

## **Om Variationer af Middelværdien af Lufttemperaturen over Nordvesteuropa.**

Af J. Egedal.

---

### **En Indledning.**

Den Kendsgerning, at Middelværdien af Luftens Temperatur over Nordvesteuropa fra omkring Aar 1900 indtil 1939 har været paa-faldende høj, har haft til Følge, at der er gjort et stort Arbejde for at fastslaa Størrelsen af de Temperaturændringer, der er sket forskellige Steder, samt for at naa frem til en Forklaring af Ændringernes Opstaaen.

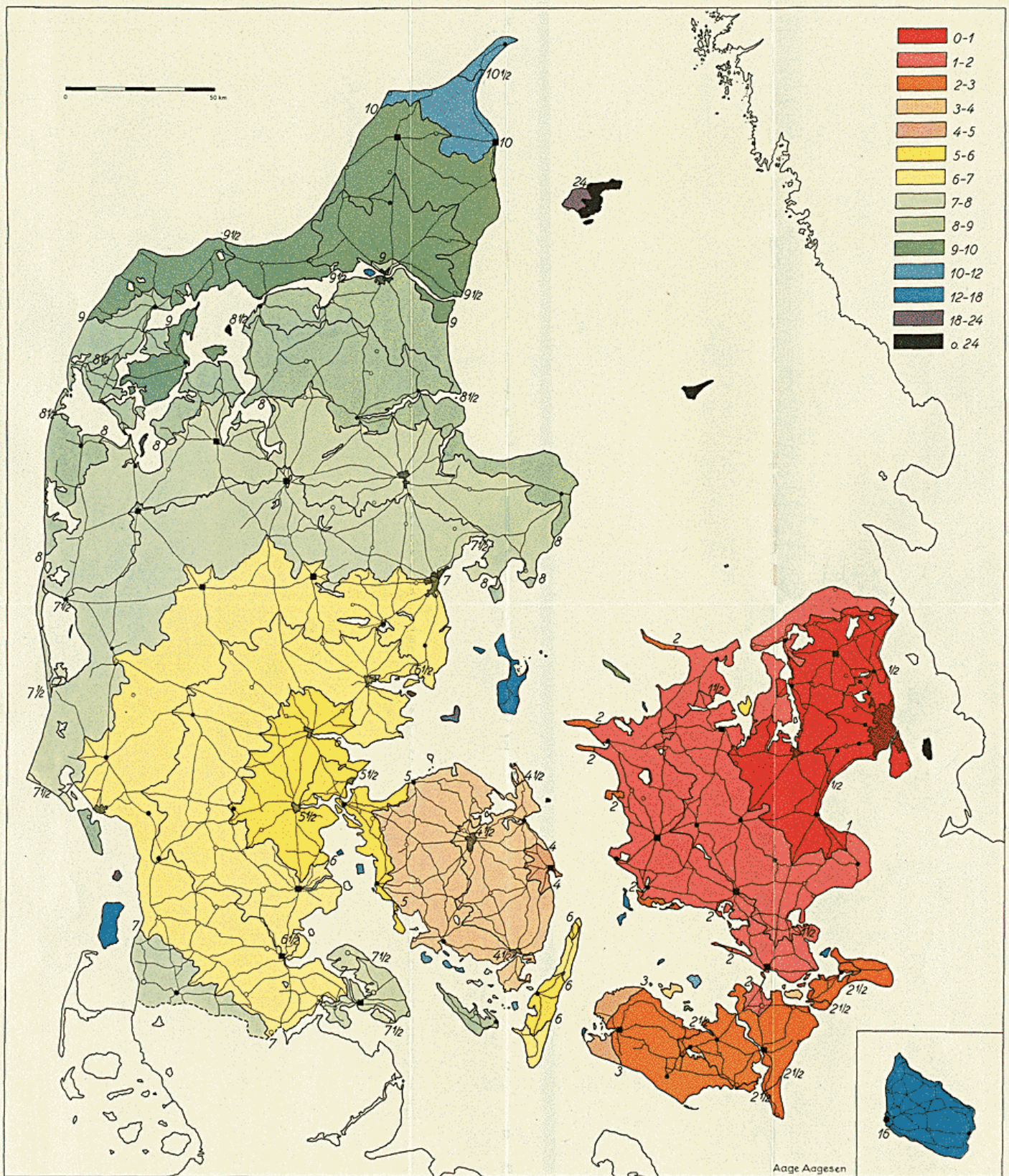
I „Geografiska Annaler“ har der været ført en Diskussion angaaende herhen hørende Spørgsmaal, og til denne Diskussion, hvortil Dr. A. Ångström, Hr. G. H. Liljequist og J. Egedal har ydet Bidrag, er den efterfølgende Artikel (On variations of mean temperatures of the air) et afsluttende Bidrag. Nærværende Redegørelse skal tjene som Indledning til denne Artikel.

De Middelværdier af Lufttemperaturen, der behandles, er Middelværdier for Maaneder eller Aar, saaledes at den daglige og aarlige Variation af Lufttemperaturen ikke direkte viser sig.

For saadanne Middeltemperaturer skelner man mellem to Slags Variationer: *periodiske* og *uperiodiske*.

De periodiske Variationer har ringe Interesse, idet der for Steder paa Nordeuropas geografiske Bredde ikke med Sikkerhed er paa-vist nogen; det er dog sandsynligt, at der findes en Periode paa 11 Aar med Tilknytning til Solpletperioden.

De uperiodiske Variationer kan deles i to Grupper. Den ene Gruppe omfatter Tilfælde, hvor der er Tale om en Ændring af Temperaturens Middelværdi, idet Middelttemperaturen efter i et længere Tidsrums enkelte Afsnit at have haft Værdier liggende omkring en



Kort over Middelsisochroner for Landevejstrafik i Danmark, regnet fra København, for Tiden 21.-30. August 1939. Tallene angiver Rejsens gennemsnitlige Varighed i Timer.

Map of the mean isochrones for road traffic in Denmark, calculated from Copenhagen, for the period August the 21st-30th 1939. The numbers report the mean duration of the travel in hours.

Aage Aagesen

## **Om Variationer af Middelværdien af Lufttemperaturen over Nordvesteuropa.**

Af J. Egedal.

---

### **En Indledning.**

Den Kendsgerning, at Middelværdien af Luftens Temperatur over Nordvesteuropa fra omkring Aar 1900 indtil 1939 har været paa-faldende høj, har haft til Følge, at der er gjort et stort Arbejde for at fastslaa Størrelsen af de Temperaturændringer, der er sket forskellige Steder, samt for at naa frem til en Forklaring af Ændringernes Opstaaen.

I „Geografiska Annaler“ har der været ført en Diskussion angaaende herhen hørende Spørgsmaal, og til denne Diskussion, hvortil Dr. A. Ångström, Hr. G. H. Liljequist og J. Egedal har ydet Bidrag, er den efterfølgende Artikel (On variations of mean temperatures of the air) et afsluttende Bidrag. Nærværende Redegørelse skal tjene som Indledning til denne Artikel.

De Middelværdier af Lufttemperaturen, der behandles, er Middelværdier for Maaneder eller Aar, saaledes at den daglige og aarlige Variation af Lufttemperaturen ikke direkte viser sig.

For saadanne Middeltemperaturer skelner man mellem to Slags Variationer: *periodiske* og *uperiodiske*.

De periodiske Variationer har ringe Interesse, idet der for Steder paa Nordeuropas geografiske Bredde ikke med Sikkerhed er paa-vist nogen; det er dog sandsynligt, at der findes en Periode paa 11 Aar med Tilknytning til Solpletperioden.

De uperiodiske Variationer kan deles i to Grupper. Den ene Gruppe omfatter Tilfælde, hvor der er Tale om en Ændring af Temperaturens Middelværdi, idet Middelttemperaturen efter i et længere Tidsrums enkelte Afsnit at have haft Værdier liggende omkring en

Værdi i et andet længere Tidsrums enkelte Afsnit gaar over til at faa Værdier liggende omkring en anden Værdi; Differensen mellem de to længere Tidsrums Middelværdier maa med Sikkerhed kunne fastslaaes. Da der maa være Tale om smaa Ændringer, maa de længere Tidsrum, der betragtes, være af Størrelsesordenen 30 Aar, da det ellers ofte vil være umuligt med Sikkerhed at paavise Ændringen. For den anden Gruppe taler man om *Svingninger* (Schwankungen): Middelværdier for forskellige Tidsrum falder i Hovedsagen ret nær samme Værdi, men for enkelte Tidsrum findes Middelværdier, der enten ligger en Del over eller en Del under den Værdi, Middelværdierne ligger omkring. Lufttemperaturen er en af de bestemmende Faktorer i Klimaet, og de nævnte to Grupper svarer til følgende Arter af Variationer af Klimaet: *Klimaændringer* og *Klimasvingninger*.

Emnet for den nævnte Diskussion i Geografiska Annaler var i Hovedsagen de uperiodiske Temperaturvariationer, men, da disse Variationer særlig er fremtrædende i Vintertiden,<sup>1)</sup> behandlede udelukkende Vintertemperaturens Ændringer.

J. Egedal<sup>2)</sup> søgte at vise, at den paaviste Stigning i Vintertemperaturen kan forklares som Resultatet af en tilfældig men særlig Fordeling af de strenge Vintre, idet der ikke i det betragtede Tidsrum kunde paavises nogen Stigning af de mildeste Vintres Temperatur. Da man ikke tør anvende de sædvanlige Beregninger af Middelværdiers Usikkerhed paa Lufttemperaturens Værdier, fordi Afvigelserne fra Middelværdien ikke fordeler sig helt i Overensstemmelse med den gaussiske Fejlfordelingslov — strenge Vintre er for hyppige — beregnedes paa Grundlag af Tanken om en vilkaarlig Fordeling af de strenge Vintre af Materiale fra Berlin Sandsynligheden for i Perioder paa 30 Aar at faa det Antal strenge Vintre, som virkelig er forekommen. I Tidsrummet 1781—1810 naaedes det højeste Antal strenge Vintre, nemlig ialt 8, i Tidsrummet 1871—1900 det laveste Antal, nemlig 1, mens det gennemsnitlige Antal efter den valgte Grænse var 3.1 strenge Vintre i 30 Aar. Selv om Sandsynligheden for at faa 8 strenge Vintre i 30 Aar er ret ringe, nemlig 0.0069, formentes denne Værdi ikke at afgive nogen tvingende Grund for at opgive Tanken om at forklare den foregaaende Temperaturstigning ved en vilkaarlig men særlig Fordeling af de strenge Vintre.

<sup>1)</sup> Jfr. L. Lysgaard: Ændringer i Danmarks Klima i den nyeste Tid. Geogr. Tidsskr., Bd. 40, Dec. 1937, p. 137—155.

<sup>2)</sup> J. Egedal: On variations of mean temperatures. Geogr. Annaler, Bd. XXIII, 1941, p. 125—133.

A. Ångström<sup>3)</sup> gaar i sin Behandling af Spørgsmaalet angaaende Klimavariationer ud fra, at Afvigelserne for Middelværdier af Lufttemperaturen fra en fælles Middelværdi sædvanligvis temmelig nær følger den gaussiske Fejlfordelingslov, saaledes at en Bestemmelse af, hvorvidt der mellem to 30 Aars Perioder er sket en Klimaændring, paa tilfredsstillende Maade kan afgøres af, om Differensen mellem Mitteltemperaturen for de to Tidsrum er større end 3 Gange den sandsynlige Afvigelse paa en Differens mellem to 30 Aars Midler. Mitteltemperaturen i Stockholm for Januar Maaned omtales særligt, idet denne Maanedes Værdier meget klart viser Temperaturstigningen. I Tabel 1 er Middelværdierne for 30 Aars Perioder fra 1781—1930 opført:

*Tabel 1. — Mitteltemperaturer i Stockholm i Januar Maaned.  
30 Aars Midler.*

	1781—1810	1811—1840	1841—1870	1871—1900	1901—1930
Temp. (C)	—4.°27	—4.°08	—3.°61	—2.°94	—2.°46

Differensen mellem det laveste og det højeste 30 Aars Mittel er 1.°81, og da den sandsynlige Afvigelse for en Differens mellem to 30 Aars Midler er bestemt til  $\pm 0.°50$ , ses det, at Differensen er væsentligt over den ovennævnte Grænse, idet den er 3.6 Gange den sandsynlige Afvigelse. Hertil føjer A. Ångström følgende Udtalelse: „Mere end Differensens egen Størrelse taler imidlertid den stadige Stigning af Temperaturen fra Serie til Serie til Støtte for, at vi her har at gøre med en virkelig Klimaændring i dette Ords egentlige Betydning.“

Hertil bemærker J. Egedal,<sup>4)</sup> at vel viser Vintertemperaturen i Stockholm en betydelig Stigning, men, dersom man betragter de enkelte 30 Aars Perioders Mitteltemperaturers Afvigelse fra Middelværdien af Tabel 1's Værdier, vil det efter Værdierne vise sig mindre sikkert, at der virkelig er sket en Ændring. Den nævnte Middelværdi er —3.°47 C, og den sandsynlige Afvigelse for en enkelt 30 Aars Periodes Værdi er bestemt til  $\pm 0.°35$ ; for 30 Aars Perioden 1901—1930, der er mest afvigende, finder man derfor følgende Afvigelse:

$$+1.°01 \pm 0.°35 \text{ C}$$

<sup>3)</sup> A. Ångström: Principiella synpunkter på undersökningar över klimatets förändring med tillämpning på det svenska klimatet. Statens met.-hydrog. anstalt. Meddelanden, serien uppsatser nr. 42 (ogsaa offentliggjort i Geogr. Annaler, Bd. XXIII, 1941 og i Festskrift tillägnad V. Bjerknes, Stockholm 1942).

<sup>4)</sup> J. Egedal: On variations of mean temperatures of the air in Northwest Europe. Geogr. Annaler, Bd. XXIV, 1942, p. 270—273.

Den fundne Afvigelse er mindre end 3 Gange den sandsynlige Afvigelse, og det vil derfor efter ovenstaaende være usikkert, om der kan tillægges den fundne Ændring en Betydning.

Med Hensyn til Spørgsmaalet om den fortsatte Stigning fra 30 Aars Periode til 30 Aars Periode gøres opmærksom paa, at Sandsynligheden for at faa 5 Tal til at fordele sig, saa de stadig er stigende, er 1 imod  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$  Gange og saaledes ikke noget, der meget sjældent sker.

A. Ångström<sup>5)</sup> kan ikke anerkende de fremførte Argumenter for, at Vintertemperaturens Stigning skulde skyldes en tilfældig Fordeling af de strenge Vintre. Overfor Anvendelsen af Sandsynlighedsregning anføres, at „Naturen sikkert ikke bare er et Bæger med sorte og hvide Kugler; saadan opfører den sig i Almindelighed heller ikke“.

G. H. Liljequist<sup>6)</sup> har meddelt et omfattende Materiale angaaende Vintertemperaturens Variationer i Stockholm fra 1757—1942; en nærmere Omtale af dette findes i efterfølgende Artikkel.

Det fremgaar af ovenstaaende, at Diskussionen har været ført om, hvorvidt den fastslaaede Stigning af Vintertemperaturen over Nordvesteuropa kunde betragtes som et Udtryk for, at Klimaet havde ændret sig, eller om Temperaturstigningen maatte betragtes som Resultat af en tilfældig Fordeling af kolde og varme Perioder, med andre Ord, om Stigningen skal betragtes som en Del af en Klimaændring eller som en Del af en Klimasvingning. Det, der er fremført til Støtte for de to Synspunkter, har ikke været saa afgørende, at et af Synspunkterne maatte forkastes.

Med Hensyn til Aarsagen til Temperaturstigningen skal nævnes følgende:

A. Ångström anser Vintertemperaturens Stigning for at være et Resultat af en forøget Cirkulation i Atmosfæren. En saadan øget Cirkulation vil i Overensstemmelse med Ångströms egen anerkendte Teori<sup>7)</sup> fremkalde en Stigning af Temperaturen paa højere geografiske Breddegrader. At en saadan øget Cirkulation kan opstaa, maa, mener Ångström, skyldes „kosmisk Paavirkning, hvis

<sup>5)</sup> A. Ångström: Remarks on variations of mean temperatures of the air in north-western Europe. Geogr. Annaler, Bd. XXIV, 1942, p. 274—278.

<sup>6)</sup> G. H. Liljequist: The severity of the winters at Stockholm 1757—1942. Geogr. Annaler, Bd. XXV, 1943, p. 81—104.

<sup>7)</sup> A. Ångström: Evaporation and precipitation of various latitudes and the horizontal eddy convectivity of the atmosphere. Ark. f. Mat., Astron. och Fysik, 19 A, No. 20, Stockholm 1925.

Natur endnu er skjult for os". Man kan her tænke paa en Partikelstraaling eller den ultraviolette Straaling fra Solen.<sup>8)</sup>

J. Egedal nævner som Aarsag ogsaa Cirkulationen, hvis Forøgelse vil fremkalde milde Vintre, men da det synes at være de strenge Vintre, som har en særlig Betydning, gøres opmærksom paa to Forhold, der især har Indflydelse paa Vinterens Strenghed, nemlig Udstraalingen fra Jorden og Tilførsel af kolde Luftmasser fra Egne paa Kontinentet, hvor Luftrykket er højt. De tre nævnte Forhold afhænger alle af Luftrykfordelingen. J. Egedal anser det for lidet sandsynligt, at Luftrykfordelingen i den Tid, der er Tale om, skulde have skiftet Karakter, og anser derfor den betragtede Temperaturstigning for at være af tilfældig Karakter. Heroverfor nævner Ångström, at i svundne Tider har Klimaet været underkastet store og langvarige Ændringer, og at disse i ethvert Tilfælde ikke kan skyldes en tilfældig Fordeling af kolde og varme Vintre.

Mellem de to Opfattelser er der den Forskel, at medens Ångström nødvendigvis maa antage, at der er sket en virkelig Ændring af de Forhold, som bestemmer Vintertemperaturen, vil det efter J. Egedals Antagelse ikke være nødvendigt at forudsætte andre Ændringer af de Forhold, som bestemmer Vintertemperaturen, end saadanne, som har en tilfældig Karakter: Ångström maa saaledes antage, at der findes en kosmisk Aarsag, medens J. Egedal finder Aarsagen i tilfældige Variationer af de tre nævnte og andre Forhold, som bestemmer Vintertemperaturen.

---

<sup>8)</sup> H. W:son Ahlmann, J. W. Sandström, A. Ångström: Den pågående Klimatændringen. Ymer, 1939, p. 51—82.