

STOCKHOLMS UNIVERSITET
NATURGEOGRAFISKA
INSTITUTIONEN

UNIVERSITY OF STOCKHOLM
DEPARTMENT OF PHYSICAL GEOGRAPHY



ÅRSRAPPORT
ANNUAL REPORT
1989



TARFALA RESEARCH STATION

Rapport från Tarfala

Stockholm 1990

Arjen P. Stroeven &
Mats Eriksson (eds.)

TABLE OF CONTENT

	sid
INTRODUCTION	1
STORGLACIÄRENS MASSBALANS UNDER BUDGETÅRET 1988/89	2- 6
METEOROLOGISKA OBSERVATIONER I TARFALA 1988-1990	7-10
SNÖTEMPERATURER	11-15
RESULTAT AV INMÄTNINGAR AV GLACIÄRFRONTER I SVENSKA FJÄLLEN 1989	16-22
KEBNEKAISES SYDTOPP	23-24
FORMATION OF SUPERIMPOSED ICE ON STORGLACIÄREN	25-29
NY BOTTENTOPOGRAFIKARTA ÖVER STORGLACIÄREN	30-33
DYE-TRACE STUDIES ON STORGLACIÄREN	34-36
GLACIOLOGICAL AND HYDROLOGICAL STUDIES ON STORGLACIÄREN	37-41
INVESTIGATION OF ENGLACIAL STRUCTURES AND BED CONDITIONS IN STORGLACIÄREN EXAMINED BY A REMOTE CONTROLLED VIDEO-KAMERA, A PRELIMINARY REPORT	42-45
TARFALA COMMUNICATIONS - RADIO AND INTERCOM SYSTEMS	46-47
ABSTRACTS MED MATERIAL I ANSLUTNING TILL TARFALAS VERKSAMHET 1989	48-51
PUBLICATIONS IN CONNECTION WITH TARFALA	52-56
Appendix 1: PERSONAL OCH GÄSTER 1989	57-60
Appendix 2: STORGLACIÄRENS MASSBALANS 1946-1989	61
Appendix 3: SNÖSONDERINGAR PÅ STORGLACIÄREN MAJ 1989 (karta)	62
Appendix 4: STÄKPOSITIONER PÅ STORGLACIÄREN 1989 (karta)	63
Appendix 5: DYGNSMEDELVÄRDEN MARS 1989-FEBRUARI 1990	64-75
Appendix 6: TARFALASTATIONEN 1989 (karta)	76

INTRODUCTION

This "annual report" is like the reports from 1986, 1987 and 1988, intended to be a collection of short descriptions of field projects. We include a large number of tables and figures which we believe may be useful in the future.

Even if the report is mainly intended to be used by people working in Tarfala, we hope that the report will be of interest also for glaciologists working with similar problems in other areas.

The report includes a number of contributions written by people working at the station. The authors are responsible for their contributions. All results are preliminary.

Stockholm November 1989

Wibjörn Karlén
Professor

STORGLACIÄRENS MASSBALANS UNDER BUDGETÅRET 1988/89

Per Holmlund

Årets nettotillskott i Storglaciärens massa blev 1,24 m (v.e.) vilket är det i särklass högsta värde som vi har uppmätt sedan mätseriens början 1945/46 (se appendix 2). Det stora nettotillskottet är främst orsakat av den extremt stora ackumulationen av vintersnö (2.58 m v e). Årets ackumulations-värde är 90% högre än medelvärdet av de 43 föregående årliga ackumulationsmätningarna på Storglaciären.

Ablationsvärdet för året var 1.34 m (v.e.) vilket är drygt 10% lägre än genomsnittsvärdet.

Vinterbalansen mättes mellan den 21 och 24 maj 1989 och har beräknats till 258 cm v.e. Snön sonderades enligt ett rutnät med 100 meters lucka. Totalt sonderades 250 punkter (se appendix 3). Ackumulationsgradienten var $0.7 \cdot 10^{-2}$ mellan nivåerna 1250 och 1650 m ö h.

Densitetsmätningar gjordes vid fyra olika platser, jämnt fördelade över ett höjdiintervall mellan 1200 och 1510 m ö h och ett djup intervall på mellan 192 och 670 cm (Tabell 1).

Tabell 1. Snödensitetsbestämningar på Storglaciären 1989

Datum	position se appendix 3	nivå m.ö.h.	Provets längd cm	Densitet kg/dm ³
28 april		1350	270	0,424
19 maj	st 3	1200	595	0,487
21 maj	st 15	1360	320	0,456
21 maj	st 29	1510	650	0,499
14 juni	st 14 N1	1350	192	0,545
14 juni	st 29	1510	670	0,572
22 aug	st 29	1510	548	0,664
31 aug	st 29	1510	550	0,602

Sommarsäsongens började den 21 maj då smältningen påbörjades i Storglaciärens övre del. Vid den påföljande inmätningen den 14 juni hade densiteten i snön stigit. På glaciärens nedre del hade mätbar smältning ägt rum men i glaciärens övre del hade vattenvärdet stigit. Det är emellertid oklart om denna ökning är orsakad av ökad ackumulation av snö eller om den är ett resultat av ackumulerat sommarregn. Mot bakgrund av denna osäkerhet negligerades denna eventuella ökning i vinterbalansen.

Smältsäsongen antas ha slutat den 28 september då temperaturen drastiskt sjönk. Under slutet av augusti och början av september föll mycket snö och ablationsmätningarna avslutades i samband med att Tarfala-stationen stängdes för säsongen den 15 september. Vid en senare inmätning den 17 november framkom det att all den snö som fallit under sensommaren hade smält bort samt att ytterligare

nettoavsmältning hade skett. Hela glaciären var dock täckt av vintersnö vid novemberbesöket varför den uppmätta avsmältningen antas ha skett under en smältperiod i slutet av september. Slutet på smältsäsongen har därför definierats som när temperaturen sjönk under noll vid Tarfalastationen vilket skedde den 28 september. Totalt användes 49 ablationsstakar för att fastställa årets avsmältning. 9 av dessa var placerade i ackumulationsområdet (appendix 4).

Upp till ca 1450 m ö h kunde isolinjer interpoleras mellan ablationsvärden och en ablationsgradient kunde fastställas till $0,45 \cdot 10^{-2}$. Övan jämviktslinjen utnyttjades en flackare gradient ($0,22 \cdot 10^{-2}$) som "hängdes upp" på de fem ablationsvärden som mättes kring 1500 m ö h. Detta gav en god överensstämmelse med de uppmättavärdena från 1600-metersnivån.

Nettobalansen uppgick till +1,24 meter (v.e.) vilket är rekordmycket. Jämviktslinjen kom att ligga vid 1374 m ö h och nettobalansgradienten uppgick till $1,0 \cdot 10^{-2}$. Den senare är hög i förhållande till medelvärdet på $0,7 \cdot 10^{-2}$ vilket var väntat i och med att årets vinterbalansgradient var så hög.

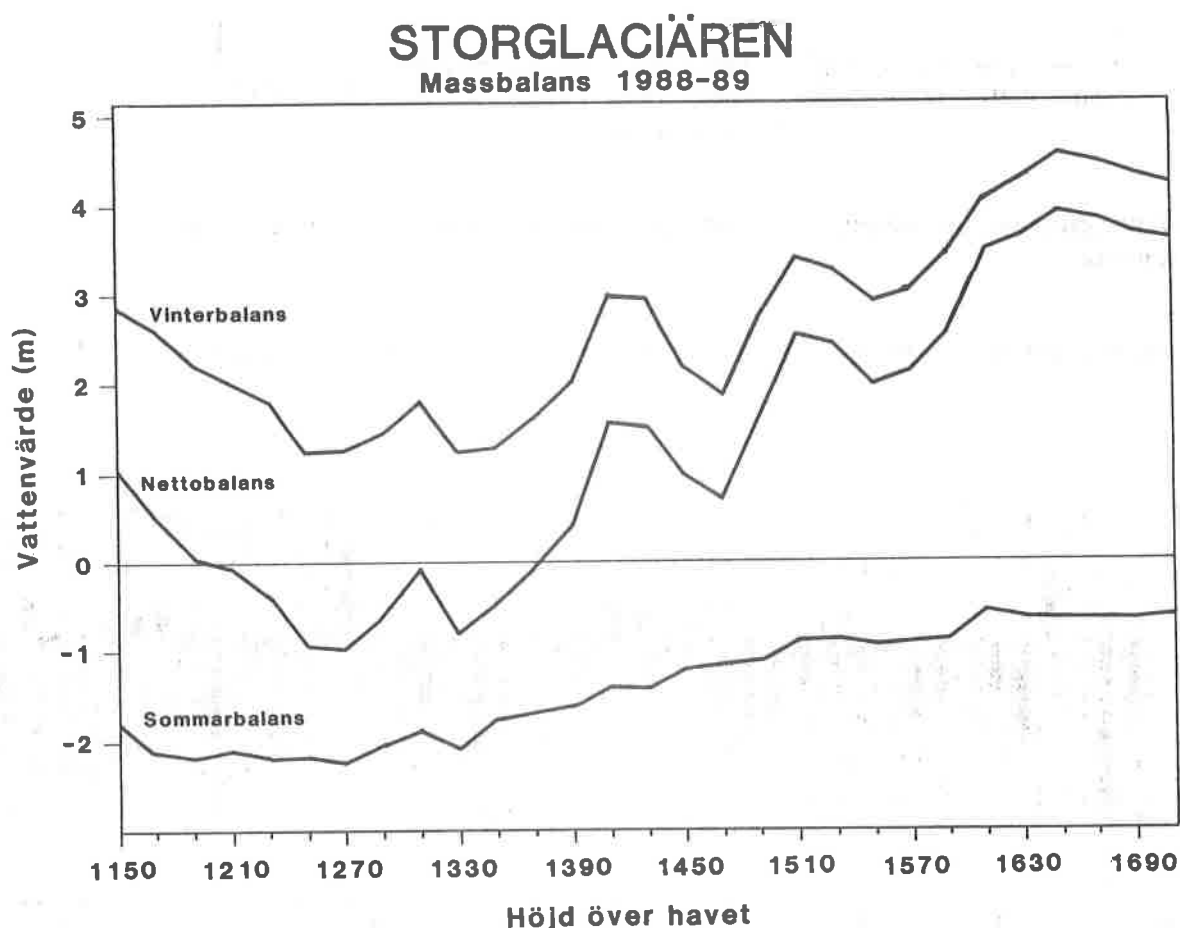


Fig 1. Storglaciärens vinter-, netto- och sommarbalans för massbalansåret 1988/89.

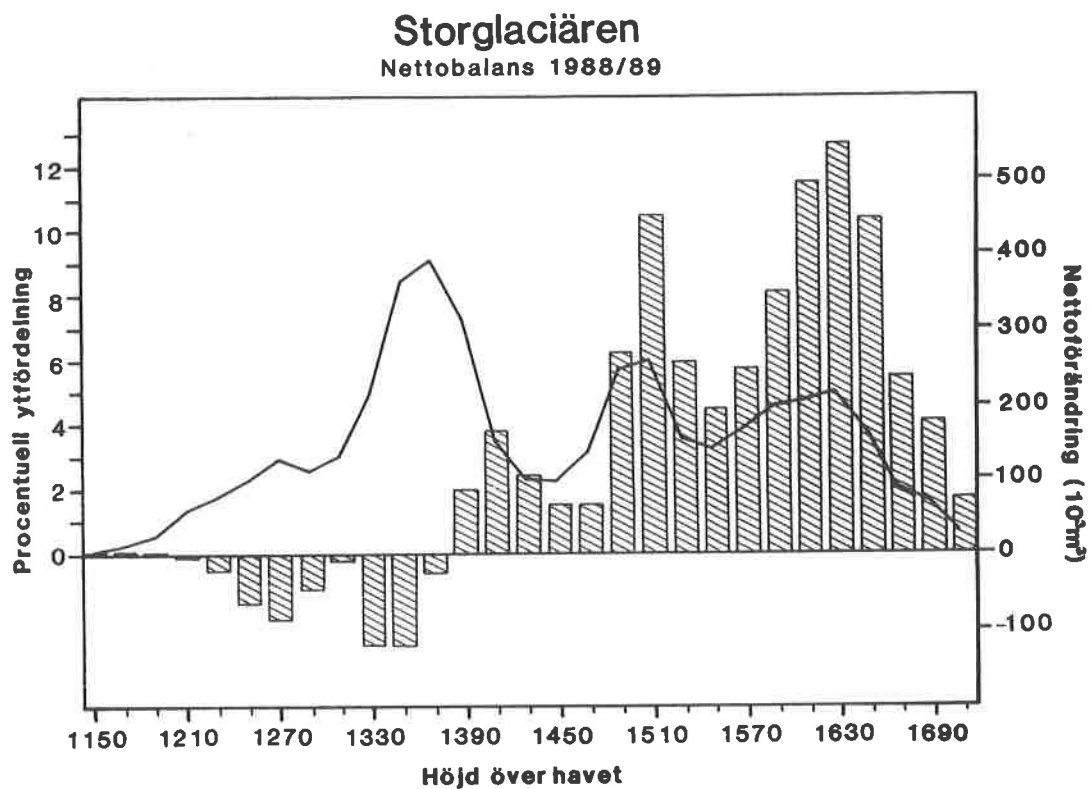


Fig 2. Storglaciärens procentuella ytfördelning (heldragen linje) och nettobalansen (staplar) vid olika nivåer.

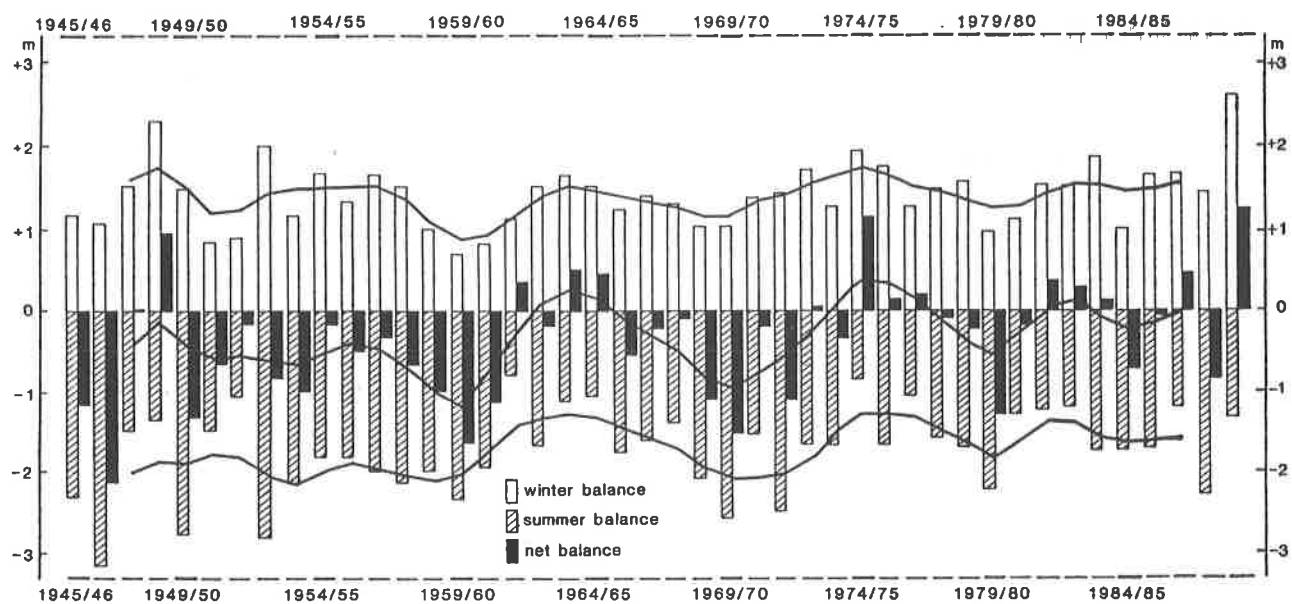


Fig 3. Storglaciärens 44 år långa massbalansserie. Heldragna linjer är viktade (1+4+6+4+1) 5-års löpande medelvärden.

ACKUMULATION STORGLACIAREN

STORGLACIAREN 1: 30000

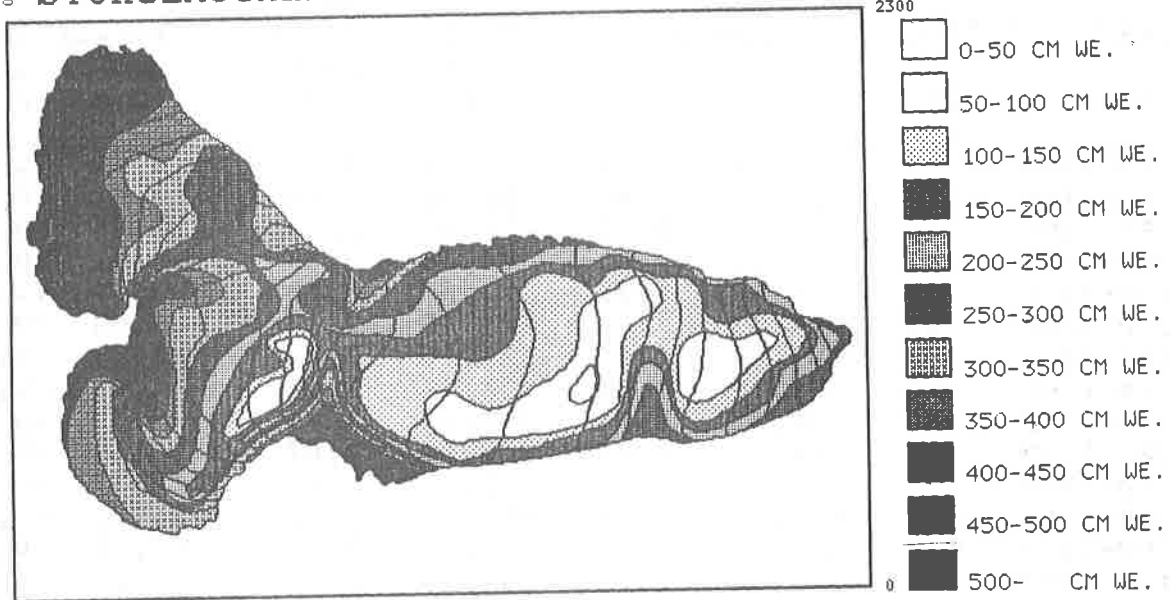


Fig 4. Storglaciärens ackumulation 1989.

ABLATION STORGLACIAREN

STORGLACIEREN 1: 30000

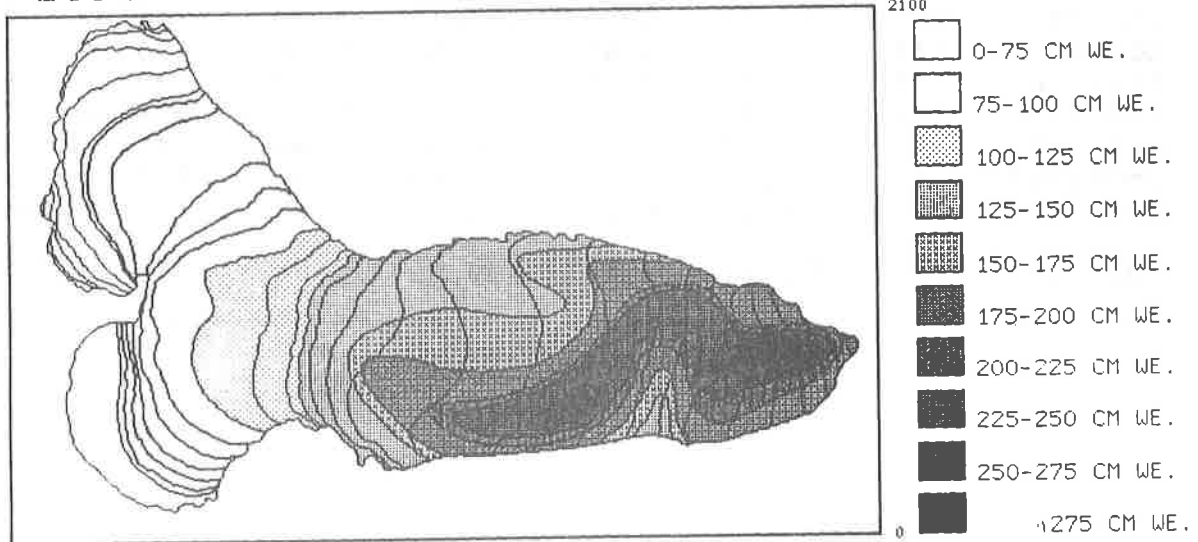


Fig 5. Storglaciärens ablation 1989.

Tabell 2. Storglaciärens massbalans under budgetåret 1988/89.

Nivå	Yta	Vinterbalans		Sommarbalans		Nettobalans	
m ö h	10 m	tot 10 m	spec m v e	tot 10 m	spec m e v	tot 10 m	spec m e v
1140-1160	3	8,53	2,84	5,43	1,81	3,10	1,03
1160-1180	8	20,92	2,62	17,00	2,13	3,92	0,49
1180-1200	16	35,65	2,23	34,89	2,18	0,76	0,05
1200-1220	41	82,65	2,02	86,06	2,10	-3,41	-0,08
1220-1240	53	95,98	1,81	115,68	2,18	-19,70	-0,37
1240-1260	68	84,12	1,24	147,75	2,17	-63,63	-0,94
1260-1280	87	109,08	1,25	195,15	2,24	-86,07	-0,99
1280-1300	76	109,70	1,44	154,62	2,03	-44,92	-0,59
1300-1320	89	159,25	1,79	167,97	1,89	-8,72	-0,10
1320-1340	148	186,12	1,26	306,36	2,07	-120,24	-0,81
1340-1360	251	321,62	1,28	443,99	1,77	-122,37	-0,49
1360-1380	272	436,88	1,61	462,39	1,70	-25,51	-0,09
1380-1400	217	437,60	2,02	353,15	1,63	84,45	0,39
1400-1420	104	310,35	2,98	146,15	1,41	164,20	1,58
1420-1440	68	200,98	2,96	97,08	1,43	103,90	1,53
1440-1460	66	144,12	2,18	79,94	1,21	64,18	0,97
1460-1480	91	169,02	1,86	105,19	1,16	63,83	0,70
1480-1500	170	457,12	2,69	190,24	1,12	266,88	1,57
1500-1520	178	606,85	3,41	158,19	0,89	448,66	2,52
1520-1540	105	345,12	3,29	90,71	0,86	254,41	2,42
1540-1560	96	280,85	2,93	89,38	0,93	191,47	1,99
1560-1580	114	347,98	3,05	102,84	0,90	245,14	2,15
1580-1600	135	464,18	3,44	118,15	0,88	346,03	2,56
1600-1620	141	572,49	4,06	79,56	0,56	492,93	3,50
1620-1640	149	640,79	4,30	95,69	0,64	545,10	3,66
1640-1660	113	517,19	4,58	72,88	0,64	444,31	3,93
1660-1680	61	274,66	4,50	39,50	0,65	235,16	3,86
1680-1700	48	208,22	4,34	31,69	0,66	176,53	3,68
1700-1720	20	84,60	4,23	12,31	0,62	72,29	3,61
1140-1720	2987	7712,62	2,58	3999,89	1,34	3712,73	1,24

METEOROLOGISKA OBSERVATIONER I TARFALA

1988-1990

Håkan Grudd, Vivan Bergman

I årets rapport presenteras i huvudsak uppgifter om kalenderåret 1989 samt massbalansåret 1988-89. Meteorologiska temperaturdata från perioden september 1988 - februari 1989 är hämtade från Siemensskrivarna, övriga meteorologiska data är registrerade med datalogger. I appendix 5 presenteras dygnsmedelvärden för perioden mars 1989 - februari 1990. Arkiverat på naturgeografiska institutionen, och även tillgängligt på diskett, finns registreringar av temperatur, fuktighet, vindhastighet, vindvektorstorlek, vindvektorriktning, instrålning, nettostrålning, nederbörd och nederbördens intensitet. Under oktober - april sker dessa registreringar som medelvärdesbildningar för varje 3-timmarsperiod. Under maj - september registreras medelvärden för varje timme.

Under vintern registreras också snötemperaturer på fem olika nivåer vid väderstationen.

För information om hela perioden sedan mätningarna startade 1947 hänvisas till årsrapporten 1987 (Bergman 1988).

Under våren 1989 installerades en ny punktskrivare av märket Chessel istället för de gamla Siemensskrivarna som börjat fungera otillfredsställande. Den nya skrivaren drivs av ett 12V bilbatteri som har kontinuerlig underhållsladdning från nätet.

Under maj 1989 installerades så kallade korthållsmodem mellan dataloggern och en persondator i Forskarhuset. Med hjälp av ett menybaserat program kan man nu tömma data, kontrollera drift- och meteorologiska värden eller göra förändringar i dataloggerns program direkt från datorn.

Under året har Televerket dragit kabel till Tarfala. Jämfört med den radiolänk-baserade teleöverföring vi tidigare haft har kvalitén kraftigt förbättrats. Detta har gjort det möjligt att med hjälp av telefonmodem kommunicera med dataloggern från Stockholm.

1989 blev ett extremt väderår för landet som helhet. Januari, februari och mars, den egentliga högvintern, dominerades av milda väst och sydvästvindar. Årets lägsta temperaturer i landet uppmättes i mitten av december. Nederbördskartan uppvisade mycket stora skillnader mellan de västra och östra delarna av landet. Denna skillnad var mycket större än normalt. I syd och mellansverige lyste snön med sin frånvaro under större delen av vintern 88-89 medan vinterbalansen på Storglaciären blev rekordstor. Även runt stationen hade vi extremt mycket snö (tabell 4). Först i mitten av juli smälte sista snön bort runt husen, tre veckor senare kom så första snön för vintern 89-90.

Tabell 1. Temperaturdata för Tarfalastationen

Månad	Medel-temp	Medelmax	Medelmin	Maximi-temp	Minimi-temp
Sept -88	0.2	1.5	-1.2	11.4	-8.3
Okt	-6.3	-4.4	-8.3	1.2	-18.0
Nov	-10.3	-7.4	-13.3	0.1	-22.0
Dec	-11.1	-8.5	-14.1	-1.3	-21.9
Jan -89	-9.7	-6.6	-12.8	-1.9	-25.0
Feb	-9.9	-6.4	-13.7	1.9	-29.2
Mars	-8.7	-4.9	-12.8	6.1	-23.4
April	-3.8	0.6	-8.0	7.4	-17.1
Maj	-1.7	1.2	-4.6	8.7	-10.5
Juni	5.0	6.9	2.1	13.7	-5.6
Juli	5.3	8.2	2.3	16.5	-1.6
Aug	6.0	8.8	3.5	17.0	-2.1
Sept	2.0	4.5	-0.3	8.8	-5.9
Okt	-4.3	-1.6	-7.3	5.3	-12.9
Nov	-5.7	-3.3	-8.9	3.5	-18.4
Dec	-11.5	-8.9	-14.6	0.5	-27.7
Jan -90	-11.5	-7.6	-15.3	-0.6	-23.1
Feb	-7.4	-4.8	-11.1	1.6	-19.3

I tabell 1 har medelvärdena för september 1988 - februari 1989 tagits från de gamla Siemensskrivarna. Dessa värden har alltså en lägre noggrannhet än de övriga, som är registrerade av dataloggern.

Tabell 2. Årsmedeltemperaturer, årsmax och årsmin.

	Medel-temp	Medelmax	Medelmin	Maximi-temp	Minimi-temp
Massbalans- året 1988-89	-3.8	-0.9	-6.7	17.0	-29.2
Kalender- året 1989	-3.1	-0.1	-6.2	17.0	-29.2

Årsmedeltemperaturen för kalenderåret 1989 är högre än årsmedeltemperaturen för perioden 1965-1984, som var -4.0 grader.

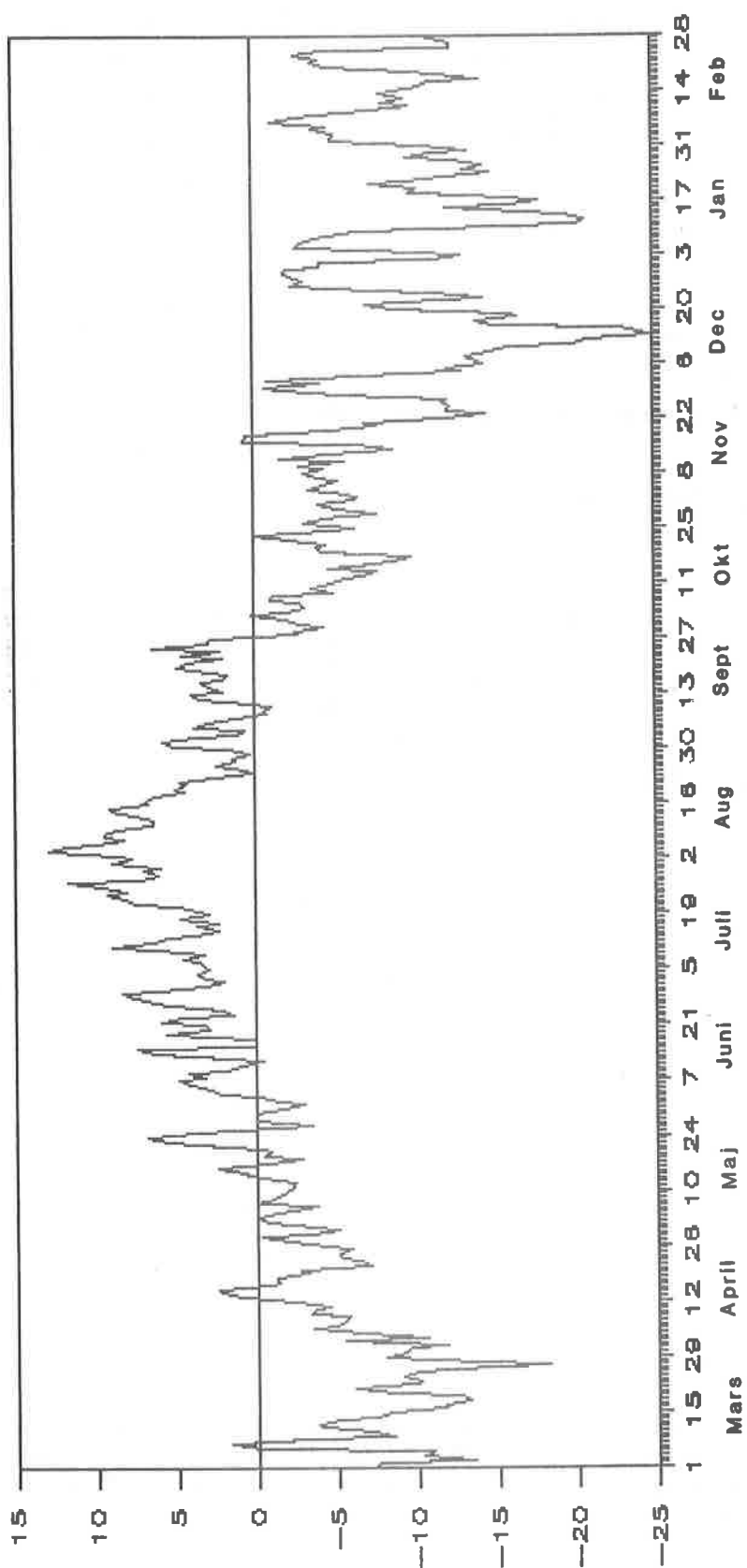


Fig 1. Dygnsmedeltemperaturen i Tartu under perioden mars 1989-februari 1990. Registreringarna är gjorda med dataloggern.

Tabell 3.

	Sommarmedeltemp. juni - aug.	Vintermedeltemp. sept. - maj
1985-86	5.8	-7.1
1986-87	4.2	-9.3
1987-88	6.6	-7.1
1965-88	5.6	-7.2
1988-89	5.4	-6.8

Tabell 4. Snödjup och snödensitet vid Tarfalastationen 1989.

SNOW DEPTH AT THE TARFALA STATION 1989

Date	Stake nr										Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
May 8	102	99	184	260		208	212	162	191	146	
May 16	104	133	196	215	231	203	210	163	193	166	181
May 17	100	121	191			200	209	161	188	163	
June 16	10	35	105	110	170	105	110	70	95	45	86
June 18	5	30	98	110	165	100	100	65	85	45	80

Snow density at the Tarfala station May 8, 1989

Snow depth	Weight g	Volume cm3	Density g/cm2	V eq.	Sum V eq.
0-25	305	1000	0,3	7,6	7,6
25-50	385	1000	0,38	9,6	17,2
50-75	435	1000	0,43	10,8	28,1
75-100	450	1000	0,45	11,2	39,3
100-125	470	1000	0,47	11,7	51,1
125-148	425	920	0,46	10,6	61,7
148-160	205	480	0,42	5,1	66,8

REFERENSER

Bergman, V., 1988: Meteorological observations in Tarfala 1986-1987. in G. Rosqvist (ed.): Annual Report 1987 Tarfala Research Station, University of Stockholm, Department of Physical Geography, S-106 91 Stockholm, Sweden: 5-15.

SNÖTEMPERATURER

Wibjörn Karlén

INLEDNING

Under vintern 1989 registrerades temperaturen i fem marknära nivåer intill Tarfalastationens väderobservationsbur. Målsättningen med den nu initierade studien är: a) att studera snötemperaturens relation till lufttemperaturen och inom vilka gränser snötemperaturen varierar, b) vilka snötemperaturgradienter som är typiska och hur dessa varierar under vintern och c) studera i vad mån information om snödjupet kan erhållas från temperaturer registrerade vid ett litet antal fasta observationspunkter.

INSTRUMENTERING

Intill termometerburen utanför Tarfalastationen registreras snödjupet vid tio utplacerade stålrör. På det rör som står närmast termometerburen och dataloggerens mast (Rör 1) har fem stycken Pt 100 monterats och anslutits till stationens datalogger av typ Cambell Cr 21X. Nivåerna för dessa Pt 100 var

1. Markytan
2. 15 cm över marken
3. 50 cm " "
4. 80 cm " "
5. 105 cm " "

Inga strålningsskydd finns monterade då det är snötemperaturer som avses att registreras. Detta innebär att de Pt 100 som inte är täckta av snö ger en strålningspåverkad registrering och denna kan därför förväntas avvika från den reella lufttemperaturen. Dataloggern är så programmerad att snötemperaturen registreras kl 04 på morgonen. Registreringar finns för tiden 13 februari-28 maj (Julian day 44-148). Snödjup har detta år enbart registrerats från den 8-24 maj. Vid platsen för registrering av snötemperaturen var snödjupet 102 cm den 8 maj och 60 cm den 24 maj. Medelsnödjupet för området sjönk under denna tid från 179 cm till 142 cm.

RESULTAT

I denna sammanfattning exemplifieras enbart den omfattande information om snötemperatur som nu finns registrerad.

Marktemperatur: Den lägsta marktemperaturen, $-8,1^{\circ}\text{C}$, inträffade den 28 feb (fig 1). Variationerna är i regel mindre än $0,1^{\circ}\text{C}/\text{dygn}$, men, vid ett tillfälle, sjönk den med $0,8^{\circ}\text{C}$ under ett dygn.

Lufttemperatur - temperaturen på 105 cm: Lufttemperaturen har under året registrerats med hjälp av skrivare med sensorer i termometerburen (samt av datalogger). Dyngsmedelvärdet har beräknats med hjälp av på skrivaren avlästa timvärden.

En oskyddad Pt 100 (105 cm över marken, fig. 2). kan möjligen mycket kortvarigt ha legat under snöytan. Maximalt snödjup vid den aktuella punkten var 1989 105 cm. (20 maj eller Julian day 140). En jämförelse mellan dyngsmedelvärdet i buren och

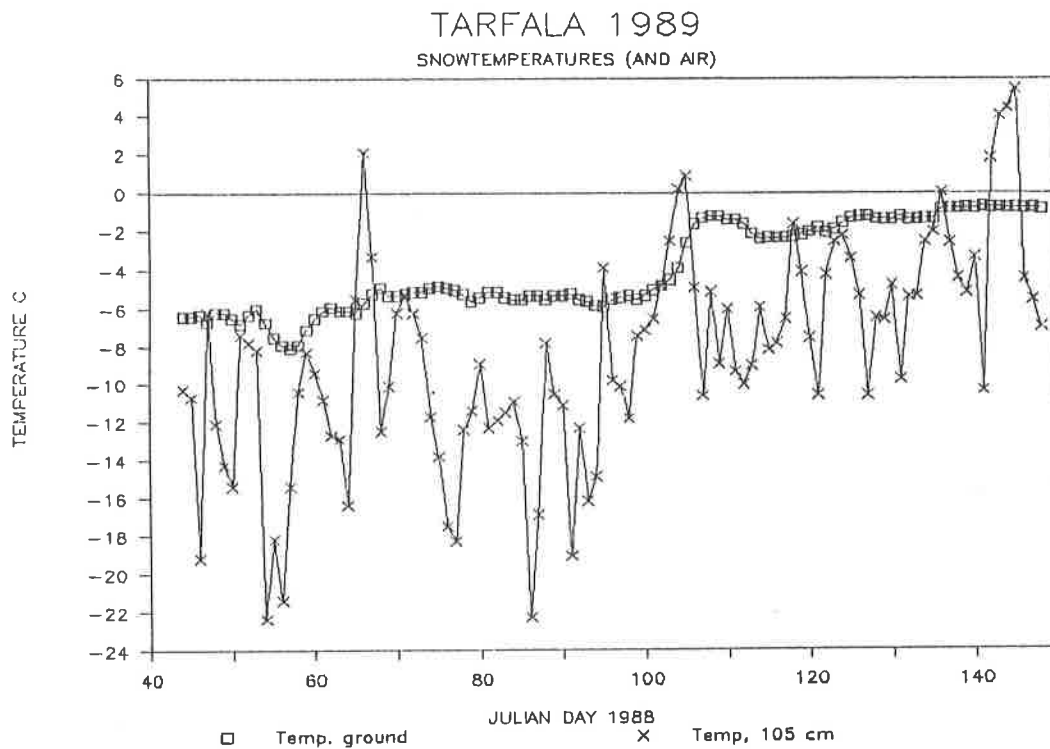


Fig 1. Temperaturen vid markytan och 105 cm över denna. Temperaturgivaren på 105 cm har hela tiden befunnit sig över snöytan. Dataloggern har registrerat temperaturen kl 04.00 på morgonen. Strålningsskydd finns ej monterat.

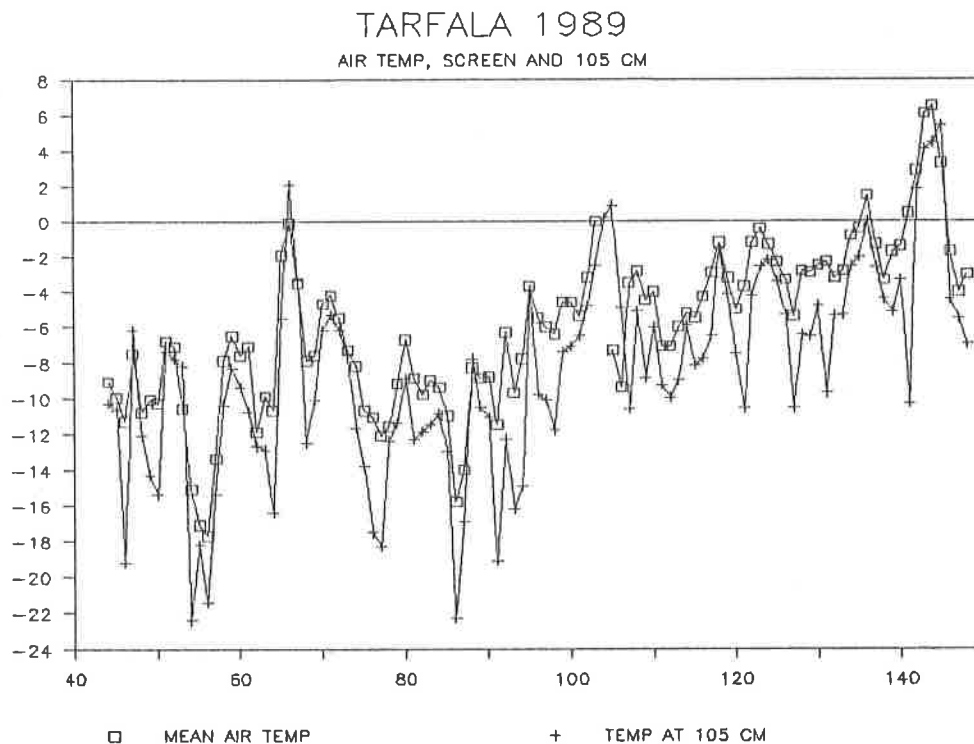


Fig 2. Dygnsmedeltemperaturen i termometerburen vid Tarfala- stationen och temperaturen 105 cm över markytan (strax ovan snöytan) kl 04.00 på morgonen.

observationen intill buren kl 04.00 visar att Pt 100 på 105 cm ofta registrerat lägre temperatur än dygnsmedel (maximalt drygt 10 °C lägre temperatur) medan den vid andra tillfällen väl följer den i buren registrerade dygnsmedeltemperaturen. Sannolikt råder registrerad stor skillnad mellan burtemperatur och temperaturen intill snöytan vid utstrålningstillfällen.

Temperatur ovan snöytan och 50 cm över markytan: Skillnaden mellan en Pt 100 på 105 cm och en på 50 cm över marken illustreras i figur 3. Fram till den 20 mars är skillnaden relativt liten (maximalt ca 4 °C) och konsekvent visar Pt 100/50 cm lägre temperatur. Förmodligen täcks givaren med snö ca 20 mars (Julian day 79). Skillnaden i temperatur på 50 cm och 105 cm varierar häfter kraftigt. Oftast är temperaturen lägre för Pt 100/50 cm än den är för Pt 100/105 cm, som registrerat temperaturen i luften strax ovan snöytan. Tydligt kan utstrålningen från snöytan förorsaka en snötemperatur nära ytan upp emot 7 °C under lufttemperaturen. Efter 15 april (Julian day 105) är temperaturen för den lägre belägna Pt 100 högre än för den i luften kl 04.00 på morgonen. Detta gäller ej för dagar då lufttemperaturen stiger över smältpunkten.

Temperaturgradienten i snön vid Tarfalastationen: Temperaturen har varierat avsevärt. I figur 4 visas skillnaden mellan Pt 100/15 cm och Pt 100/50 cm. Den senare var belägen över snöytan fram till ca 20 mars (Julian day 79). Variationer före detta datum utgör alltså ej snötemperaturgradienter och kan ej användas för denna studie. Temperaturgradienten är under perioden 20 mars - 22 april (Julian day 79-112) i regel sådan att temperaturen i snöytan är markant lägre än på större djup. Undantag finns dock. Med ökande snödjup (och även varmare medeltemperatur) finns en tendens till lägre gradient. Efter slutet av april är gradienten i regel liten.

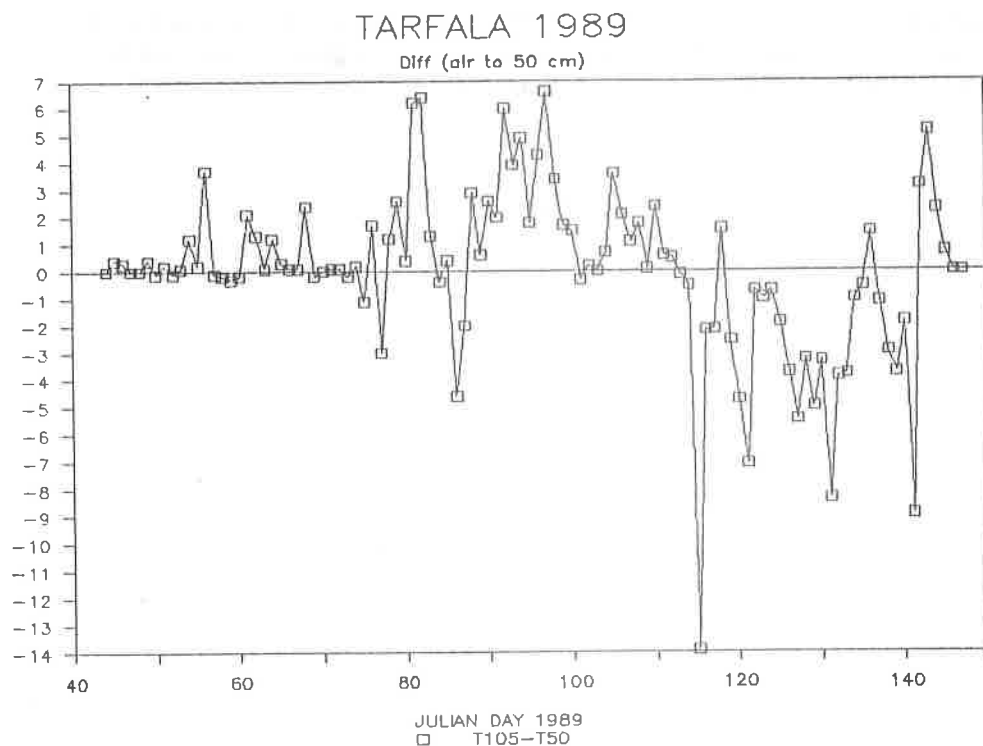


Fig 3. Skillnad i temperaturen 50 cm över markytan och 105 cm över markytan. Den senare temperaturen har registrerats strax ovan snöytan. Strålningskydd har ej använts. Båda tempera- turerna har registrerats kl 04.00 på morgonen. Givaren på 50 cm över marken täcktes av snö ca Julian day 78.

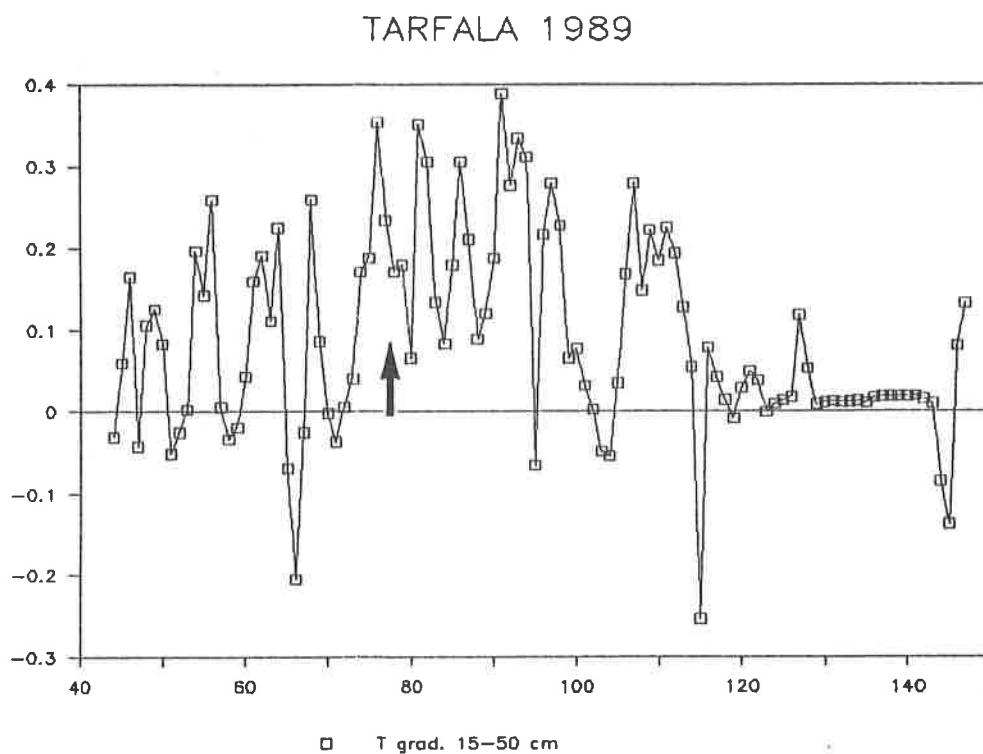


Fig 4 Temperaturgradienten mellan givare på 15 cm och 50 cm över markytan. Den övre givaren täcktes av snö ca Julian day 78. Vanligen har temperaturen för den övre givaren varit lägre än för den nedre. Under maj månad (Julian day 121 och framåt) har tydligen snön ofta varit nollgradig.

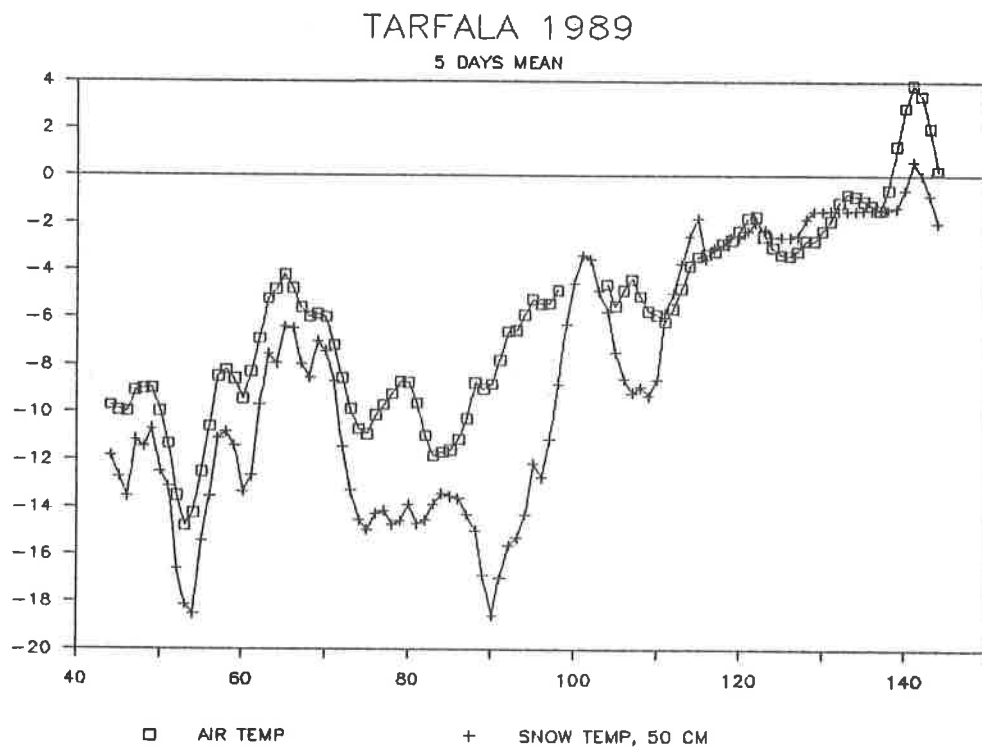


Fig 5: Temperaturen på 50 cm över markytan och i luften (5 dagars löpande medelvärde).

DISKUSSION

Snötemperaturmätningarna innehåller en avsevärd mängd information, vilken exemplifierats ovan. I samband med lavinstudier har snöstratigrafins betydelse påpekats. Bl a har betydelsen av svaga skikt framhållits men det är ännu okänt hur dessa bildas. Möjligen kan ökad förståelse av vädersituationens betydelse för temperaturgradienten visa sig vara av avgörande betydelse för observerade variationer i snöns hållfasthet.

Erfarenheten från det nu ytligt granskade materialet är:

- 1) Pt 100-sensorer behövs på fler nivåer (20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 cm).
- 2) Möjligen bör en lokal med större snödjup väljas.
- 3) Det är viktigt att snödjupet mäts vid upprepade tillfällen under vintern.

RESULTAT AV INMÄTNINGAR AV GLACIÄRFRONTER I SVENSKA FJÄLLEN 1989

Per Holmlund

INLEDNING

Vid mitten av 1960-talet påbörjades en serie mätningar av glaciär fronters lägen och hur dessa förändras med klimatet. Ett tjugotal glaciärer, med olika orientering och grad av kontinentalitet, valdes ut för en regional kontroll av Storglaciärens representativitet såsom klimatindikator i fjällen. Glaciärerna valdes ut med stor omsorg. Om det hade utförts studier på dem tidigare ansågs detta som ett stort plus.

De utvalda glaciärerna ligger mellan Salajekna i söder och Kårsaglaciären i norr. Under sommaren 1989 besöktes 17 glaciärfronter. Resultaten från inmätningarna präglas mycket starkt av den snörika vintern 1988-89. 11 fronter var snötäckta eller hade just smält fram och därmed retirerat mindre än en meter. Detta är naturligtvis "bra" för glaciärerna men krånglar till sifferhanteringen en smula. Vid fyra glaciärfronter kan inte den totala reträtten från föregående mätning beräknas, pga att deras fronter inte mättes in i fjol och att de var snötäckta i år. I fem andra fall kunde inte det senaste årets förändring beräknas, men väl förändringen sedan den senaste inmätningen. Endast vid en glaciär, Rabots glaciär, kunde vi med säkerhet säga att en reträtt har ägt rum sedan i fjol.



Figur 1. Rabots glaciär den 31 juli 1989. Foto M. Eriksson.

Den senaste omfattande inmätningen utfördes 1984-85 och sedan dess har vi haft en normal (1986), en kall (1987) och en riktigt varm (1988) sommar. Det finns all anledning att tro att sommaren 1988 orsakade en rejäl reträtt på samtliga glaciärer. Tyvärr kunde bara 8 fronter mätas in den sommaren.

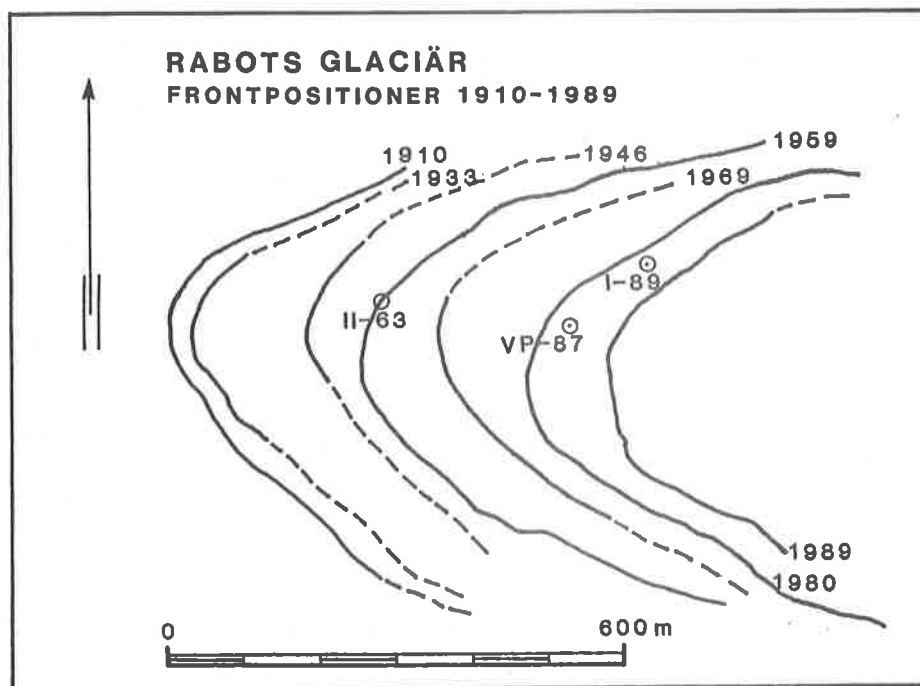
Nedan följer en beskrivning av de 17 glaciärfronter som besöktes sommaren 1989. Beskrivningarna är ofta ganska detaljerade och svåra att följa eftersom kartor saknas. En noggrann rapport med kartor kommer att publiceras i samband med slutrapporteringen av detta projekt efter fältsäsongen 1990.

CENTRALA KEBNEKAISE

Fronterna på Storglaciären och Isfallsglaciären smälte inte fram under sommaren 1989. Detta betyder att det inte har skett någon förändring i deras fronters positioner sedan 1988.

Sydöstra Kaskasatjåkkaglaciärens front mättes in från punkt A-57 den 21 augusti. Det var endast dess västra och aktiva del som var framsmält. Frontens position hade inte förändrats sedan i fjol. En 200 meter lång profil mättes upp längs fronten i nord-sydlig riktning från instrumentplatsen.

Rabots glaciär (Fig. 1) besöktes två gånger under sommaren. Den 31 juli karterades fronten samt tre nya punkter. Vid det senare besöket den 21 augusti måttbandsmättes fronten från de nya punkterna samt från VP-87 (Fig. 2). Resultatet visade att ingen reträtt hade skett på södra sidan av fronten, medan den norra sidan hade smält av uppemot 10 meter. Ett medelvärde på 5 meter har angivits som resultat. Ansvarig för mätningarna på Rabots glaciär var Mats Eriksson.



Figur 2. Recessionskarta över fronten på Rabots glaciär. (Nyman och Wellow opubl.)

NORRA KEBNEKAISE

Detta område besöktes den 13 augusti av Per Holmlund, Charlotte Johnsson, Anna Schytt, Lars-Gösta Bäckström och Jonathan Paetz. Utöver de nedan beskrivna inmätningarna utfördes även fotograferingar av dessa glaciärer samt av Vaktpostglaciären.

År 1988 byggdes och fotograferades ett antal rösen vid Västra Påssusglaciären som till del kunde återfinnas och målas detta år. Punkterna III-, IV- och V-88 mättes in i förhållande till punkterna I-68, II-68 och III-69. En ny punkt lades ut, målades och mättes in vid frontens östra del. Den fick beteckningen I-89. Reträtten sedan i fjol var lika med noll och reträtten mellan åren 1977 och 1988 kunde beräknas till 220 m, vilket är extremt mycket för en så liten glaciär. En yta på ca 16 ha har därmed blottlagts. Östra Påssusglaciärens tunga var delvis framsmält men dess fronts position var oförändrad sedan 1988. Av fjolårets punkter målades II-88 och III-88. Två nya punkter, I-89 och II-89, lades ut och samtliga punkter mättes in i förhållande till 1968 och 1969-års punkter.

Vid Unna Raitaglaciären målades den i fjol utlagda punkten I-88 (strax söder om punkt III-63) samt punkterna I-89 och II-89, som ligger mellan det avsnörda ispartiet ner mot sjön och glaciärens östra del. Fronten var i år helt snötäckt och ingen förändring antas därför ha skett sedan fjolårets inmätning.

Stour Raitaglaciärens front består av en sydlig del som är smal men har en väl definierad front, och en nordlig del som täcks av ett tjockt ytmoränlager med en diffus övergång till det barsmälta området framför glaciären. Det är därför endast den sydliga delen som har utnyttjats vid frontinmätningar. I år omöjliggjorde dock den rikliga snömängden en tillfredställande frontinmätning. Två nya punkter lades ut nära fronten, I-89 och II-89. Den sistnämnda är identisk med det röse som byggdes och utnyttjades vid frontinmätningen 1986. Båda de nya punkterna karterades i förhållande till punkterna I-63 och II-63.

SAREK

Detta område besöktes den 25 augusti 1989 av Per Holmlund, Håkan Grudd, Mats Eriksson och Claes Grundsten. Omfattande fotograferingar gjordes efter flygvägen som var: Tarfala-Kaitum-Vakkotavare-Suottasjekna-Ruotesjekna-Mikkajekna-Ålkatj-Kanalberget-Ritajekna-Luottolako-Pårteglaciären-Rapaselet-Skårki-Pastavagge-Ruopsokjekna-Akka-Ritsem-Tarfala.

Fronterna på både Vartasjekna och Suottasjekna var snötäckta. Då flygvägen gick över Suottasglaciären gavs ett unikt tillfälle att studera dess hela utsträckning. Nunatakken i isfallet i nedre delen av glaciären har blivit större sedan 1984, då glaciären senast besöktes, och utgör idag en 100-200 meter lång transversell spricka. Trots den rikliga snötillgången i år var sprickor synliga i hela glaciärens ackumulationsområde. Denna observation antyder att glaciärens acceleration i ackumulationsområdet är hög vilket i sin tur måste betyda att den är djup eftersom dess yta är mycket flack. Detta kommer studeras närmre under 1990.

Ruotesglaciärens front är mycket flack och ser därmed ut att vara i stånd att retirera under lång tid framöver. Dess reträtt sedan 1984 är hela 76 meter. Fem nya punkter med nummer I-V lades ut från öster mot väster. Dessa mättes in i förhållande till III-77, BA-75, VI-65, V-65 och IV-65.

En 500 meter lång profil mättes upp längs fronten från instrumentplatsen i riktning 204 g. Punkten II-77 som år 1984 användes för kartering av fronten och en för en inmätning av en longitudinell profil kunde inte återfinnas under mätningens gång men återfanns i samband med "take off".

Mikkaglaciärens front var oförändrat jämn och lättkarterad. Dess reträtt sedan 1985 är 48 meter vilket är en ca 30% lägre recessionshastighet än vad perioden 1977-1984 uppvisade. Huruvida denna minskning i reträtthastigheten är ett resultat av glaciärens anpassning till dagens klimat eller ej kommer förhoppningsvis att framgå av 1990-års inmätning. Vid årets inmätning gjordes en barometeravvägning av glaciärens front från en närbelägen fixpunkt i rikets nät. Dagens glaciärfront ligger enligt denna

mätning på 960 möh vilket stämmer väl med flygbildskarteringen som gjorts efter 1980-års flygbilder (Holmlund 1986).

Vid Pårteglaciären målades och karterades fem nya punkter. Dessa karterades i förhållande till glaciärfronten och till punkterna från 1975.

Glaciärporten var inte särskilt stor i år då den nyligen har skiftat läge. Den äldre, betydligt större porten var helt snöfylld. Sedan 1986 då glaciären senast besöktes har en isdämd sjö tappats vid fronten. Sjön, som hade en yta av ca 12 000 m², har tappats på ca 5 meter vatten genom en moränrygg ner i Kåtokjåkk. Tappningsvägen har gått delvis under isen ut genom den gamla glaciärporten. Erosionsärret i moränryggen var nu snöfyllt. Vattenmassorna har ödelagt fixpunkt nummer IV-75 som låg nere i jåkkfåran.

Den sista glaciär som besöktes denna dag var Ruopsokjekna i Aparmassivet. Dess front har retirerat ca 20 meter sedan 1985 vilket innebär att tappningsvägen för vattenmassorna från 1985-års issjötappning nu ytterligare har blottlagts (Fig. 3). Ett 70 meter långt ärr i fronten är nu synligt. I botten av detta ärr ligger en vattenfylld hållighet som sannolikt vittnar om att vattenmassorna har eroderat stora mängder morän. Längst åt öster ser man den stora tappningskanalen gå in i isen som en tunnel med ca 6 meters diameter. Tappningen som beskrevs i 1986-års Tarfalarapport uppskattas ha omfattat en vattenvolym på ca 200 000 m³.

Den östra delen av fronten skjuter ner en tunga i en trång dal. Två nya punkter lades ut vid denna del av fronten, som under under de senaste årtiondena har retirerat mycket kraftigt.



Figur 3. Inloppet till den istunnel som öppnades i Ruopsokjekna av smältvatten i samband med issjötappningen 1985. Foto P. Holmlund den 25 augusti 1989.

ABISKO-RIKSGRÄNSEN

Kårsaglaciären besöktes den 1 september 1989. Fronten måttbandsmättes från befintliga punkter från 1975. Fem nya punkter lades ut intill dagens front. Ett problem vid utvärderingen av resultaten från Kårsaglaciären är att det är mycket oklart vilken rörelseriktning fronten har pga glaciärens komplicerade utseende. Om rörelseriktningen antas ha en nordostlig riktning, istället för den nu antagna ostliga, minskar värdet på den årliga reträtten från 7 till 4 meter.

Vid den östligaste punkten av glaciären, undantaget den stora isfyllda mittmoränen, fanns en magnifik glaciärport med ett djup av ca 20 meter och en höjd och bredd av respektive 8 och 15 meter. Andra observationer var att ackumulationsområdet var mycket sprickigt samt att den del av glaciären som tidigare sträckte sig mot Vassivagge i väster nu är avsnörd från glaciären.

Riukojetna besöktes den 9 september av Gunhild Rosquist, Arjen Stroeve, Mats Eriksson och Kristina Sälglad. Fronten karterades från punkt III-63 och 3 nya punkter målades nära fronten. Fronten var framsmält men ingen nettoavsmältning hade ägt rum.

AKKA

Hylljökeln i Akkamassivet besöktes av Claes Grundsten den 28 juli och han kunde konstatera att fronten var snötäckt. Vid en överflygning den 25 augusti i samband med att glaciärerna i Sarek mättes in kunde vi konstatera att fronten fortfarande var täckt av snö.

EJ INMÄTTA GLACIÄRER

De tre glaciärer som inte besöktes i år var Mårmaglaciären, Salajekna och Kåtoktjåkkaglaciären. Mårmaglaciären, som beskrevs närmre i 1987-års årsrapport, finns med i programmet därför att den avviker kraftigt från de övriga i sin frontkonfiguration. Den är dämnd av sina egna isfyllda frontmoräner och dess reträtt, som sedan 1910 har varit ca 100 m, är svår att jämföra med andra glaciärfronter. Den behöver därför inte heller besökas lika ofta som de övriga.

Salajekna ska besökas 1990 och fanns av kostnadsskäl inte med i årets program. Kåtoktjåkkaglaciären ligger också otillgängligt och har inte besökts sedan 1977. Den kommer besökas under 1990, men kommer sedan eventuellt att utgå om inte resultaten uppvisar någonting extra intressant.

SUMMERING

Årets inmätningar gav inga oväntade resultat (Fig 4). De långa flacka glaciärerna såsom Pårté-, Ruotes- och Mikkaglaciären samt Rabots glaciär, retirerar fortfarande med hög fart. Emellertid uppvisar Mikkaglaciären och Rabots glaciär en minskad reträtthastighet, som möjligen kan vara en signifikant förändring och inte bara ett utslag av den snörika sommaren. Nästa års inmätning kommer att ge svar på denna fråga.

Övriga glaciärer uppvisar små reträtter. Merparten av den uppmätta recessionen för perioden skedde sannolikt under den varma sommaren 1988. Det går nu att sammanfatta glaciärernas reaktioner på den temperaturhöjningen som skedde i början av seklet. I figur 5 presenteras hur fyra olika glaciärer har retirerat under 1900-talet.

Kårsaglaciären skiljer sig från mängden i och med att dess långa reaktionstid och dess väldiga recession inte kan förklaras med strikt glaciologiska-klimatologiska termer. Glaciärens känslighet beror på dess höjdfördelning och på topografin i dess underlag och omgivning. Idag är höjdfördelningen ganska normal för en liten glaciär, men under kalla perioder ligger en stor del av glaciären inom höjdintervallet för jämviktlinjens årliga variation vilket medför att glaciären blir ytterst klimatkänslig.

När sommarmedeltemperaturen steg i början av detta sekel övergick en stor del av glaciären från att ha varit ett ackumulationsområde till att bli ett ablationsområde. Detta innebar en plötslig sänkning av isytan och därmed ett minskat isflöde med en

Inmätta glaciärfronter 1988 och 1989				Yt och längduppgifter ur Breatlas över Nordskandinavia (Østrem et al 1973)				
Glaciär	Storlek 1963 Yta km ² Längd km	Årlig förändring uttryckt i meter			Total förändring 1910-89	Senaste inmät- ningsperiod	Frontens nivå möh	Riktning
		1965-77	1977-85	1985-89				
Salajekna	24,50	-9	-14	F	1100 m	D 279 m	880	S
Pärteglaciären	11,10	-14	-15	-11	650 m	332 m	1080	Ö
Mikkajekna	7,62	-15	-18	-12	1080 m	373 m	960	S
Ruotesjekna	5,41	-14	-11	-15	(1000 m)	320 m	1040	N
Rabots glaciär	4,22	-10	-13	-11	630 m	268 m	1080	V
Riukojetna	5,53	-12	-10	-2	1000 m	230 m	1130	Ö
Suottasjekna	8,11	-13	-3	B	(1000 m)	D 189 m	1110	NO
Vartasjekna	3,64	-4	-3	B	900 m	D 87 m	1260	NO
Storglaciären	3,10	-6	-4	-3	550 m	110 m	1130	Ö
Ruopsokjekna	3,63	-8	-5	-5	450 m	156 m	1140	N
Östra Påssusjetna	1,76	-11 C	-5	-6	274 m	C 161 m	1270	NV
Västra Påssusj.	1,85	-9 C	-20 E	-	550 m	C 324 m	A 1200	NV
Unna Raitagl.	1,95	-5	-3	-2	440 m	88 m	1320	NO
Stour Raitagl.	2,00	-9	-5	B	(300 m)	D 167 m	1270	V
Hyllglaciären	1,45	-4	-5	B	360 m	D 105 m	1320	N
Isfallsglaciären	1,40	-8	-7	-2	550 m	172 m	1180	Ö
S.Ö. Kaskasatj.gl	0,60	-10	-3	-2	670 m	157 m	1350	S
Kärsojetna	1,58	-6	-7	-7	800 m	198 m	960	Ö
Kåtoktjåkkagl.	2,57	-4	-	F	305 m	D 102 m	1200	N
Måmaglaciären	3,93	G	G	G	100 m	G	1330	Ö

A Frontens nivå var 1989 ca 1250 m.ö.h.

B Dessa glaciärfronter var snötäckta under sommaren 1989 och därför saknas en angivelse av den totala reträtten för perioden.

C Sedan 1968.

D Vid dessa glaciärer saknas f.n. ett säkert mått på den totala reträtten mellan åren 1985 och 1989 pga att glaciärfronterna var snötäckta sommaren 1989. Medelreträtthastigheten för perioden 1977-1985 har därför utnyttjats för att extrapolera fram ett värde för den senare perioden.

E 1977-1988.

F Dessa fronter har inte blivit inmätta under 1988-89.

G Måmaglaciärens front ligger däm av sin egen frontmorän och dess recession kan därför inte omedelbart jämföras med andra glaciärs. Glaciären kommer besökas under loppet av sommaren 1990.

Preliminära resultat
November 1989
Per Holmlund

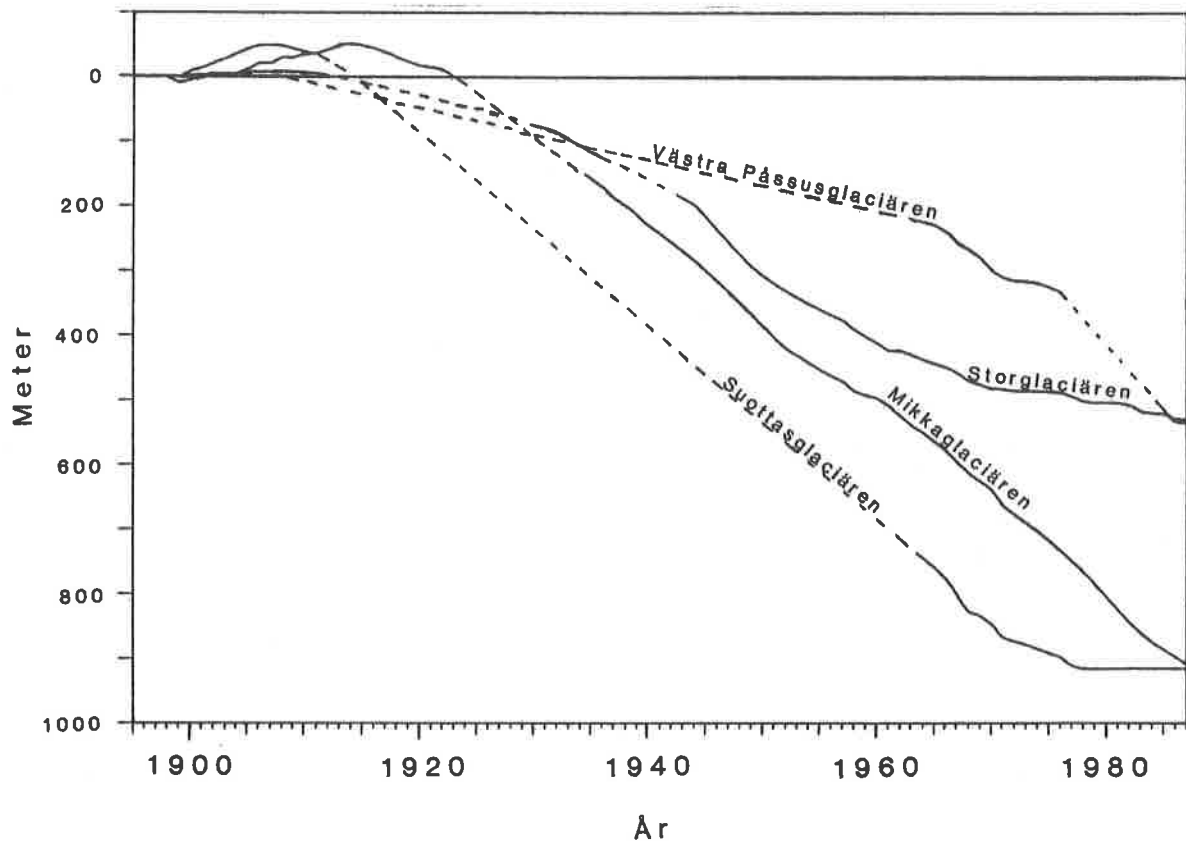
Preliminära resultat
November 1989
Per Holmlund

- A Frontens nivå var 1989 ca 1250 m.ö.h.
 B Dessa glaciärfronter var snötäckta under sommaren 1989 och därför saknas en angivelse av den totala reträtten för perioden.
 C Sedan 1968.
 D Vid dessa glaciärer saknas f.n. ett säkert mått på den totala reträtten mellan åren 1985 och 1989 pga att glaciärfronterna var snötäckta sommaren 1989. Medelreträtthastigheten för perioden 1977-1985 har därför utnyttjats för att extrapolera fram ett värde för den senare perioden.
 E 1977-1988.
 F Dessa fronter har inte blivit inmätta under 1988-89.
 G Måmaglaciärens front ligger däm av sin egen frontmorän och dess recession kan därför inte omedelbart jämföras med andra glaciärsers. Glaciären kommer besökas under loppet av sommaren 1990.

Figur 4. Preliminära resultat av inmätningar av glaciärfronter sommaren 1989.

kraftig recessionen som följt. Den årliga reträtthastigheten visar idag en svagt avtagande trend och ligger på 4-7 m, lite beroende på hur man definierar isrörelseriktningen. Storleken av dagens Kårsaglaciär är endast ca 40 % av dess utbredning vid sekelskiftet. Motsvarande siffra för Storglaciären och Mikkaglaciären är ca 80%.

GLACIÄRFRONTER 1897 - 1989



Figur 5. Glaciärer reagerar olika på en plötslig uppvärmning. Diagrammet visar hur fyra olika glaciärer har retirerat under 1900-talet. Olika i början av perioden är med största sannolikhet en effekt av den ojämna fördelningen av data i tiden. Prickad linje anger interpolerade värden.

KEBNEKAISES SYDTOPP

Per Holmlund

Sveriges högsta topp, Kebnekaises sydtopp, är ju som bekant täckt av en liten glaciär. Dess höjd varierar från år till år kring ett medelvärde på 2114 m ö h. Någon exakt siffra på dess tjocklek har hittills inte funnits men den har uppskattats till 40-50 meter. I samband med årets inmätning av toppens höjd gjordes också en läges- och ismaktighets-bestämning. Toppens höjd var i år 2112 meter och den maximala istjockleken uppmättes till 46 meter. Bergrundsytan ligger därmed vid 2066 m ö h, en höjd som om den vore toppens officiella höjdnötering, skulle placera Sydtoppen som den fjärde högsta i Sverige (Tabell 1). Emellertid har drivans höjd alltid varit högre än den 2097 meter höga Nordtoppen varför det inte finns någon anledning att betrakta någon annan topp än Sydtoppen som Sveriges högsta punkt.

Tabell 1. Sveriges högsta toppar. Höjduppgifterna är hämtade från "Högfjällskartan Kebnekaise" och från boken "Detta är Sarek" (Abrahamsson 1973).

Fjälltoppens namn	Fjällmassiv	Höjd i m ö h
Kebnekaises sydtopp	Kebnekaise	2114
Kebnekaises nordtopp	Kebnekaise	2097
Sarektjåkkå stortopp	Sarek	2089
Kaskasatjåkkå	Kebnekaise	2076
Sarektjåkkå nordtopp	Sarek	2056
Kaskasapakte nordtopp	Kebnekaise	2043
Sarektjåkkå sydtopp	Sarek	2023
Kaskasapakte södra förtopp	Kebnekaise	2015
Akka stortopp	Akka	2015
Akka nordöstra förtoppen	Akka	2010
Buchttoppen	Sarek	2010
Pårtetjåkkå	Pårte	2005
Palkattjåkkå	Pårte	2002

Den första inmätningen av Kebnekaises sydtopp utfördes år 1902 av P.G. Rosén i samband med upprättandet av rikets geodetiska nät i fjällvärlden. Toppens höjd var då 2121 m ö h. I och med att det lokala fixpunktsnätet i Tarfaladalen anknöts till rikets nät under senare delen av fyrtioalet så påbörjades också en serie inmätningar av Sydtoppens höjd. En ny officiell siffra på toppens höjd sattes till 2117 m ö h efter en inmätning år 1950. Under femtioalet gjordes några få inmätningar och sedan sextioalets början har den mätts in årligen i Tarfalastationens regi. Värdet på toppens höjd har under denna period varierat mellan 2109 och 2119. Toppens höjd varierar såsom de närbelägna glaciärernas massbalans varierar med det lokala klimatet.

MÄTMETODER

Sydtoppens läge och höjd bestämdes från fixpunkt 17 i Tarfalas lokala koordinatnät. Fixpunkten ligger på Kebnetjåkkas topplatå, ca 600 meter öster om toppröset. Vinklarna mättes med en sekundteodolit (Wild T2) och avståndet mättes med en geodimeter (AGA 12A) mot ett prisma som placerades på Sydtoppen.



Figur 1. Bandupptagning för Riksradios "Vetandets Värld" i samband med isdjupsmätningen. Programmet sändes den 18 augusti 1989 i radions program 1.

Isdjupet mättes med en portabel radioekoutrustning med en arbetsfrekvens på 13 MHz. Den pulsade sändaren är konstruerad av Michael Walford vid University of Bristol. Signalen togs emot med hjälp av ett Aaron fältoscilloskop och pulsens gångtid i isen avlästes på oscilloskopets bildskärm. Sammanlagt fyra mätningar utfördes längs en longitudinell profil där högsta punkten utgjorde en av mätpunkterna.

RESULTAT

Toppglaciärens massa har beräknats till $5,5 \times 10^8$ kg och dess volym är $6,1 \times 10^5$ m³. Övriga resultat finns presenterade i tabell 2.

Tabell 2. Resultat av mätningar utförda den 14 augusti 1989.

Snödrivans högsta topp m ö h	Berggrundens max. nivå m ö h	Koordinater i Tarfalas lokala koordinatnät	
		x	y
2112	2066	3196,0	3208,2

REFERENS

Abrahamsson, T, 1973: Detta är Sarek. Rabén & Sjögrens förlag. Uddevalla 1973. 164 sidor.

FORMATION OF SUPERIMPOSED ICE ON STORGLACIÄREN

Axel Bodin

ABSTRACT

Ice-core drilling was performed along two profiles crossing each other at the north side of Storglaciären just below the equilibrium line. Structural and textural analysis of ice-cores from 11 boreholes shows that last years summer-surface (i.e. dirt-horizon) is located close beneath the boundary between superimpilration type (originated the present season) and glacier ice of secondary recrystallization type, using the terminology suggested by Shumskij. The thickness of superimposed ice varies between 11-22 cm. It is not possible to correlate this variation to neither the depth of the cold surface layer, nor the thickness of the snow cover. In general no superimposed ice at all remains through the entire melt season at this site. This means that there is no compensation for the "losses" due to vertical downgoing icemovement measured in the uppermost part of the investigated area. To preserve balance, the area then must gain from somewhere else; possibly from the relatively steeply inclined part of the glacier further upward, which will be subject for coming investigations.

INLEDNING

På Storglaciären genomfördes i början av augusti, inom ramen för den årliga treveckorskursen, kärnbörning av is vid elva punkter längs profil 17 och ungefär vinkelrätt mot denna på glaciärens norra sida (se karta fig 1). Denna del av glaciären uppvisar relativt komplicerade särdrag. Det är t ex inte känt hur långt ner ackumulationsområdet sträcker sig. Skärningspunkten mellan de båda profilerna (borrhål H250 i fig 1) sammanfaller med positionen för ett maximum i det kalla ytskiktets mäktighet (Holmlund, Eriksson 1989). Isens ytemperatur bestämdes den 14 augusti 1978 till -1.98°C i närheten av H250 (Hooke, Gould, Brzozowski 1983). Detta var för övrigt det lägsta värde som noterades nedströms jämviktslinjen. Mätning av istemperaturen ned till 60 m djup initierades parallellt med författarens kärnbörning i anslutning till H250 och H100 (fig 1).

Holmlund och Eriksson (1989) associerar stor mäktighet av det kalla ytskiktet med nedåtriktad eller svagt uppåtriktad vertikal isrörelse. I undersökningsområdet har Hooke et al (1989) visat att isrörelsen är nedåtriktad i höjd med H+200 och uppåtriktad vid H450. Utgående från detta har Holgersson och Jansson (1984) genom profil- och ablationsmätning, beräknat att isrörelsen är uppåtriktad längs profil 17.

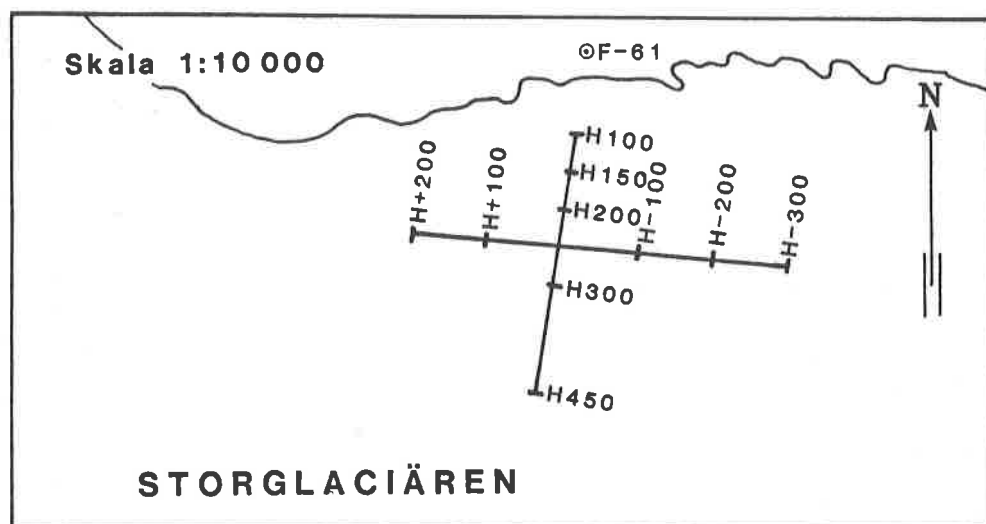
Syftet med föreliggande arbete är att bestämma om bildning av pålagrad is i området:

- a) samvarierar med det kalla ytskiktets mäktighet och/eller isens vertikala rörelse.
- b) kompenserar för den nedåtriktade vertikala rörelsen i undersökningsområdets övre delar.

c) överhuvudtaget sker och, om så är fallet, hur isbildningsprocessen då sker. Om jämviktslinjen skär genom den ena eller båda profilerna, bör detta återspeglas som en mycket markant ökning av den pålagrade isens mäktighet.

METODIK

Under fältarbetena användes kärnborr typ "PICO" med 7,5cm diameter. Denna är bra för grunda hål (ned till ca 0.5 m isdjup), men svår att borra djupare hål med. Det första hålet (benämnes H250, se karta fig 1) borrades ned till isdjupet 7.6 m. Detta hade



Figur 1. Map showing the investigated area of Storglaciären.

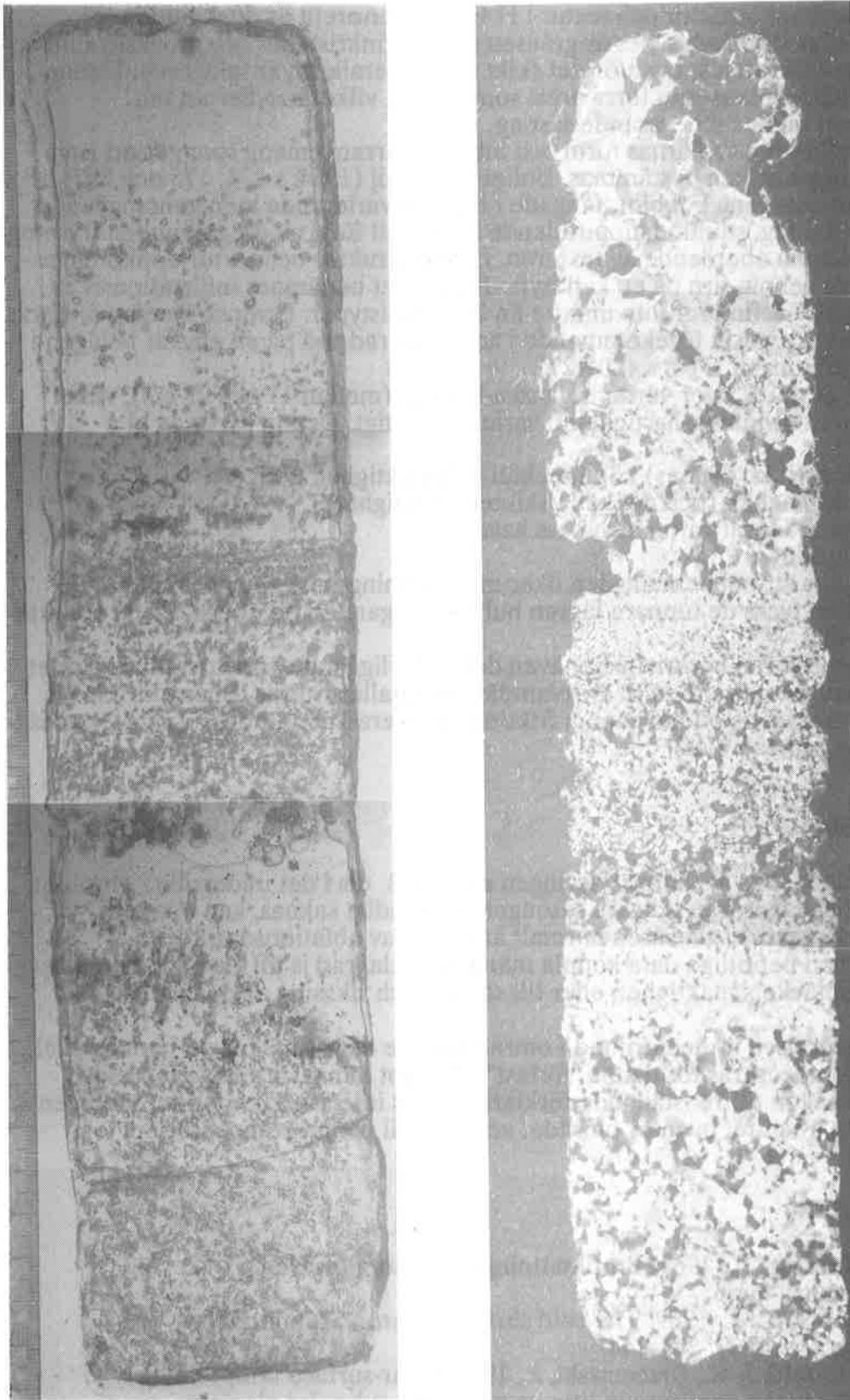
Name of borehole	Depth of drilling (cm)	Position of dirthorizon (cm)	Icetype-boundary (cm)
H100	45	15-20 (?)	15 (?)
H150	576 (n)	7- 8 (?)	5 (?)
H200	96	18-22	17
H250	765 (n)	15-17	11
H300	72	18-25	17
H450	60	21-24	20
H-300	23	15-17	15
H-200	21	11-13	10-15
H-100	38	20-25	18
H+100	43	22-23	22
H+200	56	17-19	13

n - Some or many parts missing.

? - Bad quality of core, uncertain value.

inte varit möjligt utan att vidga hålet med varmvattenutrustning, vilket gjordes tre gånger (i två fall p g a att borren fastnat). Kärnan är således ej kontinuerlig. De övriga 10 hålen borrades till de djup, där förra säsongens sommaryta passerats med så god marginal att även den underliggande isen kan studeras.

Den på detta sätt upptagna isens struktur (luftinneslutningar) och textur (iskristallernas storlek och form) studeras för närvarande med den metodik som Shumskij (1964) föreslår och som Jonsson (1970) beskriver mera ingående. Arbetet utförs i frysrum vid ca -10°C. Huvudsakligen har vertikala snitt tillverkats (genom smältning). Provernas struktur studeras och beskrivs bäst då snittet är ca 10 mm tjockt. Därefter smälts isen ned till ca 1 mm och placeras mellan två polarisationsfilter (korsade spaltriktningar), varvid kristallerna framträder i olika färg beroende på gitterorientering och tjocklek (det är tyvärr nästan omöjligt att göra helt jämntjocka snitt med den teknik som används).



Figur 2. Structure and texture of core H+100. (Approximately 2/3 of actual size)

RESULTAT

Figur 2 visar isens struktur och textur i H+100. Generellt är dock bilden densamma i samtliga hål. Som synes är gränsen mellan finkristallin och grovkristallin is relativt skarp och belägen just ovanför det skikt där mineralkorn är inlagrade. Denna gräns kan utan vidare tolkas som förra årets sommaryta, vilket betyder att det finkristallina lagret bildats innevarande säsong.

Det är framförallt bubblornas form och inbördes arrangemang som gör att istyp och bildningsbetingelser kan bestämmas. Enligt Shumskij (1964, s 171, 175 och 297) är det här frågan om autogena bubblor, fångade i isen vid varierande men genomgående relativt snabb isbildning, stundom uppträdande i band till följd av oregelbunden frysning och som synes belägna oberoende av texturen. Denna struktur och textur uppkommer då vatten dräneras genom firn på en kall isyta. Resultatet benämnes infiltrationsis av "varm" typ (Shumskij definierar inte mindre än 28 olika istyper. I svensk mening är detta pålagrad is) vilken är typiskt förekommande i ackumulerad snö på en glaciär belägen i maritimt klimat (Shumskij 1964, s 420-427).

Tjockleken av detta lager varierar ganska kraftigt (mellan 11 och 22 cm), vilket ytterligare styrker att bildningshastigheten varierar kraftigt. Denna beror av bl a följande faktorer:

- a) Snötäckets (inkl. firnens) köldinnehåll och mäktighet.
- b) Isens köldinnehåll (och det kalla skiktets mäktighet?).
- c) Mängden dränerat vatten och dess hastighet.
- d) Isytans lutning.

I princip gäller att bubbelmängden ökar med bildningshastigheten. Enligt preliminära resultat tycks de tunnare lagren bubbelfattigare än de tjocka. Detta resultat är dock inte entydigt.

På det sätt som ovan beskrivits har även det underliggande grovkristallina skiktet klassificerats. Resultatet är att detta är sekundär rekristallisationsis (Shumskij 1964, s 388 och 423), d v s glaciärs bildad genom friktionsinducerad metamorfos (paratektonisk perikristallisation och kataklas).

SLUTSATSER

Föreliggande säsong är nettopålagringen av is ca 2 dm i det undersökta området. Eftersom likvärdiga lager från tidigare säsonger fullständigt saknas, kan man dra slutsatsen att detta parti av glaciären normalt är en del av ablationsområdet. Det går inte att med befintliga data koppla mängden pålagrad is till vare sig det kalla ytskiktets eller snötäckets mäktighet; eller till storlek och riktning av den vertikala isrörelsen.

Eftersom isrörelsen är nedåtriktad i områdets övre del måste för att jämvikt skall råda, glaciären kompenseras för denna "förlust" på något annat sätt. Detta är högst förbryllande och någon tillfredställande förklaring finns inte för närvarande. Möjligen är det relativt branta avsnittet ovanför området en källa till denna compensation.

REFERENSER

- Holgersson, A., Jansson, P., 1984: Profilmätningar av Storglaciären. Studentuppsats: 40 pp.
- Holmlund, P., Eriksson, M., 1989: The cold surface layer on Storglaciären. *Geogr. Ann. 71A* (3-4): 241-244.
- Hooke, R. LeB., Gould, J. E., Brzozowski, J., 1983: Near-surface temperatures near and below the equilibrium line on polar and subpolar glaciers. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie* 19 (2): 1-25.
- Hooke, R. LeB., Calla, P., Holmlund, P., Nilsson, M., Stroeven, A., 1989: A three-year record of seasonal variations in surface velocity, Storglaciären, Sweden. *Journ. Glac.* 35 (120): 235-247.

- Jonsson, S., 1970: Strukturstudier av subpolär glaciäris från Kebnekaiseområdet. *STOU-NG 8, Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet*: 200 pp.
- Shumskij, P.A., 1964: Principles of structural glaciology. *Dover Publications, Inc.*, New York, 497 pp (Translation from the original version published 1955).

NY BOTTENTOPOGRAFIKARTA ÖVER STORGLACIÄREN

Mats Eriksson

ABSTRACT

Radio-echo soundings has been made on Storglaciären to produce a new bottom topography map. A most likely overdeepening was found in the northern part of the accumulation area. Storglaciären is then hiding four overdeepenings. The latest discovered is separated by a ridge, stretching between "Svarta väggen" and "Hyllan". The over deepening should be about 15-20 m deep. The Radio-echo soundings were made in May and August. A CW (continuous wave) step-frequency radar (K-radar) was used. It has been developed at "Royal Norwegian Council for Scientific and Industrial Research" (NTNF) in Norway. A lot of time has been spent on taking care of old material. That is mainly radioecho soundings from 1979 (Björnsson) and 1984, and drillings made during 1982-89. The new bottom topography map is made with the 1987 map (Holmlund 1987) as a base.

INLEDNING

I takt med en ökad forskningsaktivitet på Storglaciären har behovet av en ny bottentopografikarta över densamma vuxit sig allt starkare. Sedan Björnsson presenterade sin karta, 1981, har en ny översiktskarta producerats, (Holmlund 1987) och flertalet borrhningar (Brand et. al. 1987, page 313) och radioekosonderingar har gjorts.

Under den gångna säsongen har ytterligare radioeko-sonderingar gjorts på Storglaciären, för att bilda underlag för en ny bottentopografikarta över densamma. Den nya kartan baseras på 1987 års översiktskarta över Storglaciären (Holmlund 1987), vilken bygger på flygbilder från 1980.

METODIK

Radioekosonderingar gjordes i maj (Fig.1) och augusti med en CW (Continuos Wave) steg-frekvens radar (K-radar), utvecklad av avdelningen för miljö-övervakning inom "Norges Tekniske og Naturvitenskapelige Forskningsråd" (NTNF) i Oslo. Radarn bygger på en HP nätverksanalysator (HP8753B) och sänder vid varje mättillfälle ut signaler på 201 olika frekvenser. Dessa är jämnt fördelade över en definierad bandbredd. Frekvens och bandbredd är justerbar mellan 1 MHz och 3 GHz. Under majsonderingarna användes en central frekvens på 345 MHz och en bandbredd på 50 MHz. Detta är vanligtvis en alltför hög frekvens för att få en god penetration av tempererade glaciärer som Storglaciären. Sonderingar gjordes också i augusti med en bandbredd på 5-20 MHz samt 5-35 MHz.

Radioekosonderingarna har gjorts som profilmätningar och data har registrerats på en Compaq Portable II dator med en 20 Mbyte hårddisk. Tolkningar av registreringar har gjorts direkt från en dataskärm (Fig.2). Programvaran har utvecklats av Eldar Aarholt vid NTNF i Oslo.

Under sommaren har även ett antal punktmätningar gjorts med en mindre, bärbar utrustning. Företrädesvis då i områden som varit svåra att nå med den större utrustningen, vilken varit monterad på släde och dragits av skoter eller för hand.

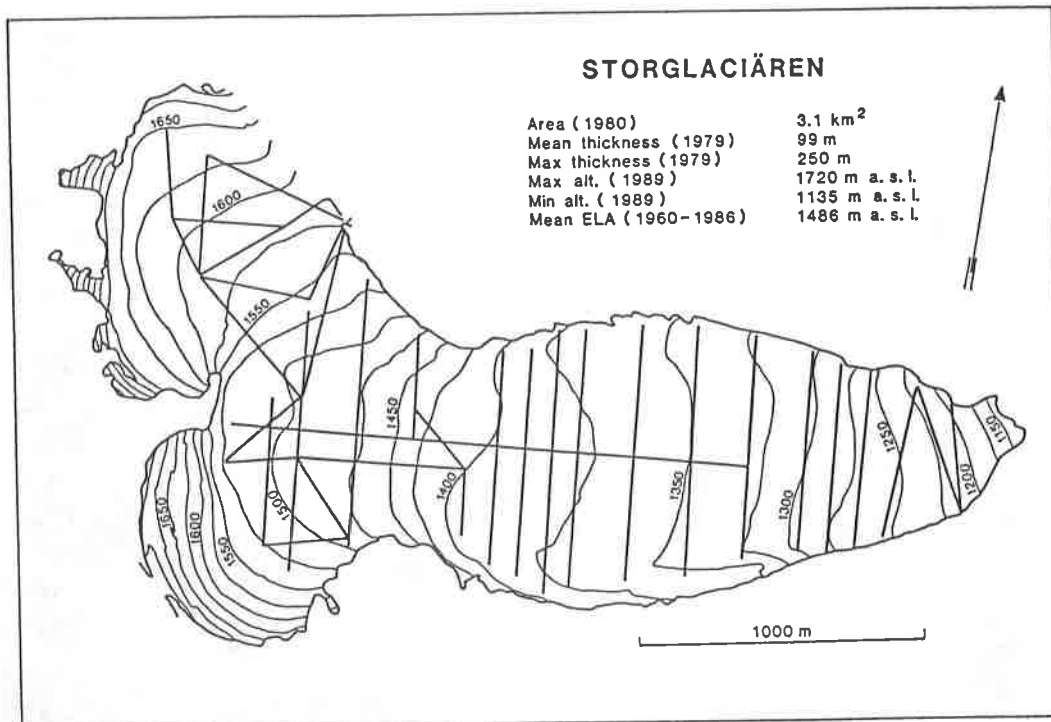


Fig.1 Radio-echo sounding profiles from May 28-30, 1989. (From Holmlund and Eriksson 1989)

Sonderingsinsatserna har huvudsakligen koncentrerats till ackumulationsområdet, eftersom ablationsområdet är tidigare beskrivet av Björnsson (1981). Detta område har även kompletterats med radioekomätningar och borrhningar under 1980-talet.

I och med att säsongens sonderingar inte blev helt tillfreds- ställande, har mycket arbete lagts ned på att bearbeta material från äldre djupmätningar. Detta har huvudsakligen varit radioeko-mätningar från 1984 (Walford, Kennett and Holmlund) och borrhningar till botten under åren 1982-89. Stor hänsyn har tagits till basmaterial som Helgi Björnsson vänligen tillhandahållit från radioekosonderingar utförda 1979.

RESULTAT

De stora skillnaderna mellan tidigare beskrivning av bottentopografin och den nu gjorda, hittas framför allt i den norra delen av firnområdet. Den tidigare tolkningen visade inte på någon överfördjupning i detta område medan det nu med största sannolikhet kan påvisas att en överfördjupning existerar här. Storglaciären gömmer sålunda på fyra stycken överfördjupningar, vilket får betraktas som en anmärkningsvärt komplicerad botten.

De preliminära resultaten visar att en rygg sträcker sig från "Svarta väggen" över till "Hyllan" och möjliggör existensen av en överfördjupning i norra änden av ackumulationsområdet. Denna är ca 15-20 m djup. Nedströms Svarta väggen hittas en liten överfördjupning med ett djup på 5-10 m. Den största överfördjupningen ligger under glaciärens mitt, där isen är som tjockast (ca 250m). Den skulle hålla en sjö som vore ca 50 m djup och ca 0,25 kvadratkilometer stor, om glaciären smälte bort. En fjärde överfördjupning hittas längst fram på tungan, nedströms tröskeln. Den är ca 20-30 m djup.

Bottens höjd över havet har erhållits genom att djupvärden subtraherats från isens överyta, tagen från 1987 års karta över glaciären. Denna skiljer sig en del från den karta

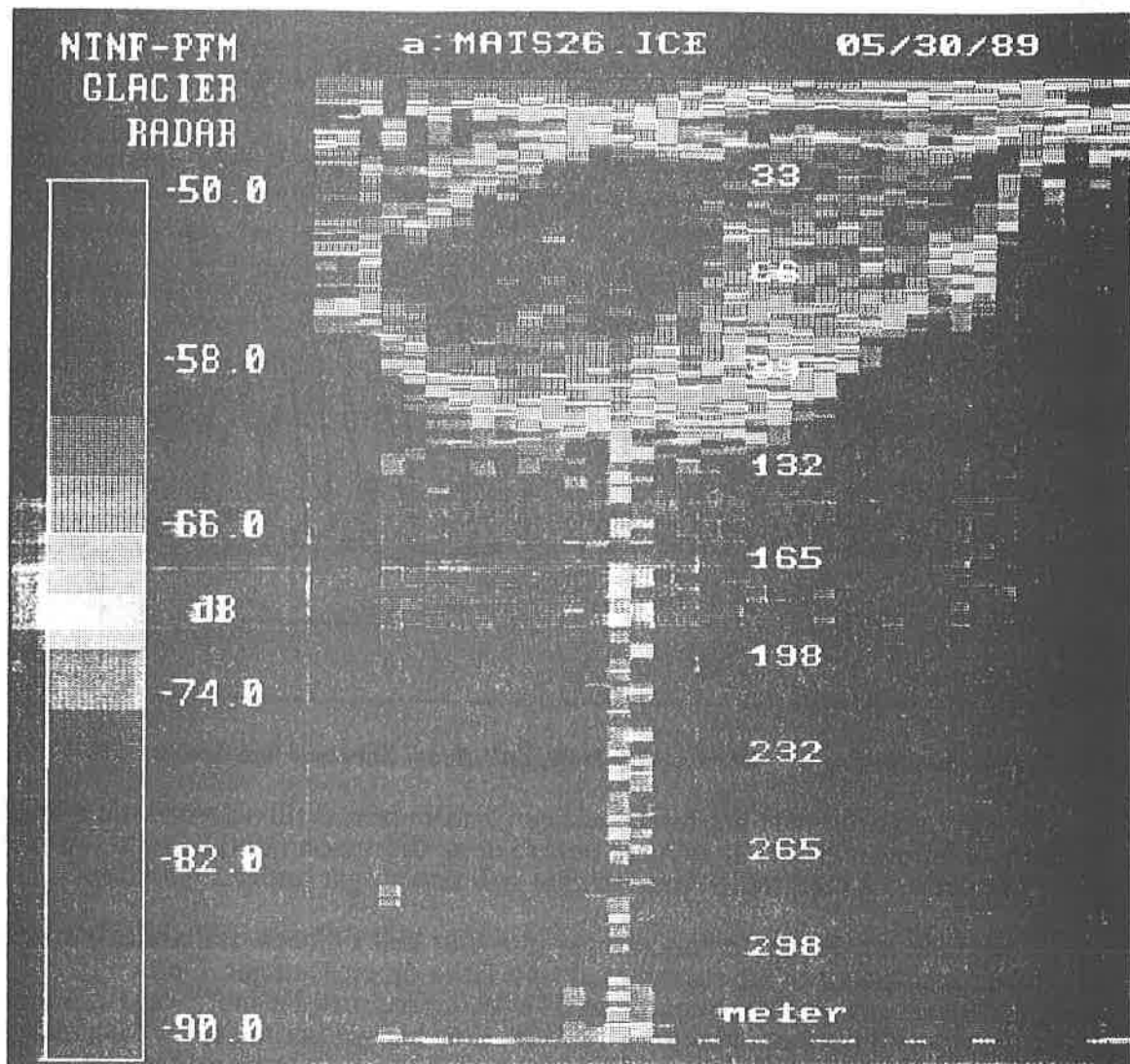


Fig.2 Radio-echo crossprofile from the lower part of Storglaciären (at profile 9, slightly downstream the riegel). The outprint is made at NTNF in Norway. The lower light section is representing the bottom.

från 1969 som Björnsson haft som underlag. Bland annat definieras "Södra morän" numer som en del av glaciären. Isdjupet under denna varierar mellan 30 och 70 m. I tröskelområdet på glaciärens nedre del har flera borrhinar gjorts under 80-talet. Isdjupet har här funnits vara något större än vad som gjorts gällande i Björnssons tolkning.

Den funna bottenpografen stämmer relativt väl överens med vad som kunde väntas om man beaktar isytans topografi och dess sprickmönster.

Kompletterande mätningar, framför allt i ackumulations- området bör göras innan Storglaciärens bottenpografi slutligen kan fastställas och publiceras.

REFERENSER

- Björnsson, H., 1981: Radio-echo sounding maps of Storglaciären, Isfallsglaciären and Rabots glaciär, northern Sweden. *Geogr. Ann.* 63A (3-4): 225-231.
- Brand, G., Pohjola, V. and Hooke, R. LeB., 1987: Evidence for a till layer beneath Storglaciären, Sweden, based on electrical resistivity measurements. *J. Glaciol.*, 33, (115), 311-314.
- Holmlund, P., 1987: Mass balance of Storglaciären during the 20th century (Including: The glaciers in the Tarfala basin, Kebnekaise. Map in the scale 1:10 000). *Geogr. Ann.* 69A (3-4): 439- 447.
- Holmlund, P., and Eriksson, M., 1989: The cold surface layer on Storglaciären. *Geogr. Ann.* 71A (3-4): 241-244.
- Walford, M.E.R., Kennett, M.I. and Holmlund, P., 1986: Interpretation of radio echoes from Storglaciären, northern Sweden. *J. Glaciol.*, 32 (110), 39-49.

DYE-TRACE STUDIES ON STORGLACIÄREN

Regine Hock

INTRODUCTION

During the melt season 1989 dye tracer experiments were conducted in the lower part of the ablation zone of Storglaciären. The primary object was to reveal characteristics of the englacial and subglacial drainage system and to detect seasonal, diurnal and spatial variations. In addition, water discharge was measured at Sydjäkk and Nordjäkk.

DYE-TRACING

Between July 26 and August 23, twelve dye injections were performed utilizing Fluorescein and Rhodamin WT as tracers. Three different moulins and two boreholes located in the area over the riegel were used as injection points. Samples were taken at Sydjäkk dam and Nordjäkk dam for 8 to 35 hours.

The borehole tests turned out to be less successful than expected. Hardly any dye was recovered at the dams. Each moulin test yielded one distinct concentration peak with steep slopes.

One moulin was utilized as an injection site five times in order to follow the seasonal development of the drainage pattern (Fig. 1).

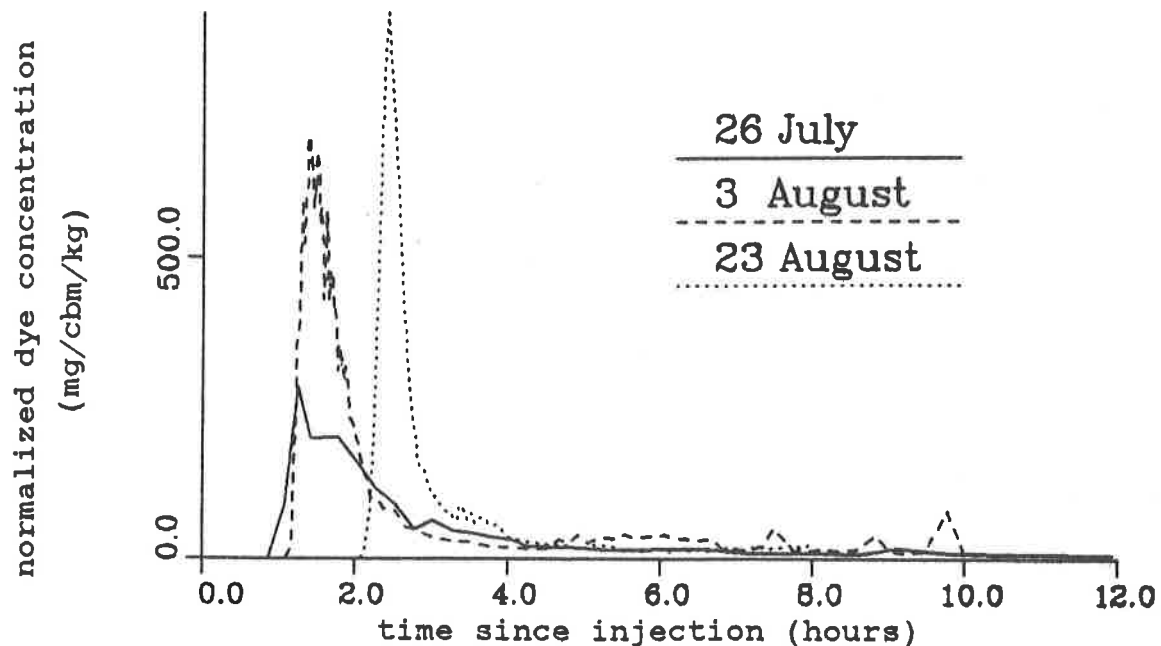


Figure 1. Tracer concentration at Sydjäkk resulting from injections into moulin 1.

Another test was concerned with diurnal fluctuations. The test involved 3 injections in one day, with a time interval of 8 hours. The shapes of the concentration-

time curves varied distinctly according to the time of dye input (Fig. 2). A simultaneous test using two different tracers and moulins at the same time showed spatial differences (Fig. 3). Though the moulins were located only 90 m apart, flow velocities and shapes of the tracer curves differ significantly.

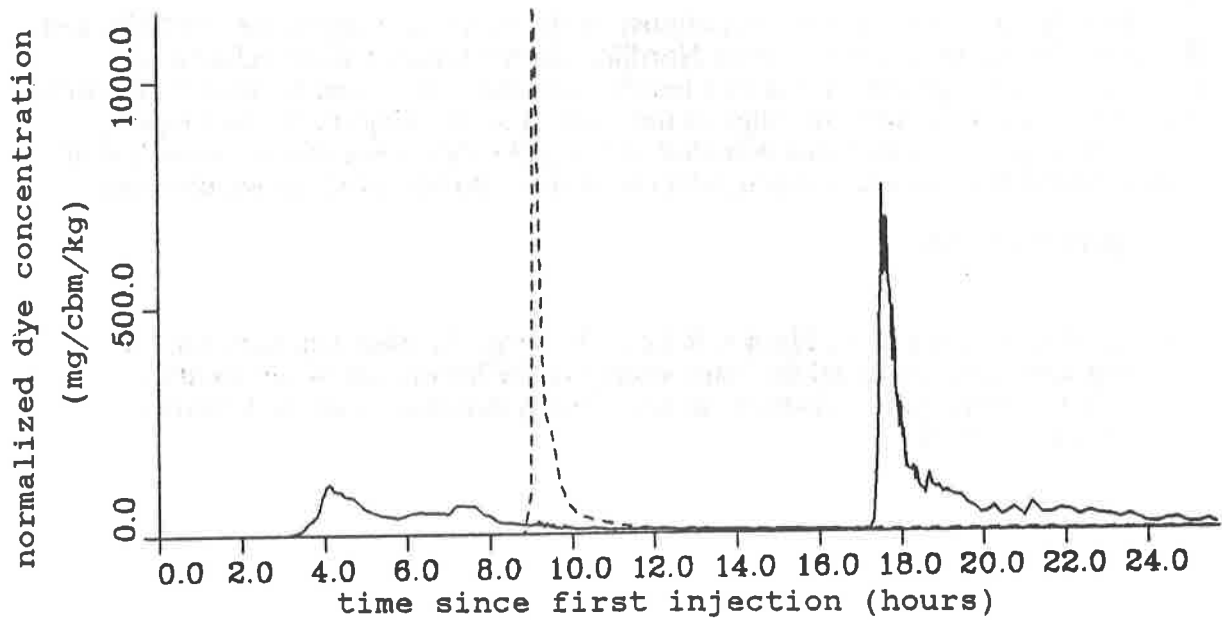


Figure 2. Tracer concentration at Sydjåkk on August 8. Dye had been injected into moulin 1 at 6:20, 14:00 and 22:05.

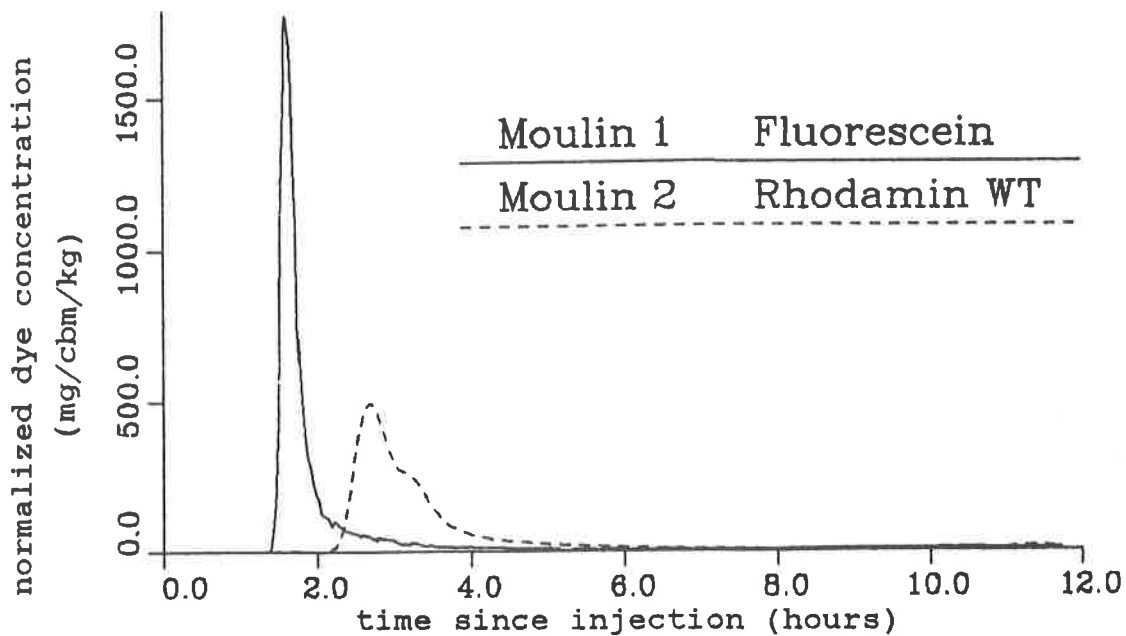


Figure 3. Tracer concentration at Sydjåkk on August 14 resulting from simultaneous injections into two moulins.

Measurements by Katrina Allen and Regine Hock.

PROGLACIAL HYDROLOGY

In order to calculate the recovery rate of the dye injected, stage recorders were installed at Sydjåkk and Nordjåkk. Water discharge was measured from late July till the end of August. Stage-discharge relationships were determined by salt slug tests and by a dye dilution technique which involved continuous injection of Rhodamin WT.

During all tracer experiments, almost all dye recovered had passed Sydjåkk dam. However, the amount of dye passing Nordjåkk dam increased after a change in proglacial channel geometry due to a heavy rainstorm on August 3. After that storm a branch of Sydjåkk cut into the ridge to the north thus draining into Centrumjåkk. Subsequent dye concentrations detected at Nordjåkk dam were due to the inflow of contaminated Sydjåkk water through Centrumjåkk into Nordjåkk above the dam.

REFERENCES

- Seaberg, S.Z., Seaberg, J.Z., Hooke, R.LeB., Wiberg, D., 1988: Character of the englacial and subglacial drainage system in the lower part of the ablation area of Storglaciären, Sweden, as revealed by dye-trace studies. *J.Glaciol.*, 34 (117): 217-227.

GLACIOLOGICAL AND HYDROLOGICAL STUDIES ON STORGLACIÄREN

Roger LeB. Hooke

INTRODUCTION

Field work this past summer was focussed on continuous velocity measurements in the accumulation area and on the nature of the glacier bed. The latter was investigated using seismic and borehole techniques.

The field program was reduced somewhat, compared to the last several years, in order to put more effort into analyzing data from previous years. Progress was made particularly with the hydrological studies.

VELOCITY MEASUREMENTS

Our computer-controlled electronic distance meter (EDM) was set up on Restaurang Hyllan and aimed at a stake located about 40 m downglacier from the bergschrund between Halspasset and Palins Korridor. Measurements were started on 24 June and continued until 21 July with only a few breaks of sufficient length to cause problems with interpretation.

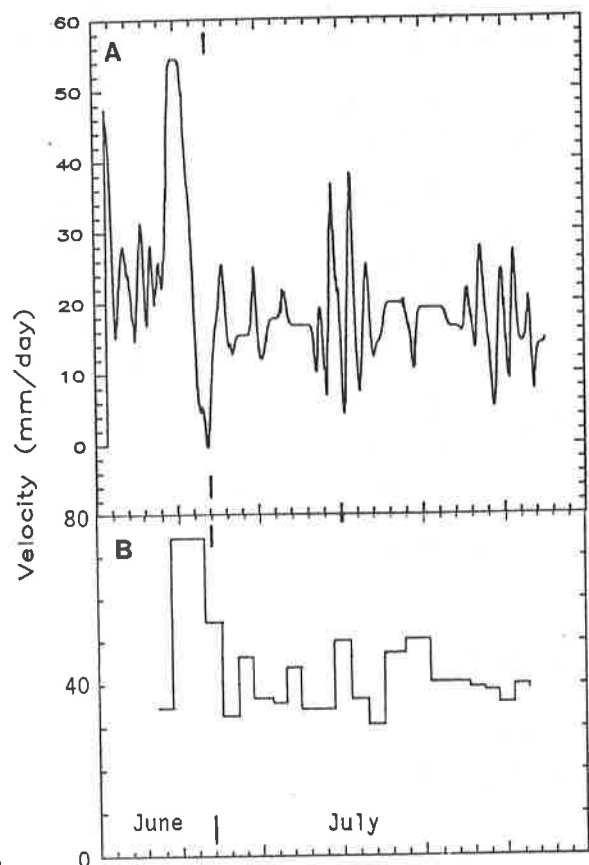


Figure 1. A. Velocity of stake located about 40 m from berg-schrund on Storglaciären.
B. Velocity of stake in upper part of the ablation area.

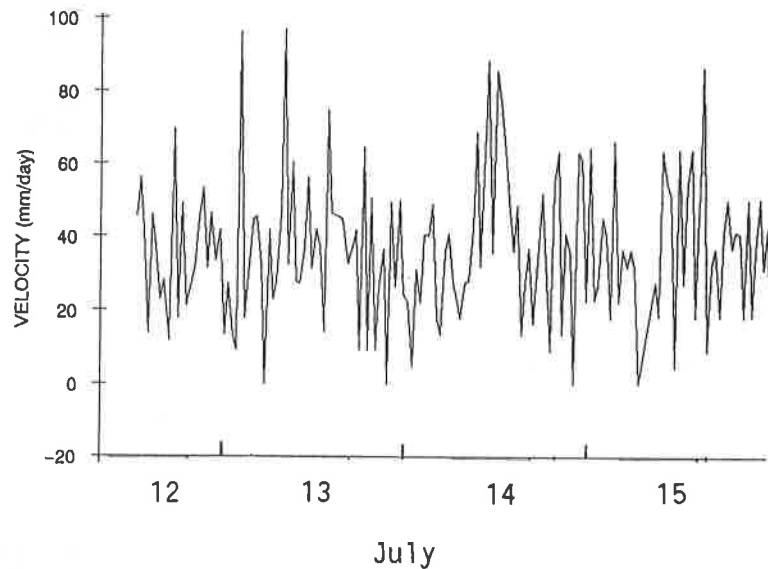


Figure 2. Velocity of stake in upper part of the ablation area during the summer of 1988.

The distances were corrected for changes in pressure and temperature and then converted to velocities by fitting regression lines to points over a time span that was large compared with that of random fluctuations. The result is shown in Figure 1A. Of particular interest in this figure is the large peak on 28-29 June, a peak that resulted from high water input to the glacier from rain and high melt rates. Following this event, on 30 June, there was a short but distinct period of negative movement. We infer that the bergschrund had been opened (deepened) significantly by the preceeding period of high velocity, and that it proceeded to close once the velocity had decreased. One can think of the ice as having collapsed back against the cirque headwall. Such events are exactly what we have been seeking; they offer the possibility of intense erosion of the headwall, and thus help explain how the steep headwall is excavated and maintained.

Also apparent in Figure 1A is the tendency for a diurnal component in the velocity. The amplitude of this signal is two to three times the minimum velocity.

Simultaneously, the positions of two stakes in the upper half of the ablation area were being determined every day or two with the Geodimeter 400 (Fig. 1B). Most notable in this record is the peak on 29 June coinciding with that of the stake near the bergschrund.

A stake about 200 m downglacier from the equilibrium line was monitored with the computer-controlled EDM in 1988, and a part of the record obtained is shown in Figure 2. Of interest in this figure is the subdiurnal frequency of the variations, suggesting that this part of the glacier may be responding to signals, probably water pressure variations, on a subdiurnal scale.

HYDROLOGY

Dye- and salt-trace experiments were run from moulins over the riegel and from boreholes just above the riegel, respectively. The former experiments were done by Regina Hock from the University of Freiburg, Germany, and will not be discussed further herein. The latter experiments were perplexing, as no dye was recovered in either Nordjåkk or Sydjåkk. It is possible that sampling was not continued long enough to detect the dye, or that insufficient water was flowing into the holes.

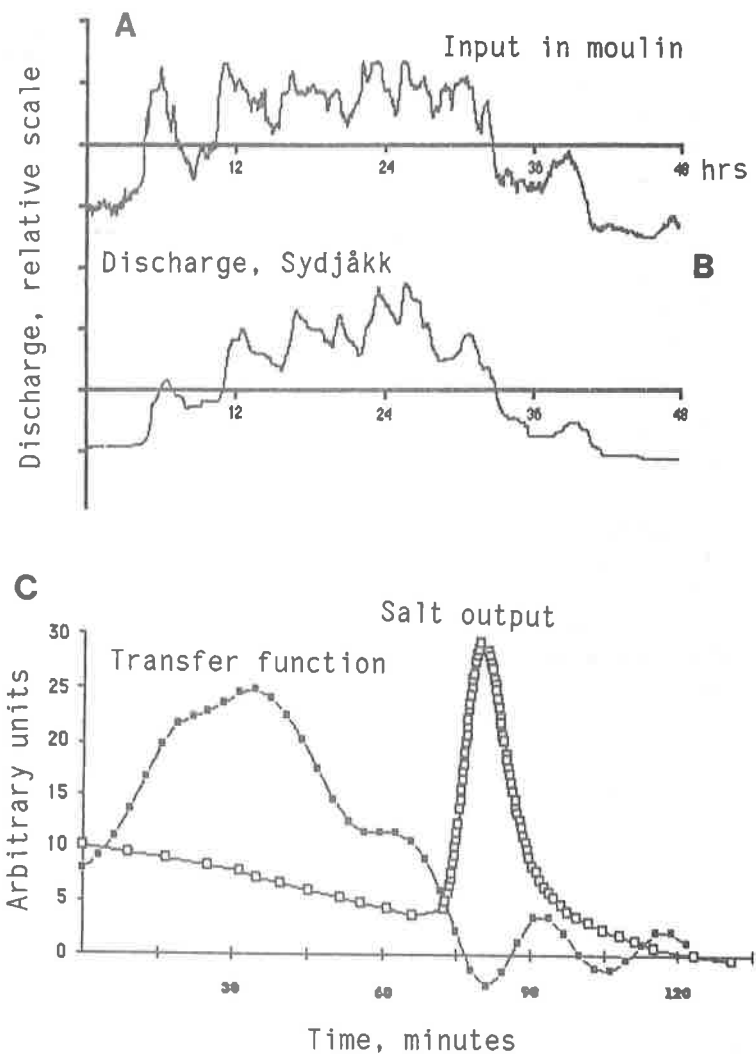


Figure 3. A. Water input to a moulin over the riegel.
B. Discharge in Sydjåkk.
C. Return curve from salt trace and transfer function relating curves in A and B.

In experiments in 1988, the water input to moulins over the riegel and the water discharge from the glacier in Sydjåkk were monitored simultaneously (Figs. 3A and B). These data were analyzed using digital signal analysis techniques to study the time delay in the drainage system. The result of this analysis is a function, called a transfer function, that, when multiplied by the input signal and summed, reproduces the output signal. The dominant first part of the (smoothed) transfer function is shown in Figure 3C. It has a peak at about 30 minutes.

Also shown in Figure 3C is the return curve from a salt trace experiment run during the time interval covered by Figures 3A and B. This salt took about 85 minutes to pass through the glacier. Were the conduit through which the water passed an open channel over its entire length, open-channel flow theory suggests that a discharge signal should have taken about 60 minutes to reach the dam on Sydjåkk. Thus the 30-minute delay indicated by the transfer function suggests that the conduit is closed, or full, over part of its length.

BOREHOLE STUDIES

Boreholes were drilled to the bed in the accumulation area and at four locations in the ablation area. The hole in the firn area, 89-1, was about 270 m from the stake used for the velocity measurements shown in Figure 1A. Although water levels in this hole appeared to vary diurnally with an amplitude of about 1 m, the hole did not make contact with the englacial or subglacial water system. Water levels in it stayed constant at a depth of about 20.5 m below the snow surface.

The four holes in the ablation area did make contact with the englacial water system, and one of these, 89-H, located about 100 m upglacier from the riegel, was monitored for about 8 days during August. Water levels in it showed a diurnal oscillation of about 1 m, superimposed on a gradual decline in level.

It was believed that a layer of deformable glacial till would be found at the bed in the areas where the four holes were drilled in the ablation area. Thus an effort was made to observe this layer with a video camera, a project that was under the direction of Veijo Pohjola and will be discussed elsewhere herein, and to sample it with a coring device and with a sand trap on the drill tip. The latter was successful in holes 89-2 and 89-3; medium to coarse sand was recovered. The core sampling was unsuccessful, however, although the corer was outfitted with a trap door that closed fairly tightly and with a hammer that allowed one to drive it into the bed, and was also coated with grease and with a scratchable paint that was expected to reveal the presence of any coarse sediment. The tip of the core tube was usually dented when it was returned to the surface, suggesting that it had encountered either a large rock or bedrock. The till in front of the glacier has a surface layer of cobbles and boulders, so the possibility of a till layer being present is not ruled out.

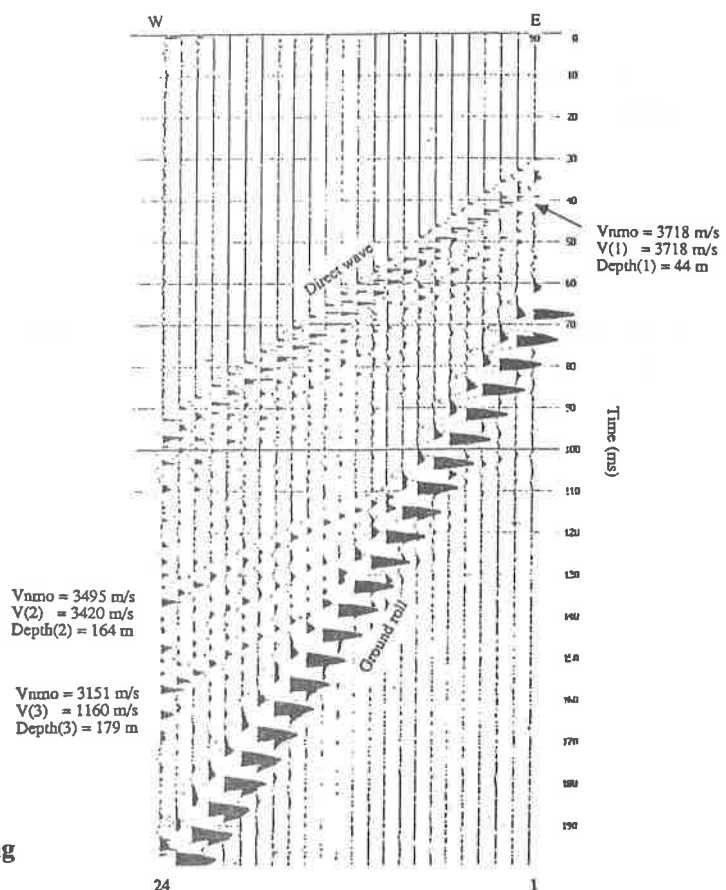


Figure 4. Example of seismic record showing four reflectors.

SEISMIC GEOPHYSICS

Several seismic reflection/refraction profiles were shot in an effort to detect the till layer, which would appear as a thin low velocity layer at the bed. The data are still being analyzed, so no conclusions are yet available. One of the more interesting records is shown in Figure 4. Three reflectors are present in this location. The highest is at a depth of 44 m. It is probably the boundary between cold ice at the glacier surface and ice at the pressure melting temperature deeper in the glacier. The second, at a depth of 164 m, is almost certainly the bed. Below this is a reflection from a depth of 179 m. If this is from the bottom of a subglacial layer, it is much thicker than the till layer sought. We presently interpret this reflection as being a reflection from the bed some distance from the point directly under the profile.

PERSONNEL

The experiments described above were conducted by Brian Hanson (EDM in accumulation area), Roger Hooke (1989 stake movement in ablation area), Gary Remple (1988 EDM study in ablation area), Katrina Allen (dye tracing from boreholes), Jack Kohler (analysis of discharge records), Roger Hooke and Brian Hanson (till sampling attempts), and Jonathan Paetz, assisted by L-G Bäckström (seismic study).

PUBLICATIONS

Hooke, R. LeB., Calla, P., Holmlund, P., Nilsson, M., and Stroeve, A. P. 1989. A three year record of seasonal variations in surface velocity, Storglaciären, Sweden: *J. Glaciol.*, 35 (120), 235-247.

Jansson, P., and Hooke, R. LeB. 1989. Tiltmeter measurements on Storglaciären: *J. Glaciol.*, 35 (120), 201-208.

PAPERS SUBMITTED

Hooke, R. LeB., Laumann, T., and Kohler, J. (submitted). Subglacial water pressures and the shape of subglacial channels. *J. Glaciol.*

INVESTIGATION OF ENGLACIAL STRUCTURES AND BED CONDITIONS IN STORGLACIÄREN EXAMINED BY A REMOTE CONTROLLED VIDEO-CAMERA : A PRELIMINARY REPORT.

Veijo Allan Pohjola, Naturgeografiska institutionen Uppsala universitet.

ABSTRACT.

An extensive amount of information about the en- and subglacial environments in Storglaciären have been recieved through video-filming in four bore-holes. Water filled voids and cavities were detected in all surveyed bore-holes. Water drainage through some of these voids and cavities shows that they are englacial channels. The bed of the glacier was studied at two bore-holes: in one a soft clayey-silty bed was shown and in the other the bed was more consolidated. In the later the camera was left at the bed for a period of one and a half hour. A basal-sliding of 6 mm was registered during that interval. A high-pressure pulse of water moving over the bed was as well detected.

INLEDNING.

Storglaciären, Kebnekaise, har i Tarfalastationens regi varit föremål för omfattande och allehanda undersökningar i drygt 40 år. Detta mångtal av studier har givit Storglaciären en plats bland de mest välundersökta glaciärerna på vårt klot. Mycken är den information som plockats ut ur glaciären, men vissa av dess hemligheter har varit svårare än andra att locka fram. Hur ser glaciärens bädd ut och vad består den av? De frågorna har fordom varit svåra att besvara av praktiska skäl. Undersökningar med indirekta fjärranalysmetoder har utförts för att få svar på dessa frågor (Brand et al - 87). Undersökningen visade att ett troligt sedimentlager underlagrade glaciären, men något entydigt svar erhöles aldrig.

En metod att direkt studera glaciärers bäddar är att fira ned en kamera i ett borrhål igenom glaciären och från isytan manövrera kameran till att ta den information man söker (Harrison & Kamb - 73). En annan metod som gjorts tillgänglig de senaste åren är att fira ned en kompakt videokamera och med hjälp av fjärrkontroll specialstudera de fenomen man finner vara av intresse (Koerner et al - 81) vid glaciärens bädd. Dessutom får man under ned och uppfirningen av videokameran information av hur glaciärens is kropp är uppbyggd.

UNDERSÖKNINGEN.

Med hjälp av inhyrd videokamerautrustning och operatör från Eyvind Koch TV-Rörinspektion A/S undersöktes fyra borrhål i Storglaciären (se fig.1). Trots att problem uppstod vid borrhångenarna av hålen utfördes video-undersökningarna i dem planenligt. Tyvärr ställde vissa englaciala förhållanden till problem i två av hålen och bädden nåddes aldrig av kameran i borrhålen 89:4 och 89:5.

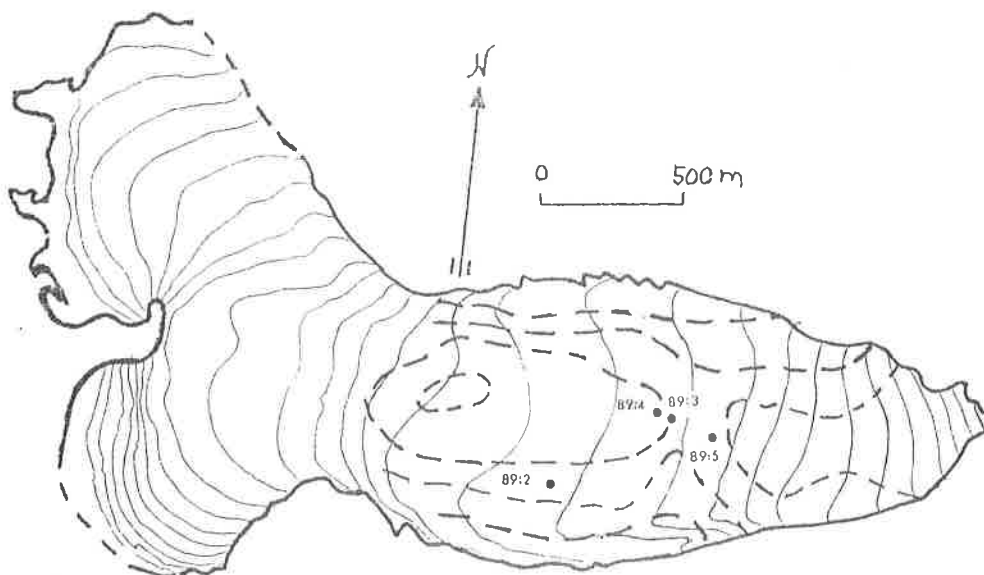


Fig.1 Figuren visar Storglaciären och de borrhål som undersöktes med videokamera 1989. De streckade isolinjerna markerar botten-topografin.

RESULTAT.

Den stora informationsskörden av videoupptagningarna är ännu ej helt färdigbearbetat, men de efterstudier som utförts har givit en hel del intressanta uppgifter om Storglaciärens bädd-förhållanden och dess inre strukturer.

Information om Storglaciärens inre strukturer.

Glaciäris är inte isotropisk, detta faktum är väl synligt då foliationsband och andra blå-is strukturer träder fram i komplicerade mönster på glaciärytan. Dessa strukturer var möjliga att studera i borrhålen. Den "normala" glaciärisen, den is som bildats av att ackumulerad snö genom tryckbelastningar omvandlats till is, är rik på luftbubblor och har ett ljusblått färgstick. Denna istyp kallas hädanefter vit-is (VI). Blå-isen (BI) har en djupare blå färg och är mer massiv då den saknar den höga halten av luftbubblor som präglar VI. BI bildas troligen av fritt vatten som fryser till is.

I de studerade borrhålen var VI den dominerande istypen. BI strukturer i form av serier med centimetertunna foliationsband låg inbakade i VI. Större inklusioner av BI, i somliga fall med vertikala dimensioner över en meter, kunde även studeras i isen.

I samtliga borrhål upptäcktes håligheter i isen. Håligheterna var utvecklade i svaghetszoner vilka i samtliga fall var utbildade i kontakten mellan VI och BI. Håligheterna antages vara vattenförande och kallas därefter englaciala kanaler, EK. Antalet EK varierade mellan 4 - 6 st. i de olika borrhålen. Formen av EK är i det flesta fall en drygt dm hög sprickighet i isen med en större horisontell utbredning än borrhålets diameter. I vissa fall är dock EK av betydligt större dimensioner. Den största upptäckta är 1.5 m hög. I ett borrhål når en ytspricka i isen ned till 30 m djup och fungerar här som EK.

För att undersöka huruvida EK var vattenförande eller inte monterades ett garn som strömmningsmätare i en ställning framför kameran. Garnet gav inga klara bevis för någon vattenrörelse. Vid några tillfällen var det synligt hur små partiklar fördes ut ur EK och sjönk ned i borrhålet. Detta kan tolkas som om en viss vattenrörelse förekommer och klassificeringen som EK är i dessa fall motiverad.

Då borrhålen borrades dränerade vattenytan i 89:3-5 vid olika nivåer. Det visade sig genom videoupptagningarna att vid dräneringsnivåerna var vid den mest välutvecklade EK i samtliga borrhål. Förmodligen har dessa EK kontakt med ett större dräneringssystem. De ovanliggande EK har antagligen inte kontakt med samma system, då dessa ej påverkade vattenytan vid borrhålen. Under de EK som dränerade blir vattnet i borrhålen grumligt av uppvällande finsediment. Vattnet ovan är helt klart. Detta visar på att de dränerande EK borde vara kopplade till ett större dräneringssystem. Annars skulle de ej vara kapabla till att dränera det vatten som strömmar upp från det subglaciala vattensystemet.

Nedom den dränerande EK verkar isen ha en annan struktur än ovanför. Iskristallerna är till synes större och bubbelhalten mindre. Det kan spekuleras i om detta lägre och annorlunda skikt av isen speglar en is som utsatts för andra fysiska omständigheter och påfrestningar än den överliggande isen.

Englaciala sediment upptäcktes i flera nivåer. I flera fall ligger de i kontaktzonen mellan VI och BI. Det troliga är att sedimenten liggandes ovan BI visar sommartytan i den ackumulerande firnen och ovanlagrande VI motsvarar den av sommarens smältning påverkade vinterackumulationen.

Information om Storglaciärens bädd.

I två av borrhålen, 89:2 och 89:3, kunde bädden studeras. I 89:2 var vattnet vid bädden av glaciären så grumligt att ingen överblick kunde erhållas. Då kameran nådde bädden gavs klara indikeringar på att bädden här bestod av ett minst 5 cm tjockt lager av finkorniga sediment (silt - ler). Linsen bäddades in i de finkorniga sedimenten och vid upphalningen av kameran fastnade finsedimenten på linsen, vilka tvättades bort under fortsatt upphalning.

Bädden i 89:3 var tydligare urskiljbar. Den undersökta bädden bestod av enstaka grus och sandfraktioner i en massa av finsediment. Finsedimenten präglades av en undulerande yta. Möjligen kan detta tolkas som mikroripples speglande vattenströmmningen vid bädden. Runt gruspartikeln syns det hur "ripplefältet" störts.

Under 90 minuter lämnades kameran nere vid botten och rörelsen av kameran över bädden registrerades. Under de första 60 minuterna rörde sig kameran knappt 4 mm över bädden. Antagandes att kamerans hänger stilla i borrhålet visar detta glaciärens rörelse över bädden, den s.k. bottenglidningen. Detta ger en bottenglidning på 90 mm/d. Dygnsmedelhastigheten vid ytan är ca. 50 - 30 mm/d. Den registrerade glidningen kan vara ett toppvärde under en kortare period och på så sätt ge en högre hastighet än vad annars skulle tolkas som "normalt".

De sista 30 minuterna utbreddes sig ett moln av suspenderade sediment i bilden och då molnet täckte hela bildytan var bädden ej längre möjlig att se. Molnet spred sig med en fart av 90 mm/h. Detta värde kan antagas vara en uppskattning av vilka strömmningsförhållanden som råder subglacialt.

DISKUSSION.

Det kan diskuteras huruvida sedimenten vid glaciärens bädd är av primär eller sekundär sedimentation, dvs. visar de ett faktiskt sedimentlager under glaciären eller är sedimenten endast en produkt av att englacialt debris sedimenterat i borrhålet under

och efter borrhningarna. Då videoundersökningarna företogs 5 - 10 dygn efter borrhningarna av hålen torde den senare teorin förkastas. Bottenglidningen i detta område är av den storleks-ordningen att borrhålet under denna tidsperiod skall ha förflyttas sig nedströms den punkt där botten av borrhålet befann sig vid tiden för borrhandet.

De stora BI inklusionerna i isen kan tolkas som större hålrum som vid något tillfälle fyllts av vatten. Vattnet i hålrummen har sedan frusit till massiv is. Det troligaste är att detta skett i den porösa firnen i glaciärens firnområde. Även EK förmodas att ha utvecklats i firnområdet. Det ökande istrycket måste då ha kompenserats med ett högt vattentryck i EK.

REFERENSER:

- Brand, G., Pohjola, V.A. och Hooke, R.LeB. 1987: Evidence for a till layer beneath Storglaciären, Sweden, based on electrical resistivity measurements. *J. Glaciol.*, 33 (115): 311-315.
- Harrison, W.D. och Kamb, W.B. 1973: Glacier bore-hole photography. *J. Glaciol.*, 12 (64): 129-137.
- Koerner, R. M., Fisher, D.A. och Parnandi, M. 1981: Bore-hole video and photographic cameras. *Annals of Glaciology* 2: 34-38.

TARFALA COMMUNICATIONS - RADIO AND INTERCOM SYSTEMS

Carl-Henrik Walde, M Sc (Eng Phys), FMV Electronics Directorate

BACKGROUND

Försvarets Materielverk (FMV, the Swedish Defence Materiel Administration) is currently advising the Swedish Polar Research Secretariat on radio communications for the Swedish Antarctic Research Projects (SWEDARP 87/88, 88/89 etc). Tarfala has a VHF radio system, almost identical to that for Antarctica, to give radio coverage around the station. In 1988 the system was used also for a trial of a possible "Tourist Radio System. (Walde, Tarfala report, 1988.)

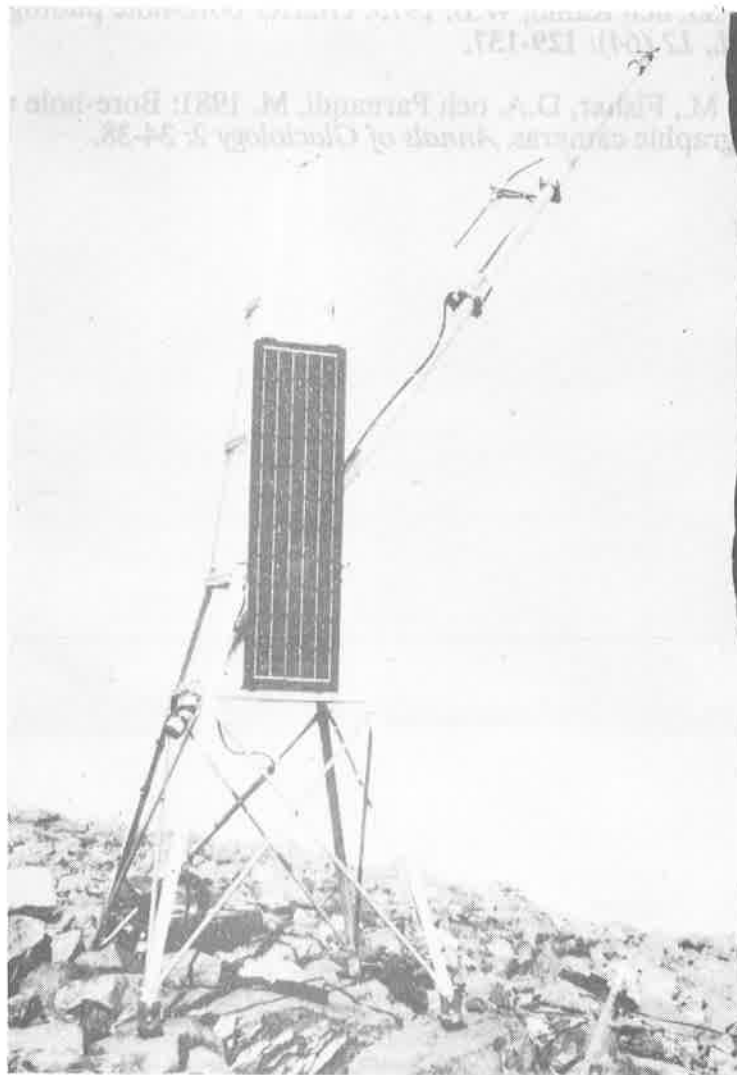


Fig.1 The relay station.

ACTIVITIES IN 1989

The relay station (repeater) atop Kaskasatjåkka was powered by a solar cell and by a wind generator intended to charge the battery during the dark winter months. At some time during the winter the repeater ceased to work. No maintenance was possible due to adverse weather conditions and much snow. Spontaneously, the repeater became operational in June. The reason for the drop-out is assumed to be a combination of wind generator failure and solar cell snow and/or ice coverage. The generator has probably been covered by ice forcing the rotating parts and the mechanical high wind cut-out to stick, the generator thereby pulling the antenna mast outside of the tower before breaking off and falling to the ground (fig. 1). The solar cell panel escaped damage. In September the tower was repaired by fitting new parts. As the wind generator then was taken out of the system, the repeater will cease operation during a few winter months and come to life in early spring, snow conditions being normal. Fig. 1 All portables have been reprogrammed to "Antarctica channel numbers" and fitted with an alarm tone button to alert the Tarfala station if needed. FMV has stored some identical VHF FM portables as well as AM equipment at Tarfala for purposes like polar training and for emergency needs to communicate with aircraft and helicopters. A few ancillaries have been added like a multiple charger. The intercom system worked well.

FUTURE PLANS

Incidentally, the trials for the "Tourist Radio System" must be considered a one-time test as the Swedish Alpine Safety Council has decided not to support the idea at present. Alarm alerting equipment will be installed at Tarfala station. If funds will be available, it is possible to extend the radio coverage to interesting remote areas like Sarek by an easily transportable cross-band 160 - 470 MHz repeater. IC-U6 470 MHz portables will then be used for internal communications in that remote area and/or telemetry within the Tarfala area. The station intercom coverage will be enlarged by installing terminals in the remaining buildings if we can get hold of surplus equipment and inter-building earth cables.

ABSTRACTS**MED MATERIAL I ANSLUTNING TILL
TARFALAS VERKSAMHET 1989****A SYNTHETIC-APERTURE RADIO-ECHO EXPERIMENT AT
STORGLACIÄREN, SWEDEN***By* M.E.R. WALFORD

(H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol, Bristol BS8 1TL, England)

and M.I. KENNETT

(Norges Vassdrags og Electrisitetsvesen, P.O. Box 5091, Majorstua, 0301 Oslo 3, Norway)

ABSTRACT. A polarization-sensitive aperture-synthesis experiment has been carried out using radio-echo data from Storglaciären, Sweden. Echoes were recorded in each of three antenna configurations over an array of sites on the glacier surface. The echo information was transferred to a mainframe computer and manipulated in order to reveal any major individual targets present. Within a 100 m cube, six major targets were identified, each with its own echoing characteristics. Echo strengths indicate that the targets are probably cavities containing water. It cannot be determined whether they are isolated or parts of a continuous system.

**SHORT-TERM VARIATIONS IN STRAIN AND SURFACE TILT
ON STORGLACIÄREN, KEBNEKAISE, NORTHERN SWEDEN****By* PETER JANSSON *and* ROGER LEB. HOOKE[†]

(Naturgeografiska Institutionen, Stockholms Universitet, S-106 91 Stockholm, Sweden)

ABSTRACT. Tiltmeters that can detect changes in slope of a glacier surface as small as $0.1 \mu\text{rad}$ have been used on Storglaciären. The records obtained to date have been from the upper part of the ablation area, where the bed of the glacier is overdeepened. A total of 82 d of records has been obtained for various time periods between early June and early September.

There is generally a gradual change in inclination of the glacier surface over periods of several days, but these changes do not appear to be systematic. In particular, they are not consistent with vertical movements of stakes located 2–3 ice thicknesses away from the tiltmeters. This suggests that the tiltmeters are sensing disturbances over areas with diameters comparable to the local ice thickness.

Superimposed on these trends are diurnal signals suggesting rises and falls of the surface just up-glacier from

the riegel that bounds the overdeepening on its down-glacier end. These may be due to waves of high water pressure originating in a crevassed area near the equilibrium line. If this interpretation is correct, the waves apparently move down-glacier at speeds of $\sim 20\text{--}60 \text{ m h}^{-1}$, and become sufficiently focused, either by the bed topography or by conduit constrictions, to result in local uplift of the surface. Also observed are abrupt tilts towards the glacier center line shortly after the beginning of heavy rainstorms. These appear to be due to longitudinal stretching as the part of the glacier below the riegel accelerates faster than that above. Water entering the glacier by way of a series of crevasses over the riegel is believed to be responsible for this differential acceleration. In June 1987, a dramatic event was registered, probably reflecting the initial summer acceleration of the glacier.

A 3 YEAR RECORD OF SEASONAL VARIATIONS IN SURFACE VELOCITY, STORGLACIÄREN, SWEDEN

By ROGER LEB. HOOKE,* PETER CALLA, PER HOLMLUND, MATS NILSSON, and ARJEN STROEVEN

(Naturgeografiska Institutionen, Stockholms Universitet, S-106 91 Stockholm, Sweden)

ABSTRACT. Between 3 June 1982 and 8 July 1985, a stake net consisting of up to 32 stakes covering the greater part of Storglaciären was surveyed 70 times, yielding roughly 2000 separate determinations of vertical and horizontal velocity. The time interval between surveys averaged about 1 week during the summer and 2 months during the winter.

Horizontal velocities were normally highest during periods of high daily temperature or heavy rain early in the melt season. Comparable or sometimes higher temperatures or rainfalls later in the season usually had less effect, though minor velocity peaks were often present in August and early September. During periods for which bore-hole water-level measurements are available, velocity peaks generally coincided with periods of high basal water pressure, but not all periods of high water pressure resulted in velocity peaks. Despite increasing basal water pressures, velocity decreased gradually during the winter.

Vertical velocities also vary seasonally. Beneath the upper part of the ablation area the glacier bed is overdeepened. Vertical velocities here are ~3 mm/d higher during the summer. Down-glacier from the overdeepening, vertical velocities are ~1 mm/d lower during the summer. These and other characteristics of the vertical velocity pattern are best explained by appealing to: (1) a decrease in strain-rate with depth, and (2) seasonal variations in this depth-dependence.

Five periods of high velocity lasting from 3 to 11 d were studied in detail. In an area where the bed is overdeepened, force-balance calculations suggest that basal drag decreased between 16 and 40% during these high-velocity events. This resulted in a decrease in compressive strain-rate at the up-glacier end of the overdeepening, an increase at the down-glacier end, and a slight increase in lateral shear strain-rates. Down-glacier from the overdeepening, basal drag increased during two events owing to an increased push from up-glacier and pull from down-glacier. Lateral shear strain-rates increased sharply here.

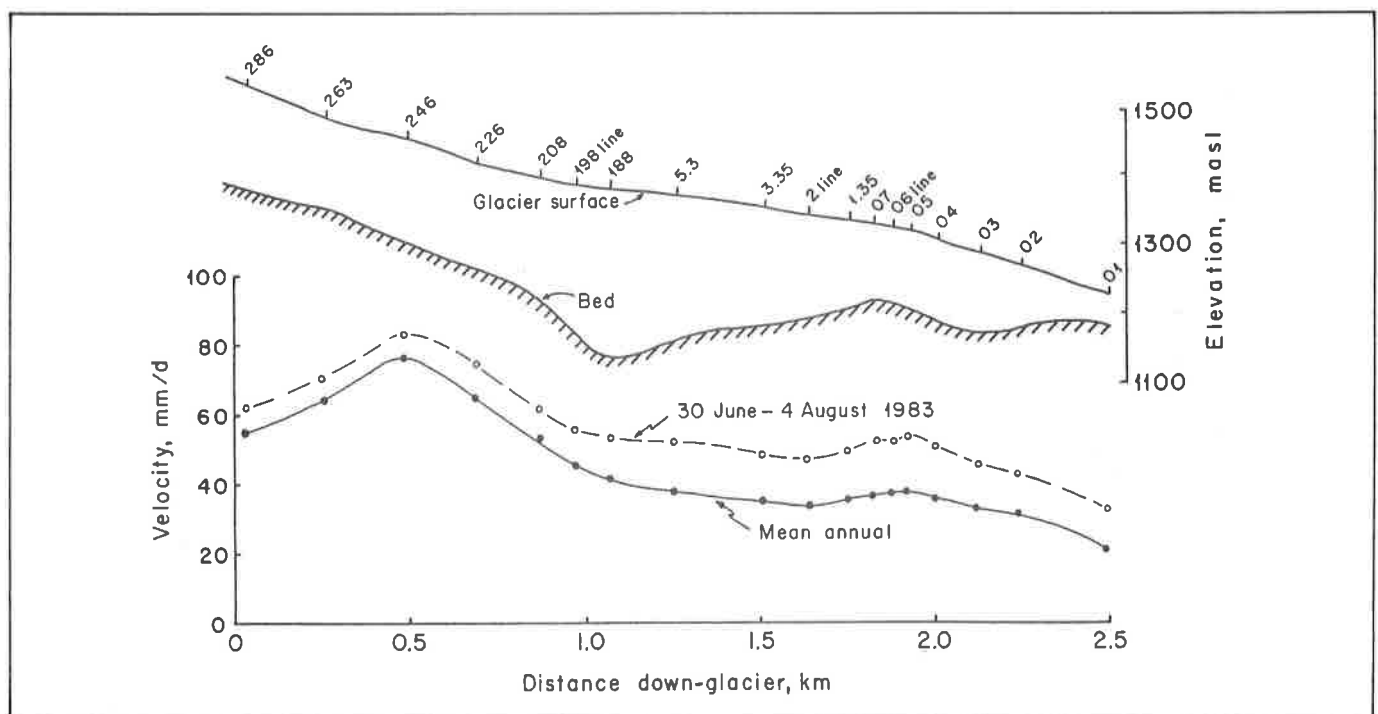


Fig. 2. Longitudinal variation in mean annual horizontal velocity, u_s , and in the mean velocity during July 1983.

THE SENSITIVITY OF A SMALL ICECAP TO CLIMATIC FLUCTUATIONS

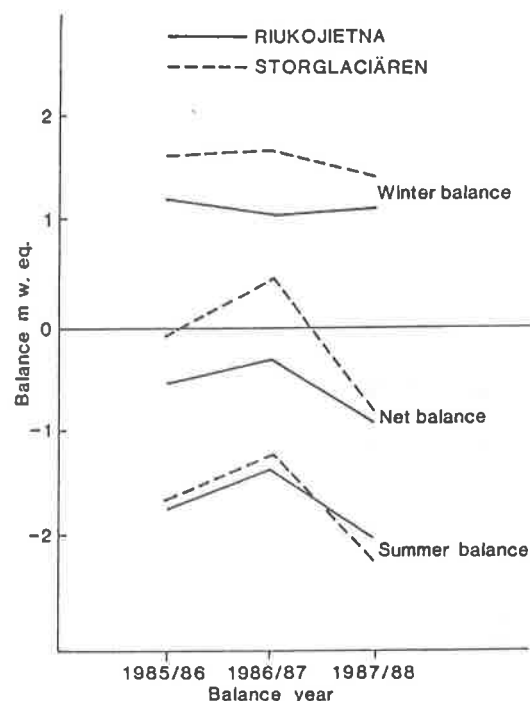
BY
GUNHILD ROSQVIST AND GUNNAR ØSTREM

Department of Physical Geography, University of Stockholm

Rosqvist, G. and Østrem, G., 1989: The sensitivity of a small icecap to climatic fluctuations. Geogr. Ann. 71 A (1): 99–103.

ABSTRACT. The glacial chronology, obtained from proglacial lacustrine sediments, shows that Riukojietna, a small ice cap, disappeared or was small and inactive in the early-mid Holocene. A reactivation of the ice cap occurred around 2000 B.P. Riukojietna has retreated rapidly after a distinct maximum in extent in the beginning of the twentieth century. Measurements yielded negative net balances between 1985 and 1988. Differences in net balance seem to be caused primarily by fluctuating summer balances. Since Riukojietna has a relatively small vertical extent and is relatively low lying compared with cirque glaciers, it is much more sensitive to changes in the climate. Riukojietna is far from being in balance with the existing climate and will, if present trends continue, finally disappear.

Key words: Climatic fluctuations, glacier variations, mass balance, lacustrine sediments



THE COLD SURFACE LAYER ON STORGLACIÄREN

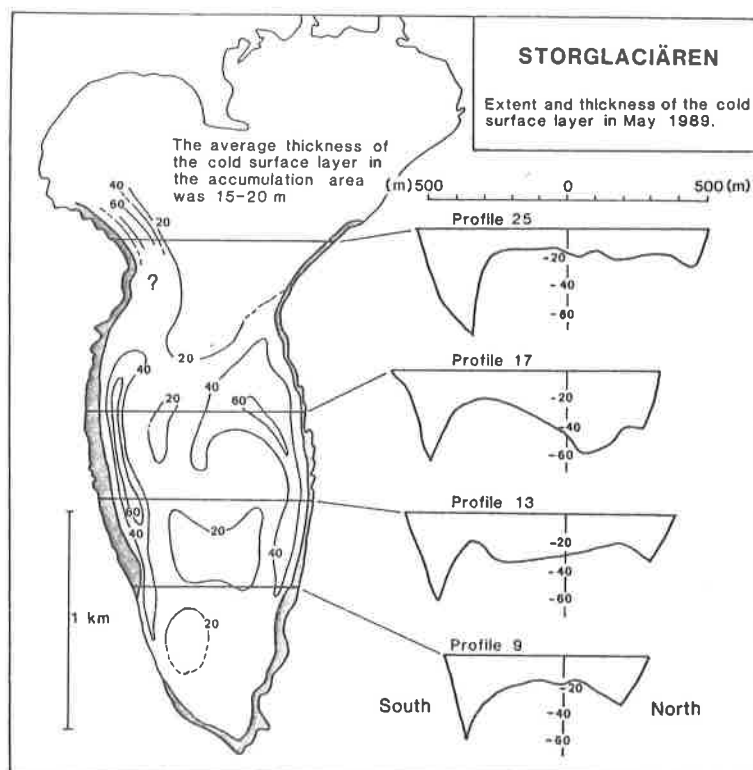
BY
PER HOLMLUND AND MATS ERIKSSON

Department of Physical Geography, University of Stockholm, S-106 91 Stockholm, Sweden.

Holmlund, P., and Eriksson, M., 1989: The cold surface layer on Storglaciären. Geogr. Ann. 71 A (3–4): 241–244.

ABSTRACT. The thickness of the cold, water free surface layer was mapped using a high frequency radar. In the ablation area of Storglaciären the layer was approximately 30 m thick. It was thicker along the edges and thinner in the central part of the tongue. The thickness pattern shows similarities with the pattern of the vertical velocity on Storglaciären. Downgoing or slightly upgoing movement is associated with large depths of the cold surface layer and conversely, high rates of upgoing movement give shallow depths. The mapping was performed using a step-frequency radar (K-radar) which through Fourier analysis transformed changes in phase and amplitude of continuous wave (CW) signals into the time domain. The equipment was drawn on a sledge by a snow-mobile. The system is well prepared for field use and gives a good opportunity for data processing.

Fig. 2. Depth of the cold, water free surface layer on Storglaciären, expressed in metres. The shaded area indicates where ice thickness is less than 20 metres thick.



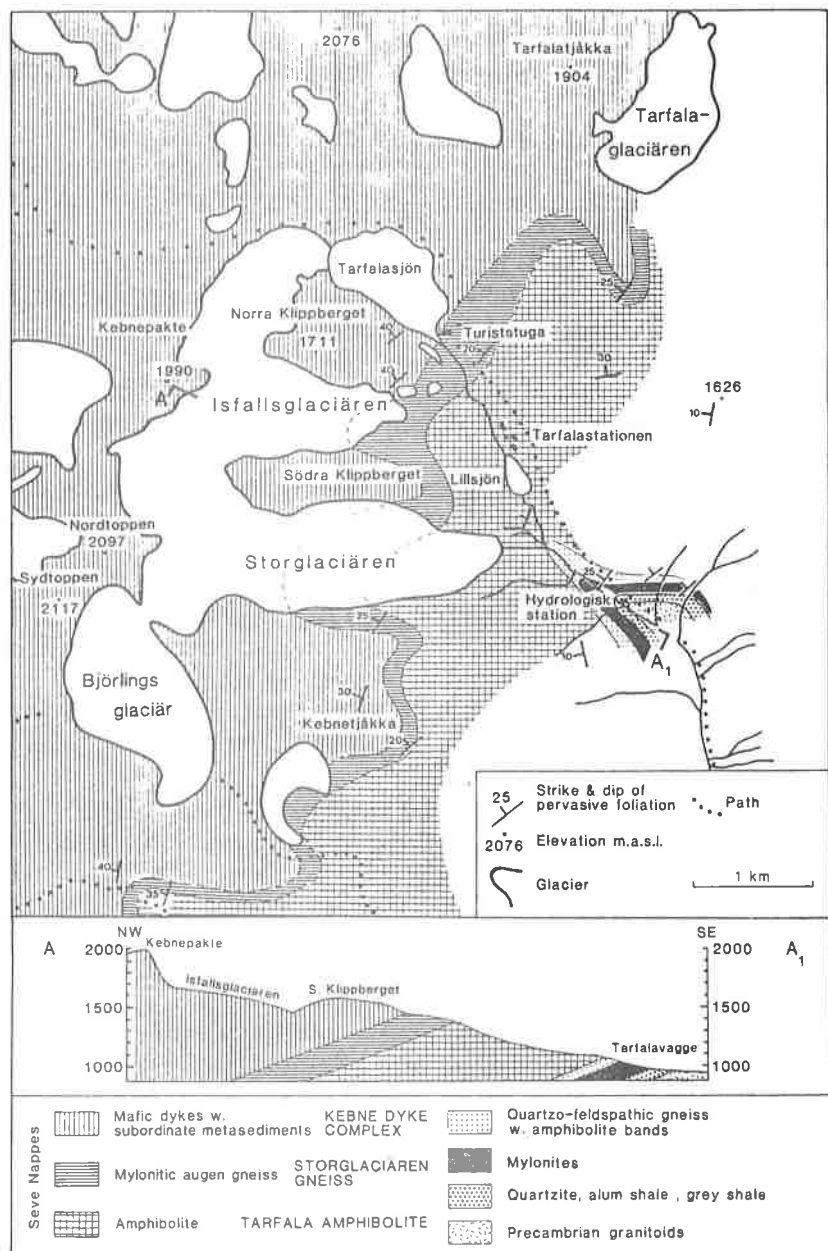
BEDROCK GEOLOGY AND MORPHOLOGY OF THE TARFALA AREA, KEBNEKAISE MTS., SWEDISH CALEDONIDES

BY
PER-GUNNAR ANDRÉASSON AND DAVID G. GEE

Department of Geology, University of Lund, Sweden

Andréasson, P.G. and Gee, D.G., 1989: Bedrock geology and morphology of the Tarfala area, Kebnekaise Mts., Swedish Caledonides. *Geogr. Ann.* 71 A(3-4):235-239.

ABSTRACT. The highest mountains in Sweden are located in the Scandes within the Seve belt, where the bedrock has generally been identified as amphibolite. However, the rocks in these Seve Nappes vary considerably both in composition and resistance to erosion. Thus the glaciated Kebnekaise and Sarek Mountains are composed of sheeted dolerite complexes with very subordinate metasediments. In the Tarfala area, there are significant morphological differences between the different Seve Nappes, particularly between the dolerite dyke complexes and the underlying units consisting of amphibolites, gneisses and schists. The dolerites are often well preserved and the metasedimentary rocks are usually hard hornfelses. Other morphological breaks are caused by resistant mylonites along nappe boundaries, one prominent example occurring beneath Storglaciären.



PUBLICATIONS IN CONNECTION WITH TARFALA

Per Holmlund

Papers published before 1980 were presented in "årsrapport från Tarfala forskningsstation 1986" on page 82-86.

PUBLISHED PAPERS AFTER 1980 BASED ON DATA FROM TARFALA

- Ackert, R., 1984: Ice-cored lateral moraines in Tarfala Valley, Swedish Lapland. *Geogr. Ann.* 66A (1-2): 79-88.
- Andréasson, P. G. and Gee, D. G., 1989: Bedrock geology and morphology of the Tarfala area, Kebnekaise Mts., Swedish Caledonides. *Geografiska Annaler* 71 A (3-4): 235-239.
- Brand, G., Pohjola, V. and Hooke, R. LeB., 1987: Evidence for a till layer beneath Storglaciären, Sweden, based on electrical resistivity measurements: *Journ. Glac.* 33 (115): 311-314.
- Brzozowski, J. and Hooke, R. LeB., 1981: Seasonal variations in surface velocity of the lower part of Storglaciären, Kebnekaise, Sweden. *Geogr. Ann.* 63 A (3-4): 233-240.
- Björnsson, H., 1981: Radio-echo sounding maps of Storglaciären, Isfallsglaciären and Rabots Glaciär, northern Sweden. *Geogr. Ann.* 63 A (3-4): 225-231.
- Bronge, C., 1985: Hydrologisk verksamhet i Tarfala, 1974-1982. *Dept. Physical Geography, University of Stockholm Forskningsrapport* 62, 81 pp.
- Holmlund, P., 1986: Mikkaglaciären: Bed topography and response to 20th century climate change. *Geogr. Ann.* 68 A (4): 291-302.
- 1987: Mass balance of Storglaciären during the 20th century. *Geogr. Ann.* 69 A (3-4): 439-447.
- 1987: Climatic influence on the shape of glaciers in northern Sweden, 1878-1986. *Dept. Physical Geography, Univ. of Stockholm. Forskningsrapport* 65, 14 pp.
- 1988: An application of two theoretical melt water drainage models on Storglaciären and Mikkaglaciären, Northern Sweden. *Geogr. Ann.* 70A (1-2): 1-7.
- 1988: Internal geometry and evolution of moulins, Storglaciären, Sweden. *Journ. Glac.* 34 (117): 242-248.
- 1988: Is the longitudinal profile of Storglaciären in balance with the present climate? *Journ. Glac.* 34 (118): 269-273.
- Holmlund, P. and Hooke, R. LeB., 1983: High water-pressure events in moulins, Storglaciären, Sweden. *Geogr. Ann.* 65 A (1-2): 19-25.

- Holmlund, P. and Eriksson, M., 1989: The cold surface layer on Storglaciären. *Geogr. Ann.* 71 A (3-4): 241-244.
- Hooke, R. LeB., 1984: On the role of mechanical energy in maintaining subglacial water conduits at atmospheric pressure. *Journ. Glac.* 30 (105): 180-187.
- Hooke, R. LeB., Brzozowski, J. and Bronge, C., 1983: Seasonal variations in surface velocity, Storglaciären, Sweden. *Geogr. Ann.* 65A (3-4): 263-277.
- Hooke, R. LeB., Gould, J. E. and Brzozowski, J., 1983: Near-surface temperatures near and below the equilibrium line on polar and subpolar glaciers. *Zeitschrift fr Gletscherkunde und Glazialgeologie.* 19 (1): 1-25.
- Hooke, R. LeB. and Iversen, N., 1985: Experimental study of ice flow around a bump, comparison with theory. *Geogr. Ann.* 67 A (3-4): 187-197.
- Hooke, R. LeB., Holmlund, P. and Iverson, N. R., 1987: Extrusion flow demonstrated by borehole deformation measurements over a riegel, Storglaciären, Sweden. *Journ. Glac.* 33 (113): 72-78.
- Hooke, R. LeB., Miller, S. B. and Kohler, J., 1988: Character of the englacial and subglacial drainage system in the upper part of the ablation area of Storglaciären, Sweden. *Journal of Glaciology* 34 (117): 228-231.
- Hooke, R. LeB., Calla, P., Holmlund, P., Nilsson, M., Stroeve, A., 1989: A 3 year record of seasonal variations in surface velocity, Storglaciären, Sweden. *Journal of Glaciology* 35 (120): 235-247.
- Kennett, M. I., 1989: A possible radio-echo method of locating englacial and subglacial waterways. *Annals of Glaciology* 13: 135-139.
- King, L., 1984: Permafrost in Scandinavia. Permafrost in Skandinavien. *Untersuchungsergebnisse aus Lappland, Jotunheimen und Dovre/Rondane. Heidelberg 1984.* 174 pp.
- Jansson, P. and Hooke, R. LeB., 1989: Short-term variations in strain and surface tilt on Storglaciären, Kebnekaise, northern Sweden. *Journal of Glaciology* 35 (120): 201-208.
- Rosqvist, G. and Østrem, G., 1989: The sensitivity of a small icecap to climatic fluctuations. *Geogr. Ann.* 71 A (1-2): 99-104.
- Schytt, V., 1981: The net mass balance of Storglaciären related to the height of the equilibrium line and to the height of the 500 mb surface. *Geogr. Ann.* 63 A (3-4): 219-223
- 1985: *Glaciologi. Kosmos* 62: 109-124.
- Seaberg, S. Z., Seaberg, J. Z., Hooke, R. LeB. and Wiberg, D., 1988: Character of the englacial and subglacial drainage system in the lower part of the ablation area of Storglaciären, Sweden, as revealed by dye trace studies: *Journal of Glaciology* 34 (117): 217-227.
- Stroeve, A. and van de Wal, R., 1987: Mass balance and flow of Rabots glaciär; A comparison with Storglaciären. *Dept. Physical Geography, University of Stockholm. Forskningsrapport* 64, 99 pp.

Walford, M.E.R. and Kennett, M.I., 1989: A synthetic-aperture radio-echo experiment at Storglaciären, Sweden. *Journal of Glaciology* 35 (119): 43-47.

Walford, M., Kennett, M. I. and Holmlund, P., 1986: Interpretation of radio echoes from Storglaciären, northern Sweden. *Journ. Glac.* 32 (110): 39-49.

Östling, M. and Hooke, R. LeB., 1986: Water storage in Storglaciären, Kebnekaise, Sweden. *Geogr. Ann.* 68 A(4): 279-290.

COMPILATIONS OF DATA FROM TARFALA

Available at the department

Bergman, V., 1988: Sommarnederbörd vid Tarfalastationen och i dess omgivningar 1965-1984. 39 p.

Bergman, V., 1988: Snödensitetsmätningar i Tarfala 1960-1988. 41 p.

Grudd, H. and Jansson, P., 1986: The 1984/85 mass balance of Storglaciären, Kebnekaise, Swedish Lapland. 13p.

Årsrapport från Tarfala forskningsstation, 1986: Peter Jansson (ed.), 95 p.

Årsrapport 1987: Tarfala research station. Gunhild Rosqvist (ed.), 103 p.

Årsrapport 1988: Tarfala research station. Arjen Stroeven (ed.), 85 p.

POPULAR SCIENCE

Holmlund, P., 1986: Glaciärforskning i Tarfala. *Till Fjälls* 58: 48-53.

-1986: Hur mår våra glaciärer? *Berg&Dalbladet* 6(4): 19-23.

Holmlund, P. and Hooke, R.LeB., 1983: Vatten-och isrörelse-studier på Storglaciären i Kebnekaise. *Berg&Dalbladet* 3(4): 21-24.

Holmlund, P. och Schytt, A., 1989: Glaciärer - En kunskaps vandring på Storglaciären, Kebnekaise. *Småskrift nr. 1* (ISBN 91-87636-01-8) från *Ajte museum*. *Jokkmokk* 1989. 32 sidor.

Hudlestone, P., 1987: Similarity between glacier ice and rocks. *Berg&Dalbladet* 7(3): 6-12.

Karlén, W. och Holm, F., 1989: Glaciärerna smälter - istiden kommer ändå. *Forskning och framsteg. nr 4, 1989*: 4-11.

Schytt, V., 1981: Det föränderliga klimatet. Här är vi hemma. Rolf Edberg (ed.) *Bra Böcker, Höganäs* 1982, p. 90-105.

AVHANDLINGAR OCH OPUBLICERADE UPPSATSER FRÅN TARFALA 1987-1989

FILOSOFIE DOKTORSEXAMEN

- Kennett, M., 1987: An analysis of the scattering of radio waves within a temperate glacier. *University of Bristol*. 176 sidor.
- Holmlund, P., 1988: Studies of the drainage and the response to climatic change of Mikkaglaciären and Storglaciären. Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet. *Meddelande nr A 220* (ISBN 91-7146-590-1), 75 sidor.
- Bronge, C., 1989: Climatic Aspects of Hydrology and Lake Sediments with Examples from Northern Scandinavia and Antarctica. Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet. *Meddelande nr A 241* (ISBN 91-7146-785-8), 166 sidor.

FILOSOFIE LICENTIAT- ELLER MOTSVARANDE EXAMEN

- Krüger, G., 1985: Aktuelle Schneefleckenformung in den Skanden am beispiel des Kebnekaise (67 55'N, 18 32'E), Nord-Lappland. Diplomarbeit im Fach Geographie der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachbereiche der Georg-August-Universität Göttingen. (Ref. prof Dr M. Kuhle), 55 sidor, 33 fotografier och 8 bilagor.
- Rosqvist, G., 1989: Studies of glacier fluctuations and climatic change. Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet. 3 uppsatser.

EXAMENSARBETEN

- Calla, P., 1988: Datering av snökärnor borrhade ur Grönlands inlandsis. Naturgeografiska institutionen vid Uppsala universitet. 24 sidor.
- Hietala, M.: En utvärdering av areella nederbördsmetoder och mätarplaceringar i Tarfaladalen. Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet. 41 s.
- Finnander, M-L., 1989: Vädrets betydelse för snöavsmältningen i Tarfaladalen. Naturgeografiska institutionen vid Lunds universitet. 41 s.
- Näslund, J-O., 1989: En studie av proglaciala lakustrina sediment från Valfojaure, norra Sverige. Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet. 14 s.
- Strömberg, K., 1987: Vattentillskott till Storglaciären från snösmältning på omgivande dalsidor. Naturgeografiska institutionen vid Göteborgs universitet.

PÅGÅENDE ARBETEN

Eriksson, M.: Ny karta över Storglaciärens bottentopografi

Grudd, H.: En glaciologisk- klimatologisk studie av
Sydöstra Kaskasatjåkkaglaciären

Sälgblad, K.: Fördelningen av snö i Tarfaladalen

FÄLTKURSARBETEN

Dessa uppsatser redovisar fältarbeten som är gjorda i samband med en årligen återkommande fältkurs på 5 poäng som ges vid Tarfalastationen. Årtalet anger när fältkursarbetet utfördes.

Andersson, U., Isaksson, P-O., 1987: Profilmätningar av
Storglaciären 1986 och kartanalys över sex svenska glaciärer. 34 sidor

Ahlberg, K., 1987: PH-Mätningar vid Storglaciären. 13 sidor.

Hietala, M., Lundberg, G. och Skönström, T., 1987:
Fysikalisk beskrivning av Isfallsglaciären. 29 sidor varav 9 bilagor.

Luthander, Y., Claesson, A., 1988: Profilmätning av
Storglaciären 1987. 16 sidor och 6 bilagor.

Nyström, C., Wickman, T., 1987: Beräkning av avbördningskurva för Lillsjöns
utlopp samt vattenbalansen i Tarfaladalen. 17 sidor och 21 bilagor.

Näslund, J-O., Bäckström, L-G. och Lundin, A., 1989: Hypotes prövning av en
förmodad blockglaciär i Tarfaladalen. 26 sidor och 9 bilagor.

Strömberg, K., 1985: 24 - hour variation in velocity of Storglaciären. 22 sidor.

PÅGÅENDE ARBETEN

Bodin, A., 1989: Formation of superimposed ice on Storglaciären.

Magnusson, L. och Troeng, S., 1988: Profilmätningar på Storglaciären.

Nyman, M. och Weilow, K., 1989: Recessionskarta över Rabots glaciär.

Edsjö, K. och Forsberg, Å., 1989: Recessionskarta över Ifallsglaciären.

PERSONAL OCH GÄSTER 1989

STATIONSPERSONAL

	Dygn
Karlén, Wibjörn (professor, stationsföreståndare) Naturgeografiska inst., Stockholms universitet.	22
Holmlund, Per (forskarassistent) Naturgeografiska inst., Stockholms universitet.	58
Grudd, Håkan (intendent) Naturgeografiska inst., Stockholms universitet.	101
Pohjola, Veijo (vik. intendent) Naturgeografiska inst., Uppsala universitet.	38
Seppälä, Salla (kökspersonal) Kerava, Finland.	26
Jonsson, Lotta (kökspersonal) Stockholm.	34
Lindborg, Eva (kökspersonal) Stockholm.	32
Summa	311

PROJEKTANSVARIGA

Allen, Katrina Dept. of Geology, University of Minnesota.	29
Bäckström, Lars Gösta Inst. för geofysik, Uppsala Universitet.	57
Eriksson, Mats Naturgeografiska inst., Stockholms universitet.	60
Fleetwood, Åke Inst. för mark och vatten, KTH.	8
Hansson, Brian Dept. of Geology, University of Minnesota.	30
Hedvall, Lars Avd. för geoteknik, Högskolan Luleå.	5
Hock, Regine Inst. für physische geographie. Freiburg Universität.	41
Hooke, Roger (professor) Dept. of Geology, University of Minnesota, och Naturgeografiska inst., Stockholms universitet.	30
Jansson, Peter Dept. of Geology, University of Minnesota.	10
Kebede, Fekadu Inst. för geofysik, Uppsala universitet.	1
Knutsson, Gert (professor) Inst. för mark och vatten, KTH.	2
Kulhanek, Ota (docent) Inst. för geofysik, Uppsala universitet.	1
Linder, Sven Olof Inst. för geofysik, Uppsala universitet.	11

Appendix 1

Löfroth, Bo	5
Sveriges Geologiska AB.	
Mizgalewicz, Wojtek	25
Inst. för mark och vatten, KTH.	
Paetz, Jonathan	33
Dept. of Geology, University of Minnesota.	
Rosqvist, Gunhild	23
Naturgeografiska inst., Stockholms universitet.	
Stroeven, Arjen	30
Naturgeografiska inst, Stockholms universitet.	
Tomas, Josef	10
UUG, Prag.	
Walde, Carl Henrik	8
FMV:Radio, Stockholm.	
Vikström, Lars	5
Avd. för geoteknik, Högskolan Luleå.	

Summa 424

HANTLANGARE

Eriksson, Ulrika; Stockholm.	29
Fischer, Odd; Kiruna.	4
Groel, Vouter; Utrecht, Holland.	17
Hellström, Andreas; Stockholm.	6
Laudon, Hjalmar; Umeå.	19
Niessen, Arjan; Utrecht, Holland.	11
Nyman, Mart; Stockholm.	13
Näslund, Jens Ove; Stockholm.	10
Sundén, Marcus; Boden.	10
Svensson, Solveig; Göteborg.	30
Sälgbblad, Christina; Stockholm.	20
Troeng, Stefan; Stockholm.	32
Wal, van de, Roderik; Utrecht, Holland.	6

Summa 205

ÖVRIG PERSONAL OCH TEKNISK EXPERTIS

Andersson, Kjell (journalist)	3
Byggnadsstyrelsen, KBS Aktuellt.	
Ekman, Anders (ingenjör)	3
CDS Skara.	
From, Erik (VVS-tekniker)	6
Byggnadsstyrelsen Luleå.	
Johansson, Tommy (ingenjör)	3
Byggnadsstyrelsen Luleå.	
Moen, Dag	5
Harstad, Norge.	
Nilsson, Sven Evert (elektriker)	6
Byggnadsstyrelsen Luleå:	
Wikström, Thomas (driftingenjör)	3
Byggnadsstyrelsen Luleå.	

Summa 29

KURSER

Påbyggnadskurs i naturgeografi 5p, Stockholms universitet.

Bodin, Axel; Stockholm.	18
Edsjö, Karl; Stockholm.	18
Forsberg, Åsa; Stockholm.	18
Hägglund, Bengt; Stockholm.	17
Kalinowski, Mariusz; Stockholm.	18
Nyman, Mart; Stockholm.	18
Weilö, Karin; Stockholm.	17
Wenzel, Per; Stockholm.	18

Norrbottensexkursion, naturgeografi och kvartärgeologi,
Stockholms universitet.

Lundqvist, Jan (professor)	4
Kvartärgeologiska inst., Stockholms universitet.	

Aronsson, Mora; Stockholm.	4
Bluele, Bill; North Dakota, USA.	4
Bluele, John; North Dakota, USA.	4
Eggertsson, Olafur; Lund.	4
Hammarlund, Dan; Lund.	4
Harutatsu, muto; Stockholm.	4
Håkansson, Torsten; Stockholm.	4
Junghahn, Krister; Stockholm.	4
Klingberg, Fredrik; Göteborg.	4
Lundblad, Ulrika; Stockholm.	4
Niessen, Arjan; Utrecht, Holland.	4
Saemundsson, Torsteinn; Lund.	4
Sälgblad, Christina; Stockholm.	4
Söderström, Mats; Vänersborg.	4
Wastegård, Stefan; Stockholm.	4
Östling, Puff; Stockholm.	4

Naturgeografisk exkursion, Univ. of Freiburg, 18 pers.	88
Tärendöskolan 10 pers.	30
Antarktiskurs 28 pers.	146
STF-kurser: 9 kurser 72 pers.	190

Summa 664

Appendix 1

GÄSTER

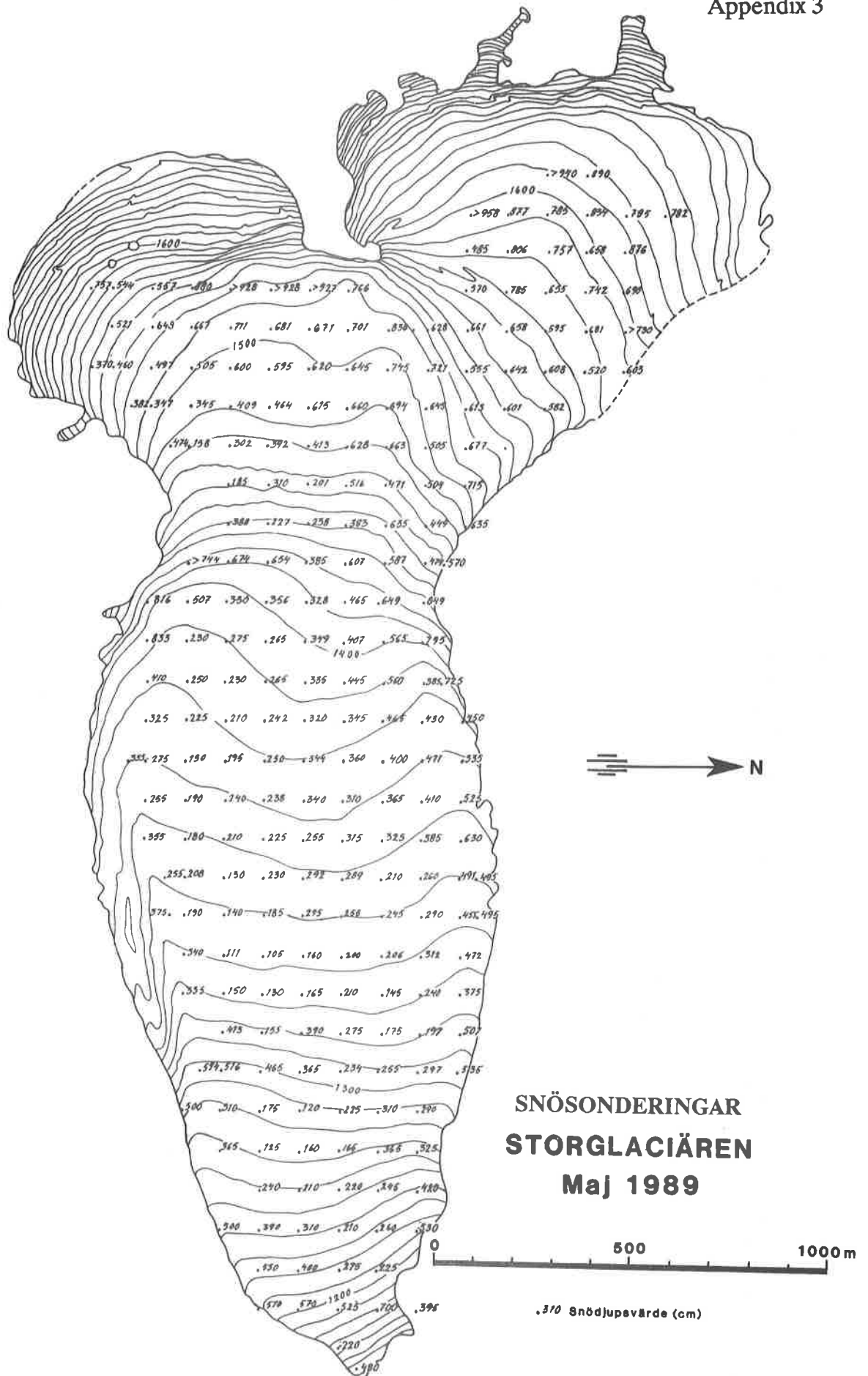
Cock, John (professor); Botswana.	2
Derwinger, Suzanne; Stockholm.	9
Ekman, Marita; Skara.	3
Elwinger, Göran; Uppsala.	3
Eriksson, Anders; Malmö.	5
Eriksson, Fredrik; Uppsala.	3
Eriksson, Stefan; Linköping.	3
Grimstaad, Michael.	2
Grundsten, Claes; Stockholm.	5
Johansson, Christer; Uppsala.	3
Karlén, Leif; Uppsala.	3
Knape, Peder; Stockholm.	1
Knape, Siri; Stockholm.	1
Kulhanek, Eva; Uppsala.	1
Lindberg, Erik.	2
Lindberg, Eija.	2
Schytt, Anna; Stockholm.	3
Schytt, Helena; Stockholm.	6
Sima, Martin.	2
Söderlund, Mikael; Uppsala.	3
Tomas, Radel; Tjeckslovakien.	10
Walde, Karin; Stockholm.	6
Wannberg, Gudmund.	1
Österholm, Henrik; Stockholm.	2

Summa 81

SUMMA ÖVERNATTNINGAR 1714

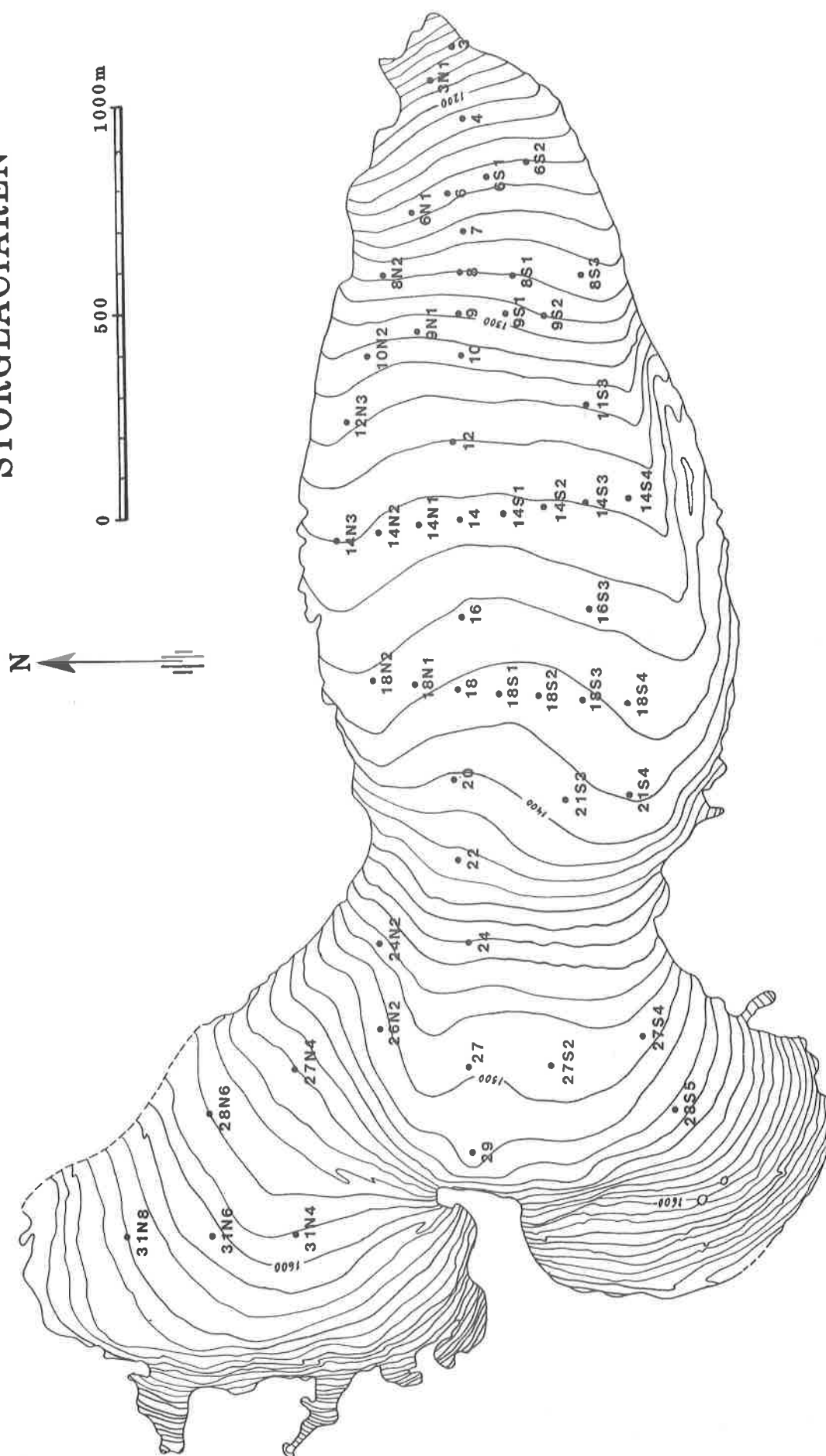
STORGLACIÄRENS MASSBALANS 1946-1989

ÅR	sommar- temp. (°C) jun-aug	ackumulation (m)	ablation (m)	netto (m)	ELA (möh)
1946	7,1	1,13	2,26	-1,13	1480
1947	8,3	1,03	3,10	-2,06	1600
1948	5,7	1,45	1,45	0,00	1400
1949	4,0	2,23	1,32	0,90	1410
1950	7,5	1,42	2,71	-1,29	1550
1951	5,7	0,81	1,45	-0,65	1500
1952	5,1	0,87	1,03	-0,16	1450
1953	6,1	1,94	2,74	-0,81	?
1954	7,0	1,13	2,10	-0,97	?
1955	5,8	1,61	1,77	-0,16	?
1956	6,3	1,29	1,77	-0,48	?
1957	4,3	1,61	1,94	-0,32	?
1958	5,9	1,45	2,10	-0,65	?
1959	6,4	0,97	1,94	-0,97	?
1960	7,0	0,68	2,29	-1,61	1620
1961	6,3	0,81	1,90	-1,10	1575
1962	3,9	1,10	0,77	0,32	1400
1963	5,2	1,45	1,65	-0,19	1425
1964	4,1	1,58	1,10	0,49	1400
1965	4,7	1,47	1,06	0,43	1400
1966	5,7	1,20	1,73	-0,53	1500
1967	5,1	1,35	1,58	-0,23	1500
1968	4,5	1,27	1,37	-0,10	1480
1969	7,1	0,98	2,02	-1,04	1570
1970	7,3	0,99	2,51	-1,52	1610
1971	5,3	1,33	1,52	-0,19	1490
1972	7,6	1,39	2,44	-1,05	1550
1973	5,7	1,67	1,62	0,05	1490
1974	6,0	1,31	1,65	-0,34	1480
1975	3,3	1,98	0,81	1,17	1380
1976	5,3	1,93	1,66	0,27	1440
1977	4,6	1,23	1,03	0,20	1420
1978	5,7	1,46	1,54	-0,08	1469
1979	6,5	1,54	1,76	-0,21	1497
1980	7,8	0,93	2,17	-1,24	1591
1981	4,6	1,16	1,36	-0,20	1510
1982	4,1	1,49	1,23	0,26	1385
1983	4,2	1,47	1,19	0,28	1375
1984	5,2	1,83	1,71	0,12	1460
1985	6,0	0,99	1,71	-0,72	1570
1986	6,2	1,62	1,68	-0,06	1465
1987	4,2	1,69	1,22	0,48	1370
1988	5,6	1,42	2,26	-0,84	1565
1989	?	2,58	1,34	1,24	?
1946 -89	5,7	1,38	1,72	-0,33	1398



STAKPOSITIONER 1989

STORGLACIÄREN



DYGNSMEDELIV. MARS 1989 TARRFALA

STD = standardavvikelse

DAG	DATUM	MEDEL TEMP	MAX TEMP	TIDP	MIN TEMP	TIDP	MAX VINDH	TIDP	STD VINDH	MEDEL VINDH	INK SOLSTR	NETTO STRALN	TOTAL NEDERB
60	1	-7.3	-6.1	11.50	-8.2	7.36	3.6	20.55	0.7	1.2	6.9	-4.5	0
61	2	-7.5	-5.3	11.49	-9.2	3.52	17.0	13.18	3.0	3.6	24.6	-7.3	0
62	3	-13.4	-9.2	23.59	-17.7	17.52	11.2	2.23	1.8	2.8	46.8	-34.9	0
63	4	-10.3	-5.5	12.42	-14.9	22.50	14.2	12.06	2.2	2.8	48.5	-19.2	0
64	5	-10.9	-2.6	23.39	-17.2	4.33	15.5	21.32	1.6	2.5	25.3	-6.6	0
65	6	-0.3	4.3	23.30	-4.2	3.43	24.4	3.20	3.4	5.5	42.5	-14.5	6.24
66	7	1.7	6.1	12.19	-3.1	16.37	18.7	21.08	2.4	3.5	39.9	-13.7	0.32
67	8	-3.2	-0.5	23.59	-6.4	23.49	24.3	17.23	3.3	5.8	38.9	-1.8	0.16
68	9	-8.5	-5.1	11.20	-12.2	4.06	11.5	19.15	2.6	4.6	29.3	-5.1	0
69	10	-7.2	-3.6	19.15	-9.4	7.12	15.0	20.45	2.6	4.6	20.0	0.3	0
70	11	-4.0	-1.4	13.57	-6.7	17.18	16.6	4.58	2.4	4.1	59.0	-23.5	0.32
71	12	-3.8	-1.0	11.22	-6.6	21.03	15.7	2.17	2.3	3.4	40.3	-5.7	0.16
72	13	-5.1	-3.2	13.51	-7.0	17.30	21.9	4.11	2.3	2.9	62.9	2.8	0.64
73	14	-7.4	-5.5	1.24	-10.9	23.56	9.8	5.39	2.4	3.5	31.4	3.8	0
74	15	-8.3	-5.5	14.13	-11.1	0.33	10.1	11.17	1.5	2.5	40.8	-8.7	0
75	16	-11.6	-8.5	0.17	-15.7	16.16	4.5	2.19	0.8	1.9	55.7	-17.2	0
76	17	-11.6	-7.8	14.25	-17.8	5.16	4.6	23.08	0.8	1.7	49.0	-1.3	0
77	18	-13.1	-6.5	12.49	-19.7	5.40	4.3	15.28	0.7	1.7	70.9	-14.4	0.32
78	19	-12.7	-9.5	12.44	-16.4	18.50	4.3	23.19	0.7	1.5	63.8	-5.9	0
79	20	-8.6	-2.2	11.54	-15.9	0.33	8.1	9.51	1.0	1.6	70.0	1.9	1.12
80	21	-6.0	-2.7	13.37	-9.6	1.15	21.1	18.12	3.9	3.6	29.5	-4.5	1.12
81	22	-9.7	-5.4	13.51	-13.1	21.00	11.2	0.57	1.6	2.5	80.1	-33.5	0.16
82	23	-10.0	-6.9	11.30	-12.7	19.06	3.6	19.54	0.7	1.7	71.7	-9.6	0.16
83	24	-9.0	-4.2	11.58	-11.2	6.32	4.2	15.49	0.7	1.2	75.6	-3.3	0
84	25	-9.9	-3.8	13.26	-18.6	23.36	4.0	0.32	0.7	1.6	16.4	-10.8	0
85	26	-11.9	-5.5	14.58	-18.8	1.10	7.2	12.07	1.0	1.7	27.6	-3.7	0.16
86	27	-18.1	-12.3	11.41	-23.4	20.48	7.6	10.28	0.9	2.1	57.4	-19.4	0
87	28	-13.9	-11.7	14.33	-19.3	0.11	12.4	10.53	2.2	3.4	45.4	6.5	0
88	29	-8.0	-6.6	7.10	-12.1	23.59	57.8	11.22	5.5	10.1	56.8	9.4	0
89	30	-9.2	-7.4	13.38	-12.6	21.40	39.5	0.09	3.1	6.9	75.9	-7.4	0
90	31	-9.5	-6.8	7.58	-15.2	22.29	14.8	2.22	2.5	5.2	102.0	-32.6	0

DYGNSEDELV. APRIL 1989 TAFALA

STD = standardavvikelse

DAG	DATUM	MEDEL TEMP	MAX TEMP	TIDP	MIN TEMP	TIDP	MAX VINDH	TIDP	STD VINDH	MEDEL VINDH	INK SOLSTR	NETTO STRALN	TOTAL NEDERB
91	1	-11.6	-5.9	14.00	-17.1	4.07	5.5	0.06	0.8	1.7	101.5	-22.8	0
92	2	-5.4	1.4	13.23	-12.5	1.14	7.3	18.58	1.2	2.2	106.3	-25.5	0.32
93	3	-10.6	0.3	12.35	-15.9	6.30	4.4	9.34	0.8	1.6	106.1	-20.9	0
94	4	-6.5	-0.1	13.51	-15 *	3.27	20.8	19.27	3.7	4.4	108.8	3.1	0
95	5	-3.4	0.2	10.57	-9	23.34	17.4	4.39	3.1	3.9	89.3	3.8	0
96	6	-4.9	2.4	13.08	-9.6	2.56	4.8	22.55	0.8	1.8	111.9	-21.4	0
97	7	-5.5	1.0	14.16	-10.5	23.57	4.9	14.52	0.9	1.6	96.8	-3.4	0
98	8	-5.8	-1.6	14.42	-10.6	1.48	5.1	7.50	0.8	1.3	80.3	9.0	0
99	9	-3.3	1.8	11.31	-8.8	0.16	5.4	12.46	0.7	1.2	112.3	14.2	0
100	10	-3.6	0.4	13.05	-5.8	3.20	7.3	21.23	1.5	2.1	67.4	13.1	0.32
101	11	-4.5	-3.7	23.13	-5.4	9.48	12.4	20.36	1.9	5.5	43.1	5.6	0
102	12	-2.3	-0.4	12.25	-3.8	1.33	10.4	12.27	1.4	4.0	55.6	9.6	0.48
103	13	0.9	3.8	18.31	-1.8	23.59	8.8	19.32	1.0	1.6	77.2	27.3	2.88
104	14	2.4	4.4	13.15	-0.1	22.30	3.9	12.55	0.7	1.6	63.6	7.7	0.16
105	15	2.5	7.4	8.33	-3.1	22.33	4.6	2.38	0.8	1.7	118.9	12.8	0
106	16	-0.7	6.2	11.38	-6.4	22.26	4.1	1.21	0.9	1.5	128.9	15.8	0
107	17	-1.3	5.8	13.21	-8.1	5.30	4.3	2.24	0.8	1.6	137.3	0.3	0
108	18	-1.1	4.1	12.16	-5.0	1.22	4.6	13.44	0.8	1.5	104.2	17.9	0.16
109	19	-3.1	3.0	13.22	-8.9	5.32	4.7	17.16	0.8	1.5	145.5	-2.9	0.48
110	20	-2.7	2.2	10.06	-5.6	23.59	15.0	22.45	2.5	3.2	109.1	17.3	0
111	21	-7.1	-4.6	13.25	-9.1	23.47	13.1	5.06	2.0	4.5	145.7	3.6	0
112	22	-6.3	2.1	13.44	-9.6	22.04	10.3	1.25	1.5	1.8	163.4	-6.9	0
113	23	-5.3	-2.7	11.21	-8.1	1.27	10.0	18.29	1.3	2.1	80.6	12.1	7.36
114	24	-5.0	-4.0	12.58	-6.6	23.47	10.2	16.25	1.5	5.4	70.4	12.8	0
115	25	-5.8	-2.0	10.56	-11.6	21.35	11.4	12.10	2.3	3.0	145.4	-6.6	9.12
116	26	-4.4	-2.2	21.31	-9.6	0.25	9.4	18.57	2.0	2.7	52.9	6.8	3.84
117	27	-2.1	-0.1	23.46	-5.5	3.42	4.6	0.13	0.7	1.2	64.0	9.0	9.44
118	28	-0.2	2.2	12.10	-2.6	23.05	5.0	10.05	0.7	1.3	123.7	11.3	8.32
119	29	-3.4	-1.3	3.50	-6.2	23.51	15.4	17.00	3.2	5.3	120.2	-1.2	4.16
120	30	-5.1	-3.3	10.56	-6.3	0.04	17.2	3.18	2.6	4.8	129.0	19.0	0.48

DYGNSMEDELV. MAJ 1989 TARFALA

STD = standardavvikelse
***** = registrering saknas

DAG	DATUM	MEDEL TEMP	MAX TEMP	TIDP	MIN TEMP	TIDP	MAX VINDH	TIDP	STD VINDH	MEDEL VINDH	TOTAL NEDERB
121	1	-3,6	2,2	13,39	-10,5	5,03	12,1	1,07	2,1	2,8	0
122	2	-0,7	3,5	14,24	-4,4	2,50	15,5	13,23	2,6	2,9	0,48
123	3	0,1	4,4	10,14	-1,6	3,35	22,0	15,17	3,4	4,3	2,24
124	4	-1,2	1,1	9,58	-3,7	23,34	24,5	0,32	2,8	4,8	0,8
125	5	-2,2	-0,1	8,35	-4,0	0,58	16,2	2,35	2,4	4,4	1,76
126	6	-3,7	-2,0	11,42	-7,5	23,55	16,7	12,09	2,4	5,5	0,16
127	7	*****	*****	*****	*****	*****	5,7	9,27	*****	*****	0
128	8	-1,1	6,4	12,04	-4,3	3,34	2,2	16,50	0,5	0,8	5,92
129	9	-1,5	3,3	16,07	-4,1	4,14	3,5	17,49	0,7	1,0	3,68
130	10	-1,8	0,8	12,49	-3,1	5,54	11,7	18,27	1,4	2,7	1,44
131	11	-2,2	0,3	12,20	-5,7	4,16	14,1	19,13	3,3	5,2	1,12
132	12	-2,4	5,3	16,16	-7,9	22,14	18,1	4,19	4,0	5,1	0
133	13	-1,3	2,3	14,16	-5,4	0,03	8,2	19,34	1,2	1,9	7,04
134	14	0,7	4,0	17,32	-1,7	8,07	10,5	23,33	1,5	2,1	3,2
135	15	0,7	3,1	21,26	-1,6	8,16	16,6	8,56	2,5	5,2	14,4
136	16	2,5	6,2	11,19	-1,2	23,46	55,0	17,42	4,1	6,5	13,76
137	17	-0,7	1,0	10,51	-2,5	23,28	22,0	1,58	2,8	4,8	2,08
138	18	-2,9	-1,2	18,39	-3,6	6,37	37,2	5,22	4,8	7,8	0
139	19	-0,4	2,7	12,40	-3,3	23,59	26,6	23,01	3,1	4,1	1,28
140	20	-0,8	0,7	9,09	-3,8	22,57	24,9	3,08	3,1	7,7	0,16
141	21	-0,4	6,3	14,41	-7,7	5,48	18,5	23,30	2,9	3,5	2,08
142	22	4,0	5,5	19,17	2,5	9,31	30,9	5,47	3,4	9,2	20
143	23	6,4	8,7	13,20	4,3	0,05	24,1	17,49	3,8	8,5	0,16
144	24	6,8	8,7	17,14	2,9	2,57	15,3	13,31	3,0	5,7	0
145	25	3,8	7,9	4,19	-1,4	20,59	19,3	20,27	4,3	5,0	2,56
146	26	-1,3	0,5	12,55	-2,8	7,04	30,0	7,22	2,5	4,2	0,64
147	27	-3,4	-1,0	12,44	-4,9	23,49	37,4	19,14	3,3	6,5	0,48
148	28	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
149	29	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
150	30	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
151	31	-1,6	3,1	18,12	-1,9	23,40	*****	*****	*****	*****	0,16

DYGNSMEDELV. JUNI 1989 TARPALA

STD = standardavvikelse

MAX INTENS NEDERB + TIDP = 5min-period under dygnet med mest nederb.
uttryckt i mm/tim***** = varden saknas pga felaktiga instrument
blank rad = funktionen ingick ej i den tidigare programversionen

DAG	DATUM	MEDEL TEMP	MEDEL FUKT	MAX TEMP	TIDP	MIN TEMP	TIDP	MAX VINDH	TIDP	STD VINDH	MEDEL VINDH	VIND VEKTOR	VEKTOR RIKTN	STD RIKTN	TOTAL NEDERB	MAX INTENS NEDERB	TIDP	BATERI VOLT
152	1	-3,0		-1,0	11,28	-4,4	23,46	*****	*****	*****					2,56			
153	2	-1,4		6,3	13,35	-5,6	5,28	*****	*****	*****					0,32			
154	3	0,0		5,7	12,23	-5,0	3,27	*****	*****	*****					0,16			
155	4	2,1		5,5	12,23	-0,5	6,57	*****	*****	*****					0			
156	5	2,8		4,1	6,28	1,0	2,18	*****	*****	*****					12,96			
157	6	4,1		8,0	15,45	1,4	3,12	*****	*****	*****					0,64			
158	7	4,8		7,6	18,14	2,3	22,20	*****	*****	*****					0			
159	8	3,2		4,4	12,44	2,3	5,51	*****	*****	*****					20,8			
160	9	4,2		6,9	13,41	1,4	5,28	*****	*****	*****					3,36			
161	10	1,8		3,4	0,18	-0,1	23,59	*****	*****	*****					0,48			
162	11	1,0		5,2	15,02	-2,5	3,37	*****	*****	*****					0,16			
163	12	-0,5		2,4	19,46	-2,7	5,07	*****	*****	*****					0			
164	13	1,7		8,3	16,45	-4,0	6,19	*****	*****	*****					0			
165	14	6,5		10,6	16,31	1,4	3,43	*****	*****	*****					0			
166	15	7,5		11,4	18,13	2,0	6,09	*****	*****	*****					0			
167	16	*****		13,7	20,24	5,9	21,58	13,6	21,42	*****					0			14,61
168	17	*****		3,3	23,58	2,6	22,00	15,2	22,06	1,6	8,6	8,4	343	11,8	0	0	23,59	12,73
169	18	*****	*****	*****	*****	*****	*****	9,7	23,35	1,7	2,0	1,0	2	57,7	0	0	23,59	12,73
170	19	5,6	50,8	7,5	16,39	3,8	8,46	17,4	23,57	2,9	6,3	5,7	352	24,6	0	0	23,59	12,73
171	20	2,9	76,8	6,3	23,59	1,6	17,43	24,7	12,04	4,0	6,6	4,6	25	44,7	13,28	11,52	0,25	12,71
172	21	3,2	67,5	6,8	18,22	1,4	0,14	20,4	6,11	3,8	5,6	3,7	348	46,6	1,28	1,92	4,35	12,73
173	22	6,0	64,7	8,8	15,36	3,2	0,36	13,4	6,48	2,6	4,7	3,6	335	39,2	0,48	1,92	0,55	12,73
174	23	4,6	78,0	7,3	8,02	1,8	23,58	16,1	21,17	3,1	3,5	2,5	324	43,7	3,2	1,92	9,05	12,73
175	24	1,3	66,7	2,7	11,17	0,0	18,44	18,4	6,09	2,7	4,8	1,9	354	62,5	0,32	1,92	17,20	12,71
176	25	1,9	72,5	5,0	17,57	-0,6	3,57	13,1	1,00	1,7	2,7	1,2	350	61,0	7,04	3,84	5,25	12,72
177	26	5,4	73,4	8,8	17,11	1,0	2,34	14,3	23,46	1,7	2,4	1,1	349	58,2	0,32	1,92	23,59	12,73
178	27	6,2	65,3	8,6	14,10	3,5	23,56	12,2	0,25	1,8	3,0	0,3	72	66,8	0,32	1,92	6,35	12,73
179	28	7,6	81,8	11,4	15,12	3,1	3,35	9,8	15,02	1,4	2,4	0,3	191	76,0	8,64	17,28	13,20	12,73
180	29	8,4	86,0	9,9	17,36	7,1	10,46	12,0	8,47	1,7	4,2	3,9	192	18,6	12,96	15,36	8,05	12,73
181	30	6,2	56,9	8,3	13,18	3,1	23,53	15,3	12,59	2,9	5,4	4,1	192	39,7	0	0	23,59	12,73

STD = standardavvikelse
 MAX INTENS NEDERB + TIDP = 5min-period under dygnet med mest nederb.
 uttryckt i mm/tim

DAG	DATUM	MEDEL TEMP	MEDEL FUKT	MAX TEMP	TIDP	MIN TEMP	TIDP	MAX VINDH	TIDP	STD VINDH	MEDEL VINDH	VIND VEKTOR	VEKTOR RIKTN	STD RIKTN	TOTAL NEDERB	MAX INTENS NEDERB	TIDP	BATTERI VOLT
182	1	3.3	61.6	5.4	13.39	0.8	23.49	11.3	23.49	1.6	3.4	2.6	348	39.2	0	0	23.59	12.71
183	2	2.0	62.2	5.0	16.47	-0.5	23.30	11.9	4.07	1.8	3.3	2.9	349	29.3	0	0	23.59	12.71
184	3	3.2	68.4	6.0	11.55	-1.6	1.32	22.1	22.37	3.2	3.9	1.7	357	61.2	5.12	3.84	13.15	12.72
185	4	3.7	72.2	5.3	0.17	2.4	23.32	29.4	2.17	4.1	6.1	4.6	9	39.2	0.32	1.92	0.05	12.72
186	5	2.9	76.8	5.7	8.36	1.5	19.06	17.7	8.07	2.9	4.7	4.0	354	30.9	8.64	5.76	4.35	12.71
187	6	3.3	71.2	7.3	23.24	1.5	5.27	15.0	23.14	2.6	5.2	4.3	347	33.7	2.24	1.92	0.35	12.73
188	7	3.5	72.7	6.5	0.04	0.4	23.59	26.5	5.16	4.2	8.0	6.0	9	40.4	0.8	1.92	0.00	12.70
189	8	4.6	61.1	10.0	14.59	-0.5	4.29	12.6	21.19	2.4	3.2	2.2	324	45.3	0	0	23.59	12.72
190	9	3.3	64.9	5.0	15.20	1.6	22.38	11.9	16.34	1.9	4.0	3.4	339	31.2	0	0	23.59	12.71
191	10	6.1	57.9	11.3	15.21	-0.4	4.32	5.0	16.36	1.0	1.9	0.2	223	75.6	0	0	23.59	12.75
192	11	8.9	59.3	13.7	13.38	3.3	4.30	9.5	14.40	1.7	2.8	0.8	197	68.3	0	0	23.59	12.76
193	12	6.5	89.5	9.1	18.06	4.6	3.15	9.2	19.56	1.1	2.1	0.8	194	64.8	7.84	13.44	19.55	12.75
194	13	5.5	95.4	7.0	13.08	4.0	23.20	4.9	12.08	0.8	1.6	0.9	17	51.7	39.84	9.6	6.35	12.73
195	14	3.9	85.6	6.2	11.50	1.2	23.58	7.3	15.45	1.2	2.0	0.6	309	68.2	2.4	1.92	0.05	12.72
196	15	2.4	93.7	4.7	23.51	0.4	5.07	7.6	23.09	0.9	1.4	0.7	198	57.2	9.44	3.84	17.25	12.73
197	16	3.7	68.5	5.4	6.57	1.4	23.47	17.7	18.17	3.5	6.4	5.8	338	24.2	0.32	1.92	0.30	12.72
198	17	2.3	63.2	3.8	12.10	1.2	1.08	15.6	2.17	2.3	5.3	4.6	332	28.8	0	0	23.59	12.72
199	18	4.8	64.5	8.3	17.01	1.4	1.35	13.0	4.58	2.1	3.3	2.4	338	43.1	0	0	23.59	12.72
200	19	3.0	81.5	4.5	11.33	1.1	3.10	6.4	2.07	1.0	1.8	0.8	201	60.8	2.88	3.84	19.05	12.72
201	20	3.6	88.9	6.0	15.38	1.8	1.47	4.7	11.49	0.8	1.4	0.9	201	45.9	1.76	1.92	23.59	12.73
202	21	4.9	87.9	7.2	13.05	2.7	1.53	4.1	17.24	0.7	1.1	0.8	204	42.0	1.76	3.84	19.40	12.73
203	22	7.4	69.1	11.9	15.33	3.4	2.39	3.7	19.11	0.7	1.4	0.9	336	47.4	0	0	23.59	12.75
204	23	8.0	65.6	11.3	14.58	4.4	5.07	7.8	15.40	1.3	2.2	0.7	1	66.0	0	0	23.59	12.75
205	24	9.2	74.6	11.6	16.01	4.5	0.44	19.5	22.41	2.9	4.3	3.1	11	43.5	0	0	23.59	12.77
206	25	8.1	65.8	10.4	0.03	5.1	23.10	30.2	5.51	4.4	7.4	6.5	359	28.7	0.48	1.92	1.25	12.74
207	26	9.6	58.7	15.1	15.23	3.7	4.46	8.6	11.40	1.0	2.0	1.3	5	49.2	0	0	23.59	12.77
208	27	11.7	65.4	16.5	10.36	6.9	23.12	9.1	13.01	1.4	2.4	1.8	349	37.6	0.96	1.92	13.05	12.76
209	28	7.2	91.0	9.0	17.15	4.8	23.57	14.9	23.00	2.3	2.7	2.2	357	34.6	22.72	15.36	9.00	12.73
210	29	6.1	76.2	8.4	13.22	4.0	4.25	15.2	0.27	2.0	2.9	1.0	357	65.4	0.8	1.92	15.55	12.75
211	30	7.1	87.0	9.3	15.39	4.3	23.58	10.8	13.26	1.9	2.8	2.3	352	32.2	20	19.2	12.20	12.73
212	31	6.0	91.0	7.7	18.41	3.4	2.04	6.0	13.10	1.0	1.6	0.4	176	69.7	9.12	5.76	22.05	12.74

DYGNSTEMEDELV. AUGUSTI 1989 TARFALA

STD = standardavvikelse
MAX INTENS NEDERB + TIDP = 5min-period under dygnet med mest nederb.
uttryckt i mm/tim

DAG	DATUM	MEDEL TEMP	MEDEL FUKT	MAX TEMP	TIDP	MIN TEMP	TIDP	MAX VINDH	STD VINDH	MEDEL VINDH	VIND VEKTOR	VEKTOR RIKTN	STD RIKTN	TOTAL NEDERB	MAX INTENS NEDERB	TIDP	BATTERI VOLT
213	1	9.0	99.9	11.6	16.05	5.7	0.02	14.1	1.9	3.6	3.1	178	30.4	24.32	57.6	18.25	12.76
214	2	7.8	93.0	9.8	15.24	5.7	23.22	4.6	0.7	1.7	0.6	351	65.9	7.04	9.6	0.10	12.73
215	3	8.5	75.2	12.0	10.48	4.7	3.32	6.1	1.0	2.0	0.3	20	74.3	3.2	3.84	22.10	12.77
216	4	12.9	87.9	17.0	15.42	9.7	3.01	13.5	2.3	3.2	2.2	188	45.7	10.88	36.48	18.05	12.77
217	5	11.8	84.4	15.0	16.35	9.7	23.37	9.7	1.8	3.6	3.2	179	26.4	0.16	1.92	6.30	12.77
218	6	10.1	69.1	13.9	14.34	6.1	4.02	9.7	1.4	2.7	1.0	198	64.1	1.76	5.76	20.55	12.76
219	7	8.2	86.8	10.4	13.32	6.3	22.59	6.8	0.8	1.6	0.6	349	62.9	11.68	11.52	9.20	12.74
220	8	9.4	71.2	14.2	16.14	4.8	3.05	3.9	0.6	2.0	1.7	350	31.8	0.16	1.92	10.20	12.75
221	9	9.2	79.3	12.3	13.09	6.7	4.26	6.7	0.7	2.0	1.4	357	76.5	10.88	5.76	9.10	12.75
222	10	7.8	86.8	9.7	14.45	6.1	4.33	6.6	1.0	1.8	0.2	331	40.2	24.32	11.52	16.05	12.73
223	11	6.4	97.4	7.1	8.12	5.5	20.25	7.2	1.3	2.1	1.5	205	61.4	0	1.92	23.59	12.74
224	12	6.4	84.2	8.8	16.22	5.1	5.41	5.3	1.0	1.6	0.7	342	45.7	0.32	1.92	14.10	12.75
225	13	7.5	73.7	9.9	11.42	4.6	3.40	5.3	0.8	1.5	1.0	333	44.3	3.04	9.6	19.00	12.75
226	14	8.5	67.6	12.5	13.34	6.0	6.12	7.6	1.2	2.0	1.4	353	45.3	30.88	7.68	13.55	12.73
227	15	9.1	70.5	12.5	14.57	5.7	4.54	5.9	0.7	1.6	1.1	343	70.7	2.24	9.6	14.15	12.73
228	16	6.7	83.0	8.4	13.31	5.1	2.23	19.8	4.6	5.3	0.7	344	41.1	0.64	1.92	19.35	12.73
229	17	6.9	73.3	9.9	12.01	4.6	21.52	15.6	2.0	2.1	1.6	337	30.9	10.08	5.76	15.35	12.71
230	18	6.4	74.5	9.4	13.27	4.4	23.01	12.2	1.8	2.8	1.6	344	65.6	13.28	7.68	16.40	12.73
231	19	4.5	76.0	6.4	14.44	3.2	23.18	17.9	3.0	6.3	5.4	14	42.4	0.64	1.92	0.20	12.70
232	20	5.1	79.5	7.1	10.42	2.5	1.18	11.0	1.6	2.3	0.8	189	52.7	0	0	23.59	12.74
233	21	4.4	80.3	7.7	14.30	1.8	23.43	4.9	0.9	1.7	1.2	189	52.7	0	0	23.59	12.74
234	22	4.7	79.2	8.5	15.15	0.3	3.00	5.0	0.7	1.4	0.8	184	18.6	18.24	3.84	6.45	12.70
235	23	2.6	95.3	4.8	0.03	0.1	23.36	8.1	1.5	2.0	1.9	154	45.9	2.72	7.68	10.35	12.70
236	24	0.1	88.2	1.7	14.36	-1.6	8.47	7.5	1.1	2.1	1.5	154	69.9	0.96	5.76	8.30	12.70
237	25	1.3	73.1	4.8	16.01	-1.2	4.38	9.3	1.2	2.0	0.5	53	24.5	0	0	23.59	12.70
238	26	2.4	78.0	6.2	14.59	0.3	4.24	6.2	1.1	1.9	1.8	186	78.3	0.48	1.92	18.55	12.70
239	27	1.3	81.1	3.5	12.38	-0.5	6.01	9.8	1.0	3.0	0.1	40	39.4	0.48	1.92	13.55	12.70
240	28	1.4	74.5	2.7	10.53	0.1	2.06	10.9	1.6	3.3	2.3	345	25.3	0	0	23.59	12.70
241	29	0.3	60.8	2.5	13.11	-1.8	23.52	11.2	2.0	1.8	3.0	342	44.3	0	0	23.59	12.70
242	30	1.6	61.7	5.3	15.39	-2.1	0.59	7.7	1.2	1.8	1.2	340	67.0	0.8	1.92	18.50	12.74
243	31	5.0	75.2	8.6	18.17	1.0	1.00	16.1	2.5	3.5	1.1	207	67.0	0	1.92	18.50	12.74

