

Til: Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
v/ Ingrid Havne
Kopi til: Alberto Montafia
Dato: 2021-08-11
Rev.nr. / Rev.dato: 0
Dokumentnr.: 20190224-02-TN
Prosjekt: Utretning og avgrensing kvikkleiresoner, Trondheim
Prosjektleder: Thi Minh Hue Le
Utarbeidet av: Thi Minh Hue Le
Kontrollert av: Jean-Sébastien L'Heureux

Kvikkleiresonene 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre – Vurdering av utløpsområder

Innhold

1	Innledning	3
2	Bakgrunn og grunnlag	3
2.1	Beskrivelse av sonene	3
2.2	Grunnforhold	4
3	Metodikk	6
3.1	Utløpslengde	6
3.2	Skredmekanisme	6
4	Vurdering av utløpsområder	9
4.1	Leira nordre	11
4.2	Leira søndre	12
5	Konklusjoner	12
6	Referanser	12

Kart og tegninger

Kart 001	Oversiktskart 1:50000
Kart 010	Situasjonsplan
Kart 011	Utløpsområder
Tegn. nr. 100-103	Profiltegninger for vurdering av skredmekanisme
Tegn. nr. 200	Kombinert profil J-K

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

For å optimalisere ressurser innenfor skredforebygging og øke klarhet ifm. forvaltning av eiendom i Trondheim kommune, vil NVE kartlegge utløpsområder for kvikkleiresonene 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre nærmere. NGI er engasjert for å gjøre en oppdatert vurdering av potensielle utløpsområder for disse sonene.

Foreliggende notat inneholder en vurdering av utløpsområdene basert på tidligere grunnundersøkelser utført av Multiconsult [1] i 2013 og av Trondheim kommune [2] i 2020, tolkning av lagdeling og stabilitetsberegninger ifm. kvikkleire utredning av NGI [3] i 2012-2014, samt oppdateringen av sonegrenser av NGI [4] i 2020. Metodikk presentert i NIFS-rapport 14/2016 [4] og NVEs veileder nr. 1/2019 [6] blir brukt for å vurdere skredmekanisme og utløpsområde for sonene.

2 Bakgrunn og grunnlag

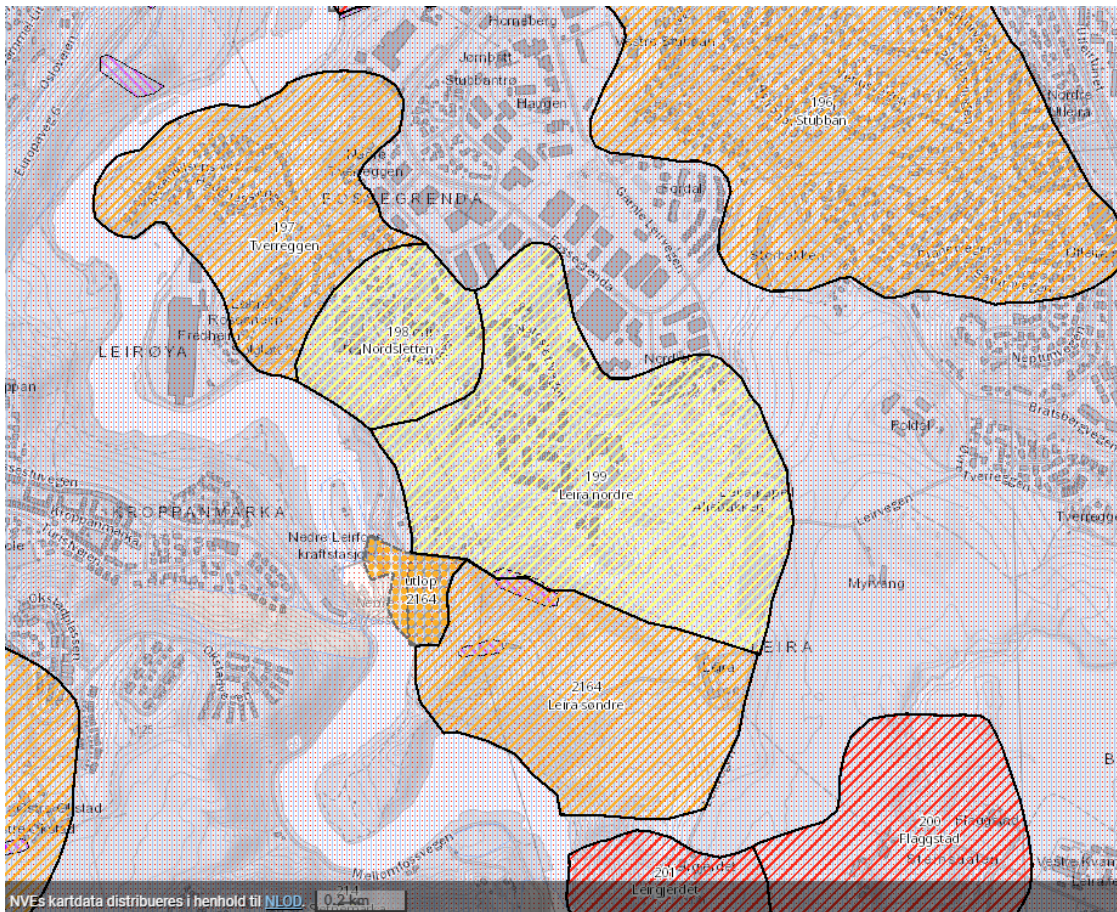
2.1 Beskrivelse av sonene

Kvikkleiresonene 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre ligger ca. 6 km sør for Trondheim sentrum, ved Nedre Leirfossen (kart 001). Sonene ble utredet av NGI i perioden 2012-2015; ref. [2]. I forbindelse med utredningen ble den tidligere kvikkleiresonen 199 Leira inndelt i to kvikkleiresoner: 2164 Leira søndre og 199 Leira nordre [2]. Sone 199 Leira nordre har lav faregrad, meget alvorlig konsekvens og risikoklasse 3, mens sone 2164 Leira søndre har middels faregrad, alvorlig konsekvens og risikoklasse 4.

Mot vest og sørvest avgrenses disse to kvikkleiresonene mot Nidelva (Figur 1). Mot øst strekker sonegrensene seg langs Leirvegen. I nordvest har sone 199 Leira nordre grense mot sone 198 Nordsletten, mens grensen i nordøst ble oppteignet basert på en del borepunkter som tyder på "ikke kvikkleire"-forhold (se Figur 2 og ref. [3]). Grensen mellom sonene 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre går for det meste gjennom Leirabekken, mens grensen til Leira søndre i sør går mot nærheten av kvikkleiresone 201 Leiregjerde (Figur 1).

Terrenget i kvikkleiresonene Leira nordre og Leira søndre domineres av et lett skrånede platå mellom kote +110 og +120 som er gjennomskåret av flere raviner. De vestre og sørvestre delene av sonene består av bratte skråninger ned mot Nedre Leirfoss og Nidelva. Skråningene ned mot Nidelva og Nedre Leirfoss kan være opp til 80 m høye. Disse skråningene utgjør kritiske faremomenter for kvikkleireskred i sonene som vil ha utløp ned til Nidelva. I tillegg skråner begge sonene ned mot sine fellesgrenser, Leirabekken. Siden Leirabekken er inkludert i løsneområdene til disse sonene, vurderes det ikke utløp for skråningene ned denne bekken videre i foreliggende notat. Sone 199 Leira nordre skråner ned mot det tettbebygde området Fossegrenda i nord. Utløpene fra 199 Leira nordre kan potensielt ramme bebyggelser i sentrum av Fossegrenda og ha

alvorlige konsekvenser. Å kartlegge sannsynlig utstrekning av utløpsområdet fra Leira nordre ned mot Fossegrenda er viktig for kommunal eiendomsforvaltning av Fossegrendaområdet.

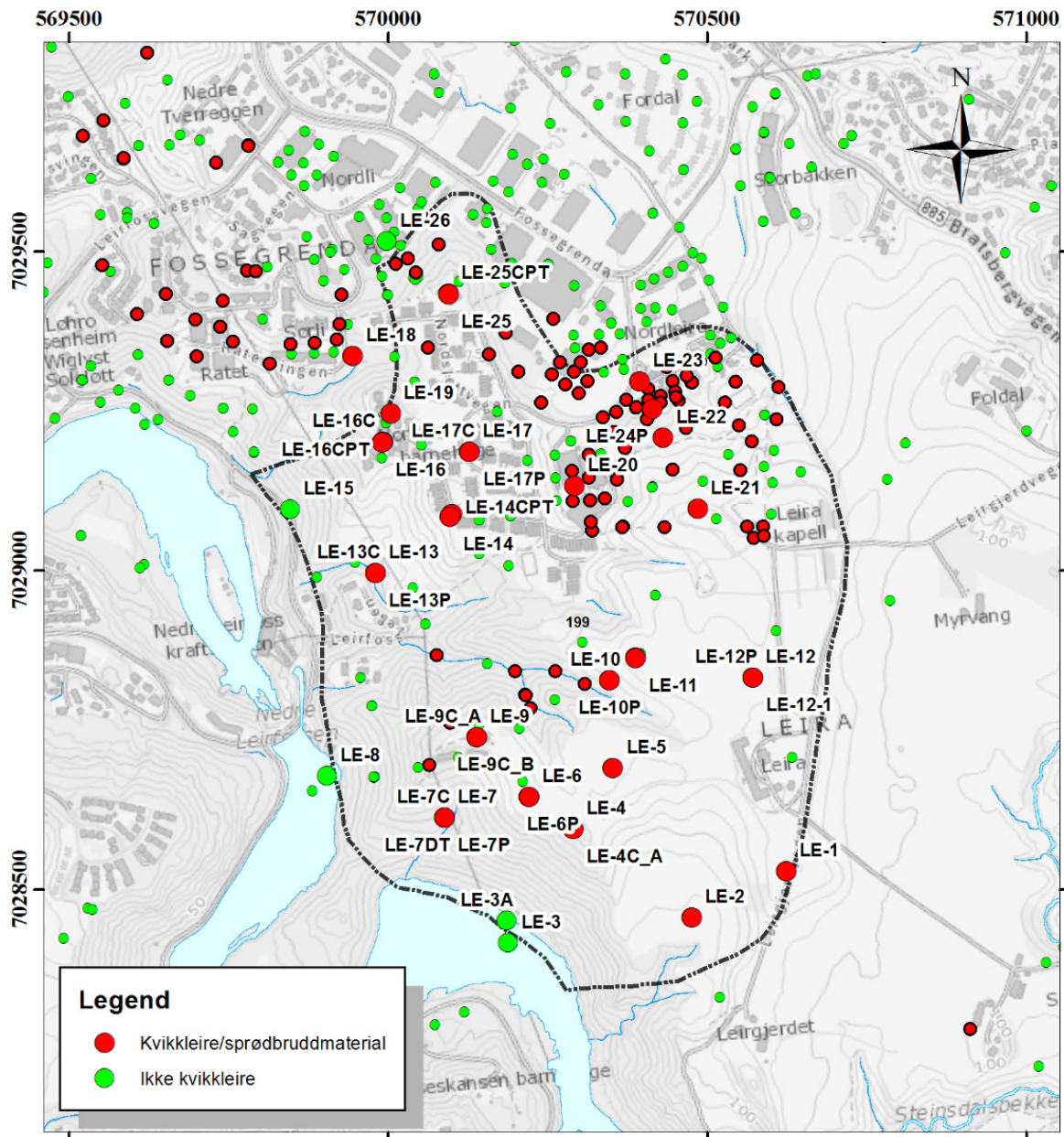


Figur 1 Oversiktskart viser kvikkleiresonene 199 Leira nordre, 2164 Leira søndre og nabo- kvikkleiresoner. Kartet viser løsnemråder (skraver) med potensiell fare for kvikkleireskred. Fargene angir faregrad (rød=høy, oransje=middels og gul=lav) (Utklipp fra NVE kvikkleirekart, dato 03.08.2020).

2.2 Grunnforhold

Detaljerte beskrivelser av grunnforhold er presentert i tidligere utredning (se ref. [3] [4]). Et flertall av grunnboringene i området tyder på at løsmassene i Leira nordre og Leira søndre generelt består av et øvre leirlag over et meget fast lag av siltig leire, eller leirig silt med mulig sand/grus/stein. Disse to lagene ligger over et nedre leirlag som fortsetter til stor dybde mange steder. Det er påvist leire med sprøbruddegenskaper i det nederste leirlaget. Sprøbruddmaterialene antas å være sammenhengende over meste- parten av sonene (se Figur 2). Enkelte prøver fra sprøbruddmaterialene i disse sonene

viser lav omrørt skjærfasthet (ned mot 0,2 kPa) og høy sensitivitet (opp til 170). Dette tyder på potensielt for retrogressivt skred.



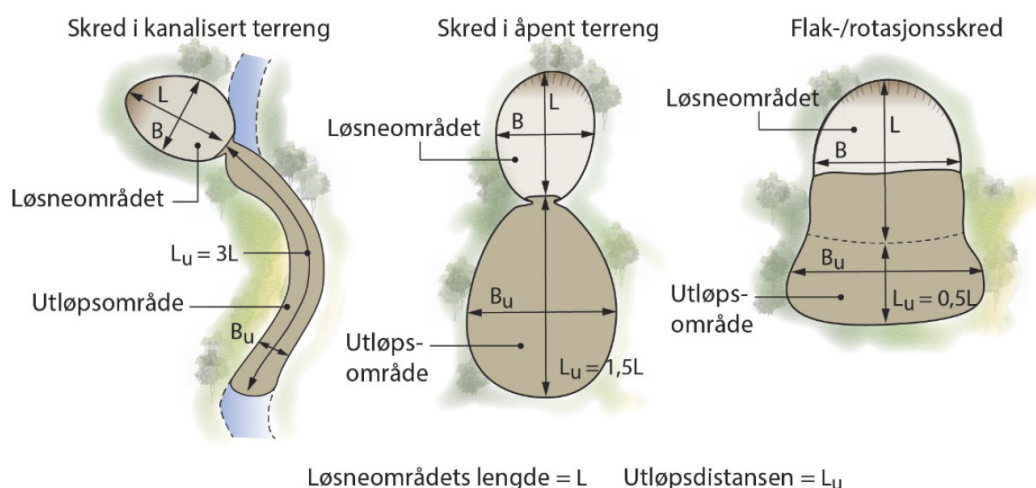
Figur 2 Oversiktskart som viser registrering av kvikkleire/sprøbruddmaterialet ved kvikkleiresonene 199-Leira nordre og 2164 Leira søndre. De store sirklene kommer fra tolkning av supplerende grunnundersøkelser ref. [1], mens de små sirklene kommer fra tolkning av data i Trondheim kommunes arkiv (Figuren tatt fra ref. [3]).

3 Metodikk

3.1 Utløpslengde

Vurdering av utløpsområdet i dette notatet er gjort i henhold til NVEs veileder nr. 1/2019 [6]. Veilederen anbefaler å bestemme utløpsdistanse (L_u) basert på empiriske relasjoner i NIFS-rapport 14/2016 [5]. Utløpsdistanse er avhengig av skredmekanismen, omkringliggende terreng, og kan estimeres basert på løsneområdets lengde, L (Figur 3):

- Retrogressive skred i kanalisert terreng: $L_u = 3L$
- Retrogressive skred i åpent terreng: $L_u = 1,5L$
- Flakskred eller rotasjonsskred: $L_u = 0,5L$



Figur 3 Sammenheng mellom løsneområdets lengde, L , og utløpsdistanse, L_u (Utklipp fra fig. 4.10, NVEs veileder nr. 1/2019 [6]).

3.2 Skredmekanisme

Skredmekanisme er avgjørende for å bestemme utløpsdistanse av et potensielt kvikkleireskred. Metodikk for vurdering av skredmekanisme iht. NVEs veileder nr. 1/2019 forutsetter informasjon om:

- Løsmasstype og lagdeling
- Sprøbruddmaterialets omrørte fasthet, $c_{u,r}$, og flyteindeks, I_L (bestemt fra laboratorieundersøkelser på opptatte prøver)
- Sprøbruddmaterialets beliggenhet i profil (dybde, mektighet og utstrekning)
- Andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske glideflaten (initialskredet): b/D , hvor b er dybden av sprøbruddmateriale i forhold til dybden D av glideflaten under terreng, som vist i Figur 4)

- Terrengforhold i området
- Ev. tidligere skred i området

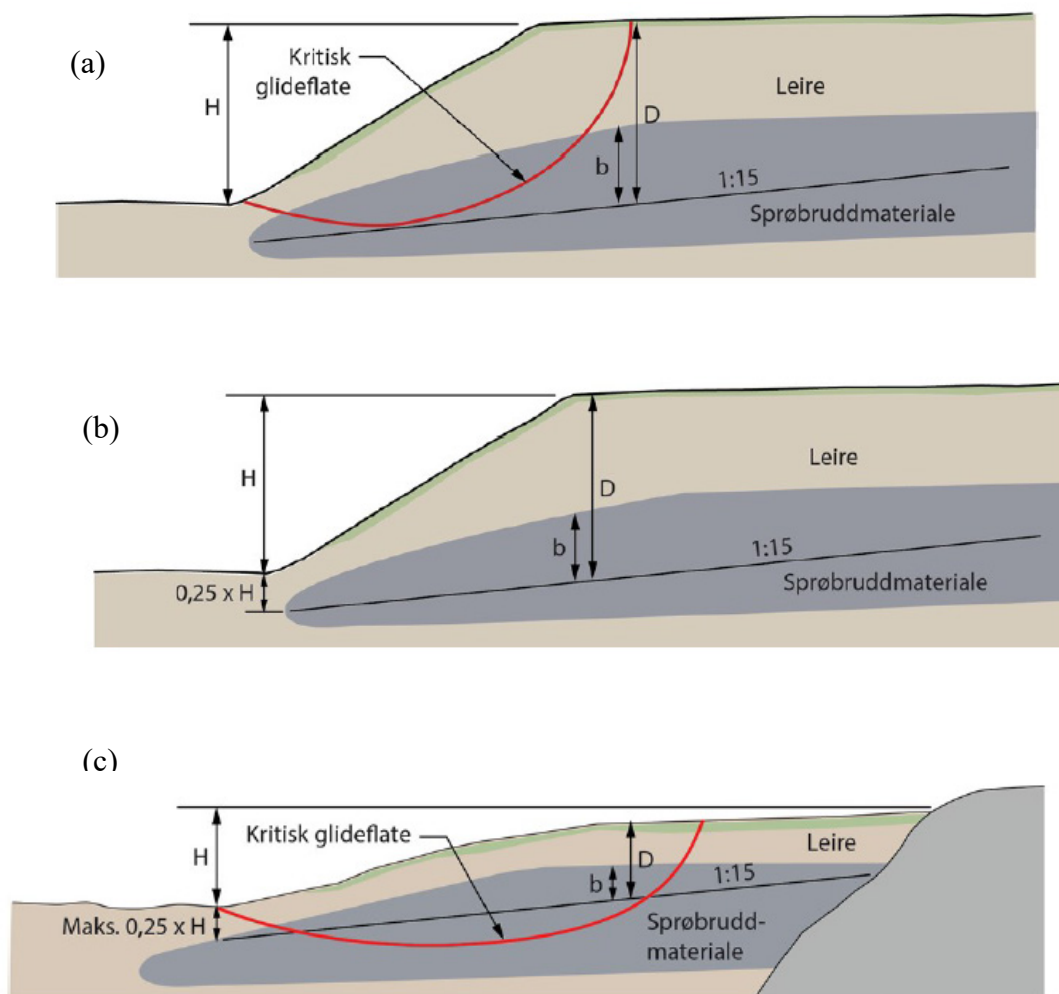
Når tilstrekkelig informasjon om grunnforhold og topografi er tilgjengelig, kan vurdering av aktuell skredmekanisme utføres etter flytskjemaet i Figur 4.



Figur 4 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme (utklipp av fig. 4.3, NVEs veileder nr. 1/2019).

Figur 5 viser prinsipp for opptegning og vurdering av b/D-forholdet, avhengig av tilgjengelighet av stabilitetsberegninger og terrengforhold i område.

Dette prinsippet er brukt til å vurdere skredmekanisme som bestemmer utløpsdistansen for forskjellige skråninger i sonene 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre i dette notatet.



Figur 5 Prinsipp for vurdering av b/D (andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske glideflate) for (a) en typisk ravine- eller platåskråning (b) ved dype glideflater, eller i skråninger hvor det ikke er utført stabilitetsberegninger (c) for typisk jevnt hellende terreng uten definert bunn av skråning (utklipp av fig. 4.4, 4.5 og 4.6 fra NVEs veileder nr. 1/2019).

4 Vurdering av utløpsområder

Utløpsområdene til sonene 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre er opptegnet basert på utløpsdistansen tilsvarende de kritiske profilene vurdert i ref. [3]. Resultatene er oppsummert og begrunnet i Tabell 1. Situasjonsplanen med plassering av profilene er vist i tegn. nr. 010. Profilene med 1:15-linjen for bestemmelse av skredmekanisme er vist i tegn. nr. 100-103.

Tabell 1. Skredmekanisme og vurderte utløpsdistanser til de kritiske profilene.

Profil - sone (Ref. tegn.)	b/D Skredmekanisme	Utløps distanse	Kommentarer
Profil A Tegn. nr. 100 Leira søndre	b/D < 40% Rotasjonsskred eller flakskred Ravinert (Leira søndre beveger seg ned Nidelva)	$L_u = 0,5 L$ $L = 420 \text{ m}$ $L_u = 210 \text{ m}$	1:15-linjen starter fra 0,25H under skråningståa.
Profil B Tegn.nr. 100 Leira søndre	b/D < 40% Rotasjonsskred eller flakskred Ravinert (Leira søndre beveger seg ned Nidelva)	$L_u = 0,5 L$ $L = 380 \text{ m}$ $L_u = 190 \text{ m}$	1:15-linja tangent til den mest kritiske glideflaten
Profil C Tegn. nr. 101 Leira søndre	b/D < 40% Rotasjonsskred eller flakskred Ravinert (Leira søndre beveger seg ned Nidelva)	$L_u = 0,5 L$ $L = 500 \text{ m}$ $L_u = 250 \text{ m}$	1:15-linjen starter fra 0,25H under skråningståa.
Profil D Tegn. nr. 101 Leira søndre	b/D < 40% Rotasjonsskred eller flakskred Ravinert (Leira søndre beveger seg ned Nidelva)	$L_u = 0,5 L$ $L = 310 \text{ m}$ $L_u = 155 \text{ m}$	1:15-linjen starter fra 0,25H under skråningståa.

Profil - sone (Ref. tegn.)	b/D Skredmekanisme	Utløps distanse	Kommentarer
Profil E Tegn. nr. 101 Leira nordre	b/D > 40% for 1:15- linjen tangent glideflate med $F_c = 1,28$ Mulig retrogressivt skred Ravinert (Leira nordre beveger seg ned Nidelva)	$L_u = 3 L$ $L = 520 \text{ m}$ $L_u = 1560 \text{ m}$	1:15-linjen tangent til glideflaten med $F_c = 1,28$ tyder på mulig retrogressivt skred. Fra punkt LE-20 mot øst blir mektighet av sprøbruddmateriale betydelig mindre enn leirlaget og fast masser over kvikkleirlaget. Da antas retrogressionen å stoppe før eller ved punkt LE-20.
Profil F Tegn. nr. 102 Leira søndre	b/D < 40% Rotasjonsskred Ravinert (Leira søndre beveger seg mot Leirabekken)	$L_u = 0,5 L$ $L = 130 \text{ m}$ $L_u = 65 \text{ m}$	1:15-linjen tangent til den mest kritiske glideflaten
Profil G Tegn. nr. 102 Leira nordre	b/D > 40% for 1:15- linjen gjennom skråningståa av kvikkleirelommen Retrogressivt skred Ravinert (Leira nordre beveger seg mot Nidelva)	$L_u = 3 L$ $L = 370 \text{ m}$ $L_u = 1410 \text{ m}$	1:15-linjen gjennom skråningståa av kvikkleirelommen tyder på at en glideflate som befinner seg i den øvre delen kan initiere retrogressivt skred.
Profil I Tegn. nr. 102 Leira nordre	b/D < 40% Rotasjonsskred Åpent (Leira nordre beveger seg mot Fossegrenda)	$L_u = 0,5 L$ $L = 110 \text{ m}$ $L_u = 55 \text{ m}$	1:15-linjen starter fra 0,25H under skråningståa.
Profil J Tegn. nr. 103 Leira nordre	b/D > 40% Retrogressivt skred Åpent (Leira nordre beveger seg mot Fossegrenda)	$L_u = 1,5 L$ $L = 400 \text{ m}$ $L_u = 600 \text{ m}$	1:15-linjen tangent til glideflaten med $F_c = 1,24$ tyder på mulig retrogressivt skred. Retrogressionen kan utvikle seg sørover langs f.eks. profil K (se tegn. nr. 200). Da løsnelengden L beregnet som lengden til hele sonen.

Profil - sone (Ref. tegn.)	b/D Skredmekanisme	Utløps distanse	Kommentarer
Profil H Tegn. nr. 103 Leira nordre	b/D < 40% Rotasjonsskred Åpent (Leira nordre beveger seg mot Fossegrenda)	$L_u = 0,5 L$ $L = 240 \text{ m}$ $L_u = 120 \text{ m}$	1:15-linjen tangent til den mest kritiske glideflaten
Profil K Tegn. nr. 101 Leira søndre og Leira nordre	b/D < 40% Rotasjonsskred eller flaskskred mot Nidelva. Ravinert (Leira søndre beveger seg mot Nidelva) Retrogressivt skred mot Fossegrenda Åpent (Leira nordre glider mot Fossegrenda).	$L_u = 0,5 L$ $L = 180 \text{ m}$ $L_u = 90 \text{ m}$	1:15-linjen starter fra 0,25H under skråningståa 1:15-linjen gjennom skråningståa til kvikkleirelommen

4.1 Leira nordre

Skråningene ned mot Nidelva kan utvikle et retrogressivt skred (profil E og G) og dermed oppnå en lang utløpsdistanse ned mot Nidelva (opp til $3xL$ pga. kanalisert terreng). Skråningene i nordvestre del ned mot Fossegrenda (profil I) antas å utvikle rotasjonsskred da kvikkleirlaget ligger forholdvis dypt under terreng. I tillegg er det en stor andel av materialet over glideflaten som ikke er kvikk. Utløpet fra disse skråningene antas å ha en maksimal utløpsdistanse tilsvarende $0,5xL$. Skråningene i nordre del ned mot Fossegrenda (profil J) kan utvikle retrogressivt skred som kan forplante seg sørover langs, f.eks, profil K (se tegn. nr. 200). Løsnelengden kan bli større enn 400 m i et slikt tilfelle. Utløpet fra nordøstre del kan spre seg over åpent terreng i Fossegrenda sentrum. Avstanden fra den nordre grensen av Leira nordre til Nidelva er mindre enn $1,5xL = 600 \text{ m}$, som vil si at utløpet kan bevege seg mot nordvestre retning ned til Nidelva. Det antas derfor at hele området nord for Leira nordre ligger innenfor utløpsområdene til Leira nordre og andre nabokvikkleiresoner, f.eks. 198 Nordsletten, 196 Stubban og 197 Tverreggen.

Opptegnet utløpsområdet til sone Leira nordre er vist i tegn. nr. 011.

4.2 Leira søndre

Sone Leira søndre har utløpsområde ned mot Nidelva og Leirabekken. Rotasjon- eller flakskred mekanisme antas å være aktuelle for skråningene ned mot Nidelva (profil A, B, C og D). Da utløpslengden er innen $0,5xL$ langs elva.

Opptegnet utløpsområdet til sone Leira søndre er vist i tegn. nr. 011.

5 Konklusjoner

Det er utført vurdering av utløpsområde for kvikkleiresone 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre basert på anbefalt metodikk fra NVEs veileder nr. 1/2019. Vurderingene tyder på at sone Leira nordre har utløpsområde langs Nidelva og delen av Fossegrenda nord for sonen. Utløpet fra Leira nordre kan spre seg over et stort område og en lang avstand på grunn av mulige retrogressive skredmekanismer fra skråninger mot vest og mot nordøst. Sone Leira søndre har begrenset utløpsområde langs Nidelva.

6 Referanser

- [1] Multiconsult, Kvikkleiresone 199 Leira. Grunnundersøkelser, datarapport. 415644-RIG-RAP-001, 2013.
- [2] Trondheim kommune, R1764 Leira søndre - Grunnundersøkelser datarapport. Rev 0, 2020.
- [3] NGI, Kvikkleiresoner Trondheim - Leira. Dokument. nr. 20120099-03-R. Rev. 1. 19.06.2015, 2015.
- [4] NGI, «Kvikkleiresone 2164 Leira søndre – Vurdering av stabilitet og soneavgrensning. Dok. nr. 20910224-01-TN. Dato: 03.08.2020,» 2020.
- [5] NVE-Jernbaneverket-SVV, Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred. NIFS 14-2016, 2016.
- [6] NVE, Veileder - Sikkerhet mot kvikkleireskred. Nr1/2019, 2020.



 Omriss

Kvikkleiresone Leira nordre og Leira søndre

Oversiktskart

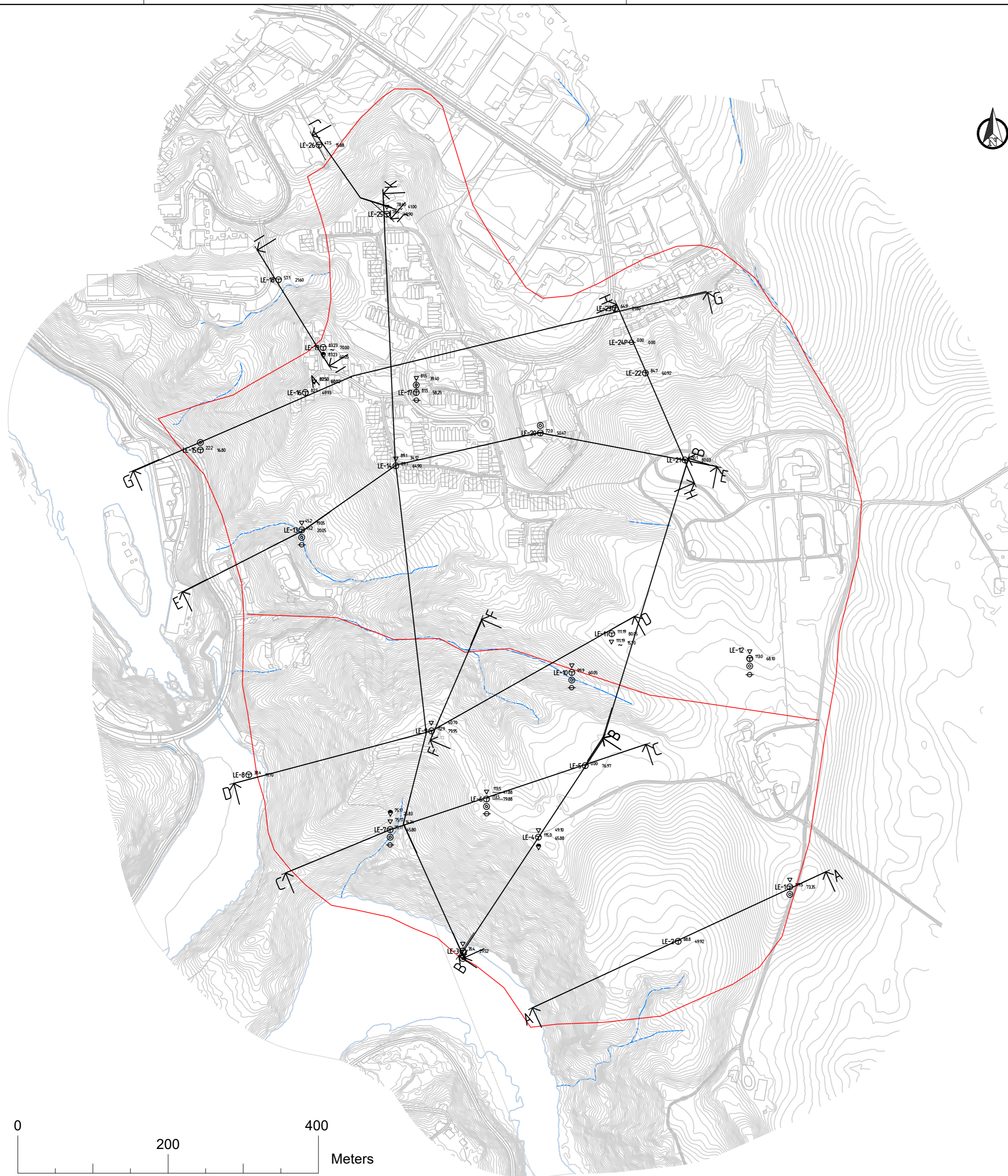
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
03.08.2021	TLe	JSL	TLe
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
A4 1:50 000		ETRS 1989 UTM Zone 32N	
Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.	
20190224	001	0	

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no



Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS



FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

HENVISNINGER:

Kartet fra NGIs rapport 20120099-03-R Kvikkleiresoner Trondheim - Leira, dato 15.06.2014


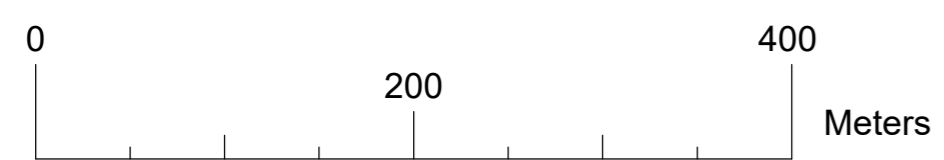
Tegningsstilt.	Tegningsnr.	Rev.
----------------	-------------	------

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
------	-------------	------	-------	--------	--------

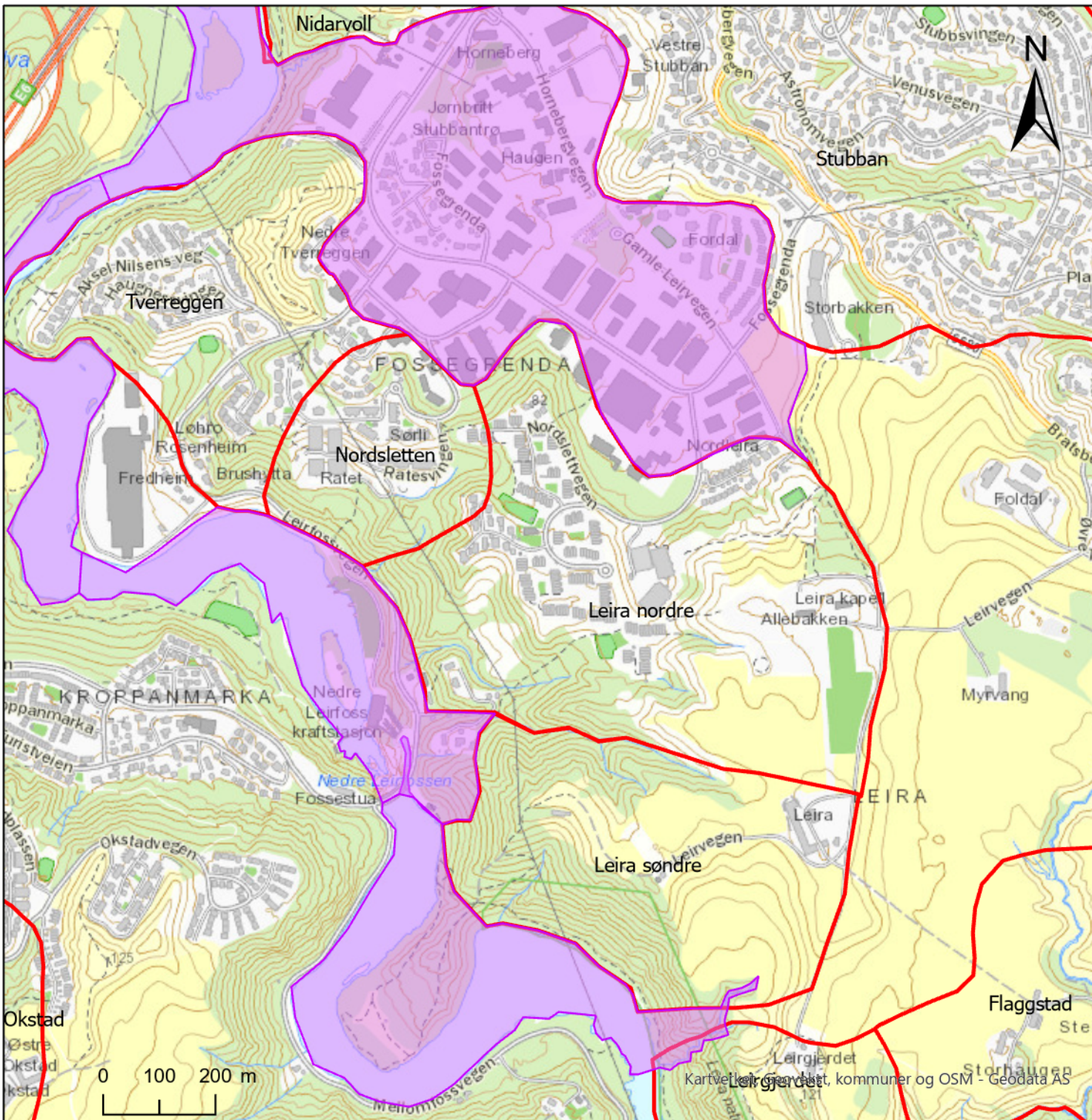
Faresone 199 Leira nordre og
2164 Leira søndre - Situasjonsplan

Borpunkter fra grunnundersøkelsene utført i 2013
Profiler for vurdering av skredmekanisme og utløp

Status
—
Original format
A2 (420x594)
Tegningens filnavn
010 C Leira Situasjonsplan.dwg
Målestokk
1:4000

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 04.08.2021 Oppdragsnr. 20190224	Konstr./Tegnet TLe Tegningsnr. 010	Kontrollert JSL	Godkjent TLe	Rev. 0
---	--	--	--------------------	-----------------	------------------



Tegnforklaring

Utløpsområde
 Faresone

Kvikkleiresone Leira nordre og Leira søndre

Potensielt utløpsområde

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2021-08-04	TLe	JSL	TLe
Original format og målestokk	Kartprojeksjon		
A4 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 32N		
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20190224	20190224-02-TN	011	0

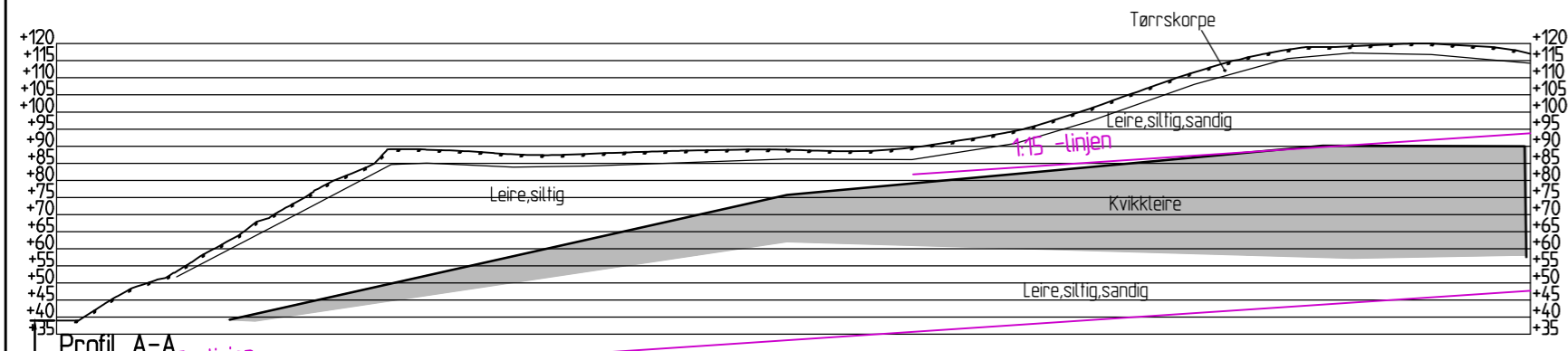
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72

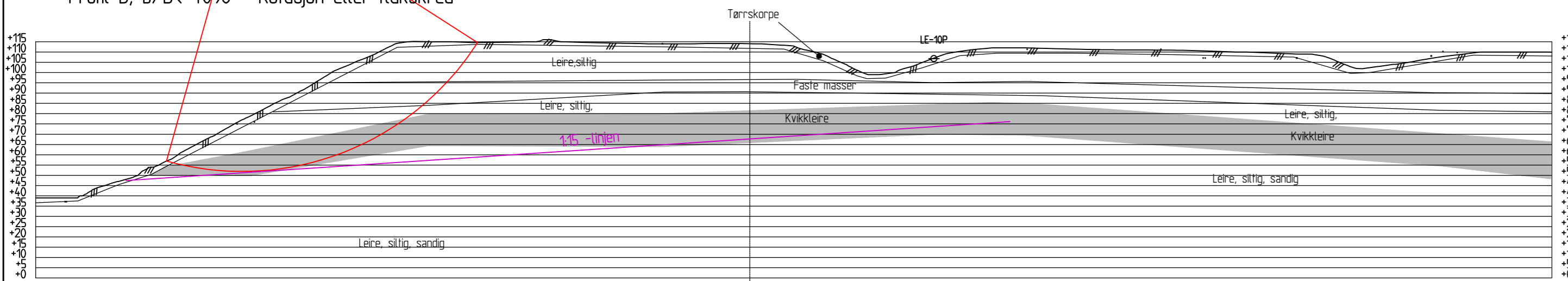
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no



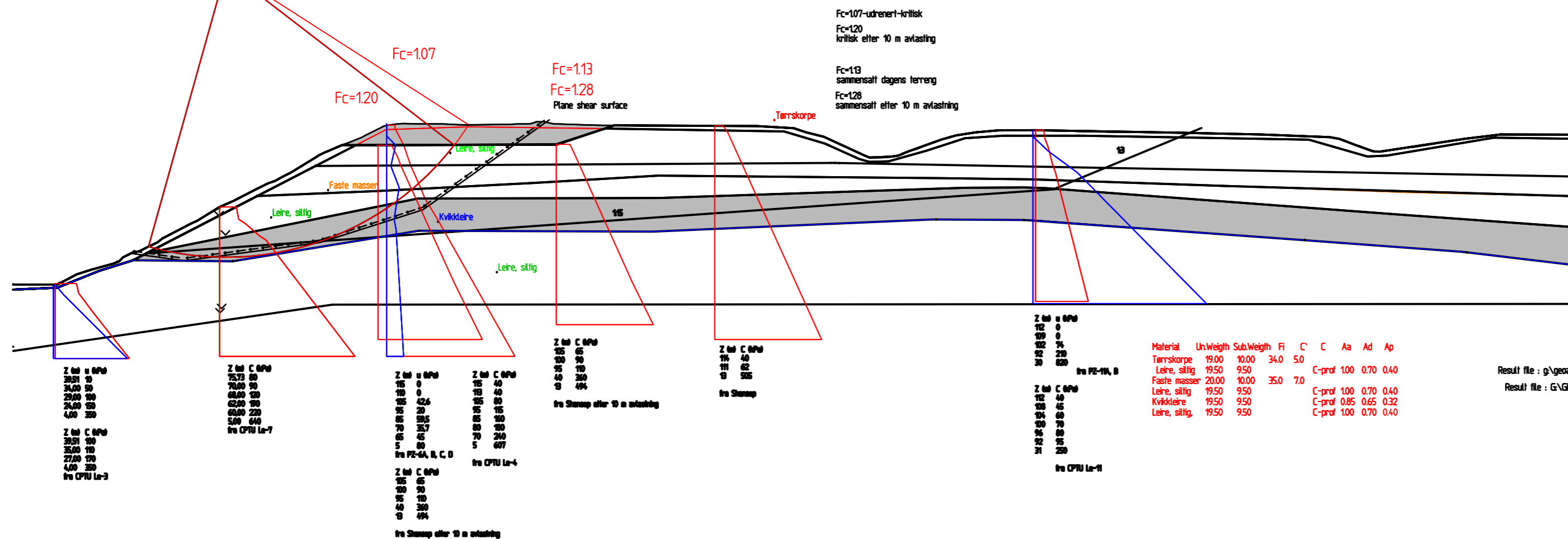
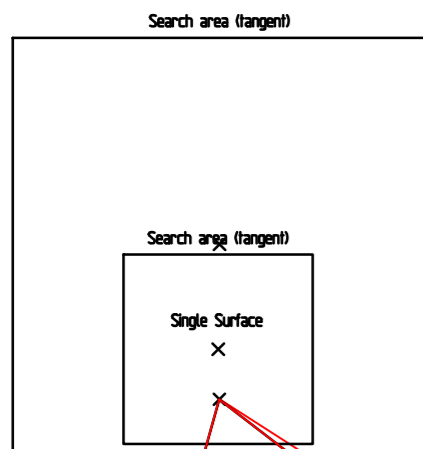
Profil A, b/DK 40% - Rotasjon eller flakskred



Profil B, b/DK 40% - Rotasjon eller flakskred



Profil B-B



FORKLARINGER:

- Dreiesonering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksone
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksone
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- ⊕ Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen
- ┆ Boring avsluttet
- ┆ Antatt fjell, berg
- ┆ Antatt stein, blokk eller fast grunn
- ┆ Boret i fjell
- Antatt fjellførløp

HENVISNINGER:

Profilene fra NGIs rapport 20120099-03-R Kvikkleiresoner Trondheim - Leira, dato 15.06.2014

Tegningsstittel	Tegningsnr.	Rev.
-----------------	-------------	------

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
------	-------------	------	-------	--------	--------

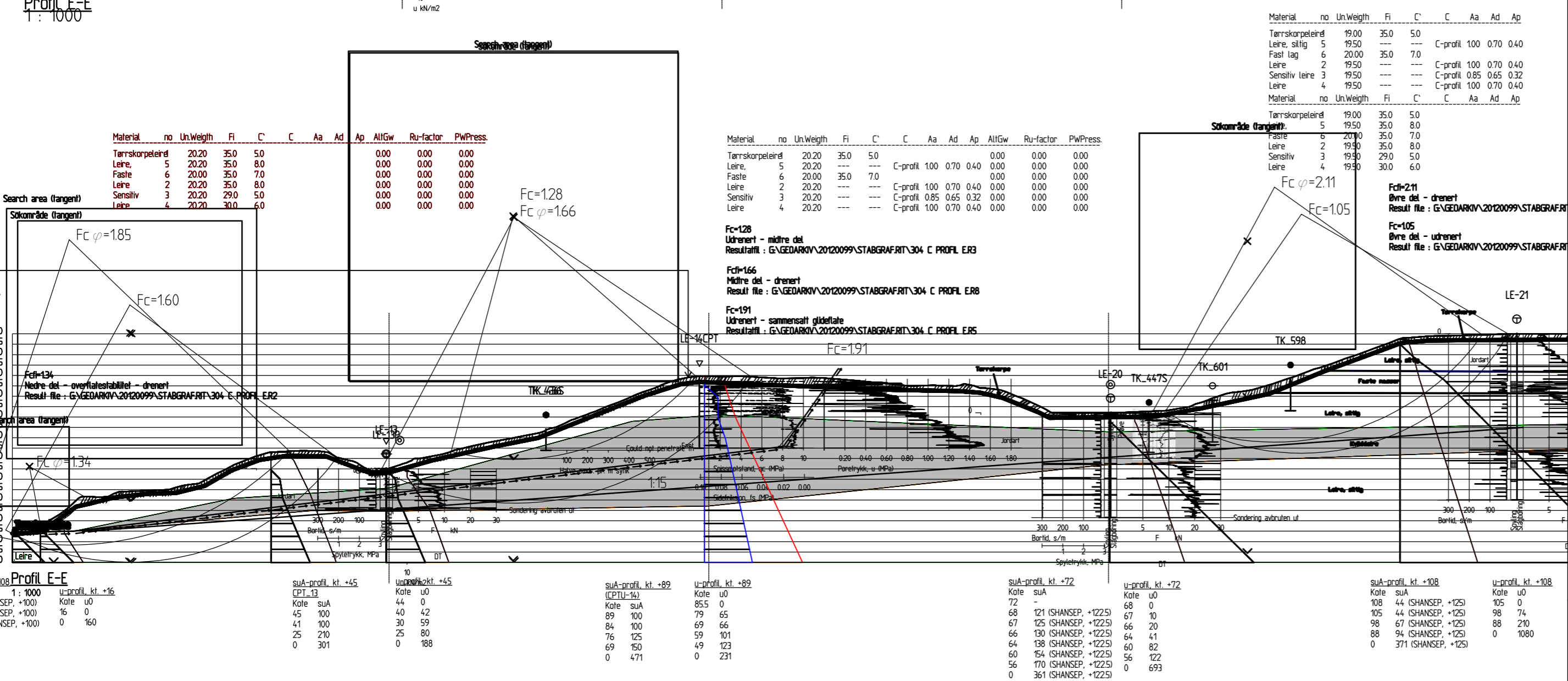
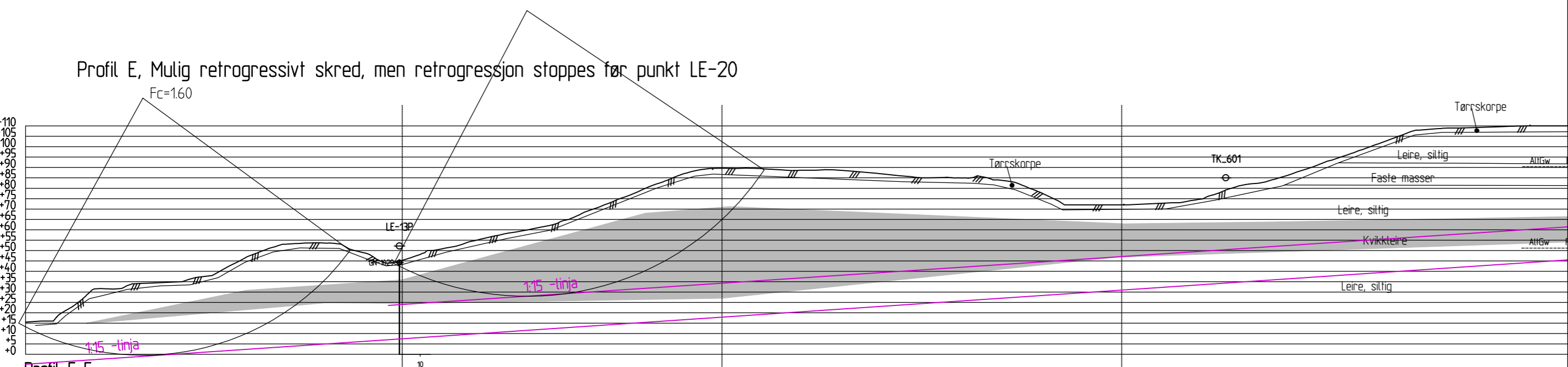
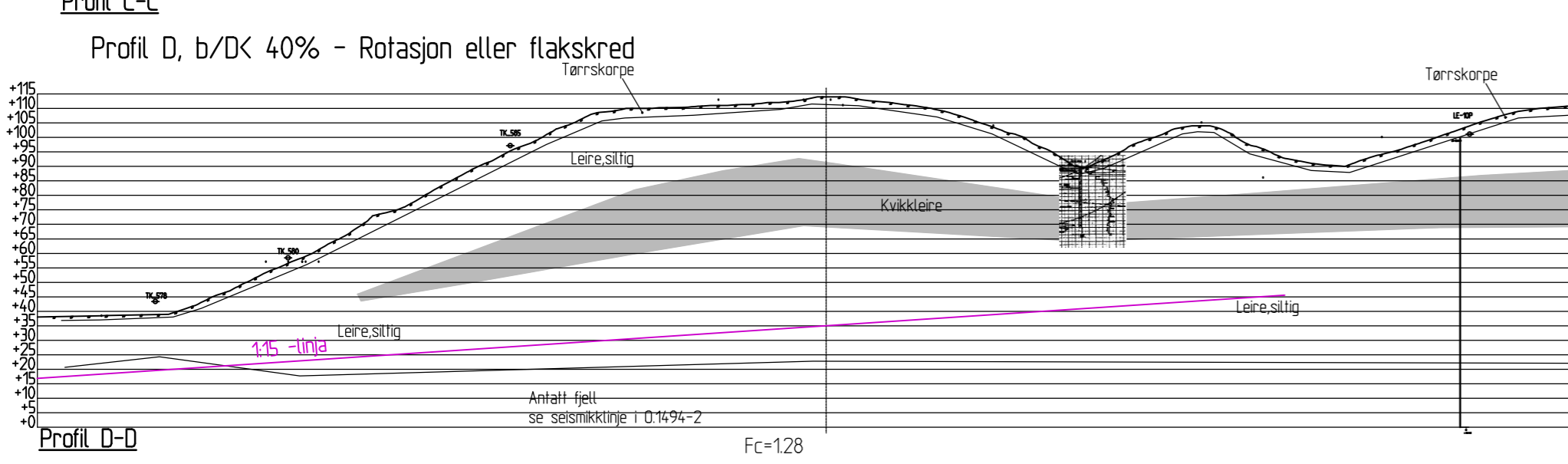
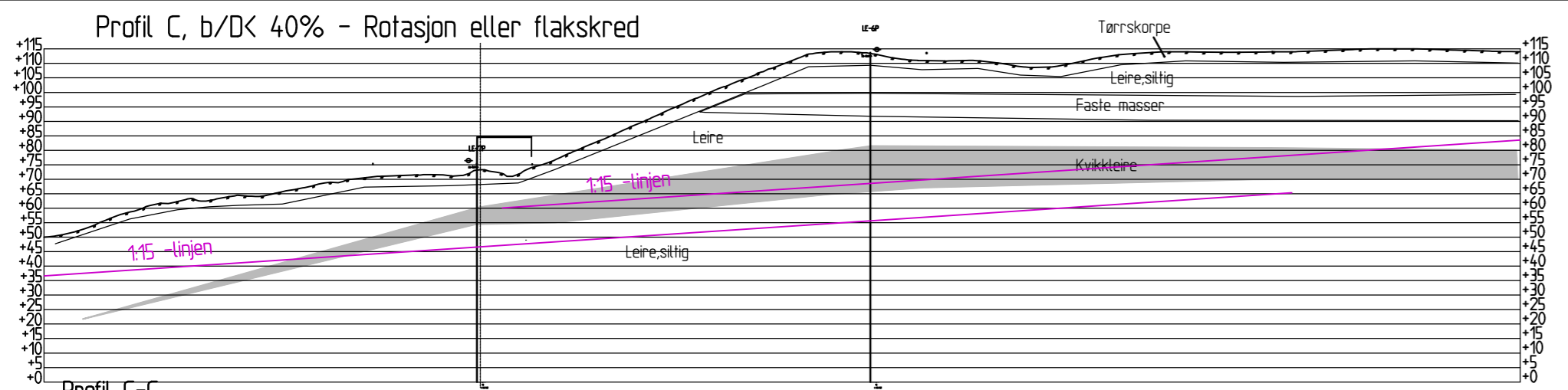
Faresone 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre - Profil A og B

Lagdelling 1:15-linja for vurdering av skredmekanismer

Status	Original format	Tegningens filnavn	Målestokk
---	A2 (420x594)	Leira_Profiler.dwg	1:2000



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 03.08.2021 Oppdragsnr. 20190224	Konstr./Tegnet TLe Tegningsnr. 100	Kontrollert JSL Rev. 0	Godkjent TLe 0
---	---	---	---------------------------------	----------------------



FORKLARINGER:

- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondring
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ⊖ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen
- ┃ Boring avsluttet
- ┃ Antatt stein, blokk eller fast grunn
- ┃ Antatt fjell, berg
- ┃ Boret i fjell
- Antatt fjellførløp

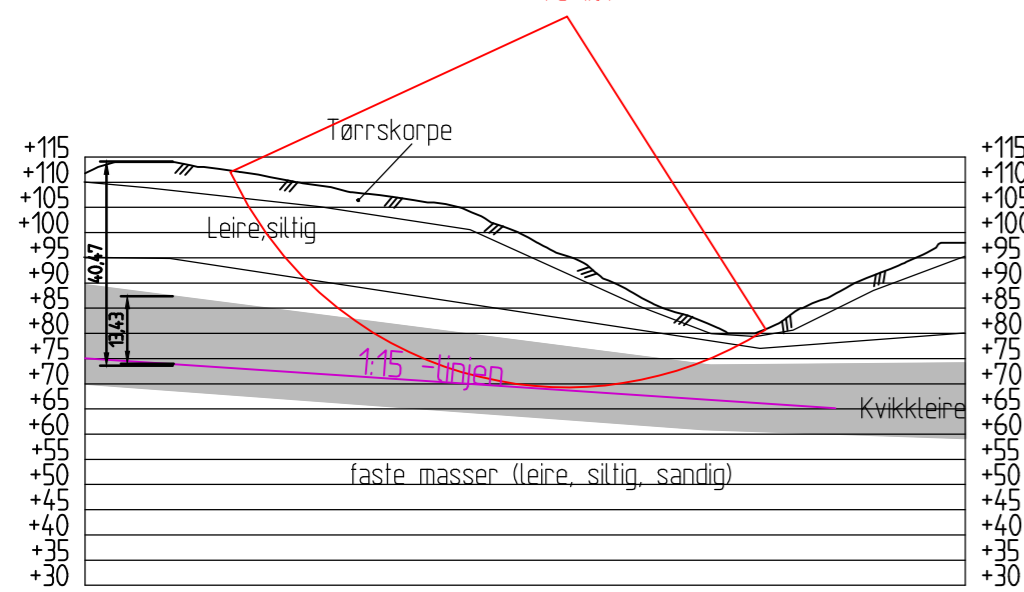
HENVISNINGER:

Profilene fra NGIs rapport 20120099-03-R Kvikkleiresoner Trondheim - Leira, dato 15.06.2014

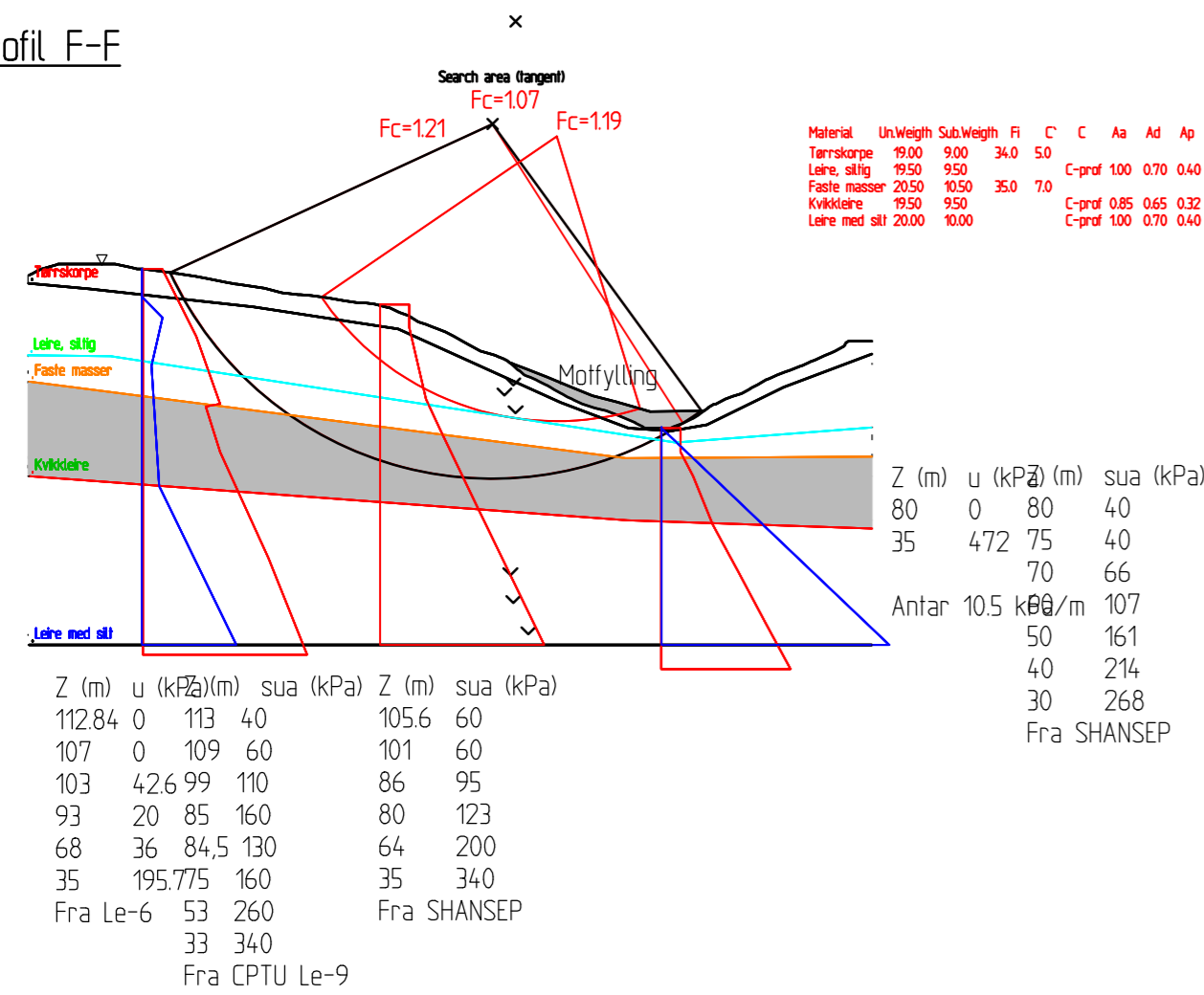
Tegningsstiltel.	Tegningsnr.	Rev.
------------------	-------------	------

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<p>Faresone 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre - Profil C, D og E</p> <p>Lagdeling 1:15-linja for vurdering av skredmekanismer</p>					
<p>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</p>		<p>Dato 03.08.2021</p> <p>Oppdragsnr. 20190224</p>	<p>Konstr./Tegnet TLe</p> <p>Tegningsnr. 101</p>	<p>Kontrollert JSL</p>	<p>Godkjent TLe</p> <p>Rev. 0</p>

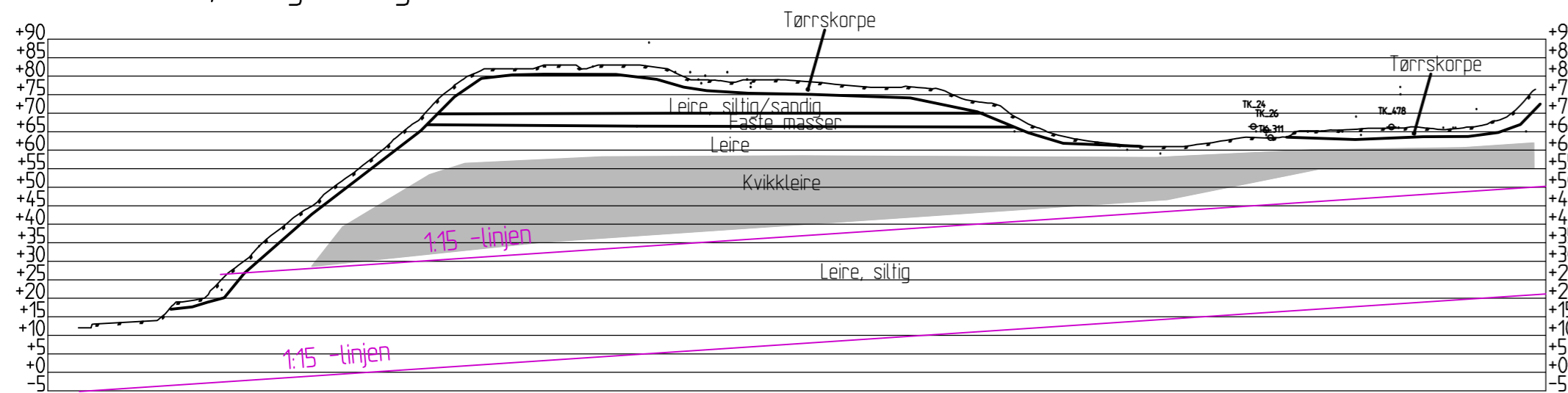
Profil F, b/DK 40% - Rotasjonsskred



Profil F-F

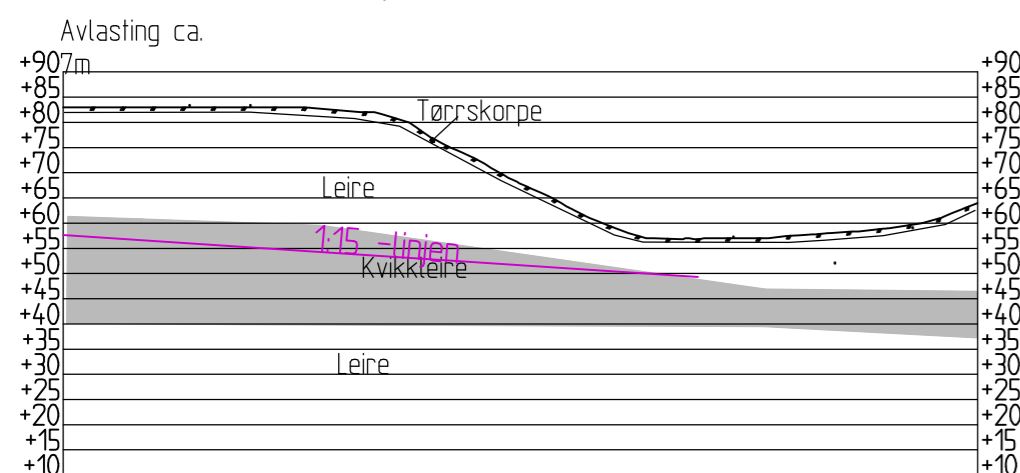


Profil G, mulig retrogressivt skred



Profil G-G

Profil I, rotasjon skred



Profil I-I

FORKLARINGER:

- Dreiesonering ⚡ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie ⊕ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ⚠ Dreietrykkssondering □ Prøvegrop ⚒ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingeboring
- ┆ Boring avsluttet ┆ Antatt stein, blokk eller fast grunn
- ┆ Antatt fjell, berg ⚡ Boret i fjell
- Antatt fjellførløp

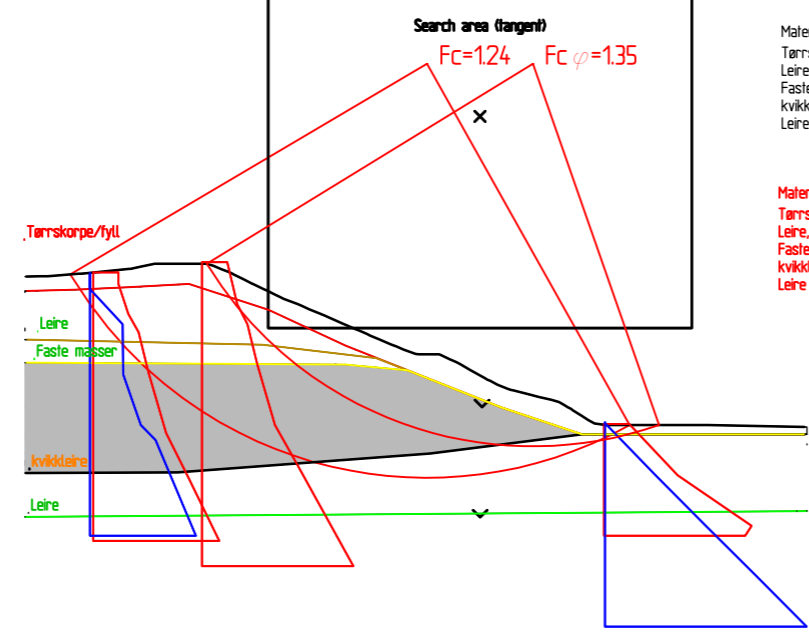
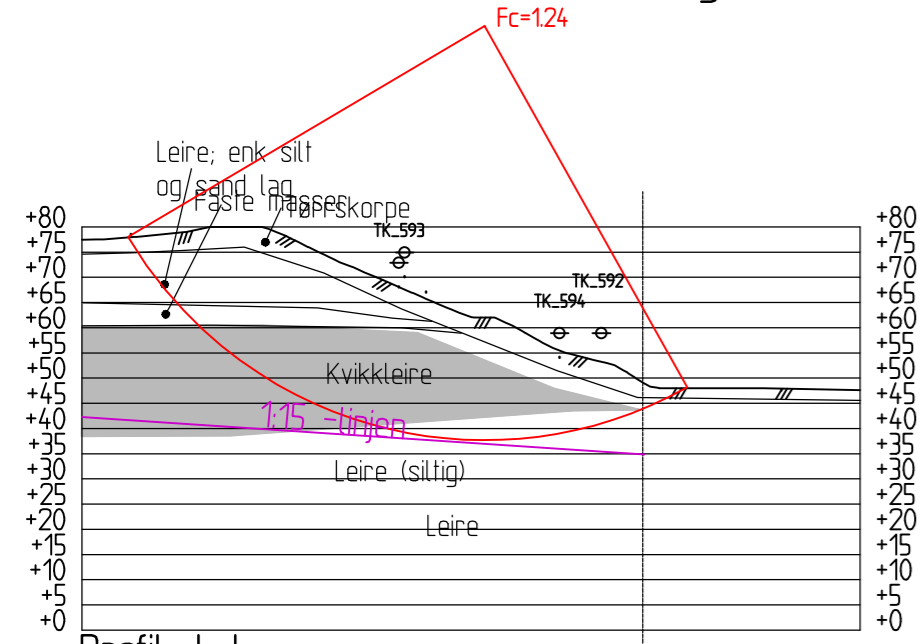
HENVISNINGER:

Profilene fra NGIs rapport 20120099-03-R Kvikkleiresoner Trondheim - Leira, dato 15.06.2014

Tegningsstittel	Tegningsnr.	Rev.
-----------------	-------------	------

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj
Faresone 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre - Profil F, G og I					Status — Original format A2 (420x594) Tegningens filnavn Leira_Profiler.dwg
Lagdeling 1:15-linja for vurdering av skredmekanismer					Målestokk 1:1500
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 03.08.2021 Oppdragsnr. 20190224	Konstr./Tegnet TLe Tegningsnr. 102	Kontrollert JSL	Godkjent TLe Rev. 0

Profil J, b/D > 40% - Retrogressivt skred

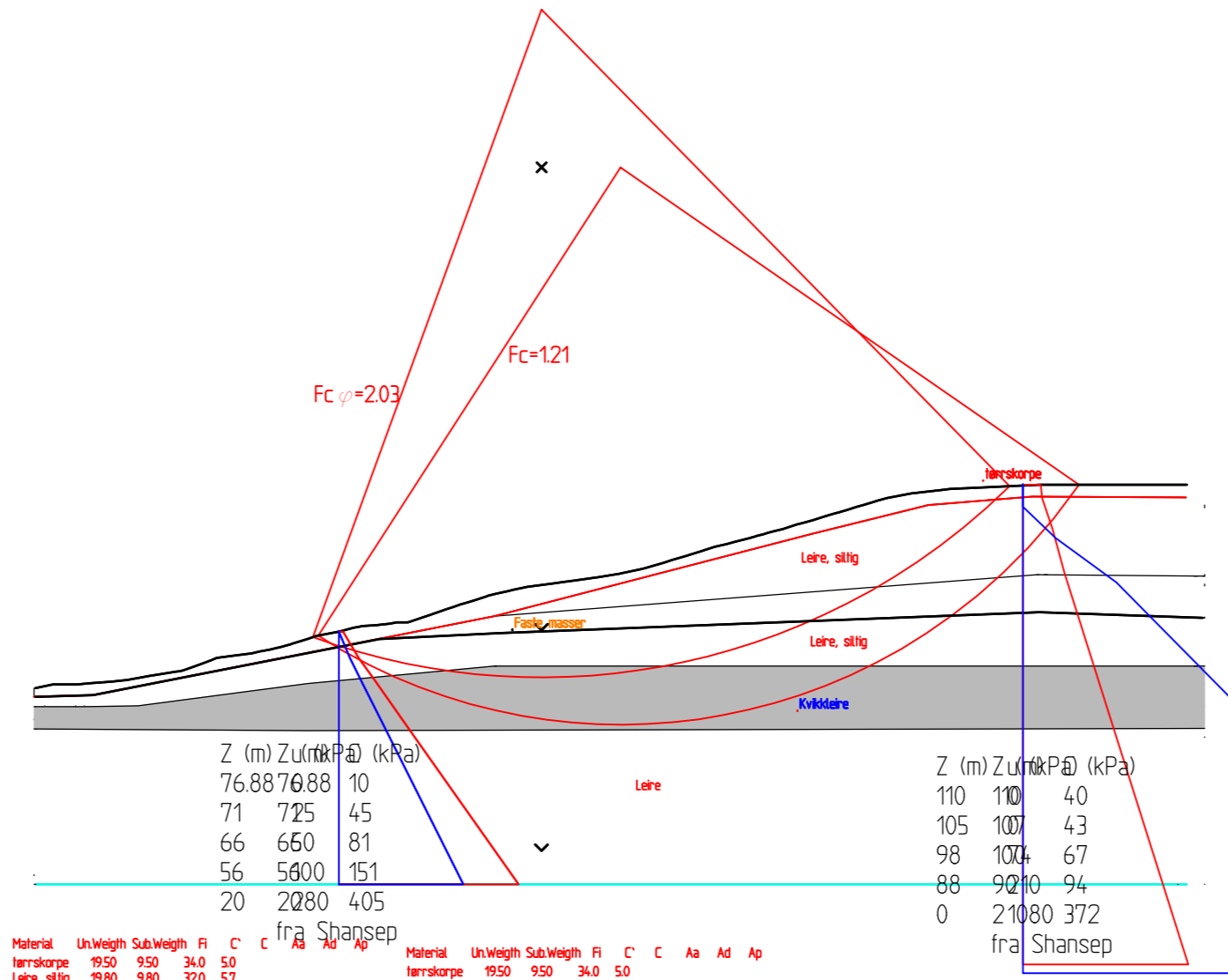
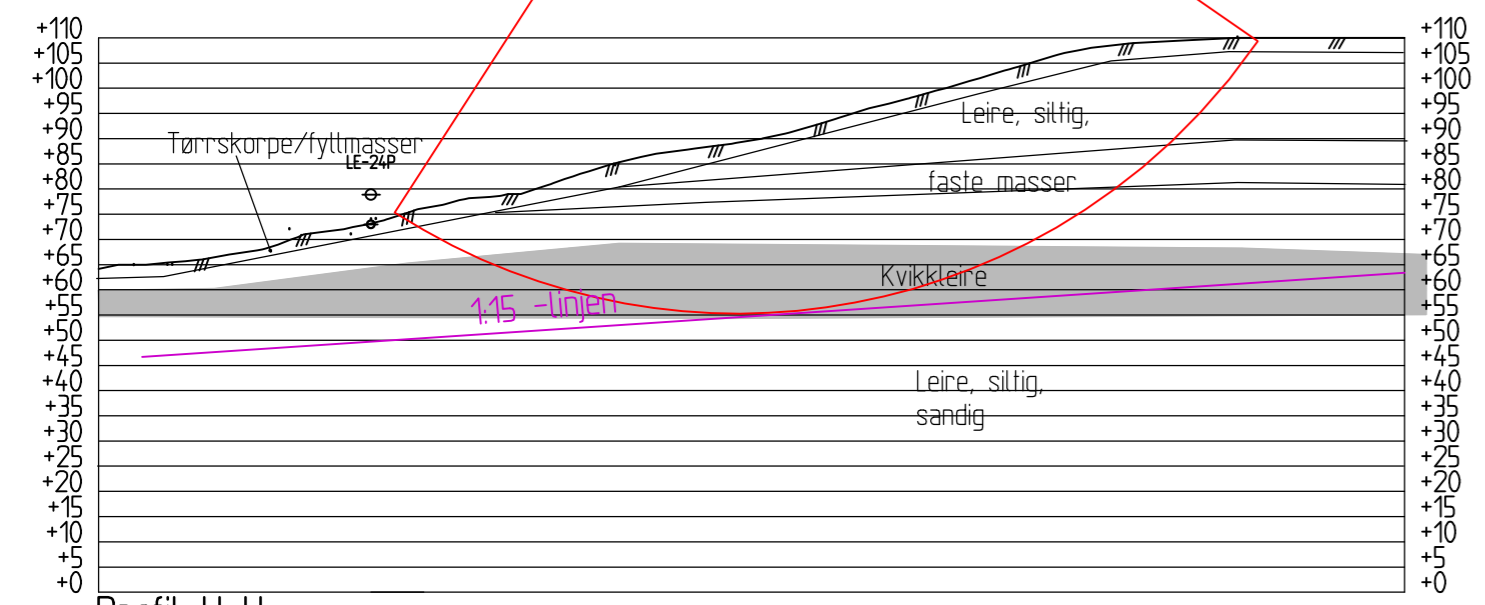


Material	Un	Wegh	Sub	Wegh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	35.0	5.0						
Leire, enk sil	20.00	10.00				C-prof	100	0.70	0.40	
Faste masser	20.00	10.00	35.0	7.0						
Kvikkleire	19.50	9.50				C-prof	0.85	0.65	0.32	
Leire	19.50	9.50				C-prof	100	0.70	0.40	

Material	Un	Wegh	Sub	Wegh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe/fyll	19.50	9.50	35.0	5.0						
Leire, enk sil	20.00	10.00				C-prof	100	0.70	0.40	
Faste masser	20.00	10.00	35.0	7.0						
Kvikkleire	19.50	9.50				C-prof	0.85	0.65	0.32	
Leire	19.50	9.50				C-prof	100	0.70	0.40	

Profil J-J

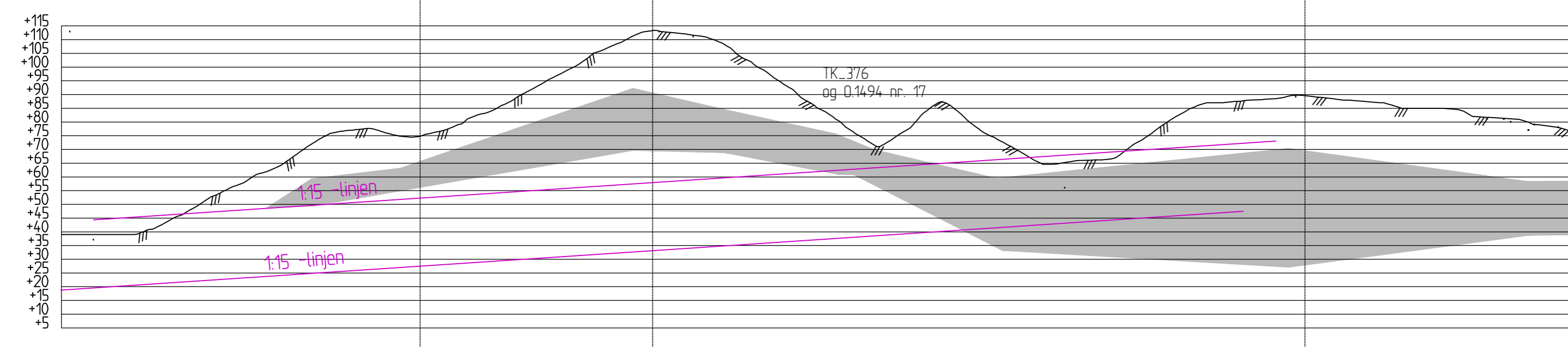
Profil H, b/D < 40% - Rotasjon eller flakskred



Material	Un	Wegh	Sub	Wegh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	34.0	5.0						
Leire, siltig	19.80	9.80	32.0	5.7						
Faste masser	20.00	10.00	35.0	7.0						
Leire, siltig	19.80	9.80	29.0	5.0		C-prof	100	0.70	0.40	
Kvikkleire	19.50	9.50	29.0	5.0		C-prof	0.85	0.65	0.32	
Leire	19.80	9.80	29.0	5.0		C-prof	100	0.70	0.40	

Profil H-H

Profil K, b/D < 40% - Rotasjon eller flakskred



Profil K-K

FORKLARINGER:

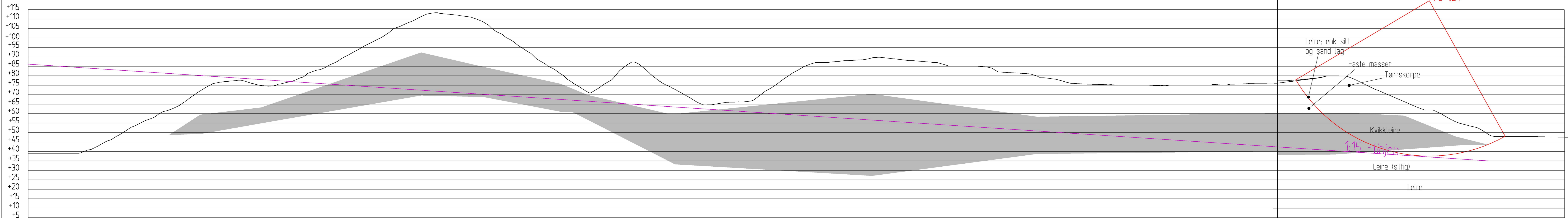
- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksonering
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ⊖ Dreietrykksonering
- ⊕ Totalsonering
- ⊕ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⊕ Fjell i dagen
- ┆ Boring avsluttet
- ┆ Antatt stein, blokk eller fast grunn
- ┆ Antatt fjell, berg
- ┆ Boret i fjell
- Antatt fjellførløp

HENVISNINGER:

Profilene fra NGIs rapport 20120099-03-R Kvikkleiresoner Trondheim - Leira, dato 15.06.2014

Tegningsstittel	Tegningsnr.	Rev.
-----------------	-------------	------

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj
Faresone 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre - Profil J, H og K		Status		Original format A2 (420x594)	
Lagdelling 1:15-linja for vurdering av skredmekanismer		Målestokk 1:1500		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 03.08.2021	Konstr./Tegnet TLe	Kontrollert JSL	Godkjent TLe
Oppdragsnr. 20190224		Tegningsnr. 103		Rev. 0	



Profil K-K Profil J-J

FORKLARINGER:

- Dreiesondering ⚙ Fjellkontrollboring ⊕ Prøveserie ⊖ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ⚡ Dreietrykksondering □ Prøvegrop ⚒ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingeboring
- ┆ Boring avsluttet ┆ Antatt stein, blokk eller fast grunn
- ┆ Antatt fjell, berg ┆ Boret i fjell
- Antatt fjellførte

HENVISNINGER:

Profilene fra NGIs rapport 20120099-03-R Kvikkleiresoner Trondheim - Leira, dato 15.06.2014

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj

Faresone 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre - Lang profil J-K

Lang deling
1:15-linjen for vurdering av skredmekanismer

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 10.08.2021	Konstr./Tegnet TLe	Kontrollert JSL	Godkjent TLe
Oppdragsnr. 20190224	Tegningsnr. 200	Rev. 0		



Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Kvikkleiresonene 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre – Vurdering av utløpsområder		Dokumentnr./Document no. 20190224-02-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	Dato/Date 2021-08-11
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract Oppdragsgiver / Client		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 Leira, kvikkleire, stabilitet, utløpsområde		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Trøndelag	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Trondheim	Felt navn/Field name
Sted/Location Leira	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: UTM32 Øst: 7029000 Nord: 570250	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	2021-08-11 Thi Minh Hue Le	2020-08-11 Jean-Sebastien L'Heureux		

Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release	Dato/Date 11. august 2021	Prosjektleder/Project Manager Thi Minh Hue Le
---	-------------------------------------	---

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 datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

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

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

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

www.ngi.no

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

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

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

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

