

**Vurdering av
områdestabilitet for
sjøfylling og kai i
Krokenesvågen,
Vanylven kommune**



Sunnfjord Geo Center

Prosjektinformasjon og status

Prosjektnummer:	Dokumentkode:	Dokumentnr:	Dokumenttittel:
2024-09-323	GT-H30-M03-01	01r	Vurdering av områdestabilitet for sjøfylling og kai i Krokenesvågen, Vanylven kommune
Revisjon:	Beskrivelse:	Leveransedato:	
0	Internt godkjent rapport klar til utsending	14.11.2024	
Kontraktør:		Kontaktinformasjon:	
 Sunnfjord Geo Center		Sunnfjord Geo Center AS Stongfjordvegen 577 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA	
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:	
Geoteknikk, områdestabilitet	Rapport	Gbnr. 38/3, 6, 7 og 8 Vanylven	
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hendelse/avvik meldt:	
Risikogruppe 2	24.10.2024	Nei	
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:		
Alice Hestad Vie	28.10.2024		
Rapport utarbeidet av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:	
Rev 0: Alice Hestad Vie	14.11.2024	Alice Hestad Vie (sign.)	
Sidemannskontroll gjennomført av:	Godkjent, dato:	Signatur:	
Rev 0: Halfdan Arstein	14.11.2024	Halfdan Arstein (sign.)	

Sammendrag

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Johnny Haugen for vurdering av områdestabilitet i forbindelse med en reguleringsplan på gbnr 38/3 m. fl. i Krokenesvågen i Vanylven kommune. De aktuelle tiltakene er en eksisterende kai og ny fylling i sjø. Det aktuelle tiltaksområde ligger under marin grense og innenfor aktsomhetssone kvikkleireskred.

Tiltakskategori for fylling i sjø er vurdert til å være **K2** og for kai **K3** iht. Tabell 3.2 i Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sin veileder *Sikkerhet mot kvikkleireskred*.

Det identifiseres tre kritiske skråninger som viser at fyllingen ligger både i et løsne- og et utløpsområde og at kaien ligger i et utløpsområde.

Knudrete karakter på skyggerelieffet indikerer at skråningene på land kan være definert av fast fjell som ligger grunt.

Under befaring den 28. oktober 2024 ble det observert fast fjell i dagen langs alle de kritiske skråningene. Basert på dette konkluderes det med at både sjøfyllingen og den eksisterende kaien ligger utenfor fare for områdeskred.

Da denne vurderingen av et K2- og K3-tiltak avslutter i steg 6 i prosedyren er det ikke krav til uavhengig kvalitetssikring av dette notatet.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	5
2. Regelverk og krav for prosjektet.....	7
2.1 Relevante regelverk.....	7
2.2 Sikkerhetskrav.....	7
2.3 Kvalitetssikring	8
3. Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde	9
3.1 Topografiske kart	9
3.2 Kvartærgeologiske kart og marin grense.....	10
3.3 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser	12
3.4 Identifikasjon av skråninger og mulig løsneområde.....	13
3.5 Beskrivelse av eksisterende kartlagt kvikkleiresone	14
4. Befaring	15
5. Konklusjon	24
6. Referanser	25

1. Innledning

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Johnny Haugen for å gjennomføre en vurdering av områdestabilitet i forbindelse med en sjøfylling, i tillegg skal det også vurderes om områdestabiliteten er ivarettatt ved en eksisterende trekai. Undersøkelsesområdet er på gbnr. 38/3, 6, 7 og 8 i Krokenesvågen i Vanylven kommune (Figur 1). Tiltakene er markert med lilla omriss i figuren, sjøfyllingen er lengst nord og den eksisterende kaien er lengst sør.

Det aktuelle området ligger under marin grense og innenfor aktsomhetssone for kvikkleireskred (Figur 2).

Tiltakskategori er vurdert til å være **K2** for sjøfyllingen og **K3** for kaien iht. Tabell 3.2 i veilederen *Sikkerhet mot kvikkleireskred* (Ref-1).

Denne rapporten er utarbeidet etter NVE sin veileder og tar for seg steg 1-6 i prosedyre for utredning av områdeskredfare (Tabell 1).



Figur 1: Plassering av tiltaksområdet som er markert på kartet med lilla omriss. Kilde: Kartverket.



Figur 2: Aksomhetskart for kvikkleireskred. Tiltaksområdene er markert med lilla omriss. Kilde: <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>.

Tabell 1: Prosedyre for utredning av områdeskred, hentet fra Tabell 3.1. i *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, 1/19.

Prosedyre for utredning av områdeskredfare		
Steg	Beskrivelse	Merknad
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området	Utført
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Utført
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Utført
4	Bestem tiltakskategori	Utført
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Utført
6	Befaring	Utført
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Ikke relevant
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Ikke relevant
9	Klassifiser faresoner	Ikke relevant
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Utført
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Ikke relevant

2. Regelverk og krav for prosjektet

2.1 Relevante regelverk

Vurdering av områdestabilitet er underlagt Plan- og bygningsloven som er en norsk lov for forvaltning og bruk av arealer i Norge. I Plan og bygningsloven §28-1 omtales byggegrunn og miljøforhold (Ref-2). Underlagt denne loven ligger byggeteknisk forskrift TEK17 §7-1 som beskriver krav til sikkerheten mot naturfare for nye byggverk (Ref-3) og TEK17 §10-2 som beskriver konstruksjonssikkerhet (Ref-4).

For vurdering av sikkerhet mot områdeskred benyttes veilederen til NVE *Sikkerhet mot kvikkleireskred* (Ref-1) som er bygget på Plan- og bygningsloven og de byggetekniske forskriftene som er omtalt over. Denne vurderingen følger prosedyren i tabell 3.1 i kapittel 3.2 i NVEs veileder.

Andre relevante veiledere, standarder og håndbøker blir referert til videre i rapporten om de er benyttet i denne utredningen.

2.2 Sikkerhetskrav

Sikkerhetskrav i NVEs veileder *Sikkerhet mot kvikkleireskred* avhenger av tiltakskategori og faregrad i eventuell kvikkleiresone. De gjeldende tiltakene er ikke innenfor en kartlagt faresone. Tabell 2 beskriver de ulike tiltakskategoriene.

For K2-tiltak gjelder følgende sikkerhetskrav:

Krav til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten.

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

Det er ikke krav til soneutredning eller erosjonssikring.

For K3-tiltak gjelder følgende sikkerhetskrav:

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ 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 $F_{c\phi} \geq 1,25$. For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal $F_{c\phi}$ og F_{cu} økes prosentvis.

Tabell 2: Definerer av tiltakskategori for ulike typer tiltak, tabell 3.2 i NVEs veileder (Ref-1).

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 trafiksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedeponier, 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

2.3 Kvalitetssikring

Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse. Nivå på kvalitetssikring bestemmes fra tiltakskategori og forekomst av sprøbruddmateriale. Ifølge veilederen skal det gjennomføres en intern kvalitetssikring av K2-tiltak og uavhengig kvalitetssikring av K3-tiltak.

NVE sin nettside, viser likevel at det ikke er behov for uavhengig kvalitetssikring, dersom utførende geotekniker entydig kan dokumentere at tiltaket ikke kan bli berørt av et områdeskred ved gjennomgang av prosedyrens steg 5, 6 og 7.

3. Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde

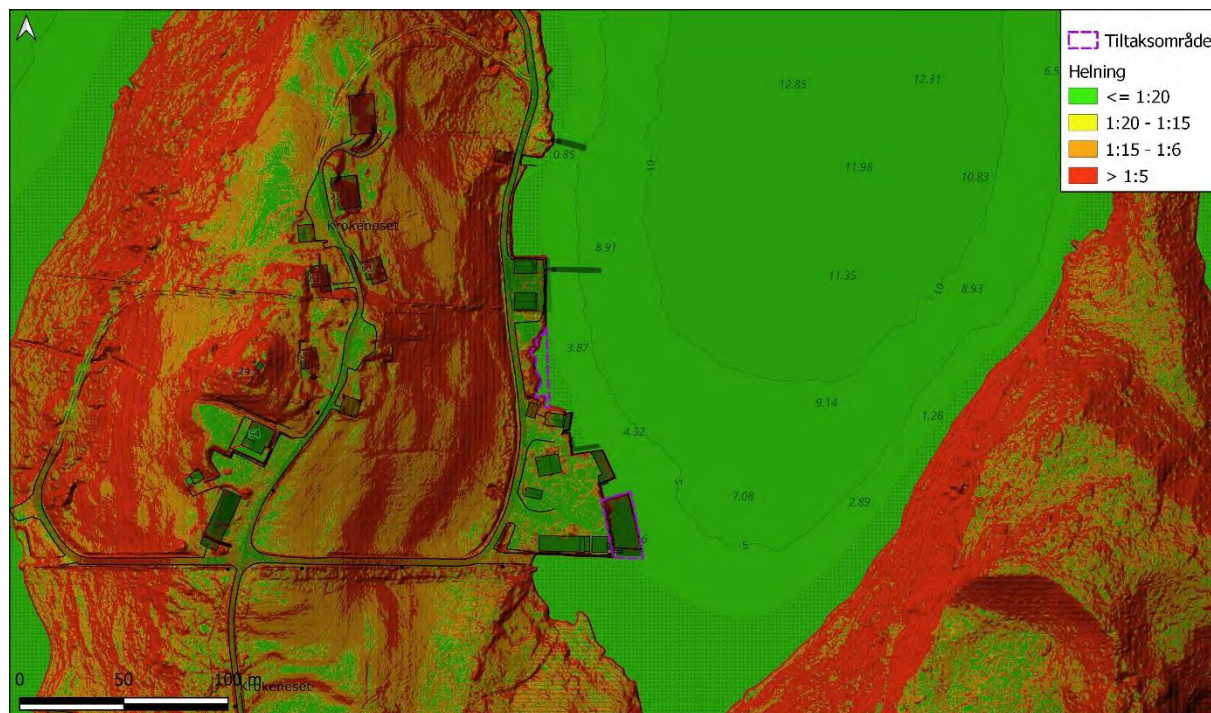
3.1 Topografiske kart

Eventuelle løснеområder skal iht. NVE (Ref-1) vurderes å være «kritiske skråninger», som har høyde over 5 meter og helning brattere enn 1:15. Bakover fra skråningens bunn skal areal med lengde inntil 15 ganger skråningshøyden også inngå som mulige løснеområder. L’Heureux (Ref-5) beskriver at sammenhengen mellom skråningshøyde og utstrekningen til løснеområder er svært uklar, og et slikt kriterium bør brukes med forsiktighet. Bekkeraviner, skredgroper og andre topografiske variasjoner kan vurderes å begrense utbredelsen av løснеområder for kvikkleireskred. Der det er mindre enn 2 m mektighet til fjell anses det ikke å være fare for å utløse kvikkleireskred. Eventuelle utløpsområder er inntil 3 ganger lengden til løснеområdene, men dette vil variere med topografien i skredløpet og viskositeten til skredmateriale.

Helningsdata fra undersøkelsesområdet er vist i Figur 3, mens skyggerelieffet er illustrert i Figur 4. Terrengmodellen er hentet fra prosjektet *NDH Vanylven-Volda 5pkt 2017* fra Kartverkets tjeneste [hoeydedata.no](https://www.hoydedata.no). Modellen dekker ikke sjøområdet helning, men kotene på sjøbunnen indikerer en lokal marbakke ned til 10 muh, som kan defineres som kortgrunt (helning >1:6). Ved den eksisterende kaien ser de batymetriske forholdene derimot ut til å være langgrunt (helning <1:6).

I strandsonen er terrenget relativt flatt, med en helning på under 1:20. Fra tilkomstveien og opp til høyeste punkt på Krokeneset er dominerende helning på over 1:5, men enkelte partier flater ut til mellom 1:15 og 1:6, og det er tilnærmet flatt like før toppen. Basert på helningen ligger sjøfyllingen både i et potensielt løснеområde og et utløpsområde, mens den eksisterende kaien ligger i et utløpsområde. Skyggerelieffet viser også stedvis en knudrete overflate, som kan indikere at skråningene oppstrøms for tiltakene er definert av grunn fast fjell.

Flyfotoet i Figur 5 viser at landarealet på østsiden av Krokeneset hovedsakelig består av dyrket mark.



Figur 3: Helningskart over området. Sjøfyllingen og kaien ligger innenfor lilla omriss. Kilde: [hoeydedata.no](https://www.hoydedata.no).



Figur 4: Kart med skyggerelieff som viser topografien til terrenget. Lilla omriss viser tiltaksområdene. Kilde: hoydedata.no.



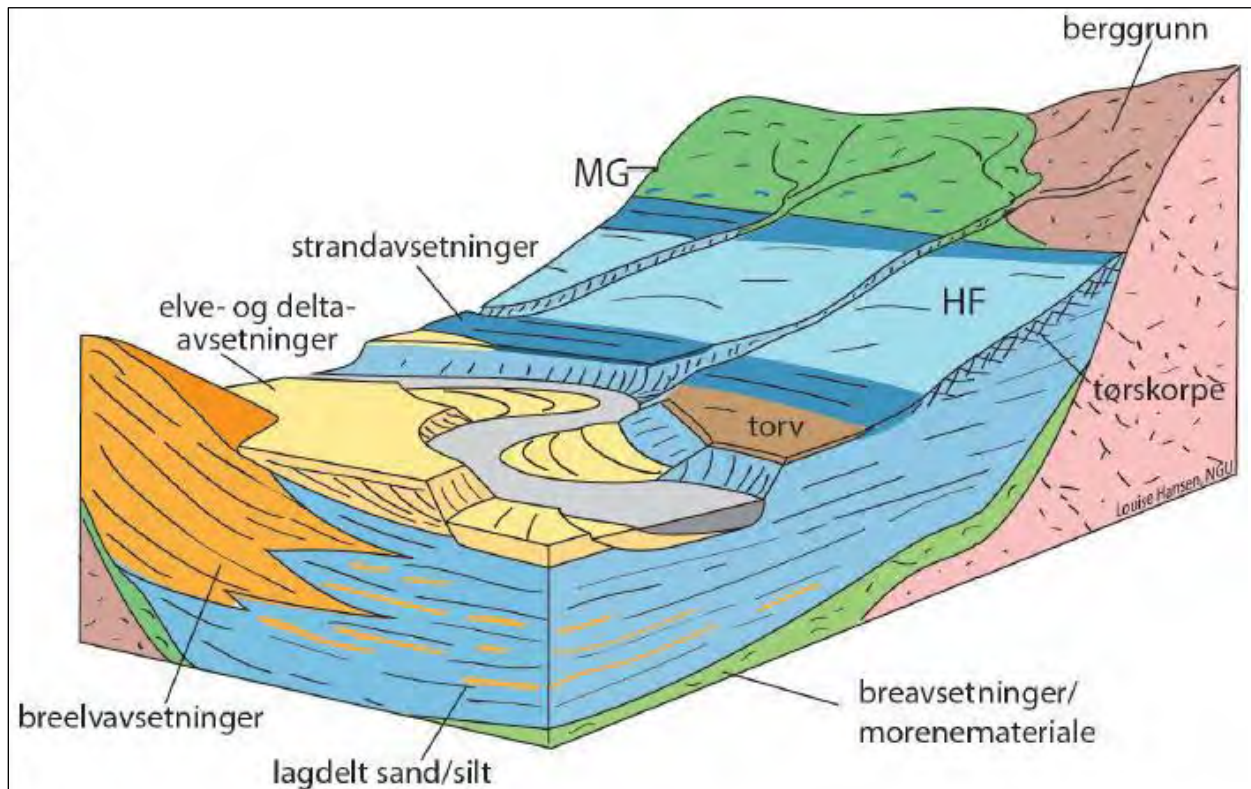
Figur 5: Flyfoto av undersøkelsesområde, tiltaksområdene er vist i lilla omriss. Kilde: norgebilder.no.

3.2 Kvartærgeologiske kart og marin grense

Løsmassene på overflaten i området er kartlagt av Norges geologiske undersøkelse (NGU) for kart med målestokk 1:250 000, som gir en lavere detaljgrad enn hva som kreves for å konkludere om det kan være kvikkleire i grunnen eller ikke. I tillegg gjør vegetasjon på

overflaten at løsmassene ikke kan observeres, og tolkningen innehar stor usikkerhet. Kartet viser bare til avsetningen på overflaten, og løsmasser fra andre avsetningstyper kan eksistere dypere.

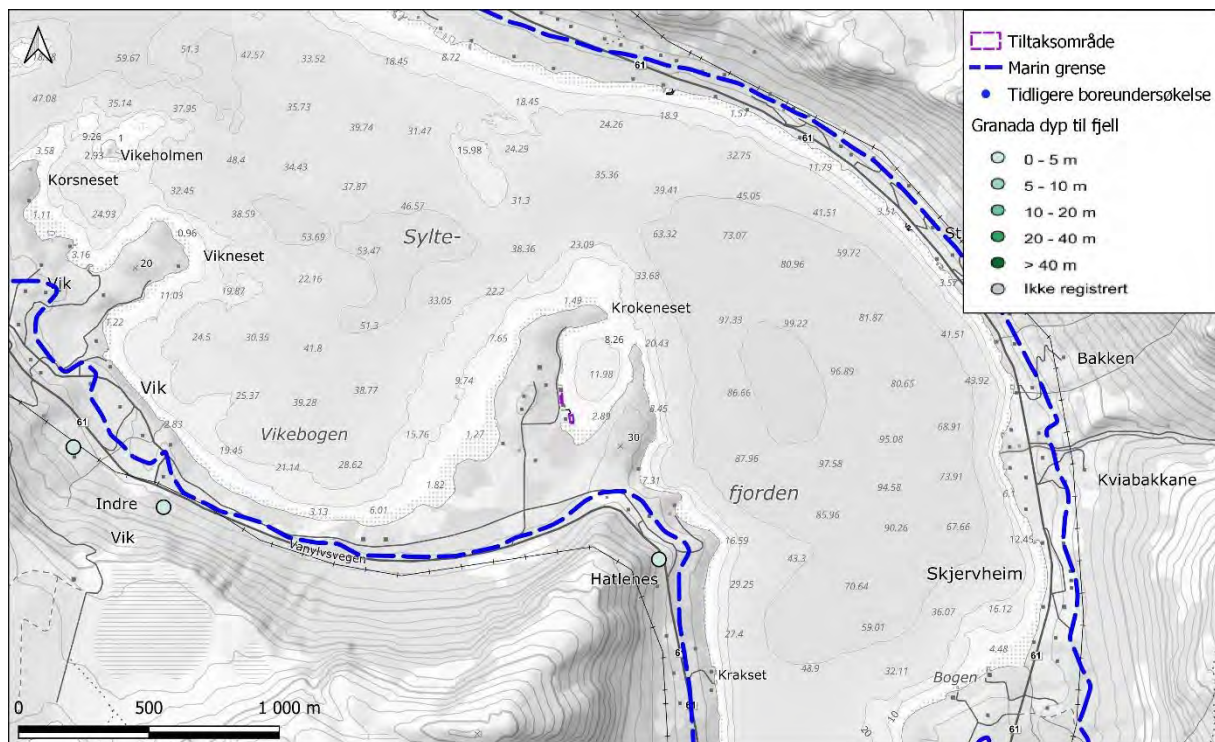
Det forventes at løsmassene har en kronologisk oppbygging, som helt eller delvis viser avsetningsprosessene etter siste istid. Det innebærer at morene normalt er avsatt på fast fjell, under marin leire, som igjen kan ligge under breelvavsetninger. Episodevise skredhendelser og kontinuerlig elveerosjon har deretter omfordelt løsmassene, og formet landskapet slik det fremstår i dag (Figur 6).



Figur 6: Typisk oppbygging av løsmasser avsatt i norske fjorder etter siste istid. Illustrasjon fra NGU.

Ifølge NGUs løsmassekart ligger hele Krokeneset og begge tiltaksområdene under marin grense, på marin strandavsetning (Figur 7). Marin strandavsetning består vanligvis av strandvaskede marine sedimenter, dannet av bølge- og strømkraft i strandsonen. Slike avsetninger danner ofte strandvoller, og materialet er som regel godt sortert og rundet. Kornstørrelsen varierer fra sand til blokk, men sand, grus og stein er mest vanlig.

Sør for Krokeneset og Krokenesvågen finnes bare fjell og skredavsetninger der terrenget stiger oppover fjellsiden.

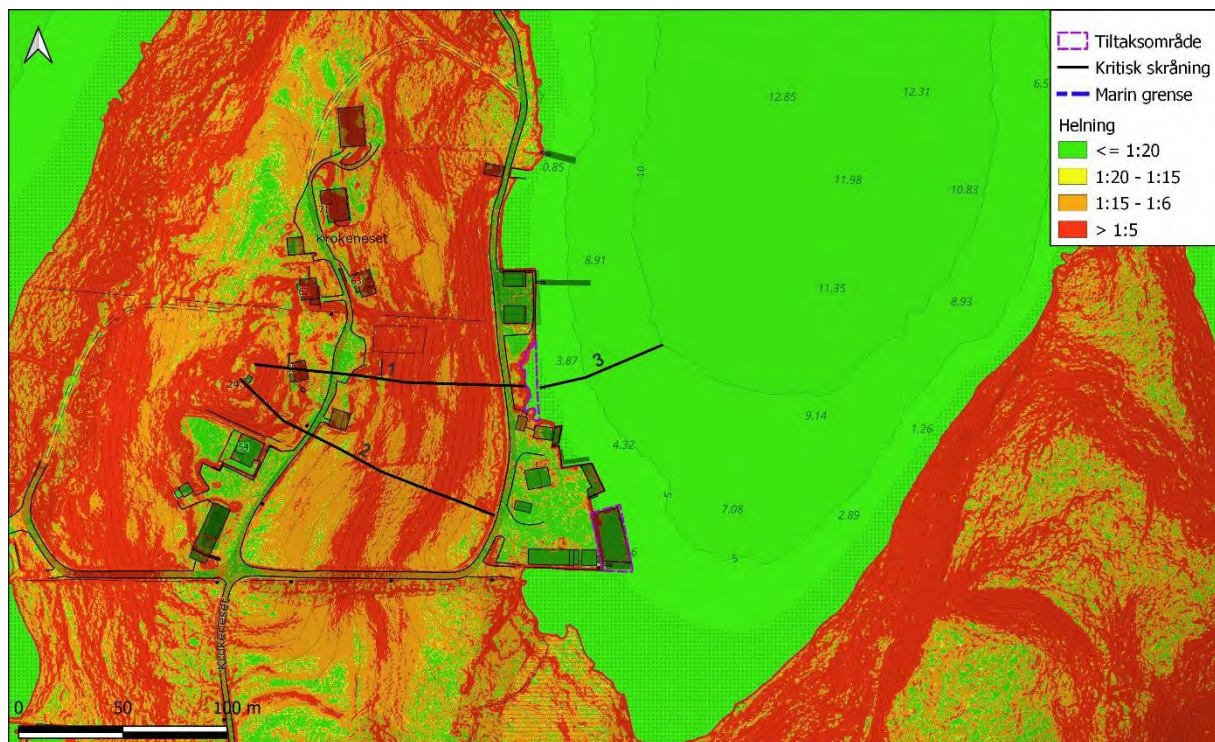


Figur 8: De blågrøne punktene er grunnvannsborehull fra GRANADA. Kilde: www.geo.ngu.no/kart/nadag og geo.ngu.no/kart/granada_mobil/.

3.4 Identifikasjon av skråninger og mulig løснеområde

Basert på helning er tre kritiske skråninger identifisert: 1, 2 og 3. Kritisk skråning 1 strekker seg fra tilkomstveien ved sjøen opp til høyeste punkt på Krokeneset, og gjør at fyllingen ligger i et potensielt utløpsområde. Kritisk skråning 2 går i samme terrengformasjon som kritisk skråning 1, men ligger litt lenger sør. Kritisk skråning 2 utgjør et potensielt utløpsområde for den eksisterende kaien. Kritisk skråning 3 strekker seg fra fyllingen og videre ut i sjøen til 10 muh, og danner et potensielt løснеområde ved fyllingen.

Ved kaien er de batymetriske forholdene i sjøen slake nok ($<1:6$) til at området ikke vurderes som et løснеområde. Alle skråningene er over 5 meter høye. Kritisk skråning 1 og 2 har helning over $1:5$, mens kritisk skråning 3 har en helning på $1:6$, som er terrengkriteriet for områder under vann.



Figur 9: Det er identifisert to kritiske skråninger ved tiltaksområdet ut ifra helningskart.

3.5 Beskrivelse av eksisterende kartlagt kvikkleiresone

Tiltaket ligger ikke innenfor en registrert faresone.

4. Befaring

Sunnfjord Geo Center gjennomførte en befaring ved Alice Hestad Vie den 28.10.2024. Til stede var også gravemaskinfører og lokalkjent Johannes Haugen. Hovedfokus under befaringen var å studere terrengformer, erosjonsforhold, dreneringsløp, løsmassedekke, berggrunn i dagen, samt å registrere eventuelle terrenginngrep i eller i nærheten av de tre identifiserte kritiske skråningene. Vurderingene ble gjort i henhold til *Ekstern rapport Nr 9/2020* (Ref-8). Figur 10 og en forstørret Figur 11 viser oversikt over gravepunktene 1 og 2, synlig fjell, samt fotopunktene 1-7.

To groper ble gravd under befaringen: gravepunkt 1 og gravepunkt 2. Gravepunkt 1 lå i strandsonen ved den planlagte sjøfyllingen (Figur 12-Figur 14). Gravingen ble utført ved lavvann, noe som gjorde det mulig å grave i selve fyllingsområdet. Fast fjell var synlig på land like ved gravepunktet (Figur 13), og etter graving 2-3 meter lenger ut i sjøen ble fjell påvist også her (Figur 14), på under 0,5 m meters dyp. Planen er at fyllingen ikke skal strekke seg utover dette punktet.

Gravepunkt 2 lå i strandkanten sørvest for den eksisterende kaien (Figur 15). Her ble det ikke gravd ned til fast fjell, og massene bestod hovedsakelig av sand, grus, stein og blokk, som samsvarer godt med NGUs kartlegging av strandavsetning i området. Materialet var lite rundet, noe som tyder på begrenset bølgepåvirkning.

Det ble opplyst at kaien ble oppført for 28 år siden, og at ingen bevegelser har blitt observert siden. Kaien er fundamentert på trepeler, rammet 1-2 meter ned i løsmassene til antatt fjell (Figur 16 og Figur 17).

Under befaringen ble det også observert synlig fjell i dagen langs stranden sør for kaien, på motsatt side av bukten, samt flere steder i skråningen oppstrøms (kritisk skråning 1 og 2). Figur 18 - Figur 22 viser et utvalg foto av synlig fjell, disse tilsvarer fotopunktene 3-7.

Det ble også informert om at hus nr. 54 på høyden vest for tiltaksområdet er fundamentert på fast fjell, og at det alltid har vært et problem med grunt fjellnivå i området. Dette fører til betydelig overflatevann under kraftig nedbør.



Figur 10: Oversiktskart for feltregistreringer som viser gravepunkt 1 og 2, fotopunkt 1-7 og påvist fast fjell i dagen.



Figur 11: Oversiktskart for feltregistreringer som viser gravepunkt 1 og 2, fotopunkt 1- og 2 og påvist fast fjell i dagen. Forstørret versjon.



Figur 12: Foto av fyllingsområdet. Det planlegges å fylle ut til eksisterende mur på andre siden. Gravepunkt 1 ble tatt ved fotografens posisjon. Foto: SGC.



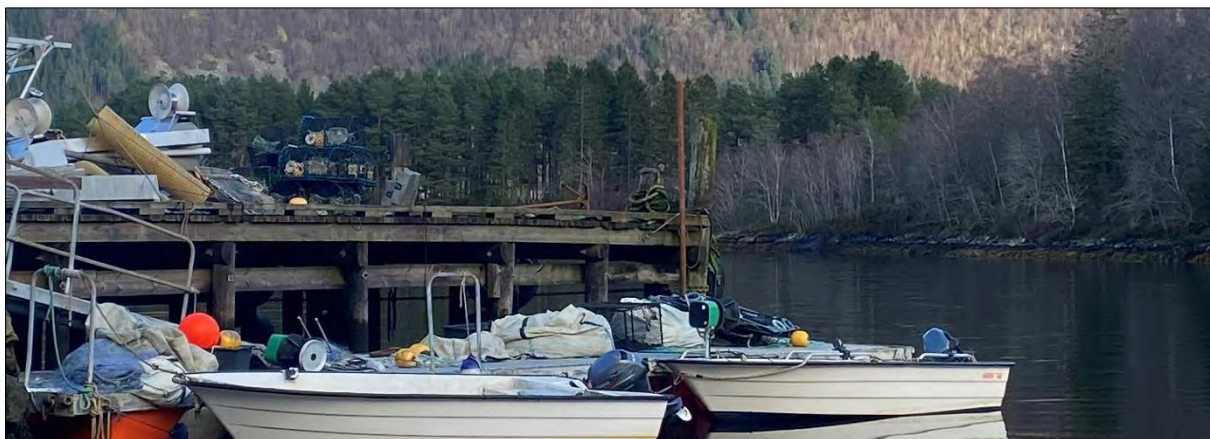
Figur 13: På land innenfor gravepunkt 1 er det synlig fjell i dagen. Foto: SGC.



Figur 14: Foto av Gravepunkt 1 der det ble påvist fast fjell ved $<0,5$ m. Det skal ikke fylles lengre ut enn ved dette punktet.
Foto: SGC.



Figur 15: Gravepunkt 2 som er plassert i strandsonen sørvest for den eksisterende kaien. Her ble det ikke påvist fast fjell, men massene samsvarer med NGUs markering av strandavsetinger på løsmassekartet. Foto: SGC.



Figur 16: Fotopunkt 1 – den eksisterende kaien. Foto: SGC.



Figur 17: Fotopunkt 2 – den eksisterende kaien. Foto: SGC.



Figur 18: Fotopunkt 3 – fjell i dagen i strandsonen sør for tiltakene. Foto: SGC.



Figur 19: Fotopunkt 4 – fjell i dagen i strandsonen sør for tiltakene. Foto: SGC.



Figur 20: Fotopunkt 4 – fjell i dagen på oversiden av tilkomstveien, vest for den planlagte fyllingen. Foto: SGC.



Figur 21: Fotopunkt 6 – fjell i dagen nord for de planlagte tiltakene. Foto: SGC.



Figur 22: Fotopunkt 7 – fjell i dagen på høyden vest for tiltakene. Foto: SGC.

5. Konklusjon

Basert på påvist fjell i fyllingsområdet (gravepunkt 1) konkluderer Sunnfjord Geo Center med at det er et tynt løsmassedekke (<2 m) i både fyllingsområdet og i den øvre delen av kritisk skråning 3. Fyllingen vil ikke strekke seg utover dette gravepunktet. En eventuell lokal utglidning lenger ute i sjøen vil derfor ikke kunne utløse områdeskred ved sjøfyllingen.

Videre tyder stedvis synlig fjell langs skråningene 1 og 2, samt opplysningene om at hus nummer 54 står på fjell, på at hele skråningen har et tynt løsmassedekke. Det hellende terrenget er derfor definert av fast fjell, ikke løsmasser. Områdeskred kan ikke forekomme i områder der det er mindre enn 2 meter til fast fjell.

Konklusjonen er at det ikke er fare for områdeskred, verken for fyllingen eller for den eksisterende kaien i Krokenesvågen. Siden denne utredningen avsluttes i steg 6, og Sunnfjord Geo Center anser at det er entydig dokumentert at tiltaket ikke kan bli berørt av områdeskred, er det ikke behov for uavhengig kvalitetssikring av denne utredningen.

6. Referanser

- Ref-1: Norges vassdrags- og energidirektorat (2020) *Veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred*. Tilgjengelig fra:
<https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019>
- Ref-2: Plan- og bygningsloven (2008), *Lov om planlegging og byggesaksbehandling*, §28-1 og §29-5.
- Ref-3: Direktoratet for byggkvalitet (2017) *TEK17 §7-1 Byggteknisk forskrift, Sikkerhet mot naturpåkjenninger*.
- Ref-4: Direktoratet for byggkvalitet (2017) *TEK17 §10-2 Byggteknisk forskrift, konstruksjonssikkerhet*.
- Ref-5: L'Heureux, 2012: *A study of the retrogressive behavior and mobility of Norwegian quick clay landslides*, publisert i 11th International Symposium on Landslides.
- Ref-6: Moholt, R. (2020) *Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse NGI*. (Ekstern Rapport nr. 9/2020). Majorstuen i Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Internettsider:

NVE spørsmål-og-svar-om-kvikkleireveilederen

<https://www.nve.no/om-nve/spoer-nve/om-kvikkleire/sporsmal-og-svar-om-kvikkleireveilederen/>

Kart, satellittbilder og topografiske profil:

Kartverket,

<http://www.norgeskart.no>

<http://www.hoydedata.no>

Google

<http://www.google.com/maps>

Geologiske og klimatiske data:

Norges geologiske undersøkelse,

http://www.geo.ngu.no/kart_mobil/

GRANADA-grunnvannsdatabasen

<http://www.geo.ngu.no/kart/granada>

Norges vassdrags- og energidirektorat,

<http://www.atlas.nve.no>

Forskrifter:

Direktoratet for byggkvalitet,

<http://www.lovdatabasen.no>