

Hvordan opstår troldeskov?

*Mikroklimaets betydning for basale skuds vækst hos vedplanter
i vindudsatte områder. Vind(mis)formning. Fyrreviklerangreb.*

af

JOHAN LANGE

Botanisk Institut, Landbohøjskolen

I. Indledning

Botanikeres og forstmænds interesse for troldeskov har længe været stor. Derimod er det forbløffende lidt, der er skrevet om træer med »slæb«, og det skønt et sådant slæb kan være forstadiet til et troldeskovstræ. Ved troldeskov forstås skov, der fortrinsvis består af forkrøblede og forvredne træer, ofte med de bugtede stammer liggende henad jorden eller med lavtsiddende og stærkt krogede grene. Ved et »slæb« eller, som jeg vil foreslå det benævnt, et mikroklimatæppe, forstås en basal alsidig eller mere eller mindre ensidig tæppe- eller pudedannelse, opstået ved at grenene hernede strækker sig længere ud fra stammen end de andre grene gør; ikke helt sjældent mangler træet med slæb en egentlig stamme eller denne er stærkt forkortet, tæppet er således enten helt plant eller hvælvet i vejret på midten eller i den ene side.

Et mikroklimatæppe må ikke forveksles med et vindtæppe. Herved forstås et vindklippet træ (trægruppe, busk). Takket være en meget udsat vokseplads er træet (trægruppen, busken) blevet pude- eller tæppeformet. På sydvest-, vest- og nordvestvendte skrænter og andre udsatte steder, som f.eks. (sten)strandvolde, kan ikke sjældent ses vindtæpper, især af slåen og tjørn, men også af andre løvtræer, sjældnere af enebær. Den stærke blæst har gennem årene, få eller mange, direkte formet planterne ved at det meste af hvert enkelt ungt skud med en vindudsat retning er blevet mishandlet af blæsten og tørret ud; et vindtæppe kan også dannes i toppen af en lav eller høj stamme. Om sådanne artsspecifikke vind(klipnings)tæpper eller -flader er der skrevet før her i årsskriftet (Lange 1974). Fra et typisk vindtræ til et let forblæst træ er der alle mulige overgangsformer: Det helt vandrette træ med »bordkrone« eller posevimpelformet krone er en type, der står vindtæppet nær, mens man f.eks. ved næsten alle veje i Midt- og Vestjylland og masser af steder i Vestsjælland træffer stærkt eller svagt skæve vejtræer, der tillige kan hælde mod øst.

Ved udformningen af et mikroklimatæppe er vinden nok en forudsætning; og i højfjeldet i eller over skovgrænsen er formodentlig tillige et passende snetryk en forstærkende faktor, ligesom snelag på stedsegrønne træers grene i kystnære eller i det mindste stærkt blæsende områder formo-



Fig. 1. Vindtræ foroven, mikroklimatæppe forneden. *Abies lasiocarpa* lige over skovgrænsen i Wyoming, USA. Efter Daubenmire.
Windblown in top, microclimatic influenced near the ground.

dentlig medvirker til tæppedannelsen; men ellers er det først og fremmest mikroklimaet, der er den udformende faktor, således som det vil fremgå af det følgende. I flere udenlandske værker (Daubenmire, 1962, Johnson, 1975) er det snetrykket alene, der får skylden for de ofte meget store tæpper ved basis af diverse nåletræer i eller over skovgrænsen, hvor tæppet kan nå indtil 3 gange så langt bort fra stammen som de øvrige lavtsiddende normalt voksende grenes spidser. Hvordan man har tænkt sig, at snetrykket skulle kunne bevirke en så voldsom forøgelse af grenenes længdevækst, som f.eks. fig. 1 viser må have fundet sted, meddeles ikke. En vækst under snelaget er for de aktuelle vedplanter vedkommende i hvert fald udelukket. Ingen af vore tidligt brydende vedplanter som hyld og gedeblad m.fl. danner mikroklimatæpper, og en hyppig tæppedanner som rødgran, der kræver ret høj temperatur for at kunne røre på sig, bryder normalt ikke før sidst i maj måned. Det samme er tilfældet med *Abies*-arter.

En anden sag er, at isnåle-fygning i vintertiden kan bevirke, at der opstår en halvt eller helt gren- og skudfri zone lige over den af sne dækkede pude, således at puden virker mere markant og iøjnefaldende.

Et normalt kegleformet nåletræ vil især i bjerge med stort snefald f.eks. i nedre halvdel af kronen ofte have hængende grene, hvorved kronkeglen bliver slankere, end hvis grenene stod vandret; kun de nederste grene kan



Fig. 2. Skovfyr med tæppe, udslag af termotropisme, se fodnote s. 114, Neptuni Åkrar, Öland, 20. juli 1977.

Scots Pine. Microclimatic carpet, a result of termotropism.

trods tyngende vintersne ikke komme til at hænge men vil ligge mere eller mindre vandret; den basale del danner derfor et »falsk« tæppe, der naturligvis kun er lille.

Erfaringerne fra vore snefattige kyster, hvor man kan finde træer med enormt store basale tæpper, må være en ansporing til at finde en anden og bedre begrundet årsag til de ægte mikroklimatæpper end snetrykket.

II. Mikroklimatæpper inden for de skandinaviske kystområder

Det blæsende og noget barske klima der hersker, hvor mikroklimatæpperne findes, sætter en grænse for hvor mange af Skandinaviens (vildtvoksende og plantede) vedplanter, der træffes på områderne. Da tillige jordbunden skal have en bestemt beskaffenhed (stor varmeledningsevne), som den kun har på den lette, mineralske jord og på stengrund, sætter dette yderligere en grænse for artsantallet. Jeg har i Skandinavien hidtil fundet basale tæpper på følgende arter; af nåletræer: Skovfyr (*Pinus sylvestris*), østrigsk fyr (*Pinus nigra austriaca*), klitfyr (*Pinus contorta*), sitkagran (*Picea sitchensis*), hvidgran (*Picea glauca*), rødgran (*Picea abies*), og af løvtræer: Almindelig eg (*Quercus robur*), haveæble (*Malus domestica*), vildæble (*Malus silvestris*), seljerøn (*Sorbus intermedia*), slåen (*Prunus spinosa*), tørstetræ (*Rhamnus frangula*) og småbladet lind (*Tilia cordata*).

Hverken dunbirk eller vortebirk, seljepil eller gråpil eller almindelig røn synes i stand til at danne tæpper. Men sandsynligvis vil fortsatte undersøgelser afsløre flere potentielle tæppedannere, således flere *Picea*-, *Abies*- og *Pinus*-arter samt *Tsuga*. Undersøgelser i oversøiske lande ville nok være sagen, hvis det gælder om at sætte artsantallet i vejret.

Skovfyr synes at være den plante, der hyppigst og villigst danner mikroklimatæpper, ligesom det er den, der udgør hovedmassen i hvad jeg kalder ægte troldeskov. Den er særdeles nøjsom i næringsmæssig henseende og selvsår sig villigt f.eks. på et hedeareal. Her vil man oftest finde den i spredt fægtning, og det er netop en fordel for muligheden for tæppedannelse, idet tæpperne vokser bedst i fuldt lys uden nabokonkurrence. I tæt bevoksning vil der således næppe dannes egentlige mikroklimatæpper. Man kan, som det ses på fig. 2, finde tæpper på træer, hvis krone ikke viser tydelig vindpåvirkning og selv hvor blæsten er ret hård, vil skovfyrren ofte bevare sine højeresiddende grene friske og intakte, ligesom kogledannelsen også, helt ned på de nedliggende grene, er helt normal og ofte rigelig. Andre individer vil – som anført – under de samme stærkt blæsende vilkår danne et stort



Fig. 3. Skovfyr med tæppe. Neptuni Åkrar, Öland, 20. juli 1977.
Scots Pine with microclimatic carpet.

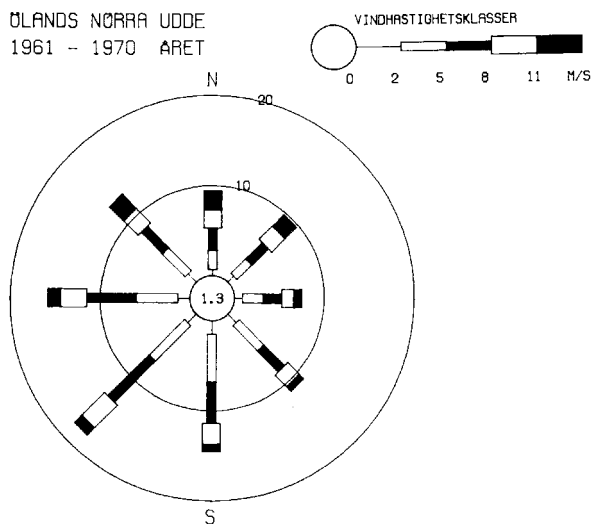


Fig. 4. Vindrose, Ölands nordspids, genomsnitt af årene 1961-70.
Windrose from the northpoint of Öland; average for 1961-70.

fladt, dog på midten hvælvet tæppe. Tæppets vokseretninger i forhold til stammen synes ikke i udpræget grad at være bestemt af den fremherskende vindretning, således har det på fig. 3 og fig. 8 en sydlig tendens på et område, hvor den fremherskende vindretning er SV, se vindrosen fig. 4. Efterhånden som et antal evt. selvsåede træer på f.eks. en vindudsat hede vokser til, bedres læforholdene; perioderne med svagere (eller ingen) vind vil blive længere og tæppernes grenspidser vil få en større tendens til at få opstigende til næsten lodret retning. Forstærkes lævirkningen yderligere, evt. samtidig med at nabotræer bliver så store, at de skygger, vil disse grenspidser fortsætte den lodrette vækst; tæppets sidegrene vil undertrykkes og resultatet bliver en eller flere lodrette stammer med nedliggende basis. Sådan går det i hvert fald ofte med fyr, især skovfyr.

Rødgran er nok den næsthyppigste mikroklimatæppe-danner i nordiske kystområder. Tæpperne kan være meget flade, særlig på unge træer. Som den mere næringskrævende plante den er, ser en rødgran med tæppe ofte noget forsultet ud. Med alderen vil rødgran-tæpper i højere grad end hos skovfyr have tendens til at blive tykkere; men den mest markante forskel er rødgranens større følsomhed for vindpisk, for så vidt som den oprette del af kronen, hvor en sådan findes, altid er tydeligt medtaget, ofte flerstammet og mere eller mindre udpint og hærget og skæmmet af døde partier. Helt stammeløse tæpper eller snarere puder træffes sjældnere. Også hvad koglesætning angår, virker rødgranen gennemgående mere hæmmet end skovfyr-

ren, når den danner mikroklimatæpper. I modsætning til skovfyr, der vist aldrig er set med rodslående grene er rødgranen i stand til at formere sig vegetativt ved »aflægning«; (Høeg, 1940) spidsen af de nedliggende grene slår rod, »bøjer sig« opad, d.v.s. vokser lodret op, og snart står der en hel eller halv krans af »unger« omkring den gamle. Disse afkomsindivider vil normalt undertrykke mikroklimatæppet, der derfor ikke bemærkes (fig. 5).

Østrigsk fyr har ord for at stå stejlt og standhaftigt mod vinden uden at stammen i det mindste i ungdommen bøjer sig noget videre for vindtrykket.



Fig. 5. Halvkreds af aflæggere af rødgran. Moderindividet er væltet og ses yderst t.h., Norge 1976.

Semicircle of layers of Norway Spruce; the old tree has turned over (seen to the right in the picture).



Fig. 6. Østrigsk Fyr, Kullens vestkyst, 27. august 1974.
Austrian Pine. Westcoast of Kullaberg.

Til sidst vil der dog kunne danne sig en skråtstillet eller vandret, næsten vinkelret på spidsen af stammen stående, lille bordkrone, som det kan ses f.eks. på Nekselø, hvor det også vil kunne iagttages, at i det stadium følger træarten tjørnemodellen efter Hjalmar Jensens vindskeletsystem (H. Jensen, 1934); i ungdomsårene tilhører den derimod rødgrantypen.

På Kullen er der for knap 100 år siden blevet plantet mange østrigsk fyr, hvoraf de fleste danner skov, hist og her forblæst skov og nær spidsen findes mere spredt stillede, ofte noget vindhærgede træer; nogle enkelte har dog, takket være deres særlige position få meter fra et lodret fald ned mod stranden og brændingen på den sydvestvendte kyst, formået at omskabe sig til en stor skråtstillet pude, hvis tykkelsesmål de fleste steder svinger mellem 15 cm og 100 cm med jævn stigning bagud; bagtil, tæt ved en 2 m høj klippevæg når en af planterne dog godt 200 cm (fig. 6). Klippevæggen ned mod kysten danner en bred slugt, hvorigennem vinden presses i vejret, så den pudeformede fyr undgår den mest voldsomme vindpåvirkning; der er nede mellem grenene ved jorden på det nærmeste konstant vindstille, mens det blot i 20-100 cm's højde trækker koldt, især under pålandsvind og så længe havet endnu er uopvarmet, fra sidst på året til ca. 1. juli, når skuddenes længdevækst er ved at være afsluttet. Dette specielle forhold, vindstille ved jorden, trak i zonen lidt højere til træets top, har sikkert været afgørende for væksten.



Fig. 7. Kulturæble, Sejerø. Kronens ene halvdel danner en $14\frac{1}{2}$ m bred belægning hen over en syd-sydvest-vendt tagflade; den anden halvdel af kronen er rund og kuplet, ca. 7 m bred. 11. maj 1977.

Common Apple. A great part of the crown forms a $14\frac{1}{2}$ m broad carpet over the roof, turning south-southwest. The other part of the crown is round and globe-formed.

Et markant og meget iøjnefaldende mikroklimatæppe, dannet af et nu ca. 80-årigt selvsået æbletræ, en navnløs gulfrugtet holdbar haveæble-sort, en såkaldt frøsort, ses på Ruth Jensens hus i Kongstrup på Sejerø. Den ret tykke stamme (140 cm i omkreds) står ca. 2 m fra husfacaden, og den sydvestvendte teglstenstagflade på det ca. 14,6 m lange hus er dækket af et sammenhængende tæppe af blomstrende og frugtsættende kviste, der udgår fra en ret svær, skråt mod husets tagskæg rettet gren. Kun et par mindre hjørner af taget både i den nordvestlige og sydøstlige ende er udækkede; ellers når tæppet fra vindskede til vindskede, + 5 cm i NV-enden, i alt 14,65 cm i 1978 og helt til tagryggen i så godt som hele husets længde (fig. 7). Grenen hviler ret tungt på taget; og for at forhindre dels at tagsten knuses, dels at grenen i stormvejr skal blæse ned, er et par kæder bundet fra begge skorstenene ned til et par ledende grenpartier; og i de sidste ca. 20 år, da nabohaverens trævækst har øget læet væsentligt, er der foretaget en vis beskæring med 2-3 års mellemrum for at forhindre, at tæppet bliver for tykt og tungt på midten. Men ellers er der intet foretaget i retning af bevidst espalierformning. Ruth Jensens afdøde mand er født i huset for 84 år siden og kunne for-

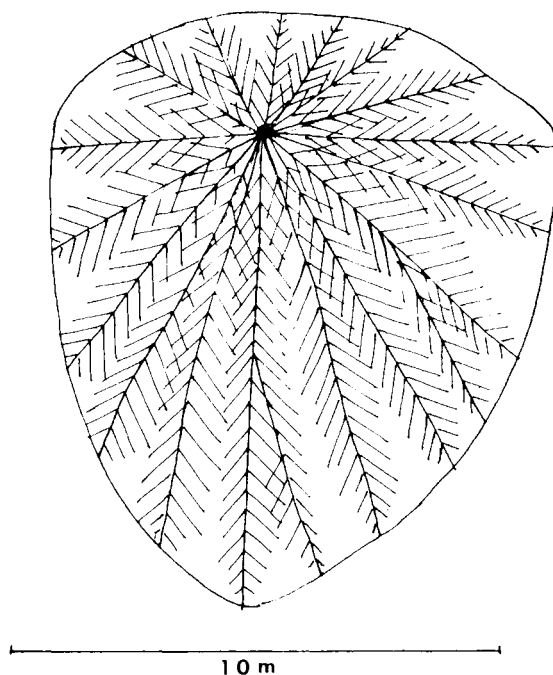


Fig. 8. Skematiseret grundplan af tæppedannende skovfyr. Nord opad.
Ground-plane of carpet-formed Scots Pine. North upwards.

tælle, at en af det unge træs grene engang i begyndelsen af dette århundrede begyndte helt spontant ved termotropisme *) at lægge sig, d.v.s. vokse ned mod tagstenene og brede sig ud der. Resten af træets krone, der kun er ca. halvt så bred som tæppet, nemlig ca. 7 m, men lige så høj som huset, nemlig 6,5 m eller indtil ca. 50 cm højere, danner en helt normal, rund krone uden, i det mindste nu, at være præget af den blæst som ellers er ganske stærk på dette højtliggende sted på Sejerø, ca. 1 km fra den sydvestvendte kyst; tendens til at danne hængegrene er der slet ikke tale om. Denne »opdeling« af træet i en rund, normal krone og et mere eller mindre fladt tæppe udelukker på forhånd enhver formodning om, at tæppet her – og vel i alle tilfælde i naturen – kan skyldes en arvelig »vrang«egenskab. Snetryk turde også være ganske udelukket som årsag til tæppedannelsen, bl.a. af den enkle grund, at sneen på det ret dårligt til slet ikke isolerede tag vil smelte bort ret hurtigt; snefaldet på Sejerø er i forvejen ringe.

*) Denne nye term er et udtryk for samspillet mellem mikroklimatisk påvirkning og plantens væksthormoner. Fænomenet må skyldes en kontrast mellem et varmt og et køligt luftlag, således at de frembrydende skud søger ned i eller snarere bliver i det varme luftlag. Emnet trænger til nærmere undersøgelse.

De fladeste mikroklimatæpper jeg har fundet, nemlig i klippeterræn, er dannet af tørstetræ (*Rhamnus frangula*); hele planten vil ofte indgå i tæppet, der næppe overskrider 4 cm i tykkelse; eller en svag stamme vil strække sig lodret eller bueformet et stykke op over det basale tæppe.

III. Iagttagelser på Ölands nordspids

Iagttagelser over tæppedannende træer er i somrene 1977-78 foretaget nær Ölands nordspids særlig i den nordlige ende af Neptuni åkrar, der består af meget store strækninger af hævede rullestenssletter. Her og langs vestkysten endnu længere nordpå findes mange tæppedannende og tæppeformede træer især af skovfyr, men mange individer af rødgran og få af vildæble og seljerøn findes dog også. Der gror ellers skov til dels i form af højskov på begge de to odder, der strækker sig mod nord på hver sin side af Grankullaviken. Få steder er skoven særlig vindhærgt og slet ikke mod øst. De stærkeste storme kommer fra nord, nordvest og nordøst, men den mest fremherskende vind er sydvest, derefter kommer vest, syd og nordvest, se vindrosen fig. 4. Om stærkt snetryk kan der ikke være tale, der falder dog noget mere sne her end i Danmark, se skemaet tabel A.



Fig. 9. Skovfyr, Ölands Trollskog, 21. juli 1977.
Scots Pine.

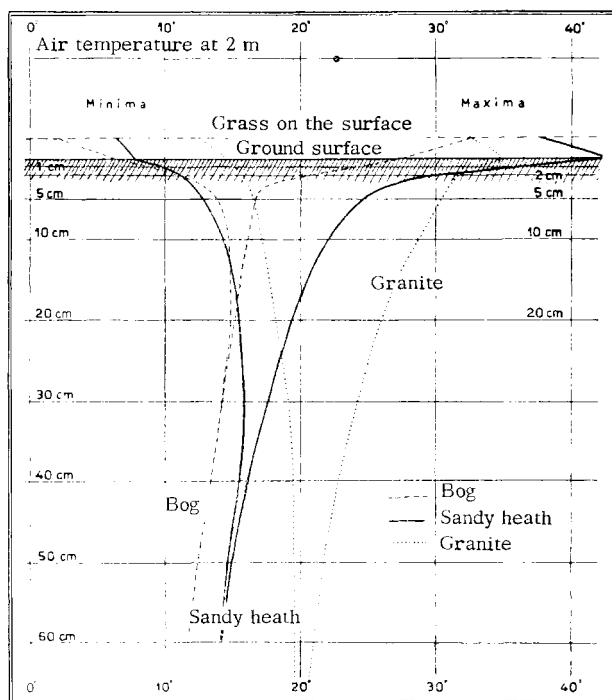


Fig. 10. Temperaturer i tre forskellige jord-(sten-)arter i dybder indtil 65 cm, målt på en sommerdag i Finland. Efter Geiger.

Range of temperature fluctuation in three different soils on a summer day in Finland.

Adskillige af de tæppedannende træers tæpper er »kortlagt«, idet gennemsnitlig 8 radier er målt og grundplanet af tæppet er tegnet med geografisk orientering. Af figurerne der gælder 6 stk. skovfyr (hvoraf en er gengivet i fig. 8), 1 rødgran og 1 seljerøn ses det, at tæppet synes uafhængigt af den fremherskende vindretning, helt modsat forholdet med vindklippede kroner. Mikroklimatæppet kan fra stammebasis strække sig ligeligt i alle retninger eller lige så ofte mod vinden som med vinden. En stærk ensidighed i tæppet skyldes oftest lyskonkurrence (generende nabotræer).

Selv om der på Ölands nordspids findes et område, der benævnes »trollskog«, er der ikke (mere?) typiske troldeskovstræer. Et træ, der synes at danne overgang fra mikroklimatæppe-træ til troldeskovstræ, er vist i fig. 9. Det har ganske sikkert tidligere stået frit og har i sine yngre år formodentlig haft en krans af nedliggende mere eller mindre radiært stillede grene, men takket være selvsåning og nyopvækst og følgelig en ret udtalt skyggestilning er de fleste af de basale grene blevet undertrykt og dræbt og kun én nordlig orienteret gren, der i sine inderste ca. 2 m er helt nedliggende, er bevaret.

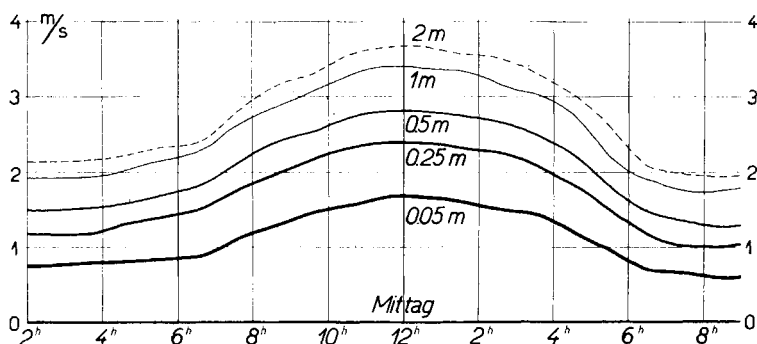


Fig. 11. Vindhastighed (m/sec.) i højder fra 5 til 200 cm, målt fra kl. 2 nat til 20 aften. Efter Geiger.

Wind-speed (m/sec.) in elevations from 5 to 200 cm, from 2 night to 8 noon.

Skråt oven for denne grens basis men under den tvege de lodrette stammer danner, ses mærket (hulningen) efter en helt bortrånnet gren, der sandsynligvis også har været nedliggende.

Som det næsten altid går med ældre tæppetræer, har spidsen (spidserne) af den bevarede gren, som det fremgår af billedet, rejst sig under den videre vækst, men er af modertræet tvunget ud i skrå stilling. Modsat vil man på yngre tæppetræer meget ofte se højeressiddende grene bøje sig ned mod jorden, hvor de vil fortsætte væksten som tæppedannere. Det kendes kun fra skovfyr, men er sikkert væsentligt for forståelsen af troldeskovens opståen: Skovfyrens vandretstillede grenes store følsomhed for vækstforøgende faktorer, når toppens mere lodretstillede skud hæmmes af kold blæst, bevirker at grenene strækker sig på bekostning af tykkelsesvæksten. Fyren får lange, svage mere eller mindre vandrette skud, der langt lettere bøjes end normalt fremkommende grene og får en utraditionel voksemåde. På lignende måde forklares bedst de højere til ret højt siddende skæve, flade kroner, som karakteriserer de indre dele af troldeskoven et godt stykke fra kysten. Træerne her har som vel overalt været plantet tæt og har i modsætning til forholdet i de mest vindudsatte parceller overlevet næsten alle i de første mange år; derved har de kunnet presse hinanden i vejret. Ved senere udtynning og evt. andet frafald har de tilbageblivende fået større lysrum, samtidig med at blæsten gør sig stærkere gældende i toppene, fordi den presses op over det tætte, lave, i mellemtiden dannede bælte af forkrøblede træer nærmere kysten. Vi får en kold blæsende luftzone hen over toppene; mens varme fra jorden mellem de nu mere spredt stillede kystfjerne træer skaber et mildere klima mellem stammerne et godt stykke op. Her vil den mere eller mindre vandrette vækst blive begunstiget og den bordformede krone vil dannes.

IV. Biotoper med tæppedannende træer

En systematisk gennemsøgning af alle vore blæsende (kyst)egne med vedplantevegetation er ikke foretaget. Men stikprøver synes at vise, at man finder træer med (eller bestående af) mikroklimatæpper på følgende lokaliteter:

- 1) Klipper (såvel af eruptiver som sedimenter) med tilstrækkelig store sprækker til at træer og buske kan få rodfæste uden at komme til at stå for tæt. Vedvarende træk henover klippen fremmer tæppedannelse mere end voldsom blæst, der snarere virker ødelæggende. En lokal gunstig placering i forhold til fremspring, rygge, slugter og skrænter og til den fremherskende vindretning er derfor en betingelse; og klippen må ikke være dækket af tykke jordlag af muld, mor eller ler.
- 2) Områder med løse sten, f.eks. rullesten vil også tit rumme tæppebærende træer, blot vedplanterne har mulighed for at etablere sig mellem stenene. En bølget overflade af stenområdet synes at være en betingelse for en ægte mikroklimatæppedannelse.
- 3) Sandjordsarealer med et lavt plantedække af græs, lyng, revling m.m., men ingen mor af betydning under vegetationen er ideelle mikroklimatæppe-områder; sådanne biotoper ses f.eks. i det nordlige Odsherred ved Sejerøbugt, Nyrupbugt og Sonnerup skov på den tidligere litorinahavbund, der for 100 år siden har været (helt) lyngbevokset, jvf. navne som Højby Lyng, Ellinge Lyng o.s.v.; der har været fåregræsning og pletvis opdyrkning. En morskjold finder man ikke; og nu breder sommerhusene sig – også hvor man tidligere har lavet plantager. Også her er en bølget eller på anden lignende måde ujævn overflade en befordrende omstændighed for tæppedannelse. Til sandjordsarealer må i høj grad henregnes flyvesandsområder; den meget levende hvide klit er ikke ideel for tæppedannelse, men i de mere eller mindre græsdækkede og tilplantede åbne områder på Nordsjællands Kattegatskyster kan iagttages mikroklimatæpper.
- 4) En tagflade er i subtropen ikke sjældent biotop for diverse sukkulenter; er den solvendt, bliver den i de varme egne af jorden dog for ophedet til at planter kan slå rod og trives der; men i vort tempererede, blæsende klima vil f.eks. et sydvestvendt tag kunne afgive en tilpas mængde varme til at kunne påvirke skud, der har brug for kalorier i forårstiden. Det ovenfor omtalte æbletræ på Sejerø er med en del af sin krone vokset hen over en sådan varm tagflade, således at den pågældende gren er blevet tæppeformet.

V. Biotoper uden tæppedannende træer

På eller lige bag ved de talrige vestvendte lerskrænter og andre blæsende lermuldede områder i Øst-Danmark ser man aldrig mikroklimatæppedannende træer. Grunden er formodentlig ikke den ellers nærliggende, at arealet her oftest græsses; en sådan brug af vegetationen vil meget hurtigt ødelægge ethvert mikroklimatæppe. På store dele af Knudshoved i Syd-Sjælland foretages ingen græsning; men der træffes ikke et eneste tæppe. På det store fredede område på spidsen af Røsnæs, hvor der i sin tid er indplantet diverse nåletræer, bl.a. østrigsk fyr ligesom på Kullen, træffes heller ingen tæpper. Den lerede eller lermuldede jord på begge disse halvøer og alle andre steder udelukker formodentlig mulighederne for tæppedannelse, som det vil fremgå af det følgende. Tæppedannende træer er ligeledes søgt forgæves på Sjællands Odde, Sejerø, bortset fra det ovenomtalte æbletræ, Nekselø, Asnæs, Reersø, Musholm, Halsskov, Agersø, Stigsnæs, Sevedø, Glænø og Enø.

VI. Årsager til tæppedannelsen

Grunden til dannelse af mikroklimatæpper angives for så vidt i betegnelsen, som det må være mikroklimaet, der på det sted, hvor de frembrydende skud befinder sig, giver disse et forspring for de skud, der sidder oppe i kulden, hvor blæst og træk hersker. I en lys have eller skov med lignende varmeledende jordbundsforhold som de ovenfor beskrevne, vil luftfugtigheds- og varmforskellen mellem lave og højere luftlag være for lille til, at der vil kunne opstå noget tæppe; varmen fra den solopvarmede jord vil blive hængende længe nok mellem grenene i kronen til, at disse påvirkes lige så meget som grenene ved jorden. Og på en blæsende åben flade, hvor jordbunden har ringe varmeledningsevne, vil jordoverfladen ikke afgive varme nok i rette tid til, at de basale skud vil reagere anderledes end de øvrige skud. Med »rette tid« menes den halve times tid lige efter mørkets frembrud, hvor skuddenes længdevækst fortrinsvis foregår.

Det er nu opgaven ved skemaer og kurver at bringe beviser for de her fremsatte teser.

I de fleste bøger om jordbundslære og lignende værker vil der kunne findes skemaer som det i tabel B gengivne fra Aslyng, 1976, s. 46, hvoraf det fremgår, at ler har en væsentlig dårligere ledningsevne end kvarts og dermed også sand og sandsten, og at organisk stof i jord, som f.eks. i tørvjord, yderligere vil nedsætte ledningsevnen væsentligt; lyngtørv har som bekendt været brugt som et ganske effektivt isoleringsmateriale. Granit og andet klippemateriale indgår desværre ikke i skemaet. Det gør det derimod i fig. 10, der her er gengivet fra Geiger. I denne undersøgelse er der til gengæld ikke taget hensyn til lerjorder.

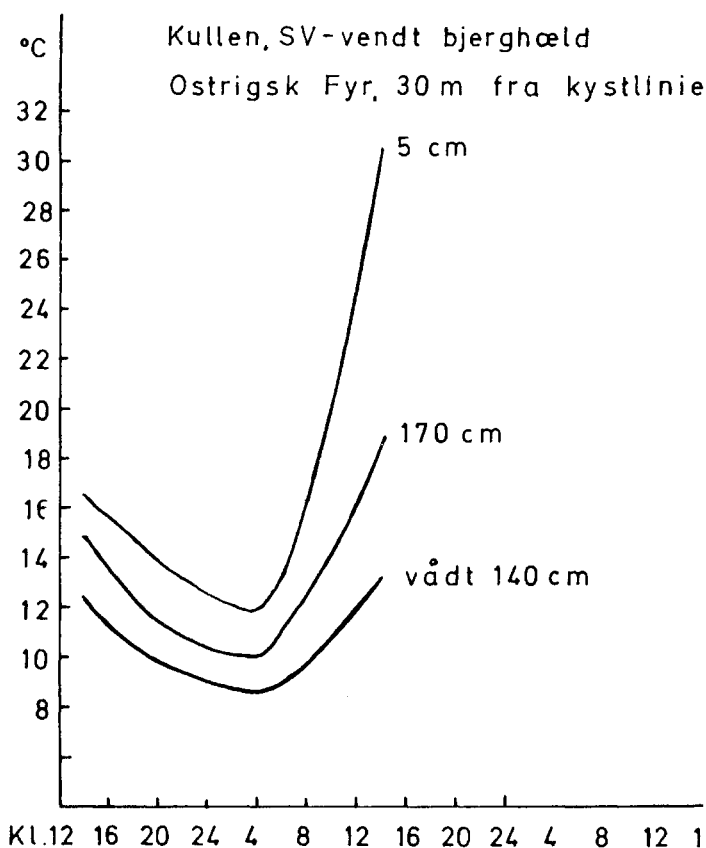


Fig. 12. Temperaturer i løbet af et døgn (kl. 14 til 14) i tre forskellige højder: 5 cm over jorden og 170 cm over jorden samt vådt termometer i 140 cm's højde. Gråt og blæsende vejr. 5.-6. juni 1976. Kullen.

Temperatures in 3 different elevations above granite: 5 cm, 170 cm and 140 cm (moist thermometer) on a gray and windy day.

Des mere talende er resultaterne af undersøgelserne i mosetørv, sandjord og granit. Temperaturmålinger er foretaget en varm sommerdag og en tilstødende nat dels i luften, dels i forskellige dybder indtil 60 cm under jordoverfladen, ligesom varmen er kontrolleret lige i græsdekets overflade, for alle optagelsers vedkommende som dels minima, dels maxima med forbindende kurver. Det fremgår af skemaet, at lufttemperaturen i 2 m's højde har svunget fra 9° om natten til 23° om dagen. Udsvingene har naturligvis været meget større i jordoverfladen og i græsoverfladen; særlig over mosejorden har nattemperaturen været lav, ca. 2° i græsoverfladen; og nede i mosejorden har døgnudsvingene kun kunnet mærkes til ca. 22 cm's dybde. Også over sandjorden har nattemperaturen gået et stykke ned under lufttempera-

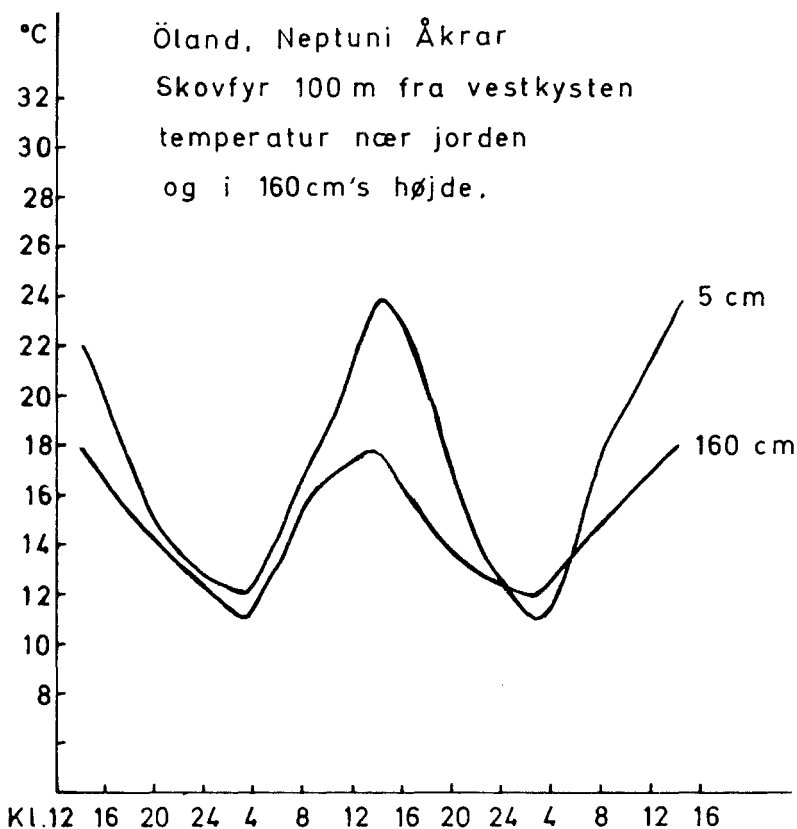


Fig. 13. Temperaturer i løbet af to døgn i to forskellige højder, halvkørt første nat, helklart anden nat. 19.-21. juli 1977. Öland.

Temperatures in 2 different elevations above limestone; light cloudy the first night, bright the second.

turen. Til gengæld har udsvingene i løbet af døgnet kunnet mærkes helt ned til 60 cm's dybde i sandet; og på det varmeste tidspunkt har sandoverfladen været næsten brændende varm, ca. 43°. En granitklippeoverflade er derimod ikke så ubehagelig at gå på med bare fødder i varm sol, formodentlig fordi varmen hurtigt ledes ned i klippen, hvor udsvingene kan mærkes væsentlig længere ned end til de 60 cm som for sandets vedkommende. Resultatet er en varmeressource i klippegrunden, som vil kunne afgives den følgende nat (aften) (og evt. de følgende nætter); det fremgår da også af skemaet, at klippeoverfladen om natten på koldeste tidspunkt er noget varmere end lufttemperaturen, ca. 15° lige i klippeoverfladen. Denne nattelunhed vil kunne betyde særdeles meget for de lave, læstillede knopper.

Uafhængigt af jordbundsarten vil basale skud (knopper) altid være min-

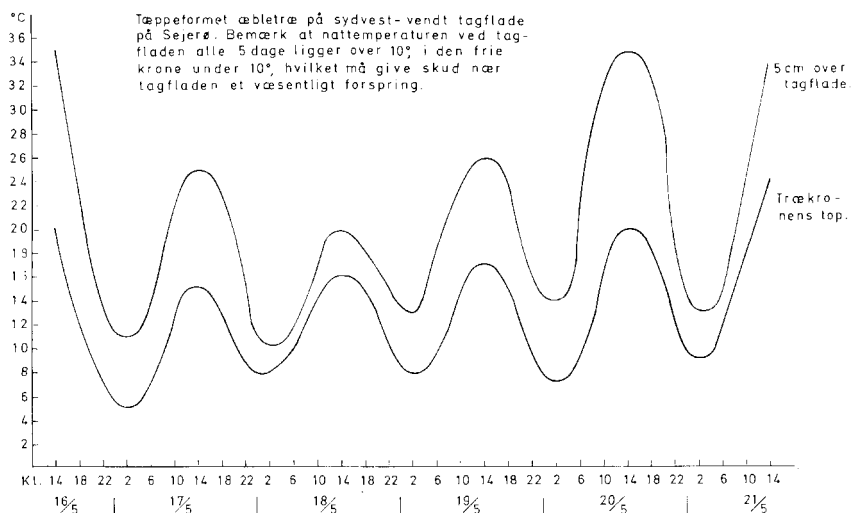


Fig. 14. Temperaturer i løbet af 5 døgn i to forskellige afstande fra et syd-sydvest-vendt tag; 5 cm over tagfladen og 3-4 m fra tagfladen. 16.-21. maj 1978. Sejerø. Temperatures in 2 different levels from a south-southwesterly directed roof: 5 cm from the roof and 300-400 cm from the roof.

dre udsat for kold blæst end de højere placerede skud. Fig. 11 viser vindhastighedsforskelle på de angivne tidspunkter i døgnet. I 5 og 25 cm's højde over jorden er vindhastigheden henholdsvis 60 cm og 100 cm i sekundet kl. 20. Midt på dagen, hvor det normalt blæser stærkere, er de tilsvarende vindhastigheder 160 cm og 240 cm i sekundet. Da skuddenes længdevækst som bekendt især foregår i den første halve time efter mørkets frembrud, betyder det naturligvis meget, at den af jorden afgivne varme ikke føres bort nær så hurtigt som højere oppe i træet, sådan som det fremgår af det første sæt tal 60 cm/sec. og 100 cm/sec. Kl. 2 om natten er de tilsvarende tal 75 cm/sec. og 120 cm/sec. Denne forskel i vindhastighed vil betyde særlig meget på de jorder, der kan afgive varme om natten, for så vidt som varmen vil komme de basale knopper til gode, selv om træet står i en blæsende egn som på en vindudsat (evt. vestvendt) kyst eller lignende blæsende strækning og i skovgrænsen i fjældet, hvor det også blæser mere end hvor der ellers står træer.

Målinger af temperaturen dels i grene ganske nær jordoverfladen (tagfladen), dels i højsiddende grene hvor ingen tæpper dannes, fordi blæsten holder væksten tilbage, er foretaget på Kullen (østrigsk fyr), på Öland (skovfyr) og på Sejerø (kulturæble); resultaterne fremgår af fig. 12, 13 og 14. Til sammenligning er i fig. 16 og 17 gengivet kurver over temperatur i

tilsvarende dels lave dels højere luftlag døgnet igennem over jord med ringe varmeledningsevne, fortrinsvis lerblandet muld.

VII. Forskernes syn på troldeskov

Længe inden betegnelsen troldeskov (ca. 1910) opstod, nævnes i »Beretning om de danske Landmænds Forsamling i Randers 1845« vindens indvirkning på skovfyrrens vækst, idet forstråd Bjørnsen kort omtaler en fyrrebevoksning i Hornbæk Plantage, hvor træerne er »nedbøjede af Vindens Magt, liggende langs hen ad Jorden, og her har disse 50-aarige Træer næppe opnaaet en Højde af 2 Alen« (Rostrup, 1902, s. 61 fodnote). Først omkring århundredskiftet angribes fænomenet fra egentlig videnskabeligt hold, idet Johs. Helms, 1902, ud fra forstlige synspunkter beskriver Tisvilde Hegn's skovfyr-bevoksninger. Han har tydeligvis set en mikroklimatæppedannende skovfyr på et sted, der er helt ideelt for tæppedannelse, men betragter den som en arvelig afviger: »Her kan der ikke være Tale om anden Aarsag til den slette Form end naturlig, medfødt Tilbøjelighed« (s. 306). Hans beskrivelse af planten, ca. 2 m høj og 6 m bred forneden, tykke, vandrette grene

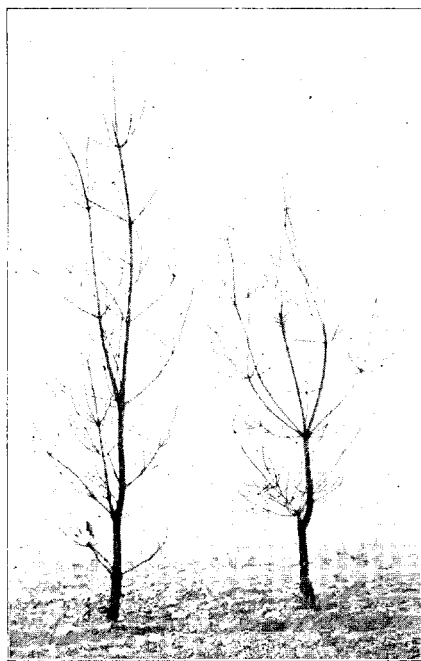


Fig. 15. Figur fra Oppermann 1922, s. 253, her med figurteksten: Vrange skovfyr på Vemmetofte, 11-12 år. A. Oppermann fot. 1922.
The figure-text by Oppermann runs: Inverted (»vrang«) Scots Pine at Vemmetofte, 11-12 years old.

og ingen egentlig stamme røber imidlertid klart, hvad det er han har iagttaget. Afkommet, som det lykkedes ham at frembringe, men som hurtigt gik tabt for ham på grund af forflyttelse, så helt normalt ud, hvad han ærligt meddeler. Han synes imidlertid at undre sig. Ellers er det vinden, han mener må være den væsentlige årsag til stammernes mere eller mindre nedliggende stillinger og krumme former og grenenes vridninger. Men i Sverige lyder tidligt (Hemberg, 1904, Lindquist, 1935) andre toner; de taler begge om biologiske racer og anser de forvredne træer i den svenske og norske skærgård for et selektionsfænomen som vindpinsler og jagt efter gavntræ igennem generationer har skabt. Klimaets direkte formgivende betydning er efter deres mening helt underordnet. Emil Rostrup (1906, s. 60) er efter udtalelserne at dømme den eneste, der har set et helt fladt tæppe og som samtidig sætter troldeskov i forbindelse med tæppefænomenet; dette tilskrives han dog snetryk alene. Følgende citat kan formodentlig opfattes i den retning; han skriver om troldeskov: »Skønt Vinden er en Hovedfaktor ved Misdannelser, hjælper Snetrykket ofte til at forøge dem ... Træerne ligner i forstørret Maalestok pressede Planter i Herbariet.« Den sidste sætning synes at beskrive et helt oplagt eksempel på mikroklimatæppe. Eugen Warming (1917, s. 206) nævner kun vinden som formdannende faktor: »Vinden

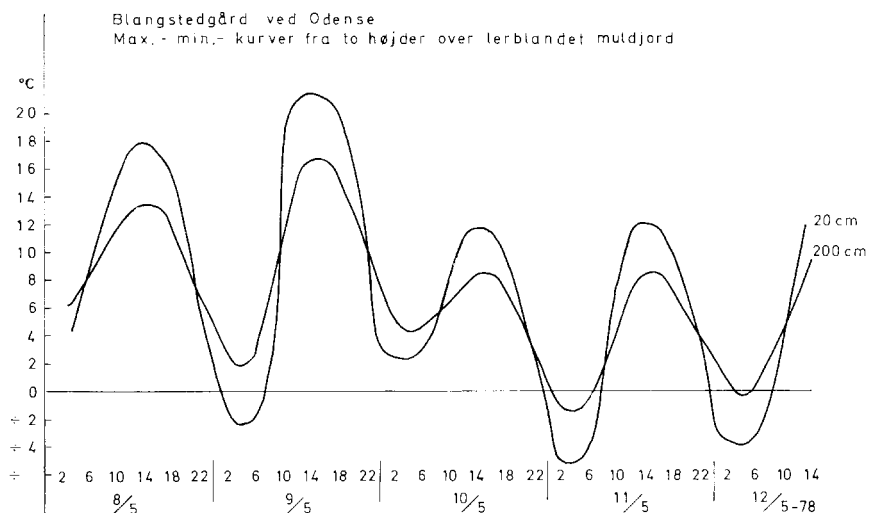


Fig. 16. Almindelig (ikke varmeabsorberende) jordbund: På grund af udstrålingen fra jordoverfladen synker temperaturen nær jordoverfladen om natten noget under temperaturen i højereliggende luftlag.

Common, not heat conducting soil. Due to radiation the temperature decreases during the night more near the surface than in higher elevations.

har sejret over Skoven, denne maa ydmyge sig, og som Slaver kryber de maaske hundrede Aar gamle Stammer for den mægtige Herre.»

Disse i det væsentlige indbyrdes enige danske forskeres erklærede modstander er Adolph Oppermann (1922, s. 255), der om en afbildet barok fyrretræform spydigt skriver: »Hvis dens Form skulle skyldes Vinden maatte den gennem Aarene have levet i en Hvirvelvind. Fig. 35 er en Form der slaar Krølle paa sig selv.« Han tror i det væsentlige kun på indre, genetiske faktorer og taler om vrang fyr med samme selvfølgelighed som om vrang bøge uden at vente til der var bevist noget om, hvorvidt Tisvilde-fyrrenes afkomsindivider var lige så vrang som (eller endnu mere flade i væksten end) nogle af de vrang bøges, specielt Fasanbøgens frøafkomsindivider. De vrang bøges udspaltningsforhold i tildels helt ekstreme typer arbejdede Oppermann selv ivrigt med (Oppermann, 1908, s. 36-40) og var ganske klar over, at disse forskellige vrang typer, også når de bliver stillet i skygge f.eks. under høje træer, vil bevare deres vækstform, naturligvis forudsat at de ikke skygges ihjel. Det må derfor undre, at han kunne finde på at kalde en fyr vrang, selv om den var helt opret og blot var svagt eller måske noget afvigende fra den enstammede, til forstligt brug bedst egnede fyrracer; se f.eks. hans egen kommentar til fig. 15 taget fra hans afhandling om skovfyr. De mellemeuropæiske typer (racer om man vil) af skovfyr er, når de står frit, undertiden flerstammede og til sidst i hvert fald meget brede i kronen (ligesom i øvrigt talrige fyrrearter, jvf. navnet *Pinus tabuliformis* til en af dem), og der kan ses talrige individer af det udseende i danske parker og skove; dem plejer man ikke at kalde vrang. Men de har anlæg for at blive til troldeskovstræer, når kårene tvinger dem, muligvis mere end Nordlands-typen, men derom ved vi faktisk intet; disse mellemeuropæere og sydskan-

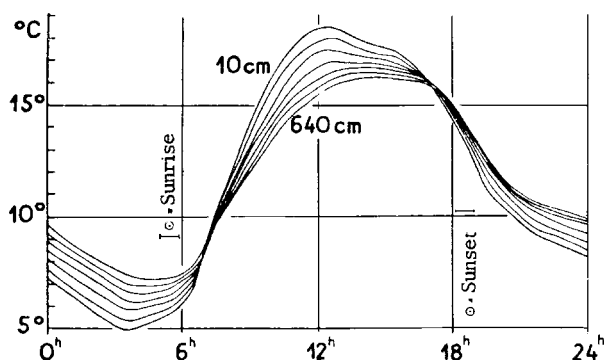


Fig. 17. Temperaturer i løbet af et døgn en forårsdag målt i forskellige højder over en almindelig lerblandet muldjord. Ingen væsentlig varme vil afgives om aftenen og natten til vegetationen. Efter Geiger.

Temperature variation within 24 hours at different levels over loamy soil.



Fig. 18. De to eneste eksisterende podninger af troldekovsfyr (Tisvilde). Roekulen, Arboretet, 1978. Bemærk at træet til venstre har mistet toppen for ca. 10 år siden i stærk blæst.

The two sole existing graftings of Pines from elfin forest (Tisvilde in Sealand).

dinaver kan også blive helt enstammede, når de dyrkes i tæt bestand under beskyttede forhold. Dette sidste viser afkomsforsøg med troldekovs-fyr fra den norske skærgård (Børset, 1951, fig. 8, til en vis grad også Opsahl, 1949).

Også danske frøformeringsforsøg med troldekovsmoderplanter (fra helt lave, stærkt vindudsatte til næsten normalt udseende, mere læstillede) viser,

at afkomsindividerne bliver ranke og praktisk taget ens, som det ses i dag i Rude skov, Hørsholm skovdistrikt, afd. 502. Klonformerede (podede) planter fra Tisvilde hegn kan ses i et sydvestvendt, åbent hjørne i Arboretet i Hørsholm, hvor de er udsat for et ret hårdt vindpres fra en utilplantet slugt; vindpresset har præget en nabo-fyr af anden oprindelse og har for et par år siden brækket toppen af den ene Tisvilde-fyr. Planterne fortjener næppe at blive kaldt vrange. I deres unge år, da de stod tæt, var de helt ranke og »normale« at se på; nu er der kun to tilbage og de står som anført friere end tidligere og har forgrenet sig anderledes end f.eks. en fyr af Nordlandstypen (som en forstmand kalder normal). Kronerne er noget filtrede og stammerne er ikke ganske rette; men som det fremgår af fig. 18-19, kan



Fig. 19. Toppene af de to 27 år gamle podninger fra trøldeskovstræer (Tisvilde). Arboretet, 1978.

Tops of the two 27 years old graftings from a elfin forest.

de trods deres lysåbne plads give helt ranke topskud. Begge har nået en højde af 6-7 m.

Ingen senere forsker synes at slutte sig fuldt og helt til Oppermann. Men alligevel har han ikke levet forgæves; således skriver Knud Paludan om Tisvilde Hegns fyrre (1971, s. 388): »Årsagen til den forkrøblede vækst må søges i vindens stærke påvirkning og i den magre jordbund, men man kan heller ikke udelukke at dårlige arvelige egenskaber kan have spillet en rolle for træernes udformning.« Og C. Syrach-Larsen mener noget lignende og skriver (1969, s. 585): »... den »vrange« form er også påvist for en del at være betinget af »uheldig« arv.« Når C. S.-L. sætter vrangle og uheldige i anførselstegn, viser det, at han – som venteligt – også kan se på planterne ud fra andre end rent forstlige synspunkter; og når han skriver påvist, må det formentlig sigte til det ovenfor omtalte podningsforsøg med Tisvilde-fyrre-



Fig. 20. Vrang bøg. Arboretet, 1978.
Inverted Beech. Arboretet Hørsholm.



Fig. 21. Hænge-elm, *Ulmus hollandica* 'Serpentina' D 27. Hesele Planteskole, 26. maj 1965.
Pendula-form of Dutch Elm.

ne udført i Arboretet i Hørsholm, der imidlertid højest kan vise, at podningerne ikke stammer fra en stiv og rank fyr, f.eks. af Nordlandstypen. Endelig har Richard Roed (Vestkysten d. 8. juni 1967) og P. Chr. Nielsen (1978, s. 20) hentet den gamle, løst skitserede tanke frem af glemselen, nemlig at fyrreviklerens larve (*Tortrix buoliana*, senere *Evetria* b. og nu *Rhyacionia buoliana*) igennem sin bearbejdning af fyrreskuddenes indre, foruden vinden skulle være en væsentlig årsag til de krogede grene. Denne teori vil vi vende tilbage til i sidste kapitel.

VIII. Om begrebet vrang

Oppermanns og hans elevs anvendelse af ordet vrang i forbindelse med skovfyr i troldegrave må give anledning til følgende kommentarer.

Udtrykket vrang er oprindelig (jvf. Ordbog o.d. danske Sprog, der citerer Oppermann) kun brugt om bøg. Vi kender en række bøge-typer, hvis stamme ikke er ret og opret, også grenene er mere eller mindre zig-zag-bøjede, undertiden filtret noget ind i hinanden, eller de er blot udstående eller hængende; den helt lave, ca. 1-2 m høje (tykke) pude med en krondiameter på indtil 15 m ses ikke så meget som den meget høje hængebøg med en kunstigt optrukken, næsten rank stamme, i reglen med mange sidegrene, der alle hænger. Imellem dem er der alle mulige overgange, en del af dem kan ses afbildet i *Dendrologisk Årsskrift* (Holten, 1965). De afbildede står

eller har stået i skygge, men nogle af dem er hugget fri for at undgå skyggedøden; nogle af dem står under normale bøge; en står i en tæt granskov; sådanne steder er der som bekendt ret mørkt, skovbunden er uden plantevækst. Men træerne har ingenlunde tilbøjelighed til at vokse op mod lyset. Og når man tiltrækker et hængebøgetræ ved at pøde det på en normal, ung, opret bøgestamme, så må man i flere år binde hængebøgens fremvoksende ledende skud op til en lodret stok, for at det ikke skal give sig til at hænge for tidligt.

I forbindelse med andre træer er betegnelsen vrang ikke brugt så tit; men det er klart, at der ikke er nogen principiel forskel mellem den vrang voksemåde hos en bøg og hos en pil, en eg, en ask eller hvad man kan nævne; vi taler om hænge-birk, hænge-elm, hænge-kirsebær, hænge-ærtetræ o.s.v., hver af dem hængende i varierende grader. Men også de mere eller mindre pudeformede *compacta*-former, de runde *globosa*-former, de forvredne *tortuosa*-former og de flade *prostrata*-former af en række arter må kunne komme ind under fællesbegrebet vrang; ordet siger jo ikke andet end at væksten er det modsatte af ret, d.v.s. ordinær.

Selv om det fremhæves, at den vrang bøg har filtret og uregelmæssig grenvækst, så kan man ikke komme bort fra, at en vis lovbundethed karakteriserer hvert enkelt individs voksemåde. Forudsat at træerne ikke bliver stærkt ensidigt beskyggede, vil de før eller senere danne ofte særdeles velformede »puder«, »kupler«, »paraplyer« o.s.v. Og for *globosa*-formernes vedkommende er formen forbløffende regelmæssig, ja næsten geometrisk. Selv hængeformerne holder sig strengt til den grad af invers vækst, som nu er egen for den enkelte klon: Hægebirken 'Bøghe' går ikke pludselig hen og bliver paraplyformet og omvendt, og man kan med lethed skelne mellem *Ulmus glabra* 'Camperdownii' og *Ulmus glabra* 'Pendula'. Træerne følger et ganske bestemt mønster.

Helt anderledes med Oppermanns vrang fyr, både som vi kender dem som troldekovstræer og som vi præsenteres for dem i nogle ganske få eksemplarer i Arboretet i Hørsholm og i Rude Skov under Hørsholm Skovdistrikt, og som Oppermann afbilder dem i ganske unge, nu afdøde eksemplarer på Vemmetofte Skovdistrikt, se fig. 15.

Her lader ingen lovbundethed sig konstatere. For træerne i Tisvilde Hegn er det »løsslupne« helt grelt. Gang på gang er udtryk som bizar og mærkværdig blevet brugt om træernes vækst af både fagmanden og amatører. Det skulle ikke undre, hvis nogen finder på at kalde formen og voksemåden hysterisk. For den forsker, der er klar over, at fyren er et for ydre påvirkning let påvirkeligt træ (udtrykket plastisk er hørt brugt om skovfyren), er disse slangebugtninger måske ikke så foruroligende; men Oppermann afviser kategorisk teorien om vindens indflydelse på voksemåden; han kender

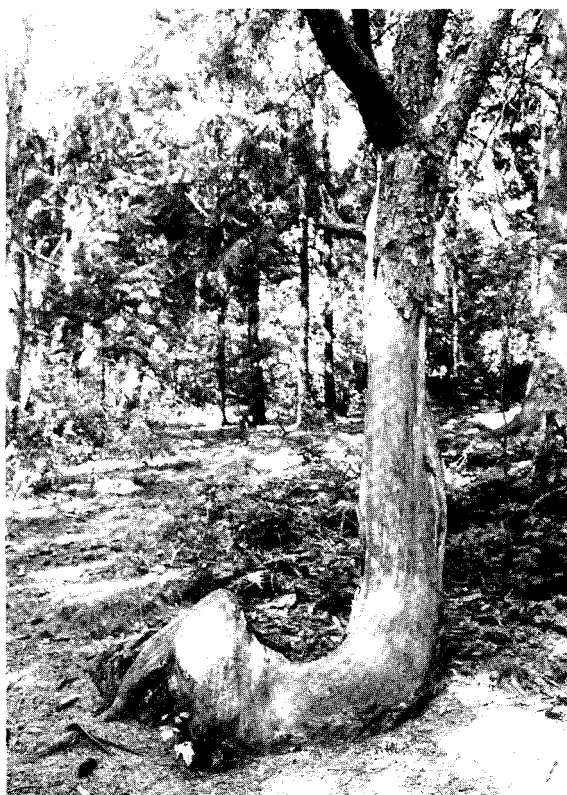


Fig. 22. Skovfyr, der i ungdommen har været både fyrreviklerangrebet og mikroklimapåvirket; efter at læ og skygge er fremskaffet, er træet efter sin natur vokset op til et normalt udseende træ. Stursbøl Plantage, 1976.

Microclima- and caterpillar-influence stopped many years ago.

ikke noget til mikroklimatisk påvirkning af lavtsiddende knopper og havde formodentlig ikke hørt om fyrreviklerlarvens deformerende virksomhed i fyrreskuddene. For ham var der kun én mulighed, nemlig »indre egenskaber«. Formerne var genetisk betingede.

Senere forskere nøjes med at skrive, at formerne er »for en del« betinget af uheldig arv (Syrach-Larsen, 1969). Men noget sandsynlighedsbevis på, at denne teori må være den endegyldige, er endnu ikke fremkommet. Der synes tværtimod at være adskilligt, der tyder på, at der ikke mere er plads til nogen genetisk faktor, nu efter at de to meget vægtige faktorer termotropismen og fyrrevikler-misformningen er blevet henholdsvis opdaget og genopdaget. Men selv uden kendskab til disse to faktorer skal der en god portion frimodighed til at fastholde en eventuel genetisk faktor og det især af følgende grunde:

- 1) De under beskyttede forhold fremelskede afkomsindivider, podede så vel som frøformerede, hvis forældre var troldeskovstræer, har til dato alle været mere eller mindre ranktvoksende planter, til dels endda maste-træer; først når de er blevet så høje, at vinden har kunnet påvirke dem tilstrækkeligt, har de fået svagt afvigende grenbygning, vel at mærke uden nogen form for lovmæssighed. Det må kunne ventes, at tendens til hænge-, compacta-, contorta- eller prostrata-vækst vil vise sig meget hurtigt på beskyttet vokseplads, såfremt »indre egenskaber« bestemmer væksten.
- 2) Hvordan et ideal-troldeskovstræ, altså et træ, der ikke er blevet påvirket af vind, så lidt som af mikroklima og fyrreviklerlarve, skal se ud, har ingen kunnet gøre rede for. Vi har ikke fået at vide, om det skal have nedliggende grene, udspærrede skud eller hængende kviste, om det skal have proptrækkerskud eller s-bøjninger o.s.v.
- 3) Når alle genetisk betingede afvigere udviser lovmæssighed i voksemåden, må et eventuelt genetisk betinget troldeskovstræ vel også kunne præstere et minimum af lovmæssighed i vokseformen under beskyttede forhold. Det vi hidtil har set f.eks. i planteskolen og senere, er svage og tilfældige deformiteter.
- 4) Man har talt om et blandt træerne foregået naturligt udvalg, hvilket vel kun kan komme på tale i naturlige og oprindelige bestande, f.eks. i skærgården i Sverige og Norge; men i Tisvilde Hegn er størsteparten af fyrre-



Fig. 23. Larvekammer i to år gammel kvist af *Pinus contorta*.
Caterpillar-hole in two years old twig of Shore Pine.

ne i det pågældende område førstegenerationstræer, der stammer fra såningerne i begyndelsen af 1800-tallet. En del af de fremspirede planter er naturligvis gået til grunde straks, andre er udkonkurreret senere. At resten skulle bestå af lutter genetiske afvigere er yderst usandsynligt af følgende grunde: I en have eller en planteskole opstår der med lange mellemrum mutanter, der takket være de specielle forhold her har større chance for at overleve end i naturen, f.eks. i skov. I naturen går langt de fleste af de i forvejen yderst sjældne afvigere hurtigt til grunde. Det er derfor utænkeligt, at der i en såning med ganske mange fremspirende fyrreplanter skulle vise sig en sådan hærske af levedygtige genetiske afvigere, ja at så at sige hver eneste plante i bestanden skulle være en til blæsten tilpasset type, en særlig skovfyrresort. Endnu mere fantastisk bliver forholdet, når denne sortsbestand har placeret sig sådan i terrænet, at undertypen nana står yderst mod klitterne en anden undertype media står 100-200 m længere inde i land og en tredje undertype maxima endnu længere inde. Nok er naturens hensigtsmæssighed ofte forbløffende, men en sådan tilpasning er noget, der er opbygget gennem millioner af generationer, og her i Tisvilde har vi kun én til to.

- 5) Når et troldeskovstræ kommer til at stå i læ, som det er sket i vid udstrækning i Stursbøl Plantage ved Jels i Sønderjylland, mindskes samtidig den mikroklimatiske påvirkning og åbenbart også fyrreviklerangrebene med det faktum som følge, at træerne giver sig til at vokse i vejret og derefter er helt normale fyrretræer. De fleste af troldeskovstræerne er i Stursbøl Plantage kun fornedet forvredne og nedliggende, se fig. 22. I sådanne træer er deres genetiske natur helt klar.

IX. Konklusion

Troldeskov af skovfyr som kombination af a) vindpræg,

b) forhenværende mikroklimatæppedannelse og

c) tidligere fyrreviklerangreb

- a) Troldeskoven ved Tisvilde kaldes som anført den vejrslagne skov eller den forvitrede skov. Det er helt iøjnefaldende, at vinden ved sin udtørrende og på anden måde mishandlende virkning har sat sit meget tydelige præg på mange af træerne, en virkning der aftager jævnt med afstanden fra kysten i det verdenshjørne, hvorfra den fremherskende vind kommer. Kun ganske enkelte forskere har haft en herfra afvigende opfattelse og kun talt om et af vinden foretaget udvalg i de i forvejen eksisterende former, hvoraf nogle altså mentes at måtte være vrang, skæve former, eller dværgformer, andre halvhøje og bredkronede former, atter andre slanke, højstammede former o.s.v. Intet tyder på, at dette kan være rig-

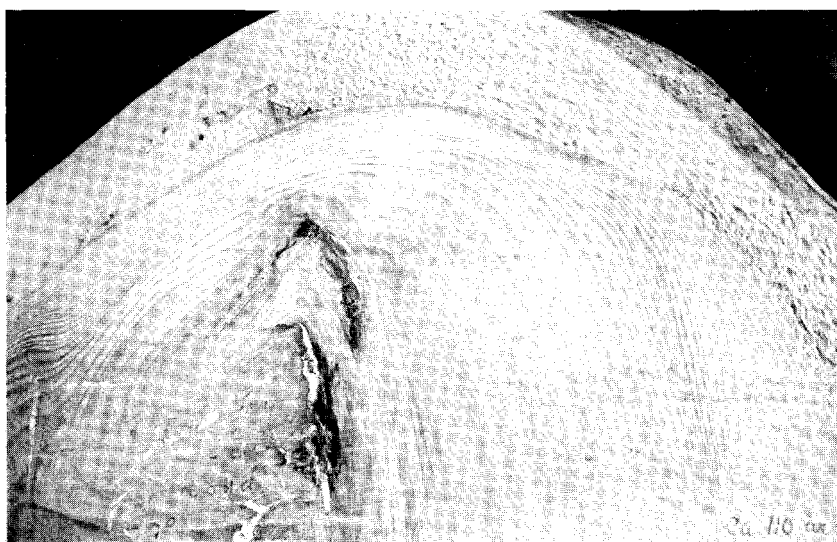


Fig. 24. Larvekammer (opad til højre) i marven af skovfyr; en barkskade med harpiksudtrædning som følge ses til venstre. Tisvilde Hegn, 1978.

Caterpillar-hole (upwards to the right) in pith of Scots Pine; a barkdamage has resulted in resin-secretion to the left.

tigt. De talrige visne grene, døde trætoppe og faneformede kroner taler deres tydelige sprog.

b) Troldekov består imidlertid af meget andet end faneformede kroner eller af vinden direkte formede træer.

- 1) De nedliggende (rette eller oftere krumme) stammer evt. med opstigende eller i spidsen helt oprette stammedele er nok det, der har tiltrukket størst opmærksomhed og som er blevet fotograferet oftest.
- 2) Men også de helt fladttoppe stammede træer undertiden med en mere eller mindre bordformet krone, der under naboskyggevirkning evt. strækker sig imod den fremherskende vindretning (se ovenfor s. 117) har vakt undren.

Ingen tilfredsstillende forklaring på de nedliggende stammer er hidtil blevet givet. Man har talt om den dårlige jordbund og har formodentlig også regnet med at træerne direkte er blevet væltet af stormen, hvad de naturligvis også af og til er blevet, dog ikke med det resultat, at stammerne ligesom kryber hen langs jordoverfladen. Eller man har også her forestillet sig, at variationen i genmassen kunne være så stor at både helt nedliggende typer og fladkronede træer kunne forekomme, evt. hjulpet af ydre forhold som dårlig jordbund og stærk vind. Mikroklimaet må imidlertid som påvist ovenfor være den faktor der, til dels sammen med



Fig. 25. Larvekammer (øverst) i marven af skovfyr på 54 år. Tisvilde Hegn, 1978.
Caterpillar-hole in pith of Scots Pine, 54 years old.

snetryk, er ansvarlig for fænomenene. Da en fuldtudvokset skovfyr af gennemsnitstypen ligesom talrige andre fyrrearter er mere eller mindre fladtoppet, er det helt naturligt at flade og let filtrerede kroner træffes i et gennemsnitsmateriale, sådan som vi øjensynlig har det i Tisvilde. At tale om vrang typer synes meningsløst.

- c) De krogede (nedliggende eller mere eller mindre oprette) stammer og grene er imidlertid ikke forklaret ved det faktum, at træets ledende elementer kan lokkes til at blive nedliggende eller kan tynges af sneen til delvis nedliggende vækst, skønt de vandrette og ekstraordinært lange grene hos skovfyr under mikroklimatisk påvirkning er bløde og plastiske. Heller ikke hvirvelvind, for at bruge Oppermanns spydige udtryk eller anden form for uregelmæssig luftstrømning og tilbagekastninger på grund af uregelmæssigheder i væksttætheden kan forklare noget som helst. Man ser jo ikke helt sjældnet korte, men uregelmæssige spiraler, u-bøjninger og øjer.

Hvordan går det til, at væksten kan blive så bizar? Helt fra omkring århundredskiftet har forstzoologer uden at tale om trøldeskov været klar over fyrreviklerens larves og andre borende insekters misdannende virkning på unge nåletræsskud. I Boas' 2. udgave (1923) skrives om *Tortrix buoliana*-larvens angreb og om hvordan det kan blive så stærkt, at fyrrene forvandles »til elendige forkrøblede Buske«. Særlig unge planter angribes, specielt i topkuddet eller i andre højsiddende skud, hvor de stærkest angrebne me-

get hurtigt går til grunde; men de svagere angrebne vokser videre og danner »posthornsskud«, d.v.s. de får enten ved basis efter et brat »knæk« en vandret stilling og bøjer sig derefter i en kort elegant bue opad, (se fig. 433, Boas, 1923), eller de vokser i en cirkel helt rundt og slår krølle på sig selv. Boas synes dog ikke at sætte dette i forbindelse med troldekskov. Men længe før Boas har P. E. Meyer indberettet følgende til overførster Brüel d. 11. aug. 1811: »I Tisvilde Indhegning især i Besaaningerne fra 1795 findes betydelige Pladser, hvor Fyrrene, dels af Ormen (*Tortrix buoliana*) og dels af andre skadelige Indflydelser ere aldeles underkuede ...« (Meyer, 1820, s. 402-411). Hverken Meyer eller Boas synes at have eftersøgt sporene af larven inde i marven af de gamle, krogede stammepartier og grene.

Men en del af hemmeligheden ved troldekskov må ganske givet søges i Tortrix-larve-angrebene. Under vindpres og under mikroklimatisk påvirkning er der næsten ingen grænse for, hvordan et sådant fyrrevikler-mis-handlet skud kan te sig. Misdannelserne må skyldes larvernes gnaven enten inde i marven eller udvendigt på den ene side af f.eks. naboskuddet til det skud der mineres (så det ofte dræbes og falder af). Da en minerende larves tidligere tilstedeværelse altid vil kunne spores i skuddets marv selv om skuddet er mange år gammelt, kan en undersøgelse af et troldekskovstræs marv på det aktuelle sted bringe beviset på, at larven i hvert fald er medansvarlig for træets krogede form. Dette bevis er ført for adskillige af de undersøgte stamme- eller grende, se fig. 23-24-25. Larven kan imidlertid også have nøjedes med en udvendig gnaven, der ytrer sig i en bøjning ned imod den side, hvor behandlingen er foregået. Denne form for spor er mindre fremtrædende, fordi overvoksningen de følgende år (næsten) udsletter sporene.

Middeltal for årene 1961-1977

måned	nov.	dec.	jan.	febr.	marts	april
dato	15. 30.	15. 31.	15. 31.	15. 28.	15. 31.	15. 30.
cm	0 1	3 7	9 9	10 9	7 3	2 0

Tab. A. Snedækkets tykkelse i cm nær Ölands nordspids; målingerne udført to gange i hver måned.
Snow-depth in cm on Öland, two times a month.

Varmeledningsevne
 $J_s - l \text{ M}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Kvarts	8,4
Ler	2,9
Organisk stof	0,25
Vand	0,59
Luft	0,026
Is	2,2

Tab. B. Termiske egenskaber for jord, vand og luft.
Efter Aslyng.
Termic characters for soil, water and air.

RESUME

Ud fra de to kendsgerninger at mange af træerne i såkaldt troldeskov har nedliggende mere eller mindre svære stammer eller ned mod jorden bøjede grene og at mange yngre træer i vindudsatte områder på varm jordbund får »slæb«, d.v.s. et tæppe- eller pudeformet lag af grene, der strækker sig længere ud fra stammen end de øvrige grene, sluttet at »slæbet« eller mikroklimatæppet, som det her foreslås kaldt, og troldeskovsfænomenet må have noget med hinanden at gøre, for så vidt som tæppet må være forstadiet til noget af det, der karakteriserer nåletræstroldeskov. Tæppet må være dannet på grund af mikroklimatisk favorisering af de nærmest jorden siddende knopper, især gennem den i jorden forekommende varmeressource i vækstperioden på steder, hvor træk og kold vind ellers hersker. Også andre af troldeskovens karakteristika søges forklaret, idet det fastholdes, hvad tidligere forskere har sagt, at vinden på disse udsatte steder må bære en meget væsentlig del af skylden for træernes udseende, idet kviste piskes eller tørres ihjel. Af yderligere faktorer nævnes grenvægt og snetryk i forening som noget, der kan forstærke resultatet af den mikroklimatiske virkning. Som en fjerde faktor anføres tidligere angreb af fyrreviklerens larve i sådanne skud, der ikke dræbes af larven, men vokser videre efter at have dannet et skarpt knæk, et øje eller lignende på grenen. Tydelige spor efter larvens ophold i skuddets marv synes at være et bevis på, at denne faktor også spiller ind.

LITTERATUR

- ASLYNG, H.C., 1976: Klima, jord og panter. 5. udg.
BOAS, J.E.V., 1923: Dansk Forstzoologi, 2. udg.
BØRSET, OLA, 1951: Forsøk med avkom av enkelttrær fra kystfuruskogen på Hvaler. Meddelelser fra Det norske Skogsforsøksvesen nr. 38.
DAUBENMIRE, R.F., 1962: Plants and Environment. 2. udg. Washington.
GEIGER, R., 1961: Das Klima der bodennahen Luftschicht. 4. udg., Braunschweig.
HELMS, JOHS., 1902: Skovfyrren paa Tisvilde-Frederiksværk Distrikt. Tidsskrift for Skovvæsen, bd. 14 B, s. 196-322.
HEMBERG, E., 1904: Tallens degenerationszoner i södra och västra Sverige. Skogsforeningens Tidsskrift.
HOLTEN, JUST, 1965: Vrange Bøge på Farum Skovdistrikt. Dansk Dendrologisk Årsskrift, bd. 2, s. 161-76.
HØEG, OVE ARBO, 1940: Vegetativ formering av granen langs sjøen. Naturen, bd. 64, s. 350-52.
JENSEN, HJALMAR, 1934: Vindtræernes skeletbygning. Botanisk Tidsskrift, bd. 43, s. 10-16.
JOHNSON, HUGH, 1975: The International Book of Trees (1973), dansk udgave: Træernes bog.
LANGE, JOHAN, 1974: Naturens designere. Dansk Dendrologisk Årsskrift, bd. 4, s. 7-44.

- LINDQUIST, B., 1935: Studier över skogligt betydelsefulla svenska tallracer. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift, s. 1-86.
- MEYER, P.C., 1820: Beschreibung des Tisvilder Flugsandsdistrikts. Vaterländische Waldberichte I, s. 402-411 og 530-542.
- NIELSEN, P. CHR., 1978: Fremmede træarter i Danmark indtil omkring år 1800. Dansk Dendrologisk Årsskrift, bd. 5, s. 7-45.
- OPPERMANN, A., 1908: Vrange Bøge i det nordøstlige Sjælland. Det forstlige Forsøgsvæsen, bd. 2, s. 29-256.
- OPPERMANN, A., 1922: Skovfyr i Midt- og Vestjylland. Det forstlige Forsøgsvæsen, bd. 6, s. 139-336.
- OPSAHL, W., 1949: Voldmona. Tidsskrift for Skogbruk, bd. 57, nr. 9.
- PALUDAN, K., 1971: Danske fredninger. Danmarks Natur, bd. 11, s. 328-418.
- ROSTRUP, E., 1902: Plantepatologi.
- SYRACH-LARSEN, C., 1969: Forædling af skovtræer. Danmarks Natur, bd. 6, s. 575-585.
- WARMING, EUG., 1917: Skovene. Dansk Botanisk Tidsskrift 1916-19.

SUMMARY

According to the two facts 1) that many trees in so-called »trollforest«, »elfin forest« have lying, heavy stems or downward to the ground bending and twisted branches, and 2) that many younger trees in windexposed areas with warm soil become a »train«, that is to say a carpet- or pillowformed, thin or thick layer of twigs stretching farer away from the stem than the other branches, it is concluded that the »train« or the microclimatic carpet (as I will propose to call it) and the phenomenon of elfin forest are related facts, as far as the microclimatic carpet must be the preliminary phase of the most striking character of the elfin forest (softwood, especially of Pine).

1) The carpet and the lying and creeping stems, these being the rests of an earlier carpet, must have been formed by a microclimatic favourness of the buds near the ground, due to the resource of heat in soil in the season of growth in areas where draught and cold winds dominate. The term *thermotropisme* is proposed for this physiological appearance. Also other of the characters of the elfin forest are explained and made clear.

2) The wind must, according to earlier investigators, be responsible for the wry and twisted treetops, as the twigs are damaged and dried up.

3) An earlier attack by the caterpillar of *Tortrix buoliana* has caused a sharp bend, curve or short spiral. When the stem is cut up just in the bend you will often in the pith find the resinfilled hole of the caterpillar.

4) Probably the weight of long branches and the snow-pressure will intensify the results of the microclimatic effect.