

## Gennemsnitsværdierne i relation til de absolutte nedbørsmængder i Den Indiske Ørken.

Af Kr. M. Jensen.

Inden for klimatologien og plantegeografien har man i stor udstrækning gjort brug af gennemsnitsværdierne for de enkelte klimatiske elementer, når man skulle karakterisere et område eller fastlægge grænserne mellem forskellige regioner. Disse middeltal anvendes således også i de aride egne, hvor nedbøren er den vigtigste faktor ved underafdelingen af de primære klimazoner, der er fremkommet på grundlag af temperaturerne. Til eksempel kan nævnes, at Köppen foreslår den gennemsnitlige årlige nedbørsmængde  $N = (2t + 14)$  cm som grænseværdi mellem savannen (AW) og busksteppen (BS) i områder med sommerregn ( $t$  er årets gennemsnitstemperatur), og han anvender værdien  $N = (t + 14)$  cm for grænsen mellem busksteppen (BS) og ørken (BW).

Det er imidlertid et stort spørgsmål, om gennemsnittallene overhovedet kan anvendes som et gyldigt udtryk for et områdes klima, hvis man senere vil udnytte disse klimatiske værdier inden for plantegeografien. I udpræget oceanisk klima, hvor årsamplituderne inden for de enkelte klimaelementer er små, skulle der teoretisk være mulighed for at anvende middeltallene med udbytte, men det er i høj grad tvivlsomt, om det er forsvarligt at bruge dem for nedbørsforholdene i de aride områder. Denne påstand vil i det følgende blive belyst for et tropisk område ud fra det materiale, jeg erhvervede under „3. Danske Centralasiatiske Ekspedition“. Jeg havde under ekspeditionen lejlighed til at besøge grænseegnene mod Den Indiske Ørken, og samtidig fik jeg velvilligst stillet meteorologiske observationer til rådighed fra stationerne mellem Karachi og Delhi. I denne korte oversigt er det ikke muligt at medtage dem alle, men enkelte stationer (Ajmer, Jodhpur, Bikaner og Jaipur) er valgt ud,

og der vil dels blive givet eksempler på, hvordan nedbøren fordeler sig på de enkelte år og måneder, og dels en sammenligning mellem denne fordeling og „gennemsnitsåret“.

Fugtighedsforholdene i Den Indiske Ørken er overvejende bestemt af monsunen, der blæser ind over Forindien i sommerhalvåret. Denne monsun bringer 80—90 % af den samlede årsnedbør i månederne juni—september. Området ligger i den tropiske zone, således at temperaturen ikke stiller sig hindrende i vejen for plantevæksten, der næsten udelukkende bliver reguleret af monsunregnen; ydermere ligger grundvandet i busksteppens grænseegne i en dybde af 75—100 m, hvilket gør det umuligt for planterne at skaffe sig væde herfra. Kun i den nordlige del af Den Indiske Ørken falder der nedbør om vinteren som følge af de mediterrane lavtryk, der fortsætter over Persien og først opløses i den nordvestlige del af Forindien.

Denne vinterregn er imidlertid ikke tilstrækkelig til at skabe en vækstperiode for vegetationen, og man behøver derfor kun at undersøge forholdene i sommerhalvåret. Maj og oktober måned påvirker imidlertid heller ikke billedet væsentligt i denne del af Indien, idet monsunen kun i ganske få år begynder i maj og varer til oktober. Som følge heraf vil det være forsvarligt alene at behandle forholdene i monsunmånederne juni—september, som det er gjort i det følgende.

Til belysning af nedbørens fordeling i Ajmer, Jodhpur og Bikaner er ganske vilkårligt valgt årene 1900—1930. Ajmer ligger i den nordlige del af Aravallikæden, og plantevæksten er her savanne med græs og enkelte træer. Jodhpur ligger på grænsen mellem savannen og busksteppen, og Bikaner ligger i selve busksteppen. Det er imidlertid en meget vanskelig opgave at fastslå den virkelige naturbestemte vegetation, idet mennesker gennem årtusinder har virket nedbrydende på plantevæksten og jordbundsforholdene i disse egne, og man finder derfor kun få steder en uberørt vegetation, som hverken har været udsat for afbrænding eller for kreaturernes ødelæggelser.

Ved et første indtryk af nedbørsforholdene i Ajmer — diagram I — kunne man måske finde et vist system i nedbørssvingningerne, idet nedbøren i de første år fra 1901 til 1907 og 1910—15 og 1918—23 er ringe i forhold til 1900, 1908—09, 1916—17 og 1924. De sidste seks år, der er afbildet, bryder imidlertid denne periodicitet og en videre undersøgelse af hele det tilgængelige tidsrum 1890—1946 viser ikke nogen form for regelmæssighed. Der er en

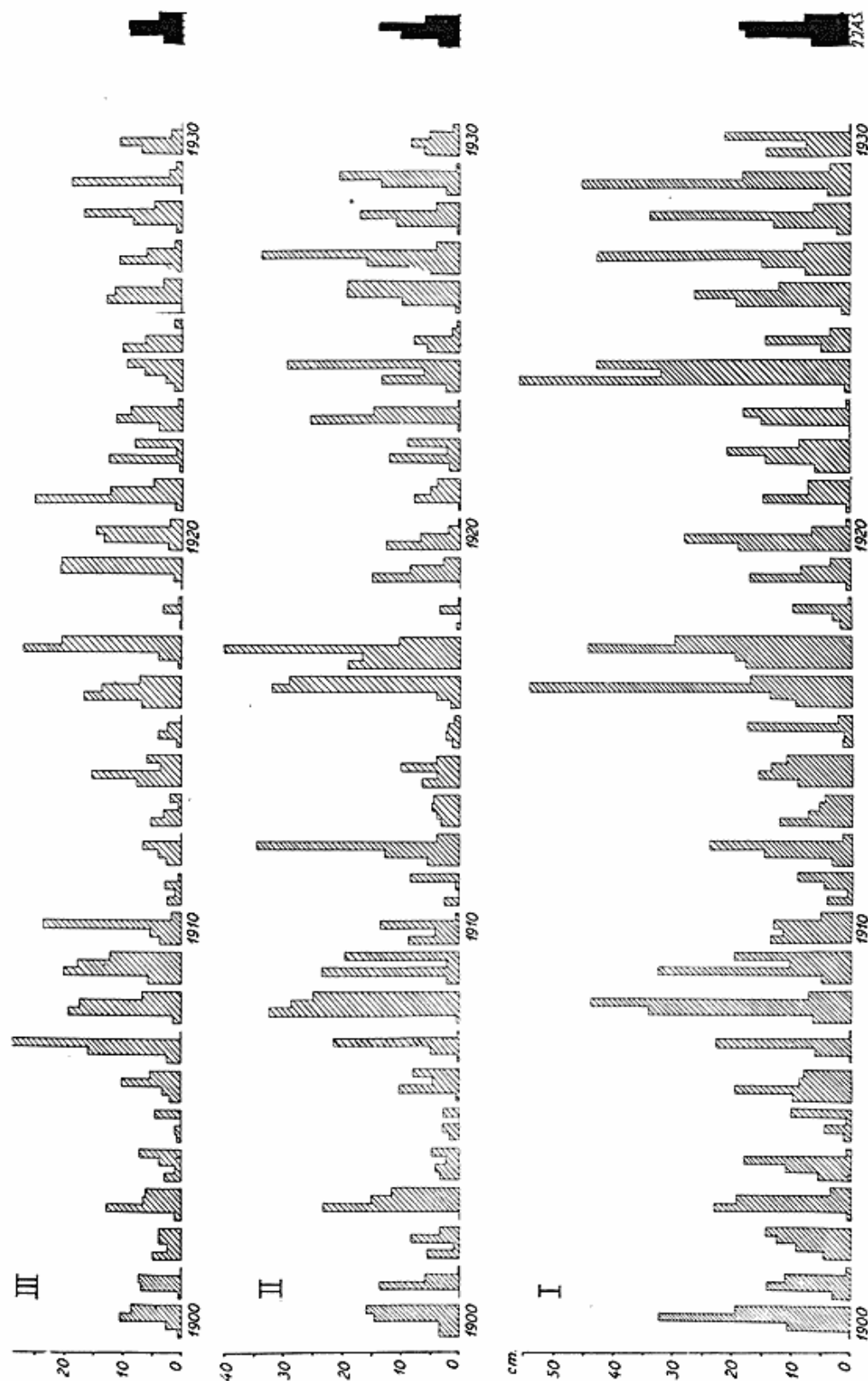


Fig. 1. Nedbørens fordeling på de fire monsunmåneder juni-juli-august-september i perioden 1900—1930 for stationerne Ajmer (diagram 1), Jodhpur (2) og Bikaner (3). Længst til højre er angivet den *gennemsnitlige* fordeling på de enkelte måneder.

stadig vekslen mellem små og store nedbørsmængder, og skulle man endelig give en sammenfattende karakteristik af hele perioden, må det blive den, at sidste halvdel har været mere varierende end den første.

Til sammenligning med disse absolutte nedbørsmængder er den gennemsnitlige nedbør i de fire monsunmåneder angivet længst til højre i diagrammet, og man vil se, at kun årene 1903, 1914, 1922 og 1926 har en fordeling af nedbøren, der tilnærmelsesvis ligner et såkaldt „normalt år“, medens alle de andre afviger betydeligt.

I diagram II — Jodhpur — er fordelingen nogenlunde den samme. Afstanden mellem de to stationer er kun 150 km, og man finder da også delvis overensstemmende nedbørsrige og nedbørsfattige år ved en direkte sammenligning. Afvigelserne kan dels skyldes rent lokale forskelligheder og dels det forhold, at Ajmer både er under indflydelse af monsunen fra den Bengalske Bugt og fra det Arabiske Hav, medens Jodhpur kun berøres af den sidste. I Bikaner — diagram III — er nedbørsmængderne generelt mindre end i Ajmer og Jodhpur. Fordelingen er imidlertid den samme — med store variationer — og der er ligeledes en meget ringe overensstemmelse mellem fordelingen i de enkelte år og det statistiske gennemsnitsår.

Det altdominerende indtryk af disse tre diagrammer er således de uhyre svingninger i den årlige nedbør og den uensartede fordeling på de enkelte måneder fra det ene år til det andet. Samtidig fremgår det heraf, at nedbørens virkelige fordeling kun i ganske få måneder svarer til de størrelser, der er angivet af gennemsnitsværdierne, medens man langt hyppigere møder ekstremer, enten det nu viser sig som svigtende monsunregn eller som mægtige nedbørsmængder, der overgår middelværdierne med flere hundrede procent.

Fra et vegetationsmæssigt synspunkt er denne uregelmæssige fordeling af nedbøren på de enkelte år meget dårlig. En stor del af regnen i de tørre år vil således fordampe, så snart den rammer den varme jordoverflade, og den vil aldrig nå ned til planternes rødder eller holde sig så længe i jordbunden, at frø kunne få gavn af fugtigheden. I årene med de store nedbørsmængder falder regnen som oftest i heftige byger, og dette medfører en meget omfattende afstrømning. Resultatet er, at en betydelig del af nedbøren også i disse år unddrages planterne, og samtidig virker de strømmende vandmasser i høj grad ødelæggende såvel på jordbunden som på vegetationen ved at danne regnkløfter og dermed forringe jordens vandøkonomi.

Nedbørens fordeling inden for vækstperioden spiller endvidere en uhyre rolle for plantevæksten, og det ville være meget betydningsfuldt, om monsunregnen fulgte de angivne gennemsnitskurver med begyndende regn i maj—juni stigende i juli—august og igen aftagende i september—oktober henimod planternes modningstid. Dette krav kan imidlertid heller ikke tilfredsstilles for de nævnte stationer, selv om juli og august i de fleste år har den største nedbør. Der findes flere eksempler på, at størstedelen af den årlige regnmængde er koncentreret på en eller to måneder, og følgen heraf er en tilsvarende kort vækstperiode. Mange eenårige planter spirer forgæves i sådanne år, idet hele årsnedbøren måske falder på få dage og fremkalder spiring, medens der resten af sommeren ikke kommer tilstrækkelig regn til, at planterne kan udvikle sig og sætte frø. De flerårige træer, buske og græsser kan imidlertid bedre udnytte denne situation, idet de har det stærkt grenede rodnet intakt og spredt ud over et stort areal, og derfor kan få tilført de fornødne vandmængder. Til gengæld er de eenårige planter i højere grad i stand til at klare sig i årene uden nedbør, da deres frø så blot bliver liggende i jorden uden at spire og afventer mere gunstige forhold.

Det afgørende moment for den højere og flerårige plantevækst i modsætning til de eenårige synes således at være de år, hvor man ikke får nogen nævneværdig nedbør — man kunne kalde dem „katastrofeår“ — og hyppigheden, hvormed sådanne år optræder, er sikkert en af de vigtigste grænsedannende faktorer for vegetationen i jordens aride egne.

Til yderligere belysning af de enkelte måneders absolutte nedbør i forhold til middeltallet for den pågældende måned skal henvises til kurverne fig. 2 og 3. Ordinaten angiver nedbøren i cm, og abcissen viser månedernes procentvise fordeling på de forskellige nedbørsmængder. Kurverne for Jaipur repræsenterer tidsrummet 1867—1946, og for Jodhpur drejer det sig om den 50-årige periode 1897—1946. Juni-kurven for Jaipur viser således, hvordan de 80 juni-måneders nedbør har været i forhold til gennemsnittet, der er angivet ved den optrukne vandrette linie. Middelnedbøren for juni er 6,3 cm, medens de absolutte nedbørsmængder varierer fra 0 til 35 cm. Man lægger mærke til, at det kun er ganske få juni-måneder, der har fået en virkelig stor nedbør, og dog har disse få år forrykket gennemsnittet så meget, at juni måned i 62 % af samtlige 80 år har fået mindre end middel og kun 38 % har fået mere. I Jodhpur er de tilsvarende størrelser 70 % og 30 %, og

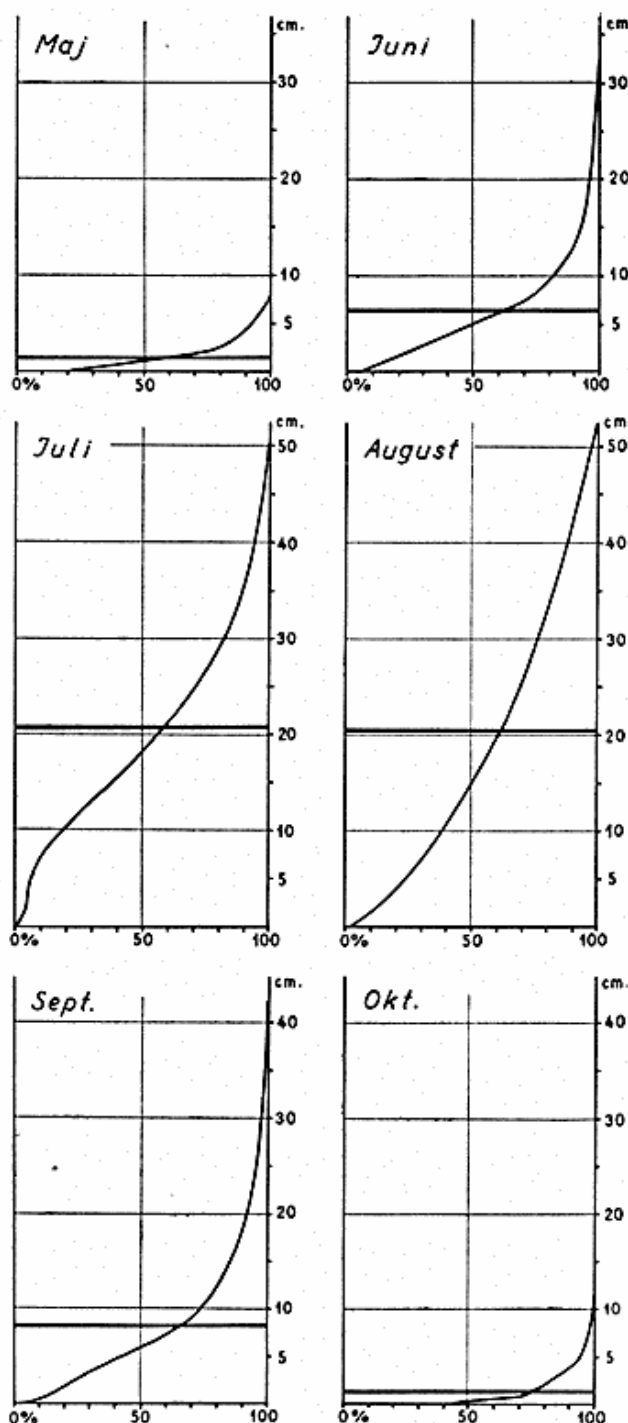


Fig. 2. Jaipur. Kurverne angiver nedbørens fordeling på de seks sommermåneder i tidsrummet 1867—1946. Ordinaten viser nedbørsmængden i cm, og abscissen den procentvise fordeling af månederne. Den kraftige vandrette linie angiver den statistiske gennemsnitværdi. Man kan umiddelbart aflæse hvordan fordelingen af de 80 måneder har været i forhold til middelnedbøren.

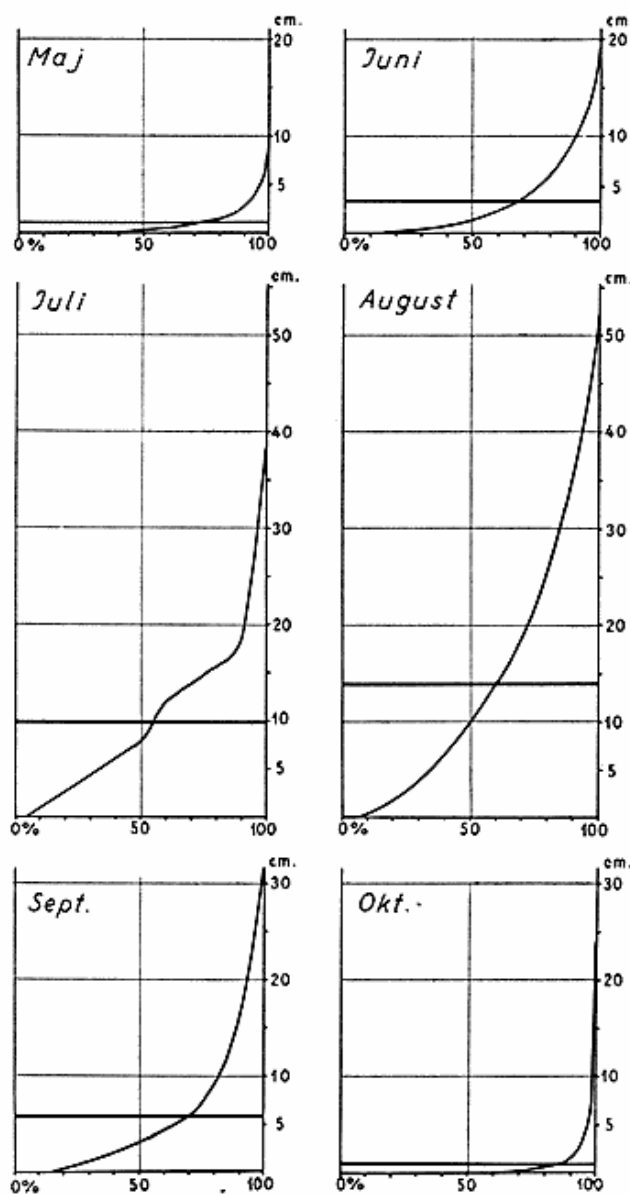


Fig. 3. Jodpur; samme forklaring som fig. 2 for tidsrummet 1897—1946.

ydermere kan man her konstatere, at ca. 50 % af månederne ligger under det halve af gennemsnittet. Da mange måneder ligger i nærheden af 0 cm som samlet nedbør, vil de få store regnmængder således få en alt for rig indflydelse på middelværdien, så denne bliver relativt for høj og i stedet for at vise de gennemsnitlige forhold nærmer sig til at blive et udtryk for de optimale betingelser på stedet. Når man samtidig tager i betragtning, at de helt store nedbørsmængder må afgive en betydelig del af vandet til afstrømningen, hvilket dermed unddrages plantevæksten, kan man med

nogen ret antage, at middelværdien ikke er et udtryk for de naturlige betingelser, der i de fleste år bydes vegetationen fra nedbørens side.

I månederne juli—august er fordelingen knap så skæv, selv om man stadig har 60 % under middel i Jaipur, og udsvingene strækker sig fra 0 cm til 55 cm (gennemsnit henholdsvis 21,6 cm og 20,3 cm), men i september viser usikkerheden sig igen i nedbøren ved det store antal små og enkelte store regnmængder.

Et af problemerne i denne forbindelse er, hvordan man skal indføre disse forhold i de klimatiske og plantegeografiske inddelinger, der omfatter hele jorden. Man kunne måske som en foreløbig foranstaltning komme de virkelige forhold lidt nærmere ved at anvende en reduceret middelværdi, der angav den nedbørsmængde, hvor halvdelen af observationerne ligger under og halvdelen over i stedet for at bruge det matematiske gennemsnit. Denne fremgangsmåde bringer imidlertid ikke „katastrofeårene“ ind i billedet, og da disse ganske givet er af afgørende betydning som grænsefaktorer i de aride egne, må man sikkert gå helt bort fra gennemsnitstallene og søge at finde et mål for ekstremernes virkninger og varighed.

Man har forsøgt at tage hensyn til de ustabile forhold ved at udregne sandsynligheden for nedbør på grundlag af den gennemsnitlige årsnedbør og afvigelserne fra denne. M. Vahl anvender således denne nedbørssandsynlighed ved fastlæggelsen af grænserne i de aride egne uden dog at komme ind på selve grænserværdien i den tropiske zone, men der kan ikke herske tvivl om, at man på denne måde kommer løsningen noget nærmere. Ved at regne med årsnedbøren udelukker man dog fordelingen på de enkelte måneder, og man kommer derved let til at regne et år med jævn fordeling af nedbøren på den negative side, hvis den samlede mængde ikke når gennemsnittet, medens et år med meget stor nedbør i en enkelt måned eller måske i ganske få dage kan komme på den positive side på trods af, at det sikkert ikke er nogen heldig situation for vegetationen.

Andre igen har beregnet såkaldte nedbørskvotienter ved at dividere den mindste årsnedbør op i den største inden for en bestemt periode for at få et udtryk for variationens størrelse og har derefter villet bruge disse værdier til at afgrænse forskellige klimatiske regioner. Denne fremgangsmåde synes af ret tvivlsom værdi ved plantegeografiske analyser, da man kun tager hensyn til den absolut største og mindste nedbørsmængde, uden hensyn til den øvrige fordeling.

I sin artikel "Climatic Years" er R. J. Russel fremkommet med den tanke at vurdere klimaforholdene i de enkelte år, og på grænsen mellem ørken og savannen har han forsøgt at dele årene i henholdsvis „ørkenår“ og „savanneår“. Som grundlag for inddelingen har han imidlertid brugt Köppens grænseværdier og er derfor stadig afhængig af gennemsnitstallene på dette punkt.

I de fleste andre henseender er tankegangen sikkert ellers den mest korrekte ved vurderingen af de klimatiske forholds betydning for vegetationen. Især gælder det egne, som de her omtalte, hvor variationerne inden for de enkelte elementer er store, idet man kan bringe de extreme forhold ind i billedet. Den største vanskelighed ved at anvende „ørkenår“ og deres hyppighed som grænsefaktor er definitionen af, hvornår et år er et ørkenår. Grænsen kan ifølge sagens natur ikke være skarp, og den logiske fremgangsmåde ville være at finde frem til overgangsområdet mellem et ørken- og savannedistrikt i naturen og derefter undersøge, om der var nogen relation mellem denne grænsezone og klimaet — specielt forholdet mellem ugunstige og gunstige år —. Under løsningen af denne opgave i Den Indiske Ørken støder man imidlertid på den hindring, at en grænse af ren naturbestemt karakter kun forekommer ganske få steder, idet menneskene har påvirket disse overgangsområder i mange tilfælde.

Den naturlige vegetation vil således ikke være nogen særlig god registrator af klimaets indflydelse på planterne i disse egne. En anden mulighed for at finde frem til definitionen af et „ørkenår“ — katastrofeår — ligger i kulturplanternes udbytte sammenlignet med de klimatiske forhold.

I de indiske busksteppeområder er de dyrkede planter i høj grad afstemt efter de betingelser, de forhåndenværende jordbunds- og nedbørsforhold hyder dem. Der anvendes således kun ringe mængder gødning, og de kunstvandede områder er små, da grundvandet, som tidligere nævnt, ligger dybt, og brøndene derfor knapt tilfredsstiller menneskene og dyrenes behov. Det er derfor yderst sandsynligt, at man ligeså godt kan bruge kulturplanterne som den naturlige vegetation ved analysen af klimaets indflydelse på planterne, og på dette grundlag afgøre antallet af „ørkenår“ og „savanneår“. Af en tidligere redegørelse her i tidskriftet (bd. 50, side 45 fig. 15, og tabellen side 46) fremgår det, at agerbrugets afgrøde i høj grad afspejler nedbørsforholdene, men der kræves en langt mere omfattende undersøgelse af dette spørgsmål, før man kan sige noget afgjort om sagen. Man må håbe, at det nye initiativ, der er taget

ved forskningsinstitutterne i bl. a. India, Israel og USA, efterhånden vil kaste lys over dette vanskelige problem.

Det synes imidlertid at være klart, at man må vende blikket bort fra de gængse middeltal og i højere grad drage de ekstreme forhold ind i betragtningen inden for klimatologien og ved dennes anvendelse i plantegeografien. Samtidig må plantegeograferne alliere sig med plantefysiologerne for at udforske planternes livsvaner og ved detailundersøgelser finde frem til, hvilke afgørende minimumskrav planterne stiller til de enkelte klimatiske elementer.

---

#### LITTERATUR.

- Brückner, E.*: Klimaschwankungen 1813—1912 in Vorderindien. Festband., A. Penck 1918.
- Hellmann, G.*: Über die extremen Schwankungen des Regenfalls. Zeitschrift des Gesl. für Erdkunde zu Berlin 1908.
- Köppen, W.*: Grundriss der Klimakunde. 1931.
- Ludwig, H.*: Regionale Typen im Jahresgang der Niederschläge in Vorderindien. Universität Hamburg 1953.
- Russell, R. J.*: Climatic Years, The Geographical Review, 1934.
- Supan, A.*: Die Verteilung des Niederschlages auf der festen Erdoberfläche. Petermanns Mitteilungen 1898.
-

ved forskningsinstitutterne i bl. a. India, Israel og USA, efterhånden vil kaste lys over dette vanskelige problem.

Det synes imidlertid at være klart, at man må vende blikket bort fra de gængse middeltal og i højere grad drage de ekstreme forhold ind i betragtningen inden for klimatologien og ved dennes anvendelse i plantegeografien. Samtidig må plantegeograferne alliere sig med plantefysiologerne for at udforske planternes livsvaner og ved detailundersøgelser finde frem til, hvilke afgørende minimumskrav planterne stiller til de enkelte klimatiske elementer.

---

#### LITTERATUR.

- Brückner, E.*: Klimaschwankungen 1813—1912 in Vorderindien. Festband., A. Penck 1918.
- Hellmann, G.*: Über die extremen Schwankungen des Regenfalls. Zeitschrift des Gesl. für Erdkunde zu Berlin 1908.
- Köppen, W.*: Grundriss der Klimakunde. 1931.
- Ludwig, H.*: Regionale Typen im Jahresgang der Niederschläge in Vorderindien. Universität Hamburg 1953.
- Russell, R. J.*: Climatic Years, The Geographical Review, 1934.
- Supan, A.*: Die Verteilung des Niederschlages auf der festen Erdoberfläche. Petermanns Mitteilungen 1898.
-