NGI

Permafrost response to environmental and industrial loads

Snø og snøskred på Svalbard.
Registrering av snøforhold, snøskred og utløpslengder

589100-4 30 desember 1999

Oppdragsgiver: **NRF**

Kontaktperson: Jørn Lindstrøm

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder: Erik Hestnes

Rapport utarbeidet av: Erik Hestnes

Kontrollert av: Steinar Bakkehøi

Arbeid også utført av: Kjell Onarheim
Kjetil Brattlien

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

Det er behov for forskning på snø og skred i arktiske områder for å kunne gi faglig verifiserte råd i forbindelse med utvikling og bruk av områdene.

Problemstillinger og erfaringer fra ca 25 konsulentoppdrag på Svalbard er summert opp av Hestnes (1994). Denne rapporten presenterer data vedrørende snø og snøskred samlet inn i forbindelse med korte feltturer i 1996 og 1998.

De foreløpige resultatene tyder på at lange skredutløp er minst like vanlig på Svalbard som i høgfjellet på fastlandet. Både små og store snøskred kan få lange utløp og inntreffe uavhengig av nedbørsituasjoner. Krystallformer som gir opphav til gode glisjikt utvikles både på snøoverflata, ved snøavlagring og ved langtidsutvikling av snødekket.

Det er ønskelig med et bedre statistisk grunnlag for vurdering av rekkevidde av snøskred i plansammenheng under arktiske forhold. For overvåking av akutt skredfare er det behov for å klarlegge i hvilken grad nedbør, vindforhold og utvikling av glisjikt, influerer på stabiliteten til snødekket og snøskredenes eksposisjon.

INNLEDNING

Norges Geotekniske Institutt har utarbeidet ca 25 konsulentrapporter vedrørende drivsnø og skredforhold på Svalbard. De største oppdragsgivere har vært Svalbard Samfunnsdrift, Store Norske Spitsbergen Kulkompani, Norsk Romsenter og Norsk Hydro.

Når det gjelder snø og snøskred finnes det ikke relevant forskning fra arktiske områder. Oppdragene er derfor løst med basis i faglige kunnskaper, erfaringer fra høgfjellet på fastlandet og etterhvert også fra Svalbard, og foreliggende beregningsmodeller.

Svalbard Samfunnsdrift som har vært vår største oppdragsgiver, antydet i en tidlig fase at det var en svakhet ved våre vurderinger, at de ikke var forankret i nærmere kunnskap om snø og skred under arktiske klimaforhold.

Både utfra praktiske og forskningsmessige interesser har NGI ønsket å studere snø og skred under arktiske forhold, nærmere. Vi har derfor systematisert kunnskap og erfaringer som vi har fått i forbindelse med konsulentoppdrag (Hestnes 1994) og i tillegg samlet inn en del snø- og skreddata ved egne befaringer (1996 og 1998). Også i 1999 ble skredbefaring gjennomført, men bare ett skred observert (Foto 1). Befaringsrutene er vist på figur 1.

Foreløpig har resursene til datainnsamling og analyse vært begrenset, men feltturene har vi kunnet gjennomføre blant annet takket være velvillig utlån av scootere fra Svalbard Samfunnsdrift. Kjell Onarheim har også stilt egne nedtegnelser om snøskred til rådighet.

I denne rapporten har vi systematisert det vesentligste av de snø og skreddata som NGI samlet inn i –96 og –98 og de skredregistreringer Onarheim har rapportert (Kartbilag 1-2). Skred dokumentert fra Longyeardalen og andre steder utenom de nevnte anledninger og kilder, er ikke tatt med i denne oppsummeringen.

FELTUNDERSØKELSENE

Generelt

NGIs feltundersøkelser i –96, –98 og –99 ble gjennomført i andre halvdel av april. Tidspunktene var "tilfeldig valgte" i den forstand at vi ikke visste om det hadde gått snøskred forut for befaringene, eller om det hadde vært værforhold som tilsa at vi burde forvente å observere skred.

Befaringene ble gjennomført i henhold til planene, men med de begrensninger i utbyttet som vær- og snøforhold gav. Ved de tre anledningene ble alle observerbare skred på våre kjøreruter avmerket på kart og rekkevidden (α-vinkelen) til skredene målt. Snø og observasjonsforholdene er nærmere omtalt nedenfor.

Befaring 1996

Feltundersøkelsene 22.-23.04.96 ble foretatt av S. Bakkehøi og E. Hestnes, NGI. Det var fint vær og god sikt. Første dagen ble benyttet til å registrere snøskred (Foto 2-3). Alle skred i fjellsider innen observerbar avstand fra kjøreruta, ble registrert og oppmålt (Tabell 1). Det langtrekkende skredet på sidebreen til Tillbergfonna ble observert fra scootertraséen gjennom Gangdalen (7/96 Kartbilag 1, Foto 4-6, Fig. 2-3).

Andre dag var siktemålet å finne lokaliteter som kunne benyttes som permanente forsøksfelt for snøundersøkelser. Lett og rask tilgjengelighet fra Longyearbyen er en forutsetning. Flere høvelige lokaliteter ble registrert på og omkring Longyearbreen og Larsbreen (Foto 7).

Det ble foretatt undersøkelse av snødekkets tekstur og struktur på noen av de aktuelle lokalitetene. Dessverre bar alle stedene merker etter scootertrafikk og snøbrettkjøring. Konklusjonen ble at forskning på snødekkeutvikling på faste forsøksfelt i Longyearbyens nærområde tydeligvis vil kreve avsperring av de aktuelle lokalitetene. Om dette kan gjøres i praksis må eventuelt undersøkes nærmere.

Tabell 1 Observerte snøskred ved feltbefaring 1996

Skred nr.	Obs. Dato	Kartblad nr.	Kartblad Koordinater	Lokalitet navn	Utløpslengde α-vinkel	Fallhøgde ca. m o.h.	Vindretning optimal
1	22.04.96	C9	116 776	Longyearbreen	27°	800-550	SØ
2	22.04.96	C9	136 736	Bogerbreen	25°	800-550	SV
3	22.04.96	C9	145 715	Bogerbreen	26°	950-650	SSV
4	22.04.96	C9	145 759	Endalen	28°, motfall	350-230	NV
5	22.04.96	C9	185 771	Todalen	23.5°	550-90	VSV
6	22.04.96	C9	183 684	Gangskardet	22.5-23.5	420-400	Ø
7	22.04.96	C9	170 660	Tillbergfonna sør	15.5-17°	750-450	V:SSØ-NNV
8a	22.04.96	C9	238 724	Riperbreen morene	28°	240-210	NØ
b	22.04.96	C9	240 723	Riperbreen fjellside	28°	500-230	Ø-S
c	22.04.96	C9	238 718	Bolterdalen	ca 28°	500-230	SSØ
d	22.04.96	C9	237 717	Bolterdalen	ca 28°	500-230	SSØ
9a	22.04.96	C9	225 733	Bolterdalen	29°	500-130	SV-V
b	22.04.96	C9	227 724	Scott Turnerbreen	ca 30°	500-180	V
c	22.04.96	C9	227 722	Scott Turnerbreen	ca 30°	500-190	V
d	22.04.96	C9	225 719	Scott Turnerbreen	ca 30°	500-200	VNV
e	22.04.96	C9	223 717	Scott Turnerbreen	ca 30°	500-230	VNV
10a	22.04.96	C9	220 751	Bolterdalen	27°	550-90	V
b	22.04.96	C9	218 754	Bolterdalen	ca 28°	550-110	V
c	22.04.96	C9	218 755	Bolterdalen	ca 28°	550-110	V
11a	22.04.96	C9	104 844	Skytebanen	24°	400-220	SSV
b	22.04.96	C9	102 844	Skytebanen	24°	400-220	SV
12	22.04.96	C9	098 849	Gruve 3 vest	22.5°	400-180	S-SV
13	22.04.96	C9	130 837	"Burmavegen"	25°	400-150	SSV
14	21.04.96	C9	147 812	Vannledningsdalen	ikke målt	350/400-350/200	SV

Befaringen 1998

Feltundersøkelsene 23.-26.04.98 ble foretatt av K. Brattlien og E. Hestnes, NGI. Været disse dagene varierte mellom sol og blå himmel, lavt skydekke, dårlig sikt og totalt blindføre. Ved Van Mijenfjorden blåste det stiv kuling.

Vårt inntrykk var at det hadde gått et betydelig antall skred i området mellom Longyearbyen og Svea en tid før befaringen, for i de områdene der sikten var brukbar ble det observert skred. Våre registreringer representerer således et tilfeldig væravhengig utvalg (Tabell 2).

De to første befaringsdagene ble skred registrert i området mellom Longyearbyen og Reindalen (Foto 8). Deretter var målet et stort skred som var gått fra Kassen ut over Svalbreen, sør for Van Mijenfjorden (Foto 9-10). Dette skredet ble observert under innflygingen til Longyearbyen den 22.04.98 (31/98 Bilag 1, Fig. 4-5). Den siste dagen ble skred registrert langs returruta Svea-Pluto-Longyearbyen (Foto 11-12).

Befaringen 1999

Feltundersøkelsene 19.-20.04.99 ble foretatt av S. Bakkehøi og E. Hestnes i forbindelse med en ekskursjon i området Longyearbyen-Svea. Det var varierende værforhold, men stort sett dårlig sikt. Denne våren var det lite snø i kystnære, lavereliggende områder, som følge av en mild vinter. Sjansen for å registrere skred under de aktuelle snø- og værforhold ble ansett som liten, og bare ett skred ble observert i løpet av de to dagene turen varte (Foto 1).

Skredobservasjoner ved Kjell Onarheim

Onarheim's nedtegnelser om snøskred forelå som lokalitetsangivelser på kart i M 1:100 000 (Kartbilag 2). Det er sannsynlig at opptegnelsene er gjort i forbindelse med et fåtall scooterturer. Om noen av turene bevisst er gjennomført for å registrere skred, eventuelt fordi man har fått kjennskap til at store skred er observert, vites ikke.

Registreringene er henført til fire tidsrom:

- A - skred registrert før 1984
- B - skred registrert i 1984
- C - skred registrert i 1986
- D - skred registrert etter 1986

Opptegnelsene representerer som nevnt ingen systematisk registrering av snøskred i de aktuelle periodene. Derimot indikerer kartangivelsene at de fleste skredene har vært forholdsvis store, til dels svært store. Enkelte angivelser kan tyde på at lokaliseringene er noe usikre, kanskje fordi siktforholdene på observasjonstidspunktene ikke var de aller beste.

Tabell 2 Observerte snøskred ved feltbefaring 1998

Skred nr.	Obs. dato	Kartblad nr.	Kartblad koordinater	Lokalitet navn	Utløpslengde α-vinkel	Fallhøgde ca. m o.h.	Vindretning optimal
1	23.04.98	C9	033 665	Synndalen	29°	300-40	ØSØ
2	23.04.98	C9	032 664	Synndalen	29°	300-40	ØSØ
3	23.04.98	C9	031 663	Synndalen	28°	300-40	ØSØ
4	23.04.98	C9	029 658	Synndalen	26.5°	300-50	ØSØ
5	23.04.98	C9	028 657	Synndalen	22.5°	300-50	ØSØ
6	23.04.98	C9	028 656	Synndalen	23.5°	300-50	ØSØ
7a	23.04.98	C9	027 655	Synndalen	24.5°	300-60	ØSØ
b	23.04.98	C9	027 650	Synndalen	ca 27°	300-90	Ø
c	23.04.98	C9	026 648	Synndalen	ca 27°	300-100	Ø
8a	23.04.98	C9	038 614	Istjørndalen	25°	400/375-375/350	Ø
b	23.04.98	C9	032 614	Istjørndalen	ca 28-30°	400-250	ØSØ
9	23.04.98	C9	058 608	Istjørndalen	24.5°	550-250	NØ
10	23.04.98	C9	065 605	Istjørndalen	24°	500-250	NØ
11	23.04.98	C9	066 603	Istjørndalen	23.5°	450-250	NØ
12	23.04.98	C9	069 601	Istjørndalen	20.5°	450-250	NØ
13	23.04.98	C9	073 597	Istjørndalen	19°	350-250	NØ
14	23.04.98	C9	074 597	Istjørndalen	18.5°	325-250	NØ
15	23.04.98	B9	990 669	Lailadalen	29°	300-150	ØNØ
16a	23.04.98	B9	996 651	Lailadalen	23.5°	350-200	ØNØ
b	23.04.98	B9	998 642	Lailadalen	25.5°	400-250	ØNØ
17	23.04.98	C9	198 765	Todalen	28°	500-150	SØ
18a	23.04.98	C9	199 767	Todalen	26°	450-140	SØ
b	23.04.98	C9	201 768	Todalen	26°	450-140	SØ
19	23.04.98	C9	202 770	Todalen	29°	450-150	SØ
20	23.04.98	C9	204 772	Todalen	25°	450-130	SØ
21	23.04.98	C9	205 773	Todalen	24.5°	450-130	SØ
22	23.04.98	C9	206 775	Todalen	26.5°	400-130	SØ
23	24.04.98	C9	217 757	Bolterdalen	29°	500-120	V
24	24.04.98	C9	217 745	Bolterdalen	21°	550-120	SV
25	24.04.98	C9	240 719	Bolterdalen	23.5-24.5°	500-220	ØSØ
26	24.04.98	C9	235 646	Tverrdalen	ca 27°	700-300	VNV
27	24.04.98	C9	225 622	Tverrdalen	27.5°	800-280	VNV
28	24.04.98	C9	223 618	Tverrdalen	27°	750-260	VNV
29	24.04.98	C9	223 611	Tverrdalen	28°	650-240	NV
30	24.04.98	C9	220 608	Tverrdalen	23.5°	600-230	NV
31	25.04.98	C10	355 265	Kassen/Svalbreen	17.5-20°	880-240	SV
32	25.04.98	C11	405 206	Vindfløyen	29°	1050-670	S
33	26.04.98	C10	343 484	Gustavdalen	25°	500-250	NV
34	26.04.98	C10	339 482	Gustavdalen	24.5°	600-300	NV
35	26.04.98	C10	336 480	Gustavdalen	25-27°	550-270	NV
36	26.04.98	C10	334 477	Gustavdalen	25°	600-250	NV
37	26.04.98	B10	170 456	Reindalen sør	27-28°	500-150	ØSØ
38a	26.04.98	B10	177 467	Reindalen sør	ca 28°	650-190	SØ
b	26.04.98	B10	180 470	Reindalen sør	ca 28°	700-190	SØ
c	26.04.98	B10	182 473	Reindalen sør	26°	700-180	SØ
39a	26.04.98	C9	187 632	Tufsdalen	20.5°	490-360	ØNØ
b	26.04.98	C9	185 634	Tufsdalen	19.5°	520-350	NØ
40	26.04.98	C9	162 653	Tufsdalen	23°	700-360	NØ
41	26.04.98	C9	112 760	Lars Hiertafjellet	24.5°	420-400	NØ
42	26.04.98	C9	112 771	Lars Hiertafjellet	27.5°	750-600	SØ
43	26.04.98	C9	113 773	Lars Hiertafjellet	29.5°	770-580	SØ
44	26.04.98	C9	115 775	Lars Hiertafjellet	27.5°	800-560	SØ
45	26.04.98	C9	117 777	Lars Hiertafjellet	26.5°	800-540	SØ
46-50	26.04.98	C9	138 810	Gruvefjellet	ikke målt	460-100/130	ØSØ
51-54	26.04.98	C9	139 800	Gruvefjellet	ikke målt	500/550-250/350	ØSØ

Ingen skredutbredelse eller lokalisering bør anses som helt nøyaktig angitt. Alle registreringene gir imidlertid en relativt entydig informasjon om skredbanenes eksposisjon og derved også om optimal vindretning for snøavlagring i de aktuelle områdene (Tabell 3-6).

Tabell 3 Snøskred før 1984. Nedtegnelser v/K. Onarheim.

Skred	Kartblad		Lokalitet	Vindretning
nr. A	nr.	koordinater	navn	optimal
1	C9	135 920	Revneset	ØSØ
2	C9	145 920	Louisdalen	SØ
3	C9	223 925	Knorringbreen	SSØ
4	C9	215 920	Hanaskogdalen øst	SØ
5	C9	215 881	Mälardalen	Ø
6	C9	224 876	Birkafjellet	NØ
7	C9	106 844	Platåberget	SØ
8	C9	117 842	Blomsterdalen	VSV
9	C9	118 828	Platåberget	SV
10	C9	121 828	Sverdruphamaren	Ø
11	C9	119 779	Longyearbreen	SØ
12	C9	114 774	Longyearbreen	SØ
13	C9	147 770	Endalen	NNØ
14	C9	146 760	Endalen	NØ
15	C9	183 753	Todalen	SV
16	C9	190 715	Todalen	SØ
17	C9	194 700	Gangskaret	SØ
18	C9	188 696	Gangskaret	SØ
19	C9	152 700	Bødalen øst	NØ
20	C9	201 590	Gangdalen sør	NØ
21	C9	245 735	Bolterdalen	NØ
22	C9	233 763	Bolterdalen	Ø
23	C9	295 754	Foxdalen	ØNØ
24	C9	300 740	Foxdalen	ØNØ
25	C9	350 718	Møysalbreen	VSV
26	C9	370 742	Møysalen	SV
27	C9	363 747	Møysalen	SV
28	B10	107 510	Semmeldalen sør	Ø ?
29	B10	105 519	Semmeldalen sør	Ø
30	B10	088 519	Semmeldalen sør	V
31	B10	193 452	Litledalen	SØ
32	C10	385 506	Varpbreen	ØNØ
33	C10	385 502	Varpbreen	Ø
34	C10	477 360	Gustavdalen	SØ
35	C10	396 495	Gruvedalen	V
36	C10	400 494	Gruvedalen	ØNØ

Tabell 4 Snøskred 1984. Nedtegnelser v/K. Onarheim

Skred nr. B	Kartblad nr.	Kartblad koordinater	Lokalitet navn	Vindretning optimal
1	C9	087 655	Colesdalen sør	SV
2	C9	185 736	Todalen	V
3	C9	196 735	Todalen	Ø
4	C9	178 692	Gangskaret	VSV
5	C9	180 678	Gangskaret	VSV
6	C9	186 670	Gangdalen	SV
7	C9	195 643	Gangdalen	VSV
8	C9	282 747	Foxdalen	SV
9	C9	285 736	Foxdalen	VSV
10	C9	306 753	Hallwylfjellet	SV
11	C9	312 745	Hallwylbreen	V
12	C9	320 733	Gløttfjellbreen	V
13	C9	217 744	Todalen	SV
14	C9	217 732	Todalen	VSV

Tabell 5 Snøskred 1986. Nedtegnelser v/K. Onarheim

Skred nr. C	kartblad nr.	kartblad koordinater	Lokalitet navn	Vindretning optimal
1	C9	187 865	Hiorthfjellet	NØ
2	C9	255 855	Altbreen	NNV
3	C9	245 838	Altbreen	SV
4	C9	253 830	Altbreen	VSV
5	C9	109 845	Platåberget	SSV
6	C9	135 820	Sverdruphamaren	NV
7	C9	130 812	Sverdruphamaren	NV
8	C9	108 761	Teltberget	VSV
9	C9	110 756	Teltberget	VSV
10	C9	118 748	Fardalen	V
11	C9	090 653	Colesdalen sør	SSV
12	C9	093 643	Colesdalen sør	VSV
13	C9	093 632	Colesdalen sør	NV
14	C9	138 656	Ringdalen	SSV
15	C9	151 651	Ringdalen	S
16	C9	200 647	Gangdalen	V
17	C9	200 588	Gangdalen sør	ØNØ
18	C9	346 655	Reindalen øst	NNV
19	C9	357 660	Reindalen øst	NNV
20	C9	430 665	Reindalspasset	NNØ
21	C9	438 665	Reindalspasset	NNV
22	C9	430 627	Lunckefjellet	SV
23	C9	497 685	Lundstrømdalen nord	VNV
24	B10	232 510	Reindalen øst	SSV
25	B10	177 406	Blåhuken	N

Tabell 6 Snøskred etter 1986. Nedtegnelser v/K. Onarheim

Skred nr. D	Kartblad nr.	Koordinater	Lokalitet navn	Vindretning optimal
1	C9	120 801	Longyearbreen	VNV
2	C9	110 790	Nordenskiöldfjellet	VNV
3	C9	127 799	Sarkofagen	SØ
4	C9	078 660	Colesdalen	S
5	C9	096 625	Skiferdalen/Colesdalen	SØ
6	C9	080 595	Skiferdalen	V
7	C9	144 666	Ringdalen	NNØ
8	C9	163 656	Tufsdalen nord	NØ
9	B10	078 518	Semmeldalen sør	V
10	B10	101 520	Semmeldalen sør	Ø
11	B10	103 510	Semmeldalen sør	Ø
12	B10	192 452	Litledalen	SØ

RESULTAT

Snødekket

Snødekket vinteren 1995/96 var i fjordnære områder prega av mildværsinnslag. Dette sees av krystallstruktur, fasthet og lagdeling i de tre sjiktprofilene fra henholdsvis Lia i Longyearbyen, oppunder toppen av Platåberget ovafor Skjæringa og øverst på Larsbreen (Fig. 6-8, Foto 7). Nede ved bakken var krystallene tydelig smeltepåvirket og vekslende mildvær og gjenfrysing hadde gitt lag med stor fasthet. Mildværsinnslagene hadde gjort seg minst gjeldende på Larsbreen. Snøen i de øvre lagene var mindre påvirket, med andre ord hadde det vært kaldere siste delen av vinteren.

Vinteren 1997/98 hadde vært langt mer stabil med lite mildvær. Snøen i Lia var svært fast. På Tillbergfonna var snøen også fast. Begge steder var det stor tetthet. Krystallstruktur og tetthet gjenspeiler forhold med mye vind og lite omvandling (Fig. 9-10).

Utløpslengder

Rekkevidden (α-vinkelen) til totalt 76 snøskred ble målt ved befaringene i –96 og –98 (Tabell 7). De observerte verdier for hver enkelt skredbane er angitt i Tabell 1-2 og den statistiske fordelingen er vist med søylediagram på figur 11. Laveste og høgste målte rekkevidde er hhv. 15.5° og 30°. Middelverdien for alle observerte skredutløp er 25.5°.

Dette er overraskende lave α-verdier, ettersom registreringene omfatter alle observerte skred. Antall skred med særlig lange utløp er også uventet høgt. Dette gjelder for øvrig både i –96 og –98.

Her kan det både være ønskelig å verifisere observasjonene med nye innsamlinger fra Svalbard og å sammenligne dataene med resultat fra tilsvarende undersøkelser i høgfjellet på fastlandet.

Tabell 7 Frekvensen av observerte utløpslengder

α - vinkel	1996	1998	Sum obs. pr. 1°
15			
15.5	1		1
16			
16.5			
17			
17.5		1	1
18			
18.5		1	1
19		1	
19.5		1	2
20			
20.5		2	2
21		1	
21.5			1
22			
22.5	2	1	3
23		1	
23.5	1	5	7
24	2	1	
24.5		5	8
25	2	5	
25.5		1	8
26	1	3	
26.5		3	7
27	2	5	
27.5		3	10
28	7	6	
28.5			13
29	1	6	
29.5		1	8
30	4		
30.5			4
Sum obs.	23	53	76

Skredbanenes eksposisjon

De skredene som ble registrert ved befaringene i –96 og –98 er utløst fra områder med vidt forskjellig eksposisjon. Det antyder at også vindretningene forut for skredhendelsene har vært forskjellig de to årene (Tabell 8). Forskjellene er illustrert ved rosediagrammene på figur 12. De antyder tre ulike hovedretninger begge årene, i alt 5 framtredende eksposisjoner for utløsningsområdene.

Tabell 8 Snøskred oppmålt v/ NGI fordelt på vindretning

År	N	NNØ	NØ	ØNØ	Ø	ØSØ	SØ	SSØ	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV
1996			1		1	2	2			4	3	2	6	2		1
1998			9	4	3	10	14		1		2		1		6	3
Sum			10	4	4	12	16		1	4	5	2	7	2	6	4

Registreringene til K. Onarheim antyder også at det har vært ulike nedbørførende vindretninger forut for de observerte skredene (Tabell 9, Fig. 13). Materialet antyder to hovedsektorer og en framtredende retning når det gjelder eksposisjon for utløsningsområder og derved også vind.

Tabell 9 Snøskred nedtegnet v/ K. Onarheim fordelt på vindretning

Periode	N	NNØ	NØ	ØNØ	Ø	ØSØ	SØ	SSØ	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV
<1984		1	5	4	6	1	11	1			4	2	2			
1984					1						5	5	3			
1986	1	1	1	1					1	4	2	4	2	1	3	4
>1986		1	1		2		3		1				2	2		
Sum	1	3	7	5	9	1	14	1	2	4	11	11	9	3	3	4

Når man setter sammen NGI's og K. Onarheim sine registreringer får man en fordeling som vist i Tabell 10. Framstilt som rosediagram vises det tydelig at nesten alle skred er registrert i områder som ligger i le for vind fra sektorene SV-V og NØ-SØ (Fig. 14). Når det gjelder sistnevnte sektor kan det synes som om det er tre framtredende vindretninger, hhv. fra SØ, NØ og Ø. Sektoren NV-NNV er også registrert som utløsningsområde for noen skred. Derimot er det knapt registrert skred innen sektorene N-NNØ og SSØ-S.

Tabell 10 Frekvensen av registrerte skred fordelt på vindretning

Retning	N	NNØ	NØ	ØNØ	Ø	ØSØ	SØ	SSØ	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV
Sum	1	3	17	9	13	13	30	1	3	8	16	13	16	5	9	8

Rosediagram over vind og nedbør i perioden desember-februar og mars-mai for stasjonene Isfjord Radio og Longyearbyen, samt vindretninger for Svalbard Lufthavn og Sveagruva, er vist på figur 15-16 (Hanssen-Bauer et al. 1990, Steffensen 1982). Det er dessverre en grovere sektorinndeling i vind-diagrammene enn i diagrammene over skredbanenes lesektorer. Topografiske føringseffekter innvirker på vindobservasjonene om enn i noe forskjellig grad på de enkelte stasjonene.

Selv om man tar hensyn til slike forhold ser man at det ikke er helt samsvar mellom eksposisjonene til de registrerte utløsningsområdene for skred mellom Isfjorden og Van Mijenfjorden og de antatte framherskende vindretningene i høgden. Spesielt er det påfallende at det nesten ikke er registrert skred innen

sektoren SSØ-S, og relativt få i nordvestlig sektor (Fig. 14). Dette skyldes rimeligvis flere forhold hvorav de viktigste trolig er:

- fordelingen av landskapsformene i området
- utilstrekkelig statistisk grunnlag

Det er foreløpig ikke gjort noen vurdering av i hvilken grad samspillet mellom landskapsformer og vind har betydning for den statistiske fordelingen av skred i området. Når det gjelder det statistiske grunnlaget så bør dette utvides ved innsamling av flere skreddata.

NOEN LANGE SKREDUTLØP

I tre områder der det ble observert skred med særlig lange utløp, ble det foretatt en nærmere studie av skredutbredelse og skredbaneprofil. For to av områdene har vi fått utarbeidet detaljkart. For området sør for Van Mijenfjorden har Norsk Polarinstitutt foreløpig ikke etablert noen digital terrengmodell. Det tredje området er derfor framstilt på kart oppfotografert fra 1 : 100 000.

Tillbergfonna

Skredet fra den nordøstvendte botnen omkring den sørvestlige sidearmen til Tillbergfonna (nr.7/98 Tabell 1, Kartbilag 1, Foto 4-6) ble som tidligere nevnt observert fra Gangdalen ca 1.5 km borte, til tross for at hele skredområdet var dekket av ca 15 cm nysnø. Ettersom den underliggende skredsnøen hadde noe ujevn overflate fikk sollyset litt andre brytningsforhold i fokksnøen over skredavsetningene enn fra områdene omkring. Det var dette som indikerte at det kunne ha gått et snøskred ned på breen.

Ut ifra meteorologisk statistikk og lokal informasjon er det sannsynlig at dette skredet og mange av de andre vi observerte, har gått i forbindelse med en nedbørperiode midt i mars 1996. Det vesentligste av nysnøen over skredavsetningene kom tidlig i april.

Skredet har løsnet fra den lave fjellsida som omkranser brebassenget og fortsatt ned den slake breoverflata nesten ned til hovedbreen. Det var spor etter en sammenhengende bruddkant over ca. 180° og mer enn 1500 m (Fig. 2, Foto 5).

Rekkevidda til skredet ble bestemt ved å undersøke snødekket langs ytterkanten av utløpsområdet. Gjennomsnittlig helning målt til toppen av bruddkanten i indre deler av bassenget varierte fra 15.5-17°. Største høgdeforskjell og banelengde var henholdsvis ca 290 m og 950 m. Ut over den flate brearmen var gjennomsnittlig helning mindre enn 10° over en strekning på ca 600 m (Fig. 3). Det må ha vært optimale forhold for lange skredutløp i brebassenget på det tidspunktet skredet gikk.

Kassen, Svalbreen

Snøskredet fra den nordøstvendte fjellsida til Kassen ble som nevnt observert under innflygingen til Longyearbyen den 22.04.98 (nr. 31/98 Tabell 2, Kartbilag 1, Foto 9). Utløsningsområdet i fjellsida var lett å se, fordi glideflata var glinsende blålig. Fra flyet så det ut som om skredavsetningene lå i stor bredde nesten tvers over Svalbreen, som på dette stedet er nesten flat. Avsetningene så relativt ferske ut, men med litt nysnø over. Igjen var det brytnings-forholdene i fokksnøen over litt ujevne avsetninger, som røpet stor utbredelse. Nøyaktig hvor langt skredet hadde nådd var det imidlertid ikke mulig å avgjøre fra flyet. Det ble ikke observert andre skred under innflygingen.

Dagen etter informerte vi Kjell Onarheim om det observerte skredet. Han kjente ikke til hendelsen, men en hundekjører han tok kontakt med kunne fortelle at han hadde kjørt Svalbreen både like før og etter skredet få dager før. (Trolig omkring helga 18-19. april.) Vedkommende hadde knapt trodd sine egne øyne da han på returen til Svea/Longyearbyen så at det lå skredmasser tvers over den flate breen i stor bredde.

Snøskredet hadde løsnet fra den sørligste og minste av de to skålene i Kassen (Fig. 4, Foto 9). På befaringstidspunktet var det relativt flatt lys i området. Etter hva vi så på stedet og fra flyet noen dager før, lå imidlertid bruddkanten opp mot kanten langs sørsida av skåla, men svingte noe ned inn mot midten av skåla (Foto 10). Dette passer også med at snødekket så intakt ut i den øvre sentrale delen. Den ryggen som utgjør nordsida av skåla har sannsynligvis vært avblåst i de øvre deler likesom i naboskåla mot nord. Det er imidlertid sannsynlig at det har ligget snø i de nedre deler av denne sida, som har gått ut med skredet.

Glideflata i utløsningsområdet var gammel snøoverflate med smelteskare eller issjikt. Muligens sommeroverflata fra høsten 1997. De meteorologiske data viser at det var et stort snøfall på nordøstlig vind tidlig i januar, dessuten litt snø i første del av februar. Midt i mars var det litt snø på noe varierende vind, men vesentlig vestlig. Det var ingen omlagring av nysnø av betydning, før skredet inntraff. Skredet anses derfor for å være knyttet til langtidsutvikling av glisjikt på den gamle snøoverflata.

Den høgestliggende delen av bruddkanten ble anslått til å nå opp i ca 900 m. Hvor lang bruddkanten har vært var det derimot vanskelig å vurdere, men rimeligvis mer enn 700 m. Skredbanen i den bratte fjellsida var på det smaleste mindre enn 300 m. 10-grader punktet lå ca 50 m innafor den flate breen. Det var en forsenkning på opptil 5 m på tvers av skredretningen før man kom inn på breflata. Sannsynligvis er det morene med iskjerne i overgangssona mellom skredbanen og breen (Fig. 4).

Skredavsetningene lå i en stor vifteform tvers over Svalbreen. Den tilnærmede avstanden tvers over breen var 800 m og bredden om lag 500 m. Lengden

langs ytterkanten av avsetningene ble målt til 2000 m (Fig. 4). Alle avstander ble målt med scooter. Ytterbegrensningene ble fastslått visuelt, ved å grave i snødekket og bruk av sondestang. I nedre del av skråningen på motsatt side av breen og litt nedover breen, var det snøskyavsetninger på inntil 10 cm tjukkelse utafor skredavsetningene. Nær ytre begrensning av skredavsetningene var det løs snø under avsetningene. Det kan tenkes at det har vært løs luftig snø over hele breen da skredet gikk.

Fra 10°-punktet til bruddkanten sentralt i skredbanen varierte siktelinjas helning (β-vinkelen) fra 26.5°- 28.5°. Ut mot sidene var β-vinkelen henholdsvis 23.5° (sør) og 25° (nord). Fra 10°-punktet ut til ytre skredbegrensning var gradienten ca 2° omkring skredets lengeakse og mens skredbanens fall oppstrøms og nedstrøms for lengdeaksen var hhv. 1.5° og 3.5°. Fra ytre skredbegrensning til høgste bruddkant var siktelinjas helning (α-vinkelen) 18° i den sentrale delen av skredbanen. Oppstrøms og nedstrøms for hovedretningen hhv. 19.5° og 20°. Fra bruddkanten under fjellskrenten i oppstrøms side av skredbanen til ytre skredbegrensning i dette området, var α-vinkelen 17.5° (Fig. 4-5).

Semmelryggen

Skredene fra den sørvestvendte sida av Semmelryggen (nr. 8a-14/98 Tabell 2, Kartbilag 1) ble ikke observert fra Istjørndalen fordi det var noe fokksnø over skredmassene. Det var intuisjonen som tilsa at man burde rekognosere for skred i dette området (Fig. 17, Foto 8).

I fjellsida er det mange naturlig skredbaner som varierte i høgde fra 150 til 300 m. Det var gått skred i ca halvparten av banene (Kartbilag 1). De vindeksponerte ryggene mellom forsenkningene var stort sett blåst fri for snø. Tidspunktet for når skredene har gått er vanskelig å anslå fordi det i de forutgående månedene kom svært lite snø. Første halvdel av februar eller midt i mars er de perioder da det har kommet litt nedbør med vind fra sektoren N-Ø. Etter den tid var det knapt registrert nedbør. Det er derfor sannsynlig at skredene har skjedd i en av disse periodene. Skredavsetningene av i det alt vesentlige dekket av fokksnø.

Lite snø til tross, de minste skredene nr. 12-14 (Tabell 2) har hatt betydelig rekkevidde, henholdsvis 20.5°, 19° og 18.5° (Fig. 18).

KONKLUSJONER

Det innsamlede materialet tyder på at lange skredutløp er minst like vanlig innen undersøkelsesområdet som i høgfjellet på fastlandet. Skredutløsning og lange utløp forekommer uten at det registreres nedbør av betydning. Gode glisjikt er vanlig. De etableres tydeligvis både på snøoverflata, ved snøavlagring og ved langtidsutvikling nede i snødekket.

VIDERE ARBEID

Det er behov for tidfesting av skredhendelser og deres eksposisjon for å kunne klarlegge i hvilken grad de har sammenheng med nedbør, vindforhold og/eller spesielle glisjikt. Evaluering av glisjikt vil krev feltundersøkelser av snødekket. Det er videre ønskelig med et bedre statistisk grunnlag over rekkevidden til snøskred og en nærmere jamføring med observasjoner i høgfjellet på fastlandet.

Personer som jevnlig ferdes i terrenget vil kunne registrere en del nyttig informasjon hvis et opplegg ble satt i system. Studenter ved UNIS og personer knyttet til den lokale guideforeningen vil kanskje kunne bistå. Tilrettelegging, feltoppfølging og analyse av data vil kreve at det stilles forskningsmidler til rådighet.

ETTERORD

Forfatterne vil takke Kjell Onarheim, Svalbard Samfunnsdrift og Norsk Polarinstitutt for praktisk støtt til gjennomføring av feltarbeidet, og Onarheim også for å stille egne skredregistreringer til vår disposisjon.

Prosjektet har mottatt støtte fra Nansenfondet, Norges Forskningsråd og Norges Geotekniske Institutt. Støtten erkjennes med takk.

REFERANSER

Hanssen-Bauer, I., Kristensen Solås, M. and Steffensen E.L. 1990. The Climate of Spitsbergen, *DNMI-Rapport 39/90* Klima, 40pp.

Hestnes, E. 1994. Impact of rapid mass movement and drifting snow on the infrastructure and development of Longyearbyen, Svalbard. *Tenth International Northern Research Basins Symposium and Workshop, Spitsbergen, Norway August 28 – September 3, 1994.* Proceedings, 23-46.

Steffensen, E. 1982. The Climate at Norwegian Arctic Stations. Det Norske Meteorologiske Institutt, *Klima 5*, 44pp.

Vedlegg A

Foto	**1 - 12**	
Figur	**1 - 20**	
Kartbilag	**1 - 2**	**(Fig. 19 - 20)**

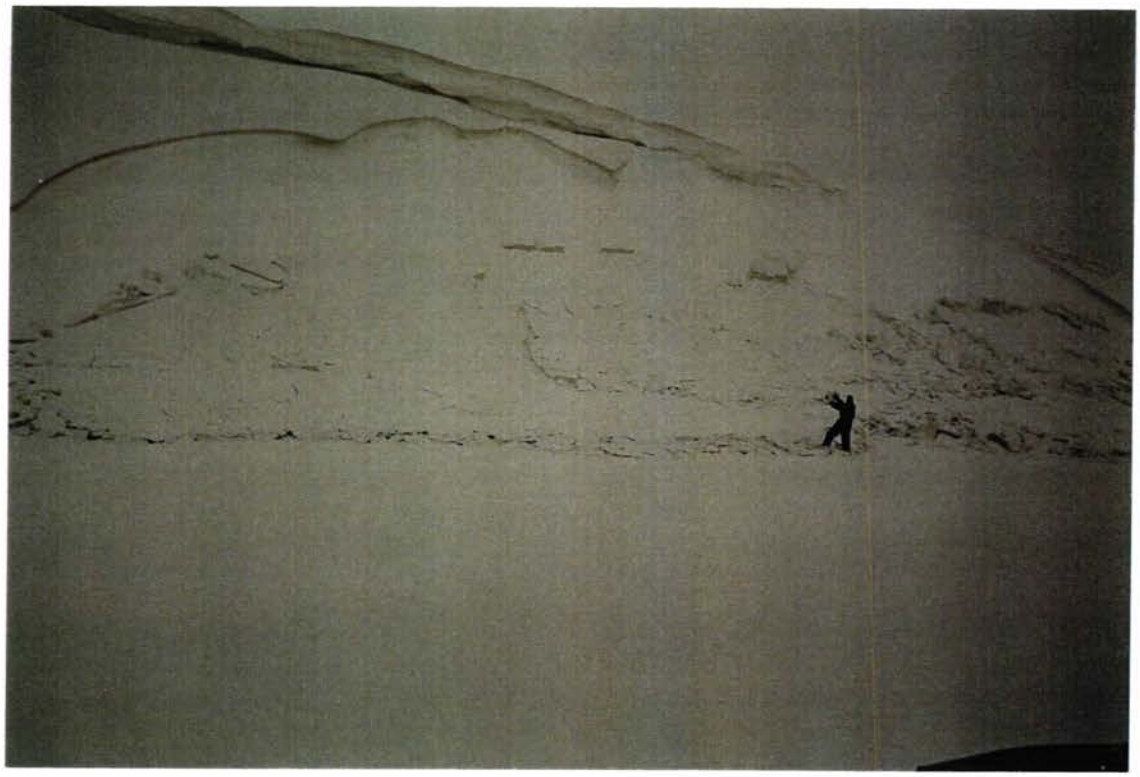


Foto 1 Snøskred i sørvestvendt skråning ved scooterløypa i innløpet til Istjørndalen, observert 20.04.1999.

Foto 2 Snøskred 13/96 i nordøstvendt skråning ovafor Burmavegen, Longyearbyen. Snøen i utløpsområdet var svært fuktig.

Foto 3 Flakskred i østnordøst-østvendt skråning øverst i Vannledningsdalen.

Foto 4 De sentrale deler av botnen øverst på den sørvestlige sidearmen til Tillbergfonna.

Foto 5 Den nordlige delen av botnen til den sørvestlige sidebreen til Tillbergfonna. Bruddkantens beliggenhet kan observeres. Skredavsetninger på breen i forgrunnen.

Foto 6 Den sørvestlige sidearmen til Tillbergfonna fotografert fra Tillbergfonna i 1998. I 1996 gikk bruddkanten rundt hele botnen.

Foto 7 Høvelig lokalitet for snøundersøkelser i den nordvestvendte skråningen fra Larsbreen opp mot Lars Hiertafjellet. Området bar tydelige merker etter stor scooter og snøbrett aktivitet.

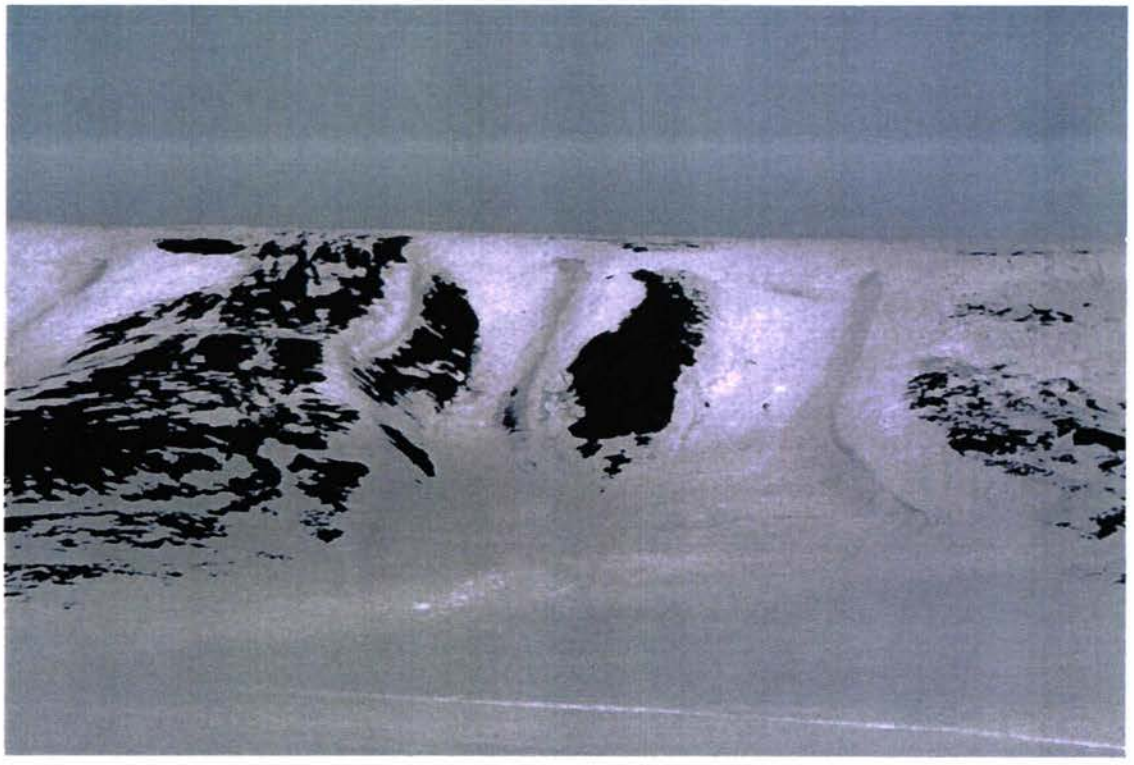


Foto 8 Langs den sørvestvendte skråningen til Semmelryggen var det gått mange skred med lange utløp. Avsetningene fra skredene 13-14/98 ligger utover sletta mot venstre i forgrunnen.

Foto 9 Kassen med Svalbreen i forgrunnen. Skred 31/98 løsnet i venstre side av skåla til venstre. Skredavsetningene lå i ca 500 meters bredde nesten tvers over den flate brearmen.

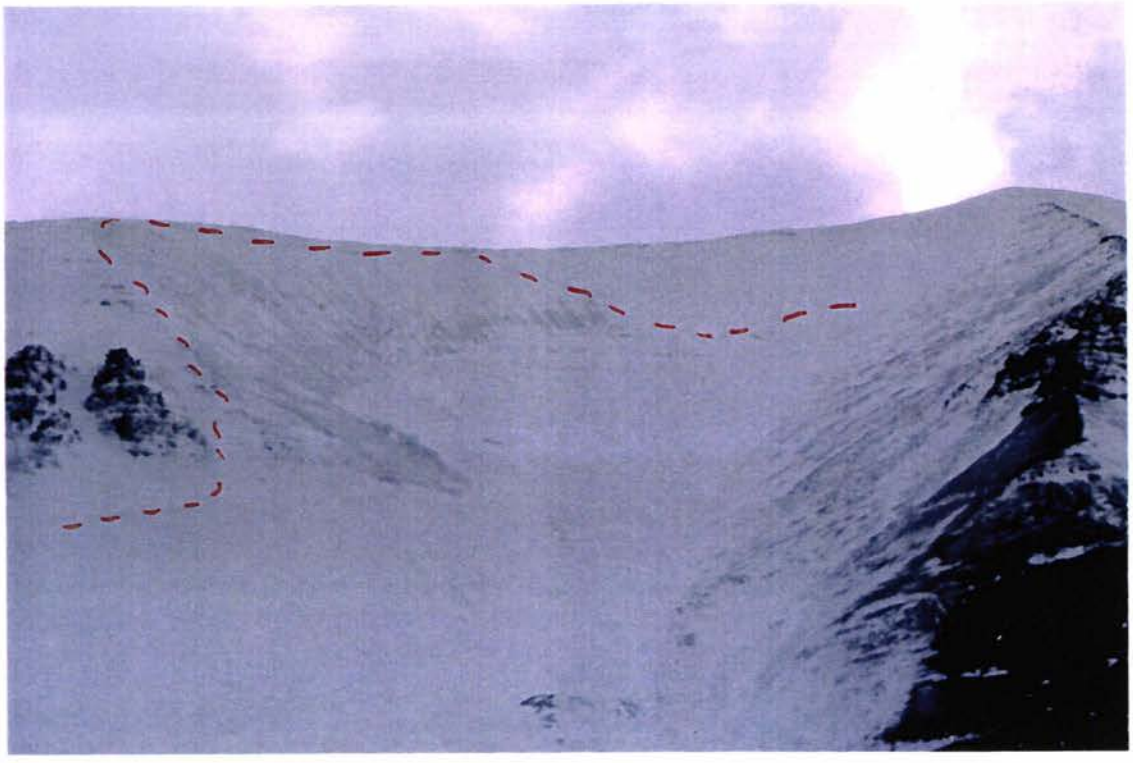


Foto 10 Tilnærmet beliggenhet av bruddkanten for skred 31/98 fra Kassen.

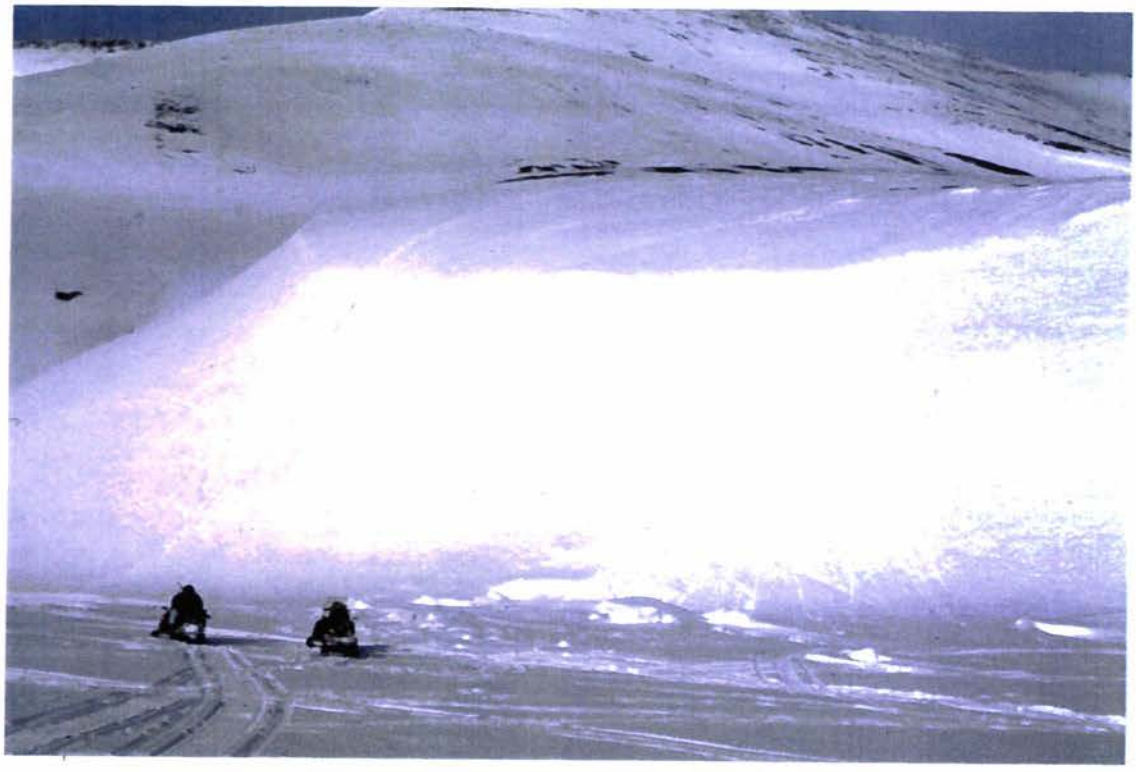
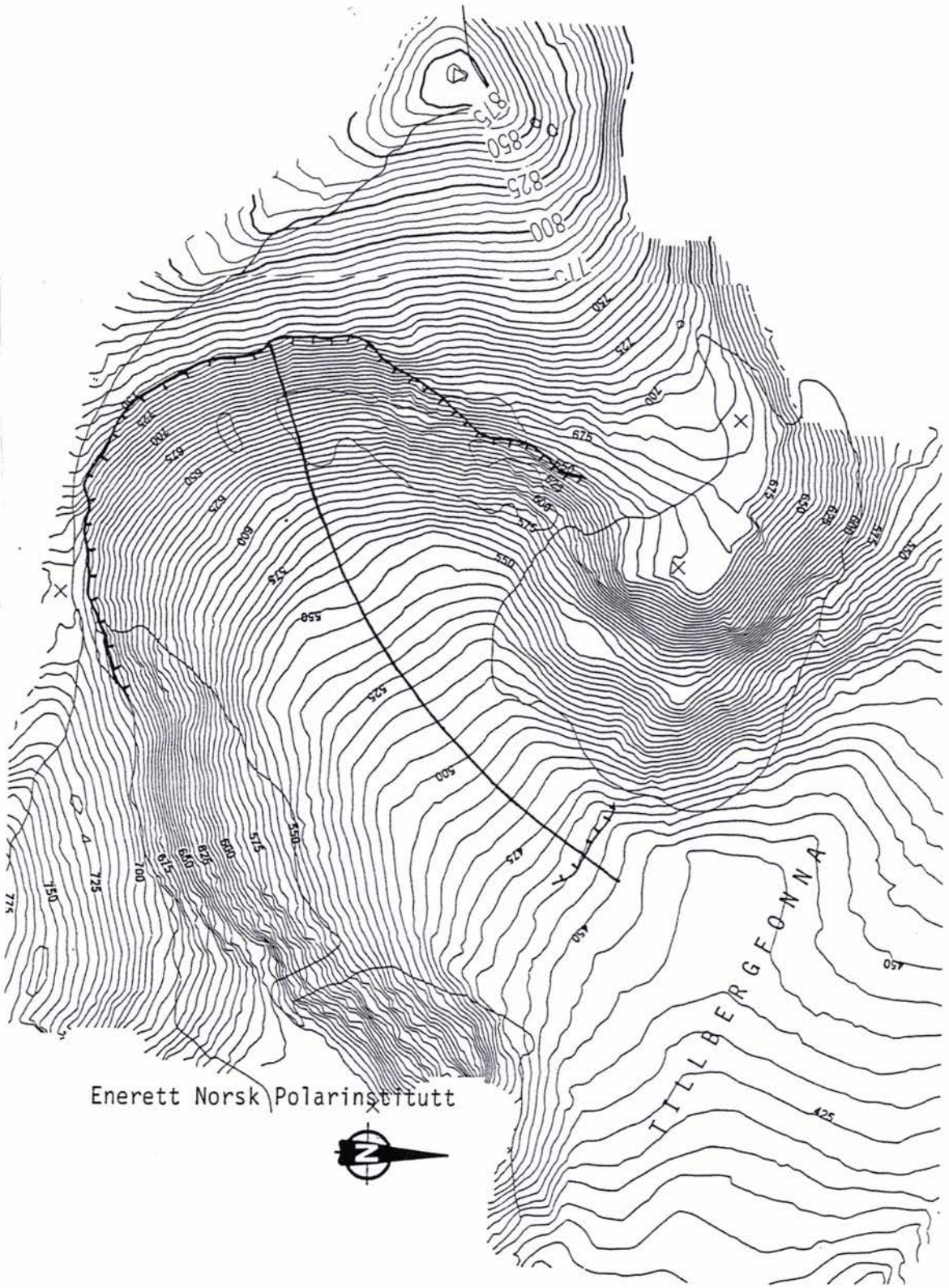


Foto 11 Skred 41/98 i en lav solrik sørvestvendt skråning ved scooterløypa øverst i Fardalen.

Foto 12 Avsetninger etter skredene 42-45/98 fra Lars Hiertafjellet øverst på Longyearbreen er tildekket av fokksnø.

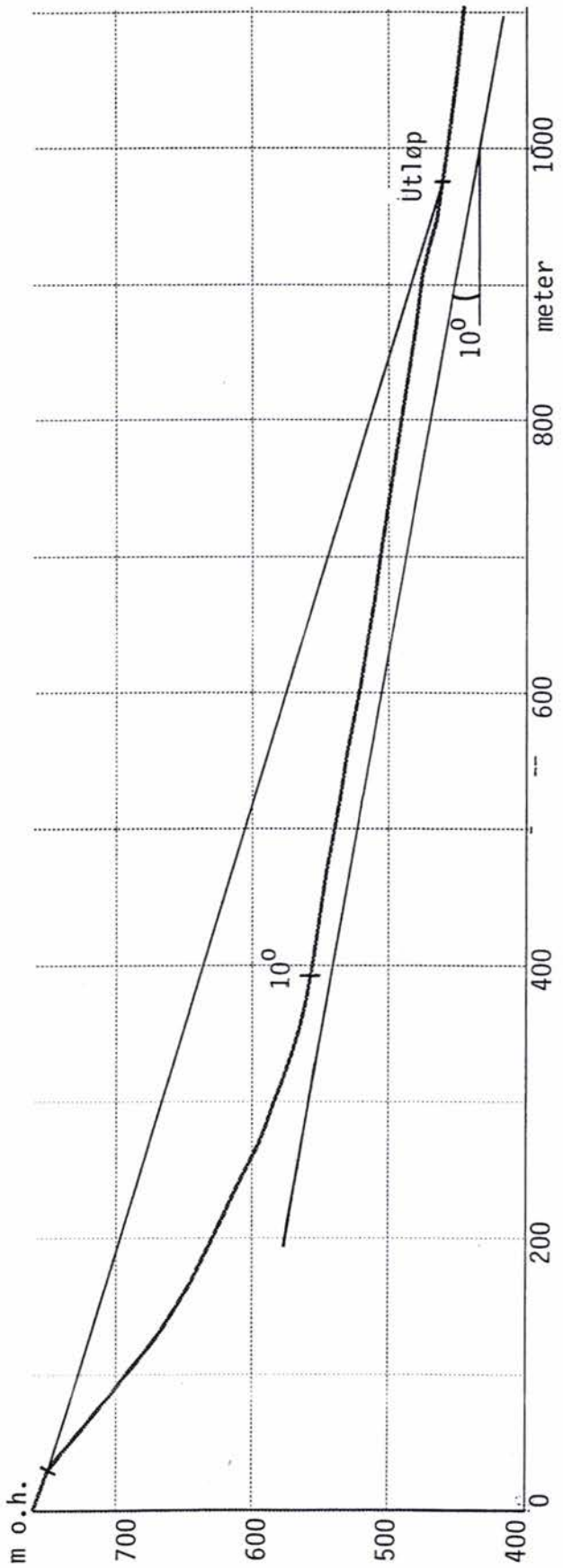
SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 1
SKREDBEFARINGER SVALBARD	Tegner EH	Dato 99-12-30
Befaring 1996 (1 dg) + 1 dg for snøundersøkelser Befaringer 1998 (2+2 dg) Befaring 1999 (2dg) Målestokk 1 : 333 000	Kontrollert SBa.	NGI
	Godkjent	

F:\P\58\91\589100\RAP\rap-4\fig1-1.doc



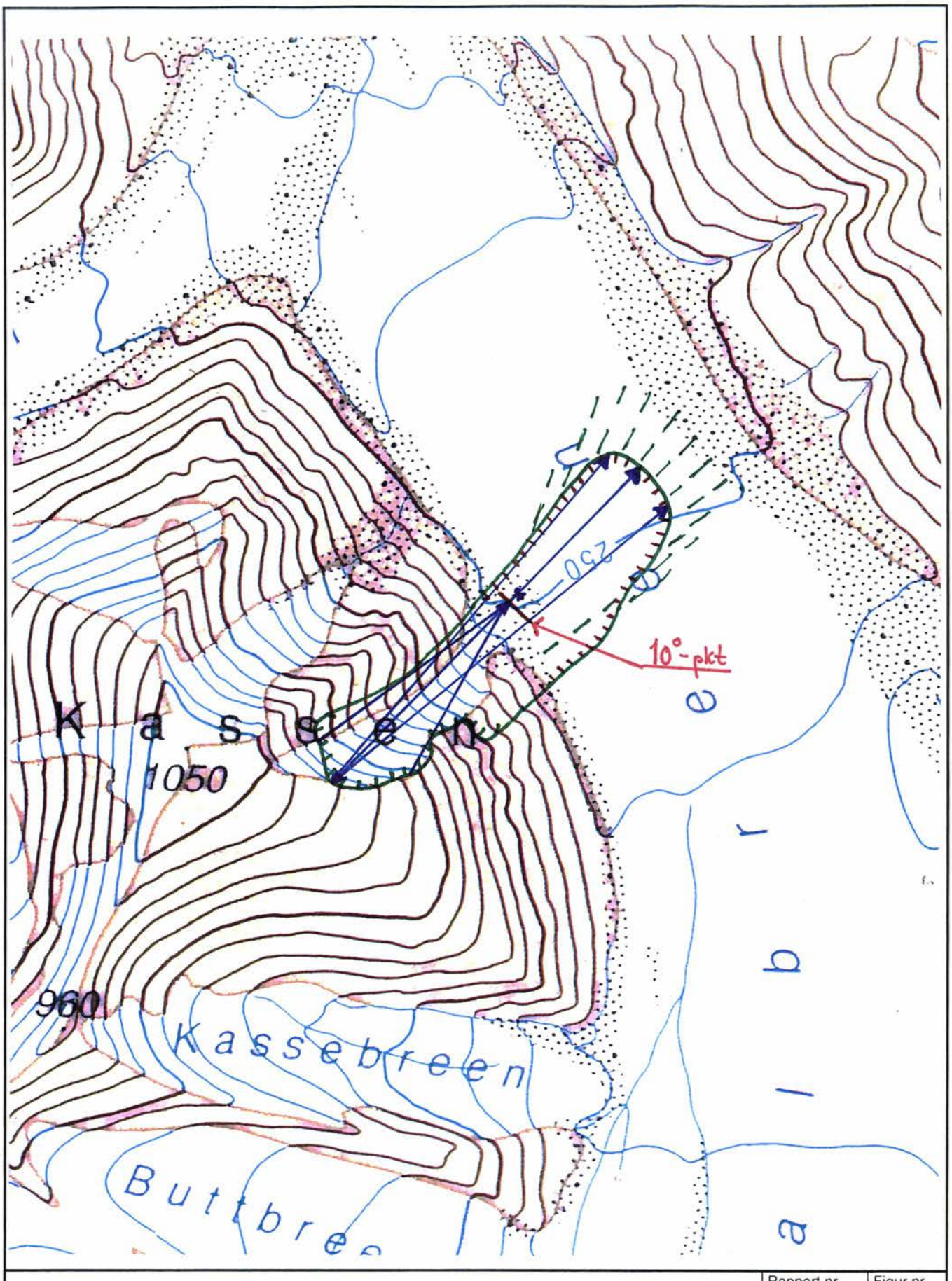
SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 2
TILLBERGFONNA og den sørvestlige sidearmen	Tegner EH	Dato 99-12-30
Observerbar utstrekning på bruddkanten og skredavsetninger Profillinjas beliggenhet	Kontrollert	NGI
Målestokk 1 : 10 000	Godkjent	

f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-1.doc



SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 3
TILLBERGFONNA	Tegner EH	Dato 99-12-30
Lengdeprofil av skredbanen med angivelse av 10°-vinkel	Kontrollert	
Målestokk 1 : 5 000	Godkjent	NGI

F:\P\58\91\589100\RAP\rap-4\fig1-1.doc



SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD

Rapport nr.	Figur nr.
589100-4	4
Tegner EH	Dato 99-12-30
Kontrollert	
Godkjent	

KASSEN, SVALBREEN

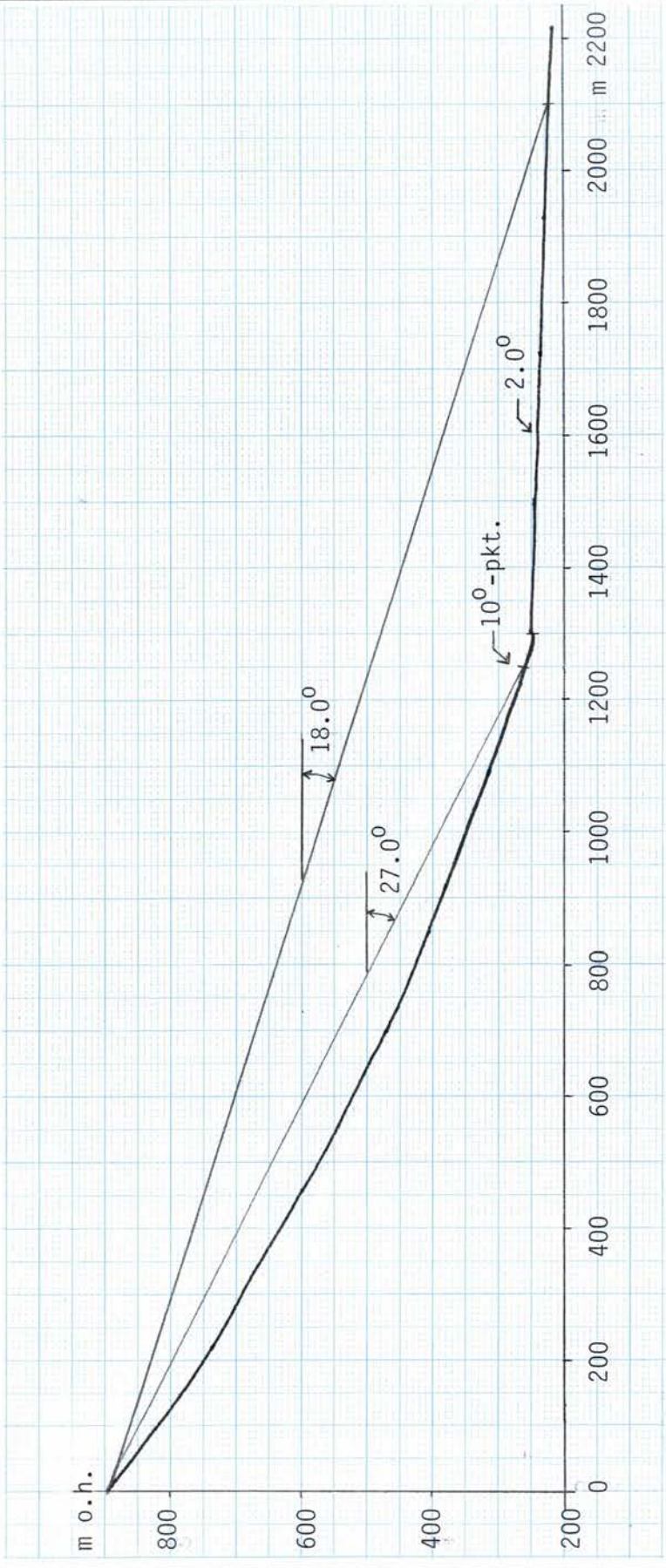
Tilnærmet beliggenhet av bruddkant og skredavsetninger

Tilnærmede siktelinjer for vinkelmålinger

Målestokk 1 : 25 000

NGI

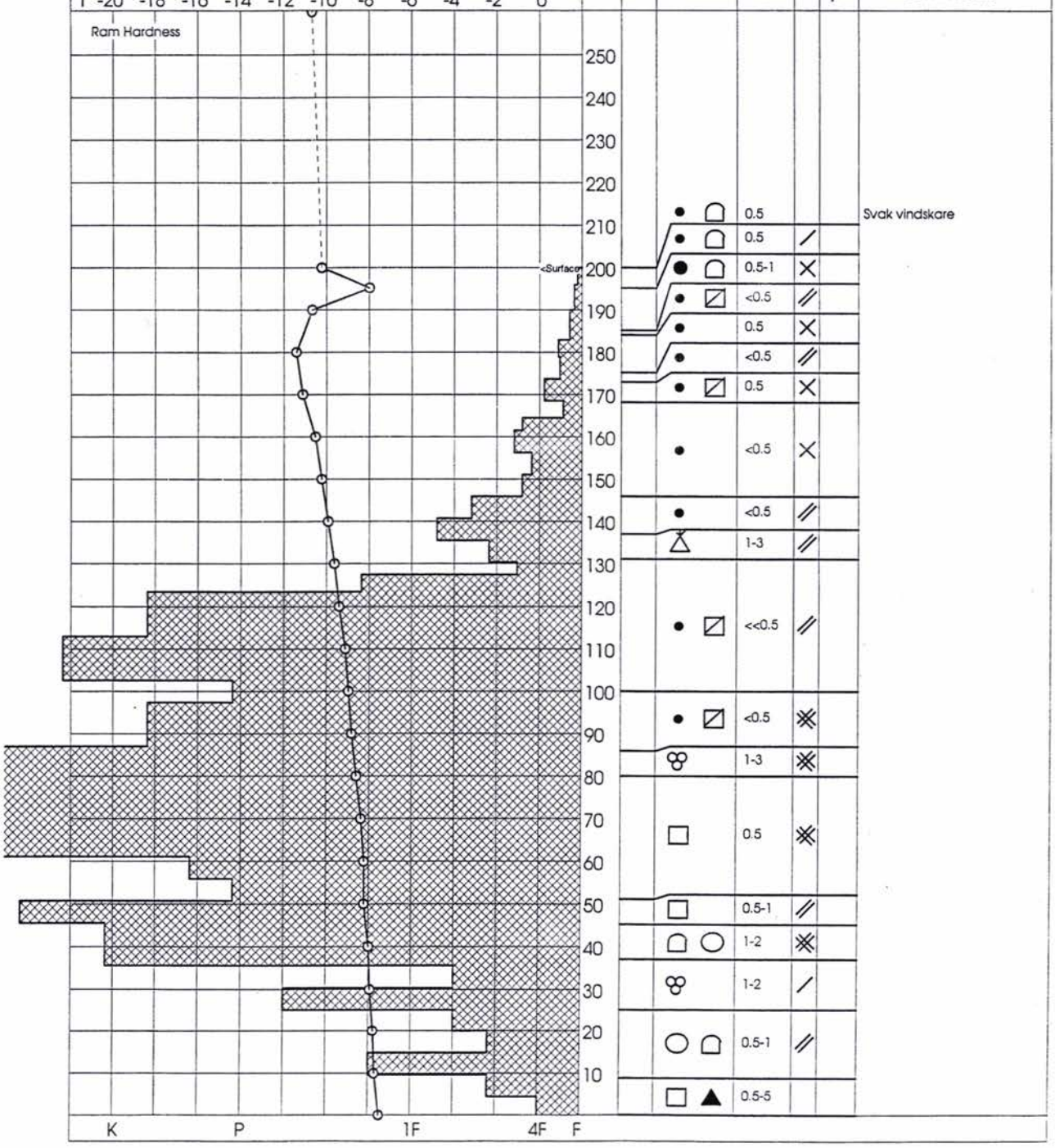
F:\P\58\91\589100\RAP\rap-4\fig1-1.doc



SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 5
SVALBREEN	Tegner EH	Dato 99-12-30
Lengdeprofil av skredet fra Kassen med angivelse av vinkelverdier	Kontrollert	NGI
Målestokk 1: 10 000	Godkjent	

f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-1.doc

SNOW COVER PROFILE Longyearbyen Svalbard	Obs. EH, SBA Date 96-04-22 Time 09:00	Profile Type Full No. 1 Surface Roughness —— Smooth Penetration Foot 40 Ski 5
Location Lia		Air Temperature -10.7
H.A.S.L. 50 m	Co-ords 78°15'00" 15°39'00"	Sky Condition ⦶ Scattered Clouds
Aspect NW	Slope 35	Precipitation Nil
HS 200 HSW	ρ R N	Wind Light - South East



SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD

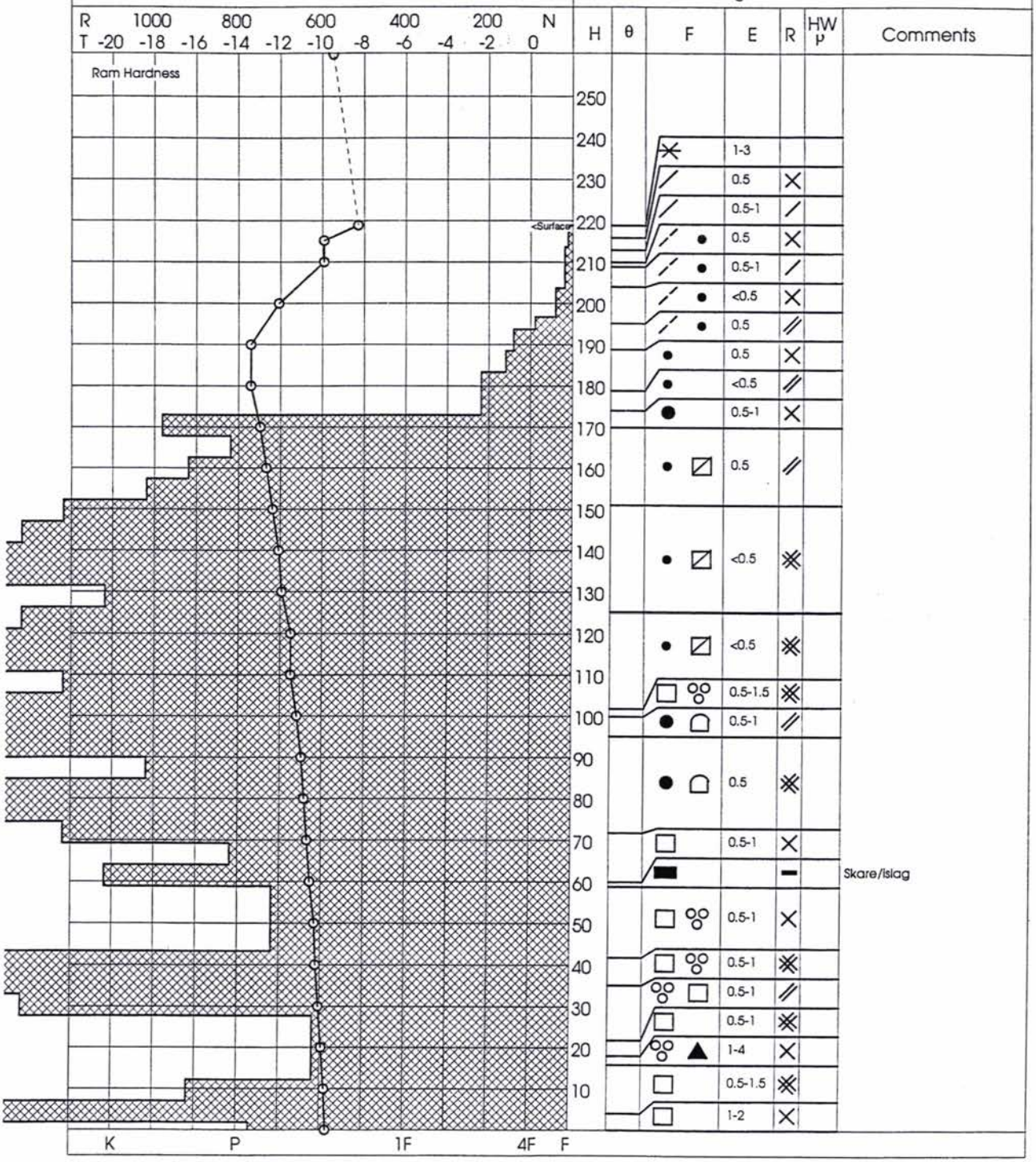
SNØPROFIL, LIA 22.04.1996

Snøtemperatur; Trykkfasthet; Snødybde
Lagdeling; Krystalltype; Kornstørrelse

Rapport nr.	Figur nr.
589100-4	6
Tegner SBa	Dato 99-12-30
Kontrollert	
Godkjent SBa	NGI

f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-1.doc

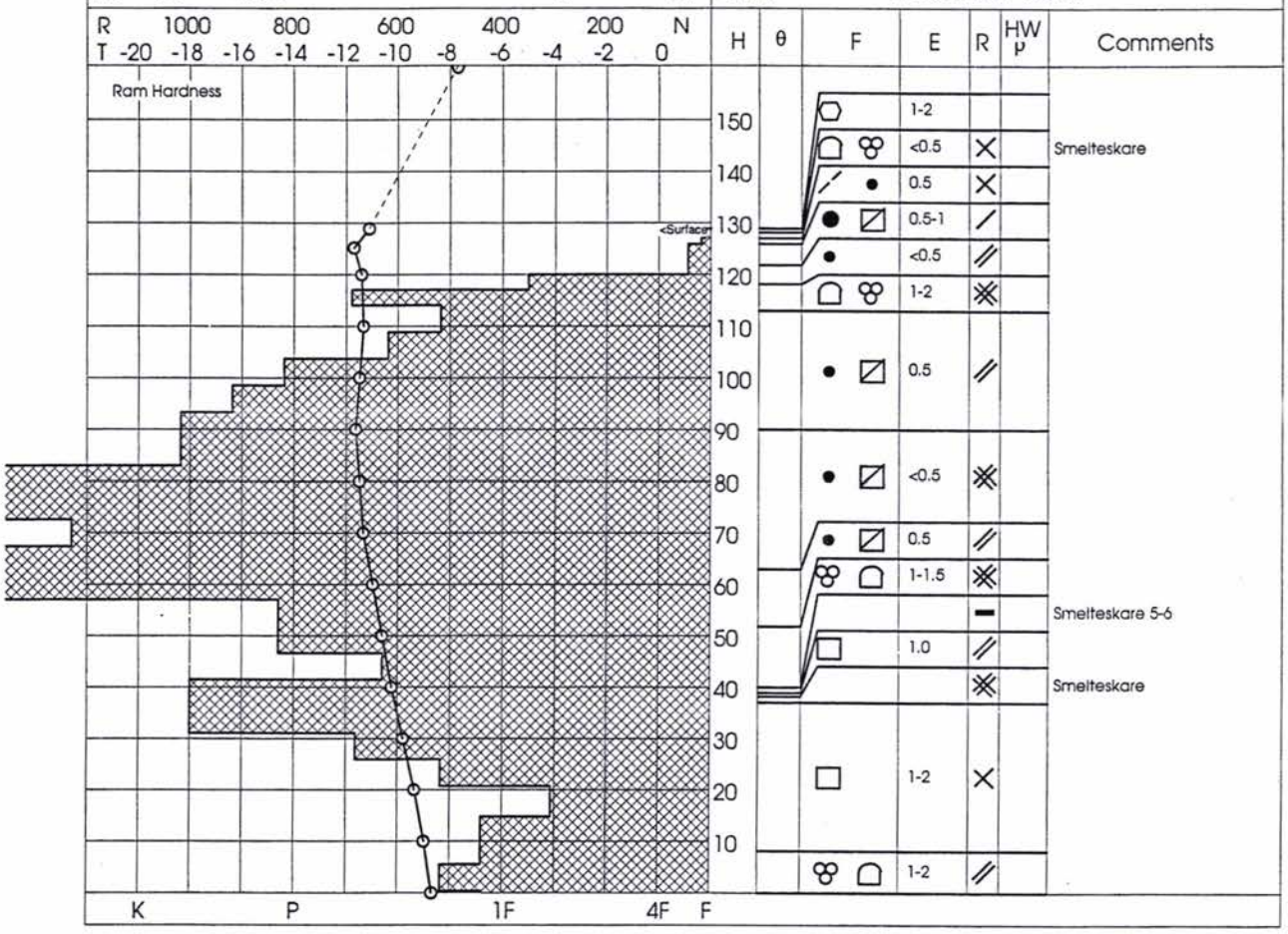
SNOW COVER PROFILE Longyearbyen Svalbard	Obs. EH, SBA Date 96-04-23 Time 12:00	Profile Type Full No. 2 Surface Roughness ——— Smooth Penetration Foot Ski
Location Lars Hiertafjellet, Larsb		Air Temperature -9.5
H.A.S.L. 800 m	Co-ords 78°10'00",15°35'00"	Sky Condition ⦶ Scattered Clouds
Aspect NW	Slope 5	Precipitation Nil
HS 219 HSW	P R N	Wind Light - South East



SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 7
SNØPROFIL, LARS HIERTAFJELLET 23.04.1996 Snøtemperatur; Trykkfasthet; Snødybde Lagdeling; Krystalltype; Kornstørrelse	Tegner SBa Kontrollert Godkjent SBa	Dato 99-12-30 NGI

f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-1.doc

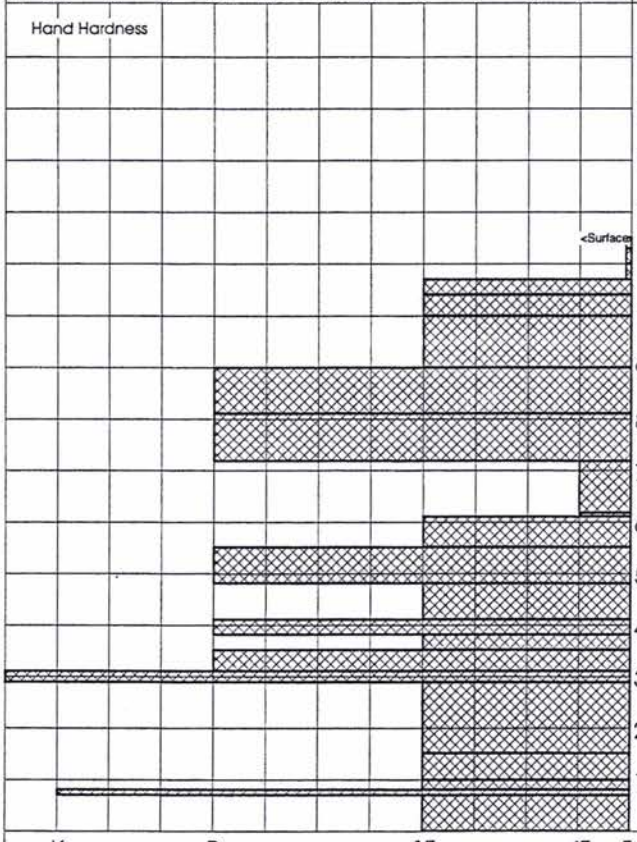
SNOW COVER PROFILE Longyearbyen Svalbard	Obs. EH, SBA Date 96-04-23 Time 17:00	Profile Type Full No. 3 Surface Roughness —— Smooth Penetration Foot Ski
Location Skråningen nord Platåberg		Air Temperature -7.7
H.A.S.L. 380 m	Co-ords 78°15'00" 15°25'00"	Sky Condition Broken Clouds
Aspect NE	Slope 45	Precipitation Nil
HS 129 HSW	ρ R N	Wind Moderate - North



SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 8
SNØPROFIL, Nordskråning PLATÅBERGET 23.04.1996	Tegner SBa	Dato 99-12-30
Snøtemperatur; Trykkfasthet; Snødybde Lagdeling; Krystalltype; Kornstørrelse	Kontrollert Godkjent SBa.	NGI

f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-1.doc

SNOW COVER PROFILE Longyearbyen Svalbard	Obs. EH, KB Date 98-04-24 Time 16:30	Profile Type Full No. 4 Surface Roughness —— Smooth Penetration Foot Ski
Location Tillbergfonna		Air Temperature
H.A.S.L. 700 m	Co-ords 78°04'00", 15°47'00"	Sky Condition
Aspect SE	Slope 0	Precipitation Nil
HS 115 HSW	P R N	Wind



H	θ	F	E	R	HW ρ	Comments
150			1-2		60	
			2-5			
140			2-5		110	
130			0.5			
			<0.5		260	
120			<0.5			
110			<0.5		270	
			>0.5		270	
100			1.0			
90			1		250	
			0.5-1		310	
80			0.5-1		380	
70			1-2			
60			1-2		370	
						Skare/issjikt
50			1		320	
40						Isskaresjikt
30			1-3		320	
			1-4		320	
20			2-5			
10						Skare og issjikt
			1-4		310	

SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD

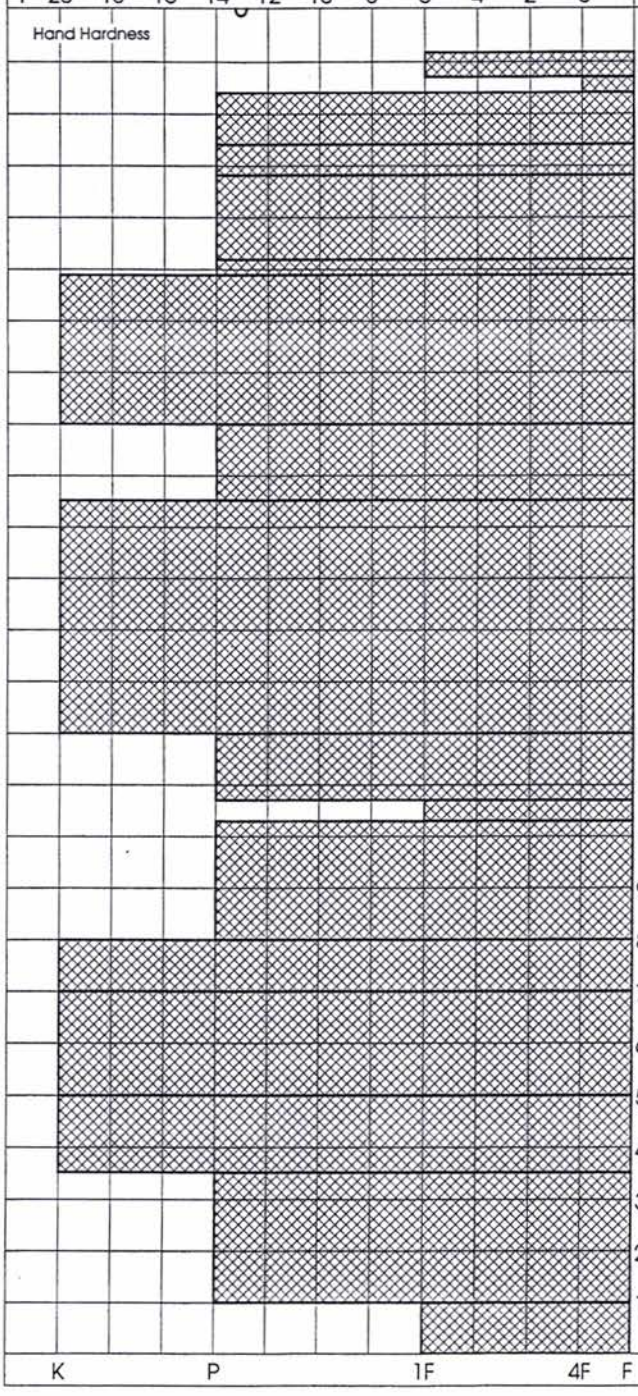
SNØPROFIL, TILLBERGFONNA 24.04.1998

Trykkfasthet; Snødybde
Lagdeling; Krystalltype; Kornstørrelse

Rapport nr.	Figur nr.
589100-4	9
Tegner SBa	Dato 99-12-30
Kontrollert	NGI
Godkjent	

f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-1.doc

SNOW COVER PROFILE Longyearbyen Svalbard	Obs. EH, KB Date 98-04-26 Time 19:30	Profile Type Full No. 5 Surface Roughness —— Smooth Penetration Foot Ski
Location Lia		Air Temperature -13.0
H.A.S.L. 50 m	Co-ords 78°13'00", 15°29'00"	Sky Condition Broken Clouds
Aspect NW	Slope 35	Precipitation Nil
HS 252 HSW	P R N	Wind Moderate - South East



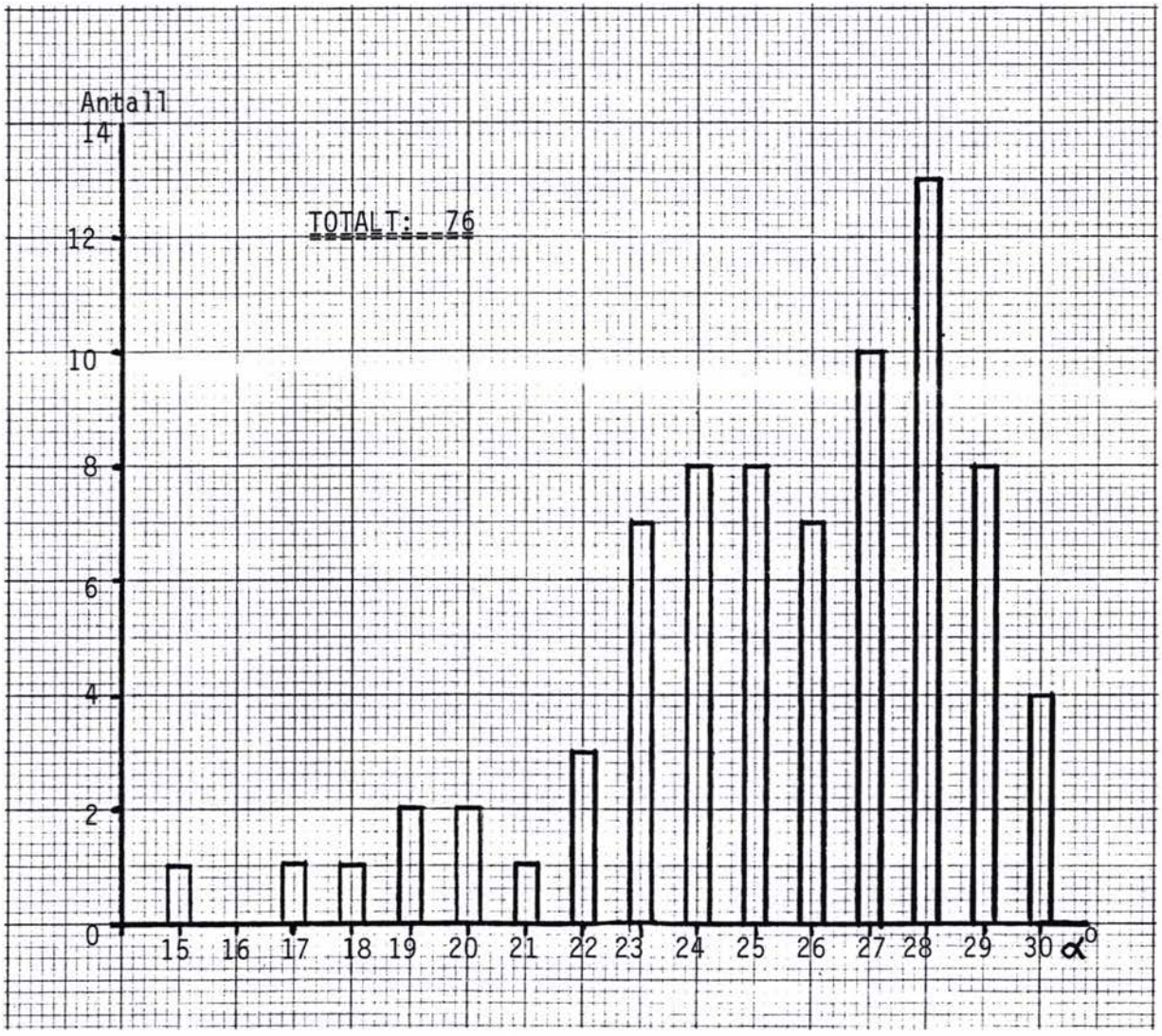
H	θ	F	E	R	HW p	Comments
250		•	0.5	×	240	
		•	<0.5	/		
240		•	<0.5	//	24 240	
230		•	<0.5	//		Glisjikt
220		•	<0.5	//	48 300	
210		•	<0.5	//		
200		●	>0.5	✳	116 400	
190						
180		•	0.5	//	65 430	
170						
160		•	0.5	✳	189 420	
150						
140						
130						
120		●	1.0	//	47 360	
110		⬬	>1	×		
100		⬬	1	//	92 400	
90						
80		⬬ ♡	0.5-2	✳	42 420	
70						
60		⬬	0.5-1	✳	86 430	
50		⬬	1	✳	68 450	
40						
30		⬬	1-2	//	95 380	
20						
10		□	1-4	×	41 410	

SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD

SNØPROFIL, LIA 26.04.1998

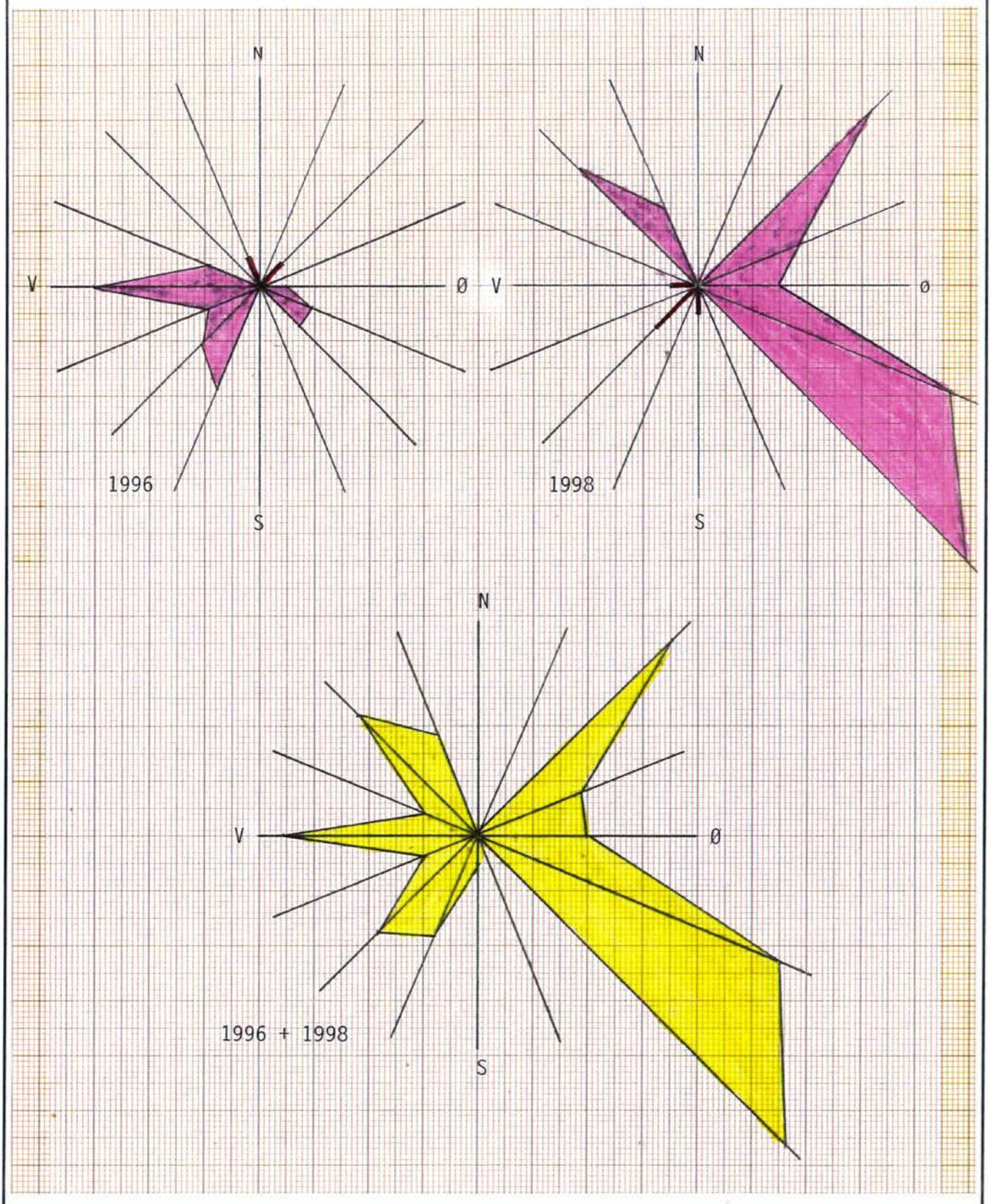
Trykkfasthet; Snødybde
Lagdeling; Krystalltype; Kornstørrelse

Rapport nr.	Figur nr.
589100-4	10
Tegner SBa	Dato 99-12-30
Kontrollert	
Godkjent SBa	NGI

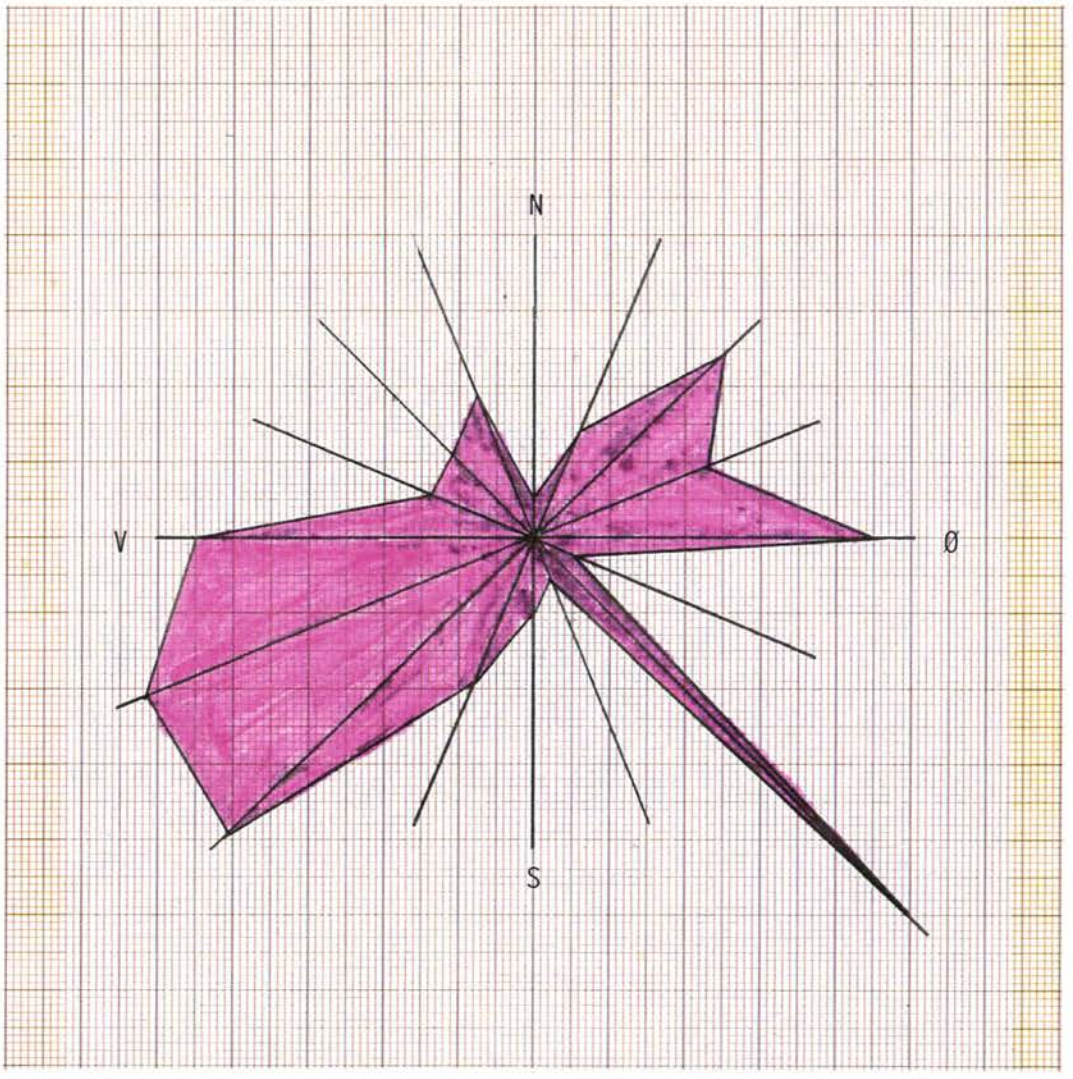


SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 11
STATISTISK FORDELING AV OBSERVERTE SKREDUTLØP 1996 og 1998	Tegner EH	Dato 99-12-30
	Kontrollert	NGI
	Godkjent	

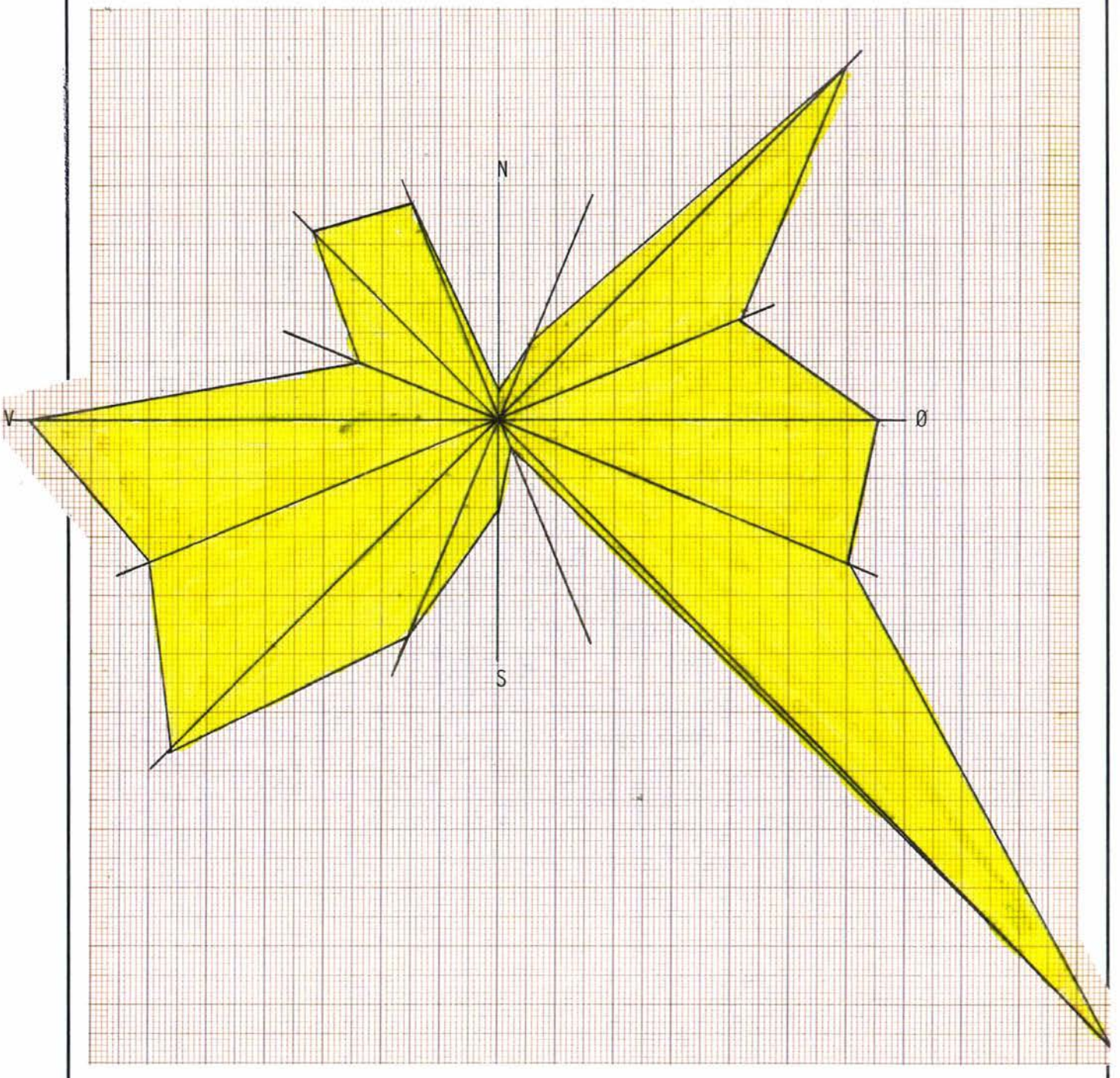
f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-2.doc



SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 12
FRAMHERSKENDE SKREDVINDRETNINGER avledet fra observerte SKREDBANEEKSPOSISJONER NGIs observasjoner fra 1996 og 1998	Tegner EH	Dato 99-12-30
	Kontrollert	NGI
	Godkjent	

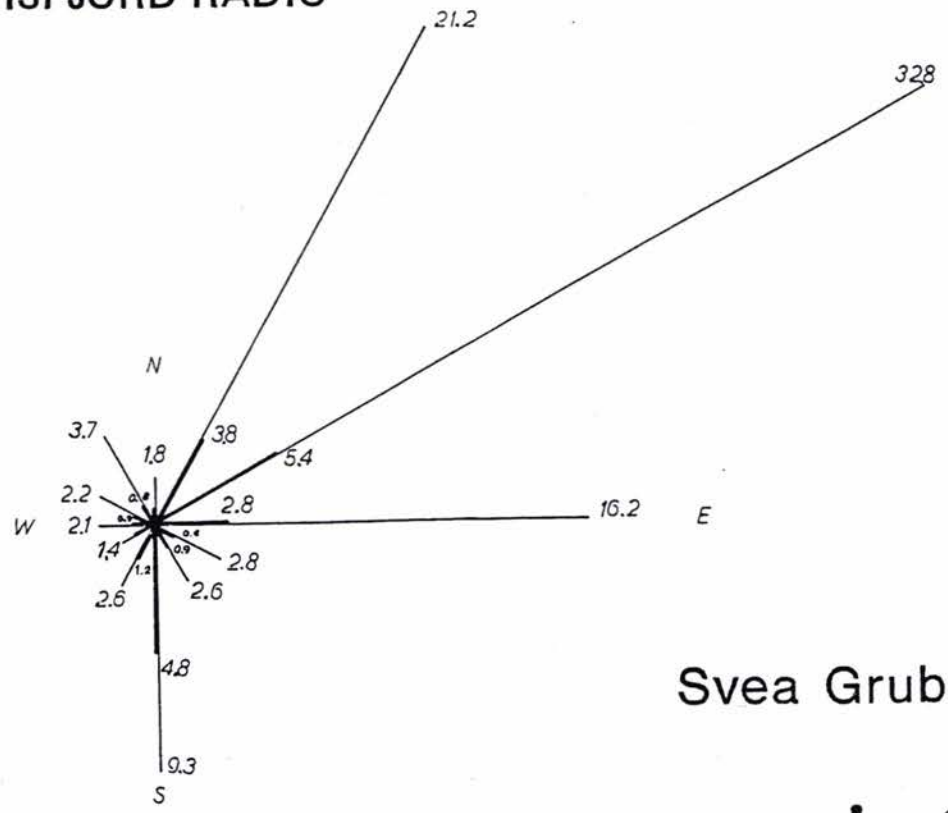


SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 13
FRAMHERSKENDE SKREDVINDRETNINGER avledet av observerte SKREDBANEEKSPOSISJONER K. Onarheims observasjoner	Tegner EH	Dato 99-12-30
	Kontrollert	NGI
	Godkjent	

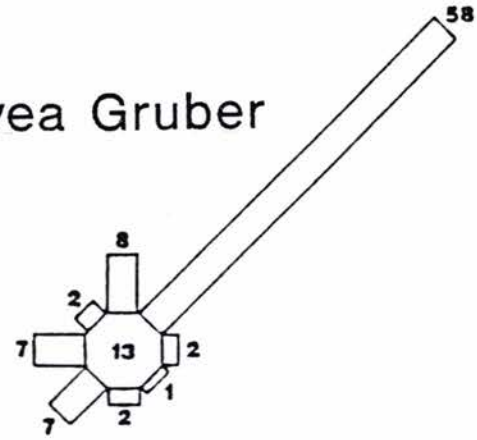


SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 14
FRAMHERSKENDE SKREDVINDRETNINGER avledet fra observerte SKREDBANEEKSPOSISJONER NGIs og K. Onarheims observasjoner	Tegner EH	Dato 99-12-30
	Kontrollert	NGI
	Godkjent	

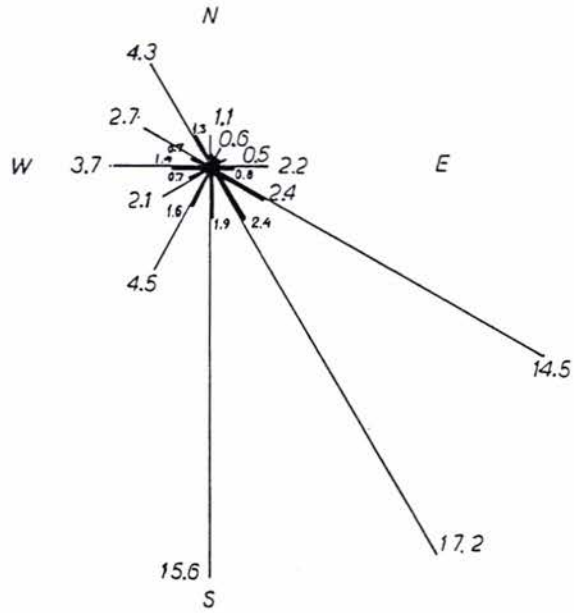
ISFJORD RADIO



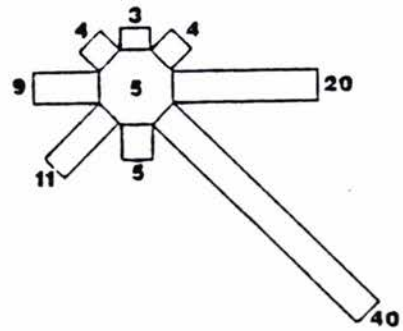
Svea Gruber



LONGYEARBYEN



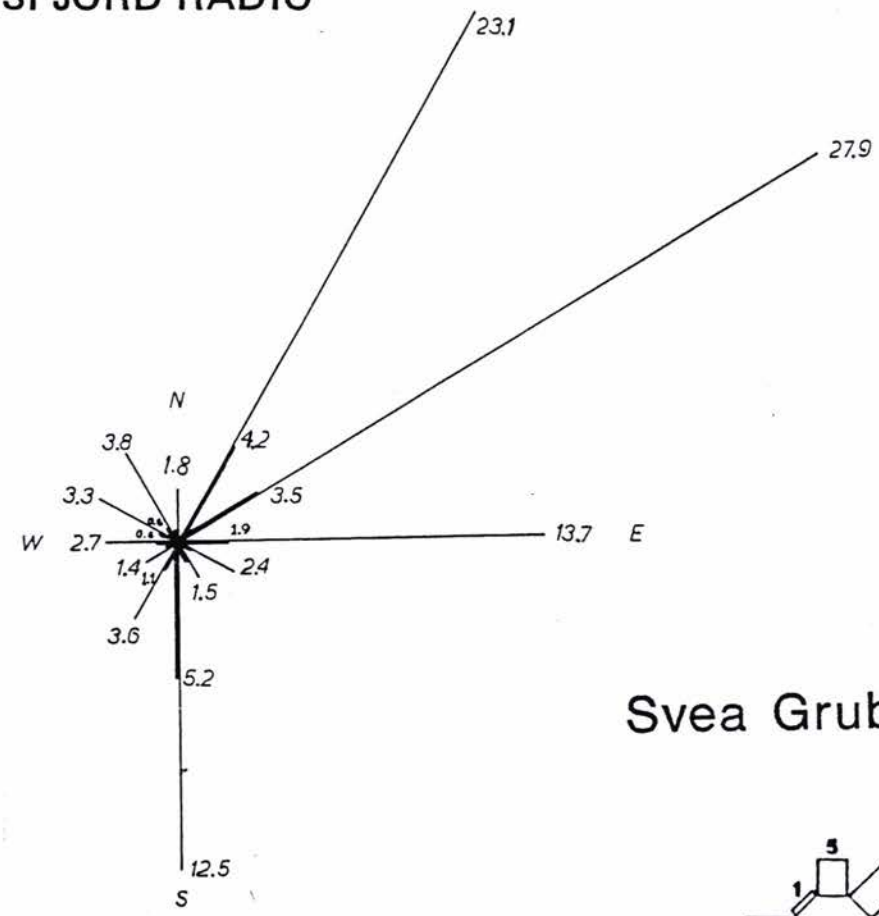
Svalbard Lufthavn



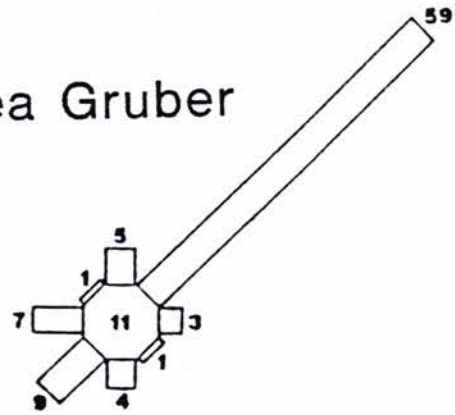
SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 15
- Vindretning og vindretning m/nedbør i desember-februar, Isfjord Radio og Longyearbyen - Vindretning i desember-februar, Svalbard Lufthavn og Svea	Tegner EH	Dato 99-12-30
	Kontrollert	NGI
	Godkjent	

f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-2.doc

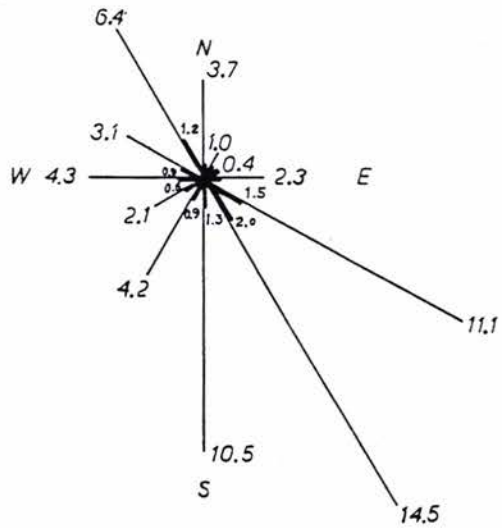
ISFJORD RADIO



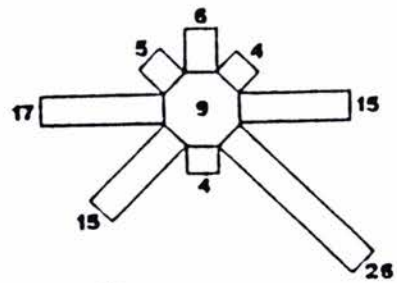
Svea Gruber



LONGYEARBYEN

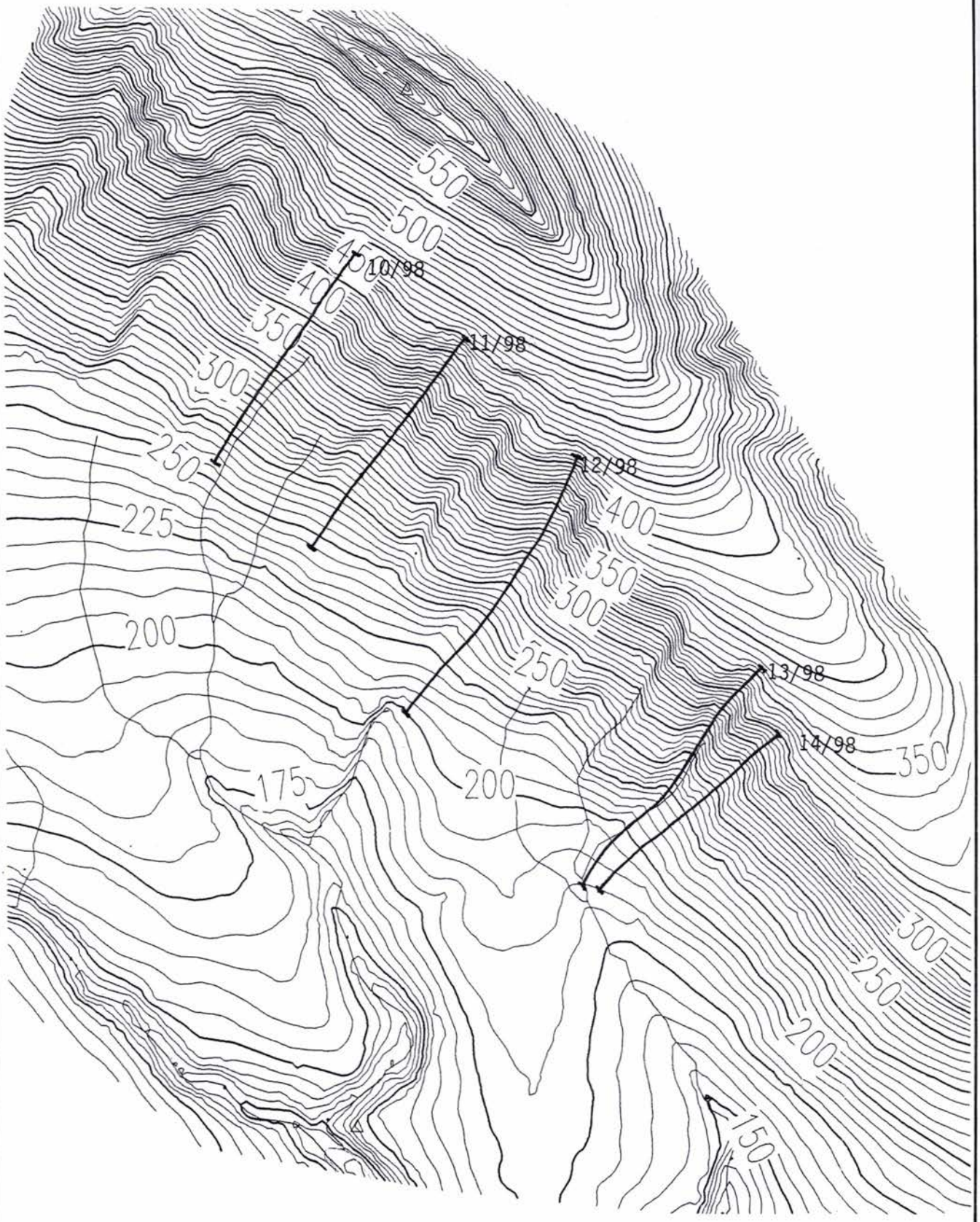


Svalbard Lufthavn



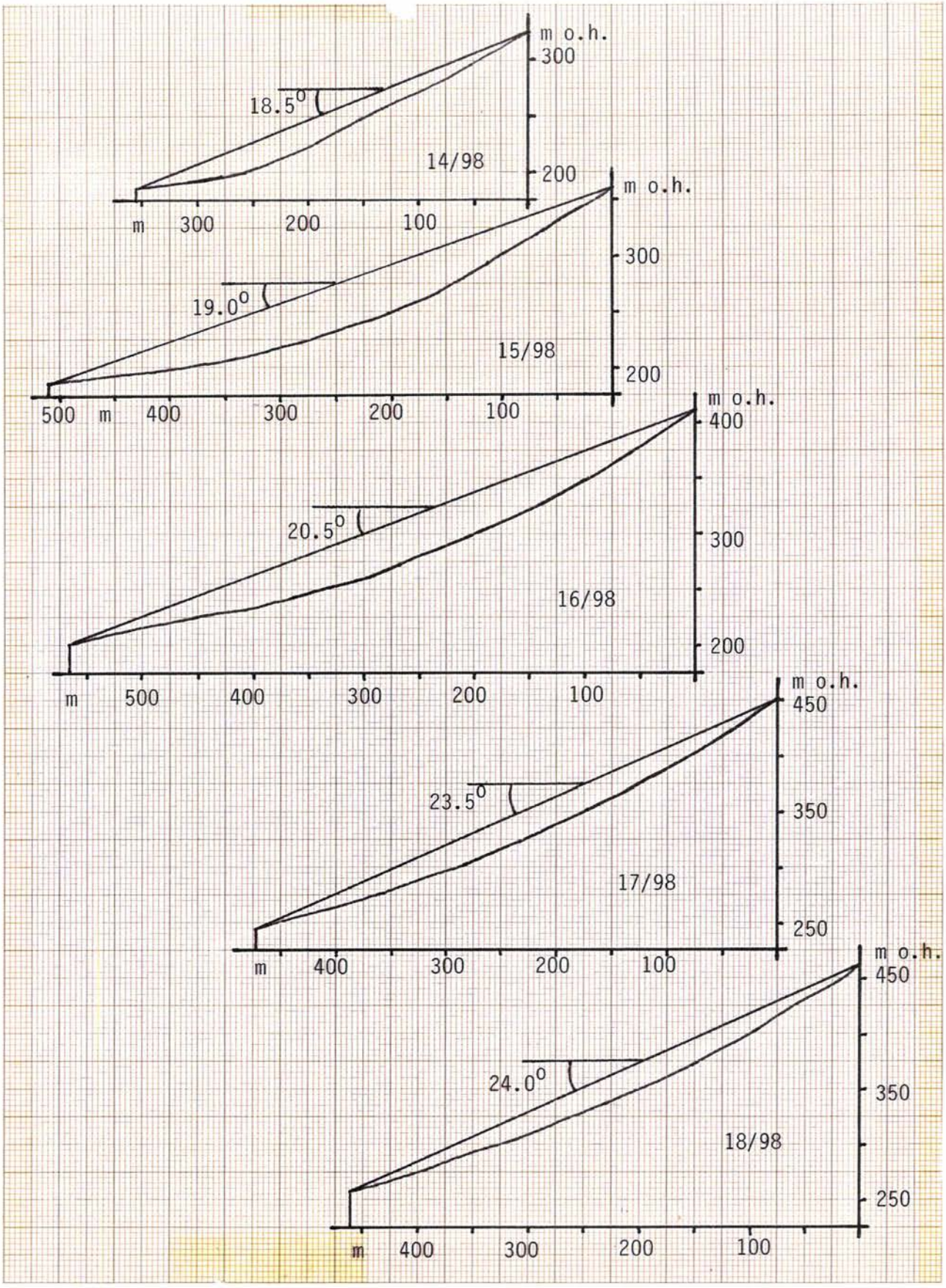
SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 16
- Vindretning og vindretning m/nedbør i mars-mai, Isfjord Radio og Longyearbyen - Vindretning i mars-mai, Svalbard Lufthavn og Svea	Tegner EH	Dato 99-12-30
	Kontrollert	NGI
	Godkjent	

f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-2.doc



SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 17
SEMMELRYGGEN, Istjørndalen	Tegner EH	Dato 99-12-30
Tilnærmet senterlinje og rekkevidde på skred 10-14/98	Kontrollert	NGI
Målestokk 1 : 10 000	Godkjent	

f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-2.doc



SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 18
SEMMELRYGGEN, Istjørndalen	Tegner EH	Dato 99-12-30
Lengdeprofil av skredbanene 10-14/98	Kontrollert	NGI
Målestokk 1 : 5 000	Godkjent	

f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-2.doc

Kontroll- og referanseside/
Review and reference page

Oppdragsgiver/*Client*	**Dokument nr/*Document No.*** 589100-4
Kontraktsreferanse/*Contract reference*	**Dato/*Date*** 30 desember 1999.
Dokumenttittel/*Document title* Snø og snøskred på Svalbard	**Distribusjon/*Distribution*** ☐ **Fri/*Unlimited*** ☒ **Begrenset/*Limited*** ☐ **Ingen/*None***
Prosjektleder/*Project Manager* Erik Hestnes	
Utarbeidet av/*Prepared by* Erik Hestnes	
Emneord/*Keywords* Snødekket, snøskred, stabilitet, rekkevidde, statistisk fordeling, arealplanlegging, akutt farevurdering	
Land, fylke/*Country, County* Norge, Svalbard	**Havområde/*Offshore area***
Kommune/*Municipality*	**Feltnavn/*Field name***
Sted/*Location*	**Sted/*Location***
Kartblad/*Map*	**Felt, blokknr./*Field, Block No.***
UTM-koordinater/*UTM-coordinates*	

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

Kontrollert av/ *Reviewed by*	Kontrolltype/ *Type of review*	Dokument/*Document*		Revisjon 1/*Revision 1*		Revisjon 2/*Revision 2*	
		Kontrollert/*Reviewed*		Kontrollert/*Reviewed*		Kontrollert/*Reviewed*	
		Dato/*Date*	Sign.	Dato/*Date*	Sign.	Dato/*Date*	Sign.
SBa	Helhetsvurdering/ *General Evaluation* *	30.12.99	SBa.				
SBa	Språk/*Style*	30.12.99	SBa.				
SBa	Teknisk/Technical - Skjønn/*Intelligence*	30.12.99	SBa.				
	- Total/*Extensive* - Tverrfaglig/						
	Interdisciplinary						
SBa	Utforming/*Layout*	30.12.99	SBa.				
EH	Slutt/*Final*	30.12.99	EH				
JS	Kopiering/*Copy quality*	26/1-00	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*** 30.12.99	**Sign.** Erik Hestnes

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

SVALBREEN med omliggende områder

KARTUTSNITT AV UNDERSØKELSESOMRÅDET SØR FOR Van MIJENFJORDEN

SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 19
KARTBILAG 1 Målestokk 1 : 100 000	Tegner EH	Dato 99-12-30
Skred registrert v/ NGI 1996	Kontrollert SBa	NGI
Skred registrert v/NGI 1998 og 1999	Godkjent [signature]	

f:\p\58\91\589100\rap\rap-4\fig1-2.doc

SNØ OG SNØSKRED, SVALBARD	Rapport nr. 589100-4	Figur nr. 20
KARTBILAG 2 Målestokk 1 : 100 000 Skred registrert v/ K. Onarheim	Tegner EH	Dato 99-12-30
A. Før 1984 B. Reg. 1984 C. Reg. 1986 D. Etter 1986	Kontrollert	NGI
	Godkjent	