

## Temperaturens aarlige Gang i Indlandet og ved Kysterne.

Af E. Hovmøller.

Sammenligner man Temperaturens aarlige Gang paa forskellige Steder, f. Eks. i Danmark, finder man visse — mere eller mindre kendte — Ejendommeligheder, der i Hovedsagen kan forklares kvalitativt ved fysisk-geografiske Forhold, specielt Fordelingen af Land og Vand.

De herhen hørende Problemer behandles i 1.—4. Afsnit matematisk, i 5.—6. Afsnit geografisk og i 7. Afsnit ud fra fysiske Synspunkter.

### 1. Bestemmelse af den Sinuskurve, der giver den bedst mulige Tilnærmelse til Temperaturens aarlige Gang.

I Skema I er opført Middeltemperaturen for Skagen Fyr i Aarets Maaneder, beregnet paa Grundlag af Observationer fra 40 Aar (1886—1925).

Ved Hjælp af Maanedsmidlerne

$$t_1 = 1.0, t_2 = 0.3, \dots, t_{12} = 2.4$$

kan man finde Aarets Middeltemperatur  $t_A = \frac{1}{12}(t_1 + t_2 + \dots + t_{12})$  [1]  
 $= \frac{1}{12}(1.0 + 0.3 + \dots + 2.4) = 7.70.$

Foruden Maanedsmidlerne er i Tabellen angivet hver Maanedes Temperaturafvigelse fra Aarsmidlet; disse Afvigelser betegnes  $a_1, a_2, \dots, a_{12}$ , idet

$$a_n = t_n - t_A; \quad [2]$$

$a_1 = t_1 - t_A = 1.0 - 7.7 = -6.7$  o.s.v.;  
 $a_1 + a_2 + \dots + a_{12} = t_1 + t_2 + \dots + t_{12} - 12t_A = 0.$  [3]

Fig. 1 er en grafisk Afbildning af Tallene i Skema I; Skalaen i Figurens venstre Side angiver selve Temperaturen, Skalaen i højre Side Afgigelsen fra Aarets Middeltemperatur.

	n	t <sub>n</sub>	a <sub>n</sub>
Januar . . . . .	1	1.0	-6.7
Februar . . . . .	2	0.3	-7.4
Marts . . . . .	3	1.4	-6.3
April . . . . .	4	5.1	-2.6
Maj . . . . .	5	9.9	+2.2
Juni . . . . .	6	14.0	+6.3
Juli . . . . .	7	16.0	+8.3
August . . . . .	8	15.4	+7.7
September . . . . .	9	12.9	+5.2
Oktober . . . . .	10	8.9	+1.2
November . . . . .	11	5.1	-2.6
December . . . . .	12	2.4	-5.3
Aaret . . . . .		7.70	

*Skema I.*

Middeltemperatur ved Skagen Fyr  
1886—1925  
(efter »Danmarks Klima«)

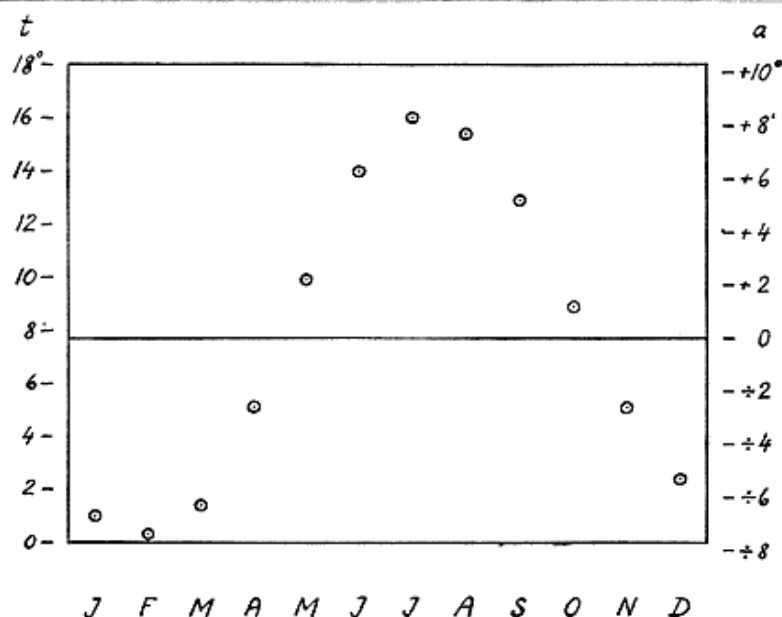


Fig. 1. Maanedsmiddeltemperaturer for Skagen Fyr 1886—1925.

For Nemheds Skyld er der her og i det følgende regnet med, at de 12 Maanedes — og dermed Abscisseafstandene mellem to paa hinanden følgende Punkter paa Figuren — er lige lange, nemlig  $\frac{1}{12}$  af et Aar. Den Unøjagtighed, der fremkommer ved, at Maanederne faktisk ikke er helt lige lange, er saa godt som betydningsløs, men kunde iøvrigt, dersom det havde været ønskeligt, være undgaaet ved en Korrigering af Maanedsmidlerne.

Forbinder man paa Fig. 1 de 12 Punkter, der angiver Maanedsmidlerne, med en jævn Kurve, ser man, at denne ligner en *Sinuskurve* med Aarets Middeltemperatur som Akse; man finder med andre Ord, at Temperaturens aarlige Gang, saaledes som den kommer til Udtryk i Maanedsmidlerne, ikke afviger ret meget fra den simple *harmoniske Svingning*, der er velkendt bl. a. fra mange fysiske og astronomiske Fænomener. Ligheden med en Sinuskurve forefindes iøvrigt, mere eller mindre udpræget, ikke blot overalt i Danmark, men over Størstedelen af Jorden, dog med Undtagelse af visse Egne i Troperne. Det er derfor nærliggende, som en første Tilnærmelse at *karaktarisere Middeltemperaturens aarlige Gang ved at opstille Ligningen for* (eller paa anden Maade definere) *den Sinuskurve* — den simple harmoniske Svingning —, *der giver den bedste Approximation til de foreliggende Talværdier.*

Tænker man sig, at man har en Sinuskurve og vil undersøge, med hvor god en Tilnærmelse denne fremstiller Temperaturens aarlige Gang, danner man Differenserne mellem tilsvarende Ordinativærdier, altsaa mellem de tilsvarende Maanedsmidler  $t_1, t_2, \dots, t_{12}$  og de til de samme Abscisser svarende Punkter paa Sinuskurven; betegnes de sidstnævnte

Punktets Ordinate  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{12}$ , bliver de Differenser, man vil betragte, altsaa

$$t_1 - Y_1, t_2 - Y_2, \dots, t_{12} - Y_{12}.$$

Det kunde synes rimeligt at betragte Summen af de numeriske Værdier af disse tolv Differenser som Maal for »Uligheden« mellem  $t$ 'erne og  $Y$ 'erne. Imidlertid plejer man, saavel af teoretiske som af praktiske Grunde, i Stedet at betragte *Kvadratsummen*,

$$F = (t_1 - Y_1)^2 + (t_2 - Y_2)^2 + \dots + (t_{12} - Y_{12})^2, \quad [4]$$

det saakaldte *Fejlkvadrat*; at Tilnærmelsen er den bedst mulige i matematisk Forstand, er derfor ensbetydende med, at Fejlkvadratet er saa lille som muligt.

Ligesom man i Stedet for  $t_1, t_2, \dots, t_{12}$  kan betragte  $a_1, a_2, \dots, a_{12}$ , defineret ved Ligning [2], indfører man  $y_1, y_2, \dots, y_{12}$  i Stedet for  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{12}$ , idet

$$y_n = Y_n - t_A; \quad [5]$$

$y_1, y_2, \dots, y_{12}$  betyder altsaa Ordinaten til de til  $a_1, a_2, \dots, a_{12}$  svarende Punkter i Sinuskurven, idet ikke  $t=0$ , men  $t=t_A$  vælges som Abscisseakse.

Da  $t_n = a_n + t_A$  og  $Y_n = y_n + t_A$ , kan Ligning [4] omskrives til:

$$F = (a_1 - y_1)^2 + (a_2 - y_2)^2 + \dots + (a_{12} - y_{12})^2. \quad [6]$$

Det almindelige Udtryk for en Sinuskurve, hvis Akse er parallel med den Linie  $t=t_A$ , der angiver Aarets Middeltemperatur (og benyttes som Abscisseakse), er:

$$y = a \cdot \sin x + k;$$

i denne Ligning betyder  $a$  *Amplituden* (det halve af Differensen mellem  $y$ 's største og mindste Værdi); Abscissen  $x$  benævnes *Fasevinklen*, og Konstanten  $k$  betegner Afstanden mellem Linien  $t=t_A$  og Sinuskurvens Akse.

Det kan bevises — og er iøvrigt næsten indlysende —, at for den søgte Sinuskurve maa  $k$  være lig 0: Sinuskurvens Akse falder sammen med Linien  $t=t_A$ , og dens Ligning er

$$y = a \cdot \sin x.$$

Idet  $x$  gennemløber Værdierne fra  $0$  til  $360^\circ$ , gennemløber  $y = a \cdot \sin x$  Værdierne fra  $0$  over  $+a$ ,  $0$  og  $-a$  tilbage til  $0$  igen; de  $360^\circ$  svarer saaledes til et Aar, og  $30^\circ$  svarer til en Maaned (jvfr. Bemærkningen S. 205 om, at der regnes med lige lange Maaneder). Man ved ikke paa Forhaand, hvilken Maanedsværdi der svarer til  $y=0$ , altsaa for hvilken Maaned man skal sætte  $x=0$ ; selv om det tilfældigvis skulde være saadan, at f. Eks. Middeltemperaturen for April netop var lig med Aarets Middeltemperatur, kunde man ikke regne med at opnaa den bedst mulige Tilnærmelse ved at lade  $x=0$  svare til April; normalt vil de 12  $x$ -Værdier, der svarer til hver sin Maaned, ikke være hele Multipla af  $30^\circ$ . Man sætter derfor rent vilkaarligt den til Januar

svarende Vinkelværdi lig  $A$ , hvorefter den til Februar svarende Værdi bliver  $A + 30^\circ$ , o. s. v.:

$$\begin{aligned} y_1 &= a \cdot \sin A, \\ y_2 &= a \cdot \sin(A + 30^\circ), \\ y_3 &= a \cdot \sin(A + 60^\circ), \\ &\vdots \\ y_n &= a \cdot \sin(A + (n-1) 30^\circ), \\ &\vdots \\ y_{12} &= a \cdot \sin(A + 330^\circ), \end{aligned} \quad [7]$$

og den stillede Opgave — at finde den Sinuskurve, der bedst gengiver den virkelige Middeltemperatur's aarlige Gang — er løst, naar man (foruden  $t_A$ ) har beregnet *Talværdier* for de to Konstanter  $a$  og  $A$ , som bestemmer henholdsvis Sinuskurvens *Amplitude*, d. v. s. Udsvingets Størrelse, og Sinuskurvens *Fase*, d. v. s. dens Beliggenhed i Forhold til Tidsskalaen.

I Stedet for at benytte Ligningssystemet [7], der principielt er det simpleste, er det hensigtsmæssigt at foretage en Omskrivning; man sætter

$$a \cdot \sin(A + x) = (a \cdot \sin A) \cos x + (a \cdot \cos A) \sin x = p \cos x + q \sin x, \quad [8]$$

$$\text{idet} \quad p = a \cdot \sin A, \quad q = a \cdot \cos A, \quad [9]$$

og har da:

$$\begin{aligned} y_1 &= p \cos 0^\circ + q \sin 0^\circ, \\ y_2 &= p \cos 30^\circ + q \sin 30^\circ, \\ y_3 &= p \cos 60^\circ + q \sin 60^\circ, \\ &\vdots \\ y_{12} &= p \cos 330^\circ + q \sin 330^\circ. \end{aligned} \quad [10]$$

Med Udgangspunkt i en Ligning, som udtrykker den Betingelse, at Fejlkvadratet skal være saa lille som muligt, kommer man til følgende Udtryk, der tjener til Bestemmelse af  $p$  og  $q$ :

$$6p = (a_1 - a_7) + \frac{\sqrt{3}}{2} [(a_2 - a_8) - (a_6 - a_{12})] + \frac{1}{2} [(a_3 - a_9) - (a_5 - a_{11})], \quad [11]$$

$$6q = \frac{1}{2} [(a_2 - a_8) + (a_6 - a_{12})] + \frac{\sqrt{3}}{2} [(a_3 - a_9) + (a_5 - a_{11})] + (a_4 - a_{10});$$

da  $a_1 - a_7 = t_1 - t_7$  o. s. v., kan [11] omskrives til

$$6p = (t_1 - t_7) + \frac{\sqrt{3}}{2} [(t_2 - t_8) - (t_6 - t_{12})] + \frac{1}{2} [(t_3 - t_9) - (t_5 - t_{11})], \quad [12]$$

$$6q = (t_4 - t_{10}) + \frac{1}{2} [(t_2 - t_8) + (t_6 - t_{12})] + \frac{\sqrt{3}}{2} [(t_3 - t_9) + (t_5 - t_{11})].$$

Man ser, at der paa højre Side i disse Ligninger foruden almindelige Tal kun forekommer de forskellige  $t$ -Værdier, d. v. s. de 12 forskellige Maanedsmidler; ved at indsætte de foreliggende Talværdier for disse kan altsaa  $p$  og  $q$  findes, og ved Indsætning af  $p$  og  $q$  i

Definitions ligningerne [9] kan man bestemme  $a$  og  $A$ . Ved den praktiske Udførelse af disse Regninger er det bekvemt at opstille Talværdierne af  $t$ 'erne som vist i Skema II:

$t_1$	$t_2$	$-t_3$	$t_4$	$-t_5$	$-t_6$
$-t_7$	$-t_8$	$-t_9$	$-t_{10}$	$t_{11}$	$t_{12}$
$t_1 - t_7$	$t_2 - t_8$	$t_3 - t_9$	$t_4 - t_{10}$	$-(t_5 - t_{11})$	$-(t_6 - t_{12})$
$+0.866 \cdot b_1$	$\mp(t_6 - t_{12})$	$\mp(t_5 - t_{11})$	$+0.5 \cdot b_2$		
$+0.5 \cdot b_3$	$b_1$	$b_3$	$+0.866 \cdot b_4$		
$6p$	$b_2$	$b_4$	$6q$		

*Skema II.*

Hjælpstørrelserne  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  og  $b_4$  defineres ved:

$$b_1 = (t_2 - t_8) - (t_6 - t_{12}),$$

$$b_2 = (t_2 - t_8) + (t_6 - t_{12}),$$

$$b_3 = (t_3 - t_9) - (t_5 - t_{11}),$$

$$b_4 = (t_3 - t_9) + (t_5 - t_{11}).$$

Man har nu ifl. Ligning [12]:

$$6p = (t_1 - t_7) + 0.866 \cdot b_1 + 0.500 \cdot b_3,$$

$$6q = (t_4 - t_{10}) + 0.500 \cdot b_2 + 0.866 \cdot b_4.$$

Efter at man har beregnet  $6p$  og  $6q$ , bestemmes  $a$  og  $A$  ved Hjælp af Definitions ligningerne [9]. Man finder

$$\operatorname{tg} A = \frac{6p}{6q}.$$

Den Kvadrant, hvori Vinkel  $A$  ligger, kan bestemmes, idet man kender Fortegnet til  $\sin A = \frac{p}{a}$  og  $\cos A = \frac{q}{a}$ ; er  $p$  og  $q$  (og dermed  $\sin A$  og  $\cos A$ ) begge positive, ligger  $A$  i 1. Kvadrant, o. s. v.:

$$p > 0, q > 0: A \text{ i 1. Kvadrant,}$$

$$p > 0, q < 0: A \text{ i 2. Kvadrant,}$$

$$p < 0, q < 0: A \text{ i 3. Kvadrant,}$$

$$p < 0, q > 0: A \text{ i 4. Kvadrant.}$$

Amplituden  $a$  beregnes enten ved Indsætning af den tilsvarende  $A$ -Værdi i en af Ligningerne [9] eller ved Kvadrering:

$$a^2 = p^2 + q^2,$$

$$a = \frac{1}{6} \sqrt{(6p)^2 + (6q)^2}.$$

Skal man bestemme  $a$  og  $A$  for et større Antal Stationer, lønner det sig dog at konstruere et Diagram, hvoraf man finder  $a$  og  $A$  som Funktioner af  $6p$  og  $6q$ ; det drejer sig jo i Virkeligheden om en Overgang fra retvinklede til polære Koordinater.

Metodens Anvendelse skal vises ved et Taleksempel, nemlig ved at gennemføre Beregningen af Ligningen for den Sinuskurve, der giver den bedst mulige Tilnærmelse til de i Tabel I opførte Maanedsmidler for Skagen Fyr.

Man begynder med følgende Opstilling svarende til Skema II:

1.0	0.3	1.4	5.1	-9.9	-14.0
-16.0	-15.4	-12.9	-8.9	5.1	2.4
-15.0	-15.1	-11.5	-3.8	-4.8	-11.6
-23.1	$\mp$ 11.6	$\mp$ 4.8	-1.75		
- 8.15	-26.7	-16.3	-5.8		6p = -46.25,
-46.25	- 3.5	-6.7	-11.35		6q = -11.35;
					a = 7.93, A = 256°.2.

Rækkefølgen, hvori de enkelte Regneoperationer foretages, er følgende:

1) Efter at man har skrevet de 12 Maanedsmidler op (deraf de 6 for Maanederne Maj-Oktobre med modsat Fortegn), danner man de 6 Differenser:  $t_1-t_7 = -15.0$ ,  $t_2-t_8 = -15.1$ ,  $t_3-t_9 = -11.5$ ,  $t_4-t_{10} = -3.8$ ,  $-(t_5-t_{11}) = -4.8$ ,  $-(t_6-t_{12}) = -11.6$ ; ved disse 6 Differenser er, som det fremgaar af Ligning [12], p og q — og dermed a og A — entydig bestemt.

2) 6. Differens flyttes hen under 2. Differens, og man danner Summen  $b_1 (= -26.7)$  og Differensen  $b_2 (= -3.5)$ . Ligeledes flytter man 5. Differens hen under 3.; Summen ( $b_3$ ) bliver her  $-16.3$ , Differensen ( $b_4$ )  $-6.7$ .

3) Under 1. Differens skriver man det Tal, man faar ved at multiplicere  $b_1$  med  $\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$ , og det Tal, man faar ved at multiplicere  $b_3$  med  $\frac{1}{2}$ . I ovenstaaende Eksempel bliver de to Produkter henholdsvis  $-23.1$  og  $-8.15$ . Disse to Tal adderes til 1. Differens; Resultatet ( $-46.25$ ) er da lig 6p.

4) Under 4. Differens skriver man  $b_2 \cdot \frac{1}{2} (= -1.75)$  og  $b_4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} (= -5.8)$ , og man adderer som ovenfor; Resultatet ( $-11.35$ ) er da lig 6q.

5) a og A bestemmes ved en af de paa S. 208 beskrevne Metoder, f. Eks.:

$$\operatorname{tg} A = \frac{-46.25}{-11.35} = +4.075; \quad A = \begin{cases} 76^\circ.2 \\ 256^\circ.2 \end{cases}$$

Da  $\sin A$  og  $\cos A$  er negative, maa A ligge i 3. Kvadrant:  $A = 256^\circ.2$ .

$$\sin A = -0.971; \quad a = \frac{p}{\sin A} = \frac{-46.25}{6 \cdot -0.971} \quad \underline{\underline{a = 7.93}}$$

Den søgte Ligning for Sinuskurven er altsaa:

$$y = a \cdot \sin(A + x) = \underline{\underline{7.93 \sin(256^\circ.2 + x)}},$$

og de enkelte Værdier  $y_1, y_2, \dots, y_{12}$  kan findes ved Indsætning af  $x = 0^\circ, 30^\circ, \dots, 330^\circ$ . Nok saa bekvemt er det dog at indsætte

$p = \frac{-46.25}{6} = -7.71$  og  $q = \frac{-11.35}{6} = -1.89$  i [10]; man finder da

$$\begin{array}{lll}
 y_1 = -7.71 & = -7.7, & y_7 = +7.7, \\
 y_2 = -6.68 - 0.94 & = -7.6, & y_8 = +7.6, \\
 y_3 = -3.86 - 1.64 & = -5.5, & y_9 = +5.5, \\
 y_4 = & -1.89 = -1.9, & y_{10} = +1.9, \\
 y_5 = +3.86 - 1.64 & = +2.2, & y_{11} = -2.2, \\
 y_6 = +6.68 - 0.94 & = +5.7, & y_{12} = -5.7.
 \end{array}$$

De fundne  $y$ -Værdier betyder Afstanden fra Sinuskurvens Abscisse-akse, altsaa fra Aarets Middeltemperatur  $t_A = 7.70$ ; forskydes Abscisseaksen fra 7.70 til  $0^\circ \text{C}$ , faar den søgte Kurves Ligning Formen

$$Y = 7.70 + 7.93 \sin(256^\circ.2 + x),$$

og man finder Maanedsmidlerne  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{12}$ , der i Skema III er sammenlignet med de »observerede« Maanedsmidler  $t_1, t_2, \dots, t_{12}$ .

Beregnet Maanedsmiddel	»Observeret« Maanedsmiddel	Differens
$Y_1 = 0.0$	$t_1 = 1.0$	$t_1 - Y_1 = +1.0$
$Y_2 = 0.1$	$t_2 = 0.3$	$t_2 - Y_2 = +0.2$
$Y_3 = 2.2$	$t_3 = 1.4$	$t_3 - Y_3 = -0.8$
$Y_4 = 5.8$	$t_4 = 5.1$	$t_4 - Y_4 = -0.7$
$Y_5 = 9.9$	$t_5 = 9.9$	$t_5 - Y_5 = 0.0$
$Y_6 = 13.4$	$t_6 = 14.0$	$t_6 - Y_6 = +0.6$
$Y_7 = 15.4$	$t_7 = 16.0$	$t_7 - Y_7 = +0.6$
$Y_8 = 15.3$	$t_8 = 15.4$	$t_8 - Y_8 = +0.1$
$Y_9 = 13.2$	$t_9 = 12.9$	$t_9 - Y_9 = -0.3$
$Y_{10} = 9.6$	$t_{10} = 8.9$	$t_{10} - Y_{10} = -0.7$
$Y_{11} = 5.5$	$t_{11} = 5.1$	$t_{11} - Y_{11} = -0.4$
$Y_{12} = 2.0$	$t_{12} = 2.4$	$t_{12} - Y_{12} = +0.4$

### Skema III.

Beregnet og »observeret« Maanedsmiddeltemperatur ved Skagen Fyr (1886—1925).

Tallene bekræfter, at den Nøjagtighed, hvormed det er muligt at udtrykke Maanedsmidlerne som ækvidistante Ordinativærdier af en Sinuskurve, er ret stor: ingen af Differenserne mellem »observeret« og beregnet Maanedsmiddel overstiger  $1^\circ$ .

Differensens aarlige Gang udviser en vis Regelmæssighed; der er Maksimum Sommer og Vinter, Minimum Foraar og Efteraar. Dette Forhold er et Udtryk for, at der foruden den aarlige Periode optræder en *halvaarlig* Temperatursvingning (med en Amplitude paa knap  $1^\circ$ ), saaledes som det omtales nærmere i 4. Afsnit.

Det, man finder ved den ovenfor beskrevne Metode, er den Sinuskurve, der giver den bedste Tilnærmelse til *Maanedsmidlerne*, derimod strengt taget ikke den, der giver den bedste Tilnærmelse til *Døgnmidlerne*. Den højeste Værdi af  $Y$  repræsenterer den højeste Middeltemperatur for et Tidsrum af 30 Døgn Længde, men da Temperaturen ikke holder sig konstant i de 30 Døgn, ligger det højeste Punkt paa Døgnmiddel-Kurven højere end denne

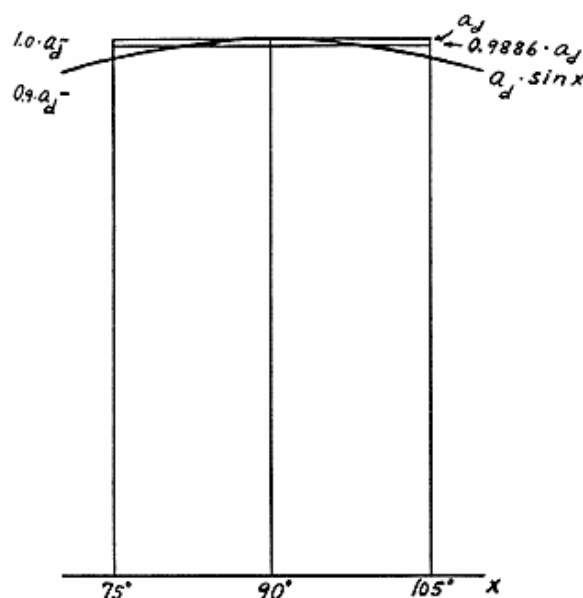


Fig. 2. Maanedsmidler og Døgnmidler (se Teksten).

Maksimumsværdi for  $Y$ . Ganske det tilsvarende gælder for Minimumets Vedkommende. Hvor meget det drejer sig om, kan man finde ved at antage, at Døgnmidlerne ligger paa en Sinuskurve, hvis Amplitude er  $a_d$ , og søge Amplituden  $a_m$  for den til Maanedsmidlerne svarende Sinuskurve. (Det kan vises, at disse Maanedsmidler ligger eksakt paa en Sinuskurve.) Vælges Maanedssinddelingen saaledes (Fig. 2), at det varmeste Døgn falder midt i en Maaned, er Middeltemperaturen for denne Maaned, altsaa det højeste Maanedsmiddel, lig med

$$\begin{aligned}
 t_A + \frac{a_d}{\frac{\pi}{6}} \int_{\frac{5}{12}\pi}^{\frac{7}{12}\pi} \sin x dx &= t_A + \frac{-a_d(\cos 105^\circ - \cos 75^\circ)}{\frac{\pi}{6}} \\
 &= t_A + \frac{12}{\pi} a_d \cos 75^\circ = t_A + 3.820 \cdot 0.2588 \cdot a_d = t_A + 0.9886 \cdot a_d;
 \end{aligned}$$

analogt er det laveste Maanedsmiddel:  $t_A - 0.9886 \cdot a_d$ ;

Amplituden for den Kurve, der giver den bedste Tilnærmelse til *Maanedsmidlerne*, er saaledes ca. 1% mindre end Amplituden for den Kurve, der giver den bedste Tilnærmelse til *Døgnmidlerne*. Omvendt finder man Amplituden til Kurven gennem Døgnmidlerne ved at forhøje det Tal, der udtrykker Amplituden for Kurven gennem Maanedsmidlerne, med ca. 1%. (For Skagen Fyr faas  $a_d = a_m \cdot 1.0115 = 7.93 + 0.09 = 8.02$ .)

Forskellen er saa lille — for Danmarks Vedkommende ca.  $\frac{1}{10}$  —, at den i Almindelighed er uden praktisk Betydning; i Særdeleshed gælder det her, hvor det i første Række ikke drejer sig om at finde Amplitudens absolute Værdi med den størst mulige Nøjagtighed, men om at sammenligne Amplitudens Størrelse ved forskellige Stationer. —

Kurven gennem de »observerede« *Maanedsmidler* er, som vist, en »glat« Kurve uden paafaldende Uregelmæssigheder, og Afvigelserne fra den Sinus-



kurve, der giver den bedst mulige Tilnærmelse til Maanedsmidlerne, varierer nogenlunde jævnt i Aarets Løb. Med Hensyn til *Døgnmidlerne* er Forholdet anderledes. Hvis man beregner Middeltemperaturen for hver af Aarets 365 Dage som Gennemsnit f. Eks. af de 40 Tal, der angiver vedkommende Døgn Middeltemperatur i hvert af Aarene 1886—1925, og indtegner disse 365 Døgnmidler i et Koordinatsystem, viser det sig, at Punkterne ligger temmelig uregelmæssigt; mellem to paa hinanden følgende Dage kan Forskellen i Middeltemperatur beløbe sig til flere Tiendedele Grader; Temperaturstigningen om Foraaret bliver flere Gange afbrudt af et Fald, der varer en eller nogle faa Dage, og tilsvarende gælder Temperaturfaldet om Efteraaret. Det følger heraf, at Afvigelsen mellem det enkelte Døgn »observerede« Middeltemperatur og Døgnmidlet, aflæst paa den Sinuskurve, der giver den bedste Tilnærmelse til Døgnmidlerne, varierer stærkt og uregelmæssigt fra Døgn til Døgn. — Dette Forhold kan helt eller delvis forklares ved, at selv en saa lang Aarrække som 40 Aar er for kort til at give en tilstrækkelig nøjagtig Bestemmelse at det abstrakte Begreb, man undertiden kalder Døgnets »virkelige« Middeltemperatur, idet Variationerne fra Aar til Aar er betydelig større for det enkelte Døgn end for en Maaned; det er et aabent Spørgsmaal, om der ogsaa spiller andre Momenter ind — om der f. Eks. er en *permanent* Tilbøjelighed til, at Kuldetilbagefald indtræffer omkring visse bestemte Datoer.

## 2. Sinuskurvens Beliggenhed i Forhold til det astronomiske Aar\*).

Ligningen for den Sinuskurve, der giver den bedst mulige Tilnærmelse til Maanedsmidlerne for Skagen Fyr, fandtes at være

$$Y = t_A + a \cdot \sin(A + x) = 7.70 + 7.94 \cdot \sin(256.2^\circ + x).$$

$t_A$  er, som nævnt, Aarets Middeltemperatur, og  $a$  er Sinuskurvens Amplitude. Den geometriske Betydning af Tallet  $A$  kan man blive klar over ved følgende Betragtning:

Til den Værdi af  $x$ , der giver Parentesen Værdien  $360^\circ$ , svarer  $Y = t_A$ , altsaa et Skæringspunkt mellem Sinuskurven og den Linie, der angiver Aarets Middeltemperatur; nærmere betegnet *det* Skæringspunkt, hvor Kurven gaar fra Temperaturer *under* til Temperaturer *over* Aarsmidlet. Denne Værdi af  $x$  er  $360^\circ - A$ , i det betragtede Eksempel altsaa

$$x = 360^\circ - 256.2^\circ = 103.8^\circ.$$

$x = 0^\circ$  svarer til Januar,  $x = 30^\circ$  til Februar o. s. v. Hvis  $x$  havde haft Værdien  $90^\circ$ , vilde det have været ensbetydende med, at den søgte Sinuskurve gik op over Linien  $t_A$  netop i det Punkt af denne, der svarer til April — med andre Ord, at Middeltemperaturen for April (aflæst paa Sinuskurven) netop var lig Aarets Middeltemperatur. Idet  $x$  ikke er  $90^\circ$ , men  $103.8^\circ$ , ligger Skæringspunktet noget længere til højre — saaledes, at dets Abscisse er omtrent midt imellem den, der svarer til April, og den, der svarer til Maj. Det Tidsrum af 30 Dage

\*) Med Udtrykket »det astronomiske Aar« menes et Aar, der gaar fra Foraarsjævndøgn til Foraarsjævndøgn — idet dog Datoen for dette sættes til d. 22. Marts i Stedet for d. 21. af Hensyn til, at Sommerhalvaar og Vinterhalvaar skal være lige lange.

(om Foraaret), hvis Middelttemperatur er lig Aarets, falder saaledes ifl. Sinuskurven ca.  $\frac{1}{2}$  Maaned senere end Tiden 1.—30. April — omtrent fra den 15. April til den 14. Maj. Midtpunktet af dette Tidsrum kan man kalde *det termiske Foraars-Normaldøgn* — det bliver i dette Tilfælde den 30. April.

Paa analog Maade kan man indse, at det koldeste Tidsrum af 30 Dage (aflæst paa Sinuskurven) falder omtrent fra 15. Januar til 14. Februar, det varmeste fra 15. Juli til 14. August o. s. v. — *Forskydningen i Forhold til det astronomiske Aar* er saaledes ca. 38 Dage.

Naar Tallet *A vokser, aftager* dets Differens fra  $360^\circ$  og dermed Abscissen til det termiske Foraars-Normaldøgn. En Tilvækst paa  $1^\circ$  svarer ret nøje til en Tilbagerykning paa 1 Døgn; man kan opstille følgende Tabel over sammenhørende Værdier af *A*, Tidspunktet for det termiske Foraars-Normaldøgn og Forskydningen i Forhold til det astronomiske Aar:

A	Termisk Foraars-Normaldøgn	Temperaturkurvens Faseforskydning i Forhold til det astronomiske Aar
293.9	22. Marts	0.0 Dage
290	26. „	4.0 „
280	6. April	14.1 „
270	16. „	24.2 „
265	21. „	29.3 „
260	26. „	34.4 „
255	1. Maj	39.4 „
250	6. „	44.5 „

*Skema IV.*

Sammenhørende Værdier af *A*, Tidspunktet for termisk Foraars-Normaldøgn og Temperaturkurvens Faseforskydning i Forhold til det astronomiske Aar.

Her i Landet er Grænserne for *A* 264.5 (Palstrup ved Rødkærsbro samt Silkeborg) og 250.8 (Christiansø). — Grænserne for Faseforskydningen er saaledes ca. 30 og ca. 44 Dage; se iøvrigt 5.—6. Afsnit.

**3. En simpel Metode til tilnærmet Beregning af Temperaturkurvens Forskydning i Forhold til det astronomiske Aar.**

Den i 1. Afsnit beskrevne Metode til Beregning af *A* (og dermed af Faseforskydningen) er ret omstændelig. I det følgende beskrives en simplere Metode, ved Hjælp af hvilken man finder en tilnærmelsesvis rigtig Værdi af *A*.

Temperaturkurvens Forskydning i Forhold til det astronomiske Aar er efter det foregaaende bestemt ved Vinkel *A*, og idet  $\text{tg } A = \frac{6p}{6q}$ , faar man ved Division af de to Ligninger i Udtrykket [11] følgende Ligning til Bestemmelse af *A*:

$$\operatorname{tg} A = \frac{6p}{6q} = \frac{(a_1 - a_7) + \frac{\sqrt{3}}{2}[(a_2 - a_8) - (a_6 - a_{12})] + \frac{1}{2}[(a_3 - a_9) - (a_5 - a_{11})]}{(a_4 - a_{10}) + \frac{1}{2}[(a_2 - a_8) + (a_6 - a_{12})] + \frac{\sqrt{3}}{2}[(a_3 - a_9) + (a_5 - a_{11})]}$$

Tælleren kan omskrives til:

$$(a_1 - a_7) + \frac{\sqrt{3}}{2}[(a_2 + a_{12}) - (a_6 + a_8)] + \frac{1}{2}[(a_3 + a_{11}) - (a_5 + a_9)].$$

Hvis man opstiller en Tabel over de Værdier, som  $a_1$ ,  $a_7$  og de fire Summer  $a_2 + a_{12}$ ,  $a_6 + a_8$ ,  $a_3 + a_{11}$  og  $a_5 + a_9$  antager for forskellige Stationer, viser det sig, at  $a_2 + a_{12}$  og  $a_3 + a_{11}$  med Tilnærmelse er proportionale med  $a_1$ , medens  $a_6 + a_8$  og  $a_5 + a_9$  med Tilnærmelse er proportionale med  $a_7$ , altsaa:

$$\begin{array}{llll} a_2 + a_{12} & \text{er omtrent lig med} & k_1 \cdot a_1, \\ a_6 + a_8 & \text{,, ,, ,, ,,} & k_2 \cdot a_7, \\ a_3 + a_{11} & \text{,, ,, ,, ,,} & k_3 \cdot a_1, \\ a_5 + a_9 & \text{,, ,, ,, ,,} & k_4 \cdot a_7; \end{array}$$

Tælleren i Udtrykket for  $\operatorname{tg} A$  kan derfor med Tilnærmelse skrives

$$a_1 \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot k_1 + \frac{1}{2} \cdot k_3\right) - a_7 \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot k_2 + \frac{1}{2} \cdot k_4\right),$$

hvor  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  og  $k_4$  er Konstanter (ens for de forskellige Stationer). Faktorerne til  $a_1$  og  $a_7$  er ikke mere forskellige i Talværdi, end at man i denne Forbindelse kan regne dem for lige store, og Udtrykket for Tælleren reduceres herved til

$$(a_1 - a_7) \cdot \alpha, \text{ hvor } \alpha \text{ er en konstant Proportionalitetsfaktor.}$$

Paa tilsvarende Maade kan det vises, at Nævneren med Tilnærmelse kan udtrykkes som

$(a_4 - a_{10}) \cdot \beta$ , hvor  $\beta$  er en konstant Proportionalitetsfaktor, saaledes at man faar:

$$\operatorname{tg} A = \frac{a_1 - a_7}{a_4 - a_{10}} \cdot \frac{\alpha}{\beta}.$$

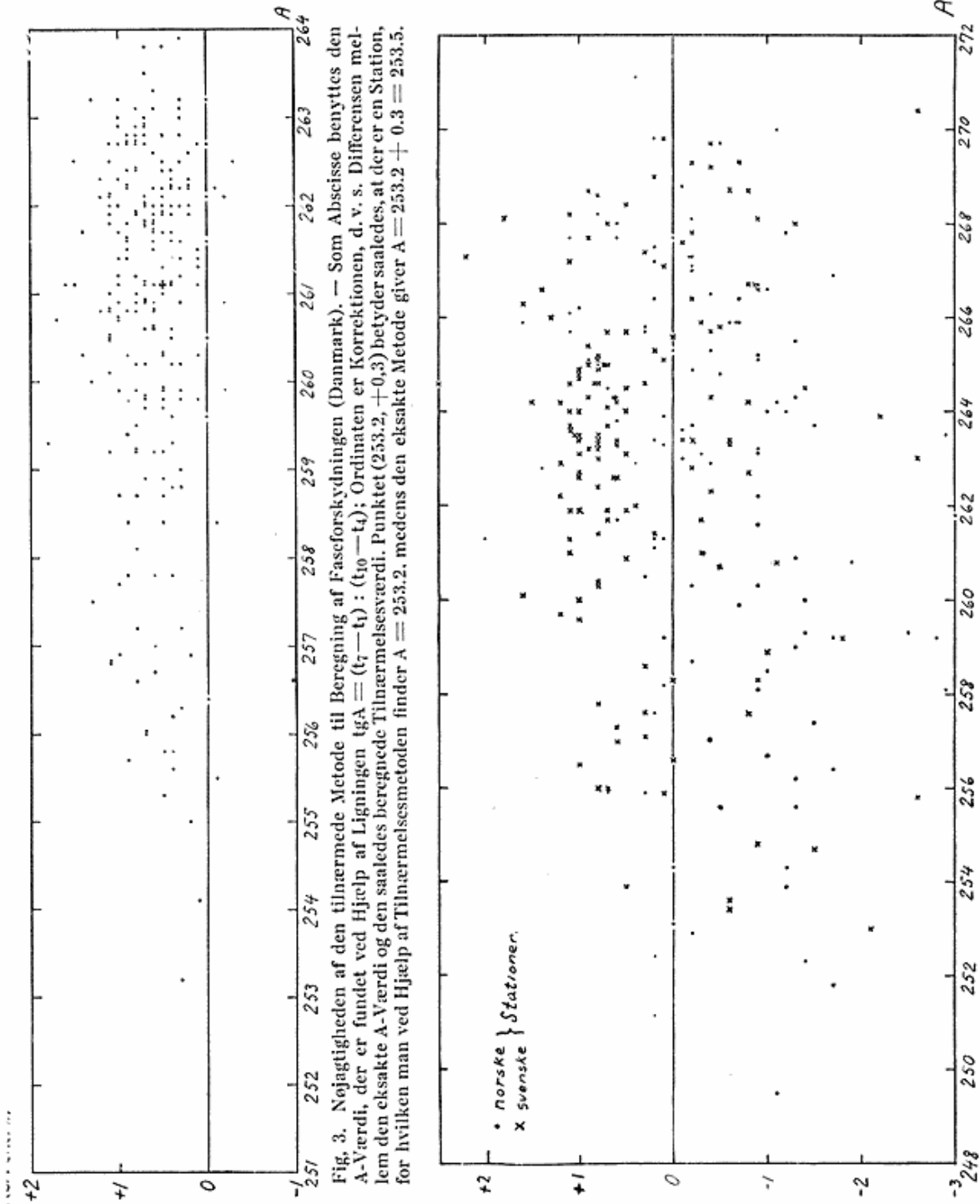
Saa vel  $\alpha$  som  $\beta$  er omtrent lig 2; sættes  $\frac{\alpha}{\beta} = 1$ , faas til Bestemmelse af  $A$  det simple tilnærmede Udtryk

$$\operatorname{tg} A = \frac{a_1 - a_7}{a_4 - a_{10}}.$$

Endelig er  $a_1 - a_7 = t_1 - t_7$  og  $a_4 - a_{10} = t_4 - t_{10}$ , altsaa

$$\operatorname{tg} A = \frac{t_1 - t_7}{t_4 - t_{10}} = \frac{t_7 - t_1}{t_{10} - t_4}$$

Den Nøjagtighed, hvormed  $A$  er bestemt ved denne Ligning, er, som Fig. 3 viser, for Danmarks Vedkommende i Virkeligheden ganske god; Korrektionen, d. v. s. Differensen mellem den Værdi, man finder ved den eksakte Beregning, og den tilnærmede Værdi, er i de allerfleste Tilfælde mellem 0 og  $+1^\circ$ , og kun for enkelte Stationer naar den op over  $+1\frac{1}{2}^\circ$ , hvilket svarer til en Faseskydningsdifferens paa ca.  $1\frac{1}{2}$  Døgn.



For Norges og Sveriges Vedkommende er Forholdet noget lignende (Fig. 4), dog er Spredningen her en Del større. For de fleste norske Stationer er Korrektionen mellem  $-1\frac{1}{2}^{\circ}$  og  $+1\frac{1}{2}^{\circ}$ , for de fleste svenske mellem  $-1^{\circ}$  og  $+1\frac{1}{2}^{\circ}$  — Korrektioner paa  $+\frac{1}{2}$ — $+1^{\circ}$  er her særlig hyppige. Forskellen mellem Landene kan tænkes at være reel og have geofysiske Aarsager, men kan evt. ogsaa føres tilbage til den Omstændighed, at den benyttede Normalperiode er forskellig: for Norge 1861—1920, for Danmark 1886—1925 og for Sverige 1901—30.

Den tilnærmede Metode til Bestemmelse af A er betydelig hurtigere end den eksakte Metode, der er beskrevet i 1. Afsnit. Den giver fuldtud brugbare Resultater, hvor det drejer sig om at faa et Overblik over A over større Omraader; men ønsker man at foretage en detailleret Undersøgelse, kan det faa Betydning, at Metoden ikke tillader en fuldstændig Udnyttelse af den Nøjagtighed, hvormed Maanedsmidlerne for længere Observationsserier kan regnes at være bestemt. For alle de ca. 700 Stationer, hvis A-Værdier er benyttet ved Udarbejdelsen af nærværende Artikel (specielt Kortene Fig. 11—14), er den eksakte Beregningsmetode anvendt — dels af den ovennævnte Grund, dels fordi ogsaa Amplituden a ønskes bestemt saa nøjagtigt som muligt.

#### 4. Afvigelser fra den fundne Sinuskurve.

I Skema III (S. 210) er anført Differenserne mellem de »observerede« Maanedsmidler for Skagen Fyr og de Maanedsmidler, man fandt ved at bestemme den Sinuskurve, der giver den bedst mulige Tilnærmelse til de observerede Værdier. De tilsvarende Tal er for Danmark som Helhed\*):

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
$t_n - Y_n$	+0.7	0.0	-0.8	-0.8	+0.2	+0.3	+0.4	+0.2	-0.3	-0.6	-0.4	+0.5

Ligesom det er Tilfældet for Skagens Vedkommende, viser denne Differens en aarlig Gang med Maksimum Sommer og Vinter, Minimum Foraar og Efteraar (Fig. 5).

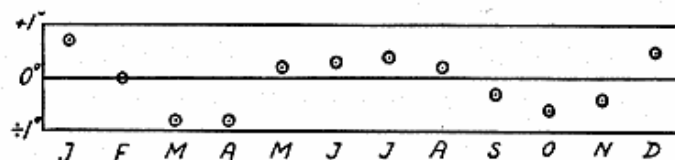


Fig. 5.  $t_n - Y_n$ 's aarlige Gang for Danmark som Helhed (se Teksten).

I det følgende omtales det, hvorledes den fundne Afvigelse fra Sinuskurven kan beskrives, dels geometrisk, dels analytisk. Et Forsøg paa at begrunde Afvigelsen gives i Slutningen af 7. Afsnit.

\*) De benyttede Maanedsmidler for Landet som Helhed er beregnet som Gennemsnit af Normalerne for et større Antal Stationer, fordelt over hele Landet. Bestemmelsen af Sinuskurven er foretaget paa den i 1. Afsnit beskrevne Maade.

Som bekendt kan enhver periodisk Funktion, der er stykkevis kontinuert, udvikles efter en Fourierrække, idet man sætter

$$y = a_0 + a_1 \sin(A_1 + x) + a_2 \sin(A_2 + 2x) + \dots,$$

hvor  $a_0, a_1 \dots$  og  $A_1, A_2 \dots$  er bestemte Talværdier; Opgaven bestaar da i at bestemme disse Konstanter saadan, at man ved at indsætte bestemte Talværdier for  $x$  i ovenstaaende Udtryk faar samme Værdi for  $y$  som af den forelagte Funktion.

Med Tilnærmelse kan man bestemme  $y$  ved at beregne et vist Antal Led af Fourierrækken, idet

$$\begin{aligned} y &= a_0 + a_1 \sin(A_1 + x) + r_1 \\ &= a_0 + a_1 \sin(A_1 + x) + a_2 \sin(A_2 + 2x) + r_2 \\ &= a_0 + a_1 \sin(A_1 + x) + a_2 \sin(A_2 + 2x) + a_3 \sin(A_3 + 3x) + r_3 \\ &= \dots \end{aligned}$$

$r_1, r_2, r_3 \dots$  betegnes Restled. Det er altid muligt at tage saa mange Led med, at Restleddets numeriske Værdi bliver mindre end et hvilket som helst forud opgivet endeligt positivt Tal. Ved Behandling af meteorologiske Opgaver er det i Reglen tilstrækkeligt at tage et eller to Led med foruden  $a_0$ .

Hvorledes  $a_0, a_1$  og  $A_1$  beregnes, er beskrevet i 1. Afsnit.

Inden det omtales, hvorledes  $a_2$  og  $A_2$  kan beregnes, skal det ved et Eksempel skitseres, hvorledes en simpel Sinuskurve ( $y_1 = a_0 + a_1 \sin(A_1 + x)$ ) »deformeres« ved, at der overlejres en anden Sinuskurve med den halve Periodelængde ( $y_2 = a_2 \sin(A_2 + 2x) = a_2 \sin 2(\frac{A_2}{2} + x)$ ,  $y = y_1 + y_2$ ). Hensigten med dette Indskud er af give en Forestilling om, hvad det betyder rent geometrisk, at man tager et Led mere med i Rækkeudviklingen.

For Nemheds Skyld sættes  $a_0 = 0$ ; den geometriske Betydning heraf er, at man vælger Aarets Middeltemperatur til Nulpunkt paa Temperaturskalaen. — Forholdet  $a_1 : a_2$  er for de danske Stationers Vedkommende gennemgaaende 10—15, men for at opnaa en tydelig »Deformation« kan man i Eksemplet passende vælge  $a_1 = 10$ ,  $a_2 = 2$ .

Opgaven gaar altsaa ud paa at vise, hvorledes Kurven

$$y_1 = 10 \cdot \sin(A_1 + x)$$

deformeres, naar den overlejres med Kurven

$$y_2 = 2 \cdot \sin 2(\frac{A_2}{2} + x);$$

det skal, med andre Ord, undersøges, hvorledes  $y$  varierer, naar

$$y = 10 \cdot \sin(A_1 + x) + 2 \cdot \sin 2(\frac{A_2}{2} + x).$$

Det er klart, at dette Udtryk giver en forskellig Variation af  $y$ , alt efter Beliggenheden af de to Kurver ( $y_1$  og  $y_2$ ) i Forhold til hinanden, d. v. s. efter »Faseforskellen«  $\frac{A_2}{2} - A_1$  mellem de to Kurver; derfor undersøges  $y$ -Funktionen for en Række forskellige Værdier af denne Faseforskel.

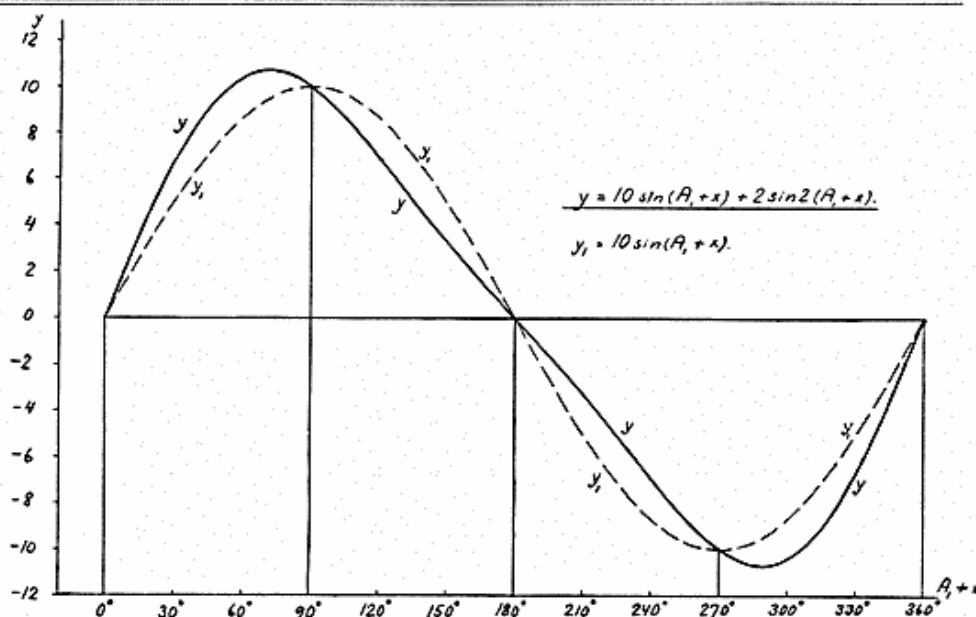


Fig. 6. Overlejringskurve med stejl Stigning om Foraaret og mindre stejlt Fald om Efteraaret.

- 1)  $\frac{A_2}{2} - A_1 = 0^\circ$  eller  $-180^\circ$ . ( $y_2$ -Kurverne for disse to Værdier er identiske, idet  $\sin 2(A_1 - 180^\circ + x) = \sin 2(A_1 + x) - 360^\circ = \sin 2(A_1 + x)$ ;  $y$ -Kurverne er derfor ligeledes identiske.) Kurven  $y_2$  passerer her  $y$ -Aksen i de samme Punkter som  $y_1$  og desuden for de  $x$ -Værdier, der giver Maksimum og Minimum af  $y_1$ . Ved Indsætning af Værdien for  $\frac{A_2}{2}$  faas
- $$y = 10 \cdot \sin(A_1 + x) + 2 \cdot \sin 2(A_1 + x);$$

denne Ligning giver ved grafisk Afbildning (Fig. 6) en Kurve, der ligger over den oprindelige Kurve  $y_1$  mellem Vendepunkt og Maksimum samt mellem Vendepunkt og Minimum, og under den oprindelige Kurve mellem Maksimum og Vendepunkt samt mellem Minimum og Vendepunkt; Maksimet rykker til venstre og Minimet til højre; Stigningen bliver stejlere og Faldet mindre stejlt end for  $y_1$ -Kurven.

- 2)  $\frac{A_2}{2} - A_1 = 45^\circ$ ,  $-135^\circ$  eller  $-315^\circ$ .  $y_2$  har da Maksimum, hvor  $y_1$  har Vendepunkter, og Minimum, hvor  $y_1$  har Maksimum og Minimum. Ved Overlejringen fremkommer en Kurve,

$$y = 10 \cdot \sin(A_1 + x) + 2 \cdot \cos 2(A_1 + x),$$

hvor Minimet er mere spidst end Maksimet.

- 3)  $\frac{A_2}{2} - A_1 = 90^\circ$ ,  $-90^\circ$  eller  $-270^\circ$ .  $y_2$ -Kurven bliver her Spejlbilledet af den under 1) omtalte  $y_2$ -Kurve. Resultatet af Overlejringen bliver en Kurve,

$$y = 10 \cdot \sin(A_1 + x) - 2 \cdot \sin 2(A_1 + x),$$

hvor Faldet er stejlere og Stigningen mindre stejl end for  $y_1$ -Kurven.

- 4)  $\frac{A_2}{2} - A_1 = 135^\circ$ ,  $-45^\circ$  eller  $-225^\circ$ .  $y_2$  har i dette Tilfælde Maksimum,

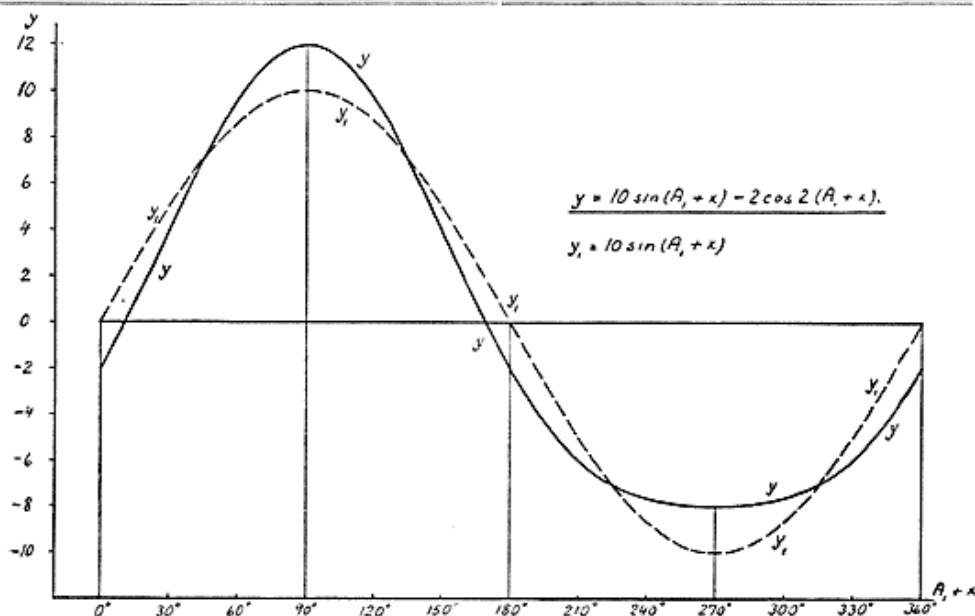


Fig. 7. Overlejringskurve med spidst Sommermaksimum og fladt Vinterminimum.

hvor  $y_1$  har Maksimum og Minimum, og Minimum, hvor  $y_1$  har Vendepunkter. Ved Overlejringen faas en Kurve (Fig. 7),

$$y = 10 \cdot \sin(A_1+x) - 2 \cdot \cos 2(A_1+x),$$

der adskiller sig fra den oprindelige Sinuskurve ved, at Maksimet er spidsere og Minimet fladere; Maksimet er længere fjernet fra Middelværdien end Minimet.

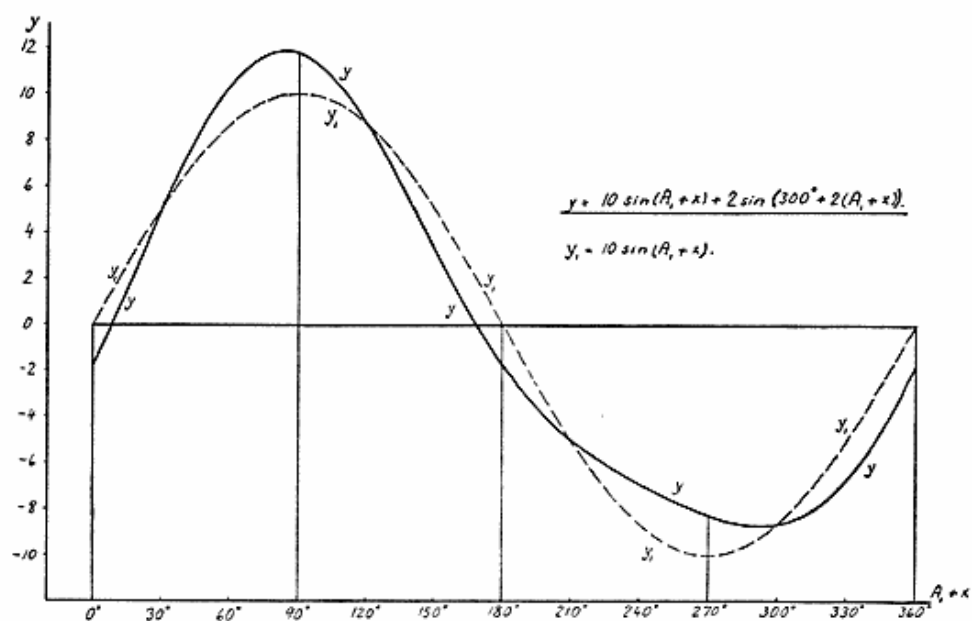


Fig. 8. Overlejringskurve med stejl Stigning om Foraaret, spidst Sommermaksimum og fladt Vinterminimum. (Skematisk Fremstilling af, hvorledes Kurven for Temperaturens aarlige Gang i Danmark afviger fra den rene Sinuskurve.)



5) Hvis  $\frac{A_2}{2} - A_1$  ikke er et helt Multiplum af  $45^\circ$ , faas en Kurve, der med Hensyn til geometriske Egenskaber indtager en Mellemstilling mellem to af de i det foregaaende beskrevne Overlejringskurver. Er f. Eks.  $135^\circ < \frac{A_2}{2} - A_1 < 180^\circ$ , indtager Kurven en Mellemstilling mellem den, der er afbildet paa Fig. 6, og den, der er afbildet paa Fig. 7. — For de danske Stationer er  $A_1$  omtrent lig  $260^\circ$ ,  $A_2$  ca.  $90^\circ - 120^\circ$ ,  $\frac{A_2}{2}$  altsaa ca.  $45^\circ - 60^\circ$  og  $\frac{A_2}{2} - A_1$  ca.  $145^\circ - 160^\circ$ . For  $\frac{A_2}{2} - A_1 = 150^\circ$  faas en Kurve (Fig. 8),  $y = 10 \cdot \sin(A_1 + x) + 2 \cdot \sin(300^\circ + 2(A_1 + x))$ , hvor Stigningen er stejlere end Faldet og Maksimet spidsere end Minimet. Idet, som omtalt,  $a_2 : a_1$  i Virkeligheden ikke er 5, men ca. 10—15, bliver Indflydelsen af det andet Sinusled, og dermed Afvigelsen fra den rene Sinuskurve, noget mindre for den Kurve, der gengiver Temperaturens aarlige Gang ved de danske Stationer, end for Kurven paa Fig. 8.

Fourierrækkens andet (og følgende) Led kan beregnes paa en Maade, der er ganske analog med den, hvorpaa man bestemmer første Led. I Praksis er det bekvemt at benytte et Skema som nedenstaaende:

$t_1 + t_7$	$t_4 + t_{10}$	$c_3$	
$t_2 + t_8$	$t_6 + t_{12}$		$c_4$
$t_3 + t_9$	$t_5 + t_{11}$		$c_5$
$c_1$	$c_2$	$c_6$	$c_4 + c_5$
		$6p_2$	$6q_2$

*Skema V.*

I Skemaet betyder:

$$c_1 = (t_2 + t_8) - (t_3 + t_9),$$

$$c_2 = (t_6 + t_{12}) - (t_5 + t_{11}),$$

$$c_3 = (t_1 + t_7) - (t_4 + t_{10}),$$

$$c_4 = (t_2 + t_8) - (t_6 + t_{12}),$$

$$c_5 = (t_3 + t_9) - (t_5 + t_{11}),$$

$$c_6 = \frac{1}{2}(c_1 + c_2),$$

$$6p_2 = c_3 + c_6, \quad 6q_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}(c_4 + c_5);$$

$$a_2 = \frac{1}{6} \sqrt{(6p_2)^2 + (6q_2)^2}, \quad \text{tg } A_2 = \frac{6p_2}{6q_2}.$$

Som Taleksempel vises Metodens Anvendelse paa Maanedsmidlerne for Skagen Fyr:

17.0	14.0	3.0	
15.7	16.4		-0.7
14.3	15.0		-0.7
1.4	1.4	1.40	-1.4
		4.40	-1.2
			<u>a = 0.76, A = 105°.</u>

Den Nøjagtighed, hvormed man kan gengive Temperaturkurvens Forløb, naar man tager saavel 1. som 2. Led med af Fourierrækken, er stor; Rest-



Fig. 9. Stationskort (jfr. Skema VI).

leddene ( $r_2$ ) er af Størrelsesordenen  $\frac{1}{5}^\circ$ . For Danmark som Helhed (jfr. Fodnoten S. 216) er:

J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
$r_2 = +0.1$	$-0.1$	$-0.3$	$-0.2$	$+0.3$	$+0.2$	$-0.2$	$+0.1$	$+0.2$	$0.0$	$-0.3$	$0.0$

For de enkelte Stationer kan Differensen undertiden for nogle af Maanederne naa noget større Værdier, hvilket bl. a. kan skyldes, at »observerede« Maanedsmidler, der er beregnet ved Reduktion af korte Observationsrækker (5—15 Aar) til hele den benyttede Aarrække (40 Aar), er behæftet med en Usikkerhed paa nogle Tiendedele Grader.

### 5. Eksempler paa Temperaturens aarlige Gang ved Kyst- og Indlandsstationer.

I Skema VI er opført Maaned- og Aarsmiddeltemperaturer for 10 typiske Kyststationer og 10 typiske Indlandsstationer i Danmark — nogenlunde ligeligt fordelt paa de forskellige Landsdele —, endvidere Gennemsnitstallene for hver af de to Stationsgrupper og

Differensen mellem disse Gennemsnitstal. Stationernes Beliggenhed er vist paa Fig. 9.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Aaret
Skagen.....	1.0	0.3	1.4	5.1	9.9	14.0	16.0	15.4	12.9	8.9	5.1	2.4	7.7
Hanstholm....	0.7	0.0	1.3	4.8	9.3	12.9	14.9	14.7	12.3	8.4	4.5	1.9	7.1
Blaavand.....	0.9	0.6	1.7	5.4	9.8	13.4	15.2	15.3	13.0	9.1	5.2	2.7	7.7
Fornæs.....	0.5	0.0	1.6	5.3	10.3	14.2	16.1	15.4	12.7	8.7	4.6	1.9	7.6
Hesselø.....	0.4	-0.1	1.2	5.0	10.1	14.1	16.3	15.8	13.2	9.1	5.0	2.2	7.7
Æbelø.....	0.7	0.2	1.8	5.6	10.7	14.2	16.1	15.6	13.0	9.1	4.9	2.5	7.9
Keldsnor.....	0.6	0.1	1.6	5.2	10.1	14.2	16.3	15.9	13.3	9.3	5.0	2.3	7.3
Sejrø.....	0.7	0.2	1.7	5.3	10.4	14.2	16.3	15.9	13.3	9.2	5.1	2.4	7.9
Gedser.....	0.2	0.1	1.8	5.3	10.1	14.2	16.5	16.3	13.5	9.3	4.8	2.0	7.8
Christiansø ...	0.9	0.3	1.4	4.3	8.6	13.2	16.3	16.2	13.7	9.6	5.5	2.7	7.7
Middel (K)....	0.7	0.2	1.6	5.1	9.9	13.9	16.0	15.6	13.1	9.1	5.0	2.3	7.7
Raunstrup....	-0.4	-0.6	1.0	5.3	10.5	14.5	16.2	15.0	11.5	7.0	3.2	0.7	7.0
Herning.....	-0.1	-0.3	1.5	5.4	10.7	14.1	15.6	14.7	11.6	7.4	3.5	1.1	7.1
Grindsted....	-0.2	-0.5	1.4	5.4	10.8	14.2	15.8	14.8	11.6	7.5	3.4	0.9	7.1
Randers.....	0.0	-0.3	1.5	5.5	10.9	14.4	15.9	14.8	11.5	7.4	3.4	1.2	7.2
Silkeborg....	0.0	-0.2	1.7	5.7	11.2	14.7	16.1	15.1	11.8	7.6	3.5	1.1	7.4
Brakker.....	-0.1	0.0	1.9	5.8	11.1	14.4	16.1	15.2	12.0	7.9	3.7	1.1	7.4
Blangstedgaard	0.2	0.3	2.0	5.8	11.0	14.2	15.9	15.1	12.2	8.0	4.0	1.7	7.5
Søndersted....	-0.4	-0.5	1.5	5.5	10.8	14.2	16.0	15.2	12.1	7.7	3.5	1.0	7.2
Maribo.....	0.2	0.1	2.4	6.4	11.6	14.9	16.8	16.1	13.0	8.7	4.3	1.8	8.0
Udenf. Almind.	-1.1	-1.3	0.4	4.4	9.4	13.7	15.8	15.2	12.1	7.4	3.1	0.6	6.7
Middel (I). ...	-0.2	-0.3	1.5	5.5	10.8	14.3	16.0	15.1	11.9	7.7	3.6	1.1	7.3
K—I.....	+0.9	+0.5	+0.1	-0.4	-0.9	-0.4	0.0	+0.5	+1.2	+1.4	+1.4	+1.2	+0.4

### Skema VI.

Middeltemperatur 1886—1925 ved typiske Kyst- og Indlandsstationer i Danmark (efter »Danmarks Klima«).

Sammenligner man Temperaturens aarlige Gang ved Kyst- og Indlandsstationerne, er der følgende at bemærke:

1) Der er kun ringe Forskel med Hensyn til *Aarets Middeltemperatur*. Gennemsnitlig er de 10 udvalgte Kyststationer knap  $\frac{1}{2}^{\circ}$  varmere end de 10 Indlandsstationer. Den gennemsnitlige Højde over Havet er for de to Stationsgrupper henholdsvis 10 og 40 m, saa det er næppe troligt, at *den* alene bevirker hele Forskellen; en Del af denne maa formentlig tilskrives den forskellige Beliggenhed i Forhold til Kysten.

Den Forskel i Aarets Middeltemperatur, der er mellem Kyst og

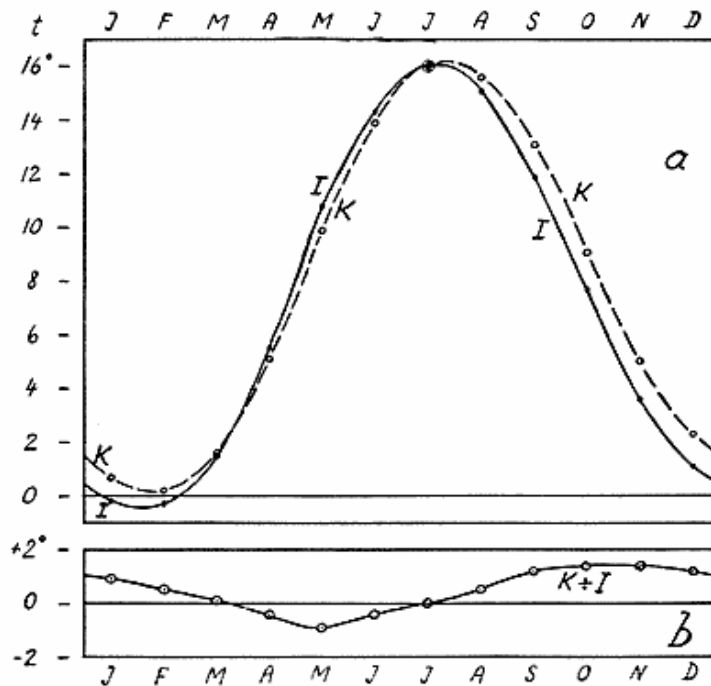


Fig. 10. Hovedindholdet af Skema VI i grafisk Fremstilling.

10 a: Temperaturens aarlige Gang; K: Middel af 10 Kyststationer, I: Middel af 10 Indlandsstationer.

10 b: Den aarlige Gang af Temperaturforskellen mellem 10 Kyststationer og 10 Indlandsstationer.

Indland, fremgaar iøvrigt med større Tydelighed af Tavle XVIII i „Danmarks Klima“. I Jylland f. Eks. er Middelttemperaturen ved de fleste Indlandsstationer mellem 6.7 og 7.2°, ved de fleste Kyststationer mellem 7.5 og 7.8°. Højdens Indflydelse er, saavel i Jylland som paa Øerne, kun tydelig for nogle faa særlig højtliggende Stationers Vedkommende, og Temperaturens Aftagen fra Syd mod Nord er ringe paa Øerne, næsten umærkelig i Jylland.

2) Den aarlige Amplitude er gennemsnitlig kun ca.  $\frac{1}{4}^\circ$  større (∴ Forskellen mellem den varmeste og den koldeste Maanedes Middelttemperatur ca.  $\frac{1}{2}^\circ$  større) i Indlandet end ved Kysterne. Man vilde vistnok paa Forhaand have ventet en større Forskel, end denne foreløbige Beregning viser; men en nærmere Undersøgelse (jfr. 6. Afsnit, specielt Fig. 11) bekræfter fuldtud det fundne Resultat. Gennemsnitlig er den varmeste Maaned, Juli, lige varm ved Kyst- og Indlandsstationerne, medens den koldeste Maaned, Februar, er  $\frac{1}{2}^\circ$  koldere i Indlandet end ved Kysterne.

3) Den væsentligste Forskel mellem Temperaturens aarlige Gang i Indlandet og ved Kysterne er en *Faseforskell*: Kyststationerne „kommer bagefter“ Indlandsstationerne (Fig. 10 a). Fig. 10 b viser Differensen mellem de 10 Kyststationers og de 10 Indlandssta-

tioners Middeltemperatur; denne Differens har en tydelig aarlig Gang med et Maksimum paa ca.  $+1\frac{1}{2}^{\circ}$  i Oktober—November og et Minimum paa ca.  $-1^{\circ}$  i Maj. Da Temperaturen i Maj stiger og i Oktober falder med ca.  $1^{\circ}$  pr. Uge, vil det sige, at Faseforskellen mellem de 10 Kyststationer paa den ene Side og de 10 Indlandsstationer paa den anden Side beløber sig til 7—10 Dage.

En Beregning af Amplituden og Faseforskydningen i Forhold til det astronomiske Aar giver følgende Resultat:

	Amplitude	Faseforskydning
Middel af de 10 Kyststationer .....	8.05	38.4 Døgn
Middel af de 10 Indlandsstationer .....	8.36	31.5 Døgn
Differens (K—I) .....	-0.31	6.9 Døgn

Overensstemmelsen med de Tal, der blev fundet ved Overslagsregningen i det foregaaende, er saaledes ret god.

Stort set tilsvarende Forhold genfindes rundt om i Europa:

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Lista ..... K	0.9	0.9	1.6	5.2	9.1	12.5	14.8	14.7	12.5	8.3	4.8	2.3
Flekkefjord. I	0.4	0.4	1.9	6.0	10.4	14.0	16.6	15.6	12.6	7.7	4.0	1.4
K—I .....	+0.5	+0.5	-0.3	-0.8	-1.3	-1.5	-1.8	-0.9	-0.1	+0.6	+0.8	+0.9
Ona ..... K	2.7	2.3	2.5	4.6	6.9	9.9	12.0	12.4	10.9	8.0	5.1	3.4
Molde ..... I	0.2	0.3	1.0	4.4	8.1	11.8	13.9	12.9	9.8	5.8	2.6	0.6
K—I .....	+2.5	+2.0	+1.5	+0.2	-1.2	-1.9	-1.9	-0.5	+1.1	+2.2	+2.5	+2.8
Holmøgadd. K	-4.8	-6.0	-4.1	-0.2	4.3	9.7	14.6	14.0	10.0	4.6	0.2	-3.1
Umeå ..... I	-7.4	-7.4	-4.3	0.6	6.3	12.0	15.6	13.3	8.6	2.9	-2.6	-6.0
K—I .....	+2.6	+1.4	+0.2	-0.8	-2.0	-2.3	-1.0	+0.7	+1.4	+1.7	+2.8	+2.9
Understen .. K	-1.4	-2.3	-0.8	2.1	5.8	10.6	15.2	15.2	11.8	7.2	2.9	0.0
Harg ..... I	-3.6	-3.5	-1.0	3.1	8.9	13.4	16.6	14.7	10.2	5.4	0.4	-2.4
K—I .....	+2.2	+1.2	+0.2	-1.0	-3.1	-2.8	-1.4	+0.5	+1.6	+1.8	+2.5	+2.4
Dungeness . K	4.2	4.4	5.3	7.7	10.9	13.8	15.8	16.1	14.4	10.8	7.6	5.5
Greenwich . I	3.7	4.3	5.7	8.5	11.9	15.1	17.1	16.7	14.2	10.0	6.7	4.7
K—I .....	+0.5	+0.1	-0.4	-0.8	-1.0	-1.3	-1.3	-0.6	+0.2	+0.8	+0.9	+0.8
Helgoland .. K	1.5	1.4	2.5	5.6	9.8	13.3	15.4	15.6	14.2	10.3	6.2	3.1
Hamburg... I	-0.3	0.8	3.1	7.3	12.0	15.6	16.9	16.1	13.6	8.8	4.1	1.3
K—I .....	+1.8	+0.6	-0.6	-1.7	-2.2	-2.3	-1.5	-0.5	+0.6	+1.5	+2.1	+1.8

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Zerel . . . . . K	-2.3	-3.3	-1.8	2.4	7.9	13.1	15.9	15.6	12.6	8.3	3.5	-0.4
Kuldiga . . . . I	-3.6	-3.8	-1.1	4.5	10.6	14.7	16.6	15.2	11.3	6.7	1.8	-2.2
K—I . . . . .	+1.3	+0.5	-0.7	-2.1	-2.7	-1.6	-0.7	+0.4	+1.3	+1.6	+1.7	+1.8

Skema VII.

Middeltemperatur ved udvalgte Stationspar i Landene omkring Nordsoen og Østersøen. Af de to Stationer i hver Gruppe har den ene (K) en relativt maritim, den anden (I) en relativt kontinental Beliggenhed. — Lista og Flekkefjord ligger nordvestfor Kap Lindesnes, Ona ved Romsdalsfjorden, Holmøgadd ved Kvarken, Understen og Harg lidt nordfor Stockholm, Dungeness mellem Dover og Hastings, Zerel ved Sydspidsen af Øsel og Kuldiga sydøstfor Windau.

	t <sub>A</sub>	a	F		t <sub>A</sub>	a	F		Δt <sub>A</sub>	Δa	ΔF
Lista . . . . .	7.3	7.3	38.6	Flekkefjord .	7.6	8.2	32.9	K—I	-0.3	-0.9	+5.7
Ona . . . . .	6.7	5.1	45.1	Molde . . . . .	5.9	7.0	31.4		+0.8	-1.9	+13.7
Holmøgadd	3.3	9.9	41.2	Umeå . . . . .	2.6	11.3	30.7		+0.7	-1.4	+10.5
Understen .	5.5	8.6	43.5	Harg . . . . .	5.2	9.9	29.6		+0.3	-1.3	+13.9
Dungeness .	9.7	6.0	40.1	Greenwich . .	9.9	6.7	32.2		-0.2	-0.7	+7.9
Helgoland .	8.2	7.5	42.2	Hamburg . . .	8.7	8.7	29.3		-0.5	-1.2	+12.9
Zerel . . . . .	6.0	9.7	41.7	Kuldiga . . . .	5.9	10.4	30.4		+0.1	-0.7	+11.3

Skema VIII.

Aarets Middeltemperatur, Temperaturens aarlige Amplitude og Faseforskydningen i Forhold til det astronomiske Aar ved de i Skema VII opførte Stationer. De tre Kolonner længst til højre angiver de tilsvarende Differenser.

Det bemærkes, at Amplituden indenfor den Del af Europa, som Undersøgelsen omfatter (jfr. Fig. 13), varierer mellem 3.9° (Thorshavn) og 14.6° (Tula), medens Faseforskydningen varierer mellem 47.9 Dage (Horns Rev Fyrskib) og 23.1 Dage (Nesbyen i Hallingdal, Sydnorge) — Amplituden varierer altsaa ca. 11° og Faseforskydningen ca. 25 Dage. Udfra den i og for sig rimelige Antagelse, at der er Proportionalitet mellem Amplitudeforskel og Faseforskydningsforskel, skulde man derfor vente, at en Differens paa 1° i Amplituden maatte svare til en Faseforskydningsforskel paa 2—2½ Døgn, men de ovenstaaende Eksempler (Skema VIII) viser, at for nærliggende Stationer med henholdsvis maritim og (relativt) kontinental Beliggenhed er den Faseforskydningsforskel, der svarer til en Amplitudedifferens paa 1°, 5—10 Døgn, i enkelte Tilfælde endog noget mere. Dette Forhold omtales nærmere i det følgende Afsnit.

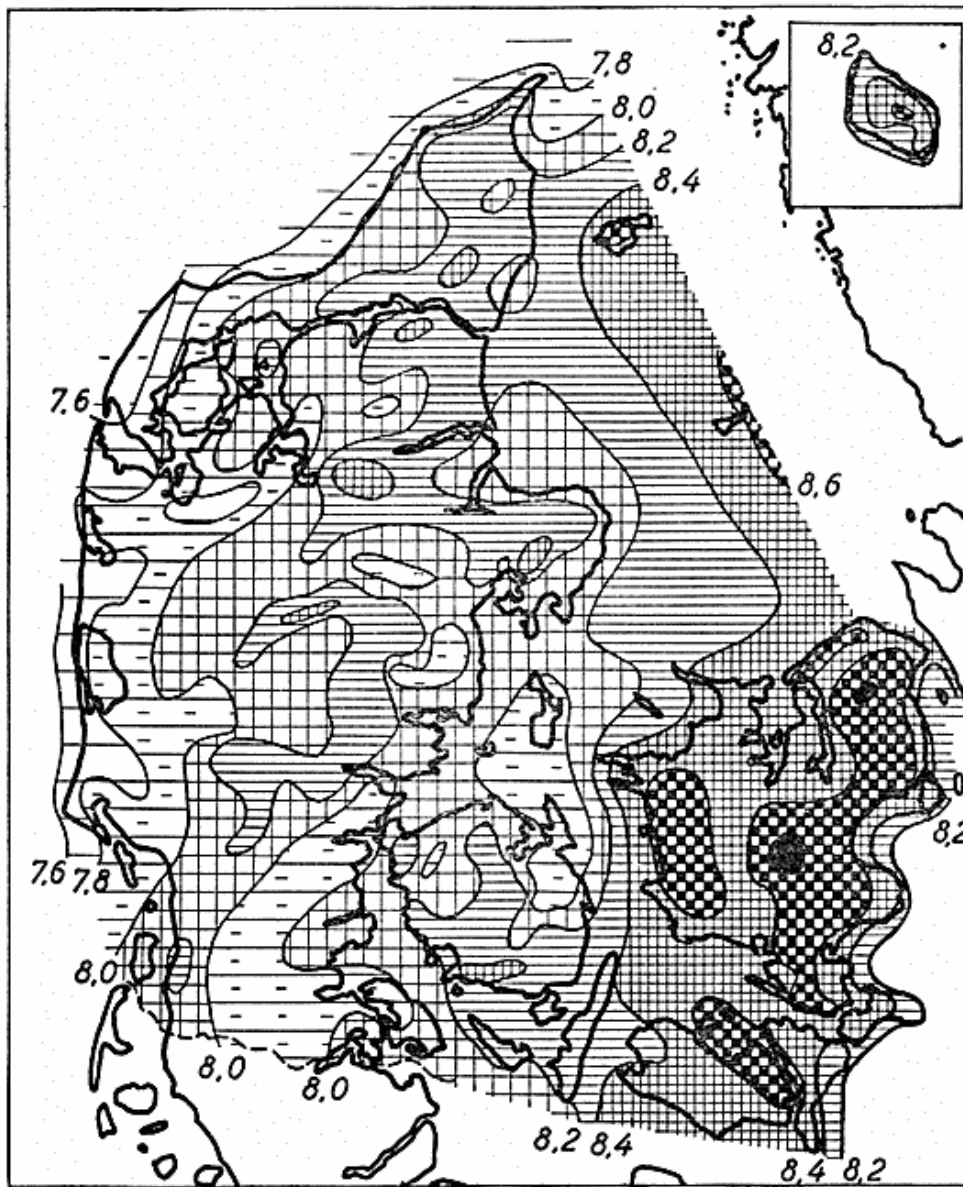


Fig. 11. Amplituden for Temperaturens aarlige Gang (Danmark).

### 6. Kortbeskrivelse.

#### a) Danmark: Kort over Amplitudens Størrelse.

Fig. 11 viser Amplitudens geografiske Fordeling over Danmark. Beregningen er foretaget paa Grundlag af Maanedsmiddeltemperaturerne ved ca. 240 Stationer, offentliggjort i „Danmarks Klima“ og gældende for Tiden 1886—1925.

Selv om det er muligt at finde visse karakteristiske Forhold ved Amplitudens Fordeling, gør lokale Ejendommeligheder sig gældende i saa høj Grad og i saa stort et Omfang, at Resultatet bliver

temmelig uoverskueligt, og Kurvetegningen vanskeliggøres betydeligt.

Bortset fra visse Omraader — bl. a. Bornholm og en Strækning langs Jyllands Vestkyst — er der ikke nogen *tydelig* Tendens til, at Amplitudens Isolinier følger Kysten; Kurverne er (med de nævnte Undtagelser) i det hele og store tegnet uden Hensyn til Kystliniens Forløb for ikke at give Indtryk af en Lovmæssighed, som ikke fremgaar af Materialet. Gennemgaaende er der fulgt det Princip, hellere at tage for meget Hensyn til den enkelte Station end for lidt; Kortbilledet bliver herved kompliceret, men næppe mere kompliceret end Virkeligheden. Det er iøvrigt ikke sandsynligt, at en Interpolation mellem nærliggende Stationer efter sædvanlige Interpolationsprincipper kan give paalidelige Værdier for det mellemliggende Omraade — dertil synes Tallene altfor stærkt og paa en altfor uoverskuelig Maade paavirket af lokale Faktorer, antagelig Terræn-, Bevoksnings- og Jordbundsforhold, maa- ske ogsaa af Termometrets Anbringelse, der navnlig tidligere kunde variere en Del (jfr. „Danmarks Klima“ S. 226).

De enkleste Forhold findes, som man kunde vente, paa Bornholm. Paa Grund af sin isolerede Beliggenhed langt fra de nærmeste Landomraader, sine stort set retliniede, lidet indskaarne Kyster og sine i Hovedtrækkene ret enkle Højdeforhold fungerer Bornholm saa at sige som et fysisk-geografisk Eksperiment, der tillader at studere en lovmæssig Sammenhæng næsten som i et Laboratorium. — Af de bornholmske Stationer har den, der benævnes „Udenfor Almindingen“, den største Amplitude (8.73 — en af de største i Landet) og Christiansø den mindste (8.11). Forskellen i Temperaturens aarlige Variation ved disse to Stationer er altsaa  $2 \cdot (8.73 - 8.11)$ , d. v. s. godt  $1^\circ$ .

Næstefter Bornholm er det Vestjylland, der udviser de simpleste Forhold; langs Kysten fra Hanstholm til Fanø er Amplituden mellem 7.60 og 7.80, og paa en Strækning fra Holstebro til Vejen er den ca. 8.00—8.30.

De største Værdier, Amplituden naar op paa indenfor Jyllands Grænser, ligger i Nærheden af 8.50, og de fleste af de Stationer, hvis Amplitude er særlig stor, er beliggende paa eller i Nærheden af den jyske Højderyg. Det er dog ikke saadan, at Stationer, der ligger særlig højt i Forhold til Omgivelserne, udviser en særlig stor Amplitude; snarere er der en Antydning af en Tendens i modsat Retning (Ejer 7.87, men Skanderborg 8.17), hvilket iøvrigt stemmer med, at „Bjergstationer“ — f. Eks. i Mellemeuropa og paa den



skandinaviske Halvø — i flere Henseender har et forholdsvis „maritimt“ Klima.

Ved de sønderjyske Indlandsstationer er Amplituden paafaldende ringe.

Paa Fyn er det mest fremtrædende Træk en Aftagen af Amplituden fra Syd mod Nord. Paa Sjælland og Lolland-Falster er Amplituden gennemgaaende større end vestfor Storebælt, nemlig ca. 8.30—8.60 langs Kysterne og ca. 8.50—8.80 i Indlandet. Paafaldende stor, ca. 8.60, er Amplituden paa Læsø og Anholt.

Hovedindtrykket af Fig. 11 kan resumeres saaledes:

- 1) Amplituden vokser fra Vest mod Øst;
- 2) Amplituden er gennemgaaende noget større i Indlandet end ved Kysterne;
- 3) lokale Faktorer virker i høj Grad forstyrrende paa Helhedsbilledet og giver Anledning til, at Kurvernes Forløb i Enkeltheder, delvis ogsaa i store Træk, bliver usikkert.

b) Danmark: Kort over Faseforskydningen.

Fig. 12 viser den geografiske Fordeling af Faseforskydningen i Forhold til det astronomiske Aar. Ogsaa her har de i „Danmarks Klima“ offentliggjorte Maanedsmidler tjent som Grundlag.

Paa dette Kort er Forskellen mellem Kyst og Indland meget iøjnefaldende. Saaledes udviser de egentlige Vestkyststationer fra Hanstholm til Blaavand (incl.) en Faseforskydning paa 37—39 Dage, medens det tilsvarende Tal er 30—32 Dage over et stort Omraade i det indre af Jylland. Ved den jyske Østkyst er Faseforskydningen mindre end ved Vestkysten, hvilket er forstaaeligt allerede af den Grund, at vestlige Vinde er hyppigere end østlige (jfr. 7. Afsnit), og at Nordsøen er betydeligt bredere end Kattegat. — Paa Øerne, selv de mindre, er Forskellen mellem Kyst og Indland ligeledes tydelig, omend ikke fuldt saa stor som i Jylland. Det bemærkes, at Kurverne i visse Tilfælde, hvor Stationstætheden er forholdsvis ringe, er tegnet saadan, at de følger Kysterne, selv om et saadant Kurveforløb ikke kan paavises direkte; dette synes rimeligt i Betragtning af, at Paralleliteten mellem Kurvernes og Kystliniens Forløb er tydelig overalt eller næsten overalt, hvor Stationerne ligger tilstrækkelig tæt til, at Usikkerheden m. H. t. Kurveforløbet er ringe. — Paa Bornholm er Kurveforløbet ogsaa i dette Tilfælde særlig enkelt og karakteristisk.

Betragter man Landet som Helhed, finder man den *mindste* Faseforskydning, 30—32 Dage, over følgende Omraader:

- 1) en Strækning i det indre af Vendsyssel;

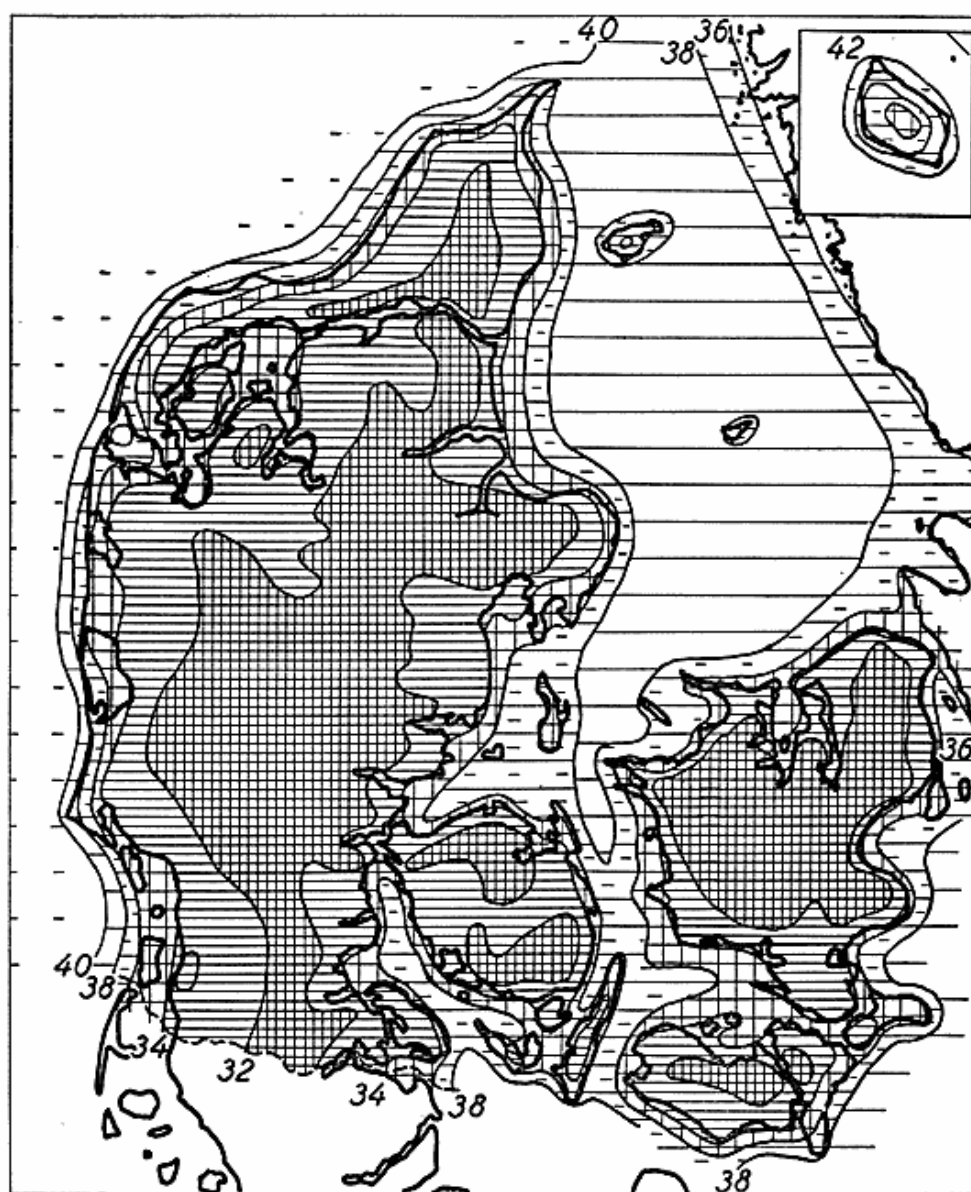


Fig. 12. Fasetorskydningen, maalt i Dage, i Forhold til det astronomiske Aar (Danmark).

- 2) et stort Omraade, der omfatter en Del af Himmerland og Djursland, det meste af Midtjylland og en Del af Sønderjylland;
- 3) Dele af Fyn; der synes her — hvis man tager mest mulige Hensyn til Observationerne — at være Tale om to Omraader, et i Odense Amt og et i Svendborg Amt, adskilt ved et Bælte fra Assens til Nyborg, hvor Faseskydningen er lidt større;
- 4) et stort Omraade, som omfatter det meste af Sjælland med Undtagelse af Kyststrækningerne og det egentlige Sydsjælland;

5) et mindre Omraade paa Lolland og muligvis et lille Omraade paa Falster.

Den *største* Faseforskydning findes — bortset fra Fyrskibene i Nordsøen: Horns Rev (47.9 Dage) og Vyl (44.7) — paa Christiansø (43.6 Dage) og ved Hammeren Fyr (40.8); derefter følger nogle andre udprægede Kyststationer: Blaavand, Lyngvig, Thyborøn, Hanstholm, Skagen, Hesselø, Hjelm, Sejro, Romsø, Keldsnor, Rønne og Dueodde, alle med en Faseforskydning paa ca. 38—40 Dage.

Undersøger man Kortets Detailler, finder man enkelte Stationer, for hvilke der er angivet paafaldende høje eller paafaldende lave Tal; dog drejer det sig højst om en Afvigelse paa ca. 2 Dage fra, hvad man maatte vente paa Grundlag af Tallene for de nærmeste og mest analogt beliggende Stationer. Som Eksempler kan nævnes Kringlum ved Sønderjyllands Vestkyst, hvor Faseforskydningen er paafaldende lille, og Stationerne i Viborg Amt, hvor der er temmelig daarlig Overensstemmelse mellem Viborg og Palstrup paa den ene Side (lille Faseforskydning) og Stationerne Søvang, Folkekuranstalten og Knudstrup paa den anden Side (stor Faseforskydning). Det er sandsynligt, at Forklaringen i hvert Fald for en Del maa søges i en forskellig Instrumentopstilling; specielt kan en mangelfuld Straalingsbeskyttelse i gamle Dage, ved de tidligst oprettede Stationer (Viborg, Palstrup og Kringlum), have bevirket, at Temperaturens aarlige Gang forandres lidt, idet f. Eks. Tidspunktet for *Temperaturmaksimet* om Sommeren rykker henimod Tidspunktet for *Indstraalingsmaksimet* (der indtræffer allerede i Juni), hvorved man faar en lidt for lille Værdi for Faseforskydningen. — For Kringlums Vedkommende kan endvidere Marskens og Vadehavets særegne Naturforhold antages at spille en Rolle.

Den Forskel, der er mellem Fig. 11 og Fig. 12, giver Indtryk af, at Temperaturens aarlige Amplitude er et Element, der i høj Grad paavirkes af lokale Forhold, medens Faseforskydningen er et Element, hvis Paavirkning af de i egentligste Forstand lokale Faktorer er af underordnet Betydning i Sammenligning med den Paavirkning, der kan føres tilbage til Fordelingen af Land og Vand i Nærheden af Stationen.

c) Danmark: Andet Led i Fourierrækken.

En Beregning af 2. Led i Fourierrekken (jfr. S. 220) er foretaget for ca. 240 danske Stationer; de fundne Tal er indlagt paa et Kort, som dog ikke skal gengives her, da Resultatet ikke er af større Interesse. De fleste Steder er *Amplituden* mellem 0.5 og 0.8 og *Fasevinklen* mellem 90 og 120°, hvilket svarer til Maksimum Sommer og Vinter, Minimum Foraar og Efteraar. Saavel Amplituden som Fasevinklen er gennemgaaende noget

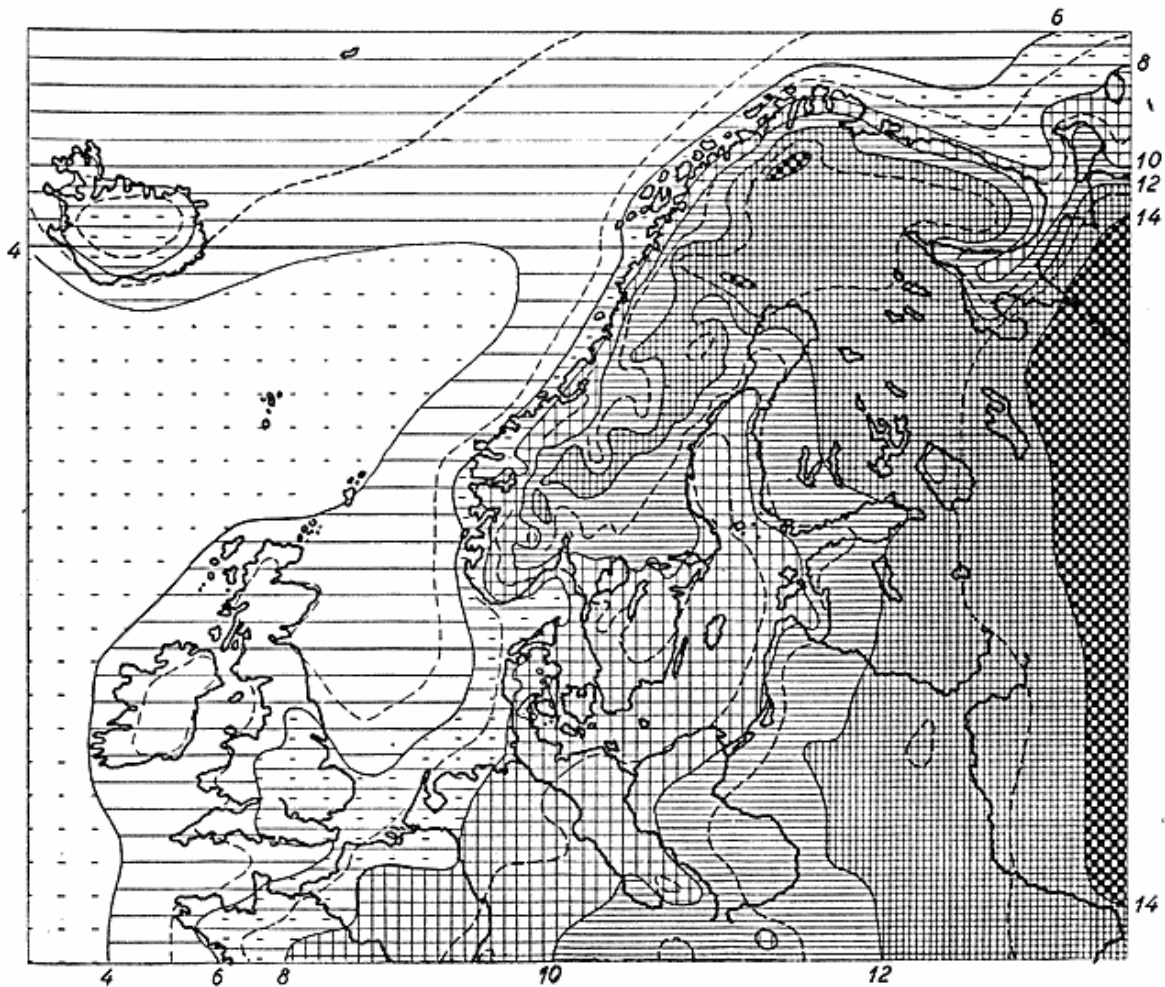


Fig. 13. Amplituden for Temperaturens aarlige Gang (Nordvesteuropa).

større i Indlandet end ved Kysterne. Billedet kompliceres af lokale Afvigelser, hvoraf en Del muligvis kan føres tilbage til, at den Sikkerhed, hvormed de „observerede“ Maanedsmidler (specielt de af dem, der er bestemt ved Reduktion af korte Observationsrækker) kendes, i denne Forbindelse ikke er fuldt tilstrækkelig.

d) Nordvesteuropa: Kort over Amplitudens Størrelse.

Fig. 13 viser Amplituden for Temperaturens aarlige Variation over Nordvesteuropa (og en Del af Mellem- og Østeuropa). Amplituden er beregnet for ca. 500 Stationer indenfor dette Omraade (Danmark ikke medregnet). Med Hensyn til det benyttede Materiale henvises til Litteraturfortegnelsen.

Amplituden er gennemgaaende større over Land end over Havet, og i adskillige Tilfælde følger Kurverne Kystens Forløb ret nøje, men de fleste Steder ligger de ikke særlig tæt langs Kysterne.

Ved Kurvetegningen over de Omraader (f. Eks. de britiske Øer),

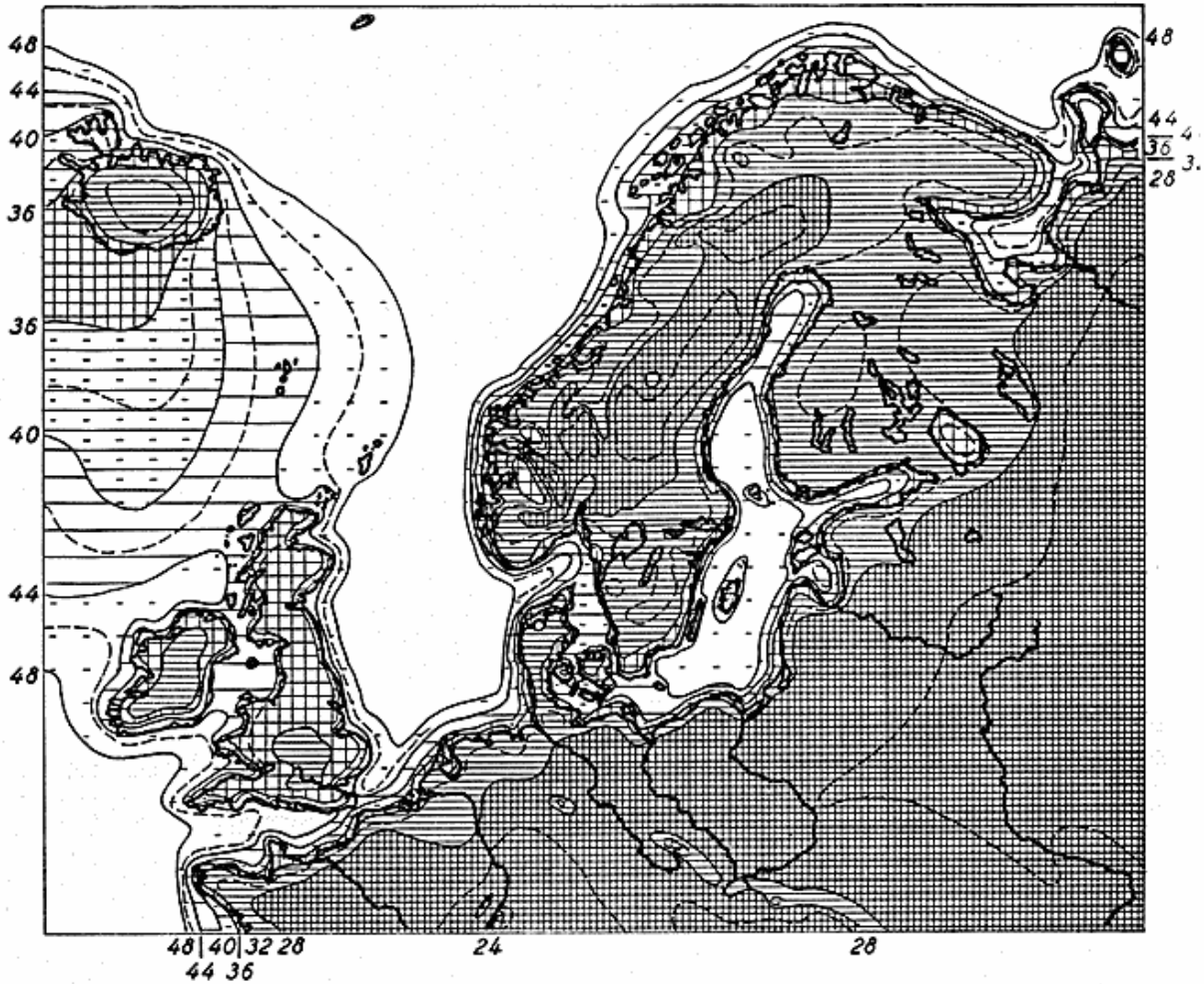


Fig. 14. Faseforskydningen, maalt i Dage, i Forhold til det astronomiske Aar (Nordvesteuropa).

hvor Stationstætheden er forholdsvis ringe, er der i nogen Grad taget Hensyn til, hvad Materialet iøvrigt viser om Amplitudens Afhængighed af de geografiske Forhold.

e) Nordvesteuropa: Kort over Faseforskydningen.

Fig. 14 viser den geografiske Fordeling af Temperaturkurvens Faseforskydning i Forhold til det astronomiske Aar. Ligesom paa det tilsvarende Danmarkskort (Fig. 12) ser man, at Kurverne følger Kystlinien ikke blot i store Træk, men ogsaa, saa vidt det kan konstateres, i Enkeltheder, og ligger meget tættere lige ved Kysten end andre Steder.

For Norges og Sveriges Vedkommende tillader det benyttede Materiale en ret detailleret Bestemmelse af Kurvernes Forløb. Bemærkelsesværdig er paa den ene Side den Regelmæssighed, hvormed Kurverne følger Kysten (især i Sverige), paa den anden Side det

uregelmæssige Forløb i Fjeldene (særlig fremtrædende i Norge); en nærmere Betragtning af Tallene for de enkelte Stationer viser tydeligt, at de højt og frit beliggende Punkter ( i Norge f. Eks. Fjeldtoppene Gaustatoppen, Fanaråken og Haldde) udviser en stor Faseforskydning i Forhold til nærliggende Dalstationer.

Kun for ganske enkelte norske og svenske Stationers Vedkommende optræder der Afvigelser, som ikke synes umiddelbart forstaaelige og næppe kan forklares uden nærmere Kendskab til de lokale Forhold: Gimo nordøstfor Uppsala 32.3 Dage, Harg (noget nærmere Kysten) 29.6; Florø-Kinn nordfor Bergen 36.2, ca. 5 Dage mindre, end man kunde vente.

For de ikke-skandinaviske Landes Vedkommende er det benyttede Materiale temmelig sparsomt, og det er i flere Tilfælde — det gælder navnlig de britiske Øer og det nordligste Rusland — ikke muligt at tegne Kurver for Faseforskydningen uden at anvende enten sædvanlige Interpolationsprincipper eller det af det øvrige Materiale indvundne Kendskab til Hovedreglerne for Kurvernes Forløb. Det sidste Alternativ er foretrukket; men Konsekvensen heraf bliver naturligvis, at man for disse Omraaders Vedkommende maa give Afkald paa at benytte Kortene som Bevis paa Reglernes Gyldighed.

Paafaldende er de relativt lave Tal for Faseforskydningen ved nogle atlantiske Kyststationer: Valentia, Blacksod, Stornoway, Thorshavn, Fagerhólsmýri, Vestmanø og Reykjavík. I denne Forbindelse kan det bemærkes, at ogsaa Vandtemperaturen i den tilgrænsende Del af Nordatlanten udviser en *forholdsvis* lille Faseforskydning; for Omraadet mellem 55 og 60° nordlig Bredde, 10 og 30° vestlig Længde er Faseforskydningen for Vandtemperaturen ca. 54—56 Dage og for Omraadet mellem 50 og 55° n. B., 10 og 20° v. L. 58—59 Dage, medens det tilsvarende Tal for Omraadet mellem 50 og 55° n. B., 25 og 30° v. L. er 67, for Horns Rev Fyrskib 59 og for Christiansø 60½ Dage. Utvivlsomt er denne Overensstemmelse mellem Ejendommelighederne i Lufttemperaturens og Vandtemperaturens aarlige Gang ikke tilfældig; men kun en nærmere Undersøgelse vilde give Mulighed for at udrede Aarsagssammenhængen mellem de atmosfæriske og de hydrografiske Faktorer.

Hovedindholdet af de fire Kort (Fig. 11—14) kan, forsaavidt angaar Amplitudens og Faseforskydningens Variation i Nærheden af Kysterne, anskueliggøres ved Fig. 15.

Da Kurverne for Faseforskydningen, som vist i det foregaaende, følger Kystlinien nøjere end Kurverne for Amplituden, kunde der

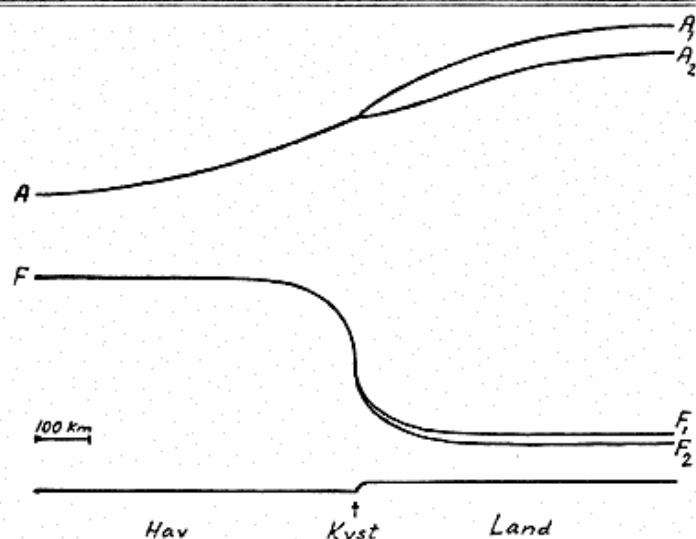


Fig. 15. Schematisk Fremstilling af Variationen af Amplituden (A) og Faseforskydningen (F) langs en Linie vinkelret paa en retliniet Kyststrækning. — Medens A-Kurven stiger temmelig jævnt, naar man fra det aabne Hav nærmer sig Kysten og passerer denne og fortsætter ind over Land, saa finder næsten hele den tilsvarende Ændring for F-Kurvens Vedkommende Sted i et smalt Bælte ved selve Kysten. At saavel A- som F-Kurven er „grenet“ inde over Land, skal illustrere den Spredning af A- og F-Værdierne, der skyldes lokale Forhold; Spredningen er, som omtalt, især af Betydning for Amplitudens Vedkommende.

maaske være Grund til at rejse det Spørgsmaal, om ikke Faseforskydningen bedre end Amplituden egnede sig som Grundlag for en Definition af Begrebet „Kontinentalitet“. Hertil er imidlertid at bemærke, at saa længe der ikke eksisterer noget Kriterium paa Kontinentalitet, som formelt er uafhængigt af meteorologiske Faktorer, kan man ikke tage Stilling til, om den ene Definition er mere *rigtig* end den anden; der kan i det højeste blive Tale om, at den er mere *hensigtsmæssig*, og Afgørelsen af, hvilken Definition der er den mest hensigtsmæssige, maa falde forskelligt ud efter Opgavens Art, saaledes at det i første Række er et praktisk-geografisk Anliggende, der falder udenfor nærværende Artikels Rammer.

### 7. Fysiske Betragtninger.

Aarsagen til Temperaturens aarlige Gang er som bekendt af fysisk-astronomisk Art: Jordaksens Hældning i Forhold til Jordens Bane bevirker, at den mulige *Indstraaling* pr. Døgn er forskellig paa de forskellige Tider af Aaret. For det første er *Dagens Længde* forskellig; den varierer (paa ethvert Sted mellem Vendekreds og Polarkreds) i Aarets Løb efter en Sinuskurve og har Maksimum ved Sommersolhverv, Minimum ved Vintersolhverv. For det andet er Solstraalingens Intensitet afhængig af Solens Højde  $h$  over Horisonten; Solhøjden følger i det enkelte Døgn en Sinuskurve, og



Straalingsintensiteten paa en vandret Plan er i et givet Øjeblik (mellem Solopgang og Solnedgang) proportional med sin  $h$ . En Beregning paa dette Grundlag giver til Resultat, at Indstraalingen har en aarlig Gang, der med ret god Tilnærmelse (men ikke eksakt) kan gengives ved en Sinuskurve; der er Maksimum ved Sommer-solhverv, Minimum ved Vintersolhverv, men Maksimet er noget mere „spidst“ end Minimet.

Ved denne Beregning er der ikke taget Hensyn til, at Straalingen svækkes paa Vejen gennem Atmosfæren; kaldes den astronomisk mulige Indstraaling  $i$ , er den Del deraf, der kommer det nederste Luftlag til gode i Form af Varme,  $i_1 = k \cdot i$ , hvor  $0 < k < 1$ . Hvis  $k$  havde været ens hele Aaret rundt, vilde Kurven for  $i_1$  have været ligedannet med Kurven for  $i$ . I Virkeligheden er  $k$  ikke en Konstant, idet den (gennemsnitlig) er større om Sommeren end om Vinteren; tager man Hensyn hertil, finder man, at  $i_1$ -Kurven, skønt den ikke er ligedannet med  $i$ -Kurven, alligevel ligner den i høj Grad — saaledes falder Tidspunkterne for Ekstremernes Indtræden meget nær sammen.

Mellem denne „Indstraalingskurve“ og den i det foregaaende omtalte Sinuskurve, som giver den bedste Tilnærmelse til Temperaturens aarlige Gang, er der altsaa en Faseforskel, som for Danmarks Vedkommende varierer mellem ca. 30 og ca. 40 Dage.

Udstraalingen er ifølge Stefan-Boltzmanns Lov proportional med 4. Potens af den absolute Temperatur, hvilket for de her i Landet almindeligt forekommende Temperaturer vil sige, at Udstraalingen forøges med ca.  $1\frac{1}{2}$  % for hver Grad, Temperaturen stiger; om Sommeren er Udstraalingen gennemsnitlig 25—30 % større end om Vinteren. Forholdet kompliceres imidlertid ved, at kun en mindre Del af den udstraalede Varmeenergi straks forsvinder ud i Verdensrummet; en væsentlig Del kommer paa Grund af Refleksion og Absorption i Atmosfæren (især i Skyerne) paany de jordnære Luftlag til gode i Form af Varme.

Foruden Ind- og Udstraaling har ogsaa Fordampning og Fortætning m. m. samt vertikal og horisontal Varmetransport (ved Ledning, Konvektion — d. v. s. Varmeudveksling ved Vertikalbevægelser — og Advektion — d. v. s. Varme- eller Kuldetilførsel ved horisontale Luftstrømninger —) i Atmosfæren, Havet og de øvre Jordlag Betydning for Temperaturen i den nederste Del af Atmosfæren. Forholdene er saa komplicerede, at en kvantitativ Beregning nødvendigvis maa blive ret usikker.

Fig. 16 viser den aarlige Variation af *Luftens* Middeltemperatur ved Grindsted (som Eksempel paa en efter danske Forhold typisk



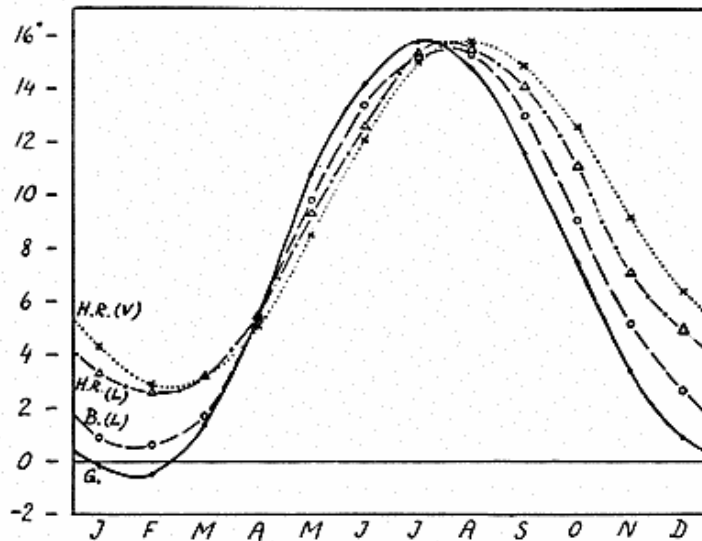


Fig. 16. Temperaturens aarlige Gang:

H.R.(V): Overfladevandets Temperatur ved Horns Rev Fyrskib, H.R.(L): Lufttemperaturen samme Sted, B.(L): Lufttemperaturen ved Blaavand, G.: Lufttemperaturen ved Grindsted.

Indlandsstation), Blaavand (en typisk Kyststation) og Horns Rev Fyrskib samt den aarlige Variation af *Overfladevandets* Middeltemperatur ved Horns Rev. Figuren illustrerer, hvorledes Lufttemperaturen ved Horns Rev og — i noget mindre Grad — ved Blaavand følger Overfladevandets Temperaturvariationer.

Det gælder ikke blot de Omraader af Europa, for hvilke det er paavist i det foregaaende, men næsten hele Jorden, at *Temperaturens aarlige Amplitude er mindre over Havomraader end over Land paa samme Breddegrad*, og ligeledes, at *Forsinkelsen i Forhold til det astronomiske Aar er størst over Havet*. Den fysiske Forklaring herpaa er som bekendt Vandets store Varmefylde, dets Gementrængelighed for Straaling og dets store Bevægelighed, der medfører en betydelig Varmeutveksling i horisontal og (under visse Omstændigheder) vertikal Retning; hertil kommer — f. Eks. for Østersøens og Kattegats Vedkommende — den betydelige latente Varmemængde, der frigøres, naar Vand fryser til Is, og forbruges, naar Isen smelter.

Varmeomsætningen mellem Overfladevandet og det nederste Luftlag foregaar ved Ledning (og Straaling); da Vandets Tæthed er ca. 775 Gange saa stor som Luftens og dets Varmefylde ca. 4 Gange saa stor som Luftens Varmefylde ved konstant Tryk, er den Varmemængde, der frigøres, naar et Vandlag paa 1 cm afkøles  $1^{\circ}$ , tilstrækkelig til at opvarme et Luftlag paa ca. 30 Meters Tykkelse  $1^{\circ}$ , eller et Luftlag paa 60 Meters Tykkelse  $\frac{1}{2}^{\circ}$ , o. s. v.

Hvor højt op Luftens Temperatur i hvert enkelt Tilfælde paavir-

kes af Vandet, afhænger i høj Grad af de nærmere Omstændigheder:

1) Hvis Vandet er koldere end Luften, afkøles det nederste Luftlag hurtigt til en Temperatur, der kun er lidt (i Reglen ikke over  $2^{\circ}$ ) højere end Vandets; det kolde Bundlags Tykkelse er kun ringe (50—500 m), idet den termodynamisk stabile Temperaturfordeling, der opstaar ved den stadige Afkøling nedefra, hindrer Vertikalbevægelser i den paagældende Del af Atmosfæren; Varmudvekslingen ved Ledning og Straaling giver dog Mulighed for, at Afkølingen langsomt kan brede sig opefter.

2) Hvis Vandet er varmere end Luften, opvarmes denne, men Opvarmningsprocessens Forløb er helt forskelligt, efter som det Luftlag, der er koldt i Forhold til Overfladevandet, er tykt eller tyndt: Et tyndt, koldt Bundlag (f. Eks. opstaaet over Land ved natlig Udstraling) vil hurtigt forsvinde; dersom eksempelvis en Luftmasse med en Temperatur af  $-5^{\circ}$  i 2 m Højde og  $+1^{\circ}$  i 200 m Højde (et om Vinteren jævnlig forekommende Tilfælde) fra Land strømmer ud over et Hav, hvis Overfladetemperatur er  $+4^{\circ}$ , vil Lufttemperaturen i 2 m Højde i Løbet af kort Tid (nogle faa Timer) stige til  $+2-3^{\circ}$ , medens Temperaturen i 200 m Højde ikke forandrer sig nævneværdigt. — Hvis derimod Temperaturen aftager opefter, vil Opvarmningen af de nedre Luftlag forsinkes, idet de ovenoverliggende Luftlag hele Tiden skal „følge med“, saaledes at den vertikale Temperaturgradient ikke væsentligt overskrider den adiabatisk Grænseværdi (for tør Luft og umættet Luft  $1^{\circ}$  pr. 100 m, for Luft, der er mættet med Fugtighed, noget mindre). I det specielle, ret sjældent forekommende Tilfælde, hvor Temperaturfaldet i Forvejen er adiabatisk et langt Stykke op (til et Par km eller mere), vil selv en nok saa kraftig Varmetilførsel fra Vandet kun ganske langsomt medføre en Stigning af Lufttemperaturen, medens paa den anden Side Overfladevandet i saa Fald afkøles hurtigere end ellers, idet Differensen mellem Luftens og Vandets Temperatur, og dermed den afgivne Varmemængde pr. Tids- og Arealenhed, holder sig høj og næsten konstant i flere Timer.

Paa Grundlag af ovenstaaende Betragtninger kan man til en vis Grad ræsonnere sig til, under hvilke Omstændigheder der kan være en betydelig Forskel mellem Lufttemperaturen over Land og Lufttemperaturen over Havet. Nok saa tilfredsstillende vilde det naturligvis være at foretage en detailleret Undersøgelse af den horisontale Temperaturfordeling i et stort Antal egnede Vejrsituationer; men heller ikke ad denne Vej kan man vente at naa til Klarhed

over den fysiske Sammenhæng. Ønsker man at opnaa *det*, maa der foretages Maalinger med netop dette specielle Formaal for Øje: Temperaturmaalinger saavel i og ved Jord- og Havoverfladen som i den frie Atmosfære op til nogle Hundrede Meters Højde, endvidere Maalinger af den ind- og udstraalede Varmemængde, af Fordampningen, af Hor.sontal- og Vertikalbevægelser i Atmosfæren, o. s. v.

Det, man kan sige *uden* en detailleret Undersøgelse af den horizontale Temperaturfordeling paa passende valgte Tidspunkter og *uden* en Række fysiske Maalinger, anstillet i dette specielle Øjemed, er ikke stort mere, end hvad der paa Forhaand er velkendt eller indlysende. For Sammenhængens Skyld skal der dog gøres en kort Redegørelse, idet der indskydes den Bemærkning, at en saadan kortfattet Beskrivelse nødvendigvis maa blive skematisk og allerede af den Grund misvisende, for saa vidt som hverken Temperaturfordelingen selv eller Aarsagssammenhængen er saa enkel, som en skematisk Fremstilling let kan give Indtryk af.

Først betragtes det Tilfælde, at Luften over Land er betydeligt varmere end Luften over Havet. En saadan Temperaturfordelings Opstaaen begunstiges af:

- 1) Indstraaling (Solskin),
- 2) stille Vejr,
- 3) en i Forhold til Havoverfladens Temperatur høj Varmegrad i den frie Atmosfære (fra nogle Hundrede Meters Højde).

At det er stille Vejr, er ikke saa nødvendig en Betingelse for Fremkomsten af store lokale Temperaturdifferenser, som man vist i Almindelighed forestiller sig. Hvis Luften strømmer fra Havet ind over Land, vil et eventuelt forhaandenværende koldt Bundlag i Tilfælde af stærk Indstraaling ret hurtigt kunne „*forsvinde*“, d.v.s. Luften i det kolde Bundlag vil dels opvarmes stærkt, dels blandes med varmere Luft fra den ovenoverliggende Del af Atmosfæren; hvis Luften strømmer fra Land ud over Havet, og Vandets Temperatur er lav, vil der ret hurtigt *dannes* et koldere Bundlag, der, naar det først er opstaaet, paa Grund af sin større Vægtfylde i Hovedsagen vil holde sig nær ved Havoverfladen og derved afkøles yderligere, til det omtrent har naaet Vandets Temperatur. Disse Processer foregaar, især om Foraaret, jævnlig selv ved middelhøje Vindstyrker (3—6 Beaufort); ved endnu højere Vindstyrker er Vertikalbevægelsen i Luften i Reglen saa stærk, at Dannelsen af kolde Bundlag vanskeliggøres.

De Betingelser, der begunstiger den *modsatte* Temperaturfordelings Opstaaen — lavere Lufttemperatur over Land end over Havet — er navnlig:

- 1) Udstraaling,
- 2) stille Vejr.

Med Hensyn til den Rolle, Vindstyrken spiller for Dannelse og Tilintetgørelse af kolde Bundlag, gælder der her Regler, der i Hovedtrækkene er analoge med de ovenfor anførte.

Navnlig i Vinterhalvaaret er Vinden ofte saa stærk eller Skydækket saa stort, at Luftens Temperatur er omtrent ens over hele Danmark med tilgrænsende Farvande (forudsat at der ikke findes væsentlig forskellige Luftmasser over Landet). Paa den anden Side kan Temperaturforskellen netop paa denne Tid af Aaret i klare, stille Nætter bl.ve meget stor ( $10-20^{\circ}$ ). I Maanederne Maj—Juni, da Vindforholdene i Reglen er ret rolige og Skydækket ofte ringe, er middelstore Temperaturdifferenser ( $3-6^{\circ}$ ) meget almindelige; Differenser paa over  $10^{\circ}$  forekommer lejlighedsvis, men en altfor stærk Opvarmning af Luften nærmest Jordoverfladen forhindres, idet den vertikale Masseudveksling (Konvektionen) med Varmetransport opad sætter ind, naar den adiabatiske Grænseværdi for den vertikale Temperaturgradient overskrides.

Med Hensyn til de fysiske Aarsager til den fundne *Afvigelse fra den simple harmoniske Svingning*, saaledes som Afvigelsen kommer til Udtryk, naar man beregner andet Led i Fourierrækken (jfr. 4. Afsnit), maa det bemærkes, for det første, at det drejer sig om ret smaa Tal (Amplituden er som nævnt mindre end  $1^{\circ}$ ), for det andet, at der ikke er Tale om en Afvigelse fra, hvad man paa Forhaand udfra fysiske Betragtninger var berettiget til at vente, men kun om en Afvigelse fra en Kurveform, der matematisk set er af særlig simpel Natur.

At Kurven gennem de „observerede“ Maanedsmidler er mere spids om Sommeren end om Vinteren, kan muligvis staa i Forbindelse med, at Indstraalingskurven udviser den samme Ejendommelighed (jfr. S. 235). At Kurven er stejlere om Foraaret end om Efteraaret, kan muligvis skyldes, at Skydækket normalt er mindre om Foraaret end om Efteraaret, saaledes at Indstraalingen kan faa Temperaturen til at stige hurtigere, end Udstraalingen kan faa den til at falde. Hertil kommer den latente Varme, der frigøres fra Vanddampen i Luften, naar denne afkøles i Løbet af Efteraaret; netop paa den Tid af Aaret, da Afkølingen begynder, er Luftens absolute Fugtighed (Vanddampmængden) særlig stor. Endelig kan det antages, at Tilstedeværelsen af Is i Farvandene i det tidlige Foraar spiller en Rolle, idet Isen bevirker en ekstraordinær Forsinkelse af det Tidspunkt, da Temperaturstigningen begynder at tage Fart, saaledes at næsten hele Stigningen finder Sted indenfor et forholdsvis kort Tidsrum.

---

#### LITTERATUR:

*Köppen-Geiger's* Handbuch der Klimatologie indeholder Maanedsmiddeltemperaturer for et stort Antal Stationer, fordelt over hele Jorden; Europa er behandlet i tre Hæfter af Haandbogen, nemlig:

Med Hensyn til den Rolle, Vindstyrken spiller for Dannelse og Tilintetgørelse af kolde Bundlag, gælder der her Regler, der i Hovedtrækkene er analoge med de ovenfor anførte.

Navnlig i Vinterhalvaaret er Vinden ofte saa stærk eller Skydækket saa stort, at Luftens Temperatur er omtrent ens over hele Danmark med tilgrænsende Farvande (forudsat at der ikke findes væsentlig forskellige Luftmasser over Landet). Paa den anden Side kan Temperaturforskellen netop paa denne Tid af Aaret i klare, stille Nætter blive meget stor ( $10-20^{\circ}$ ). I Maanederne Maj—Juni, da Vindforholdene i Reglen er ret rolige og Skydækket ofte ringe, er middelstore Temperaturdifferenser ( $3-6^{\circ}$ ) meget almindelige; Differenser paa over  $10^{\circ}$  forekommer lejlighedsvis, men en altfor stærk Opvarmning af Luften nærmest Jordoverfladen forhindres, idet den vertikale Masseudveksling (Konvektionen) med Varmetransport opad sætter ind, naar den adiabatiske Grænseværdi for den vertikale Temperaturgradient overskrides.

Med Hensyn til de fysiske Aarsager til den fundne *Afvigelse fra den simple harmoniske Svingning*, saaledes som Afvigelsen kommer til Udtryk, naar man beregner andet Led i Fourierrækken (jfr. 4. Afsnit), maa det bemærkes, for det første, at det drejer sig om ret smaa Tal (Amplituden er som nævnt mindre end  $1^{\circ}$ ), for det andet, at der ikke er Tale om en Afvigelse fra, hvad man paa Forhaand udfra fysiske Betragtninger var berettiget til at vente, men kun om en Afvigelse fra en Kurveform, der matematisk set er af særlig simpel Natur.

At Kurven gennem de „observerede“ Maanedsmidler er mere spids om Sommeren end om Vinteren, kan muligvis staa i Forbindelse med, at Indstraalingskurven udviser den samme Ejendommelighed (jfr. S. 235). At Kurven er stejlere om Foraaret end om Efteraaret, kan muligvis skyldes, at Skydækket normalt er mindre om Foraaret end om Efteraaret, saaledes at Indstraalingen kan faa Temperaturen til at stige hurtigere, end Udstraalingen kan faa den til at falde. Hertil kommer den latente Varme, der frigøres fra Vanddampen i Luften, naar denne afkøles i Løbet af Efteraaret; netop paa den Tid af Aaret, da Afkølingen begynder, er Luftens absolute Fugtighed (Vanddampmængden) særlig stor. Endelig kan det antages, at Tilstedeværelsen af Is i Farvandene i det tidlige Foraar spiller en Rolle, idet Isen bevirker en ekstraordinær Forsinkelse af det Tidspunkt, da Temperaturstigningen begynder at tage Fart, saaledes at næsten hele Stigningen finder Sted indenfor et forholdsvis kort Tidsrum.

---

#### LITTERATUR:

*Köppen-Geiger's* Handbuch der Klimatologie indeholder Maanedsmiddeltemperaturer for et stort Antal Stationer, fordelt over hele Jorden; Europa er behandlet i tre Hæfter af Haandbogen, nemlig:

- (1) *B. J. Birkeland und N. J. Føyn: Klima von Nordwesteuropa* (Berlin 1932),
- 2) *E. Alt: Klimakunde von Mittel- und Südeuropa* (Berlin 1932).
- (3) *W. Köppen: Klimakunde von Russland (Tabellen)* (Berlin 1939).

For de nordiske Landes Vedkommende findes et omfattende Materiale i:

- (4) *Danmarks Klima* (Kbh. 1933),
- (5) *B. J. Birkeland: Mittel und Extreme der Lufttemperatur* (Oslo 1936),
- (6) *A. Ångström: Lufttemperatur och temperaturanomaliér i Sverige 1901—30* (Stockholm 1938).
- (7) *J. Keränen: Temperaturkarten von Finnland* (Helsinki 1925).

Af de ovennævnte Værker indeholder (2) et Kort over Faseforskynningen i Mellem- og Sydeuropa; i (6) behandles Spørgsmaalet Kystklima—Indlandsklima paa den Maade, at den enkelte Stations Maanedsmidler sammenlignes med Tal, der er beregnet efter visse simple Antagelser om Temperaturens Variation med Højden og den geografiske Bredde — Differenserne viser da, specielt med Hensyn til den aarlige Gang, en tydelig Afhængighed af Stedets Beliggenhed i Forhold til Kysten.

I de fleste af Værkerne (1)—(7) findes udførlige Literaturhenvisninger.

Maanedsmiddeltemperaturer for Overfladevandet findes i:

- (8) *Mean Values of Observations from Danish Light-Vessels* (Kbh. 1933),
- (9) *Atlas of Climatic Charts of the Oceans* (Washington 1938).

Det sidstnævnte Værk indeholder tillige Maanedsmidler for *Luftens Temperatur*.

Den benyttede Regnemetode, specielt Skema II og V, beskrives udførligt i:

- (10) *Hann-Süring: Lehrbuch der Meteorologie*, 5. Udg. (Berlin 1937—) S. 81—91.

Problemet Kystklima — Indlandsklima findes behandlet i (10) S. 145—150 og desuden bl. a. i flg. Afhandlinger:

- (11) *H. Berg: Die Kontinentalität Europas und ihre Änderung 1928—37 gegen 1888—97* (Ann. d. Hydr. 1940),
- (12) *H. Bohnstedt: Die thermische Kontinentalität des deutschen Klimas* (Met. Z. 1932),
- (13) *W. Dammann: Die Kontinentalität Europas* (Ann. d. Hydr. 1941),
- (14) *Wl. Gorczyński: Sur le Calcul du Degré du Continentalisme et son Application dans la Climatologie* (Geogr. Ann. 1920),
- (15) *Osc. V. Johansson: Der jährliche Gang der Temperatur in polaren Gegenden* (Geogr. Ann. 1939),
- (16) *Ch. Maisel: Der Einfluss der kontinentalen Lage auf die Jahreschwankung des Monatsmittels der Lufttemperatur im Deutschen Reich* (Arb. a. d. Geogr. Inst. d. Univ. Erlangen, Heft 5, 1931),
- (17) *H. Schrepfer: Die Kontinentalität des deutschen Klimas* (Peterm. Mitt. 1925),
- (18) *R. Spitaler: Klimatische Kontinentalität und Ozeanität* (Peterm. Mitt. 1922).

- I nedenstaaende Afhandlinger berøres Problemets fysiske Sider:
- (19) *M. Franssila*: Mikroklimatische Untersuchungen des Wärmehaushaltes (Helsinki 1936),
  - (20) *A. Maas*: Der Erwärmungsvorgang in den unteren Luftschichten an heiteren Vormittagen (Met. Z. 1942),
  - (21) *G. Seifert*: Instabile Schichtungen der Atmosphäre und ihre Bedeutung für die Wetterentwicklung im Königsberger Gebiet (Leipzig 1935).
-