



# Radarmålinger av snøskred ved fv. 293 Holmbuktura

Resultater fra testmålinger i 2017 og 2018

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 594



### Tittel

Radarmålinger av snøskred ved fv. 293  
Holmbuktura

### Undertittel

Resultater fra testmålinger i 2017 og 2018

### Forfatter

Lorenz Meier, Geopraevent AG

### Avdeling

Ressursavdelinga

### Seksjon

Geo og lab

### Prosjektnummer

504465

### Rapportnummer

Nr. 594

### Prosjektleder

Andreas Persson

### Godkjent av

Tore Humstad

### Emneord

snøskred, snøskredradar, skredsikring,  
skredfag

### Sammendrag

Statens vegvesen Region nord gjennomførte testmålinger i perioden fra 17. februar 2017 til 1. juni 2018. Formålet med testen var å verifisere om radarteknologien kunne være en pålitelig metode også når avstandene blir lange og flatene store. Testen gikk ut på å detektere snøskred i sanntid og gjennomføre dataprosessering som var tilstrekkelig rask, stabil og pålitelig.

Det ble i testperioden gjort 88 deteksjoner. Av disse gikk 3 skred over vegen. Av alle deteksjonene antas 85 å være reelle skred, mens 3 antas å være falske alarmer. 16 % av deteksjonene ble gjort i god sikt, mens 33 % ble gjort under nedsatt sikt som følge av værforhold. 51 % av deteksjonene ble gjort i mørke. Gjennomsnittlig varighet på radarsignalene fra skredene som ble detektert, var på 79 sekunder. Radaren brukte 3-5 sekunder på å detektere skredene før signal ble sendt til mottaker, i dette tilfellet på SMS.

### Title

Avalanche Radar Detections at County  
Road 293 in Holmbuktura

### Subtitle

Results from test detections in 2017 and 2018

### Author

Lorenz Meier, Geopraevent AG

### Department

Planning and Engineering Services Dep.

### Section

Geotechnical

### Project number

504465

### Report number

No. 594

### Project manager

Andreas Persson

### Approved by

Tore Humstad

### Key words

snow avalanches, radar, snow science

### Summary

The Norwegian Public Roads Administration, Northern region, conducted test measurements during the period from February 17, 2017, to June 1, 2018. The purpose of the test was to verify whether radar technology could be a reliable method also when the distances are long and the detection areas are large. The test was aimed to detect real-time snow avalanches and carry out data processing that was sufficiently fast, stable and reliable.

During the test period, 88 detections were made. Of these, three crossed the road. Of all detections, 85 are assumed to be real avalanches, whilst 3 are assumed to be false alarms. 16 % of the detections were made in good visibility, while 33 % were made in the poor visibility due to poor weather conditions. 51 % of the detections were made in dark conditions. The average duration of radar signals from the avalanches detected was 79 seconds. The radar uses 3-5 seconds to detect the avalanches before the signals were sent to the receiver, in this case by SMS.

## Forord

På fv. 293 i Holmbuktura ved Ullsfjorden i Tromsø kommune finnes en ca. 1,3 km lang skredutsatt vegstrekning. Denne strekningen skal sikres mot snøskred og steinsprang. Flere metoder har vært vurdert opp gjennom årene. En av metodene som har vært aktuelle, er å bruke radarteknologi til å etablere et varslingsanlegg. For å sikre at kjøretøy ikke blir truffet av snøskred og steinsprang, kan det settes opp et radaranlegg som stenger vegen automatisk når det går skred slik at kjøretøy kan stoppes i tide eller rekke å kjøre ut av området før skredet når vegen.

Statens vegvesen Region nord gjennomførte testmålinger i perioden fra 17. februar 2017 til 1. juni 2018. Formålet med testen var å verifisere om radarteknologien kunne være en pålitelig metode også når avstandene blir lange og flatene store. Testen gikk ut på å detektere snøskred i sanntid og gjennomføre dataprosessering som var tilstrekkelig rask, stabil og pålitelig.

Gjennom testen ville man finne ut om radarteknologi var en metode som egnet seg for sikring av den konkrete strekningen og strekninger med tilsvarende forhold. Testen har gitt positive resultater.

Testen ble gjennomført av det sveitsiske firmaet Geopraevent AG på oppdrag for Statens vegvesen Region nord.

Det ble i testperioden gjort 88 deteksjoner. Av disse gikk 3 skred over vegen. Av alle deteksjonene antas 85 å være reelle skred, mens 3 antas å være falske alarmer. 16 % av deteksjonene ble gjort i god sikt, mens 33% ble gjort under nedsatt sikt som følge av værforhold. 51 % av deteksjonene ble gjort i mørke. Gjennomsnittlig varighet på radarsignalene fra skredene som ble detektert, var på 79 sekunder. Radaren brukte 3-5 sekunder på å detektere skredene før signal ble sendt til mottaker, i dette tilfellet på SMS.

Detaljer fra denne testen er gis i denne rapporten som er utarbeidet av Geopraevent AG.

Tromsø, 5. juli 2018

Andreas Persson, Statens vegvesen Region nord (oppragsgiver)

GEOPRÆVENT AG  
Technoparkstrasse 1  
8005 Zürich  
Switzerland

Tel. +41 44 419 91 10  
Fax +41 44 419 91 18

info@geopraevent.ch

## **Project Report**

Statens vegvesen Region nord

### **Avalanche Radar Holmbuktura 2017-2018**

**Project N° 1400190**

**SVV Saksnummer 16/143669-16**

Author:

Lorenz Meier

[lorenz.meier@geopraevent.ch](mailto:lorenz.meier@geopraevent.ch)

Zürich, 5 July 2018

## 1. Introduction

Holmbuktura is an avalanche-prone road section of county road 293 in the northern Norway region of Troms. It is the only access road to an area inhabited by approx. 100 residents and 100 weekend vacationists with an average traffic of around 200 vehicles per day. The road section at risk is 1 km long and can be hit by avalanches in two sections of 250 m and 500 m in length, respectively.

Avalanches reach the road on average once per winter. An avalanche radar system can significantly reduce the risk for motorists of getting hit by an avalanche: the radar detects releasing avalanches in the upper part of the slope and immediately closes the affected road section. In addition, road availability can be increased as preventative, manual road closures due to a high avalanche danger become redundant.

Geopraevent has set up similar systems in other locations in Norway and Switzerland. The first system was installed in Zermatt<sup>1</sup> in 2015 with two radars of 2 km range. Since beginning of operation, this system has detected almost 400 avalanches. In winter 2017/18 alone, it detected 244 avalanches.

Overall, Geopraevent has detected over 2500 avalanches and 500 rock fall events with our radar systems combined.

## 2. Situation in Holmbuktura

The initial step in a radar project is the definition of avalanche release zones and subsequently evaluation of detection feasibility of avalanches in each release zone.

Two conditions apply:

1. The release zones must be visible for the radar. While the radar 'sees' at night and during bad weather, it cannot 'look' around corners or behind terrain features, buildings or dense forest.
2. Sufficient warning time: traffic lights and road barriers are set up on both sides of the dangerous road sections. The radar closes the road immediately once an avalanche is detected. Should a car pass the traffic light just before, it is essential to provide enough time to travel through and leave the dangerous section before the avalanche potentially would reach the road. The warning time is the sum of the time it takes the radar to detect an avalanche and the time it takes the avalanche to reach the road from where it was detected.

---

<sup>1</sup> <https://www.geopraevent.ch/project/avalanche-radar-zermatt/?lang=en>

## 2.1 Radar Field-of-View

The tender document for this project specified the slope areas to be monitored and also the radar position. The simulated coverage from the radar position is shown in Figure 1.

## 2.2 Avalanche Timings

Generally, avalanche warning times are estimated with the help of avalanche simulations, for example by applying the software RAMMS. Corresponding simulations were performed by Statens vegvesen.

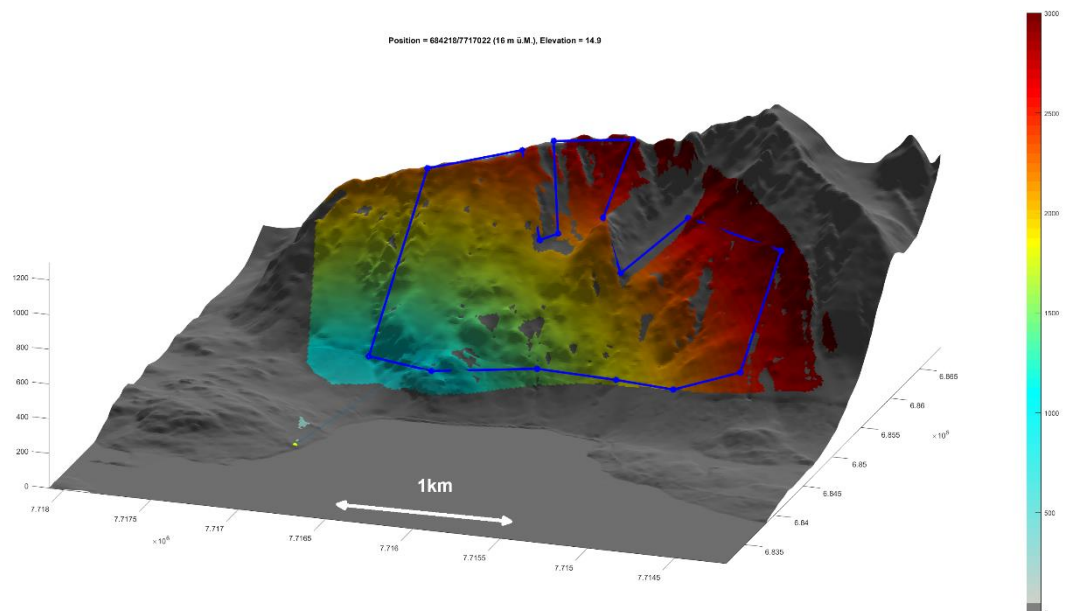


Figure 1: Simulated radar coverage from the radar position at the northern end of Holmbuktura. Colored areas are monitored by the radar. Color indicates distance (in m). The blue polygon is the required coverage area from the tender.

## 3. Radar System Installation Holmbuktura

Geopraevent was awarded the contract for this project on 6 February 2017. We installed the radar shortly afterwards on 17 February 2017. The first avalanche was detected the same night.



Statens vegvesen supplied the mast, electricity, a PTZ camera and a thermal camera. These cameras automatically take pictures and allow for live viewing at any time through the Geopraevent online data portal. The cameras take one picture every hour per default and record a series of pictures if the radar detects an avalanche. All images can be accessed for any authorized users via online data portal.

In addition, the system sends out automatic notifications to a defined list of recipients when an avalanche is detected.



*Figure 2: Radar system on the day of installation (17 February 2017).*



Figure 3: Radar system on the day of installation (17 February 2017).

## 4. Results

### 4.1 Avalanche Events

The radar sent out 88 event notifications between 17 February 2017 and 1 June 2018. Visual verification of these events was in many cases not feasible as many avalanches occurred at night or in bad visibility (see statistics in the appendix). In this case, radar raw data was inspected manually. Geopraevent has detected more than 2500 avalanches at approx. 30 sites and the signature of avalanches in raw radar data is well-known. The classification of potential events in bad visibility was done manually based on this knowledge. Avalanches that reached the road were manually checked and reported by Statens vegvesen. In addition, Statens vegvesen regularly checked the slope for fracture lines and avalanche debris.

Of the 88 detected avalanches;

- 3 reached the road: 1 in the northern part, 2 in the southern part
- 3 were probably false alarms,
- Statens vegvesen verified 13 avalanches using the camera in season 1, and 19 in season 2,
- to our and Statens vegvesen's knowledge, no relevant avalanche was missed by the radar



The two key parameters for the detection system are

- False Alarm Rate (FAR): 3.4 %
  - Probability of Detection (POD): 100 %
- There were certainly small avalanches (smaller than size 2) that the radar missed either intentionally or unintentionally. In the tender, detection of avalanches of size 2 or larger was required. Neither the radar raw data nor field observations suggest that avalanches of this size have been missed.

## 4.2 Warning Time

The dense part of three avalanches reached the road. Additionally, the powder cloud of another avalanche reached the road. Radar logs of these events were analyzed to determine the warning time between radar detection and the time the avalanche hit the road. All these avalanches happened during (more or less) good visibility. Therefore, camera images are available and the time they reached the road could be accurately determined.

The “on road” time is the time where the powder cloud reached the road. The dense part usually follows some seconds later but this time is hard to determine since the dense part is hidden behind the powder cloud. N/S indicates if the avalanche hit the road in the north/south part of Holmbuktura.

Date	First signals	Alarm sent	On road (N/S)	Warning time
5.12.2017	05:29:38	05:29:47	05:30:40 N	53 s
29.03.2018	03:25:18	03:25:27	03:26:14 S	47 s
29.03.2018*	15:17:26	15:17:36	15:18:46 N	70 s
31.03.2018	13:26:13	13:26:23	13:27:20 S	57 s

\* only powder cloud on road.

Times are UTC

## 4.3 Weather Conditions

We analyzed the weather conditions at avalanche detection. Of 85 detected avalanches,

- 14 avalanches occurred in good visibility (16%),
- 43 avalanches occurred in the dark (51%),
- 28 avalanches occurred in weather with poor visibility (33%).

Overall, 84% of the detected avalanches occurred in poor or no visibility and were only visible for the radar. It is therefore essential, that the radar has a high sensitivity even during periods of heavy snowfall, rain and wind.

#### 4.4 Radar Availability

Radar performance and uptime was permanently monitored during the two test winters. Two reasons were identified that reduced the radar’s availability: radar downtime due to technical maintenance, upgrades, system reboots etc. and reduced radar sensitivity due to very bad weather.

	Total time (hours)	Downtime hours (% of total time)	Reduced Sensitivity hours (% of total time)
Season 1	2483	21.3 (0.859%)	14.8 (0.597%)
Season 2	4367	1.7 (0.038%)	2.9 (0.067%)

#### 4.5 Avalanche Distance

The radar is able to detect avalanches as far as the highest elevation point of the slope which is at a distance of 3.5 km. Constraints in detection precision due to the large distance were not observed. Most avalanches were detected in a range of approximately 2 km.

#### 4.6 Avalanche Location

Once detected, the radar tracks the avalanche and draws the location in a local area map. Avalanche visualization is tricky and can sometimes be inaccurate. When visibility conditions allowed (good visibility or good thermal camera imaging), we verified the avalanche tracks and found them to be accurate.

In total, 11 avalanches were mapped incorrectly which accounts for 12.5%. Raw data analysis revealed that these avalanches were real though.

For location evaluation over the test period, we used the data set without false alarm and wrong visualization avalanches (74 avalanches). We allocated the mapped avalanche location to the four avalanche tracks, named with track A, B, C and D, respectively. Starting on the northern end of the bay, track A is the first, track D the last on the southern end.

Half of the avalanches occurred in track A (37 avalanches, 50%), almost a quarter in track C (17 avalanches, 23%) and the rest was divided into track B (12 avalanches, 16%) and track D (8 avalanches, 11%). Please see the appendix for an illustration and further details.

#### **4.7 Further statistics**

Please find additional statistics in the infographics in the appendix.

#### **4.8 regObs**

For this test project, the radar did not report the detected avalanches automatically to regObs. Statens vegvesen reported some events manually with IDs<sup>2</sup> as mentioned in the appendix for each event.

### **5. Summary and Suggestions for Future Improvements**

The radar system in Holmbuktura worked very well. It detected all known avalanches and had a low false alarm rate. Radar availability was high, especially in season 2 after initial calibration and hardware upgrades were completed.

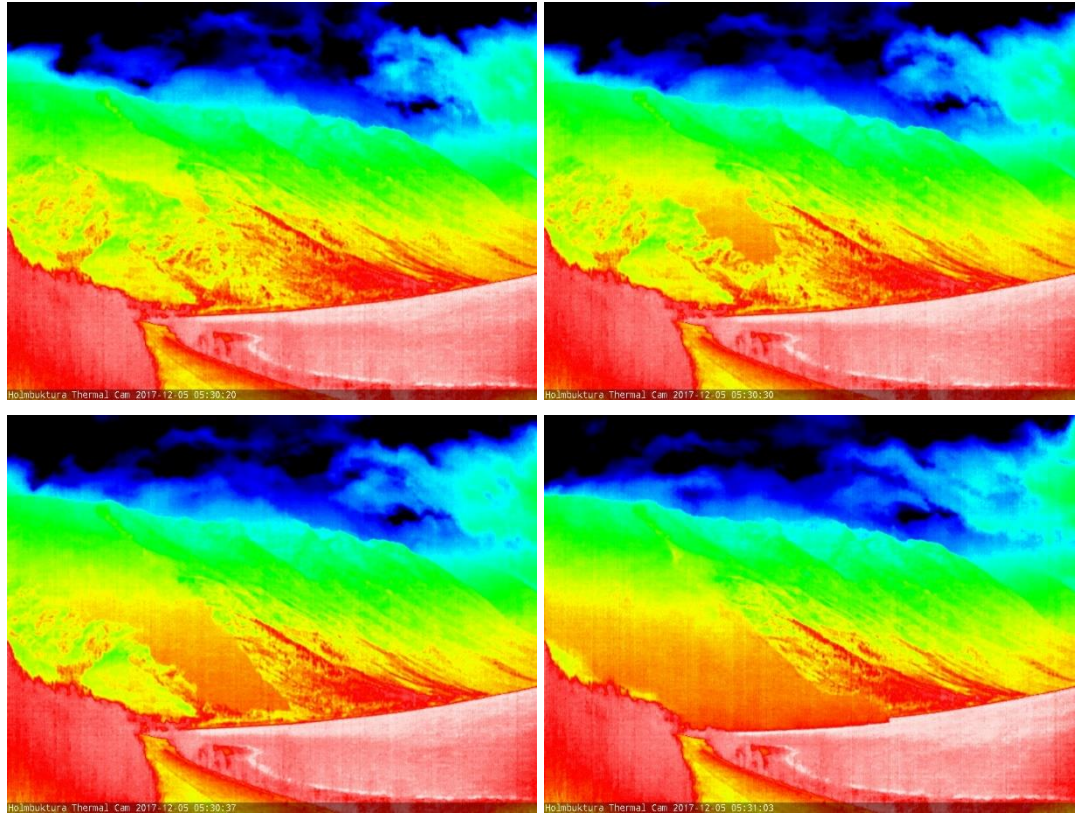
There is some room for improvement in the online visualization of the results, especially during heavy snow storms and if several avalanches are detected at the same time. Avalanche size and average front speed estimation will be improved as well.

Furthermore, automatic upload of avalanche data to regObs should be added.

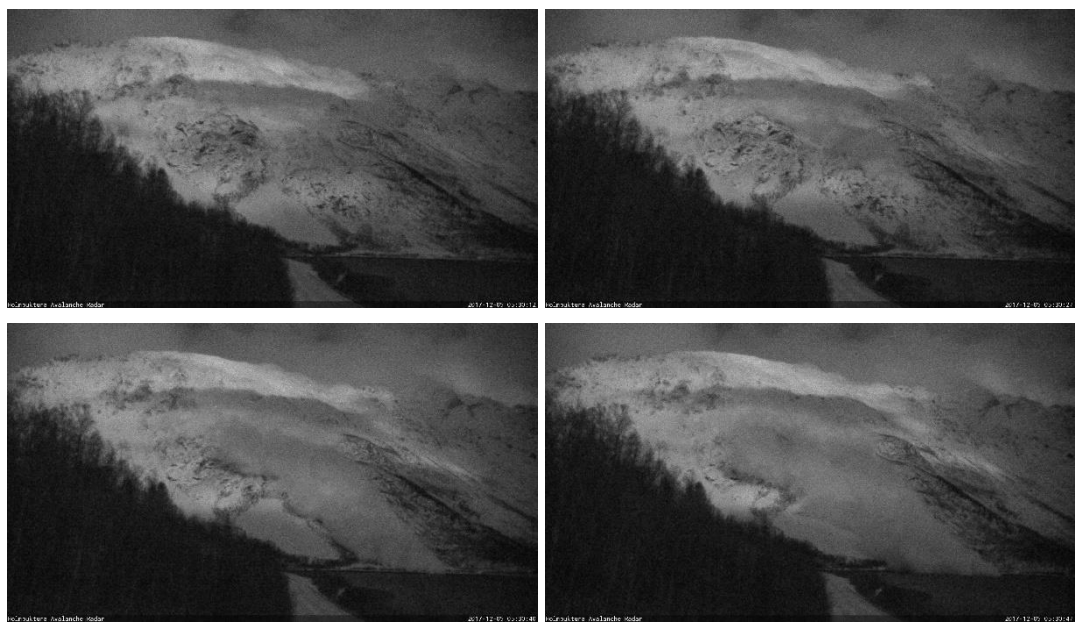
---

<sup>2</sup> The regObs ID number corresponds to the six last numbers of the URL for each registration, for example "166710" is found at <http://www.regobs.no/Registration/166710>

**Appendix 1: Avalanche Photos**



*Figure 4: Thermal camera images of the avalanche on 5 December 2017 at 06:29 AM Local Time.*



*Figure 5: PTZ camera images of the avalanche on 5 December 2017 at 06:29 Local AM Time.*

## Appendix 2 : Event List

Start Time (UTC)	End Time (UTC)	Size	Avg. Front Speed (km/h)	Duration (s)	Comments GP	regObs ID	regObs Link	Validation SVV	Comment SVV
17.02.2017 18:49:21	17.02.2017 18:49:46	1.8	56	25					Tildekt linse.
17.02.2017 19:03:32	17.02.2017 19:04:30	2.2	59	58					Tildekt linse.
24.02.2017 08:38:36	24.02.2017 08:39:39	2.3	39	63		116378	<a href="#">Vis i regobs</a>	Kun skredkart på systemsiden	
24.02.2017 09:51:36	24.02.2017 09:52:04	2.0	53	28		116378	<a href="#">Vis i regobs</a>	Kun skredkart på systemsiden	
24.02.2017 11:23:22	24.02.2017 11:24:15	1.9	54	53		116378/ 166768	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	<a href="#">Vis i regobs</a>
11.03.2017 17:29:19	11.03.2017 17:30:18	2.2	26	59	Visualization wrong				Feil på kamera og infrarødt ute av drift.
16.03.2017 00:32:02	16.03.2017 00:32:33	1.0	30	31					Begge kamera ute av drift.
18.03.2017 05:53:06	18.03.2017 05:53:37	1.7	80	31					Tåke
25.03.2017 19:25:03	25.03.2017 19:25:08	1.4	0	5	Possibly false alarm (from manual radar data inspection)				Possibly false alarm (from manual radar data inspection)
26.03.2017 15:08:55	26.03.2017 15:09:30	1.7	36	21					Lite skred og tåke i høyden.
31.03.2017 20:04:11	31.03.2017 20:04:42	1.3	19	31					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt.
31.03.2017 20:52:21	31.03.2017 20:53:28	2.4	37	67	Visualization wrong				Vizualization wrong
03.04.2017 19:17:59	03.04.2017 19:19:14	0.0	0	75	False Alarm				False alarm
04.04.2017 06:36:50	04.04.2017 06:40:01	1.5	31	191					Feil vinkel på kamera (og våt linse)
04.04.2017 08:36:49	04.04.2017 08:37:16	1.1	38	27		122646/ 166767	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	<a href="#">Vis i regobs</a>
04.04.2017 11:24:16	04.04.2017 11:25:54	0.0	0	98	Visualization wrong				Vizualization wrong
18.04.2017 06:11:02	18.04.2017 06:12:15	1.2	44	73	Visualization wrong				Vizualization wrong
21.04.2017 16:02:35	21.04.2017 16:03:23	0.0	59	48		166764	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
01.05.2017 14:16:27	01.05.2017 14:19:30	0.0	0	183	Visualization wrong	126357	<a href="#">Vis i regobs</a>	Ettertid (bilder av avsetninger og ev. bruddkant)	
01.05.2017 17:11:07	01.05.2017 17:16:25	0.0	0	318	Visualization wrong	126357	<a href="#">Vis i regobs</a>	Ettertid (bilder av avsetninger og ev. bruddkant)	
01.05.2017 17:44:28	01.05.2017 17:46:18	0.0	0	110	Visualization wrong	126357	<a href="#">Vis i regobs</a>	Ettertid (bilder av avsetninger og ev. bruddkant)	
01.05.2017 17:53:40	01.05.2017 17:53:40	1.6	56	0		126357	<a href="#">Vis i regobs</a>	Ettertid (bilder av avsetninger og ev. bruddkant)	
01.05.2017 19:32:07	01.05.2017 19:32:07	0.9	57	0		126357	<a href="#">Vis i regobs</a>	Ettertid (bilder av avsetninger og ev. bruddkant)	
02.05.2017	02.05.2017	1.0	51	44		126357	<a href="#">Vis i</a>	Ettertid (bilder av	



Start Time (UTC)	End Time (UTC)	Size	Avg. Front Speed (km/h)	Duration (s)	Comments GP	regObs ID	regObs Link	Validation SVV	Comment SVV
03:48:32	03:49:16						<a href="#">regobs</a>	avsetninger og ev. bruddkant)	
02.05.2017 08:28:59	02.05.2017 08:30:36	1.8	58	97		126357	<a href="#">Vis i regobs</a>	Ettetid (bilder av avsetninger og ev. bruddkant)	
02.05.2017 08:36:27	02.05.2017 08:36:31	1.4	37	4		126357	<a href="#">Vis i regobs</a>	Ettetid (bilder av avsetninger og ev. bruddkant)	
04.05.2017 20:52:37	04.05.2017 20:55:13	3.1	36	36					Flatt lys og våt linse, ikke infrarødt bilde.
22.05.2017 09:53:25	22.05.2017 09:55:32	2.2	46	127		166795	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
31.05.2017 13:33:39	31.05.2017 13:35:03	2.8	32	84					God sikt, men klarer ikke se skredet.
05.06.2017 23:15:07	05.06.2017 23:17:06	3.1	40	119					God sikt, men klarer ikke se skredet.
01.12.2017 13:43:54	01.12.2017 13:45:28	2.9	44	94					Ikke bilde, og ikke mulig å se på infrarødt.
04.12.2017 06:41:02	04.12.2017 06:42:22	3.0	61	80					Mørkt. God sikt på infrarødt, men utenfor bilde.
04.12.2017 22:45:57	04.12.2017 22:47:06	2.8	40	69					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
04.12.2017 23:30:32	04.12.2017 23:32:08	3.5	75	96					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
05.12.2017 00:23:12	05.12.2017 00:24:17	2.3	26	65					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
05.12.2017 02:12:14	05.12.2017 02:13:02	2.7	62	48					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
05.12.2017 03:50:49	05.12.2017 03:51:51	3.1	81	62					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
05.12.2017 05:29:33	05.12.2017 05:34:39	3.9	59	306	Reached Road in northern part	133990	<a href="#">Vis i regobs</a>	Ettetid (bilder av avsetninger og ev. bruddkant)	
04.01.2018 04:47:40	04.01.2018 04:48:04	2.3	71	24					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
07.01.2018 23:22:54	07.01.2018 23:23:45	2.6	45	51					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 00:29:31	08.01.2018 00:30:51	2.8	52	80					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 00:41:52	08.01.2018 00:42:43	2.4	61	51					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 01:02:36	08.01.2018 01:03:16	2.5	37	40					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 01:15:57	08.01.2018 01:17:05	2.9	46	68					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 01:44:18	08.01.2018 01:46:23	3.4	74	125					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 01:51:46	08.01.2018 01:53:33	3.4	66	107					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 02:44:51	08.01.2018 02:45:39	2.2	38	48					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 03:04:48	08.01.2018 03:06:48	3.6	49	120					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 03:26:51	08.01.2018 03:27:12	2.4	38	21					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 03:38:26	08.01.2018 03:39:04	2.7	46	38					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018	08.01.2018	2.5	49	69	Visualization				Vizualization wrong

Start Time (UTC)	End Time (UTC)	Size	Avg. Front Speed (km/h)	Duration (s)	Comments GP	regObs ID	regObs Link	Validation SVV	Comment SVV
05:11:17	05:12:26				wrong				
08.01.2018 05:23:27	08.01.2018 05:24:47	2.8	69	80					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 05:32:08	08.01.2018 05:32:35	2.6	58	27					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
08.01.2018 11:32:55	08.01.2018 11:33:24	2.3	55	29					Skyer og våt linse på kamera.
16.01.2018 03:34:59	16.01.2018 03:36:50	3.2	48	111		140813	<a href="#">Vis i regobs</a>	Ettertid (bilder av avsetninger og ev. bruddkant)	
16.01.2018 03:51:51	16.01.2018 03:53:14	3.3	68	83		140817	<a href="#">Vis i regobs</a>	Ettertid (bilder av avsetninger og ev. bruddkant)	
18.01.2018 08:32:18	18.01.2018 08:33:21	2.5	50	63		166763	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
17.03.2018 08:16:36	17.03.2018 08:17:21	2.3	40	45		166762	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
17.03.2018 09:19:43	17.03.2018 09:21:06	2.8	59	83		166759	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
17.03.2018 16:59:11	17.03.2018 17:00:16	2.7	44	65		166758	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
17.03.2018 19:19:41	17.03.2018 19:21:03	3.2	59	82					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
17.03.2018 22:12:15	17.03.2018 22:14:15	3.5	62	120					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
17.03.2018 23:37:11	17.03.2018 23:38:57	3.3	103	106					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
17.03.2018 23:47:34	17.03.2018 23:48:26	2.6	87	52					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
18.03.2018 00:28:38	18.03.2018 00:31:07	3.0	266	149	Several avalanches in parallel				Several avalanches in parallel
18.03.2018 00:33:00	18.03.2018 00:38:19	3.9	89	319	Visualization wrong due to combination of avalanche and rain				Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
18.03.2018 00:40:40	18.03.2018 00:42:32	3.0	308	112	Visualization wrong due to two avalanches very shortly after one another				Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
18.03.2018 01:19:11	18.03.2018 01:20:24	2.6	58	73					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
18.03.2018 20:38:14	18.03.2018 20:38:32	2.1	46	18					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
19.03.2018 04:48:58	19.03.2018 04:49:24	2.2	53	26					Lite skred og tåke i høyden.
19.03.2018 04:50:23	19.03.2018 04:51:57	3.2	94	94		166757	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
19.03.2018 04:54:52	19.03.2018 04:55:39	2.3	46	47		166756	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
19.03.2018 05:34:25	19.03.2018 05:34:54	2.1	46	29		166755	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
19.03.2018 05:36:17	19.03.2018 05:37:30	2.8	85	73		166720	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
21.03.2018 11:11:44	21.03.2018 11:14:12	3.6	79	148		152106	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	

Start Time (UTC)	End Time (UTC)	Size	Avg. Front Speed (km/h)	Duration (s)	Comments GP	regObs ID	regObs Link	Validation SVV	Comment SVV
21.03.2018 11:55:04	21.03.2018 11:55:25	2.3	44	21					Klarer ikke skille skyer og ev. skred
25.03.2018 21:57:06	25.03.2018 21:58:47	3.0	35	101					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
26.03.2018 01:34:49	26.03.2018 01:35:29	2.7	63	40					Mørkt og ikke mulig å se på infrarødt
29.03.2018 03:25:14	29.03.2018 03:26:43	3.5	76	89		154529	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
29.03.2018 15:17:22	29.03.2018 15:19:54	3.7	56	152	Reached Road in northern part	154529	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
29.03.2018 15:32:30	29.03.2018 15:33:03	2.6	65	33		154529	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
29.03.2018 20:01:55	29.03.2018 20:02:50	3.0	60	55		166719	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
31.03.2018 13:26:10	31.03.2018 13:28:12	3.8	91	122	Reached Road in southern part	155230/ 166718	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	<a href="#">Vis i regobs (Ørian)</a>
11.04.2018 08:13:37	11.04.2018 08:16:07	3.0	51	150		158054	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
04.05.2018 13:58:21	04.05.2018 13:59:10	2.2	35	49		166716	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
04.05.2018 15:27:13	04.05.2018 15:29:14	3.0	42	121		166713	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
10.05.2018 15:21:21	10.05.2018 15:21:50	2.4	65	29		166710	<a href="#">Vis i regobs</a>	Sanntid (bilder av selve skredet)	
28.05.2018 04:08:15	28.05.2018 04:09:28	2.5	83	73	False Alarm due to changed radar orientation				Falsk alarm (bil)

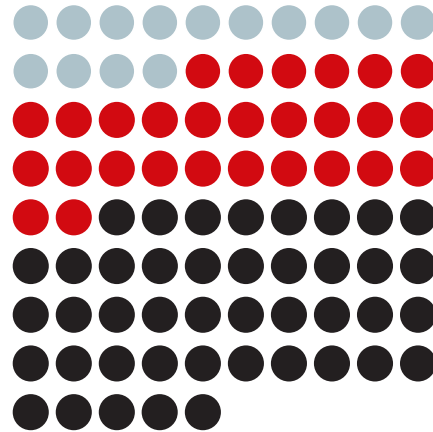
## **Appendix 3: Avalanche Statistics**

## AVALANCHE RADAR HOLMBUKTURA: FEBRUARY 2017-MAY 2018

### SOME NUMBERS

- 88** DETECTED AVALANCHES
- 3** AVALANCHES REACHED THE ROAD
- 3.5** KM MAX. DISTANCE TO AVALANCHE
- 160** DAYS FROM 1<sup>RST</sup> TO LAST AVALANCHE (ONE SEASON)
- 84%** OF AVALANCHES IN POOR OR NO VISIBILITY

### VISIBILITY



at time of avalanche detection

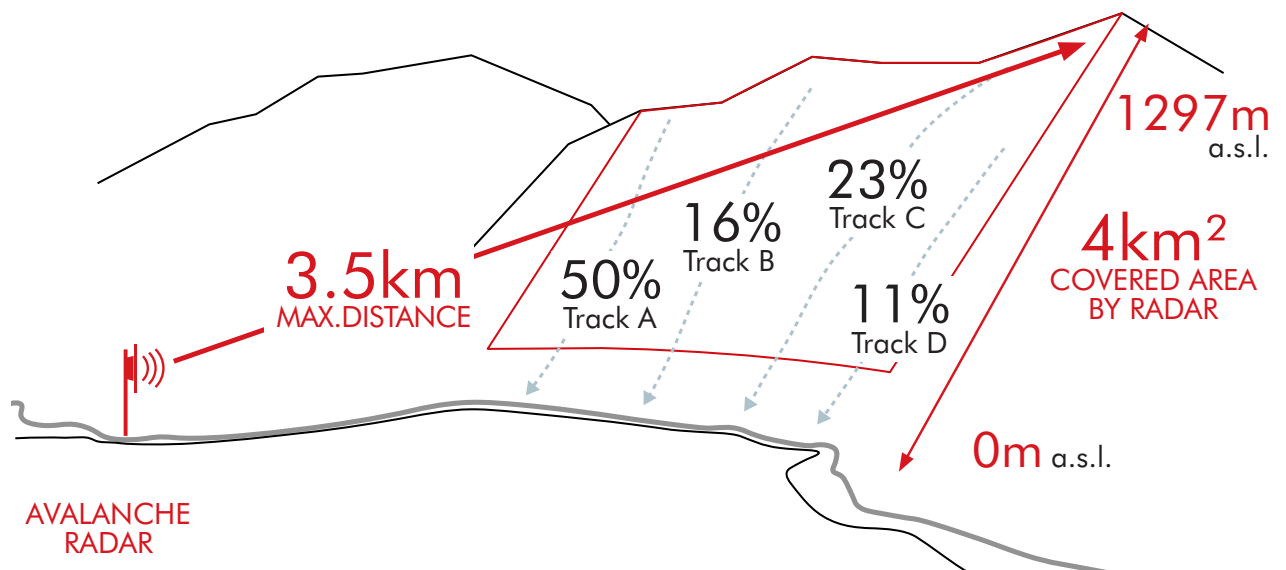
- 16%** GOOD VISIBILITY
- 33%** BAD VISIBILITY (i.e. fog, snow, rain)
- 51%** IN THE DARK

### AVALANCHE DETECTION WITH RADAR



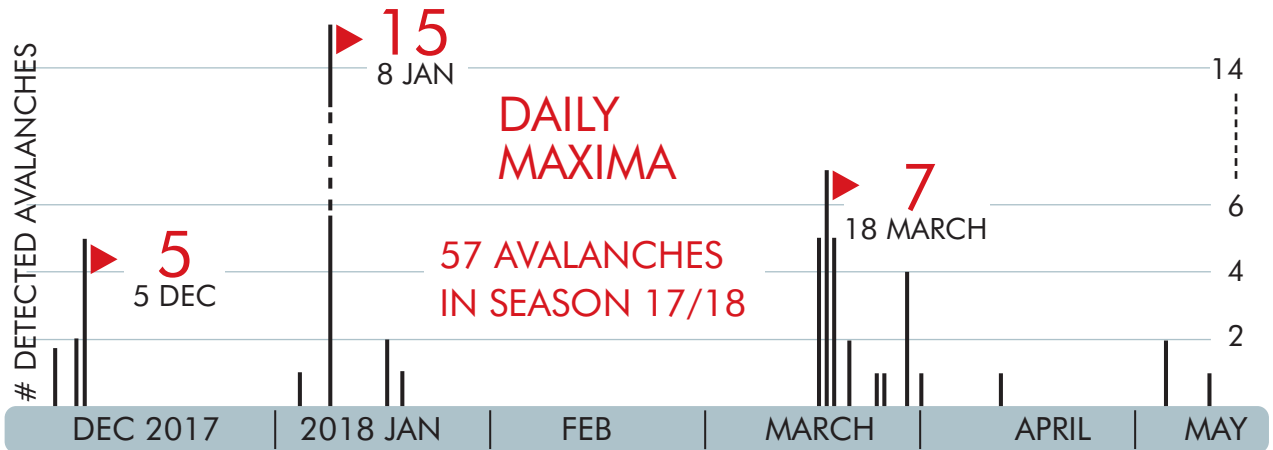
\*Not all avalanches reach the road. In case an avalanches does not, the road can be reopened by remote control. Automatic reopening is being tested.

### DETECTION DISTANCE AND AREA

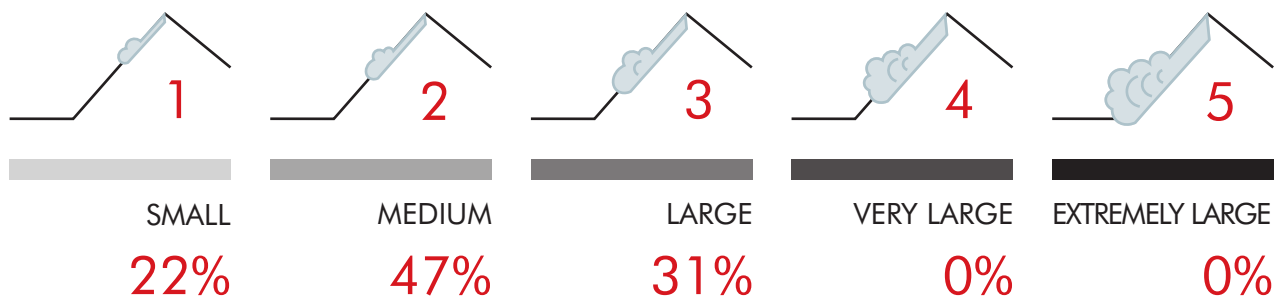




## TIME SERIES SEASON 2017/18



## AVALANCHE SIZE



The radar also detects the size of an avalanche and automatically assigns a number between 1 and 5. The dimensioning is a rough estimate and depends on the exposition of the detected avalanche.

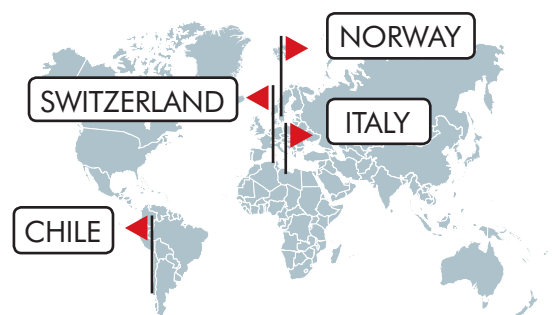
## AVALANCHE DURATION

**65s** HALF OF THE AVALANCHES LASTED 63 SECONDS OR LESS

**2min** 83% OF ALL AVALANCHES LASTEST 2 MINUTES OR LESS

**5min 19s** LONGEST AVALANCHE 18 MARCH, 2018

## AVALANCHE RADARS WORLDWIDE



GEOPRÆVENT AG  
 Technoparkstrasse 1  
 8005 Zürich  
 Switzerland  
 Tel. +41 44 419 91 10  
 info@geopraevent.ch

Learn more about  
 GEOPRÆVENT:  
[www.geopraevent.ch](http://www.geopraevent.ch)  
 AVALANCHE RADAR SYSTEMS AND PROJECTS:  
[www.geopraevent.ch/avalancheradar](http://www.geopraevent.ch/avalancheradar)  
[avalanche radar in Holmbuktura](http://www.geopraevent.ch/avalanche_radar_in_Holmbuktura)



Statens vegvesen  
Region nord  
Ressursavdelinga  
Postboks 1403, 8002 Bodø  
Tlf: (+47) 22073000  
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**