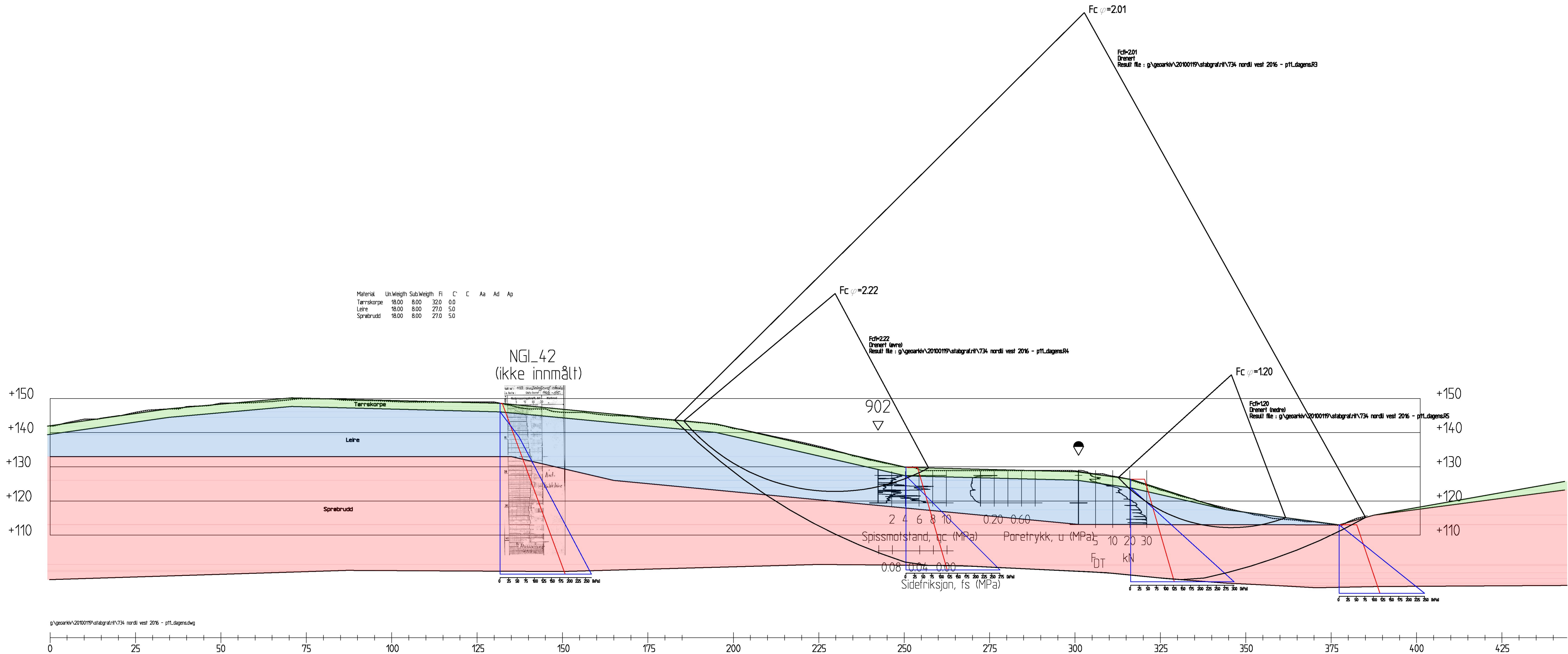
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status -	Original format		
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest		Tegningens filnavn G:\geotekn\20100119-09-RVP11 - Dagens		Målestokk 1800	
Stabilitetsberegning, profil P11 i sone 734 Nordli vest Dagens situasjon, udrenert analyse		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert HHe
Dato 01.07.2016		Oppdragsnr. 20100119		Tegningsnr. E05	
				Godkjent HHe	
				Rev. 0	



FORKLARINGER:

-

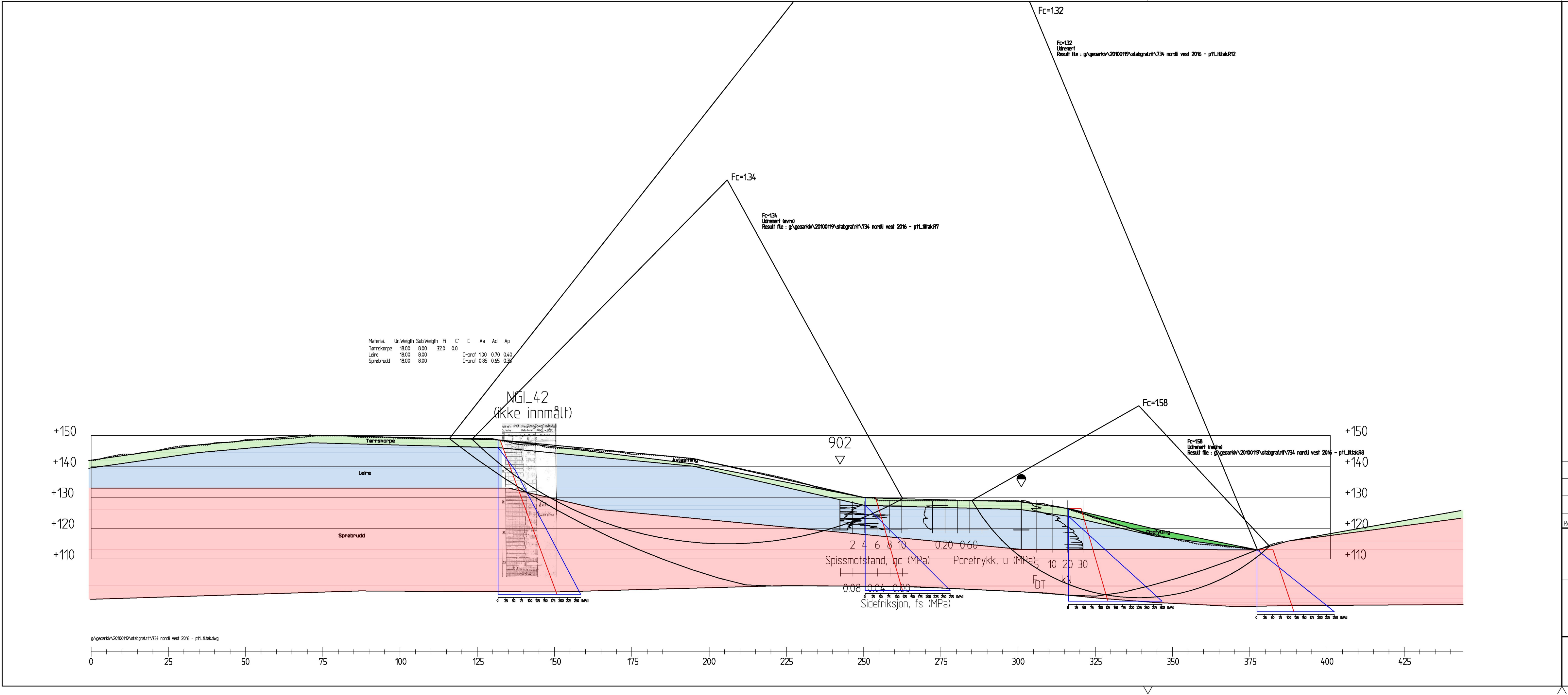
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Status			
		Original format			
		A-3.1			
		Tegningens filnavn			
		G:\geotek\20100119-09-RVP11 - Dagens			
		Målestokk			
		1:800		NGI	
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner		Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P11 i sone 734 Nordli vest Dagens situasjon, drenert analyse			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.07.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. E06	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
				Rev.	0

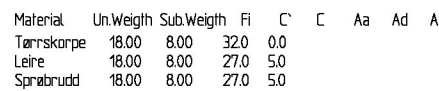


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner					
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Stabilitetsberegning, profil P11 i sone 734 Nordli vest Situasjon etter tiltak, udrenert analyse					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 04.08.2016 Oppdragsnr. 20100119	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. E07	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
		Målestokk 1:800		NGI	
		Rev.		0	



902
▽

$$F_c \varphi = 2.18$$

Fcd=2.18
Drenert
Result file : g:\geoarkiv\20100119\stabgraf\nt\734 nordli vest 2016 - p1L\litrakR9

$$F_c \varphi = 2.41$$

Fcti=241
Drenent (evne)
Result file : g:\geocarkiv\20100119\stabigraf.rtf\734 nordli vest 2016 - p11_hiljakR1

 ~~$F_c \varphi = 1.36$~~

Fcl=136
Dreneri (nedre)
Result file: c:\geocarkiv\20100119\stabgrafn\734 nondli vest 2016 - p1LilitakR11

HENVISNINGER:

[illegible]

Vedlegg F

SONEKLASSIFISERING AV SONENE 719 GRAN, 724 ÅRSRUD, 723 NORDLI OG 734 NORDLI VEST

Innhold

F1	Innledning og sammendrag	2
F2	Soneklassifisering	2
	F2.1 Gjeldende klassifisering	2
	F2.2 Revidert klassifisering	2
F3	Metodikk for risikoevaluering	3
F4	Kvartærgeologi og topografi	4
F5	Skredhendelser	5
F6	Klassifisering sone 719 Gran	11
	F6.1 Gjeldende klassifisering (2006), 719 Gran	11
	F6.2 Revidert klassifisering (2016), 719 Gran	13
F7	Klassifisering sone 724 Årsrud	15
	F7.1 Gjeldende klassifisering (2006), 724 Årsrud	15
	F7.2 Revidert klassifisering (2016), 724 Årsrud	18
F8	Klassifisering sone 723 Nordli	20
	F8.1 Gjeldende klassifisering (2006)	20
	F8.2 Revidert klassifisering (2016), 723 Nordli	22
F9	Klassifisering sone 734 Nordli vest	24
	F9.1 Gjeldende klassifisering (2006), 734 Nordli vest	24
	F9.2 Revidert klassifisering (2016), 734 Nordli vest	27
F10	Referanser	29

F1 Innledning og sammendrag

I dette vedlegget gis en revidert faregradsklassifisering av kvikkleiresonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli, og 734 Nordli vest, basert på metodikk fra ref. /F1/. Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest i Enebakk kommune ligger alle i typisk landbruksområde med noen gårder, hytter og generelt få boligenheter. Det vises også til vedlegg I som inneholder oppsummerende faktaark fra revidert risikovurdering av sonene.

F2 Soneklassifisering

F2.1 Gjeldende klassifisering

Tidligere (dvs. gjeldende) klassifisering av sonene (ref. /F2/) er oppsummert i Tabell F1.

Tabell F2.1 Tidligere klassifisering av sonene (ref. /F2/).

Sone	Faregradklasse (score)	Konsekvensklasse (score)	Risikoklasse (poeng)
719 Gran	3 – Høy (33)	2 – Alvorlig (11)	3 – Middels (1582)
724 Årsrud	3 – Høy (31)	1 – Mindre alvorlig (5)	3 – Middels (675)
723 Nordli	3 – Høy (27)	2 – Alvorlig (7)	3 – Middels (824)
734 Nordli vest	3 – Høy (33)	2 – Alvorlig (13)	3 – Middels (1869)

F2.2 Revidert klassifisering

Revidert klassifisering fra pågående utredning av sonene er oppsummert i Tabell F2. Der ny vurdering har resultert i ny klassifisering/scoreverdi/poeng, er dette angitt med rødt.

Tabell F2.2 Revidert klassifisering av sonene.

Sone	Faregradklasse (score)	Konsekvensklasse (score)	Risikoklasse (poeng)
719 Gran	3 – Høy (29)	2 – Alvorlig (11)	3 – Middels (1390)
724 Årsrud	3 – Høy (27)	1 – Mindre alvorlig (5)	2 – Lav (588)
723 Nordli	3 – Høy (26)	2 – Alvorlig (7)	3 – Middels (793)
734 Nordli vest	2 – Middels (24)	2 – Alvorlig (13)	3 – Middels (1359)

F3 Metodikk for risikoevaluering

Risikoevaluering følger metodikk utviklet av NGI (ref. /F1/).

Sonene evalueres først iht. faregrad og konsekvens basert på en rekke faktorer.

Faregraden skal fastlegges slik at den gjenspeiler graden av usikkerhet med hensyn til områdets stabilitet. Sonens faregradsklasse bestemmes med semi-kvantitativ metode på basis av oppnådd poengscore for et sett med topografiske, geologiske og geotekniske kriterier, samt utførte terrengendringer. Ut fra oppnådd score plasseres sonen i en av tre mulige faregradsklasser iht. Tabell F3.

Tabell F3.1 Faregradsklassifisering.

Faregradsklasse	1 – Lav	2 - Middels	3 - Høy
Poeng	0-17	18-25	26-51
Prosent	0-33,3	35,3-49,0	51,0-100

Skadekonsekvenser skal omfatte mulige tap av liv, skade på mennesker, økonomiske tap og verdiforringelse, samt at viktige samfunnsmessige funksjoner stopper opp. Som for faregrad gis det score for en rekke elementer, som summeres opp og gir plassering i faregradsklasse iht. Tabell F4.

Tabell F3.2 Konsekvensklassifisering.

Konsekvensklasse	1 – Mindre alvorlig	2 – Alvorlig	3 – Meget alvorlig
Poeng	0-6	7-22	23-45
Prosent	0-13,3	15,6-48,9	51,1-100

Produktet av score-verdier (prosent) for faregrad og konsekvens gir risikoklassifisering i en av i alt fem risikoklasser, hvor 5 er den alvorligste risikoklassen, iht. Tabell F5.

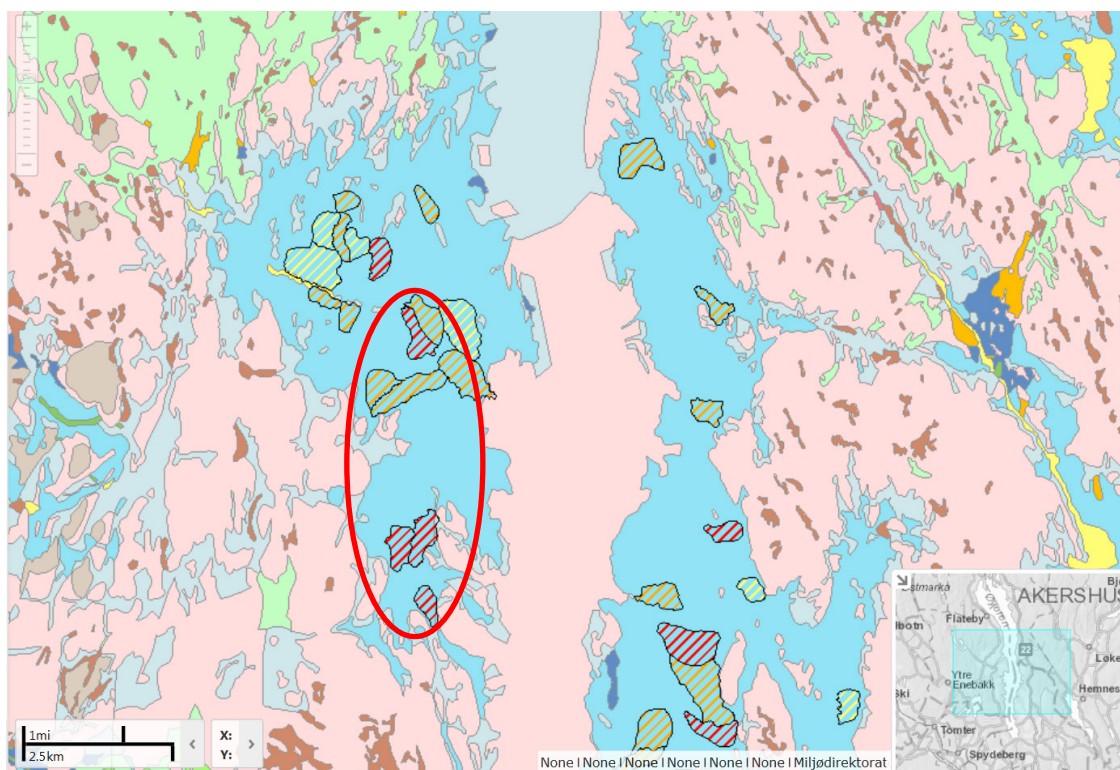
Tabell F3.3 Risikoklassifisering.

Risikoklasse	1	2	3	4	5
Tallverdi	0-170	171-630	631-1900	1901-3200	3201-10000
Prosent	0-1.7	1.71-6.3	6.31-19.0	19.01-32.0	32.01-100

F4 Kvartærgeologi og topografi

Enebakk kommune ligger vest for Øyeren, i distriktet Follo i Akershus. Området består (som Nedre Romerike) delvis av ravinerte områder hvor topografien er formet ved erosjon i marine sedimenter avsatt som havbunn da havet stod høyere enn i dag (på Østlandet ca. 200 m over dagens havnivå). Glomma løper ut mot vest noe nord for sør-enden av Øyeren. Elva går her over en bergterskel som begrenser dybdeerosjonen.

Løsmassekart for området er vist på Figur F1. Kvikkleiresonene som omfattes av utredningen ligger innenfor et område hvor mektigheten av marin leire kan være stor. Det er angitt berg i dagen eller tynt løsmasseoverdekning vest, sør og øst for dette området, mens i nord viser løsmassekartet moreneavsetninger. Øyeren er avmerket med "hav- og fjordavsetning, tynt dekke" i nord, og med "bart fjell, stedvis tynt løsmasse-dekke" i sør. På østsiden av Øyeren er det igjen store mektigheter av marine sedimenter, noe som tyder på at evt. mektige leiravsetninger avsatt på havbunnen der Øyeren nå ligger, senere er erodert bort.

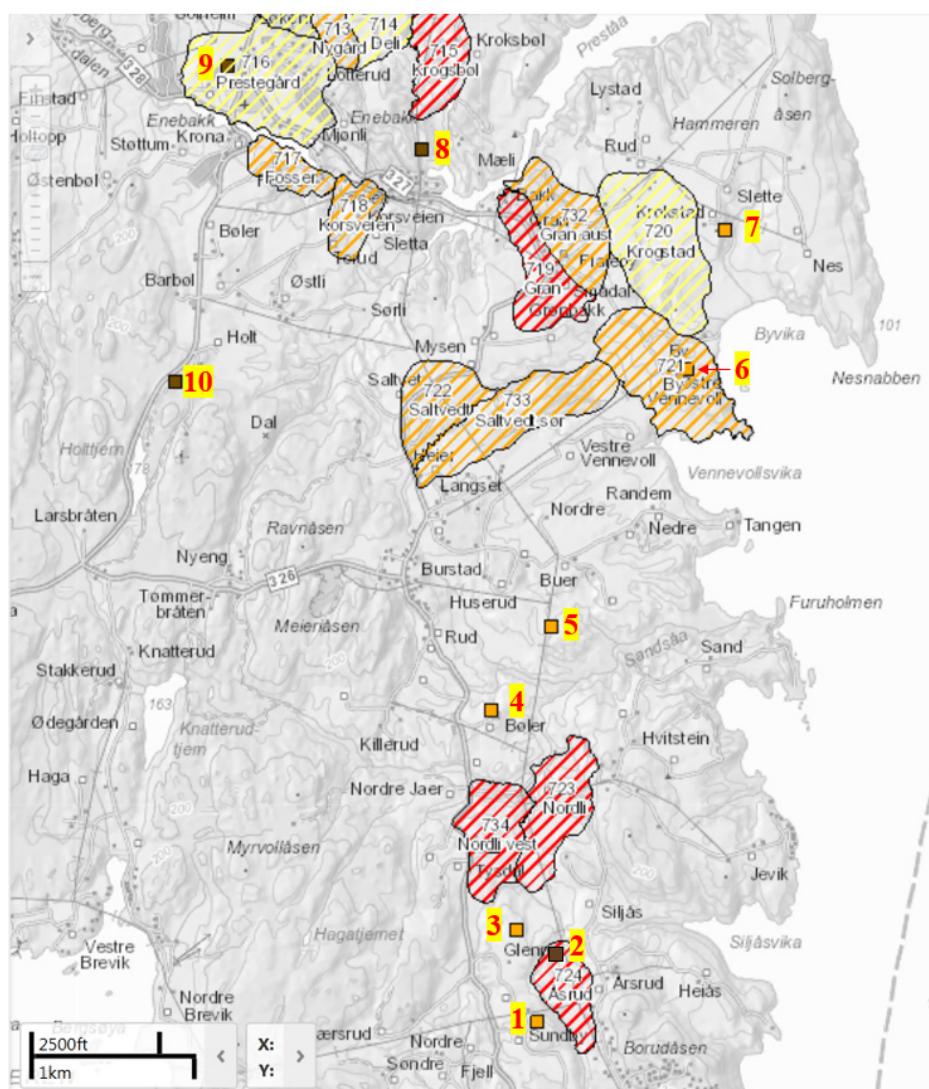


Figur F1 Løsmassekart for Enebakk med kvikkleirefaresoner (ref. /F3/). Området med kvikkleiresoner som utredes er angitt, innenfor område med antatt "hav- og fjordavsetning, tykt dekke". De aktuelle sonene er skravert med rødt (høy faregrad).

En rekke kvikkleiresoner (ca. 20 stk) i Enebakk kommune er kartlagt og klassifisert (ref. /F2/), men kvikkleire vil også kunne påtreffes utenom allerede kartlagte soner, der det er marine sedimenter (leire kan ligge under andre sedimenter).

F5 Skredhendelser

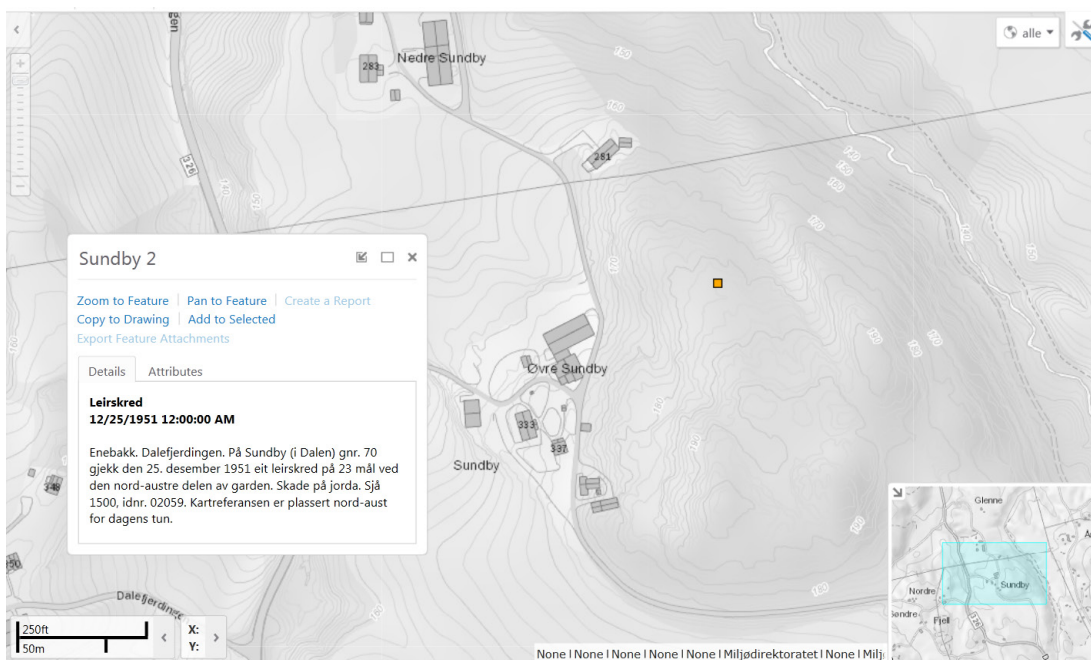
Innenfor området som omfatter de fire kvikkleiresfaresonene som utredes i prosjektet, er det i Skrednett (ref. /F4/) informasjon om ca. 10 skredhendelser. Disse er kategorisert som leirskred/kvikkleireskred eller uspesifiserte jordskred, jfr. Figur F2.



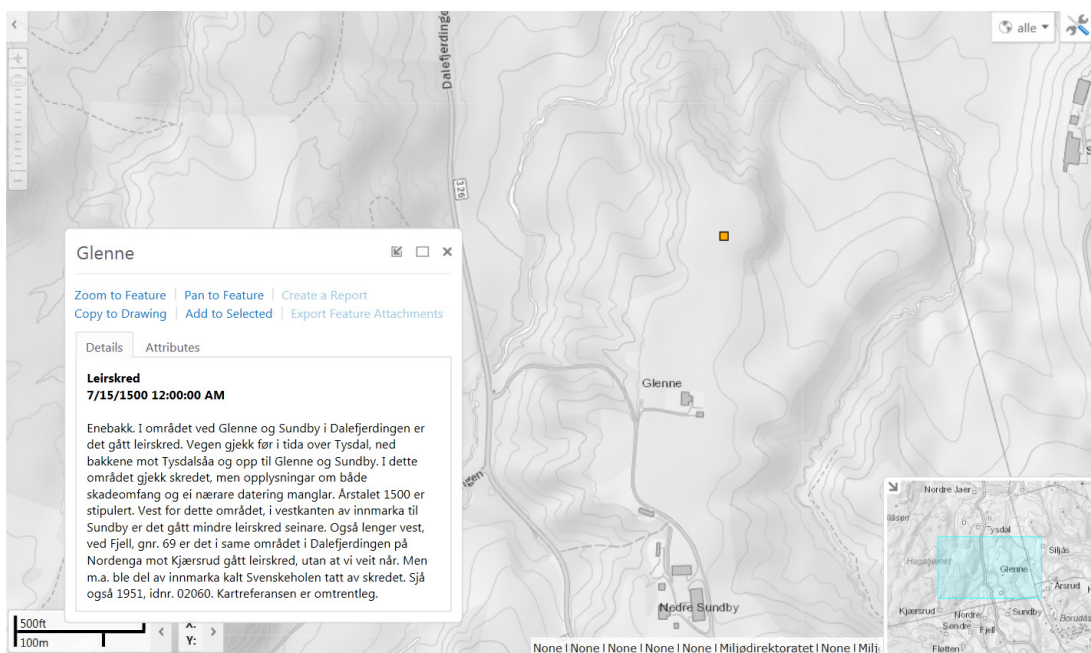
Figur F2 Skredhendelser og kvikkleiresoner (ref. /F4/). Sonene som utredes har alle faregrad "3 – høy" (rød/hvit skravur). Skred i leire er avmerket med oransje firkanter. Skred i uspesifiserte løsmasser er avmerket med brune firkanter.

Nærmere informasjon rundt de 10 registrerte skredhendelsene er gitt nedenfor. Skredhendelsene er nummerert på Figur F2.

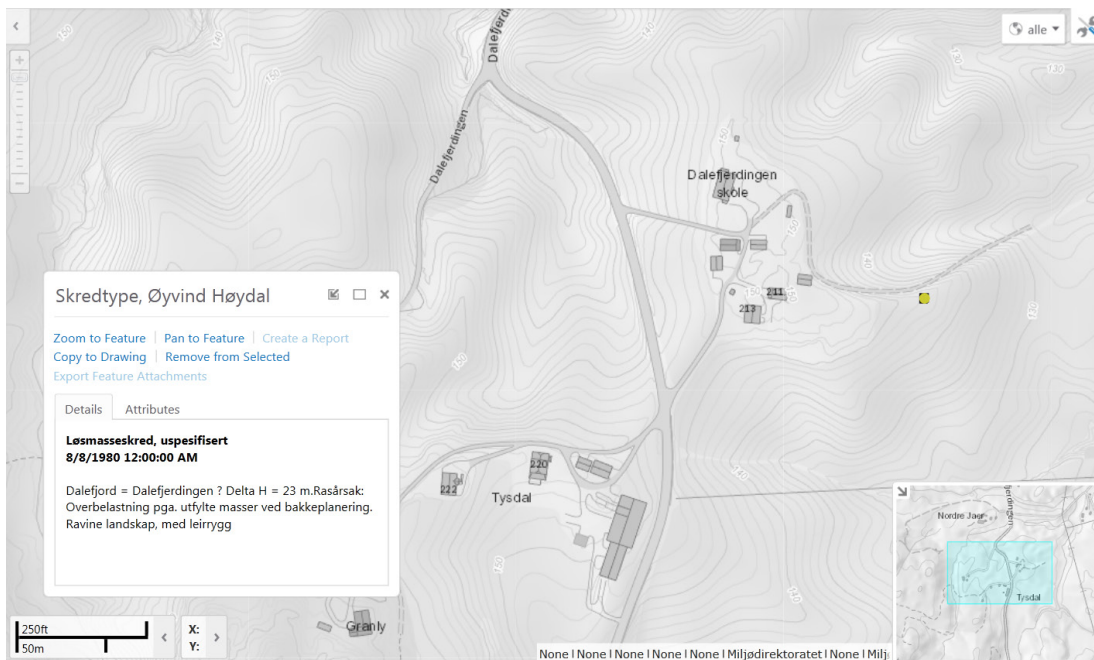
Skredhendelse nummer 1:



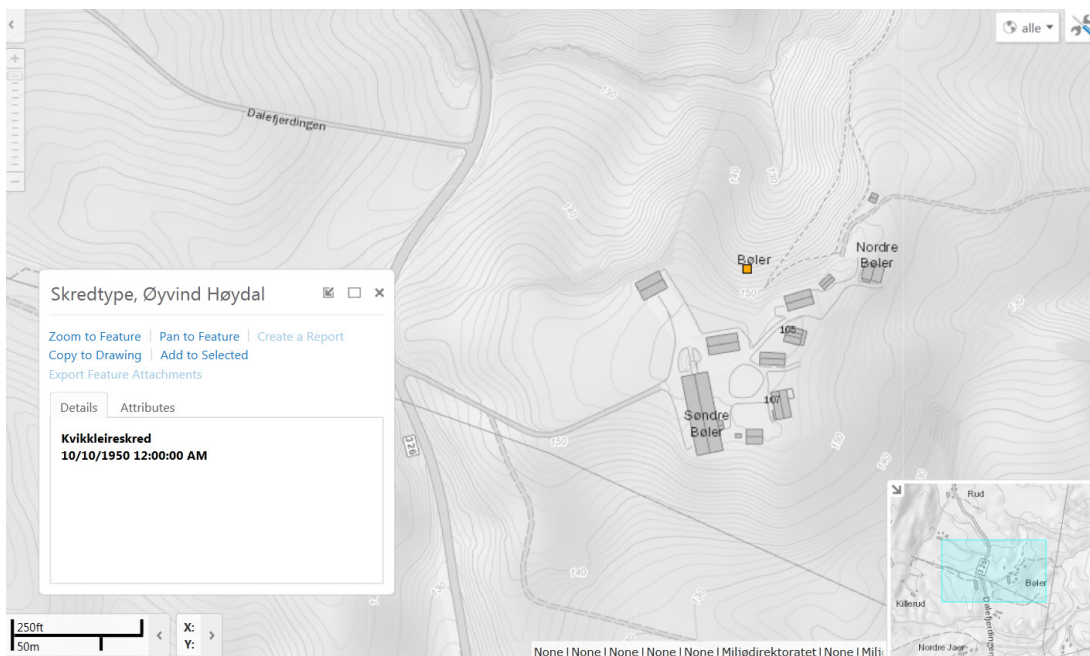
Skredhendelse nummer 2:



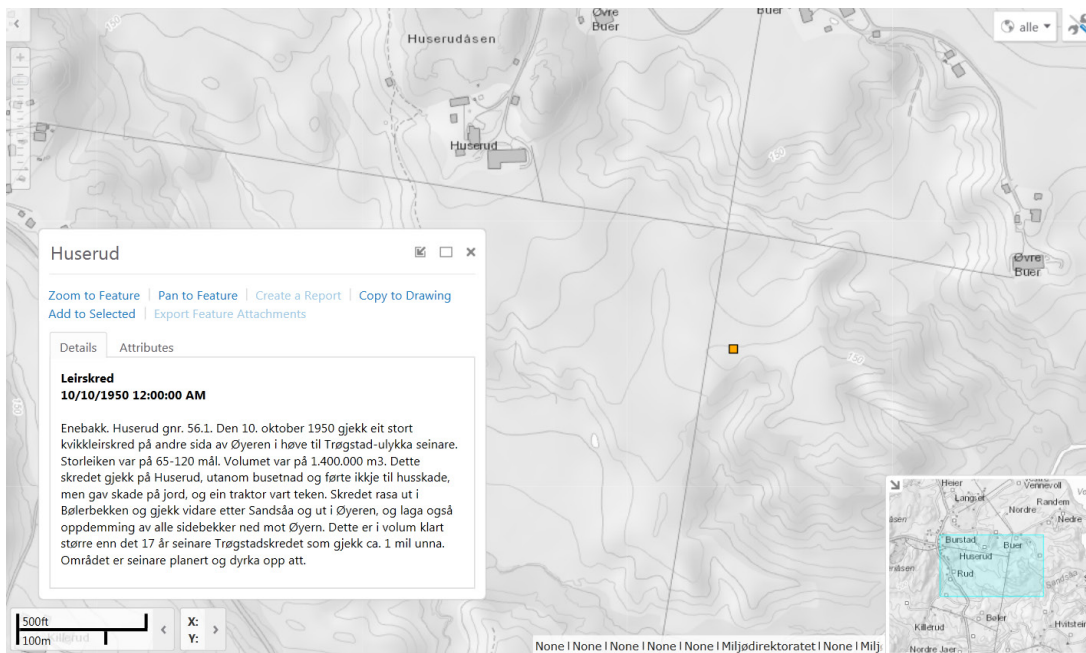
Skredhendelse nummer 3:



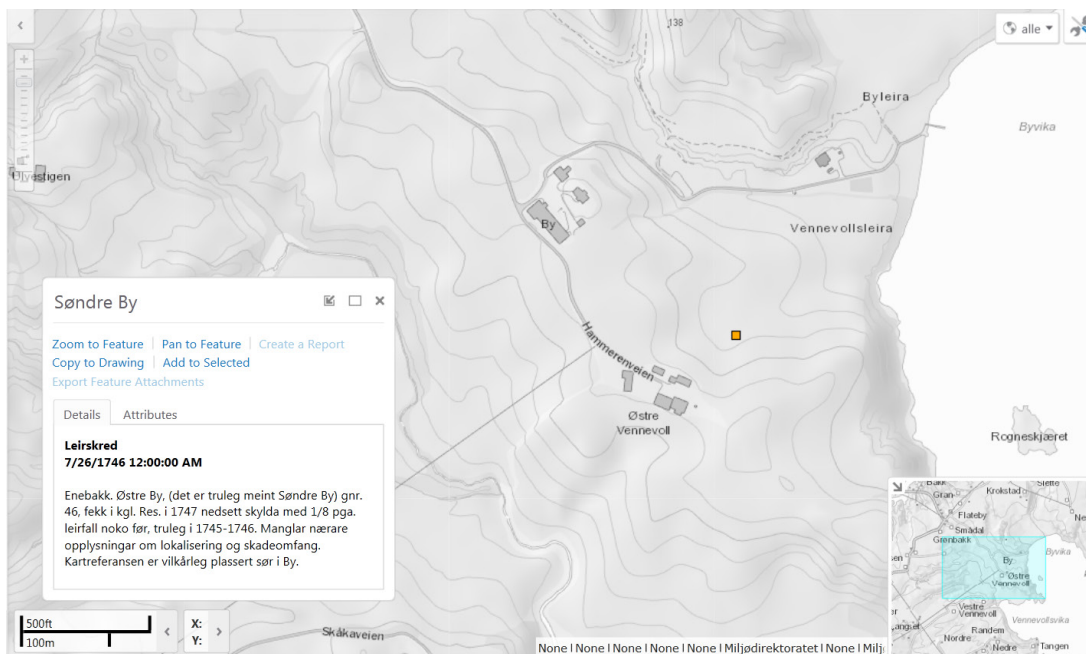
Skredhendelse nummer 4:



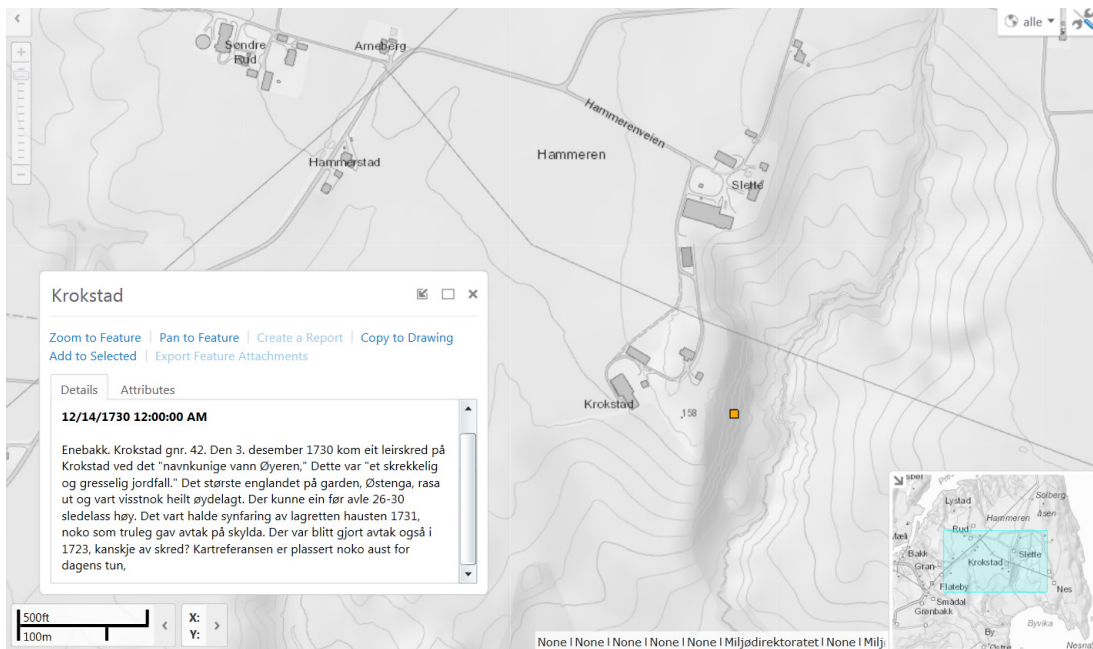
Skredhendelse nummer 5:



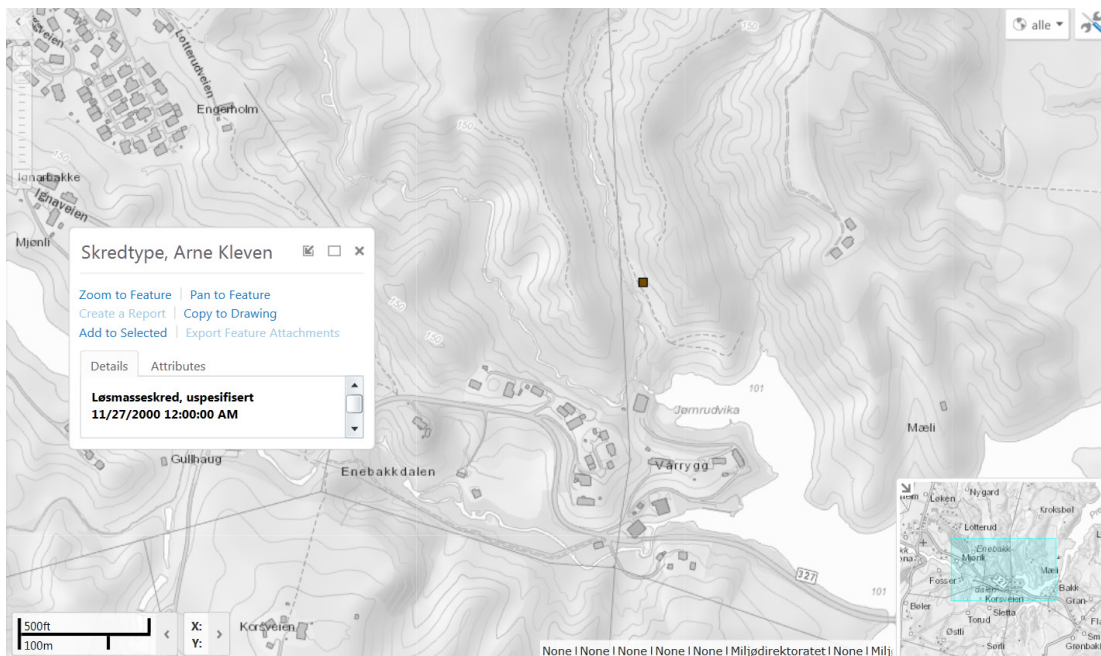
Skredhendelse nummer 6:



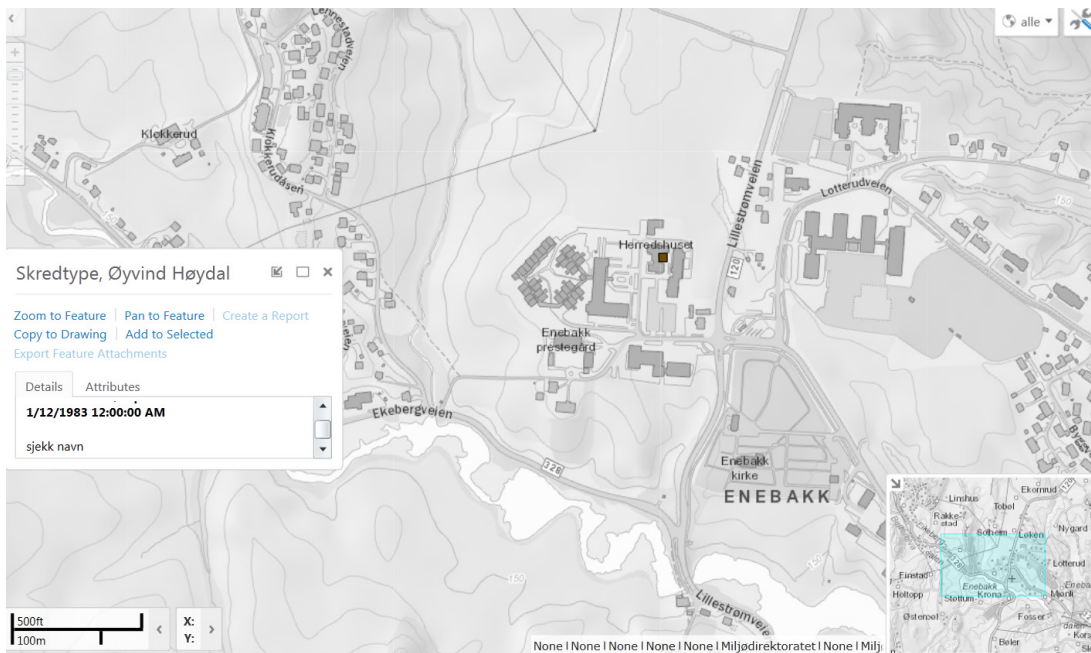
Skredhendelse nummer 7:



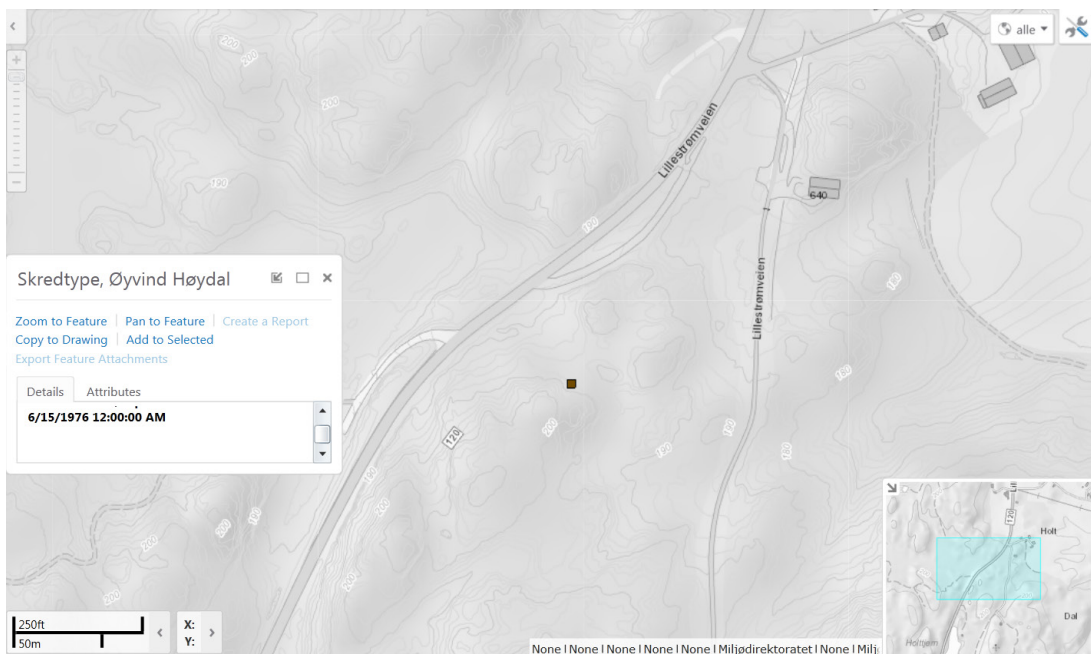
Skredhendelse nummer 8:



Skredhendelse nummer 9:



Skredhendelse nummer 10:



F6 Klassifisering sone 719 Gran

F6.1 Gjeldende klassifisering (2006), 719 Gran

Sone 719 Gran ble i 2006 klassifisert til faregradsklasse "3 – høy" og konsekvensklasse "2 – alvorlig", noe som resulterte i risikoklasse "3 – middels prioritet", ref. /F2/.

F6.1.1 Faregradsklasse, 719 Gran

Tabell F6.1 viser den tidligere faregradsvurderingen (faregradsklasse 3 – Høy). Kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F6.2.

Tabell F6.1 Gjeldende faregradsvurdering for sone 719 Gran.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				719	719
		3	2	1	0	Score	Vektet Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	2	4
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	3	6
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	0	0
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)			
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	3	9
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum (NB: disse verdiene er ikke faregradsgrenser)		51	34	17	0	-	33
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	-	64,7 %

Tabell F6.2 Kommentarer til gjeldende faregradsvurdering for sone 719 Gran.

Faktorer	Kommentarer til tidligere faregradsvurdering
Tidligere skredaktivitet	Mange skredgropar i nærleika
Skråningshøyde, meter	134-105 = 29 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	Delar av sona ligg på platået som er antatt tidlegare terrengnivå (ca 150m.o.h.) Normalkonsolidert.
Poretrykk	Hydrostatisk på platå.
Kvikkleiremektighet	Kvikkleira går frå 133-108 m.o.h. Ravinebotn ligg 120 m.o.h. $H(\text{leire})/H = 0,78$
Sensitivitet	Antatt sensitivitet i intervallet 30-100.
Erosjon	Ravine i vest: Planert Ravine i aust: Synleg leire og ca 0,5 m djupt bekkefar øvst. Små utglidingar lenger nede.
Inngrep:	Øvst i ravine i aust: Utfylling med lausmasser (byggningsavfall) har auka hellinga på skråninga frå ca 1:3 til 1:2. Dvs. ei 50 % hellingsauke.

F6.1.2 Konsekvensklasse, 719 Gran

Tabell F6.3 viser den tidligere konsekvensvurderingen (konsekvensklasse 2 – Alvorlig). Kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F6.4.

Tabell F6.3 Gjeldende konsekvensvurdering for sone 719 Gran.

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score				719	719
		3	2	1	0	Score	Vektet poeng
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	2	8
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen	0	0
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 – 5000	100 - 1000	< 100	1	2
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1	1
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0	0
Sum poeng	-	45	30	15	0	-	11
% av maksimal poengsum	-	100 %	67 %	33 %	0 %	-	24,4 %

Tabell F6.4 Kommentarer til gjeldende konsekvensvurdering for sone 719 Gran.

Faktorer	Kommentarer til tidligere konsekvensvurdering
Boligheter, antall	3 gårdsbruk og 5 bolighus.
Næringsbygg, personer	Ingen.
Annen bebyggelse, verdi	Ingen.
Vei, ÅDT	Fylkesvei 327 og kommunal vei.
Toglinje, baneprioritet	Ingen.
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.
Oppdemning/flom	Ikkje mogleg grunna lite vassføring.

F6.1.3 Risikoklasse, 719 Gran

Risiko beregnes som produktet av prosentpoeng for oppnådd score for hhv. faregrad og konsekvens. Basert på faregradscore 64,7 % og konsekvensscore 24,4 % oppnås en tallverdi på 1582, hvilket plasserer sonen i risikoklasse 3 - Middels.

F6.2 Revidert klassifisering (2016), 719 Gran

Det er foretatt en ny evaluering basert på supplerende grunnundersøkelser, tverrsnittsprofiler fra stabilitetsberegningene og befaring av sonen. Det er gjort evaluering av de ulike beregningsprofilene i tillegg til området rundt utfylling i sonen observert ved befaring (Vedlegg H). Den reviderte klassifiseringen er da basert på det scenario som gir den høyeste scoren. I profilene P1 og P14 er det ikke påvist sprøbruddmateriale og disse vurderes derfor ikke nærmere. Det er foretatt vurdering av profilene P2 og P13, men for sone 719 Gran er det området ved utfyllingen som gir den mest kritiske klassifiseringen.

Den reviderte klassifiseringen resulterer for sone 719 Gran i faregradsklasse "3 – høy", konsekvensklasse "2 – alvorlig" og risikoklasse "3 – middels prioritet", hvilket er uendret i forhold til klassifiseringen fra 2006.

F6.2.1 Faregradsklasse, 719 Gran

Tabell F6.5 viser den reviderte faregradsvurderingen (faregradsklasse 3 – Høy). Kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F6.6.

Tabell F6.5 Revidert faregradsvurdering for sone 719 Gran.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				719	719
		3	2	1	0	Score	Vektet Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	2	4
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	2	4
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	0	0
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)			
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	3	9
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum (NB: disse verdiene er ikke faregradsgrenser)		51	34	17	0	-	29
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	-	56,9 %

Tabell F6.6 Kommentarer til revidert faregradsvurdering for sone 719 Gran.

Faktorer	Kommentarer til revidert faregradsvurdering
Tidligere skredaktivitet	Mange skredgroper og -hendelser i området
Skråningshøyde, meter	Skråningshøyde 20 m i klassifiserende tverrsnittprofil. Innen sonen er det skråningshøyde opp mot 30 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	Noe overkonsolidert basert på CPTU (borpunkt 604).
Poretrykk	Målt hydrostatisk på platået (borpunkt 604). Antatt lite poreundertrykk under ryggen og hydrostatisk i bunn av skråningen.
Kvikkleiremektighet	Forholdet sprøbruddmateriale/løsmasser er opp mot 0,5 i beregnet kritisk glideflate.
Sensitivitet	Antatt sensitivitet av sprøbruddmateriale i intervallet 30-100.
Erosjon	Ravine i vest: Planert. Raviner i øst og sør: Noe erosjon (overflateglidninger, eksponert leire).
Inngrep:	Øverst i ravine mot øst: Stor utfylling, økt mye i perioden 2011-2015.

F6.2.2 Konsekvensklasse, 719 Gran

Konsekvensvurderingen for sonen forblir uendret (konsekvensklasse 2 – Alvorlig) og det henvises til Tabell F6.3 med oppdaterte kommentarer gitt i Tabell F6.7.

Tabell F6.7 Oppdaterte kommentarer til konsekvensvurdering for sone 719 Gran.

Faktorer	Kommentarer til revidert konsekvensvurdering
Boligenheter, antall	8 boligenheter (3 gårdsbruk og 5 bolighus)
Næringsbygg, personer	Ingen.
Annen bebyggelse, verdi	Ingen.
Vei, ÅDT	Fylkesvei 327 og kommunal vei.
Toglinje, baneprioritet	Ingen.
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.
Oppdemning/flom	Skred i ravinene vil ikke gi flomfare for bebyggelse. Skredutløp mot nord antas ikke å kunne demme opp Preståa.

F6.2.3 Risikoklasse, 719 Gran

Risiko beregnes som produktet av prosentpoeng for oppnådd score for hhv. faregrad og konsekvens. Basert på faregradscore 56,9 % og konsekvensscore 24,4 % oppnås en tallverdi på 1390, hvilket plasserer sonen i risikoklasse 3 – Middels, som tidligere.

F7 Klassifisering sone 724 Årsrud

F7.1 Gjeldende klassifisering (2006), 724 Årsrud

Sone 724 Årsrud ble i 2006 klassifisert til faregradsklasse "3 – høy" og konsekvensklasse "1 – mindre alvorlig", noe som resulterte i risikoklasse "3 – middels prioritet", ref. /F2/.

F7.1.1 Faregradsklasse, 724 Årsrud

Tabell F7.1 viser den tidligere faregradsvurderingen (faregradsklasse 3 – Høy). Kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F7.2.

Tabell F7.1 Gjeldende faregradsvurdering for sone 724 Årsrud.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				724	724
		3	2	1	0	Score	Vektet Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	2	4
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	3	6
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	1	3
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)			
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	3	9
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum (NB: disse verdiene er ikke faregradsgrenser)		51	34	17	0	-	31
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	-	60,8 %

Tabell F7.2 Kommentarer til gjeldende faregradsvurdering for sone 724 Årsrud.

Faktorer	Kommentarer til tidligere faregradsvurdering
Tidligere skredaktivitet	Fleire skredgroper i nærleiken, samt observert skred på området.
Skråningshøyde, meter	158-130 = 28m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	Platået i sona ligg på ca 155 m.o.h. Dette er antatt tidlegare terrengnivå. Normalkonsolidert.
Poretrykk	Aust for sona ligg fjell, Årsrudåsen. Dette kan mate sona med vatn. Antar poreovertrykk.
Kvikkleiremektighet	Kvikkleira går frå 140-122 m.o.h. Ravinebotn ligg 130 m.o.h. $H(\text{leire})/H = 0,42$
Sensitivitet	Skrånar innover på dreietrykksondering i kvikkleireområdet.
Erosjon	Lengst sør i ravina: Lite erosjon pga litn gradient og ein del stein i bekk. Midt i og nordover: Tydeleg sidelengs erosjon. Fleire store overflateglidingar. Ein svært fersk rotasjonsgliding, ca 7 m diameter.
Inngrep:	Ingen av betydning.

F7.1.2 Konsekvensklasse, 724 Årsrud

Tabell F7.3 viser den tidligere konsekvensvurderingen (konsekvensklasse 1 – Mindre alvorlig) og kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F7.4.

Tabell F7.3 Gjeldende konsekvensvurdering for sone 724 Årsrud.

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score				724	724
		3	2	1	0	Score	Vektet poeng
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	1	4
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen	0	0
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 – 5000	100 - 1000	< 100	0	0
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1	1
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0	0
Sum poeng	-	45	30	15	0	-	5
% av maksimal poengsum	-	100 %	67 %	33 %	0 %	-	11,1 %

Tabell F7.4 Kommentarer til gjeldende konsekvensvurdering for sone 724 Årsrud.

Faktorer	Kommentarer til tidligere konsekvensvurdering
Boligheter, antall	1 gårdsbruk og 1 bolighus.
Næringsbygg, personer	Ingen.
Annen bebyggelse, verdi	Ingen.
Vei, ÅDT	Privat vei.
Toglinje, baneprioritet	Ingen.
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.
Oppdemning/flom	Ikkje mogleg grunna lite vassføring.

F7.1.3 Risikoklasse, 724 Årsrud

Risiko beregnes som produktet av prosentpoeng for oppnådd score for hhv. faregrad og konsekvens. Basert på faregradscore 60,8 % og konsekvensscore 11,1 % oppnås en tallverdi på 675, hvilket plasserer sonen i faregrad 3 - Middels.

F7.2 Revidert klassifisering (2016), 724 Årsrud

Det er foretatt en ny evaluering basert på supplerende grunnundersøkelser, tverrsnittsprofiler fra stabilitetsberegningene og befaring av sonen. Det er gjort evaluering av de ulike beregningsprofilene og den reviderte klassifiseringen er da basert på det profilet som gir den høyeste scoren. Vurdering av profilene P6, P7, P8 og P9 viser at det for sone 724 Årsrud er profil P7 og P8 som gir den mest kritiske klassifiseringen.

Den reviderte klassifiseringen resulterer for sone 724 Årsrud i faregradsklasse "3 – høy", konsekvensklasse "1 – mindre alvorlig" og risikoklasse "2 – lav prioritet", hvilket medfører en reduksjon av risikoklasse i forhold til klassifiseringen fra 2006.

F7.2.1 Faregradsklasse, 724 Årsrud

Tabell F7.5 viser den reviderte faregradsvurderingen (faregradsklasse 3 – Høy). Kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F7.6.

Tabell F7.5 Revidert faregradsvurdering for sone 724 Årsrud.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				724	724
		3	2	1	0	Score	Vektet Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	2	4
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	3	6
Poretrykk	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	0	0
Overtrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)			
Undertrykk, kPa:							
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	2	6
Inngrep:	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0
Forverring	-3	Stor	Noe	Liten			
Forbedring							
Sum (NB: disse verdiene er ikke faregradsgrenser)		51	34	17	0	-	27
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	-	52,9 %

Tabell F7.6 Kommentarer til revidert faregradsvurdering for sone 724 Årsrud.

Faktorer	Kommentarer til revidert faregradsvurdering
Tidligere skredaktivitet	Flere skredgroper i nærheten, samt skredhendelser fra nærområdet fra skrednett.no (Øvre Sundby og Glenne i vest)
Skråningshøyde, meter	Skråningshøyde 21 m i klassifiserende tverrsnittprofil. Innen sonen er det skråningshøyde opp mot 36 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	Normalkonsolidert i dybden basert på CPTU (borpunkt 801).
Poretrykk	Målt hydrostatisk poretrykk til 10 m dybde på platå (borpunkt 801), antatt hydrostatisk i bunn av skråningen.
Kvikkleiremektighet	Forholdet sprøbruddmateriale/løsmasser er opp mot 0,65 i beregnet kritisk glideflate.
Sensitivitet	Målt sensitivitet fra prøveserie (borpunkt 801).
Erosjon	Ravine mot nordvest: Generelt lite, stedvis ingen, erosjon, og mange steder naturlig steinplastring av elvebunnen. Ravine mot sørvest: Stedvis noe erosjon med lokale overflateglidninger.
Inngrep:	Ingen av betydning.

F7.2.2 Konsekvensklasse, 724 Årsrud

Konsekvensvurderingen for sonen forblir uendret (konsekvensklasse 1 – Mindre alvorlig). Det henvises til Tabell F7.3 med oppdaterte kommentarer gitt i Tabell F7.7.

Tabell F7.7 Kommentarer til revidert konsekvensvurdering for sone 724 Årsrud.

Faktorer	Kommentarer til revidert konsekvensvurdering
Boligenheter, antall	2 boligenheter (1 gårdsbruk og 1 bolighus)
Næringsbygg, personer	Ingen.
Annen bebyggelse, verdi	Ingen.
Vei, ÅDT	Privat vei.
Toglinje, baneprioritet	Ingen.
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.
Oppdemning/flom	Ikke mulig pga. liten vannføring.

F7.2.3 Risikoklasse, 724 Årsrud

Risiko beregnes som produktet av prosentpoeng for oppnådd score for hhv. faregrad og konsekvens. Basert på faregradscore 52,9 % og konsekvensscore 11,1 % oppnås en tallverdi på 588, hvilket plasserer sonen i faregrad 2 – Lav (tidligere klassifisering var 3 - Middels).

F8 Klassifisering sone 723 Nordli

F8.1 Gjeldende klassifisering (2006)

Sone 723 Nordli ble i 2006 klassifisert til faregradsklasse "3 – høy" og konsekvensklasse "2 – alvorlig", noe som resulterte i risikoklasse "3 – middels prioritet", ref. /F2/.

F8.1.1 Faregradsklasse, 723 Nordli

Tabell F8.1 viser den tidligere faregradsvurderingen (faregradsklasse 3 – Høy). Kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F8.2.

Tabell F8.1 Gjeldende faregradsvurdering for sone 723 Nordli.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				723	723
		3	2	1	0	Score	Vektet Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	2	4
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	3	6
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	1	3
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)			
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	0	0
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	3	9
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum (NB: disse verdiene er ikke faregradsgrenser)		51	34	17	0	-	27
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	-	52,9 %

Tabell F8.2 Kommentarer til gjeldende faregradsvurdering for sone 723 Nordli.

Faktorer	Kommentarer til tidligere faregradsvurdering
Tidligere skredaktivitet	Fleire skredgroper i nærleiken. Nye skred observert på området.
Skråningshøyde, meter	140-112 = 28m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	Platådelene i sone ligg på 140-150 m.o.h. som ser ut til å vera antatt tidlegare terrengnivå.Vanskeleg å dømme ettersom det er ein del fjell i området. Antar altså normalkonsolidert.
Poretrykk	Fjellet siljåsen ligg rett aust for Nordli og kan mate sone med vatn. Antar difor eit poreovertrykk.
Kvikkleiremektighet	Kvikkleira går frå 101-89 m.o.h. Ravineboptn ligg på 112 m.o.h. H(leire)/H = 0
Sensitivitet	Antatt sensitivitet i intervallet 30-100.
Erosjon	Ravine i sør: Rotasjonsskred i planert område ned i bekk. Ravine i vest: Nokre overflateglidingar pga sidelengserosjon. Synleg leire. Ravine i nord: Stillestående vatn i flatt område. Null erosjon.
Inngrep:	Ingen av betydning.

F8.1.2 Konsekvensklasse, 723 Nordli

Tabell F8.3 viser den tidligere konsekvensvurderingen (konsekvensklasse 2 – Alvorlig). Kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F8.4.

Tabell F8.3 Gjeldende konsekvensvurdering for sone 723 Nordli.

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score				723	723
		3	2	1	0	Score	Vektet poeng
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	1	4
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen	0	0
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 – 5000	100 - 1000	< 100	1	2
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1	1
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0	0
Sum poeng	-	45	30	15	0	-	7
% av maksimal poengsum	-	100 %	67 %	33 %	0 %	-	15,6 %

Tabell F8.4 Kommentarer til gjeldende konsekvensvurdering for sone 723 Nordli.

Faktorer	Kommentarer til tidligere konsekvensvurdering
Boligheter, antall	1 gårdsbruk.
Næringsbygg, personer	Ingen.
Annen bebyggelse, verdi	Ingen.
Vei, ÅDT	To kommunale veier.
Toglinje, baneprioritet	Ingen.
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.
Oppdemning/flom	Ikkje mogleg grunna lite vassføring.

F8.1.3 Risikoklasse, 723 Nordli

Risiko beregnes som produktet av prosentpoeng for oppnådd score for hhv. faregrad og konsekvens. Basert på faregradscore 52,9 % og konsekvensscore 15,6 % oppnås en tallverdi på 824, hvilket plasserer sonen i risikoklasse 3 – Middels.

F8.2 Revidert klassifisering (2016), 723 Nordli

Det er foretatt en ny evaluering basert på supplerende grunnundersøkelser, tverrsnittsprofiler fra stabilitetsberegningene og befaring av sonen. Det er gjort evaluering av de ulike beregningsprofilene og den reviderte klassifiseringen er da basert på det profilet som gir den høyeste scoren. Vurdering av profilene P3, P4, P5 og P12 viser at det for sone 723 Nordli er profil P3 som gir den mest kritiske klassifiseringen.

Den reviderte klassifiseringen resulterer for sone 723 Nordli i faregradsklasse "3 – høy", konsekvensklasse "2 – alvorlig" og risikoklasse "3 – middels prioritet", hvilket medfører en reduksjon av faregradsklasse i forhold til klassifiseringen fra 2006.

F8.2.1 Faregradsklasse, 723 Nordli

Tabell F8.5 viser den reviderte faregradsvurderingen (faregradsklasse 3 – Høy). Kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F8.6.

Tabell F8.5 Revidert faregradsvurdering for sone 723 Nordli.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				723	723
		3	2	1	0	Score	Vektet Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	2	4
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	2	4
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	2	6
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)			
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum (NB: disse verdiene er ikke faregradsgrenser)		51	34	17	0	-	26
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	-	51,0 %

Tabell F8.6 Kommentarer til revidert faregradsvurdering for sone 723 Nordli.

Faktorer	Kommentarer til revidert faregradsvurdering
Tidligere skredaktivitet	Flere skredgroper i nærheten, samt hendelser fra skrednett.no..
Skråningshøyde, meter	Skråningshøyde opp mot 30 m i klassifiserende tverrsnittprofil og dette er maksimalt innen sonen.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	Noe overkonsolidert basert på CPTU (borpunkt 701 og 703).
Poretrykk	Målt noe poreovertrykk i skrånningen (borpunkt 703) og antatt hydrostatisk på toppen av skrånningen.
Kvikkleiremektighet	Forholdet sprøbruddmateriale/løsmasser er opp mot 0,45 i beregnet kritisk glideflate.
Sensitivitet	Ikke prøver av kvikkleire, som antas fra ca. 20 m dybde i borpunkt 701 og 702 (dypere enn opptatte prøver i borpunkt 701)
Erosjon	Ravine i vest: Generelt lite erosjon, men noe erosjon lengst sør og lengst nord, hvor det er observert mindre overflateglidninger og erosjonskanter. Ikke erosjon i profilet som er lagt til grunn for soneklassifiseringen.
Inngrep:	Ingen av betydning.

F8.2.2 Konsekvensklasse, 723 Nordli

Konsekvensvurderingen for sonen forblir uendret (konsekvensklasse 2 – Alvorlig). Det henvises til Tabell F8.3 med oppdaterte kommentarer gitt i Tabell F8.7.

Tabell F8.7 Kommentarer til revidert konsekvensvurdering for sone 723 Nordli.

Faktorer	Kommentarer til revidert konsekvensvurdering
Boligenheter, antall	4 boligenheter (1 gårdsbruk og 3 bolighus).
Næringsbygg, personer	Ingen.
Annen bebyggelse, verdi	Ingen.
Vei, ÅDT	To kommunale veier og en privat vei.
Toglinje, baneprioritet	Ingen.
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.
Oppdemning/flom	Begrenset vannføring kan eventuelt medføre noe oppdemming vest i sonen, men ingen bebyggelse/infrastruktur antas å bli påvirket.

F8.2.3 Risikoklasse, 723 Nordli

Risiko beregnes som produktet av prosentpoeng for oppnådd score for hhv. faregrad og konsekvens. Basert på faregradscore 51,0 % og konsekvensscore 15,6 % oppnås en tallverdi på 793, hvilket plasserer sonen i risikoklasse 3 – Middels (som tidligere klassifisering).

F9 Klassifisering sone 734 Nordli vest

F9.1 Gjeldende klassifisering (2006), 734 Nordli vest

Sone 734 Nordli vest ble i 2006 klassifisert til faregradsklasse "3 – høy" og konsekvensklasse "2 – alvorlig", noe som resulterte i risikoklasse "3 – middels prioritet", ref. /F2/.

F9.1.1 Faregradsklasse, 734 Nordli vest

Tabell F9.1 viser den tidligere faregradsvurderingen (faregradsklasse 3 – Høy). Kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F9.2.

Tabell F9.1 Gjeldende faregradsvurdering for sone 734 Nordli vest.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				734	734
		3	2	1	0	Score	Vektet Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	3	6
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	3	6
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	1	3
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)			
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	3	9
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum (NB: disse verdiene er ikke faregradsgrenser)		51	34	17	0	-	33
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	-	64,7 %

Tabell F9.2 Kommentarer til gjeldende faregradsvurdering for sone 734 Nordli vest.

Faktorer	Kommentarer til tidligere faregradsvurdering
Tidligere skredaktivitet	Fleire skredgroper i nærleiken. Mindre nyare skred observert på området.
Skråningshøyde, meter	149-118 = 31m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	Platået ligg på ca 150 m.o.h. som er antatt tidlegare terrengnivå. Normalkonsolidert.
Poretrykk	Sørlengst grensar sona mot fjell. Dette kan mate sona med vatn. Antar poreovertrykk.
Kvikkleiremektighet	Kvikkleira går frå 128-102,4 m.o.h. Ravinebotn ligg på 118 m.o.h. $H(leire)/H = 0,41$
Sensitivitet	Skrånar innover på dreietrykksondering i kvikkleireområdet.
Erosjon	Ravine i sør: Liten rotasjonsgliding i ope beiteområde. Ravine i aust: Stor rotasjonsgliding i beiteområde – ca 10 m diameter. Ellers små overflateglidingar. Ravine i nord: Lite erosjon pga lite vassføring og gradient.
Inngrep:	Ingen av betydning.

F9.1.2 Konsekvensklasse, 734 Nordli vest

Tabell F9.3 viser den tidligere konsekvensvurderingen (konsekvensklasse 2 – Alvorlig). Kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F9.4.

Tabell F9.3 Gjeldende konsekvensvurdering for sone 734 Nordli vest.

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score				734	734
		3	2	1	0	Score	Vektet poeng
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	1	4
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen	2	6
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001– 5000	100 - 1000	< 100	1	2
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1	1
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0	0
Sum poeng	-	45	30	15	0	-	13
% av maksimal poengsum	-	100 %	67 %	33 %	0 %	-	28,9 %

Tabell F9.4 Kommentarer til gjeldende konsekvensvurdering for sone 734 Nordli vest.

Faktorer	Kommentarer til tidligere konsekvensvurdering
Boligheter, antall	2 bolighus og tidligere Dalefjerdings skole.
Næringsbygg, personer	Flere lagerbygninger.
Annen bebyggelse, verdi	Ingen.
Vei, ÅDT	Fylkesvei 326.
Toglinje, baneprioritet	Ingen.
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.
Oppdemning/flom	Ikkje mogleg grunna lite vassføring.

F9.1.3 Risikoklasse, 734 Nordli vest

Risiko beregnes som produktet av prosentpoeng for oppnådd score for hhv. faregrad og konsekvens. Basert på faregradscore 64,7 % og konsekvensscore 28,9 % oppnås en tallverdi på 1869, hvilket plasserer sonen i risikoklasse 3 – Middels.

F9.2 Revidert klassifisering (2016), 734 Nordli vest

Det er foretatt en ny evaluering basert på supplerende grunnundersøkelser, tverrsnittsprofiler fra stabilitetsberegningene og befaring av sonen. Det er gjort evaluering av de ulike beregningsprofilene og den reviderte klassifiseringen er da basert på det profilet som gir den høyeste scoren. Vurdering av profilene P10 og P11 viser at det for sone 734 Nordli vest er profil P11 som gir den mest kritiske klassifiseringen.

Den reviderte klassifiseringen resulterer for sone 734 Nordli vest i faregradsklasse "2 – middels", konsekvensklasse "2 – alvorlig" og risikoklasse "3 – middels prioritet", hvilket medfører en reduksjon av faregradsklasse i forhold til klassifiseringen fra 2006.

F9.2.1 Faregradsklasse, 734 Nordli vest

Tabell F9.5 viser den reviderte faregradsvurderingen (faregradsklasse 2 – Middels). Kommentarer til scoreverdiene er gitt i Tabell F9.6.

Tabell F9.5 Revidert faregradsvurdering for sone 734 Nordli vest.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				734	734
		3	2	1	0	Score	Vektet Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	3	6
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	3	6
Poretrykk	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	0	0
Overtrykk, kPa:							
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)			
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3
Inngrep:					Ingen	0	0
Forverring	3	Stor	Noe	Liten			
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum (NB: disse verdiene er ikke faregradsgrenser)		51	34	17	0	-	24
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	-	47,1 %

Tabell F9.6 Kommentarer til revidert faregradsvurdering for sone 743 Nordli vest.

Faktorer	Kommentarer til revidert faregradsvurdering
Tidligere skredaktivitet	Flere skredgroper samt hendelser fra skrednett.no i nærheten. Mindre nyere skred observert på området.
Skråningshøyde, meter	Skråningshøyde opp mot 36 m i klassifiserende tverrsnittprofil og dette er maksimalt innen sonen.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	Normalkonsolidert i dybden basert på CPTU (borpunkt 901).
Poretrykk	Målt noe poreundertrykk mot toppen av skråningen (borpunkt 901) og antatt poreovertrykk i bunn av skråningen.
Kvikkleiremektighet	Ved konservativ antakelse kan forholdet sprøbruddmateriale/løsmasser stedvis være litt høyere enn 0,5 i beregnet kritisk glideflate, men det er vurdert at det rimelig å anta at forholdet er lavere enn 0,5.
Sensitivitet	Antatt sensitivitet av sprøbruddmateriale i intervallet 30-100.
Erosjon	Raviner i nord: Muligens grunne overflateglidninger langs bekken ved nordlig avgrensing av sonen, mens det i ravinen som gjennomskjærer sonen i nord er en bekk med lite erosjon og stedvis steinplastring. Ravine i vest: Generelt lite erosjon, men noe erosjon i den sørlige del, hvor det er observert mindre overflateglidninger og eksponert leire.
Inngrep:	Ingen av betydning.

F9.2.2 Konsekvensklasse, 734 Nordli vest

Konsekvensvurderingen for sonen forblir uendret (konsekvensklasse 2 – Alvorlig). Det henvises til Tabell F9.3 med oppdaterte kommentarer gitt i Tabell F9.7.

Tabell F9.7 Kommentarer til revidert konsekvensvurdering for sone 734 Nordli vest.

Faktorer	Kommentarer til revidert konsekvensvurdering
Boligheter, antall	4 boligheter (1 gårdsbruk, 2 bolighus og tidligere Dalefjerdingen skole)
Næringsbygg, personer	Flere lagerbygninger.
Annen bebyggelse, verdi	Ingen.
Vei, ÅDT	Fylkesvei 326 og kommunal vei.
Toglinje, baneprioritet	Ingen.
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.
Oppdemning/flom	Begrenset vannføring; evt. skred kan medføre noe oppdemming, men ingen bebyggelse/infrastruktur antas å ville bli påvirket.

F9.2.3 Risikoklasse, 734 Nordli vest

Risiko beregnes som produktet av prosentpoeng for oppnådd score for hhv. faregrad og konsekvens. Basert på faregradscore 47,1 % og konsekvensscore 28,9 % oppnås en langt tallverdi 1359 (mot før 1869). Dette plasserer likevel sonen i risikoklasse 3 – middels, som tidligere klassifisering.

F10 Referanser

- /F1/ NGI (2008): Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport 20001008-2, rev. 3. datert 8. oktober 2008.
- /F2/ NGI (2006): Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred Enebakk kommune. Rapport 20001008-36, datert 9. februar 2006.
- /F3/ NVE (2016). Løsmassekart på www.skrednett.no (9. mars 2016).
- /F4/ NVE (2016). Skredhendelser på www.skrednett.no (9. mars 2016).

Vedlegg G

LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDER FOR SONENE 719
GRAN, 724 ÅRSRUD, 723 NORDLI OG 734 NORDLI
VEST

Innhold

G1	Løsneområder fra oversiktskartlegging	2
G1.1	Geometriske kriterier for oversiktskartlegging	2
G1.2	Forutsetninger for maksimal skredstørrelse	2
G1.3	Målestokk, digitalisering, underdeling av soner	2
G1.4	Gjeldende soneutbredelse	3
G2	Krav til vurdering av utløpsområder	3
G3	Grunnlag for vurdering av løsne- og utløpsområder ved soneutredninger	4
G3.1	Soneutbredelse basert på supplerende grunnundersøkelser	4
G3.2	Soneutbredelse basert på kritiske glideflater	4
G3.3	"NIFS-metoden"	4
G3.4	Forekomst av kvikkleire	5
G3.5	Antatt bergoverflate og kvikkleire	6
G4	Revidert vurdering av løsneområder og utløpsområder	7
G4.1	Sone 719 Gran	7
G4.2	Sone 724 Årsrud	8
G4.3	Sone 723 Nordli	11
G4.4	Sone 734 Nordli vest	12
G5	Referanser	14

G1 Løsneområder fra oversiktskartlegging

G1.1 Geometriske kriterier for oversiktskartlegging

I den nasjonale kvikkleirekartleggingen (også kalt regional- eller oversiktskartlegging) er soneutstrekning anslått ut fra metodikk beskrevet i ref. /G1/ til en horisontal avstand $L = 15 \times H$ målt fra bunn av ravine eller skråningsfot, hvor H er høyde av skråningen. Forholdet $L/H = 15$ er fremkommet som et resultat av teoretiske betraktninger og empiriske studier av en rekke norske og svenske kvikkleireskred, e.g. ref. /G2/. Forholdstallet $L/H=15$ anses å være et relativt konservativt estimat, men likevel ikke det største forholdstallet som er funnet for historiske skred.

Det skal også nevnes at jevnt hellende terreng med helning større enn 1:15 vil inngå i faresoner. Dette er ikke typisk for Enebakkområdet, hvor de fleste sonene har typisk "platåterreng", med mer eller mindre horisontale platåer på toppen av bratte skråninger ned i ravinene.

G1.2 Forutsetninger for maksimal skredstørrelse

Maksimal utbredelse av et skred betinger at flere ugunstige forutsetninger er til stede:

- Sammenhengende kvikkleirelag fra skråningsfot til bakkant av faresone.
- Kvikkleire fra like under terreng til betydelig mektighet.
- Kvikkleirens skjærspenningsnivå er tilnærmet lik kritisk nivå.
- Skredmassene har adgang til å renne ut av skredområdet uten å danne demning i vassdraget/ravinen.

Dersom ikke alle forutsetningene over er til stede, vil skredets utstrekning bli mindre enn antatt maksimal utstrekning, eller skred vil ikke bli utløst. Til punktet om begrensning av skredutløp ut mot raviner, bemerkes at en viss horisontal bevegelse alltid vil være mulig, selv om skredmassene strømmer ut i en ravine. Den horisontale første skredbevegelsen kan likevel være tilstrekkelig stor til at en bakovergripende skredutvikling kan skje. Dersom kvikkleirelaget ligger dypt og bare utgjør en del av dybdeprofilen, vil gjenliggende (ikke-kvikke) skredmasser i ravinen imidlertid bidra til å stabilisere situasjonen. I denne sammenheng er forholdene ved skråningsfoten avgjørende for mobilitet av skredmassene.

G1.3 Målestokk, digitalisering, underdeling av soner

Opprinnelig er kvikkleiresoner generelt kartlagt i liten målestokk (typisk 1:5000). Det er viktig å være klar over at oversiktskartlegging ikke må brukes på detaljnivå uten nærmere vurderinger. Overføring av sonegrenser til digitalt format, hvor kartet kan skaleres opp til tilfeldig og stor målestokk, vil også kunne medføre at sonegrenser virker gale sammenliknet med topografien lokalt (ikke følger naturlige avgrensninger i

terrenget). For anvendelse i plansammenheng, hvor den nøyaktige plassering av linjer og sonegrenser i kartet ofte er avgjørende, er det viktig at denne bakgrunnen for sonekartleggingen er forstått. I tillegg er det ofte slik at soner utarbeidet under oversiktskartlegging egentlig kan underdeles i flere mindre soner, med basis i topografiske forhold. Dersom det er tvil om f.eks. eksisterende sonegrenser er riktig plassert på plankartet, bør geoteknisk kompetanse trekkes inn for nærmere vurdering av skredfareproblematikken.

G1.4 Gjeldende soneutbredelse

Utstrekning av nåværende kvikkleiresoner er vist på Tegning 011, Tegning 012 og Tegning 013 for henholdsvis sone 719 Gran, 724 Årsrud og sonene 723 Nordli / 734 Nordli Vest. Sonene viser kun potensielle løsneområder for kvikkleireskred.

G2 Krav til vurdering av utløpsområder

I henhold til gjeldende regelverk (ref. /G3/) omfatter en komplett kartlegging av faresoner også vurdering av utløpsområder (i tillegg til løsneområder). Dette var ikke et krav ved den opprinnelige kartleggingen av kvikkleiresonene, og er derfor heller ikke tatt i betraktning for gjeldende soneutbredelse for de fleste eksisterende soner.

Historisk har vurdering av utløpsområder som del av faresoner inngått for skredtyper som snøskred, flomskred og sørpesked gjennom flere tiår, men tidligere ikke inngått i vurderingene for kvikkleireskred. For de førstnevnte skredtypene er det i hovedsak utløpsområder, ikke løsneområder, som utgjør trussel mot bebyggelse og annen infrastruktur. For leirskred er det ofte i første rekke bebyggelse og infrastruktur innenfor selve løsneområdet som rammes. Det bør imidlertid ikke være noen prinsipiell forskjell; bebyggelse og andre infrastrukturprosjekter - og personer - kan like gjerne rammes av skred som løsner utenfor det området hvor personer eller anlegg befinner seg.

For dagens kartlegging skal utløpsområder altså vurderes, men det finnes ingen godt dokumenterte metoder for dette. Metodikk for å kunne utføre detaljerte vurderinger av løsneområder og utløpsdistanse, samt dynamiske beregninger for skredmassene, er fortsatt på utviklingsstadiet. Geoteknisk og geomorfologisk kompetanse og skjønn må anvendes i kombinasjon med tilgjengelige data. Gjennom det statlige NIFS-prosjektet (Vegvesenet, NVE og Jernbaneverket) har det vært utført arbeid med sikte på å utvikle empiriske metoder for å anslå utløpsdistanser for kvikkleireskred, og i den forbindelse også størrelse av potensielle løsneområder, se nærmere under avsnitt 0.

G3 Grunnlag for vurdering av løsne- og utløpsområder ved soneutredninger

Ved geotekniske soneutredninger er grunnlaget for vurdering av løsne- og utløpsområder bedre enn ved oversiktskartlegging (regionalkartlegging).

G3.1 Soneutbredelse basert på supplerende grunnundersøkelser

Ved en geoteknisk soneutredning vil grunnundersøkelser utføres i et større omfang enn det som vanligvis utføres ved oversiktskartlegging (som regel begrenset til én sonering per sone). Grunnundersøkelser gir grunnlag for å revurdere sonens utbredelse, med hensyn til mer detaljert kunnskap om kvikkleireforekomsten enn kjent fra innledende kartlegging. Dette innebærer for eksempel økt kunnskap om lateral utbredelse av kvikkleire og evt. ikke-sammenhengende lag, dybde fra terreng til toppen av kvikkleirelaget, kvikkleirelagets mektighet, samt dybde til berg.

G3.2 Soneutbredelse basert på kritiske glideflater

Ved detaljutredninger benytter NGI kritiske skjærflater fra stabilitetsberegningene for å vurdere utbredelse av kvikkleiresonen i beregningsprofilene. En linje med stigning 1:15 fra laveste punkt på kritisk glideflate benyttes til å anslå utbredelsen av et potensielt skred, dvs. at man antar at skredgropen "klatrer" opp gjennom kvikkleirelaget. Dersom kvikkleirelaget har begrenset tykkelse eller ligger dypt, vil dette kunne gi en betydelig reduksjon av sonens utbredelse. Helningen 1:15 brukes bare i kvikkleire; i overliggende fastere masser må en annen helningsvinkel benyttes. For udrenert brudd i leire vil bakkant av bruddflaten kunne ha helning 1:1. Dette vil ikke være en stabil tilstand over lang tid, dvs. for drenerte forhold, og en lavere vinkel bør derfor vurderes benyttet, og vurderes ut fra lokale forhold (jordart, grunnvannsnivå mv). I praksis vil lagtykkelse av kvikkleire over $0.5 \times H$ resultere i løsneområde noenlunde lik $15 \times H$. Dersom metoden gir soneutbredelse $L > 15 \times H$ (hvor H er skråningshøyden), benyttes $L = 15 \times H$ som et øvre tak. Metoden må brukes med skjønn. Hvis kritiske glideflater har marginalt høyere sikkerhet enn dypere glideflater, bør det vurderes å ta utgangspunkt i dypere glideflater for 1:15-linjen.

G3.3 "NIFS-metoden"

Gjennom det statlige NIFS-prosjektet (Vegvesenet, NVE og Jernbaneverket) har det vært utført arbeid med sikte på å utvikle empiriske metoder for å anslå utløpsdistanser for kvikkleireskred (ref. /G4/). Utløpsdistanse anslås i modellen som en faktor multiplisert med lengden av løsneområdet. Foreslått metode forutsetter at det er utført i det minste én foreløpig stabilitetsberegning. Utløpsdistansen vurderes ut fra løsneområdets anslåtte størrelse, og derfor omfatter metoden også en metodikk for å vurdere størrelse av løsneområder, dvs. i realiteten størrelsen av kvikkleiresoner (ref. /G4/).

Metoden må foreløpig sies å være på utviklingsstadiet, og er foreløpig ikke inkludert i NVEs kvikkleireveileder. Det antas at pågående revisjon av NVEs kvikkleireleder vil inkludere metodikken, helt eller delvis. En oppsummering av den foreslåtte metodikken gis i det følgende. I denne rapporten er det gjort beregning av størrelse av løsneområder ut fra "NIFS-metoden", men de endelige anbefalinger er hovedsakelig basert på kritiske glideflater fra stabilitetsberegninger.

Et ti-talls historiske skred er vurdert for å komme fram til et poengsystem for faktorer som er antatt å ha betydning for løsneområdets størrelse. Løsneområdets lengde L anslås ut fra skråningshøyden H , og forholdet L/H velges ut fra oppnådd poeng/score, (ref. /G4/).

Poengsystemet er delt opp slik (Tabell G1):

Tabell G1 Poenginnndeling og størrelse av løsneområde ("NIFS-metoden")

Kategori	Poengscore	Løsneområdets lengde
Lav	5-9	5 H
Middels	10-15	10 H
Høy	16-24	15 H

Metodikken er her anvendt på sonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest. Informasjon for lagdeling ved skråningsfoten, som har stor betydning i metoden, er imidlertid begrenset, og resultatene bør derfor anses som orienterende.

G3.4 Forekomst av kvikkleire

Det er gjort en vurdering av mulig forekomst av kvikkleire for hvert enkelt borpunkt, med angivelser som følger (jfr. hovedrapportens tekstdel, tabell 2):

- **"Påvist"**: Prøver bekrefter at det er sprøbruddmateriale i punktet.
- **"Sannsynlig"**: Tolkning tilsier at det må antas sprøbruddmateriale i punktet.
- **"Mulig"**: Det kan ikke sees helt bort fra muligheten for sprøbruddmateriale i punktet, men tolkning tilsier at det trolig ikke er sprøbruddmateriale.
- **"Lite sannsynlig"**: Prøver viser at det ikke er sprøbruddmateriale i punktet, eller tolkning av soneringsdata tilsier at det sannsynligvis ikke er sprøbruddmateriale.

Tegning G1, G2, G3 og G4 viser beliggenhet av boringer innen de fire sonene, med en forenklet angivelse av sannsynlighet for kvikkleire i borpunktene. Kategorien "lite sannsynlig" er angitt som "ingen indikasjon på kvikkleire" (grønt), mens de tre andre kategoriene er slått sammen til "antatt/påvist kvikkleire" (rødt).

G3.5 Antatt bergoverflate og kvikkleire

719 Gran

Sammenstilling av boringene i sone 719 Gran (vist på Figur G5) indikerer at bergoverflaten er forholdsvis flat i sonen, og at det på de høyereliggende områder innenfor sonen er minimum 30 m mektighet av løsmasser. Det er ikke påvist eller antatt kvikkleire i borpunktene lengst nord i sonen. Ut fra boringene hvor det er påvist eller antatt kvikkleire er det indikasjon på at overkanten av kvikkleirelaget stiger mot sør i sonen. Mektigheten av antatt kvikkleire er rundt 13 m i den midterste del av sonen med stigende mektighet lengre sør.

724 Årsrud

Sammenstilling av boringene i sone 724 Årsrud (vist på Figur G6) indikerer at bergoverflaten stiger sørover i sonen, med størst stigning i den østlige del av sonen. Dette stemmer også med at det er berg i dagen rett utenfor den østlige avgrensningen av sonen. Mot vest avgrenses sonen langs en ravine. Vest for ravinen er det berg i dagen langs den sørlige delen av sonen. Det høytliggende bergnivå i den østlige del av sonen er også årsaken til at det ikke er funnet indikasjon på kvikkleire i borpunktene lengst mot øst, unntatt i boring 807 hvor det er antatt vel 5 m med kvikkleire. Mot vest og nord i sonen øker mektigheten av påvist/antatt kvikkleire, og det er tolket opp mot 20 m mektighet av kvikkleire.

723 Nordli

Sammenstilling av boringene i sone 723 Nordli (vist på Figur G7) indikerer at bergoverflaten stiger sørøstover i området mot områdene med berg i dagen utenfor sonen ved den østlige avgrensningen. Det er ikke påvist eller antatt kvikkleire i de to borpunktene som ligger på laveste terrengnivå, men i de resterende borpunkter er det påvist eller antatt kvikkleire. Det er indikasjon på at mektigheten stiger noe mot sør, og at det er opp mot 20-25 m mektighet av kvikkleire innenfor sonen.

734 Nordli vest

Sammenstilling av boringene i sone 734 Nordli vest (vist på Figur G8) indikerer at bergoverflaten generelt ligger dypt i sonen, og bare én av boringene er avsluttet mot antatt berg. Det er påvist eller antatt kvikkleire i alle borpunktene unntatt ett, og det er typisk mektighet av kvikkleire rundt 10-15 m, med relativt likt nivå av kvikkleirelaget, med unntak for borpunkt 903, som er avsluttet mot antatt berg på langt høyere nivå enn de andre boringene.

G4 Revidert vurdering av løснеområder og utløpsområder

G4.1 Sone 719 Gran

Vurderingen av utbredelsen av kvikkleiresonen er delt opp i løсне- og utløpsområde.

G4.1.1 Løsneområde, 719 Gran

Evalueringen av løснеområdet i henhold til metodikk presentert i NIFS-prosjektet (ref. /G4/) gir følgende indikasjoner på løснеområdet størrelse basert på stabilitetsprofilene med beregning av kritisk skjærflate for dagens situasjon i udrenert tilstand (Tabell G2):

Tabell G2 Skråningshøyde og størrelse av løснеområder, sone 719 Gran ("NIFS-metoden")

Profil	Skråningshøyde	Lengde bak skråningsfoten/utgående av kritisk skjærflate	Lengde bak bakkant av kritisk skjærflate	Poeng (H/L)	Referanse figur
P2	20 m	200 m	140 m	11 (H/L=10)	B1
P13	16 m	160 m	110 m	11 (H/L=10)	B5

Som det fremgår av tegning G1 er det ikke antatt kvikkleire i borpunktene 602 og 603 lengst nord i sonen, mens det for de resterende borpunkter er antatt kvikkleire. Basert på beliggenhet av kvikkleire i borpunkt 601, 604 og 2_NGI må det antas mulighet for kvikkleire i ravinene nedenfor borpunkt 603, og at det er berg som stiger opp som gjør at kvikkleire ikke påtreffes i disse borpunktene, se Figur G5. For borpunkt 602 er det mindre sannsynlig med kvikkleire. På dette grunnlaget foreslås det likevel å opprettholde den eksisterende utbredelsen av kvikkleiresonen i den nordlige del. Det kan være hensiktsmessig å utføre supplerende boringer i ravinene for å bekrefte antakelsen om kvikkleire, eller eventuelt å avkrefte denne antakelse og dermed gi grunnlag for en justering av sonens utbredelse. Det er heller ikke grunnlag for å foreta en justering av soneutbredelsen i den sørlige del, hvor det er antatt kvikkleire i borpunktene 604 og 2_NGI. Dette selv om løснеområdet ut fra «NIFS-metoden» er anslått å strekke seg kun opp mot 160 m innover terrenget, mens eksisterende soneavgrensning strekker seg ca. 300 m innover terrenget. Det er imidlertid også hellende terreng på den nordvestlige side av borpunkt 604 som tilsier at det ikke bør foretas justering av soneutbredelsen i den sørlige del.

G4.1.2 Utløpsområder, 719 Gran

Utløpsområder for sone 719 Gran er skissert på tegning G1.

Ved skred i den nordlige del av området vil utløpet skje ned i ravinene, og avhengig av skredets karakteristikk vil skredmassene fra skred på den nordvestlige side av Ignaveien

bli oppdemmet i ravinen eller eventuelt følge bunnen av ravinen ut mot elva i nord. Supplerende boringer i ravinene vil kunne gi bedre grunnlag for nærmere vurdering av skreddynamikken og utløp. Basert på eksisterende datagrunnlag, er det indikasjon på at kvikkleire til dels ligger dypere enn bunnen av ravinene. I så fall vil store deler av eventuelle skredmasser bestå av ikke-kvikkleire, som antakeligvis vil bli liggende igjen i ravinen og begrense lengden av utløpet. Kritiske glideflater går imidlertid ned i kvikkleire, og det øvre laget av tørrskorpe og ikke-kvikkleire kan da ved et skred bevege seg nedover ravinen på underliggende omrørte masser.

Dersom skred løsner i ravinen i vest, sør for Ignaveien, vil fyllingen for Ignaveien på tvers av ravinen danne en hindring for skredutløpet. Avhengig av skredets størrelse er det mulig at skredmassene vil løpe over vegen, og evt. kan treffe bebygde områder nord for vegen. Dette vil imidlertid kreve en vesentlig mengde av kvikkleire i skredet. Grunnundersøkelser i dette området ga ikke indikasjon på kvikkleire, men det er ikke boret nede i ravinen.

"NIFS-metoden" (ref. /G4/) angir et utløp på 0.5 x løsneområdets lengde der mektighet av kvikkleire utgjør mindre enn 40 % av total løsmassemektighet. For profil P2 er mektighet av kvikkleire under 40 % av løsmassemektighet, og med ca. 75 m lengde av kritisk glideflate, som etter metoden tilsier rotasjonsbrudd, vil anslått utløpslengde nedover ravinen her være mindre enn 40 m nedover ravinen. Dette virker her lite sannsynlig. Utløpet er antatt å nå ut i sundet nord for sonen.

Utløpet av et eventuelt skred i den sørlige del av sonen vil være ned i en forholdsvis trang ravine. Skredmassene kan bli oppdemmet og liggende i ravinen, da massene over nivå tilsvarende bunn av ravinen hovedsakelig er ikke-kvikkleire; evt. vil omrørte leir-masser strømme ned langs bekken, som har betydelig fall. Ytre avgrensning av utløpsområdet må anses å ha betydelig usikkerhet. Det er ikke bebyggelse i eller nedenfor denne ravinen.

Utløpsområdene nord i sonen kan innebefatte bebyggelsen ved soneavgrensningen helt nordvest i sonen, ellers er det ikke bebyggelse i eventuelle utløpsområder. Uansett vil bebygde områder bli påvirket av et eventuelt skred, da flere bebygde områder ligger innenfor potensielle løsneområder. Utløp av skred langs ravinen øst for sonen vil muligens kunne blokkere viken som strekker seg inn fra Øyungen, og samtidig generere noe bølger ved utstrømming av skredmasser i vannet.

G4.2 Sone 724 Årsrud

Vurderingen av utbredelsen av kvikkleiresonen er delt opp i løsne- og utløpsområde.

G4.2.1 Løsneområde, 724 Årsrud

Evalueringen av løsneområdet i henhold til metodikk presentert i NIFS-prosjektet (ref. /G4/) gir følgende indikasjoner på løsneområdet størrelse basert på stabilitetsprofilene med beregning av kritisk skjærflate for dagens situasjon i udrenert tilstand:

Tabell G3 Skråningshøyde og størrelse av løsneområder, sone 724 Årsrud ("NIFS-metoden")

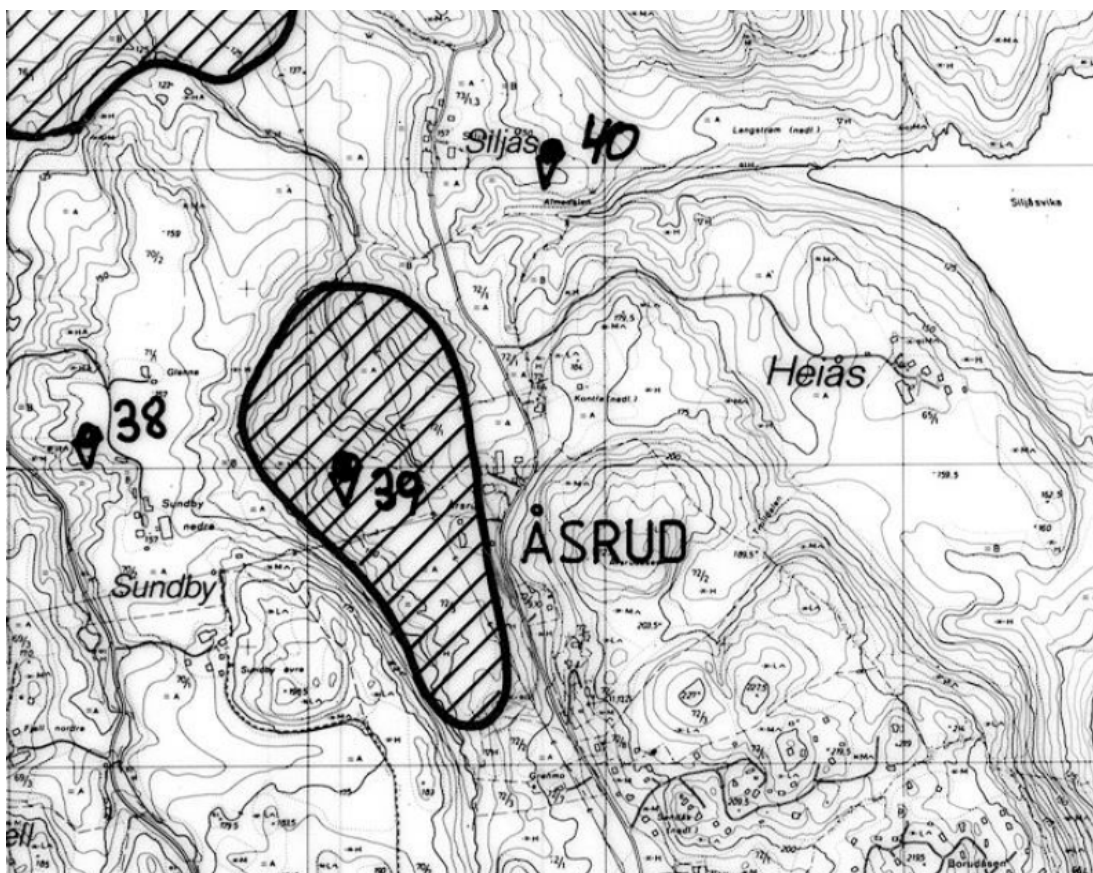
Profil	Skråningshøyde	Lengde bak skråningsfoten/utgående av kritisk skjærflate	Lengde bak bakkant av kritisk skjærflate	Poeng (H/L)	Referanse figur
P6		-	-	-	-
P7	21 m	210 m	120 m	15 (H/L=10)	C3
P8	20 m	200 m	100 m	15 (H/L=10)	C7
P9	26 m	260 m	150 m	15 (H/L=10)	C11

Som det fremgår av tegning G2 viser borpunktene varierende indikasjoner på kvikkleire. Borpunktene 803 og 806, hvor det ikke er antatt kvikkleire, er avsluttet relativt grunt mot antatt berg. Kvikkleire er generelt påtruffet i større dybde i de resterende borpunktene, se Figur G6. Unntak er borpunkt 805 hvor det er påtruffet kvikkleire fra ca. 3.5 m dybde, men dette borpunktet er i motsetning til de andre borpunktene plassert nær bunnen av skråningen, og antatt overkant av kvikkleira ligger i samme nivå som i borpunkt 802, hvor løsmassemekktigheten er over 30 m. Bergoverflaten stiger mot sør med terrengoverflaten, og ligger stadig grunnere fra borpunkt 806 mot borpunkt 803. Da ingen av disse boringene gir indikasjon på kvikkleire, antas det ikke kvikkleire øst for disse borpunktene. Det er foreslått en mindre justering av sonens utbredelse i dette området, se tegning G2. For evt. å kunne innsnevre sonen ved det sørligste bolighuset (slik at dette evt. vil ligge utenfor sonen), bør det først gjøres en supplerende sondering nedenfor boligen, da det er kvikkleire i borpunkt 807 vest for huset.

I borpunkt 804 rett utenfor soneavgrensningen i sør er det ikke indikasjon på kvikkleire. Ved befaring er det observert berg i dagen innenfor sonen i den sørlige del. Det er derfor også foreslått en justering av sonegrensen i sør, se tegning G2.

Bebyggelsen rett nordøst for borpunkt 803 anses ikke å være en del av potensielt løsneområde. På toppen av plataet i den vestlige og midterste del av sonen er det påvist/antatt kvikkleire. Ut fra «NIFS-metoden» er løsneområdet anslått å kunne strekke seg mer enn 200 m innover terrenget i østlig retning, og det er derfor ikke grunnlag for å gjøre justering av soneutbredelsen i dette området. Også ut fra metoden basert på kritisk glideflate og 1:15-linje gjennom kvikkleirelaget, som ligger høyt bakover i sonen, vil resulterende sonegrense ligge fast (med unntak av de nevnte justeringene).

Boringene viser betydelig mektighet av kvikkleire nord i sonen. Ut fra dagens topografi kunne områdene nord for dagens sone og også øst for Årsrudveien (mot Almedalen) inngå i en kvikkleiresone, og i såfall kunne skred løsnet ut mot Almedalen og mot Siljåsvika også berøre Årsrudsonen. I nord er sonen pr. idag avgrenset langs en nokså grunn ravine. Eldre rasterkart viser imidlertid at det er planert betydelig her, og at det tidligere har vært en dyp ravine. Vi har derfor foreslått å opprettholde ravinen som nordlig avgrensning av sonen. Boring utført ved Siljås ved opprinnelig kvikkleirekartlegging var forøvrig ikke kvikkleire (se Figur G-1).



Figur G-1 Kart fra opprinnelig kvikkleirekartlegging viser at en tidligere ravine er fylt igjen nord i sone Årsrud, og at sonegrensen følger denne.

G4.2.2 Utløpsområder, 724 Årsrud

Utløpsområder for sone 724 Årsrud er skissert på tegning G2.

Utløpet av et eventuelt skred i denne sonen vil være ut mot bekken i ravinen langs den vestlige avgrensingen av sonen. Hvor langt skredmassene vil bli transportert avhenger av skredets karakteristikk, men uansett vil utløp ikke berøre bebygde områder. Basert på boringene inne i området kan det være relativt stor mektighet av kvikkleire i et eventuelt

skred, og stor andel omrørte masser som vil komme ut i dagen over dagens bekkenivå vil kunne resultere i relativt langt utløp nedover bekken. Ut fra "NIFS-metoden" vil et skred her kunne være retrogressivt, da andel kvikkleire er over 50 % av total mektighet. Store deler av sonen vil da kunne gå med i et skred, og avhengig av hvor et skred løsner, vil utløpet nedover i bekken kunne bli langt.

G4.3 Sone 723 Nordli

Vurderingen av utbredelsen av kvikkleiresonen er delt opp i løsne- og utløpsområde.

G4.3.1 Løsneområde, 723 Nordli

Evalueringen av løsneområdet i henhold til metodikk presentert i NIFS-prosjektet (ref. /G4/) gir følgende indikasjoner på løsneområdet størrelse basert på stabilitetsprofilene med beregning av kritisk skjærflate for dagens situasjon i udrenert tilstand (Tabell G4):

Tabell G4 Skråningshøyde og størrelse av løsneområder, sone 723 Nordli ("NIFS-metoden")

Profil	Skråningshøyde	Lengde bak skråningsfoten/utgående av kritisk skjærflate	Lengde bak bakkant av kritisk skjærflate	Poeng (H/L)	Referanse figur
P3	30 m	450 m	270 m	16 (H/L=15)	D1
P4	12.5	250 m	160 m	20 (H/L=15)	D5
P85_nord	24	240 m	50 m	14 (H/L=10)	D9
P5_sør	17	170 m	60 m	11 (H/L=10)	D9
P12	24	240 m	80 m	14 (H/L=10)	D10

Som det fremgår av tegning G3 er det påvist/antatt kvikkleire i de fleste av borpunktene innenfor sonen (muligens noe konservativt antatt i noen tilfeller), unntak er borpunkt 703 og borpunkt 705 som er de to borpunktene på laveste terrengnivå og nærmest bekken/ravinen. Da det antas kvikkleire i tilstøtende og høyereliggende områder, i tillegg til at boringene kan synes innbyrdes motstridende (det bemerkes dog at nøyaktig posisjon av borpunkt 41_NGI ikke er kjent), må hele sonen opprettholdes som kvikkleiresone, og utstrekningen av sonen bakover kan ikke reduseres. Eksisterende soneavgrensning tilsvarer noenlunde størrelse av løsneområde anslått ut fra «NIFS-metoden». Også vurdert ut fra kritiske glideflater og mektighet av kvikkleire vil sonen måtte opprettholdes i noenlunde samme størrelse. Supplerende undersøkelser vil muligens kunne gi redusert soneutbredelse, da det kan tyde på at kvikkleire ikke påtreffes i hele sonen.

G4.3.2 Utløpsområde, 723 Nordli

Utløpsområder for sone 723 Nordli er skissert på tegning G3.

Skred som involverer skråningene på den nordlige og sørlige side av Årsrudveien vil potensielt få utløp ned på Årsrudveien. Terrenget innenfor sonen er generelt fallende mot vest og eventuelle skredmasser etter dype glidninger med utgående i ravinen vil da naturlig ha utløp i denne retningen. I den sørlige delen av sonen vil skredutløpet være ut i bekken i ravinen, og dermed ikke berøre bebygde områder. For skred i den nordlige del av sonen vil mulig utløpsområde innbefatte veganlegg samt enkelt bygg som ligger ganske nær bekkeløpet.

Om skredmassene vil bli oppdemmet i ravinen eller bli transportert videre med bekkeløpet, avhenger av skredets karakteristikk. Det er liten terrenghelning langs bekken. Forholdene ved skråningsfot og i bunnen av ravinene er ikke kartlagt, men enkelte boringer indikerer at det muligens ikke er kvikkleire ned mot ravinen i sentrale deler av sonen. I så fall er dette gunstig med tanke på redusert fare for utløsning av skred. Supplerende boringer ved skråningsfoten vil kunne gi bedre grunnlag for å vurdere mulig utløp av skredmasser, basert på kvikkleirelagets beliggenhet i forhold til terreng i nedre del av skråningen. Vegfyllingen nord i sonen danner en 3-4 m høy barriere for skredutløp langs bekken mellom sone Nordli og Nordli vest.

G4.4 Sone 734 Nordli vest

Vurderingen av utbredelsen av kvikkleiresonen er delt opp i løsne- og utløpsområde.

G4.4.1 Løsneområde, 734 Nordli vest

Evalueringen av løsneområdet i henhold til metodikk presentert i NIFS-prosjektet (ref. /G4/) gir følgende indikasjoner på løsneområdet størrelse basert på stabilitetsprofilene med beregning av kritisk skjærflate for dagens situasjon i udrenert tilstand (Tabell G5):

Tabell G5 Skråningshøyde og størrelse av løsneområder, sone 734 Nordli vest ("NIFS-metoden")

Profil	Skråningshøyde	Lengde bak skråningsfoten/utgående av kritisk skjærflate	Lengde bak bakkant av kritisk skjærflate	Poeng (H/L)	Referanse figur
P10	33 m	330 m	230 m	12 (H/L=10)	E1
P11	36 m	360 m	110 m	13 (H/L=xx)	E5

Som det fremgår av tegning G4 er det antatt kvikkleire i alle borpunktene innenfor denne sonen, unntatt borpunkt 902. Basert på beliggenhet av kvikkleire i de andre borpunktene innenfor sonen kunne en forvente at kvikkleire ville påtreffes også i borpunkt 902, se Figur G8, men basert på sonderingen tolkes det ikke kvikkleire her. Det anses ikke rimelig å gjøre endring av soneavgrensningen basert på bare ett borpunkt som ikke indikerer kvikkleire. Bebyggelsen ligger uansett i et område med kvikkleire. Overgangen mellom kvikke og ikke-kvikke masser er ikke kjent i detalj, og supplerende

boringer i den østlige og sørøstlige del av sonen bør utføres for å ha grunnlag for en eventuell justering av soneutbredelsen i denne retningen.

Løsneområdet ut fra «NIFS-metoden» er anslått å kunne strekke seg mer enn 350 m innover terrenget i vestlig retning i den midterste del av sonen. Eksisterende soneavgrensning er noenlunde i overensstemmelse med dette, men utstrekningen er muligens noe for liten. Da det i tillegg er antatt kvikkleire i borpunkt 903, foreslås det å øke soneavgrensningen bakover i vestlig retning, se tegning G4. Sonen vil i så fall også omfatte bebyggelse vest for eksisterende sonegrense. Det kan eventuelt gjøres prøvetaking i området ved borpunkt 903 for å avklare om det faktisk er kvikkleire i grunnen her, da kvikkleira her i så fall ligger noe høyere enn innenfor resten av sonen, se Figur G8. Soneringen indikerer kvikkleire, men liknende soneringsprofiler fra området har vist seg å ikke representere kvikkleire.

Det er også foreslått å justere soneavgrensningen i den nordøstlige del av området, for å inkludere den resterende del av ryggen, da dette anses for å være en naturlig del av sonen (trolig utelatt i tidligere kartlegging pga. liten høydeforskjell). Ryggen nord i sonen (med Årsrudveien) kan i prinsippet håndteres som en separat sone.

Det er antatt kvikkleire i borpunkt 904 utenfor eksisterende sone. Underkant av kvikkleirelaget i borpunkt 904 ligger noenlunde i bekkenivå, og kan ligge enda lavere ved bekken. Basert på terrenktopografien er dette området ikke en naturlig del av den eksisterende sone, og inkluderes derfor ikke i sone Nordli vest. Det bør imidlertid vurderes om en separat sone skal etableres her (gjøres ikke som del av denne rapporten). Utbredelsen av eventuell kvikkleire vestover er ikke kjent, og det anbefales derfor at det foretas supplerende boringer med prøvetaking i tillegg til befaringsområdet før det eventuelt opprettes en ny kvikkleiresone som involverer dette området, selv om det på samme måte som for vanlig oversiktskartlegging også er mulig å angi en sone med utgangspunkt i den ene boringen som allerede er utført.

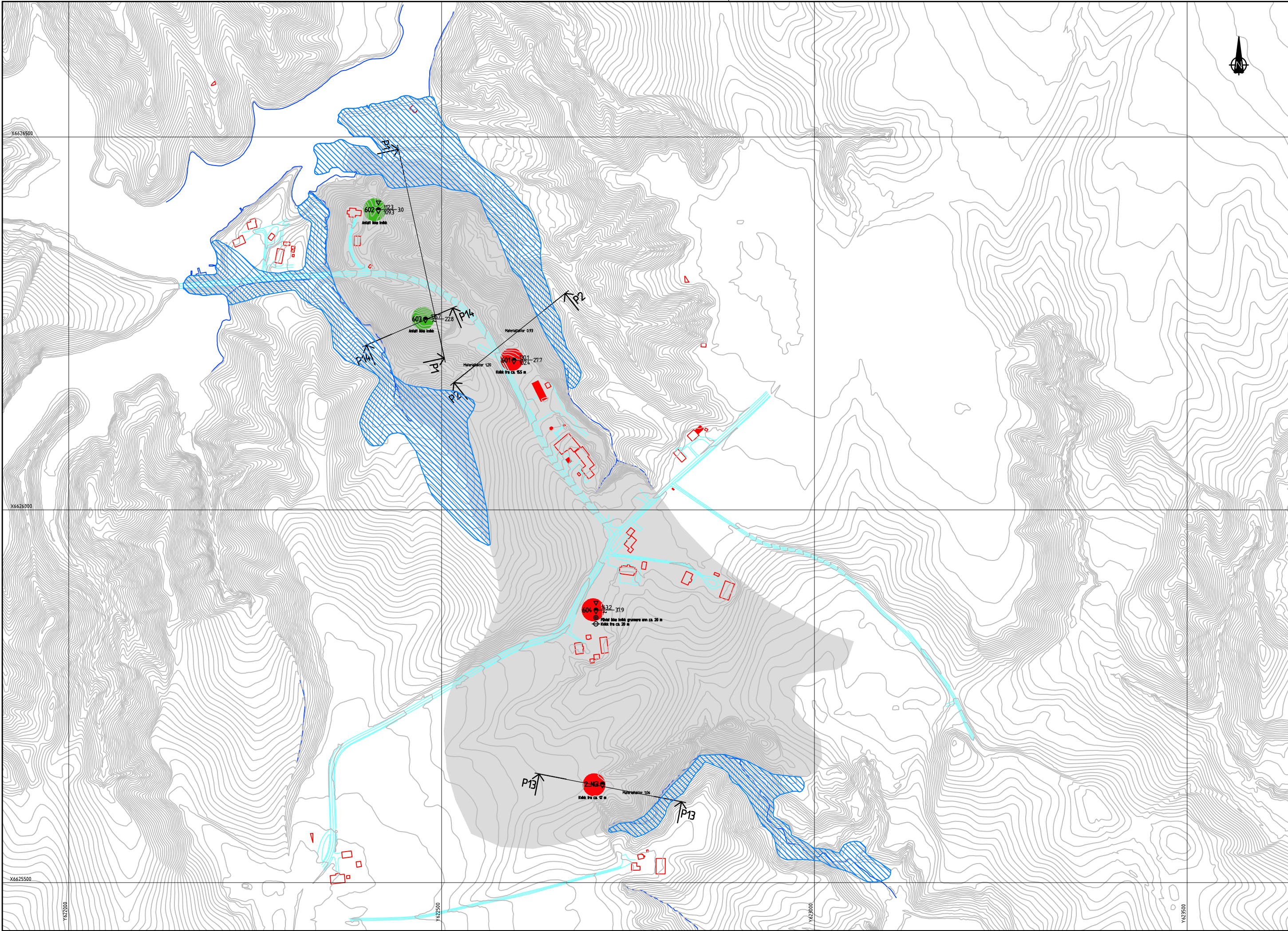
G4.4.2 Utløpsområder, 734 Nordli vest

Ved skred i den sørlige del av området vil utløpet skje ned i ravinen mot øst, og avhengig av skredets karakteristikk vil skredmassene bli oppdemmet i ravinen eller eventuelt følge bekkeløpet i bunn av ravinen. Hvor langt skredmassene vil bli transportert avhenger av beliggenhet og mektighet av kvikkleire, men uansett antas utløp ikke å berøre bebygde områder.

I den nordlige del av sonen er det dype raviner i øst-vestlig retning, samt flere mindre raviner. Utløp av eventuelt skred vil følge disse ravinene og bli transportert ut mot bekkeløpet i ravinen mot øst (grense mot sone 723 Nordli). For eventuelle skred i den nordvestlige del av sonen kan potensielt utløpsområde inkludere overløp av veganlegg innen det fanges opp av det ravinerte systemet.

G5 Referanser

- /G1/ NGI (2008): Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport 20001008-2, rev. 3. datert 8. oktober 2008.
- /G2/ NIF (1978). NIF-kurs 1978: Skredfare og arealplanlegging. Vurdering av faregrad og sikringstiltak.
- /G3/ NVE (2014): Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /G4/ NVE (2015): Rapport nr. 14-2016 Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred. ISBN 978-82-410-1204-4. ISSN 1501-2832.



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

- Kvikkleiresone

▨ Utløpsområde

● Ingen indikasjon på kvikkleire

● Antatt/påvist kvikkleire

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

NVE - Kvikkleiresoner i Akershus
Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner

Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune
Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest
Løsne- og utløpsområde for sone 719 Gran samt
forekomst av sprøbruddmateriale innen sonen

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato
04.01.2017
Oppdragsnr.
20100119

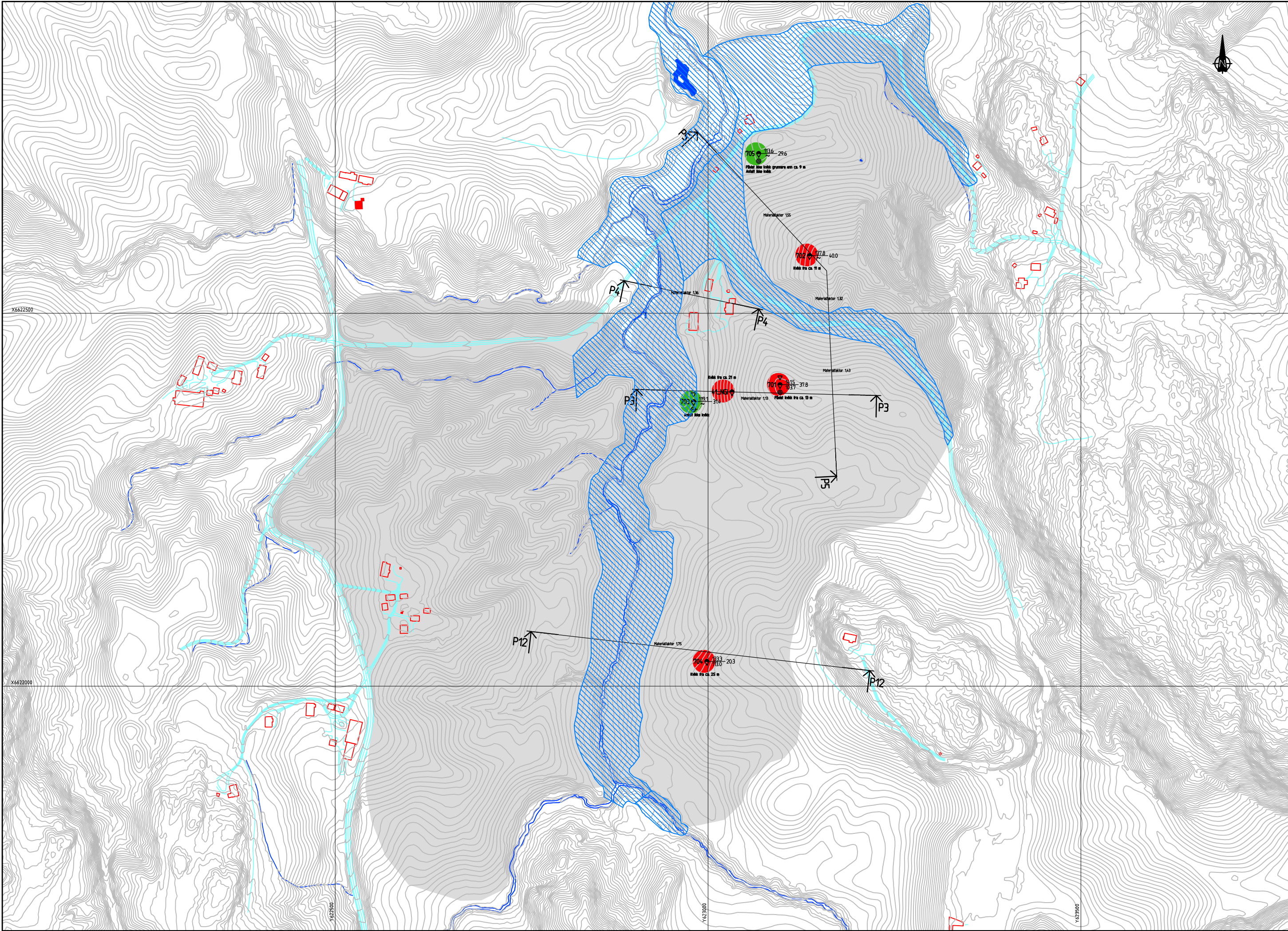
Konstr./Tegnet
SHo
Tegningsnr.
G1

Kontrollert
HHe

Godkjent
HHe
Rev.
0

Status
-
Original format
A-3.2
Tegningens filnavn
G:\geoarkiv\20100119-09-R\Enebakk
Målestokk
1:4500





FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

- Kvikkleiresone

▨ Tiltak

● Ingen indikasjon på kvikkleire

● Antatt/påvist kvikkleire

BESTEMMELSER:

-

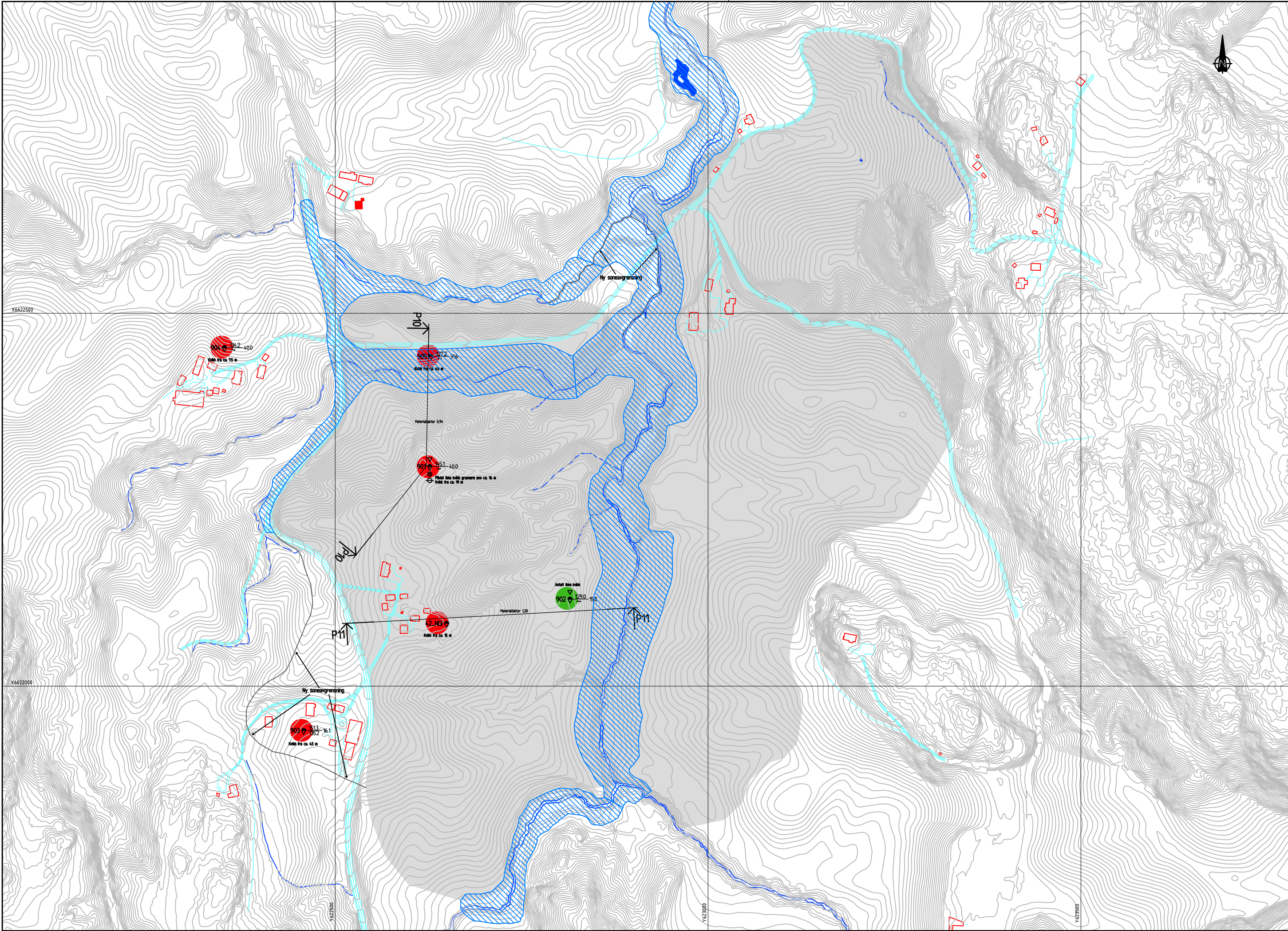
HENVISNINGER:

-

NVE - Kvikkleiresoner i Akershus
Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner

Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune
Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest
Løsne- og utløpsområde for sone 723 Nordli samt
forekomst av sprøbruddmateriale innen sonen

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 04.01.2017 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr.	Kontrollert HHe	Godkjent HHe
	20100119	G3	Rev.	0



FORKLARINGER:

- Dreiesonering

○ Enkel sondering

▽ Trykksonering
- ☆ Fjellkontrollboring

◆ Dreietrykksonering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboering
- ⊕ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

- Kvikkleiresone

▨ Tiltak

● Ingen indikasjon på kvikkleire

● Antatt/påvist kvikkleire

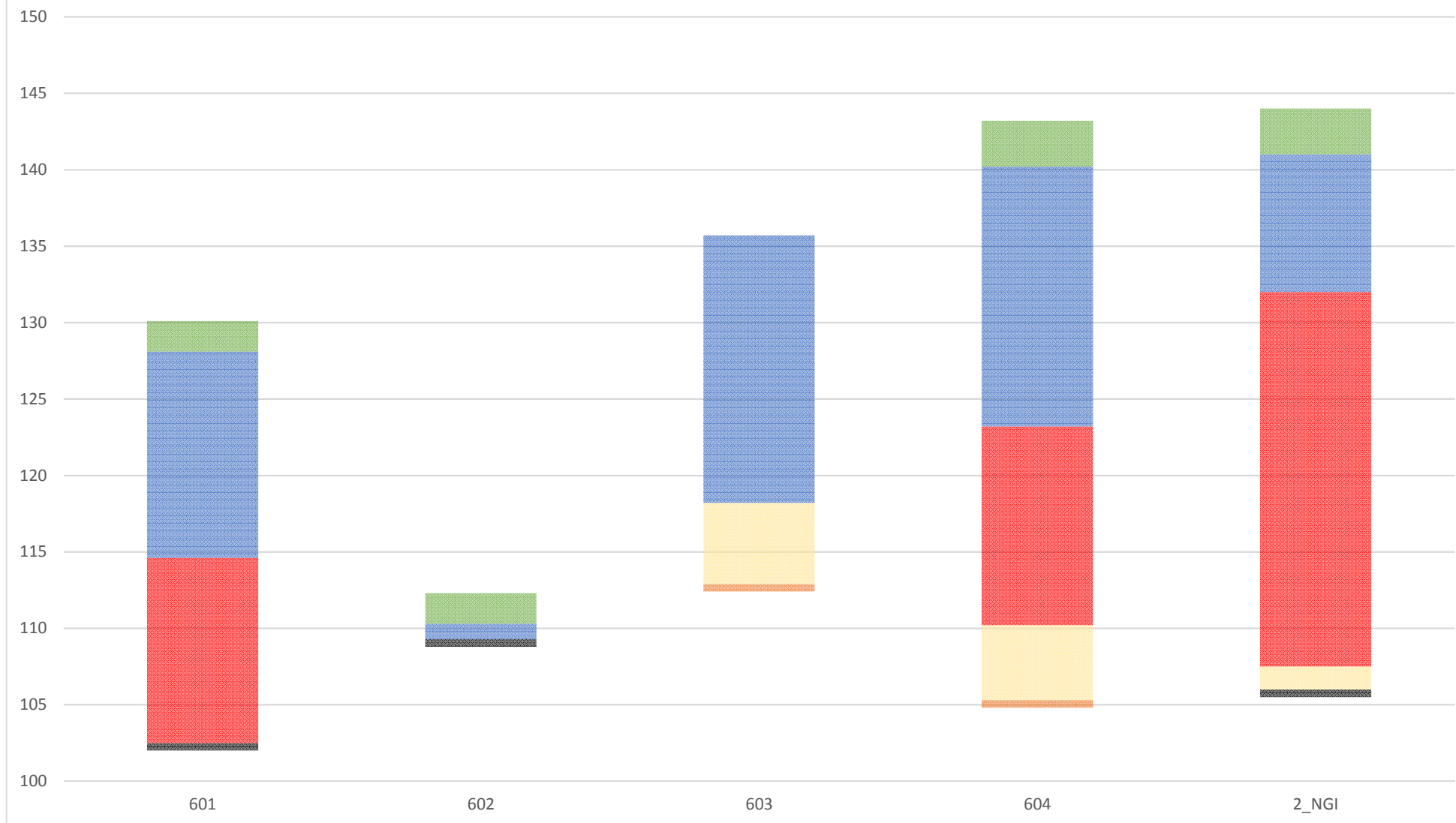
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE - Kvikkleiresoner i Akershus Fet (Sørum), Skedsmo og Enebakk kommuner		Status —			
		Original format A-3.2			
		Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20100119-09-R\Enebakk			
		Målestokk 14500			
Stabilitetsvurderinger i Enebakk kommune Sone 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest Løsne- og utløpsområde for sone 734 Nordli vest samt forekomst av sprøbruddmateriale innen sonen		Dato 04.01.2017		Konstr./Tegnet SHo	
		Oppdragsnr. 20100119		Tegningsnr. G4	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no				Kontrollert HHe	
				Godkjent HHe	
				Rev. 0	



- Tørrskorpe
- Leire
- Sprøbruddmateriale
- Silt
- Stopp i løsmasser
- Stopp mot antatt berg

NVE - Kvikkleiresoner i Akershus

Sammenstilling av borpunkter

Tolkning av lagdeling

Sone 719 Gran

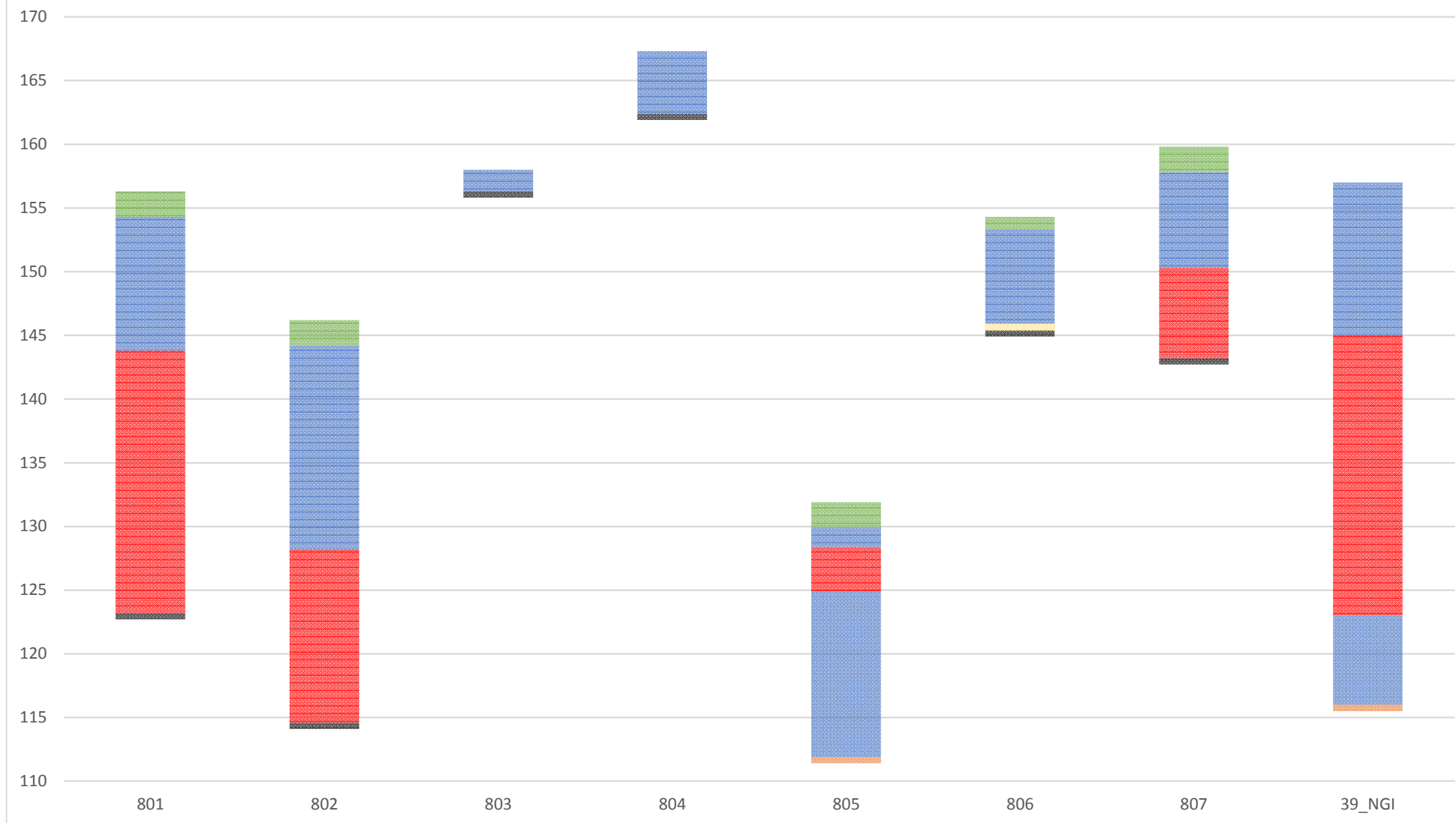
Dokumentnr.
20100119-09-R

Figurnr.
G5

Dato
2017-01-03

Tegnet av
SHo





- Tørrskorpe
- Leire
- Sprøbruddmateriale
- Silt
- Stopp i løsmasser
- Stopp mot antatt berg

NVE - Kvikkleiresoner i Akershus

Sammenstilling av borpunkter
Tolkning av lagdeling
Sone 724 Årsrud

Dokumentnr.
20100119-09-R

Figurnr.
G6

Dato
2017-01-03

Tegnet av
SHo





-  Tørrskorpe
-  Leire
-  Sprøbruddmateriale
-  Silt
-  Stopp i løsmasser
-  Stopp mot antatt berg

NVE - Kvikkleiresoner i Akershus

Sammenstilling av borpunkter

Tolkning av lagdeling

Sone 723 Nordli

Dokumentnr.
20100119-09-R

Figurnr.
G7

Dato
2017-01-03

Tegnet av
SHo





- Tørrskorpe
- Leire
- Sprøbruddmateriale
- Silt
- Stopp i løsmasser
- Stopp mot antatt berg

NVE - Kvikkleiresoner i Akershus

Sammenstilling av borpunkter

Tolkning av lagdeling

Sone 734 Nordli vest

Dokumentnr.
20100119-09-R

Figurnr.
G8

Dato
2017-01-03

Tegnet av
SHo



Vedlegg H

BEFARING I SONENE 719 GRAN, 724 ÅRSRUD,
723 NORDLI OG 734 NORDLI VEST

Innhold

H1	Befaring	2
H2	Sone 719 Gran	3
	H2.1 Oppfylling	3
	H2.2 Vurdering for ny garasje i sone 719 Gran (NGI, 2010)	10
	H2.3 Erosjonsforhold i sone 719 Gran	11
H3	Sone 724 Årsrud	15
H4	Sone 723 Nordli og 734 Nordli vest	20
H5	Referanser	26

H1 Befaring

NVE v/ Jaran Wasrud og NGI v/Håkon Heyerdahl utførte 22. september 2016 befaring i kvikkleiresoner i Enebakk kommune (ref. /H1/). Befaringen inngår som ledd i pågående faresoneutredning, som utføres iht. NVEs kvikkleireveiledning (ref. /H2/).

Følgende soner ble befart (i kronologisk rekkefølge):

- 724 Årsrud
- 723 Nordli
- 734 Nordl vest
- 719 Gran

Befaring ble i hovedsak utført langs bekker for å vurdere erosjonsforhold i ravinene. Erosjonsforhold er viktig for revurdering av faregrad for sonene. Alle sonene har høy faregrad forut for soneutredningen).

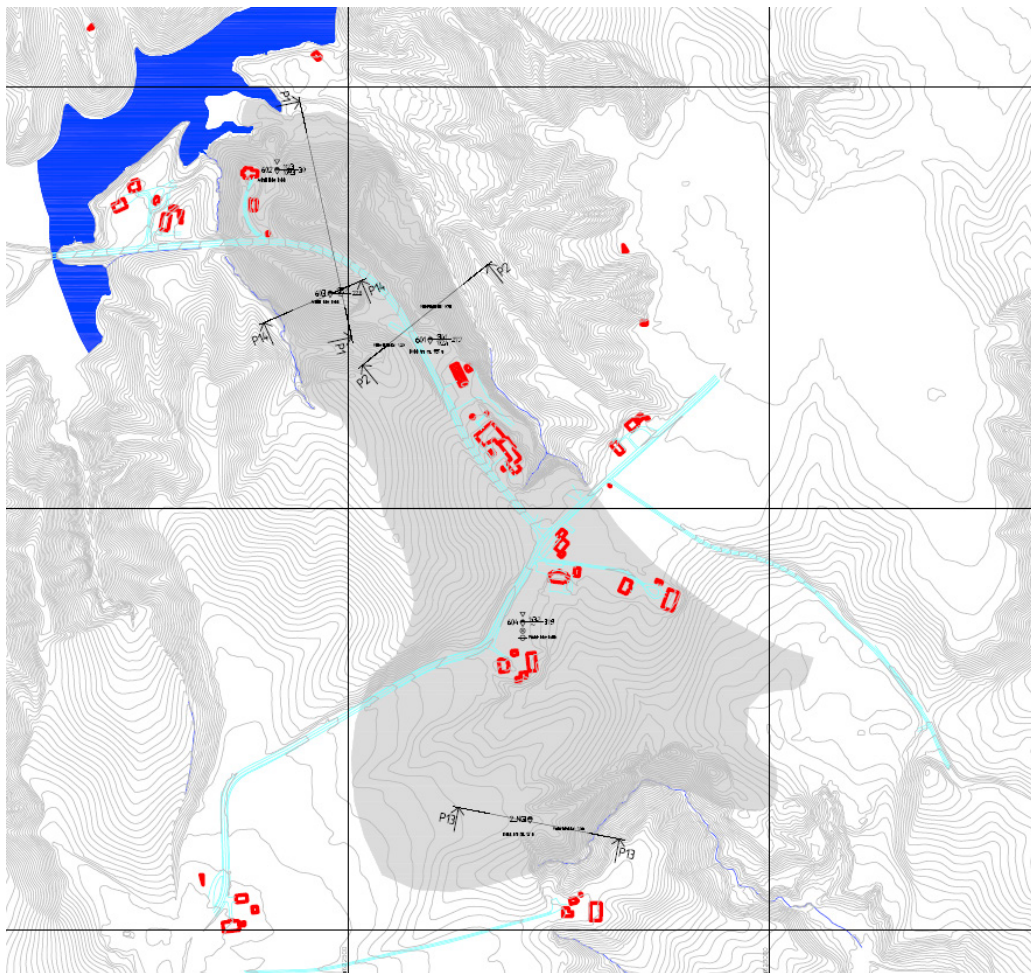
Erosjon er vurdert etter klassifiseringsmetode foreslått i ref. /H3/:

- Aktiv erosjon
 - o Erosjon har utløst store overflateglidninger eller skred (dyperegående rotasjoner) i løpet av de siste årene. Lite eller ingen naturlig erosjonssikring. Vannet er misfarget grått.
- Noe erosjon
 - o Lokale overflateglidninger i løpet av de siste årene. Lite eller ingen naturlig erosjonssikring i vassdraget. Vannet er misfarget grått.
- Litt erosjon
 - o Leie i elve-/bekkeleiet. Gradientforhold tilsier at erosjon kan oppstå. Ingen skred eller overflateglidninger i skråningene. Lite naturlig erosjonssikring i vassdraget. Vannet er klart eller noe misfarget.
- Ingen erosjon
 - o Naturlig erosjonsbeskyttelse i bunn og sider av elve-/bekkeleiet, liten gradient/terskler gjør at erosjon i leire ikke vil oppstå. Klart vann ved normal vannføring.

De samme kriteriene benyttes ved farevurdering for kvikkleiresonene. Det skal da være samsvar mellom hvor erosjon er vurdert og profil som benyttes til faregradsvurderingen.

H2 Sone 719 Gran

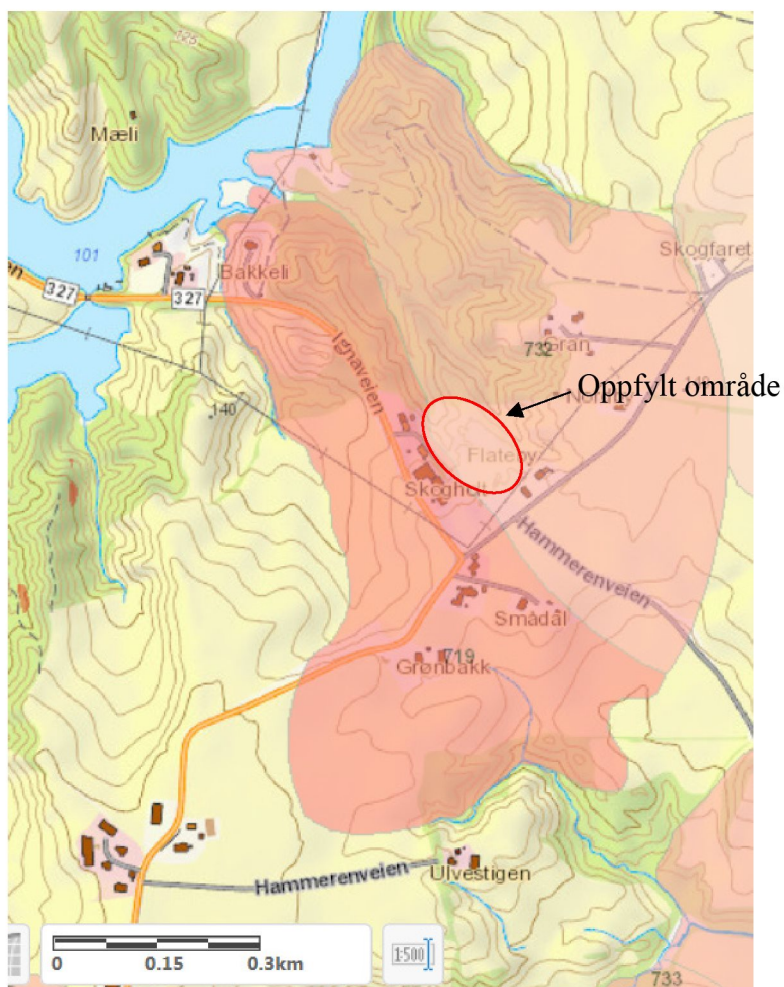
Sone 719 Gran er vist på Figur H1. Sonen ligger på et platå. En ravine avgrenser sonen i sør (fra plassen Ulvestigen), mens sonens nordlige del er avgrenset av raviner i øst og vest. Den østlige ravinen samt ravinen i sør ble befart.



Figur H1 Kvikkleiresone 719 Gran. Område med oppfylling angitt. Oppfyllingen strekker seg også inn i nabosone mot øst, 732 Gran øst.

H2.1 Oppfylling

På grensen mellom sone 719 Gran og 732 Gran øst er det i nyere tid utført betydelig oppfylling av masser (Figur H2). Luftfotos fra forskjellige tidspunkter viser at oppfyllingen i hovedsak har skjedd i tiden etter 2011 (Figur H3 - Figur H7). Det oppfylte området dekker et areal på minst 60x100 m, dvs. 6 dekar, og utfylt masse antas å utgjøre flere titusener kubikkmeter. Mektighet av fyllmasser i sentrale deler av det oppfylte området er minst 5 m (forsiktig antatt) over tidligere terrengnivå.



Figur H2 Kvikkleiresonene 719 Gran og 732 Gran øst med ca. angivelse av oppfylt område ved Flateby og Skogholt

Oppfyllingen har medført gjenfylling av øvre del av ravinen mellom kvikkleiresonene Gran og Gran øst. Terrenget er løftet betydelig fra tidligere nivå, og det er etablert bratte fyllingskanter med stor høydeforskjell fra oppfylt platå ned mot ravinen. Det er ikke kjent om det har foregått noen form for geoteknisk prosjektering forut for oppfyllingen, men samtaler med beboer fra området ga ikke inntrykk av at så var tilfelle.

Lokalt i ravinen vil oppfylling kunne være stabilitetsmessig gunstig, men område-stabiliteten av slike oppfyllinger må også vurderes, da kritisk stabilitet vil være i retning fyllingsfronten og ned i ravinen, hvor forholdene antas å ha blitt betydelig verre enn tidligere. Også oppfylling øst for garasje lengst nordvest i området er meget høy og bratt. Brudd i skråningene innenfor en kvikkleiresone, endog med høy faregrad fra tidligere vurdering, vil i verste kunne medføre store kvikkleireskred og i dette tilfellet betydelig fare for at bolighus og vegger blir berørt.



*Figur H3 Oppfylling ved Flateby og Skogholt. Luftfoto fra 2015 (øverst) og fra 2013 (nederst).
Kilde: www.norgebilder.no*



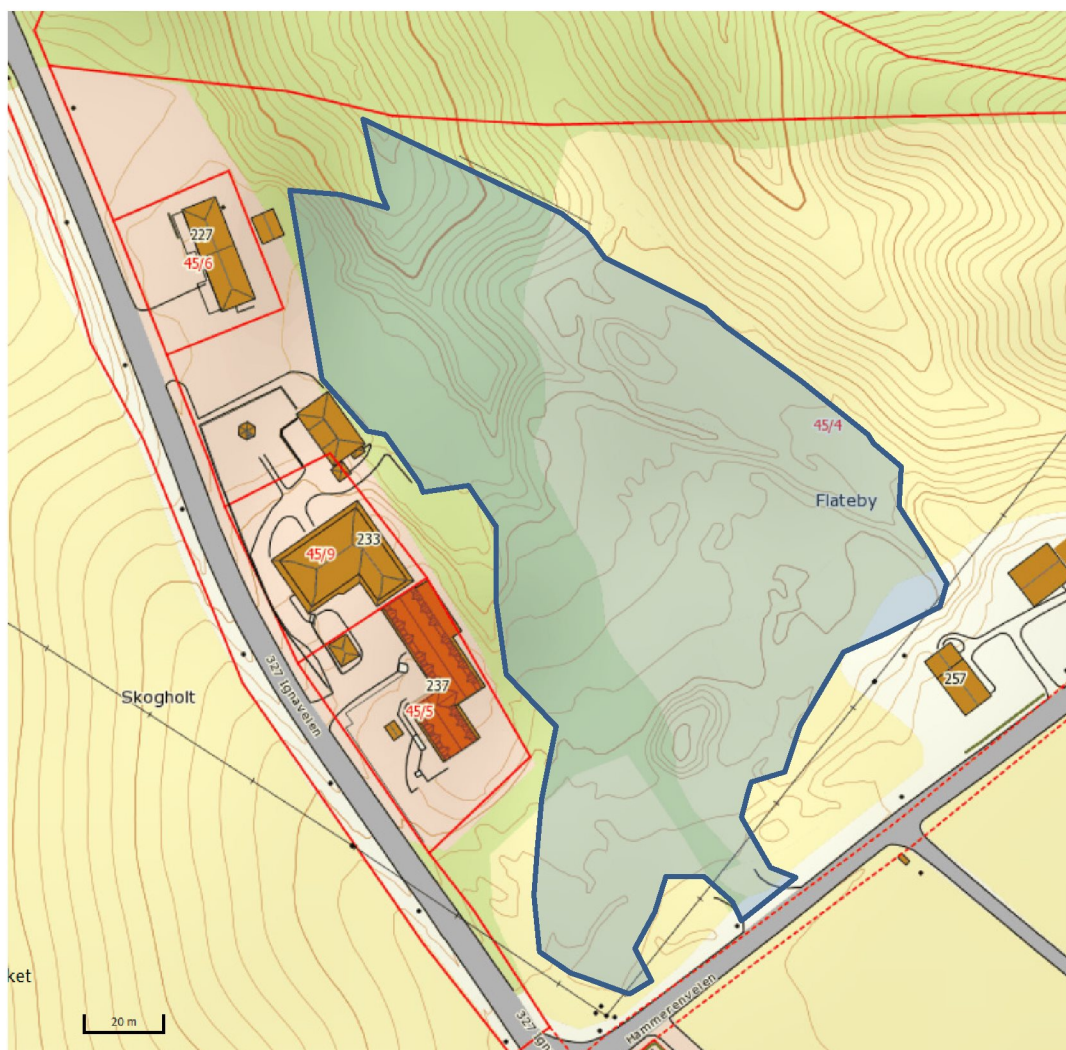
*Figur H4 Oppfylling ved Flateby og Skogholt. Luftfoto fra 2011 (øverst) og fra 2008 (nederst).
Kilde: www.norgebilder.no*



Figur H5 Oppfylling i øvre del av ravinen øst for sone 719 Gran. Øverst: Oversiktsbilde tatt fra toppen av oppfylt område. Nytt terreng ligger vesentlig høyere enn tidligere. Nederst: Utfylling øst for garasjen ned i ravinen. Foto: J. Wasrud, NVE



*Figur H6 Oppfyllingen i kvikkleiresone 719 Gran har betydelig mektighet over tidligere terreng.
Øverst: Sett mot sørøst. Nederst: Sett mot sør. Foto: J. Wasrud, NVE*

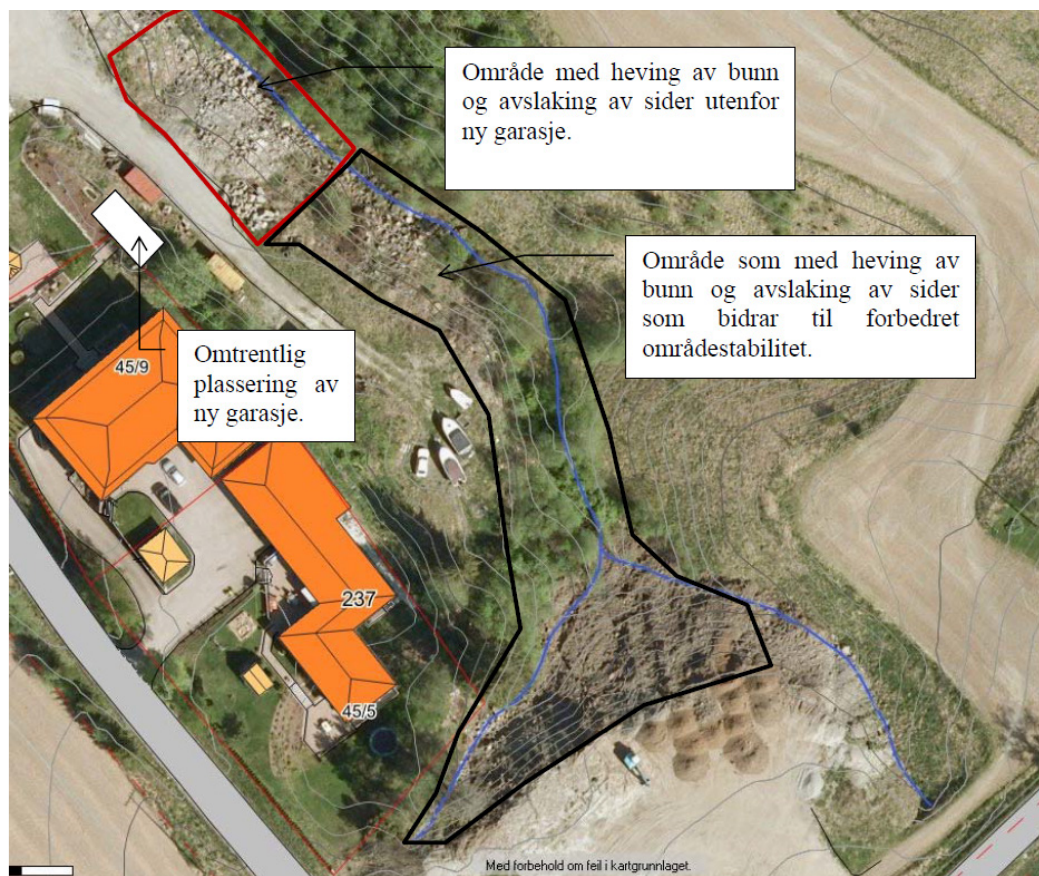


Figur H7 Kart over Flateby og Skogholt (www.statkart.no). Utfylt område fra luftfoto tatt i 2015 (Figur H3) er skissert. Eksisterende kotegrunnlag viser ikke nåværende topografi i det utfylte området; blant annet er ravinen øst for garasjen gjenfylt, og fyllingsnivåene er trolig høyere enn kotene viser i deler av området.

H2.2 Vurdering for ny garasje i sone 719 Gran (NGI, 2010)

NGI utførte i 2010 vurdering av oppfylling for en ny garasje i det aktuelle området (ref. /H4/). Det var allerede utført en del oppfylling forut for NGIs befaring, og det var kommet spørsmål fra Enebakk kommune vedrørende faren for kvikkleireskred og betydning av fyllingen som var lagt ut.

Det ble gitt råd om stabiliserende tiltak i form av motfylling i ravinen forbi bolighus og garasje med 1-1.5 m, og redusert skråningshelning for fyllingsskråningen, for områder oppsummert i Figur H8. Det fremgår av Figur H8 at på dette tidspunkt var det i hovedsak fylt ut langs vestre kant av ravinen (dvs. langs skråningskanten fra boligene). Et fotografi fra befaringen i 2010 er vist på Figur H9. Garasjen er senere oppført med plassering som vist på figuren.



Figur H8 Forlag til utbedring av skråningene for planlagt garasje innenfor sone 719 Gran (ref. /H4/). Bakgrunnsbildet viser begynnende utfylling mot ravinen fra bebyggelsen.



Figur H9 Fotografi fra befarings (ref. /H4/). Bildet er tatt omtrentlig ut fra den nye garasjen angitt i Figur H8. Merk utfylling lenger opp i ravinen. Fyllingskanten lå på dette tidspunkt mye lenger sør enn i 2016.

En sammenlikning med luftfotografiene på Figur H3 og Figur H4 viser at utfyllingen pr. 2016 er betraktelig større enn anbefalt (bredere, høyere og strekker seg lenger ned (nordover) i ravinen). Det synes ikke å være utlagt noen motfylling i ravinen nedenfor fyllingsfoten, og avslutningen av skråningene er bratte (Figur H5). Foran fyllingsfoten så det ut til å være avsatt noe skredmasser, som kan ha glidd ut under oppfylling eller under nedbør, eller dratt med ved erosjon fra overflatevann på fyllingen.

H2.3 Erosjonsforhold i sone 719 Gran

Befaring ble prioritert langs ravinen mellom sone 719 Gran og 732 Gran øst, samt langs ravinen sør for sone 719 Gran (østover fra plassen Ulvestigen). Erosjonsforholdene er oppsummert i Figur H14. I hovedsak er det vurdert "litt erosjon", men med "noe erosjon" over deler av ravinen mot øst, dvs. mellom sone 719 Gran og 732 Gran øst.

I ravinen mellom sone 719 Gran og 732 Gran øst er det stedvis mindre overflateglidninger (Figur H11), eksponert sensitiv leire i bekken (Figur H12), samt enkelte smale erosjonsrenner i sideterrenget (ikke foto).

I ravinen østover fra Ulvestigen sør i sonen er det noe erosjon langs bekken, små grunne overflateglidninger i siltig tørrskorpeleire i skråningene, en del veltede mindre trær mv. (Figur H13), samt leire i dagen. Lenger ned i ravinen var det overgang til sensitiv leire eksponert i bekken. Totalt sett vurderes forholdene til "noe erosjon".



Figur H10 Fyllingsfronten fra oppfyllingen i kvikkleiresone 719 Gran ned i ravinen har stor høyde. Foto: J. Wasrud, NVE



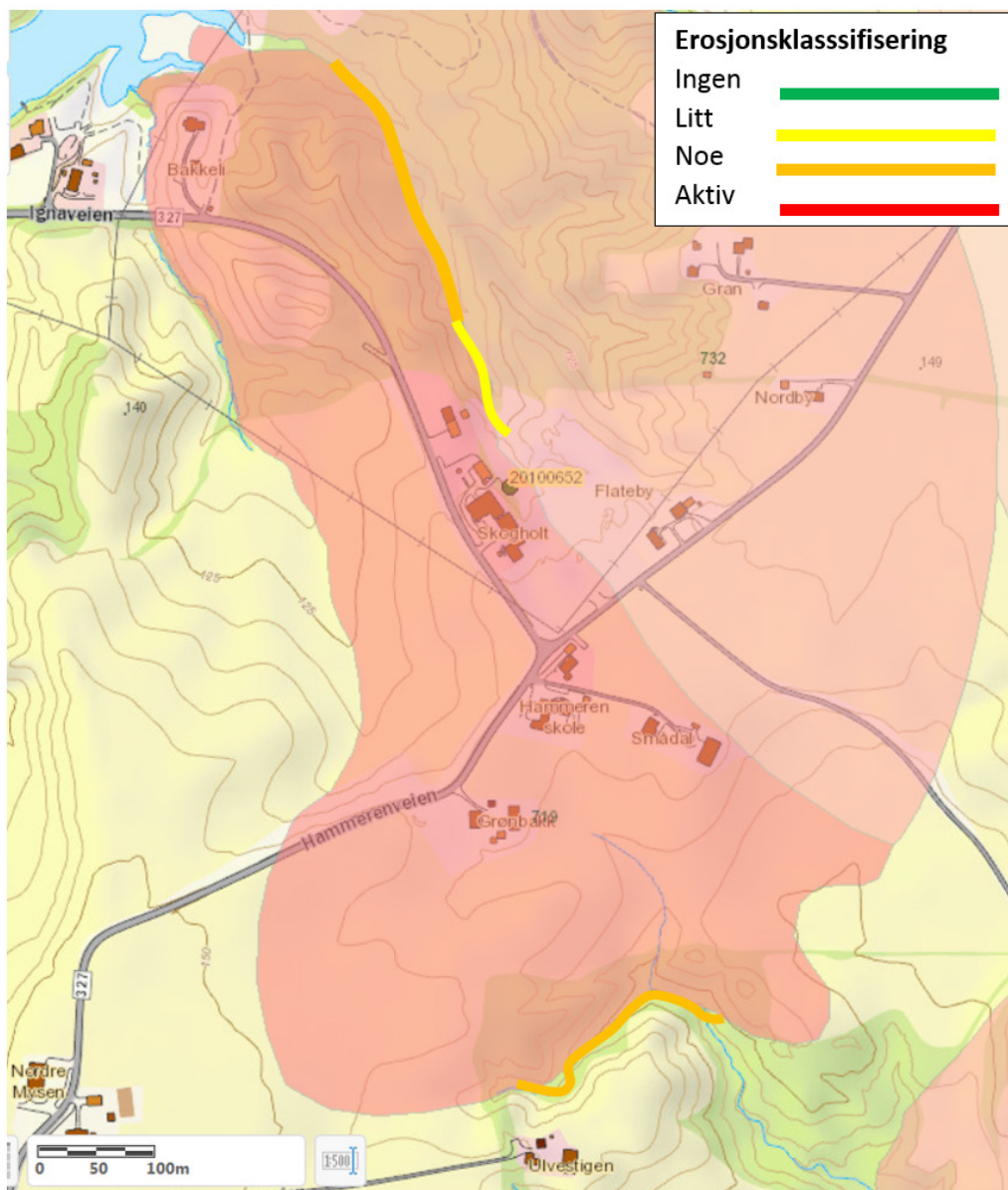
Figur H11 Overflateglidning og nedfalte trær langs bekken i ravine mellom sone 719 Gran og 732 Gran øst. Foto: J. Wasrud, NVE



Figur H12 Bekken mellom sone 719 Gran og 732 Gran øst eroderer i leire. Foto: J. Wasrud, NVE



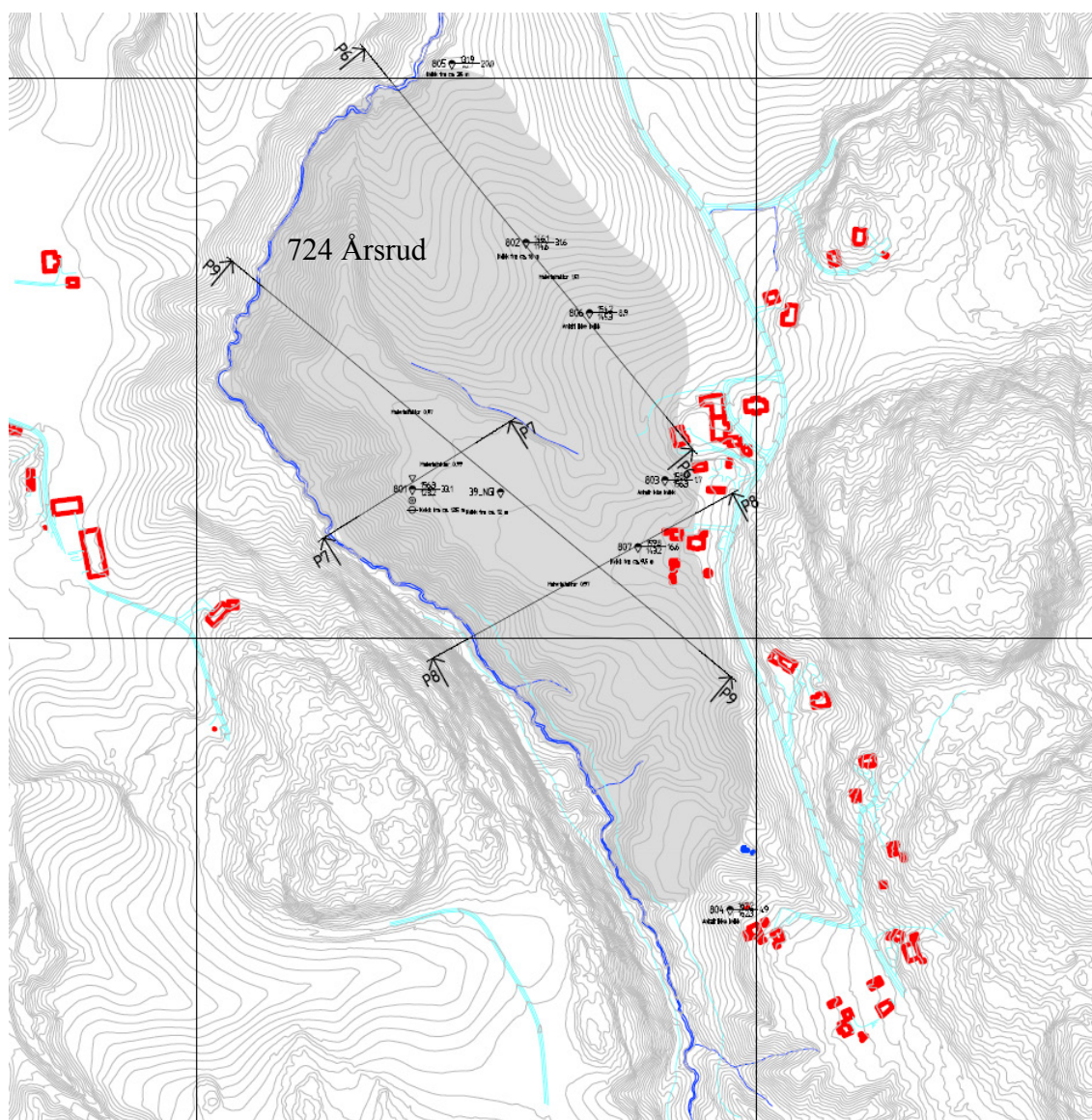
Figur H13 "Litt" til "noe" erosjon langs bekken i ravine sør for sone 719 Gran (øst for Ulvestigen). Foto: J. Wasrud, NVE



Figur H14 Erosjonsforhold langs raviner i kvikkleiresone 719 Gran

H3 Sone 724 Årsrud

Sone Årsrud er vist på Figur H15. Grunnboringer fra ref. /H5/ er vist sammen med stabilitetsprofiler fra utredningen. Terrenget faller mot bekken som danner sonens avgrensning i vest. Befaring ble utført langs hele bekken fra nord mot sør. Bekken går i hovedsak i leire, og det ble påvist forhold varierende fra lite erosjon til lokalt mye erosjon med grunne utglidninger av sideterrenget opp til 2-3 m over bekkenivå. Stedvis ble det påvist meget bløt leire ved bekkenivå eller eksponert i erosjonskanter.



Figur H15 Kvikkleiresone 724 Årsrud



Figur H16 Lite erosjon i nedre del av bekken nær P6, kvikkleiresone 724 Årsrud



Figur H17 Noe erosjon nær P9, kvikkleiresone 724 Årsrud



Figur H18 Erosjon i fersk leire nær P7, kvikkleiresone 724 Årsrud



Figur H19 Lokal overflateutglidning opp til 2-3 m over bekken som følge av erosjon nær P8, kvikkleiresone 724 Årsrud. Fersk leire eksponert nederst i skråningen.

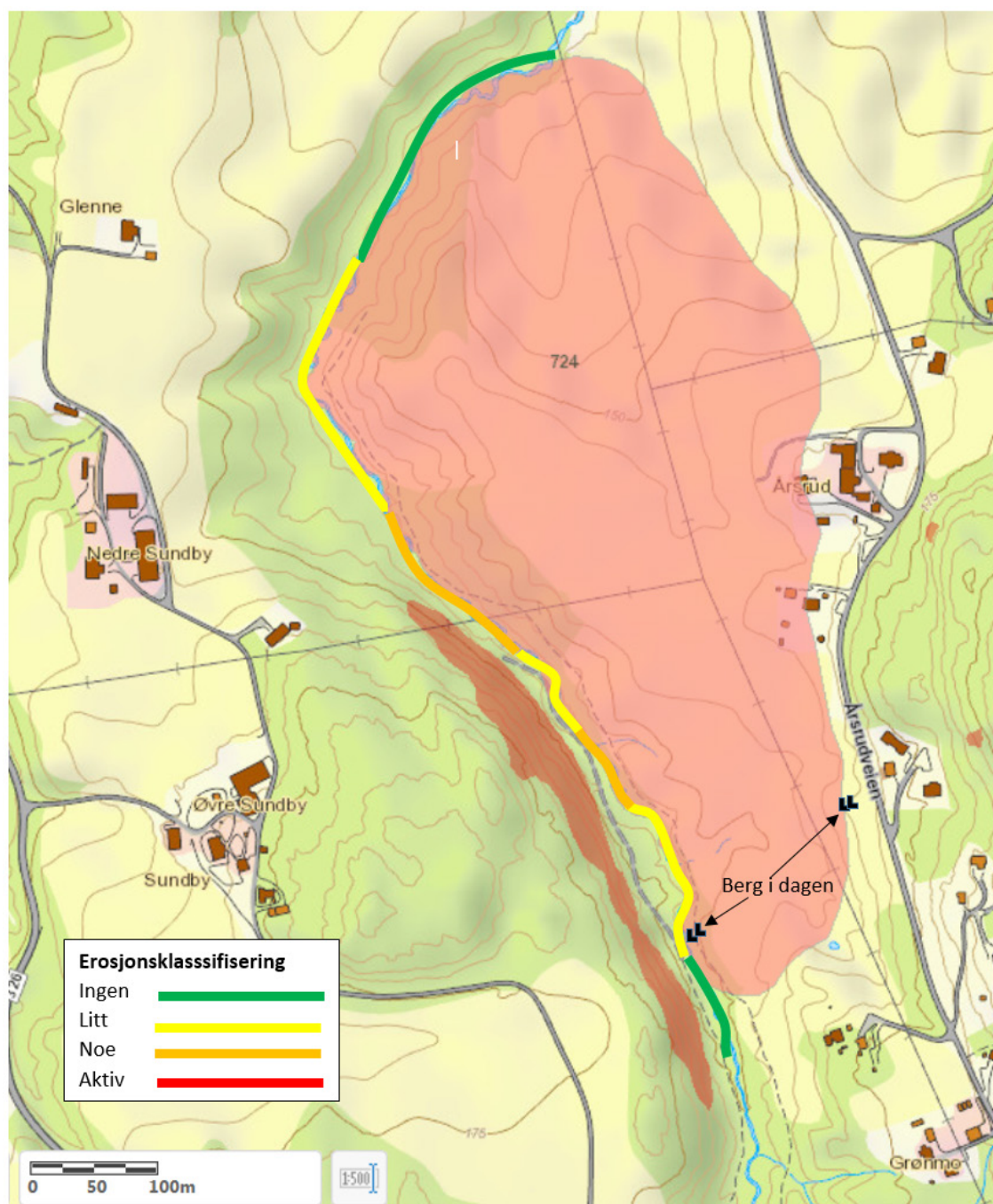


Figur H20 Berg i dagen i søndre del av kvikkleiresone 724 Årsrud

Hovedtrekkene ved erosjonsforholdene langs bekken vest for sone 724 Årsrud er oppsummert i Figur H21.

Generelt varierer erosjonen fra "ingen erosjon" til "litt erosjon" lengst i nord, til "noe erosjon" lenger oppstrøms i bekken. Særlig sør for stedet der bekken svinger fra nord-vestlig til nordøstlig retning (mellom profil P7 og P9), vurderes det stedvis å være "noe erosjon" med lokale overflateglidninger, men uten større overflateglidninger eller dyperegående rotasjonsbrudd. I øvre (søndre) del av bekken er det generelt lite, stedvis ingen, erosjon, og mange steder naturlig steinplastring av elvebunnen. Det er naturlig steinplastring av elvebunnen på enkelte partier langs bekken også lenger ned, mellom lokale partier med "litt erosjon" eller "noe erosjon". Slike kortere partier er ikke angitt på Figur H21.

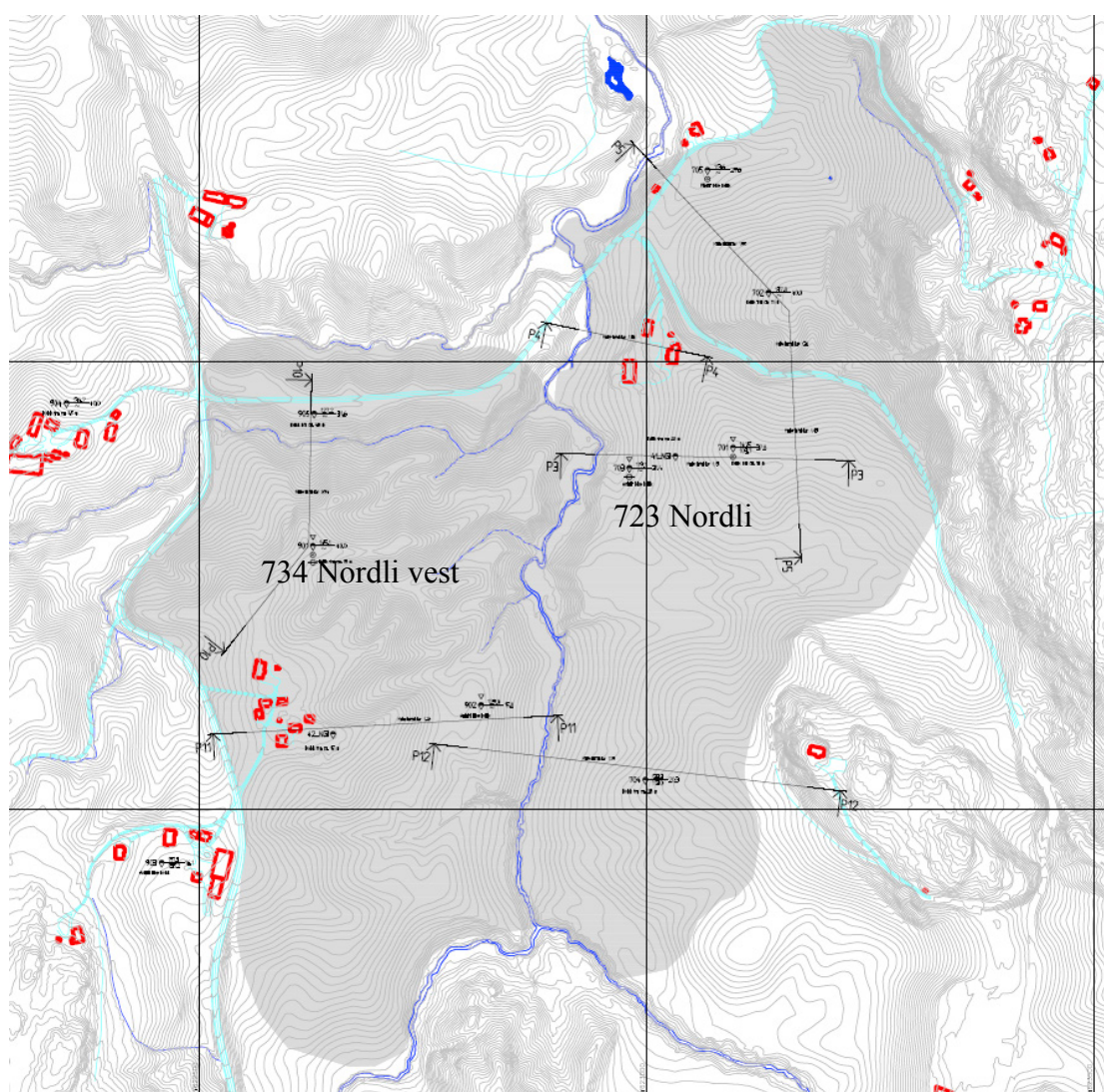
I søndre del av sonen ble det påvist berg i dagen langs bekken og opp mot vegen (Figur H21), noe som vil gi en justering (reduksjon) av sonens utstrekning i dette området. Berg nedenfor Årsrudveien er fra før hensyntatt ved fastsettelse av soneutbredelsen.



Figur H21 Erosjonsforhold samt berg i dagen langs bekk i kvikkleiresone 724 Årsrud. Brunt område på kartet har terrenghelning $> 30^\circ$, og er ved befaring funnet å være berg i dagen.

H4 Sone 723 Nordli og 734 Nordli vest

Sonene 723 Nordli og 734 Nordli vest er vist på Figur H22. Sonene deles av en bekk i nord-sørgående retning. Lengst i sør (dvs. oppstrøms) deler bekken seg i to bekkeløp som følger sørsiden av sonene i sørvestlig, hhv sørøstlig, retning. Det går et bekkeløp med liten helning fra vest mot øst gjennom nordre del av sone 734 Nordli vest, samt langs nordgrensen av begge sonene. Stabilitetsprofiler og grunnboringer er vist på Figur H22. Befaring ble utført langs den sentrale bekken fra nord mot sør, langs bekken som gjennomskjærer sone 734 Nordli vest, samt delvis langs de andre bekkedragene, se Figur H30.



Figur H22 Kvikkleiresonene 723 Nordli og 734 Nordli vest

Erosjonsforholdene er oppsummert i Figur H30.

Bekkedraget lengst nord langs sone 723 Nordli har på partier erosjonskanter med høyde inntil ca. 1 m (Figur H23), men erosjonen har i liten grad berørt skråninger (bekken bukte seg her ute på en slette, nærmest i meandre, og med lite fall). Det er beveraktivitet i området.

Muligens er det noe grunn overflate glidninger langs bekken som følger nordgrensen til sone 734 Nordli vest (denne bekken ble ikke befart i detalj). Bekken går i kulvert under Gjevikvegen lengst nord i sonene. Store steiner ved utløpet fungerer som erosjonsbeskyttelse ved stor vannføring (Figur H24).

Bekken som gjennomskjærer sone 734 Nordli vest fra vest mot øst (og som krysser nedre del av profil P10, se Figur H22) er befart i sin helhet og har generelt lite erosjon. Bunnen er stedvis steinplastret (Figur H25). Dyretråkk (kyr) påvirker elvebunnen/-bredden, men det er ingen markerte overflateglidninger.

Befaringen fortsatte oppstrøms bekkedelet lengst sør. Bekken langs sørlige del av sone 734 Nordli vest har noe erosjon, med mindre overflateglidninger opp til ca. 2 m over bekken, men ingen synlige rotasjonsbrudd (Figur H26). Det samme anses å være tilfelle for den sørøstlige grenen av bekken, dvs. langs sørlige del av sone 723 Nordli.

Langs bekken mellom sone 723 Nordli og 734 Nordli vest mot nord er det generelt lite erosjon. En mindre, eldre glidning ble observert ca. ved profil P11, men på østsiden av bekken. Lenger nord er det et område med overflateerosjon grunnet beiting og dyretråkk (Figur H29). I en liten sideravine til bekken mot vest, noe sør for profil P12, ble det observert sensitiv leire eksponert som følge av erosjon i siltig leire.

Alt i alt vurderes erosjonsforholdene relativt gode, dvs. hovedsakelig "ingen erosjon" til "litt erosjon" langs de befarte bekkene, men med "noe erosjon" for bekkene lengst i sør, samt for sideravinen inn i sone 734 Nordli vest.



Figur H23 Venstre: Erosjonskant langs bekken lengst nord i sone 723 Nordli. Høyre: Lite erosjon i foten av skråningen langs bekken lengst nord i sone 723 Nordli.



Figur H24 Bekk i kulvert under Gjevikvegen nord i sone 723 Nordli



Figur H25 Lite erosjon langs bekk som gjennomskjærer sone 734 Nordli vest. Stedvis steinplastring av elvebunnen (synlig midt i bildet).



Figur H26 Overflateglidning og veltede trær langs bekken lengst sør i sone 734 Nordli vest. Øverst: sett fra sør. Nederst: sett fra nord. Foto: J. Wasrud, NVE



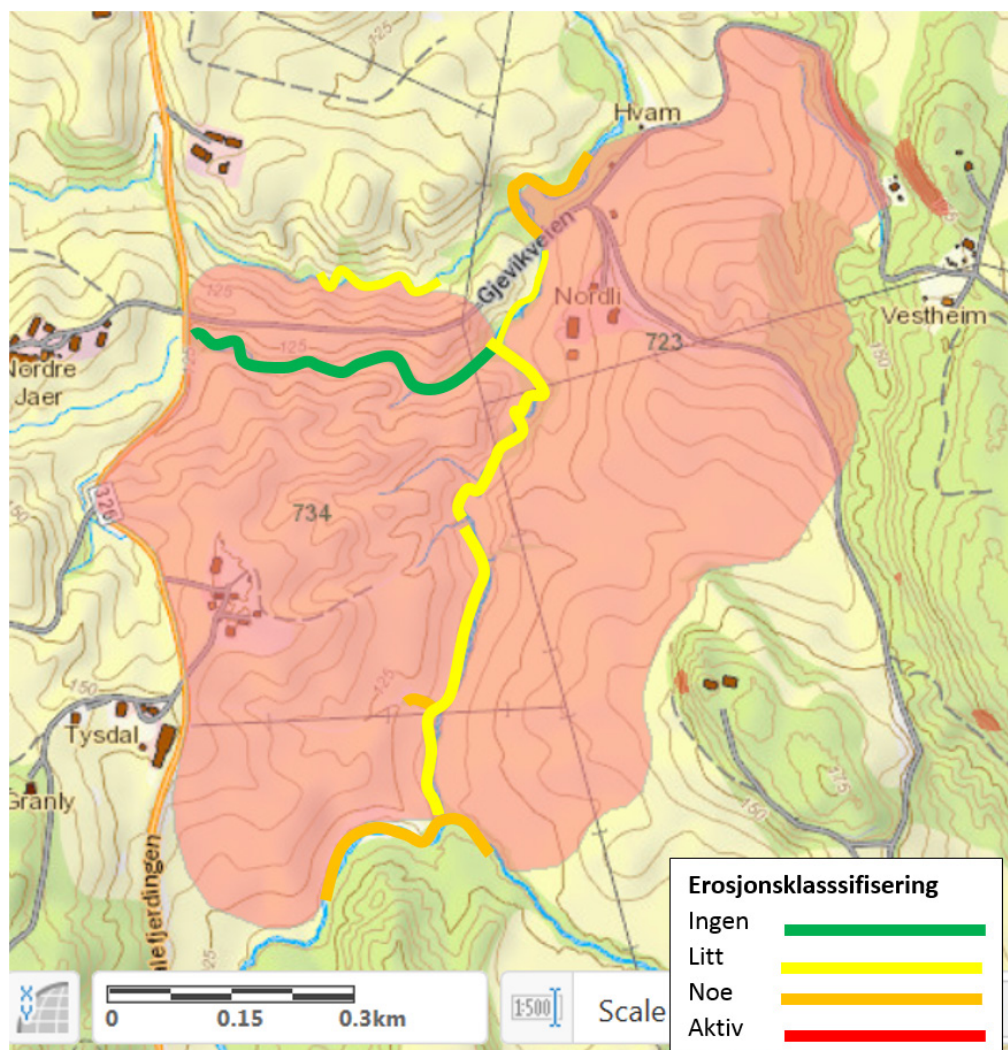
Figur H27 Lite erosjon langs bekk mellom sone 723 Nordli og 734 Nordli vest. Foto: J. Wasrud, NVE



Figur H28 Sone 734 Nordli vest: Erosjonsrenne i sideravine mot vest fra bekken mellom sone 723 Nordli og 734 Nordli vest. Erosjon i siltig tørrskorpeleire, men også eksponert bløtere leire inne i ravinen. Foto: J. Wasrud, NVE



Figur H29 Sone 734 Nordli vest: Overflateerosjon i beitemark vest fra bekken mellom sone 723 Nordli og 734 Nordli vest. Foto: J. Wasrud, NVE



Figur H30 Erosjonsforhold langs bekker i kvikkleiresone 723 Nordli og 734 Nordli vest

H5 Referanser

- /H1/ NGI (1995): Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartbladet Fet, M = 1:50.000. Rapport nr. 900010-2, 10. november 1995.
- /H2/ NVE (2014): Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /H3/ NGI (2008): Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport nr. 20001008-2, rev. 3, datert 8. oktober 2008.
- /H4/ NGI (2010): Vurdering av ny garasje i kvikkleiresonen Gran, Enebakk. Stabilitetsvurdering. Teknisk notat 20100652-00-2-TN, datert 26. juli 2010. Utført for Knut Enger.
- /H5/ Norconsult Fältgeoteknik AB (2011): Kvikkleiresoner Sørum, Fet, Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Rapport Geoteknik, RGeo, Fält- och laboratorieresultat. Oppdragsnr. 211 03 40, rapport datert 11. mai 2011.

Vedlegg I

FAKTAARK OG DIGITAL LEVERANSE

Innhold

I1	Faktaark og SOSI-data
----	-----------------------

2

I1 Faktaark og SOSI-data

Oversikt over digitale leveranser er gitt i Tabell B1.

- Faktaark for kvikkleiresonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest i Enebakk, med revidert risikovurdering, er gitt i dette vedlegget, og oversendes som separate datafiler sammen med denne rapporten, se Tabell I-1.
- SOSI-data for sonene er vedlagt epost ved oversendelse av denne rapporten. Separate SOSI-filer er utarbeidet for hhv. faresoner og utløpsområder. Filnavn for SOSI-filer er oppsummert i Tabell I-1 mens innholdet i filene er gjengitt i Tabell I-2 og Tabell I-3.

Tabell I-1 Oversikt over digitale leveranser

Beskrivelse	Filnavn
Faktaark	20100119-09-R_Rev0_I1_Rev0_Faktaark_719_Gran.pdf
Faktaark	20100119-09-R_Rev0_I2_Rev0_Faktaark_724_Årsrud.pdf
Faktaark	20100119-09-R_Rev0_I3_Rev0_Faktaark_723_Nordli.pdf
Faktaark	20100119-09-R_Rev0_I4_Rev0_Faktaark_734_Nordli_vest.pdf
SOSI-fil faresoner	20100119-09-R_Rev0_KvikkleireFaresoner_Enebakk.sos
SOSI-fil utløpsområder	20100119-09-R_Rev0_KvikkleireFaresoner_Enebakk_Utløpsområder.sos

Tabell I-2 Innhold i SOSI-fil 20100119-09-R_Rev0_20100119_KvikkleireFaresoner_Enebakk.sos

.HODE ..TEGNSETT ISO8859-1 ..TRANSPAR ...KOORDSYS 22 ...ORIGO-NØ 0 0 ...ENHET 0.01 ..OMRÅDE ...MIN-NØ 6620698 622306 ...MAX-NØ 6626602 623530 ..SOSI-NIVÅ 4 ..SOSI-VERSJON 4.0 .KURVE 1: ..OBJTYPE KvikkleireFaresoneAvg ..NØ 662124899 62337938 ...KP 1 ..NØ 662112984 62341830 662111192 62344519 662108490 62344301 662105973 62345269 662101713 62346495 662098873 62347334 662097131 62348238 662095969 62348561 662093904 62348560 662090935 62349271
--

662087902 62349722
662081267 62350578
662081979 62348762
662084101 62346976
662087324 62346205
662089082 62342753
662089878 62340397
662087833 62338351
662086418 62335653
662087644 62334814
662088354 62334233
662089773 62334234
662090354 62334103
662090419 62333458
662090547 62332104
662091000 62331200
662091645 62330554
662092678 62329973
662093388 62329715
662094485 62329005
662095132 62328489
662095711 62327908
662096615 62326940
662097388 62325972
662098551 62324875
662099843 62324036
662101520 62323390
662102229 62323197
662102617 62322874
662102810 62321971
662102617 62321648
662102939 62321067
662103133 62320228
662103714 62319712
662104101 62319647
662104488 62319583
662104617 62319389
662104617 62318549
662104876 62318163
662105263 62317582
662106036 62317195
662106294 62316872
662106554 62315905
662106812 62315388
662107393 62314742
662107973 62314032
662109006 62313129
662109587 62312871
662109974 62312612
662110619 62311451
662111329 62311064
662112039 62310676
662112814 62310225
662113072 62309966
662113846 62309450
662114232 62309321
662114750 62309515
662115073 62309450
662115718 62309192
662115976 62308934
662115976 62308353
662116041 62307514
662116686 62306804
662117591 62306739
662118493 62306869
662118751 62306417

662119399 62305513
662120429 62304739
662120945 62304287
662121075 62303642
662121527 62302996
662122495 62302609
662122881 62302415
662123463 62302480
662123915 62302996
662124560 62302996
662124818 62302544
662125528 62302674
662126109 62302932
662126690 62303448
662127077 62303577
662127787 62303319
662128303 62303643
662128949 62304093
662130046 62304416
662131206 62305191
662132692 62305836
662134370 62306610
662135467 62306739
662136564 62307191
662137855 62308353
662139146 62309063
662140049 62309515
662140695 62309321
662141663 62309321
662142695 62309902
662143922 62310484
662144954 62311193
662145664 62311709
662146374 62312419
662147665 62313322
662147988 62313903
662148246 62314291
662148503 62314613
662148633 62315065
662148956 62315775
662149278 62316420
662149407 62317066
662149278 62317647
662149472 62318163
662150116 62318615
662151150 62321777
662151085 62324100
662150375 62326230
662149085 62327715
662147536 62328554
662145406 62329522
662143470 62331845
662141340 62333265
662139920 62334362
662137855 62335976
662135595 62337783
662133683 62340297
662131123 62341625
662129101 62340852
662127063 62338963
662126072 62337991
662124899 62337938 ...KP 1
..KURVE 2:
..OBJTYPE KvikkleireFaresoneAvgr
..NØ
662647558 62247725 ...KP 1

..NØ
662646064 62250948
662644335 62253307
662642370 62255036
662639462 62256215
662637417 62257473
662634430 62258652
662632386 62259595
662631365 62260696
662629478 62261482
662626726 62262661
662623818 62263996
662622088 62265098
662620045 62266434
662616978 62266906
662614228 62267614
662613127 62268950
662611240 62270994
662608253 62272566
662606367 62274611
662605109 62276418
662603380 62278304
662601100 62280034
662598191 62282156
662596148 62284121
662593789 62286401
662590881 62290174
662588050 62293790
662585694 62298114
662583885 62301494
662582705 62305266
662579754 62304263
662579004 62303014
662578817 62300953
662578380 62298955
662576944 62297581
662573948 62297269
662571699 62298893
662569576 62300828
662567016 62301016
662565143 62300204
662564518 62298206
662564955 62294459
662566704 62290963
662567578 62287966
662567453 62284656
662565455 62282970
662563519 62280973
662561147 62278912
662559336 62277226
662558524 62275727
662558337 62273855
662557088 62271544
662556526 62269421
662555714 62266611
662554965 62262303
662555215 62257994
662556963 62254061
662561459 62251938
662565641 62250752
662570700 62250377
662575008 62250876
662580004 62252562
662581002 62253311
662583000 62255685
662586560 62257308

662589369 62257869
662592928 62257245
662595676 62256496
662597735 62255185
662599547 62254248
662602669 62253624
662604230 62253499
662605417 62252625
662607040 62251875
662607727 62251126
662608976 62250189
662610663 62249566
662611287 62249003
662612098 62247130
662613409 62245319
662614595 62244632
662615782 62244195
662617155 62243696
662618467 62243509
662619965 62243071
662621339 62242447
662622588 62241510
662623837 62240574
662624711 62239824
662625836 62238700
662627520 62237515
662629643 62236077
662633327 62234767
662633889 62234517
662635325 62234517
662637698 62234705
662638385 62234704
662638947 62234518
662639696 62234954
662640134 62234954
662640633 62234829
662641944 62233704
662642505 62233081
662643193 62233331
662643880 62233893
662644005 62234142
662643942 62234642
662644005 62235016
662644317 62235454
662644379 62235953
662644567 62237264
662644628 62238326
662644754 62238825
662645066 62238950
662645316 62239013
662645566 62238637
662645753 62237764
662646065 62237389
662646690 62237327
662648126 62237639
662648750 62238014
662648750 62238576
662648750 62238638
662648689 62240074
662648439 62240449
662647500 62241573
662647127 62242136
662647002 62242945
662647002 62243507
662647252 62244070
662647252 62244445

662647314 62245382
662647375 62246443
662647558 62247725 ...KP 1
..KURVE 3:
..OBJTYPE KvikkleireFaresoneAvgr
..NØ
662263452 62289591 ...KP 1
..NØ
662264761 62290164
662266232 62291145
662266559 62292208
662265742 62293189
662265578 62294252
662266068 62295560
662266722 62296868
662269176 62297359
662270484 62298013
662271874 62299812
662273346 62302837
662274655 62306107
662275063 62308397
662275227 62309868
662276780 62312565
662278415 62314038
662280786 62314120
662283239 62313302
662285446 62312403
662286346 62312730
662287245 62313057
662288063 62314692
662288062 62317063
662287736 62320580
662287000 62323277
662286346 62325893
662285746 62326782
662284220 62327447
662283075 62327365
662281522 62327773
662280214 62328265
662278578 62329164
662277270 62330063
662276533 62330881
662275471 62332026
662273824 62333654
662272925 62334029
662271800 62334104
662270825 62334255
662270076 62334628
662269176 62335378
662268501 62335677
662267826 62335828
662267002 62334854
662265427 62333429
662264527 62331705
662263554 62331406
662263253 62331855
662262503 62331780
662261678 62330280
662260104 62329680
662259354 62329605
662258229 62330205
662256655 62330430
662255605 62331031
662254705 62331630
662253731 62331855
662252875 62332458

662252163 62332695
662251272 62332458
662250977 62332201
662250483 62332280
662249810 62333012
662248841 62332933
662247674 62332399
662247001 62332082
662246230 62332181
662245241 62332735
662243995 62333526
662242571 62334040
662241325 62334436
662240020 62334258
662236934 62333980
662234877 62333190
662231792 62331687
662228865 62330025
662226887 62329154
662224616 62328019
662223389 62327038
662222408 62324994
662221672 62321315
662221100 62319026
662220690 62317717
662219465 62316491
662217257 62316082
662214559 62314283
662212025 62312812
662208672 62311667
662205647 62311013
662204012 62310931
662201886 62311422
662199597 62312321
662197062 62312647
662192729 62311912
662190768 62310196
662190194 62308315
662187906 62305698
662184716 62304554
662182509 62302264
662181773 62298830
662181445 62296623
662181773 62295806
662182264 62295478
662182754 62295233
662183081 62294661
662183818 62294579
662184144 62294170
662184309 62293352
662184798 62293025
662185043 62292371
662185124 62291635
662185534 62291635
662186188 62291227
662186515 62290818
662186842 62289591
662187251 62288774
662187332 62287793 ...KP 1
..KURVE 4:
..OBJTYPE KvikkleireFaresoneAvgr
..NØ
662263452 62289591 ...KP 1
..NØ
662262063 62291881
662260347 62293107

662258383 62293680
662256748 62293680
662255358 62293597
662254459 62293272
662253886 62293598
662252742 62293599
662251678 62292780
662251107 62292044
662249717 62291554
662249471 62291145
662249226 62290246
662248707 62290104
662248166 62289977
662247182 62289837
662245546 62289755
662245219 62290818
662244565 62291390
662243829 62291635
662243175 62291799
662242930 62292944
662242357 62293271
662242112 62294006
662241868 62294824
662241621 62295151
662240804 62295151
662240150 62294988
662239659 62294334
662238761 62294088
662238024 62293925
662237697 62293271
662237206 62292944
662236470 62292862
662235408 62292698
662234508 62292944
662234099 62292780
662234345 62292044
662233772 62291225
662232137 62290573
662231565 62290246
662231401 62289755
662230992 62289510
662230011 62288692
662229357 62288529
662228948 62288528
662228540 62288447
662228293 62288856
662227722 62288774
662227722 62288365
662227886 62287466
662227396 62286893
662226741 62286321
662225760 62286076
662224942 62286321
662224942 62287139
662224615 62287302
662224370 62287629
662223797 62287793
662223144 62288283
662222408 62288283
662221835 62288529
662221098 62289183
662220691 62289673
662219955 62289755
662218401 62290408
662217584 62290654
662216766 62290573

662216030 62290654
662215213 62290409
662214313 62290000
662213577 62289919
662212351 62289346
662211206 62289346
662210634 62289346
662209327 62289101
662207527 62288610
662206874 62288774
662206382 62288692
662204503 62287956
662202049 62286975
662200986 62286566
662200659 62286239
662200087 62286157
662199678 62285994
662199024 62285912
662197225 62286239
662196080 62285912
662194773 62285749
662193873 62285912
662192810 62285750
662192074 62285667
662191175 62286076
662190521 62286485
662189785 62286892
662188559 62286893
662187332 62287793 ...KP 1
..KURVE 5:
..OBJTYPE KvikkleireFaresoneAvg
..NØ
662187332 62287793 ...KP 1
..NØ
662187088 62287220
662186351 62281988
662185942 62278554
662183980 62275937
662180382 62274466
662175884 62273812
662173269 62272830
662171716 62269641
662171635 62266862
662173761 62259912
662177602 62256805
662182344 62254924
662183676 62254678
662186072 62253862
662186974 62252343
662188058 62250515
662190082 62244815
662190797 62241549
662191776 62240253
662192917 62238741
662194208 62238007
662195353 62237591
662196862 62237587
662198754 62238677
662200579 62240503
662201166 62241844
662201401 62242910
662208605 62245956
662212604 62246450
662215292 62246073
662216933 62245128
662220936 62241843

662221999 62241271
662223389 62241271
662225107 62241843
662228375 62243888
662230992 62246258
662233036 62248302
662235327 62250264
662236879 62251082
662238596 62251000
662241703 62251000
662246444 62250510
662248408 62250346
662249798 62250673
662251515 62251899
662252659 62253371
662253069 62255415
662253150 62257541
662253150 62259013
662253068 62260811
662252659 62262038
662252169 62263264
662251842 62264327
662251923 62264654
662252414 62265309
662252577 62266044
662252414 62267434
662251842 62268497
662251842 62269233
662252332 62270214
662252332 62270868
662251842 62271276
662251841 62272667
662252087 62273648
662252659 62274874
662252986 62276019
662252823 62277163
662252250 62277981
662251883 62278389
662252279 62279629
662253168 62280279
662254320 62280904
662254921 62282775
662255589 62282814
662256762 62283670
662257115 62284634
662258186 62284736
662259183 62285841
662260452 62286290
662261356 62286739
662262517 62287464
662263160 62288700
662263452 62289591 ...KP 1
..FLATE 6:
..OBJTYPE KvikkleireFaresone
..FØRSTEDIGITALISERINGSDATO 20040920
..KOMM 0229
..OPPDATERINGSDATO 20170331145513
..SKREDFAREGRADSCORE 27
..SKREDFAREGR_KL Høy
..SKREDKONSSCORE 5
..SKREDKVALKARTLEGGING 2
..SKREDOMRID 724
..SKREDOMRNAV N Årsrud
..SKREDRISIKO_KL 2
..SKREDSKADKONS_KL 1
..REF :1

```

..NØ
662123556 62326496
..FLATE 7:
..OBJTYPE KvikkleireFaresone
..FØRSTEDIGITALISERINGSDATO 20040920
..KOMM 0229
..OPPDATERINGSDATO 20170331144013
..SKREDFAREGRADSCORE 29
..SKREDFAREGR_KL Høy
..SKREDKONSSCORE 11
..SKREDKVALKARTLEGGING 2
..SKREDOMRID 719
..SKREDOMRNAVN Gran
..SKREDRISIKO_KL 3
..SKREDSKADKONS_KL 2
..REF :2
..NØ
662584688 62269174
..FLATE 8:
..OBJTYPE KvikkleireFaresone
..FØRSTEDIGITALISERINGSDATO 20040920
..KOMM 0229
..OPPDATERINGSDATO 20170331151335
..SKREDFAREGRADSCORE 26
..SKREDFAREGR_KL Høy
..SKREDKONSSCORE 7
..SKREDKVALKARTLEGGING 2
..SKREDOMRID 723
..SKREDOMRNAVN Nordli
..SKREDRISIKO_KL 3
..SKREDSKADKONS_KL 2
..REF :-4 :3
..NØ
662233565 62310747
..FLATE 9:
..OBJTYPE KvikkleireFaresone
..FØRSTEDIGITALISERINGSDATO 20041103
..KOMM 0229
..OPPDATERINGSDATO 20170331152007
..SKREDFAREGRADSCORE 24
..SKREDFAREGR_KL Middels
..SKREDKONSSCORE 13
..SKREDKVALKARTLEGGING 2
..SKREDOMRID 734
..SKREDOMRNAVN "Nordli vest"
..SKREDRISIKO_KL 3
..SKREDSKADKONS_KL 2
..REF :5 :4
..NØ
662212162 62266369
..SLUTT

```


Tabell I-3 Innhold i SOSI-fil

20100119-09-R_Rev0_KvikkleireFaresoner_Enebakk_Utløpsområder.sos

```
.HODE
..TEGNSETT ISO8859-1
..TRANSPAR
...KOORDSYS 22
...ORIGO-NØ 0 0
...ENHET 0.01
..OMRÅDE
...MIN-NØ 6620714 622307
...MAX-NØ 6626671 623402
..SOSI-NIVÅ 4
..SOSI-VERSJON 4.0
.KURVE 1:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662256135 62285971 ...KP 1
..NØ
662255456 62285606
662255036 62285249
662254561 62284667
662254152 62284314
662253870 62284021
662253430 62283761
662253020 62283260
662252550 62282970
662251826 62281956
662251496 62280148
662251162 62279425
662251169 62278768
662251896 62277956
662252473 62277140
662252627 62275970
662252308 62274824
662251732 62273617
662251486 62272634
662251486 62271251
662251977 62270838
662251980 62270182
662251490 62269192
662251494 62268461
662252066 62267422
662252221 62266009
662252060 62265274
662251559 62264611
662251497 62264289
662251821 62263210
662252287 62262072
662252729 62260745
662252806 62259034
662252806 62257442
662252726 62255384
662252317 62253330
662251165 62251844
662249442 62250635
662249236 62250641
662247703 62250803
662246694 62251335
662245500 62252825
662245087 62253893
662245177 62254548
662245222 62255562
662245150 62257751
662245150 62258600
662245150 62261566
```

662245235 62265013
662245390 62268192
662245644 62272162
662245870 62274987
662245996 62277202
662245760 62278418
662245547 62279003
662245328 62279556
662244841 62280553
662244354 62281549
662244287 62281797
662244299 62281877 ...KP 1
..KURVE 2:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662238658 62282393 ...KP 1
..NØ
662238546 62281725
662238474 62280346
662238432 62279081
662238875 62276946
662239451 62275744
662239694 62275277
662239746 62274532
662239756 62273942
662239353 62271676
662239022 62269338
662238846 62268242
662238929 62267787
662239353 62266804
662239736 62266121
662239818 62265003
662239690 62264422
662239324 62263240
662239374 62261609
662239507 62260328
662239723 62259404
662240390 62257568
662240773 62256283
662240940 62255649
662241040 62255132
662240361 62253952
662238040 62252183
662236528 62251022
662234966 62250217
662232715 62248247
662232064 62247629
662230513 62246055
662228039 62243841
662224744 62241796
662223024 62241224
662221630 62241224
662220567 62241806
662220605 62240781
662221179 62240428
662222033 62240176
662222901 62239894
662223221 62239782
662223666 62239871
662225098 62240767
662226710 62241520
662227761 62241639
662228346 62242165
662230434 62244189
662231874 62245534
662233353 62246629

662234579 62247560
662235305 62248383
662236406 62249424
662237700 62249872
662239176 62250018
662240967 62250066
662242216 62249783
662243311 62249524
662244319 62249241
662245548 62248995
662247232 62248836
662247816 62248959
662249618 62248835
662250488 62248661
662252116 62248350
662253023 62248188
662254966 62247598
662256445 62247098
662257924 62246638
662259638 62246169
662260429 62246094
662261422 62245956
662262640 62245729
662263745 62245466
662264674 62245290
662265039 62245503
662265227 62245956
662265252 62246383
662265139 62246760
662264473 62247061
662263732 62247162
662262640 62247388
662261849 62247589
662260191 62247853
662259563 62249957
662259096 62250445
662258568 62251278
662257230 62252368
662256428 62253310
662255906 62254189
662255588 62255322
662255155 62256520
662255003 62256965
662255041 62257462
662255028 62258302
662254672 62259092
662254528 62259612
662254374 62260369
662254079 62261088
662253822 62261653
662253668 62262154
662254413 62263758
662254750 62264279
662254583 62265014
662253836 62266362
662253498 62267285
662253264 62268521
662253459 62269224
662253655 62270157
662253668 62270679
662253381 62271527
662253420 62272140
662253642 62272662
662254137 62273562
662254333 62274423
662254476 62275179

662254476 62275649
662254606 62276549
662254606 62276966
662254280 62277370
662254085 62277749
662254137 62277944
662254750 62278766
662255167 62279223
662255506 62280005
662255819 62280618
662256640 62280879
662257214 62281375
662257500 62281988
662257512 62282467 ...KP 1
..KURVE 3:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662183729 62288578 ...KP 1
..NØ
662182326 62287916
662182138 62287551
662181862 62287156
662181300 62285744
662181359 62285290
662181398 62284994
662181369 62284855
662181517 62284362
662182030 62284036
662182405 62283750
662182681 62283029
662182809 62282180
662182888 62281272
662182174 62280218
662181796 62279869
662181328 62279153
662180811 62278745
662180533 62278357
662180373 62277929
662180145 62277570
662179657 62277063
662179198 62277094
662178125 62276703
662176371 62275740
662175990 62275640
662175178 62275589
662174746 62275469
662174175 62275469
662173773 62275411
662172506 62275506
662171763 62275387
662171241 62275314
662170659 62275245
662169941 62275217
662169293 62275199
662168964 62274931
662168418 62274756
662168150 62273499
662168212 62272664
662168150 62271789
662168181 62271037
662168469 62269378
662168507 62268581
662168974 62267854
662169475 62267288
662170120 62266837
662171287 62266830

662172133 62267515
662172124 62269533
662172448 62270997
662173978 62272546
662175706 62272879
662177213 62273189
662178420 62273649
662179788 62273895
662181056 62274419
662181895 62274623
662182346 62274655
662182840 62275064
662183796 62275677
662184548 62276021
662185585 62278134
662185815 62278662
662186045 62279197
662186310 62280044
662186235 62281324
662186188 62281879
662186242 62282245
662186262 62282550
662185956 62283177
662185585 62284436
662185017 62284978
662184915 62285195
662184936 62285861
662185034 62286027
662185140 62286061 ...KP 1
..KURVE 4:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662185974 62292422 ...KP 1
..NØ
662184244 62290197 ...KP 1
..KURVE 5:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662284507 62299320 ...KP 1
..NØ
662284329 62300233
662284123 62300695
662283297 62301561
662282619 62302004
662280894 62302764
662280231 62303111
662279758 62303458
662278702 62304058
662277298 62304184
662276922 62304040
662276423 62303991
662275514 62303681
662275094 62303641
662274475 62303501
662273083 62303068
662272143 62302371
662271544 62301691
662271496 62301383
662271326 62301072
662271214 62300792
662271017 62300635
662270314 62300155
662269978 62299721
662269752 62299489
662269455 62299353
662269246 62299303

662268927 62299036
662268849 62298866
662268634 62298729
662268360 62298605
662268054 62298514
662267746 62298509
662267296 62298390
662266912 62298211
662266369 62297867
662265833 62297496
662265608 62297264
662265369 62296906
662264668 62295880
662264046 62294853
662263663 62294043
662263343 62293692
662263056 62293713
662260830 62294703
662259756 62295223
662257160 62296158
662255031 62296626
662254304 62296729 ...KP 1
.KURVE 6:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662256135 62285971 ...KP 1
..NØ
662257512 62282467 ...KP 1
.KURVE 7:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662244299 62281877 ...KP 1
..NØ
662246074 62283713
662247308 62285182
662250176 62287838
662251259 62289617
662252254 62289911
662253434 62290662
662253729 62290675
662254413 62290434
662255190 62289656
662255941 62289159
662256317 62288759
662256784 62288105
662256894 62287570
662256820 62287336
662256135 62285971 ...KP 1
.KURVE 8:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662238658 62282393 ...KP 1
..NØ
662244299 62281877 ...KP 1
.KURVE 9:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662185140 62286061 ...KP 1
..NØ
662185720 62286064
662186048 62286030
662186534 62285920
662186781 62285509
662187566 62284812
662188434 62284412
662189965 62283371

662191428 62282743
662192453 62282360
662193510 62282165
662194567 62282062
662194980 62282096
662196393 62282429
662198733 62282694
662200142 62283110
662202128 62283792
662203375 62284196
662204166 62284312
662207602 62284331
662212234 62284724
662214830 62285732
662215608 62285856
662216177 62285856
662217821 62285489
662218509 62285260
662220173 62284954
662220862 62284724
662221436 62284475
662224133 62283920
662226165 62284065
662227655 62284322
662228241 62284725
662228546 62285214
662228705 62285409
662228986 62285434
662230946 62286689
662231205 62287022
662231525 62287194
662231820 62287391
662232152 62288020
662232571 62288734
662232903 62288845
662233556 62288832
662234393 62288980
662235280 62288710
662236021 62288623
662236729 62288726
662237574 62289053
662238753 62289730
662239071 62289882
662240043 62290113
662240563 62290196
662241012 62290157
662241217 62290068
662241332 62289939
662241612 62287810
662241757 62286756
662241674 62286363
662240435 62285081
662239794 62283841
662238885 62282724
662238658 62282393 ...KP 1
.KURVE 10:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662183729 62288578 ...KP 1
..NØ
662185140 62286061 ...KP 1
.KURVE 11:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662184244 62290197 ...KP 1
..NØ

662184322 62289891
662184539 62289423
662184573 62289220
662184471 62289044
662184016 62288667
662183729 62288578 ...KP 1
.KURVE 12:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662185974 62292422 ...KP 1
..NØ
662185839 62292788
662185779 62292871
662185549 62293115
662185382 62293405
662185117 62293804
662184915 62294225
662184797 62294484
662184679 62294608
662184156 62295069
662183622 62295404
662183244 62295862
662183018 62295981
662182780 62296207
662182560 62296308
662182255 62296320
662181961 62296314
662181605 62296393
662181555 62296501
662181500 62296781
662181333 62297073
662181169 62297230
662180934 62297298
662180564 62297209
662180144 62296977
662179977 62296506
662180139 62295924
662180236 62295435
662180386 62295043
662180701 62293931
662180906 62293625
662182373 62291983
662182577 62291645
662182920 62291383
662183042 62291203
662183612 62290918
662184037 62290580
662184244 62290197 ...KP 1
.KURVE 13:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662254304 62296729 ...KP 1
..NØ
662253352 62296660
662250685 62296282
662249146 62295617
662247309 62295722
662245437 62296702
662241602 62298435
662240284 62298454
662239350 62298472
662238215 62298564
662237575 62298435
662236458 62297703
662235854 62297281
662235561 62296934

662235524 62296531
662234920 62294552
662234129 62294371
662232911 62294297
662232215 62294210
662231062 62293559
662230411 62292908
662229890 62292368
662228793 62291903
662228049 62291475
662227044 62290674
662226858 62290637
662225416 62291299
662224666 62291428
662223998 62291885
662223787 62292026
662223248 62292143
662221839 62292057
662221152 62292021
662220820 62292353
662220773 62293088
662220678 62293834
662220749 62294557
662220524 62294984
662219932 62295363
662219411 62295363
662218618 62295173
662217685 62295191
662215972 62295229
662214778 62295191
662213642 62294960
662211832 62294343
662209926 62293784
662207827 62293052
662206614 62292551
662205516 62292128
662204573 62291858
662202453 62291282
662200932 62290816
662198913 62290754
662197640 62290754
662196149 62291189
662195839 62291189
662195031 62290940
662192733 62290660
662190559 62290785
662189504 62290008
662189020 62289530
662188674 62289415
662188367 62289500
662187861 62290011
662187531 62290715
662186945 62291728
662186188 62292251
662185974 62292422 ...KP 1
..KURVE 14:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662284507 62299320 ...KP 1
..NØ
662285334 62300329
662285975 62301302
662286510 62302665
662287121 62305337
662287350 62308201
662287445 62309480

662287941 62310758
662288525 62311289
662288889 62312133
662289043 62314052
662289254 62315856
662289394 62317522
662289356 62319123
662289066 62320396
662288681 62321689
662288584 62323136
662288970 62324216
662289698 62325267
662290564 62326227
662291183 62326907
662291554 62328053
662291306 62328919
662290626 62329569
662289481 62329724
662288917 62329714
662288103 62329690
662287690 62329714
662286305 62329593
662285965 62329411
662285600 62329301
662285277 62329077
662284699 62328954
662283730 62328942
662282723 62329028
662281790 62329188
662280820 62329310
662279690 62329593
662279052 62329900
662278398 62330322
662278010 62330430
662277784 62330460
662277366 62330770
662276796 62330917
662275706 62331836
662275573 62331984
662275401 62332367
662274476 62333448
662274033 62333828
662272716 62334469
662271905 62334862
662271334 62334976
662270561 62334837
662270270 62334862
662269610 62335103
662268165 62335953
662267908 62336085
662267591 62336029
662267440 62335878
662267198 62335466
662267042 62334927
662267278 62334302
662267596 62333948
662267739 62333881
662267867 62333789
662268549 62333455
662268836 62333286
662269831 62332773
662270487 62332476
662270704 62332435
662270885 62332342
662271665 62332104
662272120 62331871

662272389 62331768
662272673 62331525
662272864 62331339
662272972 62331173
662273091 62330941
662273262 62330687
662273512 62330292
662273857 62329963
662273971 62329764
662274572 62329210
662274880 62329028
662275094 62328860
662275300 62328672
662275484 62328466
662275717 62328350
662275880 62328213
662276091 62328075
662276730 62327500
662277695 62326693
662278613 62325895
662278911 62325517
662279357 62325246
662280289 62324760
662281478 62324219
662282317 62323829
662282750 62323711
662283285 62323507
662283633 62323422
662283760 62323328
662283777 62323158
662283518 62321947
662283527 62321042
662283621 62320495
662283661 62318399
662283508 62316431
662283202 62314179
662282654 62313337
662280376 62314068
662278066 62313990
662276423 62312487
662274881 62309846
662274723 62308438
662274314 62306058
662272871 62304766
662270889 62304488
662267648 62304718
662264648 62304875
662261505 62305319
662259065 62305911
662255996 62307243
662253963 62308723
662252003 62311867
662250575 62314520
662250023 62316336
662250763 62317817
662250844 62318972
662250316 62319633
662250316 62320338
662250565 62321468
662250580 62322100
662249905 62323054
662249318 62324009
662248841 62325246
662248100 62325942
662247052 62326804
662246515 62327639

662245237 62327913
662243955 62328435
662242851 62329061
662242001 62329569
662240957 62330330
662239019 62331165
662237780 62331555
662236522 62331934
662235068 62332586
662233643 62332874
662232325 62332132
662233219 62331737
662234158 62331661
662234992 62331358
662236280 62330752
662237719 62330085
662239204 62329281
662240401 62328296
662242251 62326523
662243717 62325117
662245336 62323527
662245993 62322121
662246497 62319401
662247172 62316621
662247492 62314654
662247725 62312985
662248065 62311965
662248652 62311085
662249423 62309834
662250103 62308598
662250797 62307115
662251492 62305694
662251893 62304937
662252727 62303887
662253545 62303300
662254718 62302837
662255830 62302466
662256756 62302188
662257054 62301838
662257365 62300857
662257132 62299829
662256323 62298786
662255218 62297805
662254304 62296729 ...KP 1
..KURVE 15:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662257512 62282467 ...KP 1
..NØ
662257867 62282597
662258362 62282589
662258682 62282832
662258821 62283049
662259229 62283257
662260780 62284876
662261052 62285307
662261624 62285614
662262362 62286054
662262749 62286362
662263153 62286591
662263639 62286597
662264575 62286756
662265211 62287101
662265344 62287110
662266570 62286838
662266854 62286873

662267421 62287175
662267926 62287636
662268316 62288522
662268360 62288886
662268298 62289684
662268218 62290411
662268351 62291501
662268821 62292516
662269249 62293570
662269652 62293973
662270070 62294204
662270473 62294276
662271755 62294593
662272015 62295069
662272562 62296092
662273253 62296870
662273700 62297061
662274155 62297186
662274496 62297448
662275179 62298250
662275690 62298609
662277055 62298990
662277403 62299231
662277765 62299369
662277920 62299369
662278438 62299036
662278725 62297839
662278890 62297581
662279276 62297149
662279433 62296790
662279515 62296192
662279543 62295925
662279773 62295631
662280352 62295309
662281033 62295014
662281619 62295000
662281806 62295019
662282294 62294887
662282622 62294559
662283062 62294250
662283446 62294100
662283886 62293997
662284758 62293772
662285992 62293619
662286562 62293550
662287111 62293367
662287659 62293001
662288238 62292269
662288588 62292147
662289670 62292056
662291227 62292488
662292567 62293122
662293761 62294025
662293625 62296119
662293083 62295980
662292046 62295608
662291025 62295267
662290344 62294989
662289972 62294989
662289106 62295453
662288502 62295980
662288084 62296924
662287049 62297940
662286560 62298292
662285700 62298733
662285113 62298958

662284507 62299320 ...KP 1
.KURVE 16:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662083621 62338033 ...KP 1
..NØ
662082984 62337056
662083362 62336322
662084074 62335638
662084695 62334913
662084993 62334741
662085402 62334642
662085671 62334361
662085958 62334108
662086346 62333945
662086909 62333868
662087291 62333683
662087957 62333511
662088647 62333051
662088842 62332614
662088842 62331671
662089129 62330396
662089198 62329867
662089866 62329505
662090676 62328995
662091672 62328543
662092853 62327941
662093745 62327280
662094383 62326758
662095156 62326137
662096280 62325437
662096666 62325327
662096987 62324853
662097695 62324363
662098466 62323662
662099163 62323009
662099530 62322979
662099941 62322715
662100102 62322488
662100205 62322025
662100769 62321754
662101268 62321181
662101518 62320697
662101789 62319875
662102280 62319192
662102662 62318796
662102848 62318493
662103789 62317668
662104224 62317223
662104699 62316781
662105050 62316323
662105340 62315918
662105852 62315238
662106440 62314795
662107239 62313006
662108131 62311420
662108210 62311208
662108744 62310575
662110742 62309296
662112219 62308514
662112566 62307533
662112901 62306812
662113807 62306167
662114440 62303646
662114651 62303298
662115086 62303261

662117261 62303916
662117776 62303501
662118569 62302935
662120568 62302243
662121406 62301406
662122882 62300485
662123121 62300460
662123615 62300706
662123983 62301100
662125581 62301759
662127000 62302457
662127153 62302482
662128640 62302361
662129516 62302831
662129675 62303397
662130683 62303828
662131621 62304060
662132250 62304201
662133265 62304394
662134126 62304870
662135417 62305422
662137264 62306171
662138091 62306624
662139060 62307335
662139575 62307636
662140916 62307936
662142882 62308235
662143911 62308626
662144197 62309108
662144926 62309773
662145722 62310306
662146114 62310647
662147489 62311773
662148627 62312729
662149046 62313240
662149714 62314549
662150015 62315230
662150185 62316344
662150437 62316741
662151029 62317647
662152387 62318587
662152956 62319007
662153490 62319696
662153921 62319878
662154459 62320093
662155693 62320126
662156678 62320135
662157746 62320176
662158960 62319955
662160235 62319828
662161426 62319518
662162702 62318539
662163375 62318337
662164259 62317737
662165195 62317467
662165735 62317585
662166148 62317788
662167034 62318252
662167100 62319249
662166347 62319059
662165811 62319033
662165119 62319319
662164409 62319466
662163475 62319925
662162858 62320362
662162195 62320615

662160957 62321086
662160730 62321339
662160394 62321733
662159884 62321856
662159145 62322006
662157677 62322102
662156749 62322190
662156485 62322525
662156088 62322754
662155691 62322834
662154801 62322666
662154316 62322393
662153805 62322472
662153047 62321943
662152430 62321705
662151919 62320805
662151419 62320658
662150840 62320469
662150572 62320246
662150294 62320224
662149776 62318569
662149112 62318117
662148924 62317619
662149049 62317029
662148931 62316385
662148288 62315044
662148160 62314585
662147888 62314242
662147632 62313861
662147313 62313296
662146057 62312395
662145300 62311661
662143555 62310423
662142479 62309918
662141297 62309265
662140312 62309277
662139677 62309469
662137494 62308307
662136194 62307131
662135127 62306697
662133988 62306565
662130856 62305138
662129687 62304361
662128596 62304038
662127438 62303276
662126712 62303528
662126314 62303401
662125762 62302894
662125170 62302632
662124450 62302495
662124189 62302952
662123550 62302950
662123107 62302436
662122522 62302373
662122077 62302587
662121141 62302956
662120681 62303638
662120575 62304258
662120084 62304667
662119017 62305470
662118380 62306377
662118119 62306824
662117239 62306691
662116309 62306753
662115661 62307483
662115602 62308249

662115593 62308884
662115345 62309141
662114713 62309410
662114399 62309474
662113870 62309274
662113463 62309406
662112581 62310017
662112431 62310196
662111997 62310444
662111554 62310695
662111311 62310819
662110231 62311409
662109599 62312575
662109205 62312830
662108632 62313080
662107600 62313985
662107000 62314721
662106420 62315364
662106167 62315889
662105904 62316843
662105655 62317150
662104885 62317535
662104240 62318507
662104238 62319356
662104111 62319544
662103345 62319666
662102756 62320188
662102559 62321040
662102234 62321618
662102430 62321943
662102230 62322841
662101852 62323162
662101155 62323332
662099479 62323982
662098159 62324824
662096983 62325951
662096238 62326899
662095625 62327561
662094773 62328431
662094111 62328958
662093024 62329670
662092290 62329930
662091298 62330493
662090607 62331157
662090159 62332078
662089966 62334052
662089438 62334187
662087970 62334182
662087327 62334715
662086919 62335012
662086045 62335603
662085200 62336645
662084365 62337224
662083621 62338033 ...KP 1
..KURVE 17:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662557235 62272453 ...KP 1
..NØ
662557963 62273822
662558145 62275689
662558966 62277203
662560590 62278730
662561095 62279176
662563130 62280953
662564982 62282887

662566070 62283802
662567081 62284617
662567208 62287927
662566328 62290928
662564552 62294446
662564140 62298157
662563378 62298606
662562811 62298606
662562344 62298342
662562166 62298027
662562269 62297644
662562239 62297050
662561811 62295383
662561123 62294453
662560629 62294525
662559741 62294552
662559257 62294444
662558871 62294516
662558145 62295737
662557633 62296553
662556763 62296885
662556494 62296903
662556345 62296978
662555749 62298214
662555365 62298910
662554613 62299990
662554528 62301397
662554372 62302192
662554002 62302903
662554031 62303371
662554542 62303613
662555082 62303968
662555422 62304650
662555550 62305474
662555440 62306166
662554734 62306886
662554098 62306844
662553759 62307028
662552870 62308483
662551687 62310245
662551100 62310203
662550667 62309951
662550275 62309140
662550108 62308287
662550108 62307462
662550136 62307071
662550317 62306609
662551323 62304931
662551735 62303732
662552169 62302290
662552896 62300871
662553103 62298898
662553089 62297615
662553089 62296194
662553489 62295394
662553940 62295068
662555819 62294656
662556765 62294134
662557355 62293503
662557674 62293053
662561750 62290963
662562407 62290361
662563051 62289859
662563443 62289056
662564059 62288673
662564758 62288456

662565216 62287823
662566151 62285593
662566177 62285394
662566151 62285248
662565581 62284890
662564601 62284055
662563435 62283286
662562026 62282412
662560709 62280638
662559900 62280168
662559183 62280025
662557697 62279050
662557389 62278709
662556457 62277095
662556157 62276244
662556125 62275976
662556652 62275076
662556846 62274695
662556973 62274117
662556943 62273764
662556741 62272695
662556933 62272387
662557235 62272453 ...KP 1
..KURVE 18:
..OBJTYPE GeolAvgrLinje
..NØ
662655138 62249000 ...KP 1
..NØ
662652942 62249676
662651412 62250532
662650353 62252096
662649139 62252598
662647688 62253443
662645736 62255897
662644364 62258009
662642702 62259540
662641040 62260860
662640643 62261539
662639687 62262090
662637828 62262818
662635787 62263326
662635287 62263326
662634214 62263232
662632811 62263367
662632042 62263450
662631395 62263740
662630942 62263925
662630720 62264010
662630409 62264086
662629671 62264343
662629280 62264476
662628857 62264558
662628655 62264609
662628366 62264646
662628086 62264701
662627819 62264772
662627408 62264927
662627229 62265017
662626969 62265151
662626686 62265300
662626254 62265531
662626030 62265680
662625679 62265785
662625204 62265965
662624688 62266034
662624356 62266072

662623802 62266111
662623346 62266250
662622655 62266526
662622005 62266656
662621523 62266893
662621003 62267291
662620475 62267735
662620009 62268041
662619520 62268294
662618999 62268493
662618472 62268722
662617923 62268677
662617143 62268423
662616445 62267910
662616277 62267417
662616630 62266871
662617939 62266671
662619311 62266451
662619679 62266401
662621376 62265301
662621990 62264896
662622421 62264625
662622941 62264292
662623443 62263973
662625068 62263225
662625537 62263018
662626931 62262390
662628702 62261629
662631028 62260666
662632028 62259567
662632412 62259391
662632885 62259173
662634083 62258624
662635014 62258269
662637123 62257431
662639094 62256201
662641968 62255040
662642668 62253626
662642914 62251476
662643663 62249030
662643344 62246252
662643123 62243400
662643424 62242753
662644313 62242296
662644832 62242036
662645042 62241567
662644894 62239936
662645068 62238782
662645291 62238183
662645284 62238058
662645306 62237872
662645320 62237633
662645325 62237381
662645321 62237010
662645332 62236916
662645385 62236808
662645611 62236511
662645700 62236429
662645799 62236344
662645859 62236259
662645904 62236175
662645916 62236129
662645924 62236053
662645926 62235812
662645919 62235619
662645912 62235505

662645862 62235291
662645814 62235191
662645757 62235100
662645670 62235016
662645553 62234968
662645358 62234918
662645318 62234867
662645259 62234651
662645210 62234512
662645113 62234205
662645081 62234078
662644987 62233533
662644978 62233492
662644973 62233380
662644986 62233258
662645017 62233154
662645076 62233086
662645185 62232995
662645262 62232976
662645408 62232972
662645563 62232985
662645638 62233003
662645728 62233036
662645836 62233074
662646010 62233153
662646213 62233223
662646386 62233273
662646512 62233307
662646727 62233343
662646906 62233360
662647067 62233366
662647178 62233351
662647365 62233293
662647701 62233139
662647926 62233013
662648014 62232951
662648110 62232900
662648225 62232874
662648311 62232866
662648428 62232859
662648556 62232871
662648729 62232922
662648834 62232992
662648915 62233070
662648996 62233176
662649062 62233319
662649098 62233444
662649119 62233539
662649131 62233623
662649140 62233714
662649151 62233879
662649159 62234036
662649155 62234288
662649156 62234360
662649158 62234455
662649160 62234524
662649145 62234614
662649136 62234666
662649131 62234728
662649134 62234810
662649137 62234885
662649144 62234966
662649157 62235041
662649168 62235091
662649178 62235137
662649196 62235246

662649206 62235329
662649228 62235436
662649268 62235537
662649327 62235648
662649431 62235827
662649466 62235892
662649556 62236059
662649587 62236124
662649612 62236174
662649644 62236262
662649664 62236344
662649669 62236438
662649671 62236526
662649659 62236621
662649635 62236718
662649603 62236815
662649563 62236909
662649481 62237072
662649430 62237138
662649378 62237192
662649322 62237267
662649292 62237318
662649264 62237365
662649234 62237431
662649200 62237507
662649187 62237533
662649113 62237661
662649016 62237914
662648935 62238237
662648858 62238644
662648800 62239165
662648777 62239508
662648722 62239895
662648667 62240028
662648525 62240196
662648344 62240364
662648182 62240503
662648002 62240675
662647756 62240989
662647520 62241367
662647420 62241525
662647368 62241595
662647236 62241741
662647188 62241827
662647180 62241910
662647209 62241965
662647281 62242000
662647390 62242019
662647653 62242011
662647931 62241994
662648069 62241974
662648157 62241936
662648250 62241873
662648388 62241757
662648670 62241486
662648900 62241351
662649094 62241227
662649199 62241152
662649371 62241017
662649691 62240766
662649903 62240577
662649998 62240412
662650041 62240299
662650058 62240205
662650054 62239923
662650075 62239668

662650071 62239344
662650060 62239023
662650060 62238521
662650046 62238362
662650056 62238289
662650080 62238233
662650131 62238161
662650266 62238014
662650337 62237940
662650474 62237757
662650561 62237676
662650648 62237614
662650739 62237563
662651003 62237444
662651132 62237356
662651301 62237149
662651423 62237030
662651556 62236878
662651634 62236751
662651722 62236579
662651787 62236426
662651954 62236140
662652015 62236085
662652070 62236068
662652152 62236066
662652259 62236092
662652406 62236116
662652491 62236142
662652632 62236223
662652694 62236226
662652767 62236209
662652841 62236178
662652941 62236157
662653033 62236175
662653067 62236235
662653113 62236305
662653237 62236375
662653310 62236420
662653390 62236494
662653540 62236588
662653612 62236650
662653671 62236736
662653721 62236850
662653784 62237015
662653835 62237192
662653848 62237251
662653852 62237378
662653842 62237492
662653842 62238025
662653844 62238271
662653846 62238390
662653861 62238503
662653882 62238617
662653886 62238755
662653898 62238867
662653914 62238968
662653970 62239087
662654048 62239181
662654038 62239272
662654006 62239376
662654011 62239468
662654046 62239609
662654093 62239720
662654117 62239788
662654119 62239896
662654152 62239936

662654220 62239946
662654264 62239998
662654210 62240058
662654162 62240090
662654127 62240109
662654068 62240131
662654002 62240166
662653960 62240201
662653934 62240275
662653985 62240297
662654177 62240279
662654262 62240332
662654314 62240385
662654356 62240431
662654414 62240515
662654443 62240593
662654465 62240678
662654478 62240772
662654480 62240921
662654467 62241054
662654449 62241191
662654445 62241291
662654455 62241401
662654484 62241502
662654545 62241689
662654603 62241864
662654644 62242003
662654715 62242222
662654735 62242334
662654812 62242943
662654844 62243134
662654881 62243304
662654910 62243455
662654971 62243645
662655034 62243874
662655057 62243954
662655095 62244056
662655143 62244150
662655198 62244230
662655293 62244356
662655364 62244460
662655408 62244552
662655440 62244639
662655474 62244750
662655526 62244986
662655543 62245101
662655549 62245245
662655550 62245362
662655540 62245488
662655485 62245720
662655449 62245858
662655421 62245932
662655394 62245983
662655329 62246132
662655306 62246185
662655250 62246335
662655210 62246431
662655166 62246523
662655135 62246585
662655107 62246671
662655102 62246767
662655105 62246947
662655113 62247086
662655133 62247196
662655164 62247290
662655187 62247354

662655252 62247512
662655294 62247628
662655340 62247766
662655364 62247873
662655383 62247970
662655390 62248020
662655392 62248117
662655393 62248149
662655399 62248208
662655415 62248260
662655431 62248374
662655422 62248577
662655365 62248796
662655238 62248948
662655138 62249000 ...KP 1
.FLATE 19:
..OBJTYPE UtlopOmr
..SKREDTYPE 12
..REF :5 :13 :4 :11 :3 :9 :2 :15 (:1 :7)
..NØ
662230956 62290077
.FLATE 20:
..OBJTYPE UtlopOmr
..SKREDTYPE 12
..REF :15 :14 :13 :12 :11 :10 :9 :8 :7 :6
..NØ
662281096 62308981
.FLATE 21:
..OBJTYPE UtlopOmr
..SKREDTYPE 12
..REF :16
..NØ
662163537 62319246
.FLATE 22:
..OBJTYPE UtlopOmr
..SKREDTYPE 12
..REF :17
..NØ
662563597 62291316
.FLATE 23:
..OBJTYPE UtlopOmr
..SKREDTYPE 12
..REF :18
..NØ
662647180 62250790
.SLUTT

Kvikkleiresone: 719 Gran

Enebakk kommune

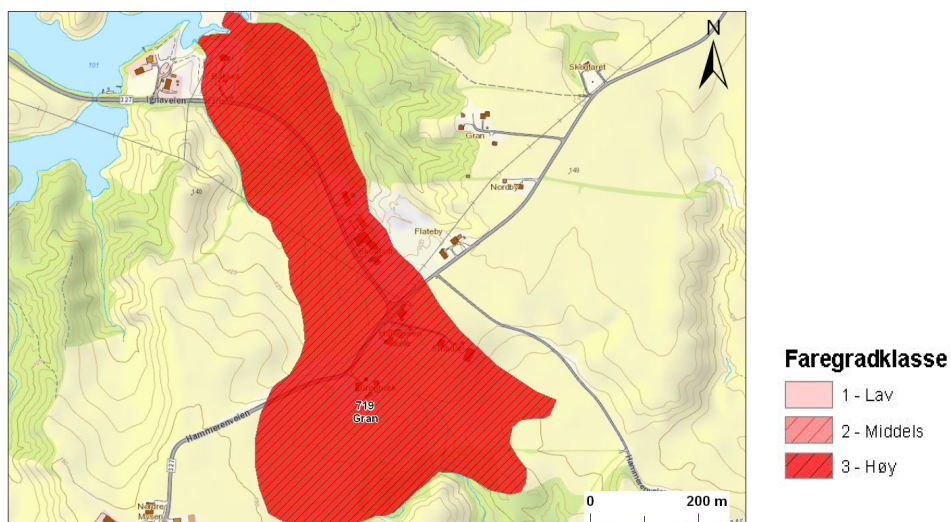
Faregradklasse 3 - Høy

Konsekvensklasse 2 - Alvorlig

Risikoklasse 3 - Middels prioritet

Opprettet: 2004-09-20 Beregnet: 2017-04-04

Supplerende undersøkelser / stabilitet



Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

Referanser:

- Norconsult Fältgeoteknik AB (2011): Kvikkleiresoner Sørums, Fet, Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Rapport Geoteknik, RGeo, Fält- och laboratorieresultat. Oppdragsnr. 211 03 40, rapport datert 11. mai 2011.

Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Mange skredgroper og -hendelser i området	Høy	3	1	3
Skråningshøyde,m	Skråningshøyde 20 m i klassifiserende tverrsnittprofil. Innenfor sonen er det skråningshøyde opp mot 30 m.	20 - 30	2	2	4
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Noe overkonsolidert basert på CPTU (borpunkt 604)	1,2 - 1,5	2	2	4
Poretrykk	Målt hydrostatisk på platået (borpunkt 604). Antatt lite poreundertrykk under ryggen og hydrostatisk i bunn av skråningen.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Forholdet sprøbruddmateriale/løsmasser er opp mot 0,5 i beregnet kritisk glideflate.	H/2 - H/4	2	2	4
Sensitivitet	Antatt sensitivitet av sprøbruddmateriale i intervallet 30-100.	30 - 100	2	1	2
Erosjon	Ravine i vest: Planert. Raviner i øst og sør: Noe erosjon (overflateglidninger, eksponert leire)	Lite	1	3	3
Inngrep: Forverring Forbedring	Øverst i ravine mot øst: Stor utfylling, økt mye i perioden 2011-2015.	Stor forverring	3	3	9

Totalt 29 poeng. 56.9% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-30 av hhe

Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligheter	3 gårdsbruk og 5 bolighus. 2 boliger i potensielt utløpsområde i nordvest.	Spredt, over 5	2	4	8
Næringsbygg	Ingen.	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	Fylkesvei 327 og kommunal vei.	100 - 1000	1	2	2
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Skred i ravinene vil ikke gi flomfare for bebyggelse. Skredutløp mot nord antas ikke å kunne demme opp Preståa.	Ingen	0	2	0

Totalt 11 poeng. 24.4% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-31 av HHe

Risiko

Poeng: 1390

Prosent av maksimum: 13.9 %

Skrevet ut 2017-04-05

Kvikkleiresone: 724 Årsrud

Enebakk kommune

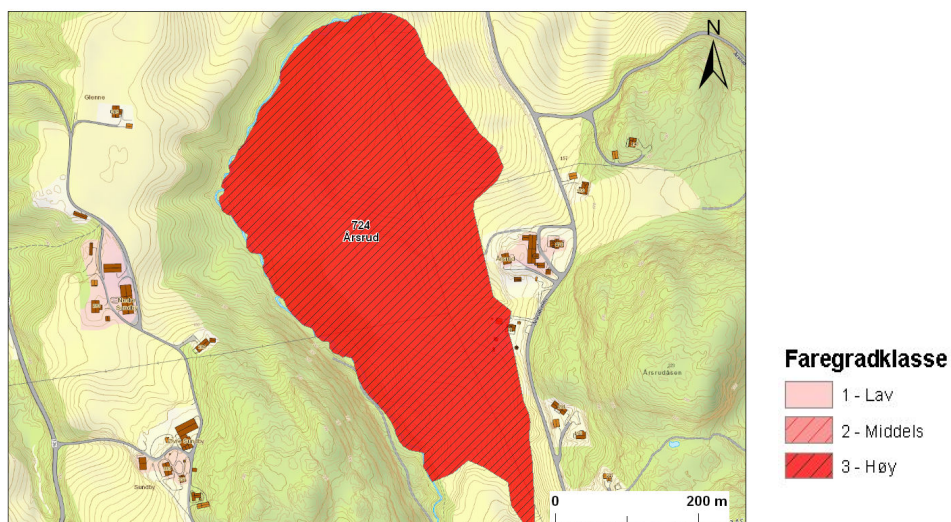
Faregradklasse 3 - Høy

Konsekvensklasse 1 - Mindre alvorlig

Risikoklasse 2 - Lav prioritet

Opprettet: 2004-09-20 Beregnet: 2017-04-04

Supplerende undersøkelser / stabilitet



Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

Referanser:

Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Flere skredgroper i nærheten, samt skredhendelser fra nærområdet fra skrednett.no (Øvre Sundby og Glenne i vest)	Høy	3	1	3
Skråningshøyde,m	Skråningshøyde 21 m i klassifiserende tverrsnittprofil. Innenfor sonen er det skråningshøyde opp mot 36 m.	20 - 30	2	2	4
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Normalkonsolidert i dybden basert på CPTU (borpunkt 801).	1,0 - 1,2	3	2	6
Poretrykk	Målt hydrostatisk poretrykk til 10 m dybde på platå (borpunkt 801), antatt hydrostatisk i bunn av skråningen.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Forholdet sprøbruddmateriale/løsmasser er opp mot 0,65 i beregnet kritisk glideflate.	> H/2	3	2	6
Sensitivitet	Målt sensitivitet fra prøveserie (borpunkt 801).	30 - 100	2	1	2
Erosjon	Nord i ravinen vest for sonen: Generelt lite, stedvis ingen, erosjon, stedvis naturlig steinplastring av elvebunnen. Sør i ravinen vest for sone: Stedvis noe erosjon med lokale overflateglidninger.	Noe	2	3	6
Inngrep: Forverring Forbedring	Ingen av betydning.	Ingen	0	3	0

Totalt 27 poeng. 52.9% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-31 av HHe

Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligenheter	1 boligenhet (1 gårdsbruk og 1 bolighus) helt i kanten av sonen.	Spredt, under 5	1	4	4
Næringsbygg	Ingen.	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	Privat vei.	Under 100	0	2	0
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Ikke mulig pga. liten vannføring, ingen bebyggelse eller veier utsatt.	Ingen	0	2	0

Totalt 5 poeng. 11.1% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-30 av hhe

Risiko

Poeng: 588

Prosent av maksimum: 5.9 %

Skrevet ut 2017-04-05

Kvikkleiresone: 723 Nordli

Enebakk kommune

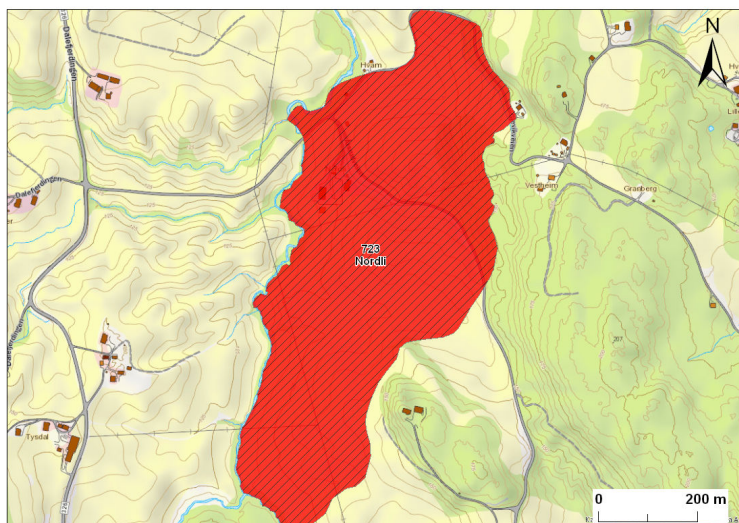
Faregradklasse 3 - Høy

Konsekvensklasse 2 - Alvorlig

Risikoklasse 3 - Middels prioritet

Opprettet: 2004-09-20 Beregnet: 2017-04-04

Supplerende undersøkelser / stabilitet



Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

Referanser:

- Norconsult Fältgeoteknik AB (2011): Kvikkleiresoner Sørums, Fet, Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Rapport Geoteknik, RGeo, Fält- och laboratorieresultat. Oppdragsnr. 211 03 40, rapport datert 11. mai 2011.

Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Flere skredgroper i nærheten, samt hendelser fra skrednett.no.	Høy	3	1	3
Skråningshøyde,m	Skråningshøyde opp mot 30 m i klassifiserende tverrsnittprofil og dette er maksimalt innen sonen.	20 - 30	2	2	4
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Noe overkonsolidert basert på CPTU (borpunkt 701 og 703).	1,2 - 1,5	2	2	4
Poretrykk	Målt noe poreovertrykk i skråningen (borpunkt 703) og antatt hydrostatisk på toppen av skråningen.	10 - 30	2	3	6
Kvikkleiremektighet	Forholdet sprøbruddmateriale/løsmasser er opp mot 0,45 i beregnet kritisk glideflate.	H/2 - H/4	2	2	4
Sensitivitet	Ikke prøver av kvikkleire, som antas fra ca. 20 m dybde i borpunkt 701 og 702 (dypere enn opptatte prøver i borpunkt 701).	30 - 100	2	1	2
Erosjon	Ravine i vest: Generelt lite erosjon, men noe erosjon lengst sør og lengst nord, hvor det er observert mindre overflateglidninger og erosjonskanter. Ikke erosjon i profilet som er lagt til grunn for soneklassifiseringen.	Lite	1	3	3
Inngrep: Forverring Forbedring	Ingen av betydning.	Ingen	0	3	0

Totalt 26 poeng. 51.0% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-31 av HHe

Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligenheter	4 boligenheter (1 gårdsbruk og 3 bolighus).	Spredt, under 5	1	4	4
Næringsbygg	Ingen.	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	To kommunale veier og en privat vei.	100 - 1000	1	2	2
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Begrenset vannføring kan eventuelt medføre noe oppdemning vest i sonen, men ingen bebyggelse/infrastruktur antas å bli påvirket.	Ingen	0	2	0

Totalt 7 poeng. 15.6% av maksimum

Sist oppdatert 2004-06-23 av EGD/TrV

Risiko

Poeng: 793

Prosent av maksimum: 7.9 %

Skrevet ut 2017-04-05

Kvikkleiresone: 734 Nordli vest

Enebakk kommune

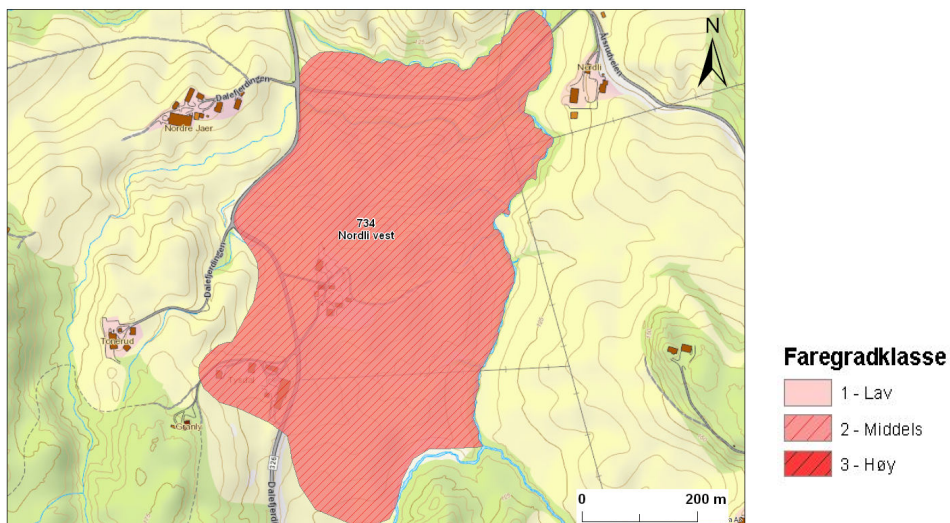
Faregradklasse 2 - Middels

Konsekvensklasse 2 - Alvorlig

Risikoklasse 3 - Middels prioritet

Opprettet: 2004-11-03 Beregnet: 2017-04-04

Supplerende undersøkelser / stabilitet



Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

Referanser:

- Norconsult Fältgeoteknik AB (2011): Kvikkleiresoner Sørums, Fet, Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Rapport Geoteknik, RGeo, Fält- och laboratorieresultat. Oppdragsnr. 211 03 40, rapport datert 11. mai 2011.

Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Flere skredgroper samt hendelser fra skrednett.no i nærheten. Mindre nyere skred observert på området.	Høy	3	1	3
Skråningshøyde,m	Skråningshøyde opp mot 36 m i klassifiserende tverrsnittprofil og dette er maksimalt innen sonen	Over 30	3	2	6
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Normalkonsolidert i dybden basert på CPTU (bopunkt 901)	1,0 - 1,2	3	2	6
Poretrykk	Målt noe poreundertrykk mot toppen av skråningen (bopunkt 901) og antatt poreovertrykk i bunn av skråningen.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Ved konservativ antakelse kan forholdet sprøbruddmateriale/løsmasser stedvis være litt høyere enn 0,5 i beregnet kritisk glideflate, men det er vurdert at det er rimelig å anta at forholdet er lavere enn 0,5.	H/2 - H/4	2	2	4
Sensitivitet	Antatt sensitivitet av sprøbruddmateriale i intervallet 30-100.	30 - 100	2	1	2
Erosjon	Raviner i nord: Muligens grunne overflateglidninger langs bekken ved nordlig avgrensning av sonen, mens det i ravinen som gjennomskjærer sonen i nord er en bekk med lite erosjon og stedvis steinplastring. Ravine i vest: Generelt lite erosjon, men noe erosjon i den sørlige del, hvor det er observert mindre overflateglidninger og eksponert leire.	Lite	1	3	3
Inngrep: Forverring Forbedring	Ingen av betydning.	Ingen	0	3	0

Totalt 24 poeng. 47.1% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-31 av HHe

Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligenheter	4 boligenheter (1 gårdsbruk, 2 bolighus og tidligere Dalefjerdings skole).	Spredt, under 5	1	4	4
Næringsbygg	Flere lagerbygninger.	10 - 50	2	3	6
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	Fylkesvei 326 og kommunal vei.	100 - 1000	1	2	2
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Begrenset vannføring; evt. skred kan medføre noe oppdemming, men ingen bebyggelse/infrastruktur antas å ville bli påvirket.	Ingen	0	2	0

Totalt 13 poeng. 28.9% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-31 av HHe

Risiko

Poeng: 1359

Prosent av maksimum: 13.6 %

Skrevet ut 2017-04-05

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Kvikkleiresoner i Fet (Sørums), Skedsmo og Enebakk kommuner, Akershus. Geoteknisk utredning av sonene 719 Gran, 724 Årsrud, 723 Nordli og 734 Nordli vest.		Dokumentnr./Document no. 20100119-09-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client NVE Region øst	Dato/Date 2017-04-07
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 kvikkleire, utredning, skjærfasthet, stabilitet, sikring		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Akershus	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Enebakk	Feltnavn/Field name
Sted/Location Gran, Nordli, Årsrud	Sted/Location
Kartblad/Map Askim, 1914 II	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: 32 Øst: 622900 Nord: 6622200	Koordinater/Coordinates Projeksjon, 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	2017-04-01 Håkon Heyerdahl/ Søren Holm	2017-04-05 Bjørn Kalsnes 2017-04-03 Øyvind A Høydal		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 7. april 2017	Prosjektleder/Project Manager Håkon Heyerdahl
--	-----------------------------------	---

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: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper 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: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

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

www.ngi.no

