



Overvåking av Skutshorn, Vang kommune

RAPPORT NR. 30 / 2026

SKREVET AV Kjetil Indrevær, Pål Randolph Hagen Røssevold, Tore Bergeng,
Gustav Pless og Lene Kristensen



OVERVÅKING AV SKUTSHORN, VANG KOMMUNE

RAPPORT NR. 30 / 2026

Utgitt av:	Norges vassdrags- og energidirektorat
Forfattere:	Kjetil Indrevær, Pål Randolph Hagen Røssevold, Tore Bergeng, Gustav Pless og Lene Kristensen
Forsidefoto:	Helikopter, instrumentering og feltarbeid i det ustabile fjellpartiet Skutshorn. Foto: Kjetil Indrevær/NVE
ISBN:	978-82-410-2573-0
ISSN:	2704-0305
Saksnummer:	202301431
Sammendrag:	Skutshorn er et ustabilt fjellparti med høy risiko som har vært under døgnkontinuerlig overvåking av NVE siden 2024. Denne rapporten beskriver overvåkingsløsningen for fjellpartiet. Overvåkingen kombinerer flere uavhengige målesystemer med redundante løsninger for strøm, kommunikasjon og datalagring. Samlet vurderes løsningen som robust og egnet til å følge bevegelsesutviklingen og gi grunnlag for fastsetting av farenivå og varsling. Løsningen oppfyller krav til kontinuerlig overvåking i TEK17 § 7-4.
Emneord:	Beredskap, Fjellskred, Instrumentering, Overvåking, Varsling, Skutshorn.

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0310 Oslo

Telefon: 22 95 95 95

E-post: nve@nve.no

Internett: <https://www.nve.no>

I NVE bruker vi kunstig intelligens til bearbeiding av tekst og analyse av data. Innholdet er kvalitetssikret av forfatterne og NVE står ansvarlig.

September 2026



Innhold

Forord	1
Sammendrag	2
1 Innledning	3
1.1 Bakgrunn	4
Geologi og skredscenarioer	4
Faresoner	5
Risiko	5
1.2 Krav til overvåking og beredskap	6
2 Overvåking av Skutshorn	7
2.1 Totalstasjon mot prismer	7
2.2 GNSS	10
2.3 Bakkebasert InSAR (GB-InSAR)	12
2.4 Satellitt-basert InSAR	13
2.5 Værstasjon	16
2.6 Webkamera	17
2.7 Helikopterlandingsplasser	18
2.8 Strømforsyning	18
2.9 Kommunikasjon og dataflyt	19
2.10 Vaktordning	20
2.11 Samlet vurdering av overvåkingsløsningen	20
3 Farenivå, varsling og beredskap	22
3.1 Usikkerheter ved varsling og skredforløp	23
Referanser	24
Vedlegg A	25

Forord

Fjellskred er sjeldne hendelser, men kan få svært store konsekvenser for mennesker, infrastruktur og lokalsamfunn. God kartlegging, pålitelig overvåking og tydelige beredskapsrutiner er derfor avgjørende for å redusere risikoen.

Skutshorn i Vang kommune har vært under døgnkontinuerlig overvåking siden 2024. Denne rapporten dokumenterer hvordan overvåkingsløsningen er bygget opp, hvordan måledata overføres og vurderes, og hvordan systemet inngår i arbeidet med farenivå, varsling og beredskap. Rapporten viser at løsningen samlet gir et robust og faglig godt begrunnet grunnlag for å følge bevegelsesutviklingen i fjellpartiet.

Overvåking av fjellskred er et langsiktig arbeid som krever teknologisk utvikling, geofaglig kompetanse og tett samarbeid mellom NVE, kommunen, politiet, statsforvalteren og andre beredskapsaktører. Rapporten er et viktig bidrag til åpenhet om kunnskapsgrunnlaget, løsningens styrker og begrensninger, og behovet for kontinuerlig oppfølging.

Jeg vil takke alle som har bidratt til etableringen og driften av overvåkingen på Skutshorn så langt. Arbeidet styrker vår felles evne til å håndtere risikoen og ivareta tryggheten for dem som bor og ferdes i området.

Førde, 7. september 2026

Brigt Samdal
direktør
Skred- og vassdragsavdelingen

Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rutiner.

Sammendrag

Skutshorn er et ustabilt fjellparti med høy risiko på nordsiden av Vangsmjøse i Vang kommune. Et større skred kan nå innsjøen, utløse en flodbølge og berøre bebyggelse og infrastruktur rundt Vangsmjøse og langs Begna. Fjellpartiet har vært under døgntkontinuerlig overvåking av NVE siden februar 2024.

Overvåkingsløsningen kombinerer totalstasjon mot prismer, GNSS, bakkebasert InSAR, satellitt-basert InSAR med hjørnereflektorer og webkamera. Instrumentene utfyller hverandre gjennom presise punktmålinger, tredimensjonale posisjonsserier og flatedekkende radarmålinger. Løsningen omfatter også redundante systemer for strømforsyning, kommunikasjon, dataoverføring og datalagring. Måledataene kvalitetssikres og vurderes samlet av NVE som grunnlag for å følge bevegelsesutviklingen og fastsette farenivå.

NVE vurderer at overvåkingsløsningen, sammen med tilhørende vaktordning, signaloverføring, teknisk drift og beredskapsplanverk, oppfyller kravene til kontinuerlig overvåking etter TEK17 § 7-4.

NVE fastsetter farenivået for Skutshorn og varsler beredskapsaktørene ved endringer. Ved høyere farenivå intensiveres overvåkingen og beredskapstiltak iverksettes etter gjeldende planer.

1 Innledning

Skutshorn er et ustabilt fjellparti på nordsiden av Vangsmjøse i Vang kommune. Det ustabile området strekker seg fra om lag 466 moh. ved innsjøen til rundt 1 000 moh. Et fjellskred kan nå Vangsmjøse og utløse en flodbølge. Fjellpartiet er derfor klassifisert med høy risiko og har vært under døgntkontinuerlig overvåking av NVE siden 2024. Plasseringen og avgrensningen av det ustabile området er vist i figur 1 og 2.

Denne rapporten beskriver overvåkingssystemet som er etablert for Skutshorn som er en del av varslings- og beredskapssystemet, og gir en beskrivelse av instrumentering, strømforsyning og kommunikasjon.

For å forenkle beskrivelsen av instrumentenes plassering brukes de uformelle delområdenavnene som er vist i figur 2, blant annet «platået», «øvre blokk», «nedre blokk», «skogen» og «ura». Navnene er kun orienterende og representerer ikke egne skredscenarier eller formelle geologiske avgrensninger.



Figur 1: Skutshorns plassering på nordsiden av Vangsmjøse i Vang kommune.



Figur 2: Skråfoto av Skutshorn. Det ustabile området er avgrenset med rødt. Skredscenario A og B samt uformelle navn på delområdene er angitt. Modifisert etter NGU, 2024.

1.1 Bakgrunn

GEOLOGI OG SKREDSCENARIOER

En fullstendig beskrivelse av geologien, skredscenarioene og fare- og risikoklassifiseringen er gitt i rapporten [Fare- og risikoklassifisering for Skutshorn](#) (NGU, 2024). Nedenfor oppsummeres det mest relevante for forståelsen av overvåkingsbehovet og beredskapen.

Skutshorn består hovedsakelig av arkose og kvartsitt i Valdres-sparagmittdekket, over svakere fyllitt i Vangsdekket. Det ustabile området er avgrenset av en tydelig bakskrent og åpne flanker. Foliasjon og flere subvertikale sprekkesett er involvert i deformasjonen, og både plan- og kileglidning er kinematisk mulig i øvre og midtre deler. Fjellpartiet omfatter både relativt intakte blokker og sterkt oppsprukne partier med løse blokker (blokkhav). I nedkant ligger den store ura Kviture, som er dannet av gjentatte steinsprang og steinskred. Dateringer viser at skredaktiviteten sannsynligvis har pågått i mange hundre år.

Scenario A utgjør hoveddelen av det ustabile fjellpartiet og har et beregnet volum på om lag 9,5 millioner m³. De høyeste målte bevegelsene forekommer i øvre og midtre deler og er opptil om lag 5 cm per år. NGU (2024) har beregnet at opptil om lag 6 millioner m³ av skredmassene kan nå Vangsmjøse og utløse en flodbølge. Den årlige sannsynligheten for skred fra scenario A er vurdert til om lag 1/300.

Scenario B er en mindre flanke vest i fjellpartiet med et beregnet volum på om lag 165 000 m³. Bevegelsene er målt til 1–3 mm per år. Et skred fra scenario B forventes å få begrensede konsekvenser.

FARESONER

Faresonene omfatter både det direkte utløpsområdet for skredmassene og områdene som kan bli berørt av en flodbølge i Vangsmjøse. I utløpsområdet kan et skred ramme nettanlegg og fylkesveg 2510. For scenario A er det beregnet at opptil om lag 6 millioner m³ av skredmassene kan nå innsjøen og forårsake flodbølge.

NGI (2022) har utarbeidet [faresoner for flodbølge i Vangsmjøse](#) basert på tredimensjonal bølgemodellering. Beregningene viser at en flodbølge kan berøre bebyggelse og infrastruktur langs innsjøen, blant annet ved Grindaheim og Øye. Flodbølgen kan også overtoppe dammen i østenden av Vangsmjøse og gi økt vannføring i Begna nedstrøms dammen.

NVE (2023) har beregnet [vannføringen i Begna nedstrøms dammen ved overtopping](#) som følge av en flodbølge. Beregningene viser at overtopping i de vurderte scenarioene normalt ikke forventes å gi nevneverdige skader nedstrøms. Beregningene viser at flodbølger i de vurderte sannsynlighetsscenarioene normalt ikke forventes å gi nevneverdige skader. I det mest konservative scenarioet kan imidlertid bebyggelse, lokalveger, bruer og deler av E16 bli oversvømt. Bølgen dempes gjennom dalføret og Slidrefjord og forventes ikke å forplante seg videre nedstrøms dam Slidrefjord (NVE, 2023).

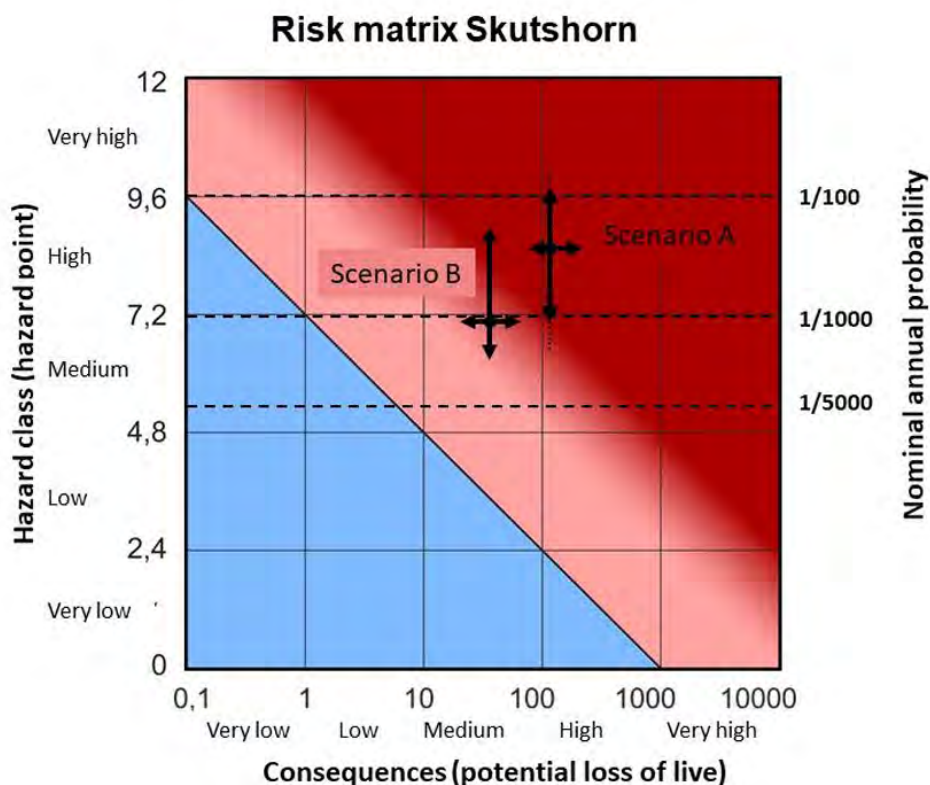
Faresonene danner grunnlag for kommunens beredskapsplanlegging og for behandling av arealplaner og byggesaker.

RISIKO

Fare- og risikoklassifiseringen (NGU, 2024) beregner risiko ved å sammenstille fareklassifiseringen for skredscenarioene med beregnede konsekvenser innenfor de modellerte faresonene. For Skutshorn er konsekvensvurderingen knyttet til bebyggelse og infrastruktur som kan bli berørt av skredmasser og flodbølge i Vangsmjøse.

Scenario A er klassifisert med høy risiko og er dimensjonerende for overvåking og beredskap. Klassifiseringen skyldes kombinasjonen av skredsannsynligheten og potensialet for tap av menneskeliv og omfattende skader innenfor de beregnede faresonene. Scenario B er klassifisert med middels risiko fordi sannsynlighet for skred fra dette scenarioet er vurdert lavere, og de forventede konsekvensene er vesentlig mindre (NGU, 2024). Scenarioene er vist i en riskomatrise i figur 3.

På grunnlag av sannsynlighet og mulige konsekvenser er Skutshorn klassifisert som et ustabilt fjellparti med høy risiko. Den høye risikoklassifiseringen ligger til grunn for døgntilvarende overvåking og for dimensjoneringen av systemet for varsling og beredskap.



Figur 3: Risikomatrix for Skutshorn. Kilde: NGU (2024).

1.2 Krav til overvåking og beredskap

TEK17 § 7-3 fastsetter sikkerhetskrav for skred ved plassering av byggverk. TEK17 § 7-4 åpner på visse vilkår for utbygging i områder med fare for direkte treff av skredmasser eller flodbølger fra fjellskred selv om kravene i § 7-3 andre ledd ikke er oppfylt. Vilkårene er knyttet til arealplan, overvåking, varsling og evakuering, og skal samlet sikre at personsikkerheten er ivarettatt (DiBK, u.å).

[Nasjonal beredskapsplan for fjellskred](#) (NVE, 2015) beskriver de overordnede rammene, ansvarsfordelingen og samvirket mellom aktørene i beredskapen for overvåkede fjellpartier. NVE fastsetter og varsler endringer i farenivå til beredskapsaktørene, mens kommunen har ansvar for befolkningsvarsling.

Overvåkingsløsningen på Skutshorn er etablert som et døgntkontinuerlig system med flere uavhengige målesystemer og dupliserte løsninger for strømforsyning og signaloverføring. Løsningen inngår i et bredere beredskapssystem med overvåking, varsling og evakuering (NVE, 2024). Kapittel 2 i denne rapporten beskriver hvordan overvåkingsløsningen er bygget opp, mens kapittel 3 beskriver hvordan måledataene inngår i fastsetting av farenivå og varsling.

Den døgntkontinuerlige overvåkingen av Skutshorn ble satt i operativ drift i februar 2024. NVE vurderer at overvåkingsløsningen, sammen med tilhørende vaktordning,

signaloverføring, teknisk drift og beredskapsplanverk, oppfyller kravene til kontinuerlig overvåking etter TEK17 § 7-4.

2 Overvåking av Skutshorn

Overvåkingen av Skutshorn kombinerer punktmålinger og flatedekkende målinger med tilhørende løsninger for strømforsyning, kommunikasjon og dataflyt. Samlet skal systemet gi et robust grunnlag for å følge bevegelsesutviklingen i fjellpartiet.

Instrumenttypene og målepunktene er fordelt over ulike deler av fjellpartiet for å gi representative målinger, så langt dette har vært teknisk mulig. Plasseringen er bestemt ut fra kunnskapen om fjellpartiet og forventede bevegelsesmønstre, samt praktiske hensyn som siktlinjer, terreng, skredfare, strømforsyning og muligheten for drift og vedlikehold. En samlet oversikt over instrumenter, måleegenskaper, dekning, styrker og begrensninger er gitt i vedlegg A.

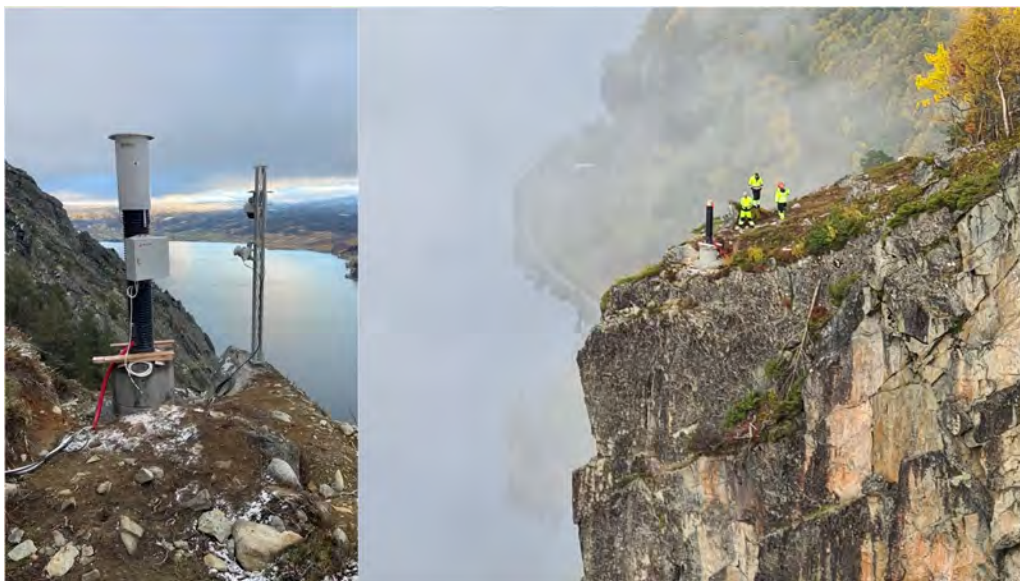
2.1 Totalstasjon mot prismer

Totalstasjonen er en Trimble S9. Instrumentet måler horisontale og vertikale vinkler og avstand med laser mot passive prismer i fjellpartiet. Totalstasjonen er plassert på stabilt fjell på «platået» og er beskyttet av en sylinderformet innkapsling med åpninger mot prismer i fjellpartiene som fungerer som målepunkter. Prismene den måler mot i fjellpartiet krever verken lokal strømforsyning eller datakommunikasjon.

Totalstasjonen måler hver time mot 25 prismer som er fordelt over ulike deler av det ustabile fjellpartiet. I tillegg måler totalstasjonen mot faste referanseprismer på antatt stabilt fjell. Referansemålingene brukes til å korrigere for instrumentbevegelse og atmosfæriske påvirkninger. Totalstasjonen og ulike prismemonteringer er vist i figur 4 og 5, mens plasseringen av målepunktene er vist i figur 6.

Målingene gir tredimensjonale posisjonsendringer med millimeterpresisjon og brukes til å følge både bevegelseshastighet og retning. Måleserien startet i desember 2023. Målingene viser så langt at de største bevegelsene er i blokkhavet mellom «øvre blokk» og «nedre blokk», med opptil om lag 5 cm per år. Her øker hastigheten gjennom sommeren og høsten og avtar igjen gjennom vinteren og våren. Prismene på «øvre blokk» og «nedre blokk» viser vanligvis bevegelser på 1–3 cm per år, med mindre tydelig sesongvariasjon. Eksempler på tidsserier er vist i figur 7.

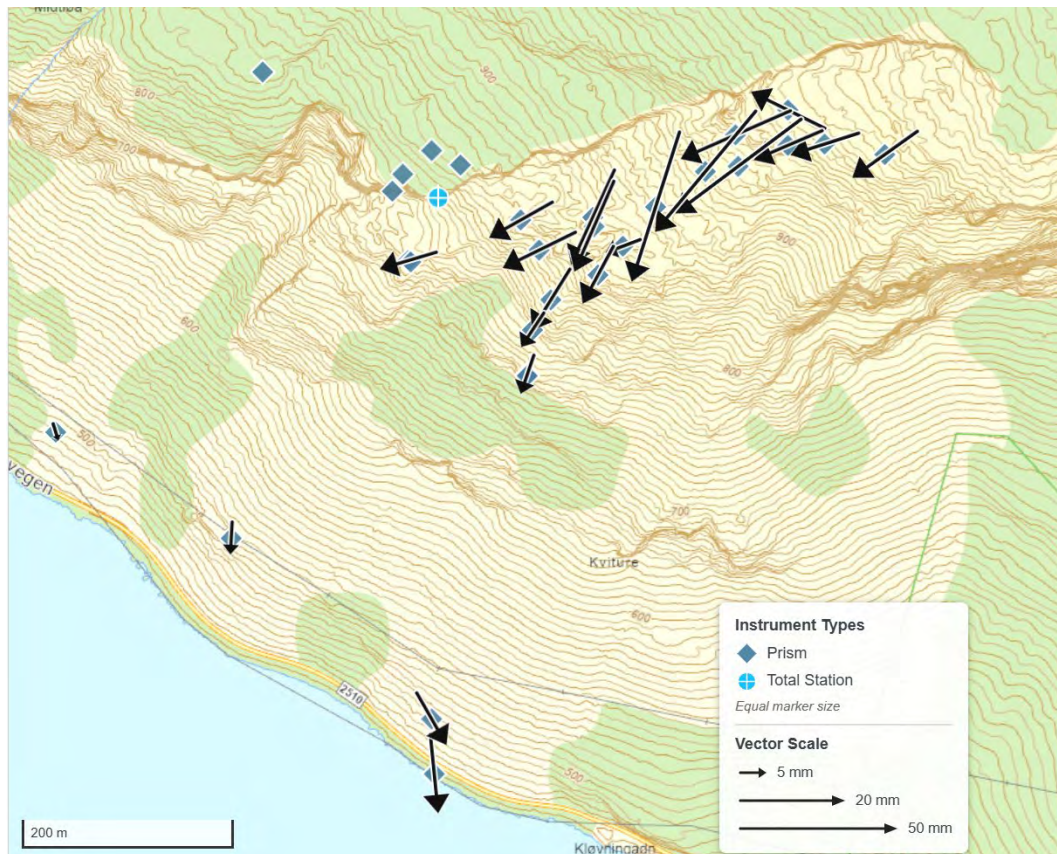
Totalstasjonen tas normalt ut av drift i en avgrenset periode i forbindelse med årlig service og kalibrering. Planlagte avbrudd legges så langt som mulig til perioder med stabil bevegelse og grønt farenivå. I serviceperioden opprettholdes overvåkingen med GNSS, bakkebasert radar og satellitt-basert InSAR.



Figur 4: Til venstre: Totalstasjonen på «platået», montert i en sylinderformet beskyttelse av plexiglass. Foto: T. Bergeng / NVE. Til høyre: Totalstasjonens plassering på «platået», sett fra «nedre blokk». Foto: K. Indrevær / NVE.

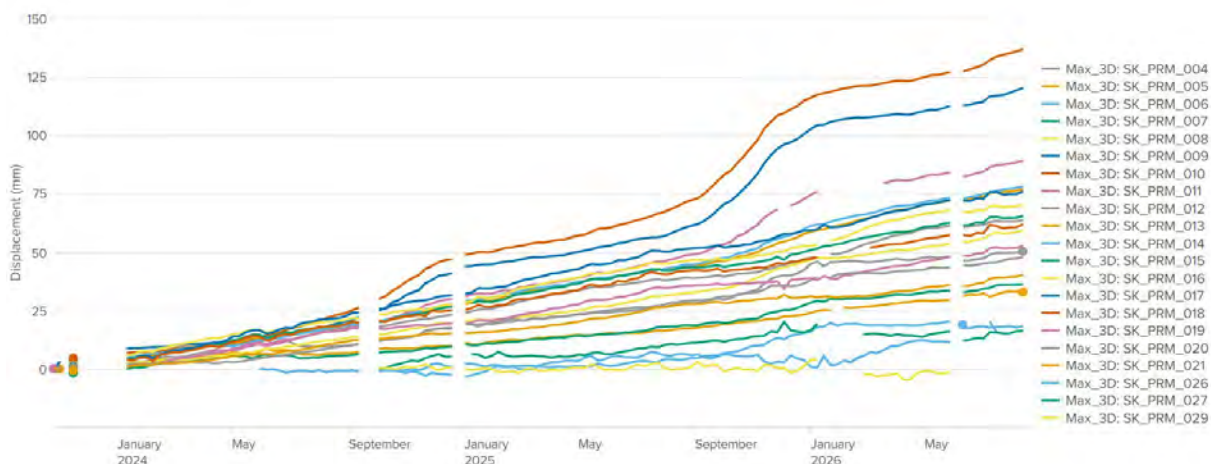


Figur 5: Eksempler på prismer (innfelt) som totalstasjonen måler mot. Prismene (hvite sirkler) er enten montert direkte på blokker (v. bilde, foto: K. Indrevær / NVE), eller på master (h. bilde foto: T. Bergeng / NVE)



Figur 6: Plassering av prismer og totalstasjon. Bevegelsesvektorer viser samlet målt bevegelse det siste året for de ulike prismene.

Displacement (mm) Prism 3D -



Figur 7: Målte bevegelser for utvalgte prismer siden måleserien startet i desember 2023. Enkelte prismer viser tydelig sesongvariasjon, mens andre har jevnere bevegelse gjennom året. Årlig bevegelse varierer fra om lag 1 til 5 cm i ulike deler av fjellpartiet.

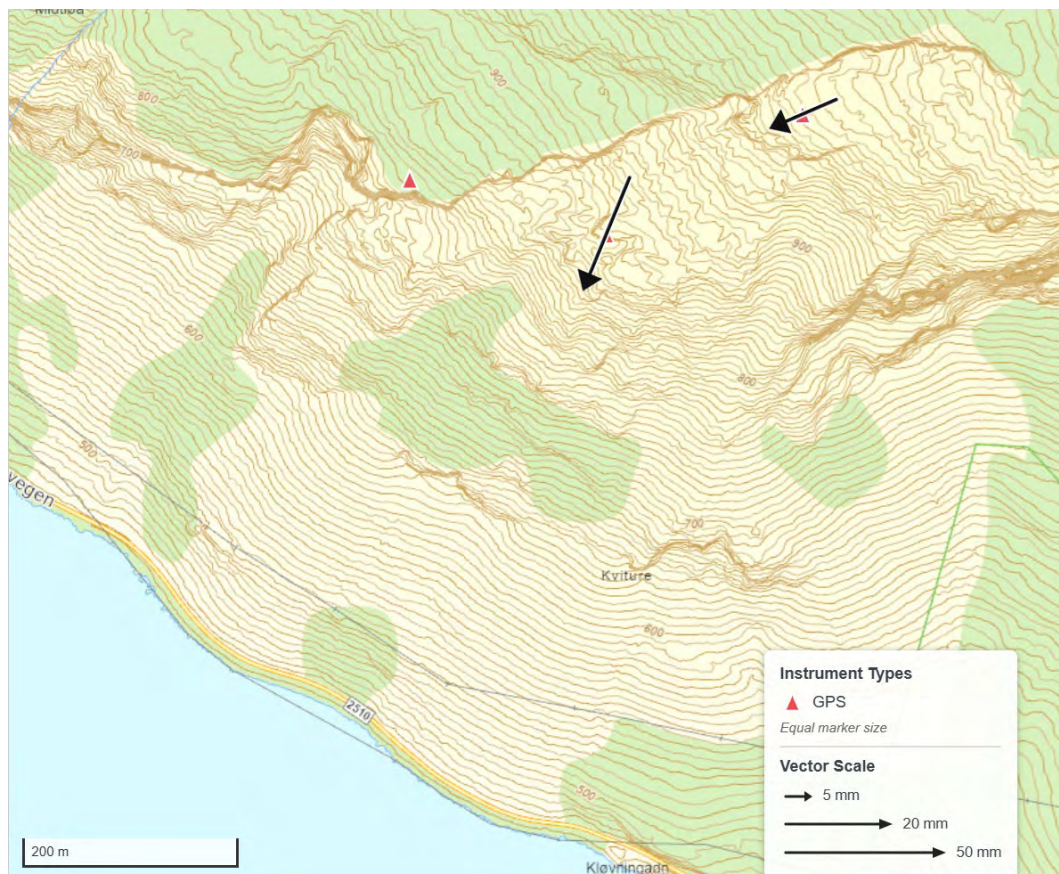
2.2 GNSS

GNSS-systemene består av Trimble NetR750-mottakere med Trimble Zephyr 3 Geodetic-antenner. Antennene registrerer løpende tredimensjonale posisjoner. GNSS-enhetene i fjellpartiet er montert sammen med lokale solcellepaneler, batterier og brenselceller, slik at de kan drives uavhengig av strømforsyningen på «plataet».

Tre GNSS-mottakere er i drift på Skutshorn. En mottaker er plassert på antatt stabilt fjell på «plataet» og fungerer som referanse, mens de to øvrige er plassert på henholdsvis «øvre blokk» og «nedre blokk». Referansemottakeren brukes til differensiell korreksjon av felles feil og bidrar til å øke målepresisjonen til millimeternivå. En av installasjonene er vist i figur 8, og plasseringen av mottakerne er vist i figur 9. Antennenes posisjoner måles kontinuerlig, og data prosesseres med midlingsintervaller på typisk 15 minutter, 4 timer og 12 timer. Lengre midlingsintervaller reduserer støyen, mens kortere intervaller gir raskere respons ved endringer. De tredimensjonale posisjonsseriene brukes til å følge bevegelseshastighet og -retning. Måleserien startet i desember 2023. Mottakeren på «øvre blokk» viser en bevegelse på om lag 1 cm per år, mens mottakeren på «nedre blokk» viser om lag 3 cm per år. Tidsseriene er vist i figur 10.



Figur 8: Montering av ett av GNSS-systemene (SK-GPS-2) på «øvre blokk» på Skutshorn. Foto: Gustav Pless / NVE



Figur 9: Plassering av GNSS-mottakerne på Skutshorn, med bevegelsesvektorer som viser samlet målt bevegelse det siste året.



Figur 10: Målte bevegelser for GNSS siden måleserien startet i desember 2023. Årlig bevegelse varierer fra om lag 1 til 3 cm per år for de to instrumentene.

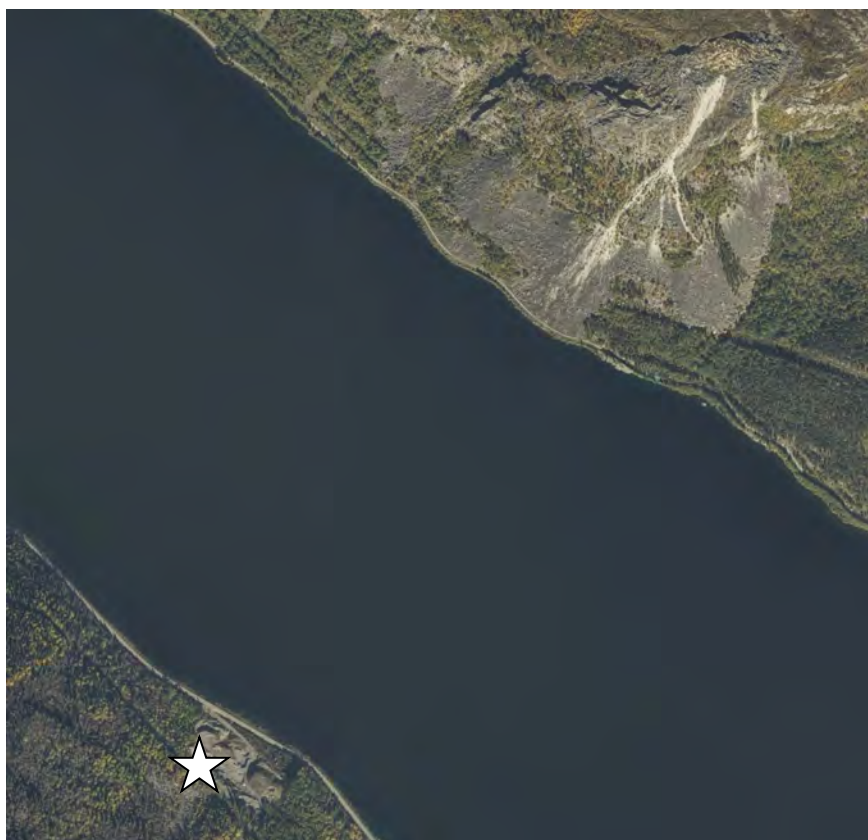
2.3 Bakkebasert InSAR (GB-InSAR)

Den bakkebaserte radaren er av typen LiSAMobile, produsert av LiSALab Ellegi srl. Under hver måling beveger radaren seg langs en skinne og sender ut mikrobølger som reflekteres fra naturlige flater i fjellsiden. Faseforskjeller mellom radarbilder fra ulike tidspunkt brukes til å beregne endringer i avstand på flere kilometer langs radarens siktelinje med millimeter-presisjon. Målingene viser dermed ikke absolutte hastigheter i tre dimensjoner.

I en normalsituasjon midles radardata typisk over 8 eller 24 timer for å redusere støy. Dersom bevegelsene eller farenivået øker, kan tidsoppløsningen reduseres til få minutter, som gjør at den kan følge svært raske bevegelser.

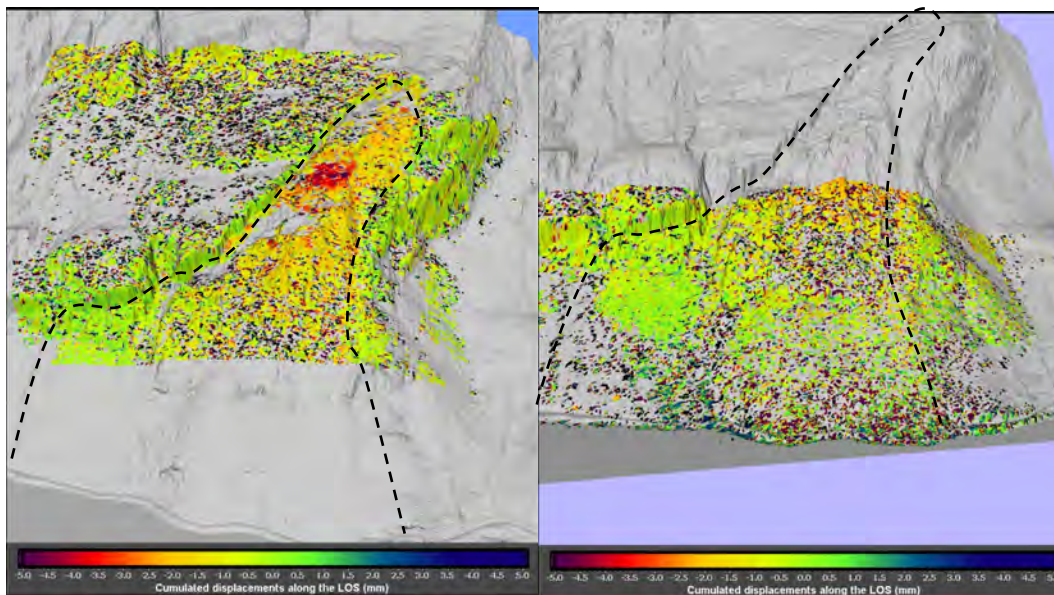
Radarovervåkingen på Skutshorn ble etablert våren 2026 og gir flatedekkende data for både scenario A og B. Den er plassert i et steinbrudd på sørsiden av innsjøen, som vist i figur 11. Den er montert i et eget hus som beskytter utstyret mot vær og støv.

Radaren er gunstig plassert i forhold til den forventede bevegelsesretningen i fjellpartiet, slik at en betydelig del av den faktiske bevegelsen fanges opp langs radarens siktelinje. Åpent vann mellom radaren og fjellpartiet kan periodevis gi atmosfærisk lagdeling og støy. For å redusere denne påvirkningen prosesseres øvre og nedre del av fjellpartiet separat.



Figur 11: Stjernen angir posisjon til den bakkebaserte radaren i et steinbrudd på sørsiden av Vangsmjøse.

Radaren hadde på rapporteringstidspunktet for kort måleserie til å gi sikre konklusjoner om langsiktige hastigheter og sesongvariasjoner. De foreløpige resultatene viser likevel samme hovedmønster som totalstasjon og GNSS: bevegelse på «øvre blokk» og «nedre blokk», med størst bevegelse i blokkhavet mellom dem. Det er også registrert noe bevegelse i «skogen» og «ura». Det er foreløpig ikke registrert signifikant bevegelse i scenario B grunnet den korte måleserien. Et eksempel på de prosesserte resultatene er vist i figur 12.



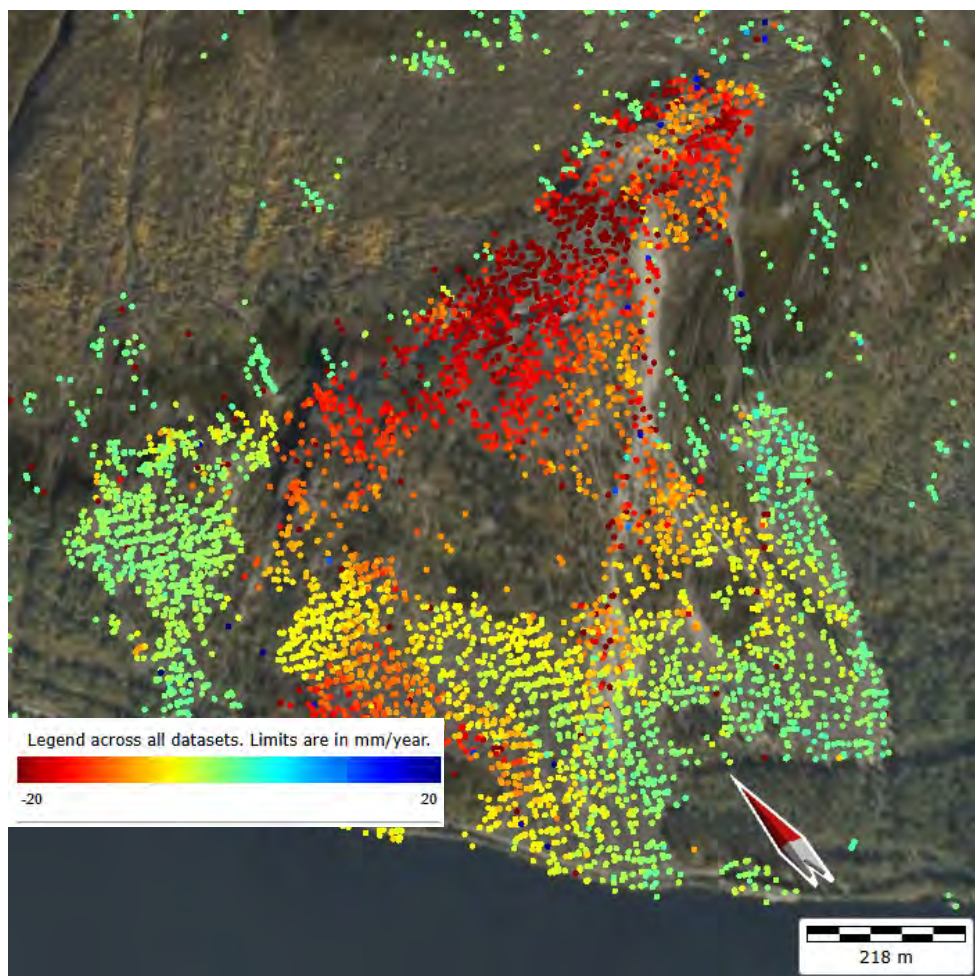
Figur 12: Eksempel på bevegelsesmålinger fra den bakkebaserte radaren over en periode på en måned. Resultatene er prosessert og vist separat for øvre (til venstre) og nedre (til høyre) prosesseringsområde for å redusere påvirkningen fra atmosfærisk støy. Omtrentlig omriss av Skutshorn er markert med stiplet linje for referanse. Blå og røde flekker er støy forårsaket av vegetasjon.

2.4 Satellitt-basert InSAR

Satellitt-basert InSAR fra Sentinel-1 måler endringer i avstand langs satellittens siktelinje og gir flatedekkende bevegelsesmålinger der bakkeoverflaten er synlig. Satellittene måler bare bevegelseskomponenten langs siktelinjen, og resultatene må derfor tolkes i lys av satellittgeometrien og den forventede bevegelsesretningen. Vegetasjon og snø kan redusere eller hindre målingene. Data fra perioden 2020–2025 viser bevegelser på opptil om lag 2 cm per år i øvre deler av fjellpartiet. Målingene viser også bevegelse i «skogen» og «ura». En oversikt over måleresultatene er vist i figur 13. Resultatene er tilgjengelige gjennom InSAR Norge, der bevegelsesmålinger siste fem år oppdateres årlig (InSAR Norge, u. å.).

For Sentinel-1 er synkende geometri mest gunstig for Skutshorn. Satellitten beveger seg da sørover og ser skrått ned mot øst. Den forventede bevegelsen mot sørvest har da en betydelig vestlig komponent langs radarens siktelinje. Det sørvestvendte terrenget vender også delvis mot sensoren. Synkende geometri forventes derfor å fange opp en betydelig del av bevegelsen. I stigende geometri beveger satellitten seg nordover og ser mot vest. Bevegelsen mot sørvest går da i større grad bort fra radarens synsretning, samtidig som terrenget vender bort fra sensoren. Denne geometrien har

derfor svakere følsomhet for den forventede bevegelsesretningen og større risiko for redusert signalstyrke og geometriske skyggeeffekter.



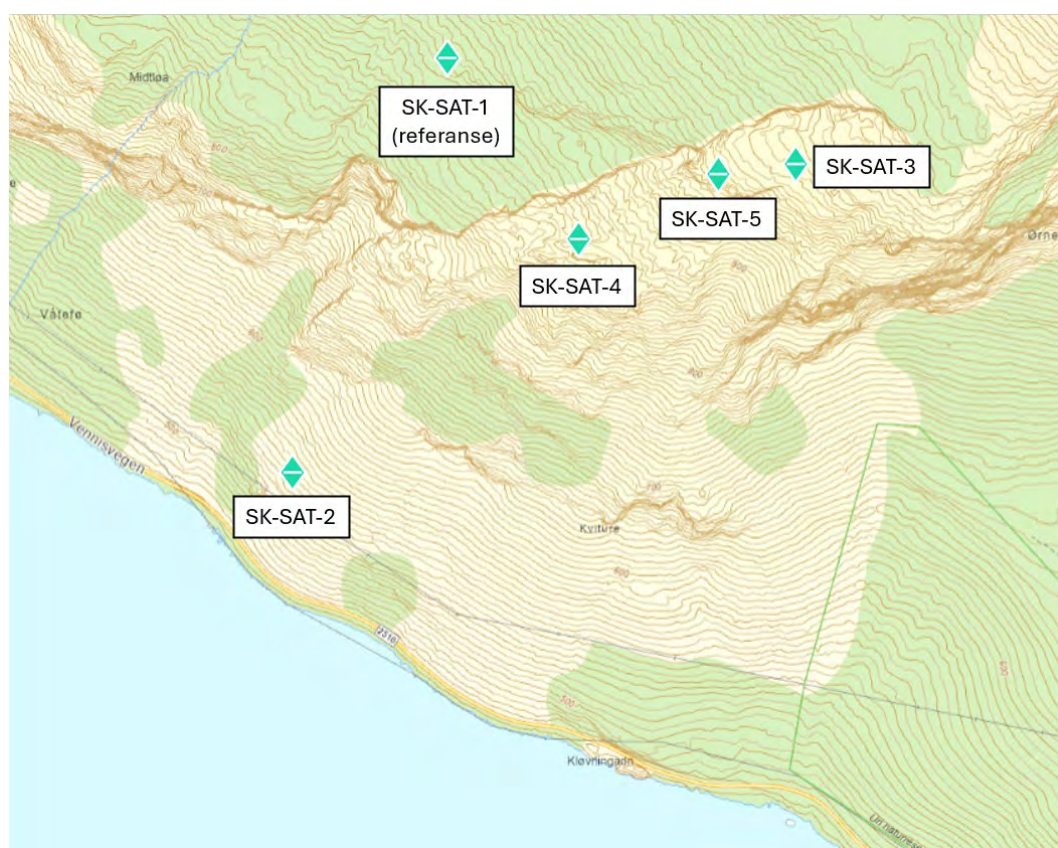
Figur 13: Satellitt-baserte InSAR-målinger fra Sentinel-1 for Skutshorn i perioden 2020–2025. Fargene viser bevegelse i millimeter per år langs satellittens siktelinje. Kilde: InSAR Norge (u.å.)

For å sikre stabile tidsserier gjennom året i både stigende og synkende satellittgeometri ble det i 2020 installert fem hjørnereflektorer i fjellpartiet, hvorav en fungerer som referanse. Hjørnereflektorene er utformet som dobbeltreflektorer for måling i både stigende og synkende satellittgeometri. De gir et sterkt og stabilt radarsignal i satellittbildene og gjør det mulig å følge utvalgte punkter gjennom året. Reflektorene er passive (krever ikke strøm) og bidrar som uavhengig instrumentering til redundans i den kontinuerlige overvåkingen.

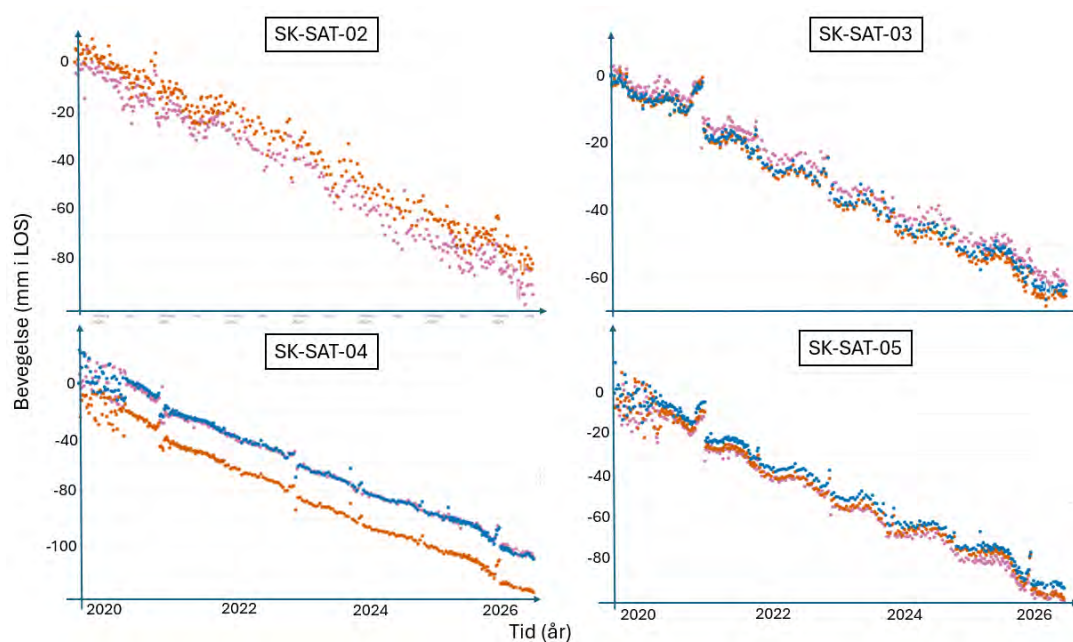
Dataene prosesseres daglig gjennom InSAR Norge, mens selve målefrekvensen styres av satellittbanene og gir ett nytt datapunkt hver 3.–7. dag for den enkelte reflektoren. Et eksempel på en installert reflektor er vist i figur 14, mens plassering og tidsserier er vist i figur 15 og 16. Reflektor 3 og 5 på «øvre blokk» viser bevegelser på 1–1,5 cm per år med tydelig sesongvariasjon. Reflektor 4 på «nedre blokk» viser jevnere bevegelser på om lag 1,5 cm per år, mens reflektor 2 i «ura» viser en jevn bevegelse på om lag 2 cm per år (NVE, 2024).



Figur 14: Montering av en hjørnereflektor på «nedre blokk» (SK-SAT-4) på Skutshorn for satellitt-baserte InSAR-målinger. Foto: A. Aspaas / NVE



Figur 15: Plassering av hjørnereflektorene i fjellpartiet.



Figur 16: Tidsserier i synkende geometri for de fire reflektorene som måler bevegelser. Bevegelser er angitt i millimeter langs siktelinjen til satellitten. Målingene startet i 2020 og pågår løpende.

2.5 Værstasjon

Sommeren 2026 ble det etablert en værstasjon ved strømforsyningsbrakka på «plataet». Stasjonen måler nedbør, lufttemperatur, luftfuktighet, vindhastighet, vindretning og snødybde. Værdataene skal sammenstilles med bevegelsesmålingene for å undersøke hvordan blant annet nedbør, snøsmelting og temperatur påvirker bevegelsesutviklingen. Dataene brukes også til å identifisere værforhold som kan påvirke målekvaliteten og til å planlegge feltarbeid og helikopterflyging. Måleserien er foreløpig for kort til å trekke konklusjoner om lokale værforhold eller sammenhengen mellom vær og bevegelser. Værstasjonen er vist i figur 17.



Figur 17: Værstasjonen montert på «platået». Foto: P. Røssevold / NVE

2.6 Webkamera

Fire webkameraer brukes til visuell kontroll av forholdene i fjellsiden og som støtte ved feilsøking av overvåkingssystemet. Det ene kameraet er plassert på «platået» ved totalstasjonen, ett innendørs i strømforsyningsbrakka, og de to siste er montert på radarhuset på sørsiden av Vangsmjøse, ett innvendig, og ett utvendig. Et eksempel på kamerabilde er vist i figur 18. Bildene kan blant annet brukes til å kontrollere vær-, snø- og siktforhold samt synlige forhold ved instrumenteringen.

Utvendige kameraer kan settes opp til å samle inn bildeserier for time-lapse, for å synliggjøre bevegelser i fjellpartiet over tid. Prosessering som tillater en kvantitativ måling av bevegelser ved hjelp av webkameraer kan være aktuelt å sette opp på et senere tidspunkt.



Figur 18: Eksempel på bilde av Skutshorn fra kameraet på radarhuset på sørsiden av Vangsmjøse.

2.7 Helikopterlandingsplasser

Det er etablert tre helikopterlandingsplattformer i fjellpartiet: på «platået», «øvre blokk» og «nedre blokk». Plattformen på «nedre blokk» er vist i figur 19. Plattformene gir tilgang til instrumenteringen og bidrar til å opprettholde drift og vedlikehold av overvåkingen gjennom året. Tilgjengeligheten vil likevel være avhengig av flyvær og operative begrensninger for helikopter.



Figur 19: Helikopterlandingsplattformen på «nedre blokk», etablert for tilgang til instrumenteringen for drift og vedlikehold. Foto: K. Indrevær / NVE.

2.8 Strømforsyning

Strømforsyningen er dimensjonert for helårsdrift ut fra instrumentenes effektbehov og lokale forhold som solinnstråling og fjellsidens orientering. Totalstasjon, webkamera og signaloverføring forsynes fra en strømforsyningsbrakke på «platået», der

batteribanker gir buffer ved bortfall av lading. Strømforsyningsbrakka er vist i figur 20. Batteriene lades med solceller og brenselceller.

GNSS-mottakerne har egne solcellepaneler, batterier og brenselceller, uavhengig av strømforsyningen fra brakka på «plataet». Den bakkebaserte radaren på sørsiden av Vangsmjøse forsynes med nettstrøm.

Strømforsyningen er fordelt på flere uavhengige strømkilder. Sensorer og kommunikasjonsutstyr er tilkoblet batteribank slik at bortfall av en strømkilde ikke samtidig stanser alle målesystemer eller dataoverføringen. Løsningen reduserer dermed konsekvensen av enkeltfeil.



Figur 20: Strømforsyningsbrakka på «plataet» med batteribank og utstyr for lokal strømforsyning til overvåkingsanlegget. Værstasjonen er montert ved siden av brakka. Foto: P. Røssevold / NVE.

2.9 Kommunikasjon og dataflyt

Det er etablert redundant kommunikasjon med fibertilkobling i Grindaheim og ved radarhuset. Data sendes mellom instrumenter via radiolink. Det er etablert reservekommunikasjon over mobilnettet.

Måledataene overføres gjennom sikre forbindelser til NVE og lagres redundant på servere i Oslo, Stranda og Kåfjord. Dersom én forbindelse eller lagringslokasjon faller ut, kan dataoverføringen og tilgangen opprettholdes gjennom de øvrige løsningene.

Kontinuerlig overvåking etter TEK17 § 7-4 er basert på sanntidsovervåking (DiBK, u.å.). For de fleste instrumentene innebærer dette at bevegelsesdata logges minst en gang i timen. Måle-, prosesserings- og overføringsfrekvensen varierer likevel mellom instrumenttypene og tilpasses farenivået (NVE, 2024).

Ved grønt farenivå kan enkelte instrumenter ha lengre intervaller for måling, prosessering eller dataoverføring. Bakkebaserte radardata midles eksempelvis over 8 eller 24 timer i en normalsituasjon, men tidsoppløsningen kan økes til få minutter dersom bevegelsene eller farenivået øker. Data fra andre instrumenter kan i normalsituasjonen overføres en gang per dag og hyppigere ved behov. Som et minimum bør minst en instrumenttype, med målepunkter fordelt over det ustabile fjellpartiet, levere data nær sanntid til enhver tid (NVE, 2024).

Etter mottak importeres måledataene til NVEs overvåklingsløsning og lagres redundant på flere lokasjoner. Dataene kontrolleres for utfall, avvik og målefeil før de inngår i den løpende vurderingen av bevegelsesutviklingen. Måledata og relevante rådata langtidslagres slik at de kan analyseres og ved behov reprosesserer i ettertid (NVE, 2024).

Ved omfattende instrumentutfall eller økt farenivå kan overvåkingen suppleres med alternativ instrumentering, normalt bakkebasert radar plassert slik at den kan drives selv om instrumenter i det ustabile fjellpartiet eller innenfor evakueringssonen blir utilgjengelige. Behovet for reserveovervåking vurderes ut fra hvilke deler av systemet som er ute av drift, bevegelsesutviklingen og gjeldende farenivå.

2.10 Vaktordning

Ved grønt farenivå gjennomgås måledataene og instrumentenes tekniske status minst én gang per døgn av vakthavende geolog og teknisk vakt. Forhåndsdefinerte grenser for bevegelser og tekniske feil utløser automatiske varsler. Et automatisk varsel fra ett instrument fører ikke alene til endring av farenivå; data fra flere instrumenter og øvrige observasjoner vurderes samlet før situasjonen eventuelt følges opp videre.

Gjennomgangen dokumenteres i en daglig intern rapport, mens farenivå og supplerende informasjon publiseres i den ukentlige tilstandsrapporten på varsom.no. Ved økt farenivå intensiveres overvåkingen og rapporteringen. Vaktordningen tilpasses situasjonen, måledata følges opp hyppigere og kravene til respons skjerpes. Ved oransje og rødt farenivå etableres kontinuerlig oppfølging av bevegelsesutviklingen og tettere samhandling med øvrige beredskapsaktører. Ekstern faglig bistand kan innhentes ved behov.

Tekniske driftsparametere fra strømforsyning, samband og instrumenter overvåkes fortløpende. Dette omfatter blant annet batterinivå, lading, kommunikasjonsstatus og datatilgang. Avvik og bortfall varsles automatisk, slik at feil kan undersøkes og om mulig rettes ved fjernaksess eller fysisk oppmøte.

2.11 Samlet vurdering av overvåklingsløsningen

Overvåklingsløsningen på Skutshorn består av målinger i fjellsiden, overføring av data, lagring, kvalitetssikring og faglig vurdering hos NVE. Punktmålinger fra totalstasjon, GNSS og hjørnereflektorer kombineres med flatedekkende målinger fra bakkebasert InSAR, mens webkameraene brukes til visuell kontroll. Uavhengige måleinstrumenter, strøm- og kommunikasjonsløsninger reduserer sårbarheten for enkeltfeil. Samlet gir

systemet et robust grunnlag for å oppdage endringer i bevegelsesmønsteret og vurdere farenivå. En samlet oversikt over instrumenter, måleegenskaper, dekning, styrker og begrensninger er gitt i vedlegg A.

Instrumenteringen er i hovedsak konsentrert om scenario A, som er det dimensjonerende scenarioet for overvåking og beredskap. Terrengforhold og begrensede siktlinjer har gjort det krevende å plassere GNSS-mottakere, prismar og hjørnereflektorer i området rett nedenfor «platået», inkludert scenario B lengre mot vest. Disse områdene dekkes derfor per i dag av den bakkebaserte radaren.

Bakkebasert radar regnes som en av de mest robuste målemetodene NVE har tilgang til, fordi den gir kontinuerlige og flatedekkende målinger uten instrumenter i selve fjellpartiet. Selv om målingene kan påvirkes av atmosfæriske forhold, vurderes radardekningen som tilstrekkelig for å følge bevegelsesutviklingen i scenario B. Denne vurderingen må ses i sammenheng med at scenario B har betydelig mindre volum, lavere bevegelseshastighet og begrensede forventede konsekvenser sammenlignet med scenario A. Overvåkingen av scenario B kan oppgraderes dersom bevegelsene øker i framtiden.

Totalstasjon, GNSS og de foreløpige resultatene fra den bakkebaserte radaren viser samme hovedmønster i scenario A, med bevegelse på «øvre blokk» og «nedre blokk» og størst bevegelse i blokkhavet mellom dem. Målefrekvens, prosessering og oppfølging kan intensiveres dersom bevegelsene eller farenivået øker.

Det er likevel begrensninger og usikkerheter knyttet til den etablerte overvåkingsløsningen. Disse inkluderer:

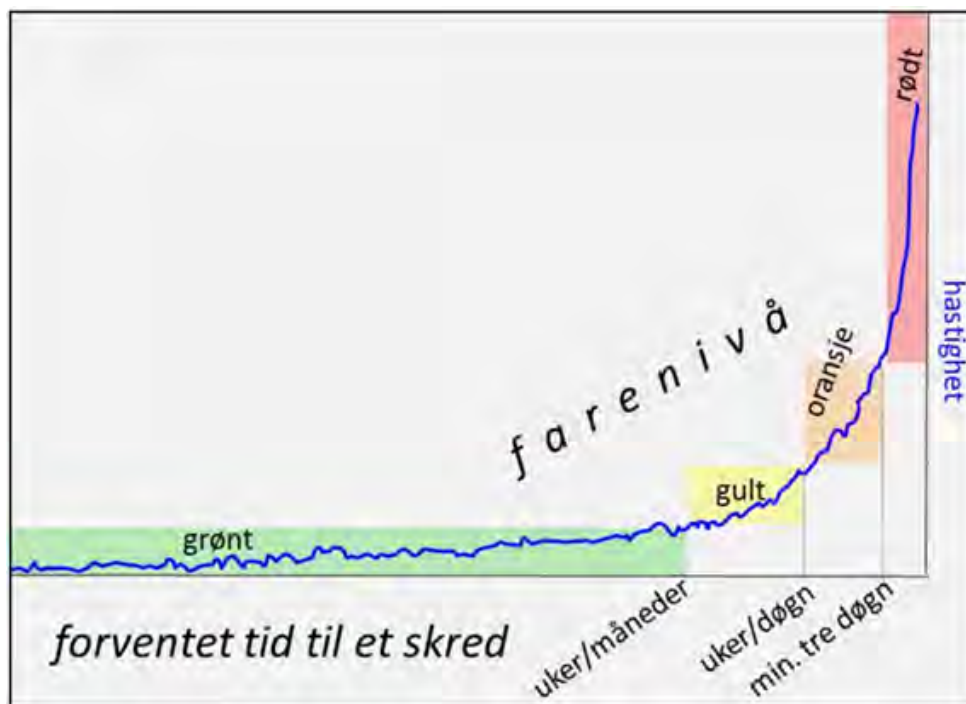
- Totalstasjon og GNSS måler bare i instrumenterte punkter, og gir ikke flatedekning.
- Radar og satellitt-InSAR måler bevegelse i siktelinjen og er dermed mindre følsomme for bevegelse i andre retninger.
- Atmosfære, snø, is, vegetasjon, sikt og refleksjonsforhold kan redusere datakvaliteten eller gi midlertidige utfall av data på enkeltinstrumenter. Radarmålingene over Vangsmjøse er særlig utsatt for atmosfæriske effekter.
- Satellittmålinger har lavere tidsoppløsning enn de kontinuerlige punktmålingene og kan derfor ikke alene brukes til rask varsling.
- Vedlikehold av anlegg i bratt terreng er krevende, særlig vinterstid. Selv med redundans kan langvarige feil i strøm, samband eller flere systemer samtidig redusere datadekningen.

For å bøte på begrensningene følges overvåkingsløsningen opp gjennom regelmessig kvalitetskontroll, vedlikehold og løpende vurdering av instrumentplassering og målefrekvens. Overvåkingsløsningen er dynamisk og kan endres i takt med ny kunnskap om fjellpartiet og teknologisk utvikling. Dette kan innebære supplerende instrumentering i enkelte deler av fjellpartiet eller at eksisterende systemer over tid erstattes av andre målemetoder.

3 Farenivå, varsling og beredskap

Nasjonal beredskapsplan for fjellskred (NVE, 2015) beskriver de overordnede rammene, ansvarsfordelingen og samvirket mellom aktørene i beredskapen for overvåkede fjellpartier. NVE har ansvar for overvåking, fastsetting av farenivå og varsling av beredskapsaktørene. Kommunen har ansvar for befolkningsvarsling og kommunale beredskapstiltak, mens politiet fastsetter evakueringssonen og iverksetter, håndhever og opphever evakuering. Objekt- og aktørplanene beskriver roller, varslingslinjer og tiltak for de involverte beredskapsaktørene.

NVE fastsetter farenivået for Skutshorn og varsler beredskapsaktørene ved endringer. Farenivåene grønt, gult, oransje og rødt uttrykker økende sannsynlighet for og kortere forventet tid til et fjellskred (figur 21). Farenivået fastsettes etter en samlet vurdering av tilstanden i fjellpartiet, der bevegelseshastighet, akselerasjon og endringer i bevegelsesmønsteret er sentrale parametere. Sammenhengen mellom geologisk situasjon, farenivå og beredskapstiltak er vist i figur 22.



Figur 21: Skjematisk framstilling av forventet utvikling av et fjellskred. Kilde: NVE (2024).

Ved høyere farenivå øker behovet for samordnet informasjon. NVE formidler geofaglige vurderinger til beredskapsaktører, innbyggere og medier og kan ved oransje og rødt farenivå være til stede lokalt for å støtte samordningen og gi oppdatert informasjon om utviklingen i fjellpartiet.

Etter et fjellskred må stabiliteten i gjenværende ustabile masser vurderes før farenivået kan senkes og evakueringen eventuelt oppheves. Overvåkingen reetableres så raskt som mulig, normalt med bakkebasert radar, og kan suppleres med visuell inspeksjon

fra helikopter eller drone. Resultatene inngår i den samlede farevurderingen og beslutningsgrunnlaget for videre beredskapstiltak.

Gjeldende farenivå og supplerende informasjon publiseres i ukentlige tilstandsrapporter på varsom.no.

Geologisk situasjon	Farenivå	Beredskapstiltak
Stabil bevegelse med sesongvariasjoner	Grønt	Overvåking Planlegging Øving
Økt bevegelse, utover sesongvariasjoner	Gult	Intensivert overvåking Gjennomgang av planverk Aktivering av samordningsfora Forberede komplekse tiltak Informasjonstiltak
Akselererende bevegelse	Oransje	Intensivert beredskap Flytting av sårbare objekter Reduksjon av aktivitet og ferdsel
Skred nært forestående	Rødt	Evakuering Redning
Skred har gått, skred kan gå igjen		Opprettholdelse av evakuering Reetablering av overvåking

Figur 22: Sammenheng mellom geologisk situasjon, farenivå og beredskapstiltak. Kilde: NVE (2024).

3.1 Usikkerheter ved varsling og skredforløp

TEK17 § 7-4 krever at et fjellskred skal kunne varsles minst 72 timer før skredet går. Varslingen bygger på utviklingen i målte bevegelser, men tidspunktet for et mulig skred kan ikke fastsettes presist. Det er stor usikkerhet knyttet til hvordan deformasjonen vil utvikle seg ved økende bevegelser, og det finnes ingen entydig hastighet som markerer overgangen til et skredforløp.

For å sikre tilstrekkelig sikkerhetsmargin, må NVE derfor bruke konservative terskelverdier fordi skredutviklingen er usikker. Rødt farenivå kan derfor vise seg å bli fastsatt tidligere enn 72 timer før et skred. Dersom bevegelsene senere avtar eller stabiliserer seg, uten at et skred har gått, kan farenivået senkes igjen. Farenivået kan dermed bli hevet og senket flere ganger uten at et fjellskred utløses (NVE, 2024).

Overvåkingen og varslingen er dimensjonert for å fange opp utviklingen fram mot et større fjellskred. Det betyr at mindre steinsprang, steinskred og snøskred kan forekomme uten at de varsles av overvåkingssystemet. Dersom overvåkingen viser økte bevegelser i en avgrenset del av fjellpartiet som kan påvirke personer, bebyggelse eller infrastruktur, vil NVE vurdere situasjonen særskilt og varsle relevante beredskapsaktører. Det er likevel ikke sikkert at forstadier til mindre skredhendelser blir registrert.

Referanser

DiBK (u.å.): Byggteknisk forskrift (TEK17), §§ 7-3 og 7-4. Direktoratet for byggkvalitet.
<https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>

InSAR Norge (u.å.): Nasjonalt deformasjonskart. Norges geologiske undersøkelse.
<https://insar.ngu.no/>

NGI (2022): Glimsdal, S. Flodbølger etter skred fra Skutshorn ved Vangsmjøse, Vang kommune. NGI-rapport 20200665-01-R. [NVE Ekstern rapport 22/2022: Flodbølger etter skred fra Skutshorn ved Vangsmjøse, Vang kommune](#)

NGU (2024): Hermanns, R. L. mfl. *Hazard and risk assessment of the Skutshorn unstable rock slope above Vangsmjøse (Vang, Innlandet)*. NGU Report 2024.011.
https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2024/2024_011.pdf

NVE (2015): *Nasjonal beredskapsplan for fjellskred*. NVE Rapport 44/2015. Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN 978-82-410-1091-0.
https://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_44.pdf

NVE (2023): *Vannlinjeberegning: Flodbølge nedstrøms Vangsmjøse forårsaket av fjellskred fra Skutshorn*. NVE Rapport 2023:15.
https://publikasjoner.nve.no/rapport/2023/rapport2023_15.pdf

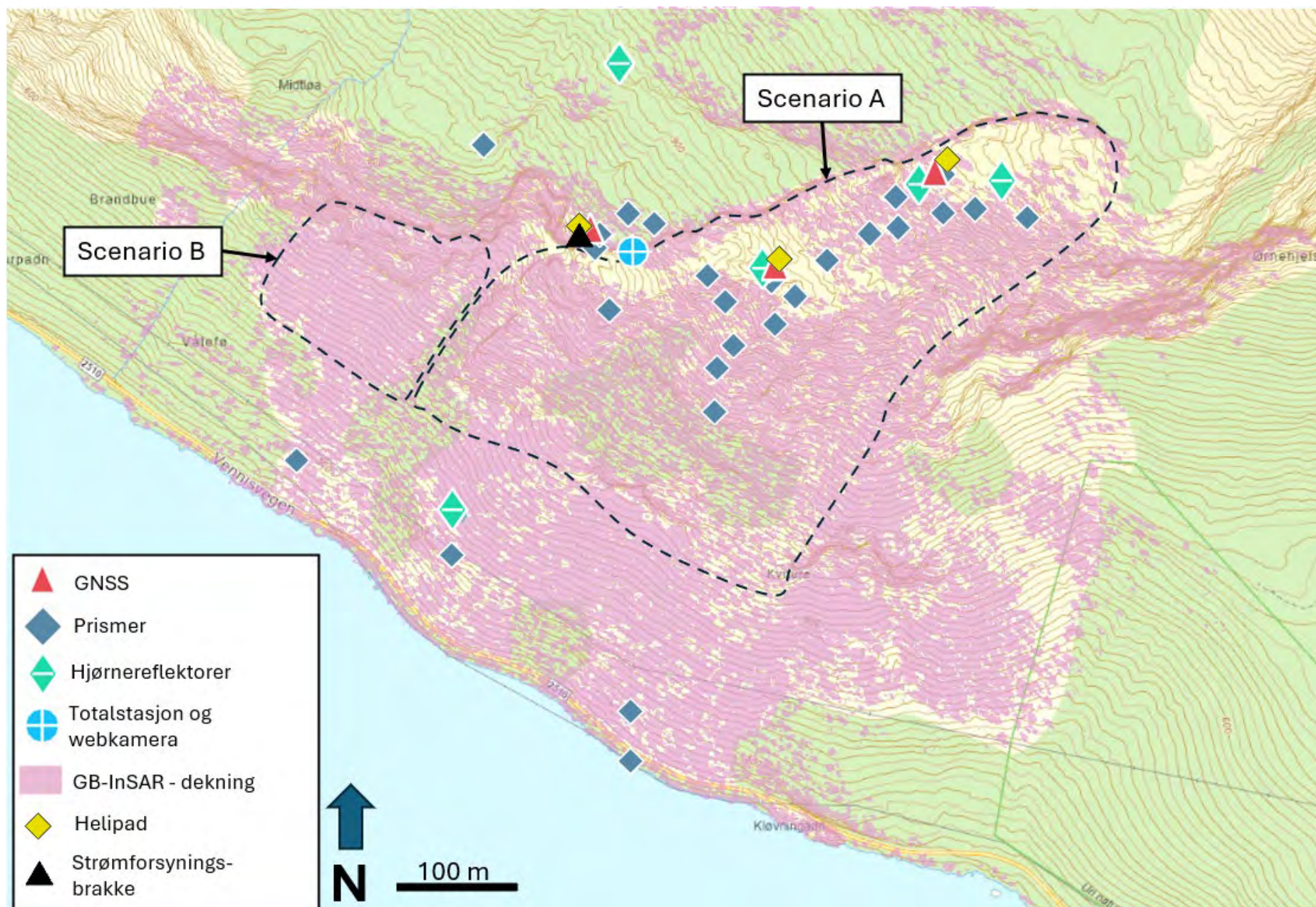
NVE (2024): *NVEs veileder for sikkerhet mot fjellskred*. Publisert 7. mai 2024, sist endret 2. september 2025. Norges vassdrags- og energidirektorat.
<https://veiledere.nve.no/fjellskred/>

Vedlegg A

Tabell A1 – Oversikt over overvåkingsinstrumenter

Tabell A-1: Oversikt over overvåkingsinstrumenter og støtteinstrumentering på Skutshorn.

Instrument	Teknisk oppsett	Måling og tidsoppløsning	Nøyaktighet	Dekning	Styrker	Begrensninger
Totalstasjon	Trimble S9 på «plataet»; 25 måleprismer og referanseprismer; lokal strøm.	3D-laser; hver time; referansekorrigert.	Millimeternivå.	Punkter i scenario A: «øvre blokk», «nedre blokk» og blokkhavet.	Presis; kontinuerlige målinger; passive prismer.	Krever sikt; påvirkes av atmosfære, snø og is; årlig serviceavbrudd.
GNSS	Tre Trimble NetR750/Zephyr 3; én referanse og to målepunkter; lokal strøm.	Kontinuerlig 3D; midling over 15 min, 4 t og 12 t.	Millimeternivå.	«Øvre blokk» og «nedre blokk» i scenario A.	Kontinuerlige målinger; uavhengig strøm.	Punktmåling; mest støy vertikalt.
Bakkebasert InSAR	LiSAmobile i radarhus; ca. 3 m skinne; nettstrøm.	Avstand langs siktelinjen; normalt 8/24 t; ned til 2–3 min.	Millimeternivå langs siktelinjen.	Flatedekkende for hele scenario A og B.	Robust; kontinuerlige målinger; gunstig geometri.	Påvirkes av atmosfære, vegetasjon og snø; måler ikke 3D.
Satellittbasert InSAR	Sentinel-1; fem dobbeltreflektorer, hvorav én referanse; passive.	Siktelinje; daglig prosessering; datapunkt hver 3.–7. dag.	Millimeternivå langs siktelinjen.	Flatedata og reflektorpunkter i scenario A; best i synkende geometri.	Passiv; robust; ingen lokal strøm.	Lav tidsoppløsning; påvirkes av vegetasjon, snø, skygge og geometri.
Værstasjon	Ved brakka på «plataet»; lokal strøm.	Nedbør, temperatur, luftfuktighet, vind og snødybde.	Ikke bevegelsesmåling.	Lokale forhold ved «plataet».	Støtter tolking, kvalitetskontroll og feltplanlegging.	
Webkamera	Fire kameraer ved totalstasjon, brakke og radarhus; lokal- og nettstrøm.	Visuell kontroll av vær, sikt og utstyr.	Ingen kvantitativ bevegelsesmåling per nå.	Fjellsiden og tekniske installasjoner.	Visuell kontroll, sammenligning av bildeserier og feilsøking.	



Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0310 Oslo
Telefon: (+47) 22 95 95 95

<https://www.nve.no>