

GRADDAGSSTATISTIK FÖR SVERIGE

Heating degree days statistics for
Sweden

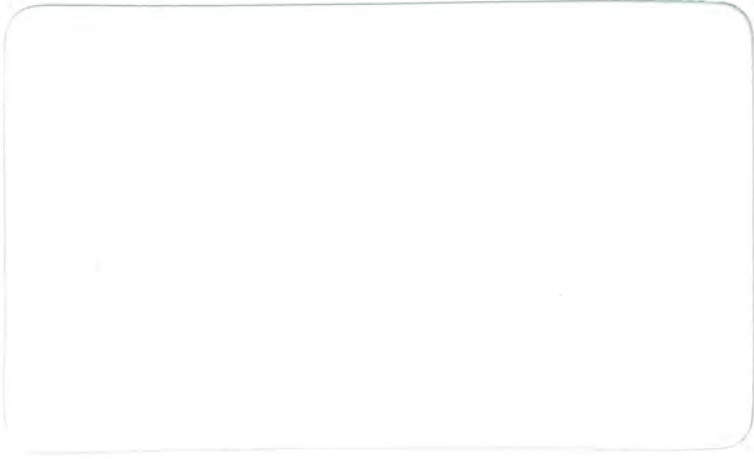
Av Bertil Eriksson

SMHI Rapporter

Meteorologi och klimatologi
Nr RMK 26 (1980)

SMHI

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut



GRADDAGSSTATISTIK FÖR SVERIGE

Heating degree days statistics for
Sweden

Av Bertil Eriksson

SMHI Rapporter

Meteorologi och klimatologi
Nr RMK 26 (1980)

SVERIGES METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT
Norrköping 1980

ISSN 0347-2116

Tryckt på SMHI:s tryckeri 1980

Förord

Ett varmt tack framförs till alla som deltagit i arbetet med denna rapport. Programmerare Lenny Johansson har utfört all programmering och samtliga datorkörningar, som utgör underlag för här presenterade resultat. Anita Bergstrand och Gunbritt Rosén har utfört renritningen av kartor och figurer och Anneli Johansson har utfört renskrivningen av manuskriptet.

Norrköping i september 1980.

Bertil Eriksson

Sammanfattning

En statistisk bearbetning har utförts av rutinmässigt framräknade värden på antalet graddagar under eldningssäsongerna 1961/62 till 1978/79. Resultaten redovisas huvudsakligen i kartform.

För 5 olika tidpunkter under säsongen ges medelantalet graddagar. Variabiliteten mellan olika säsonger belyses dels genom att standardavvikelsen för en full säsong kartlagts, dels ges kartor över de högsta och de lägsta värden som förekommit under den studerade perioden. En jämförelse med tidigare publicerad karta över medelantalet graddagar under ett år för perioden 1931-60 och den här publicerade kartan visar att den studerade perioden 61/62 - 78/79 har varit kallare än 30-årsperioden 31-60.

Det är tydligt att antalet graddagar för en ort huvudsakligen är en funktion av ortens latitud, höjd över havet samt avstånd till större vattenyta. En regressionsanalys visar att 90-97% av variansen i rummet hos antalet graddagar i medeltal under en eldningssäsong kan förklaras med en lineär kombination av ovan nämnda tre variabler (deskriptorer). En regressionskvation för norra och en för södra Sverige presenteras för beräkning av antal graddagar för en ort vars årsmedeltemperatur ej är känd. Är årsmedeltemperaturen känd finns ett enkelt empiriskt samband mellan medelantal graddagar och årsmedeltemperaturen.

Abstract

A statistical investigation of the number of heating degree days has been performed for the seasons 1961/62 to 78/79. The results are mainly presented in maps.

For five time periods during the heating season the mean number of degree days are analysed. The variability between seasons is illustrated by three maps showing the standard deviations and the highest and lowest values observed during the seasons studied. The analysed period 1961/62 - 1978/79 is compared with the climatological normal period 1931-60. It is found that the period 1961/62 - 1978/79 has been colder throughout Sweden.

It is evident from a study of the maps that the mean number of heating degree days at a certain place is a function of latitude, height above sea level and the distance to sea or large lakes. A regression analyse shows that between 90 to 97% of the spatial variance of the mean number of heating degree days during a whole heating season can be explained by a linear combination of the three descriptors mentioned above. One regression equation for the northern parts of Sweden and one for the southern part is given for computation of the mean number of degree days for a given place. This method is an alternative to interpolating the value from the map. But if the mean annual temperature is know for a place a good estimate of the mean number of degree days can be obtained from an empiried relationship between degree days and mean annual temperature.

Innehållsförteckning

Inledning	1
Definitioner	2
Datamaterialet och bearbetad tidsperiod	2
Utförd bearbetning	5
Manuell bearbetning	5
Kommentarer till den geografiska fördelning- en av antalet grad dagar	8
Regressionsanalys	22
Grafisk framställning av samband mellan grad- dagar och beroende variabler	26
Referenser	28

Inledning

Denna rapport är ett exempel på tillämpad klimatologi. Från en observerad variabel, i detta fall lufttemperaturen, har ett mått, antalet graddagar, framräknats, vilket i olika sammanhang är mera användbart än den temperaturstatistik, medelvärden och frekvenser som traditionellt beräknas.

Graddagsbegreppet, eller specifika värmebehovet som i princip är en värmesumma, har trots sin enkelhet visat sig vara mycket användbar. Antalet graddagar användes för att beräkna energibehovet för uppvärmning av bostäder och andra lokaler och användes t.ex av oljebolag för att planera distributionen av eldningsolja.

Graddagsbegreppet användes även inom jordbruket i vissa länder. I USA t.ex använder man "growing degree days (GDD)" som ett värdefullt index för grödornas utveckling. GDD definieras som $\sum (t_m - 10.0)$, för dygn med maximitemperaturen under 27°C och minimitemperaturen över 10°C . I Sverige talar man i stället om värmesummor beräknade från olika basvärden eller om s.k. växtenheter beräknade från vissa temperaturuppgifter.

E. Lundström vid KTH har funnit att korrelationen mellan elförbrukningen i ett småhus uppvärmt med direktverkande elradiatorer med termostater och antalet graddagar är så hög som 0.99-0.98. Dvs att 97-98% av variationerna i energiförbrukningen för uppvärmningsändamål kan förklaras enbart med hjälp av antalet graddagar. Man skulle a priori tro att vindstyrka och solinstrålning skulle vara väsentliga variabler i sammanhanget, men Lundström fann att så ej är fallet. En orsak till detta är naturligtvis att temperatur, vind och globalstrålning sinsemellan är korrelerade.

Leduc och Won föreslog 1979 att man i stället för graddagsbegreppet skulle införa ett nytt värmeförlustindex beräknat ur fyra variabler, nämligen globalstrålning, temperatur, vind och molnighet. Molnigheten har tagits med pga dess korrelation med långvågsstrålningen.

Definitioner

I Sverige användes följande av Kungl. Byggnadsstyrelsen fastställda regler för beräkning av graddagar (dd=degree days)

$dd = \sum (17.0 - t_d)$, där t_d är dygnets medeltemperatur och summeringen sker över antalet dygn för vilka man önskar graddagsantalet.

Följande bivillkor har lagts på uttrycket ovan.

Differensen $(17 - t_d)$ sätts lika med 0 när:

$t_d \geq 12^{\circ}\text{C}$ under april månad

$t_d \geq 10^{\circ}\text{C}$ under maj, juni och juli månader

$t_d \geq 11^{\circ}\text{C}$ under augusti månad

$t_d \geq 12^{\circ}\text{C}$ under september månad

$t_d \geq 13^{\circ}\text{C}$ under oktober månad

Dygnets medeltemperatur beräknas som ett viktat medelvärde enligt formeln:

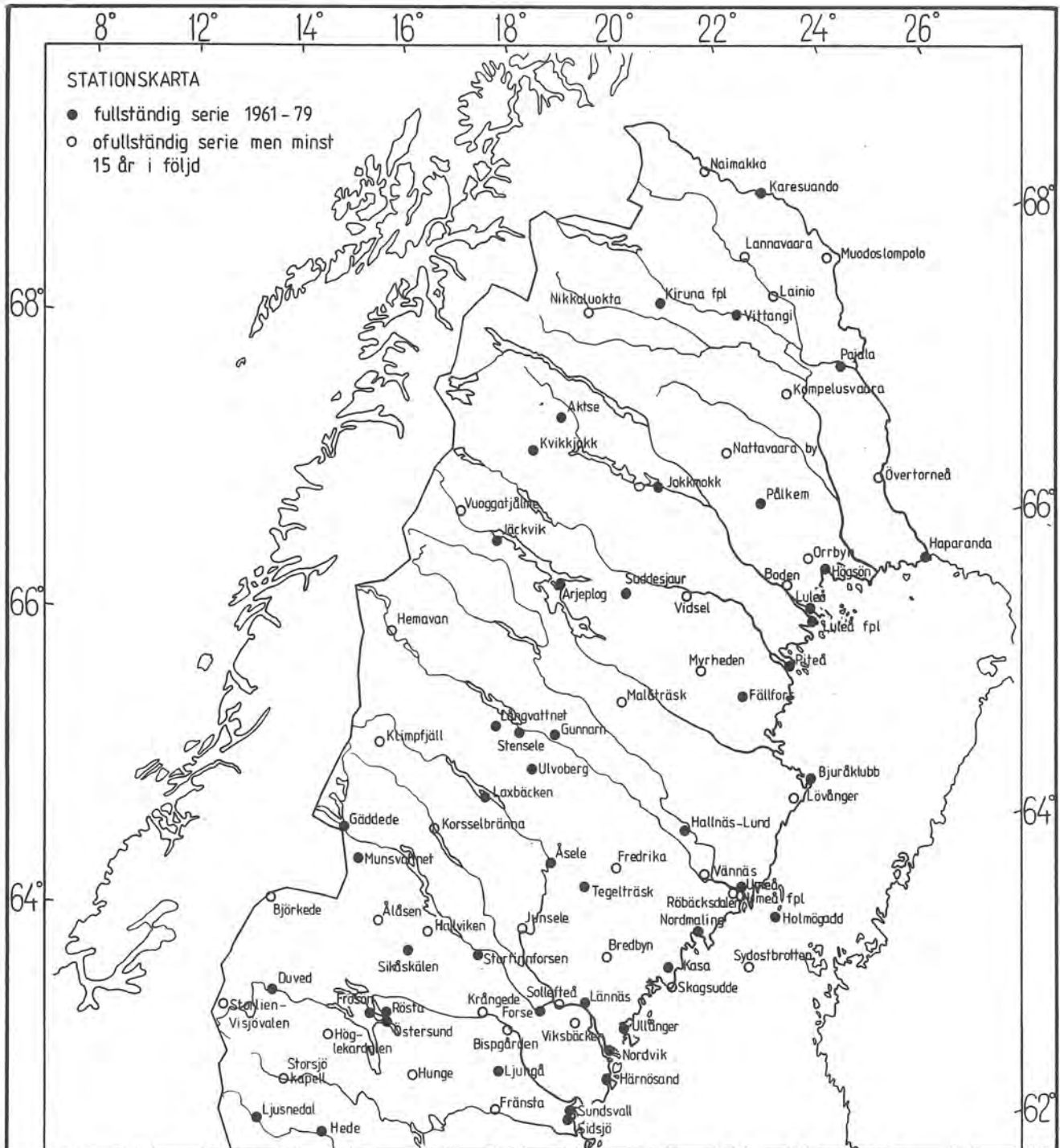
$$t_d = 0.01 (p t_{07} + q t_{13} + r t_{19} + x t_x + p t_n) \\ p+q+r+x+s = 100$$

där t_{07} , t_{13} och t_{19} är temperaturavläsningar utförda kl 07, 13, 19 enligt svensk normaltids i strålnings-skyddad termometerbur med termometerkulan ca 1.5 m.ö.m. p,q etc är koefficienter som är funktioner av longitud och tid på året. För närmare detaljer beträffande medeltemperaturberäkningen och dess noggrannhet hänvisas till separat rapport "Noggrannheten vid beräkning av dygnsmedeltemperaturen".

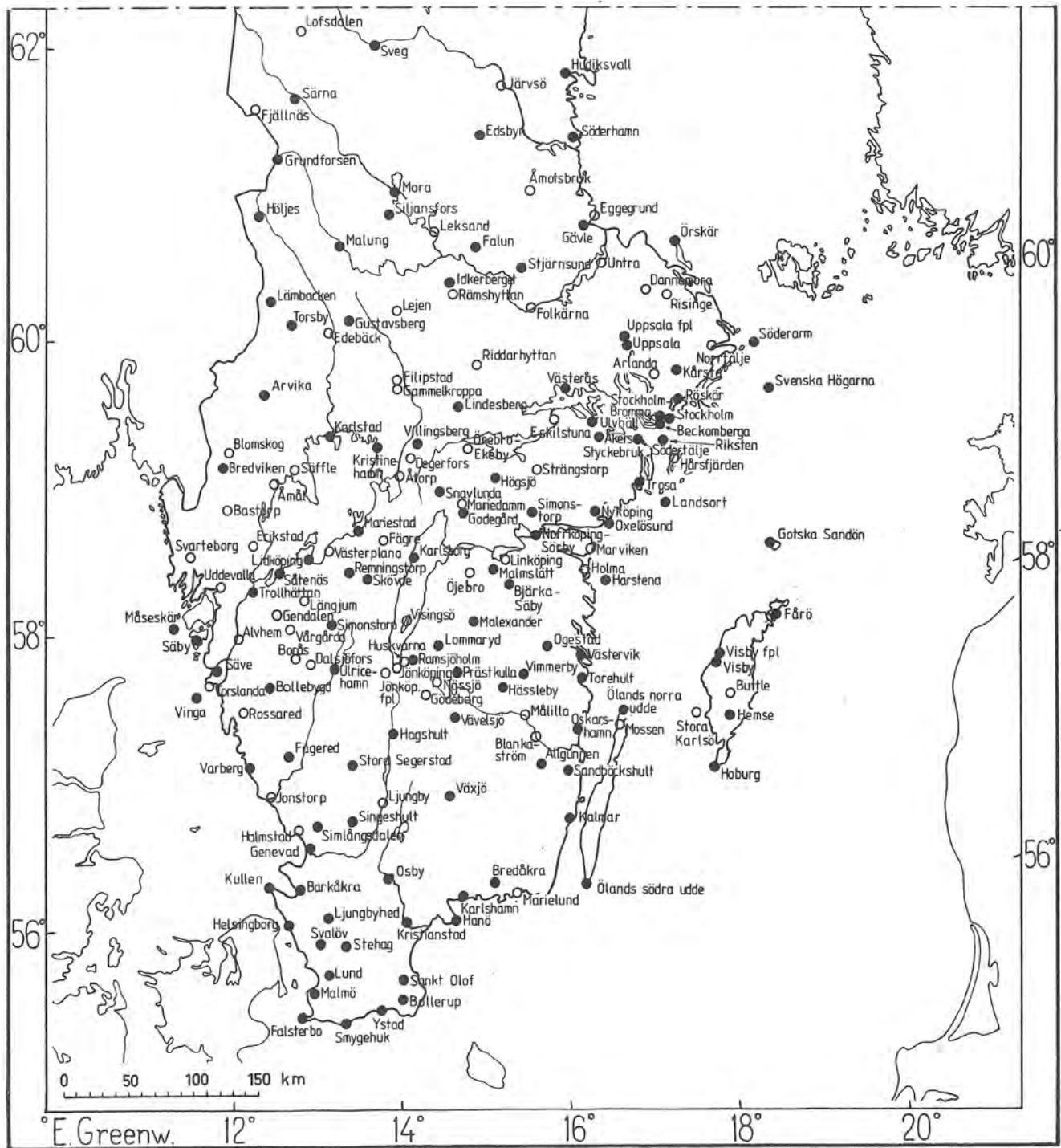
Datamaterialet och bearbetad tidsperiod

Tidigare har perioden 1931-60 använts som referensperiod. Se E. Lagerstedts "Normalårets graddagar". Det kan vara lämpligt att övergå till en mera närliggande period. Ett skäl för detta är att perioden 1931-60 var i hög grad onormal, då den torde vara den varmaste 30-årsperiod, som förekommit under de senaste 1000 åren. Se Bolin "Energi och klimat". I denna rapport presenteras klimatologisk bearbetning av graddagar för perioden 61/62 - 78/79.

Tillgången på grunddata framgår av stationskartan, fig 1. Stationstäckningen är god utom i fjälltrakterna, där å andra sidan behovet av tillförlitlig graddagsstatistik är litet. Antalet orter med fullständiga temperaturserier är 155 st, och antalet stationer med minst 15 års data uppgår till 98.



Figur 1a. Stationskarta, Norra Sverige.



Figur 1b. Stationskarta, Södra Sverige.

Utförd datorbearbetning

Beräkning av dygnsmedeltemperaturer sker rutinmässigt sedan 1961 för samtliga stationer, som gör minst tre avläsningar per dag. Antalet graddagar per månad beräknades enligt formeln på sid 2. Graddagsantalet summerades för varje säsong månadsvis från juli fram till 1 aug, fram till 1 sept etc fram t.o.m 30 juni följande år, så att för varje eldningssäsong erhöles 12 summor. För hela tidsperioden beräknades följande statistiska mått; medelvärde, standardavvikelse samt extremvärden. I tabell 1 ges ett exempel på datorutskrift, där även antalet år, som ingår i undersökningen, har angetts.

Manuell bearbetning

I figur 2 ges en bild, som visar hur graddagsantalet i medeltal ökar under eldningssäsongen. Diagrammet visar förhållandena vid en av de sydligaste orterna, Falsterbo och vid en av de nordligaste, Karesuando. Förutom medelkurvan har även extremvärdena jämte årtalen lagts in. Man ser att spridningen ökar ju längre fram i eldningssäsongen man befinner sig, vilket är ganska självklart. Av figuren kan man dra den slutsatsen att frekvensfördelningarna av antalet graddagar är något snedfördelade. Avståndet mellan maximivärdet och medelvärdet är, i varje fall under den senaste delen av säsongen, större än avståndet mellan minimivärdet och medelvärdet.

Figur 3 visar för samma stationer som i figur 2 hur standardavvikelsen ökar från eldningssäsongens början till dess slut. Approximativt kan man säga att spridningen är dubbelt så hög i nordligaste som sydligaste Sverige. Trots vad som sagts ovan beträffande viss skevhet hos fördelningarna kan man använda standardavvikelserna för följande grova uppskattningar. Två säsonger av tre ligger graddagsantalet inom intervallet medelvärdet \pm standardavvikelsen. I 5% av säsongerna kan man räkna med att få värden som hamnar utanför intervallet medelvärdet \pm dubbla standardavvikelsen.

GRADDAGSSTATISTIK 1961-79

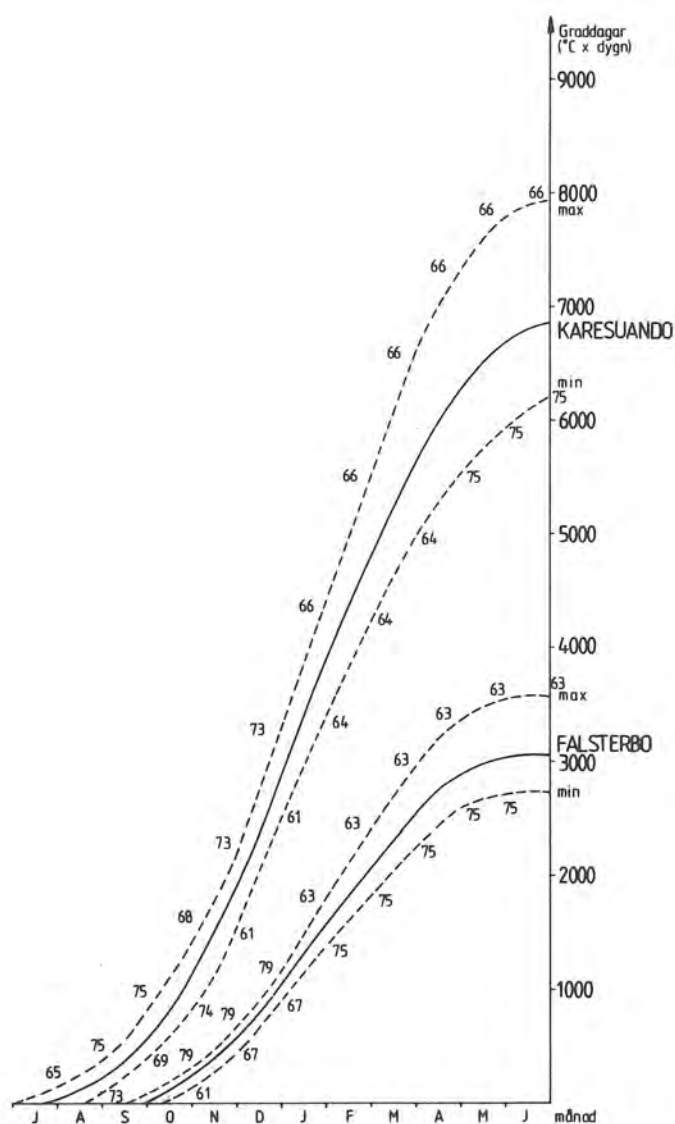
KLNR:	7	7-8	7-9	7-10	7-11	7-12	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6
5343												
MAX	0	12	142	420	825	1337	2024	2634	3195	3558	3649	3649
RR	1961	1978	1972	1972	1973	1973	6263	6263	6263	6263	6263	6263
MIN	0	0	0	148	519	1044	1528	1971	2411	2755	2858	2893
RR	1961	1961	1961	1961	1967	1967	7475	7475	7475	7475	7475	7475
MED	0	1	67	310	681	1182	1730	2230	2707	3046	3150	3156
DEV	0	3	41	71	76	79	125	164	194	215	211	208
ANT	19	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18

KLNR:	7	7-8	7-9	7-10	7-11	7-12	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6
5354												
MAX	15	26	192	512	929	1480	2282	2924	3505	3880	4002	4002
RR	1962	1965	1972	1972	1973	1962	6263	6263	6263	6263	6263	6263
MIN	0	0	28	207	604	1170	1619	2082	2545	2904	3034	3071
RR	1961	1961	1967	1961	1967	1967	7475	7475	7475	7475	7475	7475
MED	1	6	106	381	779	1313	1889	2420	2918	3273	3406	3415
DEV	4	9	46	77	81	88	148	196	222	240	235	230
ANT	19	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18

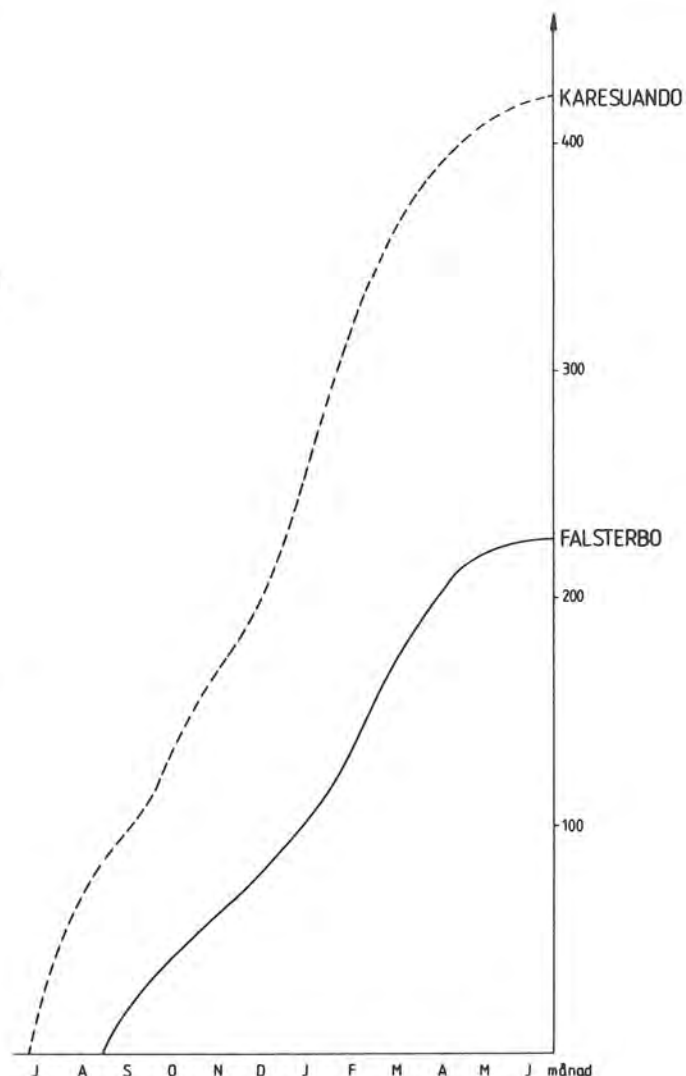
KLNR:	7	7-8	7-9	7-10	7-11	7-12	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6
5356												
MAX	7	13	149	432	815	1398	2159	2788	3363	3728	3827	3827
RR	1962	1962	1972	1972	1973	1962	6263	6263	6263	6263	6263	6263
MIN	0	0	12	197	571	1076	1497	1933	2376	2715	2816	2852
RR	1961	1961	1967	1967	1967	1975	7475	7475	7475	7475	7475	7475
MED	0	2	79	335	719	1234	1796	2310	2797	3139	3248	3254
DEV	2	4	39	64	71	86	150	198	234	255	257	254
ANT	19	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18

KLNR:	7	7-8	7-9	7-10	7-11	7-12	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6
5430												
MAX	8	19	160	449	842	1368	2099	2711	3294	3677	3807	3807
RR	1964	1978	1972	1972	1973	1973	6263	6263	6263	6263	6263	6263
MIN	0	0	11	196	562	1101	1551	1989	2433	2768	2880	2927
RR	1961	1961	1967	1967	1967	1967	7475	7475	7475	7475	7475	7475
MED	1	2	83	341	723	1232	1787	2307	2790	3150	3296	3302
DEV	2	5	43	68	74	79	125	164	197	221	225	222
ANT	19	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18

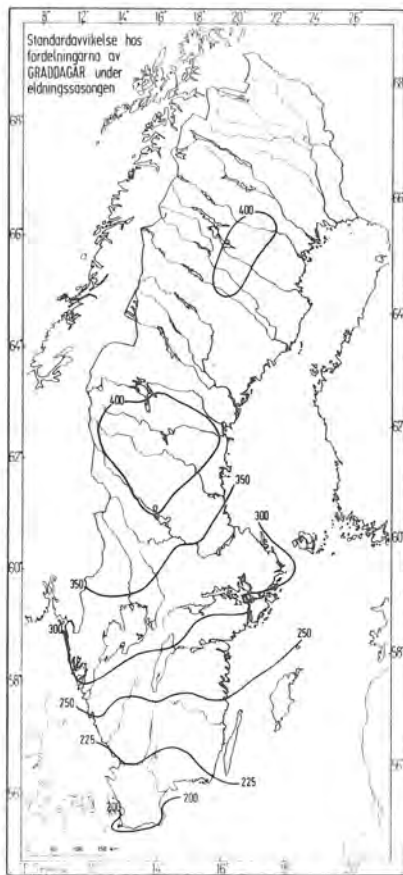
Tabell 1. Exempel på datorutskrift



Figur 2.
Ökningen av antalet graddagar under eldningssäsongen. Medeltal och extremer under perioden 1961/62 -- 1978/79 för två stationer FALSTERBO och KARESUANDO. Årtal ges för extremvärdena (66 betecknar säsongen 1965/66)



Figur 3
Standardavvikelsen hos ackumulerat antal graddagar från eldningssäsongens början till dess slut för två stationer: FALSTERBO och KARESUANDO.



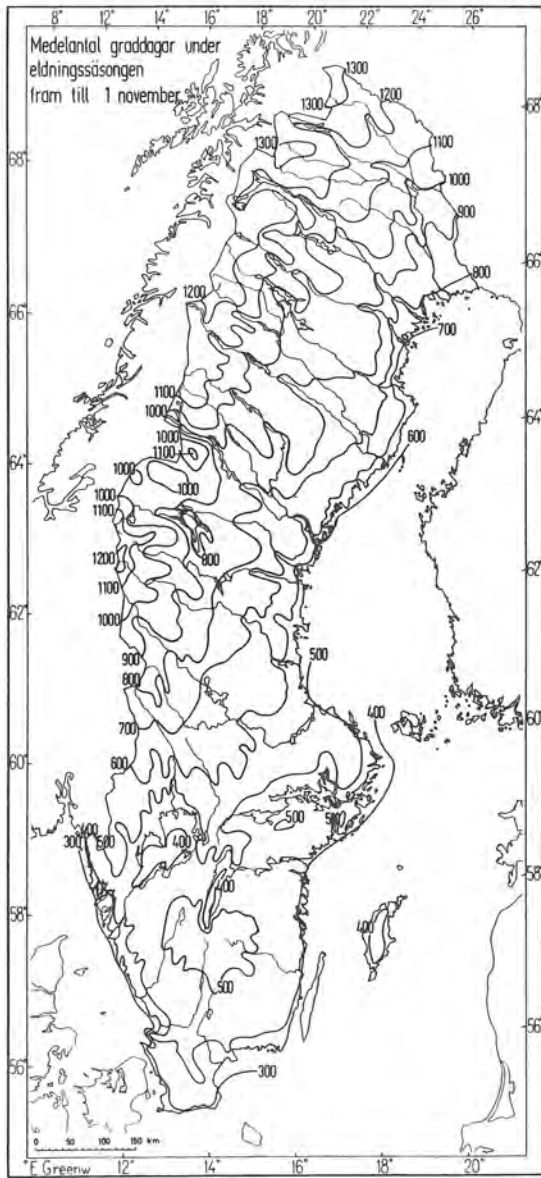
Den geografiska fördelningen av standardavvikelsen räknat över hela eldningssäsongen framgår av figur 4. Man ser av denna kartbild att för södra Sveriges del är standardavvikelsen huvudsakligen en funktion av latituden. Värdena ökar från 200 vid Skånes sydkust till det dubbla värdet i norra Dalarna. Norr därom är värdena ganska konstanta, och de ligger i stort sett mellan 350 och 430. Man har obehövt tydligt lägre värden vid Norrlands-kusten än i Norrlands inland.

Figur 4.

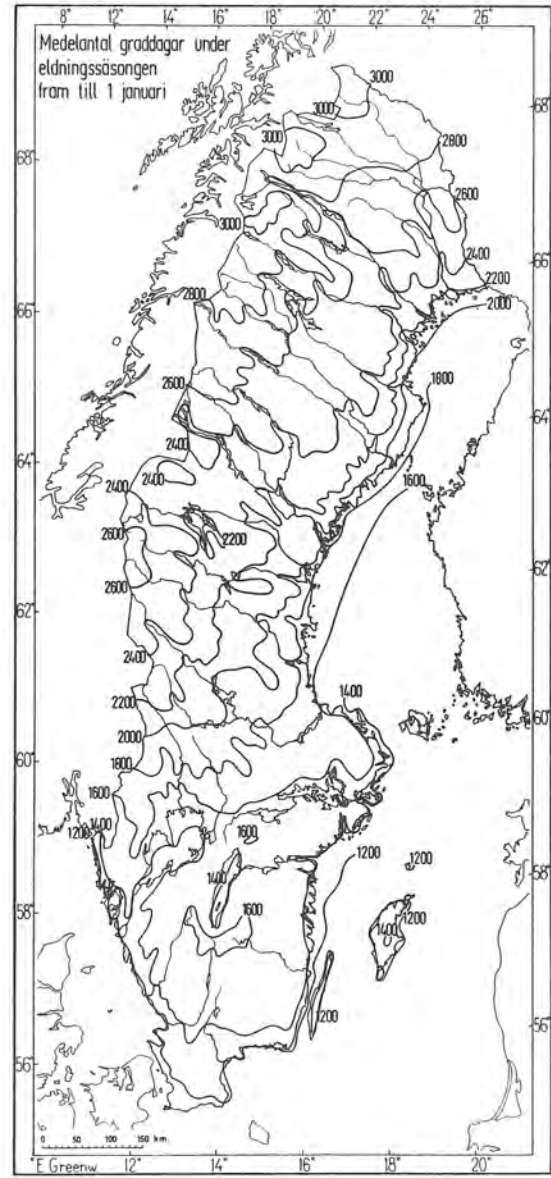
Kommentarer till den geografiska fördelningen av antalet graddagar.

Från datortabellerna har vissa värden plottats på kartor, som därefter analyserats med isolinjer. Vid analyserna har de framräknade värdena accepterats tämligen 100%-igt. Försök har gjorts att ta hänsyn till topografi och den inverkan hav och större sjöar kan ha på temperaturförhållandena. Analysen är gjord på skalan 1:3 milj., och hänsyn kan därför inte tas till mesoskaliga skillnader, t.ex. värmeeffekter inom urbana områden, skillnader mellan nord- resp. sydsluttningar, inverkan av mindre sjöar etc. Analysen inom starkt kuperade områden såsom fjälltrakterna och dalstråk är grov. Temperaturförhållandena i exempelvis de norrländska dalgångarna är komplicerade under vintern. I medeltal avtar temperaturen med c:a 0.6° per 100 m:s stigning, men detta gäller ej generellt under vintern. Då kan under långa perioder med svag vind och ringa molnighet temperaturen nere i dalen vara åtskilligt lägre än en bit upp på sluttningarna. Högsta medeltemperaturerna finner man därför inte under vintermånaderna i de lägst liggande partierna utan i den högre liggande terrängen.

Kartor har framställts för följande tidpunkter under eldningssäsongen. Figur 5 ger medelförhållandena t.o.m 31 okt, figur 6 t.o.m 31 dec, figur 7 t.o.m 28 febr, figur 8 t.o.m 30 april och figur 9 ger medelantalet graddagar under ett helt år.



Figur 5.
Medelantal graddagar under eldningssäsongen fram till 1 nov.

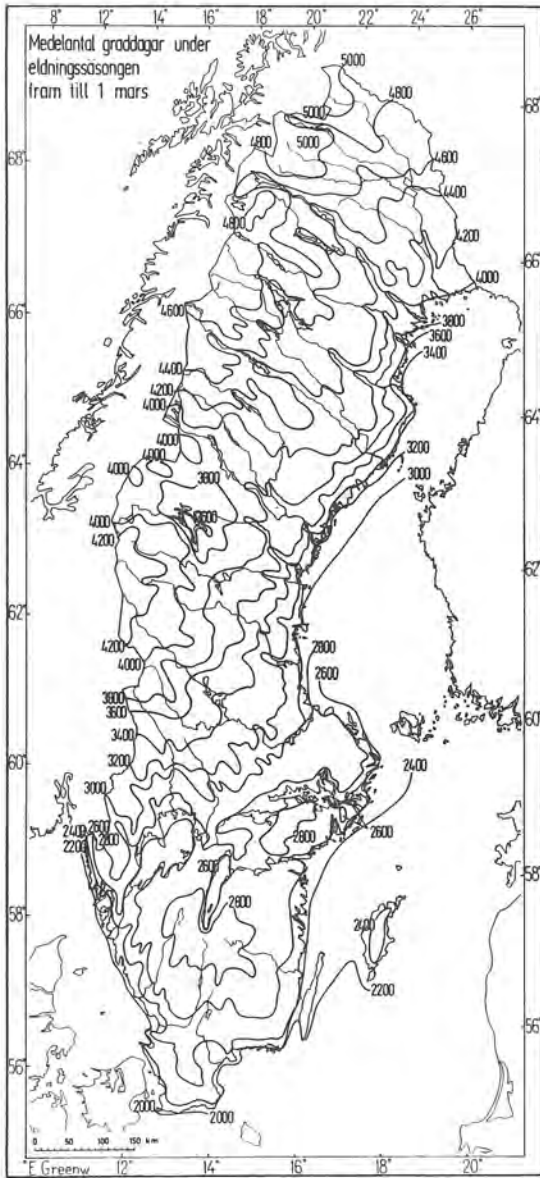


Figur 6.
Medelantal graddagar under eldningssäsongen fram till 1 jan.

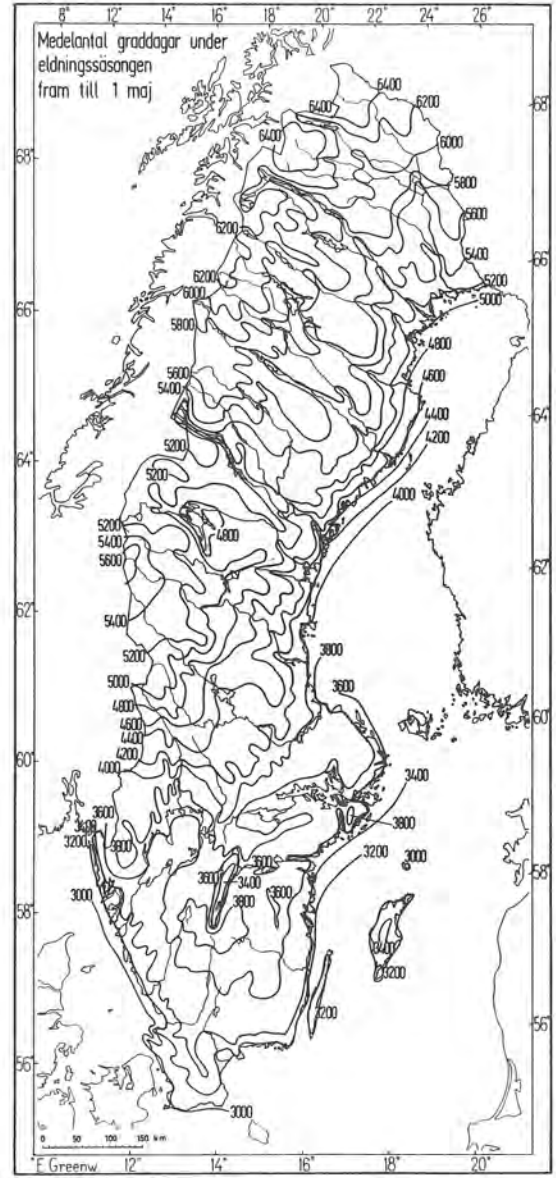
Medelförhållandena fram till 1 nov visar att skillnaden mellan landets sydligaste och nordligaste del är så stor som 1000 graddagar. Isolinjerna är i stort parallella med kustlinjerna, vilket visar den stora inverkan på lufttemperaturen som det under sommaren i havet magasinerade värmen har. Sjöarnas inverkan är också fullt tydlig liksom höjdberoendet. Stora skillnader mellan närbelägna orter kan konstateras i vissa fall. Ett exempel är Jönköpings stad (h.ö.h 98 m) och Jönköpings flygplats Axamo (h.ö.h 226 m). Den senare platsen har 22% (100) fler graddagar än den förra. Det är emellertid inte enbart höjddifferensen som förorsakar denna skillnad. Även skillnaden i avstånd till Vättern och skillnaden mellan stad och landsbygd kommer in med bidragande orsaker.

Figur 6, som ger medelförhållandena fram till årets slut, visar i princip samma bild som föregående karta. Det är egentligen bara numreringen på isolinjerna som är annorlunda. Vid denna tidpunkt på året är skillnaden ifråga om energibehovet för uppvärmning mellan landets sydligaste och nordligaste delar uttryckt i graddagar 2800. Skillnaden mellan Bottenvikens kustland och västra Lappland är ca 1000. Insjöarnas mildrande inverkan på temperaturklimatet är fortfarande tydlig även i Norrland, t.ex kring Storsjön i Jämtland, Storuman, Hornavan och Stora Lulevatten. Denna effekt slår igenom även på följande karta, trots att insjöarna i Norrland varit isbelagda lång tid under den period 1 juli - 28 febr som karta 7 illustrerar.

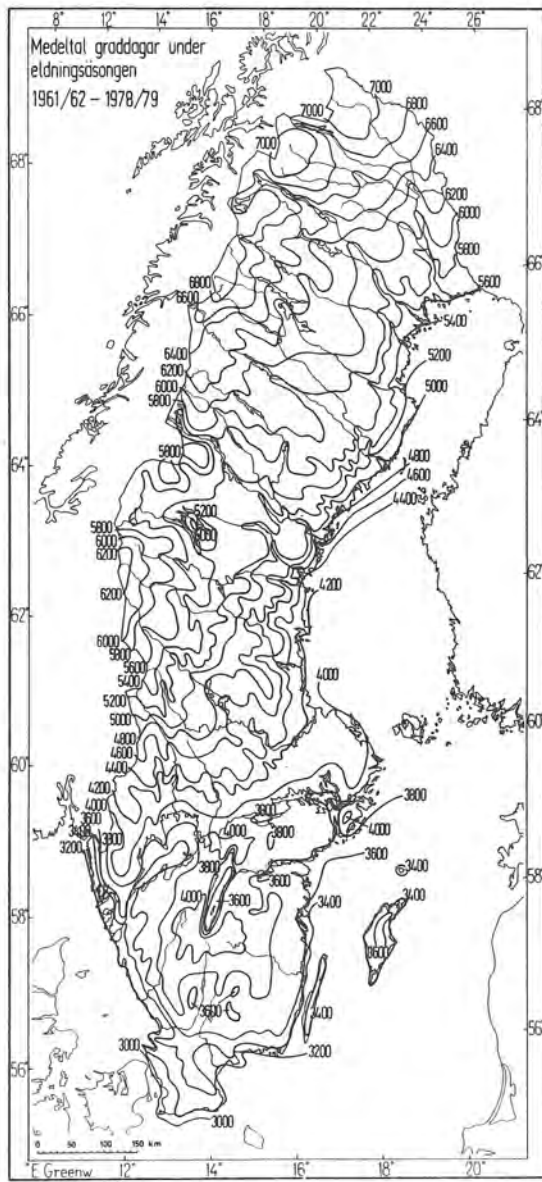
Nästföljande karta, figur 8, visar att värmesumman, uttryckt i form av graddagar, för de 10 månaderna juli t.o.m april ökat till 3000 längs Skånekusten, till 5000 längs Bottenvikskusten och ca 6400 i trakterna av Nikkaluokta, Naimakka och Riksgränsen. Värdena tyder på att dalgångarna kring Norrlandsälvarna har lägre värden än högre liggande terräng. Som ett exempel kan nämnas att Gäddedes (h.ö.h 321 m) värde är 4960 nedan Munsvattnets (h.ö.h 520 m) är 350 enheter högre. Relativt stora skillnader mellan närbelägna orter kan förekomma. Som exempel kan nämnas Stockholms värde 3496 enligt mätningar på Observatoriekullen (h.ö.h 44 m) och värdet 3647 graddagar enligt temperaturmätningar på Bromma flygplats (h.ö.h 7 m). Tullinge-Riksten har ett ännu högre värde, 3808, än Bromma. Detta exempel visar att man inom relativt små områden kan ha stora lokala skillnader. Man måste därför vara medveten om att kartorna endast kan ge information på makroskalan.



Figur 7.
Medelantal graddagar under
eldningssäsongen fram till
1 mars.



Figur 8.
Medelantal graddagar under
eldningssäsongen fram till
1 maj.



Figur 9.
Medelantal grad dagar under
tiden 1 juli - 30 juni

Den följande kartan, figur 9, ger den geografiska fördelningen av antalet grad dagar i medeltal under 1960- och 70-talen. I sydligaste Sverige ligger grad dagsvärdena kvar runt 3000 medan värdena i norr ökat ytterligare och nu når upp till drygt 7000 vid de kallaste orterna i norra Lappland. Som en detalj kan man lägga märke till att isolinjerna i norra Bottenhavet och längs Bottenviken inte längre som på de tidigaste kartorna går parallellt med kusten. Detta beror naturligtvis på att under den senare delen av eldningsperioden kan norra Norrlands kusttrakter inte få någon maritim påverkan från havet. För väst-, syd- och ostkusten gäller dock fortfarande att isolinjerna följer kusten. Strömstadstrakten t.ex har ungefär samma antal grad dagar som trakterna kring Skälderviken och Västervik har obetydligt fler grad dagar än t.ex Karlshamn.

En jämförelse bör göras mellan den nya kartan, fig 9, för perioden 1961/62 -78/79 och tidigare publicerade karta som ger medelantal grad dagar för perioden 1931-60. Grundmaterialet till den senare kartan utgjordes av medelvärden av månadsmedeltemperaturer för perioden 1931-60. Det går bra att använda sig av månadsmedeltal i de fall samtliga dygnets medeltemperaturer ligger under den lägsta temperaturgränsen 10°. Under vår- och höstmånader råkar man i svårigheter, men den metod som användes av E. Hovmöller visar sig ha fungerat bra. Den gamla och den

Tabell 2

Medelantalet graddagar (specifikt värmehov), dd, standardavvikelse, dev., högsta och lägsta antal graddagar jämte årtal samt antal tillgängliga säsonger med temperaturobservationer.

Stationsnamn	Lat		Long		H.ö.h	MAX	ÅR	MIN	ÅR	dd	dev	antal säsonger
	o	'	o	'								
Falsterbo	55	23	12	49	5	3538	62/63	2730	74/75	3046	221	18
Smygehuk	55	20	13	21	5	3723	62/63	2897	74/75	3212	214	18
Ystad	55	26	13	49	32	3697	62/63	2859	74/75	3228	222	18
Malmö	55	37	13	05	5	3611	62/63	2834	74/75	3105	200	18
Lund	55	43	13	12	50	3649	62/63	2893	74/75	3156	208	18
Stehag	55	54	13	24	60	4002	62/63	3071	74/75	3415	230	18
Svalöv	55	55	13	07	72	3827	62/63	2852	74/75	3254	254	18
Bollerup	55	30	14	03	55	3807	62/63	2927	74/75	3302	222	18
Santkt Olof	55	38	14	08	110	3894	62/63	3156	74/75	3419	200	18
Helsingborg	56	03	12	42	5	3648	62/63	2747	74/75	3058	237	18
Barkåkra	56	18	12	51	20	3741	62/63	2936	74/75	3276	212	18
Kullen	56	18	12	27	72	3627	62/63	2922	74/75	3195	209	18
Halmstads fpl	56	41	12	50	30	3740	62/63	2991	74/75	3325	220	17
Jonstorp	56	56	12	33	12	3741	69/70	3040	74/75	3383	224	15
Ljungbyhed	56	05	13	14	43	3901	62/63	3051	74/75	3354	222	18
Osby	56	22	13	57	83	4009	62/63	3216	74/75	3553	218	18
Genevad	56	35	13	02	8	3849	62/63	2972	74/75	3330	234	18
Simlångsdalen	56	43	13	08	75	4088	62/63	3253	74/75	3605	233	18
Singeshult	56	45	13	22	180	4312	62/63	3468	74/75	3819	230	18
Ljungby	56	50	13	57	155	4168	62/63	3206	74/75	3625	273	17
Hanö	56	01	14	51	55	3789	62/63	2947	72/73	3348	221	18
Kristianstad	56	02	14	10	3	3758	62/63	2930	74/75	3251	216	18
Karlshamn	56	11	14	51	20	3710	62/63	2993	71/72	3257	216	18
Växjö	56	52	14	48	166	4073	62/63	3309	74/75	3653	228	18
Marielund	56	13	15	32	25	3914	62/63	3119	74/75	3435	219	16
Bredviken	56	16	15	17	58	3863	62/63	3175	74/75	3477	201	18
Ölands s. udde	56	12	16	24	4	3833	62/63	2926	72/73	3393	249	18
Kalmar	56	44	16	18	6	3997	62/63	3119	74/75	3512	240	18
Hoburg	56	55	18	09	40	3838	65/66	3019	74/75	3481	242	18
Vinga	57	38	11	37	19	3561	69/70	2848	72/73	3160	254	18

Forts. TABELL 2

Stationsnamn	Lat		Long		H.ö.h	MAX	ÅR	MIN	ÅR	dd	dev	antal säs- songer
	o	'	o	'								
Torslanda	57	43	11	47	20	3731	65/66	2936	74/75	3277	271	16
Säve	57	47	11	53	20	3833	62/63	3024	72/73	3380	274	18
Varberg	57	06	12	15	20	3639	62/63	2889	72/73	3227	233	18
Fagered	57	12	12	49	110	4171	62/63	3362	74/75	3747	235	18
Rossared	57	33	12	28	15	3949	62/63	3046	74/75	3442	272	15
Bollebygd	57	40	12	34	75	4114	62/63	3320	74/75	3675	243	18
Borås	57	46	12	57	135	4170	69/70	3363	72/73	3724	256	17
Stora Segerstad	57	09	13	34	170	4184	62/63	3412	72/73	3764	234	18
Dalsjöfors	57	43	13	07	257	4405	65/66	3659	74/75	3994	236	17
Ulricehamn	57	47	13	26	290	4417	78/79	3595	72/73	4000	255	18
Hagshults fpl	57	18	14	08	169	4361	65/66	3628	74/75	3953	223	18
Nävelsjö	57	24	14	53	215	4371	62/63	3557	72/73	3963	247	18
Gödeberg	57	34	14	38	350	4578	65/66	3756	72/73	4141	244	16
Nässjö	57	39	14	42	304	4455	69/70	3666	72/73	4023	234	16
Prästkulla	57	44	14	59	300	4447	69/70	3624	72/73	4058	246	18
Jönköpings fpl	57	46	14	05	226	4433	65/66	3600	72/73	3972	264	15
Jönköping	57	46	14	11	98	4173	62/63	3211	72/73	3664	281	17
Huskvarna	57	47	14	17	99	4043	69/70	3174	72/73	3540	264	16
Ramsjöholm	57	51	14	26	225	4449	62/63	3527	72/73	3975	273	18
Lommaryd	57	53	14	44	240	4554	65/66	3712	72/73	4126	256	18
Allgunnen	57	04	15	58	115	4018	69/70	3250	72/73	3624	226	18
Blankaström	57	13	15	55	80	4281	62/63	3334	74/75	3736	283	15
Målilla	57	24	15	50	100	4214	69/70	3438	72/73	3780	243	15
Hässleby	57	38	15	34	190	4289	65/66	3515	72/73	3904	242	18
Vimmerby	57	40	15	51	135	4254	62/63	3366	72/73	3769	265	18
Sandbäckshult	56	59	16	17	37	4121	68/69	3334	72/73	3680	249	18
Oskarshamn	57	16	16	26	10	4134	62/63	3288	72/73	3680	244	18
Tovehult	57	39	16	34	10	4119	69/70	3188	72/73	3638	263	18
Västervik	57	43	16	28	5	4063	69/70	3120	72/73	3567	270	18
Ogestad	57	53	16	10	10	4191	69/70	3266	72/73	3741	277	18
Mossen	57	17	17	00	10	3828	69/70	3035	72/73	3432	222	15
Stora Karlsö	57	18	17	58	40	3885	69/70	3017	74/75	3473	268	15
Ölands n. udde	57	22	17	06	4	3851	69/70	2941	72/73	3371	228	18
Hemse	57	14	18	23	25	4104	78/79	3125	74/75	3573	254	18
Buttle	57	24	18	30	45	2970	69/70	3255	72/73	3660	228	15
Visby	57	39	18	18	28	3811	69/70	2959	74/75	3424	236	18
Visby fpl	57	40	18	21	42	3888	69/70	3061	74/75	3527	235	18
Fårö	57	54	19	10	10	3930	69/70	3043	74/75	3519	241	18
Säby	58	01	11	36	10	3904	62/63	2963	74/75	3399	309	18
Måseskär	58	06	11	21	14	3662	78/79	2846	72/73	3196	284	18
Uddevalla	58	21	11	57	10	4149	65/66	3194	74/75	3648	314	18

Forts. TABELL 2

Stationsnamn	Lat		Long		H.ö.h	MAX	ÅR	MIN	ÅR	dd	dev	antal säs- songer
	o	'	o	'								
Svarteborg	58	34	11	33	70	4396	65/66	3326	74/75	3781	346	15
Alvhem	58	01	12	09	5	3996	65/66	3123	74/75	3539	306	15
Vårgårda-Hägrunga	58	01	12	50	148	4072	65/66	3330	72/73	3622	259	15
Gendalen	58	10	12	39	90	4212	69/70	3302	74/75	3747	290	17
Trollhättan	58	19	12	20	43	4099	62/63	3110	74/75	3568	313	18
Såtenäs	58	26	12	42	54	4171	65/66	3219	74/75	3688	316	18
Erikstad	58	38	12	26	65	4335	65/66	3315	74/75	3812	339	15
Bastorp	58	54	12	02	150	4607	65/66	3545	72/73	4018	341	15
Simonstorp	58	05	13	24	190	4422	65/66	3592	74/75	3990	262	18
Längjum	58	13	13	04	95	4258	69/70	3293	74/75	3754	319	15
Skövde	58	23	13	51	150	4178	69/70	3270	72/73	3722	283	18
Remningstorp	58	27	13	40	133	4289	69/70	3407	74/75	3846	286	18
Lidköping	58	30	13	07	64	4196	69/70	3226	74/75	3708	313	18
Västerplana	58	34	12	21	128	4235	69/70	3396	74/75	3801	300	15
Mariestad	58	43	13	46	50	4198	69/70	3220	74/75	3683	318	18
Visingsö	58	06	14	24	110	4109	69/70	3122	72/73	3581	307	15
Karlsborg	58	31	14	32	94	4214	69/70	3268	72/73	3738	300	18
Fägre	58	39	14	08	95	4401	65/66	3433	72/73	3891	317	15
Snavlunda	58	58	14	54	140	4524	65/66	3514	72/73	4033	313	18
Malexander	58	04	15	13	153	4377	69/70	3479	72/73	3876	269	18
Bjärka-Säby	58	16	15	45	100	4261	69/70	3301	72/73	3779	288	18
Öjebro	58	23	15	12	78	4363	69/70	3305	72/73	3809	332	16
Malmslätt	58	24	15	31	93	4266	69/70	3330	72/73	3799	289	18
Linköping	58	25	15	38	64	4066	69/70	3173	72/73	3565	280	16
Godegård	58	48	15	10	130	4501	65/66	3492	72/73	4035	318	18
Mariedamm	58	52	15	09	132	4517	65/66	3511	72/73	4033	327	15
Holma	58	26	16	08	5	4162	69/70	3133	72/73	3657	286	17
Marviken	58	33	16	50	10	4268	69/70	3279	72/73	3764	297	15
Norrköping-Sörby	58	37	16	07	27	4299	69/70	3268	72/73	3777	295	18
Simonstorp	58	47	16	10	65	4390	69/70	3436	72/73	3925	293	18
Nyköpings fpl	58	47	16	55	42	4384	65/66	3433	72/73	3925	284	18
Harstena	58	15	17	01	5	4152	69/70	3043	72/73	3619	291	18
Oxelösund	58	40	17	07	10	4189	65/66	3133	72/73	3689	288	18
Landsort	58	45	17	52	13	4201	69/70	3167	72/73	3717	275	18
Trosa	58	54	17	34	5	4306	65/66	3243	72/73	3816	294	18
Gotska Sandön	58	24	19	12	12	4035	69/70	3079	74/75	3591	250	18
Bredviken	59	13	11	59	100	4491	62/63	3411	72/73	3934	337	18
Åmål	59	03	12	42	60	4375	65/66	3351	72/73	3821	318	16
Säffle	59	10	12	55	50	4499	62/63	3483	72/73	3973	345	17
Blomskog	59	17	12	03	110	4740	65/66	3704	74/75	4167	328	15

Forts. TABELL 2

Stationsnamn	Lat		Long		H.ö.h	MAX	ÅR	MIN	ÅR	dd	dev	antal sä- songer
	o	'	o	'								
Arvika	59	40	12	35	73	4919	62/63	3472	72/73	4094	392	18
Karlstad	59	22	13	28	46	4494	62/63	3388	72/73	3910	343	18
Åtorp	59	06	12	22	105	4552	65/66	3510	72/73	4008	336	15
Degerfors	59	14	14	27	85	4461	62/63	3406	72/73	3923	347	15
Villingsberg	59	17	14	42	148	4766	65/66	3573	72/73	4233	340	18
Kristinehamn	59	18	14	05	82	4566	65/66	3395	72/73	3929	340	18
Gammelkroppa	59	41	14	19	200	5037	65/66	3795	72/73	4400	361	15
Filipstad	59	43	14	10	141	4748	65/66	3631	72/73	4159	354	14
Högsjö	59	02	15	41	69	4337	69/70	3332	72/73	3851	303	18
Örebro-Ekeby	59	16	15	20	31	4398	65/66	3370	72/73	3865	328	15
Lindesberg	59	35	15	14	70	4652	65/66	3509	72/73	4091	328	18
Strängstorp	59	03	16	13	62	4457	65/66	3507	72/73	3971	291	15
Eskilstuna	59	23	16	28	8	4403	69/70	3348	72/73	3847	306	16
Västerås-Hässlö	59	35	16	38	6	4447	65/66	3294	72/73	3896	320	18
Riksten	59	11	17	55	54	4479	65/66	3422	72/73	4011	293	18
Södertälje	59	12	17	38	12	4233	65/66	3139	72/73	3745	304	18
Åkers styckebruk	59	15	17	06	20	4438	69/70	3341	72/73	3937	321	18
Beckomberga	59	22	17	54	15	4276	65/66	3281	72/73	3812	280	18
Stockholm-Bromma	59	21	17	51	7	4226	65/66	3197	72/73	3764	280	18
Ulvhäll	59	21	17	03	5	4435	69/70	3352	72/73	3916	313	18
Arlanda	59	39	17	57	5	4533	65/66	3467	72/73	3985	296	16
Uppsala	59	52	17	38	13	4471	65/66	3378	72/73	3944	301	18
Uppsala fpl	59	53	17	36	21	4538	65/66	3436	72/73	4032	314	18
Hårsfjärden	59	04	18	07	4	4258	69/70	3325	72/73	3835	281	17
Stockholm	59	21	18	04	44	4094	65/66	3087	72/73	3646	279	18
Röskär	59	25	18	10	15	4400	65/66	3326	72/73	3908	294	18
Kårsta	59	40	18	17	20	4620	65/66	3505	72/73	4126	314	18
Norrtälje	59	45	18	43	25	4493	65/66	3373	72/73	3931	311	15
Svenska Högarna	59	27	19	30	12	4342	69/70	3264	72/73	3849	297	18
Söderarm	59	45	19	25	5	4437	65/66	3316	72/73	3924	305	18
Lämbacken	60	19	12	42	177	5215	65/66	3871	72/73	4565	366	18
Höljes	60	54	12	36	230	5927	62/63	4568	72/73	5230	370	18
Edebäck	60	04	13	33	155	5096	65/66	3856	72/73	4454	380	15
Torsby	60	08	13	00	80	5118	62/63	3681	72/73	4401	403	18
Gustavsfors	60	09	13	48	190	5279	65/66	4089	72/73	4682	353	18
Malung	60	41	13	43	308	5793	65/66	4347	72/73	5073	379	18
Lejen	60	12	14	24	340	5401	65/66	4079	72/73	4651	351	15
Siljansfors	60	51	14	11	260	5571	65/66	4081	72/73	4829	388	18
Rämshyttan	60	20	15	12	260	5324	65/66	4072	72/73	4651	367	15
Idkerberget	60	23	15	14	260	5172	65/66	3966	72/73	4589	346	18

Forts. TABELL 2

Stationsnamn	Lat O	Long O	H.ö.h	MAX	ÅR	MIN	ÅR	dd	dev	antal säs- songer
Falun	60 37	15 38	122	5133	65/66	3754	72/73	4451	386	18
Leksand	60 44	15 01	178	5188	65/66	3820	72/73	4472	381	16
Folkärna	60 10	16 19	80	4884	65/66	3717	72/73	4323	360	15
Stjärnsund	60 27	16 16	130	5102	65/66	3813	72/73	4439	348	18
Åmotsbruk	60 58	16 27	145	5473	65/66	4061	72/73	4716	389	15
Dannemora	60 12	17 55	41	4595	65/66	3558	72/73	4092	324	16
Untra	60 27	17 20	46	4699	65/66	3593	72/73	4183	342	15
Gävle	60 39	17 08	33	4684	65/66	3495	72/73	4125	330	18
Eggegrund	60 44	17 34	5	4673	65/66	3409	72/73	4039	352	15
Risinge	60 11	18 13	10	4664	65/66	3526	72/73	4159	323	17
Örskär	60 32	18 23	5	4547	65/66	3388	72/73	3980	303	18
Grundforsen	61 17	12 52	412	6239	65/66	4738	72/73	5446	366	18
Särna	61 41	13 08	505	6461	65/66	4873	72/73	5580	397	18
Mora	61 00	14 35	190	5569	65/66	4008	72/73	4748	415	18
Edsbyn	61 23	15 48	189	5363	65/66	3981	72/73	4630	359	18
Järvsö	61 43	16 11	115	5568	65/66	3949	72/73	4717	429	17
Söderhamn	61 16	17 06	26	5138	65/66	3692	72/73	4392	365	18
Hudiksvall	61 44	17 06	10	5190	65/66	3591	72/73	4291	376	18
Ljusnedal	62 33	12 37	585	6979	65/66	5285	72/73	6078	408	18
Fjällnäs	62 35	12 13	780	6955	65/66	5463	72/73	6220	389	15
Lofsdalen	62 07	13 17	605	6327	65/66	4918	72/73	5612	372	15
Hede	62 25	13 31	420	6718	65/66	4969	72/73	5753	435	18
Storsjö Kapell	62 48	13 04	575	6748	65/66	5055	72/73	5858	455	15
Sveg	62 02	14 22	360	6317	65/66	4574	72/73	5346	427	18
Hunge	62 45	15 06	342	6133	65/66	4651	72/73	5371	403	15
Fränsta	62 31	16 12	77	5638	65/66	4160	72/73	4931	416	16
Ljungå	62 46	16 19	220	6324	65/66	4580	72/73	5420	402	18
Sidsjö	62 23	17 17	69	5592	65/66	3964	72/73	4727	403	18
Sundsvall	62 24	17 16	35	5265	65/66	3724	72/73	4531	384	18
Härnösand	62 38	17 57	8	5267	65/66	3785	72/73	4496	376	18
Nordvik	62 51	18 01	10	5468	65/66	4047	72/73	4691	353	18
Ullånger	63 00	18 11	45	5659	65/66	4239	72/73	4876	344	18
Storlien-Visjövalen	63 18	12 07	640	6402	65/66	5130	72/73	5663	329	16
Duved	63 24	12 56	385	6349	65/66	4886	72/73	5509	382	18
Höglekardalen	63 05	13 45	592	6586	65/66	5003	72/73	5726	381	17
Östersund	63 10	14 41	345	5908	65/66	4361	63/64	5022	403	18
Frösön	63 11	14 30	376	5973	65/66	4397	72/73	5082	399	18
Rösta	63 15	14 35	380	5987	65/66	4471	72/73	5152	379	18
Ålåsen	63 52	14 37	450	6174	65/66	4970	72/73	5556	323	14
Sikåskälen	63 38	15 06	490	6140	65/66	4831	72/73	5395	314	18

Forts. TABELL 2

Stationsnamn	Lat		Long		H.ö.h	MAX	ÅR	MIN	ÅR	dd	dev	antal sä- songer
	o	'	o	'								
Hallviken	63	44	15	30	337	6245	65/66	4786	72/73	5402	345	17
Bispgården	63	01	16	41	165	6035	65/66	4488	72/73	5199	374	16
Krångede	63	09	16	11	170	5952	65/66	4429	72/73	5191	408	14
Storfinnforsen	63	36	16	08	250	6117	65/66	4553	72/73	5236	371	18
Junsele	63	42	16	51	210	6338	65/66	4805	72/73	5466	389	16
Viksbacken	63	03	17	45	6	6101	65/66	4512	72/73	5177	422	15
Forse	63	09	17	00	120	5851	65/66	4353	72/73	5037	363	18
Sollefteå	63	10	17	17	10	5886	65/66	4133	72/73	4908	430	16
Lännäs	63	10	17	40	30	5862	65/66	4368	72/73	5065	359	18
Tegelträsk	63	57	17	54	380	6212	65/66	5035	72/73	5590	315	18
Bredbyn	63	27	18	06	75	6054	65/66	4571	72/73	5271	398	15
Skagsudde	63	11	19	01	13	5502	65/66	3924	72/73	4706	410	15
Kasa	63	20	19	03	30	5684	65/66	4179	72/73	4868	347	18
Nordmaling	63	34	19	30	6	5748	65/66	4241	72/73	4950	351	18
Vännäs	63	54	19	43	87	6428	65/66	4647	72/73	5391	422	15
Sydostbrotten	63	20	20	11	24	5182	65/66	3767	74/75	4449	379	14
Holmögadd	63	36	20	46	6	5523	65/66	4030	72/73	4716	367	18
Umeå fpl	63	48	20	17	14	5815	65/66	4247	72/73	4999	400	15
Röbäcksdalen	63	49	20	15	10	5836	65/66	4231	72/73	4969	374	17
Umeå	63	50	20	17	10	5785	65/66	4185	72/73	4904	361	18
Björkede	64	03	12	57	451	6361	65/66	4929	72/73	5641	396	15
Munsvattnet	64	16	14	28	520	6622	65/66	5203	72/73	5862	348	18
Gäddede	64	30	14	08	321	6211	65/66	4768	72/73	5445	368	18
Korsselbränna	64	28	15	32	400	6448	65/66	5085	72/73	5565	336	15
Laxbacken	64	38	16	25	345	6723	65/66	5229	72/73	5885	377	18
Åsele	64	10	17	22	326	6510	65/66	4908	72/73	5625	359	18
Ulvoberg	64	46	17	13	520	6743	65/66	5388	72/73	5957	323	18
Fredrika	64	05	18	25	295	6704	65/66	5025	72/73	5778	421	15
Lycksele	64	35	18	39	234	6608	65/66	5001	72/73	5689	385	17
Hällnäs-Lund	64	16	19	38	520	6459	65/66	4901	72/73	5593	364	18
Lövsånger	64	22	21	20	21	5992	65/66	4383	74/75	5148	393	17
Bjuröklubb	64	29	21	35	36	5830	65/66	4309	74/75	5003	360	18
Klimpfjäll	65	04	14	48	560	6980	65/66	5464	72/73	6218	372	15
Hemavan	65	49	15	06	475	7125	65/66	5521	72/73	6306	417	15
Långvattnet	65	06	16	42	420	6867	65/66	5234	72/73	5926	383	18
Gunnarn	65	01	17	41	278	6819	65/66	5009	72/73	5816	417	18
Stensele	65	04	17	10	326	6736	65/66	5094	72/73	5800	389	18
Malåträsk	65	11	18	44	320	6853	65/66	5264	63/64	5906	415	17
Suddesjaur	65	54	19	06	342	7217	65/66	5489	72/73	6209	415	18
Fällfors	64	08	20	47	195	6225	65/66	4969	72/73	5535	314	18
Myrheden	65	18	20	13	250	6924	65/66	5454	72/73	6143	394	15

Forts. TABELL 2

Stationsnamn	Lat		Long		H.ö.h	MAX	ÅR	MIN	ÅR	dd	dev	antal sä- songer
	o	'	o	'								
Vidsel	65	52	20	08	180	6980	78/79	5155	72/73	5925	485	15
Piteå	65	19	21	28	6	6226	65/66	4567	74/75	5317	401	18
Boden	65	49	21	42	16	6290	65/66	4823	74/75	5497	355	17
Luleå fpl	65	33	22	08	17	6376	65/66	4721	74/75	5450	382	18
Luleå	65	37	22	06	5	6312	65/66	4779	74/75	5489	363	18
Högsön	65	54	22	27	8	6630	65/66	5020	74/75	5772	362	18
Orrbyn	65	57	22	06	15	6673	65/66	5090	74/75	5877	405	15
Haparanda	65	50	24	09	7	6523	65/66	4739	74/75	5587	400	18
Jäckvik	66	23	16	59	430	7546	65/66	5929	72/73	6594	399	18
Vuoggatjälme	66	34	16	21	500	7523	65/66	5940	72/73	6769	430	15
Arjeplog	66	02	17	52	428	7095	65/66	5620	72/73	6232	379	18
Kvikkjokk	66	57	17	45	332	7315	65/66	5779	63/64	6428	389	18
Jokkmokk	66	37	19	50	255	6904	65/66	5597	63/64	6176	367	18
Pålkem	66	23	21	36	261	6623	65/66	5350	74/75	5850	309	18
Nattavaara by	66	45	21	05	327	7108	65/66	5738	74/75	6378	347	16
Övertorneå	66	22	23	39	70	6692	65/66	5105	74/75	5827	381	16
Aktse	67	09	18	18	530	7254	65/66	6122	63/64	6574	292	18
Nikkaluokta	67	51	19	02	470	7877	65/66	6495	72/73	7093	385	15
Kiruna fpl	67	49	20	20	442	7592	65/66	6207	72/73	6693	339	18
Vittangi	67	41	21	37	250	7695	65/66	6070	74/75	6755	384	18
Kompelusvaara	67	05	22	14	240	6787	65/66	5444	74/75	6030	344	15
Lainio	67	46	22	21	325	7419	65/66	5959	74/75	6639	366	15
Pajala	67	12	23	25	168	7123	65/66	5482	74/75	6231	364	18
Muodoslompolo	67	57	23	28	240	7375	65/66	5825	74/75	6567	391	15
Naimakka	68	41	21	32	403	8062	65/66	6473	74/75	7084	399	15
Launavaara	68	03	22	00	360	7734	65/66	6202	74/75	6924	384	15
Karesuando	68	27	22	30	327	7934	65/66	6206	74/75	6859	398	18

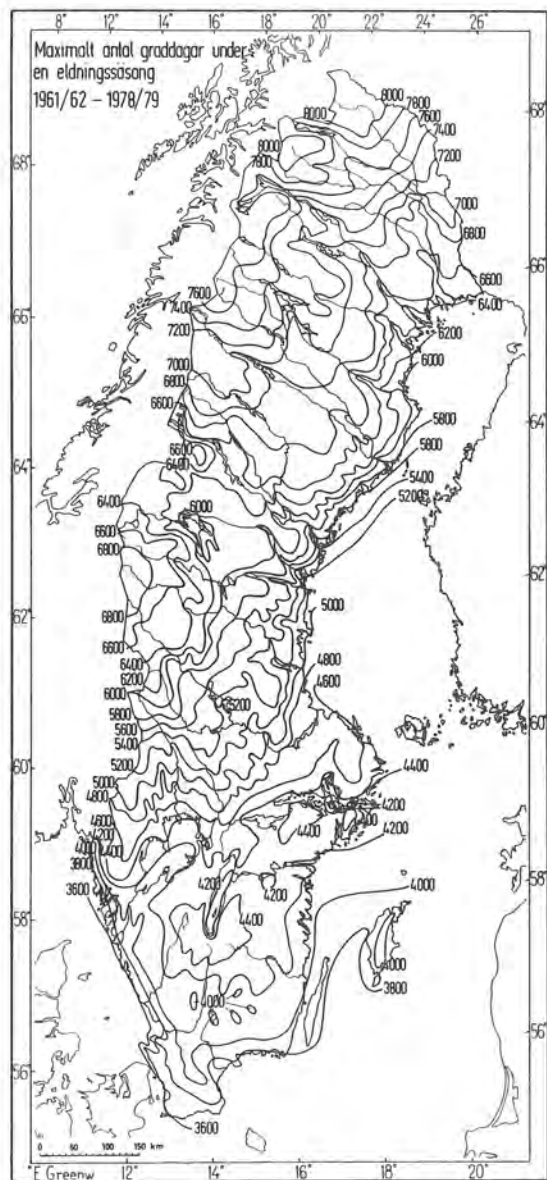
nya kartan visar mycket god överenskommelse. Av vad som sagts tidigare borde man vänta sig något högre värden på den nya kartan. Detta är också fallet men skillnaderna är inte så stora. I södra Sverige ligger medeltalen för den senare perioden 0-200 enheter högre, i norra Sverige 200-300 enheter högre. En ytlig jämförelse mellan de bägge kartorna kan ge intryck av att de är ganska olika. Orsaken är den att något olika analyseringsteknik använts. På kartan för perioden 1931-60 har isolinjerna ett utjämnat förlopp medan den här presenterade kartan har starkt vindlande isolinjer. Försök har nämligen gjorts att ta hänsyn till topografins och sjöarnas inverkan på temperaturen. Vilket analysförfarande som är mest korrekt kan diskuteras. Möjligen kan man invända mot att den analys-teknik, som använts för denna rapport, ger större detaljrikedom än stationstätheten egentligen medger. Det är dock inget fel att vid analys av fält försöka kompensera ett glest stationsnät med ett modelltänkande.

Kartorna över medelantal graddagar är naturligtvis i princip temperaturkartor, där isolinjerna är en form av isotermer. De är kartor över en slags "köldmängd" och temperaturförhållandena under den varma årstiden, då temperaturdifferenserna i latitudled är små, påverkar antalet graddagar mycket marginellt. Därför accentuerar graddagskartorna skillnaderna i temperaturlimat mellan nordliga och sydliga latituder.

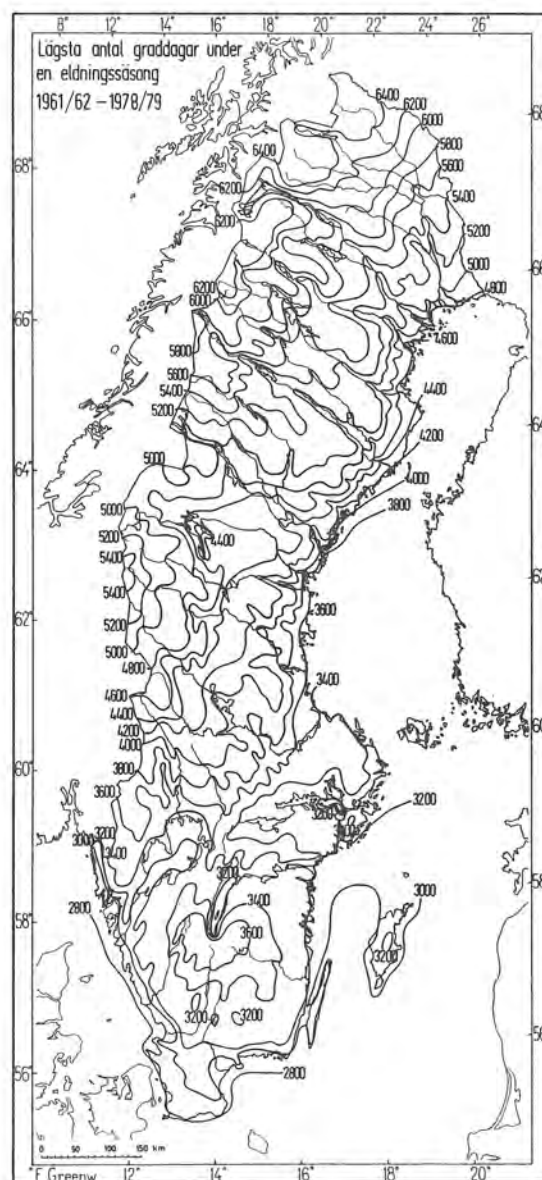
I tabell 2 redovisas koordinationerna för de stationer som ingått i undersökningen. Extremvärden jämte årtal, medeltal och standardavvikelse ges för medelantal graddagar under en hel säsong.

För att belysa variabiliteten mellan olika eldningssäsonger i antalet graddagar ytterligare, utöver vad som visats i figurerna 2, 3 och 4, har kartorna 10 och 11 framställts.

Figur 10 ger det maximala antalet graddagar som observerats under en säsong. Årtalen då detta inträffade har ej lagts in, men finns i tabell 2. I södra Sverige inträffade detta 1962/63, på vissa orter 1965/66. 1969/70 var också en säsong, som krävde mycket energi för husuppvärmning. Norr om ca 60°N var säsongen 1965/66 den i särklass kallaste. Kartan visar att medan västkustens kallaste säsong kom upp i ett graddagsantal på 3600 hade nordligaste Lappland ett mer än dubbelt (8000) så högt värde. Kartan över maximivärdena har i princip samma utseende som kartorna över medelförhållandena. Isolinjerna följer i stort kustlinjerna, sjöarna inverkar så att värdena blir lägre och urbana områden har lägre värden än intilliggande rurala delar.



Figur 10.
Maximalt antal graddagar under en eldningssäsong under perioden 1961/62--1978/79.



Figur 11.
Lägsta antalet graddagar under en eldningssäsong under perioden 1961/62--1978/79.

Liksom på tidigare kartor och isotermkartor ser man den maritima påverkan från Norska havet tack vare Jämtlands-passet som delar av Jämtland erhåller. Den maritima påverkan som t.ex Riksgränsområdet kan få vid vindar från sektorn SW-NW kommer fram dåligt på kartan pga avsaknad av temperaturserier av minst 15 års längd från platser i de västra fjälltrakterna.

Figur 11 (på sid 21), ger i stället graddagsvärden för den mildaste eldningssäsongen. Denna inträffade i Götaland 1974-75, i Svealand och södra Norrland 1972-73 och i norra Norrland 1974-75. Variationsbredden, dvs skillnaden mellan högsta och lägsta värden är, om den uttrycks i procent av medelvärdet ganska lika, ca 25%. Uttryckt i absoluta tal är variationsvidden dubbelt så stor i norra som i södra Sverige. Figur 11 är mycket lik figur 10, om man bortser från isolinjernas numrering.

Regressionsanalys

För att få medelantalet graddagar för en ort, som ej finns i tabell 2, kan man i stället för att interpolera ett värde ur kartan på sid 12 bestämma en ekv. som ger det önskade värdet.

Det är ganska uppenbart från de presenterade graddagskartorna att antalet graddagar för en plats till övervägande del bestämmas av latitud, höjd över havet och avstånd till kust eller större insjö. Man bör kunna få ett ganska hyggligt värde på antalet graddagar genom att uttrycka dem som av lineär funktion av de ovan nämnda variablarna. Formelmässigt skulle man kunna pröva följande uttryck.

$$dd = a + b\varphi + c \cdot h + d \cdot r + \xi$$

dd är medelantal graddagar under eldningssäsongen. φ är latitud, h är höjd över havet, r är närmaste avstånd till kust eller "större insjö". ξ är residualen eller felet i skattningen. a, b, c, d är koefficienter, som bestäms enligt vanlig regressionsteknik och storleken på ξ kan också bestämmas. Med "större insjö" avses i denna rapport endast Vänern och Vättern. Men även mindre sjöar påverkar temperaturförhållandena och därmed antalet graddagar. En negativt värde på ξ bör erhållas om platsen ligger nära en mindre sjö, om orten ligger i urbant område eller på sydsidan av en sluttning. Positiva ξ -värden bör erhållas för orter med hög frekvens av temperaturinversionsfall.

Regressionsekvationen skrevs på följande form:

$$\hat{dd} = a + b (\varphi - 5000) + c \cdot h + d \cdot r$$

där φ är latituden uttryckt i 100-dels grader,
h är höjden i m och r är avståndet i km.

Vid analysen beräknades enkla korrelationer,
partiella korrelationer, multipel korrelation,
regressionskoefficienter samt residulvarians.

Det material som studerats med regressionsteknik
är alltså medelvärden av antalet graddagar.

Analysen delades upp i tre omgångar. En analys
gjordes där samtliga stationer i landet slogs
samman, en där stationer söder om 60°N bildade en
grupp och slutligen en analys för mellersta och
norra Sverige.

a) Analyser avseende hela landet

Följande statistiska parametrar är av intresse.

$$s_0^2 = \text{totala variansen hos } dd = 908.971 \text{ (graddagar)}^2.$$

$$r_{01} = \text{korrelationen mellan } dd \text{ och } \varphi = 0.952$$

$$r_{01}^2 = 0.907, \text{ vilket säger att } 90.7 \text{ av variansen hos} \\ \text{antalet graddagar kan förklaras av latitud-} \\ \text{beroendet}$$

$$r_{02} = \text{korrelationen mellan } dd \text{ och } h = 0.710$$

$$r_{02}^2 = 0.504, \text{ vilket säger att } 50.4\% \text{ av variansen hos} \\ \text{antalet graddagar kan förklaras av höjdbero-} \\ \text{endet}$$

$$r_{03} = \text{korrelationen mellan } dd \text{ och } r = 0.725$$

$$r_{03}^2 = 0.526, \text{ dvs } 52.6\% \text{ kan förklaras av avståndet} \\ \text{till större vattenyta.}$$

Även korrelationerna r_{12} , r_{13} och r_{23} kan vara av
visst intresse.

De är samtliga positiva och korrelationen mellan
h.ö.h och avstånd till kust eller stor insjö är hög.

Följande värden erhöles:

$$r_{12} = 0.519 \quad r_{13} = 0.545 \quad r_{23} = 0.869$$

Vissa partiella korrelationskoefficienter redovisas.
 $r_{01.2} = 0.9699$ ger sambandet mellan dd och φ , när den
 lineära effekten av h har eliminerats
 $r_{01.3} = 0.9650$ ger sambandet mellan dd och φ , när den
 lineära effekten av r har eliminerats
 $r_{01.23} = 0.9720$ ger korrelationen mellan dd och φ , när
 lineära effekten av både h och r har eliminerats.

Av större intresse är dock den multipla korrelationskoefficienten $r_{0.123}$ som erhöles till 0.988, dvs 97.6% av variansen hos dd kan förklaras med hjälp av de tre variablerna φ , h och r . Trots den höga totala korrelationen blir standardavvikelsen hos residualen, s_{ξ} , så stor som 291 graddagar eftersom restvariansen är 84542. Regressionsekvationen gällande hela landet blir:

$$\hat{dd} = 1786 + 2.252 (\varphi - 5000) + 1.611 \cdot h + 1.969 r \quad (1)$$

En bättre precision borde uppnås om man delar in landet i delområden.

b) Analys avseende södra Sverige

Samma statistiska parametrar ges som i föregående avdelning.

$$s_0^2 = 135394 \text{ (graddagar)}^2 \quad s_0 = 367.96$$

$$r_{01} = 0.794 \quad r_{01}^2 = 0.630$$

$$r_{02} = 0.580 \quad r_{02}^2 = 0.336$$

$$r_{03} = 0.768 \quad r_{03}^2 = 0.590$$

$$r_{12} = 0.123 \quad r_{13} = 0.417 \quad r_{23} = 0.698$$

$$r_{01.2} = 0.8938 \quad r_{01.3} = 0.813$$

$$r_{01.23} = 0.872$$

$$R_{0.123} = 0.950 \quad R_{0.123}^2 = 0.903$$

$$s_{\xi} = 115 \text{ graddagar} \quad s_{\xi}^2 = 13197 \text{ (graddagar)}^2$$

$$\hat{dd} = 2138 + 1.758 (\varphi - 5000) + 1.440 h + 2.507 r \quad (2)$$

Trots att man alltså får en lägre total korrelation (0.95) för södra Sverige än då samtliga stationer för hela landet slogs samman, vinner man i noggrannhet genom att bilda en regressionskvation för ett mindre område. Standardavvikelsen hos residualen sjönk till 115 graddagar från 291.

När man ser på isolinjerna för södra Sverige i figur 5 blir man något förvånad att det går att beskriva detta mönster så pass bra med en lineär kombination av tre variabler. Det finns en hel del irregulariteter t.ex inverkan av sjöarna Mälaren, Hjälmarén, Bolmen m.fl Bråviken m.m. som ej tas hänsyn till av de tre oberoende variablerna (deskriptorerna).

c) Analys avseende mellersta och norra Sverige

$$s_0^2 = 453853 \text{ (graddagar)}^2 \quad s_0 = 673687$$

$$r_{01} = 0.846 \quad r_{01}^2 = 0.716$$

$$r_{02} = 0.624 \quad r_{02}^2 = 0.389$$

$$r_{03} = 0.639 \quad r_{03}^2 = 0.409$$

$$r_{12} = 0.210 \quad r_{13} = 0.226 \quad r_{23} = 0.883$$

$$r_{01 \cdot 2} = 0.936 \quad r_{01 \cdot 3} = 0.937$$

$$r_{01 \cdot 23} = 0.946$$

$$R_{0 \cdot 123} = 0.984 \quad R_{0 \cdot 123}^2 = 0.970$$

$$s_\xi = 116 \quad s_\xi^2 = 13570$$

$$\hat{dd} = 1520 + 2.475 (\varphi - 5000) + 0.8761 h + 2.245 r \quad (3)$$

Ekvation 3 ger alltså samma precision för mellersta och norra Sverige som ekvation 2 ger för södra Sverige. Ekvation 1 bör inte användas trots det höga värdet på den multipla korrelationskoefficienten.

I VVS-handboken sätter man likhetstecken mellan specifika värmebehovet och graddagar. Specifika värmebehovet definieras som summan räknat över bränslesäsongen av temperaturdifferensen mellan inner- och ytter-temperaturen multiplicerat med tiden under vilken temperaturdifferensen råder. Mellan årsmedeltemperaturen och antalet graddagar vid uppvärmning till 17°C anges följande empiriska samband.

$$dd = 5930 - 364 T_m \pm 100 \quad (4)$$

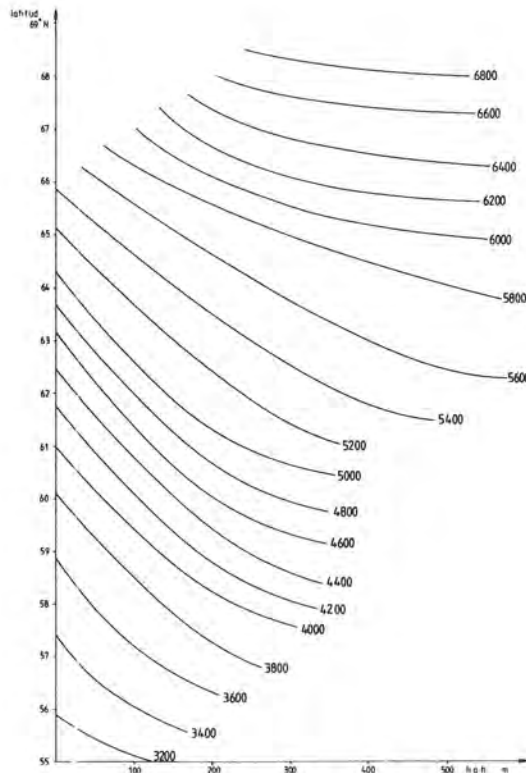
där T_m är årsmedeltemperaturen för orten i °C.

Detta samband har prövats för 10 orter och redovisas i tabell 3. Man ser här av det lilla stickprovet att man får goda skattningar av antalet graddagar, om ortens årsmedeltemperatur är känd. Är så ej fallet kan man antingen använda formel 2 resp 3 eller interpolera ett värde ur kartan på sid 12.

Den konstanta termen i ekv. 4 har bestämts för tidsperioden 1931-60. Differensen i tabell 3 tyder på att man för perioden 1961-79 i stället bör använda värdet 5980.

Grafisk framställning av samband mellan graddagar och beroende variabler.

Det är ej möjligt att i ett tvådimensionellt diagram framställa sambandet mellan en beroende och tre oberoende variabler. I figur 12 har sambandet mellan antalet graddagar och latitud samt höjd över havet redovisats. I figur 13 är i stället latitud och avståndet till kust eller större insjö avsatt på y- resp x-axeln och isolinjer för samma graddagsantal har dragits. Det är ganska svårt att i dessa diagram på ett korrekt sätt dra isolinjer för samma antal graddagar. Figurerna antyder att sambanden inte är lineära och att sambanden för norra Sverige ej är desamma som i södra Sverige. Pga osäkerheten i analyserna av dessa båda diagram bör man dock inte lägga alltför mycket vikt vid isolinjernas krökning eller den varierande gradienten inom olika delar av diagrammen.

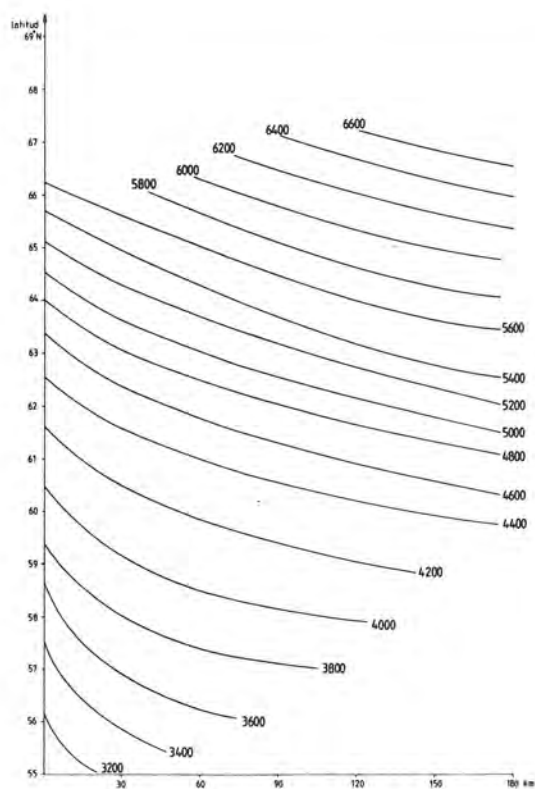


Figur 12.
Medelantal graddagar som funktion av latitud och höjd över havet.

Tabell 3

Antal graddagar beräknade från empiriskt samband och från dagliga observationer.

Station	Årsmedel- temp 61-79	dd enl. emp formel	dd från dagl värden	Diff
Malmö	7.9	3054	3105	+ 51
Växjö	6.3	3637	3653	+ 16
Karlstad	5.7	3855	3910	+ 55
Stockholm	6.6	3528	3646	+ 118
Falun	4.2	4401	4451	+ 50
Härnösand	3.9	4510	4496	- 14
Östersund	2.5	5020	5022	+ 2
Piteå	1.9	5238	5317	+ 79
Haparanda	1.1	5530	5587	+ 57
Kiruna	- 1.8	6585	6693	+ 108



Figur 13.

Medelantal graddagar som funktion av latitud och avstånd till kust eller "större insjö".

Referenser

- Bolin, B Energi och klimat.
Sekreteriatet för framtids-
studier.
Energipolitisk delegationen
Stockholm 1975
- Eriksson, B Noggrannheten vid beräkning
av dygnsmedeltemperaturer.
Meddelande nr 4 från SMHI
Klimatbyrån
Norrköping 1980
- Lagerstedt, E Normalårets graddagar.
VVS-teknisk tidskrift 1961
s. 127-128
VVS-teknisk tidskrift 1964
s. 171-174
- Leduc, R & Won, Th. K A heat-less index incorpo-
rating solar, temperature,
wind and cloud effects.
Energy and buildings, 2,
s. 191-195 (1979)
- Lundström, E Muntligt meddelande, ännu
ej publicerade resultat.
- VVS-Handboken s. 53-54
Stockholm 1963

SMHI Rapporter, METEOROLOGI OCH KLIMATOLOGI (RMK)

- Nr 1 Thompson, T, Udin, I och Omstedt, A:
Sea surface temperatures in waters surrounding Sweden (1974)
- Nr 2 Bodin, S:
Development on an unsteady atmospheric boundary layer model (1974)
- Nr 3 Moen, L:
A multi-level quasi-geostrophic model for short range weather predictions (1975)
- Nr 4 Holmström, I:
Optimization of atmospheric models (1976)
- Nr 5 Collins, W G:
A parameterization model for calculation of vertical fluxes of momentum due to terrain induced gravity waves (1976)
- Nr 6 Nyberg, A:
On transport of sulphur over the North Atlantic (1976)
- Nr 7 Lundqvist, J-E och Udin, I:
Ice accretion on ships with special emphasis on Baltic conditions (1977)
- Nr 8 Eriksson, B:
Den dagliga och årliga variationen av temperatur, fuktighet och vindhastighet vid några orter i Sverige (1977)
- Nr 9 Holmström, I och Stokes, J:
Statistical forecasting of sea level changes in the Baltic (1978)
- Nr 10 Omstedt, A och Sahlberg, J:
Some results from a joint Swedish-Finnish Sea Ice Experiment, March, 1977 (1978)
- Nr 11 Haag, T:
Byggnadsindustrins väderberoende, seminarieuppsats i företagsekonomi, B-nivå (1978)
- Nr 12 Eriksson, B:
Vegetationsperioden i Sverige beräknad från temperatur-observationer (1978)
- Nr 13 Bodin, S:
En numerisk prognosmodell för det atmosfäriska gränsskiktet grundad på den turbulenta energiekvationen (1979)
- Nr 14 Eriksson, B:
Temperaturfluktuationer under senaste 100 åren (1979)
- Nr 15 Udin, I och Mattisson, I:
Havsis- och snöinformation ur datorbearbetade satellitdata - en metodstudie (1979)

- Nr 16 Eriksson, B:
Statistisk analys av nederbördsdata. Del I. Arealnederbörd (1979)
- Nr 17 Eriksson, B:
Statistisk analys av nederbördsdata. Del II. Frekvensanalys
av månadsnederbörd (1980)
- Nr 18 Eriksson, B:
Årsmedelvärden (1931-60) av nederbörd, avdunstning och av-
rinning (1980)
- Nr 19 Omstedt, A:
A sensitivity analysis of steady, free floating ice (1980)
- Nr 20 Persson, C och Omstedt, G:
En modell för beräkning av luftföroreningars spridning och
deposition på mesoskala (1980)
- Nr 21 Jansson, D:
Studier av temperaturinversioner och vertikal vindskjuvning
vid Sundsvall/Härnösands flygplats (1980)
- Nr 22 Sahlberg, J and Törnevik, H:
A study of the large scale cooling in the Bay of Bothnia (1980)
- Nr 23 Hårsmar, P-O:
Boundary layer measurements at Klockrike. Oct 1977. (1980)
- Nr 24 Bringfelt, B:
A comparison of forest evapotranspiration determined by some
independent methods (1980)
- Nr 25 Bodin, S and Fredriksson, U:
Uncertainty in wind forecasting for wind power networks
(1980)
- Nr 26 Eriksson, B:
Graddagsstatistik för Sverige (1980)

