



GRUNNTEKNIKK AS

RAPPORT

Kongsberg Tomteselskap AS

**Kongsberg. Effeløt vest omr.
Stabilitet og faregradsevaluering**

**Geoteknisk rapport
114146R1**

28.06.19

Prosjekt: Kongsberg. Efteløt vest omr.
Dokumentnavn: Stabilitet og faregradsevaluering
Dokumentnr: 114146R1
Dato: 28.06.19

Kunde: Kongsberg Tomteselskap AS
Kontaktperson: Tor Einar Lundteigen
Kopi:

Rapport utarbeidet av: Jon Andre Adsersen og Anders Bentsen
Rapport kontrollert av: Geir Solheim
Prosjektleder: Geir Solheim

Sammendrag:

GrunnTeknikk AS har på oppdrag fra Kongsberg Tomteselskap AS utført grunnundersøkelser i området samt geotekniske vurderinger av områdestabilitet, kartlegging/avgrensning av kvikkleiresone og faregradsevaluering iht. retningslinjer fra NVE's veiledning 7-2014 ref. [7]. Tor Einar Lundteigen har vært vår kontaktperson.

Foreliggende rapport beskriver kortfattet resultatene fra de utførte grunnundersøkelser for området og gir en sannsynlig avgrensning for kvikke/sprøbruddmaterialer omkring det planlagte boligområdet. Det er videre utført en faregradsevaluering etter anvisning i NGI rapport ref. [5].

Resultatene for utført faregrads- konsekvens- og risikoevaluering viser:

Faregradsklasse: Lav etter utført tiltak.

Konsekvensklasse: Alvorlig

Risikoklasse: 1

Dette medfører krav til stabilitetsberegninger og videre krav til sikkerhetsfaktor for områdestabilitet på $F = 1,4$ eller forbedring av dagens situasjon etter NVE's retningslinjer hvis $F < 1,4$ i dagens situasjon.

Grunnforholdene innenfor det planlagte boligområdet består av sand/silt over kvikkleire. Stabilitetsberegninger for dagens situasjon viser $F=1,19$, hvilket ikke er tilfredsstillende. Dette medfører tiltak for å bedre områdestabilitet. Tiltakene er beskrevet i rapporten.

Det er krav om at våre vurderinger kvalitetssikres av uavhengig foretak.
Detaljerte vurderinger fremgår av rapporten.

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	5
2	Utførte undersøkelser.....	6
3	Terreng og grunnforhold.....	6
3.1	Terreng.....	6
3.2	Grunnforhold.....	6
4	Stabilitetsforhold, områdestabilitet.....	7
4.1	Utredningens nøyaktighet.....	7
4.2	Marin grense.....	9
4.3	Avgrens områder med marine avsetninger.....	9
4.4	Kartlagte faresoner for kvikkleireskred.....	9
4.5	Avgrensning av aktsomhetsområde etter marine avsetninger og topografi.....	9
4.6	Gjennomføring av befarings og grunnundersøkelser.....	10
4.7	Avgrensning av løseområde, geotekniske vurderinger/analyse.....	10
4.8	Avgrensning av utløpsområde.....	11
4.9	Faregrads- skadekonsekvens- og risikoevaluering.....	11
4.10	Beregningsresultater, dagens situasjon.....	15
	Profil A-A.....	16
	Profil B-B.....	17
5	Vurdering av stabiliserende tiltak.....	18
5.1	Tiltak for profil A-A.....	18
5.2	Tiltak for profil B-B.....	19
6	Oppsummering.....	21
	Kontrollside.....	22

TEGNINGER

Tegn nr.	Tittel	Målestokk/	Format
0	Oversiktskart	1:30 000/	A4
1	Borplan	1:2000 /	A3
100 - 101	Profiler A-A og B-B	1:200 /	A3
500	Kvikkleirefaresone	1:3.000 /	A3
501	Tiltaksplan	1:3.000/	A3

VEDLEGG

1	Stabilitetsberegning -110, A-A dagens situasjon. Effektivspenningsanalyse
2	Stabilitetsberegning -111 A-A dagens situasjon. Totalspenningsanalyse
3	Stabilitetsberegning -112 A-A drenerende støttefylling. Effektivspenningsanalyse
4	Stabilitetsberegning -114 B-B dagens situasjon. Totalspenningsanalyse
5	Stabilitetsberegning -115 B-B dagens situasjon. Effektivspenningsanalyse
6	Stabilitetsberegning -118 B-B avlastning og utretting av skråning. Totalspenningsanalyse
7	Stabilitetsberegning -119 B-B avlastning og utretting av skråning. Effektivspenningsanalyse

REFERANSER

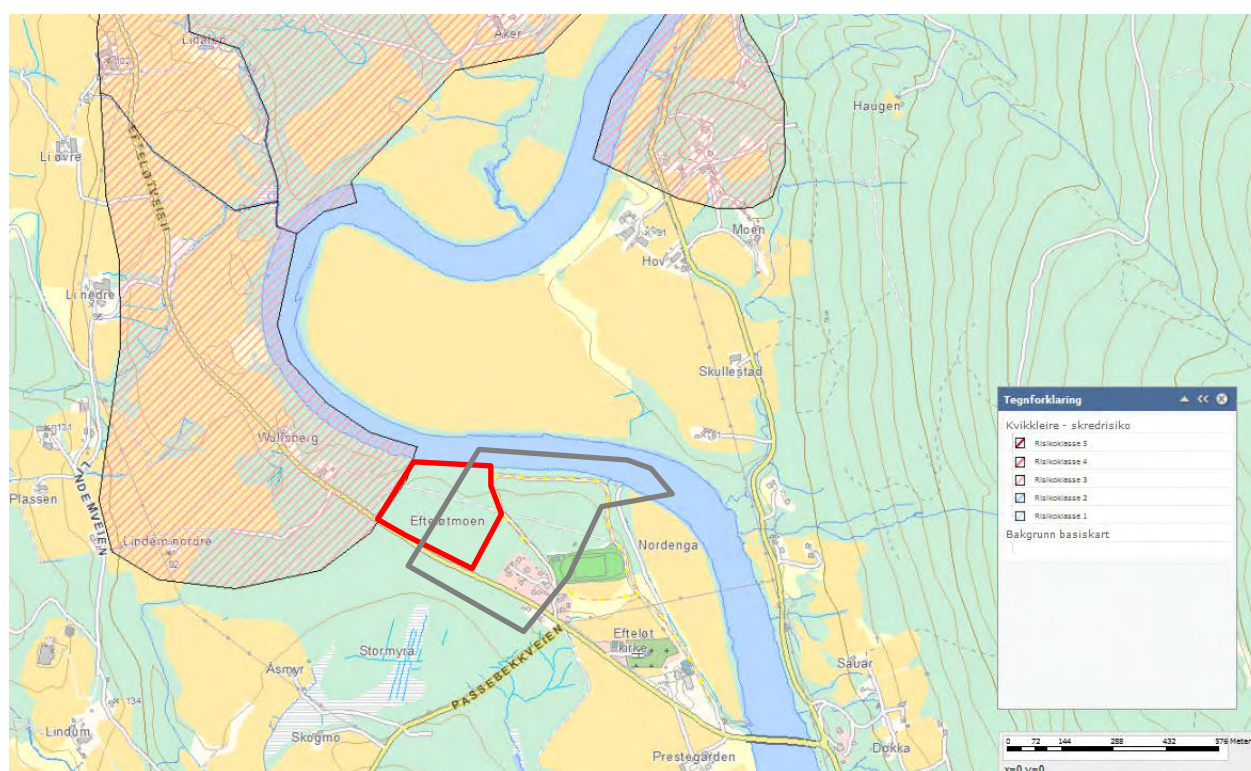
[1]	Geoteknisk datarapport 112101r1 datert 24. august 2018. GrunnTeknikk AS
[2]	Geoteknisk datarapport 110737r1 rev. A datert 15. mai 2014. GrunnTeknikk AS
[3]	Geoteknisk rapport 110737r2 rev. A Stabilitet og faregradsevaluering, datert 08.07.2014. GrunnTeknikk AS
[4]	Teknisk beregning 114146b1 datert 4. juni 2018. GrunnTeknikk AS
[5]	Rapport 200010008-2, rev. 3 «Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire» datert 08.10.2008, NGI
[6]	Retningslinjer 2011_02 «Flom- og skredfare i arealplanar», NVE
[7]	Veileder nr. 7-2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred. <i>«Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper»</i> . NVE 2014
[8]	Byggeteknisk forskrift TEK10, sist revidert 01.07.11 Plan og bygningsloven (PBL),

1 Innledning

Kongsberg Tomteselskap AS arbeider med omregulering av områdene vest for boligfeltet på Efteløt i Kongsberg kommune. GrunnTeknikk AS har i 2018 på oppdrag fra Kongsberg Tomteselskap AS utført grunnundersøkelser i området. Tor Einar Lundteigen har vært vår kontaktperson.

Utførte grunnundersøkelser er beskrevet i geoteknisk datarapport 112101r1 datert 24. august 2018 fra GrunnTeknikk AS, ref. [1].

Det undersøkte område ligger øst for kvikkleiresone «1330 Lindern Nordre» klassifisert av NGI og vest for tidligere registrert kvikkleirefarezone, ref. [3]. Se figur 1 nedenfor for plassering. Undersøkelsene for Efteløt boligområde viser at den eksisterende sonen bør utvides mot øst og involvere det undersøkte tomteområdet.



Figur 1. Utsnitt fra skredatlas.nve.no. Aktuelt område er omtrentlig markert med rødt. Antatt kvikkleire utbredelse dokumentert i ref. [3].

Foreliggende geotekniske rapport inneholder resultater fra de utførte stabilitetsberegningene og anbefalinger av stabiliserende tiltak. Detaljerte beregninger er beskrevet i teknisk beregningshefte 114146tb1 datert 4. juni 2018 av GrunnTeknikk AS, ref. [4].

I tillegg inneholder rapporten en faregrad-, skadekonsekvens- og risikoevaluering av kvikkleiresonen iht. retningslinjer utarbeidet av NGI, ref. [5].

2 Utførte undersøkelser

Grunnundersøkelsene er utført av GeoStrøm AS med beltegående borerigg. Det er utført grunnundersøkelser i 2018. Detaljert beskrivelse av felt- og laboratorieundersøkelser fremgår av geoteknisk datarapport ref. [1].

I tillegg er det tidligere utført grunnundersøkelser for eksisterende boligområde lenger øst. Grunnundersøkelsene ble utført i 2 faser. Fase 1 er utført oktober/november 2013, og fase 2 er utført i mars 2014. Detaljert beskrivelse av felt- og laboratorieundersøkelser fremgår av datarapport ref. [2].

3 Terreng og grunnforhold

Borplan med plassering av utførte boringer er vist på tegning 114146-1. Tegning 114146-500 viser antatt utstrekning av kvikkleiresonen ut fra de utførte undersøkelsene.

3.1 Terreng

Det undersøkte området ligger ved Efteløt i Lågendalen, mellom Hvitvingfoss og Kongsberg i Kongsberg kommune.

Det aktuelle boligområdet ligger nordvest for Efteløt boligområde, og strekker seg fra Rv40/Efteløtveien i syd til Numedalslågen i nord. Søndre del av området ligger på en relativt flat elveterrasse på ca. kote +80, mens området i nord er preget av skråning som heller 1:2 ned mot Numedalslågen. I følge kommunalt kart ligger Numedalslågen på ca. kote +60,5, dvs. at skråningene er 20-24 m høye, gitt at dybde midt i Numedalslågen er ca. 2-3 m. Syd for Rv40 er terrenget tilnærmet flatt.

Tomteområdet var tidligere skogsområde som nå er ryddet.

3.2 Grunnforhold

Under et topplag av sand med ca. 6-8 m mektighet er det påvist ca. 8 m tykk kvikkleire innenfor hele det planlagte boligområdet. Under kvikkleira er det et ca. 2 m tykt sand/silt lag, derunder leire til fjell. Leiravsetningen er lagdelt med tynne lag/sjikt av silt og finsand. Leira er overkonsolidert og middels fast til fast. Kvikkleiresonen synes å henge sammen med tidligere kartlagt faresone i øst og «1330 Lindern Nordre» i vest. Sonen synes også tilnærmet å være avgrenset av Efteløtveien/Rv40 i syd og krysser over idrettsplassen mot øst.

Det er ikke påvist sensitive eller kvikke masser ved kirken, skolen eller i de østvendte skråningene øst for idrettsplassen.

Resultater fra CPTU sonderinger viser sterkt overkonsoliderte masser i bunn av skråning ved borpunkt 2, 201 og noe overkonsoliderte masser ned til rundt 19 m ved borpunkt 105.

Grunnvannstanden er målt til ca. kote + 70 (11 m under terreng) ved PZ5 som ligger på platået. I skråningen ned mot Numedalslågen er grunnvannstanden målt til ca. kote + 66 (4 m under terreng) ved PZ200. Grunnvannstanden vil generelt variere med årstider og nedbørsforhold.

For en mer detaljert beskrivelse av grunnforholdene vises til datarapport ref. [1].

4 Stabilitetsforhold, områdestabilitet

Gjeldende regelverk stiller krav til trygghet mot naturpåkjenninger (skred, flom, etc.). Da grunnundersøkelsene har påvist kvikkleire, har vi vurdert områdestabiliteten for eiendommen. For våre vurderinger ligger NVEs retningslinjer og veileder ref. [6] og [7] til grunn. Disse oppfyller krav om sikker byggegrunn i forhold til PBL og Teknisk forskrift, TEK10 ref. [8].

4.1 Oppsummering av gjennomgang av prosedyre i NVE 7/2014

Tabell 1 oppsummerer gjennomgang av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVEs veileder 7/2014 [6]. Vurderinger rundt punktene er nærmere beskrevet i påfølgende delkapitler.

Pkt.	Arbeidsoverskrift	Kommentar
1	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Detaljreguleringsplan og tiltakskategori K4. Utført
2	Undersøk om hele eller deler av områder ligger under marin grense.	Hele området ligger under marin grense. Utført
3	Avgrens områder med marine avsetninger	Marine avsetninger ant. på hele området. Utført
4	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Eiendommen ligger mellom «1330 Lindern Nordre» (NGI) og kvikkleirefaresone utredet av GrunnTeknikk AS i øst, ref. [3] Utført
5	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Basert på terrengkriterier ligger hele planområdet innenfor en aktsomhetszone - Utført
6	Gjennomføring av befarings og grunnundersøkelser/vurdering av grunnlag	Gjennomgang av tilgjengelige grunnundersøkelser er utført. Utført
7	Avgrens løseområder mer nøyaktig	Aktsomhetsområdet avgrenset og redusert. Utført
8	Vurder og avgrens sannsynlig utløpsområder for skredmasser	Utløpsområdet begrenser seg til Numedalslågen. Utført
9	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Utført
10	Stabilitetsvurderinger. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet	Utført

Tabell 1. Oppsummering av gjennomgang av prosedyre i NVE 7/2014

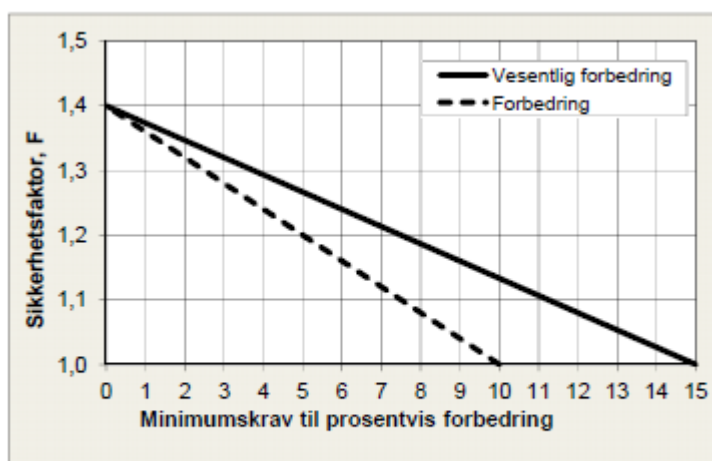
4.2 Utredningens nøyaktighet

Tiltaket medfører tilflytting av mennesker i flere nye boenheter og faller under tiltakskategori K4 iht. tabell 5.2 i ref. [7]. Krav til beregningsmessig sikkerhet er da $\gamma_m \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse eller prosentvis forbedring iht. tabell 5.2 i veilederen samt figur 5.1 vist under.

Tabell 5.2 Tiltakskategorier der det er nødvendig å identifisere, avgrense og faregradsevaluere hele faresonen.

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
<p>K2: Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket.</p> <p>Dersom tiltaket medfører tilflytting av personer skal tiltaket plasseres i tiltakskategori K3 eller K4.</p>	<p>a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Ikke forverring **</p> <p>Kvalitetssikres av kollega.*</p>		<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Ikke forverring hvis $F > 1,2$, eller</p> <p>c) Forbedring hvis $F \leq 1,2$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
<p>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.</p> <p>Eksempler er bolighus og fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, mindre utendørs publikumsanlegg, mindre næringsbygg, større VA-anlegg.</p>	<p>a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Ikke forverring**</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Ikke forverring hvis $F \geq 1,2$, eller</p> <p>c) Forbedring hvis $F < 1,2$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
<p>K4: Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner.</p> <p>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.</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>		<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Vesentlig forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>

Figur 2: Krav til stabilitetsanalyse avhengig av tiltakskategori og faregradsklasse fra ref. [7].



Figur 5.1 Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer eller bruk av lette masser.

Figur 3 «Figur 5.1» fra ref. [5].

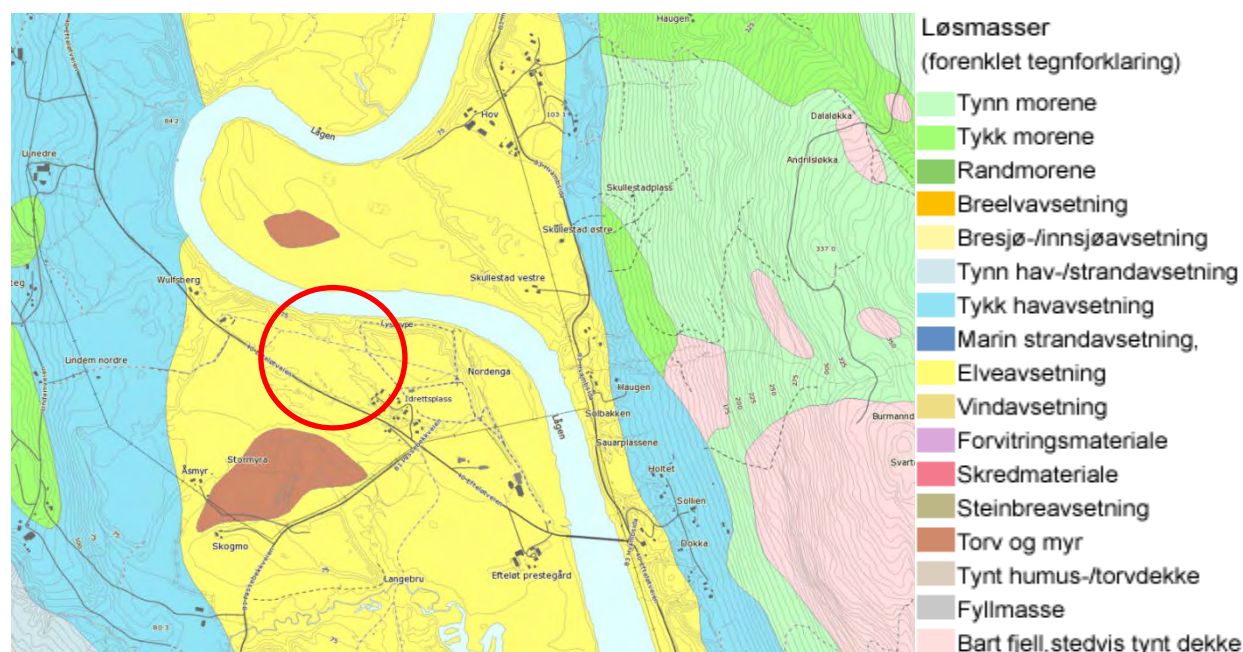
4.3 Marin grense

Hele området ligger under marin grense, skrednett.no kartgrunnlag.

4.4 Avgrensens områder med marine avsetninger

Løsmassekart fra NGU angir at grunnen i området er «elveavsetning» (gul farge). Elveavsetninger forventes å bestå av lagdelte masser av sand, grus og silt. På begge sider av dalføret er det imidlertid angitt «tykk havavsetning» (lyseblå farge). Slike masser forventes å bestå av leire/silt.

Figur 4, nedenfor, viser løsmassekart fra NGUs hjemmesider. Aktuelt planområde er markert.



Figur 4: Løsmassekart fra ngu.no. Aktuelt område er markert med rødt

4.5 Kartlagte faresoner for kvikkleireskred

Iht. kart på skrednett.no er det kartlagt et kvikkleirefareområde vest for eiendommen. Se kapittel 1, figur 1, som viser et utklipp av kartet fra skrednett.no.

4.6 Avgrensning av aktsomhetsområde etter marine avsetninger og topografi

Punktet omfatter avgrensning av aktsomhetsområdet til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred. Dette omfatter bla. avgrensning i form av synlig fjell og at skred kan inntreffe innenfor følgende terreng kriterier:

- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og total skråningshøyde > 5 m.
- I platåterreng: Høydeforskjell på 5 m og mer, inkl. dybde til elvebunn/for marbakke
- Maksimal bakovergrepene skredutbredelse = 20 x skråningshøyde, målt fra for skråning/marbakke/ bunn ravine

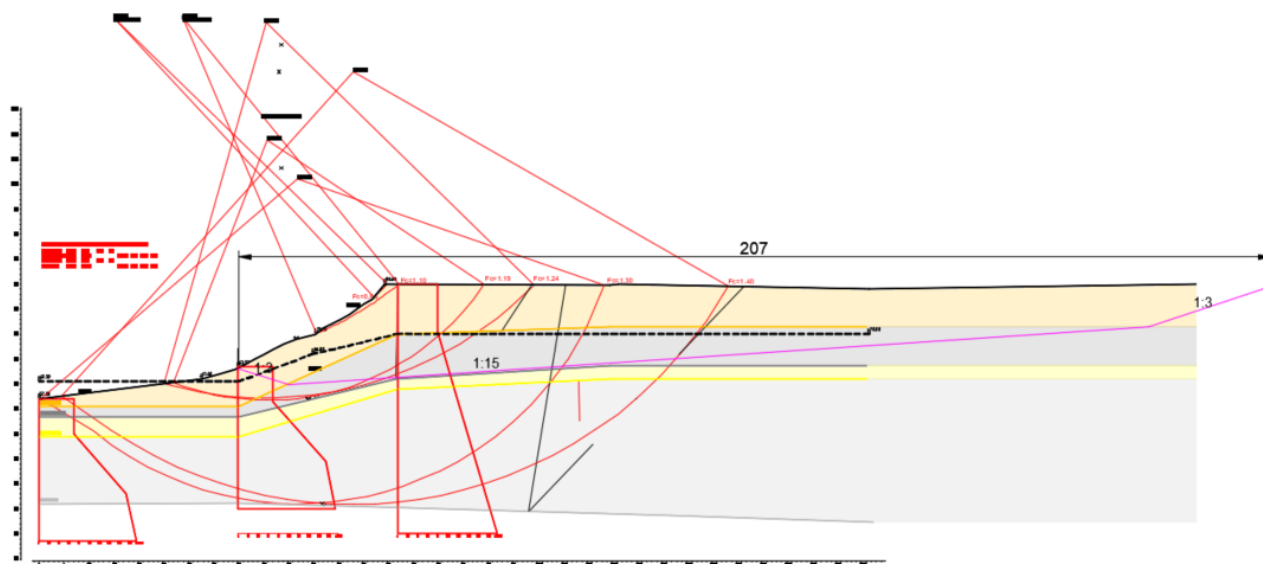
Aktsomhetsområdet strekker seg videre vestover langs med Numedalslågen til Efteløtveien 231 og østover til det lavereliggende området nordøst for Efteløt Kirke. Aktsomhetsområdet begrenser seg fra Numedalslågen i nord og maksimalt 20 x 24 = 480 m mot syd.

4.7 Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser

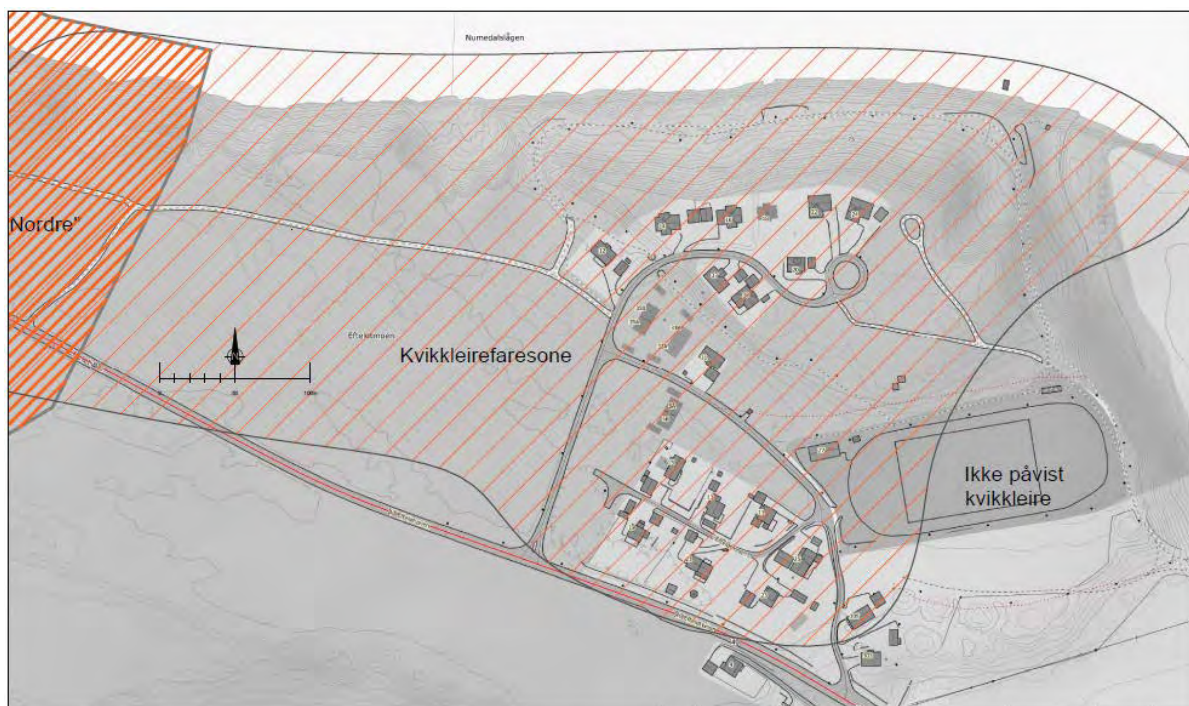
Det er utført grunnundersøkelser innenfor planområdet, disse viser kvikkleire, jf. kapittel 2.

4.8 Avgrensning av løsneområde, geotekniske vurderinger/analyse

Vurderinger utført på beregningsprofil B-B tilsier at utbredelsen av løsneområde sørover er ca. 210 m fra nedre del av skråning ned mot Numedalslågen. Se figur 5 og 6 nedenfor.



Figur 5: Utsnitt fra beregning 114. Profil B-B som viser bakovergrepene skredutbredelse, ca. 210 m.



Figur 6: Utsnitt av tegning 114146-500 viser kartlagt kvikkleirefarezone.

4.9 Avgrensning av utløpsområde

NVEs veileder viser ikke til noen metode å begrense utløpsområdet på og viser til at det skal benyttes faglig skjønn for å vurdere dette. Vi mener utstrekning av et utløpsområde vil begrense seg med utløp i Numedalslågen mot nord. Vi har derfor ikke vist utløpsområde sammen med faresonen. Det er liten risiko for sekundærvirkninger (oppdemning og ev. flom/flodbølge etc.) av et evt. skred.

4.10 Faregrads- skadekonsekvens- og risikoevaluering

Det planlagte boligområde er ikke angitt som kvikkleire faregradssone på NVE's karttjeneste www.skrednett.no, men boligområdet ligger inntil faregradssonen vist på figur 1. Denne sonen er klassifisert til middels faregradsklasse, alvorlig konsekvensklasse og risikoklasse 3.

Det er på bakgrunn av tett plassering til faregradssonen vest for boligområde, skrånings høyde og helning ned mot Numedalslågen iht. NVE's veileder ref. [7] krav til at det foretas en faregrads-skadekonsekvens- og risikoevaluering av området. De utførte grunnundersøkelser viser, som beskrevet i kapitel 2, forekomst av kvikkleire under hele boligområdet. Det utføres i det følgende faregrads-skadekonsekvens- og risikoevaluering av denne kvikkleiresonen. Evaluering utføres iht. retningslinjer beskrevet i NGI rapport ref. [5].

Faregradsklasse

Tabell 3.1 viser klassifiseringssystemet med score poeng og vektall, tabell 3.2 viser tildelte score poeng for det aktuelle område og tabell 3.3 viser inndeling i ulike faregradsklasser.

Tabell 3.1 Grunnlag for evaluering av faregrad

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidl. skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15
Tidligere/ nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa	+3	> + 30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa	-3	> -50	- (20 - 50)	- (0 - 20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20
Erosjon	3	Aktiv/ glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	+3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forverring	-3	Stor	Noe	Liten	
Forbedring					
Sum poeng		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 3.2 Faregradsevaluering for området

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	2	2	Noe, synlige skredgroper langs Numedalslågen, datert ca. 1960
Skråningshøyde	2	2	4	Høydeforskjellen ned mot elva er ca. 24 m.
OCR	2	2	4	Området er i bunn skråning sterkt overkonsolidert og noe overkonsolidert på toppen av plataet.
Poretrykk	3/-3	0	0	Det er utført poretrykksmåling i to punkter. Hydrostatisk poretrykk.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Kvikkleiremektighet er fra ca. 2 ut mot Lågen og ca. 8 m på plataet.
Sensitivitet	1	3	3	Sensitiviteten er målt til $S_t = 240$ i kvikkleira.
Erosjon	3	0	0	Det er ikke erosjon av betydning.
Inngrep	3/-3	-2	-6	Terrenget må avlastes ca. 1 m for å tilfredsstille kravet satt av NVE's veileder.
Poengverdi (F_i)			11	Faregradsklasse «lav» etter utført tiltak.

Tabell 3.3 Faregradsklassene er inndelt tre faresoner

Faregradsklasse	Lav	Middels	Høy
Faregradsindikator, F_i	0 - 17	18 - 25	26 - 51
Relativ sannsynlighet for skred	Lav	Middels	Høy
Erosjon	Ingen/lite	Noe	Aktiv
Terrenginngrep	Ingen/forbedring	Noe stabilitetsforverring	Stabilitetsforverring

Evalueringen gir samlet poengverdi på 11, hvilket medfører lav faregradsklasse jf. tabell 3.3.

Skadekonsekvensklasse

Tabell 3.4 viser klassifiseringssystemet med score poeng og vektall, tabell 3.5 viser tildelte score poeng for det aktuelle område og tabell 3.6 viser inndeling i tre ulike faregradsklasser etter samlet score poeng.

Tabell 3.4 Grunnlag for skadekonsekvens evaluering

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	>50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentralt	Regionalt	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flo	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 3.5 Skadekonsekvensevaluering for aktuelt området

Faktorer	Vektall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	1	4	Boligområdet i øst er tett bebyg
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen, tidligere skogsområde
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen, tidligere skogsområde
Vei, ÅDT	2	2	4	ÅDT total = 3400 iht. vegvesen/veinet.no
Toglinje	2	0	0	Ingen
Kraftnett	1	0	0	Ingen
Oppdemming/flo	2	0	0	Ingen, området ligger over flomgrense.
Poengverdi			8	Skadekonsekvensklasse "Alvorlig"

Tabell 3.6 Skadekonsekvensklassene er inndelt tre klasser

Skadekonsekvensklasse	Mindre alvorlig	Alvorlig	Meget Alvorlig
Skadekonsekvensindikator, S_i	0 - 6	7 - 22	23 - 45
Skade/tap av liv	Liten fare	Fare	Stor fare
Økonomiske tap	Moderat	Betydelig	Meget store

Den utførte evaluering gir samlet poengverdi på 8, hvilket klassifiserer sonen i skadekonsekvensklasse alvorlig.

Risikoklasse

Risikoklasse er definert som produktet mellom samlet poengverdi for hhv. faregradsevaluering og konsekvensevurdering, hvilket for den aktuelle faresonen gir poengverdi 88. Tabell 3.7 viser inndeling i 5 ulike risikoklasser etter samlet poengverdi. Faresonen klassifiseres etter tabellen til risikoklasse 1.

Tabell 3.7 Risikoklasse

Risikoklasse	1	2	3	4	5
Risikoindeks, R_i	< 170	171- 630	631 - 1900	1901 - 3200	>3200
Videre aktiviteter	ingen	ingen	Vurdere grunnundersøkelse og stabilitet	Grunnundersøkelse, stabilitetsanalyser og evt. tiltak	Grunnundersøkelse, stabilitetsanalyser og tiltak

Konklusjon

Faregradsklasse: Middels før tiltak og lav etter tiltak.

Konsekvensklasse: Alvorlig

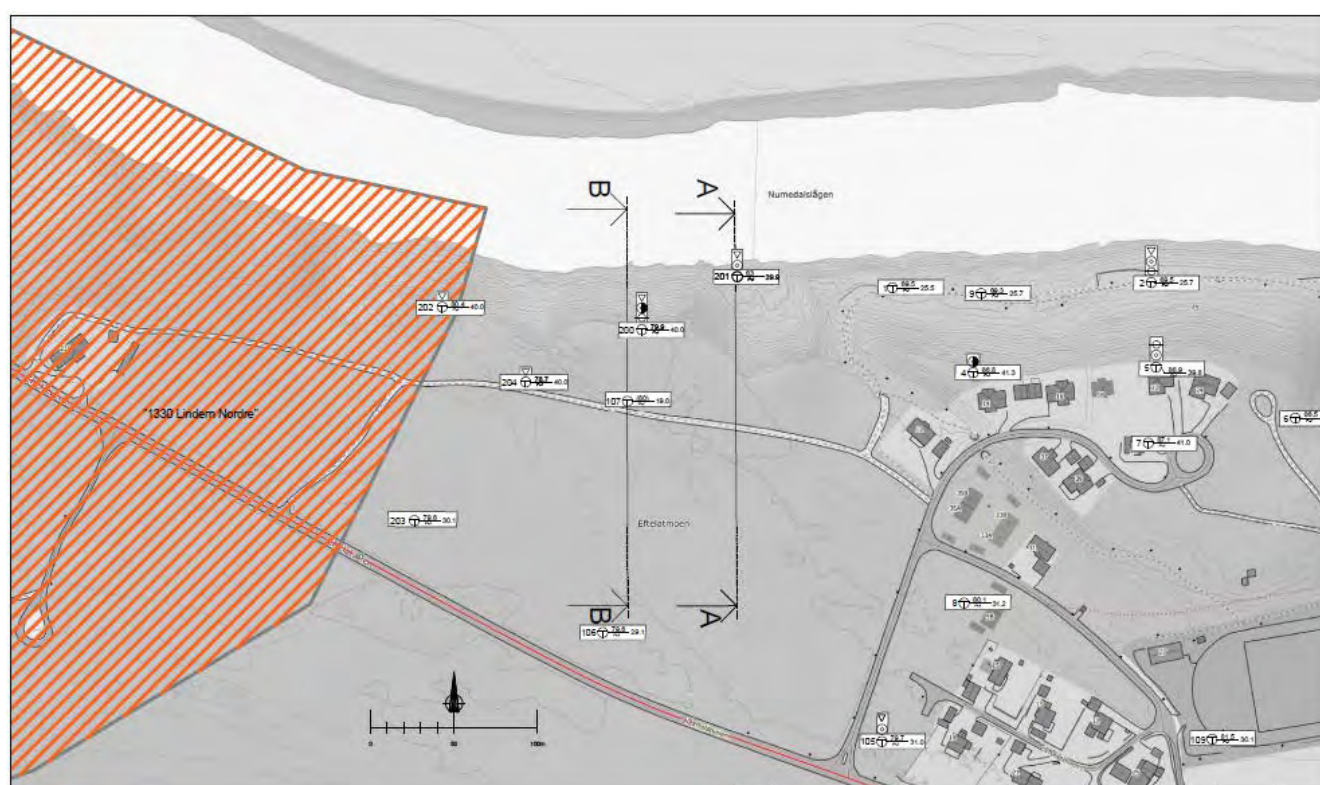
Risikoklasse: 1

4.11 Beregningsresultater, dagens situasjon

Ut fra kartet og resultater fra utførte boringer, har vi valgt å utføre stabilitetsberegninger i to utvalgte og representative profiler; A-A og B-B. Plassering av beregningsprofilene er vist på figur 7, som igjen er et utsnitt av borplan, tegning -1.

Profil A-A er plassert gjennom en antatt gammel skredgrop fra skred som antakelig gikk en gang på 1960-tallet (fra eldre flyfoto).

Profil B-B er det antatt mest kritiske/representative profilet for skråningen ned mot Numedalslågen. Skråningen er bevokst med lav blandet skog og har gjennomsnittlig helning ca. 1:2.



Figur 7: Utsnitt av borplan, tegning 114146-1. Viser beregningsprofiler og omtrentlig utbredelse av kvikkleirefarezone «1330 Lindern Nordre».

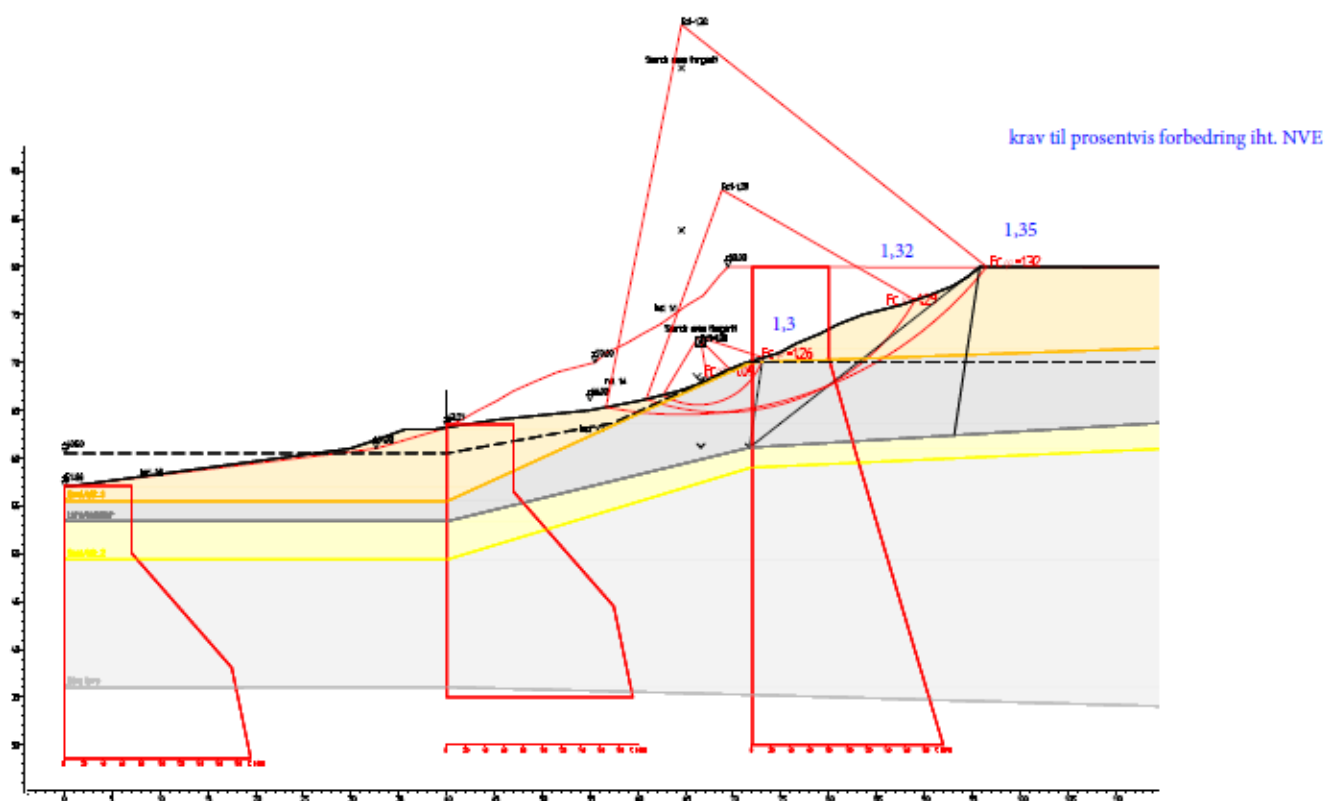
Profil A-A

Grunnundersøkelsene har påvist ca. 2-8 m tykk kvikkleire under 6-8 m med sand fra RV40 og i den 24 m høye skråningen ned mot Numedalslågen. Det er i beregningene konservativt antatt at kvikkleirelaget fortsetter ut i Numedalslågen.

Beregnet sikkerhet for dagens situasjon, effektivspenningsanalyse, er $F = 1,09$ for en kritisk glideflate fra midt i rasgropa, se figur 8.

Stabilitetsforholdene er ikke tilfredsstillende, og det må utføres stabiliserende tiltak i den gjenværende rasgropa før området på oppsiden kan benyttes til boligformål.

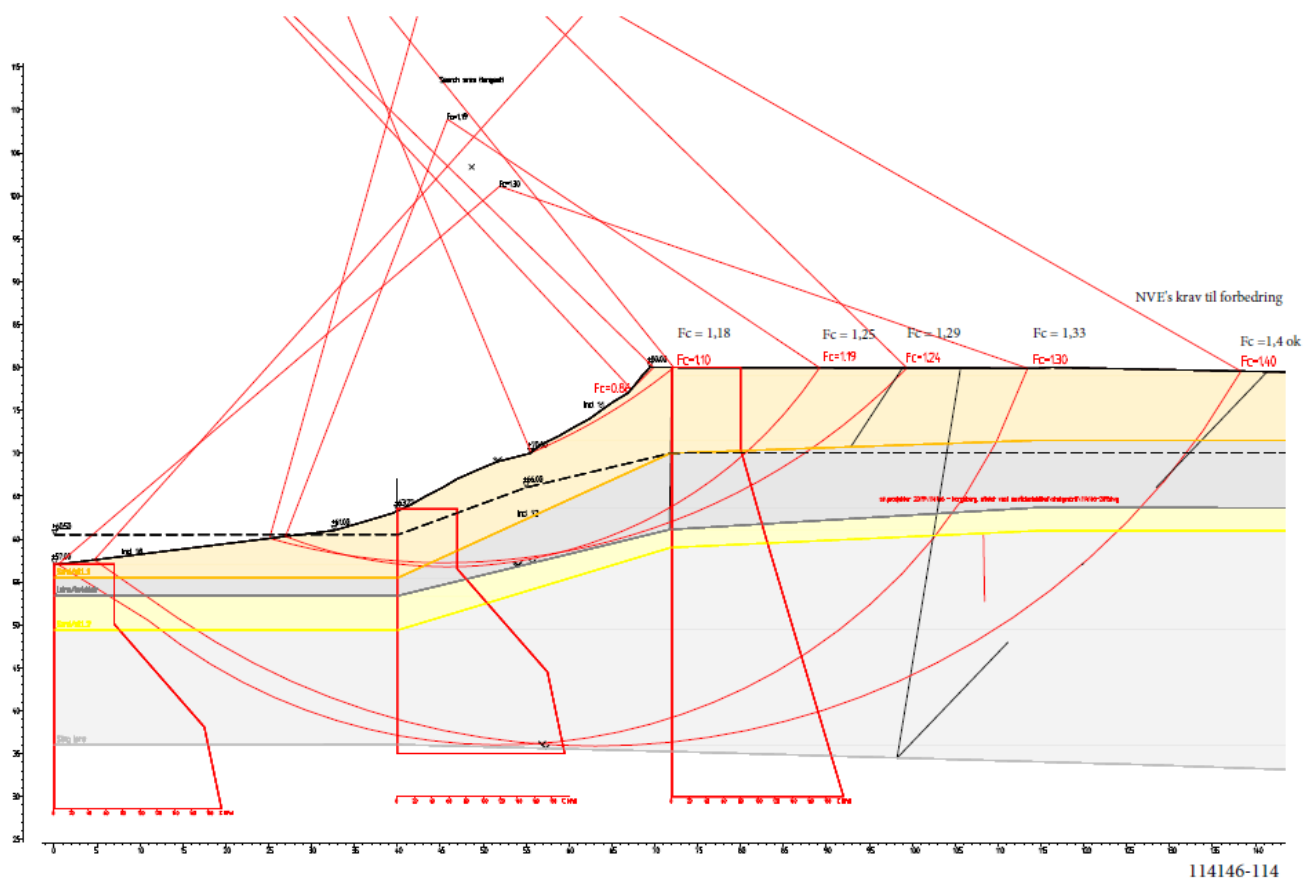
A-A Dagens situasjon Effektivsp. analyse



Figur 8. Beregningsprofil A-A Kritiske glideflater, dagens situasjon. (Utsnitt av beregning 110). Krav til forbedring iht. NVE ref. [2] er anvist i blå tekst.

Beregnet sikkerhet for dagens situasjon, totalspenningsanalyse, er $F \geq 1,45$ for samtlige gledesirkeler gjennom kvikkleirelaget. Stabilitetsforholdene er tilfredsstillende på totalspenningsbasis.

B-B Dagens situasjon Totalsp. analyse



Figur 10. Beregningsprofil B-B. Kritiske glideflater, dagens situasjon. Utsnitt av beregning 114, med krav til forbedring teksten i svart.

5 Vurdering av stabiliserende tiltak

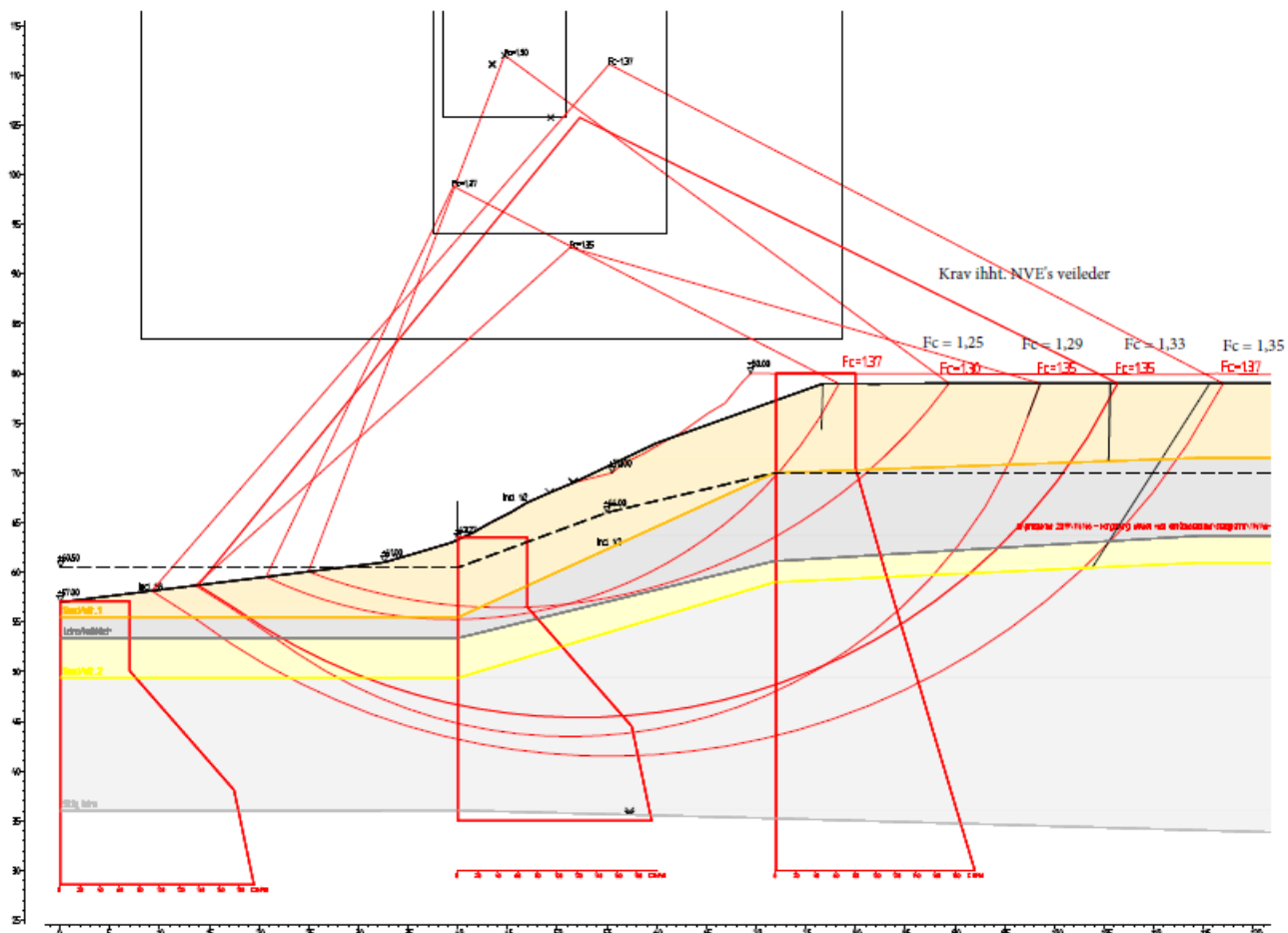
5.1 Tiltak for profil A-A

Følgende stabiliserende tiltak er vurdert:

- Drenerende støttestyngning av sprengstein av ca. 0,5 m tykkelse fra kote + 66 til kote +70, som dekker kvikkleirelaget i bunnen av rasrop.

Beregningene viser at en drenerende støttestyngning gir 19,2 % forbedring med beregningsmessig sikkerhet $F=1.30$, se figur 11 neste side.

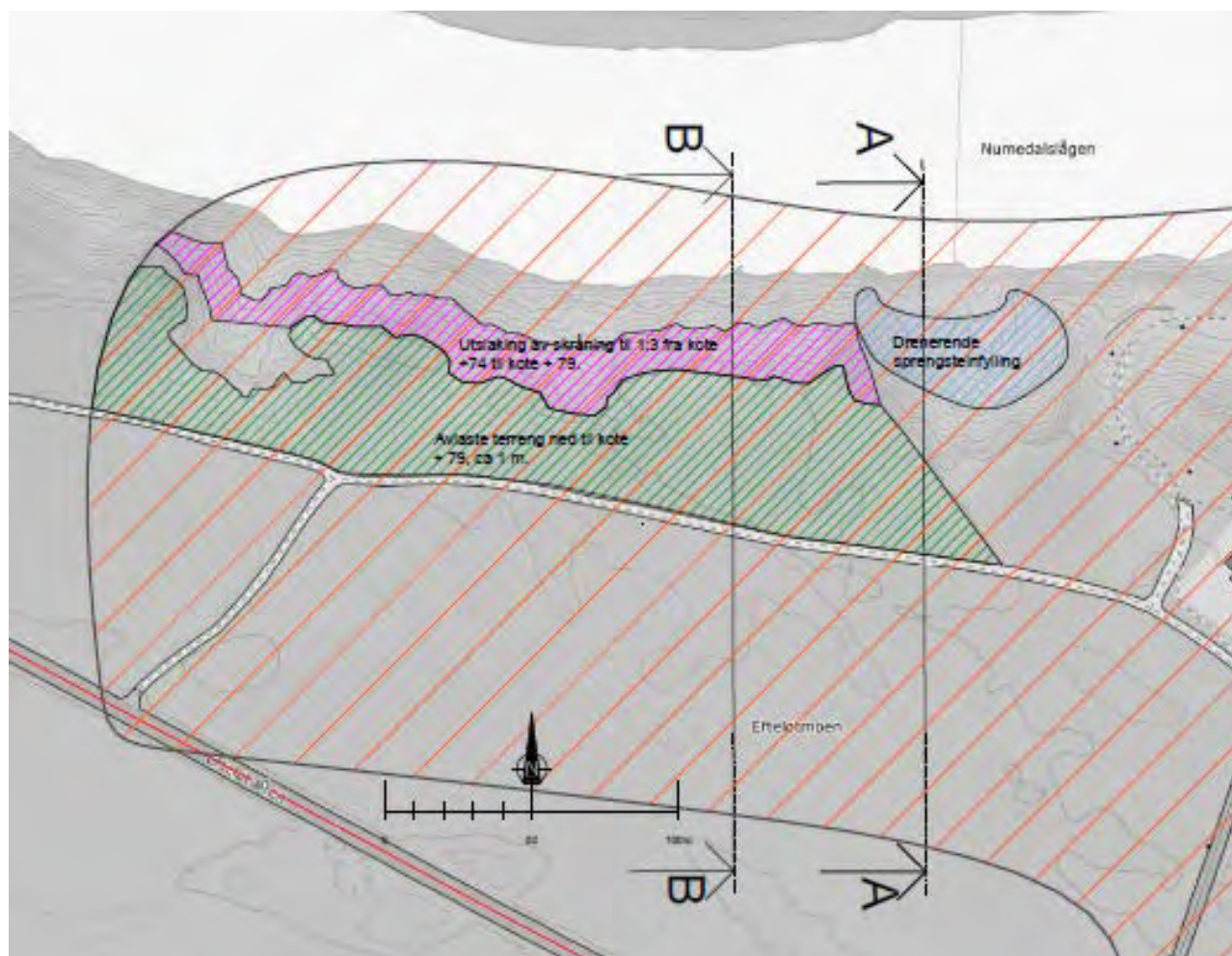
B-B Forbedring Totalsp. analyse



114146-118

Figur 12. Utslaking av øvre del av skråning (1:3) med avlasting av terreng til kote + 79, gir beregningsmessig tilfredsstillende stabilitetsforbedring for samtlige glidesirkler. Utsnitt av beregning -118.

Dersom planene skal gjennomføres, mener vi at anbefalte sikringstiltak for å forbedre stabilitetsforholdene er nødvendig. Se figur 13 nedenfor.



Figur 13. Utsnitt fra tiltaksplan, 114146-501, som viser utbredelse av anbefalte tiltak for å tilfredsstillere kravet i NVS's veileder, ref. [5].

6 Oppsummering

Stabiliteten av de bratte skråningene fra det øvre terrengplatået i det planlagte boligområdet og ned til Numedalslågen er ikke tilfredsstillende i dagens situasjon. Det er nødvendig med stabiliserende tiltak.

Dersom planlagte prosjektet skal gjennomføres må anbefalte sikringstiltak i profil A-A og B-B gjennomføres.

For å utføre tiltak i skråningen må vegetasjon fjernes. Dette vil eksponere underliggende sandmasser for avrenning av overvann og utvasking som følge av grunnvann som strømmer ut i skråningen. Vi anbefaler derfor å plastre/sikre dette område etter at tiltak er utført.

Alle beskrevne stabilitetsforbedrende tiltak bør følges opp av geoteknisk sakkyndig.


Iht. tabell 5.2 i ref. [7] er det krav om at våre vurderinger kvalitetssikres av uavhengig foretak.

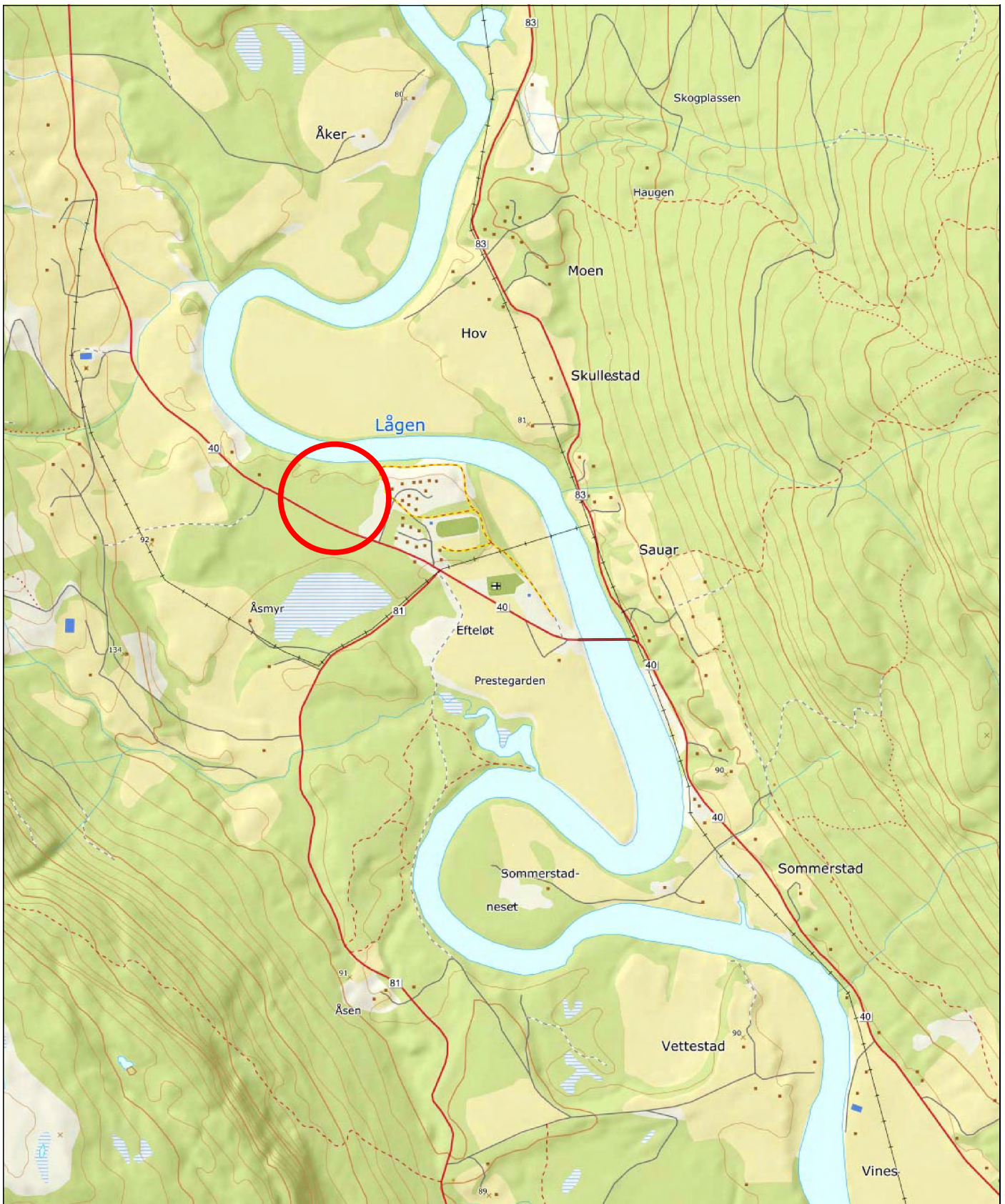
Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Kongsberg. Efteløt vest omr., Stabilitet og faregradsevaluering	Dokument nr: 114146R1
Oppdragsgiver: Kongsberg Tomteselskap AS	Dato: 28.06.19
Emne/Tema: Geoteknisk rapport	

Sted		
Land og fylke: Norge, Buskerud	Kommune: Kongsberg	
Sted: Efteløt		
UTM sone: 32 Vest	Nord:	Øst:

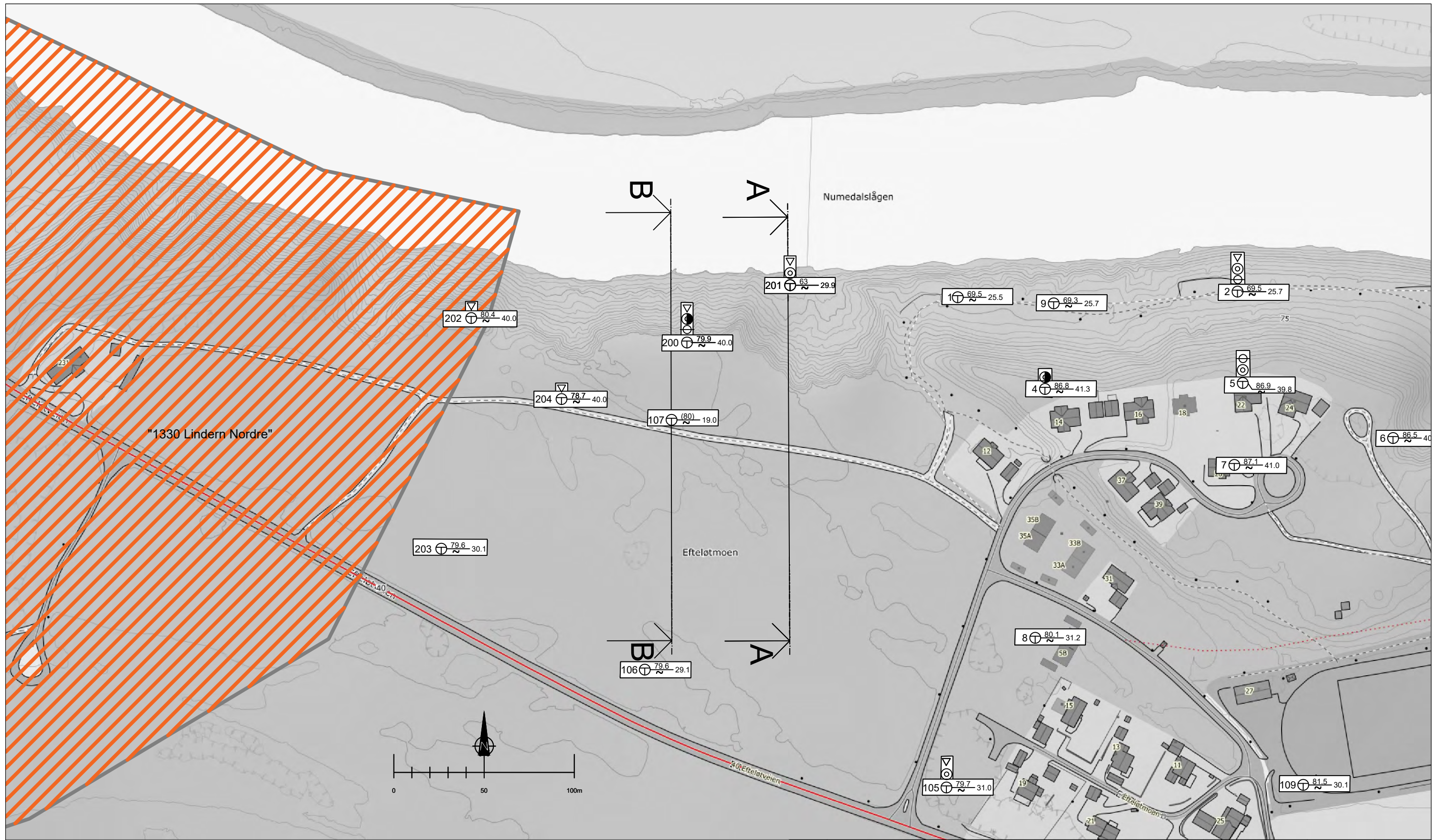
Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
	Oppsett av dokument/maler	26.06.19	AB	30.6.19	ges
	Korrekt oppdragsnavn og emne	26.06.19	AB	30.6.19	ges
	Korrekt oppdragsinformasjon	26.06.19	AB	30.6.19	ges
	Distribusjon av dokument	26.06.19	AB	30.6.19	ges
	Laget av, kontrollert av og dato	26.06.19	AB	30.6.19	ges
	Faglig innhold	26.06.19	AB	30.6.19	ges

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 30.6.2019	Sign.: 



543 881 Ø N 1 000 m Kilde: hoydedata.no
 1:20 000 (format: A4 stående) Koordinatsystem: ETRS89/UTM sone 32N Utskriftsdato: 07.06.2019

Posisjon: X 6602015.40 Y 545188.30					
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	
Kongsberg Tomteselskap AS Kongsberg. Efteløt vest omr.		Dato	Tegn.	Kontr.	
		07.06.19	AB	GES	
Oversiktskart		Målestokk	Originalformat		
		M = 1 : 20000	A4		
 GRUNNTEKNIKK AS www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500		Status	Tegning i rapport		
		Tegningsnummer	114146-0		Rev.



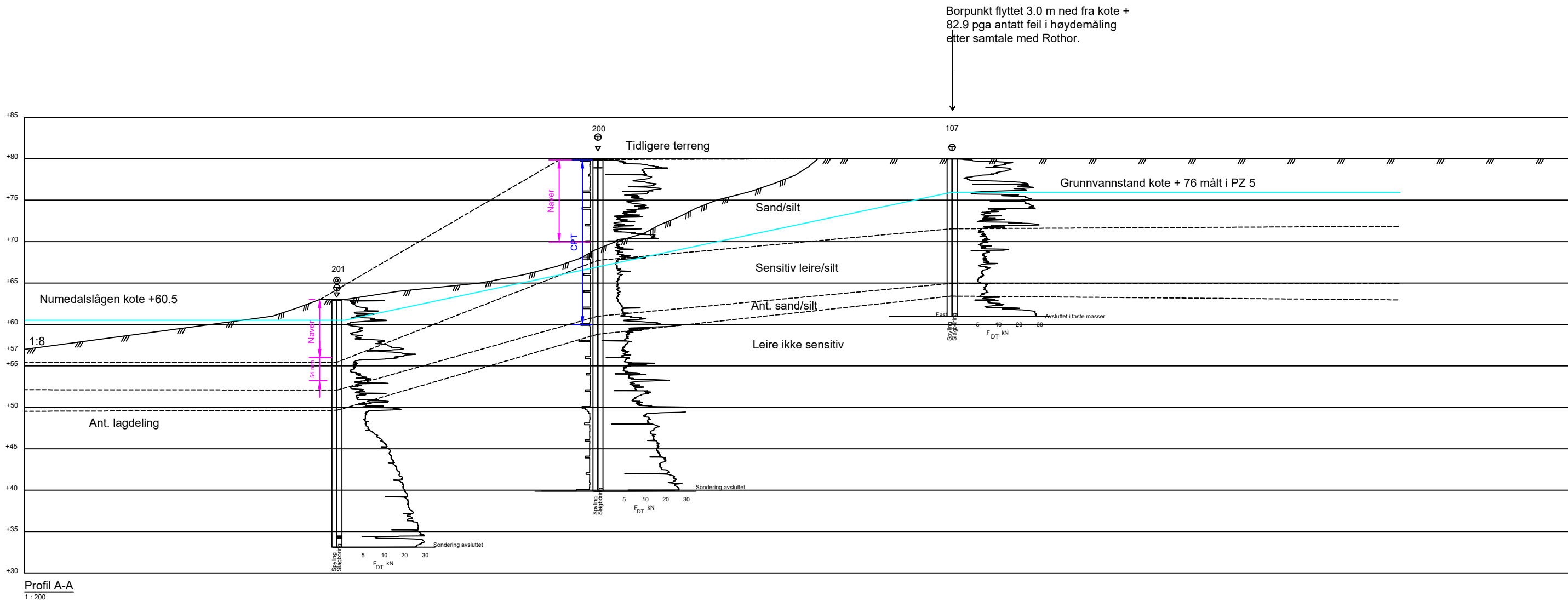
TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⦿ Dreietrykkssondering
- ⊕ Totalsondering
- Prøvegrop
- + Vingeborring
- ⊙ Prøveserie
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⚓ Fjell i dagen
- Naverboring

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

Kartgrunnlag: høydedata.no
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Kongsberg Tomteselskap AS	Dato 25.04.19	Tegn. AB	Kontr. JAG
	Kongsberg. Efteløt boligområde vest	Målestokk 1 : 2000	Originalformat A3	
	Borplan med profiler	Status Tegning i rapport		
	 GRUNNTEKNIKK AS	Tegningsnummer 114146-1		Rev. .
	www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500			



TEGNFORKLARING :

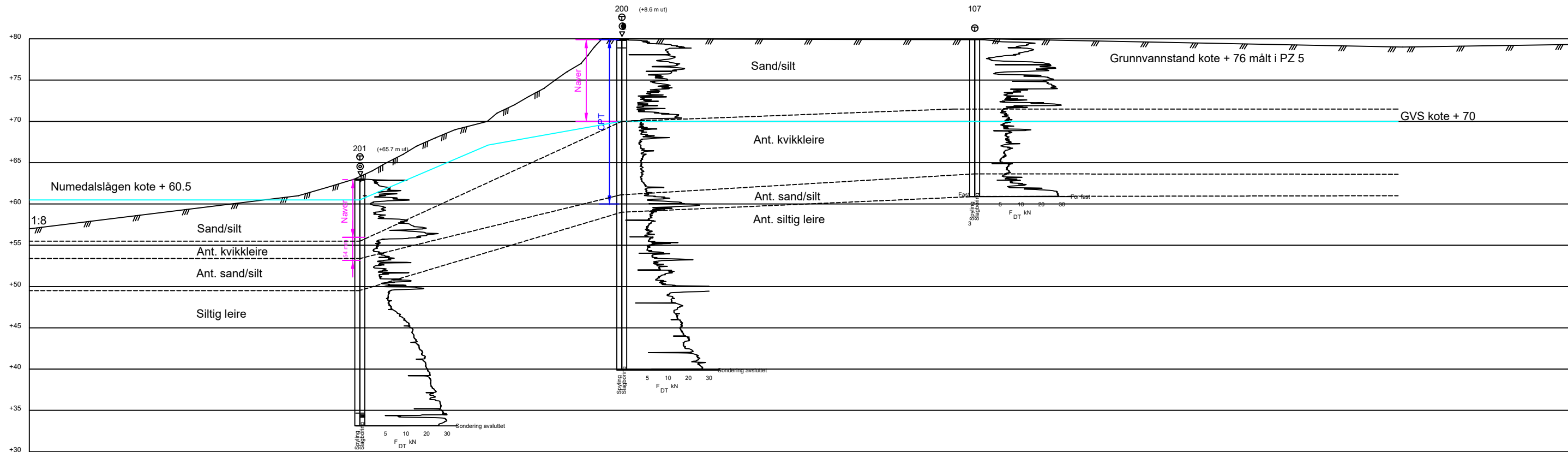
- | | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| ● Dreiesondering | ☆ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ⦿ Dreietrykksondering | + Vingeboring | ⚡ Fjell i dagen |
| ▽ CPT sondering | ⊕ Totalsondering | ⊙ Prøveserie | ⦿ Naverboring |

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

Kartgrunnlag: høydedata.no
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Kongsberg Tomteselskap AS Kongsberg. Efteløt Vest omr	Dato 09.05.19	Tegn. AB	Kontr. GES
	Profil A	Målestokk 1 : 200	Originalformat A3	
		Status Tegning i rapport		
		Tegningsnummer 114146-100		Rev. .
	GRUNNTEKNIKK AS www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500			

Borpunkt flyttet 3 m ned fra kote + 82.9 pga antatt feil i høydemåling etter samtale med Rothor.



Profil B-B
1 : 200

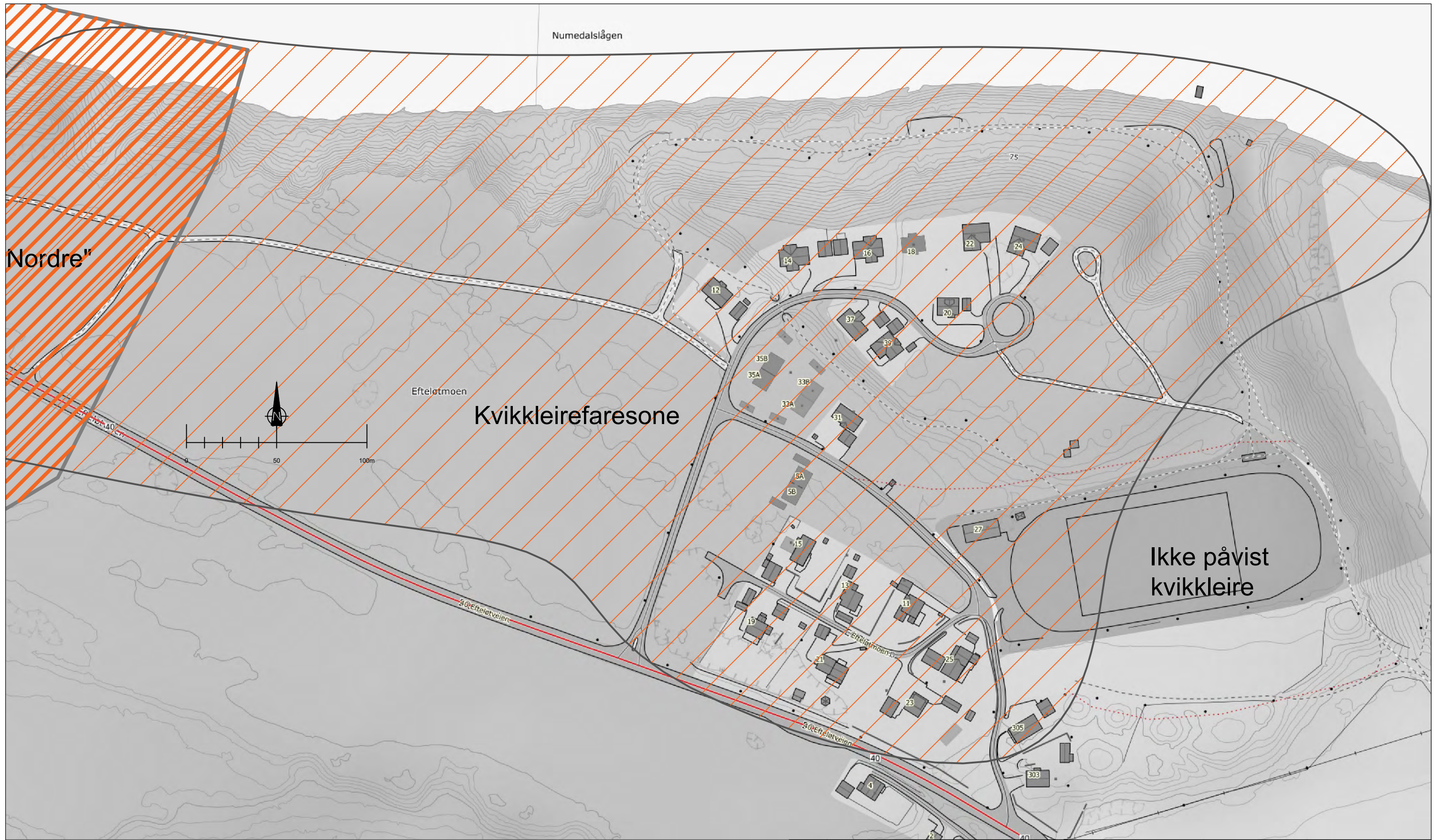
TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykkssondering
- ⊕ Totalsondering
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- Naverboring

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

Kartgrunnlag: høydedata.no
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Kongsberg. Tomteselskap AS Kongsberg. Efteløt Vest omr	Dato 09.05.19	Tegn. AB	Kontr. GES
	Profil B	Målestokk 1 : 500	Originalformat A3	
		Status Tegning i rapport		
	GRUNNTEKNIKK AS www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500	Tegningsnummer 114146-101	Rev. .	



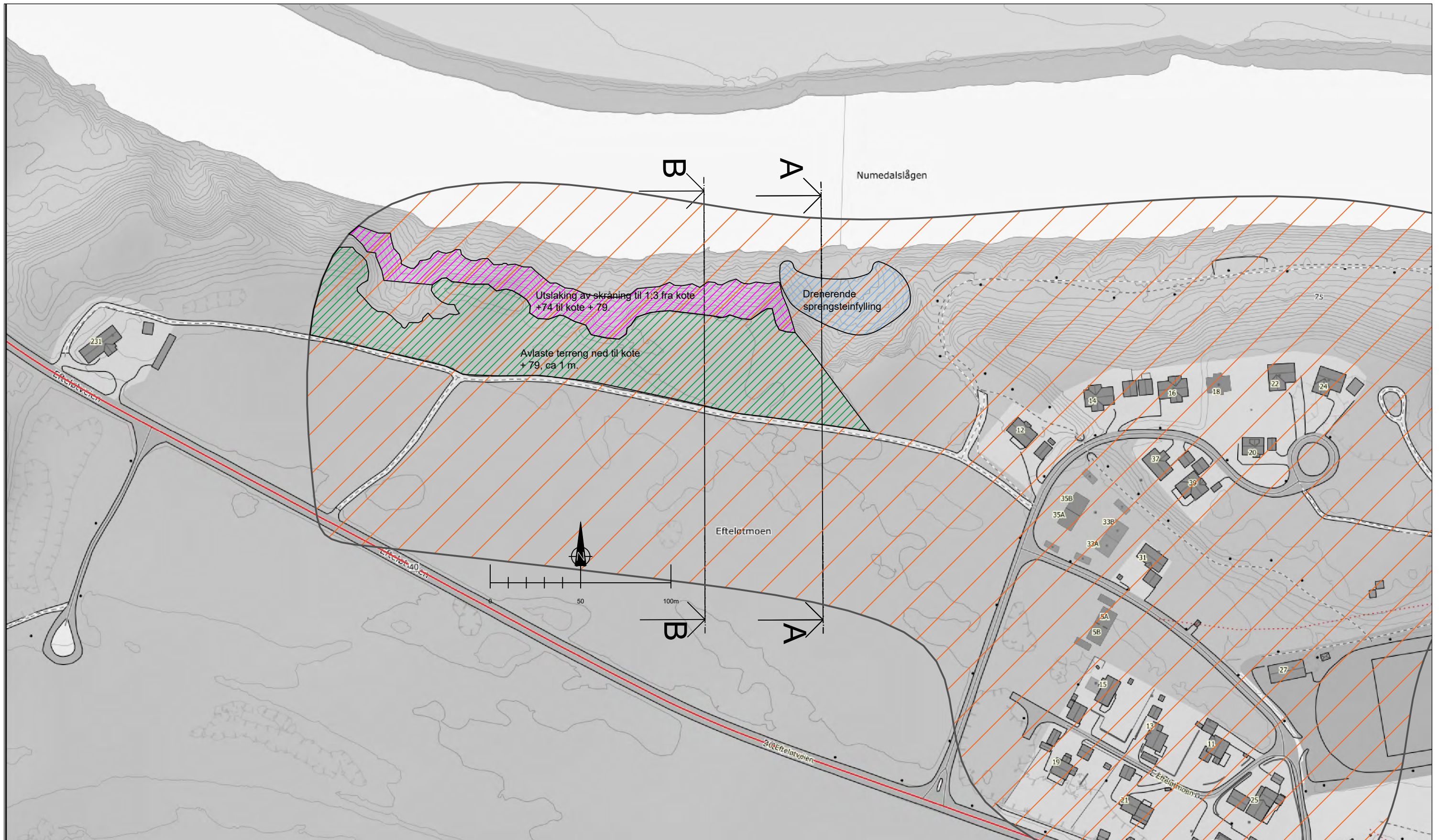
TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- Dreietrykkssondering
- ⊕ Totalsondering
- Prøvegrop
- + Vinge boring
- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚓ Fjell i dagen
- Naverboring

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

Kartgrunnlag: høydedata.no
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Kongsberg Tomteselskap AS	Dato	Tegn.	Kontr.
	Kongsberg. Efteløt boligområde vest	06.06.19	AB	JAG
	Kvikkleirefaresone	Målestokk	Originalformat	
		1 : 3000	A3	
		Status	Tegning i rapport	
		Tegningsnummer	Rev.	
	GRUNNTEKNIKK AS	114146-500		
	www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500			



TEGNFORKLARING :

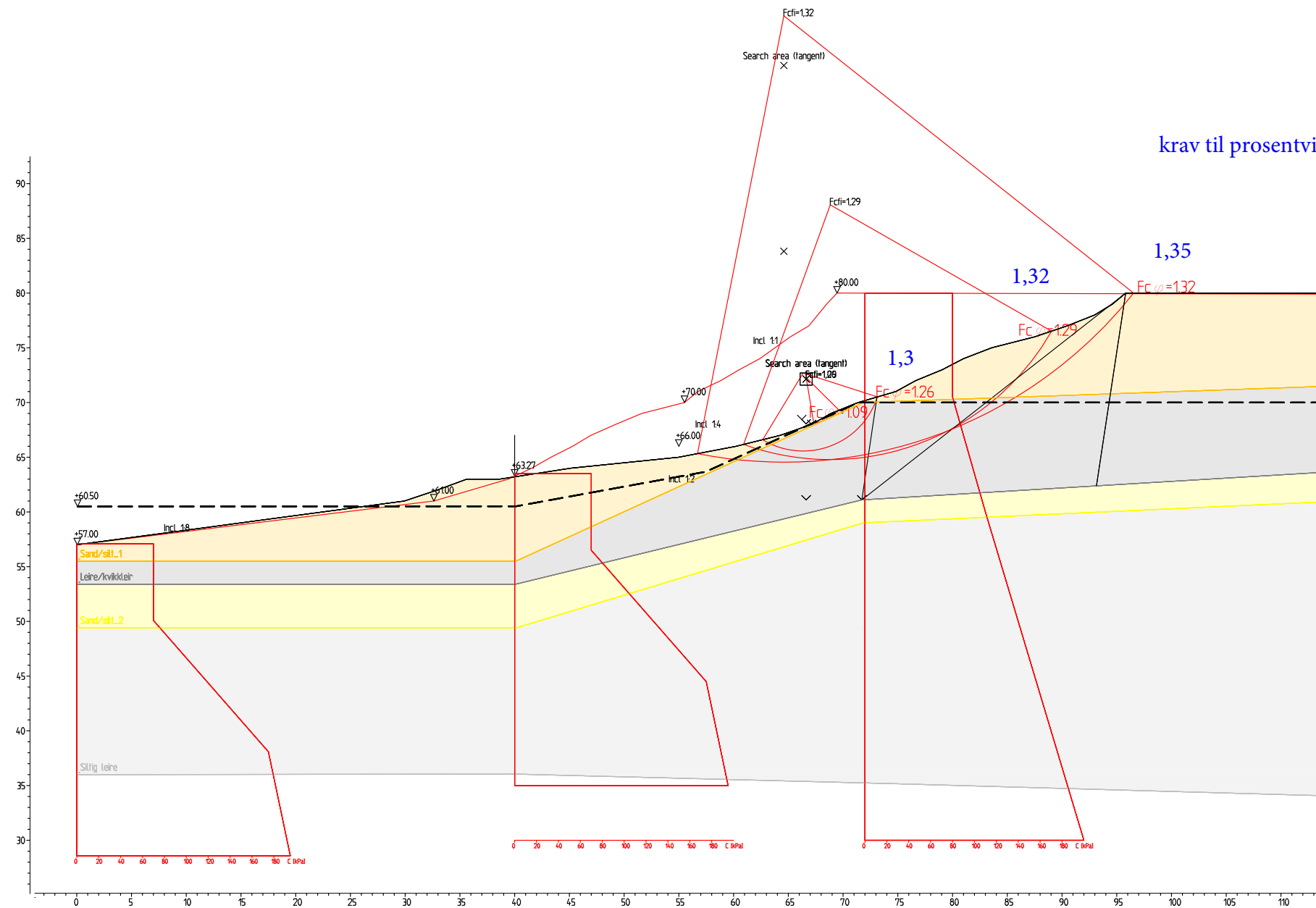
- | | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| ● Dreiesondering | ☆ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ⬇ Dreietrykksondering | + Vingeboring | ⚡ Fjell i dagen |
| ▽ CPT sondering | ⊕ Totalsondering | ⊙ Prøveserie | ● Naverboring |

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

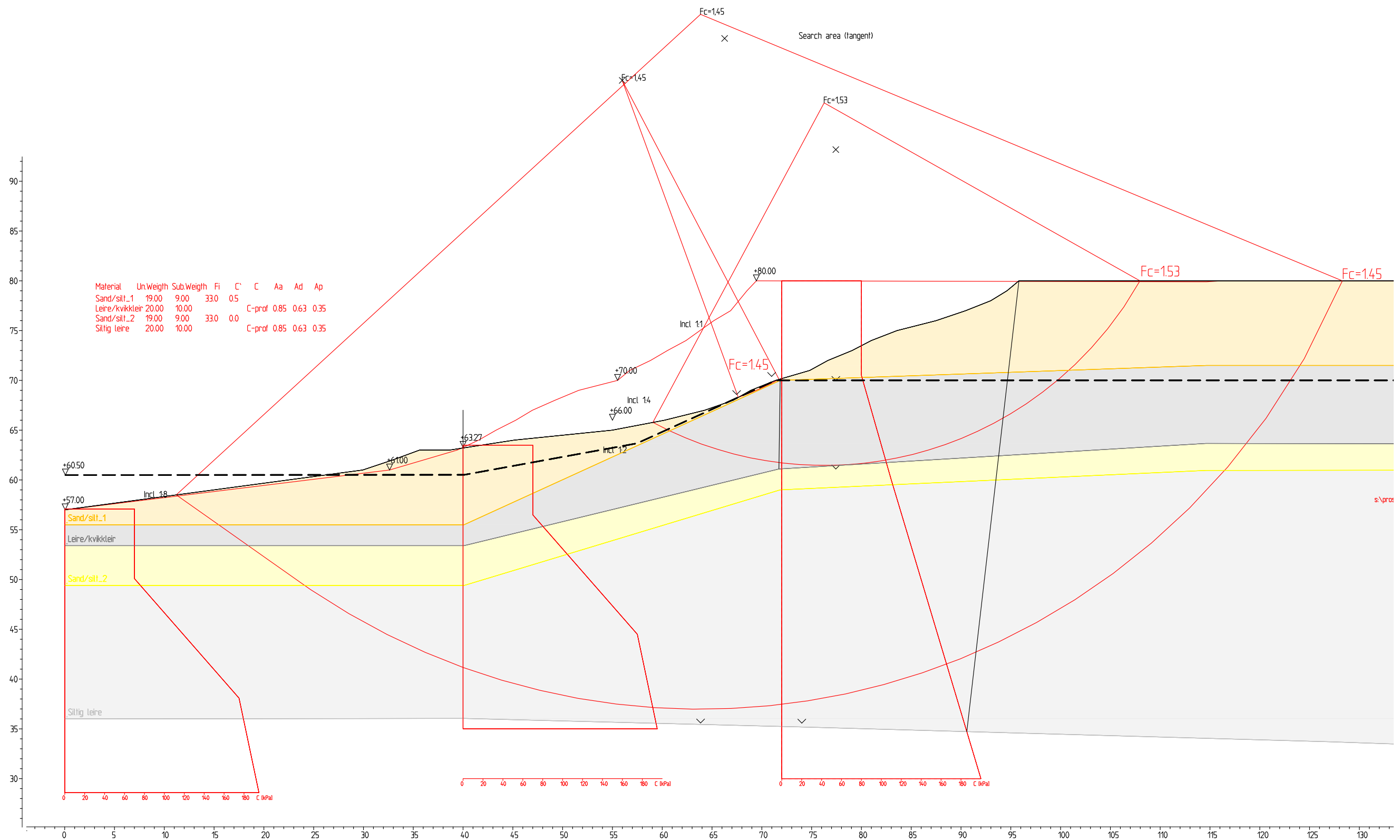
Kartgrunnlag: høydedata.no
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Kongsberg Tomteselskap AS	06.06.19	AB	JAG
	Kongsberg. Efteløt boligområde vest	Målestokk 1 : 3000	Originalformat A3	
	Tiltaksplan	Status Tegning i rapport		
	 www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500	Tegningsnummer	Rev.	
		114146-501	.	

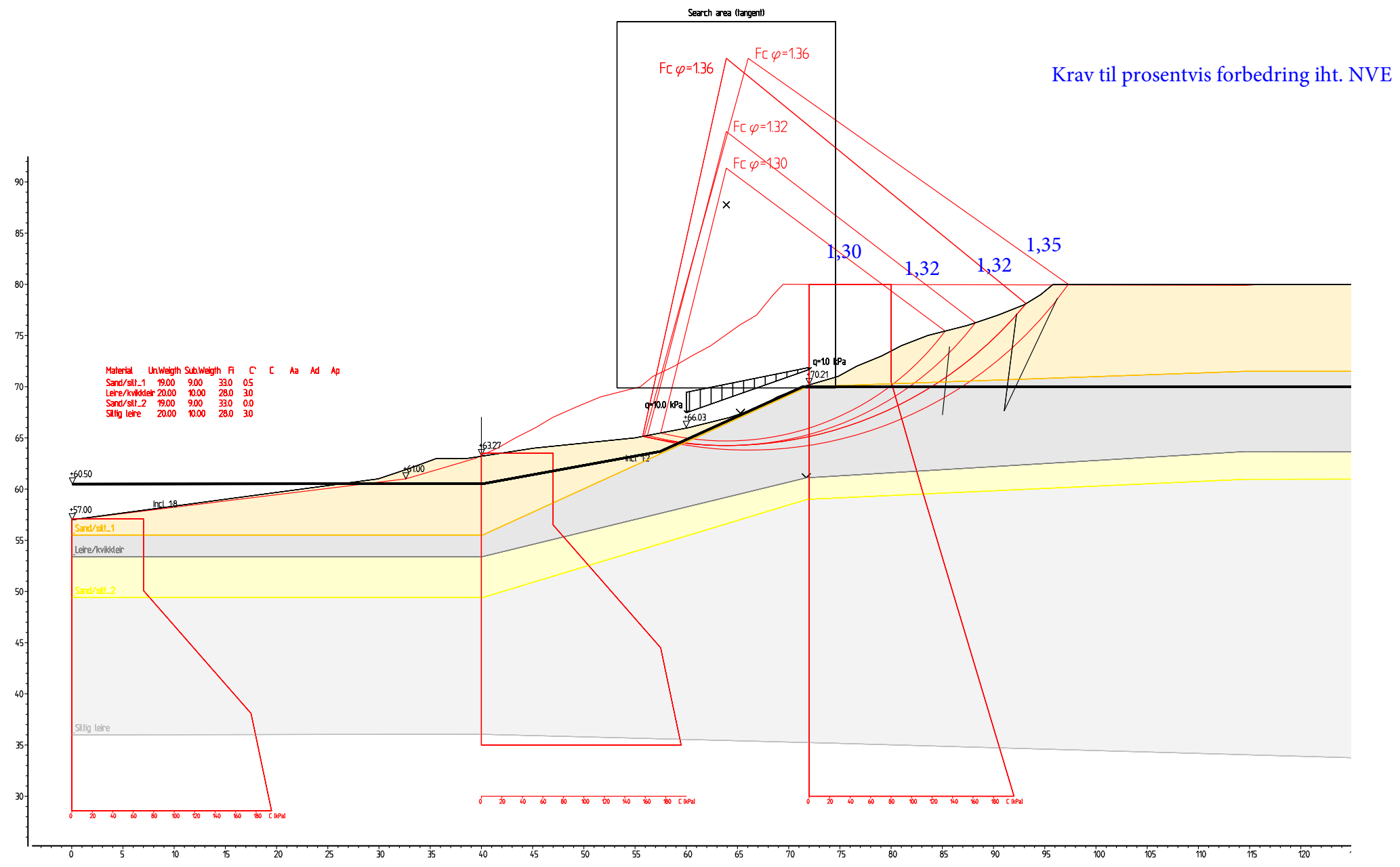
A-A Dagens situasjon Effektivsp. analyse



A-A Dagens situasjon Totalsp. analyse

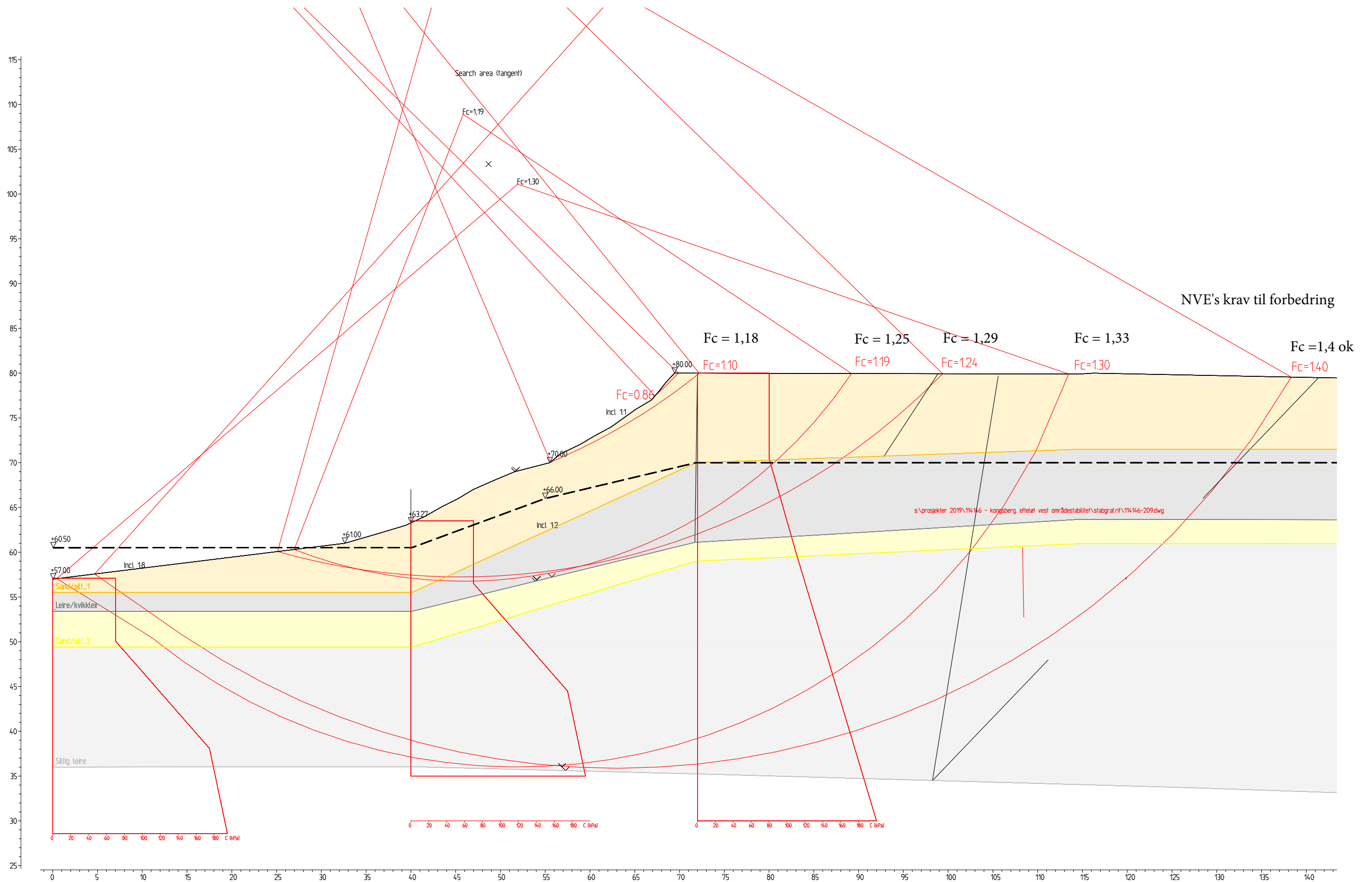


A-A Drenerende støttefylling - Effektivsp. analyse

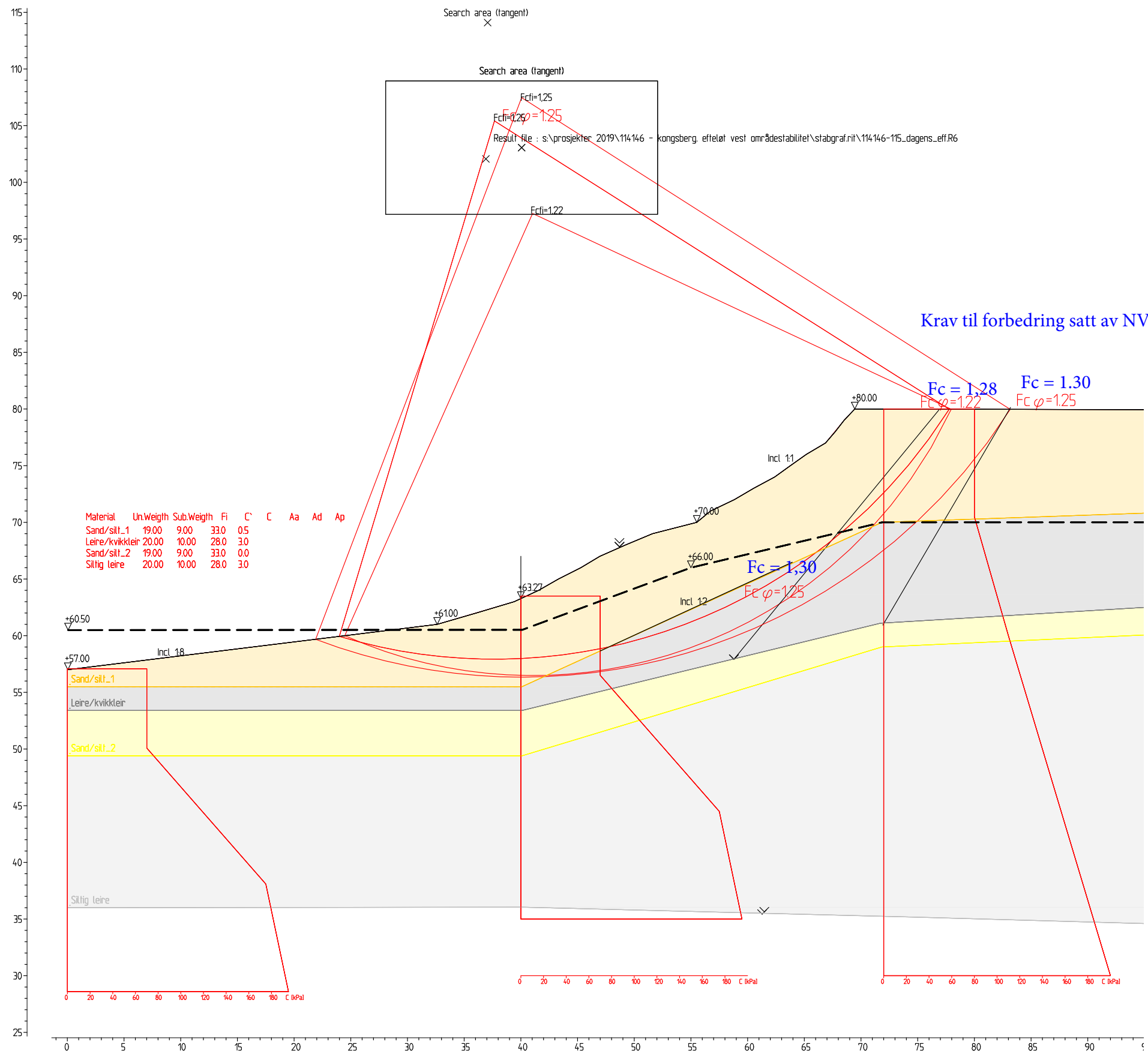


Krav til prosentvis forbedring iht. NVE

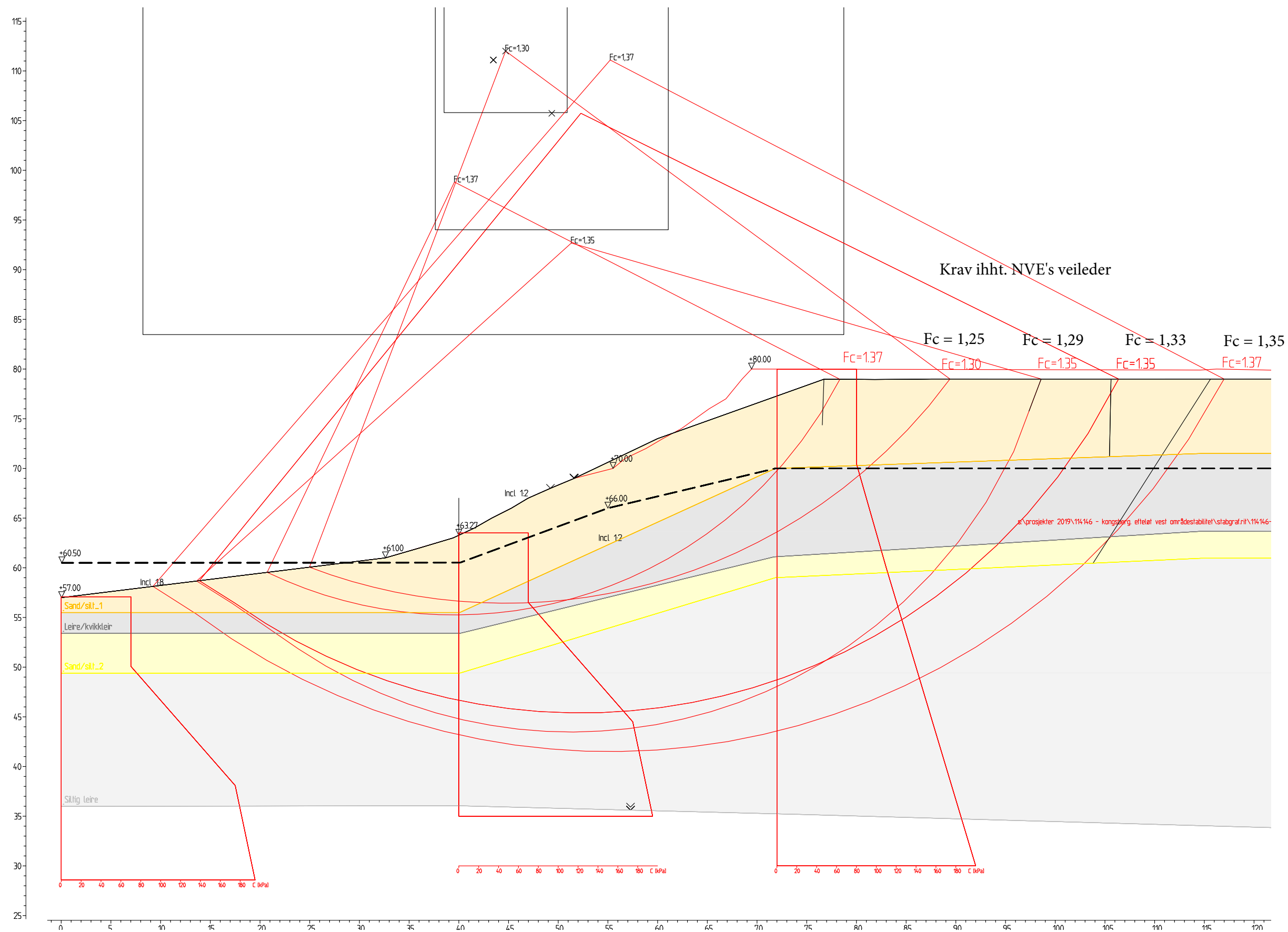
B-B Dagens situasjon Totalsp. analyse



B-B Dagens situasjon Effektivsp. analyse



B-B Forbedring Totalsp. analyse



B-B Forbedring Effektivsp. analyse

