



Prosjekt

Prosjekt: FoU Snøskred 2012
Dokumenttittel: Årsrapport
Dokumentnr.: 20120031-01-R
Dato: 1. februar 2013
Rev. nr./rev. dato: 0

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Sluppen
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: NVE
Kontaktperson: Brigt Samdal
Kontraktreferanse: NVE 200905737 – 12 skf/oaj

For NGI

Prosjektleder: Frode Sandersen
Utarbeidet av: Frode Sandersen, Christian Jaedicke,
Ulrik Domaas, Peter Gauer og Kalle
Kronholm
Kontrollert av: Christian Jaedicke

Sammendrag

Rapporten beskriver aktivitetene som er gjennomført i 2012 innenfor FoU prosjektet "Snøskred" finansiert gjennom NVE. Prosjektet er delt inn i 4 hovedområder:

- Modellering
- Varsling
- Sikringstiltak, herunder fullskalaforsøket i Ryggfonn
- Informasjon

Rapporten beskriver aktivitetene innenfor hvert av disse områdene med oversikt over leveranser som er produsert.

Aktivitetene følger i hovedsak det planlagte programmet beskrevet i vår søknad, men mindre justeringer er foretatt grunnet bl.a. vær- og skredmessige forhold og at nøkkelpersoner har sluttet ved NGI.



Dokumentnr.: 20120031-01-R
Dato: 2013-02-01
Rev. nr.: 0
Side: 4

Innhold

1	Innledning	5
2	Forskningsområder	5
2.1	Modellering	5
2.2	Varsling	8
2.3	Sikringstiltak	12
2.4	Informasjon	14

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Rapporten beskriver aktiviteter som er gjennomført i FoU prosjektet Snøskred i 2012. Prosjektet er finansiert gjennom NVE med en bevilgning i 2012 på kr. 3,015 mill. Kontaktperson i NVE har vært Brigit Samdal som leder forskningsenheten lokalisert i Førde.

Forskningsprosjektet er delt inn i fire hovedområder:

- Modellering
- Varsling
- Sikringstiltak, herunder fullskalaforsøket i Ryggfonn
- Informasjon

Rapporten beskriver aktivitetene innenfor hvert av disse områdene med en oversikt over leveranser som er produsert:

- Artikler
- Rapporter
- Forelesninger

2 Forskningsområder

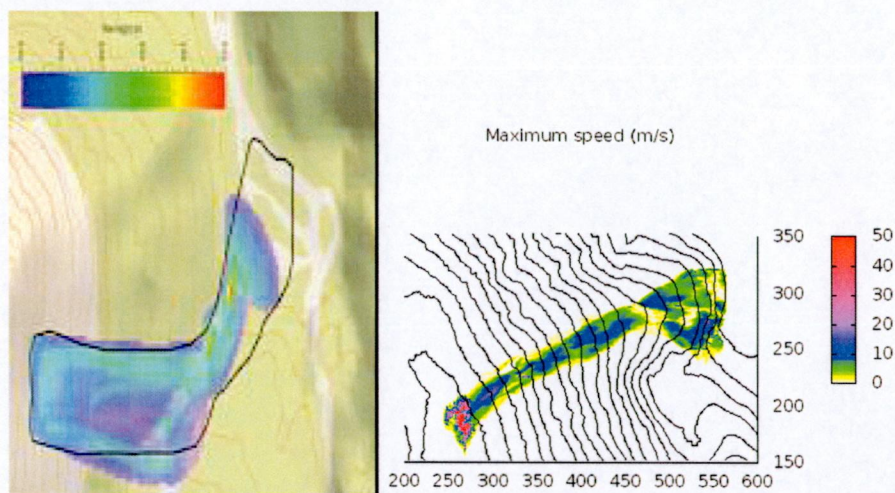
2.1 Modellering

2.1.1 Task 1: Model development

The aim of this task was to provide improved tools for avalanches hazard-mapping (with a focus on different flow regimes).

Two main subtask were performed during 2012.

1. Tests of the existing avalanche models RAMMS and SAMOSAT by back-calculation of observed avalanche events. Figure 1 a shows an example of backcalculation with Ramms for the avalanche event in Vassdalen 1986. These backcalculations show that the choice of the model parameter is crucial and that the standard parameter are not sufficient to capture the motion.
2. In the second subtask work was continued on a new model implementation which should allow the use of different rheological models in future. Figure 1 b) shows a snapshot of a run with this model using a Voellmy rheology. Work on the model should continue in future.



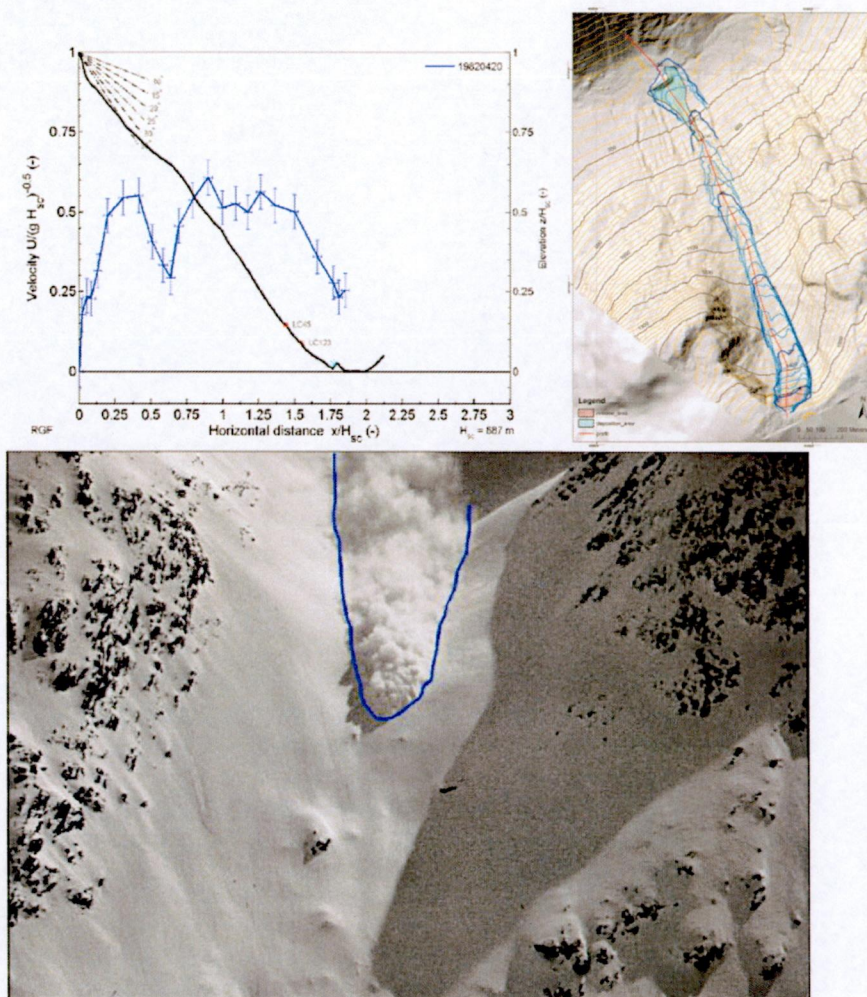
Figur 1. Backcalculation of the Vassdalen avalanche 1986 with RAMMS (left) and simulation of an avalanche event at the Ryggfonn test site with newly model implementation (right).

2.1.2 Task 2: Ryggfonn analyses

Providing experimental data from full scale avalanche experiments to:

- improve the understanding of the behavior of the avalanches with a focus on different flow regimes
- providing of sufficient data for model calibration
- gain in-depth understanding of the interaction of snow avalanches with catching dam. -> project mitigation

Reanalysis of data from former avalanche experiments at the avalanche test-site Ryggfonn where done. In addition a comparison with measurements of front velocities from other locations where performed to obtain better constraints for model calibrations in future. Figure 2 shows an example of analyzed front velocities.



Figur 2. Analyses of the avalanche velocity in Ryggfonn

2.1.3 Publications

- 20110112-00-1-TN Issler, 2012, Dynamical Consistency Constraints on Entrainment and Deposition in Depth-Averaged Models of Snow Avalanches and Other Gravity Mass Flows
- Issler, D.; Harbitz, C. B.; Domaas, U.; Kronholm, K. & Christen, M. Back-calculations of observed avalanches against natural deflecting dams *Proceedings of International Snow Science Workshop 2012, September 16-21, 2012 at the Dena'ina Center in Anchorage, Alaska, 2012*
- Gauer, P. On avalanche (front) velocity measurements at the Ryggfonn avalanche test site and comparison with observations from other locations *Proceedings of the International Snow Science Workshop, 2012, September 16-21, 2012 at the Dena'ina Center in Anchorage, Alaska., 2012*
- Jörg, P.; Granig, M.; Bühler, Y.; Gauer, P. & Schreiber, H. Comparison of measured and simulated snow avalanche velocities *Wildbach und Lawinenverbau, 2012, 169, (submitted)*

Fischer, J.-T.; Fromm, R.; Gauer, P. & Sovilla, B.
Objective comparison of two to three dimensional avalanche model output
and field data using the AIMEC approach *Proceedings of International
Snow Science Workshop 2012, September 16-21, 2012 at the Denali
Center in Anchorage, Alaska, 2012*

2.2 *Varsling*

2.2.1 *Task 1: SNAPS*

Avalanche forecasting: Data on weather and avalanches are being collected for the avalanche target roads in Iceland, Norway and Sweden. Statistical analyses have started for the Icelandic part and a program written for that purpose. SM4 sensors have been installed in Iceland and Norway, and will be installed in Sweden this fall. The design of an operational avalanche forecast will start in the fall.

Testing of a novel snow temperature sensor: Several of the Icelandic sensors have now been placed in the Norwegian mountains near the starting zones of avalanches that affect the target roads. The sensors can be used not only to monitor the snow height, but they also show the temperature profile of the snow cover. Since these are data transmitted in near real time, this is an extremely valuable data source for avalanche forecasting as they give information on both snow accumulation and the conditions for snow pack metamorphism.



Figur 3. Road clearing after a recent avalanche on Hrafnseyrarheiði3 road 60 on Iceland

Snow mapping: Three different types of snow maps based on satellite data have been created for the target areas in all countries. The aim is to start showing them in

near real time on the SNAPS website soon. Products based on snow maps and numerical weather prediction models are under development.

Snow models: Already developed snow models have been linked to weather prediction models that are run in the Northern Periphery.

Test runs are being made for last winter. Snow drift forecasting: Instruments for verifying snowdrift have been tested and a simple snow drift model has been developed. The use of snow models will be explored. More information can be found at <http://www.snaps-project.eu/>

<http://www.snaps-project.eu/>

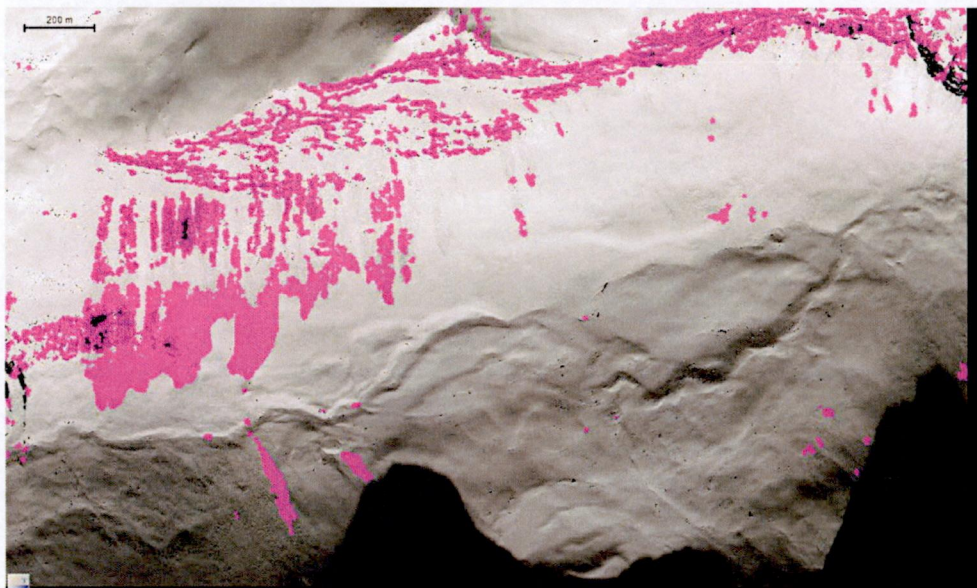
2.2.2 Task 2: Remote sensing

The extent and intensity of avalanche activity is a good measure to evaluate avalanche warnings issued prior to a storm. Normally, only single avalanches that interfere with human activities are mapped. Remote sensing gives the possibility to identify avalanches in a larger area and thereby give an overview over the number and size of the events.

In the the project “avalRS” (NGI, together with the Norwegian Computing Centre and Statens Veivesen, carried out for the European Space Agency 2008-2011) algorithms were developed to identify avalanches from satellite imagery. The two algorithms were developed for (i) QuickBird satellite imagery, and (ii) Leica ADS-40 airborne imagery (cf. Lato and Frauenfelder, 2012).



Figur 4. Identification of snow avalanches in a WorldView-1 image using an algorithm developed for Leica ADS-40 imagery.



Figur 5. Identification of snow avalanches in a WorldView-1 image using an algorithm developed for QuickBird imagery.

The results of the automated avalanche identification processing algorithm on a WorldView-1 image of the area of Loen (municipality of Stryn, Sogn og Fjordane, Norway) from April 12, 2010 are illustrated in Figure 3 and 4. Figure 3 illustrates the processing using the algorithm designed for Leica ADS-40 data, while Figure 4 illustrates the results from the use of the algorithm designed for QuickBird data.

The raw TIFF image is over 250 MB and representing a spatial area of approximately 26 sqkm. To reduce the computational requirements, (i) the image was clipped in ArcGIS to focus on the mountainous snow-covered region, and (ii) the automated identification algorithms were employed using a 4x4 segmentation filter to reduce the overall number of pixels under analysis.

The two algorithms produce distinctly different results. The Leica algorithm (Fig. 1) identifies most of the non-dirt avalanche paths but identifies numerous non-avalanche snow as avalanche snow (false-positives). Conversely the algorithm developed for QuickBird data (Fig. 4) captured many of the “dirty” parts of the avalanche while clearly missing numerous avalanches lacking considerable dirt contents (false-negatives).

2.2.3 Task 3: Slushflows

In close cooperation with Erik Hestnes, retired NGI avalanche expert, a bibliography on slushflows was established. This list of references includes most of the relevant publications from the last 60 years. A popular review on slushflows was written to give the reader an overview over the present knowledge on all aspects of slushflows (Figur 6). The bibliography is attach to the document for further reference.



Figur 6. Slushflows can run several kilometres and spread over large areas. Snøhetta 19.05.2010 (Photo NRK).

Slushflows are a type of gravitational flow that behaves in many ways different than dry or wet snow avalanches. High water content leads to a long run outs and lateral spreading. The phenomena is documented in a number of publications the last 40 years. A review on the subject was produced to give a general introduction to the subject.

2.2.4 Task 4: Stability tests Hemsedal

The task was not completed due to the loss of our expert in Ål.

2.2.5 Publications

Frauenfelder, R., Solberg, R., Salberg, A.-B., Larsen, S.Ø., Bjordal, H. 2011. avalRS – Remote sensing derived avalanche inventory data for decision support and hindcast after avalanche events. Service Evaluation and Evolution Document – Deliverable 5 (D5): 28 pp. (<http://dup.esrin.esa.it/prjs/Results/20120207131328.pdf>)

Lato, M.J., Frauenfelder, R. 2012. Using eCognition Definiens for automated detection of snow avalanches from optical imagery. NGI Technical note: 11 pp.

Lato, M.J., Frauenfelder, R., Bühler, Y. 2012. Automated detection of snow avalanche deposits: segmentation and classification of optical remote sensing imagery. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 12, 1–14. doi:10.5194/nhess-12-1-2012.

Lato, M.J., Frauenfelder, R., Bühler, Y. 2012. Automated avalanche deposit mapping from VHR optical imagery. Proceedings, 2012 International Snow Science Workshop, September 16-21, Anchorage, Alaska: 392-394.

Grimsdottir, H., Jonsson, M. H., Kristensen, K., & Breien, H. (2012). SNAPS - Snow, Ice and Avalanche Applications. In J. Johnson & H. Conway (Eds.), *Proceedings of the international snow science workshop 2012, Anchorage, Alaska*.

Jaedicke, C., Hestnes, E., & Høydal, Ø. A. (2012). *A review on slushflows* (p. 56). Oslo, Norway.

2.3 *Sikringstiltak*

Kort oppsummering

Arbeidet har bestått i vedlikehold av instrumenteringen i Ryggfonn som danner et viktig grunnlag for å bedre forståelse av skred mot fangvoller. Skader i fra stormen Dagmar krevde noe innsats men reparasjoner gikk på forsikring. I Gudvangen har fokus vært på løsninger om instrumentering av overvåking samt tilleggs løsninger for økt sikringseffekt ved andre typer tiltak. Flere artikler har vært presentert på ISSW-konferansen i Anchorage i 2012.

To skredsituasjoner ble studert med helikopter og gps for å observere oppførselen til naturlige snøskred når de treffer naturlige hindringer.

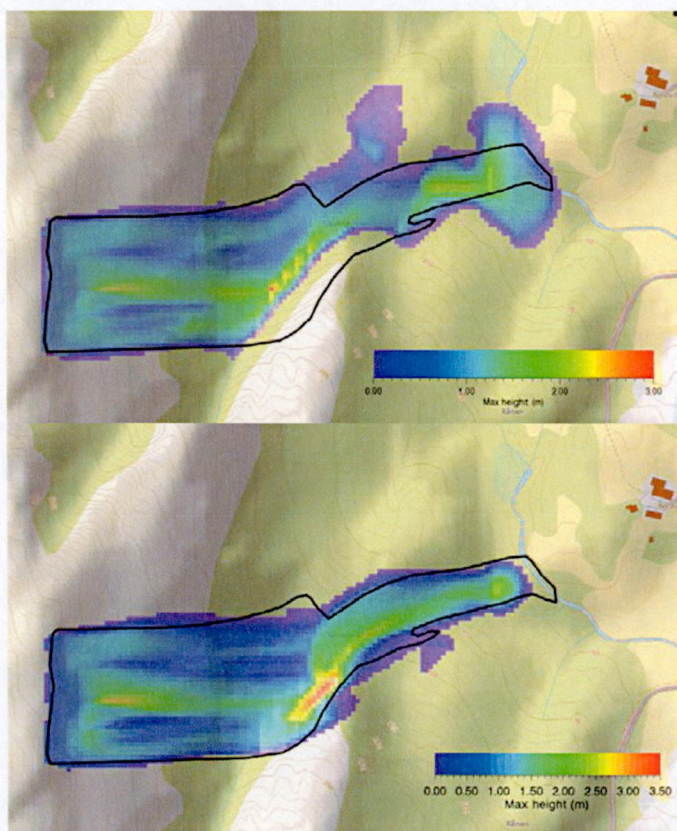
NGI har startet arbeidet med å bygge opp en database over alle sikringstiltak mot snøskred i Norge med økonomisk støtte fra NVE, SVV og JBV. Formålet med denne basen er å få en bedre oversikt over beliggenheten av sikringstiltak, men også erfaring på hvordan de har virket. Særlig viktig er det å lære av de tilfellene der tiltakene ikke har virket som forutsatt.

2.3.1 *Task 1: Maintenance of Ryggfonn test site*

Under this task necessary repairs and updating of the data acquisition system at the Ryggfonn avalanche test site was carried out to be ready for the winter Season 2012/13.

2.3.2 *Effect of deflecting measures*

Mapping of avalanche activity where terrain features were deflecting the runout was done to analyze to which degree different models capture these effects (Figure 6).



Figur 7. Gaukheidalen avalanche: Map showing observed extent of avalanche (black line) and two simulations with different friction parameters in colours. The ridge in the lower part of the track deflected the avalanche, and this behaviour was captured quite well by the model.

2.3.3 Effekt av ledevoller i Gudvangen

De to ledevollene som er bygd i Gudvangen for å sikre bebyggelsen mot snøskred blir fulgt opp for å kartlegge sikringseffekten i forhold til type og størrelse på skred, og også hvordan sikringseffekten endres ettersom gjentatte skred fyller opp rommet bak vollen slik at den effektive vollhøyden og oppfangingskapasiteten blir redusert (figur 8).

Vinteren 2011/2012 ble det i alt registrert 8 skredhendelser.

Det vurderes å sette opp et overvåkingskamera og etablere en værstasjon med vindmåler på fjellet for kontinuerlig vurdering av skredfaren mot ferjeleiet som ligger i nedre ende av vollen i Nautagrovi.



Figur 8. Ledevollen i Nautagrovi i Gudvangen har god lede-effekt tidlig på vinteren (venstre bilde) før rommet bak vollen blir fylt igjen av skredmasser senere på vinteren (høyre bilde).

Ettersom mer erfaring er samlet planlegges det å skrive en artikkel som beskriver forhold som påvirker sikringsseffekten.

2.3.4 Mitigation failures

Mitigation measures against natural catastrophes, such as rapid gravity mass flows and rock falls, have been built in Norway for centuries. Over the last few decades the number of new constructions has been increasing due to stricter safety requirements and increased population in exposed areas.

The Norwegian Geotechnical Institute (NGI) initiated a project in early 2011 to investigate the condition of mitigation measures, and to suggest improved methods for maintaining them.

Our study revealed that most mitigation measures were left without any plans for control or maintenance. Additional field work also revealed that many of the structures required repairs. An increasing number of mitigation measures are being built every year, and there is an urgent need to establish plans for controlling and maintaining these measures in the near future.

2.4 Informasjon

Formål 2012:

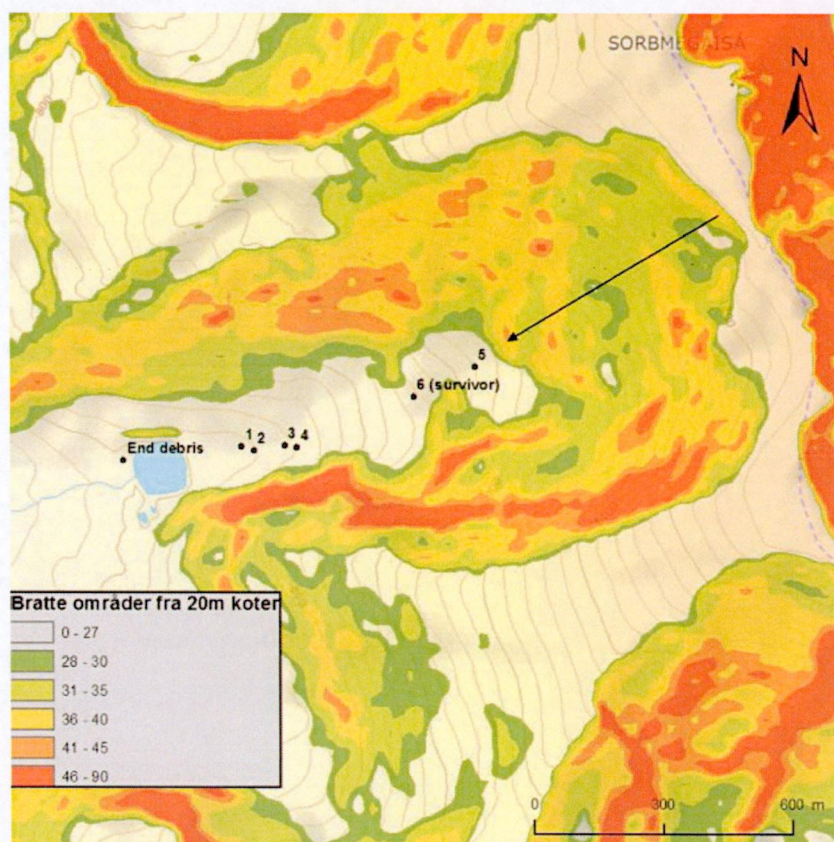
- Drive snoskred.no
 - o Mange artikler på snoskred.no i løpet av året, og stort besøkstall
- Undersøke og beskrive dødsulykker
 - o Årets to dødsulykker på Middagstind og Sorbmegaisa er rapportert
- Forbedre karttjenesten på snoskred.no
 - o Det er innført ny fargeskala på helningsvinkelkartet for bedre å vise der det er trygt å ferdes

Snoskred.no:

Det ble samlet lagt ut i nesten 20 artikler på snoskred.no. Artikkene inneholdt blant annet skredvarslere for vinterferie og påskeferie, samt faglige artikler. Karttjenesten på snoskred.no ble oppgradert, blant annet ved at helningskartet nå viser steder i terrenget der det kan være trygt å ferdes. Det var mange henvendelser om å få tilsendt målerne som viser bratthet på kart.

Dødsulykker:

I løpet av vintersesongen 2011/2012 var det to dødsulykker, med totalt 7 omkomne. I tillegg var det en rekke ulykker uten dødsfall. Første dødsulykke var 2012-03-12 ved Middagstind i Troms. To menn i en gruppe på fire lokale omkommer etter å ha ligget lenge under snøen. Det er skrevet en rapport fra ulykken, men den er ikke publisert. Dette blant annet på grunn av uvanlig store personlige tragedier i forbindelse med ulykken. Den andre ulykken involverte en gruppe utlendinger ledet av to fjellførere (Figur 9). Fem personer omkom, inklusive den ene guiden (figur nedenfor). Området ble befart etter ulykken og det er rapportert. På grunn av stor interesse fra utlandet ble rapporten oversatt til engelsk.



Figur 9. Kart over skredområdet ved Sorbmegaisa

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Årsrapport FoU snøskred 2012			Dokumentnr./Document No. 20120031-01-R		
Dokumenttype/Type of document Rapport/Report		Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited		Dato/Date 1. februar 2013	
				Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 0	
Oppdragsgiver/Client NVE					
Emneord/Keywords Snøskred					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality			Felt navn/Field name		
Sted/Location			Sted/Location		
Kartblad/Map			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	FS <i>fs</i>	CJ <i>CJ</i>		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 1. februar 2013		Sign. Prosjektleder/Project Manager Frode Sandersen <i>Frode Sandersen</i>	