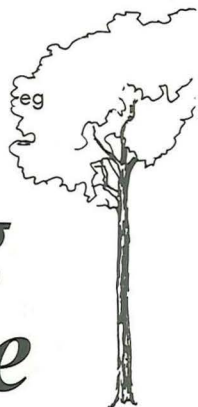


pollenanalyse og vegetationshistorie



af J. Troels-Smith

De danske moser er det arkiv, hvor oplysningerne om landets tidligere plantevækst er blevet opbevaret. Spørgsmålet er blot at kunne tyde skriften. - Det kan ofte være svært.

JAPETUS STEENSTRUP'S MOSEUNDERSØGELSER.

For over 100 år siden, i midten af 1830'erne, begyndte Japetus Steenstrup at tyde denne skrift. Det førte til hans klassiske afhandling: "Geognostisk-Geologisk Undersøgelse af Skovmoserne Vidnesdam- og Lille-mose" (trykt 1842). Disse moser ligger lige nord for København nær Rundersdal. Gennem en omhyggelig undersøgelse af tørvelagene og deres indhold af træstammer, grene, kviste, blade, frø og frugter lykkedes det ham at opstille den indtil nu brugelige inddeling i skovperioder af Danmarks postglaciertid (se Varv 1965, 2). Rækkefølgen af de dominerende skovtræer var: bævreasp, fyr, eg og el. Senere indførte han selv den såkaldte bølgeperiode i stedet for elleperioden. Omkring 1870'erne, da han var blevet en gammel mand, kom den unge botaniker og mosegeolog, svenskeren Nathorst på besøg, og sammen tog de - i charabanc - ud til Vintappermosen ved Lyngby, nord for København. Ved at grave et hul i mosen lykkedes det at påvise en endnu ældre periode. Under tørv og sødynd, nede i leret, fandt man rester af en arktisk flora med rypelyng, netåret pil, dværgbirk og flere andre. Herved blev det skema fastlagt, som i store træk kan bruges den dag i dag.

DEN POLLENSTATISTISKE METODE

Metoden skabes.

Den metode, der anvendtes af Japetus Steenstrup og andre forskere i det 19. århundrede, bestod i at undersøge tørv og dynds indhold af frø og frugter, blade og kviste, det der sammenfattende kaldes makrofossiler, planterester, der kan bestemmes med det blotte øje eller en lup. Omkring

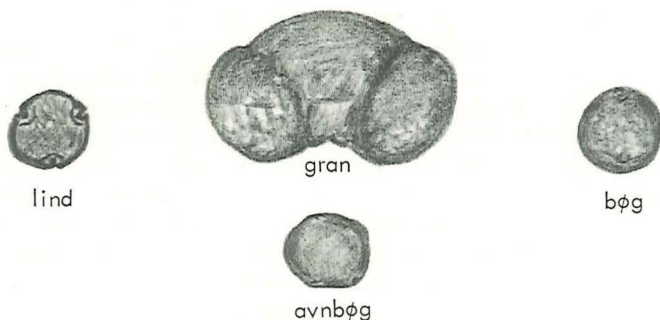
år 1900 skabtes en ny metode. Baggrunden var det lykkelige forhold, at to meget forskellige mænd - svenskerne Lagerheim og von Post - kom i forbindelse med hinanden. Botanikeren Lagerheim interesserede sig for, hvad man i mikroskop kunne finde i tørvejord eller sødynd. Han havde opdaget, at disse dannelser var fyldt med blomsterstøv, og hans umættelige nysgerrighed førte ham til at undersøge dette nærmere, så han i løbet af kort tid var i stand til at bestemme de almindelige træers og en del urters blomsterstøv (= pollen). På den måde var han i stand til at supplere bestemmelseslisterne for makrofossilerne i tørve- og dyndlag.



I Sverige var på dette tidspunkt det centrale mosegeologiske problem den mulige påvisning af skiftende varme og tørre perioder på den ene side og kølige og fugtige på den anden. Denne teori var udformet af den norske botaniker Axel Blytt, men blev videreført af Rutger Sernander, professor i Uppsala. Blandt den sidstes mange elever var Lennart von Post. I en lang række moser var det lykkedes ham at påvise, at "vådere" dannelser vekslede med mere "tørre". Spørgsmålet var, om de "tørre" dannelser i de forskellige moser var af samme alder, eller om "våde" lag i nogle moser var samtidige med tørre lag i andre moser? Var det muligt at finde en metode til at datere mosernes lag i forhold til hinanden?

Von Post var kommet på den tanke, at granens indvandring til en given egn måtte kunne spores i moserne som et samtidigt niveau. Spørgsmålet var blot at påvise den første optræden i lagfølgerne. Men selv om man undersøgte endog meget store mængder af tørvejord for dens indhold af grannåle eller kviste, skulle man være meget heldig for at finde blot den mindste smule, og så kunne man ikke engang være sikker på, at det man fandt, stammede fra de første graner, der nåede frem til egnen. Granen vokser jo normalt ikke ude på selve moserne men på det tørre land. Hvis man derimod var i stand til at påvise dens blomsterstøv, der dannes i enorme mængder, og spredes ud over et stort område, så ville det være ganske nemt, præcis at påvise i moserne, når den indvandrede til en given egn. I det mindste ville dens pollens første optræden i moserne angive et synkront (samtidigt) niveau uanset, om den havde vokset lidt nærmere eller fjernere. Derfor gik von Post til Lagerheim, og i løbet af et halvt års tid fik han lært de almindelige skovtræspollen at kende og gav sig derpå i

kast med opgaven. I første omgang var det kun granens pollen, han var interesseret i, men der gik ikke lang tid, før han så de store perspektiver, der åbnede sig, hvis man inddrog blomsterstøvet til undersøgelse af selve vegetationshistorien. Man fik her et ganske anderledes både stort og repræsentativt materiale i forhold til ældre tiders magre makrofossilister, der jo først og fremmest registrerede vegetationen i selve mosen eller dens allernærmeste nærhed. Von Post gik grundigt til værks, og fra begyndelsen af århundredskiftet og frem til 1916 stod forarbejderne på. På det 16. skandinaviske naturforsker møde i Kristiania (Oslo) forelagde han sine undersøgelser og opfordrede kolleger både nær og fjern til at arbejde med på løsningen af denne gigantiske opgave: Hele jordens vegetationshistorie. Den krævede medarbejdere. Hans fremstilling af metode og muligheder var så velforberejdet og gennemtænkt, at tilhørerne blev begejstrede, og i løbet af få år gik pollenanalysen sin sejrsgang ud over Norden, Europa og hele Verden.



Pollen-spektre og diagrammer.

Lad os først gå lidt nærmere ind på den pollenanalytiske metode. Mens man tidligere måtte undersøge store mængder af tørvejord for makroskopiske planterester, kunne man nu nøjes med små prøver, ikke større end et par cm^3 , og ved at tage prøver gennem mosens lagserie nedefra og op, fik man et materiale til belysning af blomsterstøv-indholdet i de forskellige lag. Man kunne tage prøverne meget tæt, de vejede ikke meget, og det tog ikke lang tid at undersøge dem. Von Post var klar over, at hvis han skulle få et overblik over vegetationshistorien, så måtte han ikke fortabe sig i enkeltheder, disse måtte vente til senere.

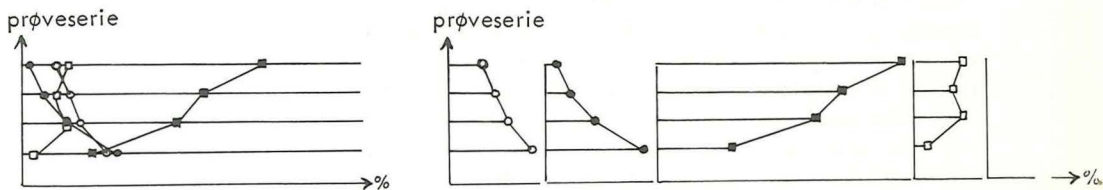
I praksis gik man frem på følgende måde. Den enkelte tørve- eller dynd (= gytje)-prøve fik en kortvarig behandling med kaliumhydroxyd. Derefter kunne man fremstille præparater, og ved hjælp af et mikroskop med 200-400 ganges forstørrelse var man i stand til at bestemme alle de almindelige skovtræers pollen, det vil sige fyr, birk, pil, eg, elm, ær, el, lind, hassel, gran, og bøg. I løbet af en time eller to kunne man nå

at tælle mellem 100 og 200 pollen, og det var i første omgang tilstrækkelig til at få et overblik over skovens sammensætning på det givne tidspunkt. Det er her afgørende at gøre sig klart, at det man opnåede var skovens relative sammensætning. Man kunne udregne denne sammensætning i procent og sige, at fyrren udgjorde 20% af det samlede antal skovtræspollen, egen 15% og så videre. Derimod var man ikke i stand til at få den absolutte mængde, det vil sige antal pollen per cm^3 per år.

Dette er et vigtigt punkt, som måske bedst forstås af følgende eksempel. I en egeurskov hvor vi tænker os, at træerne: Eg, elm, lind, ask og ær er nogenlunde jævnt fordelt, ryddes et flere km^2 stort område. Den tilbageblevne skov vil stadig have den samme procentiske sammensætning, selv om den absolutte pollenproduktion er blevet betydelig mindre.

Dette forhold var von Post fuldstændig klar over, men forudsætningen for at kunne opnå absolutte tal er, at man ved, hvor mange år der er gået til dannelsen af en for eksempel 10 cm tyk aflejring, og det var dengang vanskeligt at vide noget om - og er det stadig.

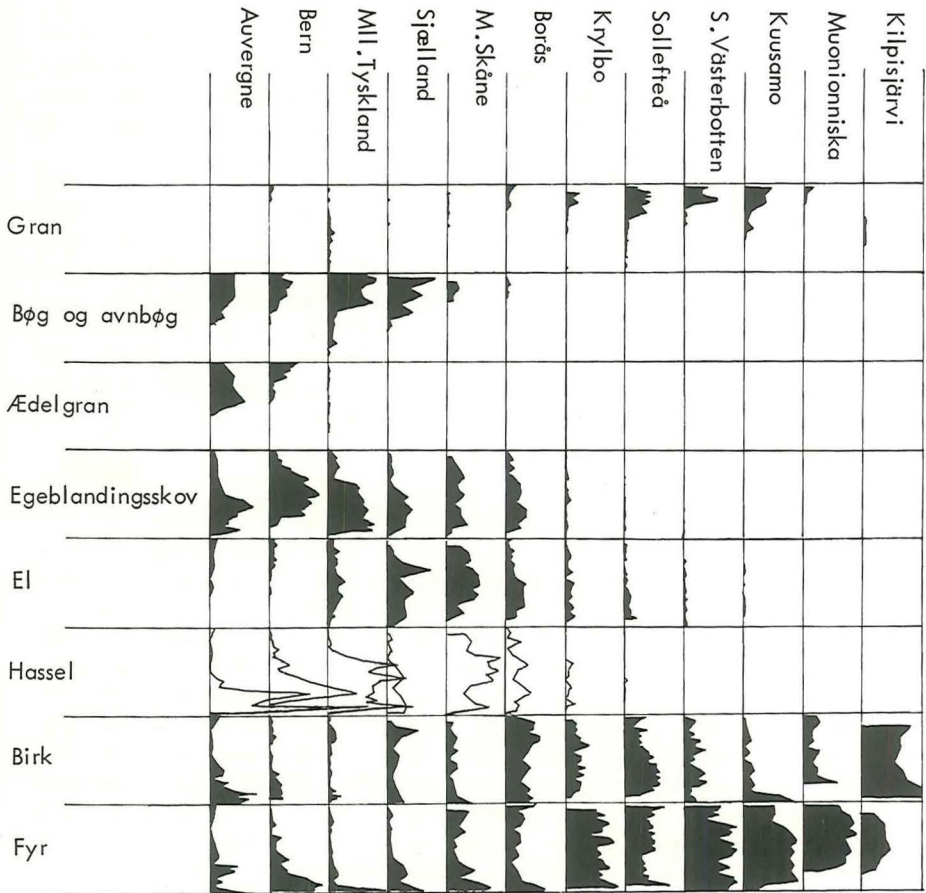
Ikke desto mindre har den relative pollenstatistiske metode ført til meget væsentlige resultater. Når en lang række prøver var blevet talt, så kunne de enkelte prøvers spektre, det vil sige procenterne for de enkelte træers andel i vegetationens sammensætning i de givne prøver blive fremstillet i diagramform, sådan at man ud ad en vandret linie, abcisse-aksen afsætter de enkelte træers procentiske værdier, markeret ved ganske bestemte tegn, for eksempel en cirkel for birk, en udfyldt cirkel for fyr, en udfyldt firkant for egeskov, en åben firkant for el og så videre, og ved at anbringe disse spektre over hinanden, sådan som man havde taget prøverne i mosen, og forbinde de enkelte træarters tegn (cirkler, firkanter og så videre) med hinanden, kunne man få kurver, der viste, hvordan de enkelte træarters relative pollenproduktion havde skiftet fra tid til anden inden for postglacialtiden - i den valgte mose.



Standard-pollen-diagrammer .

Den enkelte prøves pollen-spektrum er nu blevet omtalt, dernæst pollen-diagrammet, der viser vegetationsudviklingen som den fremtræder i den enkelte mose. Men hvis vi vil have et nogenlunde sikkert billede af en egns vegetationshistorie, må vi nå frem til et "normaldiagram" eller

pollen-standarddiagram, der er et ideelt diagram, fremstillet på grundlag af en række enkelte pollendiagrammer fra egnens moser. Ved at udarbejde pollen-standard eller normaldiagrammer fra områder, der strakte sig fra det nordlige Sverige og mod syd til Skåne, lykkedes det von Post at få en "perlekæde" af diagrammer, der tilsammen viste vegetationsudviklingen inden for Sveriges forskellige geografiske områder. Efter at dette arbejde var fuldført, kunne han fortsætte sine undersøgelser med "kæder" af pollen-



Hassel-kurverne er udenfor procentberegningen for de øvrige træer.

efter von Post, 1933.

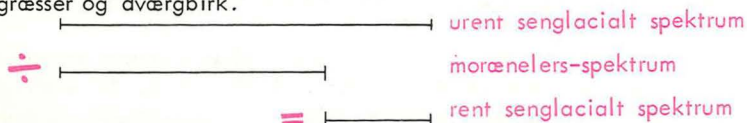
standard-diagrammer ud over Europa, og derved blev det muligt i løbet af en relativ kort periode - 10-20 år - at få et forbavsende godt overblik over vegetationshistorien i løbet af postglacialsiden inden for det meste af Europa. Det der sprang i øjnene var, at der inden for samme egn var visse planter, der var dominerende, dels i begyndelsen af postglacialsiden, dels i slutningen, og andre i midten af postglacialsiden. Von Post har kaldt de første termino-krater og dem, der dominerede i midten for medio-krater. Hvis vi for eksempel tager Danmark, så viser det sig, at vi tidligt i postglacialsiden har haft en dominans af termino-kraterne birk og fyr, og i midten af postglacialsiden medio-kraterne eg, elm, lind, ask, de træarter, der betegner postglacialsidens klimaoptimum. Derefter forringes forholdene, og det bliver bøg, gran og igen birk og fyr, der dominerer i den sidste del. I andre geografiske områder udgøres termino-krater og medio-krater af andre træarter. Dette skema gentages i princippet i de interglaciale moser (se Varv 1965,2), også her er det ganske tydeligt, at der sker en udvikling fra et koldere til et varmere klima, hvorefter det vender, og klimaet igen bliver koldere. Afhandlingen, hvori disse forhold omtales, var det sidste større arbejde, von Post forfattede, inden han døde. Han var klar over, at han selv fortrinsvis havde anvendt pollendiagrammerne med henblik på datering af mosernes lag i forhold til hinanden og i forhold til lagene i andre moser, men samtidig så han de botaniske perspektiver, der lå i metoden, og det var hans håb at disse muligheder, der var fremkommet gennem hans eget grundlæggende arbejde, skulle inspirere yngre forskere - fortrinsvis med botanisk indsigt.

BOTANIK OG POLLENANALYSE.

Vi kommer nu til en ny epoke i mosegeologiens historie: Den botaniske forståelse af diagrammerne. Den blev fremtvinget derved, at pollendiagrammer blev tolket forkert af geologer, der ikke havde en forsvarlig botanisk baggrund. For eksempel mente en geolog at kunne påvise, at varmekrævende træer som eg, el og hassel i sen-glacialsiden havde vokset nær den vigende iskæppe. Statsgeolog Iversen, der på det tidspunkt arbejdede med sen-glaciale diagrammer i Danmark, var klar over, at dette ikke kunne være tilfældet og undersøgte sagen nærmere. Det viste sig, at det sen-glaciale ler, hvori man fandt disse varmekrævende træer også indeholdt pollen af nu uddøde tertiære planter. Dernæst undersøgte han moræneler, og dette indeholdt ikke blot tertiærplanters pollen - stammende fra morænenes indhold af tertiære lag - men også pollen af træer og urter, omfattende alt hvad man kunne finde i interglaciale moser. Dette var jo i og for sig ikke forbavsende, men samtidig stod det klart, at man ikke direkte kunne anvende de sen-glaciale, lerholdige aflejringer til pollenanalyse. Iversen foretog derfor en beregning på den måde, at han såvel i moræneleret som i det sen-glaciale ler udregnede træer og urters pollen-procenter



i forhold til de uddøde tertiære planter pollen, (disse sidste kunne jo slet ikke være samtidige med senglacialtidens aflejringer.). Når man derefter trak morænelersspektret fra det senglaciale, fik man "renset" det senglaciale spektrum for alle de pollen, som var blevet tilført det senglaciale ler ved udvaskning af moræneleret. De pollen, der blev tilovers, måtte da stamme fra de træer og urter, der havde blomstret samtidig med at det senglaciale ler blev aflejret, og det viste sig, at det fortrinsvis var græsser, halvgræsser og dværgbirk.

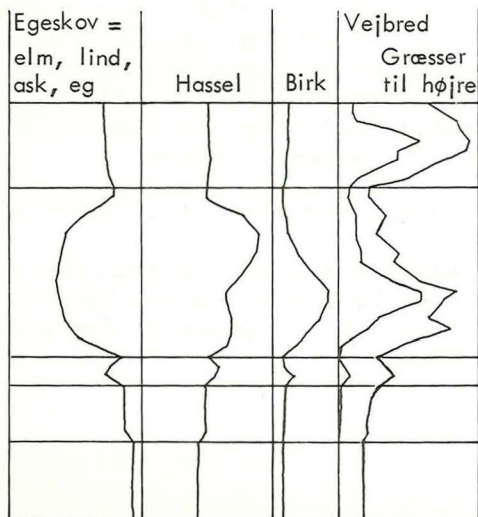


Det helt sikre bevis på tolkningens rigtighed fik Iversen derved, at han fandt frem til senglaciale aflejringer, der ikke indeholdt ler men kun søkalk og gytje. Her fandtes ingen pollen af varmekrævende træer og heller ikke af uddøde tertiære planter, og pollenspektrene var i overensstemmelse med dem, han havde fundet i de senglaciale, lerholdige aflejringer - efter den subtraktion, som er beskrevet ovenfor.

Dette er et af de klareste eksempler på, hvor nødvendigt det er, at have en botanisk baggrund hvis man vil beskæftige sig med mosegeologi og pollenanalyse. Det botaniske synspunkt kan defineres på den måde, at et pollendiagrams tolkning - i det mindste - ikke må stå i modstrid til hvad vi ved om planternes økologiske og klimatiske livskrav.

ARKÆOLOGI OG POLLENANALYSE.

Men lad os se nærmere på et andet eksempel, på botanikkens betydning for pollendiagrammernes rette tolkning, som tillige understreger betydningen af kendskab til arkæologi.



Troels-Smith i Naturens Verden,
juli 1957

I midten af postglaciertiden sker der det mærkelige, at birken pludselig går stærkt frem, lidt senere efterfulgt af ellen, samtidig med at egeskovens træer går tilbage med undtagelse af hasselen, der får meget høje værdier. Derefter indtræder de oprindelige forhold igen. Dette ejendommelige intermezzo blev tidligere tolket som en klimaforværring, der medførte, at vi vendte tilbage til forhold, som var karakteristiske for den begyndende postglaciertid, grænsen mellem præboreal- og egentlig borealtid. Men mærkeligt var det alligevel.

Iversen underkastede nu dette område i diagrammerne en omhyggelig undersøgelse, og det lykkedes ham her at bestemme en del urters pollen til slægt og art, nemlig vedbend, mistelten, lancetbladet vejbred og bredbladet vejbred. Samtidig med at faldet i egeskoven sætter ind, sker der en stærk stigning i de forskellige urters pollen. Korn, bredbladet- og lancetbladet vejbred optræder her for første gang i de danske pollendiagrammer.

Således bevæbnet var det muligt at give en ganske anderledes forklaring. Iversen tolker det der sker, som et udtryk for at stenalderbønder har fældet skoven og brændt den af, så man kunne dyrke korn på det ryddede område. Derefter blev arealet overladt til sig selv og groede atter til med egeskov. Især birken spreder sig udmærket på en fuldstændig bar, afsvedet jordbund, el og pil breder sig også henover lysningen efter dyrkningens ophør, og hasselen får øget mulighed for at blomstre i skovbryne, fordi skoven er blevet lysere. Det, at kulturbetingede planter som vejbred og ikke mindst korn optræder her, gør det ganske usandsynligt, at det skulle dreje sig om en klimændring, og udgravninger i moser viser, at vi netop på dette tidspunkt finder de ældste skovøkser: De tyndnakkede, slebne flintøkser. Iversen kaldte disse skovrydninger for stenalderbøndernes landnam. Skoven blev inddraget til dyrkning og husdyrhold. - Dette er første gang (1942), at det på klar og overbevisende måde blev udredt, hvorledes mennesket angriber skoven for at skaffe plads til agre og græs-gange. Iversens afhandling, der nu er klassisk, har inspireret til en lang række undersøgelser af tilsvarende art. Herved er det blevet klart, at oldtidens og senere tiders agerbrug og kvægavl medfører så voldsomme ændringer i skovbilledet, at vegetationshistorien efter dette tidspunkt bliver et mere eller mindre direkte udtryk for menneskets aktivitet.

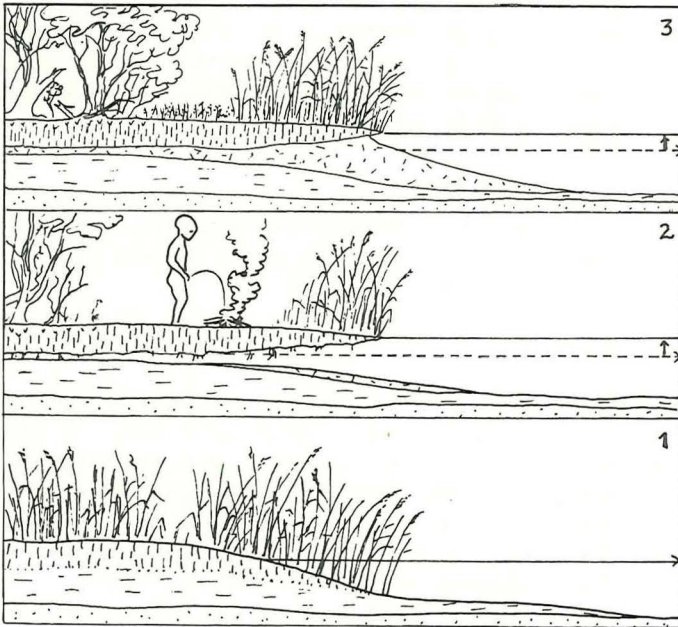
Klimatiske forholds indvirken på vegetationen bliver herefter mere eller mindre tilsløret.

Med andre ord: Vegetationshistorien bliver i høj grad kædet sammen med egnens bebyggelseshistorie, således at et indgående kendskab til såvel arkæologi som vegetationsforskning bliver afgørende for diagrammernes rette tolkning - og vice versa.

MOSEGEOLOGI OG POLLENANALYSE

Men hvad nytter det hele, hvis ikke selve grundlaget, de mosegeologiske stratigrafiske forhold er taget i betragtning. I jo højere grad pollenanalysen er blevet forfinet, jo tættere man tager sine prøver, jo flere pollen der bliver talt i hver prøve (nu ofte op til 2000 pollen) jo nødvendiggøres det, at udgangsmaterialet er sikkert, og den sikkerhed kan man kun få, dersom der foreligger en omhyggelig undersøgelse af mosens lag på det sted, hvor man tager sine prøver. Og netop kombinerede mosegeologiske, arkæologiske og vegetationshistoriske undersøgelser har afsløret, hvor kompliceret en mosens lagfølge kan være.

Jeg skal nøjes med et enkelt eksempel: I Åmosen har det været muligt at påvise, hvordan oldtidens folk har slået sig ned på tilgroede moseflader ganske nær den daværende søbred i begyndelsen af yngre stenalder, det vil sige i begyndelsen af subborealtid for cirka 5000 år siden. Derefter er der sket en vandstandsstigning, der medførte, at den sumptørsvamp man boede på, blev løftet til vejs og omdannet til en flydende ø eller halvø.



Meget frit efter B.Branson Christensen, i Troëls-Smith 1953

At sumptørven stiger til vejrs skyldes, at den er gennemvævet af luftfyldte rødder, som - når vandet stiger - vil virke som en bold, der holdt under vandet vil søge at komme op til overfladen. Med andre ord, sump-tørven river sig løs på grænsen mellem sumptørv og gytje og stiger til vejrs. Dernæst bliver mellemrummet mellem den flydende tørveø og den bund, der er fremkommet ved løsrivningen, udfyldt med gytje, driftgytje, pinde, kviste og sødynd, som følgerig er yngre end den bund, den aflejres på, men også yngre end den tørv, der indgår i den ovenover flydende ø eller halv-ø. En følgende vandstandssænkning kan medføre, at rørsumpens rødder breder sig ned i den indlejrede driftgytje, og næste gang der sker en vandstandsstigning, vil noget af denne indlejrede driftgytje stige til vejrs sammen med den tidligere dannede tørveø, der i mellemtiden er blevet lidt tykkere foroven, på grund af fortsat mosevækst. Herved vil man igen få et indskudt lag imellem den flydende ø og bunden. På denne måde får man en meget indviklet lagfølge. - Hvis man et sådant sted borer ned med et tørvebor og henter prøver op, vil man få et fuldstændigt forvirrende billede af vegetationshistorien inden for det skildrede tidsrum. Det er klart, at først en udredning af disse komplicerede forhold giver mulighed for at anvende materialet til vegetationshistoriske slutninger, derved at man billedligt talt klipper de dele af søjlen ud, som er skudt ind imellem ældre lag, og lægger dem i den rigtige rækkefølge. Beviset for at tolkningen af disse "aflejningsforhold" er rigtig er, at dette har kunnet lade sig gøre, og derved har man fået en vegetationshistorie, der passer med de pollendiagrammer, der stammer fra partier af den samme mose, hvor der ikke har været sådanne forhold.

Med andre ord: Det er nødvendigt at gøre sig klart, hvor vigtigt det er, at foretage en meget omhyggelig undersøgelse af tørvelagene, inden man tager sine prøver. De bedste prøver får man fra åbne profiler, mens boringer kun bør bruges i nødsfald.

SAMMENFATNING

Japetus Steenstrup, der var den første vegetationshistoriker i Danmark, var en meget alsidig begavet og interesseret mand. En af hans ungdomsvenner skrev engang til ham: "Du bør finde et samlende synspunkt for alle dine interesser, i øjeblikket er du en zoo-, boto-, geo- og arkæolog", og det ville ikke føre til noget godt. Dette er rigtigt, for såvidt som Japetus Steenstrup beskæftigede sig med vidt forskellige emner inden for en lang række fagområder uden at have et samlende synspunkt. - Men skal man være en god mosegeolog og vegetationshistoriker, hvis undersøgelser skal føre til fornuftige resultater, ja, så er det faktisk nødvendigt at have et indgående kendskab ikke blot til pollenanalyse og botanik, men også til arkæologi og mosegeologi.

J. Træsb-Smidt