

Oppdragsgiver: **Aurland kommune**

Oppdragsnr.: **52205864** Dokumentnr.: **52205864-RIG-N01**

Til: Aurland kommune
Fra: Norconsult AS v/ Siri Bente Haugen
Dato 2022-11-09

► Områderegulering Flåm - vurdering av områdestabilitet

Sammendrag

I forbindelse med områderegulering for Flåm er det utført vurdering av områdestabilitet etter steg 1-4 i NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred».

Tidligere utførte grunnundersøkelser har påvist løsmasser av hovedsakelig sand og grus i planområdet, i tillegg til silt og leire ved Brekke Bru. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale. Tidligere utførte grunnundersøkelser er ikke så omfattende at en kan utelukke at det finnes sprøbruddmateriale i planområdet eller i ovenforliggende terreng som har utløp i planområdet. Dette sammen med terreng-kriterier i NVEs veileder 1/2019 medfører at planområdet for områderegulering Flåm er innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred.

Innhold

Sammendrag	1
1) Innledning	3
2) Grunnlag	4
NVEs løsmassekart og marin grense	4
Tidligere utførte grunnundersøkelser	4
3) Vurdering av områdestabilitet	5
Viki	5
Flåm sentrum	6
Kai	6
Nord for kai	7
Sør for camping	8
Orøyane næringsområde	8
Storsteinflåten og Hokabøane	9
4) Referanser	10

1) Innledning

Norconsult AS har på oppdrag fra Aurland kommune utarbeida områdereguleringsplan for Flåm. I den forbindelse er det utført vurdering av områdestabilitet (fare for kvikkleireskred) etter steg 1-4 i NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1].

Planområdet ligger i hovedsak langs Flåmselva med bratte fjell rundt. I nordøst grenser planområdet mot fjorden. Nedenfor er det vist et kartsnitt av Flåm der det er skissert området for områdereguleringsplanen.

For tiltak i et aktsomhetsområde for kvikkleireskred skal tiltakskategori bestemmes iht. NVE veileder 1/2019. Vurderinger av tiltakskategorier i dette dokumentet baserer seg på hva som per dags dato er planlagte tiltak. Når konkrete tiltak skal planlegges og det foreligger mer informasjon om tiltaket, må vurdering av tiltakskategori gjennomgås på nytt av ansvarlig søker.



Figur 1 Planområde for områdereguleringsplan

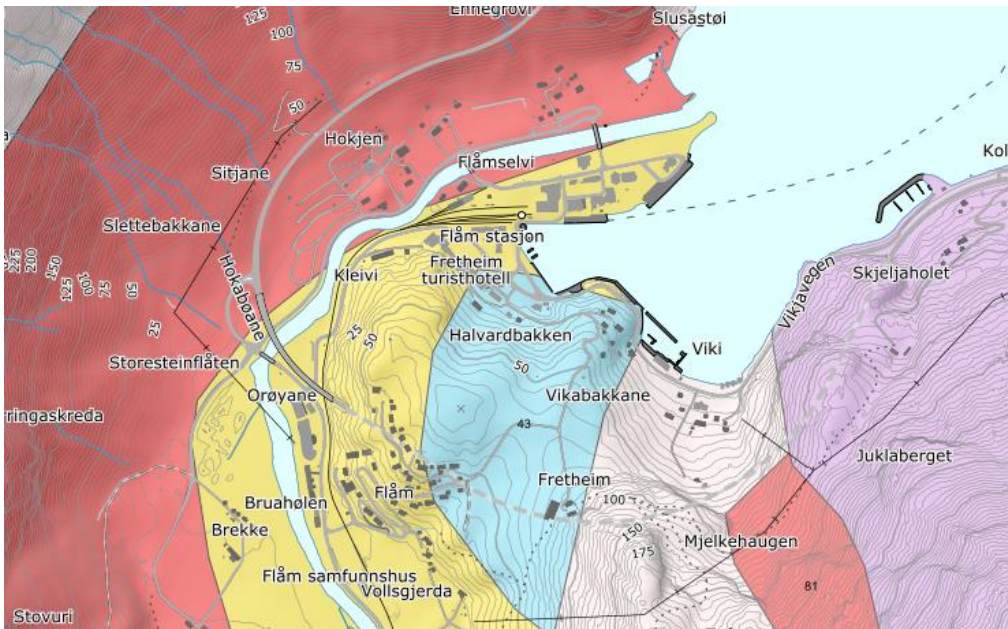
2) Grunnlag

NVEs løsmassekart og marin grense

Utklipp fra NGUs løsmassekart [2] er vist i Figur 2. Løsmassekartet viser skredmateriale (rød farge på kart) nord for Flåmselvi, elveavsetninger (gult) ved jernbanestasjonen og Fretheim hotell, bart fjell/tynt dekke (rosa) i Viki og forviringsmateriale (lilla) øst for Viki. Mellom Fretheim hotell og Viki er det registrert tynt marin avsetning (blått). Merk at løsmassekartet kun gir en beskrivelse av løsmasser på overflaten. Det kan dermed være marine avsetninger i dybden selv om løsmassekartet viser andre avsetningstyper.

Store deler av arealet på kaien øst for jernbanen er fylt ut med masser fra bygging av veganlegg/tunnel.

Marin grense er på ca. kote + 125 moh, og hele planområdet er under marin grense.



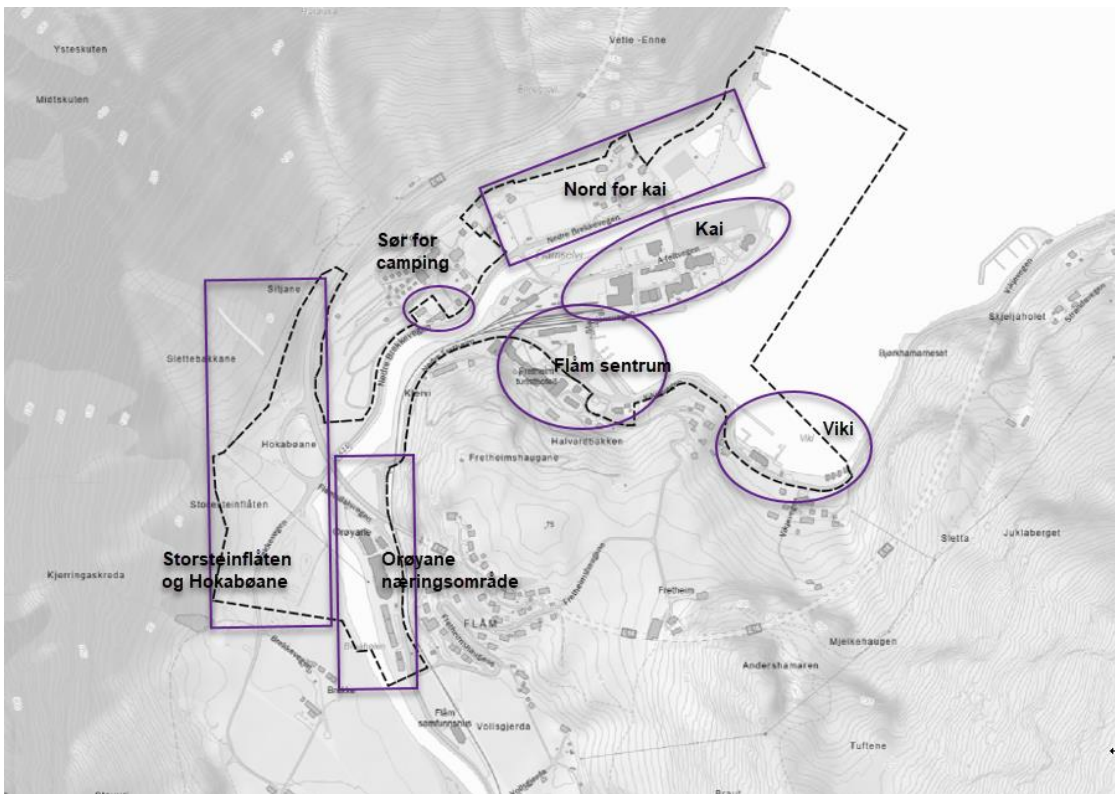
Figur 2 NGUs løsmassekart [2] for Flåm

Tidligere utførte grunnundersøkelser

Fra 1976 til 2013 er det utført seismiske undersøkelser og flere grunnundersøkelser i planområdet. Resultatene har vist løsmasser av hovedsakelig sand og grus i planområdet, i tillegg til silt og leire ved Brekke Bru. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale. I kap.3) *Vurdering av områdeskred* er det inkludert mer informasjon fra tidligere utførte grunnundersøkelser og det er gitt referanser til aktuelle rapporter.

3) Vurdering av områdestabilitet

Vurdering av områdestabilitet og mulig fare for kvikkleireskred er utført etter steg 1-4 i kap.3.2 i NVE veileder Nr. 1/2019 [1]. Siden planområdet er stort, er det delt opp i mindre delområder for vurdering av områdestabilitet.



Figur 3 Oppdeling i delområder for vurdering av områdestabilitet

Viki

Viki ligger øst i planområdet og omfatter areal mellom Vikjavegen og fjord, i tillegg til ca. 45 m ut i fjorden.

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [3] viser at det ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Viki er under marin grense. GeoTeam AS har i 1985 utført seismiske målinger i fjorden ved Viki [4]. De har tolket løsmassene til å bestå av sand og grus med mektighet 40-50 m. Det foreligger ikke grunnundersøkelser eller seismiske målinger på land.

Fravær av sprøbruddmateriale i fjorden gjør at Viki ikke kan være et løsneområde for områdeskred.

Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

I Steg 2 er Viki vurdert til å ikke kunne være et løsneområde for områdeskred. I tillegg skal det vurderes om Viki kan inngå i et utløpsområde for skred. Terrengen på land stiger mot sør med helning ca. 1:3 opp til bergknaus ca. 60 moh. Det er ikke utført grunnundersøkelser i denne skråningen, og det er dermed usikkert hva løsmassene består av. Siden terrenget er brattere enn 1:20 kan et områdeskred starte i denne skråningen ovenfor Viki. **Viki ligger dermed i et mulig utløpsområde og dermed i aktsomhetsområde.**

Steg 4: Bestem tiltakskategori

Det er i områdereguleringsplan ikke planlagt etablering av nye tiltak i området.

Flåm sentrum

Området «Flåm sentrum» omfatter Flåm stasjon og området øst for Fretheim hotell.

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [3] viser at det ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense. Sogn og Fjordane Vegkontor har utført grunnundersøkelser i 1983 i sjøen for utfylling øst for Fretheim hotell [5]. Dette området er i dag utfyllt område. De har tolket løsmassene til å bestå av grus, sand og silt. Det er boret til 20 m dybde og berg er ikke påtruffet. Boringene vurderes til å være representative for grunnforhold på land i delområdet for «Flåm sentrum».

Fravær av sprøbruddmateriale i fjorden gjør at delområdet Flåm sentrum ikke kan være et løsneområde for områdeskred.

Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

I Steg 2 er Flåm sentrum vurdert til å ikke kunne være et løsneområde for områdeskred. I tillegg skal det vurderes om Flåm sentrum kan inngå i et utløpsområde for skred. Sørvest for Fretheim stasjon og sør for området, ved Halvardbakken, er det berg i dagen. Øst og vest for Halvardbakken er det søkk med stigende terrenget med helning ca. 1:3 opp til Frethaushaugane på ca. 75 moh. Det er ikke utført grunnundersøkelser i denne skråningen, og det er dermed usikkert hva løsmassene består av. Et områdeskred kan starte i terrenget ovenfor Flåm sentrum. **Flåm sentrum ligger dermed i et mulig utløpsområde og dermed i aktsomhetsområde.**

Steg 4: Bestem tiltakskategori

Innenfor planområdet er det planlagt kontorbygg kombinert med utleie i foten av Halvardbakken. Øst for Fretheim hotell er det planlagt bygg med kombinert næring som bevertning, forretning og kontor. Mindre næringsbygg og tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter plasseres i K3 etter tabell 3.2 i [1]. Dersom utleie har flere enn to boenheter plasseres tiltaket i K4.

Kai

Området omfatter utfyllt område mellom Flåmselvi og sentrum/Fretheim hotell.

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [3] viser at det ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense.

Norges statsbaner har utført grunnundersøkelser i 1976 [6] for oppfylling ved Flåm stasjon. Grunnundersøkelser er utført på land og i sjøen der det nå er utfyllt kai-område. De har tolket løsmassene til å bestå av sand og grus. Det er boret til ca. 20 m dybde. Berg er ikke påtruffet.

Noteby har utført grunnundersøkelser i 1993 og 1997 for utvidelse av kai [7] og [8]. De har tolket løsmassene til å bestå av sand og grus. Det er boret til ca. 40 m dybde, dvs. kote -35 m. Berg er ikke påtruffet.

Fravær av sprøbruddmateriale i fjorden gjør at kai-området ikke kan være et løsneområde for områdeskred.

Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Fravær av sprøbruddmateriale, se Steg 2, gjør at kai-området ikke kan være et løsneområde.

Vurdering av om kvikkleireskred ute i fjorden kan nå kai-området er utført i henhold til NVEs rapport 9/2020 [9]. En 1:6-linje fra kote -25 vil komme inn under kaien der løsmassene består av utfyllt sprengstein og sand og grus. En 1:6-linje vil dermed ikke nå kvikkleire og det er ikke fare for at kvikkleireskred ute i fjorden kan nå kai-området.

I området nord for kai er det ikke utført grunnundersøkelser. Terrenget er brattere enn 1:20 og har større høgdeforskjell enn 5 m. Det kan dermed potensielt løsne et områdeskred her som kan gå over elva og når kaien. **Kaien ligger dermed i et mulig utløpsområde og dermed i aktsomhetsområde.**

Steg 4: Bestem tiltakskategori

Innenfor planområdet er det planlagt kombinert bygg med butikk, bevertning og kontor. Dette vurderes som «mindre næringsbygg» og plasseres dermed i tiltakskategori K3.

Det er planlagt nytt hotell. Hotell vil ha stort personopphold og plasseres dermed i K4.

Det er også planlagt veksthus. Veksthuset vil ha lite personopphold og plasseres dermed i K1.

Nord for kai

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [3] viser at det ikke er registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense. Det foreligger ikke grunnundersøkelser i området.

Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Planområdet nord for kai er flatt på ca. kote 2 m og stiger mot nord til kote +13 m med helning 1:7. Dette er brattere enn terrengkrav i NVEs veileder. Siden grunnforholdene ikke er kjent må området klassifiseres som aktsomhetsområde for områdeskred.

Øst for volleyballbanene er det berg i dagen over planområdet. Dette området inngår ikke i utløpsområde for kvikkleireskred, men er fortsatt aktsomhetsområde pga. det er et mulig løsneområde siden grunnforholdene er ukjent og terrenget i strandsonene er brattere enn 1:20.

Vest for volleyballbanene er det ikke berg i dagen rett ovenfor planområdet, og området inngår dermed i utløpsområde i tillegg til løsneområde. Hele delområdet er dermed et **aktsomhetsområde for områdeskred**.

Steg 4: Bestem tiltakskategori

Nye tiltak i området er parkeringsplass. Parkeringsplass er i tiltakskategori 0.

Sør for camping

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [3] viser at det ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense. Det foreligger ikke grunnundersøkelser i området.

Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Området er flatt på kote +2 m. I sør er Nedre Brekkevegen og Flåmselvi. Det er ukjent hvor dypt elvebunnen er. Dersom den er dypere enn kote -3 m er høydeforskjellen større enn 5 m og det er dermed et potensielt løsneområde og dermed et **aktsomhetsområde** etter NVEs veileder.

Terrenget stiger mot nord med helling 1:5 til E16 og er et mulig løsneområde som fører til at planområdet «Sør for camping» ligger i utløpsområde for et skred og dermed i **aktsomhetsområde**.

Steg 4: Bestem tiltakskategori

Det er ikke planlagt etablering av nye tiltak i området.

Orøyane næringsområde

Området ligger sør for Brekke bru og mellom Flåmselvi og Flåmsdalsvegen. Området inkluderer også et areal nord for Brekke bru.

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [3] viser at det ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense.

Det foreligger ikke grunnundersøkelser i planområdet. Like nord for planområdet er det utført grunnundersøkelser av Sogn og Fjordane Vegkontor i 1990 [10] [11], 1992 [12] og 2013 for Brekke bru. De beskriver løsmassene som sand og grus til 4 m, deretter sandig silt, silt og leire under dette. Det er boret opptil ca. 40 m, dvs. ned mot kote -40. Grunnforholdene ved Brekke bru vurderes til å være representativt

også for delområde Orøyane næringsområde. Fravær av sprøbruddmateriale gjør at delområdet ikke kan være et løснеområde for områdeskred.

Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

I Steg 2 er Orøyane næringsområde vurdert til å ikke kunne være et løснеområde for områdeskred. I tillegg skal det vurderes om Orøyane næringsområde kan inngå i et utløpsområde for skred. I øst er det berg i dagen. Vest for elva er det jordbruksareal med terreng slakt stigende mot sørvest til ca. kote +26 m hvor det er berg. Et representativt profil har helning 1:15 og er dermed bratt nok etter NVEs veileder til å være løснеområde. Lengden på løснеområdet er 280 m og går i fra der helning overstige 1:20 og opp til berg i dagen. Etter NVEs veileder er lengde utløpsområde 3 x lengde på utløpsområde, dvs. 840 m og vil dermed nå næringsområdet. Næringsområdet ligger i utløpsområde for et skred og dermed i **aktsomhetsområde**.

Steg 4: Bestem tiltakskategori

Det er ikke planlagt etablering av nye tiltak i området.

Storsteinflåten og Hokabøane

Området ligger sør og nord for Brekke bru, vest for Flåmselvi.

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [3] viser at det ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense.

Sogn og Fjordane Vegkontor har utført grunnundersøkelser i 1990 [10] [11], 1992 [12] og 2013 for Brekke bru. De beskriver løsmassene som sand og grus til 4 m, deretter sandig silt, silt og leire under dette. Det er boret opptil ca. 40 m, dvs. ned mot kote -40.

Statens vegvesen har utført grunnundersøkelser Flåmsdalsvegen ved Hokabøane i 2013 [13]. Løsmassene er faste friksjonsmasser som sand, grus og morene. Boringene er utført til 6 m dybde uten å nå berg.

Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Ved elva er området flatt på ca. kote +3 m. Mot vest stiger terrenget med helning 1:8 til kote + 25. Grunnundersøkelser ved Brekke bru og Flåmsdalsvegen har vist at det ikke er sprøbruddmateriale i borer til 40 m dyp. Planområdet ved Brekke bru og Flåmsdalsvegen vurderes dermed til å ikke inngå i løснеområde. For planområde lengre sør foreligger det ikke grunnundersøkelser. Dette området er dermed et mulig løснеområde og dermed **aktsomhetsområde**.

I tillegg skal det vurderes om delområdet kan inngå i et utløpsområde for skred. Sør for området er det jordbruksareal med terreng slakt stigende mot sørvest til ca kote +26 m hvor det er berg. Som beskrevet for Orøyane næringsområde vil et potensielt skred har utløpsområde med lengde ca. 840 m. Hele delområdet Storsteinflåten og Hokabøane vil inngå i utløpsområde for skred og ligger dermed i et **aktsomhetsområde**.

Steg 4: Bestem tiltakskategori

Nye tiltak i området er parkeringsplass. Parkeringsplass er i tiltakskategori 0.

4) Referanser

- [1] NVE, «Veileder 1/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.,» 2019.
- [2] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 2022].
- [3] NVE, «NVE Atlas, kartportal frå NVE, inneheld blant anna aktsemdskart, faresonekart og oversikt over historiske hendingar,» 2022. [Internett]. Available: www.atlas.nve.no.
- [4] Geoteam, «Rapport 9590.01 Geoteknisk vurdering for småbåthavn Flåm basert på seismiske målinger,» 1985.
- [5] Sogn og Fjordane Vegkontor , «Rapport sd 181. Grunnundersøkelser for utfylling av tunnelmasser,» 1983.
- [6] Norges statsbaner , «Rapport Sk 4067 1-3. Oppfylling av sjøbunn ved Flåm stasjon,» 1976.
- [7] Noteby, «Rapport 36981. Kai Flåm forlenging. Grunnundersøkingar fundamenteringstilhøve.,» 1993.
- [8] Noteby, «Rapport 51955-1. Flåm djupvasskai AS. Supplerande grunnundersøkingar, botnkartlegging og geotekniske vurdering,» 1997.
- [9] NVE, «9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred. Metodebeskrivelse.,» 2020.
- [10] Sogn og Fjordane Vegkontor, «SD 514. RV 903 HP. Otternes-Flåm. Grunnundersøking Brekke bru,» 1990.
- [11] Vegdirektoratet. Veglaboratoriet, «S-157A. Otternes-Flåm vest. Brekke bru i Flåm.,» 1990.
- [12] Sogn og Fjordane Vegkontor , «RV50. HP04. Brekke bru - supplerende grunnundersøkelser,» 1990.
- [13] Statens vegvesen, «2013/041635-001. E16 Skredtiltak i Flåm, geoteknisk notat, 36040-470,» 2013.

J01	2022-11-09	For bruk	SirHau	ToHSo	JoHM
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.