

NORMALVÄRDEN FÖR PERIODEN 1961 - 1990

AV

GLOBALSTRÅLNING OCH SOLSKENSTID

I SVERIGE

Weine Josefsson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD

SAMMANFATTNING

SUMMARY

1	INTRODUKTION	1
2	GLOBALSTRÅLNING	2
2.1	Ursprungsdata och metodik	2
2.2	Kvotmetoden	4
2.3	Linjär regression	4
2.4	Generella problem	5
2.4.1	Speciella problem stationsvis	5
2.5	Onoggrannhet i normalvärdena	7
2.6	Resultat globalstrålning	10
3	SOLSKENSTID	12
3.1	Ursprungsdata och metodik	12
3.2	Generella problem	15
3.3	Speciella problem stationsvis	16
3.4	Resultat solskenstid	19
4	REFERENSER OCH TIDIGARE PUBLIKATIONER	21
APPENDIX	DATAFILERNA	22

FÖRORD

Denna rapport är tänkt att sammanfatta de metoder och lite av de tankar som ligger bakom de referensvärden som avses gälla för normalperioden 1961-1990. Många svårigheter berörs knappast alls och allt arbete som ligger bakom de mätningar som representeras av de två slutliga tabellernas siffror är värda en stunds eftertanke. Jag vill därför rikta ett tack till alla de personer som genom decennierna har skött de olika stationerna, bytt registreringremsor varje dag, borstat bort snö och rimfrost och till de personer som utvärderat och sammanställt mätresultaten.

Weine Josefsson

SAMMANFATTNING

Månadsmedelvärden av globalstrålning och solskenstid för standard normalperioden 1961-1990 ges för ett antal stationer. Metoden att hänföra mätningarna till en gemensam period samt några av de problem som finns beskrivs översiktligt. Fördelningen över Sverige av årsvärdet för de bägge variablerna presenteras med isolinjekartor.

SUMMARY

Monthly average values of global radiation and sunshine duration for the standard normal period 1961-1990 are computed and tabulated for a set of Swedish stations. The method of referring the values to the common period is described as well as some of the problems and errors. The spatial distribution of yearly sums of the two variables is shown by isolines in two maps over Sweden.

1 INTRODUKTION

Mätningar av solskenstid och globalstrålning har utförts under en lång tid i Sverige och i huvudsak av SMHI, som regelbundet publicerar flertalet månads- och årsvärden i månatliga och årliga publikationer, SMHI (1922-1980), SMHI (1981-1983) och SMHI (1984-). Månadsvärden till och med 1986 från dessa mätningar finns sammanställda i Josefsson (1987).

Karteringar av globalstrålning eller solskenstid har tidigare publicerats av Hamberg (1908), Aurén (1939), Lindholm (1955), Wallén (1966) och Josefsson (1987). I denna rapport finns månadsmedelvärden för ett antal mätplatser sammanställda. Eftersom klimatet varierar har de hänförs till en gemensam period, vilken benämns standardnormalperioden 1961-1990. Detta för att strålningsklimatet skall kunna jämföras mellan olika svenska orter och även med platser i andra länder. Man bör observera att variationen i medelvärdena mellan olika normalperioder ofta är lika stora som variationerna mellan värdena för stationerna. Därför är det viktigt att vara observant på vilken period som använts för att beräkna respektive medelvärde.

När det gäller solskenstiden så kan mätmetoden variera dels mellan olika tidsperioder och dels mellan olika länder. Därför bör jämförelser mellan olika länders mätningar av solskenstid behandlas med stor skepsis eftersom värdena kan ha erhållits på olika sätt.

I föreliggande rapport sammanfattas de metoder som använts för att erhålla de tabellerade medelvärdena för solskenstid och globalstrålning. Något berörs även de felkällor och den osäkerhet som finns i värdena. Dokumentationen är förhoppningsvis till glädje för framtida bearbetningar av motsvarande data.

2 GLOBALSTRÅLNING

2.1 Ursprungsdata och metodik

Nästan alla stationer som varit i drift under perioden har använts i den preliminära bearbetningen. I den slutliga sammanställningen har endast de stationer inkluderats som är i drift 1991 eller vilka har en lång mätserie. De värden som använts är månadsvärden. Dessa finns upplagda på stationsunika filer i VAXmiljön, se Appendix. Den slutliga bearbetningen har dröjt eftersom strålningsdata för perioden 1983-1989 har reviderats. Detta visade sig vara ett tidsödande arbete som inte blev slutfört förrän under slutet av 1992.

Ett litet program användes för att lista månadsvärdena och kontrollera deras summa mot årssumman finns. En fullständig uppsättning månadsvärden för den sökta perioden har erhållits genom jämförelse med en eller flera referensstationer. I flertalet fall har kvotmetoden använts och i några fall har linjär regression emot uppmätt solskenstid använts. Det kompletterade datasetet lades upp på arbetsfiler.

En fördel med fördröjningen av arbetet blev att både kvotmetoden och den linjära regressionsmetoden kunde inkludera mätdata från 1991 och delar av 1992. Detta medförde en något säkrare bestämning av korrektionerna speciellt för stationer med korta mätserier.

Till sist beräknades medelvärden för normalperioden 1961 - 1990 och för de stationer som kompletterats. För stationer med korta mätserier, som tagits med i den slutliga sammanställningen, är värdena osäkra. Därför har uppenbart avvikande värden korrigerats och alla värden rundats av.

För de stationer som har en komplett uppsättning månadsvärden så har dessa använts för att bestämma medelvärdena för perioden. Värdena är naturligtvis givna i samma sort och de är även hänfödda till den internationella strålningsreferensen 'World Radiometric Reference' (WRR). Härutöver har inga korrektioner anbringats.

I flera fall har det inte gått att uppbringa någon lämplig referensstation. Den metod som då har använts har varit att skapa en fiktiv referensserie. Detta har skett genom att slå ihop några serier eller genom att använda en nästan komplett station sedan den har fyllts ut med hjälp av kvotmetoden eller genom en blandning av dessa metoder. På detta sätt har två fiktiva referenser skapats nämligen Skane och Uppland. Genom att slå ihop Svalöv och Lund, med förtur för Lund under de år då båda stationerna mätte samtidigt, erhöles serien Skane. Uppland är lika med Ultunaserien kompletterad med kvotmetoden för åren 1961 och 1962, där Stockholm har varit referens.

Tabell 2.1 Stationer med globalstrålning som studerats. De som tagits med i den slutliga sammanställningen över normalperioden 1961 - 1990 har strukits under. Den referens station och den metod som använts anges. Kvotmetoden=KVOT, linjär regression= L.R., sol står för solskenstid och utj. för utjämnade värden. Antalet mätår under standardnormalperioden och under vilken period stationen varit i drift anges också.

STATION	REF STATION	METOD	ANT. ÅR	MÄTPERIOD 61-90
<u>Kiruna</u>	Luleå	KVOT	28.8	1961 - 1990
<u>Luleå</u>	Luleå	L.R. sol	29.5	61 - 90
Gunnarn	Kiruna	KVOT	3.5	83 - 86
<u>Östersund</u>	KOMPLETT		30	61 - 90
<u>Umeå</u>	Östersund	KVOT	29.6	61 - 90
<u>Borlänge</u>	Uppland.fik	utj. KVOT	3.6	87 - 90
<u>Ultuna</u>	Stockholm	KVOT	29	63 - 90
<u>Erken</u>	Uppland.fik	KVOT	18	61 - 83
<u>Stockholm</u>	KOMPLETT		30	61 - 90
Studsvik	Stockholm	KVOT	5	61 - 66
<u>Karlstad</u>	KOMPLETT		30	61 - 90
<u>Norrköping</u>	Norrköping	L.R. sol	15.3	75 - 90
<u>Visby</u>	KOMPLETT		30	61 - 90
<u>Torslanda</u>	Vinga	L.R. sol	16.8	61 - 77
<u>Göteborg</u>	Vinga	L.R. sol	8	83 - 90
<u>Landvetter</u>	Göteborg/Vinga	utj. KVOT	12.8	77 - 90
<u>Växjö</u>	Skane.fik	KVOT	8	83 - 90
<u>Svalöv</u>	Skane.fik	KVOT	24	61 - 84
<u>Lund</u>	Skane.fik	KVOT	8	83 - 90
Bulltofta	Skane.fik	KVOT	6.5	66 - 72
Sturup	Skane.fik	KVOT	11	73 - 83

2.2 Kvotmetoden

Kvotmetoden har applicerats på följande vis för en station som inte har varit komplett. Vanligen används en station till referens. Den bör ligga så nära som möjligt och ha ett strålningsklimat som är så likt som möjligt. Referensens mätserie skall dels ha en överlappning med stationen som skall kompletteras och dels skall den helst innehålla alla saknade år och månader. Mer om detta problem nedan. Det ideala är alltså att ha en referens med en fullständig dataserie, vilken täcker hela perioden, som tex Karlstad. För alla månader med samtidiga mätningar summeras nu globalstrålningen månadsvis. Därefter beräknas kvoten, q_i , för varje månad i . För att erhålla värden för de saknade månaderna så multipliceras referensstationens motsvarande månadsvärden med kvoten för respektive månad.

$$q_{m\dot{U}_i} = \frac{\sum_{\dot{U}_r=a}^b G_{stm\dot{U}_i\dot{U}_r}}{\sum_{\dot{U}_r=a}^b G_{refm\dot{U}_i\dot{U}_r}}$$

Kvotmetoden är en mycket enkel och grov metod. För serier med få saknade år medför den inga större fel. Däremot kommer stationer med kortare serier att erhålla periodmedelvärden som sannolikt är behäftade med i detta sammanhang alldeles för stora fel, se nedan.

2.3 Linjär regression

Det stora problemet vid komplettering är avsaknaden av redundans i stationsnätet. Det är också alldeles för gles mellan stationerna för att tillåta tex interpolering med någorlunda noggrannhet ens för månadsvärden. Kvotmetoden är en form av extrapolering av långtidsmedelvärden. Ofta förekommer emellertid en samtidig mätning av globalstrålning och solskenstid. Tyvärr startar och slutar dessa mätningar samtidigt i de flesta fall och denna redundans kan inte användas för komplettering av mätserien utan enbart för eventuell interpolering av mätavbrott. Två undantag finns där metoden med linjär regression mellan globalstrålning och solskenstid bedömdes som en bättre metod än kvotmetoden. Dessa stationer är Luleå och Norrköping.

Den linjära regressionen har beräknats för en månad i taget och för den period då båda mätningarna varit tillgängliga. Den erhållna relationen har därefter applicerats på den period då enbart solskenstiden varit tillgänglig.

Linjär regression mellan globalstrålning uppmätt på en station och motsvarande referensstation har också testats. Regressionen ger värden som i stort sammanfaller med motsvarande värden erhållna med kvotmetoden. Det visar sig också att regressionskoefficienterna inte varierar monotont mellan konsekutiva månader utan ofta företer en viss hoppighet. Huruvida detta överensstämmer med en reell variation i strålningsklimatet eller är en följd av fel i indata eller bristande korrelation mellan mätningarna är svårt att avgöra. Den stundtals låga korrelationskoefficienten tyder på den senare orsaken.

2.4 Generella problem

Eftersom perioden omfattar hela trettio år har det hunnit hända en hel del. Flera stationer har varit i drift så gott som hela denna period och har varit med om både flyttningar och ändringar i mätsystem och personal.

Väsentliga och kända flyttningar anges nedan för varje station. Problem och felkällor orsakade av mätsystem, kalibreringar och instrument berörs endast översiktligt. För ett antal av SMHI's stationer byttes instrument och infördes ett nytt mätsystem från och med 1983. En kortfattad beskrivning av dessa och av de viktigaste felkällorna gjordes av Josefsson (1987). Notera att inga korrekationer har införts för att ta hänsyn till eventuella skillnader mellan det tidigare och det nuvarande mätsystemet. Detta beror på att skillnaderna inte är entydiga och att storleken på en eventuell korrektion beror av flera faktorer och därför skulle kräva ett omfattande arbete, vilket varken ekonomin eller tiden medger.

2.4.1 Speciella problem stationsvis

Kiruna: Nästan komplett, vintervärden före 1983 behäftade med relativt stora fel men små i absoluta tal. Detta gäller så gott som alla stationer under vinterhalvåret. I övrigt inga speciella problem.

Luleå: Nästan komplett serie, se Kiruna.

Gunnarn: En kort serie och därmed osäker.

Östersund: Komplet serie, se Kiruna.

Umeå: Nästan komplett serie, se Kiruna.

Borlänge: Mycket kort serie och därmed synnerligen osäker. Referensvärdena har utjämnats och avrundats.

Ultuna: Nästan komplett serie och en välskött station som drivs av Sveriges lantbruksuniversitet.

Erken: Många avbrott och tidvis dåligt skött.

Stockholm: Komplet serie, men stationen har flyttat två gånger under perioden. Från 1961 till 1975 låg den vid SMHI på Kungsholmen, därefter gjordes mätningarna vid Bromma och från och med 1983 görs mätningarna vid KTH. Detta inför naturligtvis osäkerheter i data.

Studsвик: En kort serie och därmed osäker.

Karlstad: Komplet serie.

Norrköping: Omfattar endast halva perioden, men av god kvalitet.

Visby: Komplet serie. Stationen har flyttat kortare sträckor.

Torslanda: Omfattar lite drygt halva perioden. Tillsammans med stationerna Göteborg och Landvetter täcker den hela den aktuella perioden, men eftersom strålningsgradienten är stor i detta område kan de tyvärr inte sammanfogas till en serie. Torslanda och Göteborgsstationen har därför relateras till en gemensam referens, Vinga (solskenstid).

Göteborg: En åttaårig serie av god kvalitet. För komplettering har stationen relateras till Vinga (solskenstid).

Landvetter: En i och för sig ganska lång serie men med några luckor och tidvis svårbedömd kvalitet. Landvetter har relaterats till Göteborg som kompletterats med Vinga. Detta för att erhålla värden som visar skillnaden i strålningsklimat mellan dessa stationer. Eftersom mätningarna vid denna station är av lägre kvalitet har de erhållna kvoterna utjämnats och månadsmedelvärdena avrundats.

Växjö: En åttaårig serie av god kvalitet. Stationen har en intressant placering jämfört med de övriga i södra Sverige.

Svalöv: Den hitintills längsta mätserien i södra Sverige. Den geografiska närheten till Lund gör att dessa två stationer kompletterar varandra.

Lund: En bra åttaårig serie. Se Svalöv.

Bulltofta: Något kort men användbar serie.

Sturup: En elvaårig serie.

2.5 Onoggrannhet i normalvärdena

Kvotmetoden är inte en perfekt metod utan medför att vissa osäkerheter introduceras i normalvärdena. Trots detta överväger fördelen med metoden nämligen att erhålla sinsemellan jämförbara värden.

Det följande får visa på storleksordningen av den onoggrannhet som metoden i sig medför. Genom att beräkna kvoter, q , mellan enskilda månadsvärden av globalstrålning för två stationer och för månaden, i , så kan dels långtidsmedelvärdet, q_i , och dels standardavvikelsen, s_i , för enskilda värdena erhållas. Med dessa värden som utgångspunkt kan man erhålla en uppfattning av hur stor inverkan som erhålles på normalvärdena om en eller flera saknade månader uppskattas med kvotmetoden. Om man förutsätter att de enskilda kvoterna är någorlunda normalfördelade kring medelvärdet så ger standardavvikelsen en möjlighet att uppskatta onoggrannheten i kvoten för den period som skall kompletteras. Uppskattade värden på standardavvikelsen för kvoterna, s_q , en sommarmånad är cirka 5-10% och för en vintermånad 10-15%. I norra Norrland är dessa värden större under vintern beroende på de små absoluta talen som bildar kvoterna.

Med en signifikans på 5% ligger värdet av en kvot, $q(n)$, för en period omfattande n värden inom konfidensintervallet C_{int} .

$$C_{int} = \pm t_{0.025} * s_q / \sqrt{(n-1)} \quad 2.5.1$$

där t är Student's t . Felet kommer in i beräkningen av normalvärdena två gånger. Första gången det sker är när kvoterna för den gemensamma delen av normalperioden bestäms. Då motsvarar n , i ekvationen ovan, antalet gemensamma månader, n_{gem} . Andra gången är när kvoten appliceras på den saknade delen av normalperioden. I detta fallet motsvarar n antalet saknade månader, n_{sak} .

Summan av dessa onoggrannheter fortplantar sig till normalvärdet, som avser en 30-årsperiod, med faktorn $n_{sak}/30$, dvs feluppskattningen kan skrivas som

$$\Delta q_{per} \approx (\Delta q_{sak} + \Delta q_{gem}) * n_{sak}/30 \quad 2.5.2$$

Eftersom kvoterna mellan två relativt sett närbelägna stationer i allmänhet är mycket nära 1 innebär det att Δq_{per} är en uppskattning av det relativa felet i normalvärdet av globalstrålning.

Tabell 2.5.1 Ett exempel: Antag signifikansnivån 5%, standardavvikelsen 0.10 och att Δq maximalt kan vara 30%. Detta är inte sant men gäller rimligtvis för de flesta månader och stationspar som använts vid framtagandet av periodnormalvärden för globalstrålning; undantag Norrland under vintern.

ANTAL ÅR	$t_{0.025}$	Δq (%)
1	∞	30.0
5	2.776	12.4
15	2.145	5.5
20	2.086	4.7
25	2.060	4.1
29	2.048	3.8

För att gå vidare och se vad detta innebär för normalvärdet antag att referensstationen har en komplettserie med exakt 30 års data och att stationen som skall kompletteras har n_{gem} år med data. Följande tabell kan sammanställas med hjälp av den föregående.

Tabell 2.5.2 Antalet gemensamma månader för den aktuella stationen och den använda referensstationen n_{gem} och antalet i perioden saknade månader n_{sak} . Osäkerheten i kvoterna för den gemensamma respektive saknade perioden Δq_{gem} och Δq_{sak} . Den resulterande osäkerheten i periodmedelvärdet blir då Δq_{per} .

n_{gem}	n_{sak}	Δq_{gem} (%)	Δq_{sak} (%)	Δq_{per} (%)
29	1	3.8	~30	1.1
25	5	4.1	12.4	2.8
20	10	4.7	6.5	3.7
15	15	5.5	5.5	5.5
10	20	6.5	4.7	7.5
5	25	12.4	4.1	13.8
1	29	~30	3.8	32.7

Det ovanstående resonemanget kan synas en aning teoretiskt men det viktiga är att notera storleksordningen i den högra kolumnen i Tabell 2.5.2. Fastän värdena är baserade på antaganden visar de tydligt det olämpliga i att rent mekaniskt beräkna normalvärden för stationer med korta mätserier, $n < 10$, eftersom osäkerheten i de kompletterade medelvärdena kan bli större än 10%. Normalvärden baserade på korta mätserier skall därför behandlas med försiktighet.

Den naturliga variationen hos solstrålningen är betydande. Detta innebär att medelvärdet över en viss period kan avvika betydligt från medelvärdet för en annan period trots att samma station avses. Ett mått på denna variabilitet i tiden ges av standardavvikelsen, SD, i tabell 2.5.3. Lundaserien är något kort vilket visar sig i några avvikande värden. Ett mått på standardavvikelsen, $SD_i(n)$, för medelvärden över längre perioder, innehållande n värden, uppskattas enligt

$$SD_i(n) = SD_i / \sqrt{n} \quad 2.5.3$$

För en 30-årsperiod erhålls under vintern en standardavvikelse i medelvärdet på cirka 5-8% och för sommaren cirka 2-3%. För medelårsvärdet över 30 år gäller en uppskattad standardavvikelse på cirka 1%. Dessa tal kan jämföras med ovannämnda osäkerheter introducerade genom de metoder som använts för att hänföra värden till en gemensam period.

Dessutom bör mätonoggrannheten beaktas. En grov skattning ger att före 1983 var mätonoggrannheten för månadsvärden under midvintern inte mindre än $\pm 5\%$ och cirka $\pm 3\%$ under sommarhalvåret. Efter 1983 är onoggrannheten något mindre än nämnda värden. Enskilda årsvärden har sannolikt en onoggrannhet på cirka $\pm 2\%$. Beroende på små absoluta värden under vintern uppvisar de nordligaste mätplatserna mycket större relativ mätonoggrannhet. Långtidsmedelvärden över 30 år har naturligtvis en mindre onoggrannhet eftersom de slumpmässiga felen delvis tar ut varandra. Emellertid förekommer systematiska fel och därför reduceras onoggrannheten uppskattningsvis endast till hälften av de ovan givna värdena för enskilda månads- och årsvärden.

Tabell 2.5.3 Standardavvikelsen (%) hos globalstrålningen (G) och solskenstiden (S) för månads- och årsvärden för ett antal stationer och angiven mätperiod.

Station	Luleå		Umeå		Karlstad		Visby		Lund	
Antal år	31 år		23 år		35 år		35 år		10 år	
Variabel	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S
Månad	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Jan	30.3	59.1	23.0	45.1	25.7	46.0	19.2	50.5	26.7	55.9
Feb	17.5	26.5	17.3	33.6	22.1	38.2	17.2	40.4	26.9	50.5
Mar	16.7	28.7	17.7	37.6	21.4	28.6	16.4	31.7	17.8	40.7
Apr	13.8	25.0	14.9	28.7	16.2	24.2	12.8	21.8	14.0	28.8
Maj	9.6	18.6	13.1	17.4	11.6	20.7	10.2	17.0	14.6	25.6
Jun	7.9	17.6	12.2	20.0	12.6	20.6	10.3	15.4	18.8	36.5
Jul	11.4	19.9	13.0	24.3	9.5	15.4	8.8	15.7	9.2	17.3
Aug	12.8	25.8	17.1	28.1	11.1	20.6	11.1	19.8	8.3	21.6
Sep	13.5	20.8	16.0	26.0	12.6	22.8	11.9	19.4	9.7	21.6
Okt	17.0	32.1	21.6	35.9	19.8	29.8	13.1	22.5	8.5	17.7
Nov	23.7	45.2	22.8	36.1	27.2	39.4	23.3	35.8	17.8	42.6
Dec	41.0	110.1	19.3	45.7	24.3	38.6	23.3	45.9	16.0	33.6
Året	4.8	9.2	6.9	9.2	6.7	7.3	5.2	7.5	5.5	9.1

2.6 Resultat globalstrålning

I tabell 2.6.1 presenteras de beräknade medelvärdena för standardnormalperioden 1961-1990 för globalstrålning. Värdena avser en horisontell yta och är givna i kWhm⁻² enligt 'World Radiometric Reference (WRR)'. Genom att multiplicera värdena med faktorn 3.6 erhålls enheten MJm⁻². De osäkraste värdena för Landvetter och Borlänge har utjämnats. Beroende på avrundning av de enskilda månadsvärdena är inte alltid summan av dessa exakt på decimalen lika med årssumman.

Under vinterhalvåret erhålls de högsta värdena i söder och de lägsta i norr beroende av den högre solhöjden och den längre daglängden i söder. Den längre daglängden i norr under sommaren och ett mindre uttalat solhöjdsberoende minskar skillnaderna under sommarhalvåret. I stället är globalstrålningen mer beroende av läget relativt kusten. De högsta värdena för sommarmånaderna återfinns utmed kusten, vid de stora sjöarna och på Öland och Gotland. De lägre värdena finner man i inlandet. Detta framgår ur värdena från stationerna Torslanda, Göteborg och Landvetter visar skillnaden mellan kust och inland. Observera att skillnaden är omvänd under vintern. Orsaken till dessa årliga och geografiska variationer är olikheter i framförallt molnigheten.

I mars-april kan en intressant detalj skymtas, nämligen den höjning av globalstrålningen som beror på multipelreflektion mellan snötäckt mark och himmel. Detta kan anas i Östersund i mars och vid flera nordliga stationer i april. För enskilda stationer återfinns de högsta värdena för juni månad. De näst högsta värdena finns i maj eller i juli.

Tabell 2.6.1 Globalstrålning för standardnormalperioden 1961-1990. Enheten är kWhm⁻² (WRR). Stationer indikerade med * har osäkra värden beroende i huvudsak på kort mätserie.

STATION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEAR
Kiruna	1.3	14.8	57.7	111.3	153.2	157.9	142.7	99.4	54.0	20.6	3.4	0.1	816.6
Luleå	3.5	18.7	58.8	108.3	153.2	172.2	160.7	111.0	58.6	23.7	5.8	1.1	875.6
Umeå	5.3	22.4	64.9	110.8	156.8	180.7	169.5	120.8	66.8	29.3	8.5	2.5	938.2
Östersund	6.5	24.8	70.5	116.0	158.2	172.5	158.9	119.5	65.1	28.6	9.0	3.0	932.7
Borlänge*	9.5	27.5	67.0	105.0	158.0	171.0	164.0	122.0	70.0	33.5	12.4	5.8	945.7
Erken	10.4	28.1	69.6	107.6	157.7	170.6	157.8	123.0	73.5	36.4	12.7	6.2	953.5
Ultuna	9.4	26.2	66.7	104.6	156.7	173.5	158.2	122.9	72.2	35.0	12.4	5.9	943.4
Karlstad	10.9	29.4	71.7	113.2	160.9	182.7	173.0	133.5	78.6	36.0	13.8	7.2	1010.7
Stockholm	10.3	26.5	66.5	107.1	162.4	176.5	159.9	126.3	76.4	37.1	13.6	6.9	969.5
Norrköping	11.3	28.3	67.4	106.8	157.3	174.3	163.6	128.6	77.2	38.0	14.6	7.5	974.9
Torslanda	10.4	27.9	65.6	107.1	152.7	167.7	163.5	131.4	79.5	38.9	15.7	8.0	968.4
Göteborg	11.3	26.2	63.9	105.9	152.5	170.1	161.2	128.9	77.0	37.9	15.2	7.8	957.9
Landvetter*	11.5	30.0	63.5	105.5	146.0	162.5	150.0	124.0	74.0	39.0	15.5	9.0	930.5
Visby	11.9	28.6	74.0	119.1	176.0	191.4	177.5	138.2	84.2	42.6	15.3	8.1	1066.9
Växjö	11.1	28.4	61.7	104.9	146.3	157.4	146.0	122.5	72.7	37.5	14.8	8.4	911.6
Svalöv	13.7	30.3	64.9	109.5	155.4	163.6	154.8	129.6	79.9	42.2	17.4	10.1	971.3
Lund	13.7	30.2	64.7	109.4	156.0	164.8	154.8	129.5	79.9	42.3	17.4	10.2	972.9

3 SOLSKENSTID

3.1 Ursprungsdata och metodik

För solskenstid har de flesta stationer som varit i drift under perioden använts i den preliminära bearbetningen. Flera av dessa är emellertid behäftade med stora fel vilket gör att de inte är jämförbara med övriga. De data som använts är månadsvärden, vilka finns tillgängliga på stationsunika filer i VAXen, se Appendix. Med anledning av den fördröjning som har skett på grund av ombearbetning av perioden 1983-1989 av solstrålnings-automatstationerna så har en något längre period kunnat inkluderas vid användningen kvotmetoden. Detta har haft störst betydelse för stationer med korta serier tex Hoburg och Borlänge. Övriga stationer har påverkats i mindre grad.

Ett program har använts för att lista månadsvärden och kontrollera deras summa gentemot årsvärdet. Ytterligare ett listprogram finns tillgängligt vilket förutom månads- och årsvärden även summerar säsongsvärden. Vintern är december, januari och februari, våren omfattar mars, april och maj osv.

Genom jämförelse med en eller flera referensstationer och genom att använda kvotmetoden konstrueras en fullständig uppsättning månadsvärden för den sökta perioden. Medelvärden för normalperioden beräknades för de stationer som lagts upp på arbetsfiler.

Det har emellertid visat sig att några stationer med relativt kort mätperiod eller dålig horisont uppvisar en del mindre sannolika månadsvärden. Det kan även vara så att under den för stationen och referensstationen gemensamma perioden har solskenstiden för månaderna inte varit representativ. Den gemensamma perioden kan exempelvis ha varit mycket solfattig. Den beräknade kvoten kan då bli kraftigt missvisande, vilket inträffade för Hoburgen och augusti månad. De stationer som inkluderats i den slutliga sammanställningen är understrukna i tabell 3.3.1 och 3.3.2. De övriga har bedömts som icke representativa.

En möjlighet att undersöka rimligheten i de framtagna värdena är att studera varje månads andel av årsvärdet och ställa detta i relation till omkringliggande stationer med tillförlitliga värden. Lämpligen sker detta genom att månadsvis plotta de relativa värdena på kartor. Ovannämnda avvikelser framgår tydligt som avvikelser ifrån det relativt stabila 'mönstret'. Denna metod har använts för att kontrollera och korrigera de stationer som ingår i den slutliga sammanställningen över perioden 1961-1990.

Tabell 3.1.1 Stationer med solskenstid som studerats. Den referensstation som använts för kvotmetoden anges. Antalet mätår under perioden 1961-1990 och under vilka år stationen varit i drift anges också. Understrukna stationer har inkluderats i den slutliga tabellen.

STATION	REF STATION	ANT. ÅR	MÄTPERIOD
<u>Katterjåkk</u>	Abisko	18.4	1972 - 1990
<u>Abisko</u>	KOMPLETT	30	13 - 90
<u>Kiruna</u>	Pajala	29.3	58 - 90
Pajala	Kiruna	29	52 - 90
<u>Gunnarn</u>	Kiruna	3.6	83 - 86
<u>Hemavan</u>	Abisko	25.6	65 - 90
N. Sunderbyn	Luleå	7.5	53 - 68
<u>Luleå</u>	KOMPLETT	30	57 - 90
<u>Umeå flp</u>	Luleå	14.8	69 - 83
<u>Umeå Teg</u>	Luleå	8	83 - 90
<u>Storlien-Vis</u>	KOMPLETT	30	53 - 90
<u>Östersund</u>	KOMPLETT	30	57 - 90
Gisselås	Östersund	4.6	29 - 65
Offer	Östersund	7.5	36 - 68
<u>Sundsvall</u>	KOMPLETT	30	55 - 90
Sveg	Östersund	23.6	50 - 84
<u>Älvdalen</u>	Östersund	13	73 - 84
Rommehed	Karlstad	4	66 - 70
<u>Borlänge</u>	Karlstad	3.5	87 - 90
Marsta	KOMPLETT	30	53 - 90
<u>Ultuna</u>	KOMPLETT	30	49 - 90
Erken	Ultuna	16.6	67 - 83
<u>Karlstad</u>	KOMPLETT	30	50 - 90
<u>Stockholm</u>	KOMPLETT	30	1908 - 90

Tabell 3.1.2 Stationer med solskens tid som studerats. Den referensstation som använts för kvotmetoden anges. Antalet mätår under perioden 1961-1990 och under vilka år stationen varit i drift anges också. Understruken stationer har inkluderats i den slutliga tabellen.

STATION	REF STATION	ANT. ÅR	MÄTPERIOD
Nyckelby	Stockholm	11.6	59 - 72
Saltsjöbaden	Stockholm	3.9	51 - 65
Nynäshamn	Stockholm	1.8	53 - 62
<u>Norrköping S</u>	Stockholm	23	55 - 83
<u>Norrk.-SMHI</u>	Stockholm	8	83 - 90
Åsaborg	Lanna	14	36 - 74
<u>Lanna</u>	Karlstad	24.6	30 - 90
<u>Göteborg</u>	Vinga	8	83 - 90
<u>Torslanda</u>	Vinga	16.7	50 - 77
<u>Landvetter</u>	Vinga	13.1	77 - 90
<u>Vinga</u>	KOMPLETT	30	26 - 90
<u>Jönköp-Flahu</u>	KOMPLETT	30	15 - 90
<u>Visby</u>	KOMPLETT	30	52 - 90
<u>Hoburg</u>	Visby	5.7	85 - 90
Mossen	Öl S Udde	19	58 - 80
<u>Växjö</u>	Jönköp-Flah	8	83 - 90
Ekerum	Öl S Udde	11.3	58 - 72
Kalmar	Öl S Udde	2.5	58 - 63
Ölvingstorp	Öl S Udde	3.7	63 - 67
Tvingelshed	Öl S Udde	7	65 - 72
<u>Ölands S. U.</u>	Visby	29.5	37 - 90
Ekebo	Svalöv/Lund	2.8	39 - 65
<u>Svalöv</u>	Lund	29	53 - 89
<u>Lund</u>	Svalöv	8	83 - 90
Alnarp	Svalöv/Lund	9.5	44 - 70
<u>Sturup</u>	Svalöv/Lund	12	75 - 87
<u>Trelleborg</u>	Svalöv	24.5	66 - 90

3.2 Generella problem

För att mäta solskenstiden har vanligen Campbell-Stokes solskensautograf (CS) använts. Sedan 1983 används pyrheliometrar (PH) för att registrera solskenstiden vid tolv stationer. Det är de SMHI-stationer som även mäter globalstrålning. Detta innebär att olika mätmetoder har använts under perioden för dessa stationer. Det första året användes ett för högt tröskelvärde för solskenstiden. Det var satt till 200 Wm^{-2} men sänktes senare till 120 Wm^{-2} . Ett grovt procentuellt påslag (ca 10%) har gjorts för att korrigera för denna diskrepans.

I början av 70-talet infördes uppvärmning av heliograferna för att komma tillrätta med de problem som framförallt rimfrostbildning på instrumenten medför. Kvaliten på registreringspapperet har varierat under perioden vilket även detta påverkar utfallet.

Den mycket långa serien (CS) från Abisko är under omutvärdering under överinseende av Björn Holmgren, MIUU. I samband med detta arbete har noterats att utvärderingsmetoden har varierat avsevärt. Detta gäller med stor sannolikhet alla stationer som utvärderats manuellt eftersom utvärderingen innehåller subjektiva bedömningar. Detta introducerar en systematisk skillnad mellan perioder då olika utvärderingsmetoder använts. Sannolikt finns även systematiska skillnader mellan olika individers sätt att utvärdera. Att åter utvärdera originalregistreringarna skulle nästintill vara ett Sisyfosarbete och dessutom saknas original-registreringarna för den tidigare delen av standardnormalperioden.

Ett gemensamt problem för alla stationer är att horisonten är mer eller mindre fri från skymmande föremål. Denna skillnad mellan olika orter medför naturligtvis att de registrerade värdena inte alltid är helt jämförbara. Eftersom det väderstreck och den vinkel varmed solen skär horisonten varierar under året så varierar den negativa inverkan av horisonten. Dessutom kan horisonten förändras inte bara genom att instrumentet flyttas utan även genom att träd i närheten växer upp (Sveg) eller att hus byggs. De flesta uppställningar av instrumenten är valda så att horisonten skall vara så fri som möjligt speciellt i söder, ost och väst. I några fall används två instrument på samma plats. Detta gäller tex Vinga och Jönköping där fyrton respektive ett flygledartorn skymmer en avsevärd del av horisonten. I nordligaste Norrland används också två solskensautografer under sommaren. Detta beror på att instrumentet skymmer sig självt under en del av dygnet då midnattssol råder. Därför är ett av instrumenten riktat mot norr i stället för söder. En faktor som medverkar till att resultaten i de flesta fall ändå är tämligen jämförbara är att solstrålningen är förhållandevis svag när solen står nära horisonten. Gränsen för solskenstid är ju som nämnt satt till 120 Wm^{-2} .

3.3 Speciella problem stationsvis

I detta avsnitt kommenteras endast de stationer där det förekommer synpunkter som kan vara av speciellt intresse. De i förra avsnittet omtalade problemen gäller flera stationer. De eller det instrument som används indikeras med CS för Campbell-Stokes heliograf och med PH för Eppley's NIP pyrliometer. Stationerna är listade från norr till söder. Här förekommer ett antal stationer som inte är medtagna i den slutliga sammanställningen. Orsaken till detta framgår delvis av kommentarerna.

Katterjåkk: (CS)

Abisko: Denna mycket långa serie (CS) är under omutvärdering av Björn Holmgren, MIUU. I samband med detta arbete har noterats att utvärderingsmetoden har varierat avsevärt. Tyvärr saknas originalregistreringarna för en del av perioden.

Kiruna: Tidigare (CS) sedan 1983 (PH).

Pajala: Slarv med remsbyten (CS) har förekommit. Dålig horisont.

Gunnarn: Kort serie (PH) medför att vissa värden har korrigerats med den relativa metoden. Alla värden har avrundats.

Luleå: Tidigare (CS) sedan 1983 (PH).

Hemavan: Dålig horisont (CS).

Umeå: Mätningarna (CS) har under lång tid bedrivits på flygplatsen som ligger närmre kusten än den nuvarande mätplatsen Umeå-Teg, sedan 1983 (PH). Medelvärdet avser den sammanlagda serien och är inte helt representativ för den nuvarande mätplatsen.

Storlien: (CS)

Östersund: Tidigare (CS) sedan 1983 (PH).

Sveg: Uppväxande träd försämrade horisonten succesivt under mätperioden, vilket naturligtvis gör serien (CS) mycket tvivelaktig.

Sundsvall: (CS)

Älvdalen: Observatören skickar inte in remsorna utan dessa blir liggande vid stationen och utvärderas därför inte. Mätperioden (CS) är därför kortare än vad den skulle kunna vara. Värdena har avrundats.

Borlänge: En kort serie (PH) där vissa värden har korrigerats med den relativa metoden och alla värden avrundats.

Marsta: Från 1953 Campbell-Stokes heliograf (CS) och från och med december 1974 används ett annat instrument vilket har visat sig medföra att serien har ett tydligt homogenitetsbrott. Stationen har därför inte inkluderats.

Ultuna: Utvärderingarna vid denna station (CS) har avsett solhöjder över fem grader. Det är dessa värden som har publicerats i Väder och Vatten. Solskenstiden för lägre solhöjder har emellertid funnits arkiverade och har gjorts tillgängliga genom Stig Karlsson. Genom addition av dessa värden är stationen jämförbar med SMHI's stationer. Månadsvärden 1961-1962 har tagits ur Rodskjer (1972) och korrigerats för att erhålla jämförbara värden. I fortsättningen skall solskenstiden från Ultuna rapporteras på samma sätt som övriga stationer i Väder och Vatten.

Karlstad: Tidigare (CS) sedan 1983 (PH).

Stockholm: En mycket lång serie. Tyvärr har stationen flyttat flera gånger. Under normalperioden har den varit placerad på Kungsholmen 61-75 (CS), Bromma 61-83 (CS) och KTH 83-90 (PH). Periodnormalen är bestämd utifrån de uppmätta månadsvärdena och refererar inte enbart till den nuvarande placeringen.

Norrköping: Normalvärdena är baserade på den sammanslagna serien från Bråvalla (CS) till och med 1982 och därefter SMHI (PH). Värdena torde vara tämligen representativa för den nuvarande mätplatsen.

Lanna: Under perioden 1930-1964 gjordes mätningar (CS) endast under sommaren. Under 1980-talet saknas flera år och mätningar har ofta endast utförts under veckorna. Över helger har en och samma registreringsremsa suttit i vilket har gjort utvärderingen komplicerad.

Torslanda:(CS)

Göteborg: (PH)

Landvetter: (CS)

Vinga: (CS)

Jönköping / Flahult: En mycket lång serie (CS) där stationen endast flyttat en kortare sträcka. Under perioden har större delen av mätningen ägt rum vid Jönköpings flygplats, 64-90.

Visby: Tidigare (CS) sedan 1983 (PH).

Hoburg: Relativt ny station (CS) där utvärderingen sköts av observatörerna. Några kontroller har visat att utvärderingen inte är alltför avvikande från den som skulle ha gjorts vid SMHI. Stationen ger de högsta normalvärdena, vilket inte är helt osannolikt med tanke på den geografiska placeringen. Den korta serien har medfört att vissa korrigeringar har varit nödvändiga.

Växjö: (PH)

Ölands Södra Udde: En lång och intressant serie (CS). Horisonten relativt fri. Glaskulan stulen vid några tillfällen, vilket under 1982 orsakade ett långt avbrott.

Svalöv: Instrumentet (CS) stulet två gånger under 1983. Flyttades därför från och med september till samma friggebod som härbärgerar pyranometern, nära bondgården. Nedlagd från och med 1990.

Lund: Tidiga mätningar (CS) utförda 1958-1974. Ny station (PH) etablerad 1983. Värdena har sammanfogats till en serie.

Sturup: (CS)

Trelleborg: (CS)

3.4 Resultat solskenstid

I tabell 3.4.1 presenteras de beräknade medelvärdena för standardnormalperioden 1961-1990 för solskenstid. Värdena givna i hela timmar. Stationer med de osäkraste värdena har utjämnats.

Under vinterhalvåret erhålls de högsta värdena i söder och de lägsta i norr beroende dagslängden och av den högre solhöjden i söder. De högsta värdena under sommaren återfinns utmed kusten, vid de stora sjöarna och på Öland och Gotland. Den längre dagslängden i norr är inte så märkbar som man skulle kunna tro.

*Tabell 3.4.1 Solskenstiden i timmar för standardnormalperioden 1961-1990. Stationer indikerade med * har något osäkra värden beroende av kort mätserie.*

STATION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEAR
KATTERJÄKK	0	20	101	151	210	218	186	153	77	36	1	0	1153
ABISKO	0	34	130	169	234	246	209	160	97	56	3	0	1338
KIRUNA	5	62	139	183	232	266	243	159	110	67	18	0	1484
GUNNARN*	15	70	120	170	245	270	250	195	115	80	35	5	1570
LULEÅ	19	69	136	194	269	315	304	213	131	82	34	5	1771
HEMAVAN	10	49	104	144	192	197	160	134	77	42	15	1	1125
UMEÅ	31	73	128	185	272	298	281	213	140	94	46	21	1782
STORLIEN	29	67	122	147	212	182	166	151	96	64	31	13	1280
ÖSTERSUND	26	74	131	169	233	246	228	187	115	72	38	17	1536
SUNDSVALL	43	81	135	185	259	287	267	215	142	98	57	34	1803
ÄLVDALEN*	42	80	135	175	230	245	235	200	130	90	50	35	1647
BORLÄNGE*	40	75	125	165	235	250	245	210	135	90	55	35	1660
ULTUNA	37	72	130	172	255	276	243	207	136	90	49	31	1698
KARLSTAD	47	77	133	180	246	284	264	225	152	94	56	43	1801
STOCKHOLM	40	72	135	185	276	292	260	221	154	99	54	33	1821
NORRKÖPING	40	70	131	175	259	277	253	222	149	96	57	36	1765
LANNA	37	67	125	173	234	248	245	220	149	91	51	33	1673
TORSLANDA	43	75	128	187	245	269	263	239	159	98	58	40	1804
GÖTEBORG	40	71	126	182	241	266	243	220	143	94	58	38	1722
LANDVETTER	37	68	115	172	232	244	238	215	137	89	48	30	1625
VINGA	41	73	126	186	249	274	265	241	157	98	58	38	1806
JÖNKÖPING	32	61	106	157	220	228	214	197	132	80	42	29	1498
VISBY	34	60	132	194	287	308	283	241	161	105	48	29	1882
HOBURG*	40	65	120	190	270	290	280	250	170	115	60	30	1880
VÄXJÖ	34	63	100	151	214	218	202	193	125	72	45	23	1440
ÖLANDS S. U.	39	66	118	183	266	286	275	248	168	107	57	37	1850
SVALÖV	33	62	103	169	235	239	226	217	141	92	49	28	1594
LUND	37	64	105	166	231	235	223	212	141	94	52	32	1592
STURUP	36	62	109	168	245	248	235	221	155	95	50	31	1655
TRELLEBORG	35	59	108	173	243	244	236	232	157	96	52	30	1665

Figur 3.4.1 Solskenstiden i timmar för året och standardnormalperioden 1961-1990.

4 REFERENSER OCH TIDIGARE PUBLIKATIONER

Aurén T.E., (1939), Radiation Climate in Scandinavian Peninsula, Arkiv för matematik, astronomi och fysik, Band 26 A., N:o 20.

Hamberg H.E., (1908), Molnighet och solsken på den Skandinaviska halvön, Bih. I till Meteorologiska iakttagelser i Sverige, Vol. 50, 2:dra Ser. B 36.

Josefsson W., (1987), Solstrålningen i Sverige, Tids- och rumsfördelning, Bygghälsöförskningsrådet, R112:1987.

Lindholm F., (1955), Sunshine and cloudiness in Sweden, 1901-1930, Geografiska Annaler, XXXVII (1955), Häfte 1-2.

Rodskjer N. and Tuveßon M. (1972), Duration of Sunshine and Global Radiation at Ultuna. Swedish J. Agric. Res. 2:45-55, 1972.

SMHI, (1922-1980), Årsbok, Del 1, Band 4-62, Månadsöversikt över väder och vattentillgång, SMHI, Norrköping.

SMHI, (1981-1983), Årsbok, Del 1, Band 63-65, Månadsöversikt väder och vatten, SMHI, Norrköping.

SMHI, (1984-), Väder och vatten, SMHI, Norrköping.

Wallén C.C., (1966), Global solar radiation and potential evapotranspiration in Sweden, Tellus, Vol. 18 (1966): 4.

APPENDIX DATAFILERNA

Filerna betecknas på följande sätt: G_stationsnamn.DAT och återfinns på biblioteket SOL:<AUTO.EVA.DATA>. Ett litet program, GLIST, för att lista månadsvärdena och kontrollera deras summa mot årssumman finns. För att erhålla även säsongsvärden kan man använda programmet BLIS, som dessutom fungerar för solskenstid.

En fullständig uppsättning månadsvärden för den sökta perioden har erhållits genom jämförelse med en eller flera referensstationer. I flertalet fall har kvotmetoden använts och i några fall har linjär regression emot uppmätt solskenstid använts. Detta sker via programmen GFULL och GFULL_REG. Det kompletterade datasetet läggs upp på arbetsfiler med beteckningarna: GN_stationsnamn.DAT respektive GNS_stationsnamn.DAT och på biblioteket SOL:<AUTO.EVA.NORM.DATA>. En fördel med fördröjningen av arbetet blev att både kvotmetoden och den linjära regressionsmetoden kunde inkludera mätdata från 1991 och delar av 1992. Detta medförde en något säkrare bestämning av korrektionerna speciellt för stationer med korta mätserier.

Genom att köra programmet GMEDD beräknas medelvärden för normalperioden 1961 - 1990 och för de stationer som kompletterats och lagts upp på arbetsfiler. Data för de stationer som tagits med i den slutliga sammanställningen har förts över till Word Perfect O:\WEINE\SOL\G6190.REF, där en tabell har redigerats. För stationer med korta mätserier, som tagits med i den slutliga sammanställningen, är värdena osäkra. Därför har uppenbart avvikande värden korrigerats och alla värden rundats av.

För solskenstid har de flesta stationer som varit i drift under perioden använts i den preliminära bearbetningen. Flera av dessa är emellertid behäftade med stora fel vilket gör att de inte är jämförbara med övriga. De data som använts är månadsvärden, vilka finns tillgängliga på stationsunika filer i VAXen. De har följande beteckningar S_stationsnamn.DAT och ligger lagrade på biblioteket SOL:<AUTO.EVA.DATA>. Med anledning av den fördröjning som har skett på grund av ombearbetning av perioden 1983-1989 av solstrålningsautomatstationerna så har en något längre period kunnat inkluderas vid användningen kvotmetoden. Detta har haft störst betydelse för stationer med korta serier tex Hoburg och Borlänge. Övriga stationer har påverkats i mindre grad.

Programmet SLIST används för att lista värde och kontrollera deras summa gentemot årsvärdet. Ytterligare ett listprogram finns tillgängligt nämligen BLIS, vilket förutom månads- och årsvärden även summerar säsongsvärden. Vintern är december, januari och februari, våren omfattar mars, april och maj osv.

Genom jämförelse med en eller flera referensstationer och genom att använda kvotmetoden konstrueras en fullständig uppsättning månadsvärden för den sökta perioden. Detta sker med hjälp av programmet SFULL. Data läggs upp på arbetsfiler med beteckningarna SN_stationsnamn.DAT och på biblioteket SOL:<AUTO.EVA.NORM.DATA>.

Medelvärden för normalperioden beräknas med programmet SMEDD och för de stationer som lagts upp på arbetsfiler.