
RAPPORT RIG-R02-A02

Utredning av kvikkleirefare: Slyngjemyra Kvikkleiresone



Kunde: Sømna kommune

Prosjekt: Sømna Biogass

Prosjektnummer: 10229972

Dokumentnummer: RIG-R02-A02 10.02.2023

Rev.: 02

Sammendrag:

Slyngemyra reguleres for etablering av biogassanlegg og fremtidig næringsområdet. I forbindelse med regulering er fare for kvikkleireskred utredet iht. kvikkleireveilederen NVE 1/2019. Det er avdekket sprøbruddsmaterialer i overliggende skrån timer, og planområdet ligger i et mulig løsne- og utløpsområde. Tiltakskategori er vurdert K4.

Det er utført befaring av planområdet av geotekniker der det er satt søkelys på erosjonsforhold og berg i dagen. I forbindelse med planlagt arbeid skal en del av fjell sprenges ut. Sprengningsarbeider må ikke påfører rystelser som kan utløse skred. Svingehastighet i leire må ikke overstige 25 mm/s iht. NS8141-3 og NIFS 16/2016. Forutsatt at grenseverdien ikke overstiges, er det vurdert at tiltaket ikke forverrer stabiliteten, og ligger utenfor skrån timerens influenssone. Krav til sikkerhet er $F_{\text{op}} \geq 1,25$ og $F_{\text{cu}} \geq 1,2$.

Løsne- og utløpsområdet av kvikkleiresonen er avgrenset, og kvikkleiresonen er klassifisert med faregrad «middels» og konsekvensklasse «mindre alvorlig».

Aktuell skredmekanisme er vurdert «retrogressiv».

Det er utført stabilitetsberegninger med Geosuite Stability i to kritiske snitt. Utførte stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende stabilitet.

Det er ikke vurdert krav til erosjonssikring.

Det er krav om uavhengig kvalitetssikring av denne rapporten.

Rapporteringsstatus:

- Endelig
- Oversendelse for kommentar
- Utkast

Utarbeidet av: Louis Steigerwald	Sign.:
Kontrollert av: Reza Babadi	Sign.:
Prosjektleder: Louis Steigerwald	Prosjekteier: Andreas Grov Roald

Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
02	01.03.2023	Redigering etter kontroll		
01	10.02.2023	Leveranse til kunde	NOLOST	NOBABA

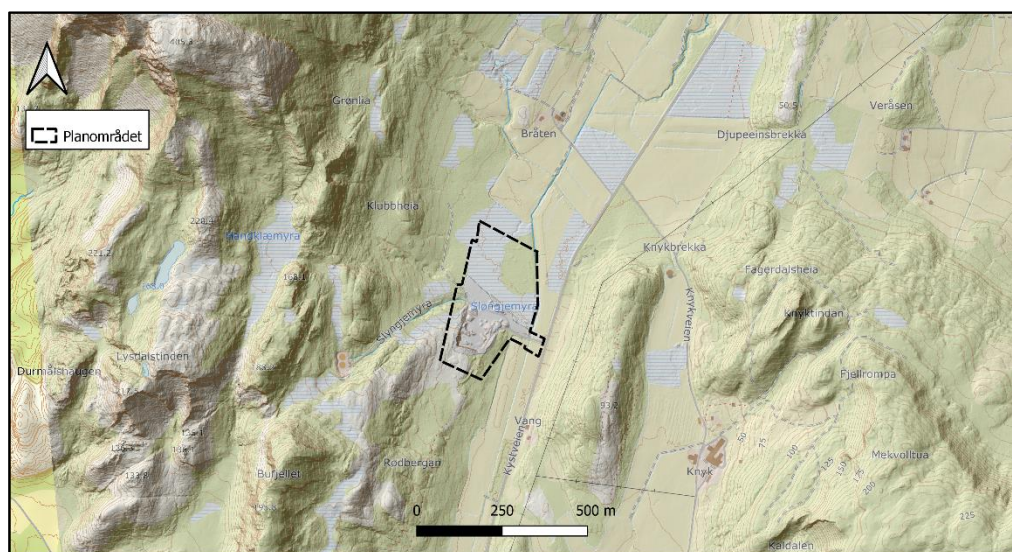
Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Topografi og grunnforhold	6
3	Utredning av områdestabilitet etter NVE veileder	7
3.1	Registrerte faresoner	7
3.2	Avgrens områder med mulig marin leire.....	7
3.3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	8
3.4	Bestem tiltakskategori.....	9
3.5	Gjennomgang av grunnlag-identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	10
3.6	Befaring	11
3.7	Grunnundersøkelser	12
3.8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder.....	14
3.9	Klassifer faresoner.....	16
3.9.1	Tidligere skredaktivitet	16
3.9.2	Skråningshøyde	16
3.9.3	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR).....	16
3.9.4	Poretrykk	16
3.9.5	Kvikkleiremektighet	16
3.9.6	Sensitivitet	17
3.9.7	Erosjon	17
3.9.8	Inngrep	17
3.10	Stabilitetsanalyser.....	18
4	Konklusjon	21
5	Referanser	22

1 Innledning

Sweco er engasjert av Sømna kommune for å utføre geotekniske grunnundersøkelser og utrede kvikkleirefare i forbindelse med planlagt utbygging av Sømna Biogass anlegg og tilhørende næringsområdet på Slyngjemyra i Sømna kommune med gbnr. 47/12 m.fl. Vurdering av områdestabilitet (kvikkleirefare) er utført iht. Kvikkleireveilederen NVE 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1].

Innledende grunnundersøkelser avdekket kvikkleire i dalbunnen, og innledende vurdering av områdestabilitet konkluderte med at kvikkleirefare ikke kunne utredes basert på de innledende grunnundersøkelsene [2]. Det er derfor utført supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med kvikkleireutredningen. Figur 1 viser plassering av planområdet. Det aktuelle området ligger omtrent 2 km nord for Vik sentrum i Sømna kommune.



Figur 1. Oversiktskart over planområdet.

Denne rapporten er utarbeidet i samsvar med NVE sin veileder «Sikkerhet mot kvikkleireskred» i henhold til § 7.3 TEK 17 og oppsummerer vurderinger av steg 1-10 i veilederen [1]. Vurderingen er sammenfattet i Tabell 1. Planområdet er utredet for evt. tiltakskategori K4.

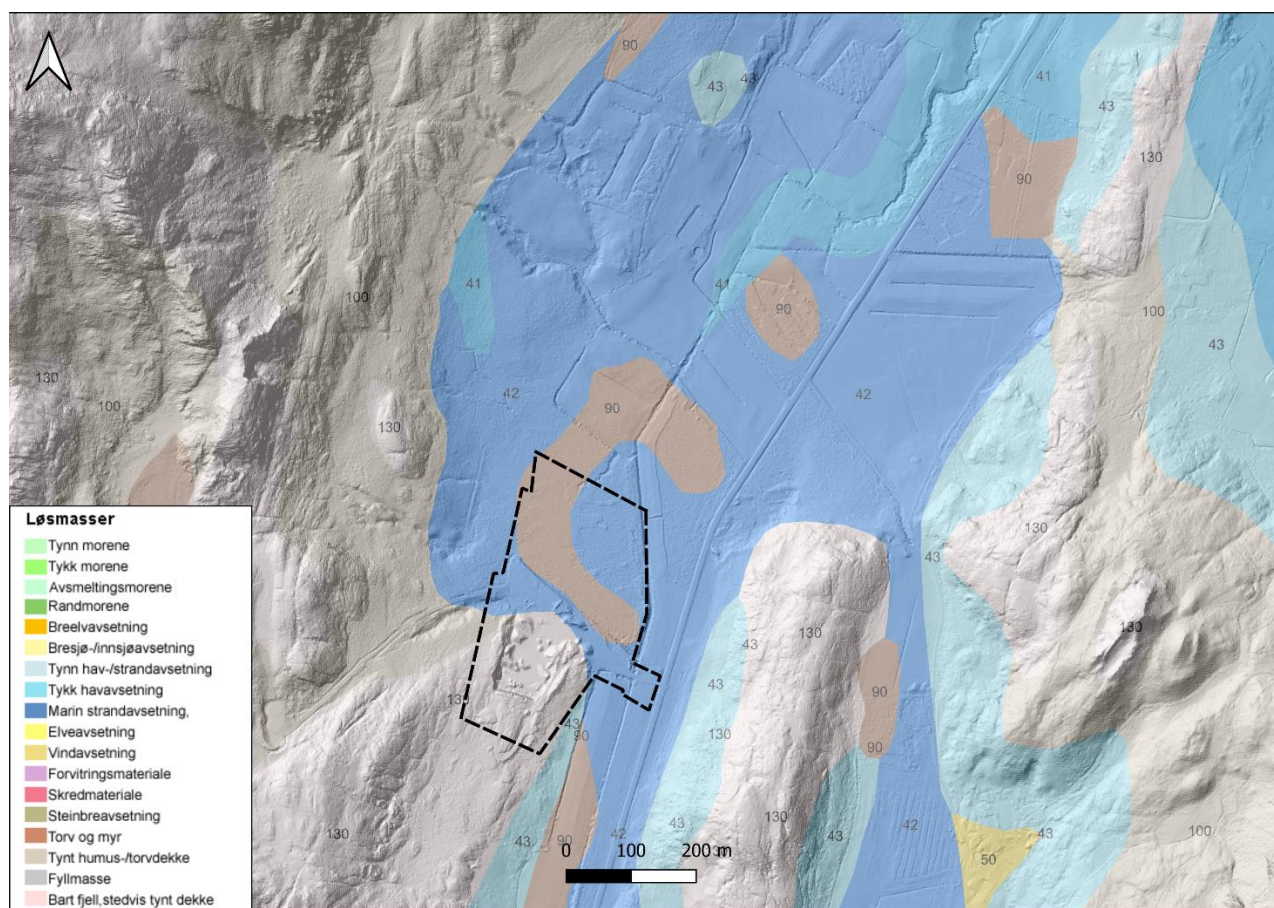
Det er krav om uavhengig kvalitetssikring av denne rapporten.

Tabell 1. Oppsummering av utredning av områdestabilitet iht. Tabell 3.1 [1].

Nr.	Prosedyre for utredning	Kommentar
1	Undersøk om det er registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Ingen registrerte faresoner i området.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Marin grense er kartlagt å ligge høyt på ca. kote +130. Det er kartlagt stor sannsynlighet for forekomst av marin leire.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Planområdet ligger i et mulig løsne- og utløpsområde fra overliggende skråninger.
4	Bestem tiltakskategori	Vurderingen legges til grunn for evt. K4 tiltak
5	Gjennomgang av grunnlag-identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Mulig løsneområdet er avgrenset av berg i dagen og tidligere utførte grunnundersøkelser.
6	Befaring	Det er utført befaring den 29.11.2022.
7	Grunnundersøkelser	Det er utført geotekniske grunnundersøkelser som avdekket sprøbruddsmaterialer i de kritiske skråningene.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne og utløpsområder	Retrogressivt skred er vurdert som aktuelt. Løsneområdet er avgrenset av berg i dagen og kartlagt mulighet for marin leire. Utløpsdistanse er vurdert $Lu=1,5 L$ i åpent terreng.
9	Klassifiser faresoner	Faresonen er klassifisert med faregrad «middels» og konsekvensklasse «mindre alvorlig».
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Tiltaket ligger utenfor influensområdet til overliggende skråninger og ikke medfører forverring av stabilitet. Stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende sikkerhet.

2 Topografi og grunnforhold

Planområdet ligger på et flatt område med kotehøyde på ca. +15, i et dalstrøk i bunn av en skråning. Sør for planområdet ligger Slynngmyra steintak. Det er flere fjellrygger i området med NØ-SV orientering. Det er en fjellrygg som ligger ca. 175 m øst for planområdet der berg i dagen er synlig. Vest for planområdet stiger terrenget med en helning på ca. 1:9 i antatt løsmasser inntil brattere fjellpartier. Figur 2 viser terrenget med laserinnsynsdata [2] sammen med NGU sitt løsmassekart [3].



Figur 2. Fjellskygge fra laserinnsyn data [4] viser terrenget kartlagt sammen med NGU sitt løsmassekart som viser at planområdet ligger på myr/torv og marine strandavsetninger, med fjell mot sør [3].

NGUs løsmassekart [3] viser at planområdet er kartlagt å ligge på torv og myr, og marine strandavsetninger. Strandavsetninger ligger som et forholdsvis tynt dekke over berggrunn eller andre sedimenter. Det er kartlagt hav- og marine fjord avsetninger med store mektigheter over store områder i Sømna kommune, spesielt i dalstrøket som går NØ fra planområdet.

3 Utredning av områdestabilitet etter NVE veileder

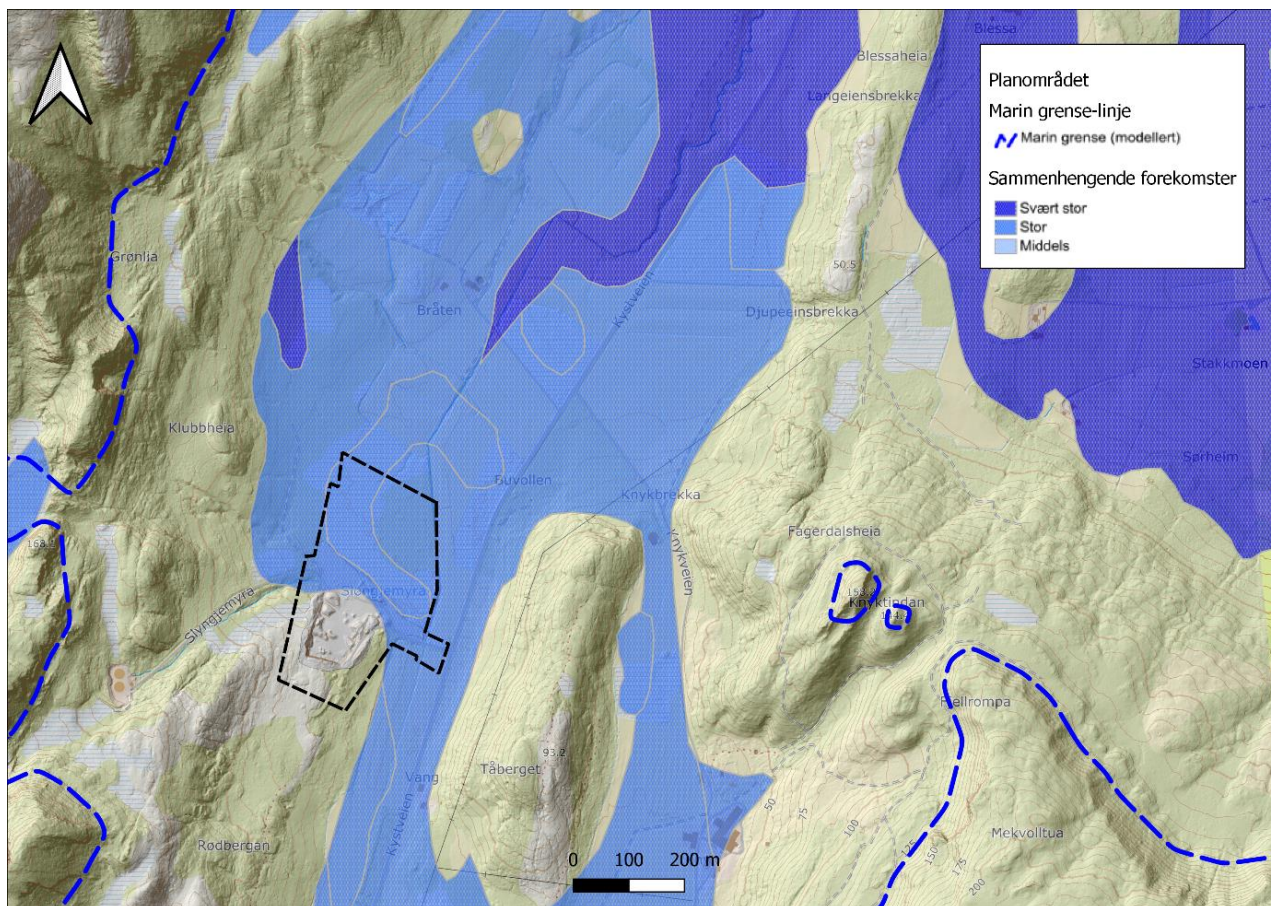
3.1 Registrerte faresoner

Det er ingen registrerte faresoner i området på NVE sitt kvikkleirekart [5]. Det er ingen registrerte skredhendelser på NVE sitt temakart [5].

3.2 Avgrens områder med mulig marin leire

Marin grense er kartlagt å ligge på ca. kote +130. Figur 3 viser at deler av planområdet ligger innenfor et område som har stor sannsynlighet for forekomst av sammenhengende marin leire. Sannsynlighet for marin leire er kartlagt som «stort sett fraværende» omtrent 150 meter vest for planområdet og i sørlige del av planområdet. Selve biogassanlegg er planlagt etablert i utsprengt fjellrygg i sørlig del av planområdet.

Det er kartlagt store områder med «stort sett fraværende» sannsynlighet for marin leire høyere opp i terrenget der det er kartlagt tynt dekke organisk materiale over berggrunn og bart fjell. Berg i dagen kan observeres i mange steder, og det vurderes at kartlagt «mulighet for marin leire» legges til grunn for hvor man kan forvente forekomst av marin leire. Dette kartet er benyttet for planlegging av grunnundersøkelser.



Figur 3. NGU sitt kart for sannsynlighet for sammenhengende marin leire [3] viser stor sannsynlighet for marin leire over deler av planområdet.

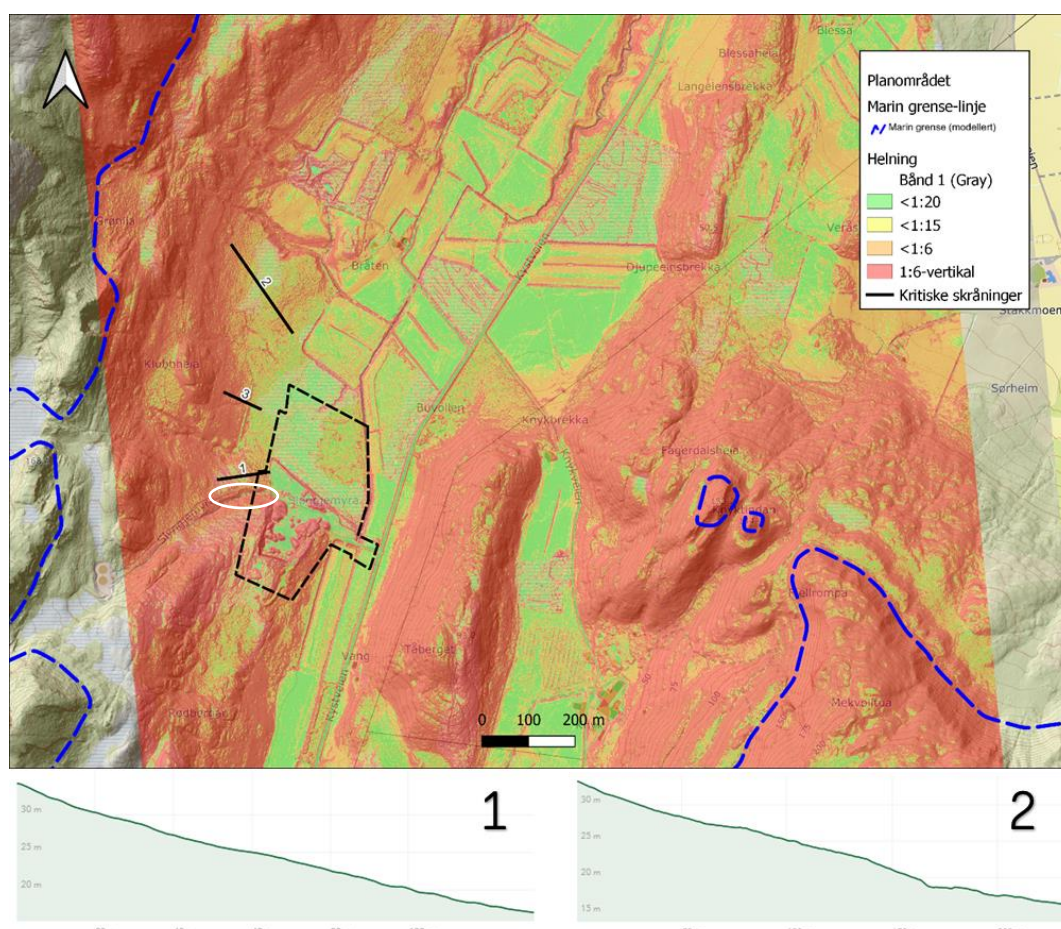
3.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Terreng som kan inngå i løснеområdet for et skred er gitt ved disse kriterier [1]:

- Total høyde på skråning (i løsmasser) over 5 m, eller
- Jevn hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m

Planområdet ligger i en dalbunn med overliggende løsmasseskråninger vest og nord for planområdet som faller under terrengkriterier for områdeskred. Skråningen vest for planområdet er ca. 15 m høy i løsmasser med gjennomsnittlig helning på ca. 1:9. Skråning nord for planområdet er ca. 20 m høy i løsmasser med gjennomsnittlig helning på ca. 1:12. Dalbunnen er flattere enn 1:20 og det er ingen skråninger med totalhøydeforskjell over 5 m i dalbunnen. Øst for tiltaksområdet er det berg i dagen. Det er ingen andre løsmasseskråninger kan utløse områdeskred som kan berøre tiltaket basert på topografi og avstand. Figur 4 viser helningsdata for området basert på laserinnsynsdata. I figuren kommer det tydelig fram at dalbunnen er flattere enn 1:20 (grønn farge). Overliggende skråninger med helning som faller under terrengkriterier er vist i oransje og rød. Terrengprofil fra snitt 1 og 2 er vist i figuren.

Det finnes en skråning fra anleggsveien ned mot en bekk, vist i Figur 4 med hvit sirkel. Terrenganalyse viser at høyden på denne skråningen er i gjennomsnitt drøyt under 5 m. Denne skråningen er ikke vurdert som kritisk, men er likevel kontrollert.



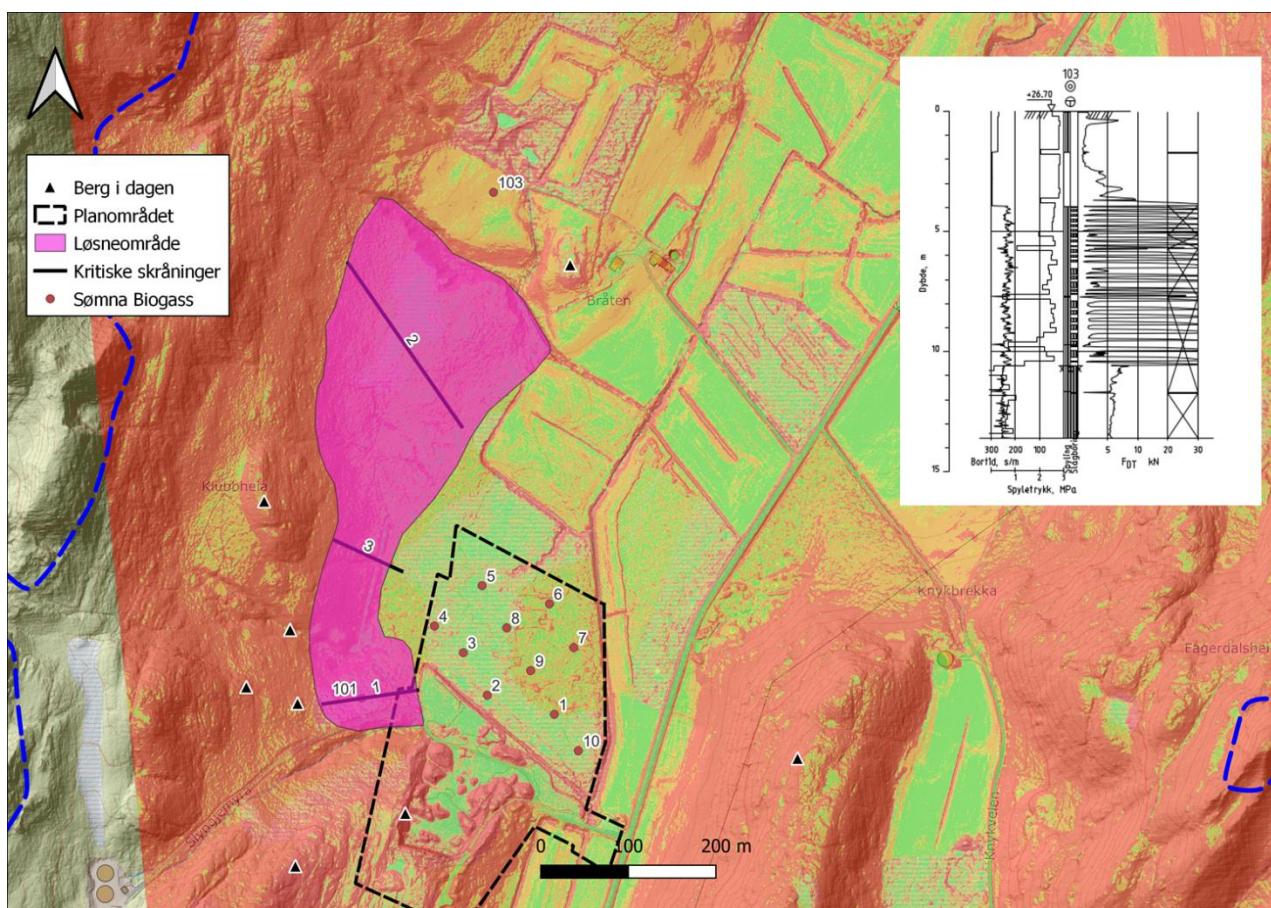
Figur 4. Helningskart over det aktuelle området. Kritiske snitt 1 og 2 viser at skråningen er over 5 m høy.

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

Gjennomgang av Kap. 3.3 viser at tiltaket ligger innenfor et mulig løsne- og utløpsområde. Overliggende skråningen streker seg omtrent 575 m nordover og følger fjellsidens utforming. Det er tegnet tre snitt, men grunnen vanskelig tilkomst for borerigg var det kun aktuelt å vurdere skråningsstabilitet ved kritisk snitt 1 og 2.

Tidligere utførte grunnundersøkelser i borepunkt 103 viser faste masser, og prøvetaking i det bløteste laget viser leire med en omrørt skjærfasthet på 10,86-11,12 kPa ved 2,0-3,0 m dyp. Dette punktet ligger ovenfor en fjellbløtning, og det vurderes at dette området ikke inngår som en del av løsneområdet. Løsneområdet er da avgrenset sør for ravinen.

Det er observert berg i dagen i østliggende skråningen. Eventuelle lommer med marin leire høyere opp i terrenget er omgitt av fjell og ikke kan utløse kvikkleireskred som kan berøre planområdet.



Figur 6. Kritiske skråninger og mulig løsneområdet basert på grunnlag.

3.6 Befaring

Geotekniker Louis Steigerwald fra Sweco var på befaring den 29.11.2022. Under befaringen var det satt søkelys på erosjonsforhold og berg i dagen.

Erosjonsvurdering er utført iht. NVE 9/2020 kap. 5 [6]. Nedbørsfeltet og vannføringsmengder i området er generelt ganske begrenset, og erosjon er stort sett begrenset til noen få bekker som renner ned fjellsiden. Bekkene kommer tydelig fram på kartene. Det er ikke observert store utglidninger i elvekantene. Trær står hovedsakelig vertikalt. Det er ett strøk med flere trær som har falt ned, men det er ikke sikker at det skyldes erosjon/utvasking. Her er det ingen tegn til dype utglidninger i kohesjonsmasser. Trærne ser ut til å ligge der de har falt, noe som indikerer at de ikke har blitt vasket nedstrøms av store mengder vann. Elvekanten er for det meste gjengrodd med vegetasjon. Figur 7 viser et strøk i bekken mellom kritisk skråning 1 og 3 der det kan observeres store stein og grus i bekkeleiet. Trær som har tidligere falt tegn av ferske utglidninger.

Det er en del naturlig erosjonsbeskyttelse i form av grus og stein i elveløpene. Det er også observert fjell i dagen i elveløpet lenger opp i terrenget. Utførte grunnundersøkelser indikerer noen meter friksjonsmasser over sprøbruddsmaterialer. Det er ikke observert kohesjonsmasser i bekkeleiene. Vannet er klart, og ingen grå farging er observert. Gradientforholdene tilsier at erosjon kan oppstå. Det er lett eroderbare masser i bekkeleiet som har ført til partikkelerosjon. Bekkene renners langs skråningen, og ikke på tvers i skråningsfoten. Erosjon i bekkeleiene medfører ikke stabilitetsforverring og det har ikke blitt avdekket underliggende leirmasser. Det er stedvis tegn til litt mer erosjon ved bekken nedenfor anleggsveien, men situasjonen er veldig likt over hele undersøkelsesområdet. Det er inkludert bilder av denne bekken i Vedlegget, men det bemerkes at det er skogkledd og vanskelig å ta representative bilder.

Det er gitt konservativ score «litt» erosjon.

Tiltaket skal ikke medføre noen terrenginngrep og det gis score «null». Det er ingen fare for oppdemning av flodbølge og det gis score «null».

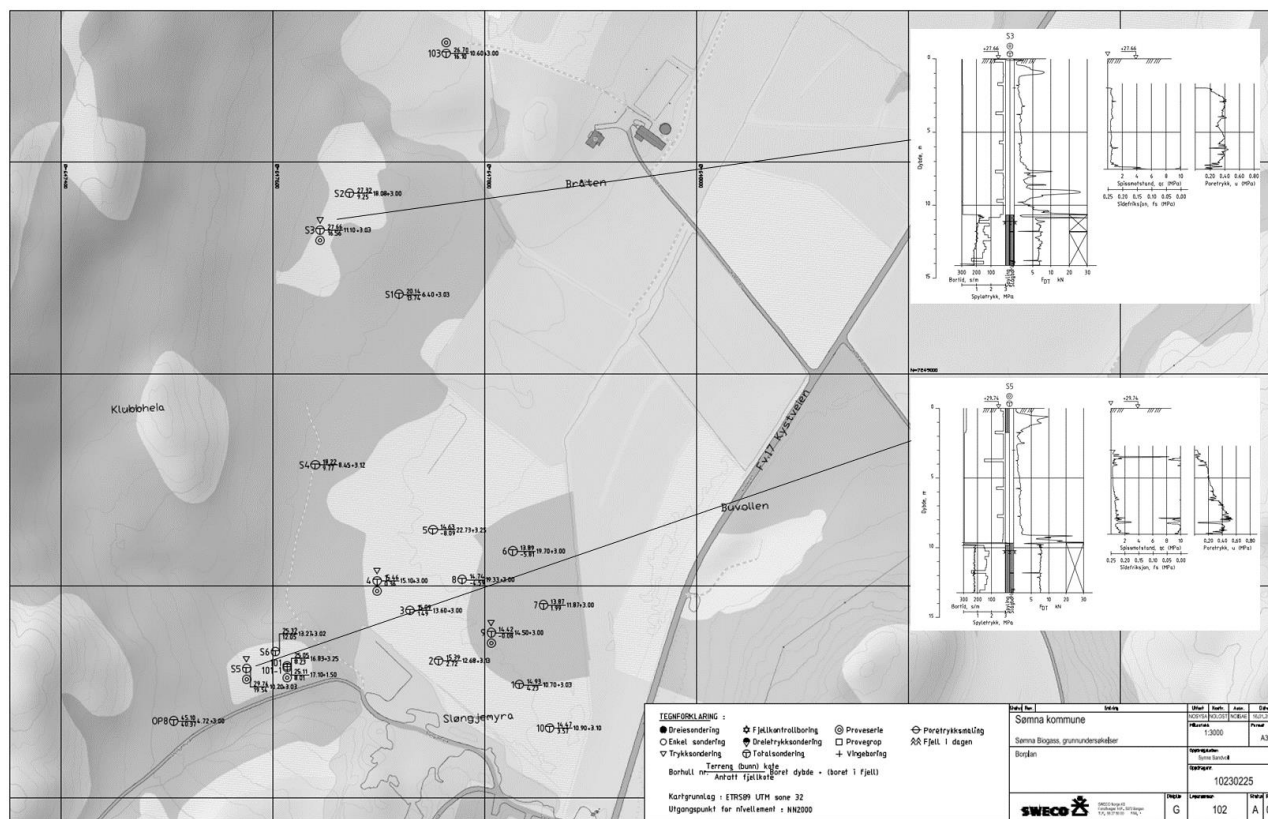
Det er ikke funnet erosjonsfare som kan utløse kvikkleireskred, og det er vurdert at det ikke er behov for erosjonssikring.



Figur 7. Bilde fra befaring. Stedvis store stein i bekkeleiet, og svært begrenset mengder vann. Svart pil i innset viser plassering av bildet.

3.7 Grunnundersøkelser

Fremkomst av boreriggen er utfordrende i området grunnen tett skog og ulendt terreng. Borepunktene er plassert strategisk for å optimalisere dekning av grunnundersøkelsene basert på forekomst i de kritiske skråningene. Det er boret i skråningstopp og skråningsfot i kritisk snitt 1 og 2. Til sammen er det utført 20 totalsonderinger, 6 prøveserier bestående av 13 stk. poseprøver og 12 stk. Ø54 mm sylindrerprøver, og 4 stk. CPTu. Resultatene er presentert i egen datarapport [7]. Boreplan og utklipp fra totalsonderings- og CPTu-profil fra punkt S3 og S5 er vist i Figur 8.



Figur 8. Boreplan av utførte grunnundersøkelser.

Det er påvist sprøbruddsmaterialer i alle punkter der det er tatt prøver: 4, 9, 101, S3 og S5, unntatt punkt 103. Omrørt skjærfasthet i utførte analysene varierer fra 0,12-0,47 kPa (konus ISO 17892-6: 2017) i sprøbruddsmaterialene påvist i dalbunnen ved punkt 4 og 9. Sprøbruddsmaterialer påvist i skråningen ved punktene 101, S3 og S5 hadde noe høyere omrørt skjærfasthet fra 0,39-0,88 kPa [7]. Rutineanalyser fra borepunkt S3 og S5 er vist i Tabell 2 og Tabell 3. Det er påvist faste masser i punkt OP8, noe som samsvarer godt med kartlagt mulighet for marin leire [3].

Tabell 2. Rutineanalyser fra borepunkt S3.

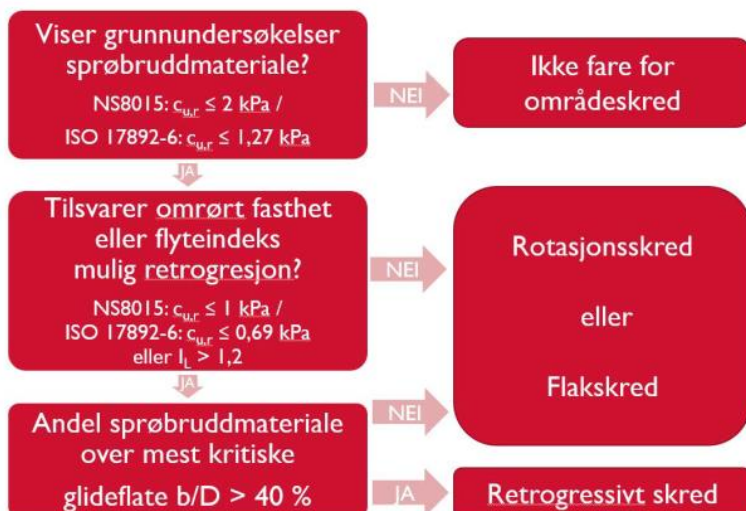
Beskrivelse	Borpunkt S3															Spes.forsøk
				Konus												
	Dybde-intervall	Dybde	Vanninnhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Brudd- tøyning	Utrullings- grense	Flyegrense	Glødetap	Korn- densitet	Total densitet	Porøsitet		
z	z	w	c_{ufc}	c_{rfc}	S_r	c_{uuc}	ϵ_r	W_p	W_l	O	ρ_s	ρ	n			
	m	m	%	kN/m^2	kN/m^2		kN/m^2	%	%	%	%	g/cm^3	g/cm^3	%		
LEIRE, enk små skjellrester	3,0-4,0		37,8		0,88											
					0,82											
LEIRE	4,0-5,0		30,3		3,15										K	
					3,44											
LEIRE, enk små skjellrester/gruskorn	5,0-6,0	5,15	37,4	20,4	0,63	33										
		5,3	38,0					23,46	3,3			2,74	1,89		K	
		5,6	33,5	21,1	0,56	38			21,6	32					T	
K:5,20m E:5,25m R1:5,40 R2:5,50m	6,0-7,0															
		6,15	40,9		0,39											
		6,3	37,1										1,92			
LEIRE fra ca 6,50m	6,0-7,0	6,6	40,1		0,42											
Prøven er meget forstyrret, konus uomrørt, enaks og reservebiter ikke mulig.																

Tabell 3. Rutineanalyser fra borepunkt S5.

Beskrivelse	Borpunkt S5															Spes.forsøk
				Konus												
	Dybde-intervall	Dybde	Vanninnhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Brudd- tøyning	Utrullings- grense	Flyegrense	Glødetap	Korn- densitet	Total densitet	Porøsitet		
z	z	w	c_{ufc}	c_{rfc}	S_r	c_{uuc}	ϵ_r	W_p	W_l	O	ρ_s	ρ	n			
	m	m	%	kN/m^2	kN/m^2		kN/m^2	%	%	%	%	g/cm^3	g/cm^3	%		
LEIRE, lagdelt med grusig, sandig materiale mye skjellrester	3,0-4,0	3,15	15,4		3,07								2,30			
		3,35	23,6													
		3,6	20,5		2,98											
Prøven var helt forstyrret, ingen mulighet for enaks, kous uomrørt og reservebiter. Konus omrørt er utført i leirlag. Densitet meget usikker pga prøveforstyrrelse.	3,0-4,0															
MATERIALE, sandig, siltig, leirig	6,0-7,0	6,15	21,6	11,7	0,51	23										
		6,35	22,1										2,12		K	
		6,6	21,4	12,9	0,61	21										
Prøven er forstyrret, konuser uomrørt bør settes i parentes, da disse er meget usikre.Enaks ikke mulig å gjennomføre, kun vekt. E:6,20m(kun vekt) EK:6,40m	6,0-7,0															

3.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

Aktuelle skredmekanismer og løsne- og utløpsområdet er vurdert iht. prinsippene beskrevet i Kap. 4.5-4.6 i Kvikkleireveilederen [1].

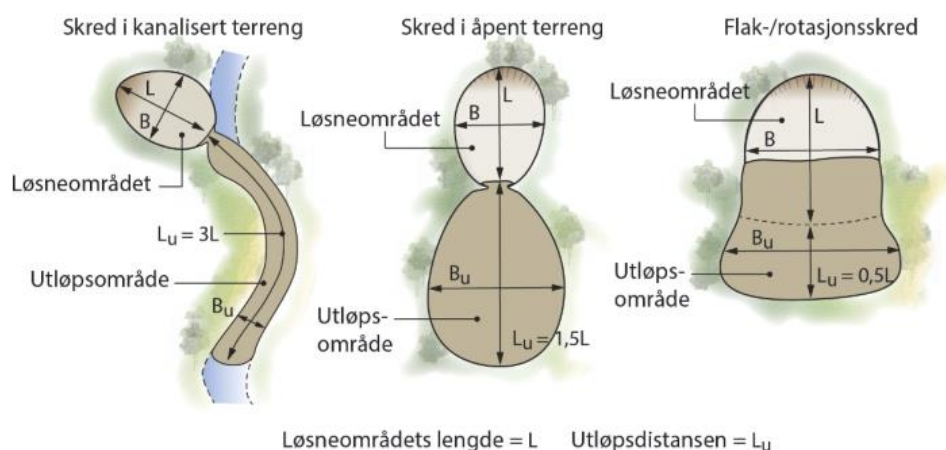


Figur 9. Utklipp av Figur 4.3 fra kvikkleireveilederen som illustrerer flytskjema for bestemmelse av aktuelle skredmekanismer [1].

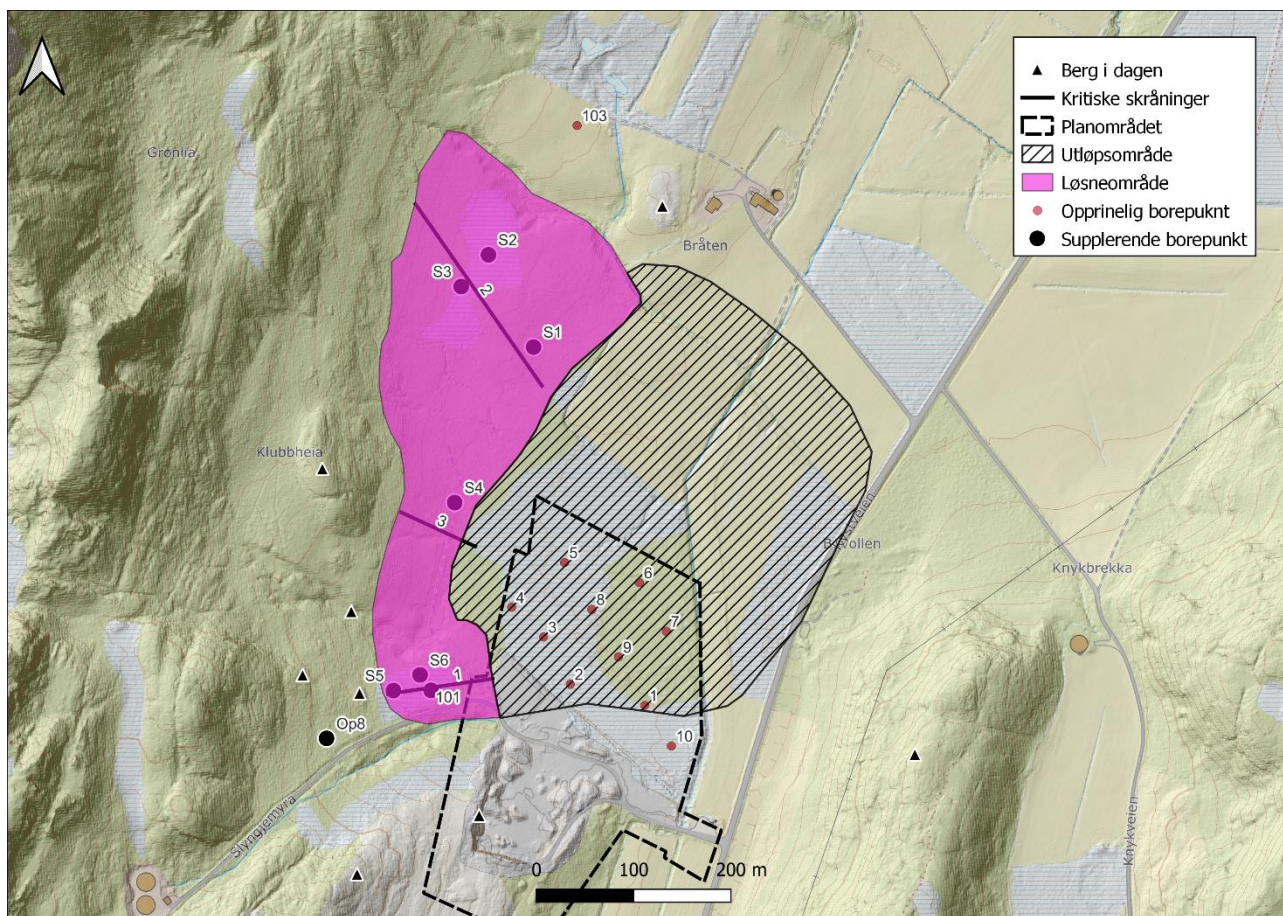
Omrørt fasthet tilsvarende mulig retrogresjon. Andel sprøbruddmateriale over mest kritisk glideflate er over 40%. Retrogressivt skred er vurdert som aktuelt.

Løsneområdet er avgrenset av berg i dagen og utførte grunnundersøkelser. Området er dekket av tett skog, noe som gjør det vanskelig å utføre grunnundersøkelser i mange posisjoner. Løsneområdet er derfor tegnet fra kartlagt mulighet for marin leire [3] som utgangspunkt og avgrenset basert på utførte grunnundersøkelser.

Utløpsområdet er vurdert åpent terreng. Utløpsdistansen er vurdert $L_u = 1,5 L$.



Figur 10. Utklipp av figur 4.10 fra [1] som viser prinsipp for avgrensning av utløpsområdet.



Figur 11. Løsne- og utløpsområdet.

Figur 11 viser tegnet løsne- og utløpsområdet. Løsneområdet varierer fra ca. 70-250 m lang. Utløpsområdet varierer fra ca. 105-375 m lang. Planområdet ligger innenfor løsne- og utløpsområdet.

3.9 Klassifer faresoner

Kvikkleiresonen er klassifisert med faregrad «Middels» og konsekvensklasse «Mindre Alvorlig» basert på dagens situasjon.

Faregrad

Tabell 4. Faregrad klassifisering.

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score				Poeng
		3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0
Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	4
Poretrykk: Overtrykk Undertrykk	3 -3	> + 30 > - 50	10-30 -(20-50)	0-10 -(0-20)	Hydrostatisk	3
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	6
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	3
Inngrep: forverring forbedring	3 -3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen	0
Sum						20
% score						39%
	Lav: 0-17		Middels: 18-25		Høy: 26-51	
Faregradklasse						Middels

3.9.1 Tidligere skredaktivitet

Basert på tilgjengelig informasjon fra www.skredregistrering.no er det ingen tidligere registrerte skred i det aktuelle området.

3.9.2 Skråningshøyde

Skråningen ved kritisk snitt 1 er omtrent 15 m høy i løsmasser. Skråningen i kritisk snitt 2 er omtrent 20 m høy i antatt løsmasser.

3.9.3 Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)

Basert på ødometerforsøk og tolkning av CPTu vurderes OCR generelt til å være 1,5-2,0. Tidligere marin grense er kartlagt høy i terrenget på ca. kote +130.

3.9.4 Poretrykk

Det er ikke utført poretrykksmålinger. Kvikkleireskråningen ligger tett inntil fjell, og området er noe myrete og dårlig drenert. Det er ikke kjent om myrete overflaten skyldes dårlig drenering eller grunnvannsstrømning. Det er vurdert 0-10 kPa poreovertrykk.

3.9.5 Kvikkleiremektighet

Kvikkleiremektighet er tolket å være >H/2 basert på kritisk glideflate i jevnt hellende terreng.

3.9.6 Sensitivitet

Utførte konusforsøk viser sensitivitet fra 30-100.

3.9.7 Erosjon

Som beskrevet i kap. 3.6. er det vurdert «litt» erosjon i evalueringen. Det er en del naturlig erosjonsbeskyttelse og det er ikke vurdert behov for erosjonssikring.

3.9.8 Inngrep

Tiltaket skal etableres foran skråningsfoten og ligger utenfor influensområdet. Det er vurdert «ingen» inngrep.

Konsekvensklasse

Tabell 5. Konsekvensklasse klassifisering basert på dagens situasjon.

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score				Poeng
		3	2	1	0	
Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen	0
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	3
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	1
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	0
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0
Sum poeng						4
% score						9%
		Mindre alvorlig: 0-6	Alvorlig: 7-22		Meget alvorlig: 23-45	
Konsekvensklasse						Mindre Alvorlig

Risikoklasse

Risiko er lik skadekonsekvens x faregrad. Dette gir: $9 \times 39 = 351$.

Faresonen er klassifisert med Risikoklasse 2 som omfatter alle med tallverdi fra 171 til 630.

3.10 Stabilitetsanalyser

Tiltaket innebærer konstruksjon foran skråningsfoten. I myrområdet er det vurdert aktuelt å legge ut utsprengt masser. Dette vil ikke forverre skråningsstabilitet.

I forbindelse med etablering av biogassanlegget skal det sprenges ut videre i fjellryggen sørvest for kvikkleireskråningen. Tidligere utsprengning har ikke ført til utløsning av kvikkleireskred. Ifølge NVE 1/2019 må rystelser fra sprengningsarbeider nær kvikkleire tas hensyn til iht. NIFS 16/2016 [8], som refererer til standarden NS-8141-3 [9]. Denne standarden setter maks grenseverdi til bølgehastighet/rystelser på 25 mm/s (uveid). Bølgehastighet under denne grenseverdien ikke vil forverre dagens stabilitet. Det må installeres rystelsesmålere i overgang til leirlaget iht. beskrivelsen i NS-8141-3 [9].

Forutsatt at sprengningsarbeider er utført iht. NS-8141-3 og ikke overskrider grenseverdier, er det vurdert at sprengningsarbeid ikke vil forverre stabiliteten.

Tiltaket da vurderes å ligge utenfor influensområdet, da det blir ingen forverrende tiltak i skråningsfoten eller oppå skråningen. Figur 12 viser utklipp av figur 3.4 fra kvikkleireveileder [1] som illustrerer influensområde. For K3-K4 tiltak som ikke forverrer stabiliteten og ligger utenfor influensområdet er krav til sikkerhet $F_{cu}=1,2$ og $F_{\phi}=1,25$.



Figur 12. Utklipp fra figur 3.4 [1] som viser prinsipp på når et tiltak ikke påvirker en skråning.

Laster

Ingen laster er tatt med. Kvikkleireskråning ligger i naturlig terreng. Anleggsveien til høydebassengene går opp skråningen og ikke fører til last på skråningstopp. Utførte grunnundersøkelser også tyder på noe grovere masser mot anleggsveien.

Grunnvannstand og poretrycksforhold

Grunnvannstand er vurdert nær terrenget. Det er tatt med 20 kPa poreovertrykk i drenert tilstand.

Tolkning av konsolideringsforhold

Konsolideringsforhold (OCR) er tolket fra CPTu og ødometerforsøk. Tidligere marin grense er kartlagt langt opp i terrenget på ca. kote +130, som vil indikere at en kan forvente at leiren er overkonsolidert. Grunnen usikkerhet med dybde på grunnvannsspeilet, samt mangel på ødometer forsøk i skråningstoppen, er det valgt konservativ OCR i punkt S3 og S5, altså i profilene i skråningstoppen. OCR er generelt vurdert av være 1,5-1,2 basert på utførte grunnundersøkelsene.

Materialparametere

Materiale/lagdeling	Tyngdetett [kN/m ³]	Friksjonsvinkel [°]	Kohesjon [kPa]	C _u	Aa	Ad	Ap
Sand	19	30	1				
Kvikkleire	20	26	1	C-profil*	1,0	0,63	0,35
Sand (nederste lag)	19	34	5				

*det er benyttet 20 kPa i Snitt B-B' som viser høy sikkerhetsfaktor.

Tolkning av skjærfasthet

Leirens skjærfasthet er tolket ved bruk av Statens vegvesens CPTu ark [10]. Det er benyttet verdier fra treaksial-, konus- og enaksialforsøk, samt SHANSEP prinsipp for å kalibrere CPTu. Prøvetaking fra punkt S5 var forstyrret og det var ikke mulig å gjennomføre treaksforsøk. Ved tolkning av CPTu ved punkt S5 er treaksforsøk fra punkt 101 benyttet grovt som supplement etter at punktet ligger i nærheten.

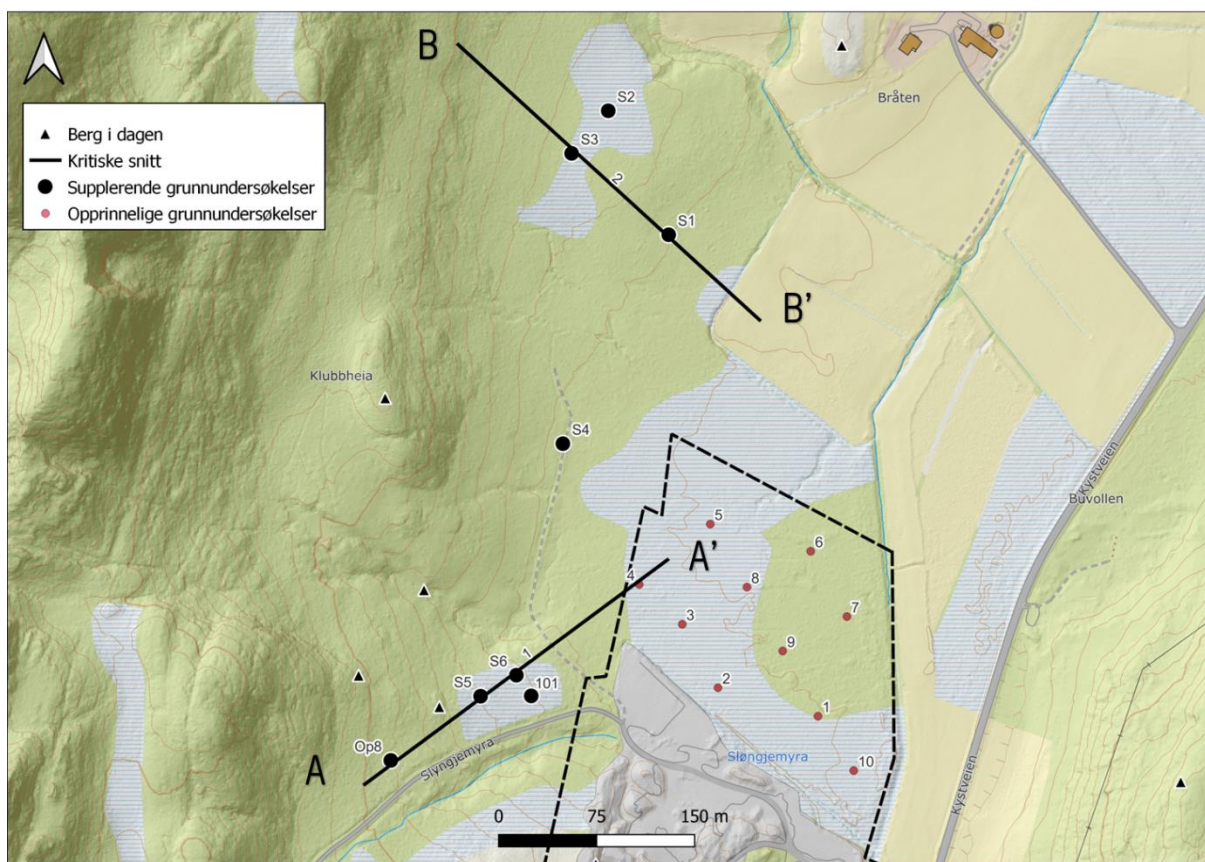
Drenert parametere er valgt fra en kombinasjon av tolkning av CPTu forsøk og erfaringsverdier.

Kritiske snitt

Grunnen vanskelig forekomst var det ikke mulig å utføre grunnundersøkelser i terrenget ovenfor punkt S4 langs tidligere tegnet kritisk skråning 3. Under befaring ble det undersøkt langs elvebekken mellom punkt S4 og S6. Det er observert fjell i dagen i bekeleiet, noe som indikerer at mektigheten av løsmasser kan være betydelig avtagende mot fjellet. Eventuell løsmasseskråningen er ikke vurdert som kritisk.

Langs Snitt A-A' er det observert fjell i dagen vest for punkt S5. Overliggende punkt Op8 viser et tynt dekke faste løsmasser over fjell. Kartlagt mulighet for marin leire viser at det er ikke kartlagt stor sannsynlighet for forekomst av sammenhengende marin leire høyere opp i terreng fra fjellknausen, og løsmassekartet viser tynt dekke organisk materialer over berg. Sprøbruddsleira er tolket å kile ut ved fjellknausen, med tynt løsmassedekke videre mot punkt Op8.

Skråningen fra anleggsveien har en gjennomsnittlig høyde på drøyt 5 m, med helning på ca. 1:2. Utførte borer ved punkt S6 og 101 viser at løsmassene blir betydelige grovere mot anleggsveien og fjellryggen som ligger på sørsiden av bekken (avtagende innhold av finkornete masser mot veien). Stabilitet er kontrollert i to snitt, der det er tatt hensyn til trafikklast. Kontroll viser at skråningen oppnår tilfredsstillende sikkerhet.



Figur 13. Kritiske snitt.

Stabilitetsvurderinger

Stabilitetsvurderinger er utført i Geosuite Stability og viser tilfredsstillende sikkerhet i både drenert og udrenert tilstand i dagens situasjon.

Snitt	$F_{c\phi}$	Krav til $F_{c\phi}$	F_{cu}	Krav til F_{cu}
Snitt A-A'	1,62	$\geq 1,25$	1,35	$\geq 1,2$
Snitt B-B'	2,11	$\geq 1,25$	1,50	$\geq 1,2$

Stabilitetsanalyser ligger i Vedlegg.

Stabilitet er vurdert som tilstrekkelig iht. krav for samtlige skråninger som er vurdert. Kontroll av seismiske laster viser at jordskjelvlaster ikke er dimensjonerende.

Det vurderes at det foreligger tilstrekkelig grunnlag fra grunnundersøkelser for at beregningene kan vurderes som pålitelige.

4 Konklusjon

Fare for kvikkleireskred er utrede iht. NVE Kvikkleireveilederen 1/2019 [1]. Planområdet ligger i et mulig løsne- og utløpsområde basert på terrengkriterier. Utførte grunnundersøkelser i overliggende skrånningen påviser sprøbruddsmaterialer. Området er befart av geotekniker Louis Steigerwald, og løsneområdet er avgrenset basert på observasjoner under befaring og utførte grunnundersøkelser. Aktuell skredmekanisme er vurdert som retrogressivt skred. Kvikkleiresonen er klassifisert etter prosedyre beskrevet i veileder 9/2020 [6].

Tiltaket medfører videre sprengningsarbeider i fjell. Det henvises til krav om maks grenseverdi av frekvensveid svingehastighet på 25 mm/s på leirmassene som beskrevet av [8] og [9]. Forutsatt at grenseverdi ikke overstiges er det da vurdert at tiltaket ikke forverrer dagens stabilitet, og ligger dermed utenfor influensområdet.

Stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende sikkerhet.

Områdestabilitet er vurdert ivaretatt.

Det er krav om uavhengig kvalitetssikring av denne rapporten [1].

5 Referanser

- [1] NVE, «Veileder 1/2019- Sikkerhet mot kvikkleireskred.,» 2020.
- [2] Sweco, «10229972 RIG_N01_A01 Sømna Biogass: Geoteknisk premissnotat for fundamentering,» 2022.
- [3] NGU, «NGU Løsmassekart,» [Internett]. Available: www.ngu.no.
- [4] Kartverket, «Høydedata,» [Internett]. Available: <http://www.hoydedata.no/LaserInnsyn/>.
- [5] NVE, «NVE Temakart,» [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/>.
- [6] NVE, «NVE Ekstern rapport nr. 9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse,» 2020.
- [7] Sweco, «10230225 RIG_R01_A02. Datarapport-Grunnundersøkelser. Sømna Biogass, grunnundersøkelser,» 2023.
- [8] NVE, «NIFS rapport 16/2016. Dynamiske påkjenninger og skredfare,» 2016.
- [9] Standard Norge, «NS 8141-3:2014 (no) Vibrasjoner og støt. Veilendende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 3: Virking av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i kvikkleire,» 2014.
- [10] Statens vegvesen, *CPTu regneark versjon v.2021.01*, 2021.
- [11] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/.
- [12] NGU, «NADAG - Nasjonal database for grunnundersøkelser,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/nadag/>.
- [13] NVE, «Spørsmål og svar om kvikkleireveilederen,» [Internett]. Available: <https://www.nve.no/om-nve/spoer-nve/om-kvikkleire/sporsmal-og-svar-om-kvikkleireveilederen/>.
- [14] «Eurokode 0. Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. Norsk Standard, NS-EN 1990:2002 + A1:2005+NA:2016,» 2016.
- [15] «Eurokode 7. Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler. Norsk Standard, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013 +NA:2016,» 2016.
- [16] «Eurokode 8. Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning — Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021,» 2021.
- [17] Direktoratet for byggkvalitet, «TEK 17, Byggeteknisk forskrift,» 2017.
- [18] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om byggesak,» 2013.
- [19] Statens vegvesen, Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220, 2018.
- [20] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» 2021.
- [21] Multiconsult, «10242961-01-RIVA-NOT-001 Hølland Bru - forsterkning. VA og flom notat.,» 2022.
- [22] NVE, «Veileder 1/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred.,» 2020.

VEDLEGG