2001 / NGI

[redacted]

Skredulykken under Håbergnuten, Svalbard

588100-21

31. august 2001

NGI

rapport report

NGI

Skredulykken under Håbergnuten, Svalbard

588100-21 31. august 2001

Oppdragsgiver: **Norges forskningsråd**

Kontaktperson:
Kontraktreferanse: SIP-6

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder:
Karstein Lied

Rapport utarbeidet av: Steinar Bakkehøi
Steinar Bakkehøi

Kontrollert av: Frode Sandersen
Frode Sandersen

Postal address:	P.O. Box 3930 Ullevaal Stadion, N-0806 OSLO, NORWAY	Telephone:	(+47) 22 02 30 00	Postal account:	0814 51 60643
Street address:	Sognsveien 72, OSLO	Telefax:	(+47) 22 23 04 48	Bank account:	5096 05 01281
Internet:	http://www.ngi.no	e -mail:	ngi@ngi.no	Business No.	958 254 318 MVA

BS EN ISO 9001, Certified by BSI, Registration No. FS 32989

Sammendrag

To menn som var ute og kjørte snøscootere ble tatt av et snøskred som løsnet i fjellsida opp mot fjellet Håbergnuten sør for Dryabreen i Fardalen ca. kl. 15:30 søndag 4. februar 2001. Skredet løsnet etter forutgående kraftig vind fra sørvestlig kant og noe snønedbør de siste dagene. Det hadde blitt utløst flere andre skred i dette distriktet på Svalbard denne dagen, og det er derfor uvisst om skredet hadde blitt utløst naturlig eller av snøscooterne. Men ut fra hvordan de omkomne og deres scootere ble funnet i terrenget, er det mye som tyder på at de har blitt tilfeldig rammet av et skred som gikk naturlig selv om vi ikke kan utelukke at de selv kan ha utløst det.

Det gikk en god stund før man fant hvilket skred som hadde tatt de savnede, slik at det første offeret først ble funnet tirsdag 6. februar ved 17-tida og den siste ble funnet dagen etter ved 19-tida ved hjelp av snøradar.

Årsaken til at det gikk såpass mange og store skred i dette området av Svalbard, var at det hadde utviklet seg et sjikt med grovkornede krystaller ved bakken med form nær begerkrystaller. Dette ustabile sjiktet fikk så pålastet drivsnø som følge av nysnøen og den kraftige vinden slik at skred ble utløst ei rekke steder.

Innhold

1 INNLEDNING 4

2 LØSNEOMRÅDET LIGGER ØSTVENDT MED EN HELLINGSVINKEL MELLOM 35 OG 45° 4

3 KRAFTIG VIND FRA SEKTOREN SØRVEST TIL VEST LEDSAGET AV NOE SNØ FORÅRSAKET MANGE SKRED I DISTRIKTET 5

4 SNØPROFILET VI TOK VED SKREDET VISTE ET USTABILT SJIKT NEDE VED BAKKEN 6

FIGURER

Figur 1 Oversiktskart Longyearbyen – Håbergnuten
Utsnitt fra Adventdalen, Norsk Polarinstitutt 1981

Figur 2 Detaljkart nordøst for Håbergnuten
Gjengitt etter tillatelse fra Norsk Polarinstitutt

Figur 3 Skredulykken under Håbergnuten
Terrengprofil av skredløpets sentrale del med innlagt hastighetsprofil

Figur 4 Værdata fra Platåberget 31/1-2001 til 4/2-2001
Vindretning

Figur 5 Skredulykken under Håbergnuten
Snøprofil fra ryggen mellom de to skredtungene

Figur 6 Skredulykken under Håbergnuten
Observasjoner av vind, nedbør og temperatur i snøsesongen 2000/2001

Kontroll- og referanseside

1 INNLEDNING

Forholdene i forbindelse med snøskredulykken 4. februar 2001 var såpass spesielle at NGI så det formålstjenlig å foreta en nærmere undersøkelse av situasjonen som førte til skredet. Det var også viktig å få undersøkt hvordan ledeeffekten til morenen sør for Dryabreen hadde påvirket skredbevegelsen. Videre var det av interesse å fastslå snøkonsistensen i det området der snøradaren ble brukt.

NGI kontaktet derfor sysselmannskontoret for å få bistand ved undersøkelsen, og sysselmannsbetjent Petter Braaten ble med på befaringen 12. februar 2001. Fra NGI deltok Steinar Bakkehøi som ei rekke ganger tidligere har arbeidet med snøskred i dette området på Svalbard.

Som hjelp i arbeidet med denne rapporten har vi brukt meteorologiske data fra Svalbard lufthavn og fra Det norske meteorologiske institutt der data er sendt oss på digital form. Videre har vi fått vind og temperaturdata fra Svalsat på Platåfjellet i angjeldende periode, og fra Norsk Polarinstitutt har vi fått oversendt et høydedatabasegrid fra skredområdet. Ut fra disse høydedataene har vi generert et kart med to meters ekvidistanse. På stedet ble skredutbredelsen registrert ved hjelp av GPS og laserkikkert.

2 LØSNEOMRÅDET LIGGER ØSTVENDT MED EN HELLINGSVINKEL MELLOM 35 OG 45°

Området under Håbergnuten ligger vel 10 km sørsørvest for Longyearbyen, se oversiktskart figur 1. Fjellsida der skredet løsna stiger slakt og dreier mot vest i den nedre delen der skredet kommer ned i to skredfår som går sammen, se detaljkart, figur 2 og foto nr 1. Løsneområdet er nær 300 m bredt og hellingsvinkelen der skredet startet varierte mellom 35 og 45°. Rett nedafor

Foto nr. 1. Skredområdet med Dryabreen til høyre. (Foto Arne Instanes, UNIS)

løsnområdet ligger det en rygg i terrenget som splitta skredet i to. Skredet ble i nordlige avgrensning leda av en morenerygg som leda skredet mot sørøst. Skredutbredelsen er tegna inn på detaljkartet, figur 2, og et terrengprofil som følger hovedskredbanen er framstilt på figur 3. På kartet er det også inntegna hvor de to skredofrene ble funnet.

Løsneområdet hadde et areal på nær 18.000 m^2 (14.000 m^2 projisert i horisontalplanet). Dette er et middels stort skred, og ser vi på skredets rekkevidde, finner vi at det har en utløpsdistanse som samsvarer med rekkevidden i de modellene vi bruker. Skred med denne rekkevidden vil vi anslå har en returperiode på 50-100 år.

Vi ser at noe av skredmassene har passert over den avgrensende moreneryggen på nordsida av skredbanen. Det var forholdsvis små skredmasser som gikk over, mesteparten ble dreid av moreneryggen. Men massene som gikk over, gikk helt ut på Dryabreen, men dette skyldtes at skråningen ut mot breen er forholdsvis bratt, nær 25° på det bratteste. På skredsida av moreneryggen er det ikke så bratt, men ser vi på høydeforskjellen fra bunnen av forsenkningen og opp til moreneryggen, finner vi verdier opp mot 30 m der vi har bratteste fall og mellom 10 og 20 m høydeforskjell på tverrfallet. Dette viser hvilke store dimensjoner en ledevoll må ha for å dreie et skred med en hastighet som ved modellberegning er antatt å være om lag 30 m/s (100 km/t) ved morenerygger. Hastighetsberegninger med noe variable inngangsparametre er framstilt på figur 3. På foto nr. 2 ser vi hvordan skredet har gått over en forholdsvis høy barriere i skredløpet.

Foto nr. 2 Den nedre delen av skredområdet. Foto mot sørøst.

3 KRAFTIG VIND FRA SEKTOREN SØRVEST TIL VEST LEDSAGET AV NOE SNØ FORÅRSAKET MANGE SKRED I DISTRIKTET

Vi har sett på data fra Svalbard Lufthavn (28 m o.h.) og Platåberget (450 m o.h.), og disse viser at det i dagene før skredet hadde vært kraftig vind fra

sektoren SV til V i fjellet, se figur 4. Det hadde vært middelvind over 10-minuttersperiode på 25 m/s, det vil si full storm en kort periode 2. februar. Ved samme tidspunkt var vindkastene oppe i 30 m/s. Det siste døgnet før skredet hadde det blåst frisk bris med vindkast opp i 17 m/s. I perioden med mest vind, fra 2. til 3. februar, kom det 5 mm nedbør som snø målt ved Lufthavna. Umiddelbart synes ikke dette så mye, men nedbørmåleren ved lufthavna er meget vindutsatt og oppfangningsevnen for snønedbør er dårlig ved kraftig vind. Samtidig regner man at snødriften er proporsjonal med tredje potens av vindstyrken, det vil si at ved at vindhastigheten øker fra 10 m/s til 20 m/s, vil snødriften øke med 8 ganger. Dette forutsetter at det er tørr snø. Selv om temperaturen ved Lufthavna hadde vært oppe i +3 °C 2. februar, hadde det vært kuldegrader hele tida på Platåberget og over tilsvarende høyder ellers omkring Longyearbyen. Ut fra disse betrakningene må det kunne konkluderes med at det absolutt var mulighet for naturlig utløste skred, og dette samsvarer også med den erfaringen vi har fra tidligere på Svalbard med at vinden synes å være den betydeligste skredutløsende faktoren på Svalbard.

4 SNØPROFILET VI TOK VED SKREDET VISTE ET USTABILT SJIKT NEDE VED BAKKEN

Befaringen ble foretatt 12. februar 2001, og sola hadde ikke kommet over horisonten enda. Selv om været var delvis skya, oppholdsvær, var det forholdsvis kort tid med arbeidslys på stedet. Det ble derfor tatt et snøprofil nede ved skredbanen og ikke i løsneområdet som det ville ha tatt forholdsvis lang tid å komme til. Vi prøvde å finne et område som var mest mulig likt eksposisjonen til løsneområdet, og gikk inn på ryggen mellom de to skredtungene der vi foretok undersøkelse av snødekket i en skråning som lå i lé av vind fra sørvest.

Det hadde kommet litt nysnø de siste dagene etter skredet, og dette ser man som det øverste laget over et tynt skarelag på snøprofilet på figur nr. 5. Under dette har man et løst, noe omvandlet snølag på ca 17 cm, og under dette et noe fastere lag på ca 20 cm med delvis omvandlet snø. Deretter er det et fast lag på ca 100 cm med finkorna snø som ligger over et litt løsere lag på 30 cm bestående av avrundede krystaller sammen med enkelte korn man kan ane den opprinnelige krystallstrukturen til. Under dette har man ca 15 cm snø med litt større krystaller som har vært utsatt for smelting tidligere i vinter. I bunnen er det et sjikt med løs snø som består av smelteomvandlede korn og delvis begerkrystaller med en kornstørrelse på mellom 1 til 1,5 mm.

Dette løse sjiktet ved bunnen har vært et dårlig fundament for den overliggende snøen, og ved fokksnødriften dagene forut for skredet har pålastingen blitt så stor at det har skjedd et brudd i laget nede ved bakken med utløsning av skred i fjellsidene i lé for vinden de siste dagene, det vil si fjellsider som vender mot sektoren omkring østsørøst. I skredets løsneområde gikk bruddkanten helt ned til bakken slik at man kunne se steiner stikke opp. Dette tyder på at bruddet har skjedd i snø som har kommet tidlig på vinteren. Ser vi på tidsprofilet over nedbør, vind og temperatur fra Svalbard lufthavn i perioden 30. august 2000 til

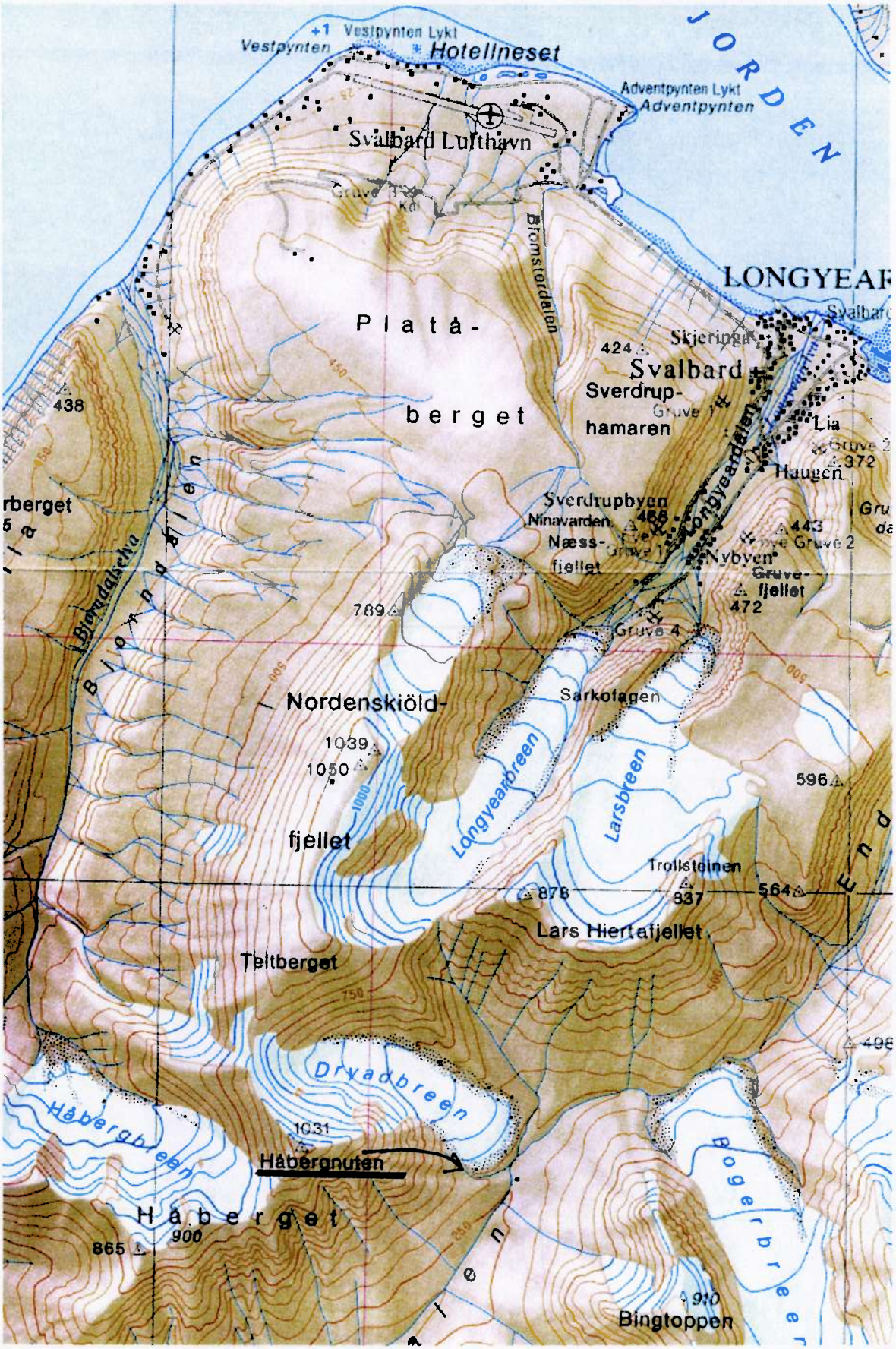
slutten av februar 2001, finner vi at det etter ca. 22. oktober har vært lite mulighet for smelteomvandling av snø ved skredområdet i Fardalen. Før dette må det ha vært snøfall som har gitt opphav til det nedre, løse snølaget på 45 cm. I skredområdet under Håbergnuten er det en del lavere temperatur enn ved Svalbard Lufthavn, ved løsneområdet ca 4,5 °C lavere temperatur. I lys av dette ser man at det er gode muligheter for dannelse av det nedre, ustabile sjiktet i løpet av september og første del av oktober.

Skredet som gikk var av typen tørt flakskred, og tettheten av snøen før skredet løsna var mellom 250 kg/m^3 og 330 kg/m^3, muligens nøe høyere oppe i skredbanen. På foto nr. 3 og 4 ser vi hvordan skredblokkene har blitt knust opp i mindre blokker og til dels helt pulverisert.

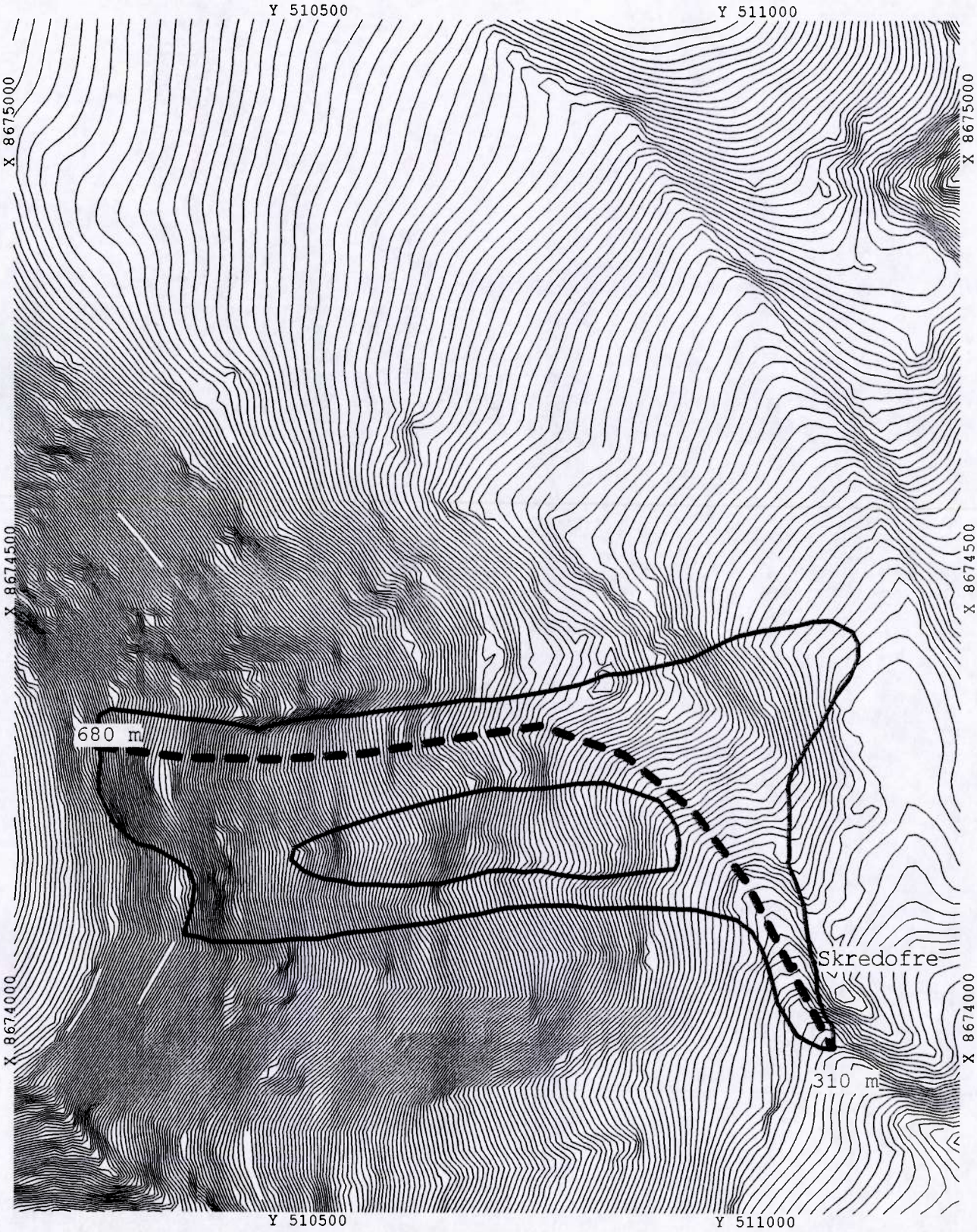
Foto nr. 3. *Nedre del av skredets utløpsområde med markering av stedet for den først lokaliserte av skredofrene midt på bildet. Foto mot N.*

Etter at skredet hadde kommet til ro etter sin ferd nedover de ca 350 høydemetrene, var den midlere tettheten i skredmassene økt til 450 kg/m^3 i overflata. Målingene 20 og 40 cm fra overflata viste henholdsvis 430 og 460 kg/m^3, mens det 2,5 m nede i snøen var 470 kg/m^3. Målingene er tatt i tilknytning til utgravingen etter det sist funne skredofret der det var ei grop på ca 2,5 m. Den mekaniske omvandlingen av snøen hadde derfor ført til en forholdsvis homogen skredavlagring med meget fast snø. Etter at skredet har falt til ro, oppstår det sterke isbruer mellom de enkelte snøskrystallene (sintring), og det er veldig arbeidskrevende å grave i slik snø.

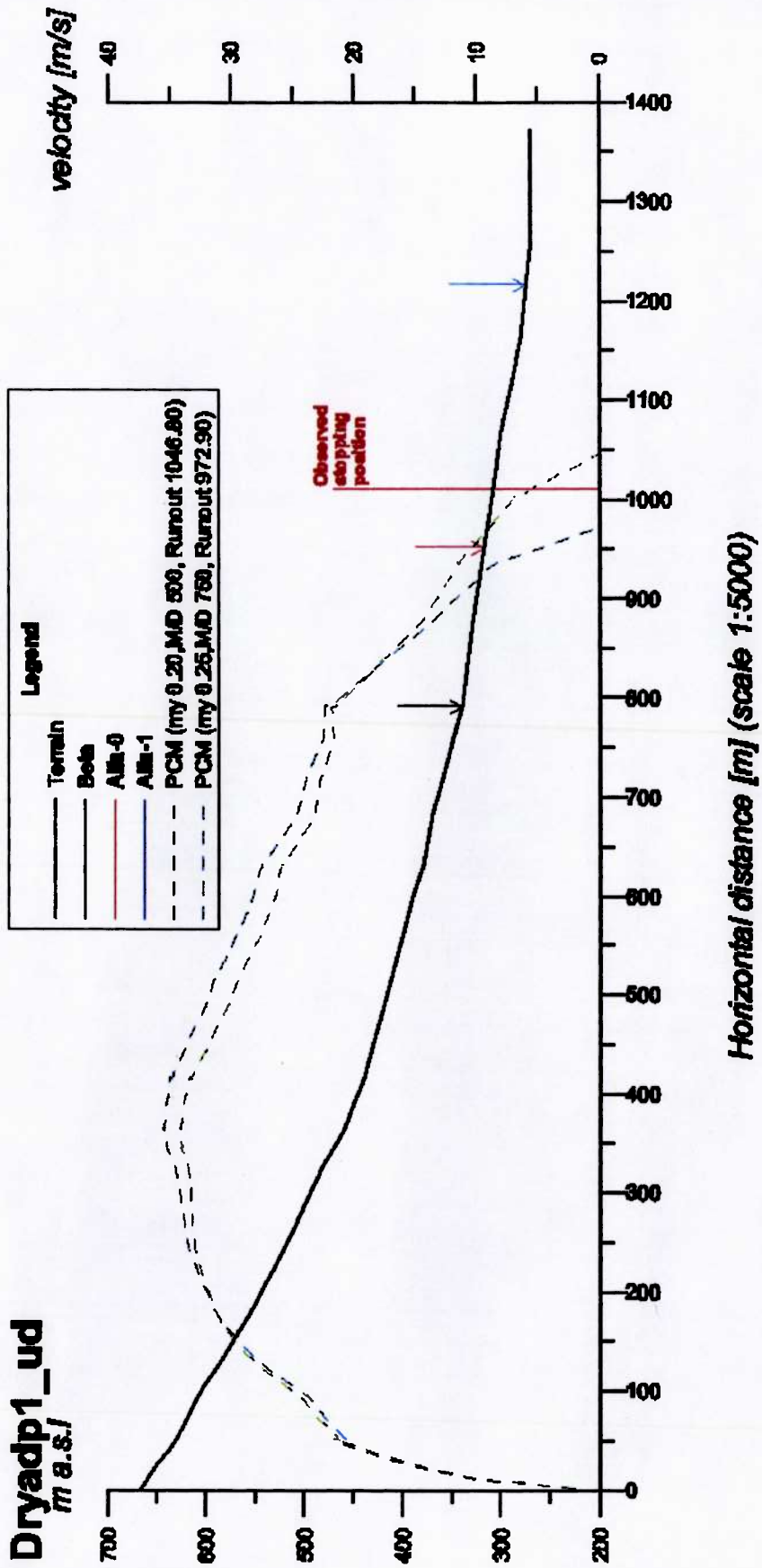
Foto nr. 4. *Funnstedet for den omkomne som ble funnet med snøradar. Rød merkestang samsvarer med samme på foto nr. 3. Foto mot N.*



SKREDULYKKEN UNDER HÅBERGNUTEN	Rapport nr. 588100-21	Figur nr. 1
Oversiktskart Longyearbyen – Håbergnuten	Tegner SBa	Dato 01-08-22
M 1 : 63.400 Utsnitt fra Adventdalen, Norsk Polarinstitutt 1981	Kontrollert Godkjent SBa.	NGI



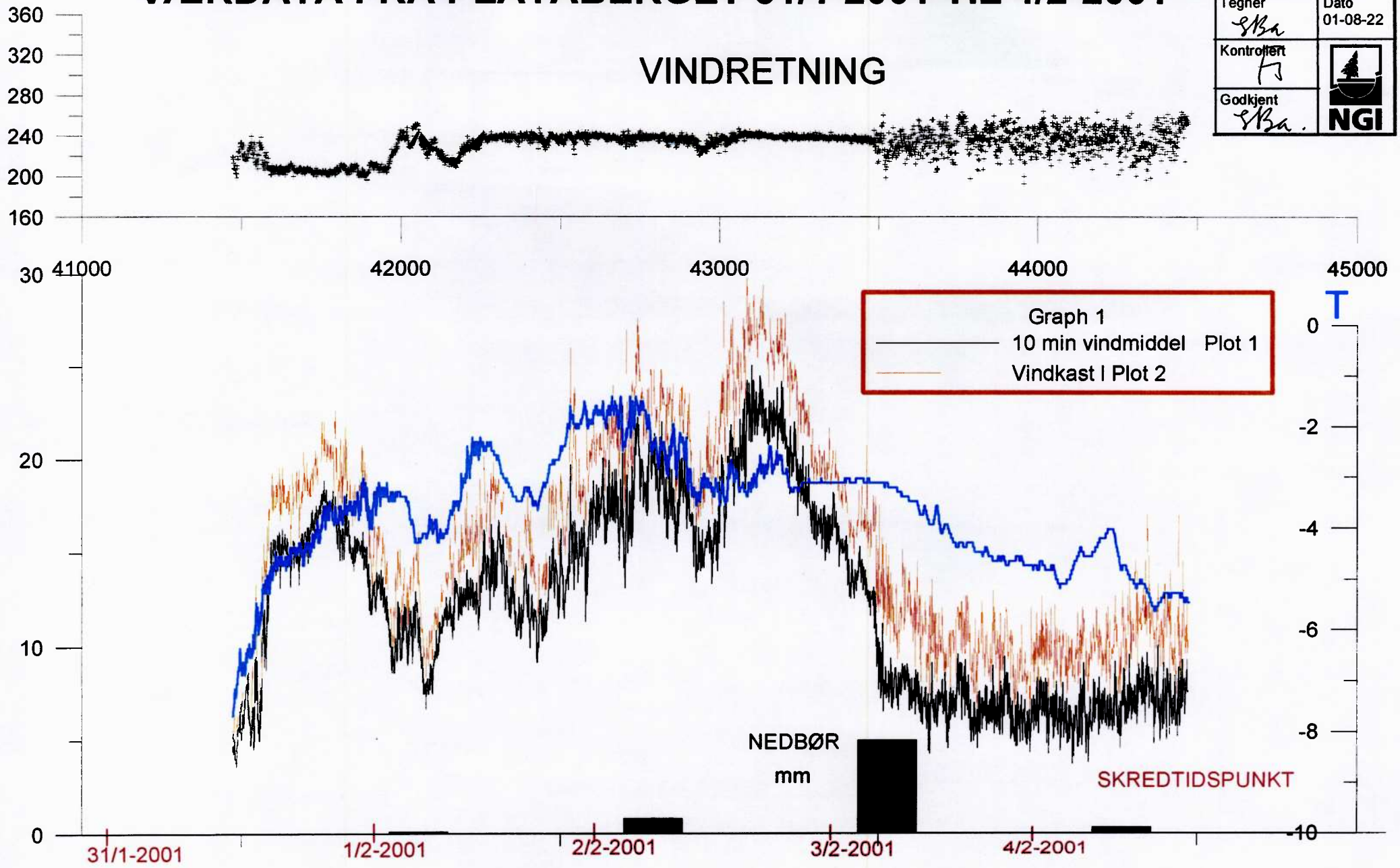
SKREDULYKKEN UNDER HÅBERGNUTEN	Rapport nr. 588100-21	Figur nr. 2
Detaljkart nordøst for Håbergnuten	Tegner	Dato 01-08-22
M 1 : 6.370	Kontrollert	NGI
Gjengitt etter tillatelse fra Norsk Polarinstitutt ©	Godkjent	



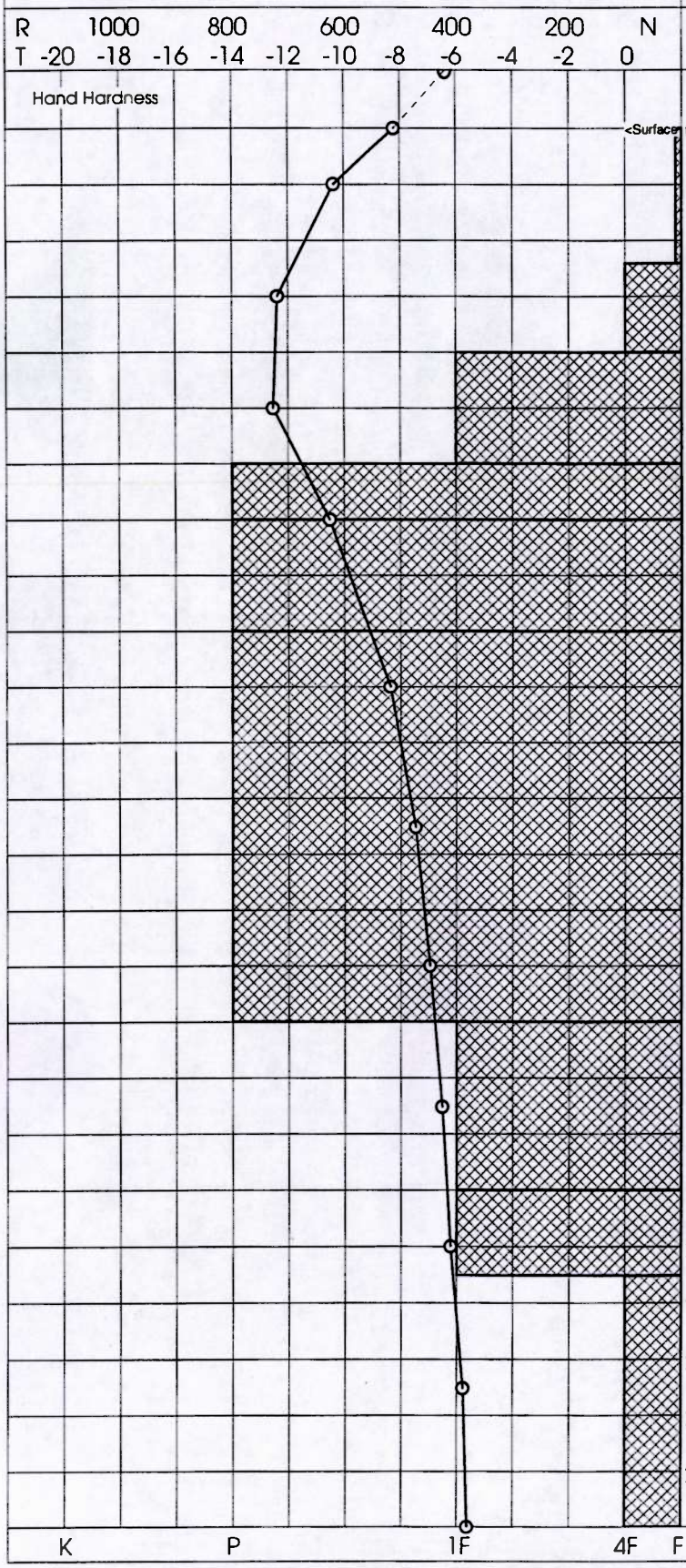
SKREDULYKKEN UNDER HÅBERGNUTEN	Rapport nr. 588100-21	Figur nr. 3
Terrengprofil av skredløpets sentrale del med innlagt hastighetsprofil	Tegner	Dato 01-08-22
	Kontrollert	
	Godkjent	NGI

VÆRDATA FRA PLATÅBERGET 31/1-2001 TIL 4/2-2001

Rapport nr. 588100-21	Figur nr. 4
Tegner	Dato 01-08-22
Kontrollert	
Godkjent	NGI



SNOW COVER PROFILE Ved Dryabreen Svalbard	Obs. SBA,P BRAATHEN Date 01-02-12 Time 12:00	Profile Type Full Surface Roughness Penetration Foot 40	No. 1 Ski 20
Location Under Håbergnuten		Air Temperature -6.4	
H.A.S.L. 700 m	Co-ords 511100 8674269	Sky Condition ⦶ Broken Clouds	
Aspect E	Slope 20	Precipitation Nil	
HS 250 HSW	P R N	Wind Light - South East	



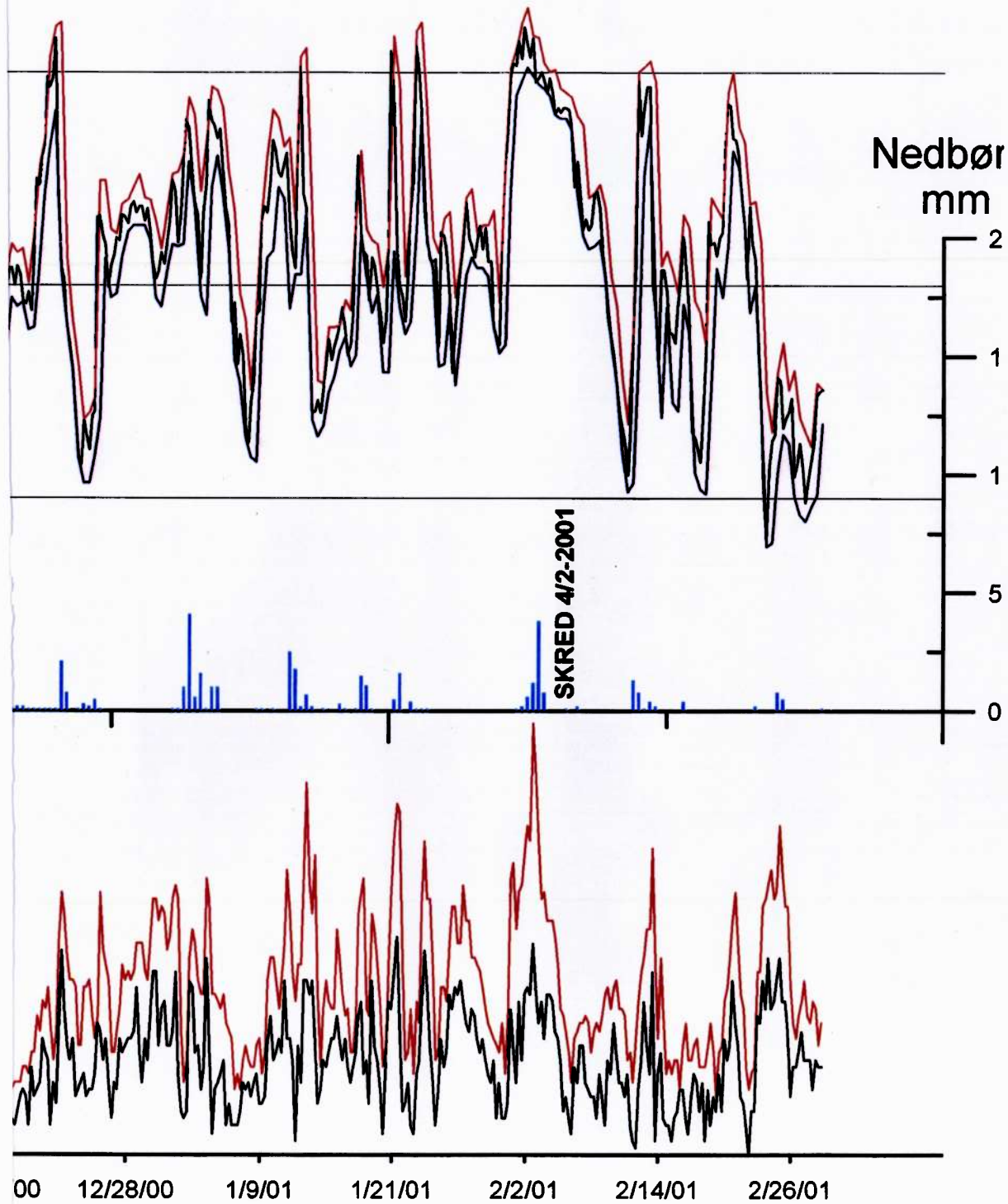
D	θ	F	E	R	HW ρ	Comments
		+ /	1			
		+ /	1		24 100	Glir på skare
		+ /	1	/	42 260	Tynt skarelag kom 7/2
		/	1-1.5	X	62 310	Glir på rim
		●	0.5	//	32 320	Glir dårlig ved 70
		●	0.5	//	58 290	Glir dårlig ved 95
		●	0.5	//	224 320	
		/ ●	0.5	X	99 330	Hardhet 3-4
		● ☋	0.5-1	X	50 330	Hardhet 3-4
		☋ ∧	1-1.5	/	135 300	Hardhet 2-3 noe form 4

Rapport nr. 588100-21	Figur nr. 5
Tegner SBa.	Dato 01-08-22
Kontrollert TS	
Godkjent SBa.	NGI

SKREDULYKKEN UNDER HÅBERGNUTEN

Snøprofil fra rvagen mellom de to skredtungene.

SKREDULYKKEN UNDER HÅBERGNUTEN	Rapport nr. 588100-21	Figur nr. 6
Observasjoner av vind, nedbør og temperatur i snøsesongen 2000/2001	Tegner	Dato 01-08-22
	Kontrollert	NGI
	Godkjent	



Kontroll- og referanseside/
Review and reference page

NGI

Oppdragsgiver/*Client* Norges forskningsråd **Kontraktsreferanse/ *Contract reference*** SIP 6	**Dokument nr/*Document No.*** 588100-21 **Dato/*Date*** 2001-08-31
Dokumenttittel/*Document title* Skredulykken under Håbergnuten, Svalbard **Prosjektleder/*Project Manager*** Karstein Lied **Utarbeidet av/*Prepared by*** Steinar Bakkehøi	**Distribusjon/*Distribution*** ☒ **Fri/*Unlimited*** ☐ **Begrenset/*Limited*** ☐ **Ingen/*None***
Emneord/*Keywords* Snøskred, værforhold, snødekke, utløpsdistande, ulykke (Snow avalanche, weather conditions, snow cover, runout distance, fatal accident)	
Land, fylke/*Country, County* Svalbard **Kommune/*Municipality*** Svalbard **Sted/*Location*** Håbergnuten, Fardalen **Kartblad/*Map*** Adventdalen, Spitsbergen **UTM-koordinater/*UTM-coordinates*** 33X 8674300N,510800E	**Havområde/*Offshore area*** **Feltnavn/*Field name*** **Sted/*Location*** **Felt, blokknr./*Field, Block No.***

Kvalitetssikring i henhold til/*Quality assurance according to* NS-EN ISO9001

Kontrollert av/ *Reviewed by*	Kontrolltype/ *Type of review*	Dokument/*Document* Kontrollert/*Reviewed* Dato/*Date*	Dokument/*Document* Kontrollert/*Reviewed* Sign.	Revisjon 1/*Revision 1* Kontrollert/*Reviewed* Dato/*Date*	Revisjon 1/*Revision 1* Kontrollert/*Reviewed* Sign.	Revisjon 2/*Revision 2* Kontrollert/*Reviewed* Dato/*Date*	Revisjon 2/*Revision 2* Kontrollert/*Reviewed* Sign.
FS	Helhetsvurdering/ *General Evaluation* *	31/8-2001	FS				
FS	Språk/*Style*	31/8-2001	FS				
FS	Teknisk/Technical - Skjønn/*Intelligence*	31/8-2001	FS				
	- Total/*Extensive* - Tverrfaglig/ *Interdisciplinary*						
LN	Utforming/*Layout*	31/8-2001	LN				
SBa	Slutt/*Final*	31/8-2001	SBa.				
JGS	Kopiering/*Copy quality*	4/9-01	JS.				

* Gjennomlesning av hele rapporten og skjønnsmessig vurdering av innhold og presentasjonsform/ *On the basis of an overall evaluation of the report, its technical content and form of presentation*

Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*	**Dato/*Date*** 31/8 - 2001	**Sign.** SBa.

048. Bra-Trykk AS

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
er en privat stiftelse etablert i 1953, NGI er et nasjonalt og internasjonalt senter for forskning og rådgivning innen geofagene. NGI har følgende kompetanseområder:

* Fundamenter og undergrunnsanlegg

* Marine konstruksjoner

* Bergrom og tunneler

* Dammer

* Sikring mot skred

* Miljøvern og miljøgeoteknologi

* Reservoarmekanikk og borhullsteknologi

* Grunnundersøkelser og laboratorieundersøkelser

* Modell- og feltforsøk

* Måleteknisk instrumentering og tilstandskontroll

NORWEGIAN GEOTECHNICAL INSTITUTE
is an independent foundation established in 1953. NGI is a national and international center for research and consulting in the geosciences. NGI has the following areas of expertise:

* *Foundations and underground structures*

* *Offshore and nearshore structures*

* *Rock engineering and tunnelling*

* *Dam engineering*

* *Avalanches, landslides and safety measures*

* *Environmental geotechnical engineering*

* *Petroleum reservoir mechanics and borehole technology*

* *Site investigations and laboratory testing*

* *Model and field testing*

* *Field instrumentation and performance evaluation*

NORGES
GEOTEKNISKE
INSTITUTT

NGI

NORWEGIAN
GEOTECHNICAL
INSTITUTE

Sognsveien 72 – P.O.Box 3930 Ullevaal Stadion, N-0806 Oslo, Norway
Telephone: (+47) 22 02 30 00 – Telefax: (+47) 22 23 04 48 – Telex: 19787 ngi n