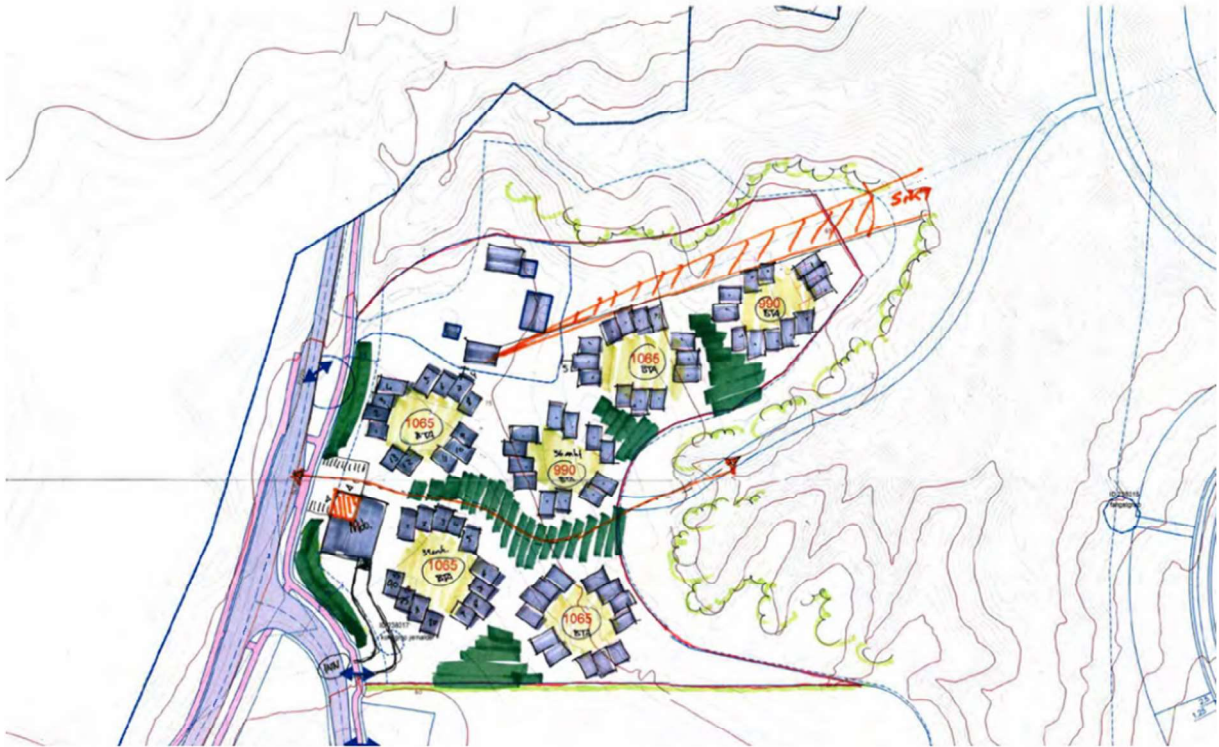


KNIVE – LOLLAND, FELT BKB

LOLLAND UTVIKLING AS



OMRÅDESTABILITETSVURDERING

November 2024

OMRÅDESTABILITETSVURDERING

Prosjektnummer:	Rapportnummer:	Dato:			
24028	RIG-NOT-01	15.11.2024			
Oppdragsgiver:	Kontaktperson/til:	Kopi:			
Lolland Utvikling AS	Martin Langeteig	-			
Prosjekt:					
Knive – Lolland, Felt BKB					
Sammendrag: Terraplan AS er engasjert av Lolland Utvikling AS for å utføre geotekniske vurderinger i forbindelse med en detaljregulering for utbygging av boligformål på Åskollen i Drammen kommune. Reguleringsområdet omfatter gnr/bnr 33/100 ved Nordbyeveien 141 og 143 i Drammen kommune. Foreliggende notat gir en overordnet beskrivelse av grunnforholdene og en vurdering av områdestabilitet for tiltaket iht. NVEs veileder 1/2019. Basert på gjennomførte grunnundersøkelser, kan grunnforholdene beskrives som følger: • Løsmassene er dominert av leire, stedvis med lag av silt og sand. • Laboratorieundersøkelser viser sprøbruddsmateriale i enkelte punkter og dybder. • Sonderingene indikerer dybder til berg fra ca. 5,5 - 25,3 m under terreng. Tiltaket er vurdert til tiltakskategori K4 innenfor en faresone med lav faregrad og skadekonsekvensklasse mindre alvorlig (før utbygging). Dette medfører at det må dokumenteres tilfredsstillende stabilitet. Det stilles krav til absolutt beregnet sikkerhetsfaktor for tiltak som forverrer dagens stabilitet ($F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s = 1,6$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$), eller prosentvis forbedring av dagens stabilitet iht. figur i NVE 1/2019 med terrengjustering (fylling/avlastning). Laveste beregnede stabilitet for dagens situasjon er $F=1,0$, og kravet er derfor at stabiliteten minimum må bedres med 10 %. Prosentvis forbedring. Som sikringstiltak for bygging innenfor faresonen anbefales terrengjusteringer for å forbedre dagens stabilitet med min. 10%. Dette kan utføres som kombinasjon av graving på toppen og oppfylling i bunnen av skråningene. Gangveien som er skissert i tidligere områdereguleringsplan virker å være godt plassert for å også benyttes som motfylling. Dette må detaljprosjekteres. Andre alternative sikringstiltak (permanent spunt eller kalksementstabilisering) for å bedre stabiliteten vurderes som lite gjennomførbart pga. relativt faste masser og kun tynne lag av sprøbruddsleire i grunnen. Dersom alle tiltak legges utenfor kartlagt faresone, vil det ikke være nødvendig med spesielle tiltak for å bedre skråningsstabiliteten. Årsaken er at et eventuelt ras i skråningen ikke vil kunne påvirke tiltak utenfor løseområdet. Det er krav til at erosjon som kan påvirke tiltaket må erosjonssikres. Her er det vurdert å ikke være behov for spesielle erosjonssikringstiltak siden det er flere synlige områder med berg i dagen i/nær bekkene, i tillegg til kun observert noe lokal erosjon av bekkesidene på befaring. Iht. NVE sin veileder er det krav til uavhengig kvalitetssikring av vår vurdering, denne må utføres av annet geoteknisk foretak før endelig detaljregulering. Det er videre også krav til innmelding av kartlagt faresone til NVE Atlas i forbindelse med detaljreguleringen. Sonen blir da offentlig synlig via NVEs kartløsning. Detaljer fremkommer av rapporten.					
3	Oppdatert etter uavhengig kvalitetssikring	15.11.2024	BA	HT	HT
2	Stabilitetsvurderinger for planlagt tursti.	27.08.2024	BA	HT	HT
1	Vurdering av områdestabilitet iht. NVE 1/2019.	15.05.2024	BA	HT	HT
Rev.:	Beskrivelse:	Dato:	Utarb. av:	Kontr. av:	Godkj. av

INNHold

1	INNLEDNING	4
1.1	FORMÅL	4
1.2	GRUNNLAGSMATERIALE/REFERANSER	4
2	TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD	5
2.1	TOPOGRAFI	5
2.2	KVARTÆRGEOLOGI	6
2.3	GRUNNFORHOLD	7
3	OMRÅDESTABILITETSVURDERING – NVE 1/2019	8
3.1	UNDERSØK OM DET FINNES REGISTRERTE FARESONER I OMRÅDET	9
3.2	AVGRENS OMRÅDER MED MULIG MARIN LEIRE	10
3.3	AVGRENS OMRÅDER MED TERRENG SOM KAN VÆRE UTSATT FOR OMRÅDESKRED	10
3.4	BESTEM TILTAKSKATEGORI	11
3.5	GJENNOMGANG AV GRUNNLAG – IDENTIFIKASJON AV KRITISKE SKRÅNINGER OG MULIG LØSNEOMRÅDE 11	
3.6	BEFARING	11
3.7	GJENNOMFØR GRUNNUNDERSØKELSER	11
3.8	VURDER AKTUELLE SKREDMEKANISMER OG AVGRENS LØSNE – OG UTLØPSOMRÅDER	12
3.9	KLASSIFISER FARESONER	12
3.10	DOKUMENTER TILFREDSSTILLENDEN SIKKERHET	12
	KRAV TIL SIKKERHET	12
3.11	MELD INN FARESONER OG GRUNNUNDERSØKELSER	13
4	STABILITETSBEREGNINGER	13
4.1	KRITISKE SNITT	13
4.2	LAGDELING OG MATERIALEPARAMETERE	13
4.2.1	LAGDELING	13
4.2.2	VALG AV PARAMETERE	13
4.3	RESULTAT AV STABILITETSBEREGNINGER	16
4.4	KONKLUSJON	17
5	INNSPILL TIL BESTEMMELER I REGULERINGSPLAN	17
6	REFERANSER	18

TEGNINGER

-002 Faresonekart

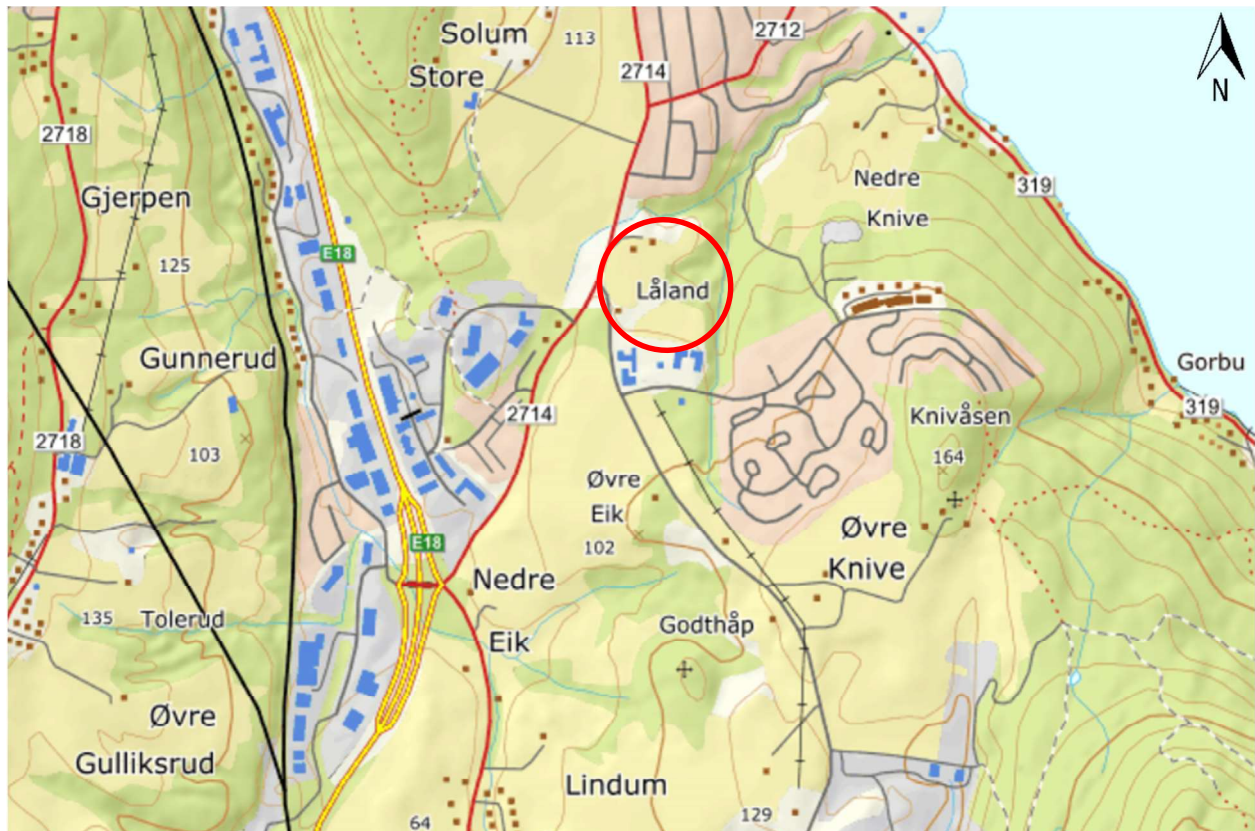
VEDLEGG

- Vedlegg 1: Tolket Cu_A (aktiv skjærfasthet) fra CPTU
- Vedlegg 2: Faregradsevaluering
- Vedlegg 3: Stabilitetsberegning
- Vedlegg 4: Terrengjustering
- Vedlegg 5: Påtegning sprøbrudd. /ikke sprøbruddsmateriale i plan

1 INNLEDNING

Terraplan AS er engasjert av Lolland Utvikling AS for å utføre en områdestabilitetsvurdering i forbindelse med en detaljregulering for utbygging av boligformål på Åskollen i Drammen kommune.

Planområdet ligger på Eikhaug i Drammen, øst for Nordbyveien og vest for Nedre Knive. Tiltaksområdet vises i Figur 1.



Figur 1: Oversiktskart som viser omtrentlig markering av tiltaksområdet med rød markering [1].

1.1 Formål

Foreliggende notat beskriver områdestabilitetsvurdering iht. NVEs veileder 1/2019.

1.2 Grunnlagsmateriale/referanser

Følgende materiale brukes som grunnlag til vurderinger:

- Høydedata/Kartverket [1]
- NGUs kvartærgeologiske kart, Løsmasser (ngu.no) [2]
- NVEs Temakart – NVE Temakart [3]
- NADAG Nasjonal database grunnundersøkelser [4]
- Geotekniske Datarapport, Terraplan AS; Dato: April 2024 [5].
- Geoteknisk rapport Knive – Lolland; Dato: januar 2022 [6].
- Geoteknisk datarapport Knive – Lolland; Dato: september 2019 [7]

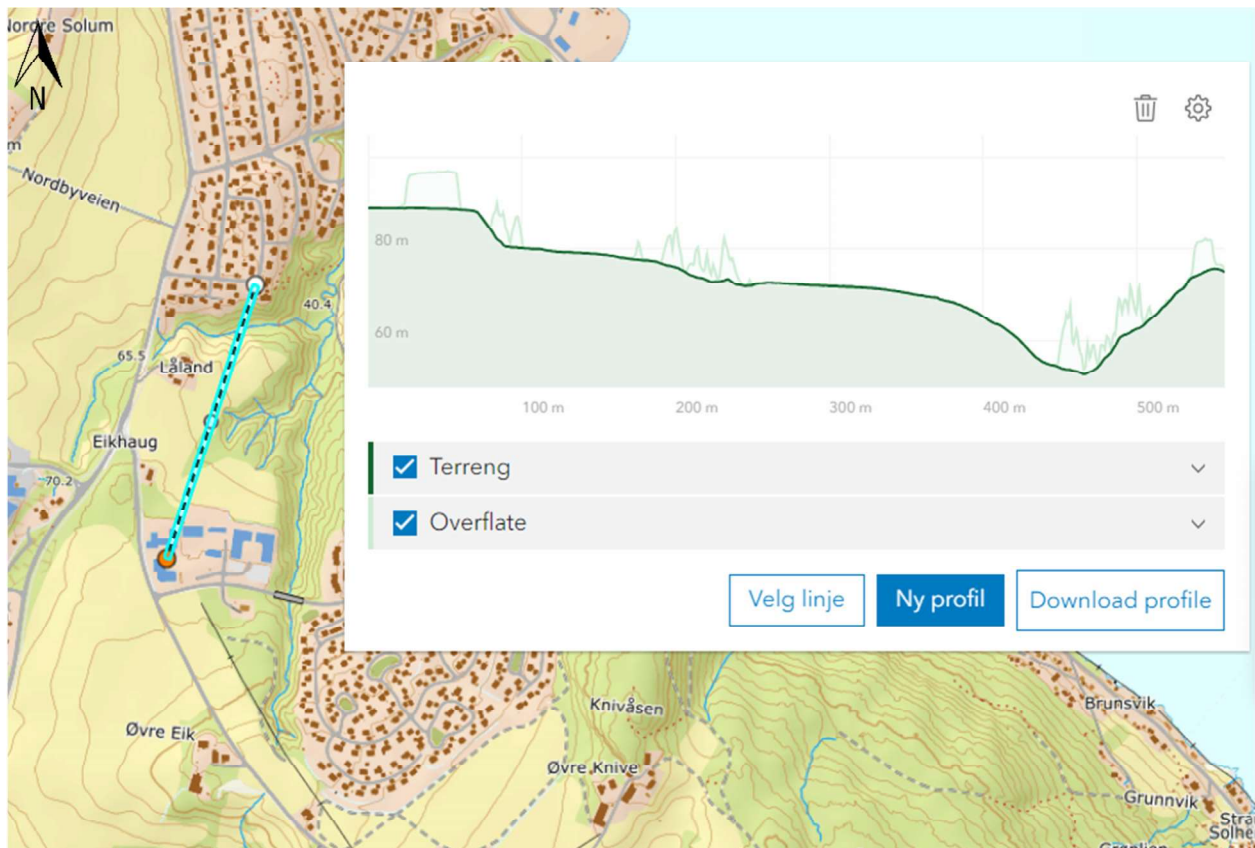
2 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

2.1 Topografi

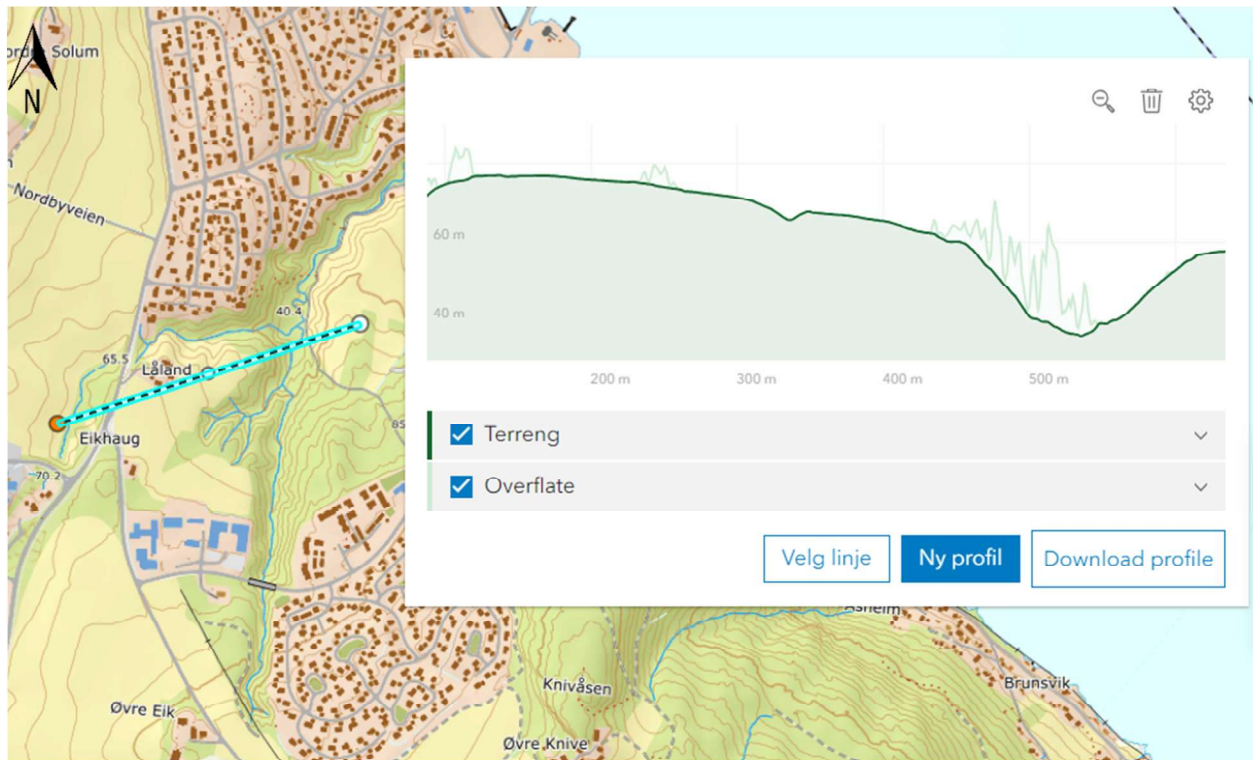
Topografien i tiltaksområdet vises i Figur 2 og Figur 3. Området ligger i skrånende terreng. Høydeforskjellen er ca. 44 m fra kote ca. +36 ved bekken til +80 ved høydedraget sør og vest for eiendommen.

Terrenget i retning sør-nord varierer mellom kote ca. +80 til +53 med helning ca. 1:15 og terrenget i retning vest-øst varierer fra kote ca. +77 til +36 med helning ca. 1:13.

Terrenget fra østre del av gård faller mot bekken med helning ca. 1:3.



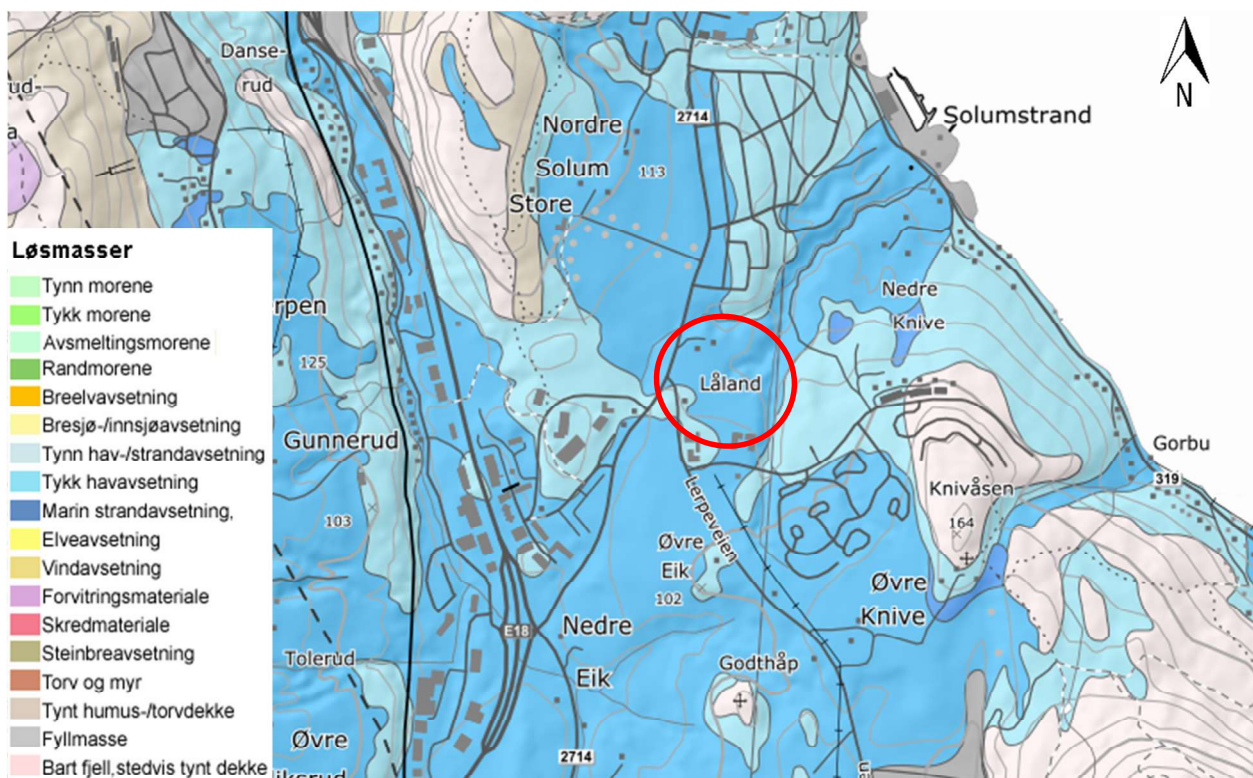
Figur 2: Lengdesnitt fra hoydedata.no i retning sør – nord [1].



Figur 3: Lengdesnitt fra høydedata.no i retning vest – øst [1].

2.2 Kvartærgeologi

I henhold til kvartærgeologisk kart er det dominert av marine avsetninger i planområdet – se utsnitt med rød markering i Figur 4.



Figur 4: Kvartærgeologisk kart som viser forventede løsmasser i øvre lag [2].

2.3 Grunnforhold

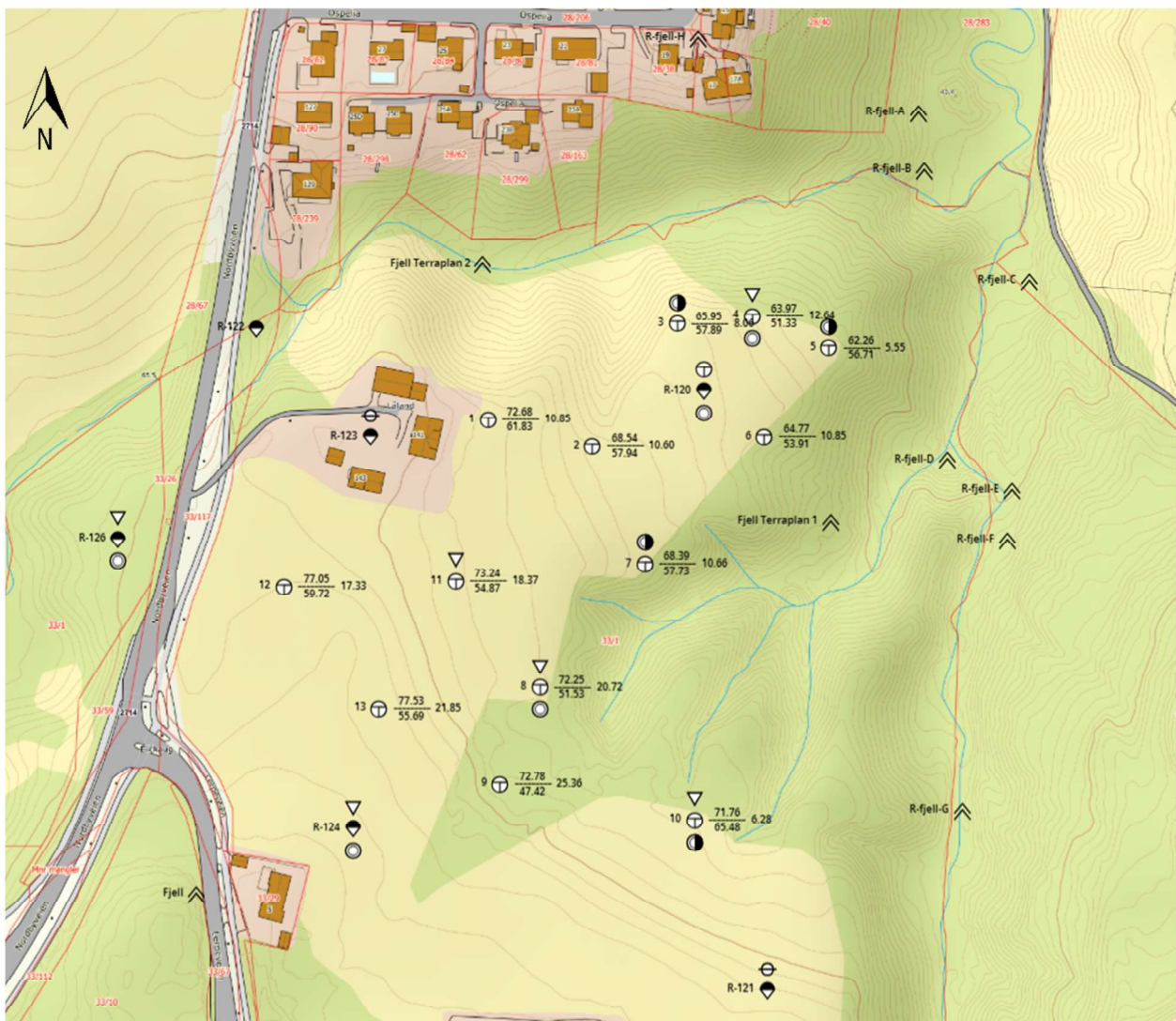
Geoteknisk datarapport utarbeidet av Terraplan AS beskriver grunnforholdene som følger:

- Løsmassene er dominert av leire, stedvis med lag av silt og sand.
- Laboratorieundersøkelser viser sprøbruddsmateriale i enkelte punkter og dybder.
- Sonderingene indikerer dybder til berg fra ca. 5,5 - 25,3 m under terreng.
- Det er avdekket flere synlige bergblotninger i/nær bunn av ravinedaler.

Det henvises til ref. [5] for detaljer.

Figur 5 viser utsnitt av borplan fra grunnundersøkelser utført av Terraplan AS sammenstilt med observasjoner av berg i dagen og tidligere utførte grunnundersøkelser (prefiks R).

Det henvises til RIG-TEG-002 for borplan og vedlegg 5 som også viser tolkning av om borpunktene tolkes som sprøbruddsmateriale eller ikke.



Figur 5: Utsnitt av borplan,

3 OMRÅDESTABILITETSVURDERING – NVE 1/2019

Tabell 1 gir en systematisk oversikt over punktene i NVEs veileder som skal gjennomgå og svares ut, samt kommentarer til disse. Videre gir underkapitlene en nærmere beskrivelse av besvarelsen på punktene.

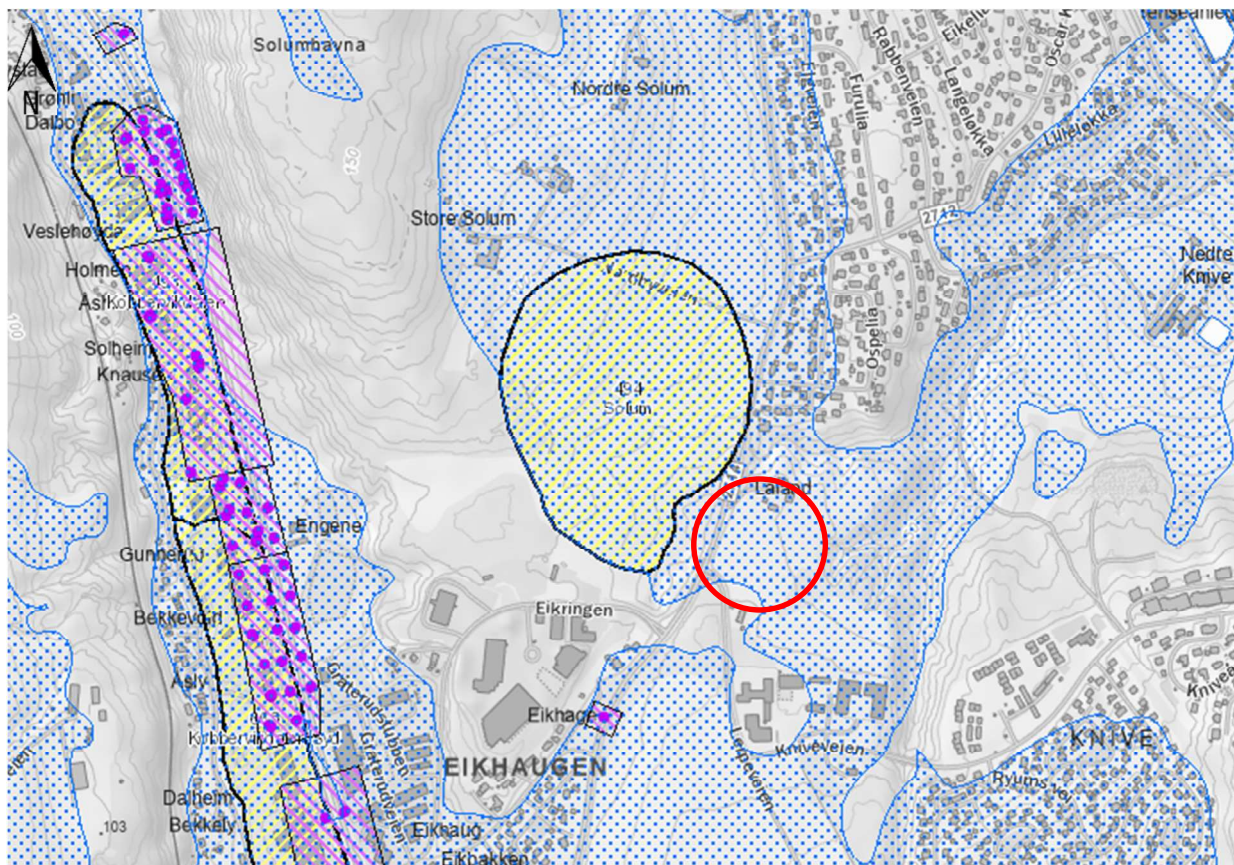
Tabell 1 Gjennomgang av prosedyre i veileder 1/2019 med henvisning til punktene i denne.

Pkt.	Arbeidsoverskrift	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleirefaresoner) i området.	I henhold til NVEs temakart [3] finnes det ikke tidligere registrerte kvikkleiresoner ved selve eiendommen. Den nærmeste kvikkleiresone (Solum) ligger ca. 80 meter vest for tomten.
2	Avgrens områder med marin leire	Hele området ligger under marin grense iht. NVEs temakart.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred: A) Terreng som kan inngå i løsneområde for et skred: - Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 m, eller - Jevnt hellende terrenghelning brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m B) Terreng som kan inngå i et utløpsområde for et skred: - 3 x løsneområdet lengde. - Utløpssone som allerede er kartlagt	A) Planområdet ligger innenfor et mulig løsneområde for skred da: • Høydeforskjell fra bunn av bekken og sideliggende terreng er mer enn 5 m. • Terrenghelningen er brattere enn 1:20 i flere retninger. B) Planområdet ligger ikke innenfor et mulig utløpsområde for skred da: • Skråningene mot vest og sør er de eneste skråningene (høydeforskjell > 5 m) som kan medføre at området ligger i et utløpsområde, men det er berg i dagen på sørsiden og planområdet ligger på høyere terrengnivå enn terrenget på vestsiden.
4	Bestem tiltakskategori	Planlagt tiltak (boligene) anses å havne i tiltakskategori K4 med bakgrunn i følgende: • Bolighus med mer enn to boenheter.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde.	Det er registret sprøbruddmateriale innen planområdet fra eksisterende grunnundersøkelser.
6	Befaring	Det er tidligere utført befaring av geotekniker ifbm. områderegulering som avdekket flere områder med berg i dagen. Det ble videre utført befaring av Terraplan ved Helge Tovslid 7.mai 2024 i ravinedaler rundt tiltaksområdet.

Pkt.	Arbeidsoverskrift	Kommentar
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Det er utført grunnundersøkelser i regi av Terraplan AS i det aktuelle området, ved borerigg i mars 2024. Grunnundersøkelsene viser forekomst av sensitive masser og klassifiseres som sprøbruddmateriale i enkelte punkter og dybder.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne – og utløpsområder	En vurdering av b/D forhold tilsier rotasjons skred se detaljer i kap. 3.8.
9	Avgrens og faregrads klassifiser faresoner	Faregrad lav, skadekonsekvens mindre alvorlig og risikoklasse 2 for faresonen innenfor planområdet – se detaljer i vedlegg 2.
10	Stabilitetsvurderinger. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet	Utførte stabilitetsberegninger viser lavere sikkerhet for profil A og B i drenert analyse. Det er utført stabilitetsberegning ved geotekniske tiltak og krav til tilfredsstillende sikkerhet er oppfylt – se detaljer i kap. 4.3.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Det er krav til innmelding av områdestabilitetsvurderingen og utført uavhengig kvalitetssikret i forbindelse med detaljregulering.

3.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området

Iht. NVEs temakart [3] som vist i Figur 6, er det ingen registrerte kvikkleirefaresoner ved selve tomten. Det er registrert en kvikkleiresone (Sollum, ca. 80 m) vest for tomten med faregrad «Lav», med konsekvens «Mindre alvorlig» og risikoklasse 2.



Figur 6: Utsnitt fra NVEs temakart [3] viser mulighet for sammenhengende forekomster av marine leire (blå) og kartlagte kvikkleiresoner.

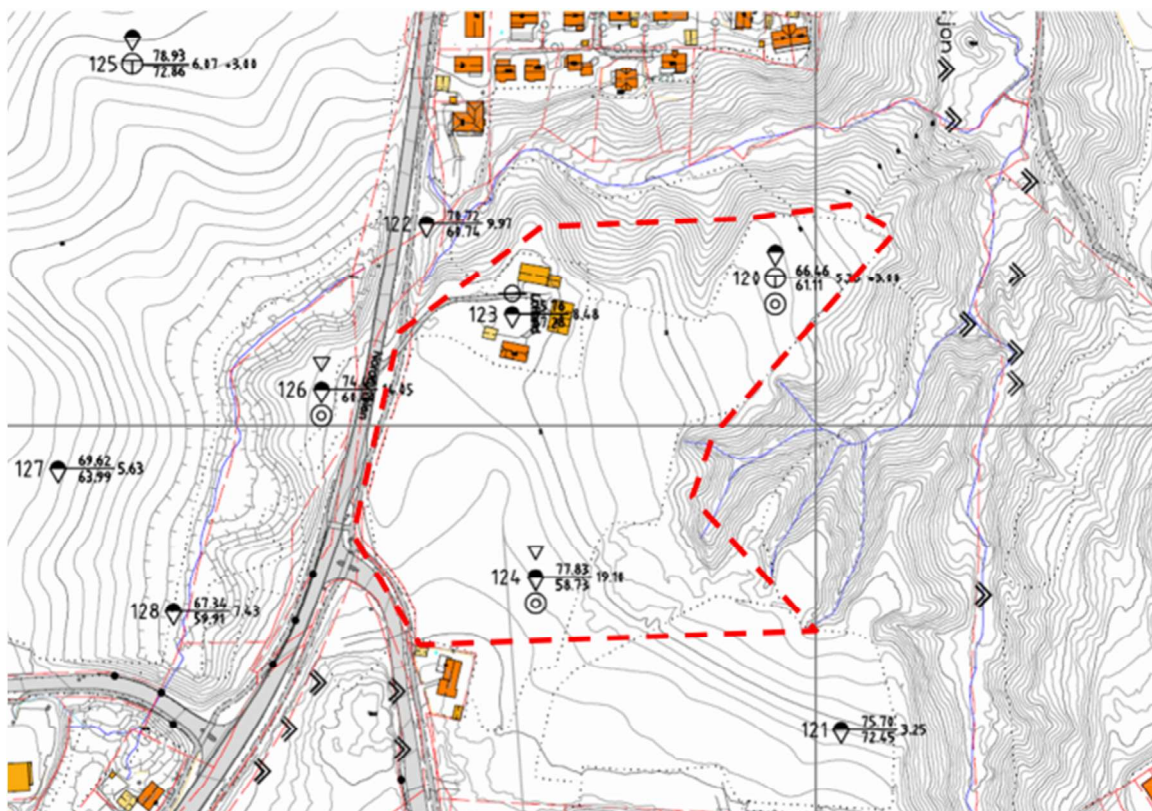
3.2 Avgrens områder med mulig marin leire

Hele planområdet ligger under marin grense og har mulighet for sammenhengende forekomster av marin leire iht. NVEs temakart [3] som vist i Figur 6.

3.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Planområdet ligger derfor innenfor et mulig løseområde for skred. Årsaken er hellende terreng brattere enn krav og forekomst av leire med sprøbruddsegenskaper. Terrenget heller generelt mot nord og øst. Figur 2 viser lengdesnitt i retning sør-nord og Figur 3 viser lengdesnitt i retning vest-øst hvor det er høydeforskjell fra bunn av bekken og sideliggende terreng er mer enn 5 m. Terrenghelningen er brattere enn 1:20 i begge retninger.

Planområdet ligger ikke innenfor et mulig utløpsområde for skred. Skråningene mot vest og sør er de eneste skråningene (høydeforskjell > 5 m) som kan medføre at området ligger i et utløpsområde. Dette området er allerede markert som en faresone (løseområde) på NVE Atlas. Tiltaksområdet ligger på en lokal forhøyning som vurderes etter befaring å ikke være utsatt som utløpsområde. I tillegg vurderes skisert løseområde i vest å være konservativt stort, da prøveserien nærmest faresonen (R-126) kun viser sprøbruddmateriale i ett konusforsøk, men forekomsten av sprøbrudd er liten og ikke sammenhengende i tykkere lag [6].



Figur 7: Utklipp fra datarapport tidligere utførte grunnundersøkelser [7]. Omtrent tiltaksområde er markert med stiplet strek.

3.4 Bestem tiltakskategori

Tiltaket medfører tilflytting av personer med mer enn to boenheter, og tiltaket plasseres dermed i tiltakskategori K4 iht. NVE 1/2019.

3.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

Tidligere grunnundersøkelser utført for Rambøll AS, innen planområdet har registret sprøbruddmateriale i borhull 120 og 124. I tillegg er det registret ett konusforsøk med sprøbruddmateriale ved borhull 126 på vestsiden. Det er vurdert som at tiltaket ligger innenfor et aktsomhetsområde for skred.

Kritisk skråning, ned mot bunn av ravinen er vist i Figur 8. Profilet er vurdert å følge vinkelrett på kotene gjennom tiltaksområdet og til bunnen av dalen.

3.6 Befaring

Området ble befart av geotekniker i Terraplan, Helge Tovslid den 7.mai 2024, hovedsakelig for å se på topografi, berg i dagen og tidligere inngrep som er av betydning for stabiliteten. Det ble observert enkelte flere bergblotninger. Det ble også observert et mindre område med lokal erosjon høyt oppe i skråning mot øst. Det er foreslått en mindre terrengjustering i dette området for å ivareta denne mindre erosjonen (markert som liten motfylling og terrengavlastning i dette området i samme figur – se vedlegg 5).

3.7 Gjennomfør grunnundersøkelser

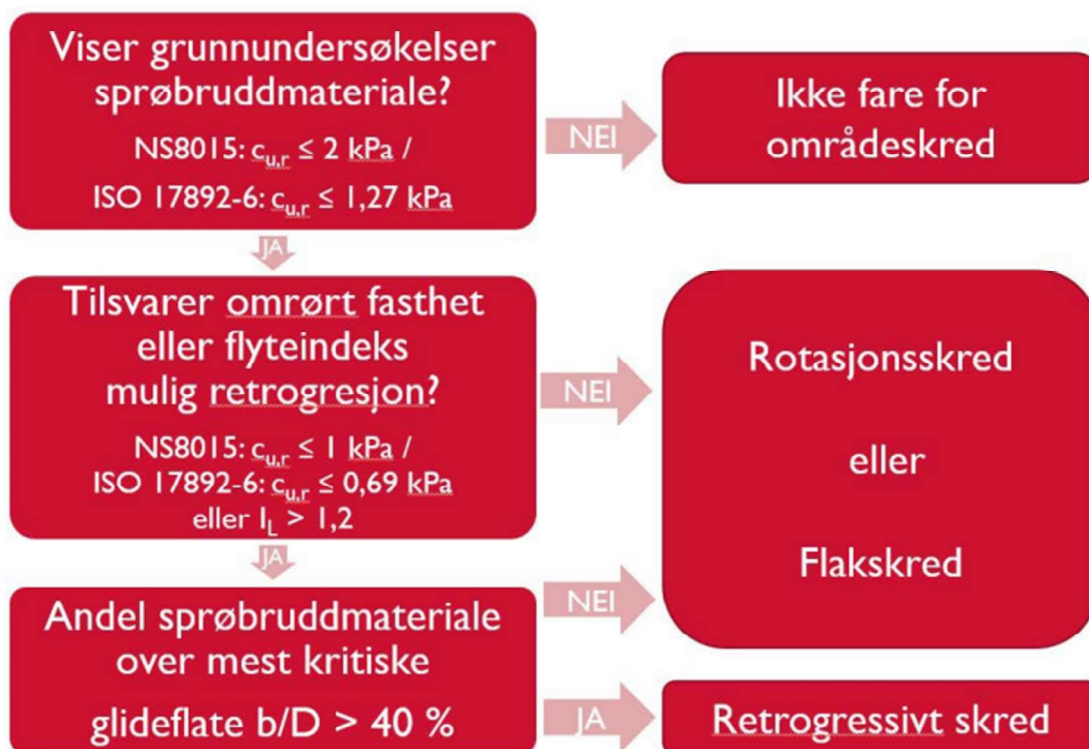
Det er utført grunnundersøkelser i regi av Terraplan AS i det aktuelle området, ved borerigg i mars 2024. Grunnundersøkelsene viser forekomst av sensitive masser og klassifiseres som sprøbruddmateriale i enkelte punkter og dybder.

Det henvises for øvrig til datarapport, ref. [5].

3.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne – og utløpsområder

Mektighet av sprøbrudd anses i alle tilfeller som relativt tynt og sannsynlig lite sammenhengende på eien- dommen. Det er kun i ett punkt (punkt 4) det er funnet leire med omrørt styrke lavere enn 0,69 kPa. Si- den lag av leire med så lav omrørt styrke er svært liten, blir b/D også veldig liten og mye mindre enn 0,4 - se vedlegg 5 for påtegning av sprøbrudd. /ikke sprøbruddsmateriale i plan med tolkede dybdeintervall.

Basert på dette aktuell skredmekanisme er vurdert som rotasjonsskred i mest kritiske snitt (profil B) iht. flytskjema figur 4.3 i NVE veilederen.



Figur 4.3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme

Maksimal teoretisk løsnedistanse beregnes som $L=5 \times H=5 \times 30=150$ m. Det vises til vedlegg 4 for plassering og utbredelse av løseområdet.

Lengden av utløpsdistansen beregnes teoretisk som $L_u=0,5 \times L=0,5 \times 150=75$ m. Utløpsområdet er skjønns- messig tilpasset terrengforholdene i ravinedalen.

Det vises til tegning -002 for plassering og utbredelse av faresonen.

3.9 Klassifiser faresoner

Klassifisering av faresonen er utført i henhold til retningslinjer gitt i NVE Ekstern rapport nr. 9/2020. So- nen får «lav» faregrad, skadekonsekvens «mindre alvorlig» og risikoklasse 2. Se vedlegg 2 for detaljer.

3.10 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Krav til sikkerhet

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \times f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikker- het kan F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Figur 3.3 i NVE 1/2019.

Utførte stabilitetsberegninger er videre dokumentert og beskrevet i kapittel 4.

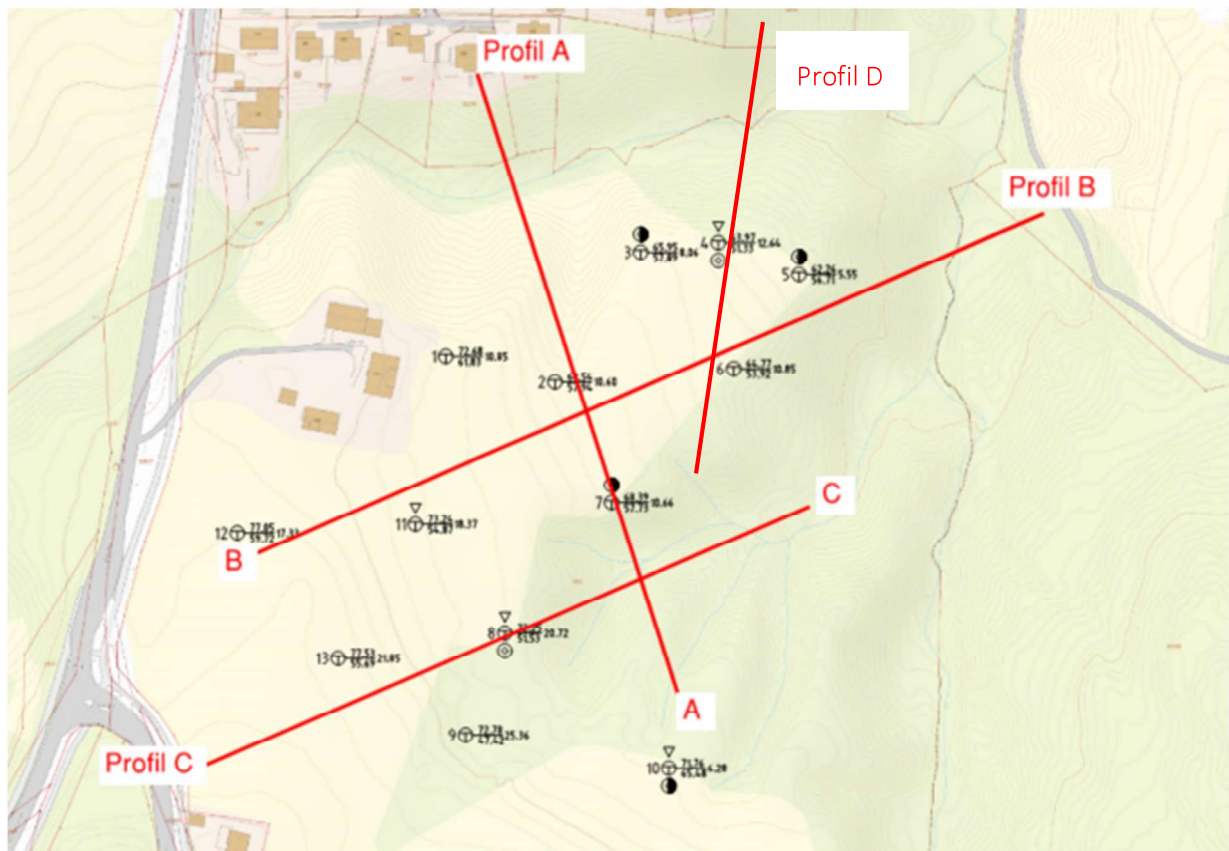
3.11 Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Når områdestabilitetsutredninger er kvalitetssikret av et uavhengig foretak anbefales det å melde inn faresonen i NVEs innmeldingsløsning.

4 STABILITETSBEREGNINGER

4.1 Kritiske snitt

Basert på terrenggeometri er beregningsprofilen trukket fra sør og vest, gjennom tiltaksområdet og ned i bunnen av dalen i nord og øst. Se Figur 8 nedenfor.



Figur 8: Utsnitt av mest kritiske snitt fra Lolland, gjennom tiltaksområdet til bunn av ravinen.

4.2 Lagdeling og materialeparametere

4.2.1 Lagdeling

Lagdelinger er tolket og vist i vedlegg 3 sammen med stabilitetsberegningene. Lagdelinger er tolket basert på utførte totalsonderinger, trykksonderinger og prøveserier.

4.2.2 Valg av parametere

Valg av materialparametere for stabilitetsvurderinger er basert på tolket CPTU-forsøk og erfaringstall fra Statens vegvesen sin håndbok V220.

Tørrskorpeleire, fyllmasser

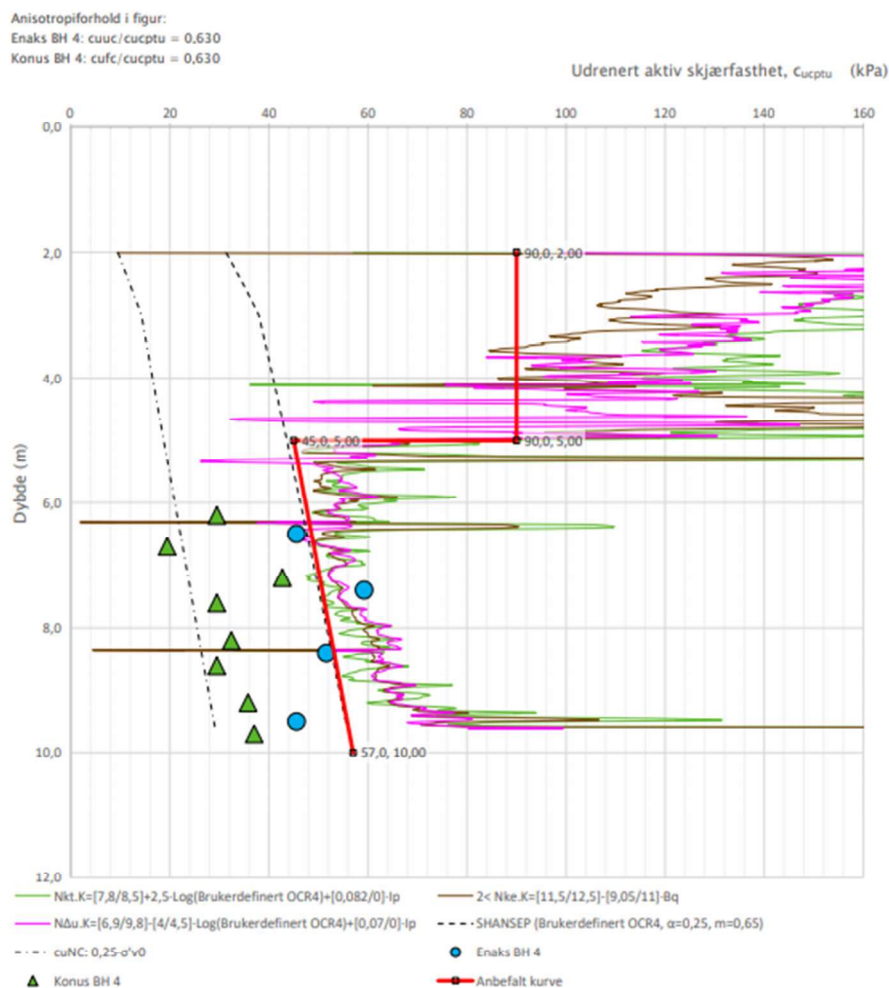
Erfaringsverdier fra Statens vegvesen HB V220, for tørrskorpeleire:

- Tyngdetetthet, γ : 19 kN/m³
- Friksjonsvinkel, ϕ (°): 30°
- Attraksjon, a : 0 kPa

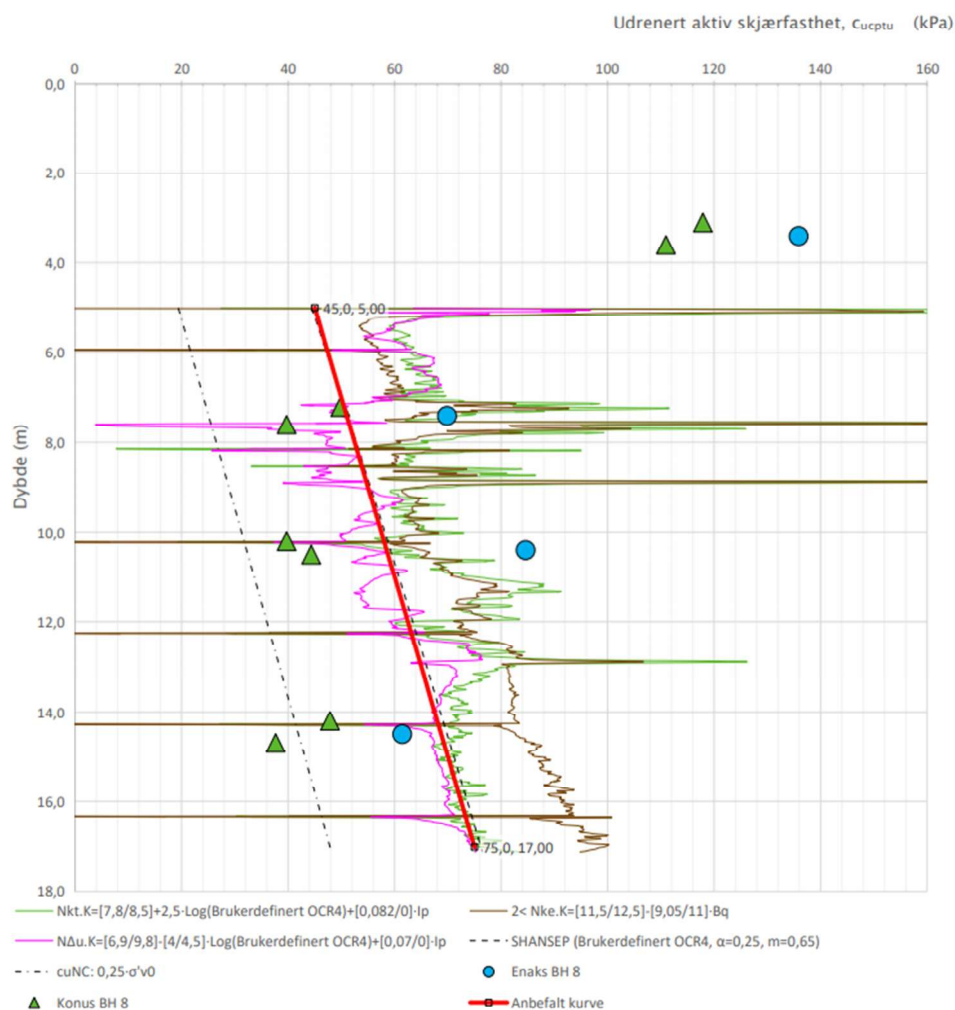
Leire/Kvikkleire

Basert på de utførte trykksonderingene (CPTU) er leirens skjærfasthet tolket ut fra metode beskrevet i [8].

Valgt designlinje for udrenert skjærfasthet i sprøbruddmaterialet er tolket fra CPTU-sonderinger. Designlinjen for SuA fra CPTU i borehull 4 og 8 er gitt i Figur 9 og Figur 10 samt vist i vedlegg 1.



Figur 9: Utsnitt fra tolking av udrenert skjærfasthet fra CPTU ved borpunkt 4.



Figur 10: Utsnitt fra tolking av udrenert skjærfasthet fra CPTU ved borpunkt 8.

Leiren er modellert med NGI-ADP jordmodell. Det er derfor benyttet ADP-faktorer i henhold til NIFS rapport nr. 14 (2014). Materialparametere for leiren som er brukt i GeoSuite Stability er gitt av Tabell 2.

- $S_{uD} = 0,63 S_{uA}$
- $S_{uP} = 0,35 S_{uA}$

Tabell 2: Materialparametere for tørrskorpe, fyllmasser, leire og sand.

Løsmasser	Tyngdetetthet (kN/m ³)	Friksjonsvinkel (°)	Attraksjon (kPa)
Tørrskorpe, fyllmasser	19	30	0
Leire, siltig (Udrenert)	19,5	-	-
Leire, siltig (Drenert)	19,5	28	5
Sand	19	32	-

4.3 Resultat av stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger for dagens situasjon i kritisk snitt. Beregningene er utført for dagens situasjon i kritisk snitt både ved udrenert og drenert analyse.

Cu- profil i stabilitetsberegningene er basert på CPT fra borpunkt 4 og 8 – se i Figur 9 og Figur 10 samt i vedlegg 1.

Stabilitetsberegningene viser generelt at det ikke tillates forverring av dagens stabilitet av skråningene.

Under forutsetning at tiltak ikke forverrer stabiliteten, er beregnet sikkerhetsfaktorer i korttids tilstand (udrenert analyse) tilstrekkelig i forhold til krav ($F \geq 1,4$) i alle beregningsprofilene. Imidlertid er beregnet stabilitet i langtid tilstand (drenert analyse) lavere enn krav og det kreves dermed minimum prosentvis forbedring av stabiliteten. Dette gjelder beregning utført i profil A og B. Det kreves minimum 10 % forbedring av dagens stabilitet.

Tabell 1: Beregnede sikkerhetsfaktorer i kritiske profiler for dagens situasjon.

	Udrenert analyse	Drenert analyse
Profil A	1,67	1,14
Profil B	1,44	1,03
Profil C	1,42	1,59
Profil D	1,42	1,91

Geoteknisk tiltak som anbefales er prosentvis forbedring iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3 i NVE 1/2019, ved bruk av topografiske endringer. Om mulig kan gjerne masser fra terrengavlasting i toppen av skråningen benyttes som motfylling i bunn av skråning. Terrengjustering kan gjerne utføres i kombinasjon med allerede skissert gangvei/-sti fra områderegeringsplan.

Stabilitetsvurderinger viser en mulig forbedring av dagens sikkerhet med ca. 11% for profil A og ca. 26% for profil B i drenert analyse. Tabell 2 viser beregnede sikkerhetsfaktorer i kritiske profiler med tiltaket.

Tabell 2: Beregnede sikkerhetsfaktorer i kritiske profiler med tiltaket.

	Udrenert analyse	Drenert analyse
Profil A	2,32	1,26
Profil B	1,77	1,30

I tillegg er det utført stabilitetsberegninger for skissert mulig tursti fra mottatt terrenggeometri. Beregningene er utført for dagens situasjon i sti-profil 90 og 190 både ved udrenert og drenert analyse – se Tabell 3 for oppsummering av resultatene. Det er behov for noe større fylling enn modellert tursti for å ivareta stabilitet, der fyllingen i enkelte områder må ligge høyere opp i skråningen enn modellert.

Beregnet sikkerhetsfaktorer i korttids og langtids tilstand for en noe justert geometri, som viser at fylling kan gi tilstrekkelig stabilitet. Se beregninger i vedlegg 3. Det må detaljprosjekteres i neste fase.

Tabell 3: Beregnede sikkerhetsfaktorer i kritiske profiler for modellert tursti, inkludert noe større fyllingsgeometri.

	Udrenert analyse	Drenert analyse
Profil 90	3,16	1,51
Profil 190	1,51	1,19

Kritiske glidesirkler for udrenert og drenert analyse er vist i vedlegg 3.

4.4 Konklusjon

Tiltaket plasseres i tiltakskategori K4 og det ligger i en faresone med faregrad lav, er krav til sikkerhet for områdestabilitet tilfredsstillende etter prosentvis forbedring med 10% forbedring.

Terraplan konkluderer med at sikkerheten mot områdeskred er ivaretatt og oppfylt i henhold til kravene i plan- og bygningsloven §28-1, §29-5 og byggt teknisk forskrift TEK 17, kap. 7 for det planlagte tiltaket.

Dette krever tilstrekkelig stor motfylling i nedre del av skråning, i kombinasjon med noe terrengavlastning på toppen – se vedlegg 4.

Det anbefales at det gjøres terreng avlastning i toppen av skråningen og utfylling med samme masse i skråningen. I tillegg anbefales at nye bygg fundamenteres kompensert, enten med kjeller eller ved bruk av lette masser. Kompensering innebærer at man graver bort vekten av jord tilsvarende vekten bygget.

Dersom tilstrekkelig terrengjustering ikke gjennomføres, kreves vesentlig høyere beregnet stabilitet. Det bør i så tilfelle vurderes å kun utbygge områdene utenfor skissert faresone, eller andre tiltak som stagforankert spunt i yttergrensene eller kalksementstabilisering av undergrunnen. Alternative tiltak til terrengjusteringer vil være kostnadskrevende og bør sølkes unngått.

Uavhengig kvalitetssikring av vår områdestabilitetsvurdering må utføres av uavhengig foretak.

5 INNSPILL TIL BESTEMMELER I REGULERINGSPLAN

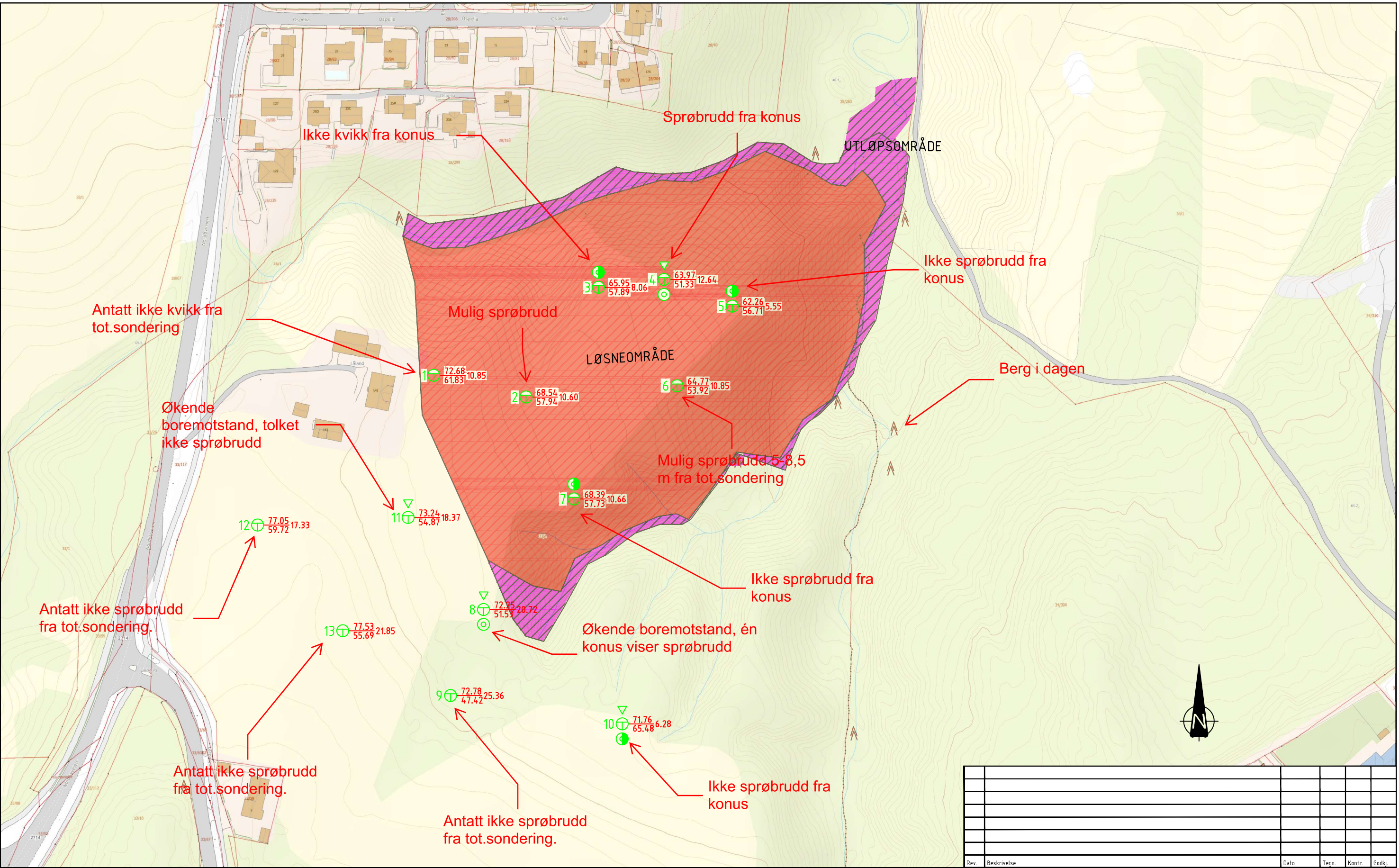
Det anbefales å fastsette følgende generelle bestemmelser til reguleringsplanen:

- Innenfor hensynssonen må det gjennomføres tiltak for å forbedre stabiliteten, som terrengjustering. Områder utenfor markert faresone er friske områder som kan bebygges uten sikringstiltak i ravinedal.
- Sikringstiltak for å ivareta sikkerhet mot skred jf. TEK17 med veiledning, skal gjennomføres før igangsettelse av øvrige utbyggingsarbeider.
- Anbefalinger i geoteknisk rapport/notat skal følges opp i detaljprosjektering og utførelse.
- Sikkerhet mot skred skal ivaretas for alle faser av utbyggingen. Herunder skal fagområdet geoteknikk belegges med ansvar ifb. detaljprosjekteringen (iht. byggesaksforskriften, SAK10), og tiltaks-klasser skal velges ut fra prosjektets vanskelighetsgrad og konsekvens.

6 REFERANSER

- [1] G. f. S. Kartverk, «Høydedata,» [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.
- [2] NGU, «NGU,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [3] NVE, «Temakart,» [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/>.
- [4] NGU, «National Database for Grunnundersøkelser,» [Internett]. Available: <https://geo.ngu.no/kart/nadag-avansert/>.
- [5] Terraplan AS, «Geoteknisk Datarapport RIG-RAP-01,» 2024.
- [6] Rambøll, «Geoteknisk rapport Knive – Lolland - 1350024636_rev02,» 2022.
- [7] Rambøll AS, «Knive-Lolland Grunnundersøkelser datarapport, Oppdrag: 1350024636,» 2019.
- [8] «K. L. T. K. D. S. S. Karlsrud, «CPTU correlations for clays. Proc 16th ICSMFE, Osaka, September 2005,»,» 2005.

T:\05 Prosjekter\24028 - Knivåsen AS - Lolland detaljregulering felt BKB\03 Prosjekt\02 Produksjon\RIG\02 Tegninger\02 Under arbeid\01 DWG\Løsne-ut.dwg. - Layout: (001). - Plottet av: bikalpa, Dato: 2024.05.15 kl 16:06



● Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering

⊖ Poretrykksmåling

⬆ Skovling

☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering

⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeboring

Innmåling: UTM32, NN2000

■ Løsneområde

▨ Utløpsområde

Borhull nr.

Terrang (bunn) kote

Antatt fjellkote

Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
LOLLAND UTVIKLING AS			Fag	Format	
KVIVE - LOLLAND			RIG	A3	
KVIKKLEIREFARESONE			Dato	15.05.2024	
BORPLAN			Format/Målestokk:	1:1500	
Terraplan		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		TIL DATARAPPORT	BA	HT	HT
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		24028	RIG-TEG-002		00

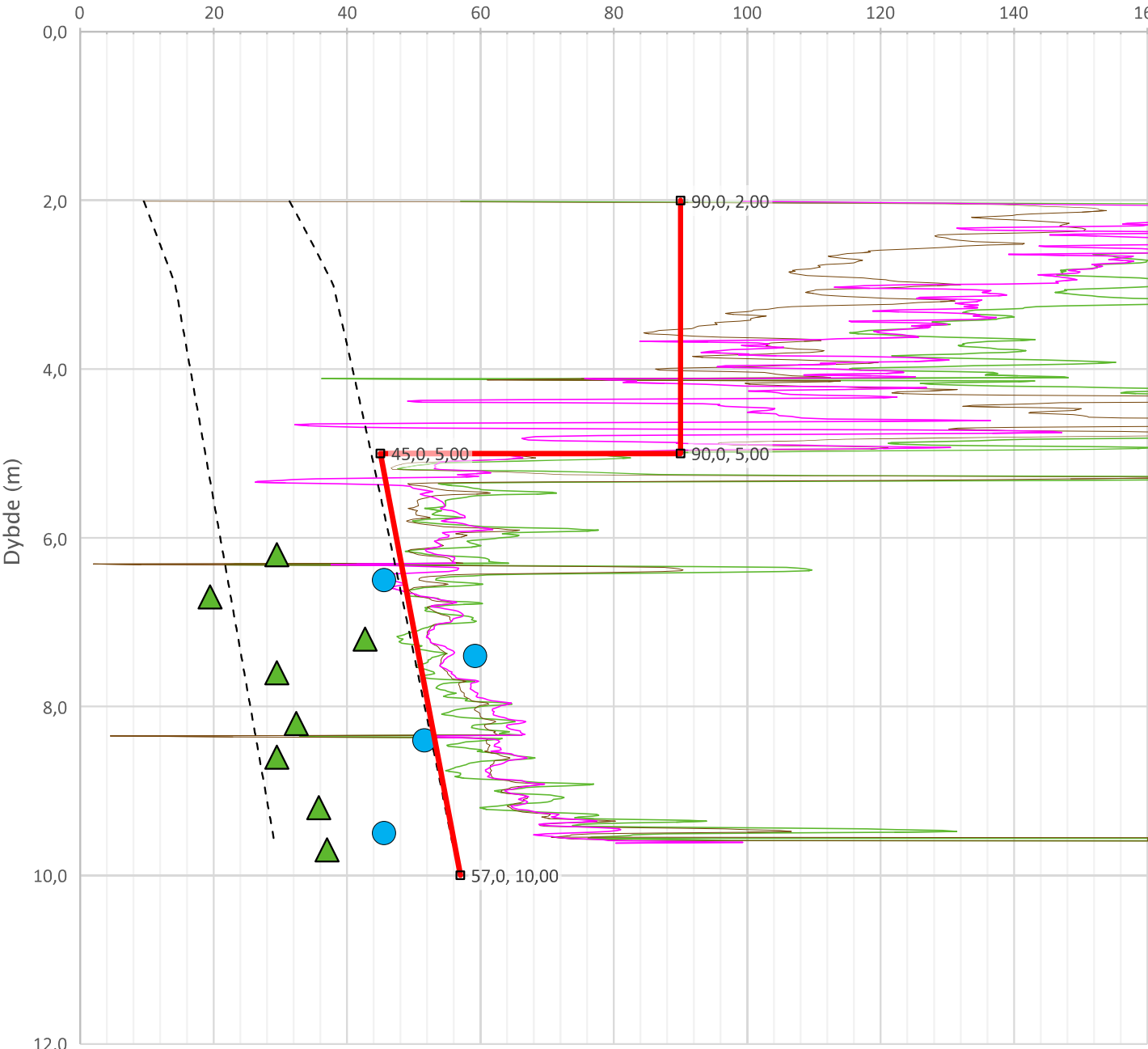
Vedlegg 1: Tolket CuA (aktiv skjærfasthet) fra CPTU

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 4: cuuc/cucptu = 0,630

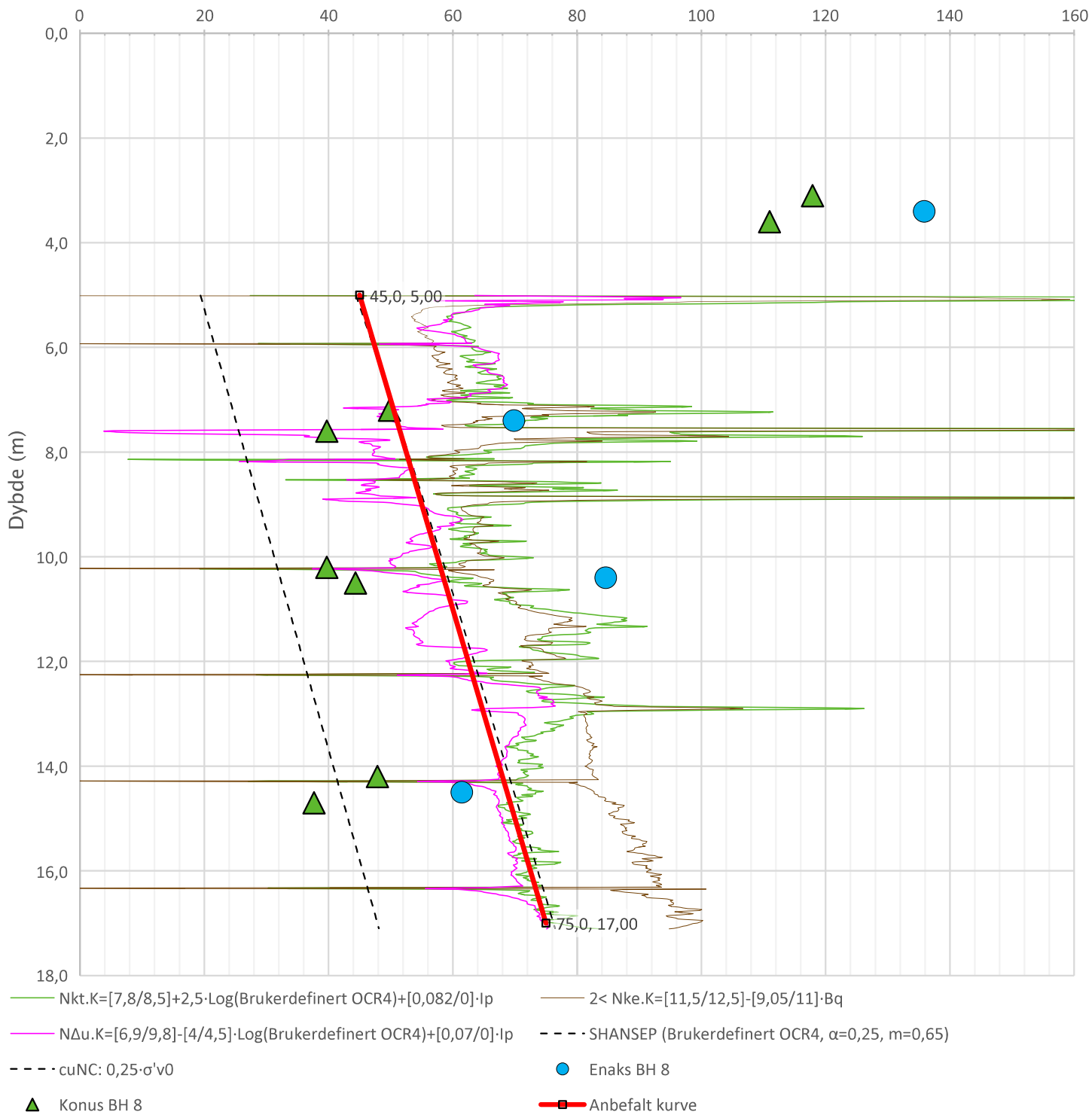
Konus BH 4: cu_{fc}/cu_{cptu} = 0,630

Udrenert aktiv skjærfasthet, cu_{cptu} (kPa)



— Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,082/0]·lp — 2< Nke.K=[11,5/12,5]-[9,05/11]·Bq
— NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,07/0]·lp - - - SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, α=0,25, m=0,65)
- - - cu_{NC}: 0,25·σ'v0 ● Enaks BH 4 —■— Anbefalt kurve
▲ Konus BH 4

Prosjekt Knive – Lolland, Felt BKB				Rapportnummer: 24028	Borhull 4
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 52315	
	Utført BA	Kontrollert HT	Godkjent HT	Anvend.klasse 1	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 12.03.2024	Revisjon	Figur 5	
			Rev. dato		



Prosjekt Knive – Lolland, Felt BKB				Rapportnummer: 24028	Borhull 8
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					Sondennummer 52315
 Statens vegvesen	Utført BA	Kontrollert HT	Godkjent HT	Anvend.klasse 1	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 11.03.2024	Revisjon	Figur 5	
			Rev. dato		

Vedlegg 2:Faregradsevaluering

Faregradsklasse			
Vurdering			

Faktor	Vekttall	Vurdering	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	1	
Skråningshøyde, meter	2	0	Ca. 25 m iht. kritisk snitt, men løsmassetypikkelse <15m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1	OCR fra BH 4
Poretrykk, overtrykk, kPa	3	0	Ukjent. Antar hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk, kPa	-3	0	
Kvikkleire/sprøbrudsmektighet	2	3	Mer enn halve skråningshøyden
Sensitivitet	1	2	Målt til >30 i prøver nr. 4
Erosjon	3	1	Noe erosjon i bekken.
Inngrep, forverring	3	0	
Inngrep, forbedring	-3	0	
Poeng (score x vekttall):		14	

Beregnet faregradsklasse	Lav
Faregrad	0,27

Skadekonsekvens			
Vurdering			

Faktor	Vekttall	Vurdering	Kommentar
Boligheter, antall	4	0	Før utbygging
Næringsbygg, personer	3	0	
Annen bebyggelse, verdi	1	1	Låland gard
Vei, ÅDT	2	2	ÅDT = 4000-4500
Toglinje, baneprioritet	2	0	Ingen
Kraftnett	1	0	Ingen kraftnett registrert i NVEs temakart
Oppdemning/floam	2	0	
Poeng (score x vekttall):		5	

Beregnet skadekonsekvensklasse	Mindre alvorlig
Skadekonsekvens	0,11

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)	305
Risikoklasse:	2

Terraplan AS

Dato: 13.11.2024

Oppdrag nr.: 24028

Utarbeider: BA

Vedlegg nr.: 1

Kontroll: HT

Versjon: 1

Godkjent: HT

https://terraplan2.sharepoint.com/sites/Prosjekter/Delte dokumenter/General/24028 - Knivåsen AS - Lolland detaljregulering felt BKB/03 Prosjekt/02 Produksjon/RIG/01 Rapporter og notater/RIG-NOT-01 Områdestabilitet/Faregradsevaluering.xlsx

Terraplan

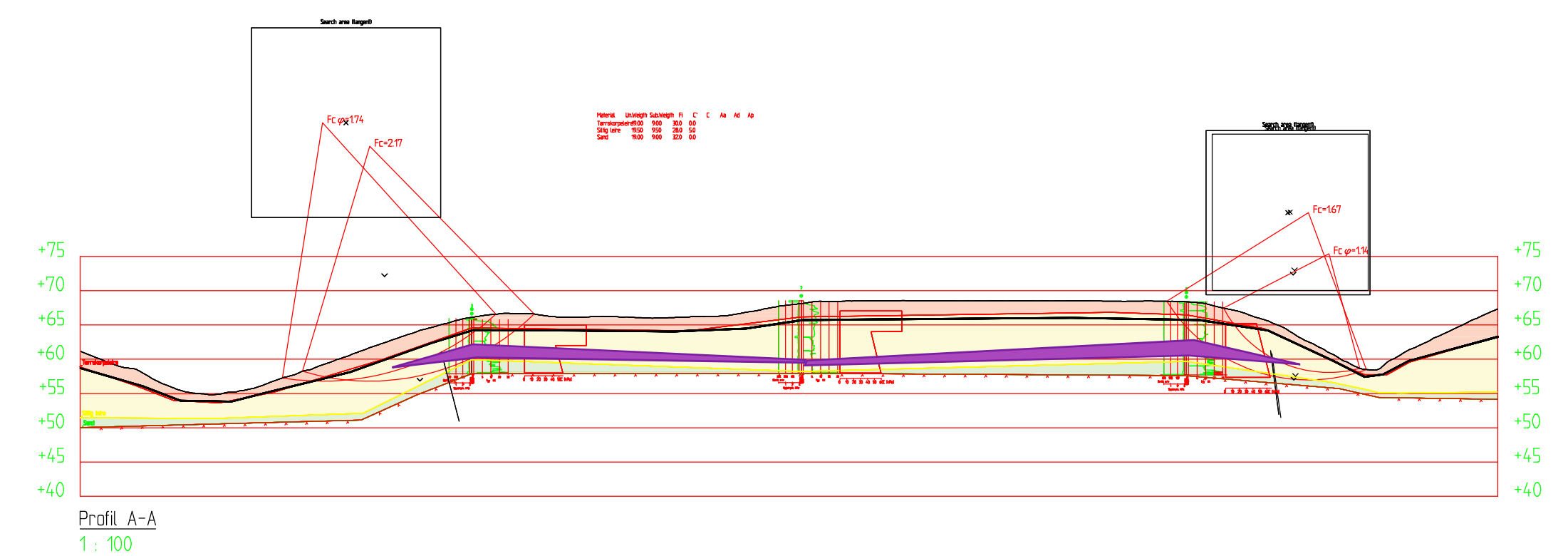
Evaluering av faregrad					
		Faregrad, score			
Faktor	Vekttall	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
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, forverring	3	Stor	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Lite	Ingen
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	31 %	0 %

Evaluering av skadekonsekvens					
		Konsekvens, score			
Faktor	Vekttall	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	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/floam	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

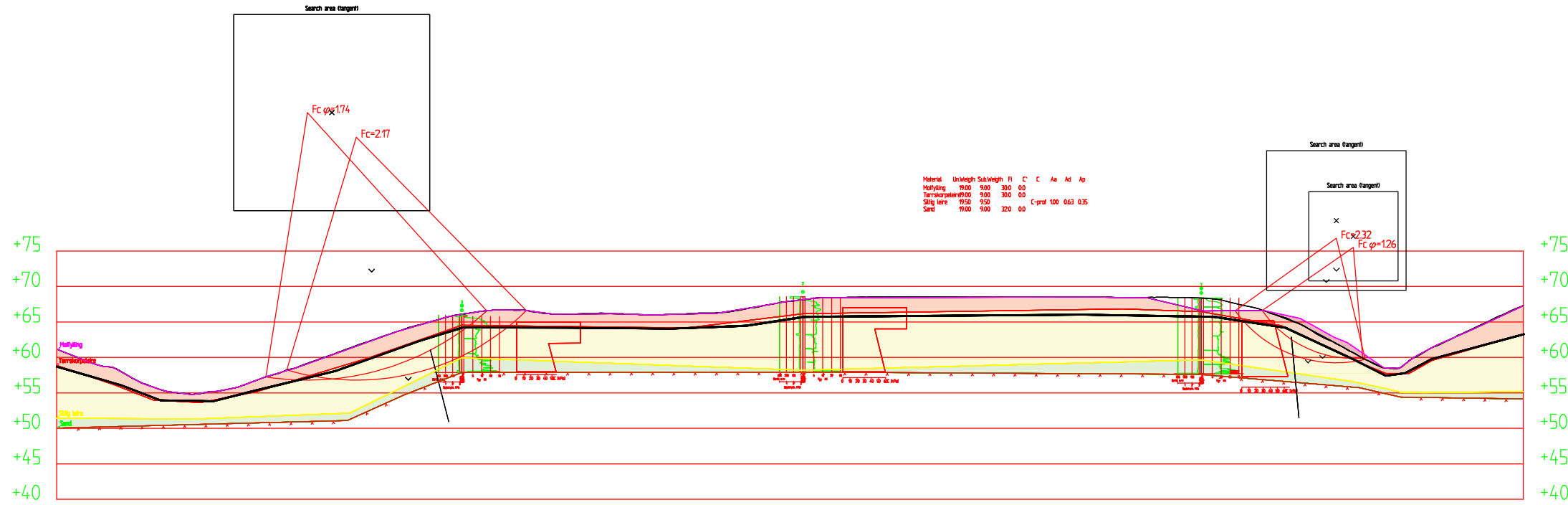
Faregradsklasser	1	Lav	Poengverdi
	2	Middels	0-17
	3	Høy	18-25
Skadekonsekvensklasser	1	Mindre alvorlig	26-51
	2	Alvorlig	0-6
	3	Meget alvorlig	7-22
Risikoklasse	1	0-170	23-45
	2	171-630	
	3	631-1900	
	4	1901-3200	
	5	3201-10000	

Vedlegg 3: Stabilitetsberegning

Profil A: Dagens situasjon



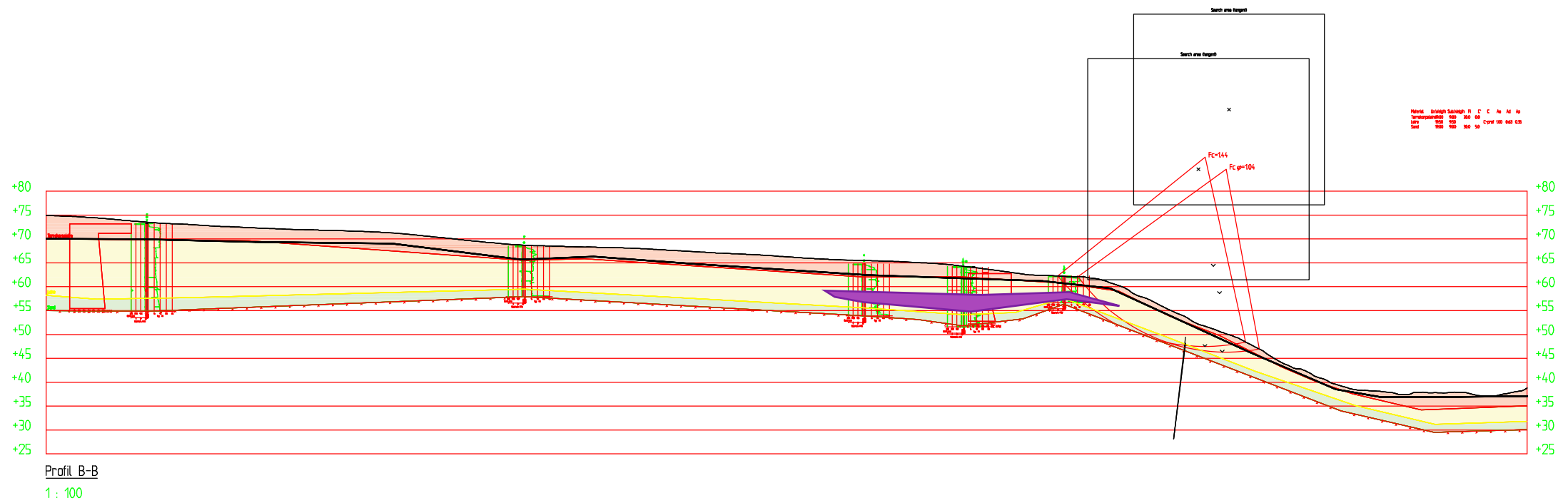
Profil A: Med tiltak



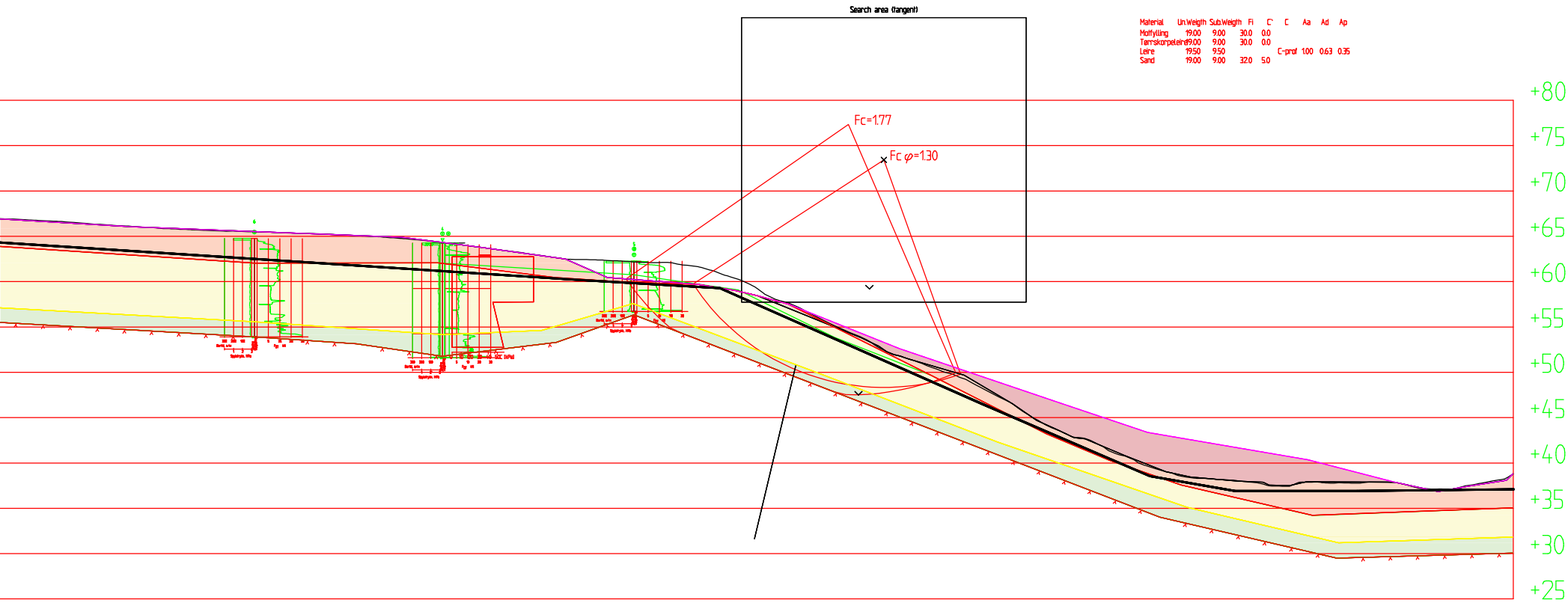
Profil A-A

1 : 100

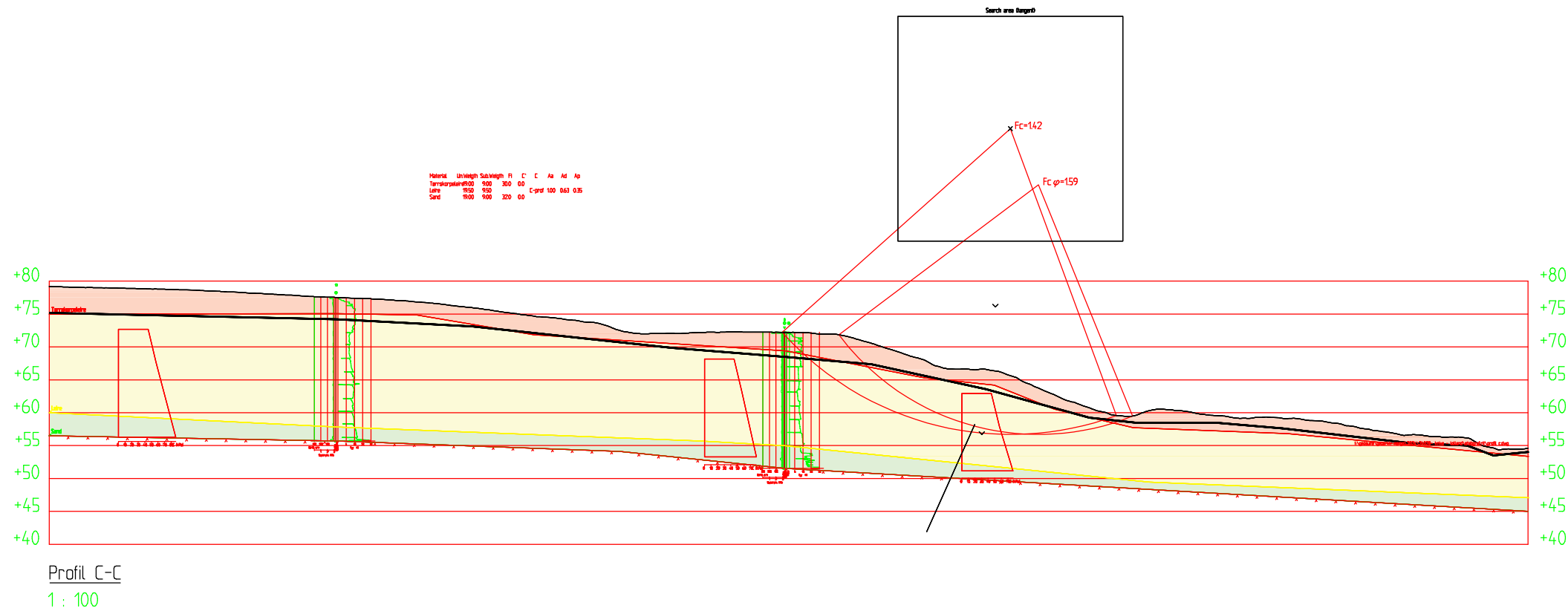
Profil B: Dagens situasjon



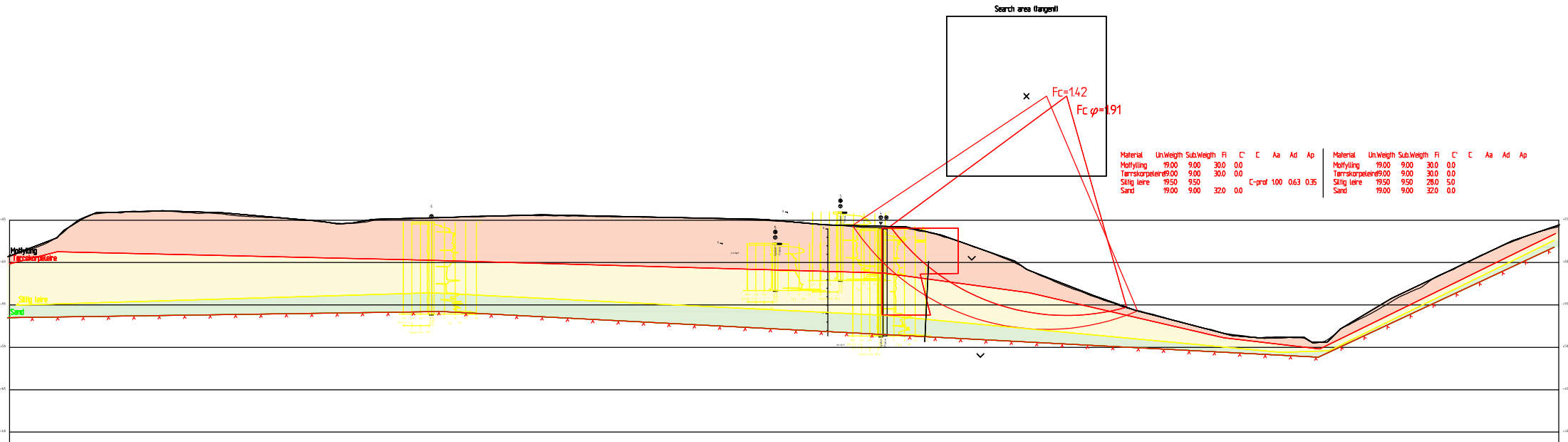
Profil B: Med tiltak



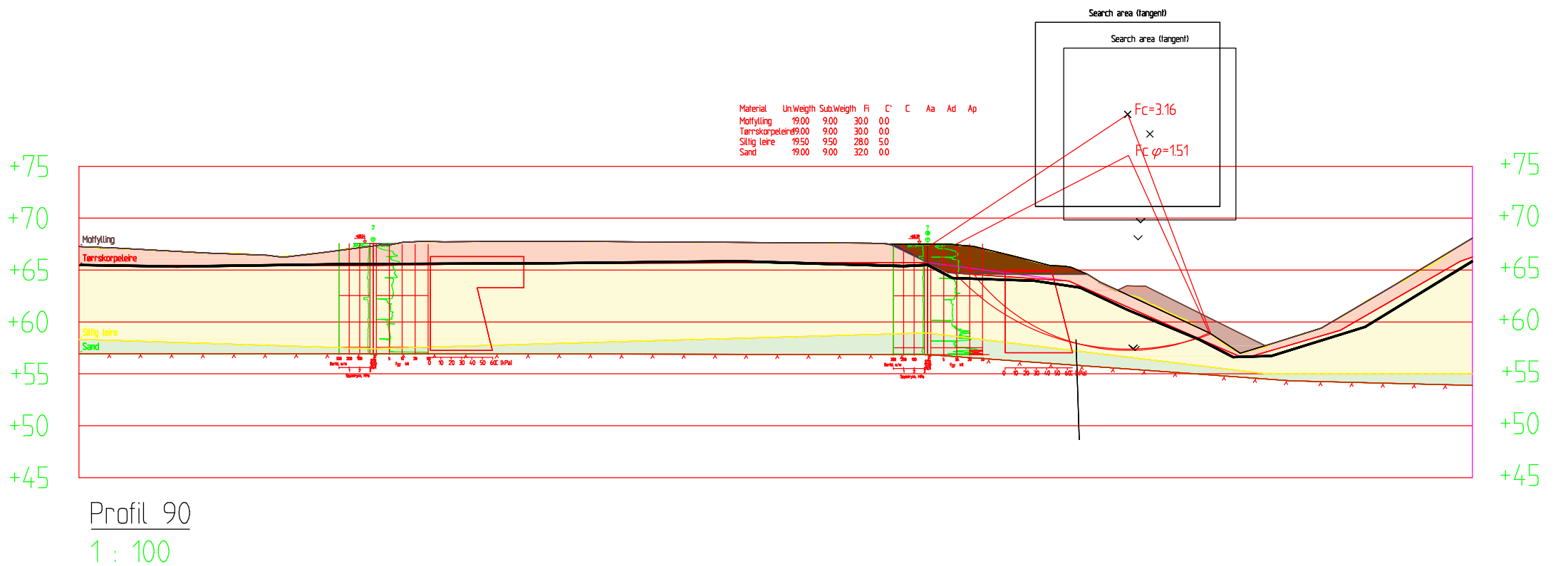
Profil C: Dagens situasjon



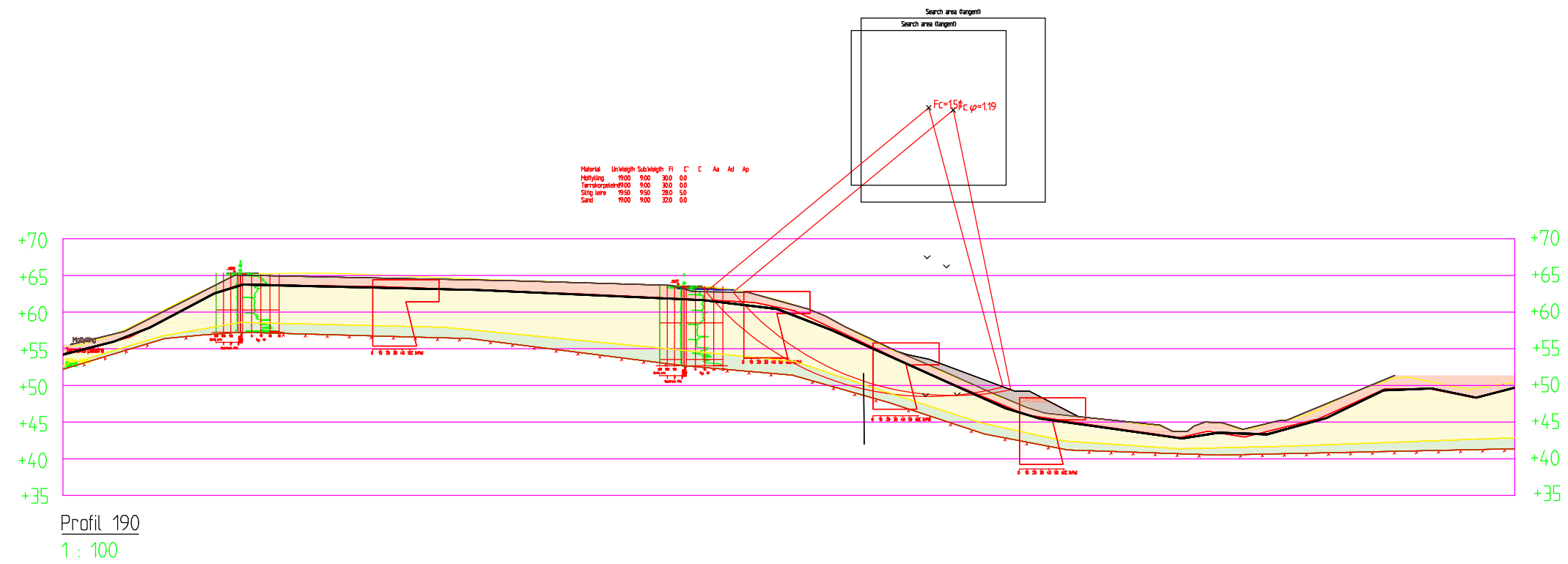
Profil D: Dagens situasjon



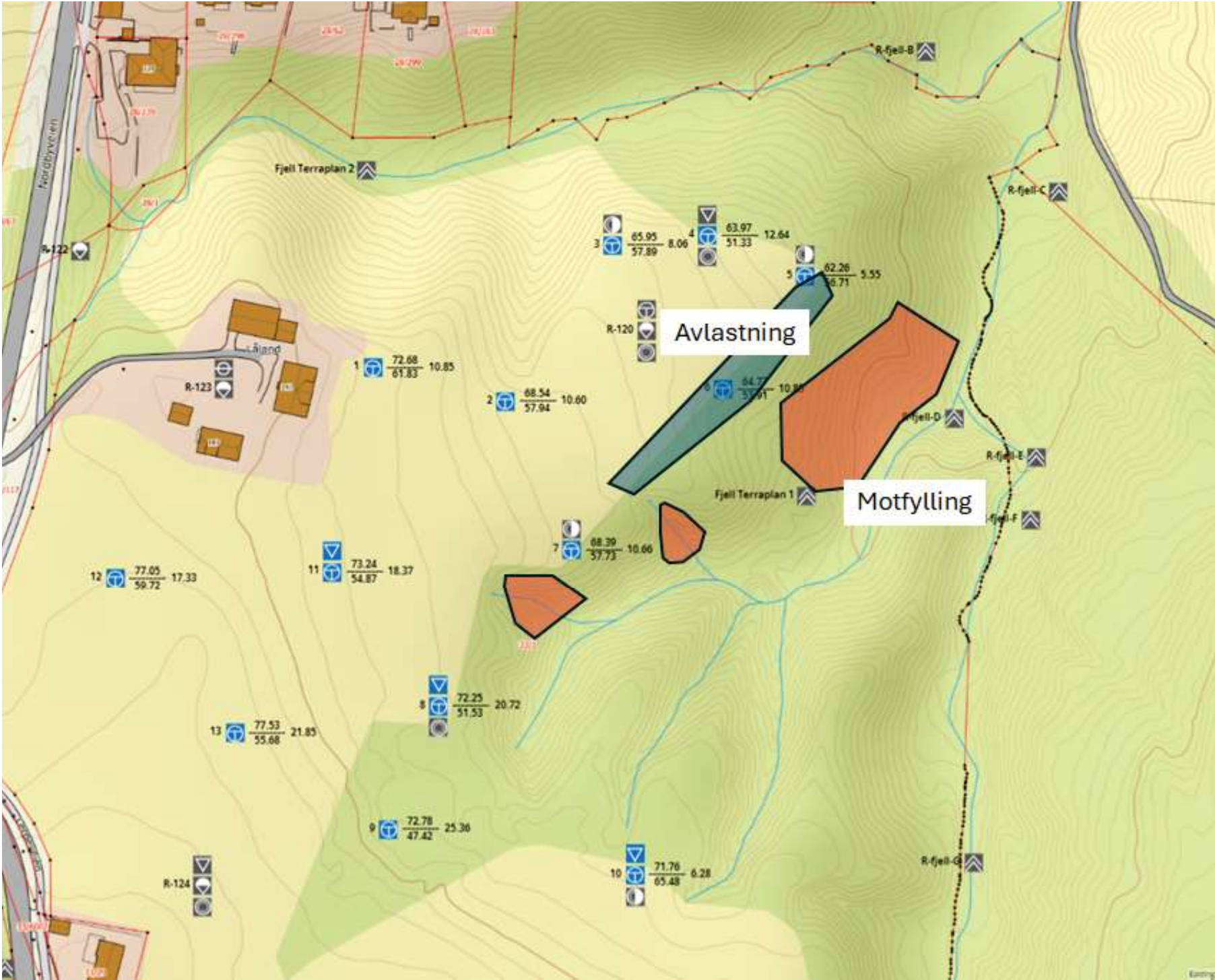
Profil 90: Tursti



Profil 190: Tursti



Vedlegg 4: Terrengjustering



Vedlegg 5: Påtegning sprøbrudd./ikke sprøbruddsmateriale i plan

