BLYTTIA

NORSK BOTANISK FORENINGS TIDSSKRIFT



1968 NR. 4

UNIVERSITETSFORLAGET
OSLO, 1968

Blyttia

Redaktør: Amanuensis cand. real. Per Sunding, adresse: Botanisk Hage, Universitetet i Oslo, Trondheimsvn. 23 B, Oslo 5. Manuskript sendes til redaktøren.

Redaksjonskomité: Rektor Gunnar A. Berg, konservator Gro Gulden, professor Georg Hygen, førstebibliotekar Peter Kleppa.

ABONNEMENT

Medlemmer av Norsk Botanisk Forening får tilsendt tidsskriftet. Abonnementspris for ikke-medlemmer kr. 30,– pr. år. Enkelthefter og eldre komplette årganger kan bare skaffes i den utstrekning de er på lager når ordre innkommer. Priser, som kan endres uten forutgående varsel, oppgis på forlangende.

Abonnement anses løpende til oppsigelse skjer, hvis ikke opphørsdato er uttrykkelig fastsatt i bestillingen. – Ved adresseforandring vennligst husk å oppgi gammel adresse!

Alle henvendelser om abonnement og annonser sendes

UNIVERSITETSFORLAGET, postboks 307, Blindern, Oslo 3.

Annual subscription US $5.–. Single issues and complete volumes can only be obtained according to stock in hand when the order is received. Prices which are subject to change without notice, are available upon request. Correspondence concerning subcription and advertising should be addressed to:

UNIVERSITETSFORLAGET, P.O. Box 307, Blindern, Oslo 3, Norway

Norsk Botanisk Forening

Styre: Professor Rolf Y. Berg (formann); forskningsstipendiat Leif Ryvarden (viseformann); cand. real. Sverre Løkken (sekretær); cand. mag. Anders Langangen (kasserer); arkitekt Elin Conradi; gravør Halfdan Rui.

Nye medlemmer tegner seg hos sekretæren, adresse Botanisk Museum, Trondheimsvn. 23 B, Oslo 5; for Trøndelags vedkommende kan en henvende seg til Botanisk Avdeling, Vitenskapsselskapets Museum, Trondheim; for Vestlandets vedkommende til Universitetets Botaniske Museum, postboks 2637, Bergen; for Rogalands vedkommende til fru Hervor Bøe, Opheim, Sandnes, og for Sørlandets vedkommende til lærer Ingvald Haraldstad, Ole Bulls gt. 17, Kristiansand S. All korrespondanse om medlemskap sendes sekretæren eller lokalforeningene. – Kontingenten er kr. 15,00 pr. år; for husstandsmedlemmer og studenter kr. 5,00, disse får ikke tidsskriftet.

Medlemmer kan kjøpe enkelthefter og eldre komplette årganger av tidsskriftet ved henvendelse til sekretæren i hovedforeningen, i den utstrekning de er på lager når ordre innkommer.

Medlemskontingent sendes til hovedforeningens kasserer eller til lokalforeningen.

Hovedforeningens kasserer: cand. mag. Anders Langangen, Botanisk laboratorium, Universitetet i Oslo, Blindern, Oslo 3. Innbetalinger bes sendt over foreningens postgirokonto nr. 1 31 28.

Epifyttiske makrolav i relasjon til luftforurensninger fra industrisentra i Brevik, Porsgrunn og Skien

EPIPHYTIC MACROLICHENS IN RELATION TO AIR POLLUTIONS FROM INDUSTRIAL CENTRES IN BREVIK, PORSGRUNN AND SKIEN, NORWAY

Av

GUNNAR GURHOLT [1])

Innledning

De stadig tiltagende atmosfæriske forurensninger i vår tid har frembrakt ønsket om pålitelige informasjoner om luftforurensningers intensitet og utstrekning. Da de målinger som er basert på fysiske og kjemiske metoder ennu later til å være både arbeidskrevende, langsomme og kostbare, er studiet av biologiske indikatorer blitt aktualisert.

Fra Nylanders (1866) undersøkelse av lavartene i Luxembourghaven i Paris har mange viet tid til undersøkelser av lavartenes svake resistens overfor by-områder. Jeg viser til oversikter i Barkman (1958: 121) og Skye (1958: 166). Det beste arbeidet i indikatorøyemed er antakelig Fentons (1964) undersøkelse av luftforurensninger (røykpartikler og SO_2) i Belfast, hvor han sammenliknet resultatene med lavfloraen. *Lecanora conizaeoides* Cromb. ble funnet i de sterkest forurensede områder, og en optimal røykkonsentrasjon og/eller SO_2-konsentrasjon ble beregnet for denne arten. *Parmelia saxatilis* (L.) Ach. fulgte deretter, mens de øvrige arter falt utenfor området for de målte forurensninger.

Når det gjelder den kausale side ved ødeleggelsen av lavorganismer i byområder har flere teorier vært diskutert; Barkman (1958: 97 ff) kommer til at det ikke ser ut til å foreligge kjennskap til hvorledes de enkelte soner virker på epifyttisk vegetasjon. Han antar f. eks. (p. 107) at virkelig obligat nitrofili er sjelden, men at det utvilsomt eksisterer nitrotolerante og selv nitrofile epifytter. Interessant er at Sernander i sitt grunnleggende arbeid fra 1912 påpekte at substratets kjemiske egenskaper kunne forandres ved tilførsel av nye stoffer via forurensninger, og derved gi grobunn for andre arter (Sernander 1912: 850). Skye (1958) påviste lavørken omkring et skifferoljeverk,

[1]) Venstøp, Skien

et område hvor en rekke by-klimatiske faktorer ikke forelå. Dette syntes å antyde at atmosfæriske forurensninger var en nødvendig men kanskje ikke tilstrekkelig betingelse for lavdestruksjon. Jeg sier «kanskje ikke tilstrekkelig» fordi samlestasjonene rundt skifferoljeverket lå ved veger og således også var utsatt for vegstøv.

Såvidt meg bekjent har det ikke vært foretatt noen undersøkelse av lav i et naturlig miljø med en kjemisk gradient, hvor resultatet er sett i relasjon til kontinerlige kjemiske målinger av substratet. Dette befordret et ønske om å foreta en lavøkologisk undersøkelse i et forurenset område hvor 1) de klimatiske og økologiske forhold var så jevne som mulig, og 2) hvor forurensningenes art var kjent, og endelig 3) forurensningenes grad var kjent. Innen dette området ville jeg for samme substrat-type forsøke å finne uttrykk for a) hver arts reaksjon på forurensningen, og b) substratets forandring på grunn av forurensningen. Ikke minst ville jeg forsøke å finne en fremstillingsmetode som var egnet til å vise reaksjonen hos eventuelle arter som kunne være egnet til indikatorer for luftforurensninger.

Disse ønsker har jeg forsøkt å innfri ved å foreta en undersøkelse av forekomst og egenskaper hos epifyttiske makrolav på åpne koller omkring det store fabrikkområdet Herøya syd for Porsgrunn. Jeg har valgt koller fordi disse byr på nokså ensartede mikroklimatiske forhold. Deres topp-platåer er rikelig eksponert for luftstrømmer fra alle kanter, således også for gasser og partikler fra industri et stykke unna.

Om avfallsgasser fra industrianlegg må videre nevnes at deres kjemiske sammensetning for en stor del er kjent, likeså de emitterte mengder. Industriforurensninger emitteres dessuten fra geografisk konsentrerte områder, retningen til forurensningskilden er kjent, og i størrelsesorden overskygger industriforurensningene langt andre forurensningskilder (byer, veger).

Jeg har avgrenset arbeidet til å omfatte lav fra trærnes nedre kvistfrie stammer. Nomenklaturen følger Poelt (1963).

Undersøkelsesområdets geologi er beskrevet av Brøgger (1884) og Kiær (1906) samt av Liestøl (1955). Jeg har ikke kunnet finne noen overensstemmelse mellom de biologiske resultater og fordelingen av de geologiske elementer.

Jeg vil benytte anledningen til å takke professor Ove Arbo Høeg for hans alltid beredvillige hjelpsomhet. Det samme gjelder Norsk Hydro-Elektrisk Kvælstofaktieselskab A/S ved direktør P. B. Holmesland. Dr. O. Almborn, Lund og dr. E. Degelius i Göteborg har vært så vennlige å bestemme endel skorpelav. Jeg vil også få takke første-

amanuensis, dr. Walter Lindberg for mange nyttige impulser. En lang rekke personer og institusjoner har ydet nødvendig og verdifull assistanse, og jeg vil få takke alle, såvel som min kone Jenny.

Klimatiske forhold

De innsamlede observasjoner for vind gir grunnlag for fig. 1. Generell tendens synes å være at nord er hovedvindretning, spesielt om vinteren. Sydlige vinder er hyppige om sommeren. Øst- og vestlige vinder viser liten årstidsvariasjon. Nedbør- og temperaturforhold kan sees av fig. 2, hvor høyre ordinatakse viser månedenes middeltemperatur, mens venstre ordinatakse viser månedenes gjennomsnittlige nedbør i observasjonsperiodene. Nedbøren viser lavest tall i

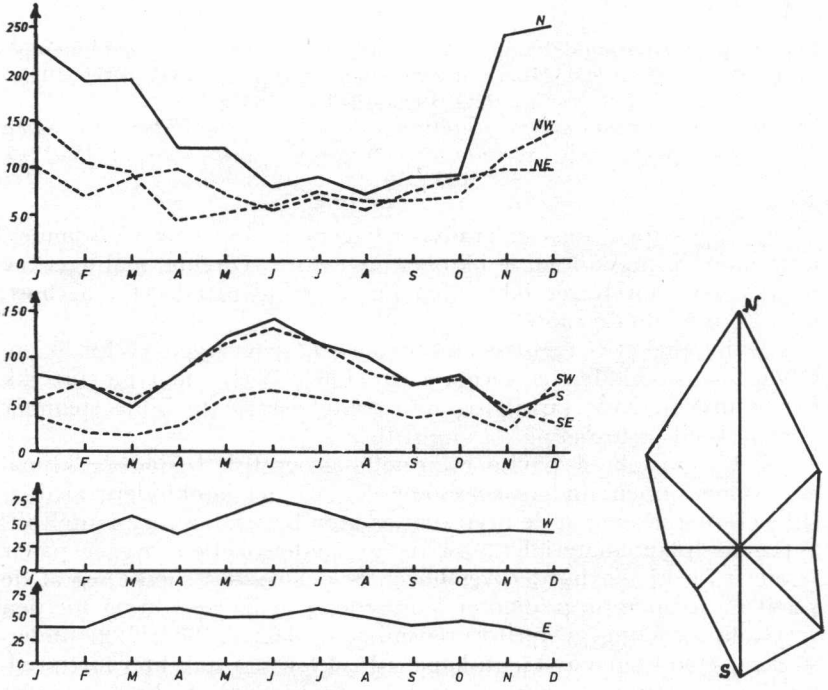


Fig. 1. Vindpolygon, (årsgjennomsnitt), og månedlig fordeling av hovedvindretningene, i timer. Gjennomsnitt av alle observasjoner fra Porsgrunn, Skien og Venstøp.

Wind polygon, anuual average, and monthly distribution of main wind directions, in hours. Averages of all observations from Porgrunn, Skien, and Venstøp.

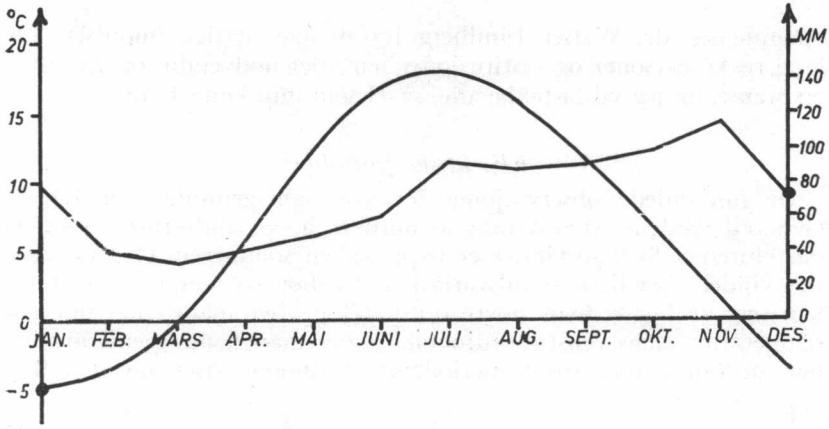


Fig. 2. Månedenes middeltemperatur og nedbør. Venstre akse: middeltemperatur, Skien 1957—1966. Høyre akse: nedbør, Porsgrunn 1955—1964, 1935—1940, 1906—1910.

Monthly temperatures and recepitation. Left axis: mean temperature, Skien 1957—1966. Right axis: recipitation, Porsgrunn 1955—1964, 1935—1940, 1906—1910.

februar-mars-april, men er gradvis tiltagende i løpet av vår-sommer-høst med et maksimum i oktober-november. Direkte målinger av luftfuktighet foreligger ikke, men fig. 2 gir jo uttrykk for at høstmånedene er de fuktigste.

Tåkehyppighet er registrert på flyplassen Geiteryggen SV for Skien. Observasjonsperioden er meget kort (1963—1964), men gir uttrykk for to maxima, vår (april) og høst (oktober). Dette bilde stemmer overens med årsfordeling av vindstille.

Jeg har forsøkt å påvise eventuelle geografisk betingede klimavariasjoner innen undersøkelsesområdet, og må konkludere med at slike eksisterer, men at de utvilsomt er uten betydning for plantelivet.

Da det plantematerialet som denne undersøkelsen bygger på er samlet i forskjellig høyde over havet, er det verdt å merke seg at de vertikale temperaturgradienter i området kan ha betydning for den vertikale fordeling av luftforurensningene. Herb (1964: 102) understreker betydningen av kjennskapet til luftlagenes stabilitet for spredningen av luftforurensninger. Stabile atmosfæriske forhold er igjen avhengig av luftmassenes temperaturgradient i relasjon til høyden. En temperaturøkning med økende høyde forårsaker således et minimalt gass-skifte i vertikal retning, en inversjon. Opptrer inversjonstilstanden fra en viss høyde over skorsteinene, vil emittert røyk akkumuleres under inversjonslaget som under et tak. Dette kan igjen

forårsake store røykkonsentrasjoner nede ved bakken. Thurmann-Nielsen (1965) har beskrevet den eneste undersøkelsen som forekommer på dette feltet for Porsgrunn-området. Han konkluderte med at det om vinteren trolig opptrer hyppige inversjonstilstander i området omkring Herøya. Målingene gikk opp til 80 m over bakken. Selv har jeg i et par ekstreme kuldeperioder vinters tid påvist klare inversjonstilstander fra 0 opp til 331 m o. h. Herb (1964: 184) påviste også for Erlangen og München at inversjoner hyppigst opptrer i vintermånedene. Det var derfor grunn til å undersøke om de biologiske observasjoner var korrelerte med høyden over havet, og jeg kommer tilbake til dette nedenfor.

Luftforurensninger i undersøkelsesområdet

Luftens fremmedstoffer i undersøkelsesområdet stammer vesentlig fra storindustrien. A/S Union i Skien og Skotfoss var den første som kom i gang, i 1893. Deretter fulgte Porsgrunn Elektrometallurgiske A/S på Roligheten ved Herøya, i 1913. Dalen Portland Cementfabrik i Brevik kom så i 1916, mens Eidanger Salpeterfabriker begynte i 1929. Se fig. 3.

For svoveldioksyd -SO_2- har jeg forsøkt å beregne de prosentvise andeler av totalutslippet som skriver seg fra samferdselsmidler, husoppvarming og industri. Tallene bygger delvis på Luftforurensninger i Porsgrunn/Skien distriktet (1965), Handelsdepartementets oppgave over årlig salg av brendselolje i distriktet, og opplysninger fra industribedriftene selv. For hele undersøkelsesområdet fordeler de beregnede SO_2-emisjoner seg således:

Samferdselsmidler	178 t/år,	2,2 %	av total,
Husoppvarming	439 t/år,	5,4 %	» » ,
Industri	7 561 t/år,	92,4 %	» » .
Samlet SO_2-emisjon	8 178 t/år		

Dersom 1964 har vært et normalt år for SO_2-emisjonen, synes tallene å indikere at industrien er ansvarlig for det aller meste, over 92 % [1]). Man må regne at emisjonen fra samferdselsmidler og husoppvarming spiller en relativt underordnet rolle i en eventuell biologisk

[1]) Tallene er for 1966. Iflg. pressemelding «Telemark Arbeiderblad» 6/6 1967 regner nå Eidanger Salpeterfabrikk med et årlig utslipp av SO_2 for sine fabrikker på 5840 t/år, mens hele området anslås å emittere 17520 t/år.

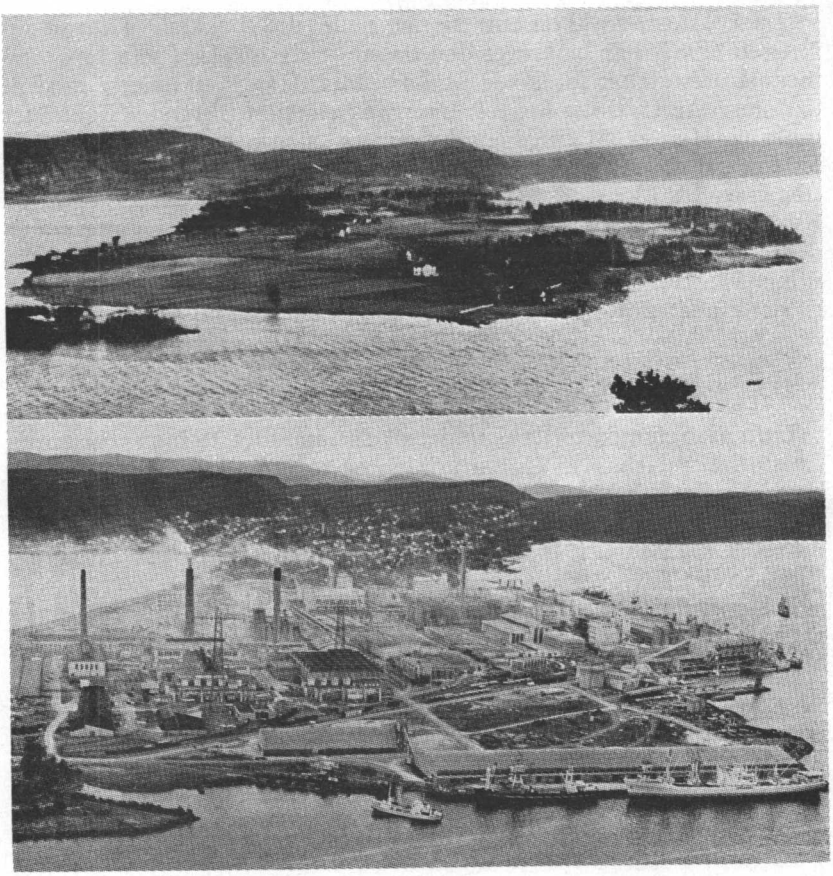


Fig. 3. Herøya i 1928 og i 1966. Eidanger Salpeterfabriker.

reaksjon på SO_2. Den regionale fordeling av SO_2-emisjonen fra fabrikkanlegg i området er følgende:

Skotfoss	832 t/år,	eller	11,0 %	av	total,
Skien	1 329 t/år,	»	17,6 %	»	» ,
Porsgrunn	3 000 t/år,	»	39,7 %	»	» ,
Brevik	2 400 t/år,	»	31,7 %	»	» ,

Emisjonen av SO_2 synes å være fordelt mellom Porsgrunn-Brevik-Skien-Skotfoss i forholdet 4:3:2:1, hvor industri nord og syd på «Eidangerhalvøya» utgjør hele 70 % av det totale. Det er grunn til å anta at den regionale fordeling av sotemisjonen korresponderer

godt med disse tallene. De andre luftforurensningene kan i vesentlig grad anses som industribetingede.

Industriemisjonen har ikke vært konstant. Den hadde på Herøya et maksimum omkring 1961, og for Brevik omkring 1964. Inntil 1966 kan man iflg. nedenstående tabell beregne at det samlede støvtap for Herøya og Brevik er redusert til henholdsvis 71 og 28 % av maksimalverdiene. Eidanger Salpeterfabriker har redusert sitt støvtap til 38 % av 1962-verdiene.

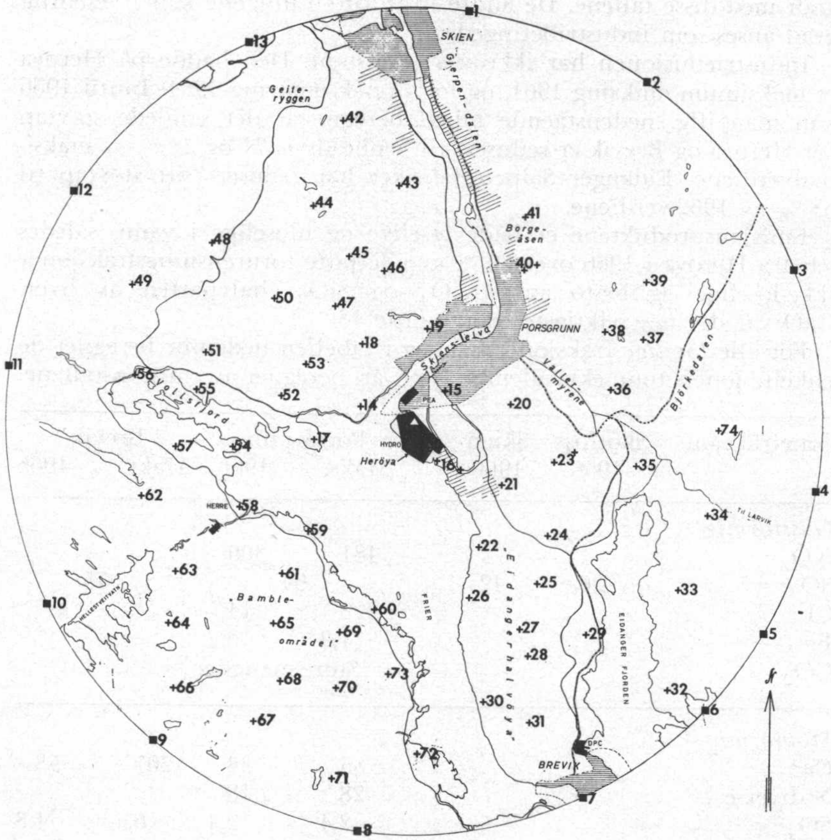
Emisjonsproduktene er både løselige og uløselige i vann, således var fra Herøya i 1966 over 60 % av alle faste forurensningsfraksjoner ikke-løselige og besto av Mn_3O_4 og SiO_2, halvparten av hver. CaO var det nest viktigste og utgjorde 13 %.

For alle *løselige* fraksjoner har jeg i tabellen nedenfor beregnet de enkelte joners tonn-ekvivalenter [1]) pr. år, beregnet av emisjonstallene.

Jonefraksjon	Skotfoss 1966	Skien 1966	Porsgrunn Maks.	Porsgrunn 1966	Brevik Maks.	Brevik 1966
Gassformig						
NO_3^-			481	300		
SO_4^{--}	26	42	94		75	
Cl^-			28	14		
F^-			1,2	0,2		
CO_2			Store mengder			
Støvformig						
Ca^{++}			85	38	207	58
N-diverse			28	18		
SO_4^{--}			2,4	2,4	6,4	1,8
Na^+			6,9	3,4	1,4	0,4
K^+			1,9	1,2	2,2	0,6
Cl^-			4,6	1,1		
PO_4^{---}			2,3	1,5		
Ba^{++}			1,1	1,1		

Om dette er å bemerke: 1: De syredannende emisjonsprodukter når et langt større tall enn baseanhydridene. Dette gjelder spesielt Herøya, men nå også Brevik. I maksimalperioden emitterte A/S Dalen Portland Cementfabrik mest baseanhydrider. 2: De store syredannere

[1]) Tonn-ekvivalent $= \frac{\text{jonefraksjon i tonn} \times \text{valens}}{\text{molekylvekt}}$



Billedtekst neste side

er gassformige, mens de OH⁻-dannende fraksjoner emitteres som støv. 3: Den vesentlige kvalitative forskjell mellom emisjonen fra Brevik, Porsgrunn og Skien er at det fra Skien emitteres vesentlig SO_2, mens det bare er Porsgrunn som emitterer nitrogenforbindelser, fosfat og barium. Sammenliknet med nitrogenforbindelsene blir fosfat og barium ubetydelige. 4: Nitrogenforbindelsene utgjør den største fraksjon (Herøya), dernest kommer kalsium (Brevik).

Støvmålinger er utført på 12 målesteder omkring Herøya i tiden 1957 til 1959, og er beskrevet av Lindberg (1959). Målingene av nedfallet ble fortsatt på tre målesteder nær Herøya og på Herøya frem til 1965 (Lindberg 1965). Det er interessant at tallene fra den kvantita-

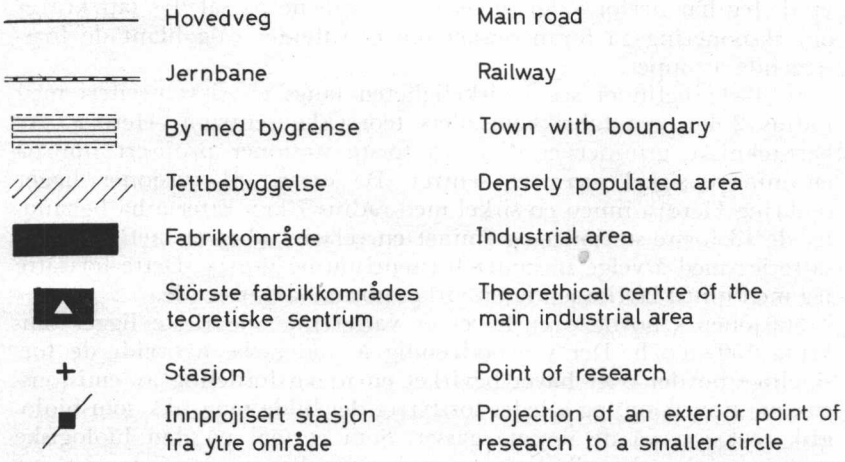


Fig. 4. Undersøkelsesområdet. Hver samlestasjon er gitt et referansenummer. *The area of research. Each station has been given a number referred to in the text.*

tive analysen av støvnedfallet stemmer dårlig med tallene fra emisjonen. Det er således påfallende at kalsiumnedfallet er målt til bare noe over 5 % av totalnedfallet på Herøya, mens stoffet utgjør ca. 19 % blant de emitterte stoffer. Største Ca-nedfall er målt to steder sydøst for Herøya (Lindberg 1965: 11). Tilsvarende skjeve forhold finnes for Mn_3O_4 (målt 4 %, emittert 21 %) og SiO_2 (målt 13 %, emittert 21 %). Dette muliggjør en antagelse om at hovedfraksjonene CaO, Mn_3O_4 og SiO_2 spres tynt over store områder utenom det nærmeste fabrikkområdet som støvmålingene omfatter.

Arbeidets praktiske utførelse

Undersøkelsesområdet er sirkelformig med en radius på 12 km omkring fabrikkområdet Herøya syd for Porsgrunn, og omfatter 74 stasjoner (fig. 4).

Begrepet stasjon må oppfattes som Haugsjå (1930) gjorde, nemlig som en samling trær hvorpå lavfloraen underkastes analyse. Stasjonen forventes å gi et bilde av den totale lavfloraen på stedet, og blir da å sammenlikne med en prøveflate innen plantesosiologien.

Jeg har tidligere gitt begrunnelse for at jeg valgte å legge stasjonene til topp-platået av runde, lysåpne koller. Selv om terrenget i undersøkelsesområdet er rikt på åser, innfrir likevel slett ikke alle kravet om at trærne på toppen skal være jevnt og godt eksponert for sol og

vind. Jeg har derfor valgt ut de beste toppene og således latt kravet om eksponering gå foran ønsket om et tilfeldig valg blant de foreliggende åstopper.

St. 1–13 befinner seg i virkeligheten langs en sirkelperiferi med radius 2 km om fabrikkområdets teoretiske sentrum, Herøya, Av kart-tekniske grunner er disse 13 første stasjoner projisert inn på en mindre sirkel nærmere sentret. De øvrige 61 stasjoner ligger omkring Herøya innen en sirkel med radius 7 km. Etter å ha behandlet de 13 første stasjoner og funnet en relativt uberørt lavflora, fortsatte jeg med å velge stasjoner fra sentrum og utover. Dette fortsatte jeg med inntil lavfloraen igjen virket normal av utseende.

Stasjonenes høyde over havet er varierende; de fleste ligger omkring 100 m o. h. Det var nødvendig å undersøke hvorvidt de forskjellige høyder over havet bevirket en ujevn fordeling av emisjonsgassene (inversjon) og således forstyrret det bilde man fikk som biologisk reaksjon på de samme gasser. Som et mål på den biologiske reaksjonen har jeg til dette anvendt artstallet pr. stasjon, som jeg har korrelert med de to faktorer høyde over havet og pH i substratet. Jeg anvendte Student-test med et forkastningsnivå på 97,5 %, og måtte forkaste hypotesen om at korrelasjonen høyde over havet og artstall pr. stasjon var forskjellig fra O. Korrelasjonen mellom artstall og pH viste seg derimot å være signifikant med en meget høy t-verdi.

Samling av lav. Selve samlemetoden har jeg hatt så mye glede av at jeg vil nevne den spesielt. Jeg samlet lav som sommerfugler, med tykkhodede knappenåler på papirdekket løs huntonitt, 30 × 40 cm. De observerte data skrev jeg i bestemt rekkefølge under hver innsamlet art, en linje for hvert tre som jeg behandlet. Dette ga en god oversikt over hvilke arter som til enhver tid var notert. Nålene byttet jeg senere med lim, fjernet platen, og arkene kunne arkiveres i poser. Originaldata og eksemplarer var således arkivert samlet og var lette å kontrollere.

De målte data var følgende:

1) Artens totale dekning på treet i cm^2, projisert inn på den stammeoverflate de bekledde. For enkelhets skyld har jeg til dette benyttet en skala, begynnende med små trinn (0,1 cm^2 – 0,2 cm^2 – 0,3 cm^2 –), avsluttende med store; (3 500 cm^2 – 4 000 cm^2 – 5 000 cm^2).

2) Artens høyeste og laveste høyde over bakken, målt i hele cm.

3) Artens dominerende retning på stammen, målt i 8 hovedretninger. Hvis en art viste tosidig retningsorientering, ble dette notert spesielt, likeså dersom det ikke forelå noen utpreget retningsorientering.

4) Artens tilstand, bedømt etter følgende skala: 1: døde eksemplarer. 2: levende, men destruerte eksemplarer. 3: tilsynelatende uberørte eksemplarer. 4: meget godt utviklede eksemplarer.

5) Antall eksemplarer, hvis færre enn ti.

6) Største eksemplars største tverrmål, målt til mm.

For de tilfeller at de totalobserverte trær ikke inneholder en eller flere arter som trolig skulle være vanlig på stedet, lette jeg på nærstående trær for å finne dem, men førte dem opp spesielt som «enkeltobservasjon». Disse observasjonene er ikke tatt med i statistikkarbeidet, men er benyttet til kartfremstillingen.

I tillegg til stammeobservasjonene har jeg også betraktet endel kvister der hvor dette var mulig. Dette var vesentlig for å beskrive avvikelser fra den naturlige kvistflora jeg hadde funnet på de 13 første stasjoner.

5 432 funn er artsbestemte og målt for de nevnte egenskaper.

Samling av bark. Bark fra *Pinus silvestris* ble samlet fra tre trær pr. stasjon. Barken ble plukket 1,5 m fra bakken, og slik at barkbiter fra alle sider av stammen kom med. Barken ble tatt av det ytterste 3—4 mm tykke lag.

Ved valg av trær var det et krav at alle de undersøkte trær var så like som mulig og derved hadde så mange lav-økologiske faktorer som mulig felles. Trærne måtte være jevne, rettvokste, stå loddrette, ikke ha barksår, og jeg unngikk trær i sterk vekst. Døde trær og trær med høy undervegetasjon unngikk jeg også. Det var vanskelig å finne trær som fylte alle disse kravene, og flere koller ble vraket da trærne ikke holdt mål. Dersom mange trær innfridde kravene, valgte jeg ut de som så ut til å ha størst totaldekning.

Du Rietz påpekte (1945: 147 ff) den grunnleggende forskjellen mellom Physodion og Xanthorion. Det var naturlig at jeg for alle stasjoner forsøkte å få observasjoner fra treslag som representerte substrat for begge disse forbundene. Jeg har derfor vesentlig konsentrert meg om *Pinus silvestris* og *Populus tremula,* men også tatt med en del vikarierende *Betula* spp. og *Quercus* spp. *Pinus* og *Populus* fantes med ytterst få unntagelser på alle stasjoner. I alt har jeg undersøkt 773 trær, hvorav 293 *Pinus,* 221 *Populus,* 99 *Betula,* 68 *Quercus,* 35 *Picea,* mens de øvrige 57 trær fordelte seg mellom *Acer, Alnus, Corylus, Fraxinus, Juniperus, Salix, Sorbus* og *Ulmus.*

Etter å ha samlet lav fra de 13 første stasjoner foretok jeg en prøve på homogenitet med hensyn til artsutstyr for disse stasjonene. Resultatet var at to til tre trær pr. stasjon var nok til å gi et noenlunde representativt bilde av stasjonens artsutstyr for ett treslag. Jeg har for de senere stasjoner forsøkt å holde meg til dette tallet. I en vege-

tasjon uten økologiske gradienter er det forholdsvis lett å bestemme et minsteareal som sikrer et representativt artsutstyr. Det er lett å innse at i dette tilfellet vil et tiltagende forurensningsnivå mot undersøkelsesområdets sentrum både endre og redusere artsutstyret. En prøve på homogenitet med hensyn til artsutstyr er under slike forhold lite fruktbart. Stasjonene i ytre sirkel ligger lengst fra forurensningssentret, og i omtrent like stor avstand fra dette (1,2 mil fra Herøya). Beregningen følger Dahl (1960) og omfatter *Pinus* og *Populus*. For *Populus* fikk jeg $\frac{S_1}{\alpha} = 1{,}0$, tilsvarende homogenitetsindeks ca. 65 %, og for *Pinus* fikk jeg $\frac{S_1}{\alpha} = 1{,}2$, tilsvarende homogenitetsindeks ca. 70 %. «Prøveflatestørrelsen» var da for de ytre stasjoner 2,3 trær for *Pinus*, 2,9 trær for *Populus*.

Som et mål på de undersøkte trærnes størrelse har jeg målt omkretsen 1,5 m fra bakken.

Etter endel forsøk ble metoden følgende: barkbitene fra hvert enkelt tre ble pulverisert og tilført destillert vann i volumforholdet 1 : 1. Dette forholdet ga en rask innstilling (forandret seg ikke merkbart etter 24 timer), og materialet var fuktig nok til også å gi jevne måleresultater for måling av ledningsevne. (Ledningsevnemålinger har jeg også utført, men skal her ikke komme inn på disse. Jeg kan bare nevne at de viste et visst samsvar med måleresultatene for pH). Stasjonenes måleverdier ble beregnet som et gjennomsnitt av de tre målinger tilsvarende de tre trær fra hver stasjon hvorfra bark ble hentet.

Bearbeiding

Til hver lavart ble der for hver observert trestamme punchet et hullkort. Kortene omfattet i tallkode alle de målte egenskapene samt en rekke data om hver stasjon, såsom stasjonsnummer for geografisk bestemmelse, avstand og retning fra industrisentret Herøya, høyde over havet, og vertstreets art og omkrets. Det foreligger også en rubrikk for tilleggsopplysninger om avvik i substrat, observasjonsmetode eller økologiske forhold. I tillegg til disse orginaldata er også hvert kort blitt påført en beregnet størrelse som jeg har valgt å kalle *dekningsgrad,* og som jeg skal få kommentere. En lavarts samlede overflate i cm^2 på et tilfeldig valgt tre av en bestemt art sier svært lite om lavartens utbredelse på stedet for vedkommende treslag. Det forutsetter jo at treet er representativt for målestedet for vedkommende lavart, og at treets lavdisponible barkflate er like stor som trær fra andre steder man ønsker å sammenlikne med. Det er imidlertid målteteknisk vanskelig å beregne et tres nøyaktige bark-

flate, og det forutsetter et a priori kjennskap til hva slags bark innen hvert treslag som er lavdisponibel for en gitt lavart. Jeg har sett meg nødsaget til å benytte en lett tilgjengelig størrelse å sammenlikne de målte lavforekomster med. Jeg har derfor valgt å definere en arts dekningsgrad (D) som

$$D = \frac{\text{lavartenes dekning i cm}^2 \times 100}{\text{vertstreets omkrets 1,5 m fra bakken.}}$$

D er lett å beregne, og det er lett å vise at for trær som har nådd sin maksimalhøyde vil forholdet mellom omkretsen og stammens barkflate bli tilnærmet lineært.

Da det viste seg å være en nær korrelasjon mellom de målte pH-verdier i bark og artstallet for de forskjellige stasjoner, har jeg valgt å dele inn undersøkelsesområdet i et sterkere og et svakere forurenset område på grunnlag av pH-verdiene. Dette er i praksis gjort slik at stasjoner hvor pH i furubark overstiger 4, tilhører det sterkest forurensede området, et område som også tilsvarer det største nedslagsområdet for emisjonsprodukter om man tar de meteorologiske forhold i betraktning.

Egenskapene øvre og nedre høyde på stammen, tilstand og dekningsgrad er så sammenliknet for de to områder. For disse egenskapene beregnet jeg for hver art og treslag gjennomsnittsverdiene pr. stasjon. Det sterkere og det svakere forurensede området ble så sammenliknet, og utsagnskraften ble testet med Student's test (Spiegel 1961: 71, 60, 190). Som signifikansnivå har jeg for alle tester gjennomført 95 %. Alle sorteringer av observasjonene er utført maskinelt, likeledes beregning av dekningsgrad samt Σx og Σx^2 for de fire testede egenskapene. Dette medførte en veldig arbeidsbesparing, slik at jeg har kunnet foreta ca. 800 signifikanstester på observerte forskjelligheter mellom de to forskjellig forurensede områder.

Resultater

Fig. 5 viser i grove trekk hvorledes pH i furubark er funnet å variere innen undersøkelsesområdet. Verdiene varierer mellom pH 3,2 og pH 6,0. Det kan synes underlig at nedslagsområdet skiller seg ut ved høyere pH-verdier i furubarken, til tross for at av de løselige emisjonsprodukter er syreanhydridene i overvekt, regnet i tonnekvivalenter. (I årene før 1966 var riktignok forholdet omvendt for Brevik). Forklaringen turde være at i motsetning til syrer kan tungtløselige CaO-partikler antas å bli akkumulert i barkens sprekker og porer og virke som buffer. Barkman (1958: 97) er også inne på et slikt forhold. Det er også grunn til å nevne at de gassformige partikler antagelig spres over større områder enn de støvformige. Lindberg

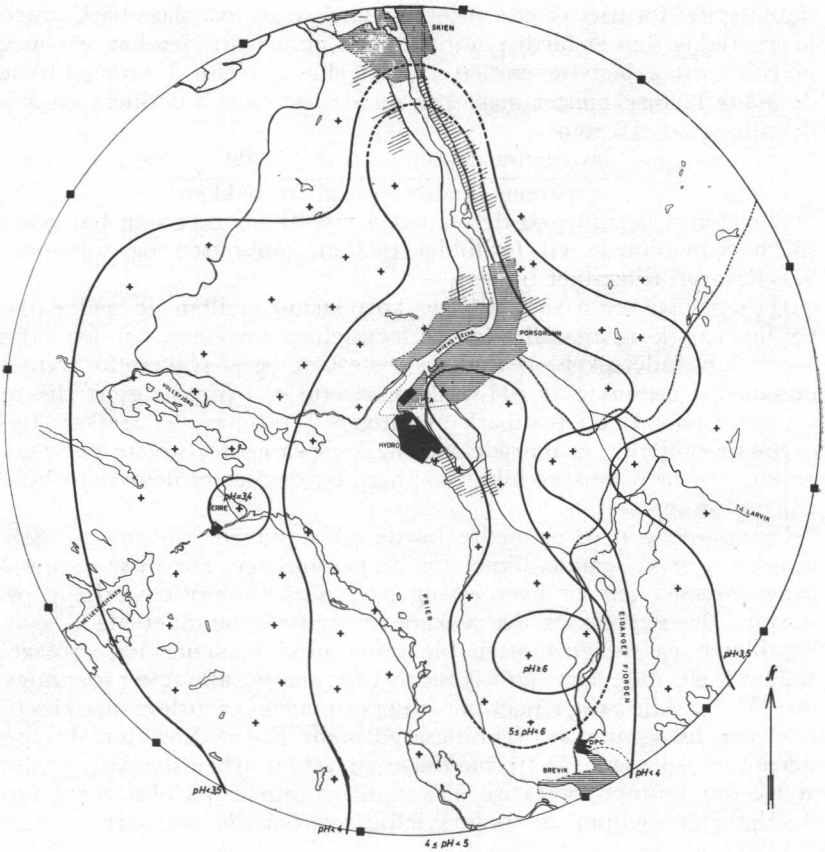


Fig. 5. Kart som viser områder som avgrenses av intervaller av pH, målt i bark av *Pinus*.
Map indicating areas limited by intervals of pH, as measured in bark of Pinus.

(1959: 3) påpeker at ifølge støvfallsmålingene, avtar mengden av uoppløste stoffer betydelig raskere med avstanden fra forurensningskilden enn de oppløselige stoffer, som vesentlig skriver seg fra gassformige stoffer og finfordelte partikler. De meteorologiske forhold kan også, som nevnt, godt sies å harmonere med det bilde pH-kartet gir.

Jeg fant det påfallende hvor godt den geografiske variasjonen i pH stemte med mine inntrykk av lavfloraen fra feltarbeidet, ved at en

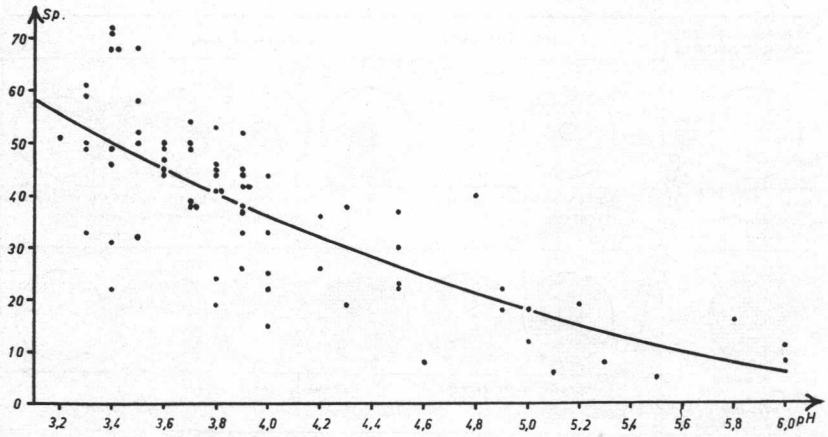


Fig. 6. Totalantall arter pr. stasjon i relasjon til stasjonens pH i bark av *Pinus*.
Total number of species for each point of research in proportion to pH in the bark of Pinus.

fattigere lavflora tilsvarte en økning i pH. For å illustrere dette har jeg plottet faktorene pH og artstall for hver stasjon og treslag, idet jeg antok at pH i furubark var korrelert med den/de faktorer som igjen gjorde utslaget i lavfloraen også for andre trær. Det viste seg å foreligge en god korrelasjon både for *Betula, Pinus, Populus* og *Quercus*. Fig. 6 viser totalantall arter pr. stasjon i relasjon til pH i furubark. Jeg foretok en regresjonsbetraktning på punktene i fig. 6, og fant en korrelasjonskoeffisient på 0,76. Denne fant jeg å være signifikant forskjellig fra 0, med et forkastningsnivå på 95 %.

For de arter som er funnet på 20 stasjoner eller fler innen samme treslag har jeg laget utbredelseskart. På disse angir sirkler i forskjellig størrelse intervaller av dekningsgrad for vedkommende art. Seks forskjellige skalaer for dekningsgrad er benyttet for å dekke alle artenes variasjonsområder.

Skjematisk kan utbredelsestypene inndeles i tre; de positive (begunstigede), de indifferente og de negative (hemmede). Av disse er det ytterst få eller kanskje ingen som har vist seg helt indifferente overfor luftforurensningene. Av de begunstigede og de hemmede er der mange gradsforskjeller. Et fellestrekk er at lavartene — enten de er begunstiget eller hemmet — viser en reaksjon som i de fleste tilfeller strekker seg fra Herøya mot syd eller sydøst over Brevik og videre sydover.

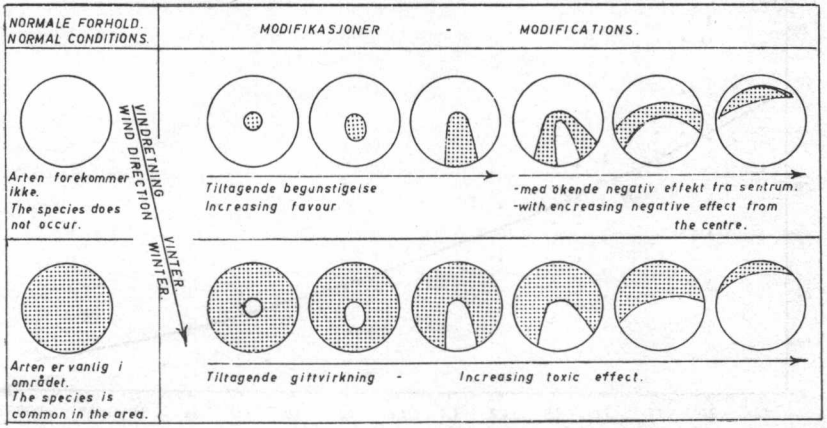


Fig. 7. Observerte utbredelsesmønstre hos lavartene. Hver sirkel angir undersøkelsesområdet, Herøya i sentrum.
Observed patterns of distribution in the lichen flora. Each circle indicates the area of research, Herøya in the centre.

Utbredelsestypene er skjematisk gjengitt i fig. 7, som viser forskjellige grader av positive og negative reaksjoner. For de positive reaksjoner (første linje i fig. 7) gjelder oftest at dersom en art begunstiges i et stort område, vil der dannes et felt i det begunstigede område hvor arten ikke finnes. Dette lavfrie feltet strekker seg fra Herøya mot sydøst, hvorved arten får en utbredelse som minner om en hestesko. Det finnes på den annen side utbredelsesmønstre som bare viser en større eller mindre lavørken i sydlig eller sydvestlig retning. Dette er angitt i annen linje i fig 7.

Det ser altså ut til å eksistere en nær sammenheng mellom en stasjons målte pH i furubark og stasjonens artstall. Videre later det til å eksistere en sammenheng mellom den geografiske fordeling av de målte pH-verdier og den geografiske utbredelsen av de fleste lavartene innen undersøkelsesområdet. Det synes overveiende sannsynlig at luftforurensningene er ansvarlige både for pH-variasjonen og de biologiske reaksjoner. Jeg har ikke kunnet finne andre faktorer som direkte kan tenkes å medføre de nevnte reaksjoner.

I dette tilfellet kan det synes fristende å anta at pH har noe med utbredelsen å gjøre, siden de geografisk varierer på samme måte. Jeg tror foreløpig ikke det er grunnlag for noen slik antagelse, idet det her forekommer flere stoffer som med rimelighet kan tenkes å variere som pH gjør. Det er for eksempel nærliggende å anta at lav-

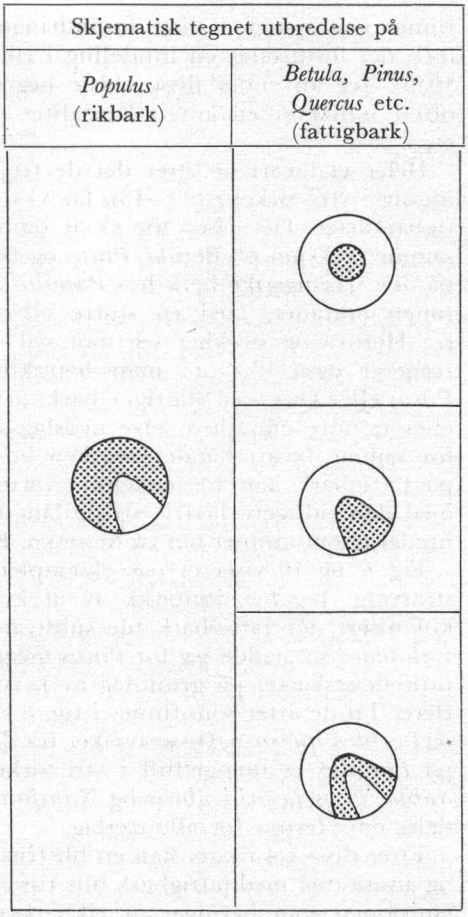


Fig. 8. Utbredelsesmønstre hos en del arter som er vanlige på *Populus*. Cfr. fig. 7.
Patterns of distribution for some species normally occurring on Populus. Cp. fig. 7.

thalli kan lagre CaO og alkali liksom furubarken, og at de gassformige emisjonsproduktene i regnvær kan forårsake syre/basenøytraliseringer med opphopninger av for eksempel nitrater og sulfater.

For mange arter er det tydelig at utbredelsesmønsteret endres kraftig for de forskjellige treslag, og det er grunn til å spørre om det

finnes noe system i disse forandringene. Et system finnes da også, men det forutsetter en inndeling i rik- og fattigbarksarter (Du Rietz 1945). Jeg anvender disse eldste begreper, da de øvrige betegnelser oftest indikerer en antatt kausalitet (nitrofyttisk, neutrofil, coniofil etc.).

Deler vi lavartene etter det/de treslag hvorpå arten finnes regelmessig i ytre sirkel (st. 1–13), får vi den enkle indeling i rik- og fattigbarkarter. Det viser seg så at omtrent alle fattigbarksarter viser samme reaksjon på *Betula, Pinus* og *Quercus* som rikbarksartene gjør på den næringsrike bark hos *Populus:* en naturlig normal utbredelse innen området, med en større eller mindre lavørken som utgår fra Herøya og strekker seg mot syd - sydøst. De fleste rikbarksarter reagerer også likt om man betrakter deres utbredelse på *Betula, Pinus* eller *Quercus'* «fattige» bark: artene forekommer der i et større eller mindre område i selve nedslagsområdet, altså det område som for samme lavart hadde lavørken hos *Populus.* Denne forekomsten på fattigbark kan for enkelte lavarters vedkommende være utstyrt med den tidligere lavfrie stripe langsetter, hvorved arten får en utbredelse som minner om en hestesko. Fig. 8 viser disse reaksjoner.

Fig. 9 og 10 viser et par eksempler på artenes noe uvanlige substratvalg. Jeg har inntrykk av at kvistene var det første som ble kolonisert når fattigbark ble substrat for typiske rikbarksarter. For *Caloplaca* sp. hadde jeg for *Pinus* meget få observasjoner, og jeg laget utbredelseskartet på grunnlag av kvistobservasjonene, som var langt flere. Til de arter som finnes i fig. 8 slutter seg også *Lepraria incana* og *Lecidea quernea.* Disse avviker fra de øvrige ved at deres utbredelse på *Populus* er mangelfull i ytre sirkel. Videre viser artene *Physcia dubia, Physcia orbicularis* og *Xanthoria polycarpa* en sentrisk utbredelse om Herøya for alle treslag.

Etter disse resultater kan en bli fristet til å tro at barken hos *Pinus* og andre trær med fattigbark blir tilført «noe manglende» fra fabrikkemisjonen som betinger at rikbarksartene kan leve på fattigbark. I denne forbindelse bør det nevnes at Beschel (1954) fant at noen eksemplarer av *Larix* sp. som var utsatt for vegstøv viste en lavflora som tenderte mot rikbark. Det er også interessant at Skye (1965: 287) nevnte at *Cetraria chlorophylla* og *Hypogymnia physodes* er funnet i større mengder enn normalt litt utenfor et byområde.

Om lavørkenen hos *Populus* skulle skyldes et *toxisk* stoff, er det påfallende at ikke dette stoffet har en tilsvarende negativ virkning for samme lavart hos *Betula, Pinus* eller *Quercus.* En rent toxisk virkning burde da også komme til utslag i artenes dekningsgrad hos *Populus,* idet denne måtte antas å avta gradvis mot lavørkenen. Tilsvarende burde en negativ virkning av *over-optimalisering* bevirke



Fig. 9. Stasjon 60, Tveitanstranda: *Physcia dubia, Physcia tenella* og *Xanthoria polycarpa* på *Picea.*
Station 60, Tveitanstranda: Physcia dubia, Physcia tenella and Xanthoria polycarpa on Picea.

at artene rundt lavørkenen hadde en høyere dekningsgrad enn for eksempel i ytre sirkel, st. 1–13. Om dette bør sies at en del av artene i fig. 8 viser en positiv reaksjon på *Populus* nær lavørkenen, idet dekningsgraden blir høyere. Det gjelder særlig de første. Tendensen er imidlertid oftest svak, og når det foreligger en mulighet for kombinert toxisk virkning og en negativ effekt på grunn av overoptimalisering, vil jeg avholde meg fra å trekke noen konklusjon. Det er i alle fall nødvendig å understreke at i indikatorøyemed såvel som i vegetasjonsanalysen er lavforekomster fra forskjellige treslag ikke direkte sammenliknbare. Man bør ikke generelt angi lavarters grad av poleofobi eller innergrenser mot et forurenset område uten å angi substratet.

Om *Lepraria incana* og *Lecidea quernea* må antas at de er begunstiget av fabrikkemisjonen både for *Populus* såvel som *Pinus,* og de to artene burde kanskje stått øverst i fig. 8. Artene *Physcia dubia, Physcia orbicularis* og *Xanthoria polycarpa* går ennu et skritt videre ved å være rent *Herøya-sentriske.* Jeg er tilbøyelig til å tro at dette er arter som normalt ikke skulle finnes på åstoppene. (Der finnes flere slike: *Alectoria sarmentosa* har jeg ikke funnet i det hele tatt,

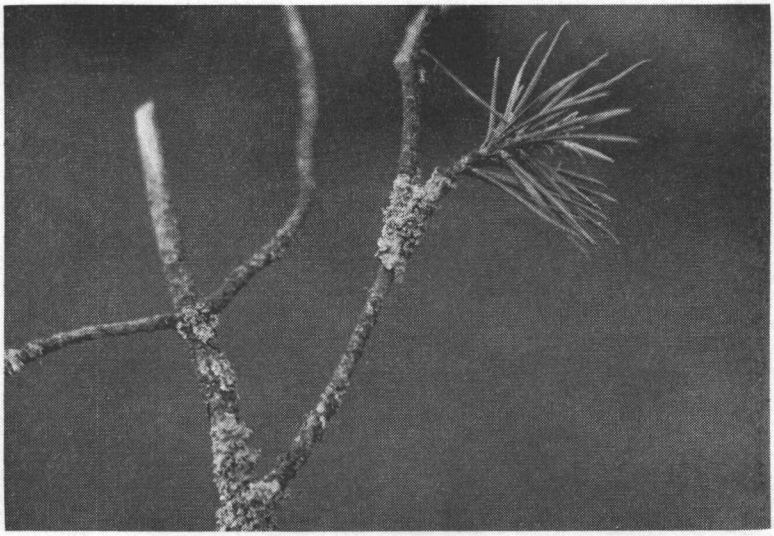


Fig. 10. Stasjon 46, Klyveåsen: *Parmelia exasperatula, Physcia stellaris* og *Xanthoria parietina* på *Pinus.*
Station 46, Klyveåsen: Parmelia exasperatula, Physcia stellaris and Xanthoria parietina on Pinus.

Ramalina fraxinea er meget sjelden på åstopper, og *Parmelia scortea* har jeg funnet to steder, mens samme art finnes i store mengder i lavlandet.)

Dersom en art på et bestemt treslag bare finnes utbredt omkring Herøya, eller er spesielt frodig bare der, er det grunn til å tro at artens reaksjon er betinget av stoffer som bare emitteres derfra. Betrakter vi de Herøya-spesifikke emisjonsprodukter, er det uten sammenlikning nitrogenstoffene som dominerer. Ser vi bort fra de ikke-vanløselige stoffer, utgjør nitrogen i emitterte tonn-ekvivalenter 98,4 % av alle de Herøya-spesifikke stoffer. Av resten utgjør klor og fluor 0,8 % og barium og fosfat 0,8 %. Det er derfor kanskje grunn til å anta at de typisk Herøya-sentriske arter er nitrofile for vedkommende treslag.

Om tilstedeværelsen av *Physcia dubia, Physcia orbicularis* og *Xanthoria polycarpa* er det nærliggende å anta at de for alle treslag er avhengig av tilført nitrogen. Om dette også gjelder andre arter, gir ikke materialet ennu grunn til uttalelse. Vi vet jo heller ikke om de fundne avhengighetsforhold gjelder for andre lokalitetstyper enn åstopper.

Artene *Caloplaca aurantiaca* og *Leptorhapis epidermidis* er bare funnet på ett treslag og lar seg derfor vanskelig plassere. Kanskje hører de begge til blant artene i fig. 8, *Caloplaca aurantiaca* fordi den er en så typisk rikbarksart, og *Leptorhapis epidermidis* på grunn av sin utbredelse på «Eidangerhalvøya» på bjerk.

Om vi betrakter fattigbarksartene og deres reaksjon overfor rikbark (*Populus*), er variasjonene i utbredelsen små. En svak tendens hos noen synes å være at lavørkenen omkring og på «Eidangerhalvøya» er bredere for *Populus* enn for de andre treslag. Det gjelder *Cetraria pinastri, Hypogymnia physodes, Parmeliopsis ambigua, Platysma glaucum* og *Pseudevernia furfuracea. Evernia prunastri* og *Parmelia saxatilis* har også lavørken for rik- og fattigbark, men substratet ser ikke ut til å ha noen innflytelse på ørkenens størrelse for disse.

Siden dette er vanlige arter på trær med fattigbark, kan det for noen arter se ut som om luftforurensningene i tillegg til rikbarkens stoffer bevirker en ekstra negativ effekt. Hvilken eller hvilke forurensningsfraksjoner det her er tale om, forekommer meg usikkert, men heller ikke her synes overoptimalisering å være utelukket.

Artene *Alectoria implexa, Alectoria jubata, Buellia griseovirens, Cetraria chlorophylla, Cetraria sepincola, Hypogymnia bitteriana, Hypogymnia tubulosa, Parmeliopsis aleurites, Parmeliopsis hyperopta, Pertusaria amara* og *Ramalina farinacea* har antagelig lavørken både for rik- og fattigbark, men forekommer vesentlig bare på ett treslag, så sammenlikningsgrunnlaget er ikke godt. *Alectoria implexa* og *Alectoria jubata,* samt *Cetraria sepincola* viser en utbredelse som vitner om stor følsomhet for luftforurensninger.

Det synes overveiende sannsynlig at luftforurensningene er ansvarlig både for pH-variasjonen og de biologiske reaksjoner som er funnet. Det ser ikke ut til at det finnes andre faktorer som direkte kan tenkes å medføre endringer i både lavfloraen og pH i et slikt geografisk mønster som her foreligger. Jeg har derfor valgt å anvende pH i furubark som et mål for forurensningenes konsentrasjon. I den statistiske bearbeiding av artenes målte egenskaper har jeg sammenliknet eksemplarene i et indre, sterkt forurenset område – hvor pH var større eller lik fire – med et svakere forurenset område hvor pH var mindre enn fire. Fig. 5 viser grensen mellom disse områder. pH 4-grensen tilsvarer for mange arters vedkommende grensen for lavørkenområdet.

Med hensyn til dekningsgrad ga denne inndelingen et meget forenklet og grovt bilde av utbredelsen, sammenliknet med hva utbredelseskartene kunne vise. Resultatene stemte overens med kartresultatene, og for kartbehandlede arter omtaler jeg derfor ikke statistikkresultatene. For en del arter foreligger det ikke kartmateriale på

grunn av for få observasjoner. For disse artene er det grunn til å ta med noen tendenser angående dekningsgrad som jeg har funnet å være statistisk holdbare.

Physcia stellaris er på *Pinus* funnet å ha signifikant høyest dekningsgrad i indre område. En rekke arter er funnet å ha signifikant høyest dekningsgrad i ytre område:

Betula: Lecidea quernea, Parmelia olivacea, Parmeliopsis hyperopta, Platysma glaucum og *Pseudevernia furfuracea.*

Pinus: Cladonia squamosa og *Mycoblastus sanguinarius.*

Populus: Ochrolechia sp., *Ochrolechia tartarea, Parmeloipsis hyperopta, Physcia ciliata* og *Pseudevernia furfuracea.*

Alle treslag: *Cetraria chlorophylla* og *Usnea* sp.

Det er ikke så rart at *Physcia ciliata* tilhører dette selskap. De øvrige arter av slekten har vist seg å ha lavørken på *Populus,* mens de opptrer nær fabrikkområdet på trær med fattigbark. Det viser seg at også denne arten har en utbredelse på fattigbark nær fabrikkområdet.

De andre artene forekommer vanlig på fattigbark, og danner da lavørken i alle tilfeller.

Artenes tilstand. For hver enkelt observasjon har jeg subjektivt tilordnet et tall for å uttrykke i hvilken grad arten så ut til å trives. Også denne egenskapen ble testet statistisk med hensyn til forskjeller mellom indre og ytre område.

Bare i ett enkelt tilfelle har tilstanden vist seg signifikant best i indre område. Det var forekomsten av *Candelaria concolor* på *Pinus.* Ifølge utbredelseskart viser da også denne arten en utpreget tiltrekning til «Eidangerhalvøya». De andre arter som viste samme utbredelsesmønster, viser samme tendens i tilstand, men resultatene var ikke signifikante.

Følgende arter viser en signifikant bedre tilstand i ytre enn i indre område :

Betula: Lepraria incana, Parmelia glabratula, Parmelia saxatilis, og *Parmelia sulcata.*

Pinus: Cetraria pinastri, Cladonia bacilliformis, Cladonia coniochrea, Cladonia digitata, Cladonia fimbriata, Cladonia rangiferina, Hypogymnia physodes, Lecidea scalaris, Lecidea quernea, Ochrolechia androgyna, Ochrolechia turneri, Parmelia glabratula, Parmelia saxatilis, Parmelia sulcata, Parmeliopsis aleurites, Parmeliopsis ambigua og *Parmeliopsis hyperopta.*

Polulus: Caloplaca cerina, Caloplaca sp., *Lecanora carpinea, Parmelia saxatilis, Pertusaria amara, Phlyctis argena, Physcia stellaris, Physcia pulverulenta, Pseudevernia furfuracea* og *Ramalina farinacea.*

Quercus: Parmelia glabratula, Parmelia sulcata, Lecidea sp.

Alle treslag: *Caloplaca cerina, Graphis scripta* og *Parmelia subargentifera.*

For de resterende gir ikke testene grunnlag til uttalelse.

For fattigbarksartene er det naturlig at deres tilstand er best i ytre område, om vi tar deres utbredelsesmønstre i betraktning. Det er også av samme grunn naturlig at rikbarkvegetasjonen på *Populus* viser best tilstand i ytre område, — disse har jo også lavørken i indre område. Det er derimot ikke så innlysende at arter som er tiltrukket fabrikkområdet på fattigbark viser best tilstand i ytre område. For artene *Lecidea quernea, Lecidea scalaris, Lepraria incana, Ochrolechia androgyna* og *Parmelia sulcata* tror jeg forklaringen er at deres utbredelse ved fabrikkområdet er hesteskoformet, og at største utbredelse ligger like utenfor pH 4-grensen. Deres opptreden nær fabrikkområdet ligger med andre ord i ytre område, og følgelig er tilstanden best i ytre område. For *Ochrolechia turneri* har vi det forhold at raten på fattigbark fyller «Eidangerhalvøya» men ellers har en meget vid utbredelse. I dette store området er da tilstanden best i ytre område. Samme forklaring gjelder antagelig også for *Cladonia fimbriata,* som har en vid Herøya-sentrisk utbredelse på *Pinus.*

Artenes retning på stammen. Det har lenge vært kjent at epifyttiske lavarter er mer eller mindre bundet til spesielle retninger på stammen. Barkman (1958: 40 ff) gir oversikt over de mikroklimatiske forhold for de forskjellige retninger på en trestamme. Det er fristende å se denne egenskapen i relasjon til en retningsorientert forurensningskilde. Spesielt kan det være av interesse å betrakte retningsorienteringen for de arter som bare finnes nær fabrikkområdet.

Et forsøk på å fremstille hver stasjons «gjennomsnittlige» stammeretning ved hjelp av retningspiler på utbredelseskartene falt ikke heldig ut. Observasjoner fra to eller tre trær var øyensynlig for lite til å gi noen pålitelig gjennomsnittsretning for stasjonen. Noen orientering i forhold til forurensningskilden var det ikke mulig å påvise. Om en tendens skulle nevnes måtte det være at noen arter forekom vesentlig på stammenes nordside, andre på sydsiden, mens en del ikke viste noen retningsorientering i det hele tatt.

For arter som var «besøkende» og som sådanne må anses som direkte avhengige av forurensningene var det heller ikke mulig å påvise noen retningsorientering i forhold til forurensningskilden. Derimot viste noen en utpreget nordlig eller sydlig retningsorientering.

Dette synes å indikere at de mikroklimatiske elementer som lys, fuktighet og temperatur spiller den største rolle for lavartenes ret-

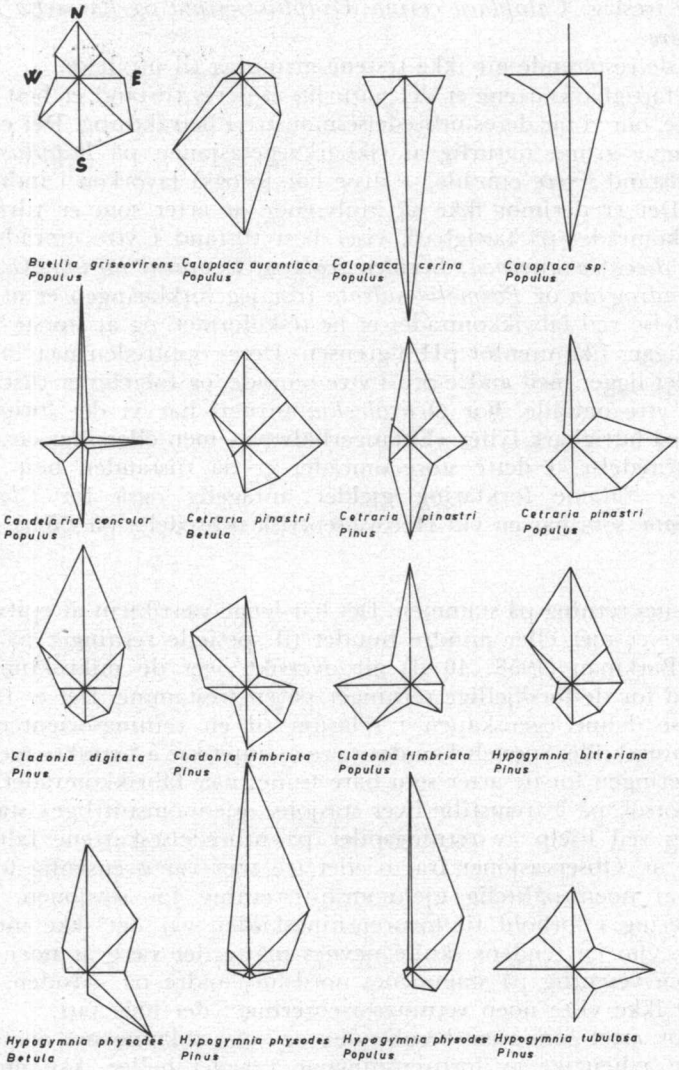


Fig. 11 a. Forklaring, se fig. 11 d.
Explanation, cp. Fig. 11 d.

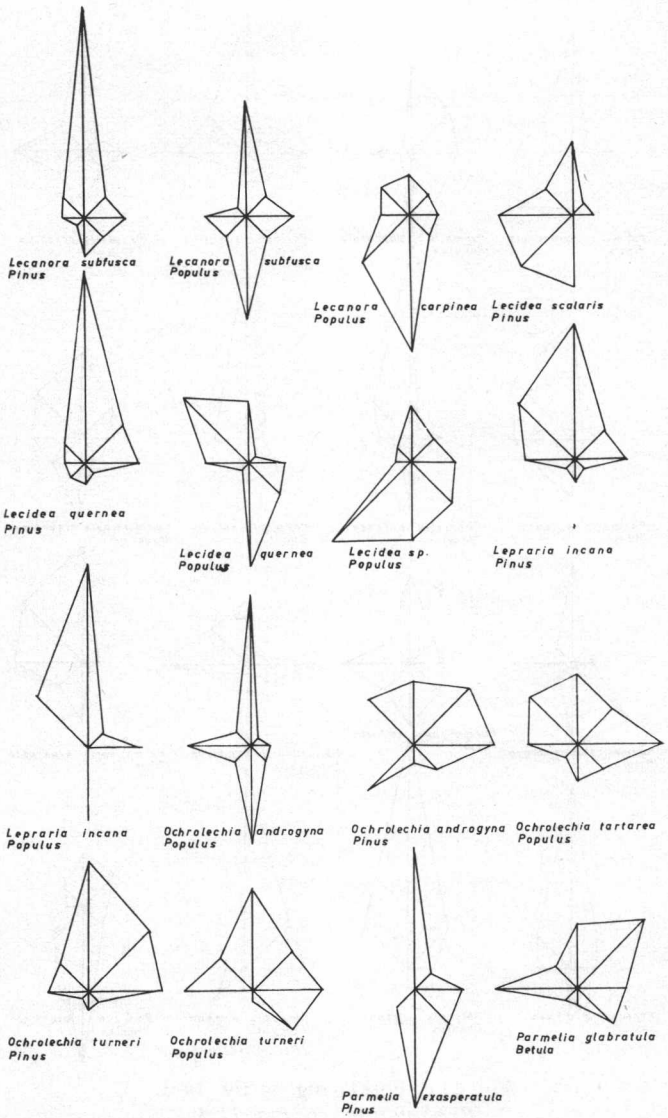


Fig. 11 b. Forklaring, se fig. 11 d.
Explanation, cp. Fig. 11 d.

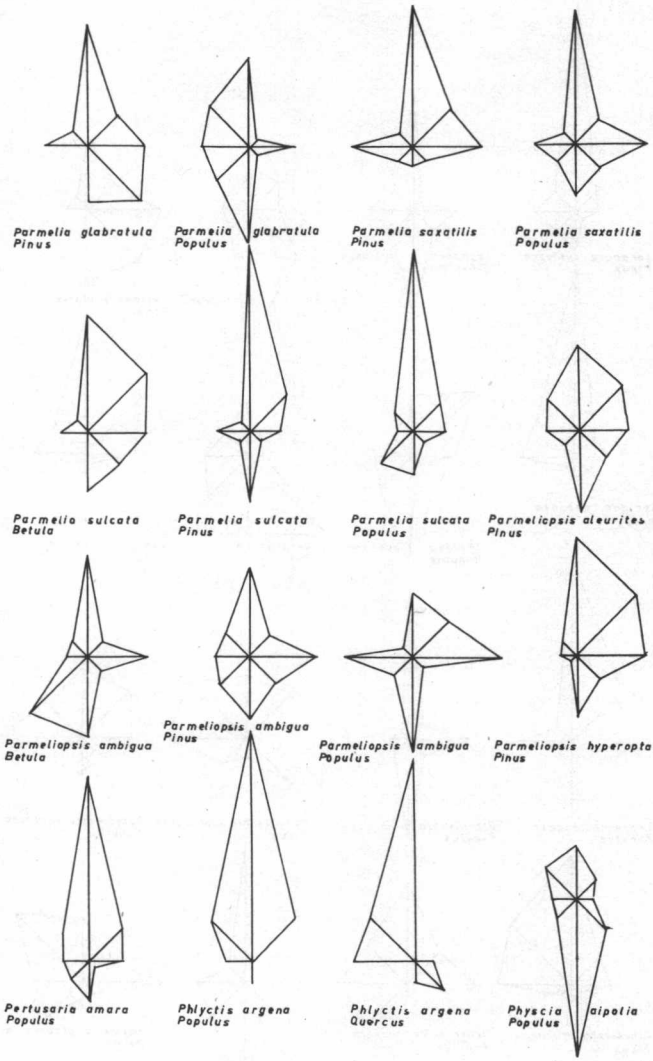


Fig. 11 c. Forklaring, se fig. 11 d.
Explanation, cp. Fig. 11 d.

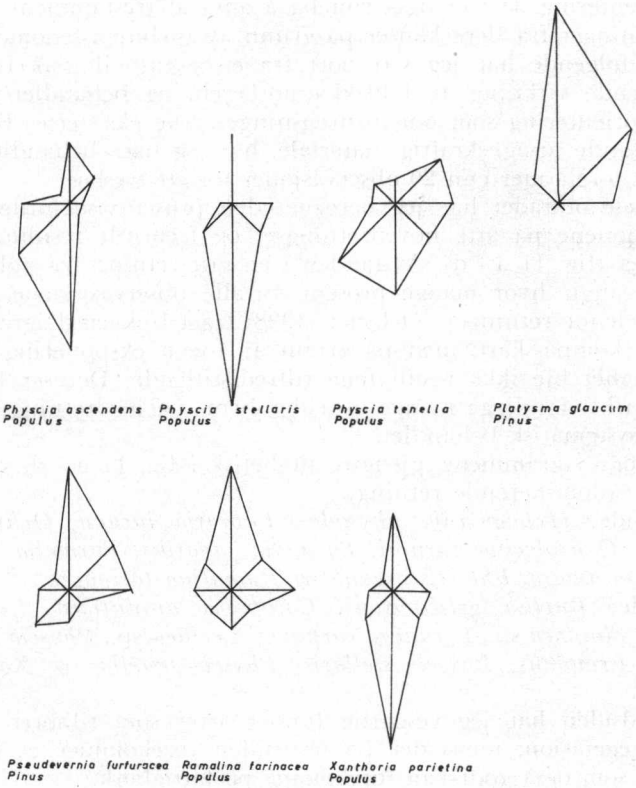


Fig. 11 d. Retningspolygoner — et uttrykk for artenes retningspreferanser på stammene. Avstand fra sentrum i polygonet angir hvor mange prosent av alle observasjoner som er notert i vedkommende retning. Minsteantall observasjoner pr. polygon = 20.

Polygons of direction — a way to indicate the species' direction on the stems. The radikal lines from the centre of the polygon in a certain direction are proportional to the percentage frequency of observation in this direction. Least number of observations for one polygon is 20.

ningsorientering. Det er også rimelig å anta at trestammene tilføres forurensninger fra flere kanter på grunn av turbulensfenomener.

I det følgende har jeg sett bort fra en eventuell svak retningsorienterende virkning av fabrikkatmosfæren, og behandler artenes retningsorientering som om forurensninger ikke eksisterte. For å få et noenlunde utsagnskraftig materiale, har jeg bare behandlet arter hvor det forelå mer enn 20 observasjoner for ett treslag.

For hele området har jeg beregnet den prosentvise fordeling av observasjonene på åtte hovedretninger, og fremstilt resultatet som polygoner (fig. 11 a - d). Avstanden i en gitt retning fra polygonets sentrum angir hvor mange prosent av alle observasjonene som er notert i denne retningen. Ochsner (1928) laget frekvensdiagrammer i form av kompasskart, men på grunn av ujevn eksponering for lys og fuktighet ble ikke resultatene tilfredsstillende. Det ser forøvrig ikke ut til å foreligge mange arbeider hvor artenes retningsorientering er systematisk behandlet.

Retningsdiagrammene, gjengitt alfabetisk i fig. 11 a - d, viser for *Populus:* (dominerende retning).

Nordside: *Hypogymnia physodes, Lepraria incana, Ochrolechia tartarea, Ochrolechia turneri, Parmelia saxatilis, Parmelia sulcata, Pertusaria amara, Phlyctis argena* og *Ramalina farinacea.*

Sydside: *Buellia griseovirens, Caloplaca aurantiaca, Caloplaca cerina, Caloplaca* sp., *Lecanora carpinea, Lecidea* sp., *Physcia aipolia, Physcia ascendens, Physcia stellaris, Physcia tenella* og *Xanthoria parietina.*

På sydsiden har jeg vesentlig funnet arter som tilhører en ren rikbarkvegetasjon, mens der på nordsiden forekommer et element av arter som også godt kan forekomme på fattigbark.

Flere arter viser ingen utpreget retningsorientering. *Candelaria concolor, Cetraria pinastri, Cladonia fimbriata, Lecanora subfusca, Lecidea quernea, Ochrolechia androgyna, Parmelia glabratula* og *Parmeliopsis ambigua* er vanskelige å henføre til noen bestemt dominerende retning på stammen.

For *Pinus* og annen fattigbark viser polygonene:

Nordside: *Cladonia digitata, Hypogymnia bitteriana, Hypogymnia physodes, Lecanora subfusca, Lecidea quernea, Lepraria incana, Ochrolechia androgyna, Ochrolechia turneri, Parmelia saxatilis, Parmelia sulcata, Parmeliopsis hyperopta* og *Platysma glaucum.*

Sydside: Ingen arter med over 20 observasjoner er funnet å være typiske for sydsiden av *Pinus* eller andre trær med fattigbark. (*Parmelia exasperatula* viser en svak tendens, men den er ikke utpreget. Det samme gjelder *Lecidea scalaris*).

Av arter uten utpreget retningsorientering vil jeg nevne *Cetraria*

pinastri, Hypogymnia tubulosa, Parmelia glabratula, Parmeliopsis aleurites og *Parmeliopsis ambigua.*

Det er grunn til å nevne at en del arter viser litt forskjellig retningsorientering på *Pinus* og *Populus.* En svak tendens synes å være at av treslagenes sydsider er det *Populus* som har de største prosenter av antall funn. Dette gjelder artene *Hypogymnia bitteriana* (?), *Hypogymnia physodes, Lecanora carpinea* (?), *Lecanora subfusca, Lecidea quernea, Lecidea* sp. (?) og *Parmelia saxatilis.*

Jeg har spesielt undersøkt retningsorienteringen for de arter som nær fabrikkområdet er «besøkende» på fattigbark. Retningen gjelder for treslagene *Betula, Picea, Pinus* og *Quercus:*

Nordside: *Lecanora carpinea, Lecanora subfusca, Lecidea* sp., *Parmelia glabratula* og *Phlyctis argena.*

Sydside: *Candelaria concolor, Physcia aipolia, Physcia stellaris* og *Xanthoria parietina.*

I tillegg til dette må opplyses at *Physcia ascendens* viser en øst-vestlig tendens, mens *Physcia tenella* er mer nord-østlig.

Siden fattigbarkvegetasjonen vesentlig er funnet på stammenes nordside uansett treslag er det kanskje grunn til å anta at de mikroklimatiske forhold spiller en meget stor rolle, og at selve barkens sammensetning kommer i annen rekke for disse artene.

Rikbarkvegetasjonen synes for noen arter å bibeholde tendensen til å opptre på stammenes sydsider, også for forekomst på fattigbark nær fabrikkområdet.

Det er nødvendig å påpeke at disse tendenser bare er utledet av retningsdiagrammene, og utsagnskraften er ikke testet.

Artenes høyde over bakken. Denne egenskapen lot til å være meget variabel. Av 198 tester var det bare 23 som viste en signifikant forandring i artens høyde over bakken i det sterkest forurensede området. Et forkastningsnivå hos disse testene på 5 % tilsier videre at ca. 10 av de 23 kan være tilfeldigheter. Et forsøk på å systematisere reaksjonsmønstrene i fire (øvre og nedre høyde senkes, øvre og nedre høyde heves, øvre høyde heves/nedre senkes, øvre senkes/nedre heves — ved overgang til det forurensede området) er blitt gjort, men jeg skal ikke her gå nærmere inn på dette. Dertil viste artene som inngikk i hver av de fire typer liten eller ingen økologisk overensstemmelse forøvrig. «Selvfølgeligheter» fremkom, jeg har lyst til å nevne *Hypogymnia physodes* på *Pinus:* denne arten har signifikant høyest dekningsgrad i ytre område, og tilsvarende viser det seg at øvre grense senkes mens nedre grense heves ved overgangen til indre område, slik at arten i det mest forurensede området «kryper sammen» midt på stammen — antagelig ved sin optimumshøyde.

En statistisk sammenligning av treslagene med hensyn til de målte egenskapene

Jeg har hittil bare behandlet sammenlikninger av artenes reaksjoner i et sterkere kontra et svakere forurenset område. Hvert treslag er behandlet for seg, og vi har sett at rik- og fattigbarkartene reagerte ulikt på forurensninger. Det kan sluttelig være av interesse å betrakte artens reaksjoner overfor selve treslaget i hvert av de to områder.

Dekningsgrad. Bare *Caloplaca* sp. og *Lepraria incana* i indre område ble funnet å ha en signifikant høyere dekningsgrad for *Pinus* enn for *Populus*. De øvrige positive tester viser at *Populus* har høyere dekningsgrad enn *Pinus:*

Ytre område: *Hypogymnia tubulosa, Ochrolechia androgyna, Parmelia saxatilis, Parmelia sulcata, Parmeliopsis hyperopta, Platysma glaucum, Usnea comosa* og *Usnea hirta.*

Indre område: *Lecanora subfusca, Ochrolechia turneri, Parmelia glabratula, Parmelia saxatilis* og *Parmelia sulcata.*

At *Caloplaca* sp. og *Lepraria incana* har signifikant høyest dekningsgrad for *Pinus* i indre område er rimelig, da disse arter er begunstiget av fabrikkemisjonen på fattigbark.

Også sammenliknet med *Betula* har *Pinus* en signifikant lavere dekningsgrad for en rekke arter. Omvendt er ingen arter funnet å ha signifikant høyest dekningsgrad for *Pinus.* Følgende arter viser signifikant høyest dekningsgrad for *Betula:*

Ytre område: *Cetraria pinastri, Cladonia bacilliformis, Hypogymnia tubulosa, Parmelia glabratula, Parmelia saxatilis, Parmelia sulcata, Parmeliopsis hyperopta* og *Pseudevernia furfuracea.*

Indre område: *Candelaria concolor, Lecanora subfusca* og *Parmelia saxatilis.*

En sammenlikning mellom *Betula* og *Populus* gir derimot ingen slike klare tendenser. I indre område er det bare *Candelaria concolor* som viser en signifikant forskjell i dekningsgrad til fordel for *Betula.* I ytre område har *Populus* signifikant høyest dekningsgrad for artene *Lecanora subfusca* og *Parmelia exasperata,* mens *Betula* viser signifikant høyest dekningsgrad for *Cetraria pinastri, Parmelia glabratula* og *Parmelia saxatilis.*

Bortsett fra de to arter *Caloplaca* sp. og *Lepraria incana* i indre område viser altså *Pinus* en lavere dekningsgrad enn *Betula* og *Populus* for en rekke arter. Mellom *Betula* og *Populus* er det vanskelig å trekke noen skarp grense her, siden så få av testene har vist seg positive.

Både her og som en vil se i det følgende vil artslistene for indre

område være de minste. Dette fordi observasjonsmaterialet såvel som antall forekommende arter er minst i indre område.

Artenes tilstand. Også med hensyn til artenes generelle tilstand ser det ut som om *Populus* skiller seg tydelig ut. Sammenliknet med *Pinus* viser følgende arter signifikant høyeste tall for tilstand hos *Populus:*

Ytre område: *Candelaria concolor, Cetraria pinastri, Cladonia fimbriata, Lecanora subfusca, Lecidea quernea, Ochrolechia tartarea, Parmelia exasperatula, Parmelia glabratula* og *Physcia stellaris.*

Indre område: *Cladonia fimbriata, Parmelia glabratula, Parmelia sulcata* og *Physcia tenella.*

På den annen side viser *Pinus* en bedre tilstand for artene:

Ytre område: *Cetraria sepincola, Parmeliopsis ambigua, Mycoblastus sanguinarius* og *Usnea comosa.*

Indre område: Ingen.

Sammenlikner vi *Betula* med *Pinus* med hensyn til tilstand, er det bare få arter som viser noen signifikant forskjell. I ytre område er *Hypogymnia physodes* og *Hypogymnia tubulosa* funnet å være best på *Pinus,* mens *Parmelia saxatilis* «trives» best på *Betula.* I indre område viser *Candelaria concolor* og *Lecanora subfusca* den beste tilstanden på *Pinus.*

Phlyctis argena viser både i indre og ytre område en signifikant bedre tilstand på *Populus* enn på *Quercus.*

At en del rikbarkslav viser best tilstand på *Populus,* er vel ikke mer enn ventet, men det er påfallende hvor få fattigbarklavarter som viser best tilstand på fattigbark.

Høyde over bakken. Atter ser det ut til at *Populus* skiller seg ut fra de andre treslag. Sammenliknet med både *Betula* og *Pinus* går en rekke arter signifikant høyest på stammen hos *Populus.*

Følgende arter er funnet å gå høyere på *Populus* enn på *Pinus:*

Nedre grense:

Ytre område: *Cetraria chlorophylla, Hypogymnia bitteriana, Hypogymnia physodes, Hypogymnia tubulosa, Lecanora varia, Lecidea quernea, Mycoblastus sanguinarius, Parmelia exasperata, Parmelia exasperatula, Parmeliopsis ambligua, Platysma glaucum* og *Usnea comosa.*

Indre område: *Buellia* sp., *Lecidea* sp., *Parmelia exasperatula, Parmelia sulcata* og *Physcia stellaris.*

Øvre grense:

Ytre område: *Cetraria chlorophylla, Hypogymnia tubulosa, Lecanora subfusca, Lecanora varia, Parmelia sulcata, Parmeliopsis hyperopta, Physcia stellaris, Usnea comosa* og *Usnea hirta.*

Indre område: *Buellia* sp., *Lecanora subfusca, Parmelia sulcata, Physcia stellaris* og *Xanthoria parietina.*

Bare fire arter viser en signifikant tendens den motsatte veg. Det gjelder i ytre område *Cetraria pinastri,* hvor både øvre og nedre grense går høyst på *Pinus,* og artene *Lecidea quernea* og *Parmeliopsis ambigua* hvor eksemplarenes øvre grense går signifikant høyest på *Pinus.*

Sammenlikner vi *Betula* og *Populus,* går følgende arter signifikant høyest på *Populus:*

Nedre grense:

Ytre område: *Hypogymnia physodes, Hypogymnia tubulosa, Parmelia exasperata, Parmelia glabratula, Parmelia olivacea, Parmelia saxatilis, Parmelia sulcata* og *Pseudevernia furfuracea.*

Øvre grense:

Ytre område: *Lecanora carpinea, Parmelia olivacea* og *Parmeliopsis hyperopta.*

Indre område. Ingen.

Bare to arter viser den motsatte tendens, idet de går signifikant høyest på stammen hos *Betula: Cetraria pinastri* og *Lecanora subfusca* i ytre område.

Sammenlikner vi *Betula* og *Pinus* er det vanskelig å øyne noen spesielle tendenser. Noen få arter er funnet å gå signifikant høyest på *Pinus:*

Nedre grense:

Ytre område: *Ochrolechia androgyna, Parmelia glabratula* og *Parmeliopsis hyperopta.*

Indre område: Ingen.

Øvre grense:

Ytre område: *Cetraria pinastri* og *Parmeliopsis ambigua.*

Indre område: Ingen.

Noen andre går høyest på stammmen hos *Betula;* for nedre grense gjelder dette bare *Parmeliopsis ambigua* i ytre område.

Øvre grense:

Ytre område: *Lecanora subfusca, Parmelia saxatilis* og *Parmelia sulcata.*

Indre område: *Lecanora subfusca.*

En sammenlikning mellom *Populus* og *Quercus* viser at øvre og nedre grense for *Lecanora carpinea* går høyere på *Populus* enn *Quercus* i ytre område.

Det er grunn til å spørre hvorfor så mange arter er funnet å gå høyere på stammen på *Populus* enn på *Betula* og *Pinus.* Ettersom barken av de forskjellige treslagene har forskjellig vannkapasitet, og vannkapasiteten avtar med høyden over bakken (Billings & Drew 1938, sit. Barkman 1958: 38 og 73), er det mulig at barkens vanninnhold kan være av betydning. Vannkapasiteten er størst hos *Populus.* Interessant er det også at Koskinen (1955: 24 og 38) fant at trærnes bark ble surere med økende høyde over bakken, unntatt for *Populus,* hvor det motsatte ble registrert. Det er således intet i veien for at både vann og pH kan ha forårsaket de forskjeller som er funnet.

Den anvendte metodikk med utbredelseskartene synes brukbar til å gi oversikt over formen av et forurenset område. En rekke arter som viser en sterkere eller svakere resistens/begunstigelse eller forekomst i et bestemt forurensningsnivå synes derfor å kunne anvendes i indikatøyemed. Det er betinget av nøyaktige målinger av forurensningsnivået for noen stasjoner, og at artenes reaksjoner er uavhengige av den geografiske posisjon. Det er å håpe at det blir undersøkt. Lavfloraens substratvalg kan trolig indikere en del om forurensningenes art. Det er grunn til å tro at kjemiske analyser av lavartene med hensyn til nitrogen og svovelinnhold vil kunne gi kjennskap om en rekke arter ut over de få som foreløpig er skilt ut som obligat nitrofile.

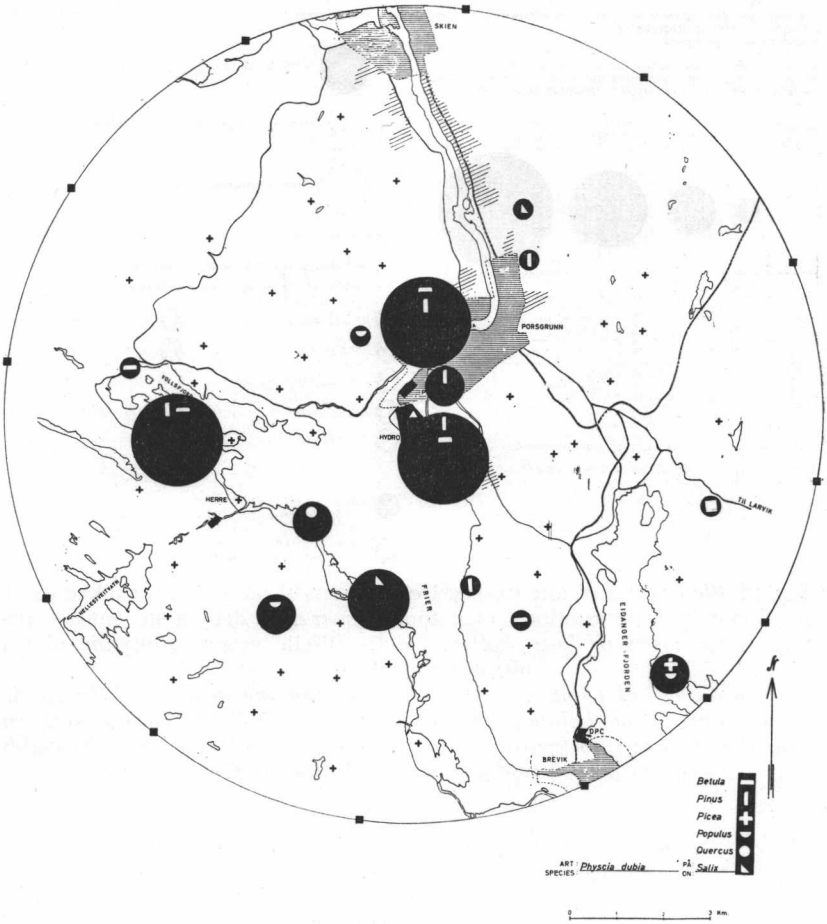
SUMMARY

The flora of epiphytic macrolichens has been investigated and compared to the known fractions of air pollutions around the industrial centre, Herøya, south of Porsgrunn, Southern Norway. The investigation has been made on the top plateaus of hills. The condition of the species, their direction on the stem, top and bottom height above ground, and their degree of cover (= the area in cm^2 covered by each species, calculated as a percentage of the circumference of the tree) have been measured and calculated for all macrolichens on a total of 573 trees from 74 points of research. Besides, 236 trees have been partly treated. Maps of distribution have been elaborated for most species, where the presence of each species is indicated by proportional circles, giving intervals of degree of cover.

According to the prevailing wind direction, the species have been found to make either individual lichen deserts, or corresponding areas where they are specially favoured. Some species, normally specific on *Populus tremula,* and making lichen deserts on the tree mentioned have been found to be favoured in the vicinity of the factories on *Betula, Pinus,* and *Quercus* spp. or some species, the reason for this may be assumed with a high degree of certainty, to be nitrogenous pollutions. For some species, the distribution can be compared with a horse shoe, forming a lichen desert in the most polluted area, cp. fig. 7 and the maps of distribution printed in this paper. This supports a theory of superoptimalizing as an explanation for the lichen deserts. In plant sociology, as well as in the work with lichens as pollution indicators, observations from different trees should be kept apart from each other and not directly compared. The degree of "polophoby" seems to be highly dependent on the substrate and the chemical composition of the pollutions.

pH and electical conductivity have been measured in bark of *Pinus silvestris* from 73 points of research, and the variations found correspond to the form of the lichen deserts. There also was a close relation between pH and the total number of species found on each station. This made it possible to compare the measured qualities mentioned above in the most polluted area with the rest of the observationes. I have used the pH-4 iso-line as a limit for the most polluted area. Means of the measured qualities from the two areas have been calculated and compared for each species and substrate. The significance of the species' reactions to the pollutions has been statistically tested (Student's test). In many cases, the condition of the species and their height on the stem were significantly altered in the most polluted area. The species' direction on the stems have not been found to be noticeably influenced by the pollutions. For some species I have elaborated frequency diagrams for the directions on the stem.

Finally, the tree species were compared as to the qualities mentioned. The two areas – representing the two levels of pollutions – were kept apart, but this did not alter the results: the general condition of most species was better, the degree of cover higher, and the height above the ground was highest with *Populus tremula,* as compared with *Betula* and *Pinus* spp. This was also true with the "poor" bark lichens.



Billedtekst neste side

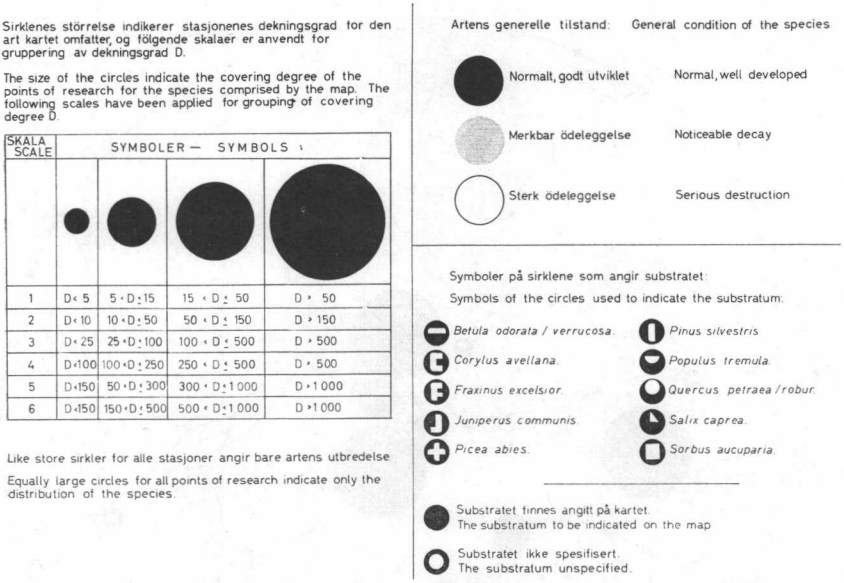


Fig. 12. *Physcia dubia*, alle treslag. Dekningsgradskala 3. Arten er ikke vanlig forekommende på åstopper, men forekommer nær det eneste emisjonssted for nitrøse gasser og faste stoffer. I dette tilfelle meget sannsynlig obligat nitrofili for alle treslag.

Physcia dubia, all Kinds of treets. Scale of covering degree 3. The species is not common on habitats like top plateaus of hills. It occurs, however, near the only emission centre of nitrogenous gases and solids. Very probably, this is a case of obligate nitrophily for all kinds of trees.

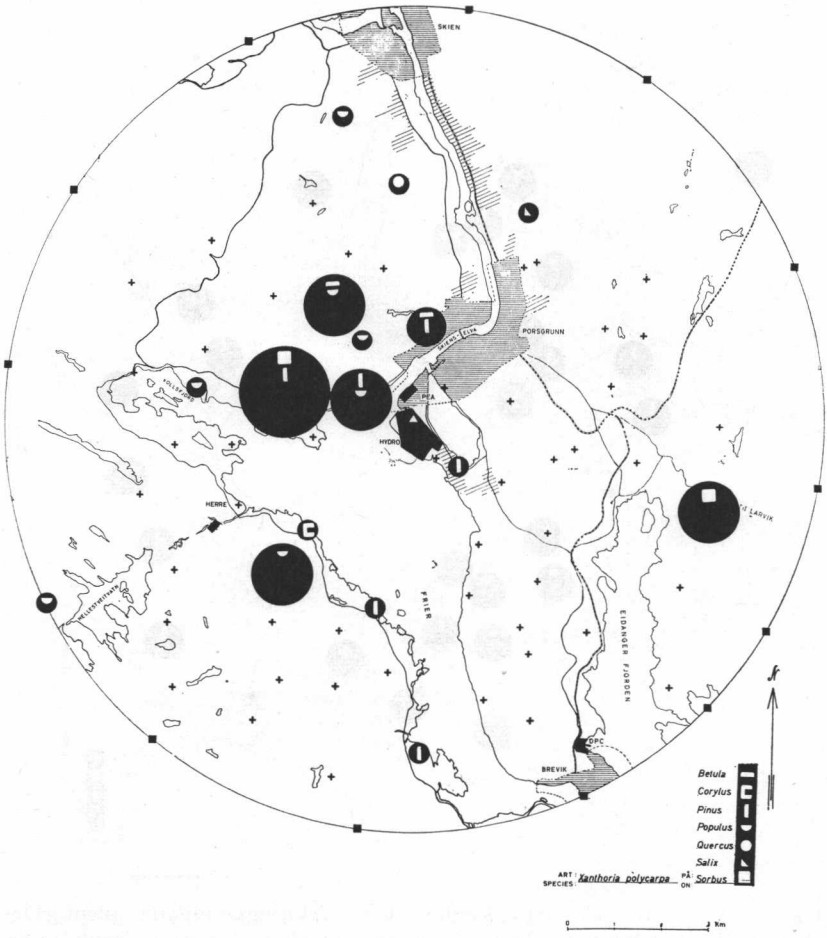


Fig. 13. *Xanthoria polycarpa,* alle treslag. Dekningsgradskala 1; tegnforklaring, se fig. 12. Som den foregående arten er også denne normalt sjelden i dette området. Utbredelsen nær Herøya tyder på nitrofili for alle treslag. *Xanthoria polycarpa, all kinds of trees. Scale of covering degree 1, legend, cp. Fig. 12. As in the previous species, this is also a normally rare one in this area. The distribution in the Herøya district indicates probable nitrophily for all kinds of trees.*

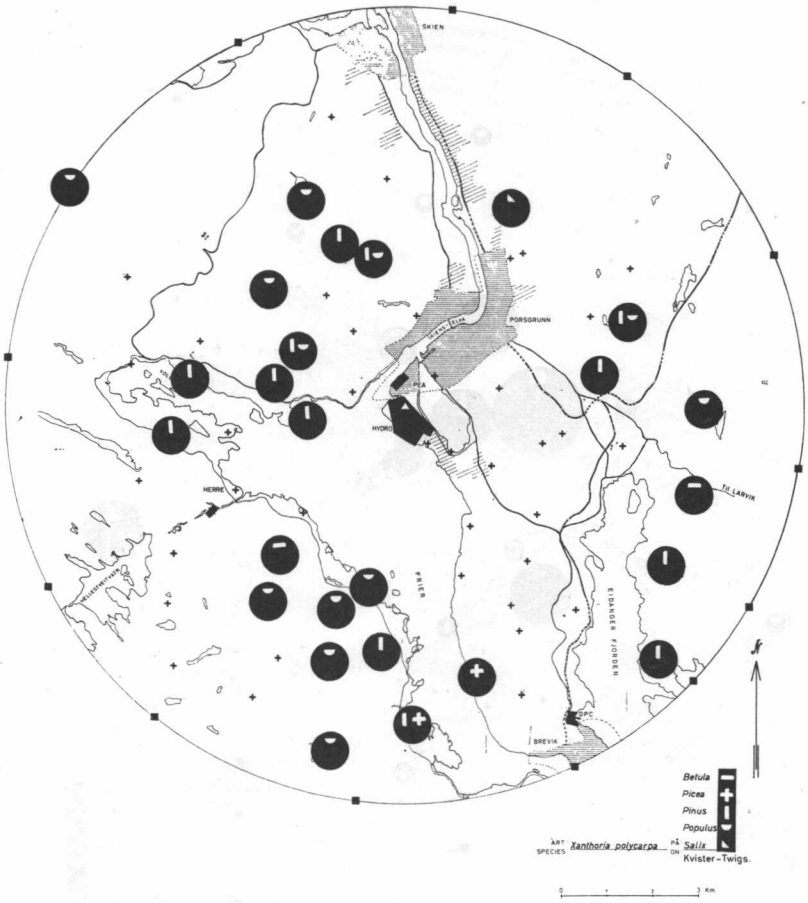


Fig. 14. *Xanthoria polycarpa,* kvister. Ingen dekningsgradskala; tegnforklaring, se fig. 12. Arten forekommer normalt sjelden på kvister, men finnes her i et bestemt forurensningsnivå, og danner «hestesko»-utbredelse for alle treslag, også *Populus.*

Xanthoria polycarpa, twigs. No scale of covering degree, legend, cp. Fig. 12. The species normally has a rare occurrence on twigs, but is here found in a "horse-shoe" form for all kinds of substrate — also Populus.

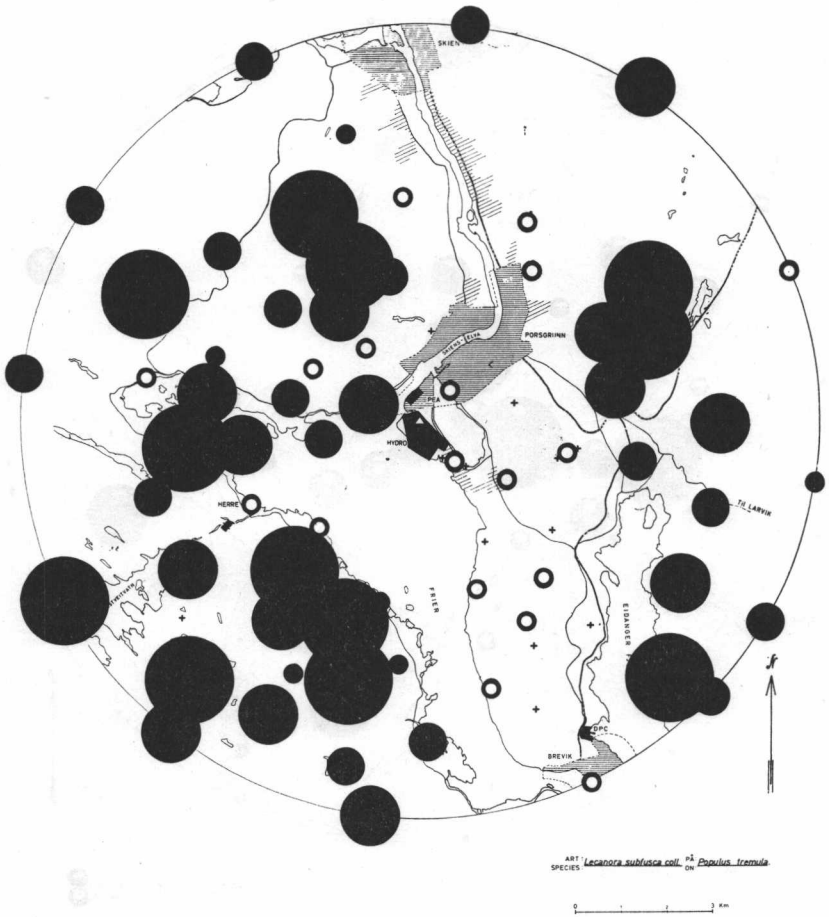


Fig. 15. *Lecanora subfusca* på *Populus*. Dekningsgradskala 3; tegnforklaring, se fig 12. Arten forekommer i området naturlig på *Populus*, men synes begunstiget nær lavørkenområdet mot SØ. Nær Herøya finnes den på fattigbark (*Betula, Quercus*).

Lecanora subfusca on Populus. Scale of covering degree 3, legend, cp. Fig. 12. In the area the species normally occurs on Populus, but seems favoured near the lichen desert. Near Herøya the species occur on "poor" bark (Betula, Quercus).

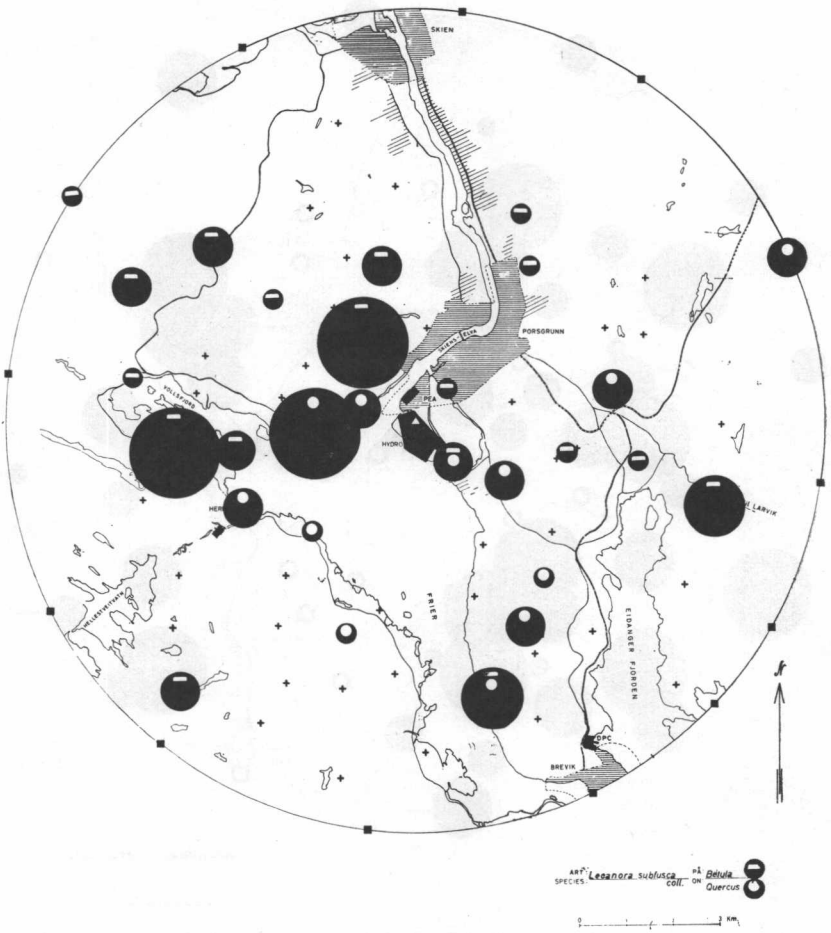


Fig. 16. *Lecanora subfusca* på *Betula* og *Quercus*. Dekningsgradskala 3; tegnforklaring, se fig. 12. Arten forekommer normalt ikke på disse substrater, men finnes nær N-emisjonsstedet Herøya. Sannsynlig nitrofili for fattigbark. *Lecanora subfusca on Betula and Quercus. Scale of covering degree 3, legend, cp. Fig. 12. Normally, the species is not common on these substrates, but it occurs near the N-emission centre Herøya. Probably a case of "poor" bark nitrophily.*

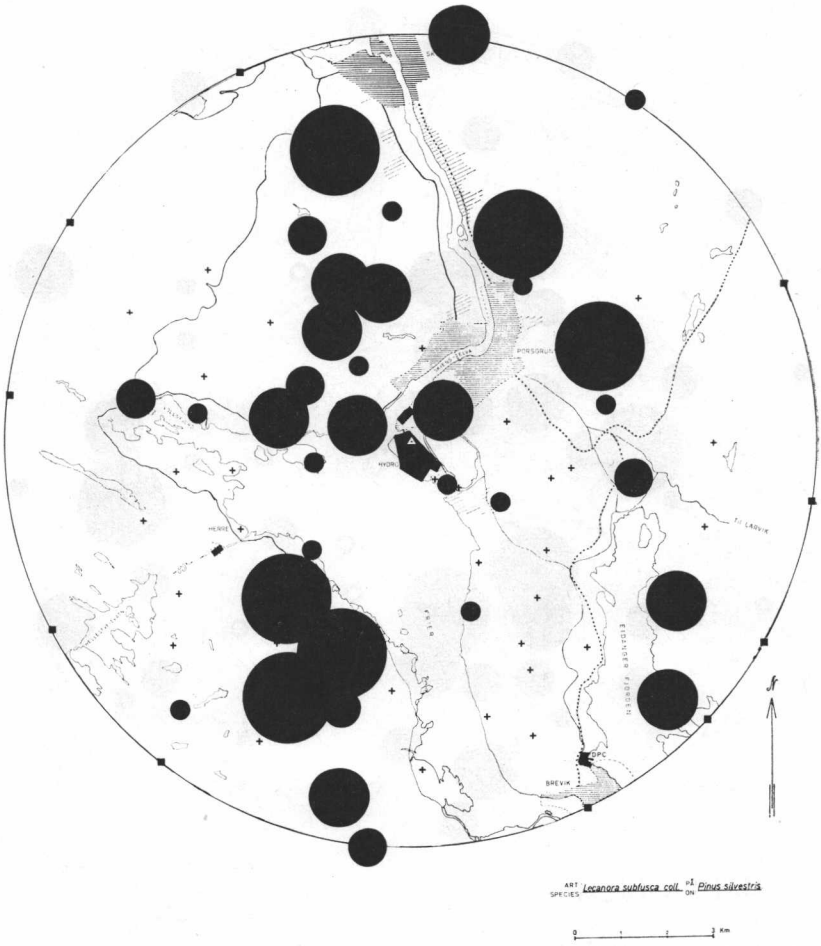


Fig. 17. *Lecanora subfusca* på *Pinus*. Dekningsgradskala 3; tegnforklaring, se fig. 12. Arten er normalt ikke forekommende på *Pinus*. Den danner «hestesko»-utbredelse i et bestemt forurensningsnivå.

Lecanora subfusca on Pinus. Scale of covering degree 3, legend, cp, Fig. 12. The species does not normally occur on Pinus. It forms a "horse-shoe" distribution in a certain niveau of pollution.



Fig. 18. *Xanthoria parietina* på *Populus.* Dekningsgradskala 6; tegnforklaring, se fig. 12. Arten forekommer vanlig på bark av *Populus,* men er trolig begunstiget av forurensningene. Arten danner lavørken i det sterkest forurensede området, men finnes til gjengjeld på fattigbark i dette området (sirklene).

Xanthoria parietina on Populus. Scale of covering degree 6, legend, cp. Fig. 12. he species is common on bark of Populus, but is probably favoured by the pollutions. The species forms a lichen desert in the strongest polluted area, but on the contrary, in this area it is found on "poor" bark (circles).

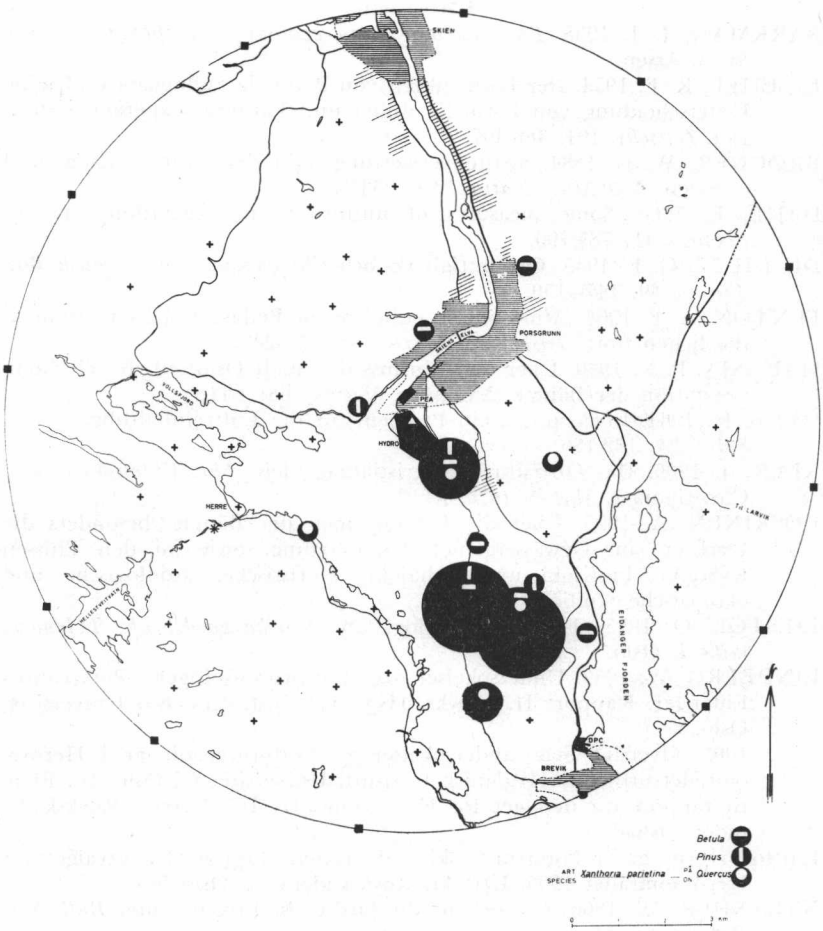


Fig. 19. *Xanthoria parietina* på *Betula, Pinus* og *Quercus.* Dekningsgradskala 6; tegnforklaring, se fig. 12. Arten forekommer på fattigbark kun i det mest forurensede området med en sterk utbredelse mellom Herøya og DPC (Brevik). Det er her nærliggende å sammenlikne med pH-kartet.
Xanthoria parietina on Betula, Pinus, and Quercus. Scale of covering degree 6, legend cp. Fig. 12. The species occurs on "poor" bark — only in the most polluted area. It is greatly distributed between Herøya and DPC

Litteratur

BARKMAN, J. J. 1958. *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes.* Assen.

BESCHEL, R. E. 1954. Der Formenkreis von Parmelia andraeana und seine Unterscheidung von Parmelia dubia und Parmelia caperata. *Österr. Bot. Zeitschr.* 101: 488-497.

BRØGGER, W. C. 1884. Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund – Skien. *Nyt Mag. Naturv.* 28: 253-419.

DAHL, E. 1960. Some measures of uniformity in vegetation analysis. *Ecology* 41: 785-790.

DU RIETZ, G. E. 1945. Om fattigbark- och rikbarksamhällen. *Svensk Bot. Tidskr.* 39: 147–150.

FENTON, A. F. 1964. Atmospheric pollution of Belfast and its relation to the lichen flora. *Irish Nat. Journ.* 14: 237–245.

HAUGSJÅ, P. K. 1930. Über den Einfluss der Stadt Oslo auf die Flechtenvegetation der Bäume. *Nyt Mag. Naturv.* 68: 1-116.

HERB, H. 1964. Inversionen, ein Problem für die Luftreinhaltung. *Staub* 24: 182-186.

KIÆR, J. 1906. Das Obersilur im Kristianiagebiete. *Skr. Vidensk.-Selsk.* Christiania *I. Mat.-Naturv.* Kl. 2.

KOSKINEN, A. 1955. Über die Kryptogamen der Bäume, besonders die Flechten, im Gewässergebiet des Päijänne sowie an den Flüssen Kalajoki, Lestijoki und Pyhäjoki. Floristische, soziologische und ökologische Studie I. Helsinki.

LIESTØL, O. 1955. Telemarks geologi. In: *Norske gardsbruk. Telemark fylke I.* Oslo.

LINDBERG, W. 1959. Undersøkelser over luftforurensninger i Porsgrunn - Eidanger. Rapport II. Utrykt, Hygienisk Institutt, Oslo Universitet, Oslo.

– 1965. Oversikt over undersøkelser av luftforurensninger i Herøyaområdet utført av Hygienisk Institutt, Universitetet i Oslo. In: Bilag til rapport fra utvalget for Herøyaområdet III. Utrykt, Røykskaderådet, Oslo-dep.

Luftforurensninger i Porsgrunn/Skien distriktet. Rapport fra utvalget for Herøyaområdet 1965. Utrtykt, Røykskaderådet, Oslo-dep.

NYLANDER, W. 1866. Les lichens du Jardin du Luxembourg. *Bull. Soc. Bot. France* 13.

OCHSNER, F. 1928. Studien über die Epiphytenvegetation der Schweiz. *Jahrb. St. Gall. Naturwiss. Ges.* 63.

POELT, J. 1963. Bestimmungsschlüssel der höheren Flechten von Europa. *Mitt. Bot. Staatss. München* 4.

SERNANDER, R. 1912. Studier öfver lafvarnas biologi. I. Nitrofila lafvar. *Svensk Bot. Tidskr.* 6: 803-883.

SKYE, E. 1958. Luftföroreningars inverkan på busk- och bladlavfloraen kring Skifferoljeverket i Närkes Kvarntorp. *Svensk Bot. Tidskr.* 52: 133-190.

SPIEGEL, M. R. 1961. Theory and problems of statistics. New York.

THURMANN-NIELSEN, E. 1965. Måling og registrering av vertikale temperaturgradienter: In: Bilag til rapport fra utvalget for Herøyaområdet II. Utrykt, Røykskaderådet, Oslo-dep.

Skogen og skogbruket i Iran

Av

MAJDA ŽUMER [1])

Innledning

I sin geobotaniske analyse av Iran fra 1963 slår Zohary fast at menneskelig aktivitet har fått en helt dominerende innflytelse på plantesamfunnenes sammensetning og utbredelse i landet. Gjennom mer enn 8.000 års kulturpåvirkning er den opprinnelige vegetasjon blitt forvandlet til en serie antropogene plantesamfunn som fremdeles er sterkt preget av balanseforholdet til mennesket. Av alle vegetasjonstyper er vel skogen den som er mest utsatt for kulturpåvirkning, både fordi den ofte blir svært brutalt ødelagt, og fordi destruktive naturkrefter får fritt spillerom når ødeleggelsen går for langt.

Iran er ett av de skogfattigste land i verden. Av et totalareal på 1.165.000 km^2 er etter Morandini (1957) henimot 18 mill. ha bevokst med trevegetasjon, men det er bare de kaspiske skogene som har økonomisk betydning. De dekker et areal på omkring 3,3 mill. ha, eller rundt regnet 2 % av hele landet (fig. 1).

Den sentrale høysletten, som er en del av det tørre Turano-Iranske platå, utgjør størstedelen av landet. Den begrenses mot nord av Elburs-fjellene og mot syd og vest av de sterkt foldete fjellkjedene i Zagros-massivet.

Klimatisk sett kan Iran deles i 5 hovedområder: Det Kaspiske området, Armeno-Zagros-området, Sentralplatået, Khorasan i nordøst og Laro-Beluchistan i sydøst. Utbredelsen av de viktigste skogtypene i disse områdene er i grove trekk (Morandini 1957):

1.	Kaspiske skoger	3.300.000 ha
2.	Eikeskoger i Zagros	10.000.000 ha
3.	*Juniperus*-skoger i Khorasan og Syd-Elburs	1.300.000 ha
4.	*Pistacia*-skoger	2.600.000 ha

[1]) Det Norske Skogforsøksvesen, Vollebekk

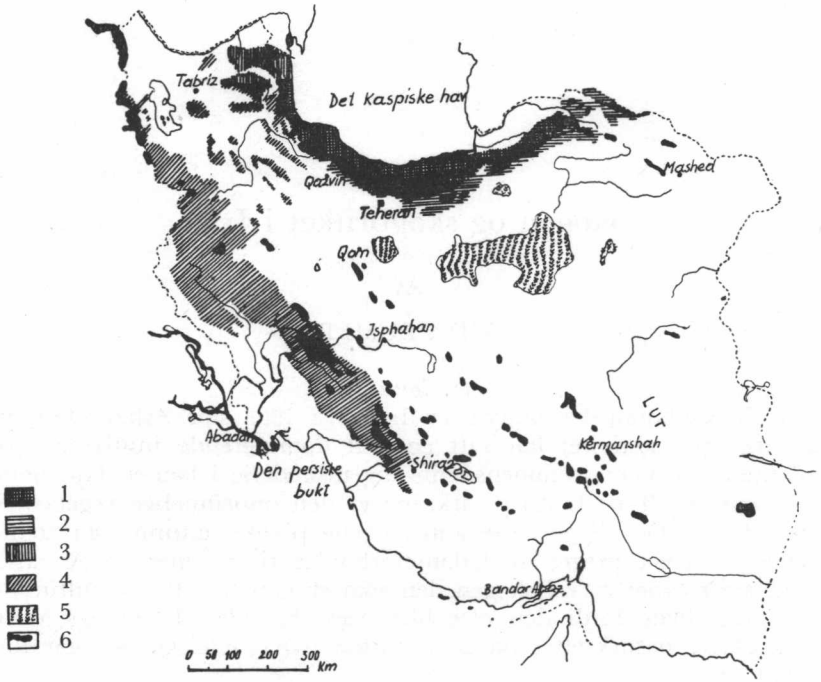


Fig. 1. Utbredelsen av de viktigste skogstyper i Iran. 1: fuktig kaspisk løvskog; 2. *Juniperus*-skog i Elburs og Khorasan; 3: halvfuktig løvskog; 4: vesentlig tørr eikeskog; 5: saltørken; 6: høyfjellsregion. (Etter Wendelbo 1963).

5. *Acacia*- og *Zizyphus*-skoger i området nedover mot den persiske og omanske gulf ..... 500.000 ha
6. *Tamarix*-ørkenskog (salt-ørken, marsh, wadis) .. 1.000 000 ha
7. Poppel-plantninger ..... 1.000.000 ha

Khorasan og Syd-Elburs betraktes som to forskjellige klima-områder, men de behandles her sammen p.g.a. ensartet trevegetasjon. På sentralplatået finner man skog bare i randområdene og høyere fjellpartier, vesentlig *Pistacia*-skoger og *Tamarix*.

Litteraturen over de enkelte skog-områdene i Iran er nokså sparsom og tilfeldig. Jeg har benyttet meg av oversiktsarbeider av Zohary (1963), Bobek (1951), Grossheim (1926), Rechinger (1951), og Wendelbo (1963). Videre har jeg brukt forskjellige FAO-rapporter, den iranske skoglov og en del skriftlige og muntlige opplysninger fra professor Per Wendelbo. Ellers bygger fremstillingen på egne notater

og et herbariemateriale på 1200 ark, som jeg har overlatt til Botanisk Museum i Bergen.

De syd-kaspiske skogene

Disse skogene inntar en særstilling i Iran, ved sin frodighet og sterkt varierende artssammensetning, og som et intenst grønt område i skarp motsetning til de gulaktige og tørre områdene i resten av landet. Ved kysten er klimaet nærmest subtropisk, varmt og fuktig, med årsnedbør på vel 2.000 mm og middeltemperatur på ca. 15° C. Både temperatur og nedbørmengde avtar med høyden over havet.

Inndelingen av de kaspiske skogene i enkelte typer eller regioner varierer en del hos de forskjellige forfattere. På skogbrukshøgskolen i Karaj, som ble opprettet i 1962, er Montpellier-retningen toneangivende. De prøver å tilpasse Braun-Blanquets regioninndeling for Alpene til de lokale forhold i Elburs. De skiller her mellom følgende skogregioner:

1. Buxeto-Carpinetum som danner et smalt lavlandsbelte nær kysten. Den har tett underbestand av *Buxus*.
2. Querceto-Carpinetum går opp til 250 m o. h. Det er en blandingsløvskog med *Quercus castaneifolia* og *Carpinus betulus* som karakter-arter.
3. Parrotio-Carpinetum fra 250 til 500 m o. h. med *Parrotia persica* som dominerende treslag.
4. Fagetum opp til 1.800 m o. h., med *Fagus orientalis* i overveiende rene bestand (fig. 2).
5. En alpin fjellskogregion opp til 2.300 m o. h. *Quercus macranthera* som viktigste treslag (fig. 3).

Ovenfor fjell-eikeskogene er det et belte med xerofil buskvegetasjon som går over i den alpin-nivale sonen. I tillegg til dette kommer *Cupressus*-skogene i lokale, semiaride enklaver, Acereto-Fraxinetum og Saliceto-Populetum ved elveløp og i fuktige dalsenkninger.

Bobek (1951) inndeler derimot de kaspiske skogene i 2 hovedgrupper:

1. Lavlands-skogene (Kaspischer Niederungswald) eller den hyrkaniske skog etter romernes navn på Det Kaspiske hav: Mare hyrcanum. Dette er kuldeømfindtlig skog som strekker seg fra kysten opp til ca. 1.000 m o. h.
2. Fjellskogene (Kaspischer Bergwald) fra 1.000 m til 1.800 m, med vinter-herdige treslag. Denne skogtypen går lenger østover i Khorasan enn lavlands-skogen.

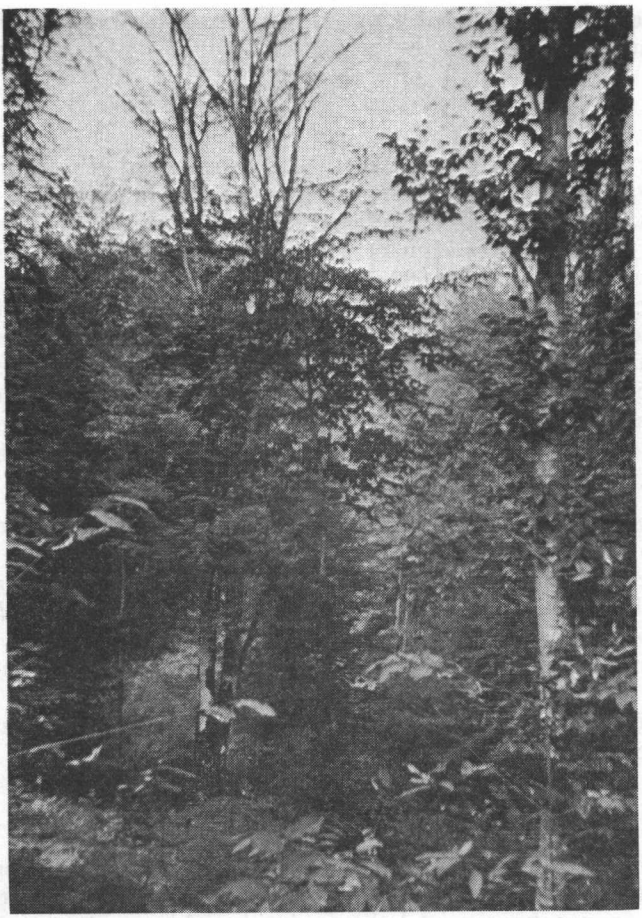


Fig. 2. Bøkeskog ved Ladjim i Elbursfjellene, ca. 1.700 m o. h.

Til disse to hovedgruppene kommer etter Bobek (1951) den halvfuktige skogregion i de høyereliggende strøk. Denne er imidlertid ikke sammenhengende over hele området.

Opprinnelsen til de kaspiske skogene må søkes i tertiærtiden. Den gangen har det trolig vært en nokså ensartet flora på den nordlige halvkule, fra Europa gjennom Asia til Nord-Amerika. Dette varte frem til miocen; de enkelte områder har siden hatt sin egen utvikling. Det kaspiske flora-området har holdt seg nokså isolert, og det er ikke



Fig. 3. Bestand av *Quercus macranthera* nær skoggrensen, i Elburs-fjellene. Foto P. Wendelbo.

påvist bindeledd hverken til Kaukasus eller Himalaya (Wendelbo 1963). Men heller ikke i tertiærtiden kan floraen ha vært av helt ensartet karakter. Etter Grossheim (1926) besto den av minst 3 forskjellige elementer. Det eutertiære eller sydtertiære flora-elementet hadde mer tropisk karakter, med arter som *Gleditsia caspia* og *Albizzia julibrissin*. Med klimaforverringen kom det et betydelig innslag av arcto-tertiær karakter, med mesofile arter som *Parrotia, Zelkowa, Alnus, Pterocarya, Fagus, Tilia* og *Quercus*. Flere kaspiske arter av disse slektene er funnet som fossiler i Europa. Ved siden av disse 2 hovedgruppene begynte det alt i tertiærtiden å danne seg en egen autochton flora, den såkalte hyrkaniske, som fram til nåtiden utgjør en sterkt endemisk komponent i de kaspiske skogene. Med økende kontinentalitet i den andre halvdelen av tertiærtiden dannet det seg etter Zohary (1963) i For-Asia en del mediterrane floristiske sentra, med mer xerofile arter. De vandret inn til det kaspiske området fra vest og syd. Under meget spesielle økologiske forhold har slike mediterrane enklaver kunnet holde seg nokså isolert til i dag, f. eks. *Cupressus*-skogene i Pol-e-Zoghal og Sefid Rud. Parallelt med den autochtone hyrkanske utviklingen mot slutten av tertiær vandret

det også inn en del steppe-arter fra Sentral- og Syd-Asia (Zohary 1963). Dermed skulle den tertiære skogutviklingen være avsluttet, og en må anta at skogene har beholdt sitt preg nokså uforandret fram til istidene.

Bobek har ikke kunnet påvise nedisning eller morene-rester i Elburs-fjellene. Likevel har klimaforverringen i glasialtiden, etter Wendelbo (1963), vært den sterkeste desimerende faktor for tertiærfloraen. Det angis at skoggrensen ble senket opp til flere hundre meter. I postglasial tid har mennesket vært det mest aktive element i skogens forvandling og modifisering.

De kaspiske skogene har fremdeles en rik og varierende flora av sommergrønne løvtrær med ca. 150 forskjellige arter. Trevirket av de fleste er meget hardt, tungt, og vanskelig å bearbeide. Bartrær mangler med unntak av noen små, isolerte forekomster av *Cupressus,* en del smågrupper eller enkelt-eksemplarer av *Taxus baccata,* og litt *Biota orientalis* av noe tvilsom opprinnelse.

I dag strekker de kaspiske skogene seg som et ca. 1.000 km langt belte langs nordsiden av Elbursfjellene. Bredden varierer fra 25 til 60 km.

Nederst ved sjøen er det en smal stripe av littoral vegetasjon på de alluviale sandavleiringene. Det er en nokså sparsom og spredt vegetasjon med xerofile og halofile arter. Lenger innover i landet danner det seg etter hvert en mer sammenhengende busk- og engvegetasjon, og man kommer over i det kaspiske lavlandsområdet, hvor skogene stort sett er forsvunnet og har gitt plass for jordbruksarealer. På de fuktigste flatene dyrkes det ris og andre kornslag, bomull, te, tobakk, sukkerrør, frukttrær og bananer.

Der det ennå er skog igjen, blir den ofte oversvømmet på de nederste flattliggende områdene, fra høsten til våren. Skogen har her et tydelig «Niederwald»-preg. Trevirke har vært hentet gjennom lang tid og brukt til mange forskjellige formål. Noe kvalitetsvirke finnes sjelden, som oftest bare kronglet oppslag og stubbeskudd fra opptil 2 m høye stubber. De mangfoldige bruksformene har fremmet utviklingen av buskskiktet. Lianer og nesten mannshøy bunnvegetasjon gir disse skogene et «jungel-aktig» preg, som nok er av sekundær natur.

Tross den periodiske oversvømmelsen hører *Quercus castaneifolia* til i dette området, på lignende måte som eik i de periodisk oversvømmede slavonske skogene i Jugoslavia. Ellers dominerer *Alnus subcordata* og *Pterocarya fraxinifolia,* med innblandet *Ulmus, Populus* og *Diospyros lotus.* I buskskiktet vokser *Sambucus ebulus, Danaë racemosa* og *Cydonia oblonga,* tett overdekket med forskjellige klatreplanter som *Smilax excelsa, Periploca graeca, Vitis vinifera,*



Fig. 4. Oppdyrking av skog til rismark. Halvtørre eikestammer står igjen. Fra Tamishan, ca. 10 m o. h.

Humulus lupulus og *Jasminum* sp. Bunnvegetasjonen er sterkt utviklet, men artssammensetningen varierer svært etter fuktighets- og lysforhold.

Disse skogene blir etter hvert fortrengt av den tiltagende risdyrkingen, og de siste restene holder på å forsvinne. Ryddingen foregår ved at mindre trær og busker blir brent eller hogget ned, mens de største trærne, helst eik, blir stående igjen i noenlunde jevn avstand. De blir da ringbarket og gjør tjeneste en tid som en slags dreneringspumper til tørrlegging av marken (fig. 4).

Langs elveløp går disse fuktige lavlandsskogene lengere innover i landet, og der har de bedre klart å beholde sin naturlige sammensetning, spesielt i meget trange fjelldaler. Tross de spesielle økologiske forhold og som oftest meget bratte elveskråninger finnes der enda høye og rette trær av *Acer laetum* og *Acer velutinum* som her har sin optimale vekst. Sammen med dem finnes *Alnus subcordata, Tilia begonifolia, Fraxinus excelsior* og noen *Populus-* og *Salix*-arter. Her er buskskiktet dårlig utviklet. Det består stort sett av de samme treslagene som danner trevegetasjonen, sammen med *Evonymus velutinus* og *Ficus carica.*

Bunnvegetasjonen er frodig, med arter som trives i fuktighet og skygge. Her vokser mange av de samme bregneartene som vi kjenner fra skogbunnsfloraen her i landet: *Dryopteris filix-mas, Polypodium vulgare ,Polystichum lobatum, Asplenium*-arter, dessuten *Pteris cretica* og *Pteridium aquilinum* ssp. *lanuginosum*. Stedvis dominerer et bredbladet gress, *Oplismenus undulatifolius*.

Den nedre skogregionen på fjellskråningene er ellers et sørgelig kapitel. Skogen er for det meste sterkt degenerert, med mange forskjellige bestandsvarianter og artssammensetninger, med overgang til nærmest mediterrane maquis-typer og ren beitemark.

Denne regionen må ha vært optimumsområdet for en frodig løvskog av *Quercus castaneifolia* i blanding med *Carpinus betulus, Parrotia persica, Zelkowa carpinifolia, Diospyros lotus, Pterocarya fraxinifolia, Tilia* sp., *Juglans regia, Fraxinus excelsior, Gleditsia caspia* og *Albizzia julibrissin*, lokalt med tett underbestand av *Buxus sempervirens* i det nederste beltet.

Buxus forsvant som regel først. Den resistente veden var meget ettertraktet til forskjellige bruksgjenstander. Dertil kom at det økologiske miljøet ble forandret ved stadig sterkere inngrep i skogen. Når overbestandet ble fjernet og lystilgangen økte, kunne ikke denne meget skyggekrevende art klare seg lenger. *Buxus*-skogene forekom ofte i nærheten av landsbyene i lavlandet, og her var de uønsket, da rovdyr gjerne holdt til i de tetteste og mest ugjennomtrengelige underbestand.

I 1965 ble den siste, nokså uberørte *Buxus*-skogen ved Sisangam erklært som nasjonalpark etter forslag av FAO-eksperter. Til forberedelsesarbeidet ble det satt inn ca. 100 soldater. I aller beste mening opparbeidet de det hele etter bypark-mønster, med sandstrødde veier og sittebenker, og dermed forsvant *Buxus* som underbestand nesten fullstendig.

Artssammensetningen i lavlandsskogene varierer sterkt etter utvalgsprioriteten i de enkelte områder og beiteintensiteten av de forskjellige husdyr. I de såkalte bedre skogene dominerer de hardeste treslagene, som befolkningen har hatt de største vanskelighetene med å avvirke, f. eks. *Carpinus betulus, Parrotia persica, Zelkowa crenata,* og *Gleditsia caspia*. Til avvirkningen brukes fremdeles meget primitiv redskap, som oftest hjemmelagete øksetyper. Sag er nesten ukjent. Grunnen til at eik forsvant relativt raskt, var ikke bare avvirkningen, men at trestammer på rot ofte ble brent til trekull.

Fra midten av forrige århundre til første verdenskrig gjorde russisk innflytelse seg sterkt gjeldende, spesielt i nærheten av de kaspiske havnebyer. Under ledelse av russiske forsteksperter ble det blant annet bygget flere skogjernbaner for tømmertransport fram til kysten.



Fig. 5. Trekullbrenning ved Now Shahr, i de kaspiske lavlandskogene.

I de sterkt uttynnete skogene som sto igjen, hindret utstrakt beiting den naturlige foryngelsen. Det var de sterkt tornete treslagene som klarte seg best, både mot hogsten og beitingen. Som en ekstrem variant er det oppstått rene skoger av *Gleditsia caspia*. Dette treslag har opp til 15 cm lange torner også på stammen. *Gleditsia* forekommer også i blanding med noe mindre tornete arter som *Albizzia julibrissin, Diospyros lotus* og buskarter av *Crataegus, Prunus, Mespilus, Punica* og *Paliurus spina-christi.*

Etter nasjonaliseringsloven fra 1963 eier staten nå all skog i Iran, men likevel fortsetter den harde avvirkningen fremdeles. Det henger nok delvis sammen med at Forstdepartementet har adgang til å overdra bruksretten til enkeltpersoner.

En enda mer radikal ødeleggelsesmåte enn den vanlige, urasjonelle avvirkningen, er brenning av trekull. Offisielt er trekullbrenning nå forbudt. Men både til matlaging og til oppvarming om vinteren brukes det mye trekull, særlig på landet. Etter en FAO-rapport fra 1965 brukes det årlig ca. 400.000 tonn trekull i Iran. Til dette går det med 4 millioner m^3 trevirke (Uhart 1953). Det overstiger også betydelig den årlige tilvekst i de Kaspiske skoger, som angis til 3 mill. m^3 (Gläser 1960).

Staten driver selv trekullbrenning i ganske stort omfang. Arbeidet konsentreres på en skogsflate om gangen, og der blir alt hogget ned og kjørt til trekullmilene, så lenge det finnes virke i nærheten. Ellers foregår det mer eller mindre ukontrollert privat trekullbrenning over hele landet, enda staten offisielt eier all skog i Iran. I de kaspiske skogene brukes det mest en type jordmiler som tar fra 3 til 10 m^3 trevirke (fig. 5). Dette virket må være opparbeidet i små dimensjoner, det brukes vanligvis også kvistved opp til 15 cm i diameter. Ofte blir de største stammene liggende unyttet igjen p.g.a. den dårlige redskapen. Disse jordmilene er laget for kontinuerlig drift. Trevirket puttes inn ovenfra med ca. 6 timers mellomrom. De tømmes for trekull nedenfra. På denne måten blir kvaliteten nokså dårlig og uenstartet. I den øverste delen av milen blir trevirket for lite forkullet, mens det i den nedre delen forbrennes en del direkte til aske p.g.a. tilførselen av surstoff når milen åpnes. Trekullutbyttet i disse jordmiler ligger på omkring 10 %. Det er mindre enn halvparten av hva man kan oppnå under optimale forhold. I mere fjerntliggende og avsides områder brennes det fortsatt stammer på rot, helst av eik.

Selv i de treløse områdene i landet lages det trekull. Man bruker da det som finnes av forvedete planter, både busker og den tornete tragacanth-vegetasjonen. Alt blir samlet inn om høsten, selv i ørkenområder. Dette materialet forkulles som regel i en tildekket grøft under jordoverflaten, og utbyttet blir enda dårligere enn i de kaspiske milene.

De treløse flatene etter trekullbrenningen og tidligere åkerland forvandles sjelden til skog igjen. Det dannes som regel en åpen tornebusk-vegetasjon som brukes til beitemark. Den minner meget om en liknende formasjon i de aride områdene. Vanlige buskarter er *Mespilus germanica, Paliurus spina-christi, Punica granatum, Rosa*-arter, *Crataegus monogyna* og *Prunus mahaleb*. Også bunnvegetasjonen er av tydelig sekundær karakter, med overveiende ettårige og lite nyttbare arter.

Fra ca. 800 m oppover til 1.600 (—1.800) m o. h. er det *Fagus orientalis* som dominerer, med pene rette stammer opp til 40—50 m høyde (fig. 2). I vanskelig tilgjengelige områder finnes her enda bortimot 1 mill. ha bøke-urskog, men arealet minsker raskt. I følge Oedekoven (1963) forandres ca. 45.000 ha av dette årlig til degraderte skogtyper.

Bøken forekommer i disse skogene i nesten rene bestand, eller i den nederste delen blandet med noe *Parrotia* og enkelte andre treslag, som *Quercus castaneifolia, Ulmus campestris, Carpinus betulus, Acer insigne* og *Fraxinus excelsior*. Under de tette bøkekronene blir buskskiktet dårlig utviklet, men klatreplanter er vanlige, spesielt *Hedera pastuchowii*. Bunnvegetasjonen er meget karakteristisk i disse

skogene, med *Ruscus hyrcanus, Ilex spirigera, Solanum caspium, Cyclamen coum, Carex remota, Tamus communis,* og en rekke forskjellige bregnearter, som *Athyrium filix-femina, Adiantum capillus-veneris, Pteris cretica* og *Polypodium interjectum.*

Zohary (1963) mener at bøkeskogen opprinnelig har gått meget lenger ned. Både bøk og de andre treslagene som man finner i bøkeskogområdet, hører i grunnen også til de lavere regioner, og kan vokse like bra der. Det er på grunn av sekundær innflytelse at de nå holder seg til de høyereliggende arealer.

Hvilke treslag som danner det øverste skogbeltet opp mot selve skoggrensen, er lite undersøkt. Spesielt vet man lite om de lokale variasjoner. Som de viktigste treslagene ved skoggrensen anføres *Quercus macranthera* (se fig. 3), blandet med *Acer ibericus, Acer campestre* og *Carpinus shuhaensis.* Dessuten finnes noen *Prunus-* og *Pyrus-arter, Lonicera floribunda* og *Fraxinus elbursensis.*

Skoggrensen ligger nå i ca. 2.000–2.300 meters høyde, men de fleste er enige om at skogen tidligere har gått høyere opp. Bobek (1951) har funnet eikeskogrester i ca. 2.800 m høyde under Takhte Suleimani midt oppe i den xerofile tornevegetasjonen.

På grunn av avtagende nedbørsmengde og etter hvert sterkere beiting har vegetasjonen over skoggrensen fått mer steppekarakter, med tornete xerofile arter av *Astragalus, Acantholimon, Cousinia, Centaurea* og *Eryngium.* Denne vegetasjonstypen har trolig bredt seg nedover etter hvert som skogen har trukket seg tilbake.

Som nevnt før, er det nesten ikke bartrær i de kaspiske skogene. Det finnes bare noen isolerte forekomster av *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis.* De inntar meget spesielle lokaliteter av semiarid karakter på sterkt forvitret kalkbunn. Det største *Cupressus*-området i Pol-e-Zoghal ligger i regnskygge mellom to meget nedbørrike distrikter. Også *Cupressus*-skogene er blitt sterkt utnyttet, og de danner nå meget åpne bestand, nesten uten annen vegetasjon. Det finnes bare noen få, spredte steppe-arter som *Artemisia herba-alba, Paliurus spina-christi, Capparis spinosa, Zygophyllum* og noen andre.

I de senere årene er det utført en del plantingsforsøk med bartrær. Spesielt har *Pinus nigra, Pinus silvestris,* og noen steder også *Picea abies* gitt gode resultater. I lavlandet er det plantet løvtrær, især poppel, f. eks. ved elveløp og kanaler, og som le-belter. Den kan komme opp i 4 m høydetilvekst pr. år. *Eucalyptus* og *Casuarina equisetifolia* kan av og til bli frostskadd om vinteren.

Juniperus-skoger i Syd-Elburs og Khorasan

De kaspiske skogene går i Khorasan over i *Juniperus*-skoger som blir mer og mer dominerende jo lenger østover og sydover man kom-



Fig. 6. Spredte forekomster av *Juniperus polycarpus* i Syd-Elburs, ved Derak, ca. 2.200 m o. h.

mer. Det svarer til økende kontinentalitet. Årsnedbøren ligger mellom 300 og 500 mm. *Juniperus polycarpus* danner i disse skogene meget åpne, nesten rene bestand, ofte med ca. 10 m avstand mellom trærne. Trærne blir opp til 4—6 m høye og har som oftest en bred pyramideform. Stedvis kan det være en del buskformete arter innblandet, som *Acer cinerascens, Acer turcomanicum, Pyrus syriaca, Berberis integerrima, Colutea persica* og *Cerasus microcarpa,* sammen med *Amygdalus* sp. og *Paliurus spina-christi.* Også bunnvegetasjonen er meget sparsom, med utpreget steppekarakter. Artsammensetningen varierer etter beiteintensiteten, men hører for det meste til *Artemisia herba-alba-* og *Astragalus*-assosiasjoner.

De sydlige områdene i Khorasan er lite undersøkt. Einer-skogene skal der til dels ha innblanding av *Pistacia-* og *Amygdalus*-arter, eller lokalt gå over i ren *Pistacia-skog.* Slike overgangstyper finnes også i Zagros-fjellene. Etter Bobek (1951) ligger den øvre grensen for *Juniperus*-skogene mellom 2.500 og 2.700 m o. h. og den nedre mellom 1.000 og 1.700 m, sterkt antropogent modifisert.

Fra Khorasan strekker *Juniperus*-regionen seg vestover langs sydskråningen av Elburs-fjellene. Men her er skogen etter hvert for-

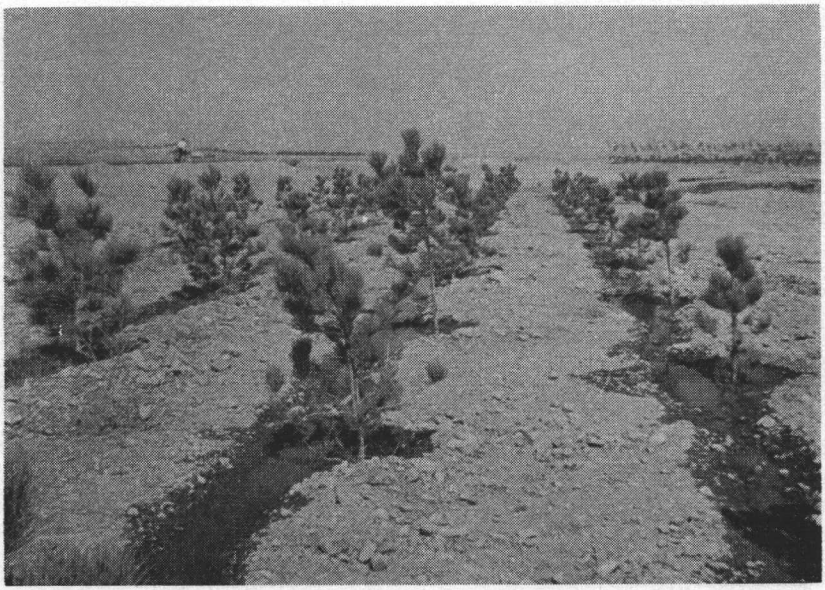


Fig. 7. Planting med *Pinus eldarica* ved åpne vanningskanaler, i nærheten av Teheran, 1.300 m o. a.

svunnet over lange strekninger og begrenses ofte til små, spredte grupper eller enkelte individer på de bratteste skråningene (fig. 6).

Dette er antagelig også det området i Iran som er blitt sterkest forandret. Etter ekstensiv rasering av vegetasjonen, sammen med sterk forvitring og erosjon på de bratte fjellskråninger, er det mange steder oppstått helt vegetasjonsløse områder. Det er noe som ellers sjelden forekommer selv i ørkenen. Der ødelegges vegetasjonen mindre av beiting, og det er nå også mindre av den internasjonale gjennomgangstrafikken med kamelkaravaner som spilte så stor rolle før i tiden.

På de nedre fjellskråningene i Elburs finnes nå bare rester av tidligere plantesamfunn, med *Juniperus polycarpus, Ephedra, Cotoneaster racemiflorus, Berberis integerrima* og noen andre.

Høyere oppe, over 2.500 m, vokser en karakteristisk tragacanth-vegetasjon, spesielt i Demavand-traktene. På sine steder er denne tragacanth-vegetasjon det eneste brensel-materialet.

Også i den nederste fjellregionen og i lavlandet, hvor trær og busker praktisk talt er forsvunnet, består bunnvegetasjonen overveiende av sekundære torneplanter. Graminéer og leguminoser er blitt borte i de sterkest beitete områdene, eller det kan være noen få

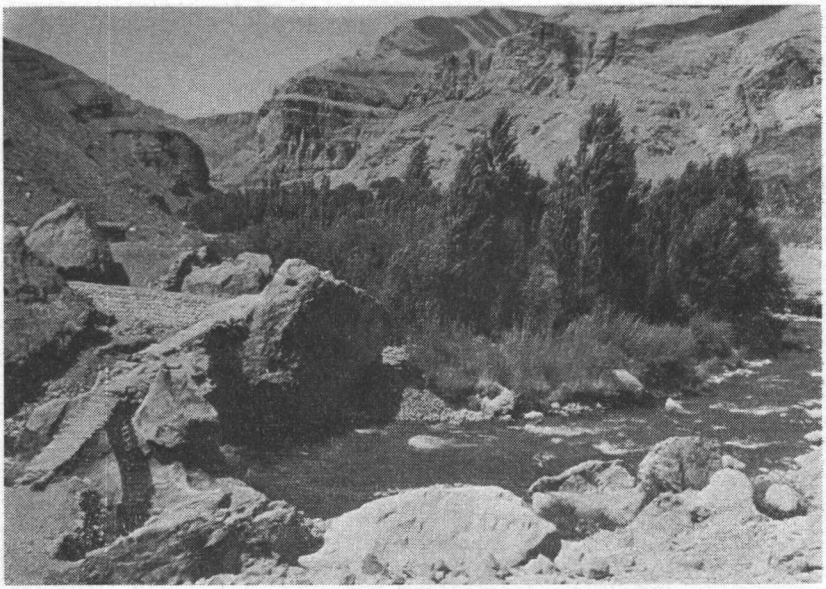


Fig. 8. Frodig poppelbestand ved elven nær Karaj, ca. 1.800 m o. h.

ettårige, lite spiselige eller giftige arter igjen. I disse traktene tar det fryktete ugraset *Hultimia persica* etter hvert sterkt overhånd. Den er så å si ubrukbar, både til brensel og til beiting, men den er meget hardfør og har et utrolig godt utviklet og forgreinet rotsystem ned til 5 m dybde. Selve planten blir sjelden over 20 cm høy.

Lavlandet under Elburs-fjellene sydover mot sentralplatået og vestover til Azerbajdzjan er et av de mest intensive jordbruksområdene i Persia. Her plantes det også en del trær, spesielt ved historiske minnesmerker, større byggverk og offentlige anlegg. På statlig område plantes det mest *Pinus eldarica,* en endemisk art fra Kaukasus, som antakelig er kommet til Iran for noen hundre år siden med armenske flyktninger. Den tåler både streng vinterkulde og høye sommertemperaturer. I det nedre området plantes det mest ved irrigasjonskanaler hvor det vannes 1–2 ganger i uken (fig. 7). I høyreliggende strøk skulle den kunne klare seg selv etter noen år, men forsøkene er ikke kommet så langt enda.

Løvtreplantninger har ellers vært anlagt i bebodde strøk fra meget lang tid tilbake, dels til pryd og skygge, dels langs de åpne vanningskanalene. Blant de vanligste artene er *Platanus orientalis, Fraxinus oxycarpa, Ulmus* sp., *Morus nigra* og *Populus* sp. (fig. 8).

På fjellskråningene eksperimenteres det noe med jordstabiliserende plantninger av *Cupressus arseniaca, Amygdalus* sp., *Ailanthus glandulosa, Thuja orientalis, Robinia pseudoacacia, Cercis australis* og *Acacia*-arter.

Ellers er det poppel-plantningene som spiller størst rolle økonomisk sett. På det store Teheran-Quazvin-platået og lenger syd på Isphahan-sletten finnes det flere riktig imponerende plantasjer med en omløpstid på 10—15 år under irrigasjon. Iran-poppelen er vel kjent i Orienten for sin smale kroneform. Det dreier seg antakelig om spesielle kloner av *Populus alba* og *P. nigra.*

De største plantasjer ble anlagt etter landbruksreformen i de siste 10-årene. Etter den nye jordloven skulle flater som var bevokset med skog eller frukttrær ikke regnes som jordbruksland og derfor unntas fra fordelingsbestemmelsene. De mest elastiske jordeierne nyttet anledningen til å sette i gang en intens tilplanting av sine arealer med frukttrær og poppel. Produksjonen av poppel-trevirke overstiger alt nå tilveksten i de kaspiske skogene som er bergnet til 3 mill. m^3 pr. år. I følge Glöser (1960) gir plantingene 5 mill. m^3 tilvekst årlig. Poppel-trevirket har en meget allsidig anvendelse, men brukes mest som bygnings-materiale. For tiden plantes det mest *Populus nigra* i nord, og *Populus alba* i syd, rundt Isphahan og Shiraz. Noen data over omfanget av plantningen finnes ikke, og man har heller ikke oversikt over de forskjellige klonene.

Eikeskoger i Zagros-fjellene

Det er på ingen måte påvist at hele Iran har vært et skogland i historisk tid, men de fleste tror at Zagros-fjellene har vært dekket av nokså sammenhengende skog mellom ca. 900 og 2.200 m. Ennå i Kyros-tiden, omkring 550 år før Kristus, gikk man på jakt i disse skogene i de tettest bebodde fjelldalene. I dag kan man vandre der dag etter dag uten å se et eneste eiketre.

Der det er skog igjen, dreier det seg om meget åpne, såkalte parkskoger, med opp til 10-15 m høye trær av *Quercus brantii, Q. boissieri* og *Q. persica,* bredkronet og kroket (Rechinger 1951).

Etter Bobek (1951) skulle litt fuktigere fjellskråninger høre de rene eikeskogene til, og den noe tørre og mer kontinentale indre regionen til en blandet *Quercus-Juniperus*-formasjon. I overgangssonen til sentralplatået vil en finne en annen blandingstype av *Quercus* med *Pistacia* og *Acer cinerascens.*

Skogen er først forsvunnet i nærheten av landsbyene. Vegetasjonen fjernes og ødelegges her i et sirkelformet område med stadig økende diameter. Utenfor rimelig rekkevidde blir det kanskje stående noen trær igjen, hvis man ikke alt er kommet inn i nabobyens distrikt.

Også de fleste nomadestammene holder til i Zagros-fjellene. I deres fastlagte migrasjonsruter i fjelldalene er skogen stort sett forsvunnet, unntatt der hvor rask marsj har vært fremtvunget av vannmangel, villdyr eller røvere.

Beiting og brenselforbruk har her som alle andre steder i Iran virket svært ødeleggende, men tydelig mer omkring landsbyene enn i nomadedistriktet. Hos nomadene er det områdene omkring vinter- og sommerleirene som er mest utsatt. I disse leirene er nomadene stasjonert forholdsvis lang tid hvert år, og utnyttingen av vegetasjonen følger igjen mere eller mindre et sirkel-mønster.

Når beitingen har fått så store skadevirkninger, henger det nok sammen med det inngrodde ønske om å eie flest mulig dyr. Det er størrelsen av dyreflokken som bestemmer en manns rikdom, uansett hvor usle og skrøpelige dyrene kan være. Denne gamle tradisjonen, med dyreantallet som et slags status-symbol, har ført til at mange flokker nå lever på sultegrensen nesten året rundt, med en spesiell avmagringskur om vinteren. Dyrene er dermed også blitt nødt til å gå lengere nedover i tilpasningsprosessen, noe som igjen fører til sterkere beskatning av vegetasjonen. Under slike forhold blir bare få arter igjen. Det som ikke blir tatt av kuer og hester, forsyner sauer og esler seg med, og om de lar noe bli igjen, blir det sikkert tatt av geiter og kameler. Som følge av dette er også erosjonen blitt et stort problem ved bygning av demninger og vannreservoarer, fordi de fleste elver og bekker fører store mengder sand og slam. Tross disse vanskelige forholdene kommer ikke mindre enn 70 % av Irans produksjon av kjøtt, skinn og ull fra nomadedistriktene, og det enda nomadene bare utgjør en femtedel av agrarbefolkningen (Haynes 1965). Landproduksjonen er ellers gått betydelig ned i årene etter jordreformen.

Innsamling av plantemateriale til brensel foregår på en svært lite skånsom måte. Som oftest brukes ingen redskap, spesielt der hvor kvinner besørger innsamlingen. De viktigste migrasjonsrutene, og særlig de mer spredtliggende sommerleir-områdene, betraktes som enslags bygdealmenning for de enkelte nomadestammer. Om høsten, før de forlater disse traktene, forberedes brenselinnsamlingen til neste vår. Buskene brennes da av ved bakken, slik at de tørker ut i neste vegetasjonsperiode. Vanligvis gjøres dette så grundig at det ikke blir noe nytt oppslag. Ofte dør røttene også. På denne måten kan de tørre kvistene lett brekkes av eller rives opp fra bakken uten noen redskap.

Hvor mye brensel som forbrukes årlig på denne måten, har man ingen anelse om. En prøvemåling av det daglige forbruk i løpet av tre uker, ga et gjenomsnittstall på 12 liter pr. 9-manns telt. Dette volum ble beregnet ved hjelp av den største kvistdiameteren, kvist-

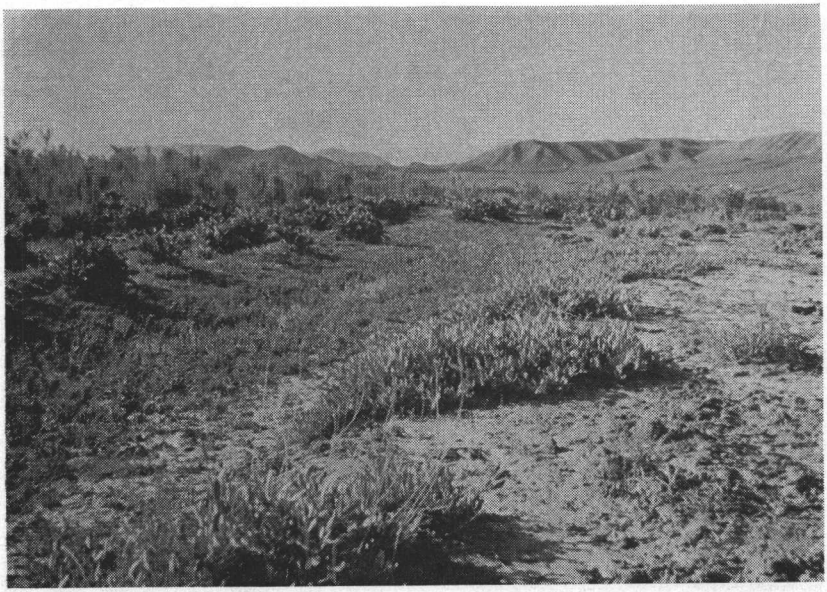


Fig. 9. Oase i saltørken, ca. 1.000 m o. h. *Tamarix* i bakgrunnen til venstre.

lengden og et formtall på 0,4. Dette svarer til et snauingsareal på bortimot 60 m² på en lokalitet i Bahtiary-fjellene i Zagros. Det ble samlet inn kvist av to forskjellige buskarter, mest av *Daphne angustifolia,* dessuten av en *Astragalus*-art. Forbruket ville nok ligge betydelig høyere om vinteren.

Sentralplatået og Pistacia-skogene

Sentralplatået er det tørreste området i Iran, med en årsnedbør på mellom 50 og 150 mm og en temperaturamplityde fra — 20° til + 45° C. Plantenes eksistens i de to største ørkenområdene, Dasht-e Kavir og Dasht-e Lut bestemmes av to hovedfaktorer: fuktighet og salinitet. Trevegetasjon finnes her bare ved saltsjøer (fig. 9) og i de uttørrete elveløpene — wadis. Det er da mer eller mindre halofile arter av slekter som *Tamarix, Prosopis, Haloxylon* og lokalt noe *Acacia.*

Grenseområdene mot syd og vest og høyere fjellpartier får noe mer nedbør, mellom 150 og 300 mm. Her hører *Pistacia-Amygdalus*-samfunn av «*Baumflur*»-typen hjemme (Bobek 1951). Som hovedtreslag forekommer *Pistacia khinjuk* i meget åpne bestand, med høyder opp til 5 m, i blanding med *Pistacia mutica* og *Amygdalus* sp. (fig. 10).

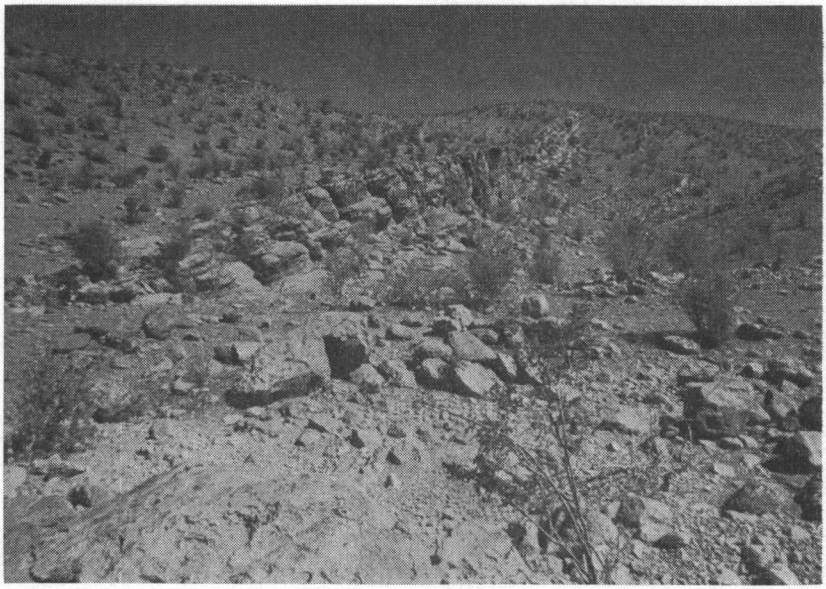


Fig. 10. Glissen *Pistacia-Amygdalus* skog ved Aliabad, 1.600 m o. h.

Disse skogene vokser på fjellskråninger og er de mest tørkeresistente i Iran. Den øvre grensen varierer mellom 2.700 og 3.000 m og den nedre mellom 1.100 og 1.400 m. Langs den øvre grensen vokser ofte *Amygdalus kermanensis* i nokså rene bestand, eller sammen med *Acer cinerascens, Crataegus* og *Cotoneaster*. Spesielt i øst er det også en del innblanding av *Juniperus polycarpus*. Denne skogtypen er for det meste forsvunnet i nordvest, men det finnes fremdeles større forekomster i syd og sydøst, lokalt til og med i nærheten av bebodde strøk, eller nomade-leirer. Kanskje er både *Pistacia* og *Amygdalus* blitt mere skånet p.g.a. de spiselige fruktene. *Pistacia* har forresten også et utrolig hardt trevirke, som de hjemmelagete øksene nesten ikke biter på.

I noen av disse områdene holdt det seg også lenge en gammel og grunnfestet tro på at man ikke måtte ta livet av et grønt tre. Både enkelte trær og større bestand ble betraktet som beskyttere av berømte gravsteder eller som maktsymboler og ble vernet som hellige trær. Dessverre mistet den overtroen sin overbevisningskraft nokså raskt i etterkrigsårene. Gamle, hellige trær blir det nå ofte satt fyr på om vinteren av de forfrosne gjeterguttene på beitemarkene. Det går verst ut over de tørreste områdene, hvor frøår er meget sjeldne.

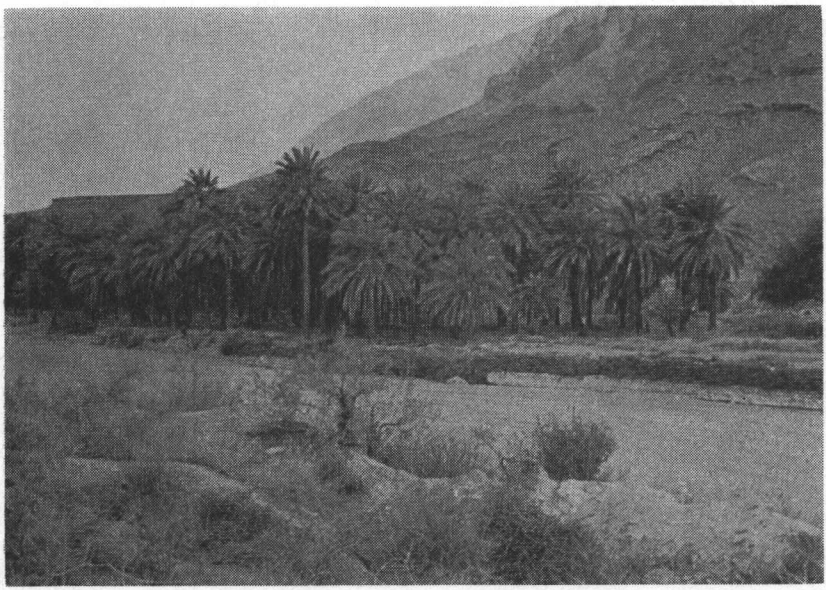


Fig. 11. Oase med daddelpalmer i nærheten av Oman-gulfen. (Meyza, ca. 800 m o. h.).

Enda så nedbørfattig sentralplatået er, har jordbruket her en meget lang tradisjon, takket være irrigasjonssystemene. Isphahan er f. eks. ett av de beste fruktdistriktene i Iran, med en årsnedbør på bare 123 mm. Det påståes at også poppeldyrkingen skal ha sin opprinnelse her.

Selve jordbruksmetodene har også mange steder vært medvirkende ved utarming av kulturarealer. Den utbredte terrasse-irrigasjonen uten tilførsel av organisk materiale kunne f. eks. bevirke at den sterkt leirholdige jorden etter hvert mistet all porøsitet og ble pakket sammen til et ugjennomtrengelig lag på flere meters dybde. Ofte står slike terrasser nå forlatt som maleriske ruiner og vitner om bedre tider.

Daddelpalme-området i Laro-Beluchistan

Kystområdene langs Den Persiske bukt og Oman-bukten mot Beluchistan i øst har et varmt klima med mindre vintervariasjon. Vegetasjonen har her mer savanne- eller tropisk ørkenkarakter, og det afrikanske floraelement gjør seg sterkt gjeldende. Dette området betegnes ofte som daddelpalme-regionen. Daddelpalmen dyrkes her

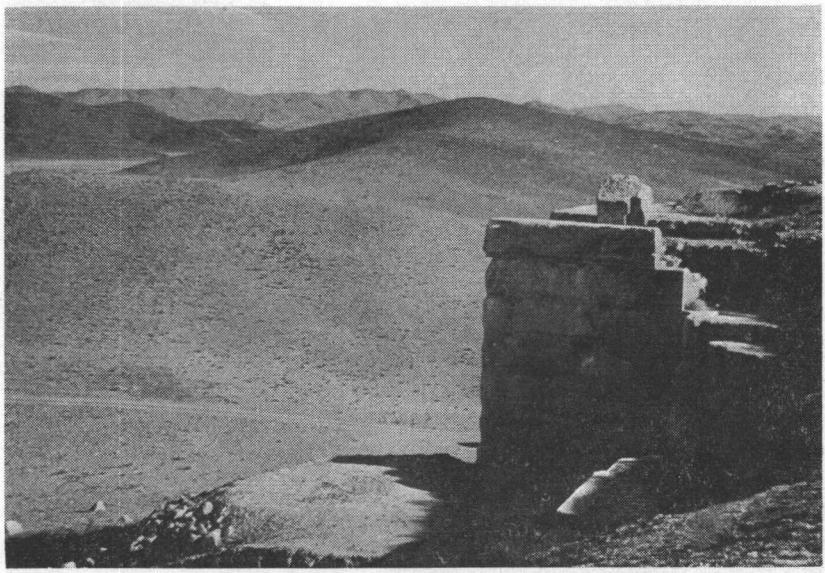


Fig. 12. Kyros dal ved Pasargade, hvor all trevegetasjon nå er borte, 1.700 m o. h.

ved oaser i kulturområder (fig. 11). Den vokser ikke i andre deler av Persia.

Det mest karakteristiske treslaget på fjellskråningene er *Zizyphus spina-christi,* med sterkt forgreinet rotsystem, bredt nedløpende stammebasis og ofte taklignende krone. Den forekommer i meget åpne bestand, ofte sammen med *Zizyphus nummularia, Prosopis spicigera, Acacia nubica, Acacia arabica, Ephedra* sp. og en del andre. I høyereliggende strøk møtes denne vegetasjonen noen steder med den nordlige *Pistacia-Amygdalus*-formasjonen.

Årsnedbøren på 150—300 mm kommer ofte konsentrert i voldsomme regnskyll. Elveleiene blir da vannførende en nokså kort tid. Langs disse vokser det små skoger av *Tamarix* i rene bestand eller i blanding med *Populus euphratica, Prosopis spicigera, Nerium oleander* og *Acacia.*

Langs Den Persiske bukt er det også store sletteområder som stort sett er uten trevegetasjon. Her vokser bare noen små, buskarter, til dels av afrikansk opprinnelse, som *Calotropis procera, Periploca aphylla, Stochsia brachuica, Gymnocarpum decandrum, Aerva calliogonum* og *Sphaerocoma aucheri.* Som andre steder har tre- og busk-

vegetasjonen også her vært utsatt for ødeleggelse og degenerasjon, men i noe mindre omfang på grunn av mindre bosetning.

Det gjøres nå for tiden lite for å forbedre den trøstesløse tilstanden, enda statsinstitusjonene er fullt klar over problemene. Degenerasjon og skogødeleggelse fortsetter omtrent på samme måte som tidligere, kanskje i enda større målestokk de siste årene. Dette skyldes delvis de endrete og lite klarlagte eiendomsforholdene etter nasjonaliseringen, og kanskje også en oppmyking av de gamle tradisjoner som tidligere i noen grad har virket beskyttende for trærne.

Det at skogen tidligere har hatt så meget større utbredelse enn nå, tyder på at naturforholdene i seg selv skulle gi gode muligheter for skogreising, der hvor erosjonen ikke har gått for langt. De få vellykkete plantningene som er utført, gir også grunnlag for optimisme. Det vil likevel ikke være lett å snu utviklingen. En sterkt statlig forbudspolitikk er ingen løsning, for befolkningen må ha både brensel og beitemark. Derimot ville en fornuftig statlig støtte med koordinerte tiltak på forskjellige områder kunne bedre tilstanden betydelig.

Det er en grotesk realitet at et av de rikeste oljeland i verden skal ødelegge sine skoger for å skaffe nok brensel til sin egen befolkning. Det sies ofte i Orienten at ørkenene er et produkt av menneskelig virksomhet, og noe sannhet er det nok i det.

Litteratur

BOBEK, H., 1951. Die natürlichen Wälder und Gehölzfluren Irans. *Bonn. geogr. Abh.* 8.

GLÄSER, H. A. M., 1960. Development of forestry, forest utilisation and forest industries in Iran. *FAO report* 1176/59/12/9833: 90 s.

GROSSHEIM, A. A., 1926. *Flora Talysha.* Tiflis.

HAYNES, J. L., 1965. Potentials for increased production of livestock feed in Iran. *USAID stensil.* Teheran.

MORANDINI, R., 1957. Aspetti forestali del Caspio meridionale. *Ann. Acad. Ital. Scien. Forest.* 6: 139-149.

OEDEKOVEN, K. H., 1963. Forest history of the Near East. *Unasylva* 17: 13-15.

RECHINGER, K. H., 1951. Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Iran. *Verh. Zool. Bot. Ges. Wien* 92: 181-188.

UHART, E. E. F., 1953. The charcoal problem in Asia. *Unasylva* 7: 13-15.

WENDELBO, P., 1963. *De sydkaspiske skogene fra et plantegeografisk synspunkt.* Manuskript.

ZOHARY, M., 1963. On the geobotanical structure of Iran. *Bull. Res. Coun. Israel. Sect. D. Botany* 11 D Supp 1.

Bokmeldinger

George A. Hudock: *Experiments in modern genetics.* John Wiley & Sons, Inc. 1967. 100 sider. Pris: 30 sh.

Boken er et kompendium over laboratorieøvelser i genetikk på universitetsnivå. Som tittelen viser, er hovedvekten lagt på forsøksmateriale, prosedyrer og teorier i den nyere genetikk, og eksperimentene krever ferdigheter i bakteriologisk og biokjemisk metodikk. Noen forsøk med bananfluer faller mer inn under den klassiske genetikk.

Som forsøksmateriale har forfatteren valgt et fåtall organismer: colibakterier, salmonella-bakterier, bakteriofagene T_4 og lambda, flagellaten *Chlamydomonas reinhardii,* og *Drosophila.* Med disse gjennomgås i 20 øvelser alle viktige genetiske prosesser: spontan og indusert mutasjon i mikroorganismer, rekombinasjon i bakteriofager, tetradeanalyse i *Chlamydomonas,* mendelsk segregering, kopling og seleksjonsforsøk i *Drosophila,* interaksjon mellom genotype og miljø, genvirkning og biokjemisk spesifisitet, enzymsyntese, og ikke-kromosomal arv.

Der er stor forskjell øvelsene innbyrdes m.h.t. vanskelighetsgrad, krav til utstyr og teoretisk innsikt. Seleksjonsforsøket med bananfluer (nr. 2) er i prinsipp og praksis enkelt, likeså nr. 10 og 15 som bygger på enkle F_2-utspaltinger i samme art, og nr. 17, som belyser ett gen – ett enzym hypotesen ved arginin-biosyntesen i *E. coli.*

Andre forsøk, som bromuracil-mutagenese i *E. coli,* transduksjon i *Salmonella,* og enzym-induksjon i *E. coli,* synes mer kompliserte og stiller store krav til utstyr og rutine.

I teksten til de enkelte øvelsene formuleres spørsmål og kommentarer som belyser teorien, og der er omfattende litteraturhenvisninger. Forfatteren er Assistant Professor i zoologi ved Indiana University, og kurset er beregnet på «undergraduates». En må igjen konstatere at genetikken, etter det anmelderen har kjennskap til, formidles som kateterforelesninger ved norske universiteter, med unntak for emnet Bio 14 ved Universitetet i Oslo, som er et kort laboratoriekurs for

lavere grads studenter. Dypere forståelse av et fag og dets metode krever laboratoriepraksis, og for genetikken er det i Norge meget tilbake å ønske.

Torstein Engelskjøn

Harro Passarge & Gerhard Hofmann: *Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes. II.* — Pflanzensoziologie 16. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1968. 298 s., 5 figs., 50 tabeller. Pris heftet DM (øst) 31,—.

Første del av dette verket ble omtalt i Blyttia bind 22, s. 182 (1964). Den foreliggende annen og siste del fortsetter den plantesosiologiske oversikten over de forskjellige plantefunn man møter i nordøst-Tyskland, i området mellom Elben og Oder, etter de samme prinsipper som første del, med hovedvekt på vegetasjonstabellene og med korte, konsise beskrivelser til disse. Innholdet i den foreliggende boken er de rene skogssamfunn, samt hva man vanligvis betegner som randsamfunn, plantesamfunn knyttet til lysåpne steder i overgangssonen mellom skogen og den mer lavvokste vegetasjon. Som allerede nevnt under omtalen av første del vil Passarge og Hofmanns oversikt kunne være til stor nytte også for norske botanikere siden avstanden er såpass liten og meget utvilsomt har gyldighet også under våre forhold, og fordi en tilsvarende konsentrert «syllabus» over norske plantesamfunn ennå ikke finnes.

P. S.

Heinrich Walter: *Die Vegetation der Erde in ökophysiologischer Betrachtung. II. Die gemässigten und arktischen Zonen.* G. Fischer, Jena. 1968. 1001 s., 642 tekstfig., 7 fargepl. Innb. DM (øst) 79,—.

Bind I ble anmeldt i Blyttia i 1962 (1. utg.) og 1964 (2. utg.). Det handlet om de tropiske og subtropiske deler av jorden. Foreliggende bind gjør seg ferdig med resten, et enormt og variert areal, fra Middelhavslandene gjennom de boreale skoger og myrer til arktiske tundraer og høyfjell, dertil hele den sørlige halvkule utenfor tropene, med pampas og ørkener, og endelig den fastsittende vegetasjon i ferskvann og langs havkystene. Ikke rart at emnet krever 1001 sider og 2,3 kg papir.

Det må ha vært et kjempearbeid å gjøre utvalg fra den uoverskuelig store litteraturen som foreligger, — å velge og vurdere enkeltundersøkelser, referere detaljer og samtidig beholde oversikten og trekke opp hovedlinjer.

Innenfor de områdene hvor en leser på hjemmebane, kan han vel savne ett eller annet faktum eller problem, en eller annen undersøkelse som han synes kunne ha fortjent omtale. Men i langt høyere grad vil leseren være imponert over fremstillingen. Dens kvalitet vil gi ham økt tillit til skildringene fra de andre områdene som han ikke kjenner personlig.

Her er en rikdom på opplysninger av plantegeografisk og morfologisk art om plantenes livsvilkår, rytme og stoffomsetning, om menneskets innflytelse på vegetasjonen, som undertiden blir satt inn i en større kulturhistorisk sammenheng. Økofysiologien er hovedsaken i dette verket, men den blir satt inn i den rike rammen den fortjener.

Illustrasjonsmaterialet er fortrinlig, men fargeplansjene må vel sies å være øyensiyst og ikke stort annet.

Ove Arbo Høeg

BLYTTIA

NORSK BOTANISK FORENINGS TIDSSKRIFT



BIND 26
1968

UNIVERSITETSFORLAGET

© Norges almenvitenskapelige forskningsråd 1968

Redaktør :
Amanuensis cand. real. Per Sunding

Redaksjonskomité :
Rektor Gunnar A. Berg, disponent Halvor Durban-Hansen,
professor Georg Hygen, førstebibliotekar Peter Kleppa

Harald Lyche & Co. A.s, Drammen

Innhold

Bjørnstad, Anders: Forslag til opprettelse av reservater med edel-lauvskog i Søgne kommune, Vest-Agder 68
Dickson, James H. & Holmen, Kjeld: Cryptothallus in Norway 8
Engelskjøn, Torstein, Sivertsen, Sigmund & Skifte, Ola: Nytt om Sagina caespitosa (J. Vahl) Lge. i Nord-Norge. (*New facts concerning Sagina caespitosa [J. Vahl] Lge. in North Scandinavia*) 146
Fagerlid, Audun: Studier over vestnorske Taraxaca spectibilia. (*Studies on western Norwegian Taraxaca spectabilia*) 112
Fægri, Knut: Hvor godt er Norge utforsket? 63
Gurholt, Gunnar: Epifyttiske makrolav i relasjon til luftforurensninger fra industrisentra i Brevik, Porsgrunn og Skien. (*Epiphytic macrolichens in relation to air pollutions from industrial centres in Brevik, Porsgrunn and Skien, Norway*) 161
Haugen, Ivar: Nye funn av Lomentaria articulata (Huds.) Lyngb. i Norge. (*New records of Lomentaria articulata [Huds.] Lyngb. in Norway*) 140
Jørgensen, Per Magnus & Velve, Odd: Noen Geoglossum-funn fra Vestlandet. (*Some Geoglossum-records from western Norway*) 72
Lye, Kåre Anstein: Stellaria palustris ny for Vestlandet. (*Stellaria palustris new to western Norway*) 101
Løkken, Sverre: Polystichum braunii – en oseanisk art funnet i den kontinentale Gudbrandsdalen. (*Polystichum braunii – an oceanic species found in the continental valley Gudbrandsdal*) 125
Løkken, Sverre: Bidrag til floraen i Øyer og Ringebu 137
Ryvarden, Leif & Kaland, Peter Emil: Artemisia norvegica Fr. funnet i Rogaland (foreløpig meddelelse). (*Artemisisa norvegica Fr. found in Rogaland, Norway [preliminary communication]*) 75
Ryvarden, Leif: Equisetum hiemale and Anthyllis vulneraria i Norge («Årets planter» 1967). (*Equisetum hiemale and Anthyllis vulneraria in Norway*) 85
Skogen, Arnfinn: Plantegeografiske undersøkelser på Frøya, Sør-Trøndelag. I–II. (*Phytogeographical investigations at Frøya, Central Norway. I–II.*) 47
Størmer, Per: Tortula laevipila (Brid.) Schwaegr. new to Norway 1
Vorren, Karl-Dag: Polemochorer i Neiden. (*Polemochoren in Neiden, Nord-Norwegen*) 11
Zumer, Majda: Skogen og skogbruket i Iran 205
Norsk Botanisk Forening, årsmelding 1967 15
XI International Botanical Congress 34
Botanisk Selskap for Tønsberg og omegn 34
Norsk Soppforening i 1967 35
Soppforeningen i Bergen i 1966/67 36
Doktordisputaser i 1967 36
Universitetseksamener i botanikk 1967 36
Personalia 1967 38
Årets planter 1968 90
Hvem tar de beste soppbildene? 157
Bokmeldinger 44, 94, 158, 226

GIFTENE VI GIR NATUREN

Redigert av Gunnar Aksnes

Bønder, hagebrukere og skogbrukere nytter stadig større mengder giftstoffer i kampen mot insekter, skadedyr, sopp og ugras, med fare for forgiftning av mennesker, dyr og fugler. Fabrikker og motorkjøretøyer spyr ut røyk og eksos og forpester lufta i byer og tettbefolkede strøk. Kloakkvann og avfallsstoffer, f. eks. plaststoffer og kjemikalier, forurenser elver, vann og fjorder. Og som en påminnelse om de tekniske triumfers aller uhyggeligste skyggesider, henger truselen om fysisk degenerasjon og fullstendig utslettelse av menneskeheten via radioaktivt støv.
Biocider brukes ofte som fellesbetegnelse for giftstoffer og avfallsstoffer som kan føre til forstyrrelse i naturens normale kretsløp. Biocidproblemene er foreløpig størst i de sterkest industrialiserte og tettbefolkede land, som f. eks. Amerika, Japan og England. Men vi begynner etter hvert å få føling med problemene også i vårt land.
I denne boka drøfter norske fagfolk forskjellige sider ved dette problemkompleks. Innleggene er et viktig bidrag til dagens debatt omkring disse problemer.

U-bok. 127 sider

Kr 18.—

Universitetsforlaget

UNIVERSITETSSENTRET
BLINDERN
OSLO 3

Benytt vedlagte bestillingskort

Bind 26 Hefte 4

Innhold

Gunnar Gurholt: Epifyttiske makrolav i relasjon til luftforurensninger fra industrisentra i Brevik, Porsgrunn og Skien. (*Epiphytic macrolichens in relation to air pollutions from industrial centres in Brevik, Porsgrunn and Skien, Norway*) 161

Majda Žumer: Skogen og skogbruket i Iran 205

Bokmeldinger 226

Kåre Arnstein Lye

MOSEFLORA

Floraen omtaler tilsammen 224 arter, av disse er 60 vanlige arter illustrert med såvel habitus- som detaljbilder. Ved å bruke bestemmelsesnøkkelen skal man kunne bestemme ytterligere 100 mosearter. Forfatteren har lagt særlig vekt på skog- og myrmosene, men her er også representanter for moser som vokser utelukkende på berg og stein.

140 sider, innbundet, illustrert

Kr 29.—

Universitetsforlaget

UNIVERSITETSSENTRET
BLINDERN
OSLO 3

Benytt vedlagte bestillingskort

LYCHE TRYKK