

BYENS KLIMA OG DETS BETYDNING FOR TRÆER I BYEN

af

JENS DRAGSTED

Skovbrugsinstituttet, Landbohøjskolen
Thorvaldsensvej 57, 1871 København V.

Klimaet i byen. – Vi taler alle om det, som noget vi sætter pris på, eller noget vi ikke bryder os om. Som noget vi nyder at være i, eller noget vi flygter fra. Men hvad er egentlig byens klima. Og hvordan virker det på vore træer og buske, som vi i fællesskab må dele det med.

Hvad er klima?

Klima kan defineres som »det gennemsnitlige vejr«, d.v.s. som gennemsnitstilstanden hos de meteorologiske elementer, der er bestanddele af »vejret«. Der kan tales om gennemsnitlig nedbør for et år eller en bestemt måned, om gennemsnitligt antal solskinstimer o.s.v.; sådanne gennemsnit udgør klimaets elementer. Det almindelige er, at klima beskrives på grundlag af gennemsnittet af en 30-årig periode, den såkaldte normalperiode. Talværdien for et klimaelement, som f.eks. årsnedbøren, er dog ikke fyldestgørende ved en klimabeskrivelse; en angivelse af det pågældende elements variation fra år til år er også af betydning.

Klimabeskrivelse

Det er i dag almindeligt at skelne mellem forskellige typer af klimabeskrivelse, se Yoshino (1975), Mattsson (1979). Danmark har et klima, hvad alle danske ved og ofte taler om. Et sådant områdes klima falder under kategorien *makroklima*. Klimaet på Den jyske Vestkyst adskiller sig på mange måder fra Danmarks klima som helhed, og det kan, når det skal beskrives, indordnes under kategorien *mesoklima*. Mere lokale områder, med en udstrækning som de fleste byers, skiller sig ud med et særligt *lokalklima*. Ved meget detaljeret klimabeskrivelse kan endelig tales om *mikroklima*. Hvad der må interessere i den foreliggende sammenhæng er, hvorvidt der ud fra en lokalklimatisk betragtningsmåde kan påvises træk ved byens klima, som adskiller det fra det omgivende landskabs.

Det vil sikkert allerede af det foregående forstås, at en sammenfattende fremstilling af et områdets klima er vanskelig. Klimaet er jo

sammensat af elementer, som ikke umiddelbart kan sammenregnes. Det kan derfor vanskeligt udtrykkes med brug af en enkelt talværdi. Der er gjort flere forsøg hermed ved opstilling af såkaldte klima-index'. De er imidlertid så grove udtryk for klimaet, at de ikke er brugbare, når områder med mere beskedne eller specielle klimaforskelle skal sammenlignes (og forresten heller ikke når klimaforskellene er meget betydelige).

Klimadiagrammer

Et interessant og ret udbredt middel til at fremstille et steds klima findes i brugen af såkaldte klimadiagrammer. H. Walter og H. Lieth har i 1960'erne udviklet en teknik, som består i at udtrykke klimaet ved hjælp af en standardiseret grafisk fremstilling. For at demonstrere hvorledes denne klimafremstilling tager sig ud, og samtidig undersøge, om den egner sig som sammenfattende udtryk for forskelle i klimaet mellem en by og dens omgivelser, er figur 1 konstrueret. I figuren indgår klimadiagrammer for henholdsvis (a) København (Landbohøjskolen), (b) Københavns nordlige omegn (Lille Dyrehavegård), (c) Københavns vestlige omegn (Boserup sanatorium) og (d) centrale Jylland (Herning). Diagrammerne er baserede på Meteorologisk Institut (1933), d.v.s. tiden 1886-1925. Nyere observationer er desværre ikke umiddelbart tilgængelige, men i den nævnte periode var København jo også allerede en by af betydelig udstrækning.

I hvert diagram er på den vandrette akse afsat de tolv måneder fra januar til december. På de lodrette akser er afsat enheder svarende til 10° C resp. 20 mm nedbør. Nederste kurve viser månedsmiddelttemperaturen, øverste kurve månedsmiddelnedbøren. Den lodrette skravering mellem kurverne markerer, at klimaet er humidt året rundt. I øverste venstre hjørne oplyses henholdsvis stedets højde over havet og antallet af observationsår. Øverste højre hjørne viser årsmiddelttemperaturen og årsmiddelnedbøren. I nederste venstre hjørne er på nogle af diagrammerne vist den gennemsnitlige daglige minimumstemperatur i koldeste måned, samt den absolutte minimumstemperatur der er målt. Endelig er på nogle af diagrammerne med signatur under den vandrette akse vist, hvilke måneder den gennemsnitlige daglige minimumstemperatur er mindre end 0° C (sort signatur), samt i hvilke måneder den absolutte minimumstemperatur kan blive mindre end 0° C (skrå skravering). På grund af manglende oplysninger har det ikke været muligt at fuldende alle diagrammer.

Når klimadiagrammerne b og c sammenlignes med d fås et indtryk af, hvilken variation der er i det danske klima, fra det kystnære østdanske til det mere »kontinentale« midtjyske. Der anes en temperaturforskel, og der er en ret tydelig nedbørsforskel; det midtjyske er mere humidt.

Sammenlignes klimadiagrammerne b og c med a fremgår det, at der ved en umiddelbar betragtning er en påfaldende lighed imellem dem. Der synes at være betydelig mindre klimaforskelle mellem København og dens omgivelser, end der er mellem disse og det centrale Jylland. Og så skal det huskes, at der imellem diagrammerne a, b og c indgår forskelle af naturlig art, som ville være til stede uanset byens eksistens.

Vi kan altså ikke forvente, at en sammenfattende fremstilling af klimaet, som den der indeholdes i klimadiagrammer, kan give tydelige anvisninger på, hvad der karakteriserer byens klima. Der skal i hvert tilfælde et væsentligt større materiale til, end det i figur 1.

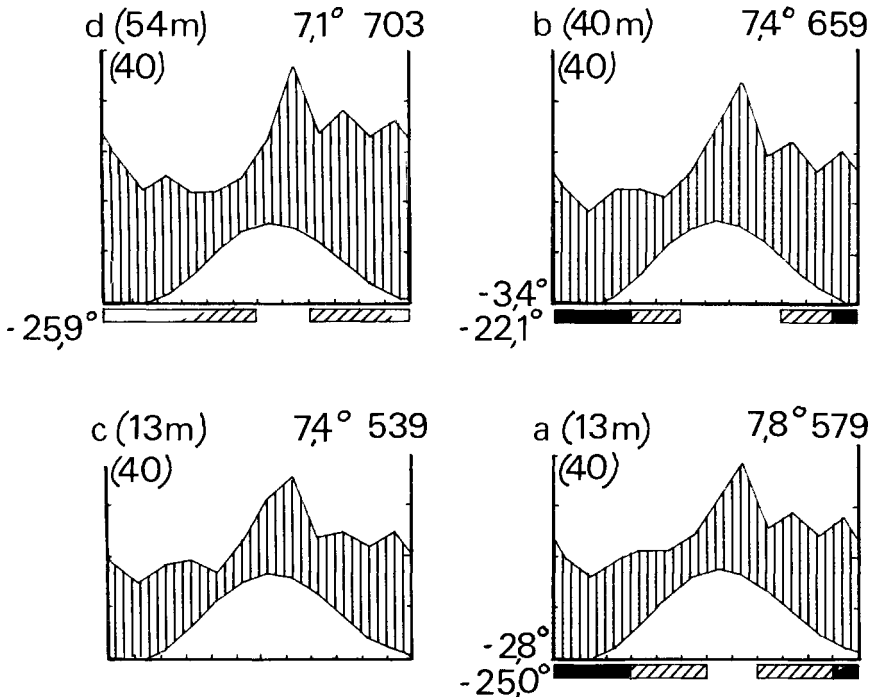


Fig. 1. Klimadiagrammer for: a. København; b. Københavns nordlige omegn; c. Københavns vestlige omegn; d. Centrale Jylland. For oplysninger om signaturer m.v. se teksten.

Det kræver et skarpt blik for detaljen at se forskel på temperaturkurverne i diagrammerne a, b og c; der anes dog en svagt forhøjet temperatur i byen i forhold til dens omgivelser, hvilket kommer til udtryk ved, at årsmiddeltemperaturen er forhøjet med $0,4^{\circ}\text{C}$. Det synes også, som om den gennemsnitlige daglige minimumstemperatur i koldeste måned er højere i byen end i omgivelserne; at vinteren altså virker mindre »streng« i byen. For nedbørens vedkommende fremgår det, at årsmiddelnedbøren i byen ligger imellem den for den nordlige og vestlige omegn; en indflydelse fra byen på nedbøren kan altså ikke registreres. Nedbørens fordeling over året er ens i og udenfor byen.

Specielle undersøgelser af byens klima

Det er åbenbart nødvendigt at ty til detaljerede undersøgelser af de enkelte klimaelementer, herunder også andre end dem, der indgår i klimadiagrammerne, for at få fastslået hvilke særlige træk der præger byklimaet. De seneste årtier er der heldigvis skrevet om en del sådanne undersøgelser.

Bytemperaturen

For temperaturens vedkommende synes det vel dokumenteret, at byen udøver en forhøjende virkning; byen har en »varmeø-effekt«, Yoshino (1975), som skyldes en række forhold ved dens struktur og funktion. Høgh-Schmidt (1979) nævner, at byens overfladematerialer har tre gange så stor varmeledningsevne som normal markjord, hvorfor der i et givet tidsrum udveksles større energimængder i byen end i det åbne land. Overfladernes form og orientering indvirker på energibalancen og på luftens strømnings- og turbulensforhold. Energiproduktionen, som er en følge af menneskelig aktivitet i byen, frigiver betydelige energimængder, især som fri varme. Mindre fordampning af vand, bl.a. som følge af mindre vegetation, giver mindre varmetab. Større luftforurening i byen har indflydelse på energibalancen. Alle disse forhold bidrager til en forhøjet temperatur.

Varmeø-effekten betyder, at der for alle byer af en vis størrelse kan indtegnes koncentriske isothermer med et temperaturmaksimum i byens centrum. Afhængig af byens størrelse er den gennemsnitlige temperaturforskelle mellem centrum og byomgivelser af størrelsesordenen $0,5-1^{\circ}\text{C}$ (sammenlign med figur 1). Forskellen varierer imidlertid med en række forhold. Lowry (1969) viser således, at den almindeligvis er større om natten end om dagen, især på grund af en

betydelig natlig varmeafgivelse fra bygningsmaterialer og lign. Mattsson (1979) refererer en undersøgelse fra Lund, hvor den natlige temperaturforskelle blev målt til $2,5^{\circ}\text{C}$. Forholdet bliver særlig udtalt, hvis byluften er forurennet i væsentlig grad, fordi luftens indhold af partikler da lægger en »støvkuppel« over byen, som nedsætter varmeudstrålingen om natten. Der kan meget vel være en temperaturforskelle mellem byens centrum og dens omgivelser på 4°C . Om dagen kan luftens forurening på den anden side betyde, at varmeindstrålingen reduceres så stærkt, at temperaturforskellen bliver næsten uden betydning, Lowry op. cit.

Virksomheden af forurennet luft på temperaturforskellene kan for øvrigt også spores på den interessante måde, at forskellen er mere markant mandag til fredag end lørdag, og mere lørdag end søndag. Den er også mere udtalt om vinteren end om sommeren, fordi opvarmning af boliger medfører øget luftforurening.

Opvarmning om vinteren har også en direkte virkning gennem varmeafgivelse fra bygninger, som øger temperaturforskellen mellem byen og dens omgivelser. Lowry (1969) angiver, at den gennemsnitlige minimumstemperatur i vintertiden er $1,4^{\circ}\text{C}$ højere i byen (sammenlign med figur 1), og han føjer til, at perioden, hvor det ikke fryser, typisk er tre uger længere i byen end i byens omegn. Varmetilskuddet som følge af brugen af fossile brændstoffer er faktisk så stort, at det i december og januar er af samme størrelse som varmeindstrålingen i en by som Hamborg (ca. $40\text{ cal} \times \text{cm}^{-2} \times \text{dag}^{-1}$), Geiger (1965).

Temperaturforskellen mellem byens centrum og dens omgivelser er altså tydelig under en række forhold, og bidrager til at mildne byens klima, især i mere kritiske perioder (nat, vinter). Vi kan sige, at hos store byer i den tempererede zone får klimaet et mere sydligt præg end svarende til breddegraden.

Vindforhold i byen

For vinden gælder, som Yoshino (1975) omtaler det, at byen dels udvikler særlige vindsystemer, som har med byens struktur at gøre, dels skaber en ændring, normalt en nedsættelse, af vindens hastighed. Varmeø-effekten bevirker, at der under rolige vindforhold ofte, og da både dag og nat, blæser landbrise, d.v.s. vind fra omgivelserne imod byen. Har omgivelserne mindre luftforurening end byen, betyder dette en værdifuld fornyelse af byluften. Nedsættelse af vindhastigheden er ifølge tal, som refereres af Lowry (1969), betyde-

lig. For den årlige middelvindhastighed er der tale om 25%; hastigheden ved ekstreme vindstød er nedsat 15%, og hyppigheden af vindstille er 15% højere i byen.

Byens fugtighedsforhold

Også fugtighedsforholdene viser sig, når de underkastes mere detaljerede undersøgelser, at være anderledes i byen end dens omgivelser, selv om vores viden herom er mere begrænset, end når det drejer sig om temperaturforholdene, Mattsson (1979).

Hyppigheden af overskyethed øges over byen, ifølge Lowry (1969) med 10%. Årsagen er konvektionsstrømning over byen kombineret med et betydeligt støvindhold i byluften, som fremmer kondensation af vanddamp. Den øgede skydannelse medfører større nedbør over byen. Undersøgelser i såvel Europa som USA peger på et nedbørsoverskud på 5-10% over byen i forhold til omgivelserne, Lowry (1969), Mattsson (1979).

En stor del af nedbøren over byen går imidlertid tabt som følge af den tætte bebyggelse og overfladedækning kombineret med afløbssystemer. Resultatet er, at byluften er forholdsvis tør. Medvirkende hertil er også turbulensen i byen, som medfører en ret betydelig vertikal borttransport af vanddamp, Høgh-Schmidt (1979). Den højere temperatur i byen fører yderligere til en nedsættelse af den relative luftfugtighed. Høgh-Schmidt op. cit. refererer en undersøgelse, hvor den relative luftfugtighed i byens centrum ikke alene er nedsat i forhold til byens omgivelser, men også i forhold til parkområder i byen selv.

Lejlighedsvis får vi det indtryk, at byluften virker fugtig, fordi sigtbarheden er nedsat. Det viser sig, at tågehyppigheden er meget større i byen end i dens omgivelser. Lowry (1969) refererer, at den er 30% større om sommeren og 100% større om vinteren. Øget mulighed for kondensation af vanddamp som følge af et øget indhold af støvpartikler (kondensationskerner) er forklaringen; at forholdet er særlig udtalt om vinteren skyldes boligopvarmning, som dels øger luftens støvindhold, dels frigiver vanddamp, når brændstoffer forbrændes.

Alt i alt er der således forskelle i fugtighedsforholdene mellem byen og dens omgivelser, som betyder, at vi må karakterisere i hvert tilfælde større byer som mere tørkeprægede end byomgivelserne.

Byklima og trævækst

Spørgsmålet er nu, hvorvidt de særlige træk ved byens klima, som er omtalt i det foregående, har betydning for træer i byen. Vi må da afgøre, hvilke træk eller ytringer hos træerne vi skal undersøge.

Tre forhold kan komme på tale. For det første om byens klima skaber betingelser for visse arter, som ellers ikke kunne trives eller overleve. For det andet om byklimaet indvirker på fænologiske forhold. Og endelig for det tredje om den vegetative udvikling hos træer i byen påvirkes af klimaet. Betydningen af forurening af byluften vil kun lejlighedsvis blive berørt.

Forekomst af klimafølsomme træarter

Vi har vel almindeligvis den opfattelse, at byen rummer træarter, som trives dér, fordi der klimatisk set er gunstigere end uden for byen. Om der eksisterer et reelt grundlag for denne opfattelse er dog nok et spørgsmål. Det gunstige ved byens klima er i denne sammenhæng den højere temperatur. Varmekrævende arter, der sætter pris på en lun sensommer, som kan sikre skudmodningen, opnår en fordel i byklimaet. Arter, som er følsomme for forårsnattefrost, eller som kræver en mild vinter, kan også favoriseres af de mere gunstige temperaturforhold i byen.

Imidlertid er vores viden præget af tilfældigheder. Mange af vore indførte træarter er kun afprøvet under bymæssige forhold, og der har derfor nedfældet sig det indtryk, at de kun trives under sådanne forhold. De genetiske egenskaber og dermed den økologiske tilpasningsevne hos et stort antal af de arter og cultivarer, som bruges på pladser, i parker og i gader i byen er stort set ukendte, fordi plantematerialets oprindelse er dårligt undersøgt (mundtlig meddelelse fra prof. J. Palle Schmidt). Vi mangler viden om, hvorvidt en del af de arter, der typisk bruges i byen, i virkeligheden kunne trives nogenlunde lige så godt uden for byen, hvis arterne undersøges bedre for et egnet materiale.

Hertil er at føje, at omend temperaturforholdene i byen er gunstige, er der næppe forskel mellem byen og dens omgivelser, når det drejer sig om ekstreme kuldegrader, jfr. figur 1 med oplysningen om laveste målte temperaturer.

Det kan ikke overraske, at Jensen et al. (1948) i en liste over hårdførhed hos en lang række indførte buske og træer, opstillet efter den strenge vinter 1941-42, påviser, at reaktionen over for kulde er overordentlig varierende hos en mængde af arterne.

Det er altså ikke hensigtsmæssigt at prøve at stille en liste op over arter, som er »urbanofile«, d.v.s. tiltrukket af byens klima. Det er dog rimeligt at nævne enkelte eksempler på træarter, der regnes som følsomme for klimaet uden for byen. Se figur 2.

Figen (*Ficus carica* L.) er i udtalt grad en varmekrævende art, som kun under særlig gunstige forhold sætter frugt. Den kræver et beskyttet voksested, bedst en sydvendt mur. I strenge vintre fryser den ned eller slås ihjel, Mitchell & Ødum (1977).

Almindelig platan (*Platanus × acerifolia* (Ait.) Willd.) er et meget anvendt bytræ i England, og plantes i stigende omfang i Danmark som gade- og parktræ. Den er noget temperaturfølsom, og efter strenge vintre kan der indtræde alvorlig ødelæggelse. Den har en betydelig tørketålsomhed, hvilket gør den egnet til byformål, Mitchell & Ødum (1977), Jensen et al. (1948).

Paulownia tomentosa (Thunb.) Stend. er sjælden i Danmark, men den er et eksempel på en temperaturfølsom art, som kræver sensommervarme af hensyn til skudmodningen, og som oftest skades i strenge vintre, Mitchell & Ødum (1977).

Ægte kastanje (*Castanea sativa* Mill.) opfattes vel ikke som egentligt bytræ, men den er som en art af sydeuropæisk oprindelse frosthølsom og trives bedst i milde egne af Danmark, i beskyttede parker og bynære områder. Strenge vintre giver omfattende skader, Mitchell & Ødum (1977), Jensen et al. (1948).

Byklimaets indflydelse på fænologiske forhold

Den forskel i temperatur, der eksisterer mellem byens centrum og dens omgivelser, gør det rimeligt at antage, at den årlige udviklingsrytme hos mange træarter varierer fra sted til sted i byen. At det faktisk forholder sig sådan har mange sikkert erfaret ved at bemærke den forskel i blomstringstidspunkt, som erkendes mellem forskellige bydele. Et enkelt eksempel på en undersøgelse af variationen i de fænologiske forhold skal refereres.

Franken (1955) beretter, at han i foråret 1955 gennem annoncering i et af Hamborgs store dagblade opfordrede folk til at bemærke tidspunktet for forsythias' blomstring. Det blev nærmere specificeret, hvad der var kriteriet for begyndende blomstring, og folk skulle hurtigst muligt efter iagttagelsen meddele sig pr. brev med nøje angivelse af stedet. Der indløb fra selve Hamborg 270 svar fordelt over hele byen (samt 220 svar fra det øvrige Tyskland). Det var muligt at behandle svarene sådan, at arts- og sortsforskelle kunne elimineres. Det oplyses dog ikke, hvilke arter der indgik. Af et kort



← a

↑ b



← c

↓ d



Fig. 2. Eksempler på arter, som anses at stille sådanne krav til temperaturforholdene, at de trives mindre godt uden for byen. a. *Ficus carica* L. (Skovbrugsinstituttets have). b. *Platanus* × *acerifolia* (Ait.) Willd. (Landbohøjskolens have). c. *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Stend. (Universitetsparken i København). d. *Castanea sativa* Mill. (Apotekerhaven i Rudkøbing). Foto: Juli 1980.

over Hamborg, som vises hos Franken op. cit., fremgår, at i den centrale, tæt bebyggede del af byen begyndte blomstringen før 21. april, i visse områder dog 21.-24. april. Med stigende afstand fra centrum blev blomstring 25.-28. april eller efter 28. april stadig mere fremherskende. Et køligt forår bidrog til at tydeliggøre forskellene mellem bydelene.

Det kunne måske være af interesse at lave lignende undersøgelser i større danske byer. De undersøgte arter burde da være mere klart definerede end i ovennævnte undersøgelse.

Byklimaets indflydelse på træers udvikling og vegetative udfoldelse

Der er vist ikke udført undersøgelser, som på et eksakt grundlag har søgt at udrede, hvordan byens klima indvirker på træers vækst. En sådan opgave vil også være vanskelig, som det forstås af omtalen af byens klima. De enkelte klimaelementer har deres selvstændige positive eller negative virkning; men hertil kommer, at der er en række andre forhold i byen, som har indflydelse på træerne, Dragsted (1979), både mekaniske skader, luftforurening, saltpåvirkning og lign., og som forstyrrer billedet af klimaets indflydelse.

Det er dog sandsynligt, at den side af byklimaet, der har størst betydning for træers udvikling og vegetative udfoldelse er fugtighedsforholdene. Selv om byen har lidt forhøjet nedbør, tabes der store vandmængder for træerne ved gader og på pladser, og temperatur- og luftfugtighedsforholdene betinger forhøjet transpiration. Kristensen (1977) beregnede for enkelte store træer af lind og elm i København, at der manglede 25-30 m³ vand pr. træ i vækstperioden for at opfylde det potentielle vandbehov. Ud fra vores almene kendskab til træers vandbehov, f.eks. i skoven, kan vi slutte, at den vegetative udfoldelse må indskrænkes stærkt herved.

Træers æstetiske virkning vil nok blive mindre af dette, fordi bladudfoldelse og løvfylde reduceres, hvorved indtrykket af frodighed bliver ringere. At samtidig træernes udvikling forsinkes, så der går flere år før en bestemt størrelse er nået, er ikke nødvendigvis en ulempe. For store træer i byen kan skabe problemer for træpleje og trafiksikkerhed og kan i boligområder give anledning til en vis træfjendskhed fra beboernes side, Sauberer (1955).

Om fugtighedsforholdene kan have en negativ virkning på træers sundhedstilstand og livslængde i byen er vanskeligt at svare på, fordi andre forhold, f.eks. luftforureningen i byen spiller ind.

Luftforurening kan for øvrigt i særlige tilfælde have en positiv virkning på trævækst, hvilket skal omtales til sidst.

Da Landbohøjskolen for nogle årtier siden havde sin frugttræsamlings på forsøgsarealerne på Frederiksberg, var det ikke nødvendigt at sprøjte træerne mod sygdomme. Da samlingen blev flyttet til Tåstrup uden for København meldte sig en række frugttræsygdomme, som kræver jævnlig behandling. Forholdet forklares med, at inde i byen virker luftens forurening med svovldioxyd og lignende stoffer hæmmende på sygdomsudviklingen (mundtlig meddelelse fra prof. J. Palle Schmidt).

Konklusion

Byens klima er karakteriseret ved på en række punkter at afvige fra omgivelsernes. Som helhed kan det siges at være varmere og mere tørt; vindforholdene er afdæmpede, og der findes særlige vindsystemer i byen.

Trævækstforholdene er prægede af byklimaet. Det er muligt, at visse indførte arter kun trives i byen. De fænologiske forhold i byen er lidt afvigende fra omgivelsernes, idet f.eks. blomstring indledes tidligere i centrale, tæt bebyggede bydele end i byens ydre dele. Udvikling og vegetativ udfoldelse påvirkes negativt af byklimaet (måske undtaget træer i større parker).

Anerkendelse

En tak skal rettes til professor J. Palle Schmidt og lektor K. Høgh-Schmidt for værdifulde samtaler under udarbejdelse af artiklen.

LITTERATUR

- DRAGSTED, J., 1979. Fysiogene skader hos træer i menneskepåvirkede omgivelser. Ugeskrift for Jordbrug 124: 473-477.
- FRANKEN, E., 1955. Der Beginn der Forsythienblüte in Hamburg 1955. Meteorologische Rundschau 8: 113-114.
- GEIGER, R., 1965. The climate near the ground. Harvard University Press, Cambridge. 611 pp.
- HØGH-SCHMIDT, K., 1979. Lokal- og mikroklima 3. Fysisk Laboratorium, KVL. 148 pp.
- JENSEN, V., PALUDAN, H.K. & SØRENSEN, C.T., 1948. Buske og træer. Emil Wiens Bogforlag, København. 551 pp.
- KRISTENSEN, K.J., 1977. Undersøgelse over vandforhold m.v. i rodområdet for gadetræer i København. Hydroteknisk Laboratorium og Klimastation, KVL. 23 pp.
- LOWRY, W.P., 1969. Weather and life. Academic Press, New York, London. 305 pp.
- MATTSSON, J.O., 1979. Introduktion till mikro- och lokalklimatologin. Liber Läromedel, Malmö. 201 pp.
- METEOROLOGISK INSTITUT, 1933. Danmarks klima. G.E.C. Gad, København. 266 pp.
- MITCHELL, A. & ØDUM, S., 1977. Træer i Nordeuropa. G.E.C. Gad, København. 413 pp.
- SAUBERER, F., 1955. Der Baum in der Großstadt. Wetter und Leben 7: 77-78.
- WALTER, H. & LIETH, H., 1961-1967. Klimadiagramm – Weltatlas. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- YOSHINO, M.M., 1975. Climate in a small area. University of Tokyo Press. 549 pp.