

TIL: Peab Eiendomsutvikling AS  
v/Trond Nygård

Kopi:

Fra: GrunnTeknikk AS

Dato: 02.08.2022  
Dokumentnr: 116356n1\_rev A  
Prosjekt: 113861  
Utarbeidet av: Stian Tovsen  
Kontrollert av: Runar Larsen

---

## Skien. Kjellemoen eneboligfelt Områdestabilitet

### Sammendrag:

GrunnTeknikk AS er engasjert av Peab Eiendomsutvikling AS v/Trond Nygård for å vurdere områdestabiliteten av et eneboligfelt på Kjellemoen i Skien kommune.

Foreliggende notat gir en vurdering av områdestabilitet for planlagt/etablert boligbebyggelse iht. gjeldende regelverk og NVE's veileder 1/2019 [2].

Det er kartlagt og revidert en registrert faresone i Lensmannsdalen som berører planområdet. Faresonen er vist på tegning 116356-1, og er klassifisert med:

- Faregrad: «Middels»
- Skadekonsekvens «Alvorlig»
- Risikoklasse 3

Så lenge planlagt og eksisterende bebyggelse i planområdet etableres utenfor kartlagt kvikkleirefaresone, vil områdestabiliteten være tilfredsstillende uten særskilte sikringstiltak.

Dersom bebyggelsen etableres/er etablert innenfor den kartlagte kvikkleirefaresonen, må det utføres stabiliserende tiltak i skråningen mot Lensmannsdalen, bestående av:

1. Avlastning av skråningstopp langs Søndre Lensmannsveg (grovt anslag 1000 m<sup>3</sup>)
2. Motfylling i bunn av skråningen ved profil B (grovt anslag 1000 m<sup>3</sup> velgradert pukk)
3. Erosjonssikring av bekken for å forebygge nye ras (grovt anslag 800-1000 m<sup>3</sup> velgradert pukk)

Med angitte sikringstiltak vil områdestabiliteten være tilfredsstillende for bebyggelsen som vist på mottatt situasjonsplan. Nye tiltak (bebyggelse, terrengarrondering, veier eller lignende) skal generelt

ikke forverre stabiliteten i skråningen mot Lensmannsdalen. Dette må sikres ved detaljprosjektering av geoteknisk sakkyndig.

NVE's veileder [2] krever at våre vurderinger kvalitetssikres av uavhengig foretak iht. veilederen. Sweco AS er engasjert for å gjøre dette.

Stabiliteten er fremdeles anstrengt i flere deler av Lensmannsdalen. Det er også registrert betydelig erosjon og mindre utglidninger, som kan true eksisterende bebyggelse på skråningstoppen.

Vi anbefaler generelt at hele Lensmannsdalen sikres for å forebygge fremtidig erosjon og ras. Dette sikringsarbeidet bør utføres av kommunen/NVE, evt. i samråd med utbygger på Kjellemoen boligfelt.

Nærmere gjennomgang fremgår av notatet.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	4
2	Planer.....	4
3	Terreng og grunnforhold.....	5
4	Stabilitetsforhold.....	6
4.1	Gjeldende regelverk.....	6
4.2	Utredning av områdestabilitet iht. NVE's veileder 1/2019.....	6
4.3	Befaring den 28.04.2022 .....	9
4.4	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder .....	10
4.4.1	Skredmekanisme profil D og E.....	10
4.4.2	Skredmekanisme profil A og B.....	11
4.4.3	Kartlagt faresone med løсне- og utløpsområder.....	12
4.5	Stabilitetsberegninger .....	13
4.5.1	Krav til sikkerhet.....	13
4.5.2	Oppsummering stabilitetsberegninger.....	14
4.6	Kvalitetssikring.....	16
5	Oppsummering vurdering av områdestabilitet.....	16
5.1	Generell anbefaling for Lensmannsdalen.....	16

## TEGNINGER

116356-1	Plantegning med skissering av faresone
116356-2	Skissering av sikringstiltak, forutsatt ny bebyggelse innenfor kartlagt faresone

## VEDLEGG

1	Faktaark - Kvikkleiresone 1039: Lensmannsdalen sør, hentet fra NVE sine sider 07.04.2022
2	Klassifisering av revidert kvikkleirefaresone

## REFERANSER

[1]	GrunnTeknikk AS, geoteknisk datarapport 116374r1, datert 04.04.2022
[2]	NVE's veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred, datert desember 2020
[3]	NVE's retningslinjer 2/2011 Flaum- og skredfare i arealplanar, revidert 22. mai 2014
[4]	Arkimedum AS, Datarapport nr 10286-G-01, datert 24. nov. 2017
[5]	Arkimedum AS, Geoteknisk prosjekteringsrapport dok.nr 10286-P-01, datert 29. nov. 2017
[6]	GrunnTeknikk AS, teknisk beregningshefte 116356tb1, datert 02.05.2022

## 1 Innledning

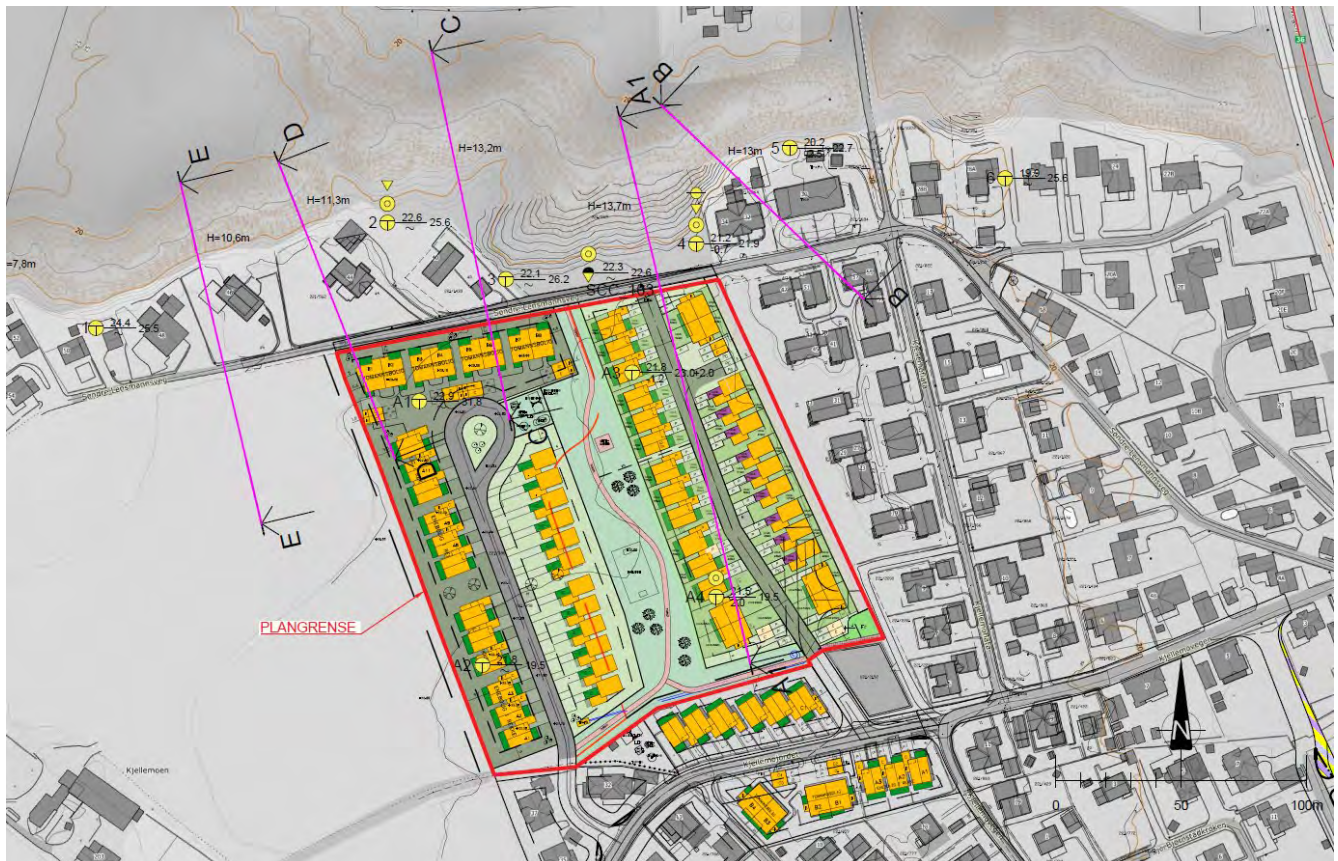
GrunnTeknikk AS er engasjert av Peab Eiendomsutvikling AS v/Trond Nygård for å vurdere områdestabiliteten for et eneboligfelt på Kjellemoen i Skien kommune.

Vestre del av planområde er allerede oppført. Ansvarlig prosjekterende for grunn- og fundamenteringsforhold er Arkimedum AS. Tidligere vurderinger i 2017 er presentert i geoteknisk datarapport [4] og notat [5]. Områdestabiliteten ble i den forbindelse ikke vurdert.

Foreliggende notat gir en vurdering av områdestabilitet for planområdet iht. gjeldende regelverk og NVE's veileder 1/2019 [2].

## 2 Planer

Figur 1 nedenfor viser utklipp fra mottatt situasjonsplan, samt plassering av grunnundersøkelser fra Arkimedum i 2017 (A1 til A4) [4] og GrunnTeknikk i 2022 (1-6) [1].



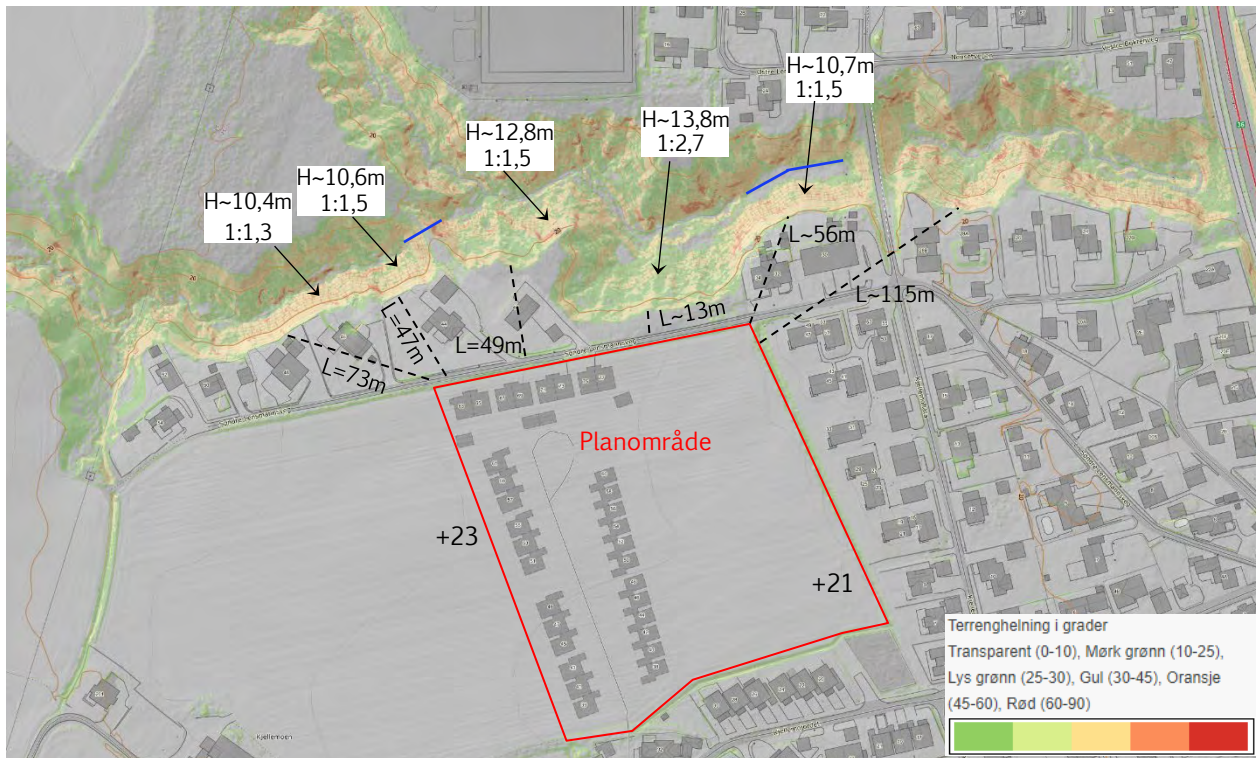
Figur 1. Utklipp fra mottatt situasjonsplan, samt plassering av utførte grunnundersøkelser.

Iht. mottatte planer skal området innenfor rød markering på figur 1 opparbeides med lett trehusbebyggelse. Bebyggelsen på den vestre halvdel er allerede prosjektert og etablert, ref. [4] og [5].

### 3 Terreng og grunnforhold

En detaljert beskrivelse av terreng og grunnforhold fremgår av geoteknisk datarapport [1]. Videre gis en overordnet beskrivelse.

Figur 2 nedenfor viser helningskart fra hoydedata.no, med ulike skisseringer.



Figur 2. Utklipp fra hoydedata.no.

Terrengten innenfor planområdet stiger slakt fra ca. kote +21 i øst til +23 i vest.

Mot nord faller terrengten ned en ravinedal (Lensmannsdalen), med utløp i Skiensvassdraget i øst. Skråningshøyden i ravinen er ca. 10 til 14 m, med en gjennomsnittlig skråningshelning varierende mellom ca. 1:1,3 til 1:2,7. Lokalt ligger skråningen med helning 1:1 og brattere. Bekken i bunnen av dalen er rørlagt i øst under Kjellemovegen, samt under stien som krysser dalføret nordvest for planområdet. Dette er skissert med blå linjer på figur 2.

Utførte grunnundersøkelser viser generelt lagdelte masser, som domineres av sand med tynnere lag og sjikt av silt/leire.

Generelt er det fra ca. 6 - 10 m dybde registrert et mer homogent silt-/leirlag med mektighet ca. 3 - 4 m. Utførte laborieforsøk på opptatte sylindereprøver klassifiserer disse silt-/leirlagene som sprøbruddmaterialer.

Videre i dybden er det generelt registrert antatt fastere friksjonsmasser fra ca. 12 - 14 m dybde. Omkring borepunkt 5 øst for aktuelt planområde er det registrert en større mektighet av antatt sandige masser.

## 4 Stabilitetsforhold

### 4.1 Gjeldende regelverk

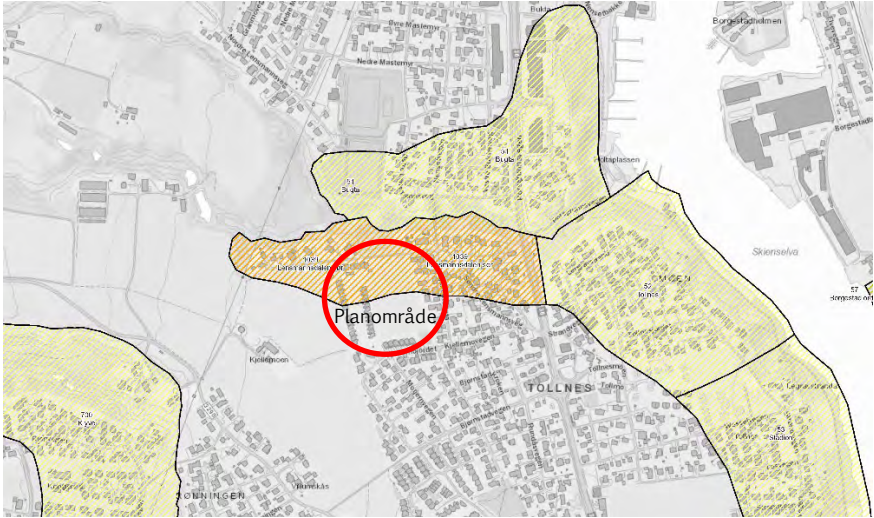
Områdestabiliteten er vurdert for planområdet med utgangspunkt i dagens situasjon, i henhold til NVE's retningslinjer 2/2011 [3] og NVE's veileder 1/2019 [2].

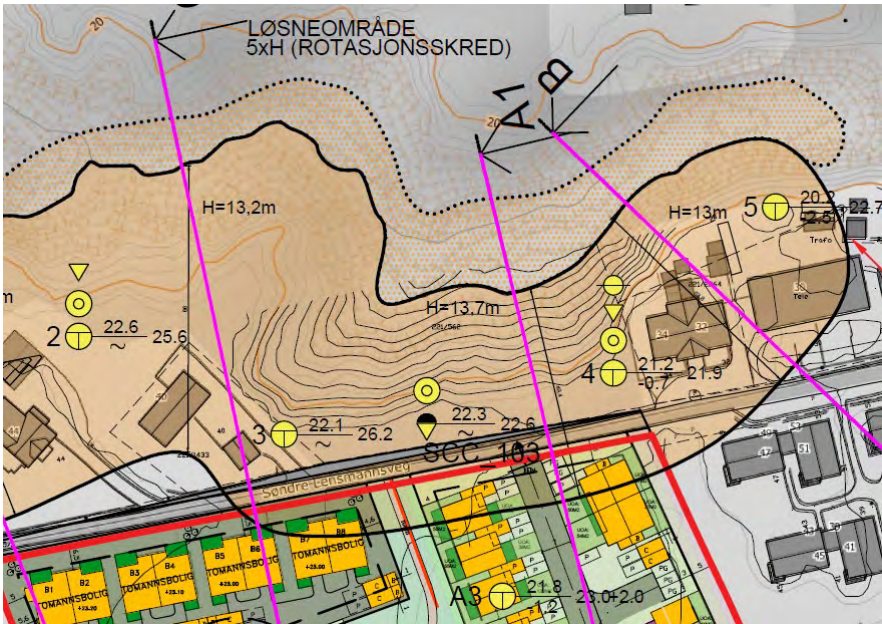
Disse oppfyller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger fra områdeskred i sprøbruddmaterialer/kvikkleire, som beskrevet i plan- og bygningsloven (PBL) og byggt teknisk forskrift (TEK17).

### 4.2 Utredning av områdestabilitet iht. NVE's veileder 1/2019

Tabell 1 oppsummerer gjennomgangen av utført utredning med utgangspunkt i prosedyre angitt i NVE's veileder [2] kap. 3.2.

Tabell 1. Oppsummering av gjennomgang av prosedyre iht. NVE's veileder [2].

	Pkt	Overskrift i NVE veileder 1/2019	Vurdering
Del 1: Aktsomhetsområder	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	<p>Iht. temakart fra NVE Atlas ligger området innenfor en kartlagt faresone «1039 Lensmannsdalen sør», med følgende klassifisering:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faregrad «Middels»</li> <li>- Konsekvensklasse «Alvorlig»</li> <li>- Risikoklasse 3</li> </ul>  <p>Faresonen er sist oppdatert av NGI i 2005, på grunnlag av enkle undersøkelser. Faktaark for faresonen er vist i vedlegg 1.</p>
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	Iht. grunnlagskart fra NGU er det stor sannsynlighet for marin leire innenfor og omkring planområdet.
	3	Avgrens aktsomhetsområder	Aktuelt planområde ligger innenfor en kartlagt faresone for kvikkleireskred. Opptegning av aktsomhetsområder er ikke utført, siden en mer detaljert avgrensning foretas under punkt 5 og 8 i utredningen.

	Pkt	Overskrift i NVE veileder 1/2019	Vurdering
Del 2: Utredning av faresoner	4	<i>Bestem tiltakskategori</i>	Planlagt boligbebyggelse plasseres i tiltakskategori K4.
	5	<i>Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løсне- og utløpsområder</i>	<p>Kritiske skråninger og mulige løснеområder er primært avgrenset til ravinen langs Lensmannsdalen.</p> <p>Et mulig ras i Skiensvassdraget vil ikke kunne påvirke planområdet, siden avstanden er mer enn 15xH.</p> <p>Tilsvarende vil ikke planområdet bli berørt av et mulig ras fra ravinen i vest (Bjørntvedtvegen).</p> <p>Planområdet ligger ikke i et mulig utløpsområde for skred fra høyereliggende terreng.</p>
	6	<i>Befaring</i>	<p>Befaring er utført den 28.04.2022.</p> <p>Utvalgte bilder og beskrivelse av observasjoner fremgår i kapittel 4.3.</p>
	7	<i>Gjennomfør grunnundersøkelser</i>	Grunnundersøkelser er utført av Arkimedium i 2017 [4], og av GrunnTeknikk i 2022 [1].
	8	<i>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder</i>	<p>Rotasjonsskred vurderes som aktuell skredmekanisme langs Lensmannsdalen i profil A, B, D og E. Dette medfører et løснеområde som strekker seg ca. 25 til 50 m inn fra skråningstoppen.</p> <p>Skredmassene fra et mulig rotasjonsskred medfører et beskjedent utløpsområde, tilsvarende 0,5 x løśnieområdets lengde. I praksis vil rasmassene trolig bli liggende i ravinedalen.</p> <p>Detaljert vurdering av skredmekanisme, samt oppteigning av løśnie- og utløpsområde fremgår i kapittel 4.4. Utklipp fra deler av faresonen som berører planområdet er vist nedenfor med orange markering.</p>  <p>Kartlagt faresone berører planområdet, inkludert deler av planlagt- og allerede etablert småhusbebyggelse.</p>

Pkt	Overskrift i NVE veileder 1/2019	Vurdering
		<p>Faresonen videre øst mot Porsgrunnsvegen er ikke vurdert, siden lagdeling i borepunkt 6 [1] tilsier at et mulig ras i ravinen ikke vil påvirke planområdet.</p> <p>Foreliggende utredning endrer ikke på faresonen øst for veien over ravinedalen (Kjellemoflata).</p>
9	<i>Klassifiser faresoner</i>	<p>Det er utført en revurdering av eksisterende faresone, basert på kartlagt løsne- og utløpsområde under forrige punkt.</p> <p>Kartlagt faresone klassifiseres med følgende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faregrad: <b>Middels</b></li> <li>- Konsekvensklasse: <b>Alvorlig</b></li> <li>- Risikoklasse: <b>3</b></li> </ul> <p>Fullstendig klassifisering er vist i vedlegg 2.</p>
10	<i>Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet</i>	<p>Detaljerte stabilitetsberegninger er utført, og sammenstilt i teknisk beregningshefte, ref. [6].</p> <p>Oppsummert viser utførte stabilitetsberegninger i profil A1 og B for lav sikkerhet i dagens situasjon.</p> <p>Deler av planlagt og allerede etablert bebyggelse befinner seg innenfor kartlagt faresone. For tiltakskategori K4 stiller NVE's veileder [2] krav om prosentvis forbedring av stabiliteten i skråningen, samt forebygging av erosjon som kan utløse skred og ramme tiltaket.</p> <p>Tilstrekkelig sikring av faresonen oppnås med en avlastning av skråningstoppen langs profil A, samt en motfylling i skråningsfoten omkring profil B. I tillegg må deler av bekken i Lensmannsdalen erosjonssikres i faresonen hvor et mulig skred kan påvirke tiltaket. Skissering av aktuelle sikringstiltak er vist på tegning 116356-2, samt på figur 12 i kapittel 4.5.2.</p> <p>Alternativt kan bebyggelsen trekkes utenfor kartlagt faresone. Dette gjelder også allerede etablerte boliger i planområdet innenfor faresonen. Områdestabiliteten vil dermed være tilfredsstillende uten videre sikringstiltak, siden et mulig områdeskred ikke vil kunne påvirke bebyggelsen. Dette forutsetter at stabiliteten i skråningen ikke blir forverret.</p> <p>Nærmere detaljer fremgår i kapittel 4.5.2.</p> <p>Generelt anbefaler vi at hele Lensmannsdalen sikres av kommunen/NVE for å redusere faren for fremtidige ras. Dette kan med fordel ses i sammenheng med anbefalt sikring for boligprosjektet.</p>
11	<i>Meld inn faresoner og grunnundersøkelser</i>	<p>NVE's veileder anbefaler at grunnundersøkelser og nye faresoner inn i nasjonal database og NVE's karttjeneste. Vi ber om å bli varslet dersom vi skal utføre dette.</p>



### 4.3 Befaring den 28.04.2022

På befaring den 28.04.2022 ble det registrert pågående erosjon langs store deler av bekken i Lensmannsdalen. Bekken var rørlagt rett vest for Kjellemovegen, samt under stien som krysser dalføret (ref. blå linjer på figur 2). Figur 3 nedenfor viser bilde fra rørlagte bekker på befaring.



Figur 3. Bilde fra befaring. Rørlagt bekk ved Kjellemovegen (t.v.) og under stien (t.h.).

Langs Lensmannsdalen er det registrert flere gamle skredgroper, i tillegg til en del nylige ras. Generelt er skredgropene lokalisert i nedre del av skråningen, hvor laget med sprøbruddmaterialer/bløt leire kommer ut. Observasjoner av lagdeling på befaring samsvarer godt med resultater fra grunnundersøkelser (horisontal lagdeling).

Massene i rasgropa har tydelig sprøbruddoppførsel, og blir tilnærmet flytende ved liten omrøring. Figur 4 nedenfor viser bilder fra rasgrop lokalisert mellom profil C og A.



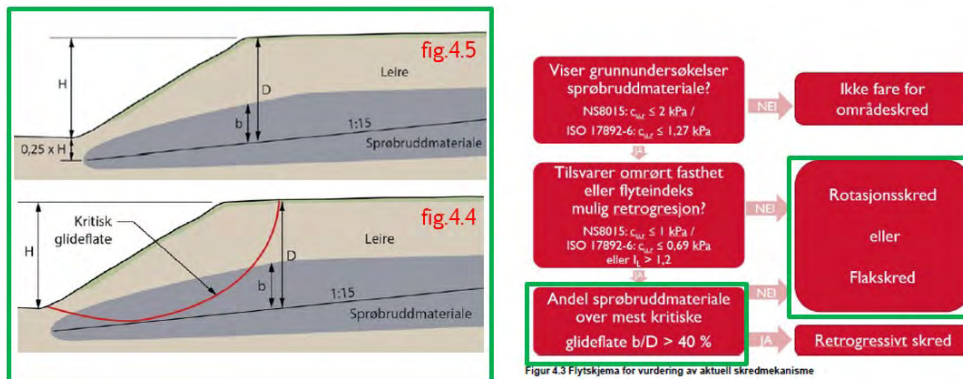
Figur 4. Bilde av rasgrop (t.v.), og omrørte skredmasser (t.h.)

## 4.4 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

Aktuelt løsneområde er begrenset til ras som kan inntreffe langs ravedalen (Lensmannsdalen).

På bakgrunn av terrenggeometri, lagdeling og sprøbruddmaterialenes beliggenhet, er løsneområdets utstrekning bestemt i 5 kritiske profiler (hhv. profil A til E på tegning 116356-1).

Figur 5 nedenfor viser utklipp fra NVE's veileder figur 4.4 og 4.5 for vurdering av andel sprøbruddmateriale, samt flytskjema for vurdering av skredtype.



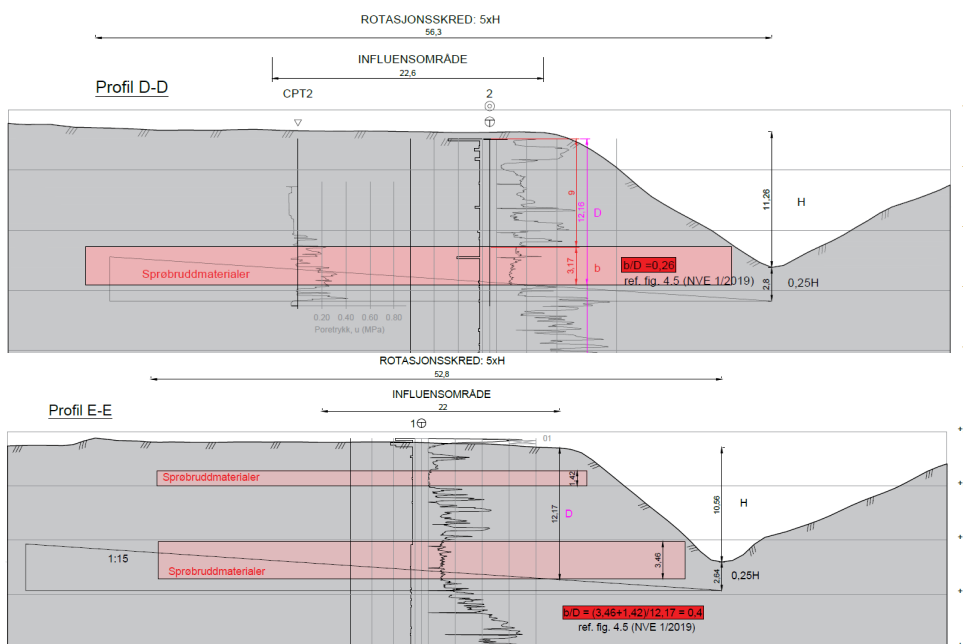
Figur 5. Utklipp fra NVE's veileder figur 4.4 og 4.5, samt flytskjema for vurdering av skredtype.

### 4.4.1 Skredmekanisme profil D og E

Profil D og E er lokalisert i ravinen lengst vest.

Aktuell skredmekanisme er bestemt ved å anvende prinsipp iht. NVE's veileder figur 4.5 (se figur 5), med vurdering av andel sprøbruddmateriale ( $b/D$  forhold) for dype glideflater hvor det ikke er utført stabilitetsberegninger.

Figur 6 nedenfor viser vurdering av  $b/D$  forhold i profil D og E.



Figur 6. Vurdering av  $b/D$ -forhold i profil D (øverst) og E (nederst) (metode iht. figur 4.5 [2]).

Begge profilene viser et b/D forhold mindre eller lik 40%. Iht. flytskjema på figur 4.3 [2] tilsier dette at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred eller flakskred. På grunn av lagdeling og terrenggeometri vurderes ikke flakskred å være kritisk skredmekanisme. Tilfredsstillende sikkerhet mot flakskred/store glideflater er beregnet i profil A og B [6], med tilsvarende lagdeling og materialparametere.

Dette medfører et løsneområde på 5xH, tilsvarende ca. 56 m og 53 m for hhv. profil D og E. Sideveis utbredelse er tilsvarende vurdert til 5xH, dvs. rasutviklingen stopper før profil C.

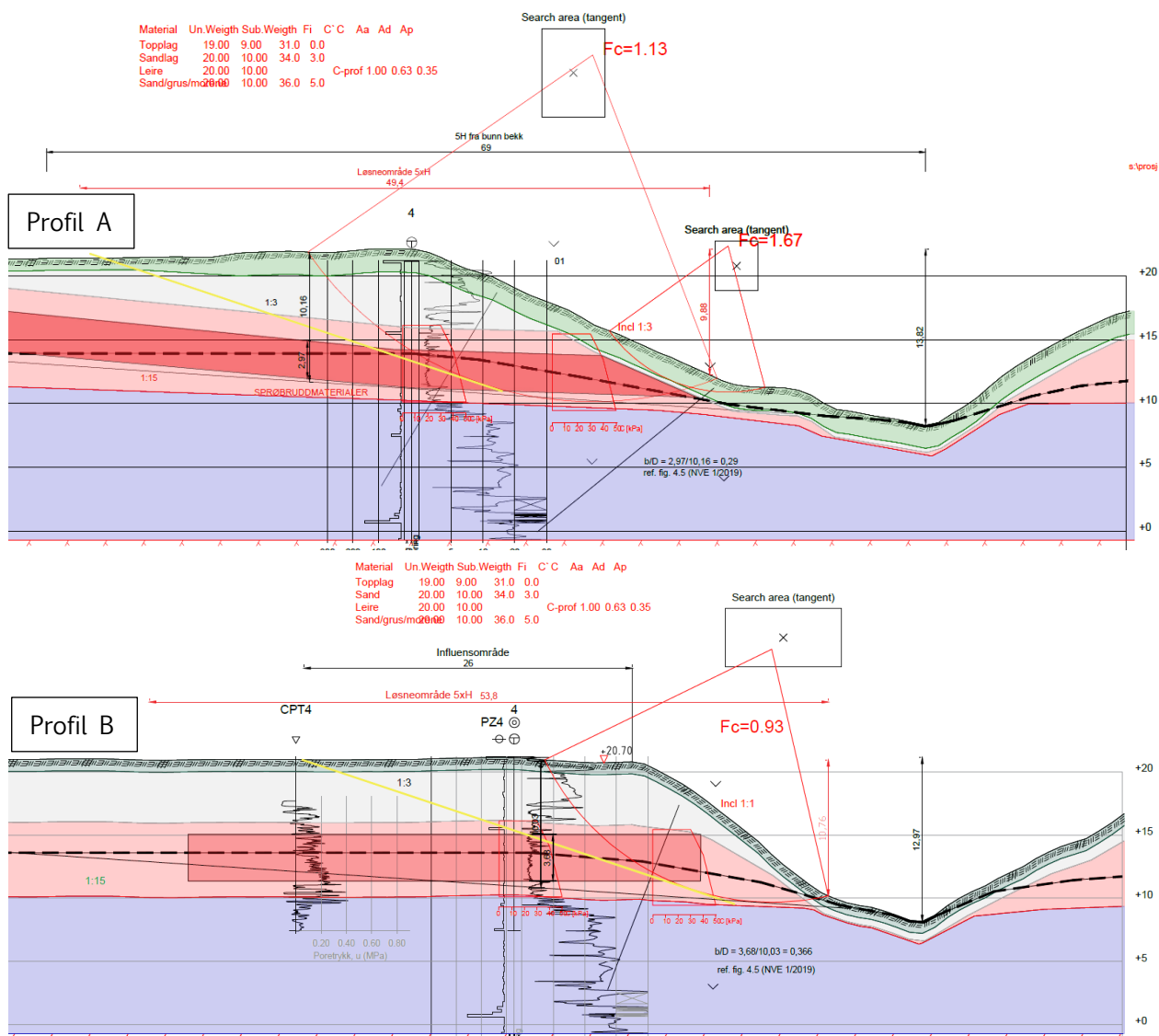
Siden planområdet er lokalisert utenfor løsneområdet og influensområde for skråningen, vil ikke et mulig ras i ravinen omkring profil D og E kunne påvirke tiltaket.

#### 4.4.2 Skredmekanisme profil A og B

Profil A og B er lokalisert i ravinen mot nord og nordøst for planområdet.

Aktuell skredmekanisme er bestemt ved å anvende prinsipp iht. NVE's veileder figur 4.4 (se figur 5), med vurdering av andel sprøbruddmateriale (b/D forhold) for beregnet kritisk glideflate.

Figur 7 nedenfor viser vurdering av b/D forhold i profil A og B.



Figur 7. Vurdering av b/D-forhold i profil A (øverst) og B (nederst), (metode iht. figur 4.4 [2]).

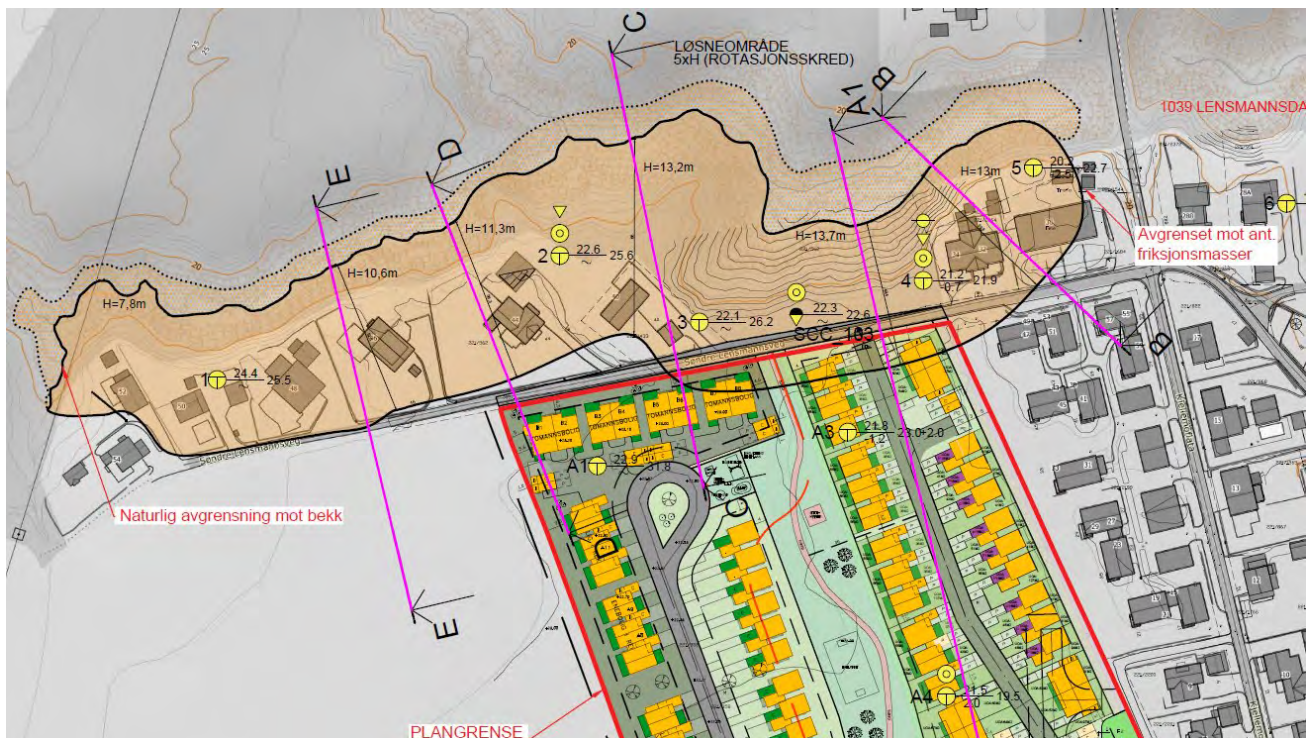
Begge profilene viser et b/D forhold mindre eller lik 40%. Iht. flytskjema på figur 4.3 [2] tilsier dette at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred eller flakskred.

Iht. utførte stabilitetsberegninger, ref. [6], er sikkerheten mot flakskred/lange glideflater tilfredsstillende i profil A og B.

Dette medfører et løsneområde på  $5xH$ , tilsvarende ca. 49,4 m og 53,8 m for hhv. profil A og B.

#### 4.4.3 Kartlagt faresone med løsne- og utløpsområder

Figur 8 nedenfor viser kartlagt faresone med løsne- og utløpsområder i orange markering.



Figur 8. Utklipp fra tegning 116356-1, med kartlagt faresone

På bakgrunn av vurderinger i kapittel 4.4.2, vil et løsneområde med rotasjonsskred som aktuell skredmekanisme langs Lenmannsdalen kunne utvikle seg ca. 25 til 50 m inn fra skråningstoppen.

Skredmassene fra et mulig rotasjonsskred medfører et beskjedent utløpsområde tilsvarende  $0,5 x$  løsneområdets lengde. I praksis vil rasmassene trolig bli liggende i ravinedalen.

Faresonen videre øst mot Porsgrunnsvegen er ikke vurdert, siden lagdeling i borepunkt 6 [1] tilsier at et mulig ras i ravinen ikke vil påvirke planområdet.

Foreliggende utredning endrer ikke på faresonen øst for veien over ravinedalen (Kjellemoflata).

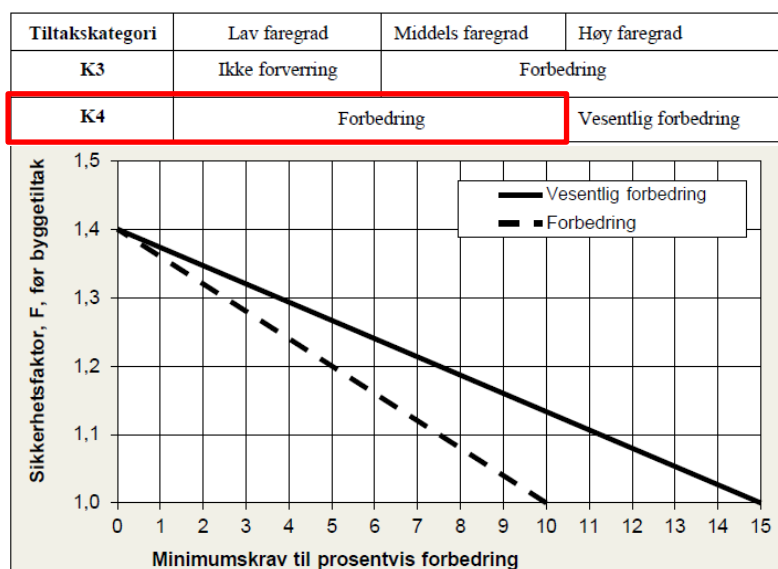
## 4.5 Stabilitetsberegninger

Deler av planområdet ligger innenfor den kartlagte kvikkleirefaresonen. For å vurdere og dokumentere stabilitetsforholdene er det utført detaljerte stabilitetsberegninger i kritiske profiler, hhv. profil A og B. Stabilitetsberegninger er sammenstilt i ref. [6]

### 4.5.1 Krav til sikkerhet

Iht. NVE's veileder [2] stilles følgende krav til sikkerhet for tiltakskategori K4:

1. For tiltak som forverrer stabiliteten, skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\varphi} \geq 1,25$ , hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.
2. For tiltak som ikke forverrer stabiliteten, er kravet til sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\varphi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\varphi}$  økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i veilederen, som vist på figur 9 nedenfor.



Figur 9. Utklipp fra NVE's veileder [2] tabell 3.3 og figur 3.3.

3. For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\varphi} \geq 1,25$  samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ . Ved lavere sikkerhet skal  $F_{cu}$  og  $F_{c\varphi}$  økes prosentvis som vist på figur 9. En skråning er utenfor influensområdet til tiltaket dersom tiltaket ligger i en avstand større enn  $2H$  bak skråningstopp (i ravine- og platåterreng). Eksempel er vist på figur 10.



Figur 10. Utklipp fra NVE's veileder [2] figur 3.4.

Videre er det påkrevd at erosjon som kan utløse skred som kan påvirke tiltaket skal forebygges.

## 4.5.2 Oppsummering stabilitetsberegninger

Utførte stabilitetsberegninger er vist i sin helhet i ref. [6].

I profil A viser utførte stabilitetsberegninger for lav sikkerhet i udrenert analyse ( $F_c = 1,13$ ), og noe lav overflatestabilitet i effektivspenningsanalyse ( $F_c\phi = 1,15$ ).

Tilsvarende i profil B viser utførte stabilitetsberegninger tilnærmet labil tilstand i udrenert og drenert analyse ( $F_c = 0,93$  og  $F_c\phi = 1,04$ ).

Figur 11 nedenfor viser influensområdet til skråningen mot ravedalen med rød skravur. Influensområdet er bestemt på bakgrunn av 2H-kriteriet bak skråningstoppen (ref. figur 10).



Figur 11. Skissering av influensområdet til skråningen mot ravedalen med rød skravur.

Ny lett trehusbebyggelse medfører beskjeden tilleggsbelastning mot grunnen og begrenset utbredelse. Avstanden mellom planlagte boliger og skråningstoppen er ca. 18 - 20 meter. På bakgrunn av utførte stabilitetsberegninger som viser en maksimal utstrekning av kritiske glideflater på ca. 8 - 10 m bak skråningstoppen, vurderes at planlagte boligbygg ikke vil forverre stabiliteten i skråningen.

Vi forutsetter at det ikke utføres andre tiltak som vil medføre forverring av stabiliteten i skråningen (f.eks. heving av terreng med konvensjonelle fyllmasser).

Iht. punkt 2 i kapittel 4.5.1, kan sikkerhetsnivået økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i veilederen (figur 9), med krav til «forbedring» (tiltakskategori K4/Middels faregrad).

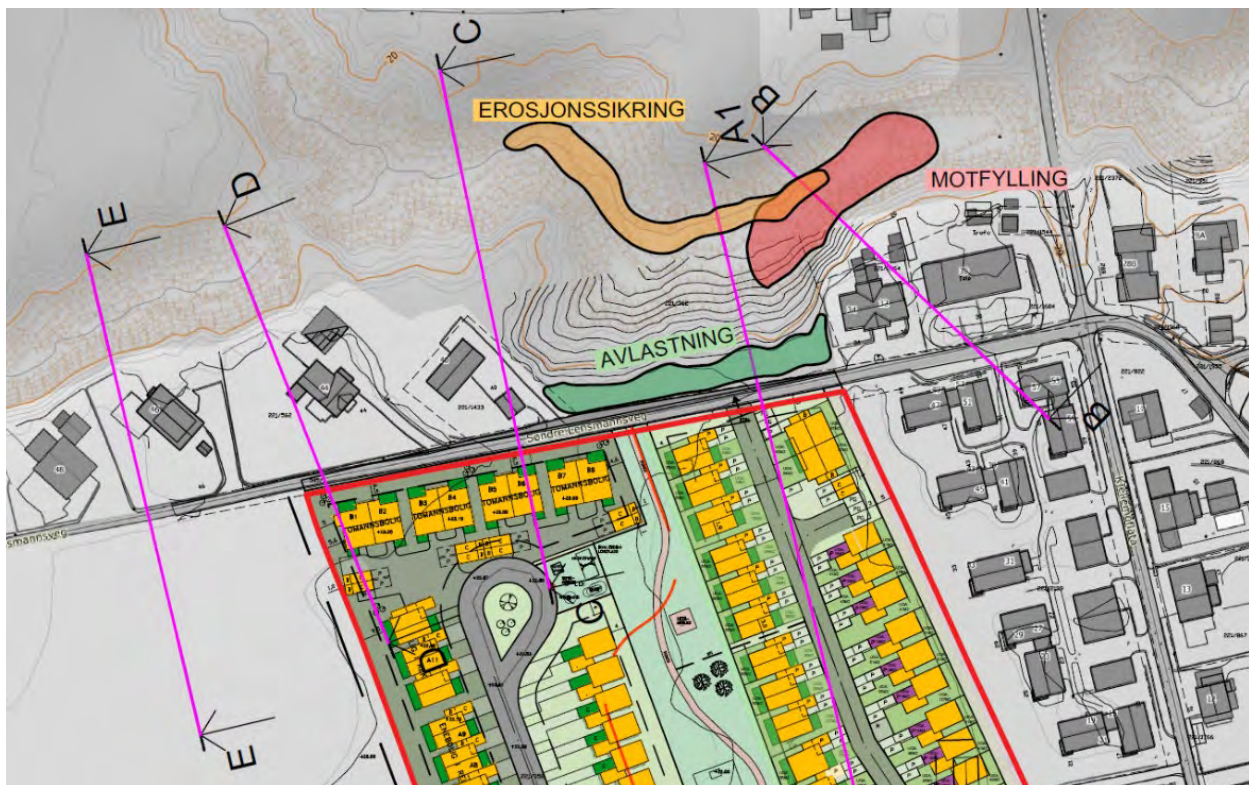
I profil A oppnås tilstrekkelig forbedring ved ca. 1,3 m avlastning av skråningstoppen i en bredde på ca. 9 m og en lengde på ca. 80 m. Dette medfører grovt ca. 1000 m<sup>3</sup> stedlige løsmasser som må fjernes.

I profil B oppnås tilstrekkelig forbedring ved en motfylling i foten av skråningen med mektighet inntil 1,4 m. Dette medfører grovt et behov for ca. 1000 m<sup>3</sup> velgraderte kvalitetsfyllmasser (0-120 mm eller tilsvarende). Utforming av motfyllingen er vist i profil på beregning 508-509, ref. [6].

I tillegg må bekken erosjonssikres med ca. 1 m tykkelse over en lengde på ca. 110 m.

Deler av denne sonen er allerede lagt i rør. Vi anbefaler at også resterende areal som skal sikres legges i rør. Strekingen som må erosjonssikres medfører grovt ca. 800 – 1000 m<sup>3</sup> velgraderte kvalitetsfyllmasser (0-120 mm eller tilsvarende). Sikringen må legges noe opp langs sidekantene for å redusere risiko for fremtidige overflateras i det bløte leirlaget.

Figur 12 nedenfor viser utklipp fra tegning 116356-2, med skissering av nødvendige sikringstiltak dersom bebyggelsen skal etableres innenfor kartlagt faresone.



Figur 12. Utklipp fra tegning 116356-2, med skissering av nødvendige sikringstiltak

Avlastning av skråningstoppen utføres fra Søndre Lensmannsveg, fortrinnsvis ved bruk av gravemaskin med lang arm. Skråningstoppen må generelt ikke belastes med anleggsmaskiner eller gravemasser. Utgravde masser må opplastes på bil i god avstand fra skråningsfronten, og bortkjøres i takt med anleggsarbeidene til egnet deponi.

Avlastningsområder må sikres mot erosjon, f.eks. ved steinplastring eller beplantning.

Erosjonssikring og motfylling i bunn av ravinedalen krever at det etableres en midlertidig anleggsvei langs eksisterende bekketrasé. Trolig må motfyllingen etableres med langgraver. All tilbakefylling utføres med velgraderte kvalitetsfyllmasser, f.eks. 0-120 mm.

Egnet adkomstvei til ravinedalen må vurderes nærmere i samarbeid med geoteknisk saksyndig. For at ikke stabiliteten skal forverres under etablering av anleggsveien ned ravinedalen, må f.eks. traséen senkes tilsvarende vekta på maskinen, ant. ca. 0,5 m.

I bunn av ravinedalen kjører anleggsmaskiner på midlertidig anleggsvei av utlagt erosjonssikring. Erosjonssikringen dras opp mot sidekantene på vei tilbake, etter at motfyllingen er etablert.

Detaljert beskrivelse av sikringstiltak med arbeidsrekkefølge samt grave- og oppfyllingsforhold må utføres av geoteknisk saksyndig, gjerne i samråd med aktuell entreprenør.

## 4.6 Kvalitetssikring

NVEs veileder [2] krever at våre vurderinger kvalitetssikres av uavhengig foretak iht. veilederen. Sweco er engasjert for å gjøre dette.

## 5 Oppsummering vurdering av områdestabilitet

Det er kartlagt en ny (revidert) faresone i Lensmannsdalen som berører planområdet. Faresonen er vist på tegning 116356-1, og er klassifisert med:

- Faregrad: «Middels»
- Skadekonsekvens «Alvorlig»
- Risikoklasse 3

Så lenge planlagt og eksisterende bebyggelse i planområdet etableres utenfor kartlagt kvikkleirefaresone, vil områdestabiliteten være tilfredsstillende uten særskilte sikringstiltak. Dette forutsetter at ikke nye tiltak forverrer stabiliteten mot Lensmannsdalen.

Dersom bebyggelsen etableres/er etablert innenfor den kartlagte kvikkleirefaresonen, må det utføres stabiliserende tiltak i skråningen mot Lensmannsdalen, bestående av:

1. Avlastning av skråningstopp langs Søndre Lensmannsveg (grovt anslag 1000 m<sup>3</sup> stedlige løsmasser)
2. Motfylling i bunn av skråningen ved profil B (grovt anslag 1000 m<sup>3</sup> velgradert pukk)
3. Erosjonssikring av bekken for å forebygge nye ras (grovt anslag 800-1000 m<sup>3</sup> velgradert pukk)

Med angitte sikringstiltak vil områdestabiliteten være tilfredsstillende for bebyggelsen som vist på mottatt situasjonsplan.

Nye tiltak (bebyggelse, terrengarrondering, veier eller lignende) skal generelt ikke forverre stabiliteten i skråningen mot Lensmannsdalen. Dette må sikres ved detaljprosjektering av geoteknisk sakkyndig.

NVEs veileder [2] krever at våre vurderinger kvalitetssikres av uavhengig foretak iht. veilederen.

### 5.1 Generell anbefaling for Lensmannsdalen

Stabiliteten er fremdeles anstrengt i flere deler av Lensmannsdalen. Det er også registrert betydelig erosjon og mindre utglidninger, som kan true eksisterende bebyggelse på skråningstoppen.

Vi anbefaler generelt at hele Lensmannsdalen sikres for å forebygge fremtidig erosjon og ras. Dette sikringsarbeidet bør utføres av kommunen/NVE, evt. i samråd med utbygger på Kjellemoen boligfelt.




## Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Skien. Kjellemoen eneboligfelt, Områdestabilitet	Dokument nr: 116356n1_rev A
Oppdragsgiver: Peab Eiendomsutvikling AS	Dato: 02.08.2022
Emne/Tema: Områdestabilitet	

Sted		
Land og fylke: Norge, Telemark Vestfold	Kommune: Skien	
Sted: Kjellemoen		
UTM sone: 32V	Nord: 6557850	Øst: 536063

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
A	Oppsett av dokument/maler	02.08.22	ST	02.08.22	Rula
A	Korrekt oppdragsnavn og emne	02.08.22	ST	02.08.22	Rula
A	Korrekt oppdragsinformasjon	02.08.22	ST	02.08.22	Rula
A	Distribusjon av dokument	02.08.22	ST	02.08.22	Rula
A	Laget av, kontrollert av og dato	02.08.22	ST	02.08.22	Rula
A	Faglig innhold	02.08.22	ST	02.08.22	Rula

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 02.08.2022	Sign.: 



**TEGNFORKLARING :**

- |                   |                       |               |                    |
|-------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| ● Dreiesondring   | ⊛ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop   | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ⊖ Dreietrykksondring  | + 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: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

**NAVNGIVNING BORPUNKTER:**

1 t.o.m. 6: GrunnTeknikk AS denne rapport  
 A1 t.o.m. A4: Arkimedum AS [1]  
 SCC\_103: Scandiaconsult AS [2]

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>Peab Eiendomsutvikling AS</b>	26.04.2022	ST	JAG
	<b>Skien. Kjellemoen, eneboligfelt</b>	Målestokk 1 : 1500	Originalformat A3	
	<b>Plantegning m/skissering av faresone</b>	Status Tegning i notat		
		Tegningsnummer <b>116356-1</b>		Rev. .



www.grunnteknikk.no  
 Tlf.:45904500



**TEGNFORKLARING :**

- |                   |                       |               |                    |
|-------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| ● Dreiesondring   | ⊛ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop   | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ⊖ Dreietrykksondring  | + 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: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

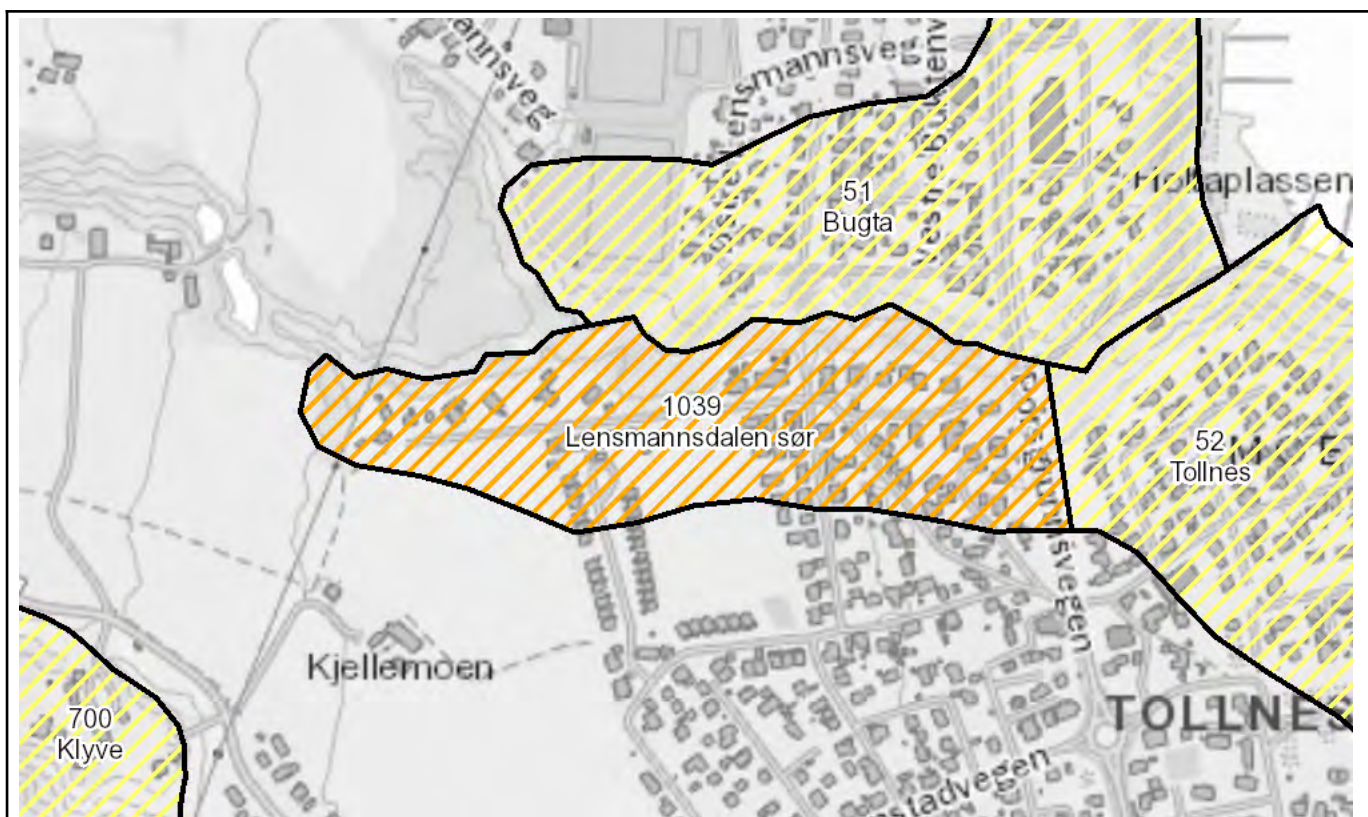
**NAVNGIVNING BORPUNKTER:**

1 t.o.m. 6: GrunnTEKNIKK AS denne rapport  
 A1 t.o.m. A4: Arkimedum AS [1]  
 SCC\_103: Scandiaconsult AS [2]

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>Peab Eiendomsutvikling AS</b>	27.04.2022	ST	JAG
	<b>Skien. Kjellemoen, eneboligfelt</b>	Målestokk 1 : 1500	Originalformat A3	
<b>Plantegning m/skissering av sikringstiltak</b>		Status Tegning i notat		
GRUNNTEKNIKK		Tegningsnummer 116356-2	Rev.	
www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500				

## Kvikkleiresone 1039: Lensmannsdalen sør - Kommune: Skien

Faregradklasse	Middels
Konsekvensklasse	Alvorlig
Risikoklasse	3
Grunnforhold	Mulig kvikkleire
Sonestatus	Enkel undersøkelse
Opprettet	22.8.2001
Sist oppdatert	23.10.2015
Sist oppdatert av	NGI



### Bemerkninger

Sone Tollnes er delt opp for å ta hensyn til skred utløst i Lensmannsdalen

### Referanser

NGI - rapport 8314-1, juli 1988, 2. NGI - rapport 8314-2, januar 1994, 3. Scc Scandiaconsult. NVE Region Sør, Skienselva i Skien og Porsgrunn, Grunnundersøkelser- datarapport 62027A, 04.10.2002

Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Flere gamle skredgroper, ingen skred siste 100 år	Noe	2	1	2
Skråningshøyde i meter	Profil fra NVE	15-20	1	2	2
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Antar ingen terrengavlastning. Bakenforliggende flate er inntakt	1,0-1,2	3	2	6
Poretrykk	Antatt, finsand drenerer ut	-(0-20)	-1	3	-3
Kvikkleiremektighet	Må sjekkes opp !!	H/4-H/2	2	2	4
Sensitivitet	fra boring 103	20-30	1	1	1
Erosjon	Flere mindre utglidninger. Erosjonen er bergenset av kulverter, men foregår aktivt sideveis	Kraftig	3	3	9
Inngrep	Lukkning oppstrøms gangvei	Liten forbedring	-1	3	-3
Total poengsum					18
Prosent av maks					35.29
Sist oppdatert	19.1.2005				

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	~20 boliger	Tett > 5	3	4	12
Næringsbygg	minst 1	<10	1	3	3
Annen bebyggelse	Ingen	Ingen	0	1	0
Veier	Lokalvei	<100	0	2	0
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett		Regional	2	1	2
Oppdemning	Brudd på Porsgrunnsveien eller gangvei får følger for sone Tollnes	Liten	1	2	2
Total poengsum					19
Prosent av maks					42.22
Sist oppdatert	19.1.2005				

Iht. NVE ekstern rapport 9/2020 "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred" utarbeidet av NGI, rev. 4 datert 27.11.2020.

Klassifisering av revidert faresone i vestre del av Lensmannsdalen. Kartlagt faresone endrer ikke på eksisterende faresone øst for stien som krysser Lensmannsdalen (Kjellemovegen).

Fargekoder:

Fylles ut

Låst (forhåndsbestemt)

Beregnes

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.
ST	26.04.2022	Skien. Kjellemoen eneboligfelt	116356
Ktr.	Dato		
JAG	03.05.2022		

## Evaluering av faregrad (ref. tabell 1)

Faktorer	Faregrad score (F)	Vekttall (V)	Produkt V x F	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	2	1	2	Flere gamle rasgroper i området. Kjentskap til rasaktivitet i år 2000 (overflateras).
Skråningshøyde, meter	0	2	0	Høydeforskjell mindre enn 15 m (maks 13,7 m).
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	2	4	OCR tolket som 1,2 - 1,5 (basert på utførte CPTU).
Poretrykk	0	3	0	Grunnvannstand målt dypere enn 10 m i PZ4. Konservativt antatt hydrostatisk (trolig noe undertrykk som følge av svært lagdelt grunn med sjikt/lag av silt/finsand).
Kvikkleiremektighet	2	2	4	b/D = 0,25 til 0,40, tilsvarende H/2 til H/4.
Sensitivitet	1	1	1	Sensitivitet generelt 20 - 30 basert på prøveserier.
Erosjon	3	3	9	Flere mindre utglidninger. Antatt kraftig erosjon.
Inngrep	0	3	0	Lukking av bekk oppstrøms gangvei medfører trolig en liten forbedring - neglisjert.

## Evaluering av skadekonsekvens (ref. tabell 2)

Faktorer	Konsekvens score (K)	Vekttall (V)	Produkt V x K	Kommentar
Boligheter, antall	2	4	8	Spredt boligbebyggelse 8 stk.
Næringsbygg, personer	0	3	0	Ingen registrerte næringsbygg innenfor sonen.
Annen bebyggelse, verdi	0	1	0	Ingen bebyggelse av verdi.
Vei, ÅDT	1	2	2	Lokalvei <100.
Toglinje, baneprioritet	0	2	0	Ingen toglinje innenfor sonen.
Kraftnett	0	1	0	Lokalt kraftnett innenfor sonen. (Regionalt nett i vest vil ikke bli berørt).
Oppdemning/floam	1	2	2	Brudd på gangvei over lensmannsdalen kan initiere en bruddutvikling i faresonen.

Poengsum, faregrad: 20  
 Prosent av maks. poengsum (F\_pct): 39 %  
 Faregradsklasse: Middels

Poengsum, skadekonsekvens: 12  
 Prosent av maks. poengsum (K\_pct): 27 %  
 Konsekvensklasse: Alvorlig

Poengverdi, risiko (K\_pct x F\_pct): 1046  
 Risikoklasse: 3