

Forsøgsberetning
124

Beretning Nr. 124.

P. L. KRAMP:

**FORSØG OVER FORSKELLIGE
TRÆSORTERS MODSTANDSDYGTIGHED
OVERFOR ANGREB AF PÆLEORM
OG PÆLEKREBS.**

(EXPERIMENTS ON THE POWER OF RESISTANCE
OF VARIOUS KINDS OF WOOD AGAINST ATTACK
OF SHIP-WORM AND GRIBBLE).

(Særtryk af Det forslige Forsøgsvæsen i Danmark, XIV).
MCMXXXVII

FORSØG OVER FORSKELLIGE TRÆSORTERS MODSTANDSDYGTIGHED OVERFOR ANGREB AF PÆLEORM OG PÆLEKREBS

AF

P. L. KRAMP

(Zoologisk Museum)

Det er ikke alene paa Landjorden, vi har Skadedyr at kæmpe med; ogsaa i Havet er der Væsener, som nedbryder, hvad Menneskene bygger op. Ved næsten alle Kyster i Verden ødelægges Pæleorm og Pælekrebs for enorme Summer; Havneværker, Fartøjer, Fiskernes Bundgarnspæle, kort sagt alt Træværk angribes af disse Dyr, og gennem Aartier har man rundt om i Verden forsøgt at forhindre den Skade, de forvolder. Under visse Forhold kan man bygge af Jern eller Beton; men til mangfoldige Formaal er Træ nu alligevel det bedste Materiale, og saa gælder det om at beskytte det mod Skadedyrenes Angreb. Mange højst forskelligartede Midler har været forsøgt, men det helt tilfredsstillende er endnu ikke fundet, skønt der har været arbejdet derpaa af store Kommissioner af Teknikere, Kemikere og Biologer. De sidste, Biologerne, har nu som Regel spillet en ret underordnet Rolle i Kampen; de har undersøgt, hvilke Arter der foretog Angrebene de forskellige Steder, men de har i mærkværdig ringe Grad beskæftiget sig med Dyrenes Biologi, deres Angrebsmaade, Forplantningsforhold, Udviklingshastighed osv., skønt Kendskab hertil skulde synes at være af lige saa stor Betydning for Bekæmpelsen af Skadedyrene i Havet som paa Landjorden, hvor Biologerne jo stadig bliver taget med paa Raad.

For ca. 20 Aar siden nedsatte »Dansk Ingeniørforening« et Udvalg til Undersøgelse af Pæleormenes og Pælekrebsenes Udbredelse og Virksomhed ved de skandinaviske Kyster, og i

1921 udsendtes (i »Ingeniøren«) en Betænkning med talrige Erfaringer og Iagttagelser, for Størstedelen indsamlede gennem udsendte Spørgeskemaer. Udvalget bistodes af Professor J. E. V. BOAS som biologisk Sagkyndig. Prof. Boas havde tidligere beskæftiget sig med Pæleorm og Pælekrebs og skrevet derom i 1. Udgave af sin Forstzoologi (1896—98); i Forstzoologiens 2. Udgave (1923) er disse Skadedyr endnu udførligere behandlere. Desværre var nogle betydningsfulde engelske og amerikanske Opdagelser dengang endnu ikke offentliggjorte, ligesom adskillige Forhold vedrørende Dyrenes Biologi var meget mangelfuldt kendte.

Efter Tilskyndelse af nu afdøde Ingeniør JØRGEN FIBIGER, Vestkysthavnenes Bygmester, har jeg i en Aarrække beskæftiget mig med Studier over Pæleorm og Pælekrebs, væsentligst i Hirtshals Havn. Jeg begyndte med at klare en Række biologiske Forhold, som dels var ukendte, dels misforstaaede, og disse biologiske Forstudier har senere været til megen Nytte ved Vurderingen af Resultaterne af de praktiske Forsøg, jeg tillige har foretaget. Ved regelmæssig Udsætning og Optagelse af ubeskyttede Klodser af Rødgran har jeg stadig kunnet fastslaa Tiderne for Angrebene og deres varierende Styrke Aaret igennem. Ved Hjælp af disse stadig sideløbende biologiske Undersøgelser, og gennem det Kendskab jeg har faaet til den Hastighed, hvormed Angrebene udvikler sig paa forskellige Aarstider, har jeg ved de praktiske Forsøg ikke alene kunnet angive Angrebene Styrkegrad, men ogsaa deres Alder, hvilket naturligvis spiller en Rolle ved Sammenligningen af de forskellige Beskyttelsesmidler eller Træsarter. En foreløbig Beretning om de to første Aars Undersøgelser er trykt i »Ingeniøren« 2. Juli 1927; senere Resultater vil findes sammesteds 16. Juni 1937. Nærværende Artikel vil omhandle nogle Forsøg med forskellige her i Landet dyrkede Træsarters Modstandsdygtighed, udført efter Opfordring fra Dr. phil. C. H. BÖRNEBUSCH, Statens forstlige Forsøgsvæsen. Ingeniør FIBIGER bemyndigede mig til at foretage disse Forsøg i Hirtshals Havn og stillede velvilligst det fornødne Mandskab og Materiel til Raadighed.

I danske Farvande findes tre forskellige Arter af Pæleorm: *Teredo navalis* (der saavidt vides er den almindeligste Art i Kattegat, mens den er ret sjælden ved Hirtshals), *Teredo norvegica* (den største af Arterne, sjælden) og *Teredo megotara*,

som ved Hirtshals er langt den hyppigst forekommende. Pæleormen er som bekendt en Musling med et meget langstrakt, ormelignende Legeme (Fig. 1), hos fuldvoxne Individuer 30—50 cm langt og ca. 1 cm tykt. I 1924 afgjorde Amerikaneren MILLER et gammelt Stridsspørgsmaal ved sin Paavisning af, at Boringen i Træet foregaar ved Hjælp af de to smaa riflede Skaller (svarende til almindelige Muslingers Skaller) i Dyrets



Fig. 1. Tre Pæleorme (*Teredo megotara*), udtagne af deres Gange. Foroven ses Forenderne med Skallerne, forneden Bagenderne med Paletterne. Paa det midterste Exemplar er Aanderørene udstrakte.

Ship-worms removed from their burrows; the anterior ends with the shells are pointing upwards.

Forende; efterhaanden som Gangen forlænges, forlænges ogsaa Dyrets Legeme, idet den smallere Bagende stadig sidder fæstet ved det ganske lille Indgangshul i Træets Overflade; gennem dette Hul kan Dyret strække to lange Aanderør (Sifoner) ud i Vandet, og naar Aanderørene trækkes ind, kan Hullet lukkes tæt ved Hjælp af to smaa Kalkplader, Paletterne. I 1922 og 1923 blev det paavist baade af MILLER og af Englænderen POTTS, at Pæleormens store Tarmblindsæk indeholder et Enzym, der omdanner Cellulose til fordøjelige Stoffer, saaledes at Dyret kan

tage Næring af Træmassen og altsaa ikke er saa afhængig af det omgivende Vands Indhold af organiske Partikler, som man tidligere troede; jeg har haft Pæleorm levende i Akvarium i tre Aar uden anden Næringstilførsel end Træet i de Klodser, de sad i. Ved mine Undersøgelser har det vist sig, at *Teredo megotara* er alternerende Hermafrodit (ligesom Østers og flere andre Muslinger; Amerikaneren COE har senere fundet, at det samme gælder *T. navalis*); den skifter Køn 3 à 4 Gange i sin Levetid, der som Regel er $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ Aar, og første Gang den bliver kønsmoden, fungerer den som Han, næste Gang som Hun osv. Hos *T. navalis* befrugtes Æggene inde i Moderdyrets Gællehule, og her gennemløber Larverne den første Del af deres Udvikling, inden de sværmer ud i Vandet. Hos *T. megotara* befrugtes Æggene først, efter at de er udgydt i Vandet, og Larvernes hele Udvikling foregaar udenfor Moderdyrets Legeme. Larverne er ganske smaa og ligner andre Muslingelarver; de svømmer omkring ved Hjælp af Cilier, til de kommer i Berøring med et Stykke Træ; hertil fæster Larven sig med en Byssustraad, og nu kan selv kraftigt Bølgeslag ikke skylle den af; derfor kan selv glatte Pæle paa aabne Kyster blive stærkt angrebne af Pæleorm. Med vrikkende Bevægelser borer Larven sig meget snart ned i Træet, Skallerne omformes til den ejendommelige trefligede Skikkelse med fint takkede Rande, Boringen tager mere Fart, og Dyret faar efterhaanden den langstrakte, ormeagtige Form. Væxthastigheden varierer meget; dels er Væxten hurtigere om Sommeren end om Vinteren, dels afhænger den af de Vanskeligheder, Dyret skal overvinde; Væxten er langsommere i haardt end i blødt Træ, og langsommere paa tværs end paa langs af Træets Aarer, og hvor der er mange Individuer tæt sammen, kan de enkelte ikke vokse hurtigt, da de maa sno sig uden om hinanden; de gaar nemlig aldrig ind i hinandens Gange. Derimod er det ikke rigtigt, som det undertiden paastaas, at de ikke gaar fra et Stykke Træ over i et andet, som er i Berøring med det. Det er en almindelig Forestilling, at Pæleormsangreb kun finder Sted om Sommeren; i Hirtshals har jeg imidlertid fundet, at baade *Teredo megotara* og *navalis* formerer sig flere Gange om Aaret, og at Angrebene foregaar periodevis i det mindste fra Marts til November, selv om Angrebene som Regel er stærkest i Sommertiden. I stille Solskinsvejr opholder de fritsvømmende Larver sig fortrinsvis nær ved

Vandets Overflade, og det tilstedeværende Træværk angribes da ogsaa stærkest nær Overfladen; i urolig Sø bliver Angrebet mere jævnt fordelt nedefter og kan foregaa i det mindste indtil ca. 10 Meters Dybde, men er dog i Hovedsagen aftagende fra oven nedefter.

Pælekrebsen, *Limnoria lignorum*, er en lille Isopod, 3—4 mm lang og omtrent 1 mm bred, af Form som en lille Bænkebidder; dens korte, brede Halefødder er fortrinlige Svømme-redskaber, de syv Par Kropfødder er Krogben, hvormed den holder sig fast, Kindbakker og Kæber er stærkt kitiniserede, og med dem gnaver Dyret Gange i Træet; Pælekrebsen kan ikke, saaledes som Pæleormene, fordøje Cellulosen; Gangen er dens Opholdssted, hvor den sidder godt beskyttet, mens Haleføddernes stadige Bevægelse frembringer en livlig Vandstrøm, der bringer baade Ilt og organiske Næringspartikler ind til Dyret. Pælekrebsen gnaver saavidt muligt sin Gang tæt under Træets Overflade; kun hvis den generes af Naboer, eller hvis den møder Hindringer, f. Ex. haarde Knaster eller Søm, fører den Gangen dybere ind. Hvor der er mange Pælekrebs, omdannes Træets yderste Lag i Løbet af kort Tid til en svampet Masse af tynde Lameller, der let skylles eller stødes af, hvorefter Dyrene enten søger videre ind i det samme Stykke Træ eller svømmer ud og angriber et andet Sted. Det er som Regel voxne Individuer, der angriber; om Efteraaret har jeg dog ikke sjældent set en Sværm af smaa Unger sætte sig paa Træets Overflade og gnave sig ind i det. Pælekrebsens Livshistorie har været overmaade mangelfuldt kendt, men ved at studere den paa alle Aarstider har jeg kunnet klarlægge den i de fleste Detailler. Der finder sædvanlig et kraftigt Angreb Sted i Marts eller April og derefter, med nogle Ugers Mellemrum, Angreb af aftagende Styrke indtil omkring Oktober. Det tager flere Dage, inden Dyret har faaet gnavet sig saa langt ind i Træet, at det er beskyttet; hvis Træets Overflade er glat, er Krebsen derfor meget udsat for at blive skyllet væk af Bølgeslag; Alger eller et tyndt Lag Slam hjælper den til at holde sig fast (og virker altsaa langt fra, som nogle mener, som Beskyttelse mod dens Angreb). Hunnen gnaver sig først ind, og saa snart den har dannet en Gang, der er lang nok til at rumme to Individuer, følger en Han efter, og den vedbliver nu at opholde sig i Gangen bag Hunnen, saalænge ydre Omstændigheder ikke griber

forstyrrende ind. Hunnen skifter Hud, Parringen foregaar, og Hunnen aflægger 20—30 Æg, som den opbevarer i en Rugehule paa Bugen, indtil Ungerne er udklækkede; de er knap 1 mm lange og har Form som de voxne. Ungerne begynder straks at gnave sig Gange ud til begge Sider fra Modergangen, som imidlertid forlænges, saaledes at det næste Kuld Unger (der fremkommer efter et nyt Hudskifte hos Hunnen og en ny Parring) ikke er generede af deres ældre Søskende, naar de ligeledes skal til at gnave Ungegeange. Hvert Par kan faa 3—4 Kuld Unger i Løbet af ca. 9 Maaneder; det første Kuld klækkes sædvanlig i Maj, det sidste i Februar eller Marts, og efter denne sidste Udklækning forlader de fleste voxne Individuer (baade Forældre og de Unger, der imidlertid er blevet voxne) deres Gange og foretager det voldsomme Angreb, der næsten altid finder Sted tidlig om Foraaret. Ogsaa nu og da i Sommerens Løb sværmer en Del voxne Individuer, om Efteraaret ogsaa Unger, ud i Vandet og foretager Nyangreb, dog aldrig i saadan Mængde som om Foraaret. Disse biologiske Studier har sat mig i Stand til med ret stor Sikkerhed at bestemme et Angrebs Alder, naar det ikke er over et Aar gammelt.

Pælekrebsen har som nævnt svært ved at gnave sig ind i glat Træ, der er udsat for Bølgeslag; men under rolige Forhold eller i Sprækker og Sammenføjninger har den gode Arbejdsvilkaar, og dette er et Forhold af overordentlig stor praktisk Betydning, som vi nedenfor skal se.

Virkingen af de Beskyttelsesmidler, man har anvendt, er dels af mekanisk, dels af kemisk Art. Om alle mekaniske Beskyttelsesmidler (Metalplader, Søm, Betonkappe osv.) gælder det, at de er udmærkede saalænge de holder, men hvor Pælen er udsat for Stød eller Slid, kommer der Revner og Sprækker, og i Bunden af disse kan Pælekrebsene i Ro og Mag angribe Træet indenfor; bag en revnet Jernplade finder de et roligt Omraade, hvor deres ødelæggende Virksomhed kan være langt fremskreden, før man opdager det; at Træet er gennemsvivet af Rust fra Jernpladen, eller fra Jernsøm, generer hverken Pæleorm eller -krebs.

De kemiske Beskyttelsesmidler skal være giftige for Skadedyrene, de skal kunne trænge godt ind i Træet, og de skal være uopløselige i Vand. Disse Betingelser opfyldes af forskellige Olier, dels Creosotolie (Stenkulstjæreolie), der i sig selv

er giftig, dels af Opløsninger af Metalsalte (især Kobbersalte) i Petroleum eller andre letflydende Olier, hvor Olien selv forsvinder efter nogen Tids Forløb, men efterlader Metalsaltet. Hvis dette virkelig er uopløseligt, og giftigt, vil det yde varig Beskyttelse, hvor man kan faa det anbragt; men det er heri Vanskeligheden ligger! Man kan gennemimprægnere Bøgetræ, hvis det er frit for Rødkærne, men man kan ikke faa en Olie presset ind i Grantræ, og i en Fyrrepæl kan man kun imprægnere Splinten, ikke Kærneveddet. Selv om man altsaa tilsyneladende kan beskytte en Rundpæl af Fyr ved at imprægnere Splinten, kan man dog aldrig vide sig sikker; før eller siden slaar Splinten Revner, eller en Baad render paa og beskadiger den, eller en Fortøjningskæde slider paa den, og saa snart der kommer en Revne, der naar ind til Kærneveddet, er der Adgang baade for Pæleormenes mikroskopiske Larver og for Pælekrebsene, som her tilmed har rolige Arbejdsforhold. Det gælder derfor ikke blot om at finde de bedst egnede Imprægneringsvædsker, men ogsaa de bedst egnede Træsorter, d. v. s. dem, der bedst lader sig imprægnere og tillige er i Besiddelse af en saadan Styrke, at der ikke let kommer Sprækker, hvorigennem Skadedyrene kan faa Adgang til eventuelle u-imprægnerede Dele af Træet.

De Forsøg, der er omtalt i min Artikel i »Ingeniøren« (1937), har givet interessante Oplysninger om en lang Række Imprægneringsmidlers Egenskaber; nogle viste sig at være uegnede til Beskyttelse mod Pæleorm og Pælekrebs, andre synes at være særdeles gode. Nu vilde det være meget ønskeligt at prøve de bedste Imprægneringsmidler paa forskellige Træsorter.

De forskellige Træsorter har i sig selv (uden Beskyttelsesmidler) forskellig Modstandsdygtighed overfor Angreb af Pæleorm og Pælekrebs, men ingen af de Sorter, der kan være tale om at bruge i Praxis, er uangribelige. Jarrah (*Eucalyptus marginata*) og Greenheart (*Nectandra rodiei*) er blandt de bedste man kender, men er begge meget kostbare her i Landet. Ved mine Forsøg i Hirtshals har jeg arbejdet med de Træsorter, som nu skal omtales, og som alle kan dyrkes i danske Skove.

Der er efter Aftale med det forstlige Forsøgsvæsen udført to Forsøgsrækker, en med savskaarne Klodser af tre Træsorter, en med Pæle (Stammestykker) af 14 forskellige Træsorter.

Klodserne leveredes i tilskaaret Stand af Statens forstlige Forsøgsvæsen, Pælene blev ved Velvilje fra Overførster E. MOLDENHAWERS Side leveret fra Frijsenborgs Skove, Egepælene kom dog fra Bregentved.

A. Forsøg med Klodser.

3. December 1934 udsattes i Hirtshals Havn 36 Klodser, Størrelse $15.5 \times 7.5 \times 3$ cm, nemlig 12 Stk. Cypres (*Chamaecyparis Lawsoniana*), 12 Stk. Douglasie (*Pseudotsuga taxifolia*) og 12 Stk. Thuja (*Thuja plicata*), alle af Træer vokset her i Landet; i Klodserne var Grænsen mellem Kærneved og Splintved mærket med en brændt Streg i begge Ender. Klodserne numereredes og fastskruedes paa cuprinolbestrøgne Brædder, 6 Klodser paa hvert Brædt, og disse anbragtes i vandret Stilling paa Molevæggen (hvorved Klodserne kom til at sidde i lodret Stilling), saaledes at der af hver Træsart sad en Række ca. $\frac{1}{2}$ Meter under Daglig Vande og en Række ca. 1 Meter under D. V.

Ved Optagning $12/9$ 1935, $23/10$ 1935 og $20/5$ 1936 fandtes Klodserne bevoxede med *Ceramium* samt nogle Balaner og Kalkrørorme (*Pomatocerus triqueter*), dog ikke i saa stor Mængde, at de har haft væsentlig Indflydelse paa Angrebene af Pæleorm og Pælekrebs. Krebseangrebene var altid noget stærkere i Klodserne fra den nederste Række end i dem fra den øverste Række, hvorimod der ikke var stor Forskel paa Pæleormsangrebene i de to Rækker. Samtlige Klodser fandtes angrebne af begge Slags Skadedyr, men i noget forskellig Grad. Sammenligning med Klodser af Rødgran, der havde siddet ude i omtrent samme Tidsrum, viste, at Douglasie blev angrebet af Pælekrebs i ganske samme Grad som Rødgran, mens Pæleorm fandtes i betydelig mindre Antal i Douglasie end i Rødgran. Overfor Pælekrebs holdt Thuja sig bedre end Rødgran, og det samme gjaldt i endnu højere Grad om Cypres, hvorimod Pæleorm angreb begge disse Træsarter i omtrent lige saa stort Antal som Rødgran. De Krebseangreb, der konstateredes i September og Oktober 1935, hidrørte for alle Klodsernes Vedkommende væsentligst fra Marts Maaned samme Aar (saaledes som det fremgik af de sideløbende biologiske Undersøgelser); Forskellen mellem Træsarterne viste sig altsaa kun i Angrebe-



Fig. 2. Udsat $\frac{6}{6}$ 35, optaget $\frac{12}{9}$ 35. Fra venstre: Rødgran, Nordmannsgran, Ædelgran, Grandis.

Immersed $\frac{6}{6}$ 35, removed $\frac{12}{9}$ 35. From left: Norway spruce, Nordmann's fir, Silver fir, Grand fir.

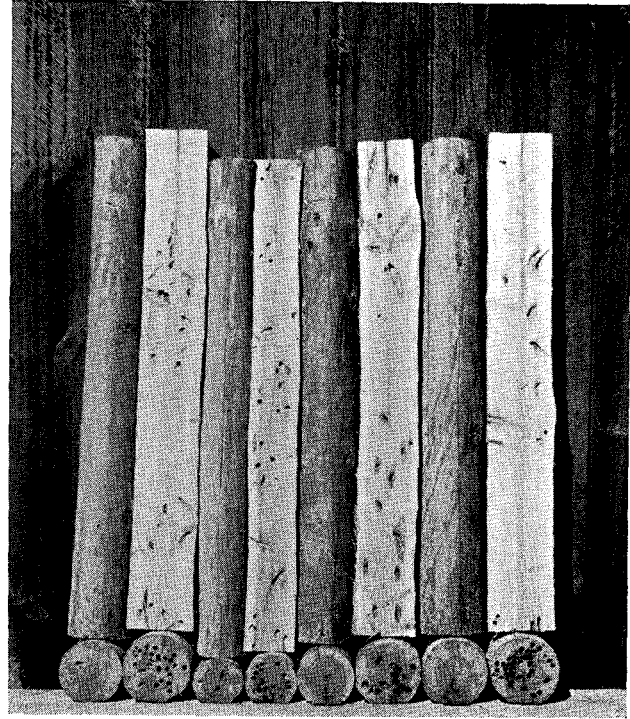


Fig. 3. Udsat $\frac{6}{6}$ 35, optaget $\frac{12}{9}$ 35. Fra venstre: Sitkagran, Thuja, Douglasie, Europæisk Lærk.

Immersed $\frac{6}{6}$ 35, removed $\frac{12}{9}$ 35. From left: Sitka spruce, Western red cedar, Douglas fir, European larch.

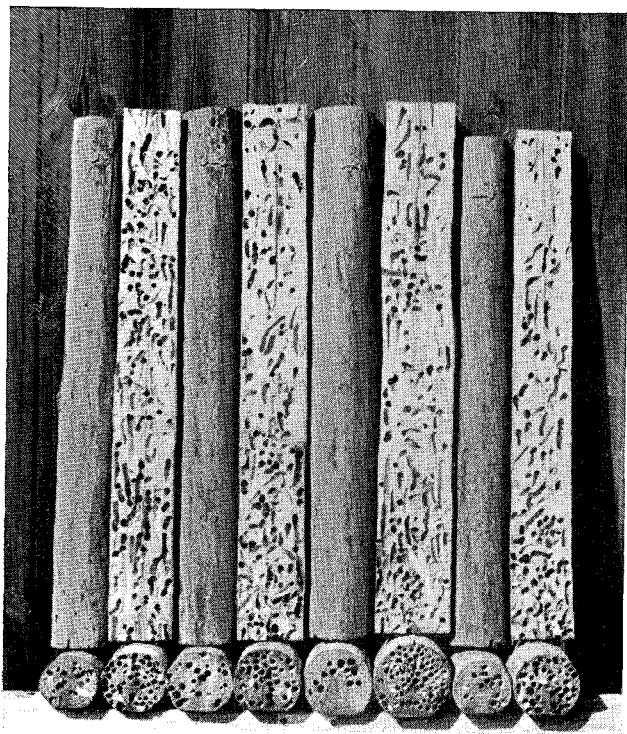


Fig. 4. Udsat $\frac{6}{6}$ 35, optaget $\frac{19}{5}$ 36. Fra venstre: Rødgran, Nordmannsgran, Ædelgran, Grandis.

Immersed $\frac{6}{6}$ 35, removed $\frac{19}{5}$ 36. From left: Norway spruce Nordmann's fir, Silver fir, Grand fir.



Fig. 5. Udsat $\frac{6}{6}$ 35, optaget $\frac{19}{5}$ 36. Fra venstre: Sitkagran, Thuja, Douglassie, Europæisk Lærk.

Immersed $\frac{6}{6}$ 35, removed $\frac{19}{5}$ 36. From left: Sitka spruce, Western red cedar, Douglas fir, European larch.

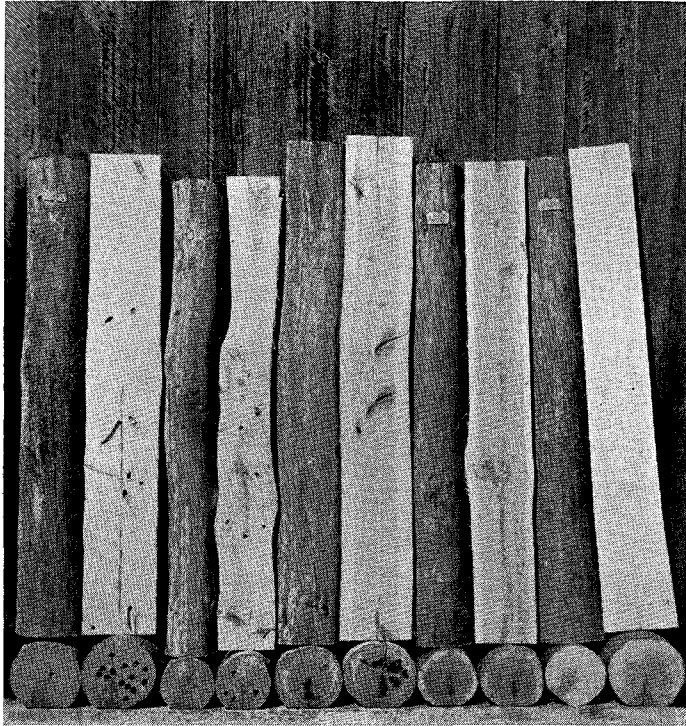


Fig. 6. Udsat $\frac{6}{6}$ 35, optaget $\frac{12}{9}$ 35. Fra venstre: Hvidgran, Cypres, Japansk Lærk, Eg, Ask.

Immersed $\frac{6}{6}$ 35, removed $\frac{12}{9}$ 35. From left: Canadian white spruce, Lawson's cypress, Japanese larch, Oak, Ash.

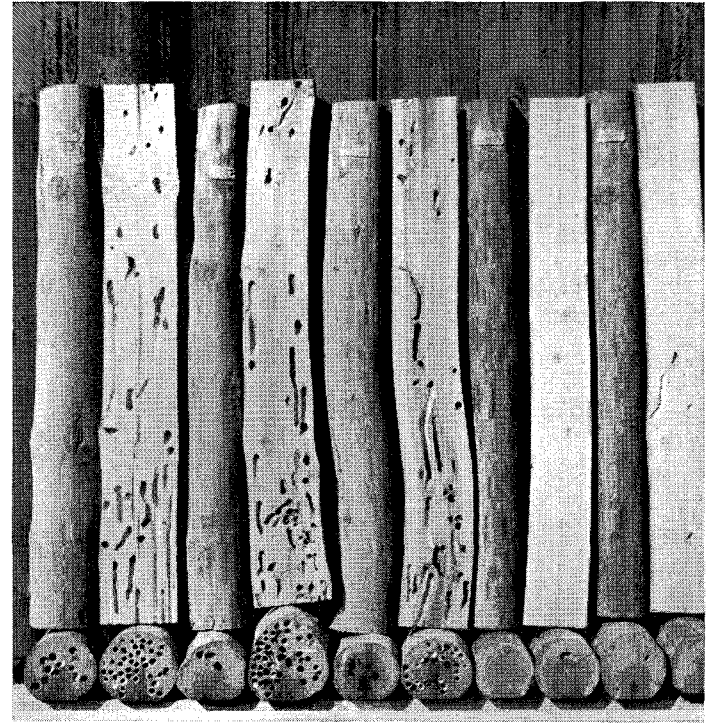


Fig. 7. Udsat $\frac{6}{6}$ 35, optaget $\frac{19}{5}$ 36. Fra venstre: Hvidgran, Cypres, Japansk Lærk, Ask, Bøg.

Immersed $\frac{6}{6}$ 35, removed $\frac{19}{5}$ 36. From left: Canadian white spruce, Lawson's cypress, Japanese larch, Ash, Beech.

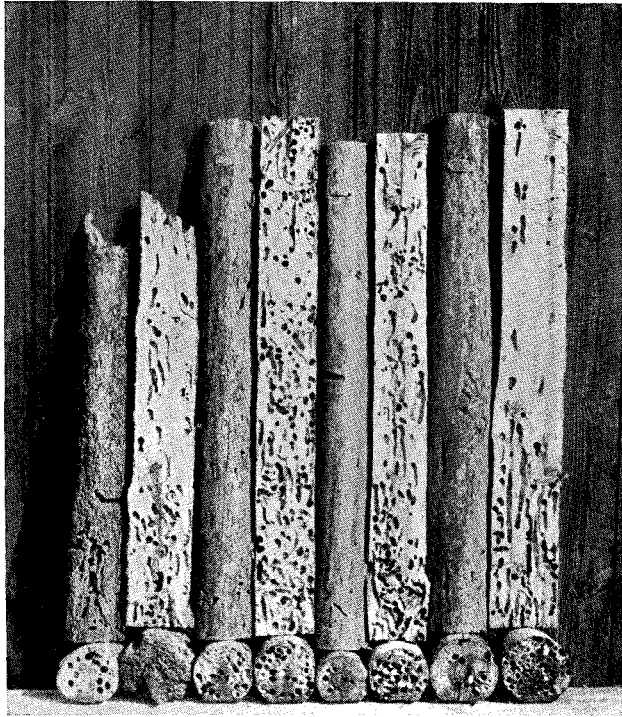


Fig. 8. Udsat $\frac{6}{6}$ 35, optaget $\frac{11}{9}$ 36. Fra venstre: Rødgran, Nordmannsgran, Thuja, Europæisk Lærk.

Immersed $\frac{6}{6}$ 35, removed $\frac{11}{9}$ 36. From left: Norway spruce, Nordmann's fir, Western red cedar, European larch.

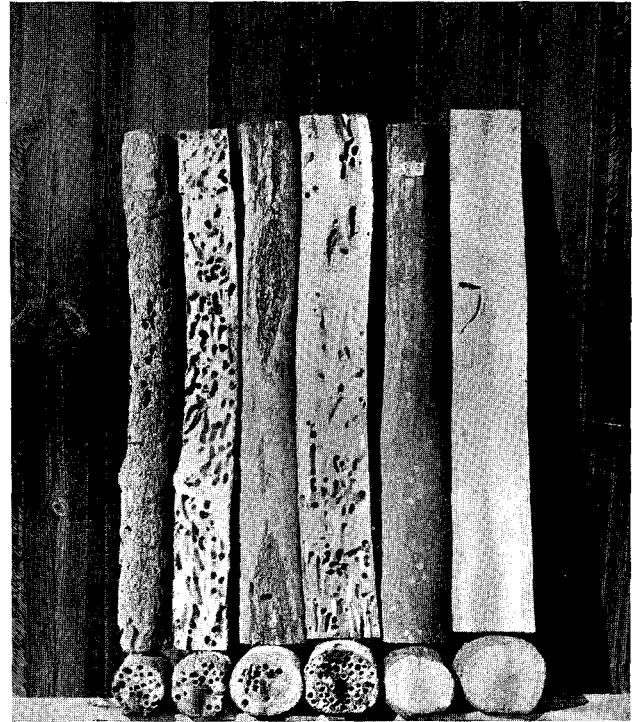


Fig. 9. Udsat $\frac{6}{6}$ 35, optaget $\frac{11}{9}$ 36. Fra venstre: Hvidgran, Japansk Lærk, Bøg.

Immersed $\frac{6}{6}$ 35, removed $\frac{11}{9}$ 36. From left: Canadian white spruce, Japanese larch, Beech.

nes Styrke, ikke i den Tid, der forløb mellem Klodsernes Udsættelse og det første Angreb. I alle tre Træsorter fandtes Pæleormene ligesaavel i Kærneveddet som i Splinten. I Douglasie og Thuja angreb ogsaa Pælekrebsene lige stærkt overalt, uden Forskel paa Kærne og Splint; i Cypres var der derimod en tydelig Forskel, idet Splinten angrebes langt stærkere end Kærnen, hvor Angrebene hovedsagelig fandt Sted i Endetræet. De Klodser, der optoges i Maj 1936, var alle næsten fortærede af baade Pælekrebs og Pæleorm.

B. Forsøg med Pæle.

Hertil anvendtes Stammestykker af 14 forskellige Træsorter, 1 Meter lange og ca. 10—12 cm i Diameter, leverede fra Frijsenborg Skovdistrikt (Egen dog fra Bregentved). Af hver Træsort udsattes 4 Stykker, af hvilke de tre var afbarkede, mens det fjerde blev udsat med Barken paa. Stykkerne anbragtes paa Molevæggen, med Tøpinden opad, i lodret Stilling Side om Side (dog uden at berøre hinanden) med den øverste Ende 15 cm under Daglig Højvande. De blev fastgjort til Molen ved Hjælp af svære Baandjern; men desværre viste det sig senere, at Fastgørelsen i nogle Tilfælde ikke havde været tilstrækkelig solid, saa at nogle af Stykkerne gik tabt, deriblandt tre af de fire Stykker Eg.

Alle Stykkerne udsattes 6. Juni 1935; et af de afbarkede Stykker af hver Træsort blev optaget $\frac{12}{9}$ 1935, $\frac{19}{5}$ 1936 og $\frac{11}{9}$ 1936; den sidstnævnte Dag optoges ogsaa alle de Stykker, der var udsat med paasiddende Bark. Alle Træsorter blev angrebne af baade Pæleorm og Pælekrebs, men ikke lige stærkt og heller ikke lige hurtigt. En Oversigt over Resultaterne for de afbarkede Stykkers Vedkommende ses af nedenstaaende Tabel. Angrebene af Pælekrebs er angivne i Grader, 1—6; for Pæleormenes Vedkommende er angivet Antallet af Indgangshuller paa Pælens Overflade, Angreb i Endetræet ikke medregnede. De med ∞ betegnede Stykker er næsten helt fortærede af Pæleorm indvendig.

Paa de ledsagende Fotografier ses Pælene gennemsaveede paa langs og opstillede Side om Side, saaledes at man for hver Træsort ser Overfladen tilvenstre, Snitfladen tilhøjre; desuden er begge Pælens Ender afsavede og anbragt forneden,

saa at man ogsaa ser Pælen i Tværsnit, i hvert enkelt Tilfælde øverste Ende til venstre, nederste Ende til højre.

Ved Optagningen 12. September 1935, 3 Maaneder efter Udsættelsen, (Fig. 2, 3 og 6) fandtes saa godt som ingen Angreb af

Afbarkede Pæle, udsat 6. Juni 1935.

Bark-stripped poles, immersed June 6th 1935.

optaget (<i>removed</i>)	Pæleorm Antal, excl. Endetræ <i>ship-worm,</i> <i>number, end-grain excl.</i>			Pælekrebs Angrebs-Grad, 1—6 <i>gribble,</i> <i>degree of attack, 1—6</i>		
	12/9 35	19/5 36	11/9 36	12/9 35	19/5 36	11/9 36
Rødgran <i>Norway spruce</i>	128	125	∞	1	4	5
Nordmannsgran <i>Nordmann's fir</i>	88	115	∞	0	2	4
Ædelgran <i>Silver fir</i>	97	106	.	1	3	.
Abies grandis <i>Grand fir</i>	75	65	.	0	4	.
Sitkagran <i>Sitka spruce</i>	50	70	.	0	4	.
Thuja gigantea <i>Western red cedar</i>	53	52	150	1	1	2
Douglasie <i>Douglas fir</i>	39	55	.	0	2	.
Europæisk Lærk <i>European larch</i>	33	30	350	0	2	2
Hvidgran <i>Canadian white spruce</i>	31	27	∞	0	3	6
Cypres <i>Lawson's cypress</i>	27	28	.	0	1	.
Japansk Lærk <i>Japanese larch</i>	25	15	160	0	3	3
Eg <i>Oak, Quercus robur</i>	20	.	.	0	.	.
Ask <i>Ash</i>	8	1	.	0	1	.
Bøg <i>Beech</i>	0	9	60	0	1	0

Pælekrebs; det fremgik af de samtidige Undersøgelser, at disse Dyr ikke sværmede i det paagældende Tidsrum; kun et Par enkelte Krebssegnav fandtes i Rødgran, Ædelgran og Thuja; i et Par af Gangene i Thuja havde Krebsene allerede Unger, saa de

maa have gnavet sig ind i denne Pæl næsten strax efter dens Udsættelse. Naar undtages Bøg, var alle Træsarterne allerede paa dette Tidspunkt, i September, angrebne af Pæleorm; selv i Egepælen kunde jeg tælle 20 Indgangshuller (en af Gangene er truffet ved Gennemskæringen og ses paa Fig. 6 i Pælens højre Kant foroven). Saa godt som alle disse Pæleorme hidrørte fra et stort Angreb af *Teredo megotara*, der fandt Sted i Juli, og var altsaa ca. 2 Maaneder gamle, da Pælene blev taget op; Billederne giver et Indtryk af, hvor store Gangene kan blive paa saa kort Tid. Mange af de Huller, der ses paa Tværnittene af de afskaarne Ender, er Gange, der kommer fra Endetræet; det er tydeligt, at kun meget faa Individuer er gaaet ned i Pælens opadvendende Ender; det skyldes, at der her var blevet aflejret en tyk Kage af Slam. I hvor høj Grad, de forskellige Træsarter var blevet angrebet paa dette Tidspunkt, fremgaar af Tallene i Tabellen.

Fig. 4, 5 og 7 viser, hvor langt Ødelæggelsen af Pælene var fremskreden ved Optagningen 19. Maj 1936. Det er langt overvejende de samme Pæleorme, fra Juli 1935, der har fortsat deres Virksomhed; ganske vist fandt der et Angreb Sted (ikke meget stærkt) i November 1935 (konstateret i de sædvanlige Prøveklodser), men det synes ikke i større Grad at have fundet Vej til disse Pæle. Af Tabellen fremgaar nemlig, at Antallet af Individuer i Maj 1936 var omtrent det samme som i de tilsvarende Træsarter i September 1935; Forskellen i Antal er i de fleste Tilfælde saa ringe, at den kan forklares ved individuel Variation. De 9 Individuer i Bøg var dog sandsynligvis fra November (se den paa langs trufne Gang i Pælens venstre Kant, Fig. 7; den er betydelig mindre end Gangene i de andre Pæle). Man vil lægge Mærke til, at Gangenes Diameter ikke var blevet synderlig større siden Efteraaret, men de er blevet meget længere; i de forholdsvis lidt angrebne Stykker (f. Ex. Hvidgran og Japansk Lærk, Fig. 7) ses dette umiddelbart, da de i mange Tilfælde er gaaet paa langs af Træets Aarer; i de stærkt angrebne Stykker (Fig. 4 og 5) snoer Gangene sig omkring hverandre paa den mest forvirrede Maade, og samme Gang kan være truffet flere Gange af det samme Snit, ogsaa af Tværnittene. — Et Angreb af Pælekrebs, der fandt Sted i Marts 1936, viste sig ogsaa i disse Pæle; det ses dog ikke tydeligt paa Fotografierne, da Udklækningen af det første Kuld Unger kun lige

var begyndt; selv hvor et stort Antal Pælekrebs er tilstede, er Ødelæggelsen i Træets Yderlag derfor endnu ikke stærkt fremskredet. Af Tabellen fremgaar, at Krebseangrebene i det store og hele er stærkest i de samme Træsarter, som var mest angrebne af Pæleorm; helt parallelt er Angrebene Styrkegrad dog ikke. For Pælekrebsen spiller Træets Haardhed og Overfladens Beskaffenhed (mere eller mindre glat) en større Rolle end for Pæleormen, for hvilken ogsaa andre Forhold maa antages at være af Betydning. Særlig paafaldende er det forholdsvis stærke Angreb af Pælekrebs i Japansk Lærk, som var det af alle Naaletræerne, der paa dette Tidspunkt var svagest angrebet af Pæleorm. Det er interessant, at Thuja og Cypres ogsaa i dette Forsøg (ligesom i Forsøget med Klodser) kun i ringe Grad blev angrebet af Pælekrebs.

I de Pæle, der var tilbage ved Optagningen 11. September 1936 (Fig. 8 og 9), havde Pæleormene fra Juli 1935 fortsat deres Ødelæggelsesværk, især i de Pæle, hvor Individerne af dette Kuld ikke var meget talrige (Hvidgran og Japansk Lærk); her havde de nemlig endnu nogenlunde Plads til at fortsætte Udboringen af Træet; i de meget stærkt angrebne Stykker generede Dyrene efterhaanden hinanden saa meget, at mange af dem ikke kunde bore sig videre frem uden at gaa ind i Naboernes Gange, og det gør en Pæleorm aldrig; i saadanne Tilfælde trækker den sig et Stykke tilbage i sin egen Gang, afspærrer dennes inderste Del med en Tværskillevæg af Kalk og forsøger at bore i en anden Retning; hvis dette stadig mislykkes, maa den dø, og i disse stærkt angrebne Pæle var virkelig flere af Gangene tomme paa dette Tidspunkt. Rødgranen var i sin øverste Del saa gennemboret paa kryds og tværs, at den knækkede ved Optagningen (Fig. 8). Det gamle Angreb ses paa Fotografierne; i Tabellen vil man finde en stærk Forøgelse af Antallet af Pæleorm i alle de tilbageværende Træsarter; det skyldes et nyt Angreb, der fandt Sted i Juli 1936, og som nu viste sig ved talrige smaa, nye Indgangshuller; flere Steder kan disse unge Pæleorme ogsaa ses paa Snitfladerne, f. Ex. meget tydeligt i højre Kant af Europæisk Lærk (Fig. 8). I Bøgepælens Sider fandtes 60 Individuer af dette Kuld; desværre var der ikke flere Pæle tilbage af Ask og Eg. Pælekrebsenes Virksomhed havde nu taget saa stærk Fart, at Resultatet kan ses tydeligt paa Fotografierne, især paa Rødgran

og Hvidgran, hvor Krebsene flere Steder har ædt Træet bort omkring Pæleormenes Gange, saa disse kan ses paa Pælens Overflade. Ikke alene var der kommet nye Angreb, men Ungerne af de Individider, der angreb i Foraaret, udførte nu deres meget betydelige Del af Ødelæggelsen. Kun Bøgen var paa dette



Fig. 10. Pæle udsat med paasiddende Bark $\frac{0}{6}$ 35, optaget $\frac{11}{9}$ 36. Fra venstre: Rødgran, Nordmannsgran, Grandis, Sitkagran, Douglasiæ, Europæisk Lærk, Japansk Lærk, Ask, Bøg.

Poles immersed with the bark on, $\frac{0}{6}$ 35, removed $\frac{11}{9}$ 36. From left: Norway spruce, Nordmann's fir, Grand fir, Sitka spruce, Douglas fir, European larch, Japanese larch, ash, beech.

Tidspunkt fri for Krebseangreb, og Thuja og Europæisk Lærk var kun svagt angrebne.

Tilbage staar en Omtale af de Pælestykker, der blev udsat med Barken paa (Fig. 10). De blev udsat samme Dag som de afbarkede, 6. Juni 1935, og optagne 11. September 1936. Om dem alle gælder det, at Barken delvis var faldet af, dog i meget forskellig Udstrækning hos de forskellige Træsorter, og for fleres Vedkommende kunde man se, at Barken havde siddet længere paa nogle Steder end paa andre. Nedenfor er

for hver Træsart angivet, paa hvor stor en Procentdel af Pælens Overflade, Barken var faldet af ved Optagningen. For dem alle kunde det konstateres, at hverken Pæleorm eller Pælekrebs havde angrebet gennem Barken. Efter Optagningen fjernes den resterende Bark, og i denne afbarkede Tilstand er Stykkerne fotograferede. En hel Del af Pæleormene i disse Stykker er naturligvis gaaet ind gennem Endetræet, men der har ogsaa været Angreb paa Siderne paa de Steder, hvor Barken var faldet af, mens Pælene sad ude¹). Om alle Naaletræerne gælder det, at Pæleormene, hvor de end er kommet ind, i udpræget Grad har boret sig frem i Veddets yderste Lag umiddelbart indenfor Barken, hvor denne endnu sad paa. Deraf kommer det ejendommelige Billede af disse Pæle med aabne Pæleormsgange paa den nu afbarkede Overflade, og paa Indersiden af den afskrællede Bark saas tilsvarende rendeformede Fordybninger. Noget saadant var ikke Tilfældet med de to Løvtræer, Ask og Bøg (Egen var gaaet tabt). Jeg skal kort gennemgaa Sorterne, idet jeg tager dem i samme Rækkefølge som i Tabellen ovenfor.

Rødgran (8% af Barken affaldet). Partier uden Bark noget, men ikke stærkt angrebet af Pælekrebs, i øverste Del mange Pæleorme.

Nordmannsgran (27%). De Partier, hvor Barken er gaaet af allerede i 1935, er stærkt angrebet af Pælekrebs, og her er ogsaa adskillige Pæleorme. Andre Partier, som aabenbart først har mistet Barken i 1936, har ingen eller faa Pælekrebs, men derimod talrige Pæleorme.

Grandis (30%, i mere end 10 spredte, større og mindre Partier). Barken er de fleste Steder faldet af paa et tidligt Tidspunkt, og her er der stærke Angreb af Pæleorm og Pælekrebs.

Sitkagran (15%). Alle Partier uden Bark tæt angrebet af Pælekrebs; Pæleorm i stor Mængde.

Douglasie (7%). Kun faa Pælekrebs, men talrige Pæleorme, mest smaa (dog mange store fra Endetræet).

Europæisk Lærk (12%). Kun et mindre Parti paa 60 cm² har mistet Barken tidligt, her lidt Angreb af Pælekrebs; i de øvrige Partier uden Bark ses nogle faa smaa Pæleorme; talrige store Pæleorme fra nedre Ende.

¹) Barkens beskyttende Virkning vilde formodentlig have været større, hvis Træet ikke netop var skovet i Foraartiden, hvor Barken sidder løst.

Japansk Lærk (16%). Et Par smaa Partier, der tidligt har mistet Barken, er stærkt angrebet af Pæleorm og Pælekrebs; hvor Barken senere er gaaet af, ses enkelte smaa Pæleorme.

Ask (100%), al Bark er faldet af, men til forskellige Tider). Meget faa Pælekrebs, men talrige Pæleorme, ingen langs Indersiden af den Bark, der endnu har siddet paa, da Angrebet fandt Sted.

Bøg (15%). Ingen Pælekrebs. I et Areal paa 40 cm² nær øverste Ende ca. 50 ganske smaa Pæleorme.

EXPERIMENTS ON THE POWER OF RESISTANCE OF VARIOUS KINDS OF WOOD AGAINST ATTACK OF SHIP-WORM AND GRIBBLE

Throughout the world technicians and scientists have tried to defy the marine borers, which cause so much damage on all constructions of wood in the sea, but definite results have not yet been obtained. For several years I have studied the activity of the borers in the harbour of Hirtshals on the Skagerrak coast of Jutland. One species of ship-worm, *Teredo megotara*, is very abundant there, whereas *T. navalis* occurs only sporadically; the only crustacean borer found in Danish waters is the common gribble, *Limnoria lignorum*. First of all I tried to elucidate the several features concerning their biology, which were deficiently known or more or less misunderstood, and these preliminary biological studies have proved to be of considerable importance for the practical experiments carried out at the same time.

I have found that *T. megotara* is an alternating hermaphrodite; its first sexual phase is male, and the sex is changed 3—4 times during the normal life-time of 1¹/₄—1¹/₂ years. It is a common supposition that attacks by ship-worm take place only in summer; at Hirtshals, however, *T. megotara* as well as *navalis* propagate, and their attacks take place, periodically, at least from March to November. — The life-history of the gribble has been very deficiently known; as a rule a great attack takes place in March or April, and afterwards, at intervals of some weeks, attacks of decreasing force until October. The female enters the wood first; when, after some days, its burrow is long enough to conceal the animal, it is followed by the male, which now remains behind the female for several months. The burrow is lengthened by the gnawing action of the female; breeding takes place 3—4 times in the course of the year, and each time about 20—30 young gribbles are developed in the brood-pouch of the mother-animal; the offspring resemble the adults, and as soon as they are hatched they make their own burrows on both sides of the burrow of the parents. The last brood is developed in February or March, and soon afterwards the majority of the adult specimens leave the burrows, swim into the

water, and attack other pieces of wood. — By means of untreated test-blocks, examined at regular intervals, I have been able to observe the attacks both of ship-worm and gribble throughout the year, and these continuous biological investigations in connection with my experience of the rate of development of the animals and their burrows at different seasons, have enabled me to ascertain not merely the extent, but also the age of the attacks in test-pieces treated with different means of protection, and in unprotected test-pieces of different kinds of wood. The present article deals with experiments on the power of resistance of fourteen kinds of wood, all grown in Danish forests.

A. Sawn test-blocks, $15.5 \times 7.5 \times 3$ cm, of Lawson's cypress (*Chamaecyparis Lawsoniana*), Douglas fir (*Pseudotsuga taxifolia*), and red cedar (*Thuja plicata*) were immersed in December 1934 and taken up for examination at intervals until May 1936. A comparison with blocks of Norway spruce showed that, as far as the gribble was concerned, Douglas fir was as much attacked as the spruce, whereas red cedar and cypress were less attacked; in cypress the gribble mainly attacked the sap-wood; in the two other kinds the heart-wood and the sap-wood were equally attacked. Ship-worms attacked cypress and red cedar almost as much as Norway spruce, whereas the blocks of Douglas fir only contained comparatively few ship-worms.

B. Poles, bark-stripped, 1 metre long and about 10—12 cm in diameter, of 14 different kinds of wood were immersed in June 1935 and examined in September 1935, May 1936, and September 1936. The results are seen in the accompanying table; as far as the ship-worm is concerned, the actual number of individuals found in each pole is given (those entered through the end-grain not included); the attacks of gribble are indicated in degrees from 1 (very slightly attacked) to 6 (the entire surface greatly damaged). The attacks are furthermore illustrated by photographs (figs. 2—9). As shown by the concurrent biological investigations, the poles were practically not exposed to any attack by gribble until March 1936; after that time all kinds of wood were found to be more or less attacked, and in September some of them, especially Norway spruce, Nordmann's fir, and Canadian white spruce, were greatly damaged by the crustaceans. The specimens of ship-worm observed in September 1935 and May 1936 almost all originated from one great attack which took place in July 1935; even the oak was attacked at once (the remaining pieces of oak were lost during the winter); a new attack took place in July 1935, which greatly increased the number of individuals observed in September that year, when also the damage done by the individuals from 1935 was much advanced.

Fig. 10 shows a series of poles immersed with the bark on; when taken up in September 1936 they were more or less attacked, but only in places where the bark had fallen off; in all the conifers the ship-worms had mainly followed the outermost layer of the sap-wood immediately beneath the bark, where the latter had still been present; when afterwards the remaining bark was stripped off, the burrows were therefore visible on the surface of the poles, as seen on the photograph.

INDHOLD AF BD. XI—XIV, H. 1.

Bd. XI. Nr. 96. C. H. BORNEBUSCH: The Fauna of Forest Soil (Skovbundens Dyreverden), S. 1. — Nr. 98. A. OPPERMANN og C. H. BORNEBUSCH: Nørholm Skov og Hede (La forêt et la lande de Nørholm), S. 257. — Nr. 99. Hedeskovenes Foryngelse I—II (Verjüngung der Heidewälder I—II), S. 361. — Nr. 100. A. OPPERMANN: Lawsoniens Vækst i Danmark (Chamaecyparis Lawsoniana Parl. in Denmark), S. 377. — Nr. 101. A. OPPERMANN: Bøgekvas (Reisholz der Rotbuche), S. 395.

Bd. XII. Nr. 104. A. OPPERMANN: Egens Træformer og Racer (Les configurations et races du chêne).

Bd. XIII, H. 1: Nr. 102. C. H. BORNEBUSCH: Dybtgaaende Jordbundsundersøgelser, Hedeskovenes Foryngelse III (Tiefgehende Bodenuntersuchungen), S. 1. — Nr. 103. A. OPPERMANN: Nordmannsgranens Vækst i Danmark (Abies Nordmanniana in Dänemark), S. 51. **H. 2:** Nr. 105. C. H. BORNEBUSCH: Skovbundsfloraen i Mølleskoven (The flora in »Mølleskoven«), S. 57. — Nr. 106. FR. WEIS: Beplantningsforsøg paa et afføgent Sande (Boisement d'un terrain du sable mouvant éventé), S. 63. — Nr. 107. C. H. BORNEBUSCH: Et Udhugningsforsøg i Rødgran (Ein Durchforstungsversuch in Fichte), S. 117. — Nr. 108. MATH. THOMSEN: Sprøjtemidler til Bekæmpelse af Chermes paa Ædelgran (Spritzmitteln gegen Chermes auf Weisstannen), S. 215. **H. 3:** Nr. 109. C. H. BORNEBUSCH og FOLKE HOLM: Kultur paa trametesinficeret Bund med forskellige Træarter (Replanting of areas infected with Polyporus annosus), S. 225. — Nr. 110. C. MUHLE LARSEN: To gamle fynske Egeprøveflader (Zwei alte Eichenprobeflächen auf Fünen), S. 265. **H. 4:** Nr. 111. E. C. L. LØFTING: Bjergfyrbevoksninger paa Hedebund og deres Foryngelse, Hedeskovenes Foryngelse IV (Mountain pine plantations in Jutland and their conversion into forests of more valuable tree-species), S. 305. **H. 5:** Nr. 112. C. H. BORNEBUSCH: Proveniensforsøg med Rødgran (Ein Provenienzversuch mit Fichte), S. 325. — Nr. 113. FOLKE HOLM: Abies grandis i Danmark (Abies grandis in Denmark), S. 379. — Nr. 114. C. H. BORNEBUSCH: Forsøgsvæsenets Ordning og Ledelse, IX, S. 409.

Bd. XIV, H. 1: Nr. 115. E. C. LØFTING: Bevaring af stormfældet Gran (Aufbewahrung von sturmgeschlagenem Fichtenholz), S. 1. — Nr. 116. POUL LARSEN: Regenererende Kultsyreassimilation hos Askegrene (Regenerierende Kohlensäureassimi-

lation bei Eschenästen), S. 13. — Nr. 117. C. H. BORNEBUSCH: Thuja som dansk Skovtræ (Thuja plicata as a Danish Forest Tree), S. 53. H. 2: Nr. 118. C. H. BORNEBUSCH: Sommerplantning af Naaletræer (Sommerpflanzung von Nadelhölzern), S. 97. — Nr. 119. E. C. L. LØFTING: Rodfordærverangrebenes Betydning for Sitkagrans Anvendelighed i Klitter og Heder, Hedeskovenes Foryngelse V (The significance of the attacks of Polyporus annosus to the suitability of the Sitka spruce for Dunes and Heaths), S. 133. — Nr. 120. C. H. BORNEBUSCH: Stormskaden paa Udhugningsforsøget i Hastrup Plantage (Sturmschaden in dem Hastruper Durchforstungsversuch), S. 161. — Nr. 121. C. H. BORNEBUSCH: Iagttagelser over Rødgranens Naalefald (Chute d'aiguilles naturelle d'épicea), S. 173. — Nr. 122. W. O. HISEY: Cellulose af europæisk Bøg (Pulping Characteristics of European Beech), S. 177. — Nr. 123. FOLKE HOLM: Bøgeracer (Races de hêtre), S. 193.

DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

THE DANISH EXPERIMENTAL FORESTRY SERVICE
STATION DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE L'ÉTAT DANOIS
DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN IN DÄNEMARK

udgives ved den forstlige Forsøgskommission under Redaktion af Dr. phil. C. H. BORNEBUSCH, i Hæfter sædvanlig paa 5—10 Ark, der udsendes fra Statens forstlige Forsøgsvæsen, Møllevangen pr. Springforbi. Cirka 25 Ark (400 Sider) udgør et Bind. Prisen pr. Bind er 5 Kr., der tages ved Postgiro samtidig med Udsendelsen af 1ste Hæfte.

Fortegnelse over Indholdet af Bd. I—X, 1905—1930, Beretninger Nr. 1—95 og Nr. 97, findes i Slutningen af 10de Bind og tilsendes gratis ved Henvendelse til Forsøgsvæsenet.

Fortegnelse over Indholdet af Bd. XI—XIV, H. 2 begynder paa Omslagets indvendige Side.
