

Åknes rapport 05.2010

Geologiske undersøkingar og overvakingstiltak ved Mannen i Romsdalen

Status og forslag til nye tiltak



Samandrag

<i>Rapport nr.</i>	Åknes 05.2010
<i>Tittel</i>	Geologiske undersøkingar og overvakingstiltak ved Mannen i Romsdalen: Status og forslag til nye tiltak
<i>Forfattar</i>	Lars Harald Blikra og Lene Kristensen, Åknes/Tafjord Beredskap
<i>Oppdragsgivar:</i>	Rauma kommune
<i>Fylke</i>	Møre og Romsdal
<i>Rapport dato</i>	12.11 2010
<i>Sider</i>	18
<p><i>Samandrag:</i></p> <p>Åknes/Tafjord Beredskap har på oppdrag frå Rauma kommune etablert overvakingstiltak ved Mannen i Romsdalen. Rapporten gir kort greie for undersøkingar og tiltak i 2010, og gir forslag til endeleg utvikling mot ei permanent utbygging.</p> <p>Det er i 2010 blitt etablert eit nytt GPS nettverk med 2 antenner i stabilt område og 6 antenner i den ustabile fjellsida. Dette systemet er nå operativt. Det er gjort ei djup kjerneboring i øvre del av det ustabile området. Det var store utfordringar knytt til dette arbeidet, blant anna på grunn av store knusingssoner og store opne parti i fjellformasjonen. Boringa vart avslutta ved 137 m djup, etter ei fagleg vurdering om at ein nå var nede i stabilt fjell. Etter ferdig logging og bildeopptak av boreholet vart det satt ned eit samanhengande plastrør (casing) og 120 m lang instrumentering (DMS kolonne).</p> <p>Etter fullføring av arbeidet i 2010 er følgjande hovuddelar ferdig:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Overvaking i overflata ved bruk av 7 strekkstag, 4 tiltmeter, 2 lasere, 8 GPS einingar og ein permanent bakkeradar. • En av to boringar er fullført, inklusiv instrumentering ned til 120m djup. • Duplisert kabelføring i deler av det overvaka området. • Kommunikasjonsløysing med 2 utgangar. • Oppdatert energiforsyning <p>Fullføring av tiltaka i 2011 for eit permanent overvakingssystem inkluderar ei djup boring med instrumentering lenger nede i fjellsida. Dette er viktig for tilgang på kontinuerlige data lenger nede i fjellsida, for å tolka bevegelsar i djupet og for å avgrensa det ustabile fjellet og volumet.</p>	

Innhald

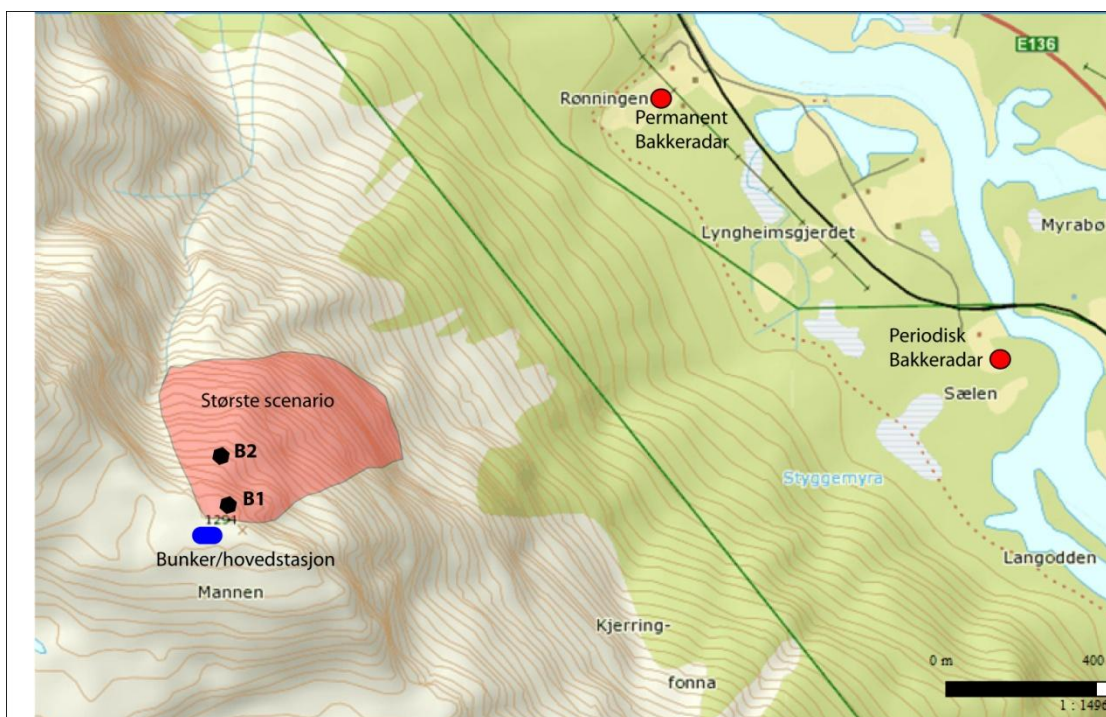
SAMANDRAG	2
INNHALD	3
INNLEIING	4
ETABLERTE TILTAK - STATUS	4
OVERVAKINGSSYSTEM I OVERFLATA	4
<i>Bakkeradar</i>	5
<i>GPS nettverk</i>	5
KJERNEBORING OG INSTRUMENTERING UNDER OVERFLATA.....	6
ENERGI OG KOMMUNIKASJONSSYSTEM	8
GEOLOGISK TOLKING AV NYE DATA	8
GEOMORFOLOGI.....	8
RØRSLEMÅLINGAR	10
KJERNEBORINGAR OG LOGGING	14
NYE TILTAK I 2011	17
KONKLUSJON	18
REFERANSAR	18

Innleiing

Åknes/Tafjord Beredskap (Åknes) har på oppdrag frå Rauma kommune etablert overvakingstiltak ved Mannen i Romsdalen (Figur 1). Rauma kommune blir medeigar i Åknes/Tafjord Beredskap, og senteret står for den permanente operative overvakinga.

Det er tidlegare utarbeida statusrapport for overvaksingsarbeidet etter tiltaka i 2009 (Åknes rapport 04 2009). Vidare bygger overvakingstiltaka også på dei geologiske undersøkingane (Dahle m.fl., 2008) og oppfølging frå NVE (NVE rapport 2009). Det ustabile fjellpartiet ligg i over 1200 meters høgde på sørvestsida av Romsdalen i Rauma kommune. Geologisk kartlegging påviste store sprekkeparti og målingar syner at deler av fjellet beveger seg på opp til 5cm i året. Det kan være tale om ein total ustabil bergmasse på 15-25 mill m³ som er i bevegelse. Eit fjellskred vil krysse dalen og dekke store areal, og vil kunne gi ei oppdemming som kan bryta saman og gi alvorlege konsekvensar.

Rapporten gir kort greie for tiltaka som er utført i 2010, og gir forslag til vidare utvikling mot ei permanent utbygging. I stor grad er tiltaka som er foreslått gitt på bakgrunn av dei spesifikke krava til overvakingssystem i dei nye tekniske byggforskriftene TEK) som nyleg er vedtatt og geofaglege vurderingar.



FIGUR 1. LOKALISERING AV DET USTABILE FJELLPARTIET VED MANNEN I ROMSDALEN MED STØRSTE SCENARIO INDIKERT. LOKALISERING AV BUNKER, BOREHOL OG BAKKERADAR ER VIST.

Etablerte tiltak - status

Det er i 2010 gjort eit stort og omfattande arbeid for oppbygging av instrumentering for overvaking i overflata og boring med instrumentering under overflata. Vidare er det også gjort kompletterande arbeid med energiforsyninga, duplisering av kablar og kommunikasjonssystem. Nedanfor gis ein oversikt over dette arbeidet.

Overvakingssystem i overflata

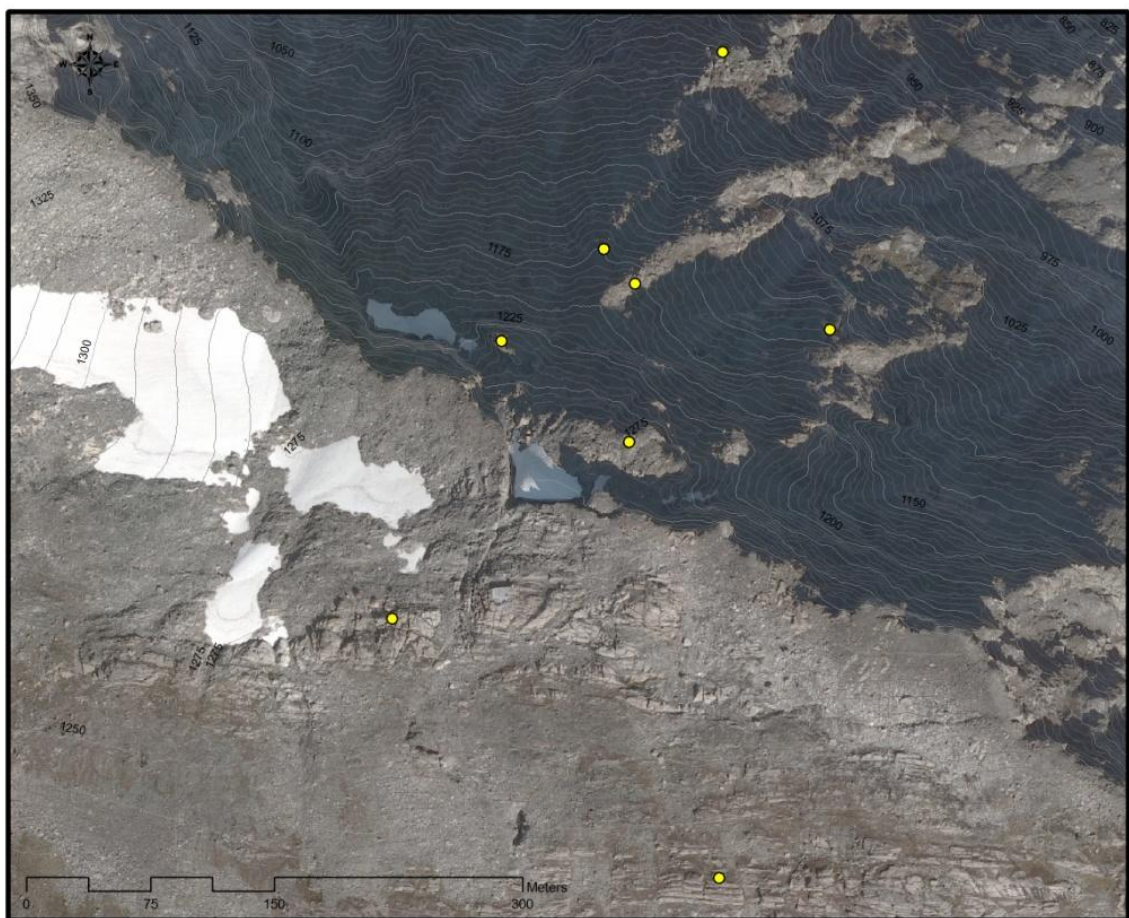
Overvakingssystema som inkluderar strekkstagg, tiltmeter og lasere vart fullført i 2010. Dette inkluderar 7 strekkstagg, 4 tiltmeter og 2 lasere, og alle desse er nå operative.

Bakkeradar

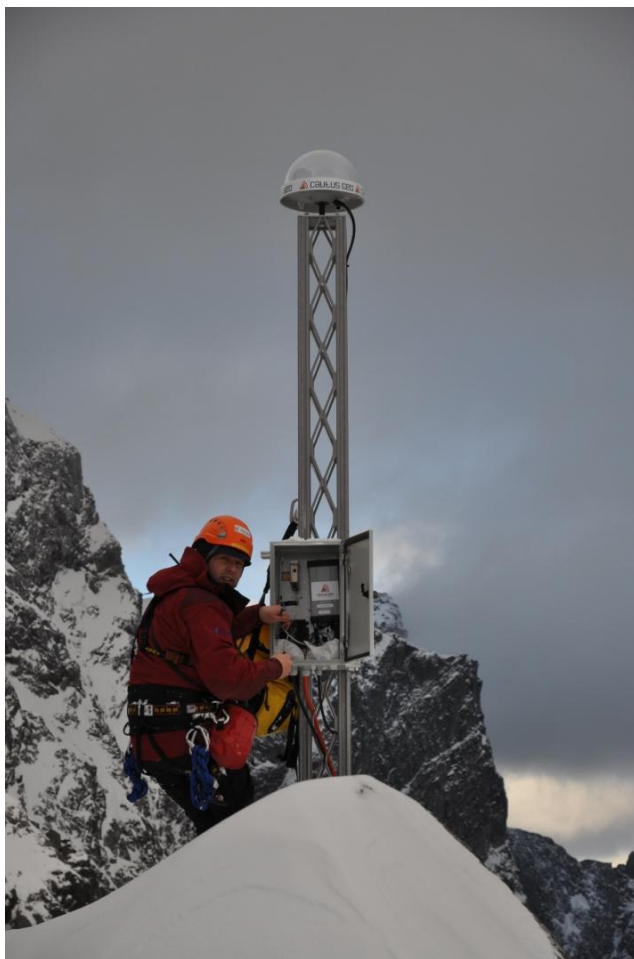
Bakkeradaren LisaLab er lokalisert ved Rønningen i Romsdalen (Figur 1), og har vært operativ sidan februar i 2010. Det er ein del utfordringar knytt til store atmosfæriske endringar i fjellsida, og for å få betre kontroll med dette vil vi etablera ein ny plass for periodiske målingar ved bruk av radar (Figur 1). Denne nye plasseringa vil også hjelpa til med å få betre data i nordlege delar av Børa.

GPS nettverk.

Det er i 2010 blitt etablert eit nytt GPS nettverk med 2 antenner i stabilt område og 6 antenner i den ustabile fjellsida (Figur 2). Dette systemet er nå operativt, og vil bli tilrettelagt i det integrerte overvakingssystemet Munin ved beredskapssenteret. GPS einingane er plassert så langt nede i fjellsida som mogleg ut frå praktisk forhold og risiko for personell (Figur 3).



FIGUR 2. LOKALISERING AV GPS NETTVERK.



FIGUR 3. MONTERING AV GPS ANTENNE



FIGUR 4. GPS ANTENNER I NEDRE DELER.

Kjerneboring og instrumentering under overflata

Det er gjort ei djup kjerneboring i øvre del av det ustabile området (Figur 5). Det var store utfordringar knytt til dette arbeidet, blant anna på grunn av store knusingssoner og store opne parti i fjellformasjonen. Boringa vart avslutta ved

137 m djup, etter ei fagleg vurdering om at ein nå var nede i stabilt fjell. Kjernane som vart produsert var av svært god kvalitet, og fleire soner med knusingsmateriale vart tatt opp (Figur 6). Det var naudsynt å gjera fleire støypingar for å stabilisera boreholet og for å kunna komma lenger ned med boringane. Dette forseinka arbeidet vesentleg. Det vart gjort opptak ved bruk av televiver i 3 omgangar for eit best mogleg dokumentasjon. Dette er eit spesialkamera for kartlegging av geologiske strukturar, og vart utført av NGU. Det vart også gjort videoopptak av boreholet. Etter ferdig logging av boreholet vart det sat ned eit samanhengande plastrør (casing) som er utgangspunkt for instrumentering.



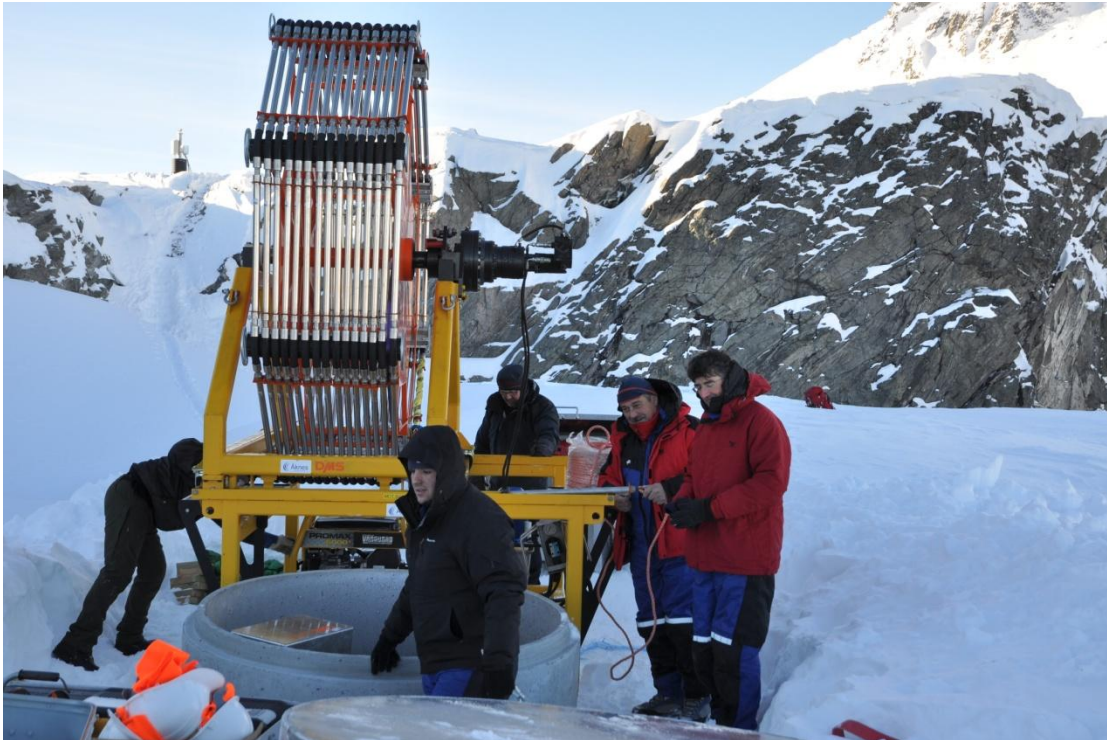
FIGUR 5. BORELOKALITET B1.



FIGUR 6. BOREKJERNAR MELLOM 72 OG 76 M DJUP SOM VISER STORE KNUSINGSSONER.

På grunn av ein svært kort sesong på høgfjellet og dei store problema med boreholet var det ikkje mogleg å få utført det andre planlagde boreholet i 2010. Dette må derfor utsetjast til 2011.

I november vart boreholet instrumentert med ei 120 m lang DMS kolonne (Figur 7). Denne består av 120 moduler der kvar 1m modul er instrumentert med en vinkelmålar (inclinometer) og en temperatursensor. I tillegg er to modular utstyrt med sensor for måling av vasstrykk, og i ein modul er det etablert eit digitalt kompass. Data er implementert eigen programvare ved beredskapssenteret.



FIGUR 7. INSTALLERING AV 120 M LANG DMS KOLONNE 11. NOVEMBER 2010.

Energi og kommunikasjonssystem

Følgjande arbeid er gjort innafor straumforsyning og kommunikasjonssystem:

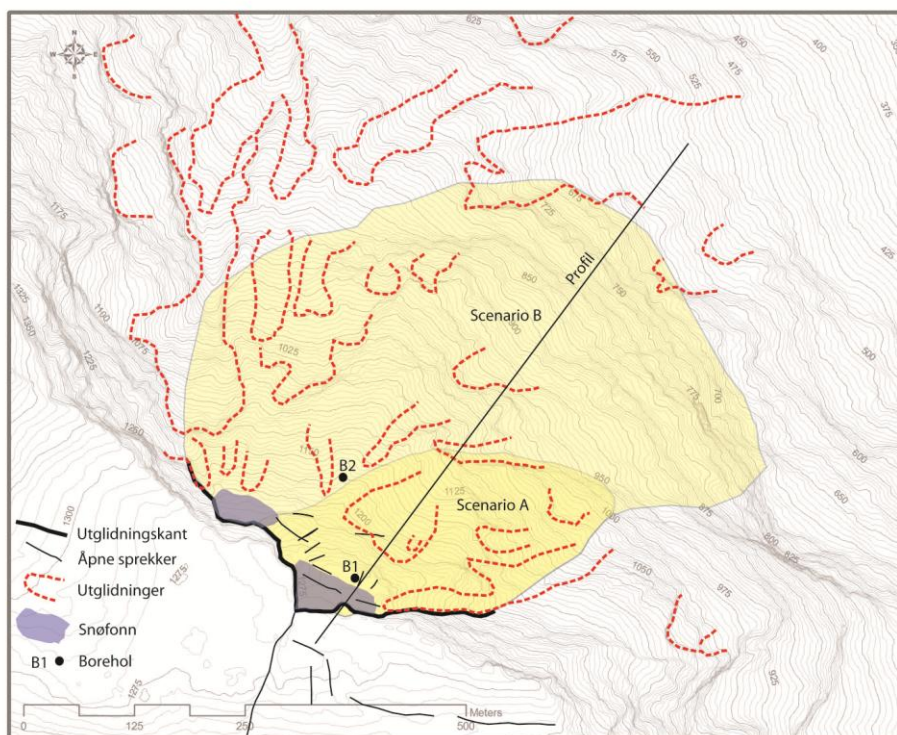
- Duplisert kabelføring i deler av det overvaka området.
- Oppdatert energiforsyning
- Kommunikasjonsløsning/dataoverføring med 2 utgangar.

Geologisk tolking av nye data

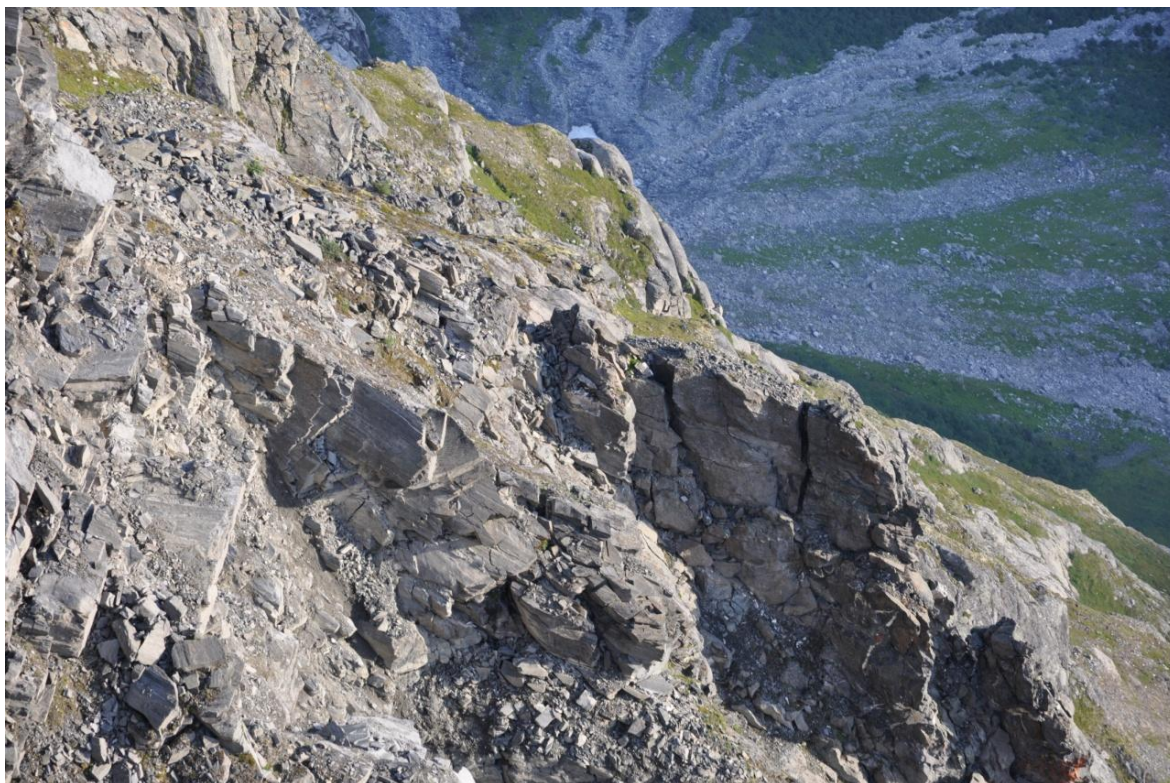
Det blir her gjort kort greie for viktige geologiske data som har blitt framskaffa i løpet av 2010. Dette gjeld spesielt kjerneboringar, logging av borehol, data frå bakkeradar og LIDAR og feltkartlegging i fjellsida.

Geomorfologi

Ut frå detaljerte topografiske kart og feltkartlegging er det utarbeida eit førebles geomorfologisk kart (Figur 8). Det syner at området er karakterisert av ein serie av utglidingar og skredfar. Spesielt på begge sider (vest og austsida) av det ustabile området er det svært aktive prosessar (Figur 9 og 10). Ut frå dei morfologiske særtrekka er det ikkje opplagt at dei tidlegare presentert scenario er realistiske.



FIGUR 8. GEOMORFOLOGISK KART OVER DET USTABILE OMRÅDET VED MANNEN. BORELOKALITETER OG SCENARIO FRÅ NGU RAPPORT 2008 ER LAGT INN. SJÅ PROFIL I FIGUR 20.



FIGUR 9. ÅKTIVT OMRÅDE I AUSTLEG DEL AV DET USTABILE OMRÅDET. LEGG MERKE TIL STORE OPNE SPREKKER.



FIGUR 10. AKTIVT OMRÅDE I VESTLEG DEL AV DET USTABILE OMRÅDET. LEGG MERKE TIL STORE UTGLIDINGSKANTER OG DEN AKTIVE SKREDVIFTA NEDE I ROMSDALEN.

Rørslemålingar

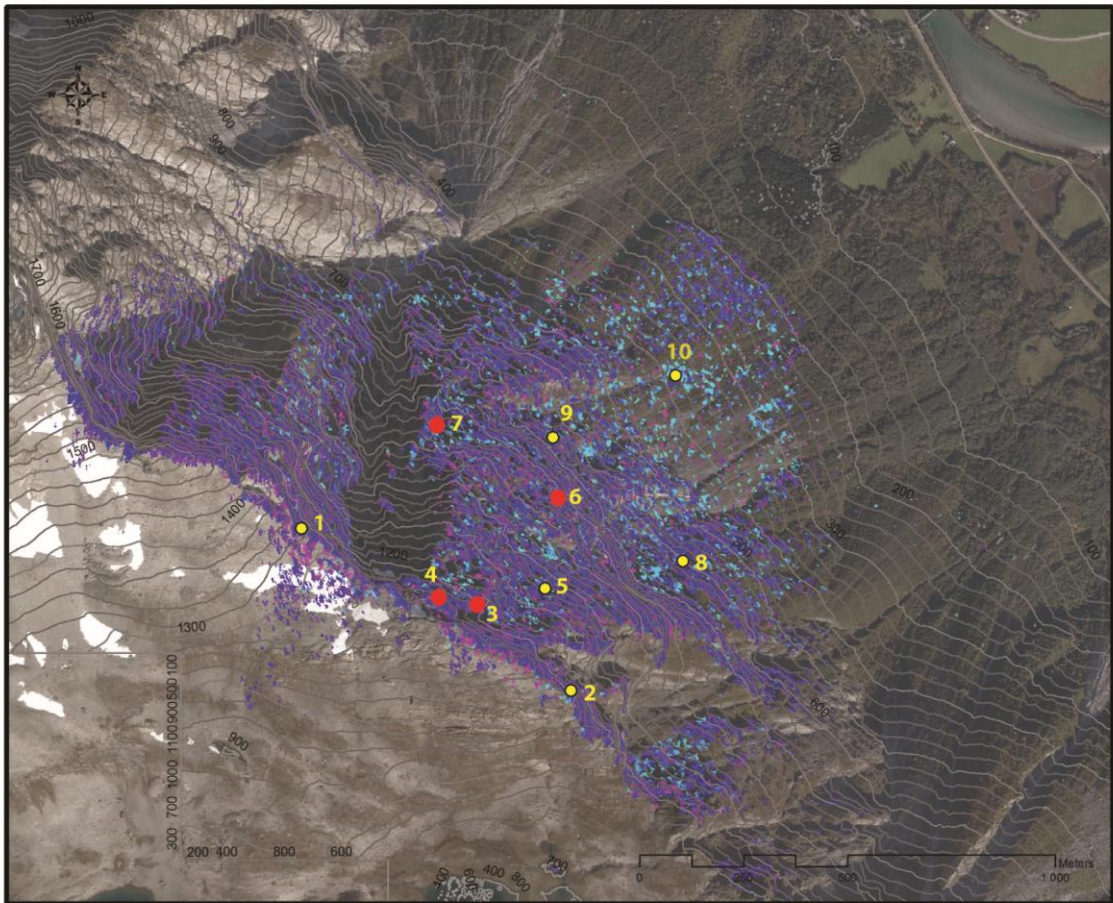
Det er foretatt målingar frå bakkeradar i Romsdalen sidan 6 februar 2010 (Figur 11). Radarmålingane viser ikkje heilt eintydige resultat, og det er særleg ei område langt nede i aust og område opp mot Breitind i vest som tilsynelatande syner stor rørsle (Figur 12). Dette trur vi skyldast atmosfæriske tilhøve eller utviding av fjell pga temperaturendringar. Dei øvre delar av det ustabile området syner klar rørsle, og enkeltpunkt i dette området viser rørsle på 15 til 20 mm i perioden februar til november (Fig. 11 og 13). Lenger nede i fjellsida viser eit av punktmålingane ei totalrørsle på 6 mm i denne perioden.

Åknes/Tafjord Beredskap har eit forskingssamarbeid med NORUT i Tromsø som arbeider med bruk av radardata frå satellittar for måling av bevegelse. Det er tatt i bruk to ulike satellittar for analyse av data frå Mannen, Radarsat-2 og TerraSAR-X. TerraSAR-X gir dei beste data, og opptak blir gjort for kvar 11 dag. Data frå 5 opptak i 2010 (20/7, 31/7, 11/8, 22/8, 2/9) viser tydelig bevegelsane i øvre deler (Figur 14). Det er litt få opptak til å dra for bastante tolkingar, for eksempel viser data at ein del av det nedre områda hevar seg. Målingane syner uansett at dei store rørslene er konsentrert i øvre delar og ned til den nedre GPS eininga.

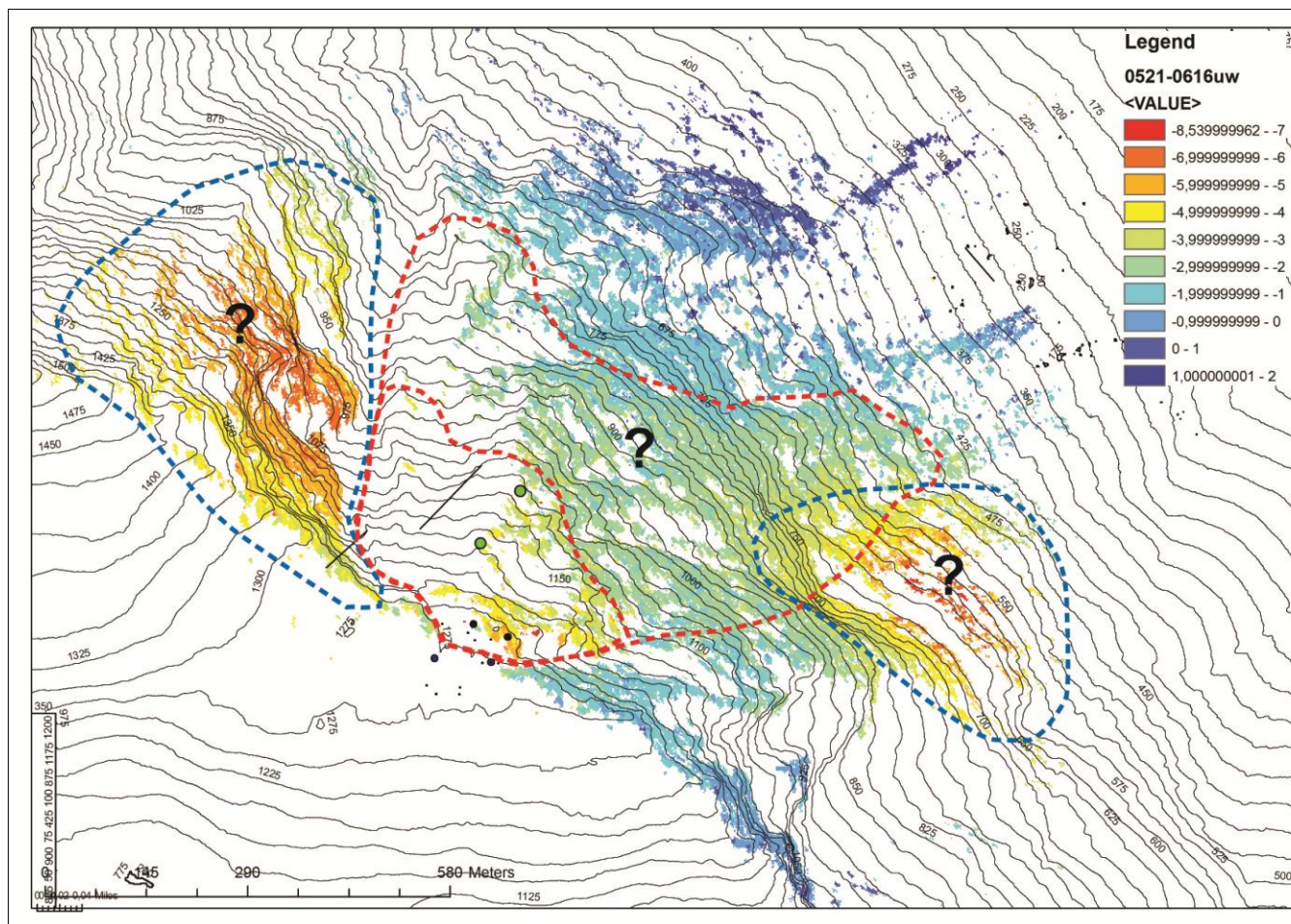
NGU har gjort lasermålingar (LIDAR) i øvre delar i 2008 og 2010. Det her i enkelte område vore mulig å påvisa endringane mellom målingane, altså to år (Figur 15). Målingane samsvarar rimeleg godt med dei periodiske GPS målingane som starta i 2006. med 3,5 til 6 cm rørsle pr år. I ei lita blokk i bakkant av utglidinga er rørslene større, opp i over 12 cm/år. Det har også vore mogleg å analysere vektor for rørslene, og desse indikerar ei austleg til austnord aust bevegelse. Dei årlege GPS målingane syner ei meir nord aust bevegelse.

Dei kontinuerlege målingane med 2 lasere og reflektorplater nede på dent nedseinka plataet syner bevegelse på mellom 2,5 og 3 cm/år (Figur 16). Desse målingane måler ikkje den total bevegelsen på grunn av måleretning.

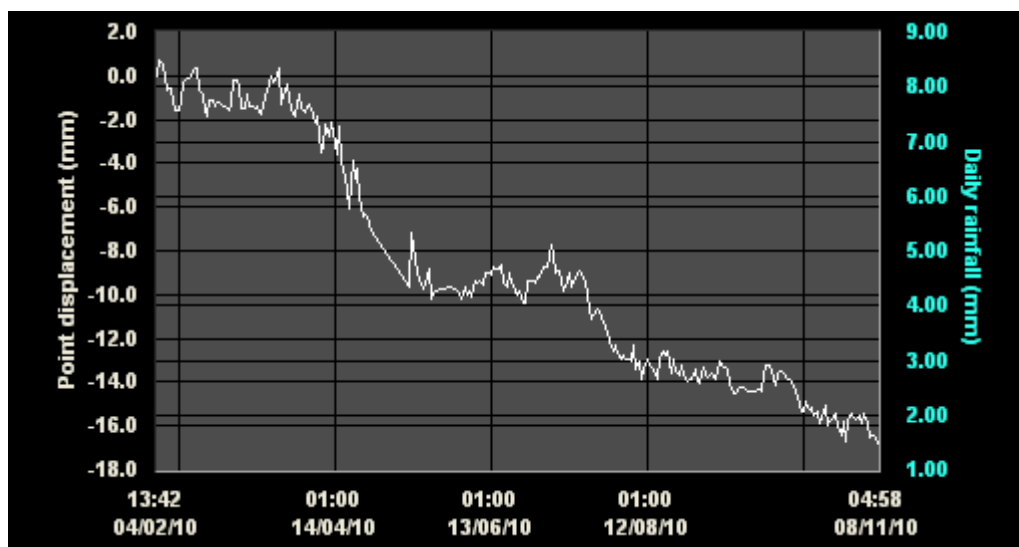
Totalt syner bevegelsesmålingane at det er størst rørsle i øvre delar ved det nedseinka platået. Det er rørsler ned til den nedre GPS antenna, men framleis er det usikkert omkring bevegelse i nedre delar.



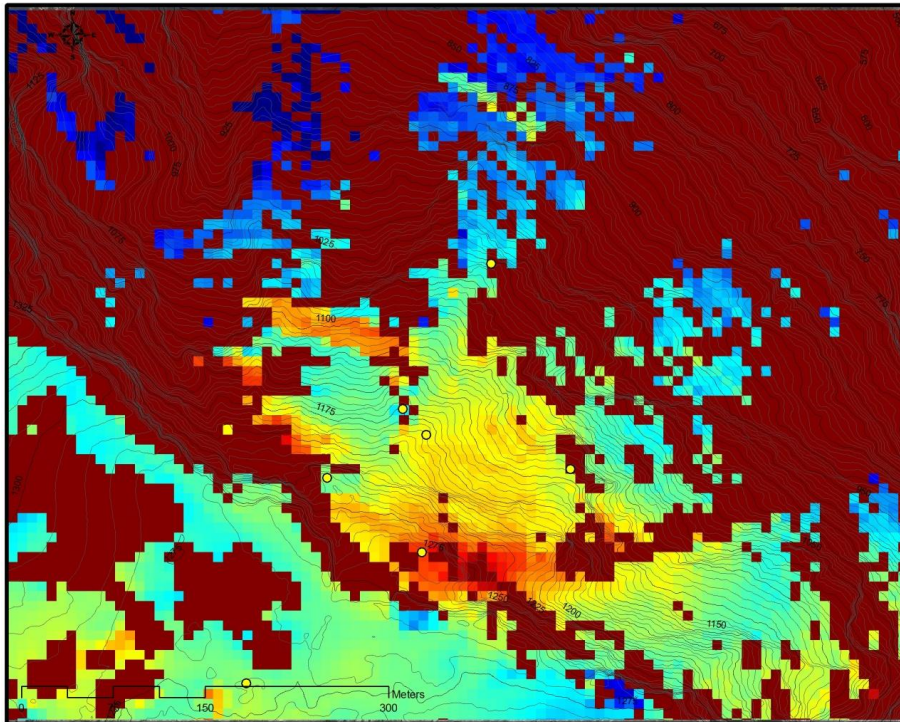
FIGUR 11. DEKNINGSOMRÅDE FOR BAKKEBASERT RADAR MED LOKALISERING AV ENKELTPUNKT SOM BLIR OVERVAKA MED ALARMFUNKSJONAR. PUNKT 3, 4, 6 OG 7 VIST MED RØDT SYNER KLARE RØRSLER. PUNKT 4 ER VIST I FIGUR 13.



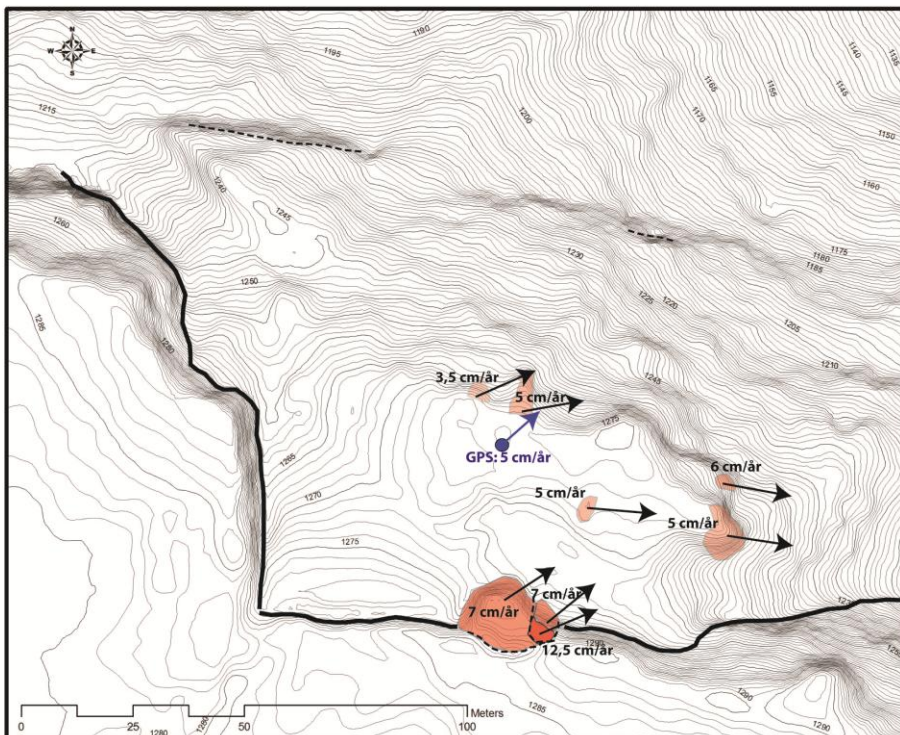
FIGUR 12. DATA FRÅ BAKKERADAR I TIDSRØMRET 21 MAI TIL 16 JUNI 2010. LEGG MERKE TIL OMRÅDA I VEST OG AUST SOM MULIG ER PÅVERKA AV ATMOSFÆRISKE TILHØVE. DET ØVRE OMRÅDET HAR STØRRE BEVEGELSE SAMANLIKNA MED DET NEDRE (STIPLA RØDT). DET ER ENNÅ USIKKERHEIT OMKRING BEVEGELSANE I DET NEDRE STIPLA OMRÅDET.



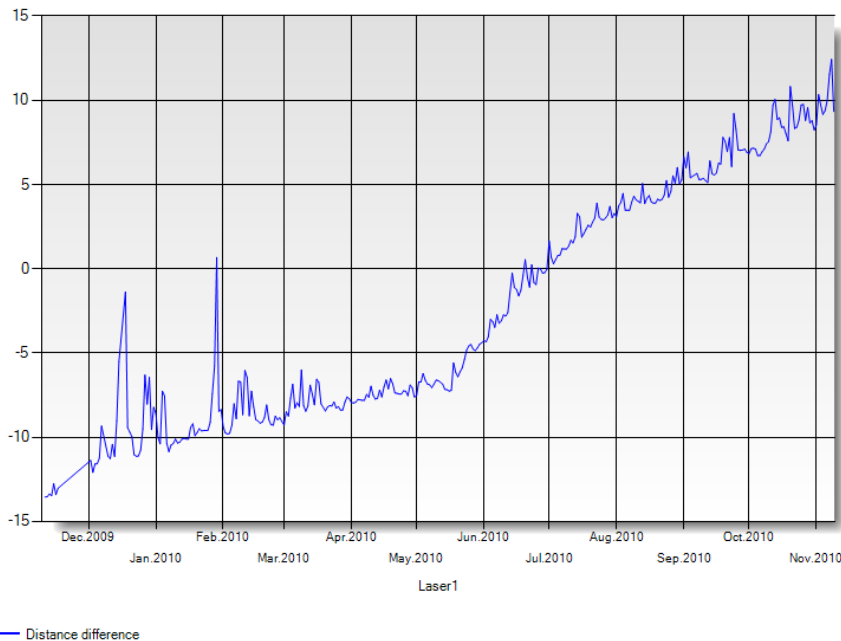
FIGUR 13. RADARDATA FRÅ PUNKT P4 I ØVRE DEL AV DET USTABILE OMRÅDET (4 FEBRUAR TIL 8 NOVEMBER).



FIGUR 14. DATA FRÅ TERRASAR-X. SATELLITTEN SER MED EIN VINKEL PÅ 70 GRADER MOT AUST. FARGESKALAEN GÅR FRÅ RAUD (BEVEGELSE FRÅ SATELLITTEN) TIL BLÅ (BEVEGELSE MOT SATELLITTEN). STØRSTE BEVEGELSE (RAUD) SYNER 40 MM/ÅR. LOKALISERING AV GPS NETTVERKET ER VIST MED GULE PUNKT.



FIGUR 15. OPPSUMMERING AV DATA FRÅ PERIODISK GPS FRÅ 2006 TIL 2010 (DAHLE M.F.L., 2008) OG LIDAR MÅLINGAR MELLOM 2008 OG 2010 (OPPIKOFER, UPUBL.)



FIGUR 16. LASERMÅLINGAR VED REFLEKTORPLATE 1 NEDE PÅ DET NEDSEINKA PLATAËT.

Kjerneboringar og logging

Det er tatt opp kjerneprøver frå det 137 m lange boreholet. Vidare er det gjort videoopptak og opptak ved bruk av televiwer.

Kjernane syner at det er markerte breksjer og knusingssoner i heile området frå overflata og ned til 114 m djup. Ved 28 til 30 m djup er fjellet karakterisert av mektige finkornige breksjer og knusingssoner. I området frå 54 til 77 m djup er fjellet karakterisert av store knusingssoner og store opne sprekkar (Figur 17 og 18). Også ved 92 m djup er det ei markert knusingssone. Dei siste store knusingssonene vart funnen på 112-114 m djup (Figur 18). Nedanfor dette nivået er frekvensen av sprekkar mindre, og frå under 120 m djup er fjellet av god kvalitet.

Televiwer opptaka syner svært godt dei nedknuste sonene, og gir eit svært godt bilete på retninga og hellinga på lagdeling i fjellet (Elvebakk, upubl.), figur 19. Dette syner at det er store endringar i lagdeling og retning. I områda bed breksjer og nedknuste soner ser ut til å vera i områda der lagdelinga har retning ned fjellsida mot nordnordøst. Ei førebels tolking basert på borekjernar, videoopptak og televiwer data indikerar at følgjande djup med retning mot nordnordøst og med store breksjer kan vera markerte glidesoner:

- 28-32 m (Figur 19, venstre))
- 40-41 m
- 64-75 m (Figur 17 og 18)
- 90-93 m
- 112-114 m (Figur 19, høyre)

Ut frå desse data er det klart at det ikkje er nødvendig med ei kileutgliding slik tidlegare geologiske modellar er skissert. Glidesonene ser ut til å følgja lagdeling i fjellformasjonen.

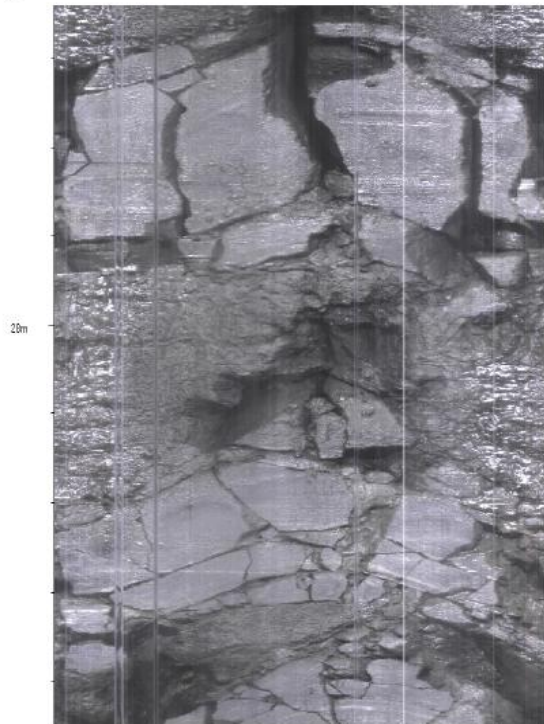


FIGUR 17: FINKORNIG BREKSJE VED 64 M DJUP.



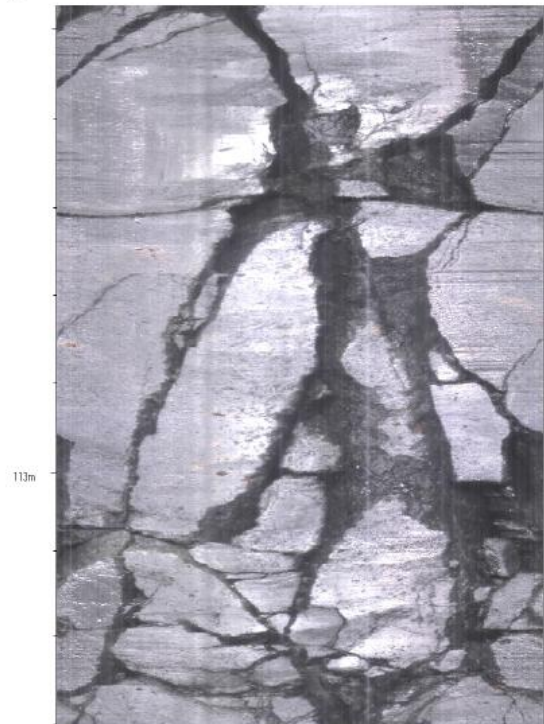
FIGUR 18: NEDKNUSTE SONER VED 73-74 M DJUP.

Lag presentasjon.Fik



fil:///C:/Users/aknes/Documents/Masson/Televviewer/DeepView.htm (30 of 37) 10.10.2010 22:45:12

Lag presentasjon.Fik

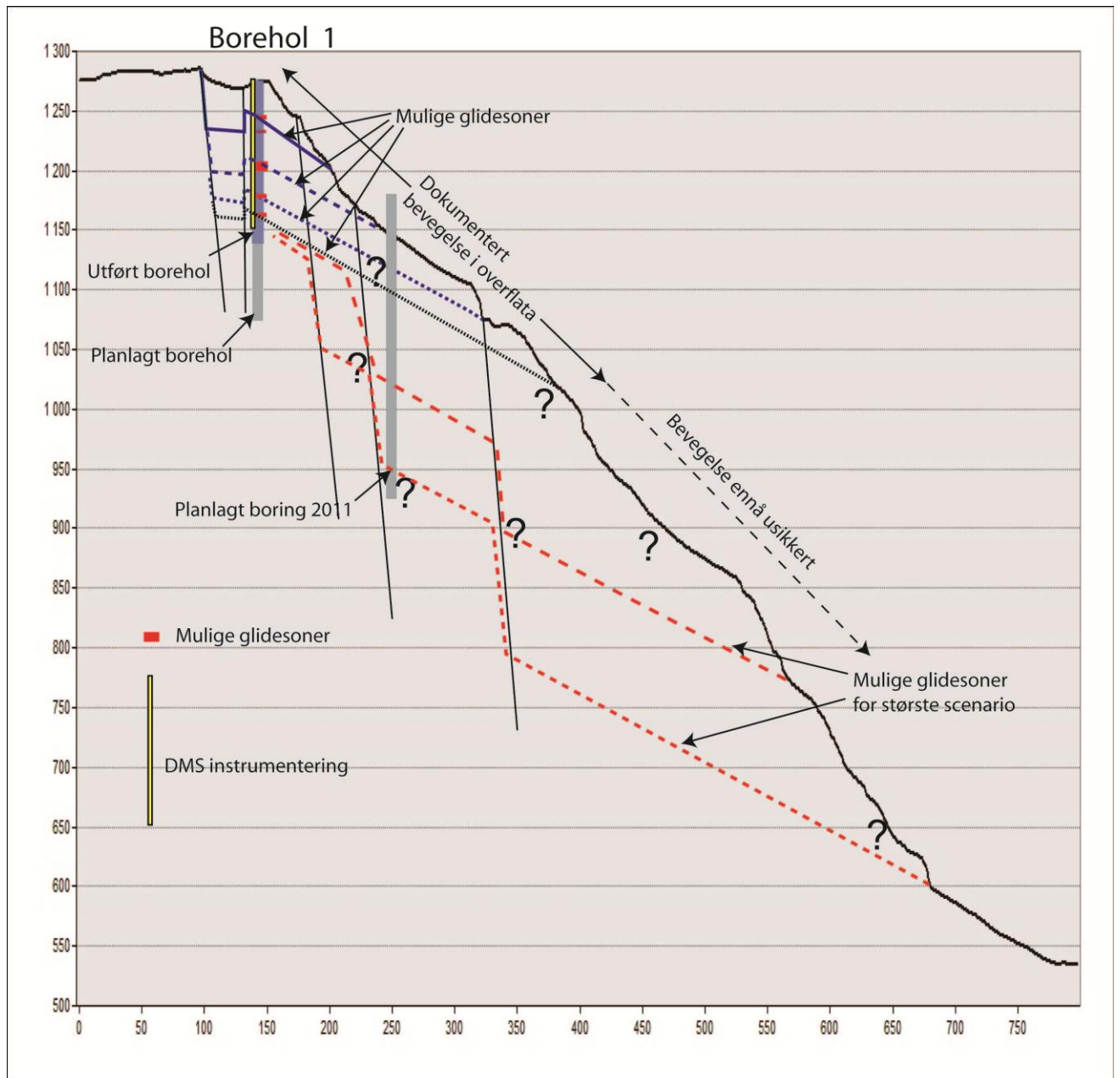


fil:///C:/Users/aknes/Documents/Masson/Televviewer/DeepView.htm (30 of 37) 10.10.2010 20:46:24

FIGUR 19. TELEVIEWER DATA FRÅ 27,6 TIL 28,5 M DJUP (VENSTRE) SOM VISER FINKORNIGE NEDKNUSINGSSONER OG DEN DJUPESTE KNUSINGSSONA VED 113 M DJUP (HØYRE).

Figur 20 viser eit profil over fjellsida med lokalisering av boringar og dei hovedfunna som vart gjort. Som det går fram av skissa er det mange usikre forhold knytt til glidesonenes lokalisering, spesielt i nedre delar av området.

Dei nye data kan tyda på at det er fleire utglidingsblokker, men boring lenger nede er nødvendig for verifisering av geologisk modell.



FIGUR 20. PROFIL AV FJELLSIDA MED INNTEGNING AV BORING OG DEI VIKTIGASTE FUNNNA (SJÅ FIGUR 8 FOR LOKALISERING AV PROFIL). DMS INSTRUMENTERING ER VIST OG OMTRENTLEG LOKALISERING AV BORING I 2011 ER SKISSERT. DET ER OGSÅ LAGT INN LOKALISERING AV MULIGE GLIDESONER.

Nye tiltak i 2011

Det vil for 2011 gjenstå ei djup boring med instrumentering for å fullføra dei permanente tiltaka for overvaking av Mannen. Det bør også gjerast noko geofysiske målingar (2D resistivitet) for å sjå om ein kan følgja det ustabile området frå toppen og nedover fjellsida.

Det er i utviklinga av overvakingssystemet lagt vekt på å få tilstrekkeleg instrumentering i nedre delar av fjellsida. Dette er svært utfordrande, krevjande og til dels risikofylt. Nokre av GPS antennene er plassert så langt ned som mogleg, men det er framleis ei stor del av fjellsida som berre har overvaking ved bruk av bakkeradar. Det bør vurderast om det er naudsynt med ekstra overvaking i nedre delar, og spesielt i vestleg del. Det kan vera aktuelt med bruk av totalstasjon plassert i Romsdalen.

Eit borehol lenger nede i fjellsida (Figur 1, 8 og 20) vil kunne avdekka i meir detalj korleis det ustabile området utviklar seg nedover i fjellsida. Instrumentering av dette boreholet er viktig for den operative overvakinga og vil kunne gje kritisk informasjon om rørsler i kritiske situasjonar. Plattform er allereie tilrettelagt for boring, men det er naudsynt med ekstra fokus på risiko og sikkerheit ved denne aktiviteten.

Konklusjon

Rapporten gir kort greie for tiltaka som er utført i 2010, og gir forslag til vidare utvikling mot ei permanent utbygging. I stor grad er tiltaka som er foreslått gitt på bakgrunn av dei spesifikke krava til overvakingssystem i dei nye tekniske byggforskriftene TEK) som nyleg er vedtatt og geofaglege vurderingar.

Det er i 2010 blitt etablert eit nytt operativt GPS nettverk med 2 antenner i stabilt område og 6 antenner i den ustabile fjellsida. Det er gjort ei djup kjerneboring i øvre del av det ustabile området. Det var store utfordringar knytt til dette arbeidet, blant anna på grunn av store knusingssoner og store opne parti i fjellformasjonen. Boringa vart avslutta ved 137 m djup, etter ei fagleg vurdering om at ein nå var nede i stabilt fjell. Etter ferdig logging og bildeopptak av boreholet vart det satt ned eit samanhengande plastrør (casing) som utgangspunkt for instrumentering. Ei 120 m instrumentering (DMS kolonne) er nå etablert i boreholet. Det målast nå kontinuerleg frå sensorar plassert i 120 einingar nede i boreholet.

Fullføring av dei permanente tiltaka av tiltaka i 2011 inkluderar ei djup boring lenger nede i fjellsida. Dette er viktig for tilgang på kontinuerlige data lenger nede i fjellsida, for å tolka bevegelsar i djupet, og for å avgrensa det ustabile fjellet og volumet.

Referansar

Dahle, H., Anda, E., Saintot, A. og Sætre, S. 2008: Faren for fjellskred frå fjellet Mannen i Romsdalen. Norges geologiske undersøkelse, Rapport 2008.087.

Dahle, H., Saintot, S., Blikra, L.H. & Anda, E. 2010: Mannen i Romsdalen – geofaglig oppfølging 2009. Geological Survey of Norway, Report 2010.022. (In Norwegian)

Elvebakk, 2010: Televier data, upublisert. Vil ligge føre i NGU rapport.

NVE 2009: Fjellskredfare ved Mannen i Romsdalen. Norges vassdrags- og energidirektorat, Dokument nr 10-2009. 38s.

Åknes, 2009: Overvakingstiltak ved Mannen i Romsdalen: Status, nye tiltak og permanent drift. Åknes rapport 04 2009.

Åknes, 2010: Mannen in Romsdalen: Monitoring and data analyses. Åknes Report 03 2010, Draft.