

Luftföroreningars inverkan på
epifytfloran hos barrträd i
Stockholmsområdet

*The effect of air pollution on the epiphytic
flora of conifers in the Stockholm region*

av

HANS LUNDSTRÖM

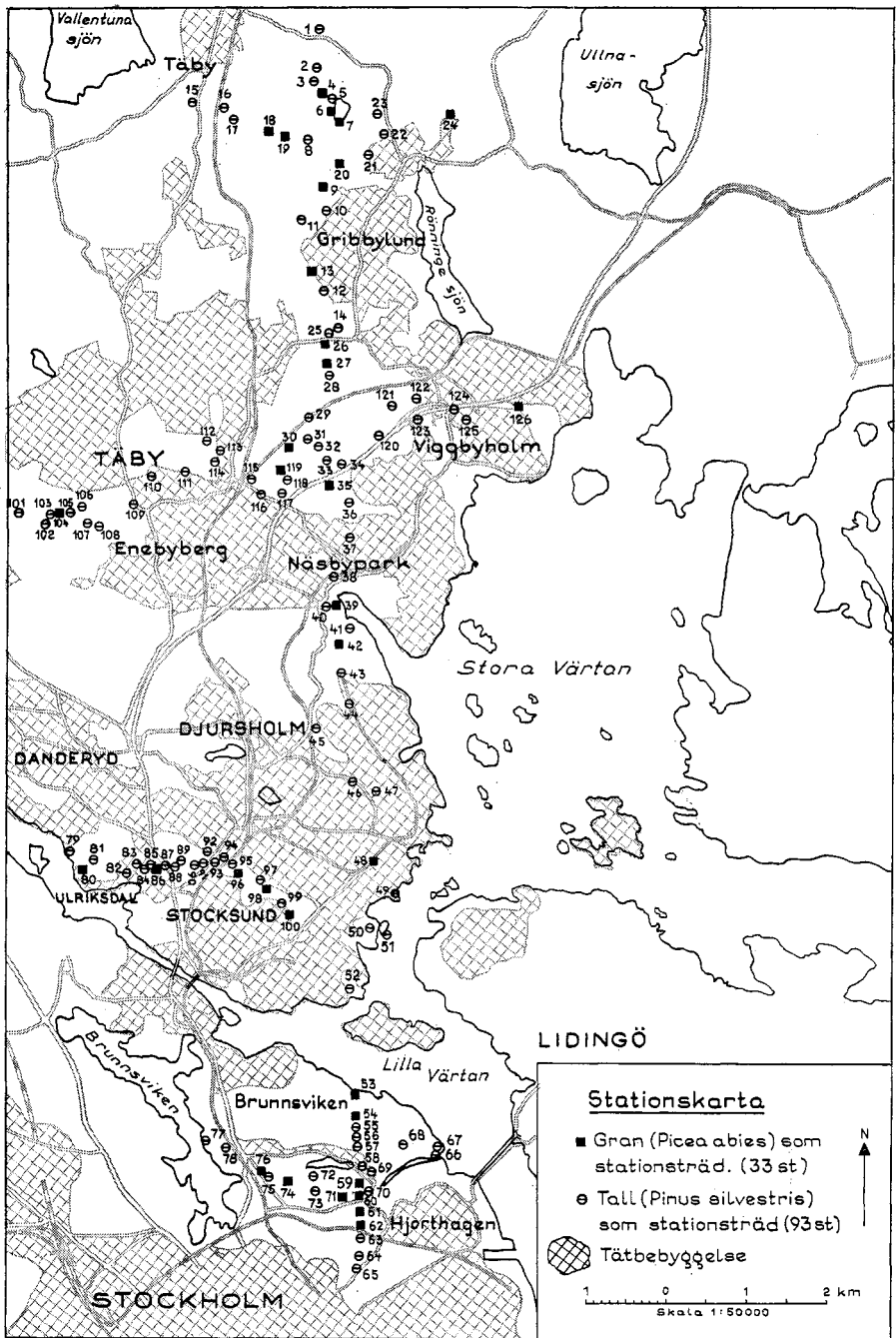
SKOGSHÖGSKOLAN
ROYAL COLLEGE OF FORESTRY
STOCKHOLM

M.s. mottaget för publicering den 29 februari 1968.

ESSELYE AB. STHLM 68
812211

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

I.	Inledning.....	5
II.	Klimat.....	6
III.	Luftföroreningar.....	6
IV.	Fältarbete.....	8
V.	Artförteckning.....	9
	A. Lavar.....	9
	B. Mossor.....	33
	C. Luftalger.....	33
VI.	Barrträdens utseende i luftförorenade områden.....	38
VII.	Sammanfattning.....	39
	Litteraturförteckning.....	42
	Summary.....	43
	Tabell över påträffad epifytflora vid varje station.....	46



Karta 1

I. Inledning

Under senare år har ett flertal avhandlingar publicerats, där man gör gällande att lavarna är speciellt känsliga för luftföroreningar (se t. ex. litteraturförteckning i NATHO 1966: 35). En del forskare bl. a. KLEMENTS (1956) och RYDZAK (1953, 1957) förklarar emellertid lavarnas frånvaro i städerna med det speciella stadsklimatet, särskilt fuktighetsklimatet. Flertalet forskare tycks dock vara av den uppfattningen att lavarna dödas av luftföroreningar.

De epitytiska lavarna har visat sig vara mer känsliga för luftföroreningar än de epilittiska, BESCHEL (1958: 15), KLEMENT (1956: 87), SKYE (1958: 140). Att peka på någon speciell faktor, varför lavarna är så känsliga för luftföroreningar är svårt. RAO och LEBLANC (1966: 74) visar dock att SO₂ speciellt vid hög fuktighet förstör klorofyll a i algen i lavbålen. Surhetsgraden torde också ha sin betydelse i detta sammanhang SKYE (1968).

Föreliggande undersökning, som utfördes sommaren 1965, har utarbetats i samråd med fil. lic. ERIK SKYE och gäller epitytiska lavar på barrträden gran (*Picea abies*) och tall (*Pinus silvestris*).

Undersökningsområdets läge och naturförhållanden framgår av stationskartan (karta nr 1). Topografisk karta över Sverige, blad 10 I Stockholm NO har använts vid undersökningen. Området är beläget mellan Täby köping, ca 2 mil norr om Stockholm, och Stockholm (Lill-Jansskogen). En profil har lagts genom området och därvid har longituden 18° 5' ö. l. följts. Profilen har sålunda kommit att gå genom jordbruksbygd och skogsmarker, villaområden och höghusbebyggelse. Fyra mindre tvärprofiler mot och genom huvudprofilen uppgjordes även, för att få ett något rikhaltigare underlag.

En stor lavinventering gällande epifytiska arter och undersökning av dessa lavars känslighet för luftföroreningar omfattande hela Stockholmsområdet publiceras i år SKYE (1968).

II. Klimat

Årets medelnederbörd för Stockholm är ca 555 mm och avdunstningen uppskattas till ca 360 mm. Augusti har den rikaste nederbörden med i medeltal 76,5 mm och mars den minsta med 21,5 mm (1937—61). Temperaturmaximum inträffar i juni och ligger på $+17,6^\circ$, minimum uppmäts i februari med $-4,6^\circ$ (1940—60).

Vinddiagrammen (fig. 1) uppdelade på de fyra årstiderna har uppgjorts efter data från Bromma flygplats i Stockholm för åren 1955—60. Enligt muntliga informationer från SMHI är dessa uppgifter användbara för området. Smärre avvikelser kan dock förekomma p. g. a. topografiska faktorer. Vinddiagrammen visar under vintern övervägande västlig, under sommaren och hösten sydvästlig riktning. Det finnes alltså en viss tendens att vinden för ut luftföroreningar från Stockholms centrala delar över undersökningsområdet norr om staden. Om våren är vindriktningen växlande. Under hösten (okt), början av vintern (dec) och under våren (april) har vindstyrkan en benägenhet att vara som kraftigast.

III. Luftföroreningar

Luftföroreningsundersökningar i Stockholm startades under eldnings-säsongen 1962/63 (utförda av Statens institut för folkhälsan och Hälsovårdsnämnden i Stockholm), beträffande resultat hänvisas till von UBISCH och NILSSON (1967).

SO₂, NO₂ och damm är de luftföroreningar som i första hand registrerats.

Under långa perioder vintertid överskrider SO₂ (senast vid 0°) det föreslagna riktvärdet för 30 dygn, som är satt till 5 pphm. Även halvtimmesvärdet 25 pphm, som ej får överskridas oftare än 1 % av samtliga värden per månad, överskrides.

NO₂ och damm uppvisar ej så stora säsongmässiga variationer. För NO₂ och damm har det ej uppställts några riktvärden i Sverige.

Inom undersökningsområdet har vi ej att göra med ett stadsklimat, då i området åkrar, skogar, berg och sjöar ligger insprängda. Däremot finnes det anledning förmoda att luften innehåller höga halter av SO₂ och andra luftföroreningar kommande dels från Stockholm och dels från bebyggelsen i området SKYE (1968).

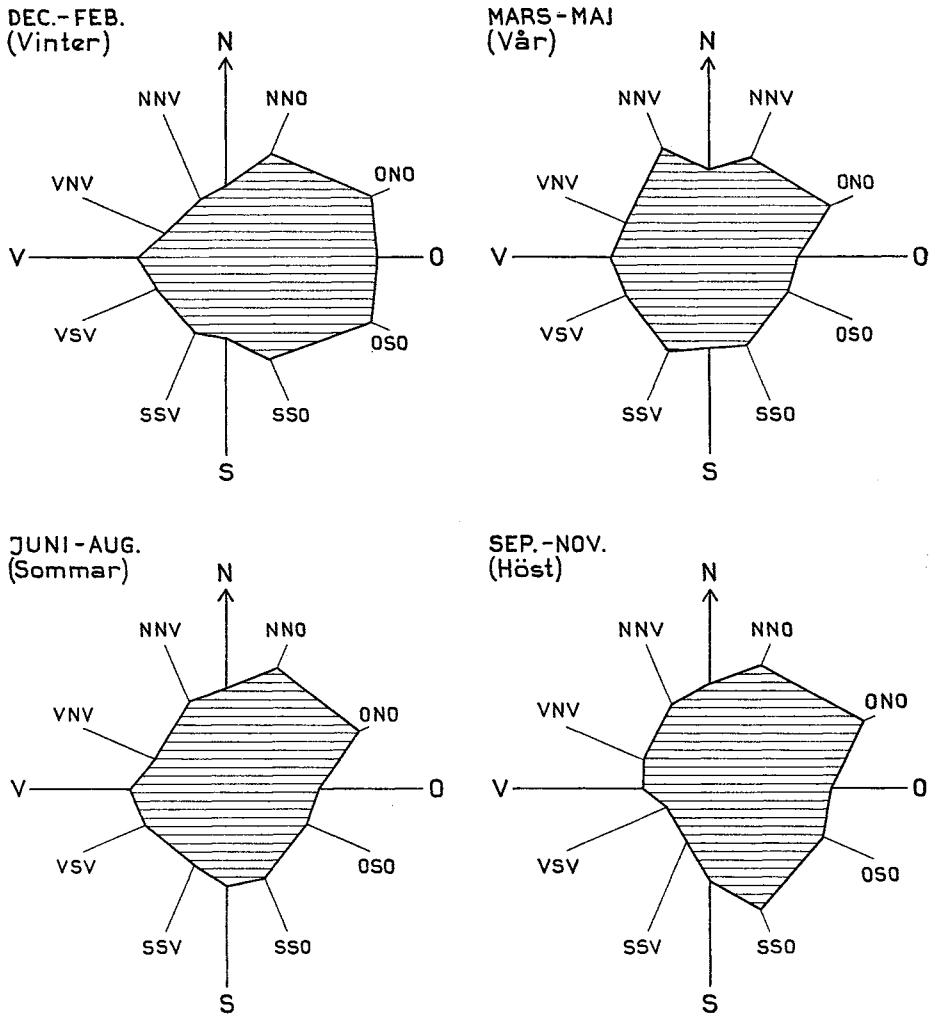


Fig. 1. Vinddiagram från Bromma flygplats. Åren 1955—1960. (Visar åt vilket håll vinden blåser.)
Wind diagrams from Bromma airport, Stockholm. Years 1955—1960. (Show the direction where the wind blows.)

IV. Fältarbete

Insamling av materialet skedde, med smärre avbrott, under sista delen av juni, samt under juli och första hälften av augusti 1965.

Varje träd, som undersökts, har kallats en station (stationsträd).

Vid beskrivning av trädet har två termer använts för dess nedersta del, nämligen rothals och stambas. Rothals bildas då rötterna går ur stammen delvis vid markytan. Stambasen är zonen över rötterna och 2 dm uppåt.

Lavar, mossor och luftalger på trädstammen till en höjd av ca 2,3 m över markytan ingår i undersökningen. Således har ej några arter från grenar eller kvistar medtagits. Materialet — i första hand lavarna — har först artbestämts i fält, därefter har eventuell påverkan av luftföroreningar bedömts. Rikligt med beläggexemplar av varje art insamlades. Det insamlade materialet förvaras nu på Växtbiologiska Institutionen i Uppsala.

För att begränsa undersökningen har endast barrträden *Picea abies* och *Pinus silvestris* undersökts.

Det visade sig ibland svårt att få en något så när jämn fördelning av stationerna efter de uppgjorda profilerna. Tillgången på lämpliga barrträd inom villaområden och höghusbebyggelse var ofta begränsad. Valet av läge för stationerna måste därför till stor del ske direkt i fält.

Vid undersökningen har den principen tillämpats att det träd som hade de flesta lavarna utsågs till stationsträd. Förekomst av mossor och alger har ej inverkat vid val av stationsträd.

För att få en allmängiltig uppfattning om de enskilda lavarernas förekomst, har följande skala använts vilken utarbetats i samarbete med E. Skye. Sparsam förekomst: Från ett exemplar av arten till dess att den börjar göra ett synligt intryck på trädstammen.

Medelgod förekomst: Arten börjar uppträda regelbundet på trädstammen och täcker smärre ytor. (Se fig. 2).

Riklig förekomst: Arten är vanlig utefter trädstammen och täcker mer sammanhängande ytor. (Se fig. 3).

Detta är en mycket grov och subjektiv indelning, men visade sig vara den enda användbara. Andra indelningar försöktes, t. ex. att räkna artantalet per ytenhet där detta var möjligt, något som visade sig ogenomförbart. Att använda Hult-Sernanders 5-gradiga skala skulle bli för omfattande och tidsödande.

Hur de av luftföroreningar påverkade och skadade lavarna *Hypogymnia physodes*, (syn. *Parmelia physodes*), *Parmeliopsis ambigua*, *Parmeliopsis hyperopta* och *Pseudevernia furfuracea* (syn. *Parmelia furfuracea*) uppfattats, se kommentarer under respektive arter i artlistan.

En utförlig beskrivning på svenska av de olika stationernas läge och utseende finns på Växtbiologiska Institutionen i Uppsala och Skogshögskolan Stockholm.

V. Artförteckning

A. Lavar

Alectoria implexa (Hoffm.) Nyl.

Stn nr 3, 23, sparsam förekomst. Stnsträd: *Pinus*.

Alectoria implexa och *Alectoria jubata* åtskildes ej i fält. Då rikligt med material insamlades — ofta nog samtliga exemplar av de *Alectoria*-arter som fanns — är uppskattningen av förekomsten helt tillförlitlig. »*Usnea* sp. *Alectoria* sp. and *Evernia prunastri* only appear when the atmosphere can be regarded as completely free from artificial pollution» FENTON (1964: 244). Att *Alectoria*-arterna är känsliga för luftföroreningar stämmer bra överens med undersökningen, då inga exemplar påträffats förrän långt utanför Stockholm. Ett undantag är station nr 49 i Djursholm. Denna station ligger skyddad för sydliga vindar, vilka medför förorenad luft speciellt från Värtahamnen i Stockholm. Anmärkningsvärt är att i det närmaste samtliga påträffade exemplar är småväxta.

MAGNUSSON (1929: 100) och SANTESSON (1962: 200) betecknar *Alectoria implexa* som allmän i hela landet. *Alectoria jubata* är också allmän enligt ovan nämnda källor och bildar ofta massvegetation på fattigbarksträd särskilt i Norrland DU RIETZ (1945: 170). Höeg fann denna art år 1925 på *Tilia* sp. på Norra Begravningsplatsen HÖEG (1934: 132). Vidare är den redovisad från Bergianska Trädgården 1891 WITTRÖCK och JUEL (1891: 1).

Alectoria jubata (L.) Ach.

Karta nr 2. 2 st medelgod förekomst., 19 st sparsam förekomst. Stnsträd: 2 st *Picea*, 19 st *Pinus*.

Kommentar till denna art se *Alectoria implexa*.

Bacidia chlorococca (Graewe) Lettau.

Stn nr 10, 40, 45. Stnsträd: *Pinus*.

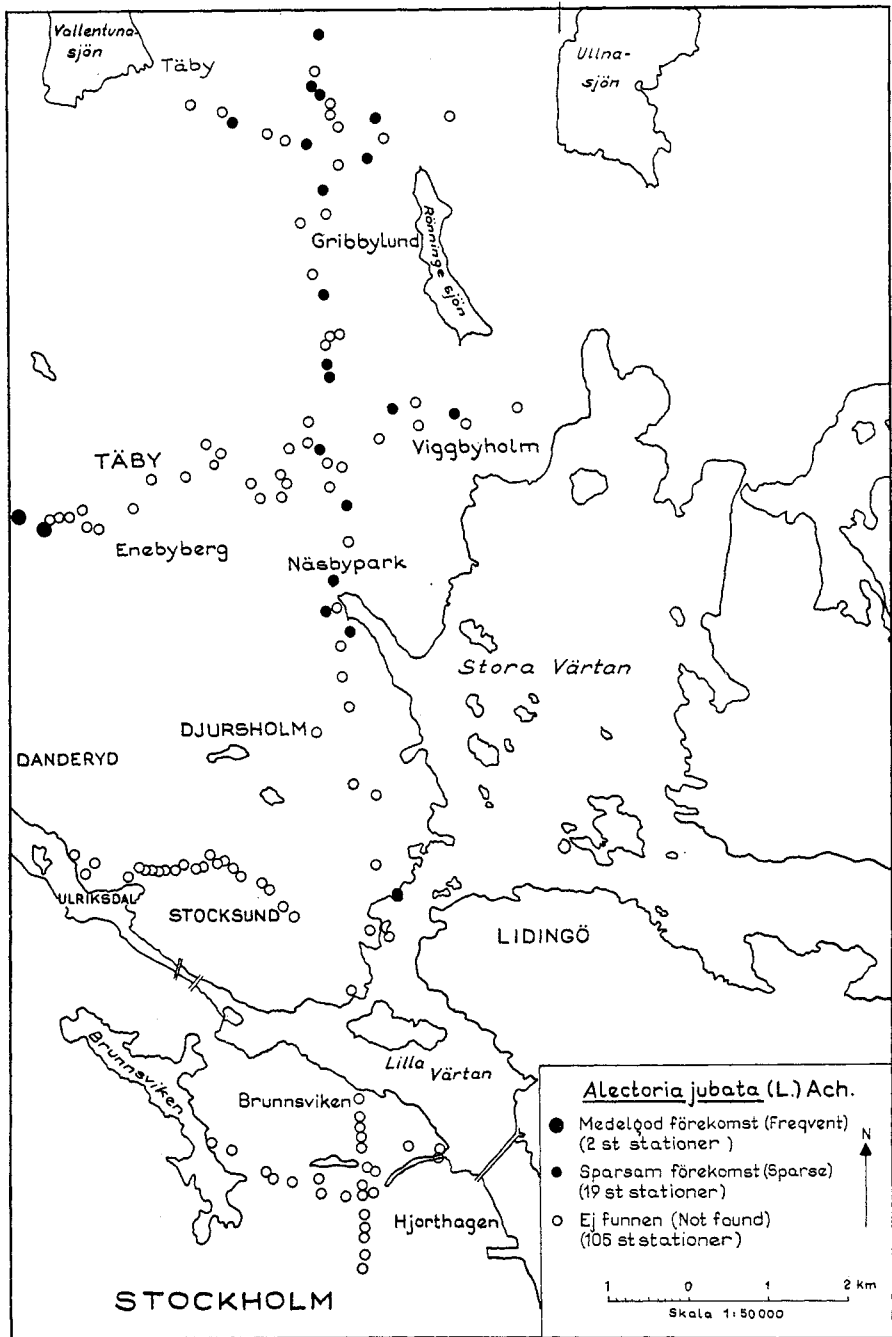
Upptäcktes först vid eftergranskning av insamlat material. Hade arten varit vanligare borde den upptäckts i fält. Enligt Santesson (muntligen) är denna art mycket tålig och går in i Uppsalas centrala delar.

Calicium viride Pers.

Stn nr 19, medelgod förekomst., 24, 126, sparsam förekomst. Stnsträd: *Picea*.

Vanlig på granbark SANTESSON (1962: 176). Då gran endast utgjorde 33 st stationer, måste förklaringen till att ej fler exemplar påträffades sökas i detta förhållande.

Enligt SANTESSON (1962: 176) är denna art vanlig i hela landet.



Karta 2

Cetraria chlorophylla (Wild.) Vain.

Karta nr 3. 1 st medelgod förek., 18 st sparsam förek. Stnsträd: 3 st *Picea*, 16 st *Pinus*.

Visar samma utbredning som bl. a. *Alectoria*-arterna och måste därför räknas till de luftföroreningskänsliga lavarna. De påträffade exemplaren var små och förekom för det mesta enstaka.

Höeg fann *Cetraria chlorophylla* år 1925 på två ställen i Stockholm, dels på Norra Begravningsplatsen på *Tilia* sp., dels på Djurgården (knappt 100 m V om restaurang Gotthem) på *Populus* sp. HÖEG (1934: 137).

Cetraria glauca (L.) Ach.

Karta nr 4. 2 st medelgod förek., 11 st sparsam förek. Stnsträd: 2 st *Picea*, 11 st *Pinus*.

Cetraria glauca måste också i likhet med föregående art placeras bland luftföroreningskänsliga lavar. De påträffade förekomsterna ligger huvudsakligen i utkanterna på undersökningsområdets norra del och där bedöms luftföroreningarna som ringa.

Du RIETZ (1945: 161), MAGNUSSON (1929: 94) och SANTESSON (1962: 198) omtalar arten som mycket allmän. Då emellertid ej fler än 13 st kollekt kunde insamlas kan den ej anses som mycket allmän inom undersökningsområdet.

Cetraria pinastri (Scop.) S. Gray.

Karta nr 5. 1 st medelgod förek., 24 st sparsam förek. Stnsträd: 5 st *Picea*, 20 st *Pinus*.

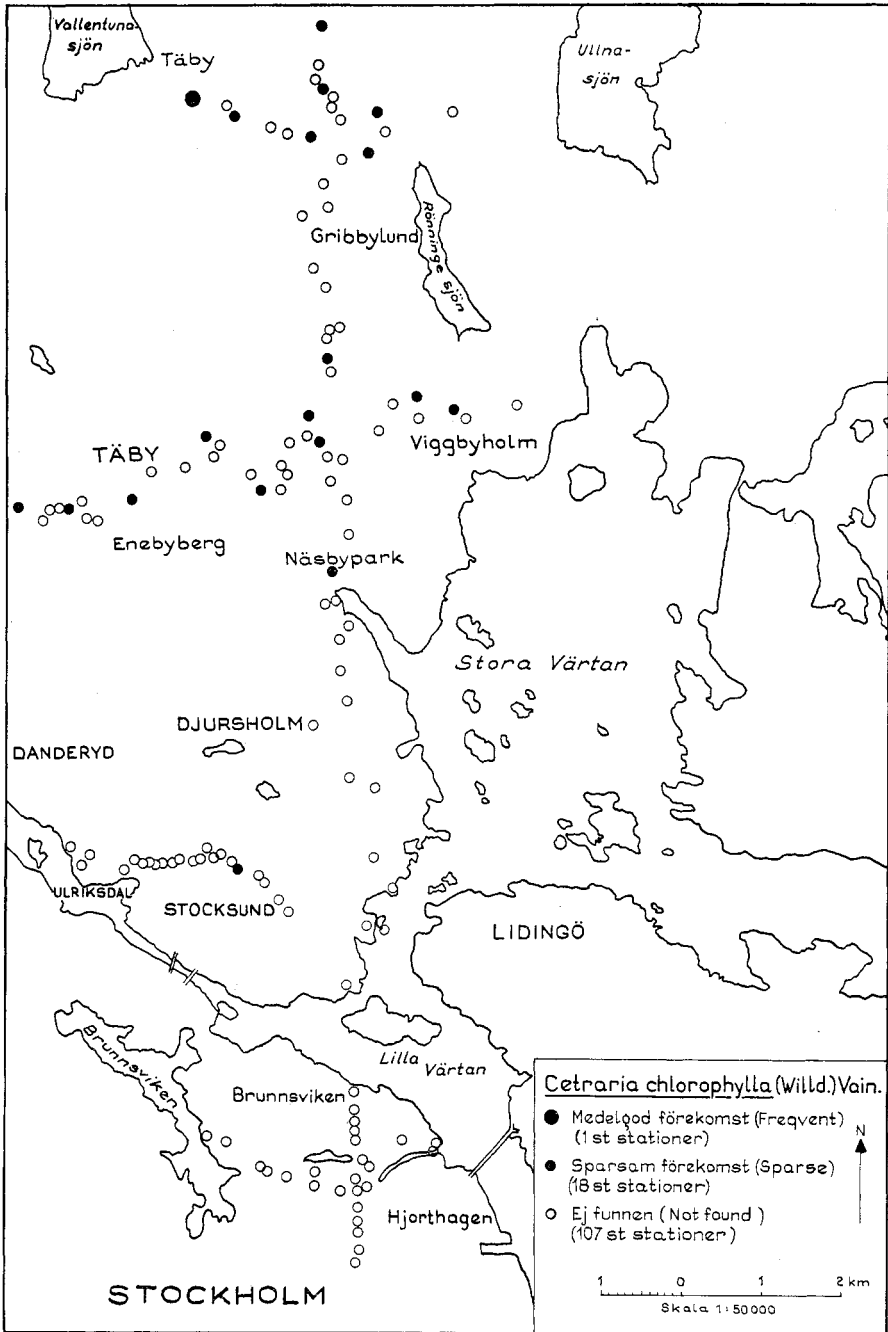
Cetraria pinastri växer ofta på rothalsen och stambasen, vilket kan förklaras med att den, i likhet med *Parmeliopsis ambigua* och *P. hyperopta*, är okänslig för en långvarig snöbetäckning DU RIETZ (1945: 158). Detta gör också att arten är mindre utsatt för luftföroreningar. Säkerligen är de mikroklimatiska förhållandena vid markytan också gynnsamma. Vid de två stationerna (nr 75 och 115), där arten förekom inom området med luftföroreningar, växte den dock ca 1,5 m över marken.

Du RIETZ (1945: 158) omtalar arten som vanlig men oftast sparsamt förekommande på fattigbarksträd. Enligt SANTESSON (1962: 198) är den allmän i hela landet. I norra delen av undersökningsområdet uppträdde *Cetraria pinastri* rätt allmänt; i övriga området sparsamt.

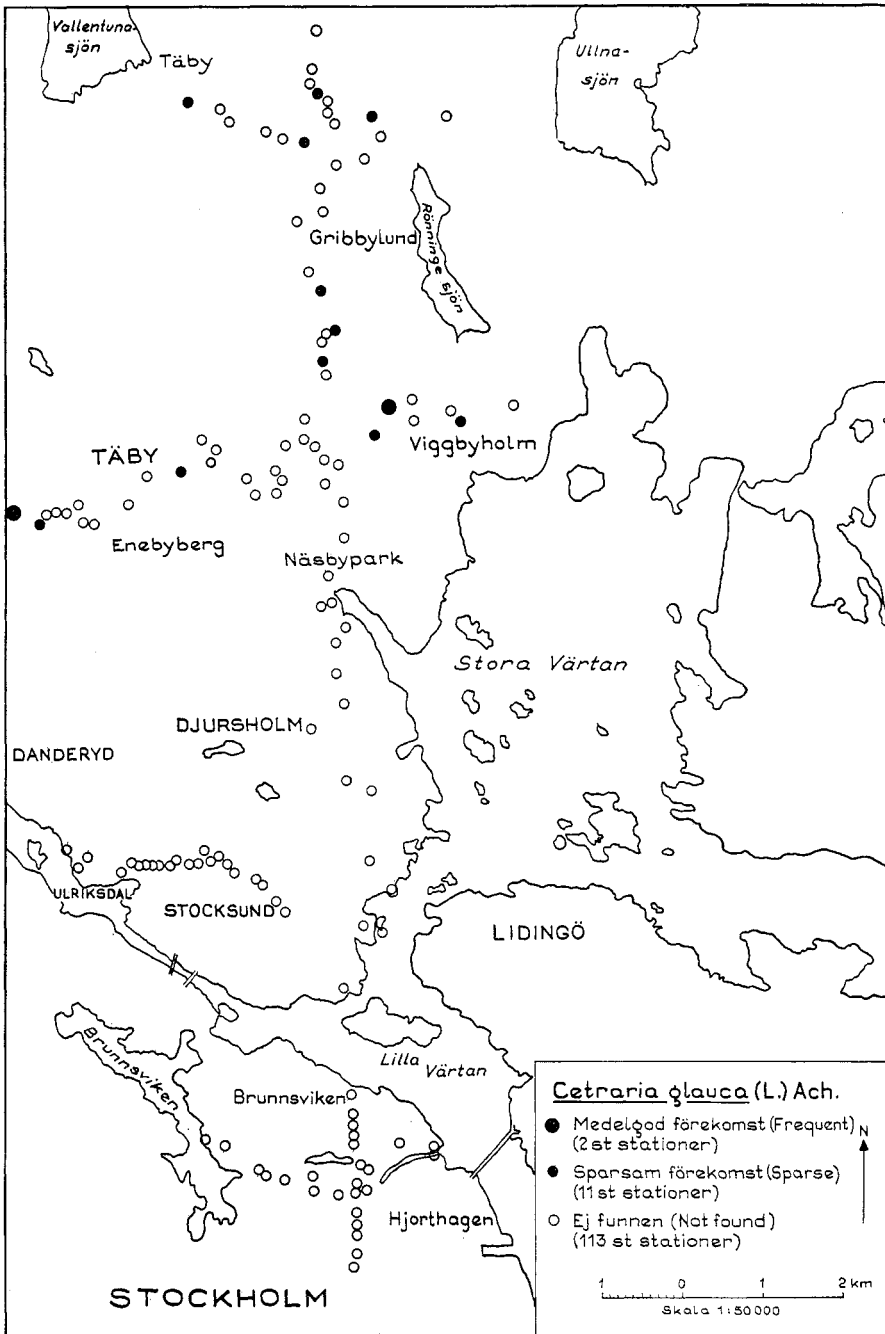
TECKENFÖRKLARING TILL KARTORNA

Key to the maps

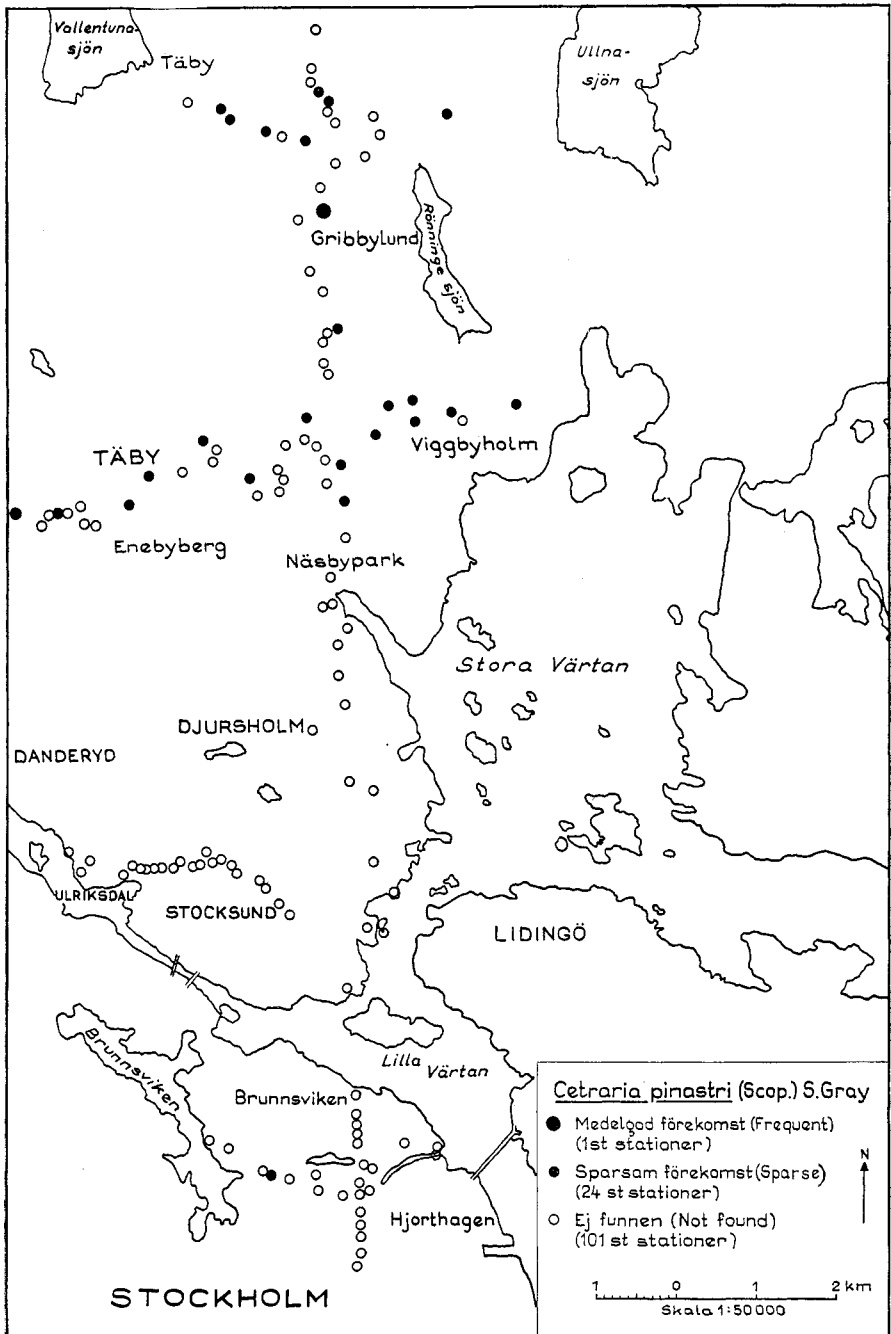
■	<i>Picea abies</i>		○	Sparsam förekomst	Påverkad
⊖	<i>Pinus silvestris</i>		○	Sparce	Affected
●	Sparsam förekomst	Ej påverkad	○	Medelgod förekomst	Påverkad
●	Sparse	Unaffected	○	Frequent	»
●	Medelgod förekomst	»	○	Riklig förekomst	»
●	Frequent		○	Abundant	
●	Riklig förekomst	»	○	Ej funnen	
●	Abundant		○	Not found	
			◐	Förekomst utan bedömning av abundens	
			◐	Abundance not registered	



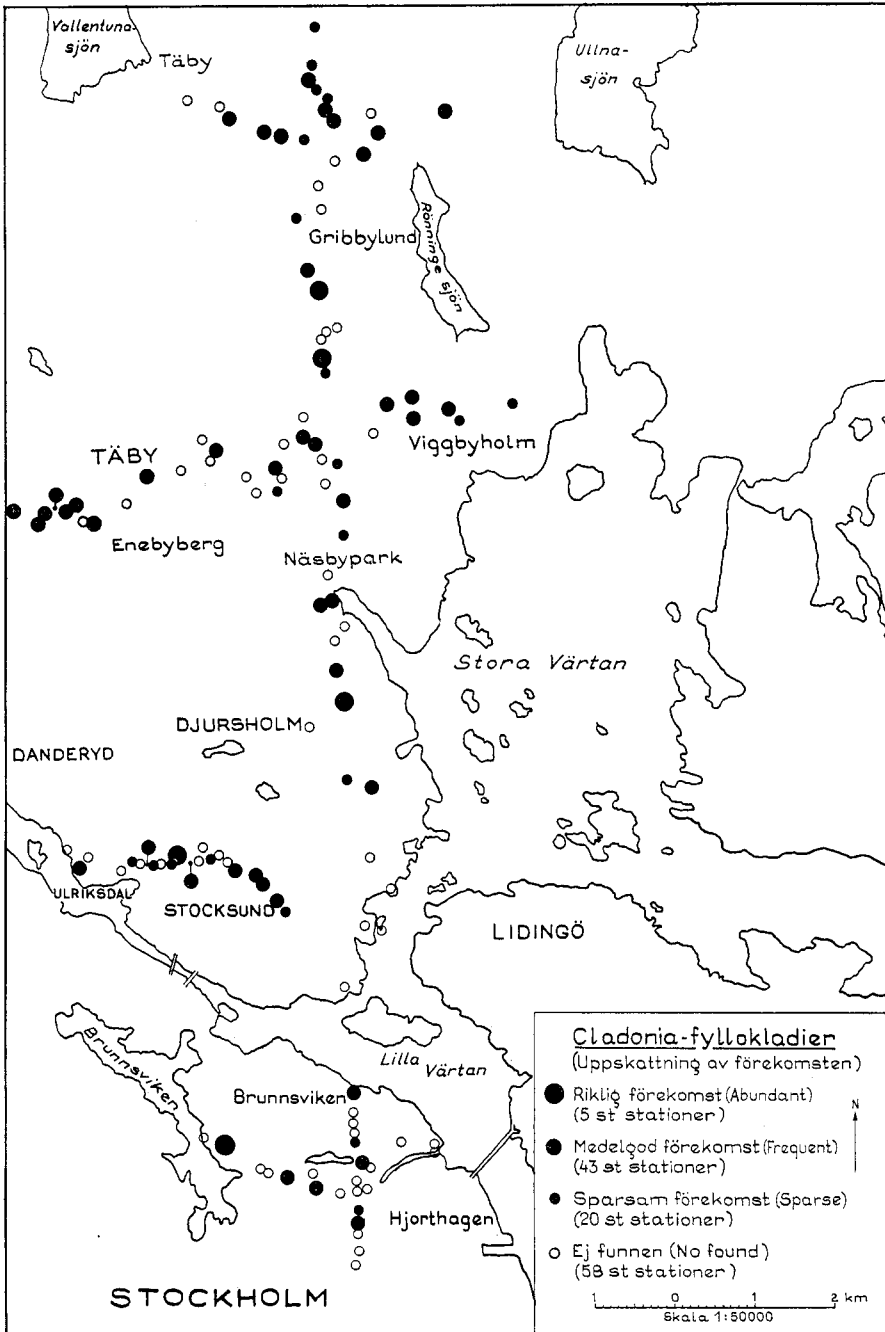
Karta 3



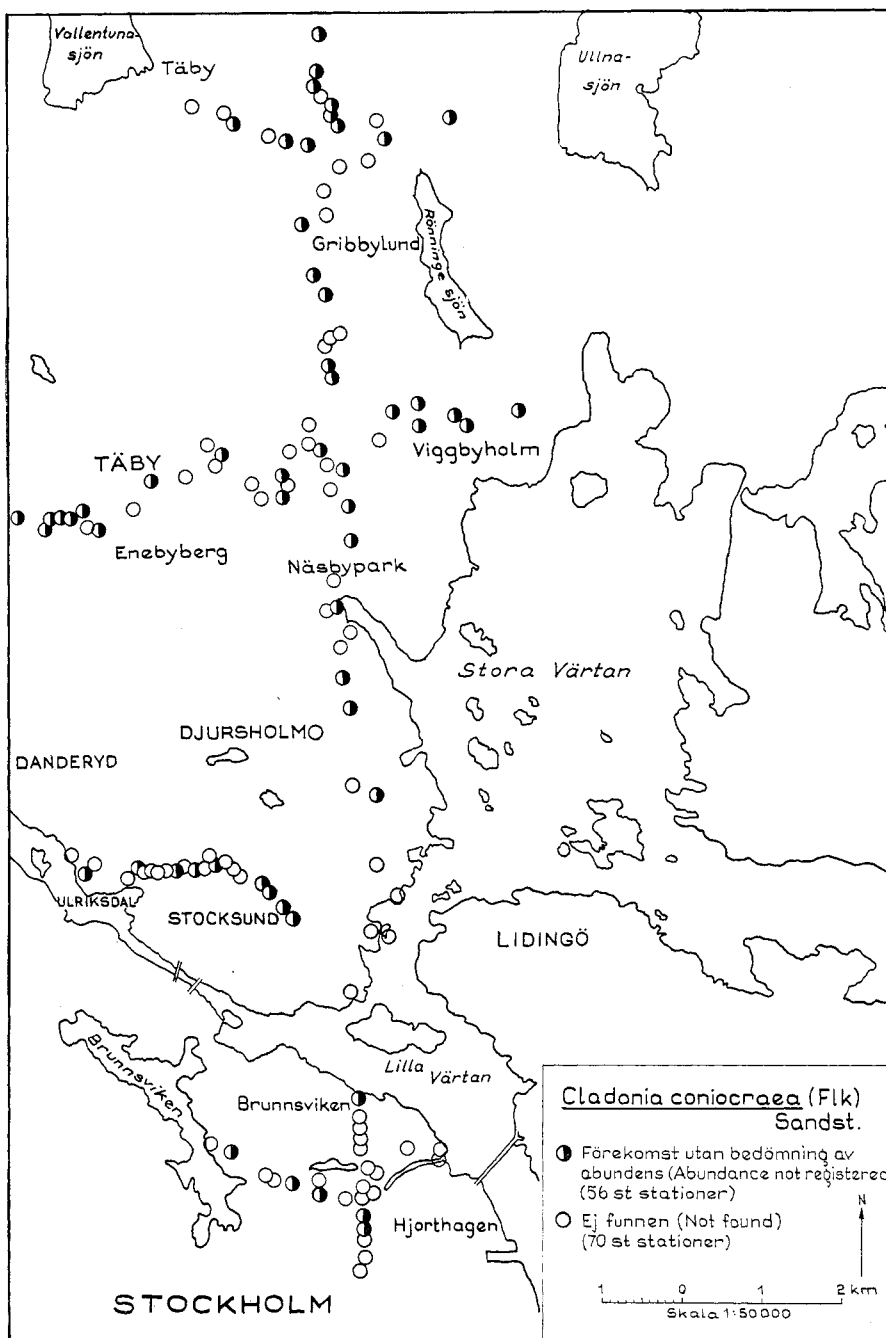
Karta 4



Karta 5



Karta 6



Karta 7

Cladonia — fyllokladier.

Karta nr 6. 5 st rikligt förek., 43 st medelgod förek., 20 st sparsam förek.
Stnsträd: 21 st *Picea*, 47 st *Pinus*.

Att uppskatta förekomsten av de olika *Cladonia*-arterna var för sig visade sig svårt. Därför har en uppskattning av podetie- och fyllokladiförekomster gjorts vid varje station och en karta över dessa sammanställts. På speciella kartor har sedan fynden av de olika *Cladonia*-arterna redovisats. Bedömningen av lavarternas förekomst, som använts till övriga arter, har i detta fall modifierats så att trädstam utbytt mot rothals och stambas. I övrigt bör påpekas den tidigare nämnda svårigheten med en helt objektiv uppskattning av förekomsten, speciellt då fyllokladier påträffats efter stammen.

Att *Cladonia*-arterna uppträder inom hela området och är rätt så jämnt fördelade är intressant. Förklaringen till detta bör vara densamma, som angavs för *Cetraria pinastri*. I detta fall bör de mikroklimatiska faktorerna vara ändå mer avgörande JONES (1952: 112).

Cladonia conioeraea (Flk.) Sandst.

Karta nr 7. Stnsträd: 17 st *Picea*, 39 st *Pinus*.

Den rikligast företrädda av *Cladonia*-arterna; gick även långt in mot Stockholm. »The first colonizers are often *Cladonia coniocraea*» etc. GILBERT (1965: 38) vilket tyder på att den är hårdig. Enligt DU RIETZ (1945: 128), MAGNUSSON (1929: 62) och SANTESSON (1962: 155) är denna art tämligen allmän till allmän, något som stämmer bra med kartbilden.

Cladonia fimbriata (L.) Fr.

Karta nr 8. Stnsträd: 3 st *Picea*, 9 st *Pinus*.

Ej så allmän inom området, trots att DU RIETZ (1945: 128) och SANTESSON (1962: 188) anger den som allmän. Observeras bör att den mest påträffades i områdets nordliga delar.

Cladonia flabelliformis (Flk.) Vain.

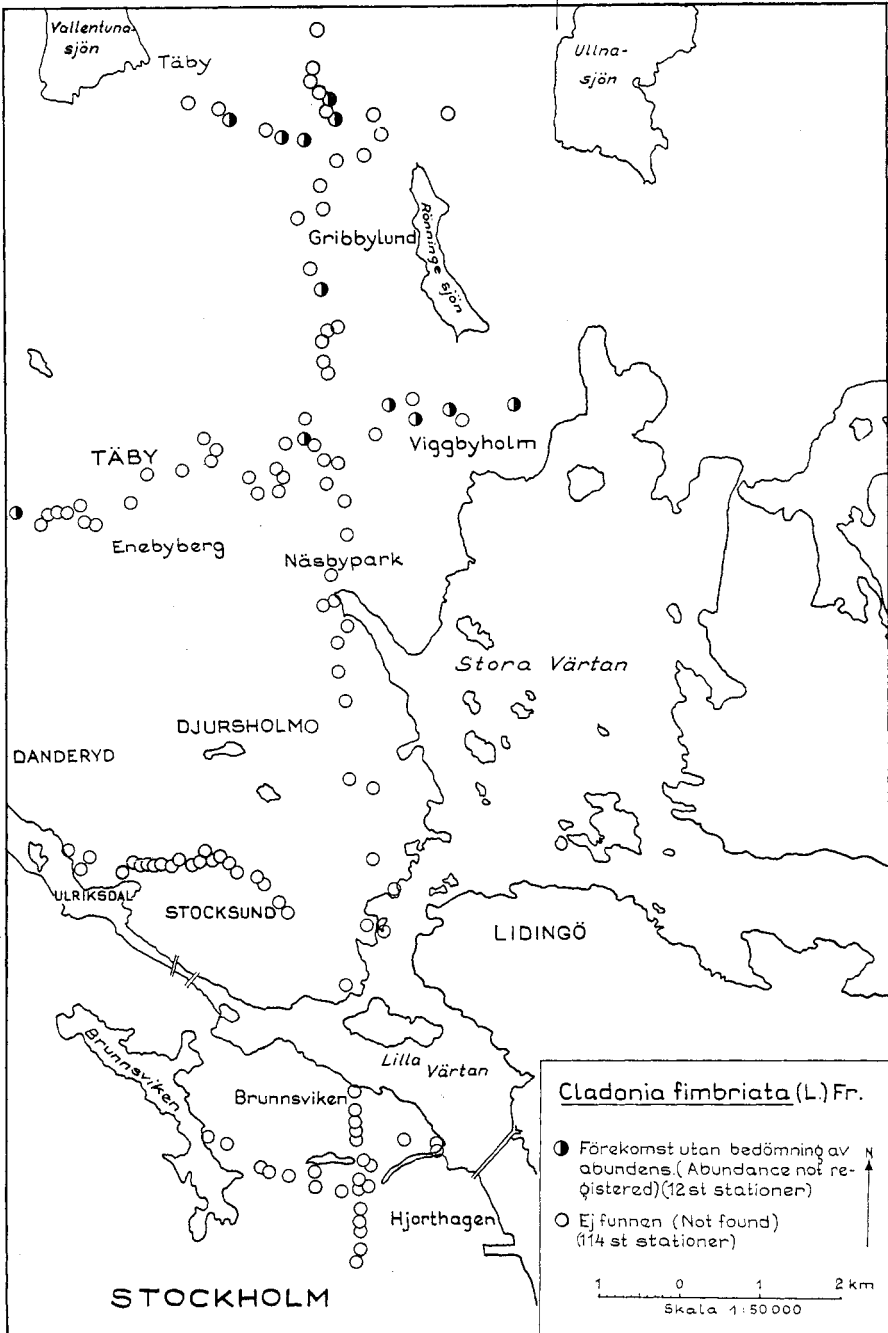
Stn nr 12, 106. Stnsträd: *Pinus*.

Sparsammast bland påträffade *Cladonia*-arter. MAGNUSSON (1929: 49), SANTESSON (1962: 153) anser denna art tämligen allmän i S. Sverige mest i SV.

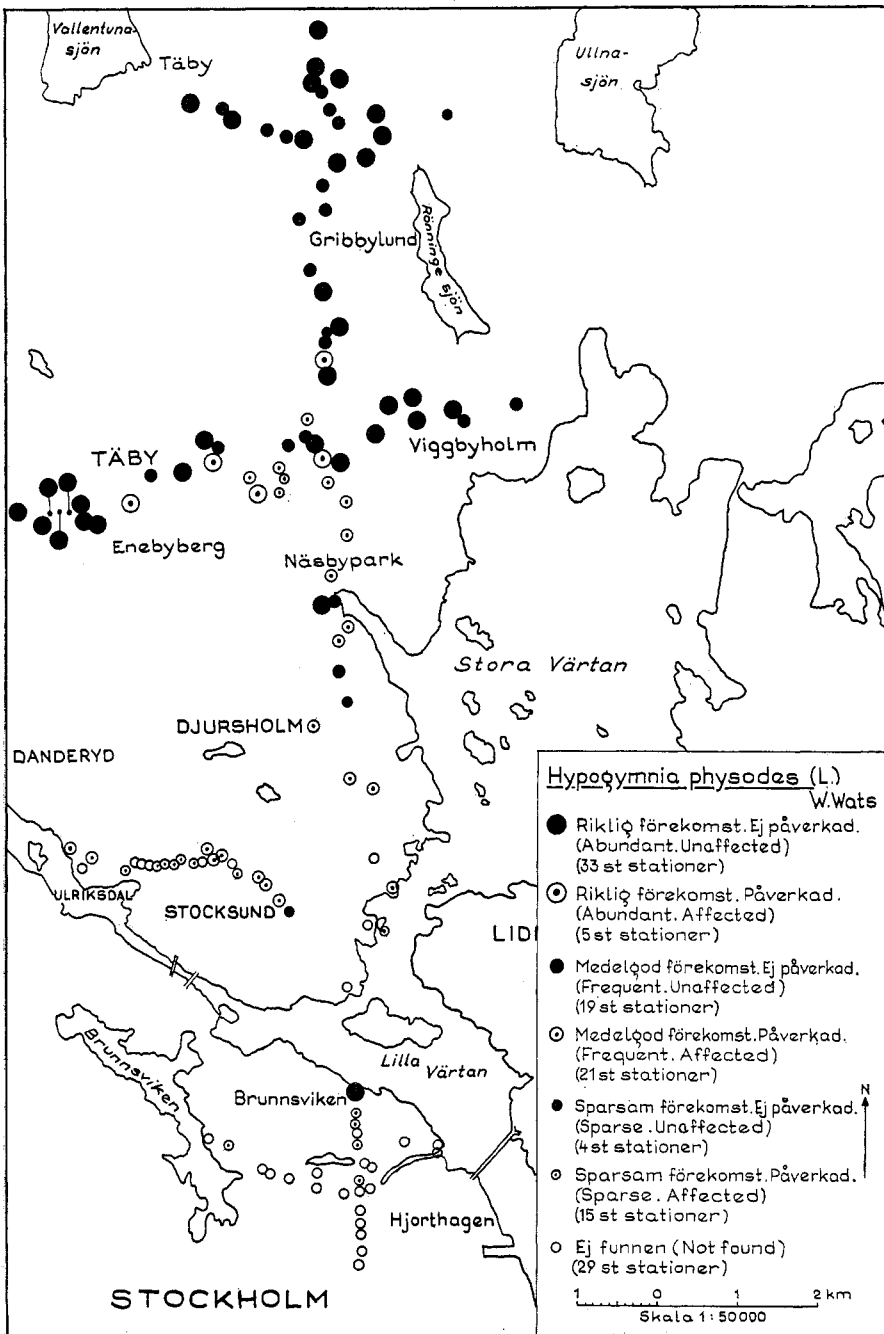
Hypogymnia physodes (L.) W. Wats. (syn *Parmelia physodes* (L.) Ach.)

Karta nr 9. 33 st rikligt förek. opåverkade, 5 st påverkade. 19 st medelgod förek. opåverkade, 21 st påverkade. 4 st sparsam förek. opåverkade, 15 st påverkade. Stnsträd: 26 st *Picea*, 71 st *Pinus*.

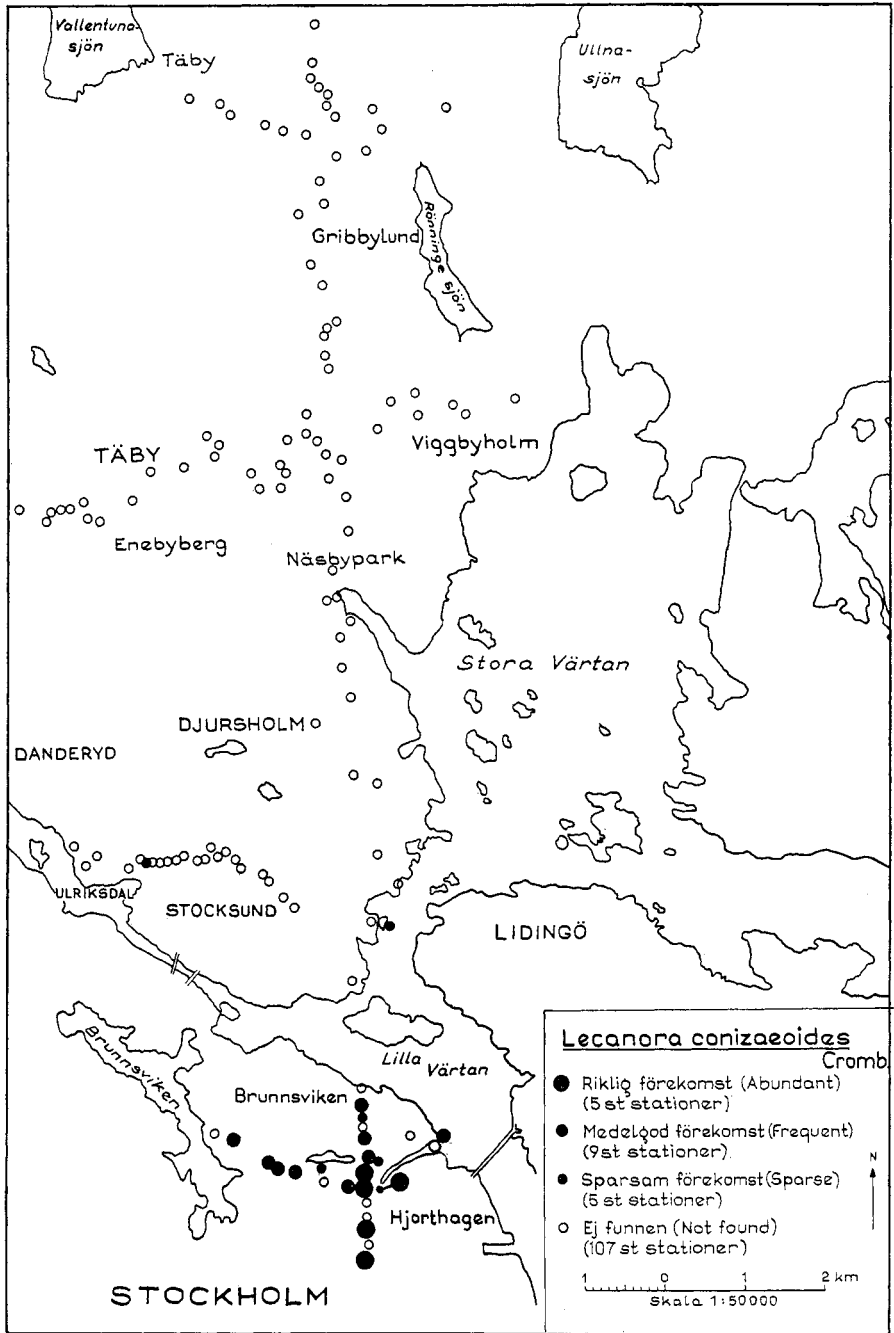
Vanligaste arten, fanns på 97 stationer. De till utseendet ej normala lavbålarna (skadade, sjuka) har kallats påverkade, och dessa stationer har speciellt



Karta 8



Karta 9



Karta 10

markerats på kartan. (Samma förfaringssätt gäller för övriga lavar, som anses påverkade och skadade av luftföroreningar.)

Det har varit svårt att noggrant fastställa vilka förändringar i lavarnas morfologi, som kan tänkas ha förorsakats av luftföroreningar. Gamla exemplar, färgskiftningar etc. hos *Hypogymnia physodes*, kan ofta få lavbålar att se skadade ut. Den påverkade lavbålens utseende framgår av fig. 5. Bålen är mer eller mindre veckad, ibland förkrympt, ofta har den antagit en mörk stålgrå ibland vit färgton. Barkskiktet kan vara borta så att mårgen syns. Att så många stationer som 41 st visar sig vara påverkade, kan dels förklaras med att *Hypogymnia physodes* är så vanlig och trots allt kan hålla sig kvar i luftförorenade områden, dels svårigheten att avgöra lavbålens kondition. Betr. den ev. förklaringen till att stationerna 41, 115, 117 och 118 är påverkade, se *Pseudevernia furfuracea*. Stationer, som ligger utefter livligt trafikerade vägar och järnvägar som t. ex. nr 29, 38, 45, 46, 94 och 109 är utsatta för avgaser och vägdamm, vilket påverkar dessa stationer. Järnvägen (Roslagsbanan) har mer och mer övergått till dieseldrivna tåg. De påverkade stationerna i Stockholm får skyllas på den allmänna luftföroreningen. Observeras bör att station nr 53 i Stockholm ej är påverkad, en tänkbar förklaring till detta, se *Lepraria incana*.

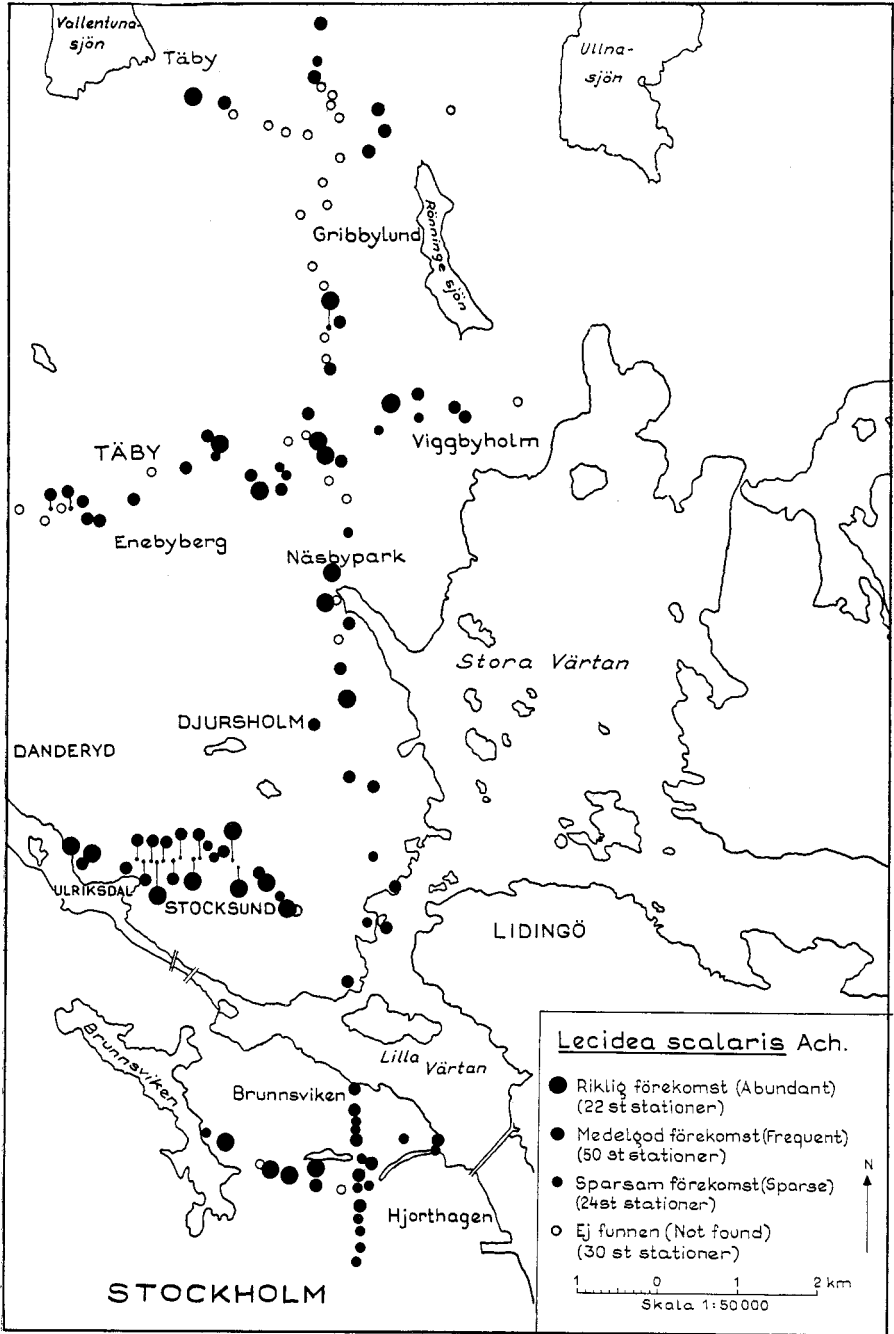
Områdets rikedom av arten stämmer väl med beskrivningar från litteraturen att *Hypogymnia physodes* är bland de vanligaste fattigbarkslavarna DU RIETZ (1945: 147), MAGNUSSON (1929: 79), SANTESSON (1962: 194). Höeg fann denna art på åtskilliga platser inne i Stockholm år 1925 HÖEG (1934: 132). Vidare är den redovisad från Bergianska Trädgården 1891 WITTRÖCK och JUEL (1891: 2).

Lecanora conizaeoides Cromb.

Karta nr 10. 5 st riklig före., 9 st medelgod före., 5 st sparsam före. Stnsträd: 6 st *Picea*, 13 st *Pinus*.

Det var svårigheter att i fält bestämma och uppskatta förekomsten av denna art. När den uppträder sparsamt och växer t. ex. inne i barkspringor, kan den förväxlas med bl. a. grönalger. Vidare kan förväxlingar med andra *Lecanora*-arter ske. För att eliminera den felbestämningen har kollekten prövats med parafenylendiamin och givit reaktionen P + röd.

Lecanora conizaeoides tycks vara tåligast mot luftföroreningar av alla epifytiska lavar. Vidare kan den vara konkurrenssvag i normal vegetation och får ett tillfälle att växa ut först, då andra lavar försvunnit. »This lichen has an extremely interesting distribution in Britain KERSHAW (1963) being largely confined to areas where the level of atmospheric pollution is high (more than 75 tons of soot deposited on the ground per square mile per year» TALLIS (1964: 250). »In 1960 an investigation was carried out by the author along a route from the centre of Belfast to Ballynahinch and it was found that *Lecanora conizaeoides* Cromb. (*L. pityrea* Erichs.) was the most pollution-tolerant lichen in the Belfast area and it attained a high percentage cover before any other crustaceous species occurred. Jones found this lichen also to be the most smoke tolerant in the areas of Birmingham and Selby that were investigated by him in England» FENTON (1964: 232). Det bör anmärkas att



Karta 11

Lecanora coinzaeoides är en västlig art. Den har t. ex. ännu ej påträffats i Finland AHTI (1965: 91).

Att *Lecanora coinzaeoides* tål luftföroreningar framgår tydligt av utbredningen inom undersökningsområdet, då nästan alla fyndplatser ligger i Stockholm. Att station nr 51 i Djursholm hyser arten är intressant, men så ligger denna station fritt exponerad mot söder och Stockholm med Värtahamnen. Det är något förvånande att ej fler stationer i Danderyd än nr 84 har *Lecanora coinzaeoides*. Det kan ev. förklaras med den ovannämnda svårigheten att upptäcka små förekomster. *Lecanora coinzaeoides* går in i Stockholms centrala delar t. ex. på Skeppsholmen — Kastellholmen, SKYE (1964: 330, 1965: 286).

Lecanora coinzaeoides är vanlig i Göteborg, DEGELIUS (1961: 48) och Lund, ALMBORN (1943: 174). En förekomst är också beskriven från Köpmanholmen i Ångermanland, MOBERG (1968).

***Lecanora pinastri* (Schaer.) H. Magn.**

Stn nr 16, 30. Stnsträd: 1 st *Picea*, 1 st *Pinus*.

Se kommentar till hur denna art bestämts under *Lepraria incana*.

***Lecanora subfusea* koll.**

Stn nr 4, 5, 10, 16, 29, 112, 122. Stnsträd: 1 st *Picea*, 6 st *Pinus*.

Artgruppen observerades redan i fält och visade sig mycket svårbestämbar dels p. g. a. materialets knapphet trots att allt som fanns insamlades, dels p. g. a. att apothecierna många gånger ej var fullt utvecklade.

***Lecidea scalaria* Ach.**

Karta nr 11. 22 st riklig förek., 50 st medelgod förek., 24 st sparsam förek. Stnsträd: 14 st *Picea*, 82 st *Pinus*.

Denna art tål luftföroreningar mycket bra. Arten uthärdar även platser utsatta för jorddamm, stendamm etc. SKYE (1965: 286). Detta visar tydligt utbredningen inom området, där arten är rikligast företrädd i mellersta och södra delarna av undersökningsområdet med luftföroreningar och i huvudsak efter vägar i norra delen där luftföroreningar ej är att räkna med. Station nr 25 i Täby är ett tydligt sådant exempel. Hela stationsträdet var neddammat av stendamm från en stenkross och här fanns riklig förekomst av arten.

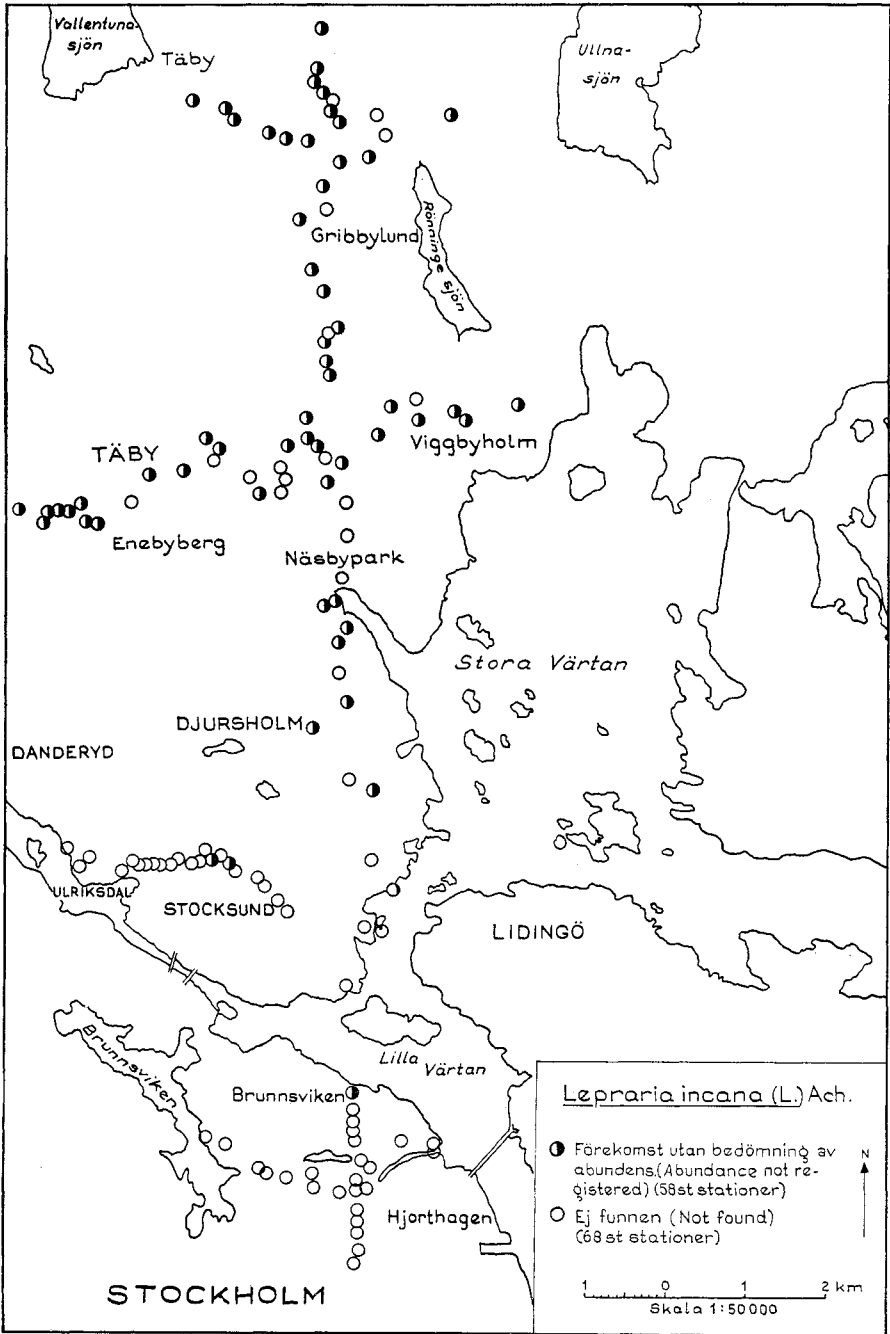
I Stockholm var stationerna 71 och 76 ej bevuxna med *Lecidea scalaria*. Då arten föredrager tall av barrträden (tallstambaser) DU RIETZ (1945: 108) och SANTESSON (1962: 184) och dessa stationsträd utgjordes av gran, kan det vara förklaringen till att den ej fanns där. Då oftast rothalsen och stambasen var växtplatsen för *Lecidea scalaria*, bör detta beaktas vid bedömningskalan riklig till sparsam förekomst, så att trädstam utbytes mot trädets nedre delar.

Lecidea scalaria var en av de vanligaste arterna (överträffades bara av *Hypogymnia physodes*) och påträffades vid 96 stationer. Enligt DU RIETZ (1945: 108) och SANTESSON (1962: 184) är denna art också allmän i hela landet.

***Lecidea symmieta* Ach.**

Stn nr 5. Stnsträd: *Pinus*.

Förekomsten på stationsträdet uppskattades till sparsam.



Karta 12

Lepraria incana (L.) Ach.

Karta nr 12. Stnsträd: 18 st *Picea*, 40 st *Pinus*.

Det har varit svårt att i fält artbestämna de gråvita skorplavarna. Vid insamlandet fick de gå under arbetsnamnet »grått mjöl», och någon uppskattning av förekomsten gick ej att utföra. Vid närmare artgranskning har tre arter kunnat urskiljas, *Lecanora pinastri* (K + gul), *Lepraria incana* (syn. *Lepraria aeruginosa*) och *Ochrolechia microstictoides*. Denna artgranskning är delvis summarisk beroende på svårigheter att exakt bestämma allt material. Av kartbilden framgår att *Lepraria incana* är rikligast företrädd i områdets norra och mellersta delar — ett tecken på att denna art är känslig för luftföroreningar?

Station nr 53 i Stockholm är en mycket intressant station på grund av sin rika och opåverkade lavvegetation. (Lavvegetationen var lika intakt på närstående träd.) Här fanns *Lepraria incana* (medelgod — riklig förekomst). En annan art, som det fanns rikligt av, var *Hypogymnia physodes*. Stationen ligger i nordläge och något exponerad mot norr. Den är därigenom skyddad för sydliga vindar från Värtahamnen. Lavvegetationen fanns på trädets Ö-, N-, V-sida —; mest på N-sidan. Ett fenomen som för övrigt är vanligt. SANTESSON (1962: 173) betecknar denna art som allmän på bark i hela Sverige.

Ochrolechia microstictoides Räs.

Stn nr 2, 5, 7, 22, 101, 108, 112, 121. Stnsträd: 1 st *Picea*, 7 st *Pinus*.

Beträffande observation av denna art och insamling i fält se *Lepraria incana*. Det är anmärkningsvärt hur långt bort från luftföroreningskällor denna art uppträder.

Parmelia sulcata Tayl.

Stn nr 10, sparsam förekom. Stnsträd: *Pinus*.

Växer företrädesvis på lövträd, betydligt sparsammare på barrträd där den nästan helt saknas. MAGNUSSON (1929: 89), SANTESSON (1962: 196) omtalar *Parmelia sulcata* som vanlig i hela landet. Höeg redovisar den från åtskilliga platser i Stockholm (1934: 133).

Parmeliopsis aleurites (Ach.) Nyl.

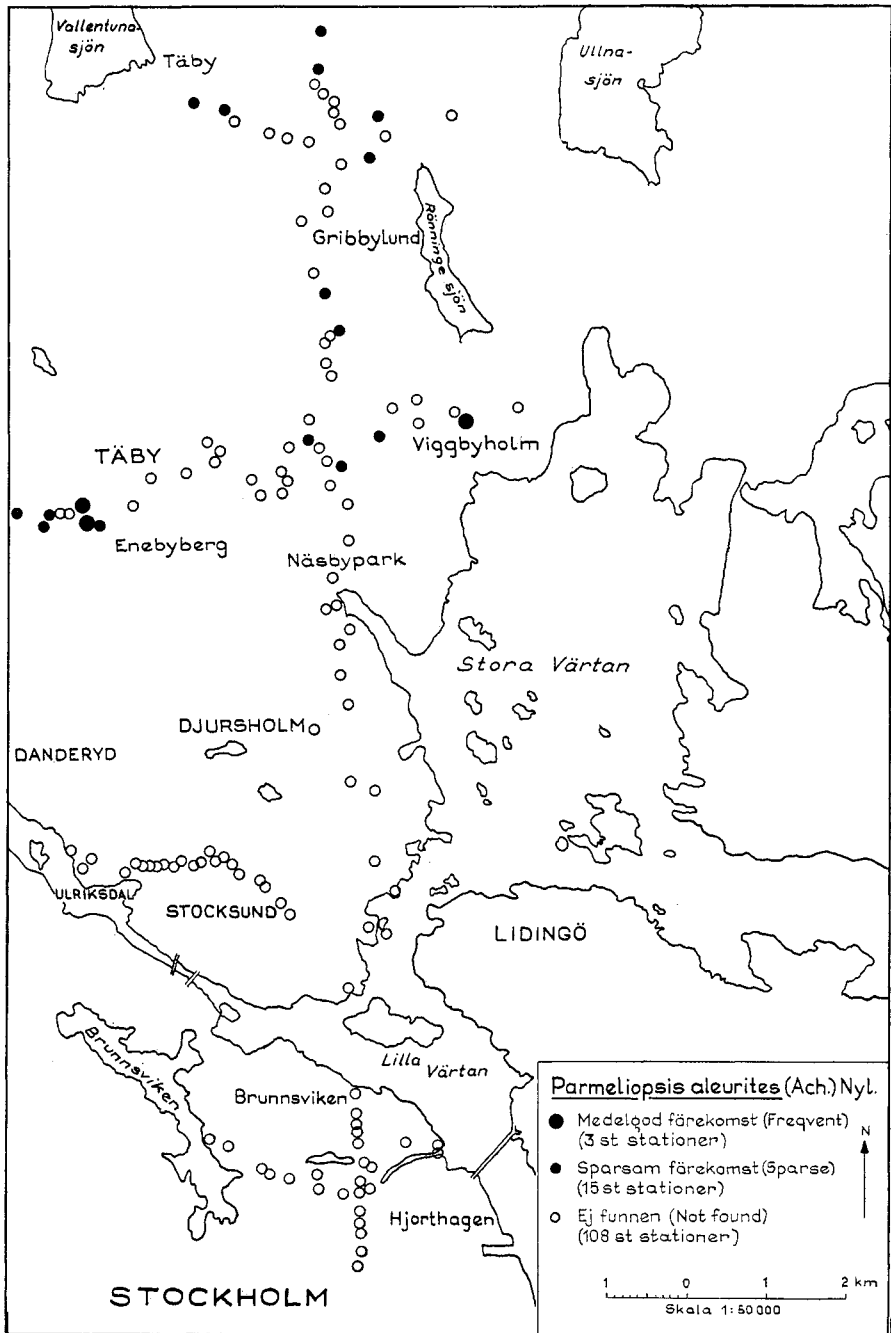
Karta nr 13. 3 st medelgod förekom., 15 st sparsam förekom. Stnsträd: *Pinus*.

Då *Parmeliopsis aleurites* är tämligen allmän i landet SANTESSON (1962:160), borde den inte endast finnas i undersökningsområdets norra del. Något som bör tyda på att denna art ej uppträder på lokaler med starka luftföroreningar.

Parmeliopsis ambigua (Wulf.) Nyl.

Karta nr 14. 4 st riklig förekom., 23 st medelgod förekom. opåverkade, 4 st påverkade. 23 st sparsam förekom. opåverkade, 5 st påverkade. Stnsträd: 11 st *Picea*, 48 st *Pinus*.

Hör till de arter som uppvisar förändringar av morfologin (fig. 6) inom de områden där luftföroreningarna bedöms vara störst. Förändringarna består i



Karta 13



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

Fig. 2. Medelgod förekomst av *Hypogymnia physodes* från station nr 29.

Frequent *Hypogymnia physodes* at station No. 29.

Fig. 3. Riklig förekomst av *Hypogymnia physodes* från station nr 53.

Abundant *Hypogymnia physodes* at station No. 53.

Fig. 4. Bark som flagnar i stora stycken från tall. (Se pilarna.) Detta fenomen har iakttagits på flera ställen även i centralare delar av Storstockholmsområdet.

Bark of *Pinus sylvestris* flaking off in large pieces. (See the arrows.) This phenomenon has been observed in several places, even in central parts of the Stockholm region.

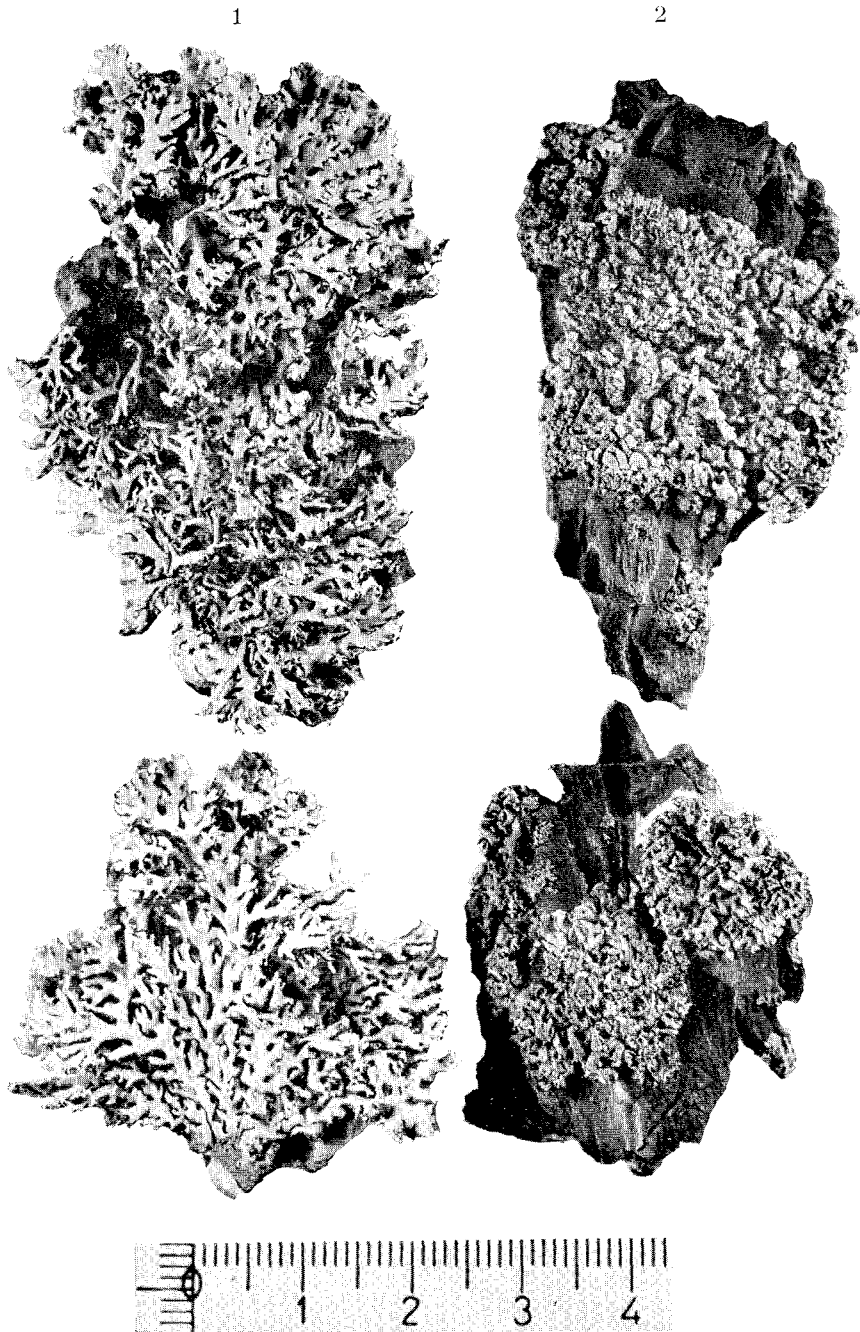
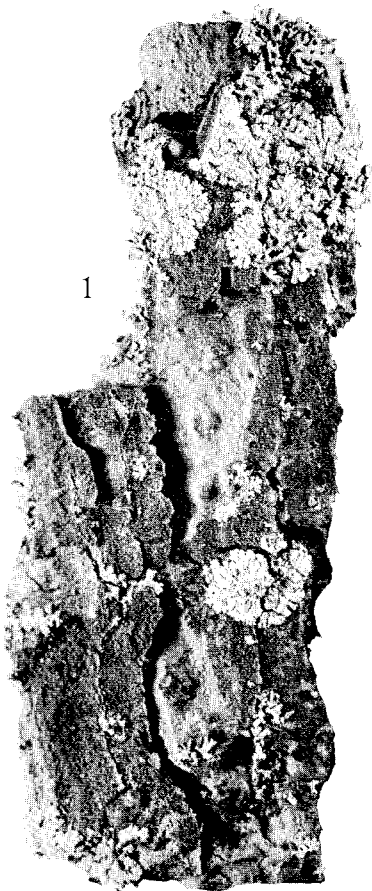
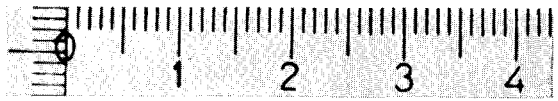


Fig. 5. Nr 1. Opåverkad *Hypogymnia physodes* från station nr 8.
 No. 1. Unaffected *Hypogymnia physodes* from station No. 8.
 Nr 2. Påverkad *Hypogymnia physodes* från station nr 81. Bålen skrynklar ihop sig på ett karaktäristiskt sätt och färgen blir mörkt stålgrå.
 No. 2. Affected *Hypogymnia physodes* from station No. 81 The thallus wrinkles in a characteristic manner and the colour turns darkly steel-grey.



1



2

Fig. 6.

Nr 1. Opåverkad *Parmeliopsis ambigua* från station nr 17.

Nr 2. Påverkad *Parmeliopsis ambigua* från station nr 118.

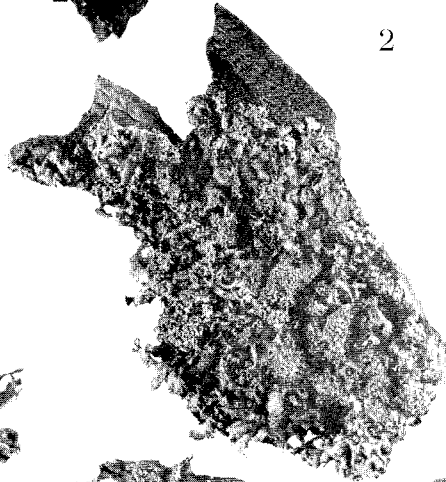
Bålen blir slutligen en krusta där man inte kan urskilja de olika loberna.

No. 1. Unaffected *Parmeliopsis ambigua* from station No. 17.

No. 2. Affected *Parmeliopsis ambigua* from station No. 118. The thallus finally becomes a crust where the different lobes cannot be seen separately.



1



2

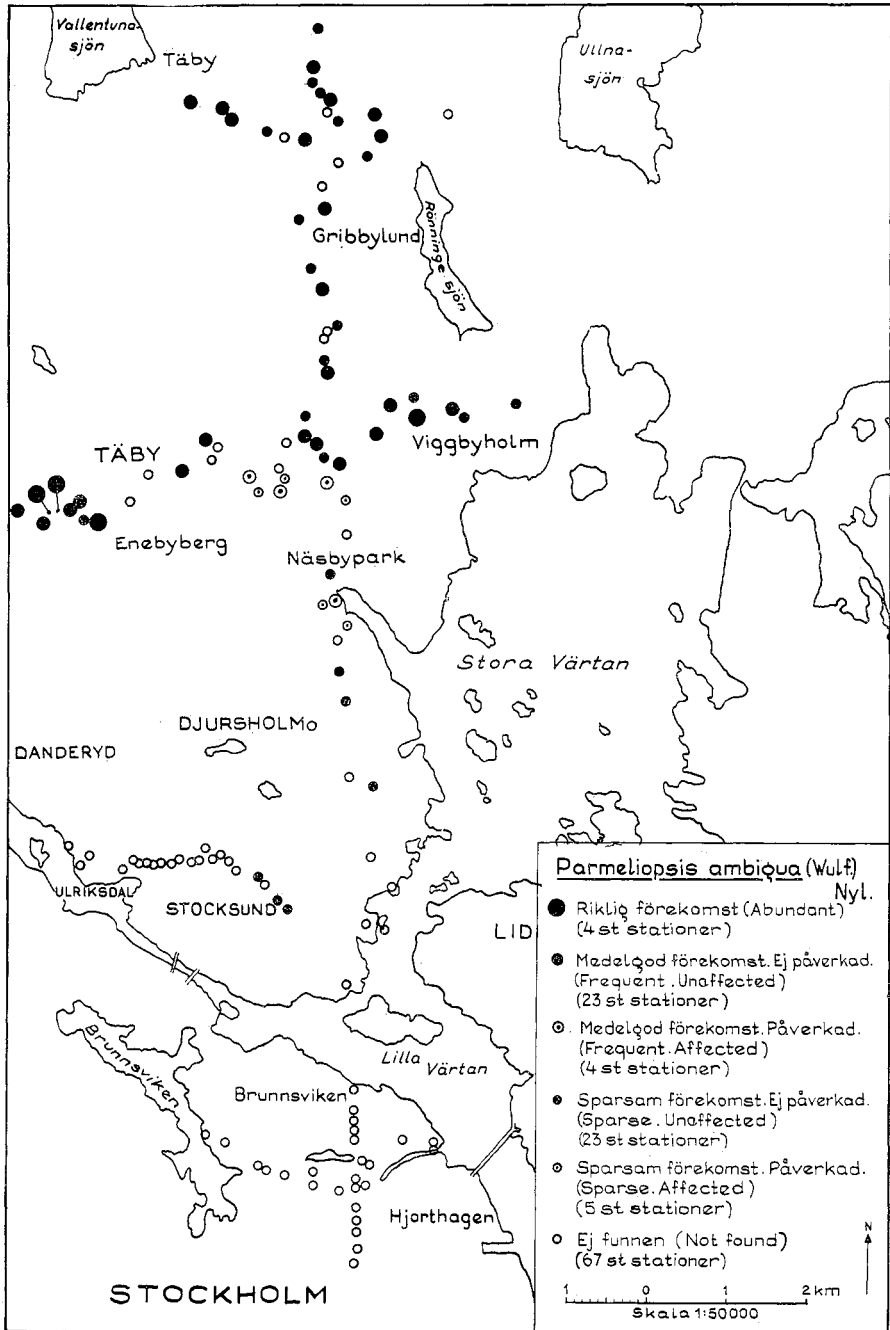
Fig. 7.

Nr 1. Opåverkad *Pseudevernia furfuracea* från station nr 8.

Nr 2. Påverkad *Pseudevernia furfuracea* från station nr 115. Skadorna börjar i lobändarna.

No. 1. Unaffected *Pseudevernia furfuracea* from station No. 8.

No. 2. Affected *Pseudevernia furfuracea* from station No. 115. Injuries start at ends of lobes.



Karta 14

att bålen blir upplöst (leprös) och missfärgad, ofta svavelgul. Den vita mårgen blir ofta synlig. Det är emellertid i vissa fall svårt att skilja opåverkade och påverkade exemplar åt. (Se också under *Hypogymnia physodes* och *Pseudevernia furfuracea*).

Parmeliopsis ambigua är allmän i landet DU RIETZ (1945: 157), MAGNUSSON (1929: 77), SANTESSON (1962: 194), så att 59 stationer med arter får anses normalt. Två lokaler för arten redovisar Höeg från Stockholm år 1925, nämligen från Margaretavägen i norra delen av Stockholm på *Betula* sp. och från Djurgården (knappt 100 m v. om restaurang Gotthem) på *Populus* sp. HÖEG (1934: 133).

***Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Vain.**

Stn nr 10, 17, sparsam förek. opåverkade, 117, sparsam förek. påverkad. Stnsträd: *Pinus*.

Av de få fynden kan inget utläsas om artens eventuella känslighet för luftföroreningar. Station 117 uppvisar en påverkad förekomst, där lavbålen är skorplikt ihoptorkad.

I litteraturen DU RIETZ (1945: 157), MAGNUSSON (1929: 77), SANTESSON (1962: 160) omtalas arten som allmän, utom i de sydliga delarna av landet.

***Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf (syn. *Parmelia furfuracea* (L.) Ach.)**

Karta nr 15. 9 st medelgod förek. opåverkade, 1 st påverkad. 20 st sparsam förek. opåverkade, 3 st påverkade. Stnsträd: 2 st *Picea*, 31 st *Pinus*.

Pseudevernia furfuracea är den lav som uppvisar den största förändringen i morfologin inom de områden där luftföroreningar kan tänkas vara höga. Så är förhållandet i Näsbydal i Täby med stationerna nr 115, 117, 118 där höghusbebyggelse med central värmeanläggning tillkom för 8—10 år sedan. *Pseudevernia furfuracea* saknas också helt på stationsträden i mellersta och södra delen av undersökningsområdet. Den påverkade lavbålens utseende framgår av fig. 7. Den busklikta bålen är förkrympt och dess grenar starkt förkortade.

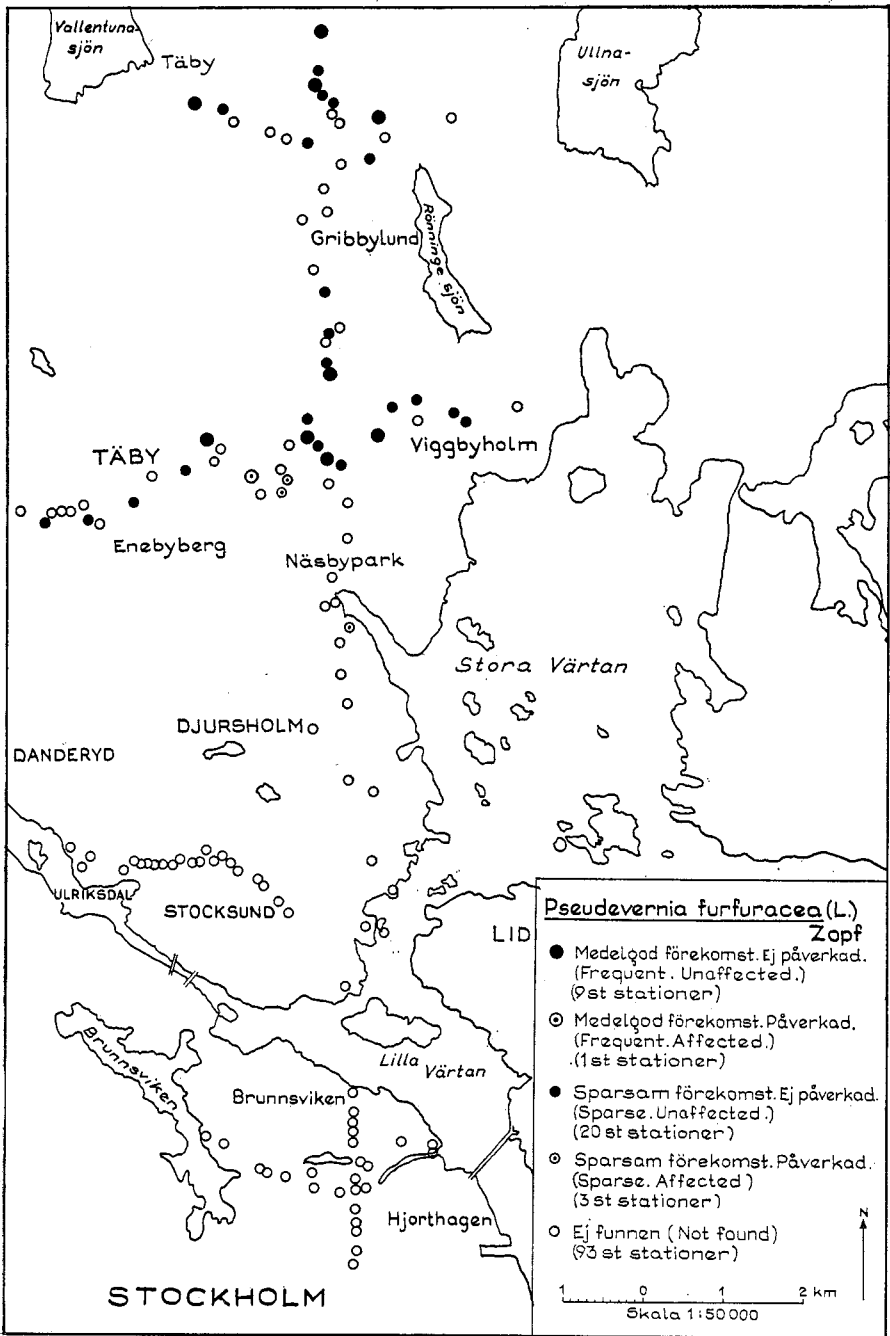
Att station nr 41 i Djursholm har påverkad förekomst av arten är förvånande, då denna plats ej ligger i närheten av bebyggelse. Det måste skyllas på någon slags besprutning el. dyl. ty stationen ligger just vid en »green» på golfbanan.

I norra delen av undersökningsområdet är *Pseudevernia furfuracea* en allmän art, vilket den är i övriga delar i landet utom i fjälltrakterna DU RIETZ (1945: 148), MAGNUSSON (1929: 82), SANTESSON (1926: 194). Höeg påträffade arten två gånger i Stockholm år 1925, dels på Norra Begravningsplatsen på *Tilia* sp., dels vid Margaretavägen i norra delen av Stockholm på *Betula* sp. HÖEG (1934: 133).

***Ramalina farinacea* (L.) Ach.**

Stn nr 1, sparsam förek. Stnsträd: *Pinus*.

Lövträdsart, som normalt ej växer på barrträd DU RIETZ (1945: 173), MAGNUSSON (1928: 104), SANTESSON (1962: 202), Höeg redovisar ett fynd från Djurgården (Rosendal) på *Acer* sp. HÖEG (1934: 133).



Karta 15

Usnea sp.

Karta nr 16. 2 st medelgod förek., 22 st sparsam förek. Stnsträd: 2 st *Picea*, 22 st *Pinus*.

Usnea sp. har insamlats kollektivt. Att *Usnea*-arterna torde vara känsliga för luftföroreningar framgår av kartan (jämför vad som sagts om *Alectoria*-arterna). Station nr 49 i Djursholm uppvisar ett fynd. Samma sak med *Alectoria jubata*, se denna art och d:o för närmare uppgifter om stationens läge.

B. Mossor

Utbredningsbilden av de i denna undersökning aktuella mossorna (karta nr 17) visar stor likhet med de lavar, som kan misstänkas vara känsliga för luftföroreningar t. ex. *Alectoria jubata*, *Cetraria glauca*, *Pseudevernia furfuracea*.

Eftersom inga typiska »mossträd» inventerats bör kanske ej detta sammanträffande sättas så starkt i samband med luftföroreningar. Intressant är att station nr 53 i Stockholm har en mossförekomst. Angående denna stations topografiska läge se *Lepraria incana* (s. 25). Av de nio påträffade arterna var *Ptilidium pulcherrimum* vanligast med 16 kollekt (utbredningskarta nr 18).

Ofta var det svårt att avgöra om mossan vid rothalsen växte på barken, eller om den låg an mot den. Alla tvivelaktiga fall uteslöts.

Någon abundans för de enskilda mossförekomsterna har ej gjorts.

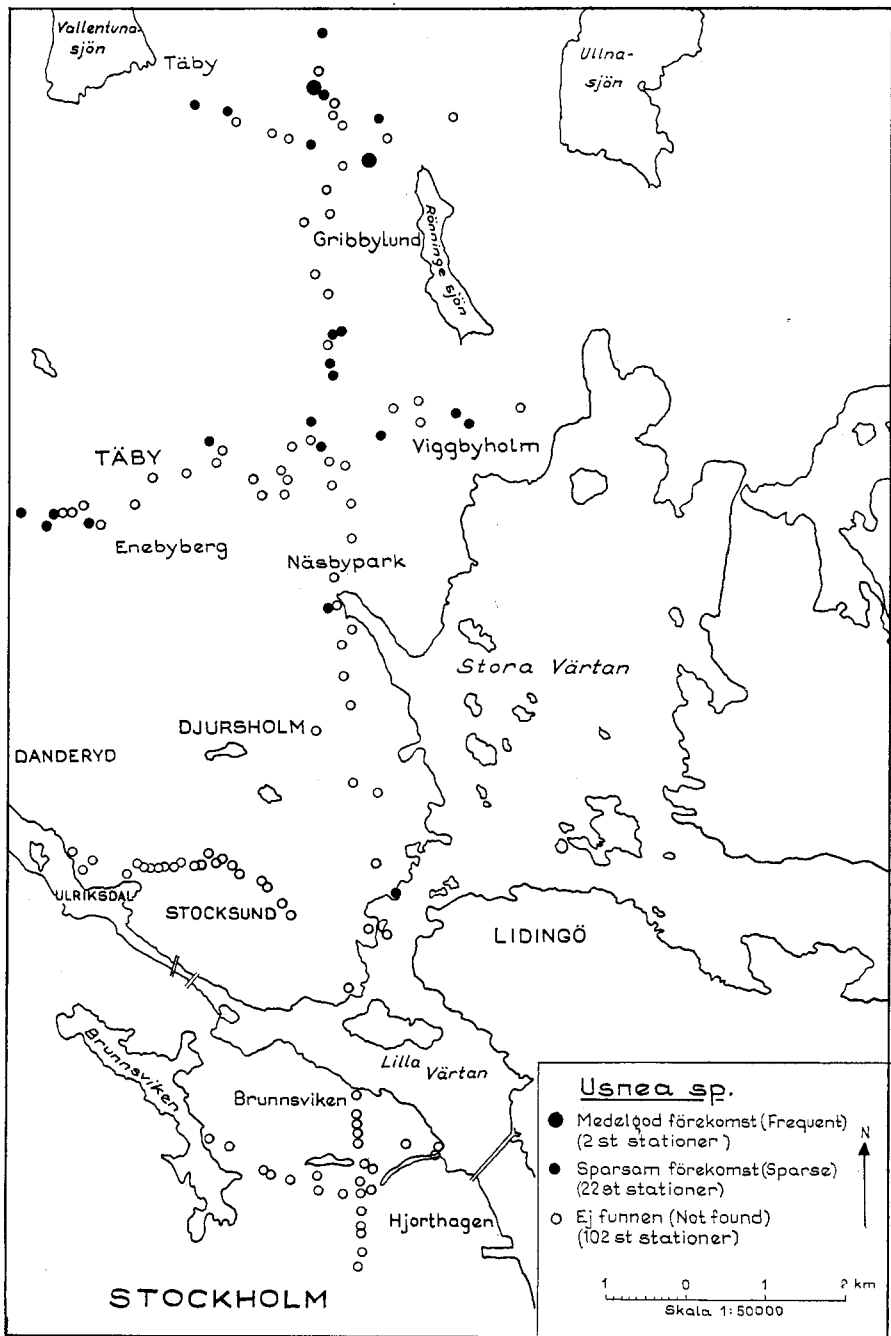
Aulaecomnium androgynum (Hedw.) Schwaegr. Stn nr 6. Stnsträd: *Picea*.
Dicranum scoparium (L.) Hedw. Stn nr 5, 6. Stnsträd: 1 st *Picea*, 1 st *Pinus*.
Hypnum cupressiforme L. Stn nr 4, 6, 7, 24, 126. Stnsträd: *Picea*. **Lophocolea sp.** Stn nr 6. Stnsträd: *Picea*. **Orthodieranum montanum** (Hedw.) Loeske Stn nr 6, 22, 53. Stnsträd: 2 st *Picea*, 1 st *Pinus*. **Plagiothecium denticulatum** (L.) Br. Stn nr 6. Stnsträd: *Picea*. **Pohlia nutans** (Schreb.) Lindb. Stn nr 22. Stnsträd: *Pinus*. **Ptilidium ciliare** (L.) Hampe Stn nr 123. Stnsträd: *Pinus*. **Ptilidium pulcherrimum** (Web.) Hampe Karta nr 18. Stnsträd: 8 st *Picea*, 8 st *Pinus*.

C. Luftalger

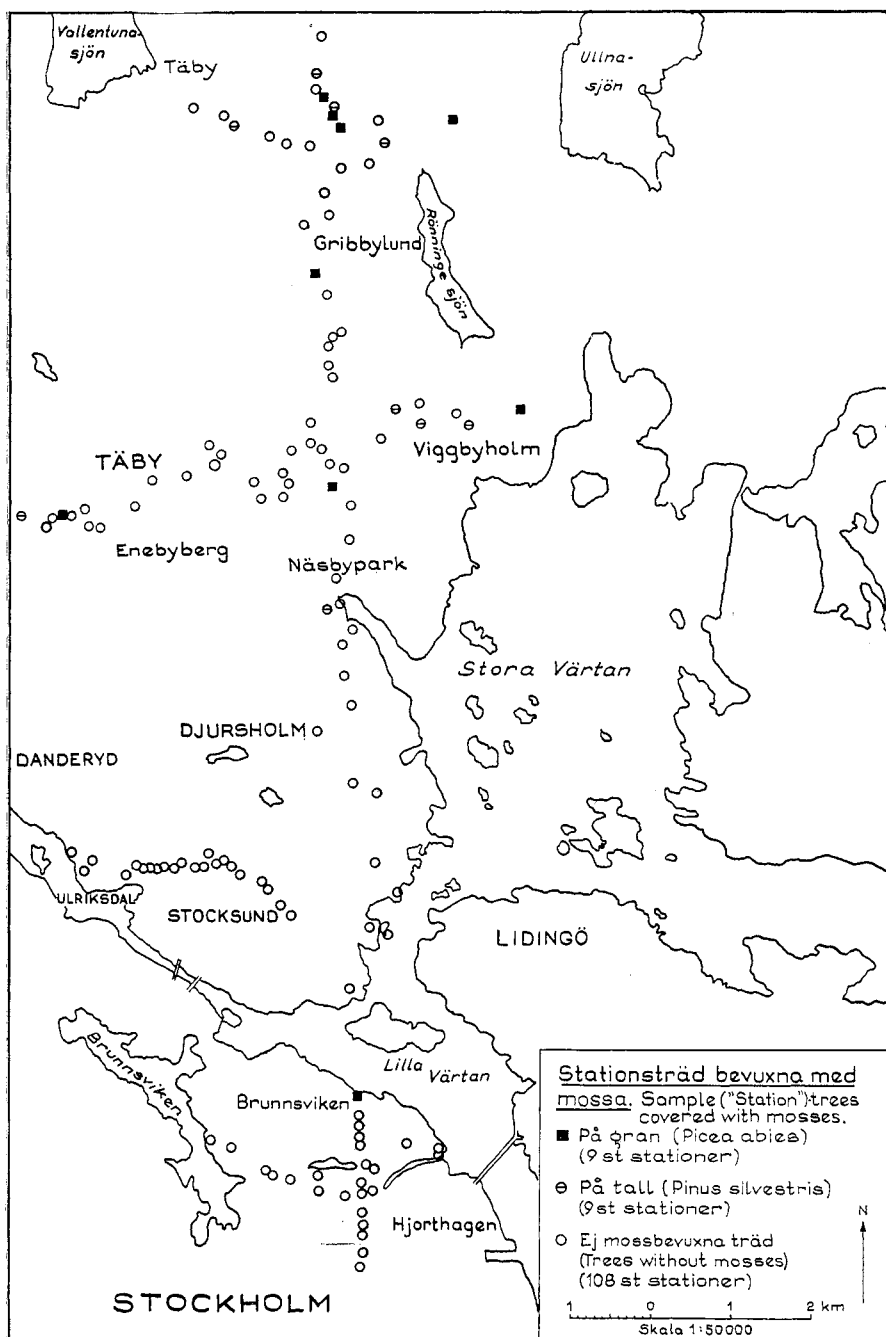
De luftalger som påträffats har insamlats liksom mossorna. Om dessa uppträtt mycket sparsamt och t. ex. i barkspringor, kan de ha förbisetts, något som måste beaktas vid läsning av karta nr 19. Denna karta visar att luftalger uppträder inom hela området och någon tendens att avtaga inom luftförorenade områden finns ej. Grönalger finns på trädstammarna i Stockholms centrala delar även där inga lavar finns. (SKYE 1964: 330).

Tidpunkten för undersökning av algförekomsten var ej lämplig. LEHTSAAK (1963) säger t. ex. »In der Anzahl der Algen können wir zwei Maxima feststellen — ein Frühjahrs und ein Herbst maximum, von denen das letztere stärker ausgeprägt ist».

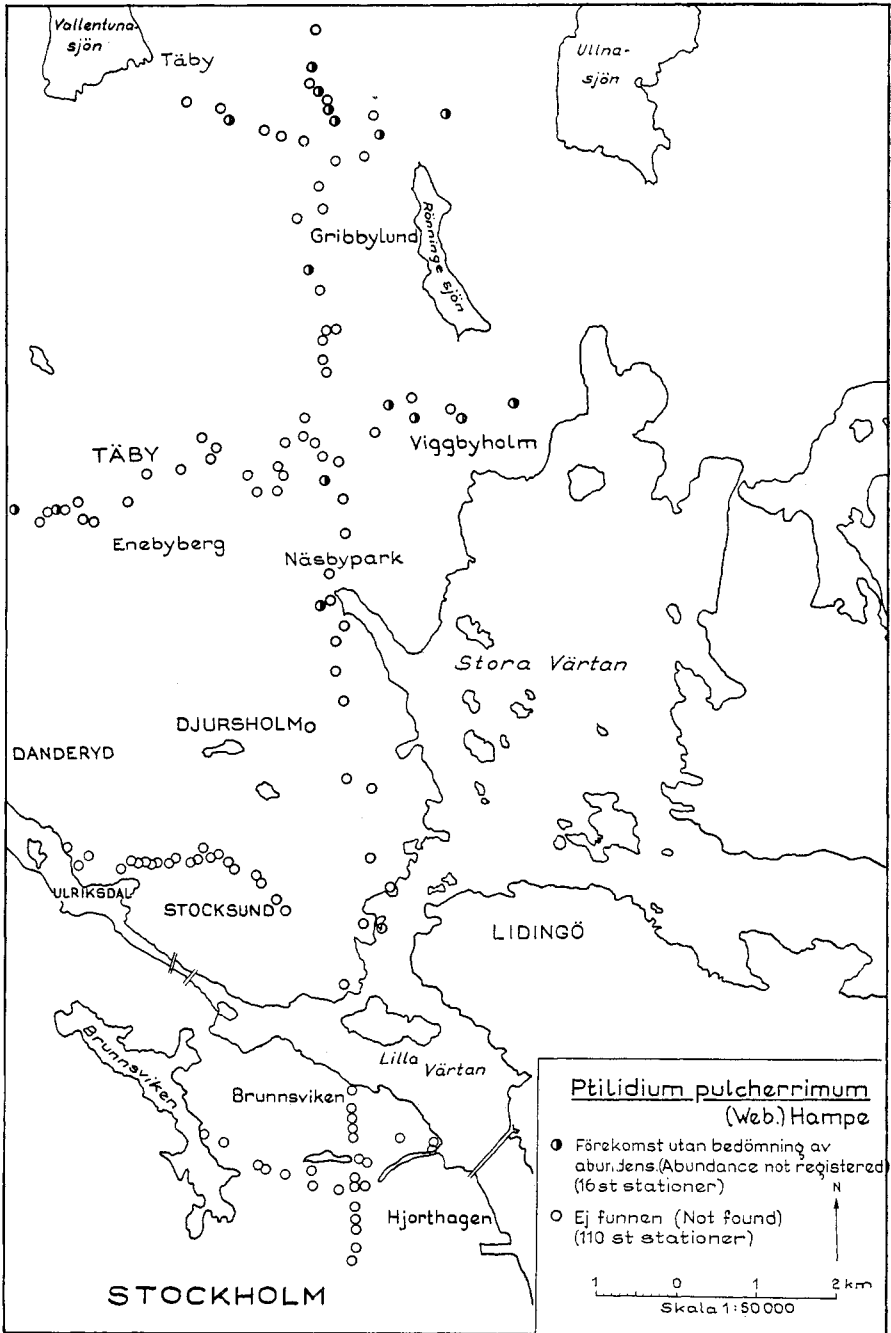
Tack vare hjälp av prof. H. Skuja har några luftalger blivit artbestämda.



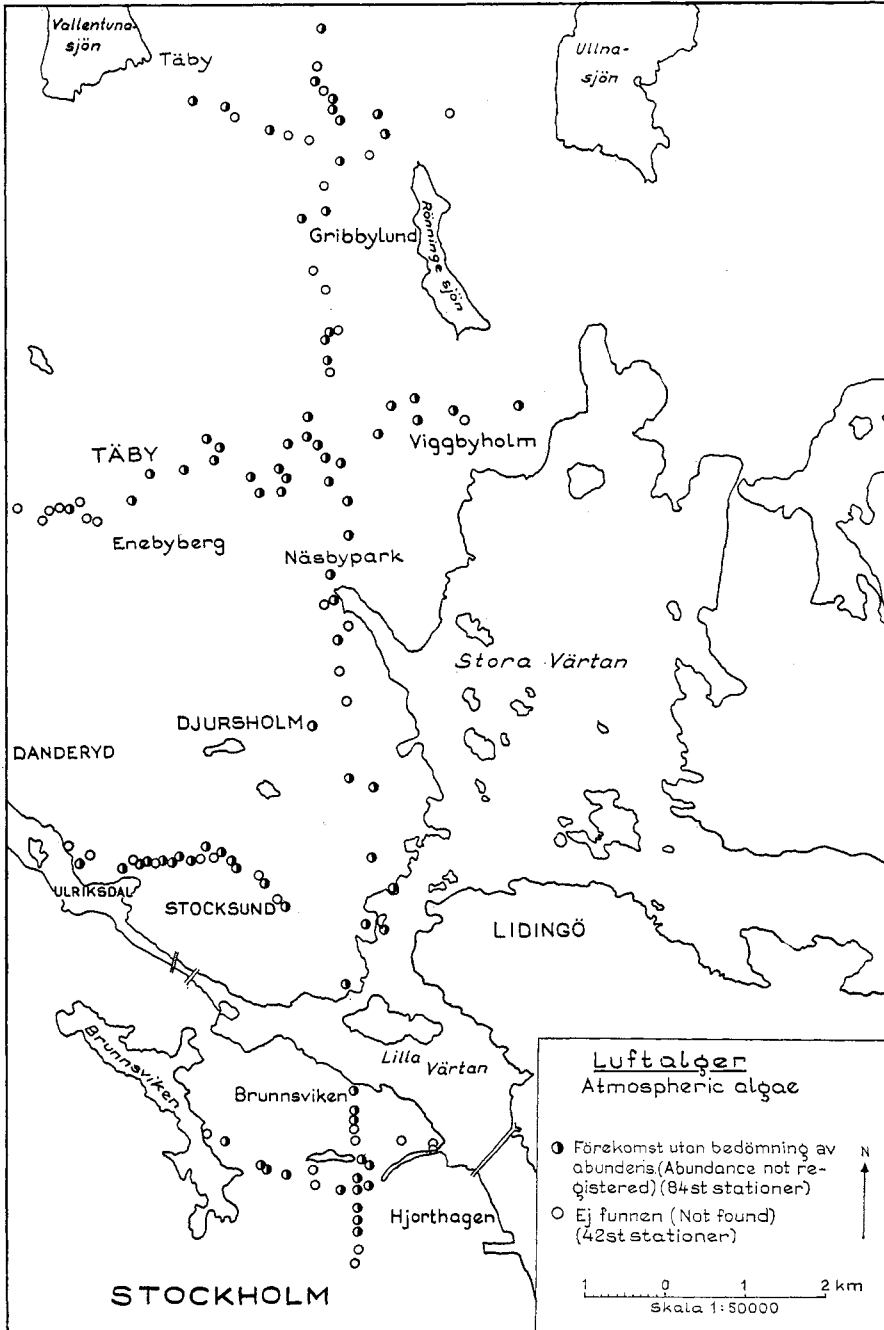
Karta 16



Karta 17



Karta 18



Karta 19

Ett försök att utröna om någon art uppträder i icke luftförorenade områden eller föredrager luftförorenade områden har gjorts. Se nedanstående sammanställning.

Station nr 10 (*Pinus*). *Protococcus viridis*. Agardh em. Wille (licheniserad). *Stichococcus bacillaris* Naeg.

Station nr 16 (*Pinus*). *Apatococcus lobatus* (Chodat). Boye Petersen. *Coccomyxa* sp. *Protococcus viridis*. Agardh em. Wille.

Station nr 25 (*Pinus*). *Apatococcus lobatus* (Chodat) Boye Petersen. *Cystococcus vulgaris* (licheniserad), (förstadium till *P. viridis*). *Protococcus viridis*. Agardh em. Wille. *Stichococcus bacillaris*. Naeg. *Trebouxia arboricola*. Puymaly.

Station nr 58 (*Pinus*). *Apatococcus lobatus* (Chodat) Boye Petersen. *Protococcus viridis* Agardh em. Wille. *Stichococcus bacillaris* Naeg.

Station nr 62 (*Picea*). *Apatococcus lobatus* (Chodat) Boye Petersen. *Protococcus viridis* Agardh em. Wille.

Station nr 70 (*Pinus*). *Chlorella vulgaris* Beyerind. *Protococcus viridis* Agardh em. Wille. *Stichococcus bacillaris* Naeg.

Utän att draga några för stora slutsatser av detta, tycks *Protococcus viridis* (*Pleurococcus vulgaris*) vara okänslig för luftföroreningar. Detta stämmer väl med Lehtsaar, som anger att denna art är uthållig mot giftiga ämnen.

VI. Barrträdens utseende i luftförorenade områden

Sernander (1925) omtalar att barrträden i Stockholm led mycket av de ständigt tilltagande luftföroreningarna. Området vid Värtans gasverk nämns speciellt.

Gränen är känsligast SERNANDER (1926: 161) vilket beror på att barren på gran sitter kvar så länge (ca 8—10 år). Han talar om en grandödarzon, kampzon och normalzon. Tallen var tydligen ej så skadad, dess barr sitter ju också kvar kortare tid än gränens (ca 3 år). Lärken är minst känslig, eftersom den faller barren varje år.

Nu är tallen också skadad. Träd med döda toppar är ej sällsynta inom området. Barken tycks också flagna av — ofta i stora bitar (se fig. 4) — betydligt lättare inom de mest luftförorenade områdena i Stockholm, Mörbyområdet i Danderyd och Näsbydal i Täby. Den är ofta svart av sot. I Näsbydal ligger den centrala värmeanläggningen intill ett berg, så att

skorstenarna från denna kommer i höjd med träden. Röken har där på några år dödat lavarna och barrträden uppvisar ovannämnda skador.

De döda talltopparna kan ibland också vara sviter efter mörghorren. TRÄGÅRDH (1925: 197 o. 200) och kan betraktas som sekundärskador till följd av luftföroreningarna. Det innebär att träden är försvagade och kan ej motstå insektsangreppen.

VII. Sammanfattning

Linné uppmärksammade redan år 1734 hur vegetationen skadades av luftföroreningar »stadig rök» vid Falu koppargruva. Att lavarna var mycket känsliga för luftföroreningar beskrevs först av Nylander från Paris år 1866. Sedan dess har en lång rad av forskare studerat detta problem, och även sökt utreda vad en stads speciella klimat kan betyda för lavvegetationen. ARNOLD (1891—1901), SERNANDER (1926), BESCHEL (1952, 1958), KLEMENT (1956), RYDZAK (1953, 1957), SKYE (1958, 1964, 1968), NATHO (1964), TALLIS (1964), FENTON (1964) m. fl.

Eftersom ingen del av undersökningsområdet torde ha ett klimat som avviker från områdets i sin helhet dvs. det förekommer ej något »stadsklimat», får luftföroreningarna helt anses vara skuld till den påverkade och skadade lavvegetationen.

Det är ej fullt klarlagt, vilka ämnen i den förorenade luften, som är mest skadliga. Bl. a. beror det på i vilka koncentrationer de giftiga ämnena förekommer. Luftens SO_2 -halt har, vilket redan nämnts i inledningen, visat sig förstöra klorofyll a i gonidieskiktet i lavbålen RAO och LEBLANC (1966: 74). Skadan visade sig bli större ju högre luftfuktigheten var. Sauberer anser att svavelhaltiga gaser är de giftigaste luftföroreningarna SAUBERER (1951: 121). Då SO_2 -koncentrationen i luften i Stockholm är mycket hög under den kalla årstiden (eldningssäsongen) (von UBISCH och NILSSON 1967) får SO_2 anses vara ett av de starkaste gifterna i luften för lavarna där, något som i allra högsta grad gäller när fossila bränslen förbrännes. P. W. Zimmerman sätter SO_2 först på 3:e plats över de vanligaste luftföroreningarna som skadat växter WEDIN (1960: 34). Ordningföljden vid samma koncentration anger han så HF, HCl, SO_2 , NH_3 , H_2S . »Även vissa andra gaser som de omättade kolvätena etylen och acetylen är starkt giftiga för växter.» WEDIN (1960: 34). Detta gäller växter i allmänhet. Lavarna är dock obestriddligen känsligare än flertalet högre växter. Stoftpartiklarna (bl. a. i form av sot från förbränning) i luften har också en avgörande betydelse vid luftens nedsmutsning. Då lavbålen täcks av stoftpartiklar förhindras fotosyntesen, vidare

löses stoftpartiklarna upp av regnvatten och de lösta ämnena tages upp av laven SALOMON (1914), SKYE (1958: 160 o. 164). Detta har mycket stor betydelse för lavarnas metabolism även om den är långsam LOUNAMAA (1956) SMITH (1960), SKYE (1965:287). Att det i vissa fall kan röra sig om stora mängder sot i luften visas från England. »I en officiell rapport om luftföroreningarna i England förklaras, att under ett år i genomsnitt 90 000 kg sot deponeras per km² (= 90 g/m² och år). För de rökigaste distrikten i och omkring storstäderna kan siffran stiga till 450 000 kg per km² (0,5 kg/m² och år) medan den i avlägsna landsortsdistrikt uppgår till 30 000 kg per km² (30 g/m² och år). Rapporten gäller den halvmånadersperiod, som slutade den 31 mars 1955» WEDIN (1960: 17).

Att i Stockholm, med så många luftföroreningskällor från ett så differentierat näringsliv och täta bilism, sätta ett ämne i den förorenade luften framför något annat, som är lavdödande, ter sig vanskligt. Företagna undersökningar von UBISCH och NILSSON (1967) visar dock att SO₂-halterna är mycket höga i Stockholm. Man vet också att tillskottet från bilismen är nästan betydelselöst i detta sammanhang. SO₂ och sot i röken från (centrala) värmeanläggningar inom Mörbyområdets höghusbebyggelse i Danderyd och i alldeles speciellt hög grad Näsbydalsområdets höghusbebyggelse i Täby (stationerna nr 115, 116, 117, 118, 119) får tveklöst anses som främsta orsaken till den påverkade och utarmade lavfloran därstädes.

Eftersom m. el. m. linjära profiler följdes genom undersökningsområdet, har det ej gått, att angiva en närmare zonerings inom de tre mest luftförorenade områdena. Dessa tre områden är Stockholm (norra stadsgränsen—Lill-Jansskog), Mörbyområdet i Danderyd, Näsbydal i Täby. Inom dessa områden uppvisade lavfloran en tydlig utarmning, och många arter var m. el. m. starkt påverkade. Likväl har mycket tydliga tendenser till lavarnas känslighet gentemot luftföroreningar framkommit. Någon lavtom zon eller lavöken SERNANDER (1926: 160) påträffades ej i undersökningsområdet. Kampzon enligt SERNANDER får norra Stockholms-området, Mörbyområdet och Näsbydal anses vara.

Av de påträffade lavararterna kan man urskilja tre grupper, vilka visar ett mer eller mindre starkt samband med den förorenade luften.

Grupp I. Lavararter som uthärdar luftföroreningar (i måttliga mängder).
Lecanora conizaeoides (karta 10) och *Lecidea scalaris* (karta nr 11).

Grupp II Lavararter som är känsliga för luftföroreningar. Det visar sig i att de uteblir inom områden som länge utsatts för luftföroreningar och påverkas kraftigt om de häftigt blir utsatta för dylika.
Alectora jubata (karta nr 2), *Cetraria chlorophylla* (karta nr 3),
C. glauca (karta nr 4), *Parmeliopsis aleurites* (karta nr 13),

P. hyperopta (ej karterad), *Pseudevernia furfuracea* (karta nr 15),
Usnea sp. (karta nr 16).

Grupp III Övriga. Här kan en uppdelning i två underavdelningar göras.

A. Lavarter som växer delvis marknära på trädstammen. Dessa skyddas under vintern av snö och de mikroklimatiska faktorerna kan vara gynnsamma.

Cetraria pinastri (karta nr 5), *Cladonia*-arterna (karta nr 6), (ibland även *Hypogymnia physodes*, karta nr 9 och *Parmeliopsis ambigua*, karta nr 14, se nedan).

B. Arter som kan påverkas av luftföroreningar men ändå ej hör hemma i grupperna I eller II. De är istånd att överleva skador inom vissa gränser.

Hypogymnia physodes (karta nr 9), *Lepraria incana* (karta nr 12), och *Parmeliopsis ambigua* (karta nr 14).

Av övriga påträffade lavarter var antalet stationer för få för att någon relation mellan okänslig eller känslig för luftföroreningar skulle framkomma.

Ett försiktigt antagande, att luftalgen *Protococcus viridis* är mindre påverkbar av luftföroreningar bör göras.

Vid upplägningen av fältarbetet och bearbetningen av det insamlade materialet, har fil. lic. ERIK SKYE följt mitt arbete med helhjärtat intresse och stimulerande uppmuntran. Vid bestämningen av mera svårbestämbara lavarter har förutom E. Skye, även prof. G. E. Du Rietz och doc. R. Santesson varit mig behjälpliga. Mossorna har doc. E. Sjögren artgranskat.

Genom min nuvarande chef prof. P. Nylinders välvilliga bistånd har publicering i *Studia Forestalia Suecica* möjliggjorts.

Ekonomiskt bidrag till fältarbetet har erhållits från Statens Naturvetenskapliga forskningsråd.

Manuskriptet har kritiskt granskats av E. Skye och prof. H. Sjörs.

Till alla dessa och andra personer som visat verkligt intresse för min undersökning, vill jag rikta ett varmt tack.

LITTERATURFÖRTECKNING

- AHTI, T. 1965: Notes on the distribution of *Lecanora conicaeoides*. *The Lichenologist*. 3 (1), 91—92. St Albans.
- ALMBORN, O. 1943: *Lavfloran i Botaniska trädgården i Lund*. Bot. Not. 2, 167—177. Lund.
- 1952: A key to the sterile corticolous crustaceous lichens occurring in South Sweden. Bot. Not. 3, 239—263. Lund.
- ARNELL, S. 1956: *Illustrated Moss Flora of Fennoscandia*. CWK Gleerup Publ. Lund. Malmö.
- ARNOLD, F. 1891—1901: *Zur Lichenenflora von München 1—6*. München.
- BESCHEL, R. 1952: Flechten und Mosse im St. Peter-Friedhof in Salzburg. Mitt. d. Naturwiss. Arbgem. am Haus der Natur in Salzburg. Bot. Arbgr. 2 (1951), 44—51 Salzburg.
- 1958: Flechtenvereine der Städte, Stadtflechten und ihr Wachstum. Ber. d. Naturwissensch. Med. Ver. 52, 1—158. Innsbruck.
- DEGELIUS, G. 1961: The Lichen Flora of the Botanic Garden in Gothenburg (Sweden). *Acta Horti Gotoburgensis*. Medd. f. Göteb. Bot. Trädgård. XXIV (2), 25—60. Göteborg.
- DU RIETZ, G. E. 1945a: Lichenes. — NANNFELDT och DU RIETZ. *Vilda växter i Norden*. Mossor, lavar, svampar och alger. Stockholm.
- 1945b: Om fattigbark- och rikbarksamhällen. Sv. Bot. Tidskr. 39 (1), 147—150. Uppsala.
- ERICHSEN, C. F. E. 1957: *Flechtenflora von Nordwest-Deutschland*. Stuttgart.
- FENTON, A. F. 1964: Atmospheric pollution of Belfast and its relationship to the lichen flora. *Irish Nat.* XIV (10), 237—245. Belfast.
- GEIGER, R. 1950: *Das Klimat der bodennahen Luftschicht*. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie. Kap. Das Stadtklima. 369—376. Braunschweig.
- GILBERT, O. L. 1965: Lichens as indicators of air pollution in the Tyne valley. *Ecology and the Industrial Society*. 35—47. London and Beccles.
- HÖEG, O. A. 1934: *Zur Flechtenflora von Stockholm*. *Nyt. Mag. for Naturvidenskap* B 75, 129—136. Oslo.
- JONES, E. W. 1952: Some observations on the Lichen Flora of the Tree Boles, with special reference to the Effect of Smoke. *Revue Bryl. et Lichenol.* XXI (1—2), 96—115. Paris.
- KERSHAW, K. A. 1963: Lichens. — *Endeavour*. XXII (86), 65—69. London.
- KLEMENT, O. 1956: *Zur Flechtenflora des Kölner Domes*. *Decheniana*. 109 (1), 87—90. Bonn.
- KRUSENSTJERNA, E. v. 1964: *Stockholmstraktens bladmossor*. Stockholm.
- LETHSAAR, L. 1963: *Zur Epiphytischen Algenflora Besiedelter Gebiete*. *Loodusuurijate Seltsi Aastraamat* 1962. 55, 54—78. Tartu.
- LOUNAMAA, J. 1956: Trace elements in plants growing wild on different rocks in Finland. A semiquantitative spectrographic survey. *Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Vanamo*. 29 (4), 1—196. Helsinki.
- LUNDSTRÖM, H. 1966: *Luftföroreningars inverkan på epifytiska lavar hos barrträden tall och gran norr om Stockholm*. Opubl. ms. Stencil. Växtbiol. Inst. Uppsala och Skogshögskolan. Stockholm.
- MAGNUSSON, A. H. 1929: *Flora över Skandinavians busk- och bladlavar*. Stockholm.
- 1952: Key to the species of *Lecidea* in Scandinavia and Finland. Sv. Bot. Tidskr. 46 (3—4), 313—323. Uppsala.
- Meteorologiska Iakttagelser 1937—1961: SMHI Årsbok Meteorologi. Meteorologiska Iakttagelser i Sverige.*
- MOBERG, R. 1968: *Luftföroreningars inverkan på epifytiska lavar i Köpmanholmen*. — Sv. Bot. Tidskr. 62 (1). 169—196. Uppsala.
- MODÉN, H. & NYBERG, A. 1966: *Stockholmsområdets klimat. Del 1. Nederbörden*. SMHI med. ser. B. Nr 19, 1—13.
- NATHO, G. 1964: *Flechtenentwicklung in Städten*. *Drudea*. 4 (1), 33—44. Jena.
- NYHOLM, E. 1956: *Illustrated Moss Flora of Fennoscandia*. — CWK Gleerup Publ. Lund. Malmö.
- NYLANDER, W. 1866: *Les Lichens du Jardin du Luxembourg*. *Bull. Soc. Bot. France*. 13, 364—371. Paris.

- PETERSEN, J. B. 1915: Studier over Danske aërofile alger. Köpenhamn.
- PERSSON, H. 1962: Mossor. — URSING: Svenska växter i text och bild. Kryptogamer. 47—129. Stockholm.
- POELT, J. 1963: Bestimmungsschlüssel der höheren Flechten von Europa. Sonderabdruck aus: Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München. Band IV 1962. 301—572. Weinheim.
- RAO, D. W. & LEBLANC, B. F. 1966: Effects of sulphur dioxide on lichen algae with special reference to chlorophyll. *The Bryologist* 69 (1), 69—75. Alabama.
- RYDZAK, J. 1953: Rozmieszczenie i ekologia porostów miasta Lublina. *Ann. Univ. Mariae Curie — Skłodowska Lublin — Polonia. Sec. C. VIII* (9), 233—356. Zusammenfassung. 348—356. Lublin.
- 1957: Wpływ małych miast na florę porostów. Część III. Tatry. Zakopane. — *Ann. Univ. Mariae Curie — Skłodowska. Sec. C. X* (7), 157—175. Summary 172—175. Lublin.
- SALOMON, H. 1914: Über das Vorkommen und die Aufnahme einiger wichtiger Nährsalze bei den Flechten. *Jahrb. f. Wiss. Bot. Leipzig*.
- SANTESSON, R. 1962: Lavar. — URSING. Svenska växter i text och bild. Kryptogamer. 131—205. Stockholm.
- SAUBERER, A. 1951: Die Verteilung rindenbewohnender Flechten in Wien, ein bioklimatisches Großstadtproblem. *Wetter und Leben*. 3 (5—7), 116—121. Wien.
- SERNANDER, R. 1912: Studier öfver lafvarnas biologi. I. Nitrofila lafvar. *Sv. Bot. Tidskr.* 6 (3), 803—883. Stockholm.
- 1926: Stockholms natur. Uppsala.
- SKYE, E. 1958: Luftföroreningarnas inverkan på busk- och bladlavfloran kring skifferoljeverket i Närkes Kvarntorp. *Sv. Bot. Tidskr.* 52 (1), 133—190. Uppsala.
- 1964: Epifytfloran och luftföroreningarna. *Sv. Naturvet.* 1964. 327—332. Stockholm.
- 1965: Botanical Indications of Air Pollution. *Acta Phytogeogr. Suec.* 50, 285—287. Uppsala.
- 1968: Lichens and air pollution. A study in cryptogamic epiphytes and environment in the Stockholm region. *Acta Phytogeogr. Suec.* 53. Uppsala.
- SMITH, D. C. 1960: Studies in the Physiology of Lichens. 2. Absorption and utilization of some simple organic nitrogen compounds by *Peltigera polydactyla*. *Ann. of Bot. N. S.* 24 (94), 172—185. Oxford.
- TALLIS, J. H. 1964: Lichen and Atmospheric Pollution. *Advancement of Science*. Sept. 1964. 250—252.
- TRÄGÅRDH, J. 1925: Biologiska skisser. Kap. Staden och tallen. 196—204. Stockholm.
- UBISCH, H. v. & NILSSON, T. 1967: Luftföroreningundersökningarna i Stockholm 1963/64 och 1964/65. *Nordisk Hygienisk Tidskrift*. XLVIII, 13—16. Stockholm.
- UGGLA, A. 1953: Linnés Dalaresa. Iter Dalecarlicum jämte Utlandsresan. Iter ad Exteros och Bergslagsresan Iter ad Fodinas. Svenska Linnésällskapet och Nordiska Museet. Stockholm.
- WEDIN, B. 1960: Luftens föroreningar. *Sv. Naturv.* 1960. 154—207. Stockholm.
- WITTROCK, V. B. & JUEL, H. O. 1891: *Catalogus Plantarum Perennium Bienniumque in Horto Botanico Bergiano*. 1 (3), 1—5. Stockholm.

Summary

The effect of air pollution on the epiphytic flora of conifers in the Stockholm region

Epiphytic flora (especially lichens) have been investigated in order to see how they respond to air pollution. The study was restricted to those occurring up to a height of 2.3 m from the ground, on trunks of the conifers *Picea abies* and *Pinus silvestries*. The area of investigation lies north of Stockholm (between Täby and Stockholm).

For the investigation, a main profile was laid out along the longitude 18° 5'E. with four shorter cross profiles (see map 1).

The wind diagrams (Fig. 1) show a slight predominance of winds from Stockholm. This means that polluted air is spread out over the area of investigation.

All epiphytic vegetation on the "station-trees" for which the species were determined are listed. The distribution of lichen species is discussed especially how air pollution has affected the distributions of the three lichens, *Hypogymnia physodes* (L.) Zopf (syn. *Parmelia physodes* (L.) Ach.) Fig. 5, *Parmeliopsis ambigua* (Wulf) Nyl. Fig. 6, *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf (syn. *Parmelia furfuracea* (L.) Ach.) Fig. 7.

Maps of distributions have been made for the most common epiphytes. The following abundance classes for the different species of lichens have been used.

Abundance class	Description
Sparse (sparsam förekomst)	One individual of the species to an area on the trunk visible naked eye.
Frequent (medelgod förekomst)	The species begins to occur regularly on the trunk and covers small areas. (See Fig. 2.)
Abundant (riklig förekomst)	The species is common along the trunk and covers continuous areas. (See Fig. 3.)

Of the lichens found, three groups may be discerned that a more or less close relation to the polluted air.

Group I Species enduring air pollution in moderate quantities. *Lecanora conizaeoides* (map 10), *Lecidea scalaris* (map. 11).

Group II Species sensitive to air pollution. They are not found in areas long exposed to air pollution and they are heavily affected if intensity exposed to it.

Alectoria jubata (map 2), *Cetraria chlorophylla* (map 3), *C. glauca* (map 4), *Parmeliopsis aeurites* (map 13), *P. hyperopta* (not mapped), *Pseudevernia furfuracea* (map 15), *Usnea* sp. (map 16).

Group III The remainder. A subdivision into two groups may be made.

A. Species growing partly close to the ground. In the winter they are sheltered by snow, and the microclimatic factors may be favourable. *Cetraria pinastri* (map 5), the *Cladonia* species (map 6), sometimes also *Hypogymnia physodes* (map 9) and *Parmeliopsis ambigua* (map 14). See below.

B. Species that may be affected by air pollution but never the less do not belong to groups I or II. They can survive injures within certain limits. *Hypogymnia physodes* (map 9), *Lepraria incana* (map 12), *Parmeliopsis ambigua* (map 14).

For the rest of the species found, the number of stations was too low to generalize about sensitivity to air pollution.

It should be noted that the atmospheric algae *Protococcus viridis* is only slightly affected by air pollution.

TABELL
över påträffade epifytflora
vid varje station

Station nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Stationsträd (Station-trees)	P.s.	P.s.	P.s.	P.a.	P.s.	P.a.	P.a.	P.s.	P.a.	P.s.	P.s.	P.s.	P.a.
<i>Alectoria implexa</i>			1										
" <i>jubata</i>	1 N 1.2		1	1				1		1 V 1.2		1 V 1.5	
<i>Bacidia chlorococca</i>										+			
<i>Calcium viride</i>													
<i>Cetraria chlorophylla</i>	1			1				1					
" <i>glauca</i>				1				1				1	1-1.4
" <i>pinastri</i>				1	1			1		2 S			
<i>Cladonia fyllokladier</i>	1 Sb.	1 Sb.	2 Sb.	1 Rh.	1 0-0.4	2 Rh.Sb.	2 Rh.Sb.	1 Sb.			1 N V Sb.	3 0-1.3	2 Rh.Sb.
" <i>coniocraea</i>	+	+	+		+	+	+	+			+	+	+
" <i>fimbriata</i>					+		+	+				+	
" <i>flabelliformis</i>												+	
<i>Hypogymnia physodes</i>	3 0-0.8	3 0-0.6	3	2	3	2 N	2	3	2	2	2	3	2 S
<i>Lecanora conizaeoides</i>													
" <i>pinastri</i>													
" <i>subfusca koll</i>				+	+					+			
<i>Lecidea scalaris</i>	2 0-0.8	1 0-0.6	2										
" <i>symmicta</i>					+								
<i>Lepraria incana</i>	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+
<i>Ochrolechia microstictoides</i>		+			+		+						
<i>Parmelia sulcata</i>										1 V 0.5			
<i>Parmeliopsis aleurites</i>	1 V 1.5	1										1	
" <i>ambigua</i>	1	2	1	1	2		1	2		2	1	2	1
" <i>hyperopta</i>										1			
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	2 0-0.8	1	2	1	1			1				1 1.5-1.8	
<i>Ramalina farinacea</i>	1 V 1.0												
<i>Usnea sp.</i>	1		2	1				1					
Luftalger (Atmospheric algae)	+		+		+	+	+			+	+		
Mossa (Mosses)		+		+	+	+	+						+

Teckenförklaringar till tabellen

Stationsträd P.a.: *Picea abies*. P.s.: *Pinus silvestris*.

Första raden 1: Sparsam förekomst; 2: Medelgod förekomst; 3: Riklig förekomst. »På-verkad»: utmärkes med en parentes runt sifverärdet på förekomsten. Då laven vuxit åt något speciellt väderstreck på trädet, är det angivet; N: Nord; Ö: Öster; S: Söder; V: Väster.

Andra raden Rh: Rothalsen. Sb: Stambasen. Har laven vuxit högre upp är det angivet i meter. Bs: Barkspringor. +: Förekomst utan bedömning av abundansen; gäller även luftalger och mossor.

Station nr	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Stationströk (Station-trees)	P.s.	P.s.	P.s.	P.s.	P.a.	P.a.	P.a.	P.s.	P.s.	P.s.	P.a.	P.s.	P.a.
<i>Alectonia implexa</i>										1			
" <i>jubata</i>				1				1 N 1.8		1			
<i>Bacidia chlorococca</i>													
<i>Calicium viride</i>						2					1		
<i>Cetraria chlorophylla</i>		2 N Ö V		1				1 N 1.2		1			
" <i>glauca</i>	1 V 1.6	1								1			
" <i>pinastri</i>	1		1	1	1						1 N 0.5		
<i>Cladonia fyllokladier</i>				2 SD.	2 Sb.	2 SD.		2 Sb.	2 Sb.		2 Rh.		
" <i>coniocraea</i>				+					+		+		
" <i>fimbriata</i>				+		+							
" <i>flabelliformis</i>													
<i>Hypogymnia physodes</i>	3	3	2	3	2	2	2	3 N Ö V	3	3	1	1	2
<i>Lecanora conizaeoides</i>													
" <i>pinastri</i>				+									
" <i>subfusca</i> koll.				+									
<i>Leocidea scalaris</i>	2	3	2					2 Sb.	2	2 Sb.		3	
" <i>symmicta</i>													
<i>Lepraria incana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+			+		+
<i>Ochrolechia microstictoides</i>										+			
<i>Parmelia sulcata</i>													
<i>Parmeliopsis aleuritica</i>	1	1 N 0-1.6	1 V 0.3					1 V 1.4		1 N 1.1			
" <i>ambigua</i>	1	2 N Ö V	2	2	1			1 N Ö V	2	2			
" <i>hyperopta</i>				1									
<i>Pseudevernia furfuracea</i>		2	1					1 N 1.5-2		2		1 S 1.7	
<i>Ramalina farinacea</i>													
<i>Usnea</i> sp.	1	1 N Ö V						2		1		1 N 1.6	
Luftalger (Atmospheric algae)		+	+		+		+		+	+		+	+
Mossa (Mosses)				+					+		+		

Key to abbreviations

Station-trees P.a.: *Picea abies*. P.s.: *Pinus silvestris*

First line 1: Sparse; 2: Frequent; 3: Abundant. »Affected»: parentheses around value for occurrence. When the lichen has grown in any special quarter this is noted; N: North; E: East; S: South; W: West.

Second line Rh: Root collar. Sb: Base of the trunk. The height to which the lichen has grown above this level is marked in metres. Bs: Bark-fissures. +: Abundance not registered; is valid also for atmospheric algae and mosses.

Station nr	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Stationsträd (Station-trees)	P.a.	P.s.	P.s.	P.a.	P.s.	P.s.	P.s.	P.s.	P.a.	P.s.	P.s.	P.s.	P.a.
<i>Alectoria implexa</i>													
" <i>jubata</i>	1 N	1 N				1 N 1.4				1 S 0.3		1 N 1.2	
<i>Bacidia chlorococca</i>													
<i>Calicium viride</i>													
<i>Cetraria chlorophylla</i>	1 N		1 N			1 N 1.5						1 N 1.2	
" <i>glauca</i>	1 Ø												
" <i>pinastri</i>			1 N					1 S 1.6		1 S 1.4			
<i>Cladonia fyllokladier</i>	3 Sb.	1 Sb.			2 N Sb.	2 Sb.		1 Sb.		2 Sb.	1 N Sb.		2 N Sb.
" <i>coniocraea</i>	+	+				+		+		+	+		+
" <i>fimbriata</i>					+								
" <i>flabelliformis</i>													
<i>Hypogymnia physodes</i>	(3)	3	(2)	2 N	2	3	(3)	3	(2) N	(2)	(2)	(2)	2 N Ø V
<i>Lecanora conizaecoides</i>													
" <i>pinastri</i>				+									
" <i>subfusca</i> koll			+										
<i>Lecidea scolaris</i>		2 Ø S V	2 N			3 0-1	3 S Sb.	2 S Sb.			1 N Sb.	3	
" <i>symniota</i>													
<i>Lepraria incana</i>	+	+	+	+	+	+		+	+				+
<i>Ochrolechia microstictoides</i>													
<i>Parmelia sulcata</i>													
<i>Parmeliopsis aleurites</i>					1			1 N					
" <i>ambigua</i>	1 N	2	1		2 N	2 N	1 N	2	(2) N	(1) S		1 N 0.9	(2) Ø
" <i>hyperopta</i>													
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	1	2	1 N		2 N	1 N	2 N	1 N 2					
<i>Ramalina farinacea</i>													
<i>Usnea</i> sp.	1 N	1	1 N			1 N 1.8							
Luftalger (Atmospheric algae)	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mossa (Mosses)									+				

Station nr	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
Stationstrükl (Station-trees)	P.s.	P.s.	P.s.	P.s.	P.a.	P.s.	P.a.	P.s.	P.a.	P.s.	P.s.	P.s.	P.a.
<i>Alectoria implexa</i>										2 N	2 N		
" <i>jubata</i>													
<i>Bacidia chlorococca</i>													
<i>Calicium viride</i>													
<i>Cetraria chlorophylla</i>					1 Ø 1					1 N 1.7			
" <i>glauca</i>										2N	1 N		
" <i>pinastri</i>										1 S 0.8			1 Ø Rh.
<i>Cladonia fyllokladier</i>	1 Sb.				2 Sb.	2 N Sb.	2 Rh.Sb.	2 Sb.	1 N Rh.Sb.	2 Sb.	2 Sb.	2 Rh.Sb.	2 N Rh.Sb.
" <i>coniocraea</i>	+					+	+	+	+	+	+	+	+
" <i>fimbriata</i>										+			
" <i>flabelliformis</i>													
<i>Hypogymnia physodes</i>	(2) N	(2) N	(2) N		(1) Ø	(2) N	(2) N	(2)	1	3	3	3	3
<i>Lecanora conizaeoides</i>													
" <i>pinastri</i>													
" <i>subfusca koll</i>													
<i>Lecidea scalaris</i>	1 Sb.	1 N 0-0.5	2	3 N	3	2	3	1 N Sb.	3 N 0-1			2 0-0.5	
" <i>symmicta</i>													
<i>Lepraria incana</i>		+		+						+	+	+	+
<i>Ochrolechia microstictoides</i>										+			
<i>Parmelia suicata</i>													
<i>Parmeliopsis aleurites</i>										1	1 Ø 1.7	1	
" <i>ambigua</i>					1			1 N 0-0.5	1 Sb.	2	2	3	3 N
" <i>hyperopta</i>													
<i>Pseudevernia furfuracea</i>											1 N		
<i>Ramalina farinacea</i>													
<i>Usnea sp.</i>										1	1 N 1	1 N 1.6	
Luftalger (Atmospheric algae)	+		+	+	+		+		+				
Mossa (Mosses)										+			+

Station nr	118	119	120	121	122	123	124	125	126
Stationströk (Station-trees)	P.s.	P.a.	P.s.	P.s.	P.s.	P.s.	P.s.	P.s.	P.a.
<i>Alectoria implexa</i>									
" <i>jubata</i>				1			1		
<i>Bacidia chlorococca</i>									
<i>Calicium viride</i>									1 S
<i>Cetraria chlorophylla</i>					1 N 0		1 V 1.2		
" <i>glauca</i>			1 N 0.5	2 N				1 0 1.6	
" <i>pinastri</i>			1 V	1	1 N 1.6	1 N Sb.	1		1 N 1.4
<i>Cladonia fyllokladier</i>		2 Rh.Sb.		2 Sb.	2 V Sb.	2 Sb.	2 Sb.	1 Sb.	1 Sb.
" <i>coniocraea</i>		+		+	+	+	+	+	+
" <i>fimbriata</i>				+		+	+		+
" <i>flabelliformis</i>									
<i>Hypogymnia physodes</i>	(1)	(2) N	3	3	3 N 0 V	3	3	2	2 N
<i>Lecanora conizaeoides</i>									
" <i>pinastri</i>									
" <i>subfusca koll</i>					+				
<i>Lecidea scalaris</i>	1 S Sb.	1 Rh.Sb.	1 Sb.	3 Sb.	2 V Sb.	1 Sb.	2	2 0-1	
" <i>symmicta</i>									
<i>Lepraria incana</i>			+	+		+	+	+	
<i>Ochrolechia microstictoides</i>				+					
<i>Parmelia sulcata</i>									
<i>Parmeliopsis aleurites</i>			1					2	
" <i>ambigua</i>	(1) S		2	2	1 N 1.5	3	2	1	1 N
" <i>hyperopta</i>									
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	(1) 1,2-		2 N S V	1	1 N V		1 V 1.4	1 0 1.7	
<i>Ramalina furinacea</i>									
<i>Usnea</i> sp.			1 N S V				1	1	
Luftalger (Atmospheric algae)	+	+	+	+	+	+	+		+
Mossa (Mosses)				+		+		+	+