

Utg. 2: 25. mai 2021

20237

Distribusjon

Eyolf Angell-Eriksen, Mestergruppen arkitekter

Erlend Søraker, BoKvalitet AS

Laget av

DRH

Godkjent

GÖB

Prosjekt

Nedre Hvalseng, Hallingby

Geoteknisk notat

1 Innledning**1.1 Generelt**

VSO Consulting har på oppdrag for Innhus AS utført stabilitetsberegninger ifm. detaljregulering av området Nedre Hvalseng, tomt gnr/bnr 274/2 ved Gamle Ådalsvei i Ringerike kommune.

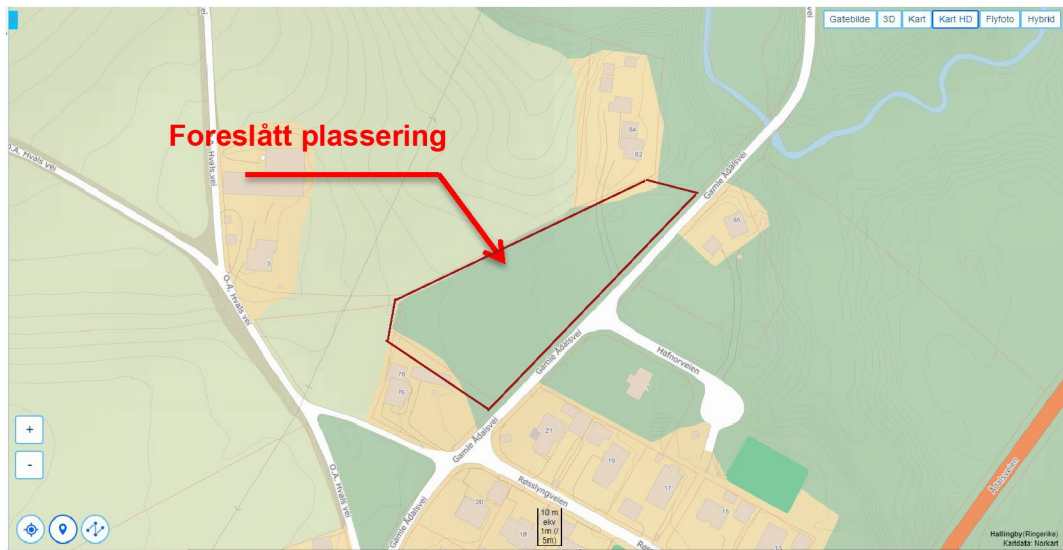
Bilde 1.1 viser omtrentlig plassering av området. Bilde 1.2 er flybilde av området. Bilde 1.3 viser situasjonskart av tiltaket.

Informasjon fra Nasjonal løsmassedatabase¹ (bilde 1.3), indikerer at løsmasser på tomtene består av tykk havavsetning (leire) med elveavsetning og torv og myr i nærheten.

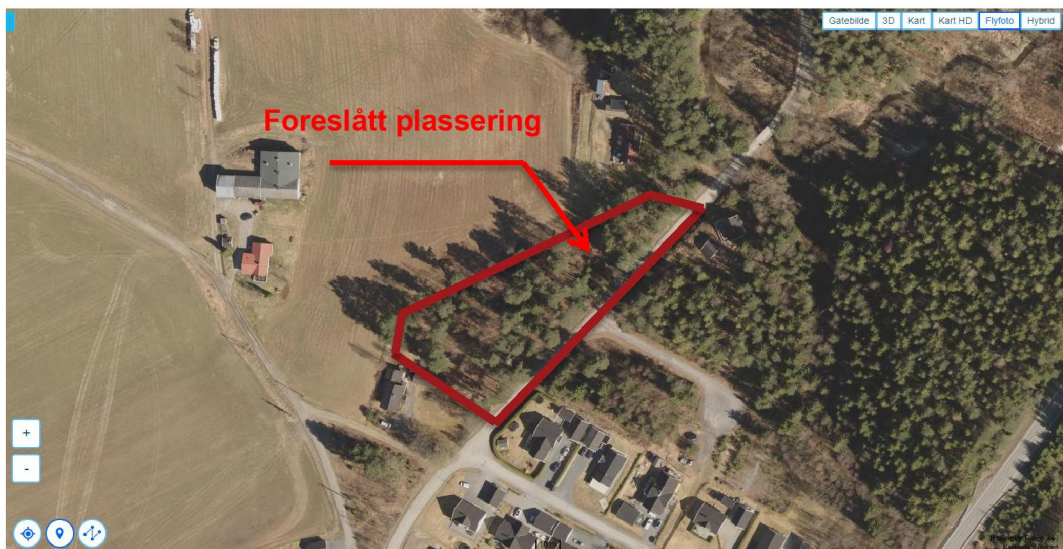
Kartgrunnlaget fra Norges vassdrags- og energidirektorat, i samarbeid med Norges geologiske undersøkelse, www.skrednett.no (bilde 1.4) viser at planområdet ligger utenfor kartlagte kvikkleireområder men under marin grense og i ca. 750 m avstand fra område der kvikkleire har blitt funnet av Statens Vegvesen.

Bilde 1.5 viser situasjonsplan av området.

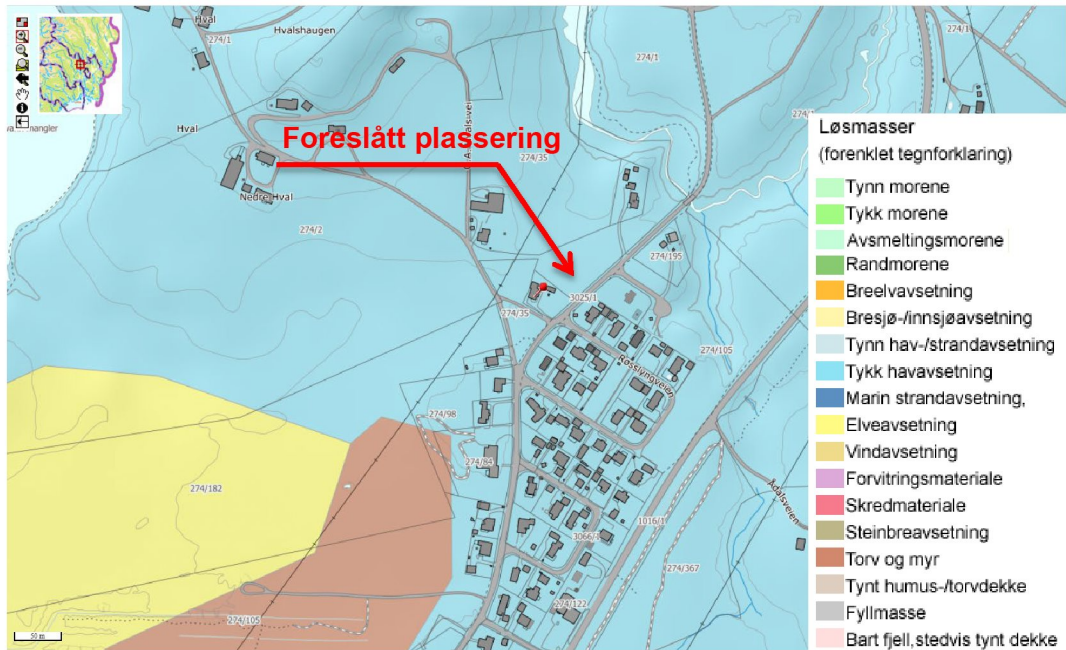
¹ <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>



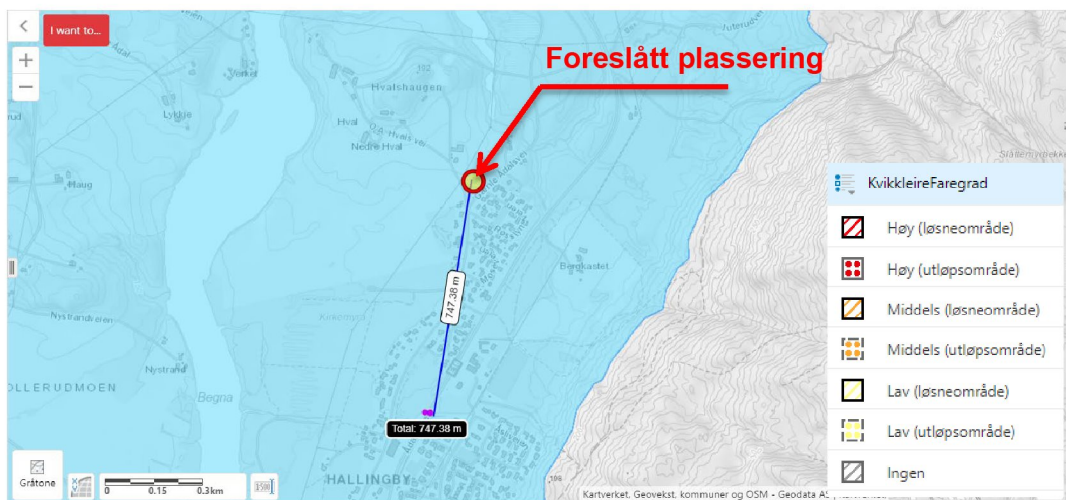
Bilde 1.1 Kart av planområdet. Kilde: www.kart.finn.no



Bilde 1.2 Flybilde fra området. Kilde: www.kart.finn.no



Bilde 1.3 Kart som viser dokumenterte løsmasser, tykk havavsetning, torv og myr i nærheten. Kilde: www.geo.ngu.no/kart/losmasse/



Bilde 1.4 Kart fra skrednett.no som viser at området ligger ca. 750 m fra nærmeste kvikkleirepunkt men under marin grense. Kilde: www.skrednett.no



Bilde 1.5 Situasjonsplan av området, Nedre Hvalseng. Kilde: Mestergruppen arkitekter.

1.2 Tilgjengelige geotekniske undersøkelser

Tidligere har det blitt utført prøvegravning (rapport [1]) samt felt- og laboratorieundersøkelser (rapport [2]) på tomten.

- [1] Geoteknisk notat. Nedre Hvalseng, Hallingby. Utarbeidet av VSO Consulting AS 8. april 2020.
- [2] Geoteknisk undersøkelsesrapport. Nedre Hvalseng, Ringerike Kommune. Utarbeidet av VSO Consulting AS 28. april 2021.

Bilde 1.6 viser plassering av prøvehullene og borpunktene fra rapport 1 og 2.

I rapport [1] ble det tatt fire prøvegravninger til 3-4,7 m dybde (PH1-PH4). I rapport [2] ble det boret fem borehull (A-E) til ca. 25 m dybde, derav en (E) utenfor planområdet.



Bilde 1.6 Oversikt over utført geotekniske undersøkelser.

1.3 Regelverk og standarder

Gjeldende regelverk og standarder som legges til grunn for er oppsummert nedenfor:

- NS-EN 1990:2002+NA:2016 (Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7 - del 1)
- Byggeteknisk forskrift: TEK 17
- Byggesaksforskriften: SAK 10
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, juni 2014
- NVE veileder 1/2019 – Sikkerhet mot kvikkleireskred, desember 2020
- NVE ekstern rapport 9/2020 – Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse, desember 2020
- NVE veileder 4/2009 – Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein, november 2009

2 Prosedyre fra NVE

Tabell 3.1. i kapittel 3.2 i NVEs veileder 1/2019 – *Sikkerhet mot kvikkleireskred* viser en stegvis prosedyre for utredning av områdeskredfare.

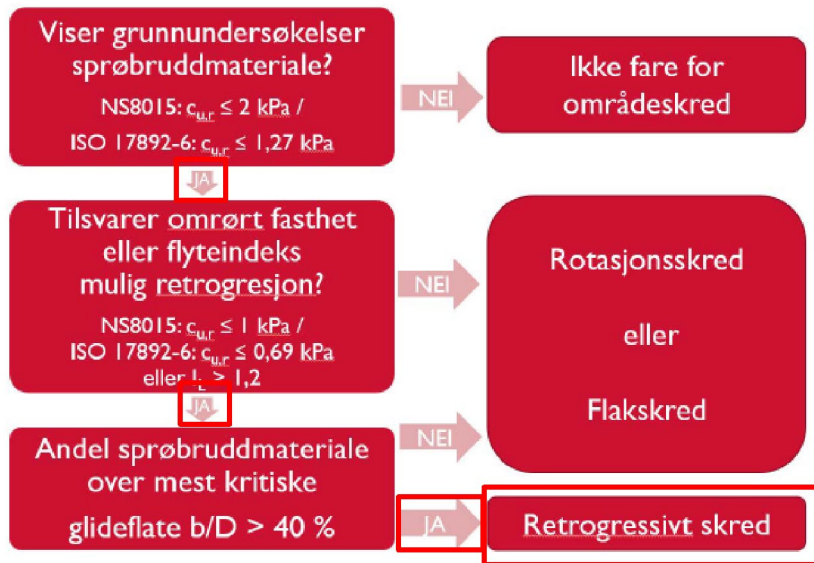
1. Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.
 - a. Nei, se bilde 1.4
2. Avgrens områder med mulig marin leire
 - a. Hele tiltaksområdet ligger under marin grense og dermed med mulig marin leire, se bilde 1.4
3. Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred
 - a. Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m, se kapittel 3.1.
4. Bestem tiltakskategori.
 - a. Ettersom tiltaket medfører tilflytting av personer med mer enn to boenheter faller tiltaket i tiltakskategori K4, se tabell 3.2 fra veilederen.

Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

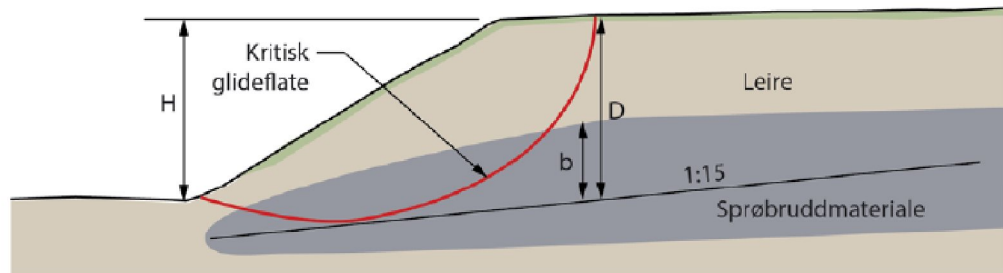
Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikkikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepionier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

5. Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde
 - a. Tiltaksområdet ligger på et platå som faller med mild skråning mot nord og nordøst. Det ble funnet kvikkleire på tomten. Kritiske skråninger er vist i kapittel 4.
6. Befaring
 - a. Området ble befart ifm. utført prøvegravning på området.
7. Gjennomfør grunnundersøkelser
 - a. Se rapport [2]
8. Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder
 - a. Kapittel 4.5 i veilederen gir metode for å vurdere type skred og for å avgrense løснеområder. Kapittel 4.6 handler om avgrensning av utløpsområder. Flytskjema på figur 4.3 klassifiserer type skred. Undersøkelser viser sprøbruddmateriale og omrørt fasthet på 0,07-1,31 kPa. Forholdet b/D er større enn 40%, se bilde 4.6 i kapittel 4. Det er derfor vurdert at det er fare for retrogressivt skred. Kapittel 4.5.2 viser metode (NGI-metoden) for avgrensning av løснеområde for retrogressive skred, se figur 4.7 fra veilederen (0,25H ~ 4 m). Terrenganalyse viser at lengden av løснеområdet, L, er ca. 150 m bakover fra skråningens bunn nordøst for planområdet.

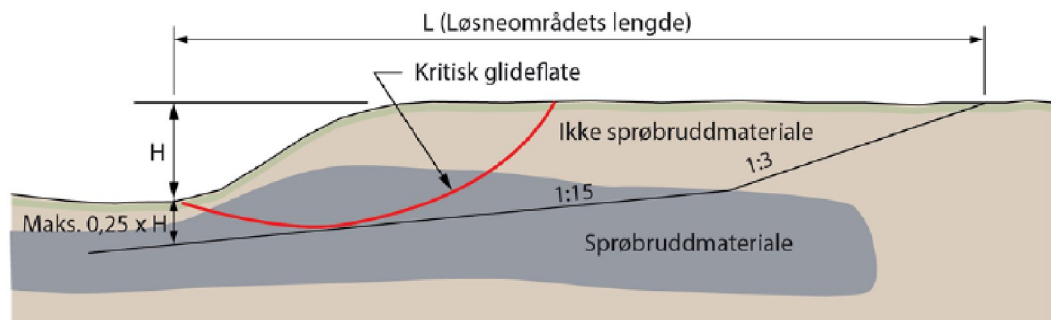
Ifølge kapittel 4.6 i veilederen er utløpsdistansen, $L_u = 3L$ for retrogressive skred i kanalisert terreng, se figur 4.10 fra veilederen. Det finnes kanaler i tre retninger fra skråningsbunnen, en mot nord og vest, en mot nordøst og en mot sør. Det er vurdert at alle tre kanalene er potensielle utløpsområder med lengde ~ L (150 m) for hver kanal. Kanalen som ligger mot nord og vest er sannsynlig den mest kritiske ettersom terrenget heller mot nord. Bilde 2.1 viser vurdert løсне- og utløpsområde.



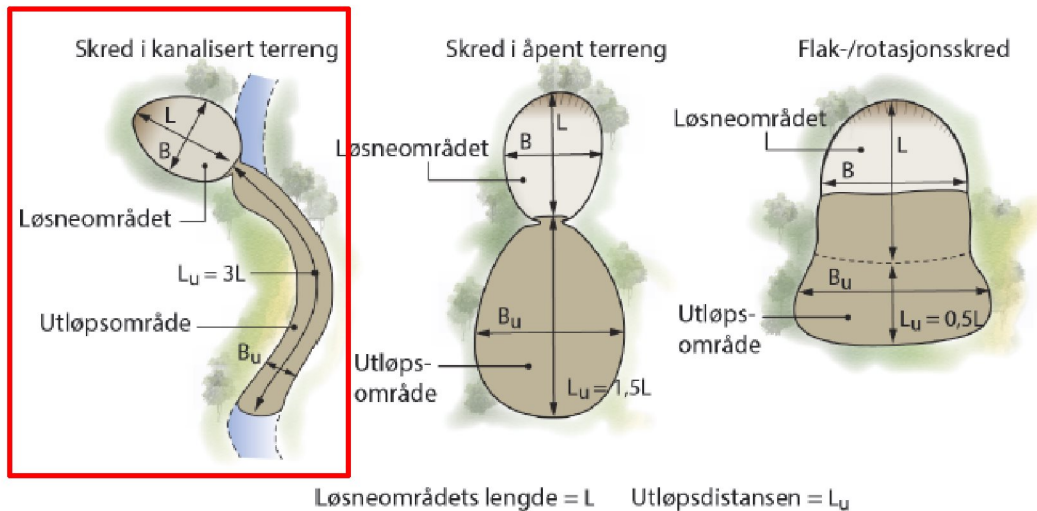
Figur 4.3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme



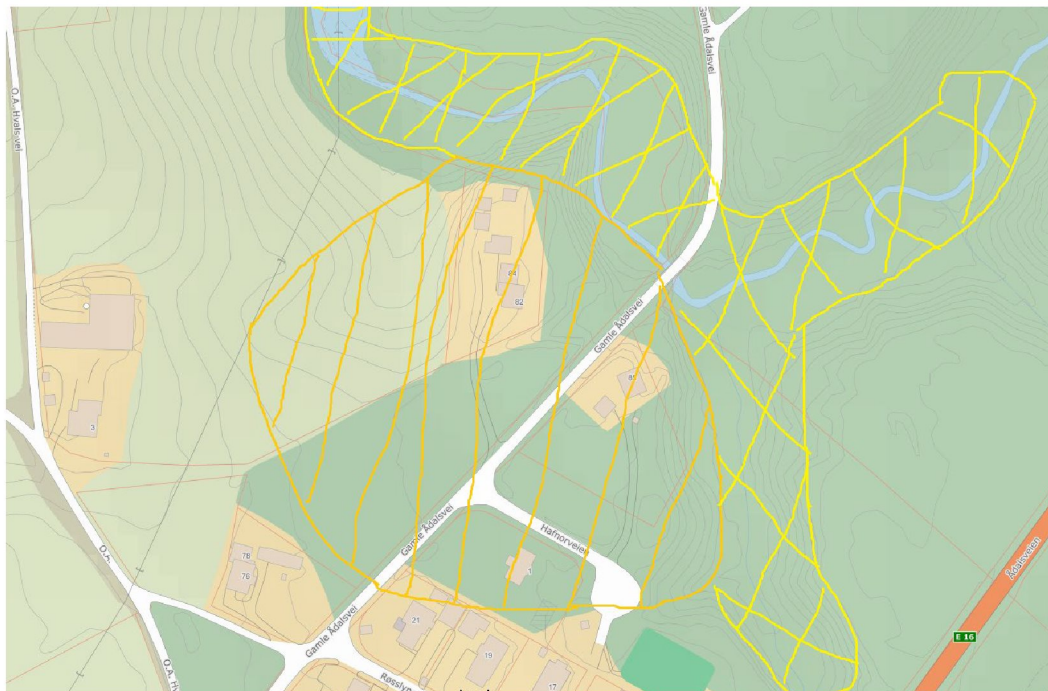
Figur 4.4 Prinsipp for vurdering av b/D (andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske glideflate) for en typisk ravine- eller platåskråning



Figur 4.7 Vurdering av løsneområde for retrogressive skred som tar hensyn til lagdeling (NGI-metoden)



Figur 4.10. Sammenheng mellom løsneområdets lengde, L , og utløpsdistansen, L_u (34)



Bilde 2.1 Vurdert løsne- (oransje) og utløpsområde (gult).

9. Klassifiser faresoner

- Faregradsevaluering av området utføres ifølge kapittel 4.7 i veilederen samt NVE ekstern rapport 9/2020. Evalueringssystemet er vist på tabell fra rapport 9/2020. Poengene for hver faktor settes sammen av produktet av vektall og score. Poengene summeres så for hver faktor og poengsummen bestemmer faregradklassen. Tidligere skredaktivitet er antatt lav. Skråningshøyde er mindre enn 15 m. OCR er estimert ut fra utførte CPTu-sonderinger som ca. 1,2-1,5 i kote med kritisk glideflate. Poreovertrykk er antatt 0-10 kPa. Kvikkleiremektighet er mer enn halvdelen av løsmassetykkelsen. Omrørt skjærstyrke på kvikkleiren er målt ca. 0,1 kPa. Sensitiviteten er derfor større enn 100. Erosjon er antatt

litt og inngrep er liten (forbedring, se kapittel 5.) Tabell 2.1 viser resultat fra evalueringen. Faregradklasse er derfor vurdert lav med 17 poeng.

Tabell 1 Evaluering av faregrad

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				
		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
	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	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	
Inngrep:	forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	

Tabell 2.1

	Vekttall	Score	Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	1	1
Skråningshøyde	2	0	0
Tidligere nåværende terrengnivå (OCR)	2	2	4
Poretrykk	3	1	3
Kvikkleiremektighet	2	3	6
Sensitivitet	1	3	3
Erosjon	3	1	3
Inngrep	-3	1	-3
Sum			17

- b. Skadekonsekvensevaluering utføres etter tabell 2 i kapittel 4.2 i NVE ekstern rapport 9/2020. Boligenheter innenfor faresonen er større enn 5 og bebyggelsen er spredt. Det er ikke næringsbygg eller annen bebyggelse i området, ingen toglinjer eller kraftnett. Det er antatt liten

fare for oppdemning og flodbølge. ÅDT er 370. Tabell 2.2 viser resultater fra evalueringen. Dette gir alvorlig konsekvensklasse med 12 poeng.

Tabell 2 Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, 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, bruk	2	Person- trafikk	Gods- trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:

Mindre alvorlig = 0-6 poeng

Alvorlig = 7-22 poeng

Meget alvorlig = 23-45 poeng

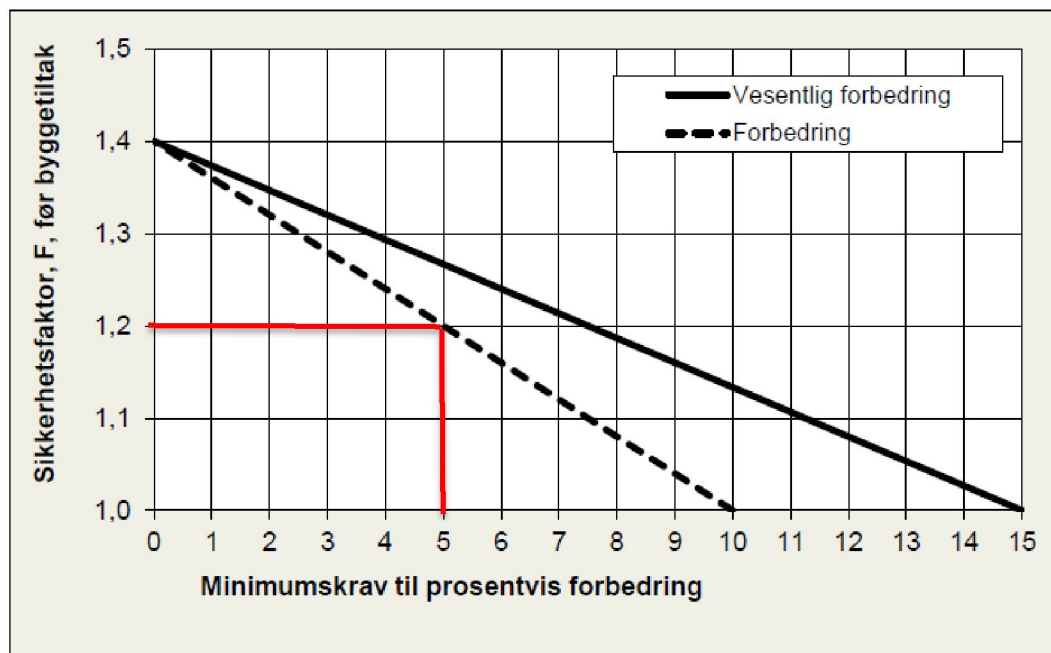
Tabell 2.2

	Vekttall	Score	Poeng
Boligheter, antall	4	2	8
Næringsbygg, personer	3	0	0
Annen bebyggelse, personer	1	0	0
Vei, ÅDT	2	1	2
Toglinje, bruk	2	0	0
Kraftnett	1	0	0
Oppdemning og flodbølge	2	1	2
Sum			12

- c. Risikoklasseevaluering utføres etter kapittel 4.3 i NVE ekstern rapport 9/2020. Risikoklasse er lik skadekonsekvens [%] x faregrad [%] = 33,3 * 26,7 = 889 som fører til risikoklasse 3.

10. Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

- a. Sikkerhetskrav for tiltakskategori K4 er gitt i kapittel 3.3.6 i 1/2019 veilederen. Generelt krav er $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ for udrenerte og drenerte forhold respektive for tiltak som ikke forverrer eksisterende stabilitet. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3. Tiltakskategori K4 og lav faregrad krever forbedring. Sikkerhetsfaktor på $FS = 1,2$ (se beregninger i kapittel 4) krever 5% forbedring. Stabilitetsberegninger er vist i kapittel 4. Kvalitetssikring ifølge NVE regelverket må gjennomføres av uavhengig foretak. Erosjon som kan utløse skred må også vurderes, se kapittel 5.



Figur 3.3 Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor, F_{cu} og $F_{c\phi}$.

Tabell 3.3 Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4		Forbedring	Vesentlig forbedring

11. Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

- a. Dette vil bli gjort når dette notatet er godkjent.

3 Terreng, grunnforhold og jordparametere

3.1 Terreng

Terrenghøyden på tomten varierer mellom kote ca. 156 og 158 moh. Nord for tomten heller terrenget med helning ca. 1:10-1:11 med høydeforskjell på ca. 8 m (snitt A). Nordøst for tomten heller terrenget med helning ca. 1:5-1:6 med høydeforskjell på ca. 8 m (snitt B). Øst for tomten finnes en skråning med helning ca. 1:2,5 og høydeforskjell på ca. 7 m (snitt C). Oversikt over kritiske skråninger er på bilde 4.1.

3.2 Grunnforhold og jordparametere

Ut fra rapporter [1] og [2] er jordprofilen estimert som følgende:

- 0 til 0,2-1,0 m er jord og vekstjord (torv)
 - Vanninnhold ble målt mellom 30,5 og 327,7% og romvekt ble målt 19,6 kN/m³.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 er friksjonsvinkel for sand estimert 33°.
 - Grunnvannstand er målt på ca. 0,75 m dybde.
- 0,2-1,0 til 1,5 m er fast lagret fin grus / grov sand
- 1,5 til 5-6 m er leire og silt
 - Vanninnhold ble målt mellom 22,9 og 24,2% og romvekt ble målt mellom 19,4 og 19,9 kN/m³.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 er friksjonsvinkel for bløt leire estimert 20°.
 - Telefarlighetsklassifisering ut fra korngraderingsanalyse viser telefarlighetsklasse T4, meget telefarlig.
- 5-6 m til fjell er **kvikkleire eller meget sensitiv leire med sprøbruddegenskaper**
 - Vanninnhold ble målt mellom 25,9 og 48,2% og romvekt ble målt mellom 19,0 og 19,5 kN/m³.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 er friksjonsvinkel for bløt leire estimert 20°.
 - Aktiv udrenert skjærstyrke (suA) er estimert 35 kPa ned til 15 m dybde med økning på 2 kPa/m derunder oppe på planområdet. Nedenfor planområdet er aktiv udrenert skjærstyrke (suA) estimert 45 kPa ned til 12 m dybde med økning på 2 kPa/m derunder.
 - Omrørt skjærstyrke ble målt 0,07 og 1,31 kPa hvilket fører til **kvikkleire eller leire med sprøbruddegenskaper**.
 - Plastisitetsindeks ble målt mellom 4,8 og 8% hvilket betyr at leiren er lite plastisk.
 - Tolkning av ødometerforsøk på 6,45 m fra borehull A dybde viser at leiren er lite overkonsolidert med gjennomsnittlig modultall $m \sim 24$, modulus $M = 3 \text{ MPa}$ forkonsolideringstrykk $p' \sim 180 \text{ kPa}$.
- Fjelloverflate ligger på mer enn 25,7 m dybde.

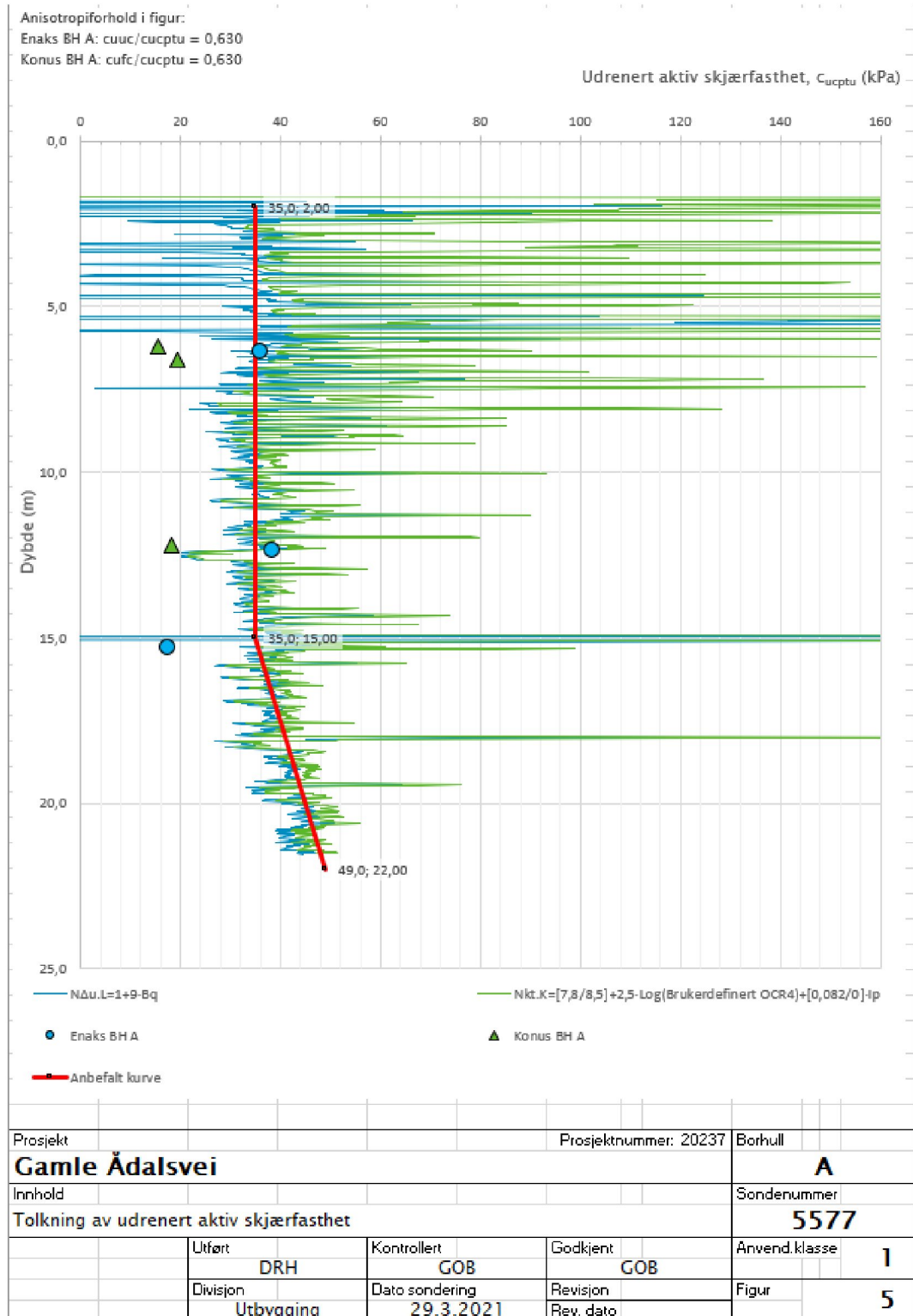
Bilde 3.1 og 3.2 viser tolket udrenert aktiv skjærstyrke fra borhull A og E i referanse [2].

For å ta leirens anisotropi med i betraktningen ble det benyttet følgende erfaringstall for forholdet mellom aktiv, direkte og passiv sone for ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale: (kilde: Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire: En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. Rapport 14/2014. 20. januar 2014.)

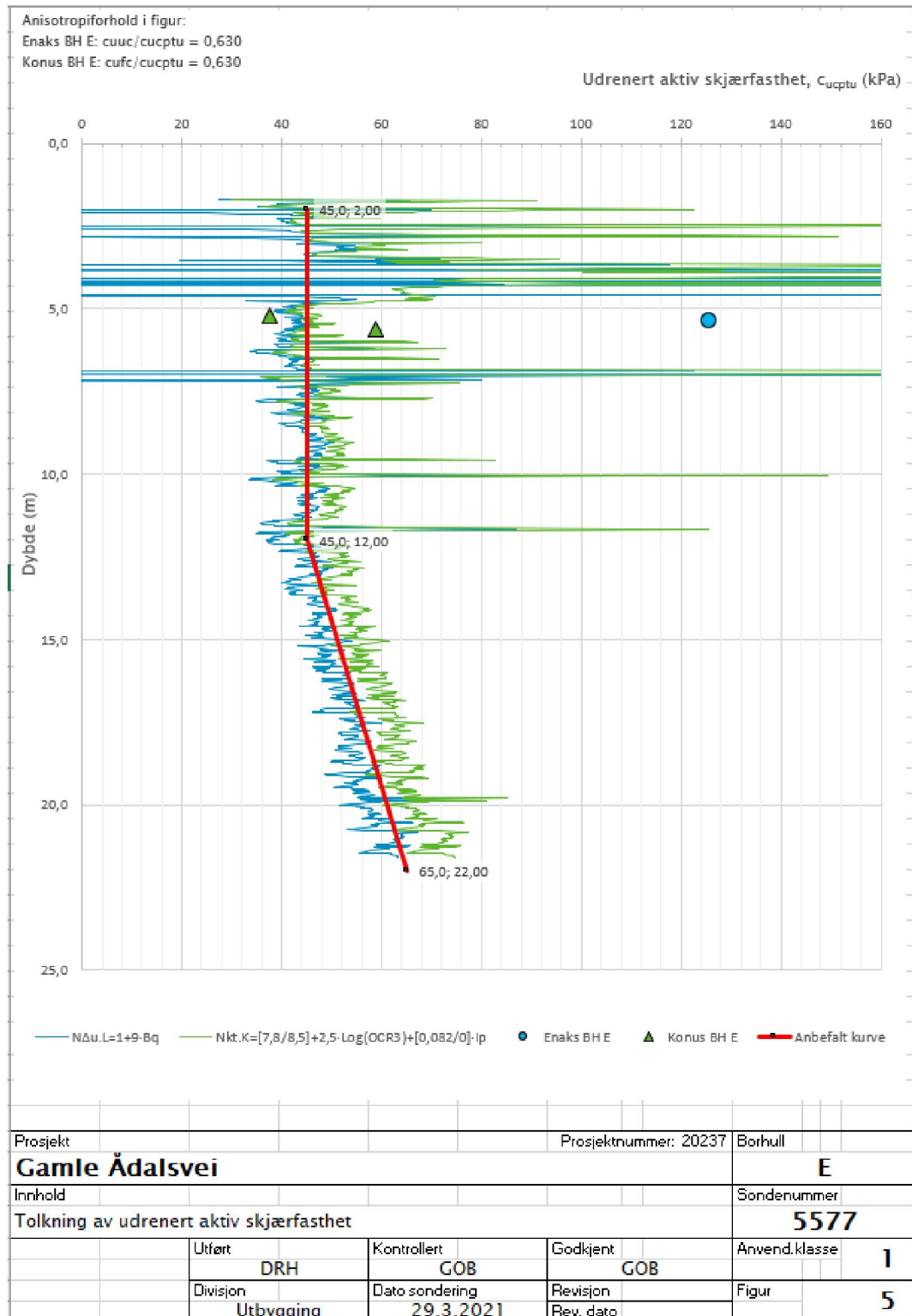
$$s_{uD} = 0,63 * s_{uA}, s_{uP} = 0,35 s_{uA}$$

For å ta leirens anisotropi med i betraktningen ble det benyttet følgende erfaringstall for forholdet mellom aktiv, direkte og passiv sone for kvikkleire/sprøbruddmateriale: (kilde: Naturfareprosjektet Dp. Kvikkleire: Bruk av anisotropiforhold i stabilitetsberegninger i sprøbruddmaterialer. Rapport 75/2012. 8. januar 2012.)

$$S_{uAk} = 0,85 * S_{uA}, S_{uDk} = 0,57 * S_{uA}, S_{uPk} = 0,33 S_{uA}$$



Bilde 3.1 Tolkning av udrenert aktiv skjærstyrke i borhull A. Kilde referanse [2].



Bilde 3.2 Tolkning av udrenert aktiv skjærstyrke i borhull E. Kilde: referanse [2].

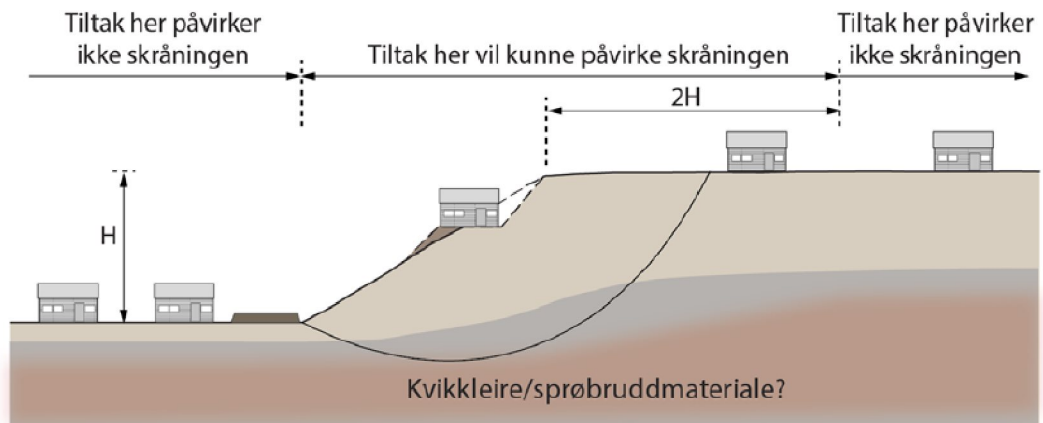
4 Områdestabilitet

Programmet GeoSuite Stability ble brukt for stabilitetsberegninger. Høydekoter ble hentet fra innmålte borpunkter samt fra kartgrunnlag oversendt fra bestillere. Bilde 4.1 viser tre kritiske snitter.

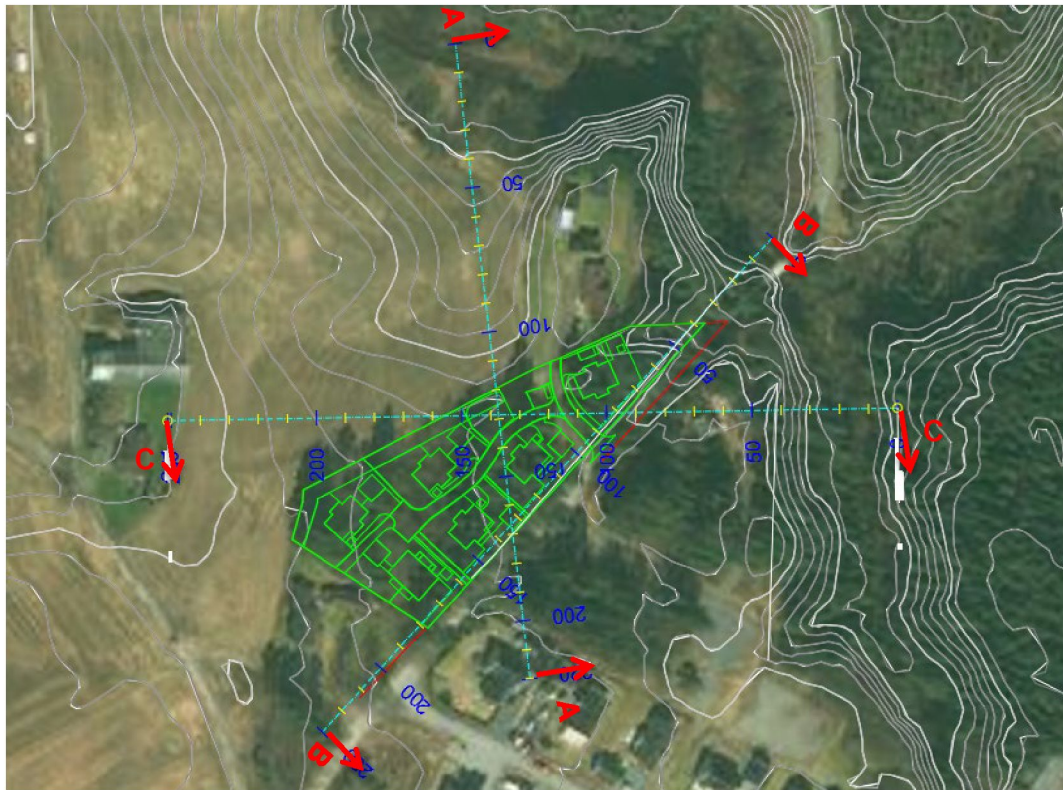
Snitt A går ned langs en liten ravine. 3D-påvirkning er derfor brukt med «3D side friction parameter» på 0,01 som samsvarer 200 m bred ravine hvilket anses som konservativ tolkning. Beregnet sikkerhetsfaktor for eksisterende forhold er 1,77 for udrenert tilstand og 2,27 for drenert tilstand, se bilder 4.2 og 4.3. Beregnet sikkerhetsfaktor for forhold med 20 kPa last på toppen av skråningen er 1,59 for udrenert tilstand og 2,14 for drenert tilstand, se bilder 4.4 og 4.5. Krav til sikkerhetsfaktor er 1,4, se punkt 10 i kapittel 2. Områdestabilitet er derfor beregnet tilstrekkelig sikker i snitt A. Forhold med bygg med laster på 20 kPa er også vurdert tilstrekkelig sikker i snitt A.

Beregnet sikkerhetsfaktor for eksisterende forhold i snitt B er 1,20 for udrenert tilstand og 1,45 for drenert tilstand, se bilder 4.6 og 4.7. Sikkerhetsfaktor på 1,20 er for lav iht. kravene fra NVE. Ifølge punkt 10 i kapittel 2 må sikkerheten forbedres om 5%, dvs. en sikkerhetsfaktor for udrenert tilstand på 1,26 må oppnås. Gjennom å grave bort ca. 15 m bredt og 0,5 m dypt område oppnås denne sikkerhetsfaktoren for udrenert tilstand og 1,48 for drenert tilstand, se bilder 4.8 og 4.9. Ettersom det er planlagt et bygg tett ved dette nedgravde området er det utført stabilitetsberegninger med 8 kPa laster bak det nedgravde området. For å oppnå sikkerhetsfaktor på 1,20 for udrenert tilstand (og 1,51 for drenert tilstand) må det nedgravde området graves 1,0 m ned, se bilder 4.10 og 4.11. Områdestabilitet er derfor beregnet tilstrekkelig sikker enten med å grave 1,0 m ned og laste ytterligere med 8 kPa (bygg med kompensert fundamentering) eller med å grave 0,5 m ned og kompensere planlagt bygg fullt, dvs. at det blir ingen tilleggslaster bak det nedgravde området. Bilde 4.12 viser omtrentlig avlastningsområde, ca. 400 m² område.

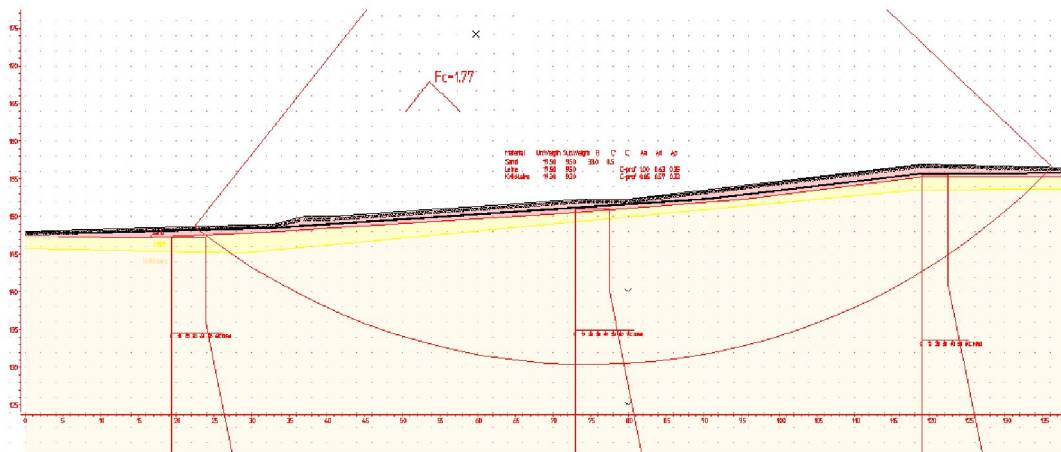
Terrenganalyse viser at planlagte bygg ligger utenfor sone som kan påvirke skråningen i snitt C, se figur 3.4 fra veileder 1/2019 fra NVE.



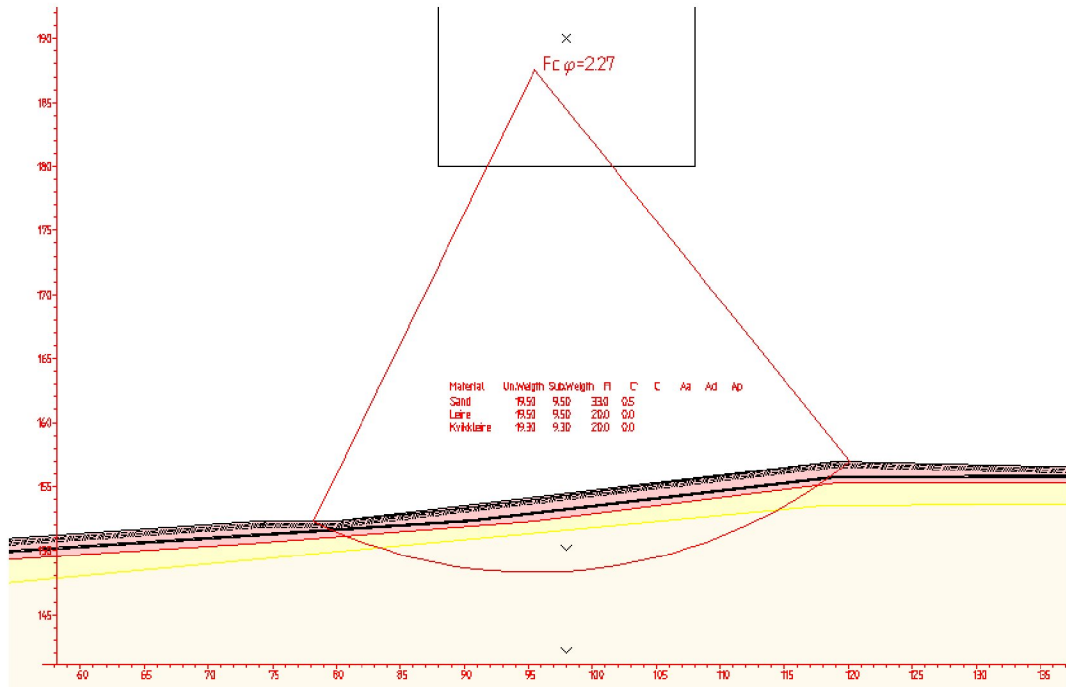
Figur 3.4 Terrengsnitt som viser prinsipp for når en skråning kan vurderes upåvirket av tiltaket (utenfor tiltakets influensområde).



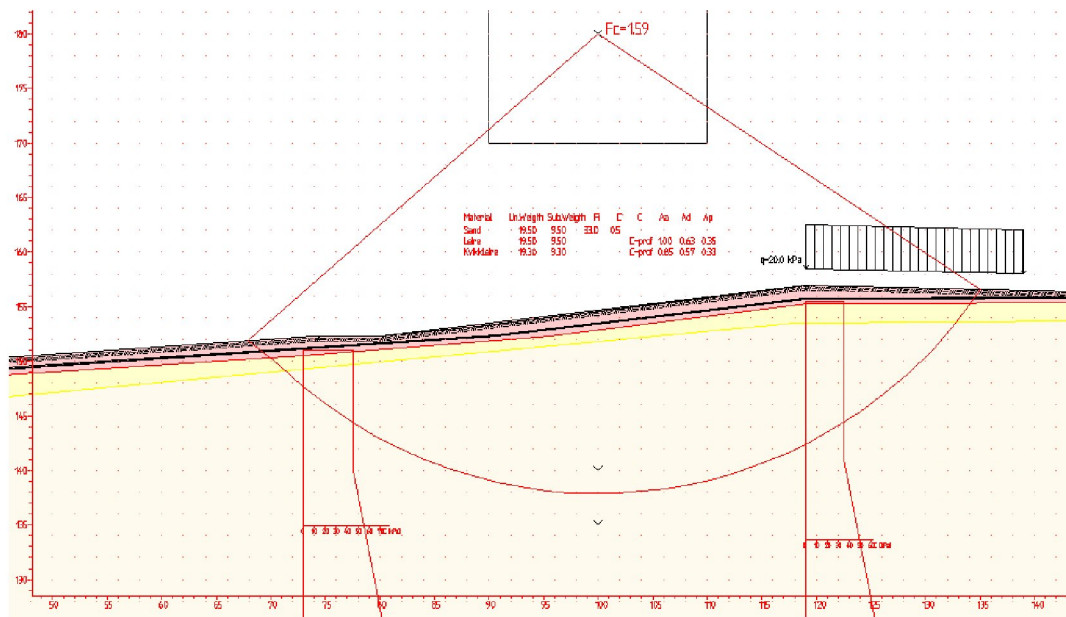
Bilde 4.1 Kritiske snitt.



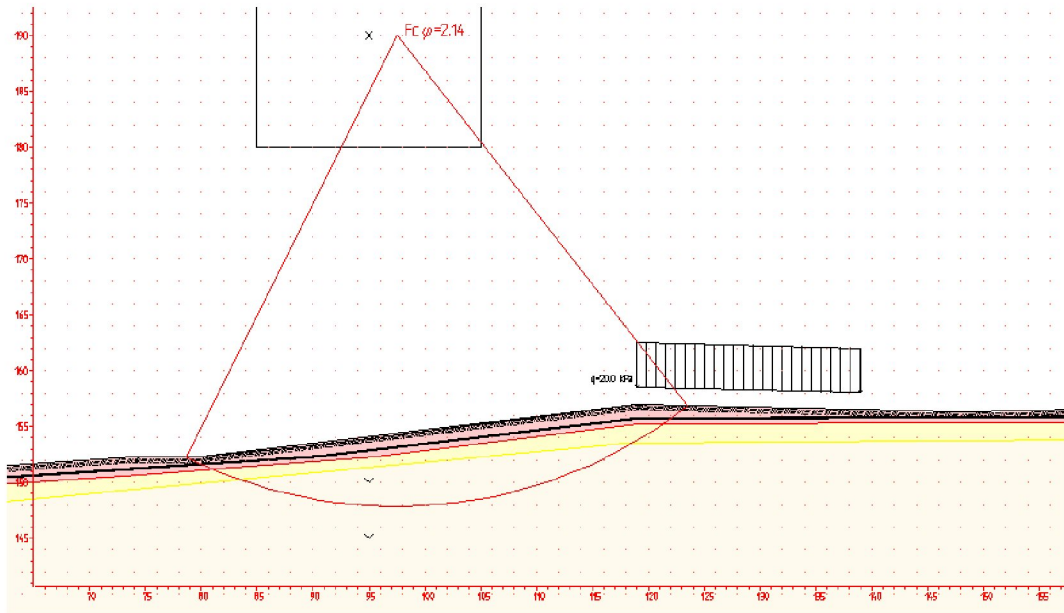
Bilde 4.2 Snitt A. Resultater stabilitetsberegninger udrenert tilstand. Eksisterende forhold. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,77.



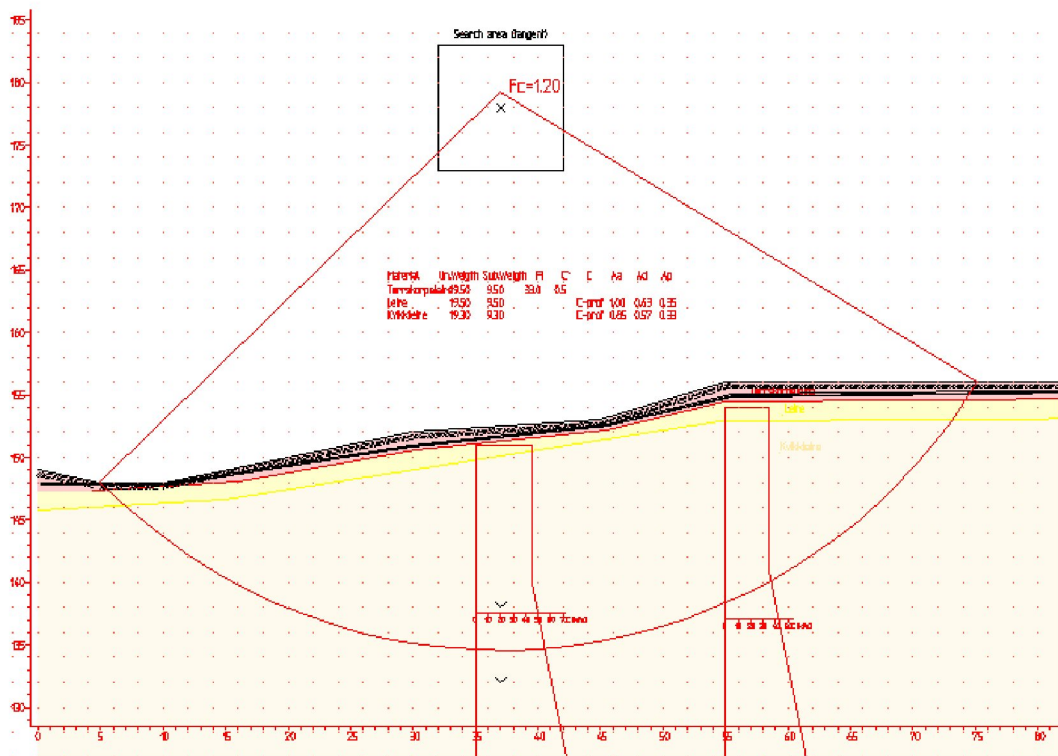
Bilde 4.3 Snitt A. Resultater stabilitetsberegninger drenert tilstand. Eksisterende forhold. Sikkerhetsfaktor, FS = 2,27.



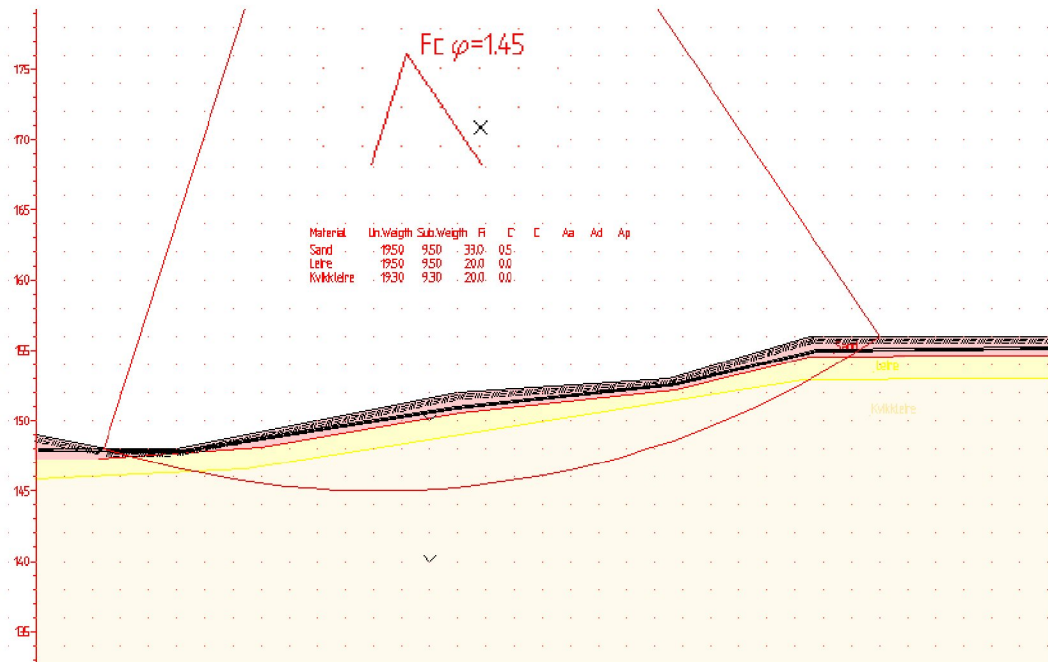
Bilde 4.4 Snitt A. Resultater stabilitetsberegninger udrenert tilstand med 20 kPa laster på marken. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,59.



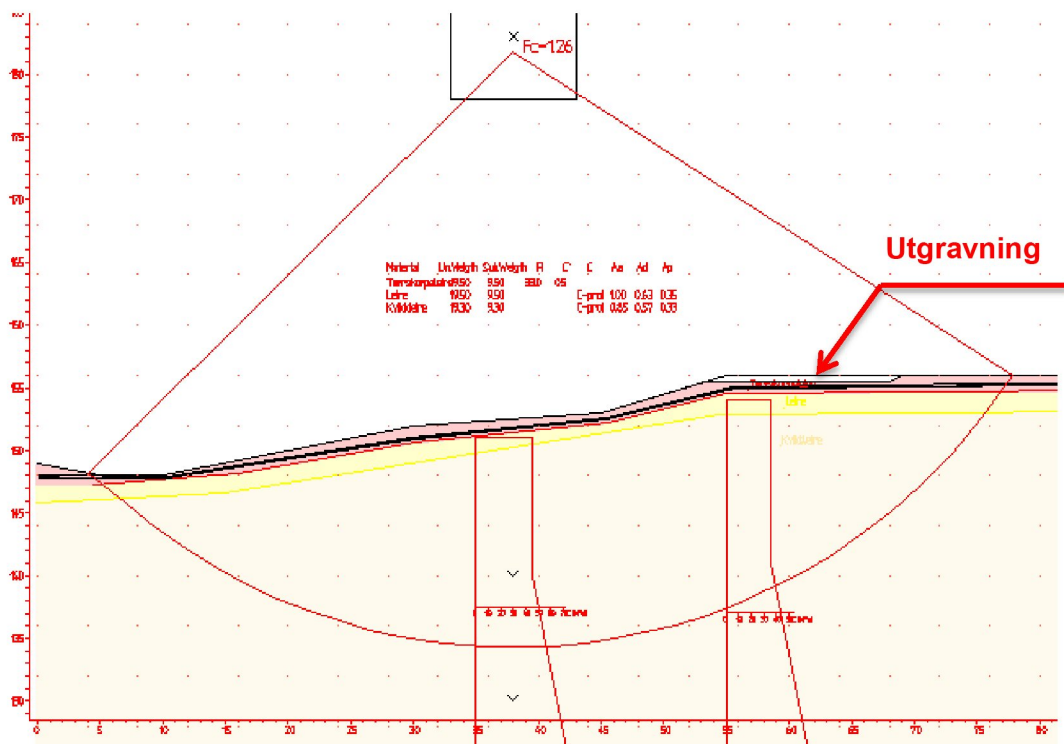
Bilde 4.5 Snitt A. Resultater stabilitetsberegninger drenert tilstand med 20 kPa laster på marken. Sikkerhetsfaktor, FS = 2,14.



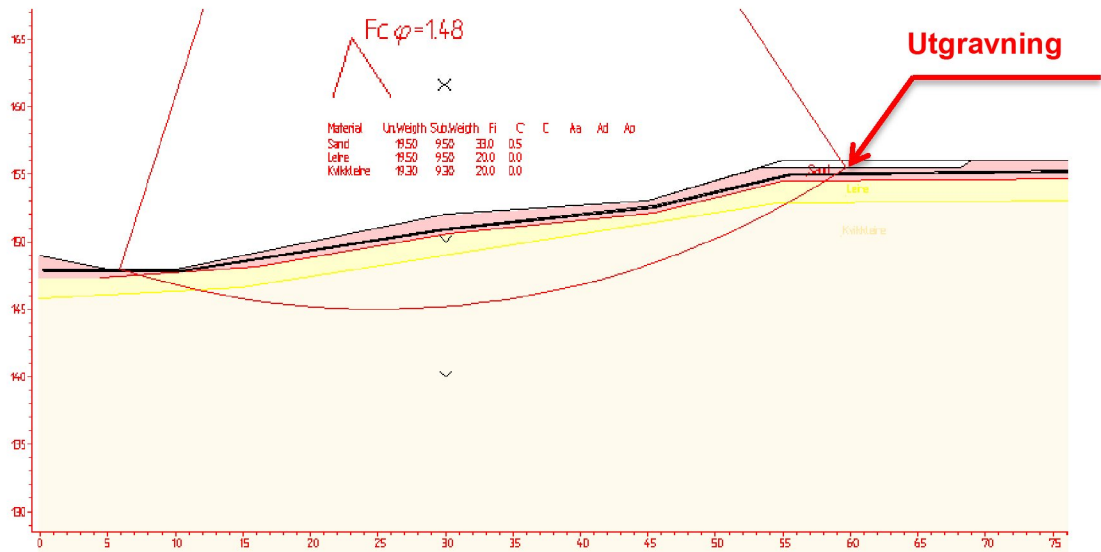
Bilde 4.6 Snitt B. Resultater stabilitetsberegninger udrenert tilstand. Eksisterende forhold. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,20.



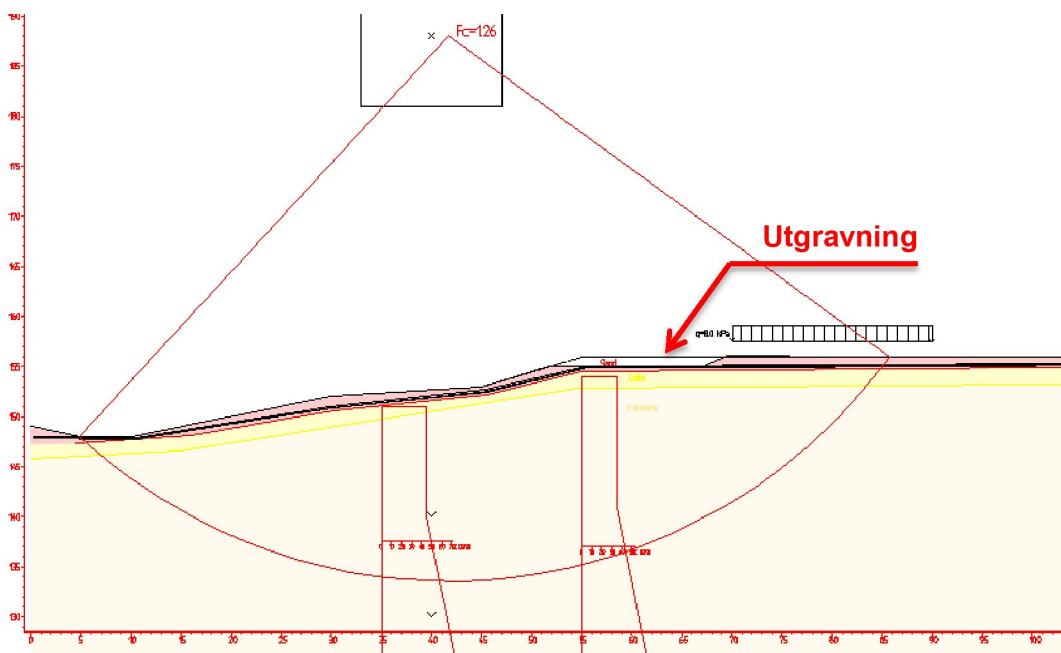
Bilde 4.7 Snitt B. Resultater stabilitetsberegninger drenert tilstand. Eksisterende forhold. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,45.



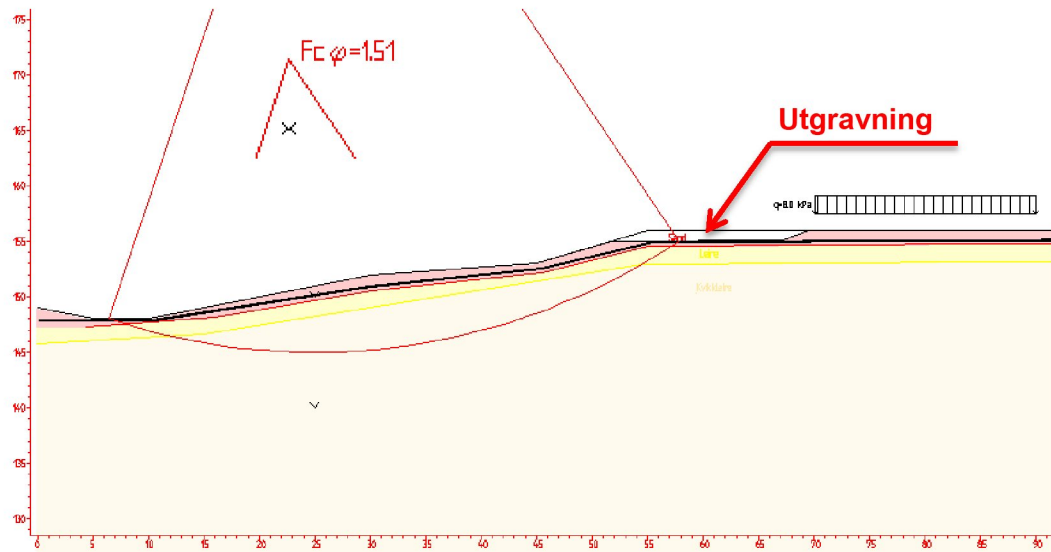
Bilde 4.8 Snitt B. Resultater stabilitetsberegninger udrenert tilstand med 0,5 m dyp og 15 m bred nedgraving på toppen av skråningen. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,26. 5% forbedring.



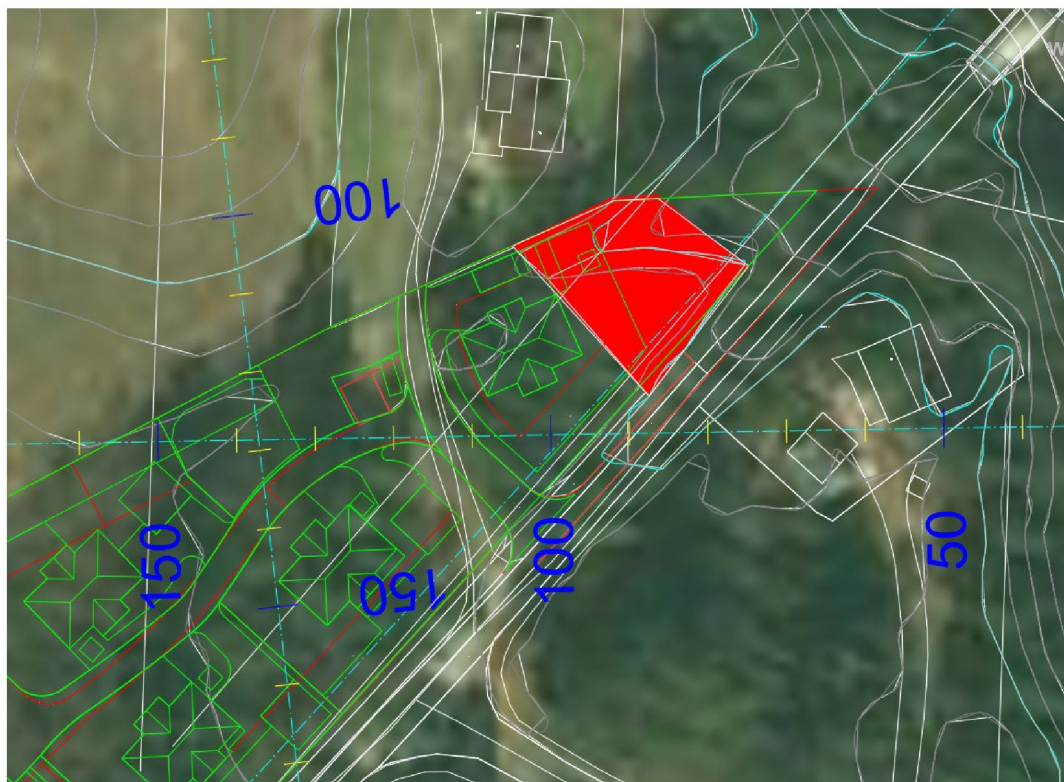
Bilde 4.9 Snitt B. Resultater stabilitetsberegninger drenert tilstand med 0,5 m dyp og 15 m bred nedgravning på toppen av skråningen. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,48.



Bilde 4.10 Snitt B. Resultater stabilitetsberegninger udrenert tilstand med 1,0 m dyp og 15 m bred nedgravning på toppen av skråningen samt 8 kPa laster videre inn på platået. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,26. 5% forbedring.



Bilde 4.11 Snitt B. Resultater stabilitetsberegninger drenert tilstand med 1,0 m dyp og 15 m bred nedgravning på toppen av skråningen samt 8 kPa laster videre inn på platået. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,51.



Bilde 4.12 Omtrentlig område (rødt) som må senkes for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet.

5 Erosjon

Det er vurdert at det ikke behøves å erosjonssikre bekken nordøst for planområdet. Det finnes vegetasjon i skråningen og området som fører til noe erosjonssikring. Det er derimot anbefalt at bekken og nærområdet monitoreres og at ved tegn på erosjon at den erosjonssikres. Dette er i tråd med kapittel 4 i NVE veileder 4/2009.

6 Sammendrag

VSO Consulting har på oppdrag for Innhus AS utført stabilitetsberegninger ifm. detaljregulering av området Nedre Hvalseng, tomt gnr/bnr 274/2 ved Gamle Ådalsvei i Ringerike kommune. Tomten ligger utenfor kartlagte kvikkleireområder men det har blitt funnet kvikkleire på tomten.

Jordprofilen er estimert som følgende.

- 0 til 0,2-1,0 m er jord og vekstjord (torv)
 - Romvekt ble målt 19,6 kN/m³.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 håndbok er friksjonsvinkel for sand estimert 33°.
 - Grunnvannstand er målt på ca. 0,75 m dybde.
- 0,2-1,0 til 1,5 m er fast lagret fin grus / grov sand
- 1,5 til 5-6 m er leire og silt
 - Romvekt ble målt mellom 19,4 og 19,9 kN/m³.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 er friksjonsvinkel for bløt leire estimert 20°.
- 5-6 m til fjell er **kvikkleire eller meget sensitiv leire med sprøbruddegenskaper**
 - Romvekt ble målt mellom 19,0 og 19,5 kN/m³.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 er friksjonsvinkel for bløt leire estimert 20°.
 - Aktiv udrenert skjærstyrke (suA) er estimert 35 kPa ned til 15 m dybde med økning på 2 kPa/m derunder oppe på planområdet. Nedenfor planområdet er aktiv udrenert skjærstyrke (suA) estimert 45 kPa ned til 12 m dybde med økning på 2 kPa/m derunder.
 - Omrørt skjærstyrke ble målt 0,07 og 1,31 kPa hvilket fører til **kvikkleire eller leire med sprøbruddegenskaper**.
- Fjelloverflate ligger på mer enn 25,7 m dybde.

Terrenghøyden på tomten varierer mellom kote ca. 156 og 158 moh. Nord for tomten heller terrenget med helning ca. 1:10-1:11 med høydeforskjell på ca. 8 m (snitt A). Nordøst for tomten heller terrenget med helning ca. 1:5-1:6 med høydeforskjell på ca. 8 m (snitt B). Øst for tomten finnes en skråning med helning ca. 1:2,5 og høydeforskjell på ca. 7 m (snitt C).

Stegvis prosedyre for utredning av områdeskredfare fra NVEs veileder 1/2019 er utført. Prosedyren viser retrogressiv skredmekanisme, faresone med lav faregradklasse, alvorlig konsekvensklasse og risikoklasse 3 og tiltakskategori K4.

Områdestabilitet er beregnet tilstrekkelig sikker i snitt A. Planlagte bygg er ikke vurdert å påvirke skråningen i snitt C. Sikkerhetsfaktor for områdestabiliteten i snitt B er derimot beregnet for lav i udrenert tilstand (FS = 1,2). Faresone med lav faregradklasse og tiltakskategori K4 krever 5% forbedring. Det er i rapporten vist forslag på hvordan sikkerhetsfaktoren kan forhøyes gjennom å senke ca. 400 m² stort område lengst mot nordøst.

Kvalitetssikring ifølge NVE regelverket må gjennomføres av uavhengig foretak.

VSO Consulting ber om å bli holdt orientert om sakens videre gang. Påtreffes uregistrerte grunnforhold, ber vi om å bli varslet.