

FISKERIDIREKTORATETS SKRIFTER
SERIE FISKERI
VOL. V NO. 2

TREVIRKET I NORSKE TREFARTØYER,
UNDERSØKELSER OVER BIOLOGISKE SKADER
OG BESKYTTELSESMETODER

WOOD IN NORWEGIAN FISHING VESSELS,
STUDIES ON BIOLOGICAL DESTRUCTION
AND PREVENTIVE METHODS

Av

R. O. ULLEVÅLSETER
Norges Landbruks-høgskole
Institutt for treteknologi

FISKERIDIREKTØREN
BERGEN 1968

FISKERIDIREKTORATETS SKRIFTER

SERIE FISKERI

VOL. V NO. 2

TREVIRKET I NORSKE TREFARTØYER,
UNDERSØKELSER OVER BIOLOGISKE SKADER
OG BESKYTTELSESMETODER

WOOD IN NORWEGIAN FISHING VESSELS,
STUDIES ON BIOLOGICAL DESTRUCTION
AND PREVENTIVE METHODS

Av

R. O. ULLEVÅLSETER

Norges Landbrukshøgskole

Institutt for treteknologi

FISKERIDIREKTØREN

BERGEN 1968



FORORD

Råtesopper ødelegger årlig verdier for store beløp på trefartøyer i vår fiskeriflåte. Å kunne bekjempe råtesoppene som forårsaker råte, eller «kold-fyr» som fiskerne og båtbyggere sier — vil derfor ha meget stor økonomisk betydning, både for den enkelte fisker og for samfunnet.

Dette arbeidet gir en samlet beskrivelse av de forsøk og studier over biologiske skader på trefartøyer som har vært utført ved Norges Landbruks-høgskole, Institutt for treteknologi. Undersøkelser av råtesopper, går inn som en meget sentral del av dette arbeidet.

Det første initiativ til undersøkelsene ble tatt av disponent T. Hustad i Møre og Romsdal Skogeigarlag. Årsaken til det var de store interesser som er knyttet til treskipsbyggingen i dette fylket. T. Hustad hjalp til med å skaffe de første midler for å få satt undersøkelsene i gang. Arbeidet tok til i 1958.

Fra 1960, da vitenskapelig assistent Reidar Otto Ullevålseter fikk ansvaret for undersøkelsen, har den vært finansiert av Fiskerinæringens Forsøksfond. Den imøtekommenhet og velvilje Fiskerinæringens Forsøksfond har vist ved sin administrerende leder, fiskeridirektør K. Sunnanå, kontorsjef F. Amundsen og konsulent E. Sivertsen, har vært til stor stimulans for arbeidet. Videre har herr Sivertsen i muntlige samtaler gitt verdifulle bidrag til arbeidet.

Vollebekk i januar 1968.

Norges Landbrukshøgskole

Institutt for treteknologi

Finn Stemsrud



INNHold

I. INNLEDNING	7
1. Formålet med undersøkelsen	7
2. Metoder brukt innen trefartøybyggingen for å bevare trevirkets holdbarhet	9
3. Tidligere undersøkelser	10
II. PROBLEMETS BETYDNING	11
III. ÅRSÅKENE TIL DESTRUKSJON AV TREVIRKE I FARTØYENE	16
1. Innledning	16
2. Mekaniske skader	17
a. Vær og vind	17
b. Isskruing	17
3. Elektrokjemiske skader	18
a. Virkemåte	18
b. Skadevirkning på forskjellige treslag	19
c. Praktiske kontrolltiltak	20
4. Orienterende forsøk over elektrokjemisk aktivitet i trevirket	21
5. Skader ved dyr	25
a. Peleorm (<i>Teredo spp.</i>)	25
b. Pelekrepes eller pelelus (<i>Limnoria lignorum</i>)	26
c. Treborende insekt (<i>Nacorda melanura</i>)	27
Utbredelse	27
Biologi	30
6. Skader ved tresopper	30
a. Tresoppenes oppbygning og klassifisering	30
b. Overflatemugg	31
c. Misfarging	32
d. Overflateråte	32
e. Treråtesopper	34
IV. EN VURDERING AV DE TRESLAG SOM ER MEST BRUKT I TREFARTØYER	36
1. Innledning	36
2. Høgstsesong	37
3. Bartrær	41
a. Furu (<i>Pinus silvestris</i>)	41
b. Gran (<i>Picea abies</i>)	42
c. Lerk (<i>Larix spp.</i>)	43
d. Douglasgran. Oregon pine. (<i>Pseudotsuga taxifolia</i>)	43

4. Lauvtrær	43
a. Eik (<i>Quercus spp.</i>)	43
b. Ask (<i>Fraxinus exelsior</i>)	44
c. Mahogni (<i>Swietenia spp. m. fl.</i>)	44
d. Teak (<i>Tectona grandis</i>)	44
V. VURDERING AV DE BYGGEKONSTRUKSJONER SOM BRUKES I TREFARTØYER	45
1. Innledning	45
2. Hud	50
3. Garnering	50
4. Spant	50
VI. UNDERSØKELSER OVER BIOLOGISKE SKADER PÅ TREFARTØYER	53
1. Innledning	53
2. Registrerte skader av <i>Nacorda melanura</i>	54
3. Isolering og bestemmelse av tresopper	58
a. Beskrivelse av prøvene	58
b. Resultater og diskusjon	69
c. Konklusjon	83
VII. BESKYTTELSE AV TREVIRKE MOT BIOLOGISKE SKADER	107
1. Innledning	107
2. Treets naturlige beskyttelsesevne og varighet	107
3. Teknisk beskyttelse	110
a. Teknisk beskyttelse i trefartøyer	110
b. Kontroll av fuktighetsgraden i trevirke	113
c. Kontrollert uttørking av trefartøyer i bruk og av nye trematerialer	114
d. Tørkeforsøk i trefartøy	118
Utstyr og fremgangsmåte	118
Resultater og diskusjon	119
e. Tørkeforsøk med vanlig skurlast	120
Utstyr og fremgangsmåte	120
Resultater og diskusjon	120
f. Konklusjon	121
4. Kjemisk beskyttelse	125
a. Beskyttelsesmetoder	125
b. Treimpregneringsmidler	126
Midler av tjæroleje-typen	127
Vannløselige salter	127
Organiske oppløsninger	128
c. Valg av treimpregneringsmidler	129
VIII. TRYKKIMPREGNERINGSFORSØK MED MYKOLOGISK PRØVING AV BESTEMTE TRERÅTESOPPER OG IMPREGNERINGSMIDLER	130
1. Innledning	130
2. Forsøksopplegget	131
3. Uttak og behandling av prøveklossene	131
4. Impregneringen og de anvendte impregneringsmidler	135

5. Prøveklossenes behandling etter impregneringen	137
6. De anvendte treråtesopper	138
7. Prøvingens utførelse	138
8. Beregningen	138
9. Forsøksresultater	141
a. Impregnering	141
Saltopptak	141
Fuktighetsinnholdet	150
b. Råtesoppangrep	152
Mycelets vekst	152
Synlig råtesoppangrep og vekttap	153
10. Konklusjon	157
IX. IMPREGNERT TRE I TREFARTØYBYGGINGEN	158
Sammendrag	161
English Summary	163
Litteratur	169



I. INNLEDNING

Trefartøybyggingen er en av våre eldste industrier. Byggingen har krevd stor dyktighet, bl.a. fordi det ofte var store fartøyer med varierende utforming. Ansporet av den endeløse kamp om herredømmet på havet, ble kunsten og håndverket innen trefartøybyggingen drevet til sitt aller beste. Fagkunnskapen og dyktigheten gikk i arv fra far til sønn, og hver generasjon gav næringen ny framgang.

Den raskeste vekst innen den merkantile skipsbygging kom med anvendelsen av jern og stål. Trefartøyer blir fortsatt bygget til mange formål, og det er ikke blitt foretatt vesentlige endringer i konstruksjoner og byggemetoder. Dette skyldes at kunnskapene i treteknologien ikke er nyttet fullt ut i produktutviklingen.

Fiskerflåtenes behov for og krav til skikket trevirke angår i høy grad skogbruket. Det er skogbruket som skal skaffe treslaget, virkesdimensjonene og den etterspurte virkeskvalitet. Mulighetene for å få førsteklasses trefartøyer betinger i virkeligheten et samarbeid mellom den treteknologiske og den bygningstekniske forskning for å oppnå effektive forbedringer av skrogens varighet og styrke.

Dagens byggemetoder for trefartøyer gjør råteproblemet til et interessant studieobjekt. Gjennom årene har det vært gjort mange praktiske erfaringer omkring problemet, men ingen spesiell studie har vært foretatt i Norge etter et vitenskapelig opplegg.

Dette arbeid omfatter de treteknologiske sider av fartøybyggingen basert på personlige observasjoner ved besøk ved båtbyggerier og slipper, innsamling av råteprøver fra båtrepasjoner for råtesoppbestemmelse, litteraturstudier og prøving av råtesopper overfor forskjellige trykkimpregneringsmidler. Spesielt er det lagt stor vekt på å belyse de skader som blir påført trefartøyene av råtesopper og skadedyr, og hvorledes en best kan forbedre skrogens varighet.

1. FORMÅLET MED UNDERSØKELSEN

Utviklingen innen trefartøybyggingen har aktualisert kravet om en bedre utnyttelse av trevirket som byggemateriale. Her, som innenfor så

mange andre anvendelsesområder for trevirke, spiller holdbarheten av virket en vesentlig rolle. Behovet for kunnskaper om en bedre utnyttelse forenet med behovet for videre utvikling og ny framgang for trefartøybyggingen, har derfor økt. Trevirkets holdbarhet og bevaringen av dets bygnings-tekniske egenskaper beror i mange henseender på den behandlingsmåte man velger. Primært må oppgaven være å gjøre trefartøyene mer holdbare mot destruktive organismer — biologisk ødeleggelse.

Inntil for kort tid siden var en avhengig av å stole på treets egen naturlige motstandskraft mot biologisk ødeleggelse. En valgte så langt det lot seg gjøre, de tresorter som fra naturens side hadde den største motstandskraft. Helt uten betydning er dette valg ennå ikke blitt, men ved kjemisk behandling er vi i dag blitt i stand til å forlenge holdbarheten for mange treslag. Den begrensende faktor er nå mer de forskjellige treslags evne til å oppta impregneringsmidlene. Analyse av ulike behandlingsmåters brukbarhet eller effektivitet for trevirke som skipsmateriale, er tidligere ikke utført her i landet. Selv om trefartøybygging er et av de eldste håndverk i Norge, er det absolutt behov for anvisninger med sikte på å øke konstruksjonenes holdbarhet.

Den undersøkelse som her presenteres og diskuteres har hatt følgende formål:

1. Vurdere de trematerialer og prinsipielle byggemetoder som brukes i dag.
2. Kartlegge skadene og bestemme de biologiske organismer som angriper trefartøyene.
3. Gjennom mykologisk prøving av impregnert og uimpregnert furu å vurdere framtidig bruk av dette treslag i trefartøyer.

Vår hjemlige furu er alment kjent for at yteveden meget lett opptar impregneringsmidler ved trykkimpregnering. I norsk trefartøybygging anvendes det mest uimpregnert furu. Det er naturlig å undersøke hvordan en kan nyttiggjøre seg trykkimpregnert furu i trefartøybyggingen. Det har derfor vært nødvendig ikke bare å registrere råtesoppene, men også å prøve dem overfor de mest aktuelle trykkimpregneringsmidler.

Undersøkelsen tok til i 1958 med innsamling av råteangrepet trevirke fra båtbyggerier og slipper. En skriftlig henvendelse førte ikke til noen positiv reaksjon med hensyn til innsendelse av prøver. I tidsrommet 1958—1960 kom det inn bare 13 prøver. Da forfatteren i juni 1960 ble direkte knyttet til undersøkelsen var stillingen bedret økonomisk slik at en kunne kontakte en del båtbyggerier og slipper ved personlige besøk. Det ble foretatt tre reiser, en til Vest- og Sørlandet, en til Møre og Romsdal og en til Nord-Norge. En fyldigere beskrivelse av innsamlingen og de enkelte prøver er gitt i kapitel 6 som også omhandler kultivering og bestemmelsen av råtesopper. Det er derimot her i innledningen vil komme inn på, er de inn-

trykk en fikk når det gjelder den daglige praksis for konserveringen av våre trefartøyer. Disse inntrykkene har delvis også vært bestemmende for disposisjonen av det arbeidet som her framlegges.

2. METODER BRUKT INNEN TREFARTØYBYGGINGEN FOR Å BEVARE TREVIRKETS HOLDBARHET.

På Sør- og Vestlandet, i Møre og Romsdal og nord til Saltdal blir materialene vanligvis levert fra de nærmeste distrikter. Det skjer enten gjennom leveranser fra sagbruk, eller båtbyggeren kjøper tømmeret og skjærer det selv. På Sør- og Vestlandet finnes det ennå muligheter til å skaffe noe eik, men tilgangen er sterkt begrenset. Til spesielle nybygginger tas det inn partier fra land i Europa, spesielt Danmark, Polen og Tyskland.

Når en unntar distriktet ved Hemnesberget, har furua vært og er hovedtreslaget i norsk trefartøybygging. Båtbyggeriene og slippene i Nord-Norge dekker sitt behov for trematerialer fra Trøndelag og Møre og Romsdal. Til innredningen av trefartøyene brukes ofte gran på grunn av vedens letthet. Erfaringer viser at tørketiden for gran er noe kortere enn for furu.

Årsakene til råte i trefartøyene er mange. Kvaliteten på tømmeret fra skogen kan være dårlig. Det kan allerede være befengt med råtesopper. Forandringen av hogstmetodene har ført til at det beste tømmeret ofte ikke blir utsortert. Det blir understreket at båtbyggeren tidligere var meget nøyer med materialene. De kom da fra utplukkede trær i skogen, og ble sortert og godt tørket. Tørkingen av materialene kan i dag ofte være et problem. Moderne tørkeanlegg finnes vanligvis ikke ved båtbyggeriene, så en er stort sett avhengig av leveranser av tørre materialer eller av selv å tørke dem ved lufttørking. Lufttørking av materialene hos båtbyggeren medfører at han må sitte inne med større materiallager enn nødvendig for produksjonen. Dette fører til rentetap, spesielt i perioder hvor det kan være liten tilgang på nybygginger. Anvendelse av mangelfullt tørkede materialer forekommer derfor altfor ofte. Spesielt er det vanskelig å tørke det store spantetømmeret. Når så spantene blir lagt utenpå hverandre ved f.eks. lasking, får en to fuktighetsflater mot hverandre. Dette er meget uheldig. For å unngå denne kontakten, bruker man å bolte sammen spantene med et mellomrom på ca. 2 cm. En hurtig tørk etter skur er også nødvendig for å unngå blåved.

Det blir lagt vekt på om furua har vokst på myr, sandjord eller grunt lende. Hurtigvoksende trær blir betegnet som dårlige. Sentvokst tømmer fra liskogene, blir regnet for å være det beste.

Ventilasjonen i fartøyene blir tillagt stor betydning. Langsgående luf-

tekanaler, svanehalser opp til dekket og løse garneringsbord som fjernes ved landligge, blir benyttet av mange.

Det er en fast overbevisning hos mange at salt har en god konserverende virkning på veden. Lagring av tømmeret i sjøen er derfor en anvendt metode. En eldre form er plassering av salt mellom hud og garnering til under vannlinjen. Det fortelles at før i tiden reiste en helt til Spania for å hente salt til salting av trefartøyene. Under byggeperioden bores ofte ett eller flere hull på toppen av spantene. Disse kan være ca. 1½ fot dype. Hullene blir holdt fulle med saltlake gjennom hele byggeperioden. Hele spante-tømmeret skal være gjennomtrukket med salt før det kles inn.

Andre former for konservering er bruk av petroleumsoljer, f.eks. white spirit. Disse anvendes på samme måte som saltet for spantenes vedkommende, men blir ellers også brukt som påstrykningsmidler for resten av skroget. I den senere tid er det kommet nyere typer av organisk oppløste påstrykningsmidler med pentaklorfenol som aktivt middel.

Anlegg for trykkimpregnering av trevirke har manglet i kyststrøkene. Men den senere tids utvikling har ført til at det i dag er plassert slike anlegg på flere sentrale steder. Det er ventet at dette vil føre til økt bruk av trevirke som er behandlet etter denne spesielle konserverende metode.

Det vil være naturlig å se disse forskjellige metoder som en utvikling i riktig retning. Noen brukes ennå, mens andre er tatt ut av bruk. En har ingen indikasjon på at en kan vente nye metoder innen overskuelig framtid. Så utviklingen videre vil antagelig ikke så mye bli en forbedring av metodene som å finne fram til mer effektive soppdrepende stoffer.

3. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

I de nordiske land er det, så vidt forfatteren kjenner til, bare i Danmark at det er foretatt spesielle undersøkelser over råtesopper som angriper trefartøyene (HARMSSEN 1961).

I England har DAVIDSSON, LOMBARD OG HIRT (1947), DUFF (1951—52) og SAVORY (1954 a) utgitt meget fyldige publikasjoner om råte i trefartøyer. SAVORY OG EAVES (1965) redegjør for råteproblemet i den skotske fiskeflåten.

De største arbeider om dette emne er utført i USA. Der er det foretatt gjentatte og ulike undersøkelser av trefartøyer (HARTLEY OG MAY 1943, U.S. DEPT OF AGR. 1953, TIPPO, et al. 1947, ANON. 1953, EVANS 1958).

Disse amerikanske arbeider omhandler ikke direkte fiske- og fangstfartøyer, men trefartøyer i sin alminnelighet, spesielt lettere krigsfartøyer.

Amerikanerne oppdaget under den siste verdenskrig at de trefartøyer som ble bygget for marinen i denne tiden ikke hadde en varighet på mer enn noen få år. Senere er det i USA utført et stort arbeid for å komme

fram til bedre byggemetoder, og KUENZEL OG WORTH (1958) opplyser at det gjennom Bureau of Ships hvert år blir bevilget \$ 200 000 til forskning for bedring av trefartøyer. Amerikanerne var de første til å ta i bruk trykkimpregnerte laminerte spant for å forhindre råte i trefartøyene.

Det kan nevnes at SWINFIELD (1960) beskriver hvordan en beskytter trefartøyer mot råte i farvannene nord for Australia og i South Pacific.

Dette med råte og forringelse av trefartøyer er således ikke noe som er spesielt særpreget for norske farvann, men et problem som finnes over alt hvor trefartøyer brukes.

Selv om problemet, hvor det enn måtte være i verden, kan gi inntrykk av en viss ytre likhet vil det ikke finnes en universell løsning. Til dette er de forskjellige faktorer som kommer inn i bildet altfor varierte, f.eks. på grunn av forskjellige byggemetoder, treslag og råtesopper.

II. PROBLEMETS BETYDNING

De rike fiskeforekomster langs Norges kyst har fra gammelt av vært en vesentlig del av livsgrunnet for kystbefolkningen. Kort vei til fiskeplassene og lett adgang til trevirke, stilte ikke store krav til båtenes størrelse og sjødyktighet. Etter at fiske ble en eksportnæring har det i det siste hundreår vært en rivende utvikling i kystfisket. Det ble en koordinert utnyttelse av økonomiske midler og arbeidskraft. Sammen med studie av fiskeartene og deres vandring og forbedring av redskap og hjelpeutstyr, har dette utviklet fisket til en av landets hovednæringer.

Først etter at man fikk lov om registreringsplikt for fiskefartøyer over en bestemt størrelse kunne en, på grunnlag av de oversikter de offentlige kontrollorganer og klassifikasjonsselskaper satt inne med, begynne å studere trefartøysindustrien.

Av det offentlige statistiske materiale framgår det at byggingen av fiskefartøyer av tre ikke er nevneverdig industrialisert. Private og lokale tiltak med sesongarbeid er ennå typisk for denne virksomhet. Ofte er den å betrakte som en binæring for bøndene langs kysten.

Som en direkte følge av det avbrekk krigsårene ga oss i nyanskaffelser og ekspansjon, kom det i årene etter 1945 til et stort oppsving i trefartøybyggingen med kontinuerlig drift i flere år. Størst antall verft hadde vi i 1949 med hele 149. I samme periode ble det også bygd flest trefartøyer med en registrering av over 300 nye dekkede fartøyer av tre for et enkelt år (figur 1). Denne periode varte fram til 1958, hvoretter det ble et brått fall i antallet av nykontraherte trefartøyer.

De store svingningene vi har hatt etter 1959 skyldes bl.a. den blest det siden den gang har vært om stålfartøyer. Men de store svingninger indike-

rer også noe mer. Det ser nemlig ut til at det ikke har vært foretatt en grundigere vurdering av forholdet mellom tre og stål som bygningsmateriale for fiske- og fangstfartøyer. Hvis derimot en slik vurdering hadde vært foretatt, ville den sannsynligvis ha resultert i et mer stabilt nivå for nye kontraheringer både av stål og trefartøyer. Så lenge vi holder oss til de samme sesongfiskeriene som nå, er det lite trolig at det skulle forandre forholdstallet mellom stål- og trefartøyer. Vi vil derfor i overskuelig framtid fortsatt måtte regne med at ca. 90 pst. av våre fiskefartøyer bygges av tre.

Det er kanskje to forhold som mer enn noen andre har forårsaket en viss usikkerhet når det gjelder valg av bygningsmaterialer.

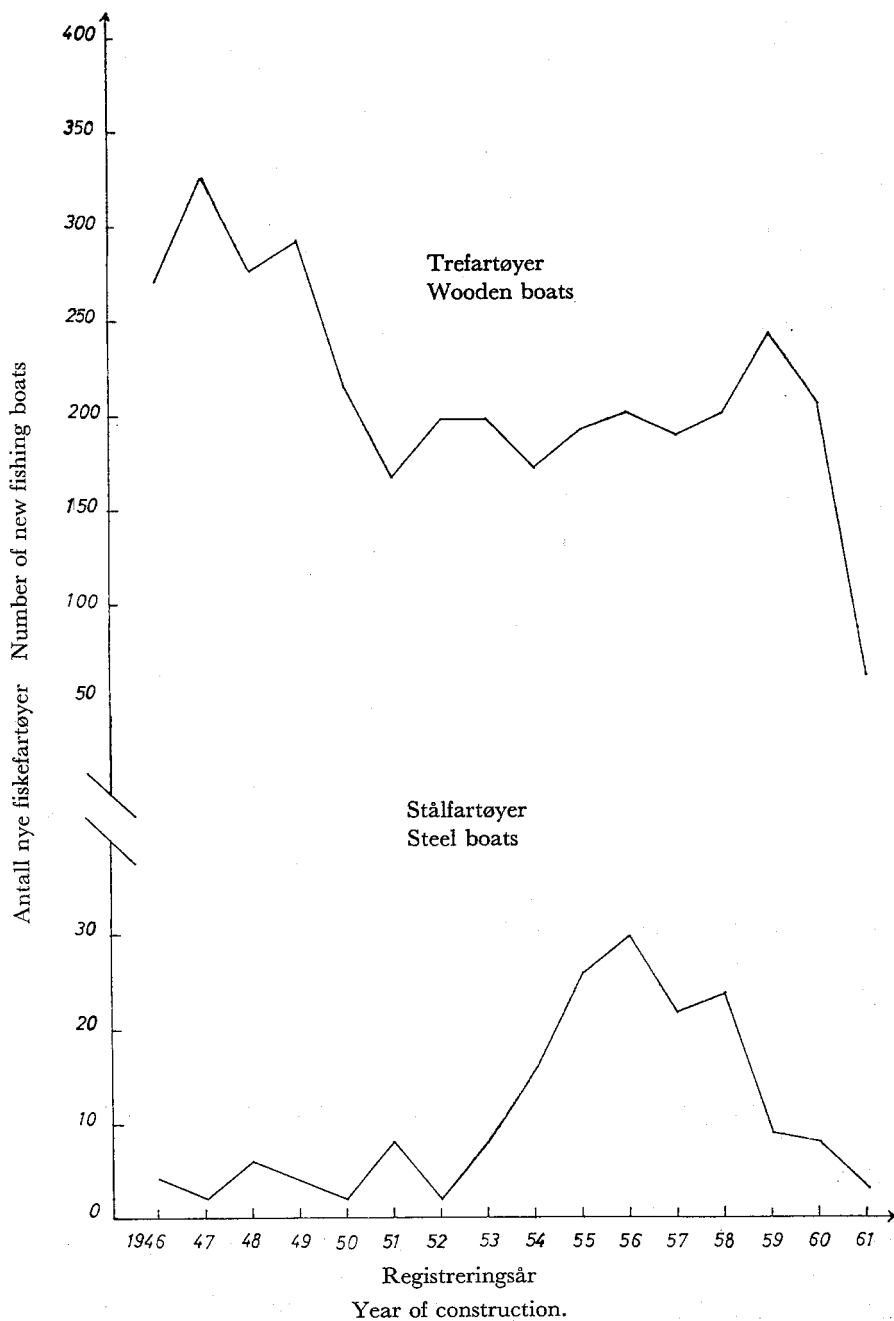
Som det framgår av figur 2, ligger den gjennomsnittlige lengde for trefartøyer mellom 35 og 40 fot med et generelt maksimum på 60—70 fot. For stål, skravert område, ligger den nedre grense på 60—70 fot, mens det først er ved lengder over 110 fot at stålfartøyer kommer i majoritet. Med de byggemetoder en har i dag, ser det ut til at det ikke er praktisk å bygge trefartøyer på mer enn 120 fot og stålfartøyer under 60 fot. Denne 60 fots grensesone mellom stål og tre synes for stor, og indikerer behovet for nye byggemetoder og/eller bærekonstruksjoner for trefartøy mellom 60 og 120 fots lengde.

Det andre forholdet er virkningen av ved-destruerende organismer på trefartøyene. Avgangen for trefartøyene skyldes i meget liten grad mekaniske skader eller at de utranteres til fordel for mer moderne fartøytyper.

Den gjennomsnittlige levealder for trefartøyene steg fra 24,4 år i 1952 til 27,3 i 1961, men en kan ikke oppfatte denne økning som noe resultat av forsøkene med å konservere trematerialene. Et fartøy må i løpet av sin levetid gjennomgå 2—3 større reparasjoner på grunn av råte. Dette kan være årsaken til at antallet av kontraheringer av trefartøyer i 60—100 fotsklassen siden 1956 er redusert til fordel for kontrahering av stålfartøyer.

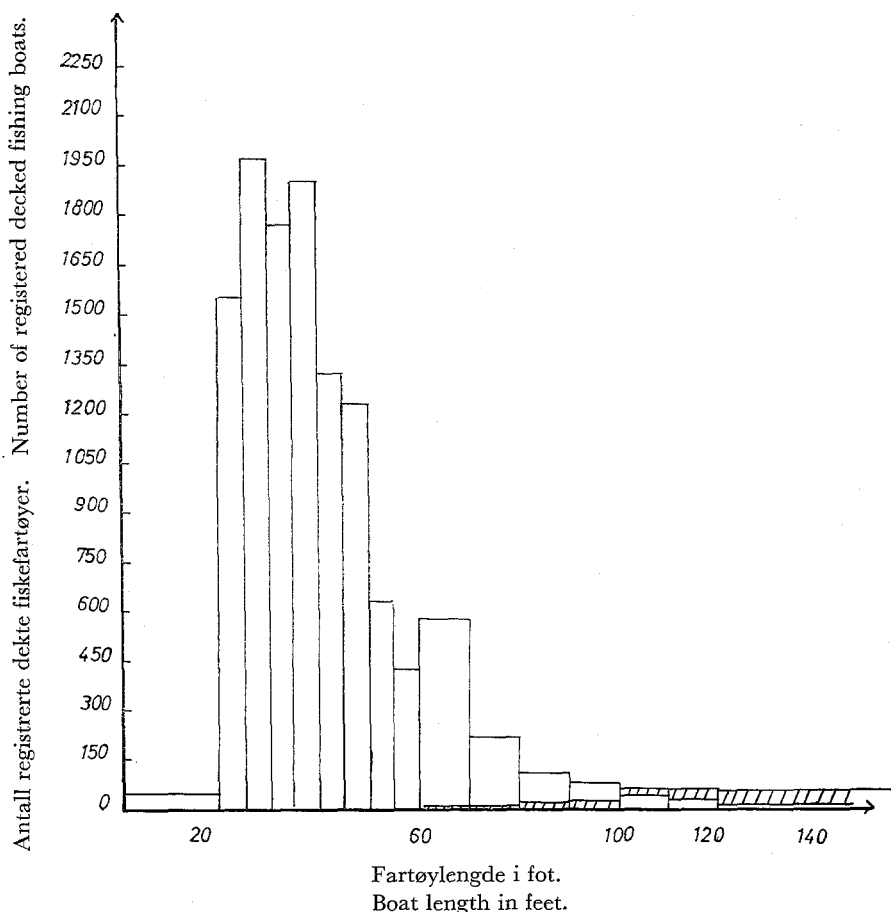
Av fiskefartøyer av tre, som inkluderer dekkede fartøyer, åpne motorfartøyer og hjelpebåter uten motor, var det i 1961 her i landet ca. 42 500. Hva denne fiskeflåte representerte i kapital og det uforedledede tømmerandel av denne, er det vanskelig å gi noe eksakt svar på. Ut fra statistiske beregninger over hvor mye som erfaringsmessig går med av tømmer pr. løpende fot i fartøyet, er man kommet til et tilnærmet resultat hva kubikkmassen angår (figur 3). 42 500 fartøyer representerte ca. 1,1 mill. fot skipslengde. Erfaringen viser at det gjennomsnittlig, innenfor fartøylengder mellom 20—120 fot, går med 0,9 m³ tømmer pr. fot. Dette viser at vår fiskeflåte av trefartøyer representerte ca. 1 mill. m³ uforedlet tømmer i 1961.

Det er ikke tidligere foretatt noen undersøkelser over forbruk av tømmer til vedlikehold av fiskeflåten (nybygginger inkludert). Men de svake



Figur 1. Svingninger i kontraheringer av nye fiskefartøyer i stål og tre i perioden 1945—1961.

Figure 1. Trends in contracting new fishing boats of steel and wood for the period 1945—1961.

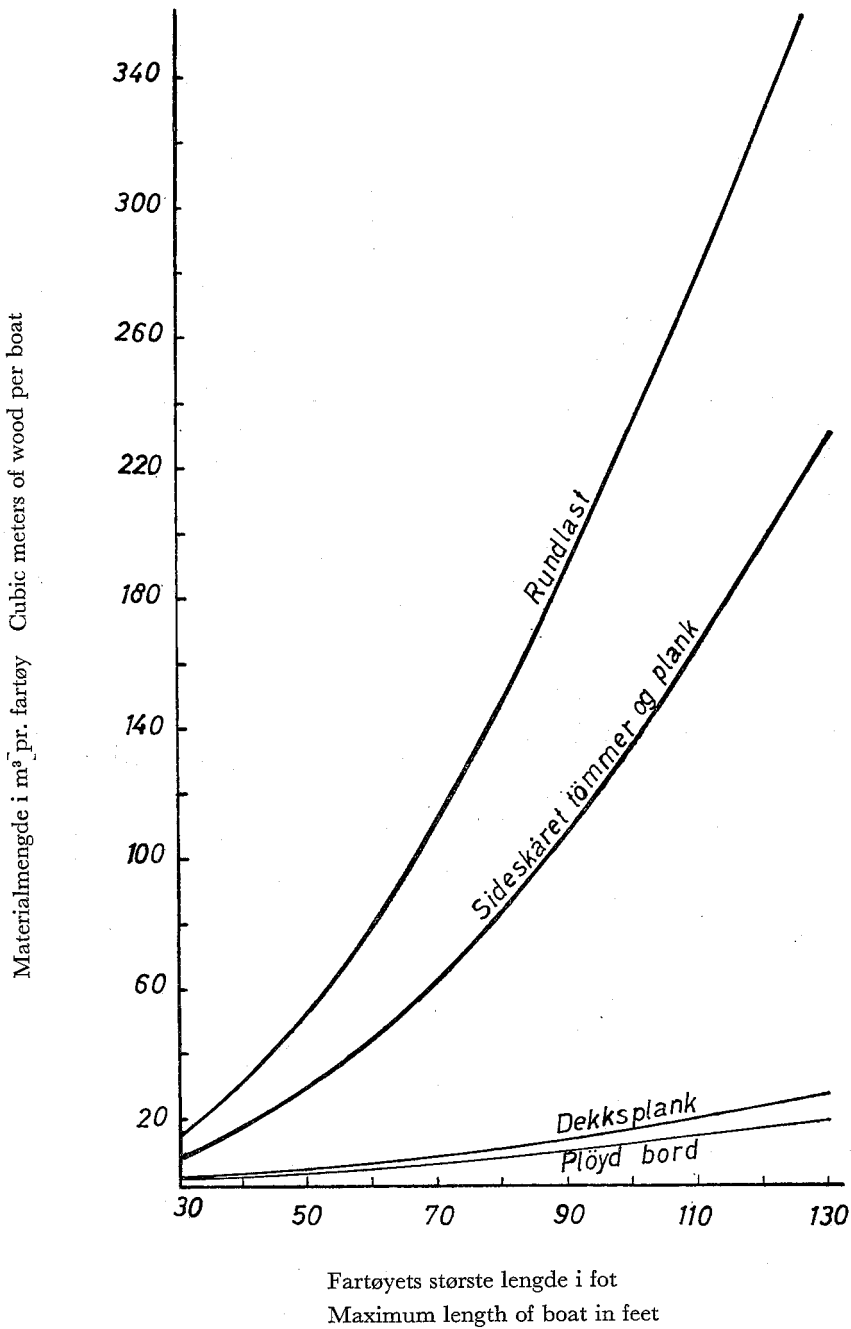


Figur 2. Antall dekte fiskefartøyer fordelt etter lengde.
Fiskeridirektørens telling 1961.

Figure 2. Distribution by length of decked fishing boats.
1961 official count.

holdepunkter en har for dette, indikerer for et normalår et forbruk på ca. 10 % av den anslåtte totale kubikkmasse, eller omkring 100 000 kubikk-meter.

Av det foregående vil en forstå at det må legges to forskjellige vurderinger til grunn for bedømmelsen eller studiet av vår fiskeflåte. Begge vurderinger bygger på det faktum at våre fiske- og fangstfartøyer av tre representerer ca. 90 % av det totale antall båter i vår fiskeflåte. Som tidligere nevnt, tilsvarer disse en masse på ca. 1 mill. m³ uforedlet tømmer, og vedlikeholdet av denne fiskeflåte krever et årlig forbruk på ca. 100 000 kubikk-meter. For å stille disse tall i perspektiv, kan en fra Landsskogtakseringen



Figur 3. Materialmengden for fiskefartøyer bygget av tre avsatt til største lengde i fot.
 Figure 3. Amount of wood per fishing boat in terms of maximum boat length.

i 1962 se at furuskogens årlige tilvekst i Møre og Romsdal var 120 900 kubikmeter og i Sogn og Fjordane 10 000 kubikmeter.

I nasjonaløkonomisk sammenheng er det av stor betydning at vår fiskeflåte gir arbeid for ca. 60 000 fiskere og et stort antall trefartøybyggere, som har denne virksomhet som en nødvendig binæring til sitt gårdsbruk.

Den andre siden ved studiene av Norges fiskeflåte er således en detaljert undersøkelse av årsaken til det store forbruk av tømmer til vedlikehold. Den inntekt landet har av sine fiskerier forsvarer nok at trefartøyene representerer 1 mill. kubikmeter, men det skal mye til å kunne forsvare et forbruk på 100 000 kubikmeter pr. år til vedlikehold av fiskeflåten. Hvis en kan redusere vedlikeholdsforbruket av tømmer, ville det sikkert kunne resultere i et verdifullt tillegg til Norges femte største eksportnæring.

I tillegg til dette vil båteierens problem være å måtte avskrive sitt fartøy i løpet av en 27-årsperiode, og som sagt trengs 2—3 hovedreparasjoner i løpet av et trefartøys levetid.

Det synes således absolutt nødvendig å drive forskning på dette området. I prinsippet kan de nødvendige undersøkelser deles inn i to hovedgrupper. Forskningen vil nødvendigvis være rettet mot de ved-destruerende organismer for å komme fram til trekonserveringsmidler som kan gjøre tre mer motstandsdyktig mot råtesopper og treborende dyr. Videre må en finne fram til byggemetoder og bærekonstruksjoner som kan øke fartøyet styrke. I utlandet foreligger det, gjennom lamineringsteknikken, nye bærekonstruksjoner for trefartøyer, men som ikke i noen særlig utstrekning er kommet til anvendelse i Norge.

En skulle tro at disse konstruksjoner sammen med riktig konservering av trevirket vil gi fartøyer med vesentlige fordeler i form av større styrke, lengre varighet og lettere konstruksjoner.

III. ÅRSÅKENE TIL DESTRUKSJON AV TREVIRKE I FARTØYENE

1. INNLEDNING

Det har vært naturlig å dele skadene på trefartøyer inn i tre grupper, nemlig: mekaniske, elektrokjemiske og biologiske.

Biologiske skader kan videre deles i ødeleggelse ved: 1) Dyr som holder til i sjøvann, 2) Treborende insekt — *Nacorda melanura*, 3) Tresopper.

En bestemt type skade på trevirket i fartøyene blir av mange fiskere og båtbygger kalt «koldfyrr», uten at de er i stand til å si hva som egentlig forårsaker den. De antar dog at det er noe annet enn råte. Undersøkelser av prøver på koldfyrr har resultert i at treråtesopper er funnet, jfr. kapittel 6. Koldfyrr må da henføres til de biologiske skader.

2. MEKANISKE SKADER

a. *Vær og vind.*

Tre som er utsatt for vær og vind, vil etter meget kort tid bli det vi kaller værbitthet. Værbitthet, når det gjelder trematerialer, er den kjemiske og/eller mekaniske oppløsning og misfarging av treets overflate som forårsakes av lys, frysing og tining, innvirkning av støv og sand i luften og den vekselvise krymping og svelling av fibrene, som er en følge av den stadige variasjon i fuktighetsinnholdet frembrakt ved værforandringer.

Ved siden av forandring av treets farge, vil værbitthet medføre ujevnheter og overflatesprekking, og hvis bare vedens ene side er utsatt for vær og vind, vil ofte materialene bli runde på margsidene, og bordene kan lett løsne på grunn av svikt i festet.

Som en regel kan en si at kantskårne materialer vil sprekke lite og bli mindre runde enn flaskeskårne materialer av samme treslag.

Vridning er en annen, men ikke så alminnelig skade av værbitthet. Den er først og fremst forårsaket av ujevn krymping som igjen kan være et resultat av vridning vekst.

b. *Isskruing.*

Isskruing er den viktigste form for mekanisk skade våre trefartøyer er utsatt for. Båten kan beskyttes ved:

Isforsterkning, ekstraspant eller tettere spantsystem i fartøyer beregnet på ishindringer.

Ishud, forsterkning utabords på trefartøyer i og omkring vannlinjen.

Spesiell skrogfasong.

Fangstfartøyer som går i isen langt mot nord er utsatt for isskruing. Disse fangstfartøyer er alltid isforhudet. Tresorter som vanligvis brukes til dette, er greenheart (*Ocotea rodiaei*) og eik (*Quercus spp.*). I den senere tid er det også gjort forsøk med bløtt stål til forhudning.

Det kan nevnes at Norges to berømte polarskuter, «Fram» og «Maud», var utstyrt med greenheart til isforhudning.

Greenheart, som er et hardt treslag og noe oljeaktig i veden, blir helt hård og tildels polert etter gang i isen. Den passer derfor utmerket til dette bruk.

Ved isforsering kan fartøyet bli utsatt for to slags press på skroget, nemlig:

Ispresset på baugen når fartøyet skal fram i isen og isskruing, dvs. presset fra siden.

Ved manøvrering i is over et lengre tidsrom kan isforhudningen bli rettet opp og spjerrert i baugen. Reparasjon av dette kan vanskelig bli foretatt

før båten kommer i dokk. Våre kystfiskere bruker for det meste eik til isforhudning av sine fartøyer.

For å unngå virkningen av isskruingen mest mulig kan f.eks. nevnes at «Fram» hadde slik form at isen gled under den på begge sider. Skuta ble med andre ord løftet opp ved isskruing og kunne faktisk til dels bli liggende helt oppe på isen.

Som eksempel på hvor sterkt presset ved isskruing kan være, kan nevnes at da «Polarbjørn» gikk ned i 1957, ble dekket presset så sterkt sammen at det sto jevnhøyt med rekka.

3. ELEKTROKJEMISKE SKADER

Ved bygging av trefartøyer er det ikke ualminnelig at det i ett og samme fartøy brukes flere ulike metaller, som er festet direkte i trematerialene. Til feste for trematerialene i selve skroget vil det vanligvis bli brukt et ensartet metall som f.eks. kopper eller galvanisert jern. Men når innredningen tar til, øker også mulighetene for bruk av andre metaller i kontakt med treet. Det kan her kort nevnes motorfester, aksel- og propellfeste, jerndekk og jerndørker, fester til rør- og ledningsnett, vanntanker osv.

Det som skjer ved bruk av ulike metaller i forbindelse med fuktig tre, især i saltvann, er at det oppstår en elektrisk strøm mellom de forskjellige metaller. Denne strøm spalter de oppløste saltene i vannet i en sur og en basisk del, hvorav den basiske del innvirker mest på treet. Dette blir misfarget, ofte avbleket og porøst, så det til sist får en trevlet, fibret konsistens, ofte med et lyst, saltaktig belegg med en sterk basisk reaksjon. Hele denne prosess blir kalt elektrokjemisk nedbrytelse av trevirke.

I praksis vil dette forårsake at bolter og nagler løsner. I mange tilfelle kan det visuelt være vanskelig å avgjøre om skaden skyldes råte eller elektrokjemisk destruksjon, da skadebildet kan være meget likt.

a. *Virkemåte.*

Når to ulike metaller er nedsenket i en saltoppløsning og forbundet utvendig med en tråd, dannes det en enkel galvanisk celle hvor den elektriske strøm går i tråden samtidig som elektrolysen av saltet foregår. Et lignende forhold får en hvis de to metaller er i kontakt med et stykke fuktig tre. Når tre inneholder fuktighet hvor det er oppløst et uorganisk salt, f.eks. sjøvann, er forholdene spesielt gode, og en utvendig forbindelse mellom metallene kan slutte kretsen slik at saltet i veden blir elektrolysert. Selv om det ikke er noen metallisk forbindelse mellom de to metaller, vil det ofte foregå en galvanisk virksomhet. I samsvar med de elektrokjemiske egenskaper for de to metaller som er under påvirkning, det vil si deres relative posisjoner i spenningsrekken, vil en av dem (den mer «noble», eller elektropositive)

danne katoden, og den andre (den mindre «noble» eller mer elektronegative) danne anode i cellen. Som et resultat av elektrolysen av saltet dannes ved katoden natriumhydroksyd som konsentrerer seg i den nærliggende ved, mens klorioner fra saltet blir frigitt ved anoden og forbinder seg med denne. Dette resulterer i korrosjon av metallet og dannelsen av nytt salt rundt dette. Når, som ofte er tilfelle i praksis, anoden består av jern, danner sekundære reaksjoner fri underklorosyre som konsentreres i veden rundt dette punkt. Det er den frie base og syre dannet ved henholdsvis katoden og anoden som forårsaker skader på treet omkring disse punkter. Basiske forhold utvikler seg raskt rundt katoden (kopper i ovennevnte eksempel) og ved bruk av jern, dannes det noe senere syrlige forhold rundt anoden.

b. Skadevirkning på forskjellige treslag.

Både med hensyn til anatomisk oppbygning og kjemisk sammensetning er bartrevirke og lauvtrevirke svært ulike. Disse særegenskapene har betydning for hvordan treslagene står mot angrep av baser og syrer. Jo mindre vedpolyose (alle karbonhydrater i veden unntatt cellulose) trevirket inneholder, og jo høyere lignin og celluloseinnholdet er, desto mer motstandsdyktig mot sterke syrer er trevirket. Vedpolyoseinnholdet hos lauvtrærne kan være atskillig høyere enn hos bartrærne. Mens en for begge gruppene regner med et gjennomsnittstall på ca. 50 % for cellulose, så blir det regnet med et lignininnhold for bartrevirket på ca. 20 %, og for lauvtrevirket ca. 15 % (KÜRSCHNER og POPIK 1962). Videre blir det regnet at bartrevirket har ca. 30 % vedpolyose og lauvtrevirket ca. 35 %. Ellers bør en merke seg at denne vedpolyosen er svært forskjellig hos bartre- og lauvtrevirke. Pentosaninnholdet i bartrevirket blir oppgitt til mellom 8—14 %, derimot hos lauvtrevirket er innholdet mellom 17—21 %. Restmengden faller på heksosan, som hos bartrevirket er den overveiende del sammenlignet med pentosan. Hos lauvtrevirket er det motsatt. Mens det er funnet svært lite mannan i lauvtrevirket så inneholdt bartrevirket fra 4—10½ %. Da asetylgruppen overveiende er bundet til pentosaner, er også asetylinnholdet høyere hos lauvtrevirket. Overensstemmende med det lavere vedpolyoseinnholdet i bartrevirket er også holocelluloseandelen lavere.

Ut fra de sammenligninger som her er gitt, er bartrevirket motstandsdyktig mot syre, og blir således mindre angrepet enn lauvtrevirket. Mens f. eks. en fortløpende syreinnvirkning av en bestemt styrke forårsaker et tap på 10 % hos gran, furu og lerk, vil en under samme forsøksbetingelser få et tap på ca. 30 % hos eik, bøk og lind.

Noe annerledes er virkningen av sterke baser på trevirke, f. eks. ammoniumhydroksyd (NH_4OH). Her blir nemlig både vedpolyose og lignin sterkt angrepet. Angrepet forårsaker en sterk svelling og et styrkefall i hele

trevirket. Men også her kan en merke seg at bartrevirke står seg bedre enn lauvtrevirket.

Dannelsen av basiske forhold er uavhengig av treslaget. Den store forskjell i treslagenes oppførsel under samme forhold må tilskrives deres forskjellige latente motstand mot base. Erfaringen ved bruk av tre i situasjoner hvor de er utsatt for kjemisk påvirkning, f. eks. i kjemiske fabrikker, er at noen treslag har mye mer motstand overfor kjemisk nedbrytning enn andre. Deres motstand mot elektrokjemisk nedbrytning i båter må antas å være nær den samme som deres motstand mot direkte kjemisk angrep.

Teak regnes som best av lauvtrærne og kan sammenlignes med de beste av bartrærne. Alm er overlegen i forhold til mahogni og eik.

c. *Praktiske kontrolltiltak.*

Som beskrevet ovenfor er resultatet av elektrokjemisk virksomhet at det dannes base og syre i forskjellige områder i veden, og det er disse kjemikaliers innvirkning på treet, på maling etc. som en må være oppmerksom på. I mindre fartøyer blir det vanligvis brukt koppernagler, og da kopper er katodisk i forhold til de fleste andre metaller, vil det dannes basiske forhold rundt kopperfestene. Lokal oppløsning av veden i disse områdene er en god indikasjon på galvanisk reaksjon. I nye fartøyer hvor virkningen ennå ikke har gitt seg utslag i oppløsning av veden, vil de basiske områdene ofte bli avslørt av den destruktive virkning basene har på tettelsesmidler, maling og lakk. Således vil en mørkfarging eller morkning av malingen rundt koppernagler ofte være det første tegn på at slik virkning pågår. Tilsvarende sure områder vil være forbundet med jern eller aluminiumsfester, f.eks. jerndørker inne i fartøyet. I disse tilfelle foregår lokal nedbryting av treet og rusting av jernet samtidig. En mer positiv påvisning av de basiske og syrlige områdene kan fåes ved å bruke indikatorpapir. Disse viser tydelig ved fargeforandringer base eller syre i treet.

Nedbryting forårsaket av baser er mye mer alvorlige enn de som er forårsaket av syrer under lignende forhold og ved samme konsentrasjoner. Bartrær utøver god motstand mot angrep av baser, mens lauvtrær som en gruppe, er dårligere i så henseende.

Den beste forholdsregel mot skader av dette slag i trefartøyer, er å bruke metalldele av samme eller nær samme metall i hele konstruksjonen, sammen med effektiv isolasjon mellom metallene, og mellom metallene og treet overfater. I praksis er det vanskelig å gjennomføre bruken av et bestemt metall, men en tilfredsstillende isolasjon mellom dem ved hjelp av fiber, plastikkskiver eller hylser skulle være gjennomførbar i mange tilfelle.

Isolasjon mellom metall og tre kunne gjennomføres i mange tilfelle, f.eks. ved innlegg av plastikk-pakning, gummi eller asfaltfelt.

Mer vanskelige situasjoner oppstår i kontaktområdene mellom bol-

ter og tre. Det er allerede vanlig praksis å belegge større bolter med asfalt, klorert gummimaling etc. Det kan foreslås at en utvidelse av denne teknikk også bør omfatte mindre bolter som brukes i skrogplanker eller dekk. Hvor elektriske apparater er installert i båter, bør forsiktighet vises ved installeringen, siden hvert minutt med lekkasjestrøm markert kan øke de kjemiske reaksjoner. Lekkasjestrøm kan også gi reversering av de normale polariteter på metallene og føre til uventede resultater.

4. ORIENTERENDE FORSØK OVER ELEKTROKJEMISK AKTIVITET I TREVIRKET

Som nevnt har elektrokjemiske prosesser vist seg å ha virkning på flere treslag, både lauvtrær og bartrær. Når en for fremtiden står overfor økt bruk av trykkimpregnert trevirke i trefartøybyggingen, skal en ikke utelukke at slikt virke vil føre til økt elektrokjemisk virksomhet.

De vannløselige saltene som blir brukt til trykkimpregneringen, inneholder forskjellige metallsalter som kopper, krom og fluor. Når trevirket blir gjennomtrengt med disse saltene, må en ha lov til å anta at deres egenskaper vil influere på en eventuell elektrokjemisk virksomhet. Vi vet fra de elektrokjemiske serier at f.eks. krom er elektronegativt og kopper og fluor elektropositive. Fluor er blant de mest elektropositive.

For å studere nærmere den elektrokjemiske aktivitet i trevirke, er det utført orienterende forsøk på noen metaller, bl.a. jern og koppernagler, i et stykke tre mettet med saltvann. En har ved forsøket iaktatt en utvikling som nær ligner den som finnes i et trefartøy.

Det er også av interesse å se hvordan forskjellig kombinasjon av to ulike metaller i forbindelse med forskjellige tresorter frembringer elektrokjemisk virksomhet.

Det er av spesiell interesse å se om trykkimpregnering av furu (*Pinus silvestris*) med vannopløselige salter øker den elektrokjemiske virksomhet, sammenlignet med uimpregnert virke, når det er mettet med saltvann eller ferskvann.

Følgende treslag er benyttet: alm (*Ulmus glabra*), bøk (*Fagus sylvatica*), eik (*Quercus sp.*), afrikansk mahogni (*Khaya sp.*), teak (*Tectona grandis*) og furu (*Pinus silvestris*).

Treklossene ble skåret i 5,0×2,5×1,5 cm størrelse. Trykkimpregneringen av furuklossene ble gjort sammen med de prøveklosser som er brukt til forsøket beskrevet i kapittel 8. Det er brukt de samme vannopløselige salter. Disse er Celcure, Boliden K-33, Wolmanit U-Reform 6, Tanalith med arsen og Tanalith uten arsen.

For nærmere beskrivelse av disse henvises til kapittel 8.

Det er brukt forskjellige metaller i form av koppernagler (Cu), jern-

spiker (Fe), aluminiumsnagler (Al) og messingskruer. Av disse er kopper og jern elektropositive og aluminium elektronegativ. Messing består vanligvis av fra 18 til 50 % sink som er elektronegativt og resten kopper.

I hvert trestykke ble det satt inn to ulike metaller. Følgende kombinasjoner ble benyttet: Kopper — jern, kopper — aluminium, kopper — messing og jern — aluminium. Klossene ble satt i glass med saltvann slik at veden ble mettet med fuktighet. Saltvannet var sjøvann hentet i Oslofjorden ved Drøbak. Uimpregnert og impregnert yteved av furu med metallkombinasjonen kopper — jern ble satt i ferskvann. Spenningen i volt som er brukt som et mål for den elektrokjemiske virksomhet, ble målt med et Normameter GWO — 20. Etter 14 dager ble spenningen målt på toppen av de nedsatte metallpoler. Utstyr og teknisk utførelse framgår av figur 4.

Da en må anta at avlesningen vil variere med fuktigheten, har en valgt mettet fuktighet i veden for å ha konstante forhold. Videre antas at vannmettet luft forekommer i mange sentrale områder av et trefartøy. Utvendig kan nevnes dekk, rekke og hus, og innvendig områder i bunnen av fartøyet hvor bunnvannet samler seg.

Avlesningen av spenningsmålingen i volt er satt opp i tabell 1, 2 og 3. En ser at det oppstår spenning uansett hvilke treslag og impregneringssalter som er brukt når veden er mettet med saltvann.

Av tabell 1 ser vi at eik har de høyeste avlesninger for metallkombinasjonene Cu-Fe, Cu-Al og Fe-Al med henholdsvis 0,48, 0,62, 0,14 volt og teak de laveste for Cu-Fe, Cu-Al og Cu-messing med 0,34, 0,46 og 0,02 volt. Det at begge treslag for hele tre metallkombinasjoner danner yttergrensene skulle indikere en forskjell i disse to treslags evne til å utløse elektrokjemisk aktivitet. Videre har alm lavere avlesning enn mahogni og bøk.

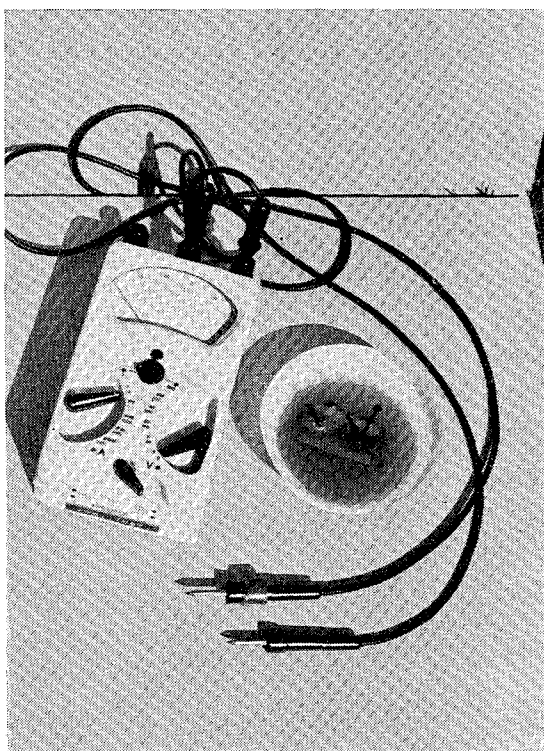
Den samme forskjell kan vi registrere mellom de vannopløselige impregneringssalter. Dette ser vi av tabell 2. Wolmanit U-Reform 6 har de høyeste avlesninger for alle metallkombinasjoner, med henholdsvis 0,48 volt for Cu-Fe, 0,60 volt for Cu-Al, 0,06 volt for Cu-messing og 0,24 volt for Fe-Al. På den annen yttergrense ligger Celcure med 0,43, 0,52, 0,03 og 0,10 volt for kombinasjonene Cu-Fe, Cu-Al, Cu-messing, og Fe-Al. For Fe-Al ligger Tanalith med arsen lavest med 0,08 volt. Det er ikke registrert noen merkbar økning i den elektrokjemiske virksomhet av impregnert yteved av furu når denne er mettet med saltvann. Dette ser vi ved å sammenligne tallene for uimpregnert yteved av furu, tabell 1, og de impregnerte, tabell 2.

Derimot vil vi av tabell 3 se at forholdet er anderledes når klossene er mettet med ferskvann. Her er det til dels meget markerte forskjeller mellom uimpregnert og impregnert yteved.

For yteved er den målte spenningen meget lav, 0,04 volt, mens den

Figur 4. Til venstre et Normameter GWO—20, til høyre et glass med saltvann hvor det er nedsenket et trestykke med to ulike metaller.

Figure 4. Left a Normameter GWO—20 and to the right a glass with salt water where a piece of wood where two different metal pieces are submerged.



Tabell 1. Elektrokjemisk aktivitet i forskjellige uimpregnerte tresorter mettet med saltvann hvor det er nedsatt to ulike metaller i hvert trestykke. Spenningen i volt er målt med Normameter GWO-20.

Table 1. Electrochemical activity in unpreserved wood of different species saturated with salt water and with two different metal pieces driven into each test block. The voltage is measured with a Normameter GWO-20.

Anvendte tresorter Species tested	Kombinasjon av metaller i hvert prøvestykke med avlest spenning i volt Combination of different metals in each sample block with voltage reading.			
	Cu — Fe volt	Cu — Al volt	Cu—Messing volt	Fe — Al volt
Alm (Elm) <i>Ulmus glabra</i>	0,42	0,54	0,035	0,08
Bøk (Beech) <i>Fagus silvatica</i>	0,44	0,58	0,040	0,12
Eik (Oak) <i>Quercus sp.</i>	0,48	0,62	0,020	0,14
Mahogny <i>Khaya sp.</i>	0,42	0,60	0,030	0,14
Teak <i>Tectona grandis</i>	0,34	0,46	0,020	0,13
Furu (Scots pine) <i>Pinus silvestris</i> ..	0,40	0,58	0,040	0,12

Tabell 2. Elektrokjemisk aktivitet i impregnerert yteved av furu (*Pinus silvestris*) mettet med saltvann hvor det er nedsatt to ulike metaller i hvert trestykke. Spenningen i volt er målt med Normameter GWO-20.

Table 2. Electrochemical activity in preserved sapwood of Scots pine (*Pinus silvestris*) saturated with salt water where two different metal pieces are driven into each test block. The voltage is measured with a Normameter GWO-20.

Anvendte impregneringsmidler Type of preservative used	Kombinasjon av metaller i hvert prøvestykke med avlest spenning i volt. Combination of different metals in each sample block with voltage reading			
	Cu — Fe volt	Cu — Al volt	Cu — Messing volt	Fe — Al volt
Celcure	0,43	0,52	0,03	0,10
Boliden K-33	0,46	0,56	0,06	0,12
Wolmanit — U-Reform 6	0,48	0,60	0,06	0,24
Tanalith m/arsen				
Tanalith with arsen.....	0,44	0,60	0,06	0,08
Tanalith u/arsen				
Tanalith without arsen	0,48	0,54	0,05	0,14

Tabell 3. Elektrokjemisk aktivitet i impregnerert og uimpregnerert yteved av furu (*Pinus silvestris*) mettet med ferskvann hvor kopper og jernspiker er nedsatt i hvert prøvestykke. Spenningen i volt er målt med Normameter GWO-20.

Table 3. Electrochemical activity in preserved and unpreserved sapwood of Scots pine (*Pinus silvestris*) saturated with fresh water where copper and iron nails are driven into each test block. The voltage is measured with a Normameter GWO-20.

Anvendte impregneringsmidler Type of preservative used	Cu — Fe volt
Uimpregnerert yteved — kontroll	
Unpreserved sapwood — controll	0,04
Celcure	0,16
Boliden K—33	0,22
Wolmanit U-Reform 6	0,24
Tanalith m/arsen	
Tanalith with arsen.....	0,14
Tanalith u/arsen	
Tanalith without arsen	0,16

høyeste — Wolmanit U-Reform 6 er 0,24 volt. Fra dette kan vi trekke den slutning at den elektrokjemiske virksomhet vil øke i impregnerert kontra uimpregnerert virke når veden er mettet med ferskvann.

5. SKADER VED DYR

a. *Peleorm* (*Teredo* spp.)

Peleorm eller pelemark har vært kjent av sjøfarende folk gjennom alle tider. Muslingen er kjent for sine ofte kraftige angrep på påler, kai-
legg og deler av trefartøyer som befinner seg under vannlinjen. Angrep av
peleorm er mye vanskeligere å konstatere enn angrep av pelekreps. Fordi
inngangene til boregangene i veden er meget små og vanskelige å se, er det
vanlig liten utvendig antydning til at det er peleormer til stede. Mer enn
halvparten av trevolumet kan være ødelagt uten at noen tydelig skade kan
påsies på yttersiden. Bare ved å skjære i treet kan en forvise seg om dets
egentlige tilstand.

Det er mange arter av peleorm, begrenset til bestemte geografiske om-
råder på grunn av klimatiske forhold. I Norge er det ifølge SØMME
(1950) hittil funnet tre arter: *Teredo navalis*, *Teredo norvegicus* og *Teredo*
megotara.

Temperaturen er ikke den eneste faktor som begrenser peleormens ut-
bredelse. Ferskvann er avgjort skadelig for dyrene, selv om de tåler atskil-
lig brakkvann. Så lenge saltholdigheten ikke synker under 1 ‰, utfolder
peleormen normal virksomhet. Blir det svært mye ferskvann eller kloakk-
vann, trekker den ånderørene inn og lukker inngangen til treet, inntar en
forsvarsstilling der og kan holde ut i mange dager. Dette kan iakttas hvis
et trefartøy som er agrepet av peleorm, blir kjørt opp i ferskvann. Det blir
hevdet at peleormen kan holde seg innelukket i opptil 14 dager. På grunn
av dyrets ømtålighet overfor ferskvann regnes det som en pålitelig beskyt-
telsesmetode å legge trefartøyer i brakkvann eller ferskvann, f.eks. elveos, så
ofte som mulig.

En peleorm legger store mengder egg, opptil en million, hver sommer.
På et tidlig stadium er peleormene fritt svømmende organismer, som ser ut
som andre muslinger og er dekket med kalkskall.

Etter å ha gjennomgått flere stadier i sjøen fester de unge bløtdyrene
seg til trevirke som de borer seg inn i. Her lever de til de er 1—1½ år gam-
le. Etter at de har gnaget seg inn, er de ikke istand til å forlate gangene.
De lever, forplanter seg og dør der.

Under gunstige utviklingsmuligheter kan en påle eller et trefartøy bli
angrepet av tusener av disse små dyrene. Når de først er kommet inn i treet,
vokser de fort og utvikler boregangen etter som de vokser. Peleormen er
langstrakt og har en bløt kropp.

På den forreste delen av kroppen sitter et lite meiselaktig skjell som
blir brukt til boreredskap. På den bakre delen er det to kar (fangrør) som
virker som ut- og innsugningsorganer. Samtidig som peleormen utvikler
seg inne i boregangen, skiller den ut et kalkaktig skjell-lignende materiale på
gangveggene. Dette belegget er tykkest i bløtt, porøst tre.

Skjønt plankton utgjør store deler av peleormens ernæring, går omkring 80 % av cellulosen og fra 15—16 % av hemicellulosen i en douglasgranpåle tapt idet veden passerer gjennom fordøyelseskana­lene til *Teredo navalis*. Det er således sannsynlig at i det minste en del av den veden som passerer gjennom fordøyelseskana­lene til disse dyrene, blir fordøyd.

Med hensyn til *Teredo*'s angrep på forskjellige treslag har vi undersøkelser som er foretatt av DONS (1941). Undersøkelsen omfatter 16 forskjellige treslag. Gjennomsnittstallene for DONS's undersøkelser gir en viss gradering av de forskjellige treslags holdbarhet mot peleormens angrep, slik at de kan skilles i flere grupper.

Første gruppe treprøver består av teak, eik og ask med 0,3 dyr pr. dm². Annen gruppe er rogn, bjørk, or, hickory, valnøtt og bøk med 1,5—2,9 dyr pr. dm². Tredje gruppe består av hvitbøk og mahogni med 3,6—4,0 dyr pr. dm². Og fjerde gruppe gran, furu, magnolia og «pitch pine» med 9—18 dyr pr. dm².

Forsøket viser at gran og furu ikke bare blir sterkere angrepet enn de andre treslag som ble prøvet, men at veksten av *Teredo* også foregår raskere i gran og furu. Bare teaktreets ved har holdt stand mot angrep. Det ser også ut til at *Teredo* ikke gjør nevneverdig forskjell på gran og furu.

b. *Pelekreps* eller *pelelus* (*Limnoria lignorum*).

Dette er et krepsdyr, 4—5 mm langt. Krepsen borer sine ganger i de ytterste 1—2 cm av veden, og angrepet er derfor meget lettere å konstatere enn når det gjelder peleorm. Pelekrep­sen gnager også på en helt annen måte enn peleormen, og det er voksne dyr som gnager seg inn i veden. Ungene blir foreløpig i treet hvor de er født. Pelekrep­sen finner både mat og skjul i treet som den angriper. Hver individuell boregang er kort, omkring 1—1,5 cm. Gangene er bare 1—2 mm brede, går skrått inn i veden, og det er aldri mer enn et lag på ca. 1 cm tykkelse av veden som er gjennom­trengt av pelekrep­sens ganger. Når store flokker angriper samtidig, ligger disse boregangene så nær hverandre at det bare er en tynn vegg som skiller dem. Ved bølgeslag blir den angrepne delen av veden feiet bort, og dyret kan så trenge noen nye mm inn i veden inntil denne smuldres og forsvinner.

Går en plankes overflate på tvers av årringene, vil en etter pelekrep­san­grep se høye lengdekammer stå fram på overflaten fordi den bløtere del av årringen, vårveden, fortrinnsvis bortgnages av pelekrep­sen. Av angrepet natur vil det gå fram at det tar en del lengre tid ved pelekrep­sangrep før trevirket er ødelagt enn ved peleormangrep. Men sterkt angrepet trevirke kan tape opptil 1 tomme hvert år i tykkelse. Angrep på påler finner vanligvis sted ved lavvannsmarket. Jo større forskjellen er mellom høy- og lavvann, desto større vil den vertikale fordeling av disse organismene være.

Pelekrepseren avviker fra peleormen også når det gjelder forplantningen. Krepseren får i løpet av sommeren bare 1—2 kull unger, hvert på 20—30. Disse gnager sine ganger rett ut fra foreldrenes, og holder seg under gunstige omstendigheter i veden til de er nesten voksne. Da svømmer de ut og angriper nytt treverk. På Skagerakkysten er «svermetiden» fra mars til mai; men blir forholdene ugunstige, er det ikke noe i veien for at ungene kan forlate sine ganger også på andre tider av året.

Langs Norges kyst har sjøvannet det laveste saltinnhold på den sydøstre del av kysten, hvor den Baltiske strøm er mest fremherskende. Selv her er saltinnholdet i alminnelighet høyt nok for angrep av pelekrepser. Langs kysten på Vestlandet og i Nord-Norge er tilførselen av ferskvann avtagende. Det er bare i trange fjorder og sund at tilførselen av elvevann kan redusere saltgraden tilstrekkelig til å begrense en invasjon av pelekrepser. Effekten er imidlertid avhengig av de lokale strømmer og er hovedsakelig begrenset til overflatevannet og ned til et par meters dybde.

Pelekrepserens temperaturområde er stort. Den krever ikke så høy temperatur som peleormen, og er derfor funnet lenger mot nord. Langs Nord-Norges kyst er det bare under spesielt fordelaktige forhold at peleormene (*Teredo norvegicus* og *Teredo megotara*) er i stand til å produsere modne egg. I denne del av landet er det som regel pelekrepseren som er fienden for trevirke som befinner seg under vann.

c. *Treborende insekt (Nacerda melanura)*.

Under forfatterens reise til Vestlandet og Sørlandet i 1960 ble det ved et par båtbyggerier påvist store skader på trefartøyer av en spesiell treborende larve som ble bestemt til det treborende insekt *Nacerda melanura*, som tilhører familien OEDMERIDAE.

Da det bare foreligger spredte opplysninger om denne artens utbredelse og betydning som skadedyr her i landet, kan det være av interesse å klarlegge disse spørsmålene på grunnlag av foreliggende litteratur og de offentlige entomologiske samlingene. Ved henvendelse til de zoologiske museene i Oslo, Bergen og Stavanger er det skaffet oversikt over museumsmaterialet. Statens planteverns arkiver er også undersøkt for å klarlegge detaljer om en del skaderapporter om billen.

Utbredelse.

SCHENKLING (1915) oppgir at *Nacerda melanura* er utbredt i Europa, Kaukasus, Sibir, Nord- og Mellom-Amerika, Syd-Afrika og Australia.

Etter (HELLÉN 1939) er arten utbredt i Danmark, Finland, Norge og Sverige, og er funnet flere steder i disse områdene.

Billens opprinnelsessted oppgis å være ved De store Sjøene i Nord-Amerika, hvor den er kjent for å gjøre stor skade på påler og brygger. Etter

sin tendens nettopp til å angripe denne form for trekonstruksjoner har den fått navnet Wharf Borer eller bryggeboreren. På dansk kalles den Bolverkbillen.

I England er *Nacerda melanura* funnet ved mange elvemunninger på sydkysten, og den oppgis å være alminnelig i Themsenområdet. Den er i dette området ikke bare funnet i påler, brygger og annet tømmer ved elvebredden, men på mange Themsenlektere og tilsvarende trefartøyer kan den finnes i store kolonier. I England har den i de senere år trukket noe innover i landet, og er blitt meget alminnelig i London og omegn. Det blir oppgitt at dette kan skyldes de fine ynglingsplassene som oppstod i det bombeherjede trevirke under og etter den annen verdenskrig. I dag er det ikke ualminnelig at den påtreffes i bl.a. gulv i nyere bygninger.

Insektet er vanligvis assosiert med et fuktig miljø og trevirke med begynnende råteangrep. Den angriper både lauvtrær og bartrær.

Den første litteraturopplysningen om arten her i landet skriver seg fra SIEBKE (1875). Han nevner at den er funnet i Kristiania og Sarpsborg. I samlingen på Zoologisk Museum i Oslo finnes også et eksemplar tatt av SIEBKE i Arendal i 1875. Museets samling inneholder videre funn av Warloe fra Drøbak i 1889, 1899 og 1900, Risør 1901, 1902 og Skånevik 1901. De funn som ellers foreligger fra Norge fremgår av figur 5. Det nordligste funnet skriver seg fra Trøndelag (LYSHOLM 1937).

BROUN (1902) nevner store skader på tømmer som er brukt til gatelegemer nær kaier på New Zealand. Han sier videre at denne arten, i England, vanligvis angriper alle typer tømmer, stolper etc. som med visse mellomrom oversprøytes med sjøvann og konkluderer med at kyststrøkene ser ut til å være dets permanente tilholdssted.

ECKSTEIN (1928) bekrefter at billen i Tyskland holder til i eldre materialer av eik og furu som periodisk blir overskylt med sjøvann.

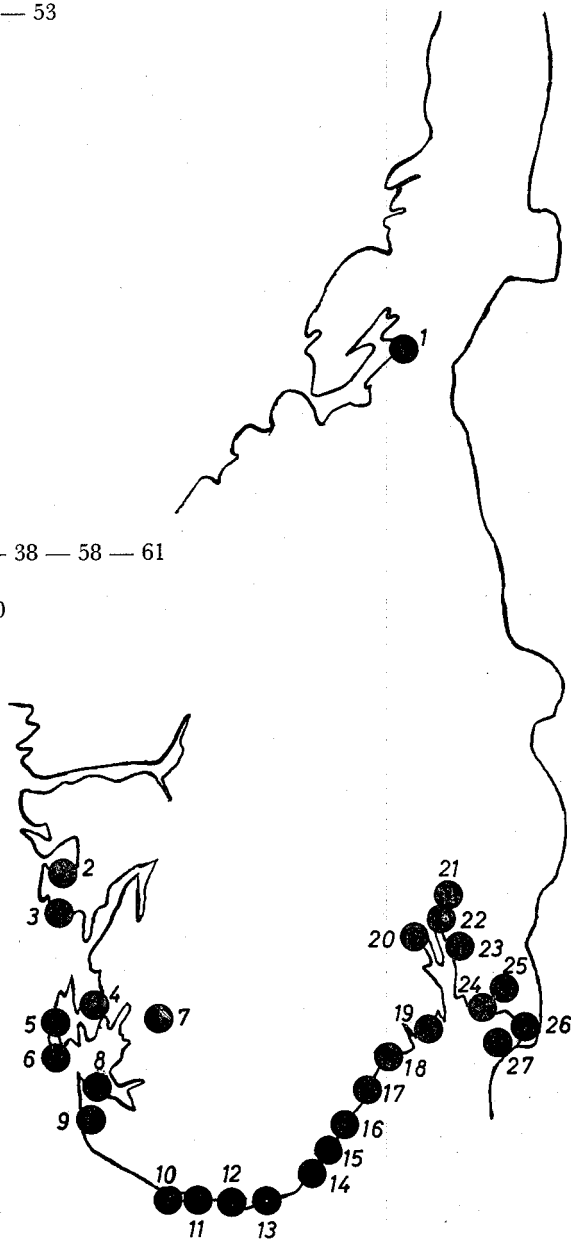
HANSEN (1945) nevner at i Danmark er larven foruten i bolverktømmer funnet i treverk i drivhushyller, i kjellerbjelker i et hus, i gulvplankene i et vognskur, og ved en enkelt anledning i jernbanesviller. Fra funn i Norge er det bare i enkelte tilfelle at angrepsstedet er nærmere spesifisert. Det kan nevnes at SCHØYEN (1943) bestemte plagsomme insekter i et kinomatograflokale i Oslo til å være *Nacerda melanura*. I 1938 påviste han den i en forretningsgård i Oslo.

A/S Jensens Kullforretning, Bergen, sendte i 1946 og i 1952 inn eksemplarer av billen til Zoologisk Museum, Bergen, med meddelelse om at de hvert år har mange av dem. Til samme museum er det i 1953 to innsendinger fra Haugesund hvor den henholdsvis er funnet i kontorlokaler, kai og lagerhus.

Dr. EILER H. SCHIØTZ meddelte i 1958 til Statens Plantevern at den opptrådte i kontorlokaler på Aker Mekaniske Verksted, Oslo.

Funnsteder — År :

1. Verdal 1937
2. Bergen 1944 — 46 — 52 — 53
3. Os 1944
4. Skånevik 1901
5. Haugesund 1953
6. Kopervik 1954 — 60
7. Mostøl -----
8. Stavanger 1952
9. Klepp 1952
10. Lista 1951 — 53 — 54
11. Farsund 1960
12. Lyngdal -----
13. Kristiansand 1952 — 53
14. Landvik -----
15. Fevik -----
16. Arendal 1875 — 89
17. Risør 1901 — 02 — 52
18. Kragerø -----
19. Larvik -----
20. Drammen 1912
21. Oslo 1888 — 91, 1937 — 38 — 58 — 61
22. Brønnøya -----
23. Drøbak 1898 — 99, 1900
24. Fredrikstad 1908
25. Sarpsborg -----
26. Halden -----
27. Hvaler -----



Figur 5. Registrerte funnsteder av *Nacerda melanura L.* i Norge.

Figure 5. Map showing different areas in Norway where *Nacerda melanura L.* is registered.

Biologi.

I en forretningsgård i Oslo fant forfatteren levende eksemplarer av biller den 20. juni 1961. Det ble meddelt at biller også var funnet en uke tidligere. Utflyvningen kan således begynne så tidlig som i midten av juni. BALCH (1937) skriver at store flokker med voksne biller er sett i Saint John i månedene juli og august, og at utflyvningen og eggleggingen strekker seg over flere uker, kanskje to måneder.

SCH ØDTE (1872—73) skriver at den i enkelte år har vært så hyppig at den i parringstiden, oftest i juni, har sværmet ut over en stor del av København.

BALCH (1937) skriver videre at den 23. september ble det funnet larver, 10 til 30 mm lange, men ingen egg eller pupper. Han oppbevarte angrepne trebiter i laboratoriet under fuktige forhold ved en temperatur på -20 — -25°C gjennom hele vinteren. Den 15. april var det fremdeles mange larver, ingen biller, men noen pupper. Forsøket viste at insektet overvintrer i mange forskjellige stadier. De største larvene danner pupper tidlig i sesongen, mens de mindre mest sannsynlig ikke forpupper seg før året etter.

Generasjonene kan således gripe over i hverandre. Spesielt i kjøligere klimaområder kan insektet bruke to eller flere år på sin utvikling. BALCH (1.c.) mener utviklingen vil gå raskt og muligens være helt kontinuerlig i varmt klima.

6. SKADER VED TRESOPPER

a. *Tresoppenes oppbygning og klassifisering.*

Siden Robert Hartig i 1878 påviste at nedbryting av tre ikke alltid er et aldersfenomen, men oftest skyldes angrep av mikroorganismer, er det utført mange undersøkelser med sikte på å klarlegge årsakssammenhengen og finne fram til de mest effektive beskyttelsesmidler.

Ved angrep på det vekstsubstrat hvor tresoppene vokser, bruker de til nedbrytningen et stort antall forskjellige enzymer. Forståelsen av det kjemiske forløp ved angrepet blir derved vanskeliggjort og er for en stor del fremdeles ukjent.

Tresoppene består av ytterst fine, forgrenede celletråder eller *hyfer* som tilsammen danner *mycel*. Hyfene er ofte bare et par tusendels millimeter tykke og kan derfor ofte bare sees ved hjelp av mikroskop, men ved kraftigere utvikling vokser hyfene gjerne sammen til hinner eller tråder som uten vanskelighet kan sees med bare øyet. Spesielt hos noen av treråtesoppene dannes det mycelformer som er lette å se.

Hyfenes vegger bygges dels opp av glykosamin og dels av fungin. Glykosamin er et kitinlignende nedbrytningsprodukt av eggehvite, og fungin et

cellulosebeslektet kullhydrat. I begynnelsen er hyfene fargeløse, men etter hvert antar de ulike farger, vanligvis går de over i en brunfarge.

Når tresoppene har nådd en viss utvikling, begynner de å formere seg. Det skjer ved at det fra bestemte hyfer produseres og frigis såkalte sporer, som føres med luften til nye vekstsubstrater der de under gunstige vekstforhold gir opphav til nye hyfer. Produksjon av sporer foregår vanligvis i spesielle fruktlegemer, som opptrer i mange forskjellige former. Hos treråtesoppene vil en vanligvis finne fruktlegemene på treets overflate. Dannelsen av sporer foregår meget intensivt. Som eksempel kan nevnes at produksjonen av sporer hos den vanlige hussoppen (*Merulius lacrymans*) under gode forhold er 25—27 stk. i minuttet pr. mm². Sporene gror så fort som de er i stand til å feste seg på et nytt substrat som har de nødvendige vekstbetingelser, tilstrekkelig fuktighet, og tilstrekkelig varme. Vann er ikke nødvendig. Det er tilstrekkelig at omgivelsene rundt sporene er mettet med vanddamp.

Vi deler i dag tresoppene inn i fire klasser (BOYCE 1961):

Phycomycetes eller algesopper — overflatemugg.

Ascomycetes eller sekksporesopper — misfargingssopper og overflateråte.
Deuteromycetes eller *Fungi imperfecti* — misfargingssopper og overflateråte.

Basidiomycetes eller stilksporesopper — treråtesopper.

I framstillingen nedenfor blir det lagt mest vekt på beskrivelsen av overflateråtesopper og treråtesopper, fordi disse destruerer veden i trefartøyene. De andre fører til misfarging av veden, men ikke destruksjon.

b. Overflatemugg.

Overflatemugg vokser ofte på overflaten av utørkede eller delvis tørkede materialer når disse blir stablet uten tilstrekkelig ventilasjon, slik at liten eller ingen tørking finner sted.

Overflatemugg opptrer gjerne ved transport av utilstrekkelig tørkede materialer, f.eks. under jernbane- eller båttransport. Under bygging av trefartøyer kan mugg opptre ved oppspanting og det videre arbeid, når dette blir gjort i innelukkede lokaler med dårlig ventilasjon. Det forutsettes da at det enten brukes rå materialer eller at luften i lokalene er så fuktig at selv tørre materials overflate får den rette fuktighet til å aktivisere muggsoppene. Fuktig luft i innestengte verkstedlokaler skal en ikke se bort fra i kyststrøkene i sommermånedene.

Mugg innvirker ikke på treets styrkeegenskaper, men den nedsetter dets utseende. Siden muggsoppene for det meste holder seg på vedens overflate, kan de vanligvis lett bli børstet eller høvlet bort. Men forhold som frembringer mugg bidrar også til utviklingen av de andre tresoppene. Muggent tre kan derfor også være besmittet med råtesopper.

c. Misfarging.

Den vel kjente blåveden i yten hos forskjellige furuarter skyldes angrep av blåvedsopper tilhørende *Ascomycetes* og/eller *Fungi imperfecti*. De fleste av misfargingssoppene begrenser sin aktivitet til yteveden og er mest alminnelig i furu, men kan også finnes i andre treslag.

Blånede furumaterialer mister aldri sin brukbarhet helt med mindre råte kommer til. Men det oppstår et forringelsestap idet blåveden nedsetter materialenes utseende og anvendbarhet, og dermed produktets kvalitet og pris.

Alle disse blåvedsoppene er meget like i sin utvikling. De lever hovedsakelig av stivelse, kullhydrater, eggehvite og sukker som er lagret i cellene, og soppene beveger seg fra celle til celle i sin søkning etter mer næring. Vanligvis benytter hyfene seg av de naturlige celleåpningene (porene), men det hender også at de bryter gjennom selve celleveggen for å komme fram. Den gråaktige, mørkeblå eller sortaktige misfarging viser seg enten som flekker, streker eller uregulære områder på overflaten av materialene eller i enden av stokkene. Hvis forholdene er meget gunstige for soppene, kan all yteveden bli helt blå. De gunstigste vekstforhold oppstår ved en temperatur på ca. + 25°C og en trefuktighet på ca. 30 %, regnet av vedens tørrvekt. Under helt gunstige forhold utvikler veksten seg meget raskt, og blåved kan fremkomme allerede et par døgn etter at stokken eller materialene er skåret.

Sammenlignbare kjemiske analyser av normal og misfarget ved mangler, men mange undersøkelser over styrkeegenskapene viser at vedens styrke bare blir ubetydelig redusert av blåvedsoppene. Unntatt er seighet hvor det kan være en reduksjon på 25 % eller mer (FINDLAY og PETTIFOR 1939). Det finnes ingen eksakte opplysninger om blåvedens motstandsdyktighet mot råte, men laboratorieundersøkelser har vist en noe svake motstandsdyktighet (FINDLAY 1939, SCHEFFER og LINDGREN 1940).

Hurtig transport av stokkene fra skogen og en rask lufttørking av materialene er den beste forholdsregel mot blåved. Hvor det er muligheter for lagring av tømmeret i vann og bruk av kunstig tørking straks etter at materialene er skåret, er dette å anbefale. En forebyggende metode som er blitt mye anvendt i de senere år, er å dyppe materialene i et kjemisk bad før de blir stablet og tørket. Det finnes en rekke kjemiske midler for dette formål. I den senere tid har spesielt pentaklorfenol og andre klorerte fenoler fått stor anvendelse. En slik kjemisk beskyttelse, forutsatt riktig behandling og sterk nok konsentrasjon av væsken, vil gi materialene et godt vern mot blåved.

d. Overflateråte.

Blant de ved-destruerende råtesopper har det tidligere vært arbeidet mest med *Basidiomycetene*, mens *Ascomycetene*, med unntagelse av blå-

vedsoppene, ikke har vært regnet som betydelige skadevirkende råtesopper på bearbeidet trevirke.

Først for ca. 10 år siden (SAVORY 1954 b og FINDLAY og SAVORY 1954) ble en oppmerksom på at det blant *Ascomycetene* finnes en større gruppe som kan forårsake ødeleggelse i tre. Etter råtens karakteristikk kan den på norsk kalles *overflateråte* (engelsk: soft rot, svensk: mögelröta, tysk: Moderfaule). Nedenfor gis en kort omtale av overflateråtens karakter, vesentlig etter (LIESE 1963).

Overflateråte forekommer på trematerialer som er tilstrekkelig fuktige og i kontakt med luft. Makroskopisk viser det seg ofte som «forvitring» i form av et bløtt, ikke dypt lag, som revner på langs og på tvers når det tørker. Overflateråte kan bare mikroskopisk skilles fra alminnelig treråte. Karakteristisk for overflateråte er at hyfene vokser og nedbryter sekundærveggen parallelt med fibrillene. Det dannes så rørformede hullheter, som etter hvert smelter sammen, mens midtlamellen og tærtierveggen stort sett er uskadede. (*Basidiomycetenes* hyfer vokser i cellehulrommene og angriper celleveggene.) Det finnes imidlertid forskjellige angrepsbilder som også kan grense til det utseende man har ved angrep av bakterier og *Basidiomyce-ter*. Det kan derfor være nødvendig å isolere råtene for å få en helt sikker diagnose.

Et stort antall rådearter er isolert fra overflateråte tilhørende *Ascomycetene* og grupper av *Fungi imperfecti*. Artssammensetningen varierer etter angrepsbetingelsene. En kan således finne andre arter ved angrep i kjøletårn enn i master eller sviller.

De overflateråter som hittil er isolert, nedbryter normalt veden langsommere enn de vanlige treråtesopper. De angriper især cellulose og vedpolyose, men synes også i noen utstrekning å kunne nedbryte lignin.

Ved nedbrytning av celleveggene blir treets styrke sterkt redusert. Dette er meget vesentlig, da treet utvendig ser helt sunt ut. Angrepet vises ofte først når en f.eks. prøver å stikke i det med en kniv, hvor det da kan påvises et kortfibret brudd.

De tresopper som fremkaller overflateråte er, i motsetning til *Basidiomycetene*, meget tolerante overfor fuktighet, temperatur, surstoffmengde og pH-verdier. Hittil har man betraktet tre mettet med vann som uangripelig for råte på grunn av for lavt surstoffinnhold. Ved tilstrekkelig lufttilførsel angriper og ødelegger overflateråtene helt vått tre, som f.eks. tilfelle er i trefartøyer. Noen av disse rådearter har sin optimale vekst ved 30—35°C (normalt for *Basidiomycetene* er 25—28°C). Høye temperaturer be- gunstiger således angrep av overflateråte. På den annen side synes råtene også å kunne vokse selv ved 0°C. Mens *Basidiomycetene* foretrekker pH omkring 6 og neppe kan klare seg i et svakt basisk miljø, kan overflateråtene vokse på et substrat, hvis pH ligger i et område fra 4 til over 9.

En meget vesentlig forskjell mellom disse soppene og de alminnelige treråtesopper er toleransen overfor giftstoffer. Overflateråtesoppene er normalt betydelig mer resistente overfor såvel kjernetreets giftstoffer som overfor de fleste av de midler som anvendes ved kjemisk trebeskyttelse. Bartrær angripes normalt mindre enn lauvtrær, og det er forholdsvis liten forskjell mellom splint og kjerne i denne sammenheng. Selv meget bestandige trearter, som greenheart og teak, har begrenset varighet overfor overflateråte.

e. *Treråtesopper.*

Ifølge BOYCE (1961) kan treråtesoppene inndeles i to hovedgrupper etter deres forskjelligartede nedbrytning av veden. Den første gruppen, som forårsaker hvitråte, dekomponerer alle bestanddeler i veden, ligninet inkludert. Veden blir forandret til en svampaktig masse, med områder av fast ved som skiller hvite lommer eller striper i veden av forskjellig omfang. Den angrepne veden er vanligvis hvit eller blek, men kan bli gul eller lys brun i farge. Fibrene beholder vanligvis sin struktur og veden blir sjelden sprø.

Den andre gruppen som forårsaker brunråte, dekomponerer cellulosen og dens tilhørende pentosaner, mens ligninet blir nesten ubrutt tilbake. Veden blir redusert til en porøs masse som kan smuldres til støv mellom fingrene. Av disse to hovedgrupper er det brunråtesoppene som hyppigst angriper bearbeidet trevirke og som en ventelig oftest vil finne i trefartøyer.

De forskjellige brunråtesopper er temmelig ulike i sine fuktighetskrav, og inndeles derfor igjen i to grupper (SAVORY 1964): Tørr-råte (dry rot) og kubisk råte (wet rot).

Som eksempel på tørråte angis den ekte hussoppen *Merulius lacrymans* som har meget beskjedne krav til mengden av fuktighet i trevirke og kan destruere trevirke som inneholder helt ned i under 20 % fuktighet basert på vedens ovenstørre vekt. Den er således i stand til å utnytte vedens kjemisk bundne vann, dvs. det som finnes i vedens cellevegger.

Eksempel på kubisk råte er kjellersoppen *Coniophora cerebella* som har sin beste vekst i trevirke som inneholder mellom 50 til 70 % fuktighet, basert på vedens ovenstørre vekt. Forholdet er således avhengig av at det finnes mye fritt vann i cellehulrommene. CARTWRIGHT og FINDLAY (1958) oppgir en optimal fuktighet på 50—60 % for *Coniophora cerebella* og 30—40 % for *Merulius lacrymans*.

Tar en bare fuktigheten i betraktning, blir det innen gruppen de kubiske råtene en i trefartøyer kan vente å finne de fleste treråtesoppene som tilhører *Basidiomycetene*. Av andre miljøfaktorer for tresoppenes vekstutvikling har temperaturen og forholdet vann og luft avgjort betydning.

Hyfenes vekst er som ved andre biologiske prosesser, sterkt avhengig av temperaturen. Som gjennomsnittsverdier kan anføres:

Maksimumstemperatur — grense for hyfenes vekst — + 42°C

Optimumstemperatur — optimal vekst for hyfene — + 18— + 32°C

Minimumstemperatur — grense for hyfenes vekst — + 4°C

Spesielt optimums- og maksimumstemperaturen er imidlertid forskjellig for de ulike treråtesopper. For noen alminnelig kjente arter angis følgende verdier:

Treråtesopper:	Min.	Opt.	Maks.
<i>Merulius lacrymans</i> tørråte	+ 3°C	+ 18—22°C	+ 28°C
<i>Coniophora cerebella</i> kubisk råte	+ 3°	+ 22—26°C	+ 34°C
<i>Lenzites sepiaria</i> kubisk råte	+ 3°C	+ 28—32°C	+ 42°C
<i>Polystictus versicolor</i> hvitråte	0°C	+ 27—32°C	+ 40°C

Etter sine temperaturkrav kan treråtesoppene inndeles i følgende tre grupper:

1. Lavtemperaturgruppe + 18—24°C
2. Intermediær gruppe + 24—28°C
3. Høytemperaturgruppe over + 28°C

Gruppe nr. 2 er den absolutt største. Voksende hyfer hos mange treråtesopper overlever ikke + 50°C, og + 60°C synes å være dødelig selv for relativt varmetålende sopper.

Som nevnt tidligere er fuktighet nødvendig for sporenes spiring og hyfenes vekst. En sier her generelt at treråtesoppenes krav er at vedens fuktighetsinnhold må ha nådd fibermetningspunktet slik at vedens cellehulrom er dekket med en vannfilm. For treråtesoppenes utvikling er det videre nødvendig at det i veden finnes balanse mellom vannmengde og luftmengde. SNELL (1929) viste at luftens volum må utgjøre 20 % av et trestykkets samlede volum. En tenker seg da noe forenklet av veden består av de tre hovedkomponentene fiber, luft og vann. Siden luftmengden er så avgjørende for treråtesoppenes utvikling, vil ved som inneholder en høy prosent ved-fiber eller høy tørrvolumvekt, tåle mindre vann før luftmengden er redusert til et minimum. Av dette fremgår at en for høy fuktighet i veden også vil hindre treråtesoppenes utvikling.

IV. EN VURDERING AV DE TRESLAG SOM ER MEST BRUKT I TREFARTØYER

1. INNLEDNING

Opprinnelig ble valget av trematerialer trolig foretatt på grunnlag av hvilket treslag som var lettest tilgjengelig. Dette treslaget ble så brukt på beste måte etter den form og størrelse båten skulle ha.

Etter hvert viste nok erfaringer at noen treslag var mer holdbare enn andre. Ett fremhevet seg kanskje ved sin bedre slitestyrke, et annet ved lett bearbeiding og kanskje en også valgte et treslag ut fra at det ga både rett- og krumvokst virke.

Uten å kunne si at en ved erfaring kom fram til et treslag med bare gode egenskaper som materiale til trefartøy, har en i hvert fall redusert antall treslag til noen ganske få. Stort sett kommer nå tre grupper av faktorer i betraktning når det skal velges trematerialer for fartøyer:

Trevirkets oppbygning, fysikalske og mekaniske egenskaper.

Motstandsdyktighet mot råte.

Kvantitet, form og dimensjoner.

Treslagets styrke må tillegges vesentlig betydning når det blir brukt til skipsbygging. Store påkjenninger, som gang i høy sjø, grunnstøting, dokksetting osv., kan stille store krav til fartøyets totale styrke.

Generelle kvalitetskrav til materialer for bygging av trefartøyer er fastsatt i regler fra Det norske Veritas (1955), der det heter at «alle materialer skal være av god kvalitet, hugget i riktig tid, godt lagret og fri for skadelig jete, skjører og alle andre feil. Før arbeidet påbegynnes skal byggeren sende inn erklæring om at materialene er vinterhugget».

Når en snakker om trevirkets varighet eller holdbarhet, menes virkets egen evne til å motstå angrep av treråtesopper, bakterier og insekter, uten at det har fått noen spesiell behandling. Kjerneveden hos en rekke treslag inneholder stoffer som gjør den spesielt motstandsdyktig mot råteangrep. Disse stoffene dannes når yteveden går over til å bli kjerneved. Yten har vanligvis liten motstandsdyktighet.

Kjerneveden i mange utenlandske treslag har en betydelig større motstandskraft enn våre hjemlige arter. Virket av forskjellige sypress- og sederarter er således meget varig. Spesielt flere av de tropiske lauvtreslag utmerker seg ved sin motstandskraft mot biologiske angrep. I tillegg til mahogni og teak, kan bl.a. nevnes greenheart, pokkenholt og afrikansk jerntre.

Analysen av vedprøver kan gi en generell indikasjon på vedens egen beskyttelsesevne og en finner at denne beror på flere faktorer. De viktigste er:

Forekomsten av særskilte giftstoffer
Kvaeinnhold
I hvilken grad veden tar opp vann.

Selv om tilgangen på enkelte treslag til fartøyindustrien er blitt liten med årene, har vanskeligheten med å skaffe tømmer med riktig form og spesielt store dimensjoner kanskje budt på enda større problemer for båtbyggeren.

Det overveiende antall trefartøyer er bygd med sterk runding, og de krumme linjer er fremherskende for skrogets vedkommende (figur 6). For å oppnå styrke for en så buet profil har en hittil vært henvist til å bruke krumvokst tømmer som spant, slik at tverrved kunne unngås (figur 7). Når behovet for krumvokst tømmer har vært stort, kommer det av at følgende deler i trefartøyet bør eller må være av mer eller mindre krokvokst tømmer: Bunnstokker, spant, kjøl, kjølsvin, hudplanker, indre livholdt, bjelkeveger, vaterbord osv. (figur 8 og 9). Men i mangel av krokvokst tømmer, kan det brukes stokker med påsittende rotgrener av trær med stor avsmalning (figur 10).

Erfaringer som båtbyggere har gjort, tyder på at voksestedet for treslaget har betydning for kvaliteten. Egenskaper som tyngde, seighet, hardhet, fettinnhold osv., er momenter for byggerens vurdering, OPSAHL (1935) gir en generell utredning om kvalitetskrav til tømmer for skipsbygging, og konkluderer med: «Man kommer neppe til synderlig større klarhet over begrepet «prima kvalitet» uten også bl.a. å studere voksestedet, markbonitetens og bestandsforholdenes innflytelse på vedens oppbygning og kjemiske innhold».

2. HOGSTSESONG

En hører ofte at hogstsesongen har en markert innflytelse på vedens forskjellige egenskaper. Trevirke som blir hogd i vintermånedene, blir ofte tillagt forskjellige naturlige fordeler framfor sommerhogd virke, f.eks. større holdbarhet, mindre tilbøyelighet for sprekking under tørking, bedre farge og til og med større styrke. Men denne antatte naturlige overlegenhet for vinterhogd tømmer bygger ikke på eksakte undersøkelser. Det er imidlertid anerkjent at ulike klimatiske betingelser i tørketiden kan ha en viss virkning på veden.

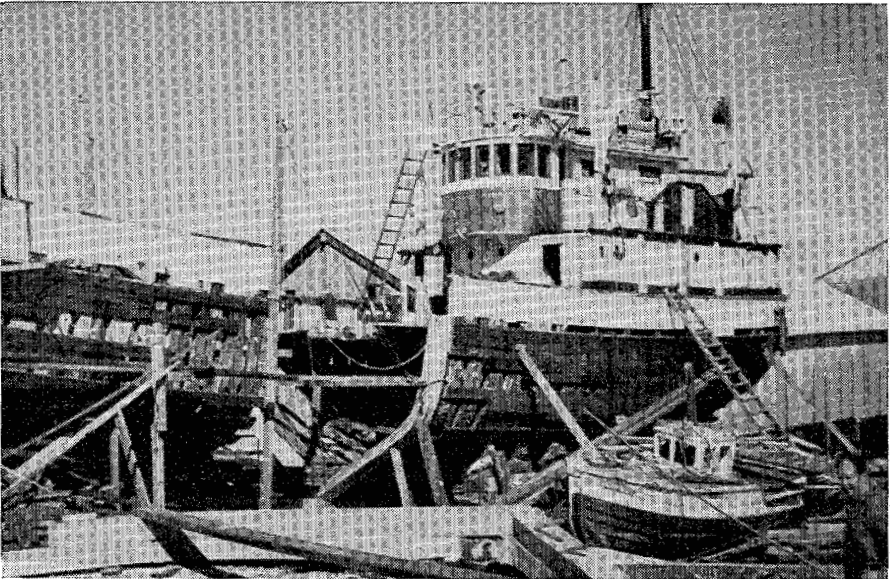
Den forklaring som gjerne gis er at sevjen blir trukket ut av stammen om høsten, og at den blir tatt opp igjen om våren. Dette skulle da gi tørrere ved om vinteren enn andre årstider. Til støtte for påstanden om at sevjen går opp i treet om våren, anføres at enkelte trær «blør» når de får sår som oppstår om våren.



Figur 6. For skrogets vedkommende er de krumme linjer fremherskende.
Figure 6. The curved hull is typical for the fishing vessel.

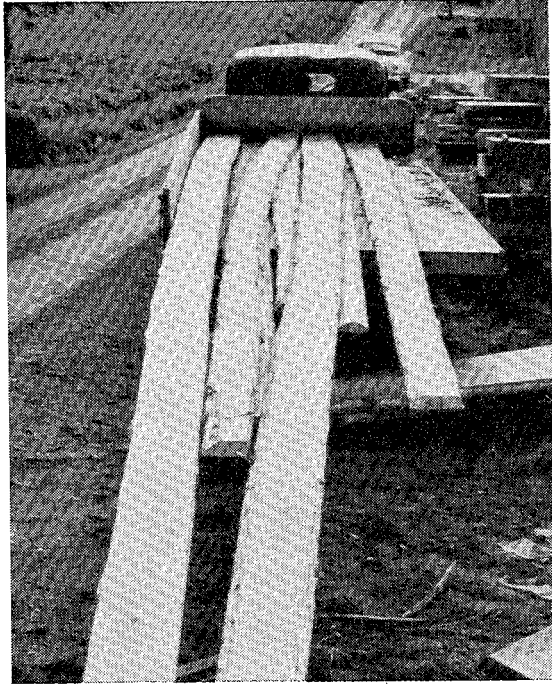
Figur 7. Krumvokste materialer til spantene er nødvendig for konvensjonelt bygde trefartøyer.

Figure 7. Timber with a naturally grown crook for the frame work is essential for todays building methods.



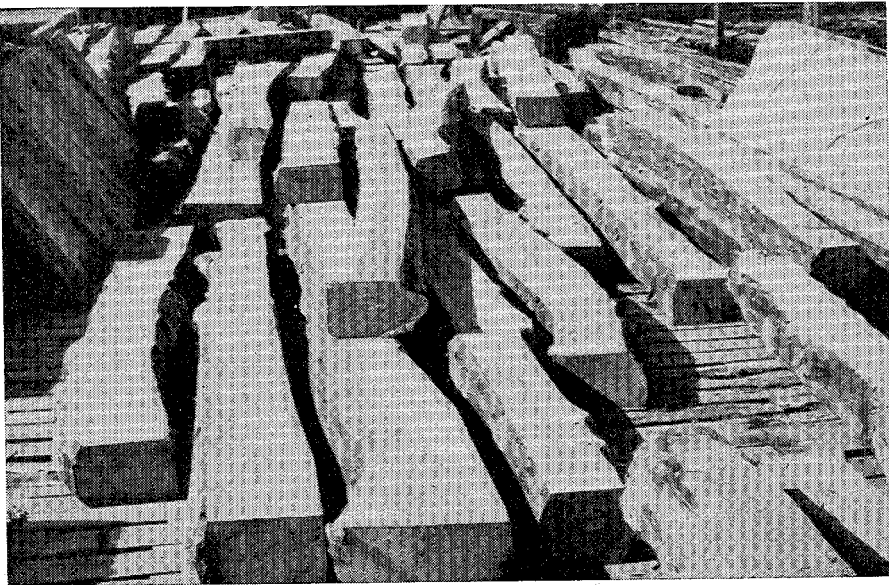
Figur 8. Hudplankene bør være lange og helst med noe krok.

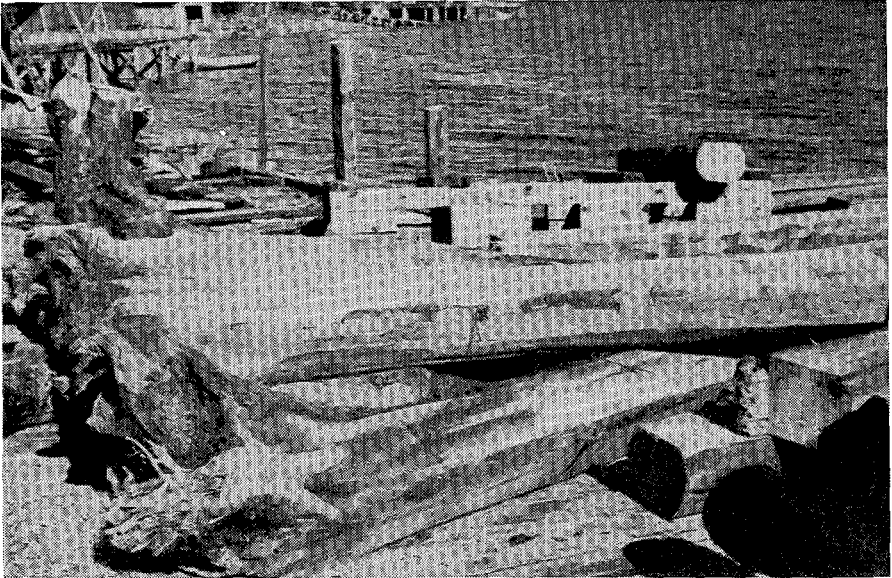
Figure 8. The boards for the outer lining should preferably be long with some crook.



Figur 9. Krumvokst virke med stor kjerne blir foretrukket til for eksempel bunnstokker, kjølsvin og spant.

Figure 9. Crooked timber with a high per cent of heartwood is favoured by the wood shipbuilding industry to keelson, frames etc.





Figur 10. Stokk med påsittende rotgrein (kagjer) blir ofte brukt til spanttømmer.
Figure 10. Logs with part of the root branch are often used for the frames.

Det er riktig at det er sesongmessige fuktighetsvariasjoner i trærne, og dette kommer sterkest til uttrykk i de stammedeler som direkte er engasjert i trærnes vannforsyning. I en trestamme foregår vanligvis transpirasjonsstrømmen i årringene nærmest barken. De indre stammedeler eller kjernen har bare unntaksvis direkte forbindelse med kronens vannforsyning. Kjerneveden er derfor gjennomgående tørr, og fuktigheten ligger omtrent på samme nivå året rundt. I yteveden derimot finnes en betydelig variasjon med årstidene. Til og med i løpet av dagen kan det i veksttiden oppstå store svingninger. Yteveden hos gran og furu har lavest vanninnhold i månedene juni, juli, august og september, og høyest i vintermånedene og sent på høsten (LAGERBERG, LUNDBERG og MELIN 1927).

Teorien om den større holdbarhet for vinterhogd tømmer blir videre begrunnet med væskens sammensetning, og da spesielt at cellene om sommeren inneholder stoffer som påvirker vedens egenskaper og gjør den mer mottakelig for angrep av råtesopper. Til tross for at det til ulike årstider er forskjell i vedens innhold av ekstraktstoffer, spesielt i yteveden, vil en forlengelse av holdbarheten på vinterhogd virke av denne grunn i beste fall bli meget liten.

Det fortrinn som vinterhogd tømmer kan ha, er som regel betinget av de klimatiske forhold og den behandling virket får etter at treet er felt. I kjølig vær foregår trøkingsprosessen meget langsomt, fordi sjansen for sprekkdannelsen da er langt mindre enn i de varme sommermånedene.

Videre er råtesoppene uvirksomme i lave temperaturer. Dermed har stokkene en mulighet for å tørke før råtesoppene blir aktive. Likeledes er de forskjellige insekter som angriper trevirke, uvirksomme i vintermånedene.

Hvis trær som er hogd på forskjellige årstider, blir skåret straks etter hogst og tørket etter moderne prinsipper på akkurat den samme måten, vil det ikke kunne påvises noen forskjell på virkets styrke og varighet med årstidene.

3. BARTRÆR

a. *Furu (Pinus silvestris)*.

Furuas viktigste kjennetegn er: Gulhvitt yteved, rødbrun kjerneved impregnert med harpiksstoffer, synlige harpikskanaler og skarp overgang mellom vår- og sommerved.

Kjerneveddannelsen øker ikke vedens styrkeegenskaper i samme grad som når tørrvekten øker.

Harpiks er et sprøtt materiale og kan ha samme virkning som når det er høy fuktighet i veden, og føre til en svekkelse av styrkeegenskapene. Gammel malmfuru er ofte sprø, og den bør ikke nyttes i konstruksjoner som er utsatt for store belastninger.

Hva kvist angår, regnes særlig svartkvisten som avgjort kvalitetsforringende. Spesielt til forhudning av mindre båter hvor materialene er tynne, er det lite heldig å bruke tømmer med svartkvist, da disse lett kan løsne og falle ut av bordene. På den annen side hevder mange at det til forhudning bør brukes virke som har mest mulig grønn kvist. Grunnen til dette er at et kvistet, helst småkvistet, bord ikke har så lett for å sprekke som det rene og rettkløvde.

Furuvirket er lett å spalte og bearbeide. Slitestyrken er noe bedre enn hos gran, men furu holder ikke så godt på maling på grunn av harpiksinnholdet.

Når en sier at furu lar seg impregnere, gjelder dette bare yteveden. Harpiksstoffene i kjerneveden gjør denne ugjennomtrengelig for impregneringsstoffer. Men i motsetning til yteveden har kjerneveden vanligvis en naturlig evne til å motstå angrep av råte og blåvedsopp.

ERDTMAN og RENNERFELT (1944) fremholder at den økte varighet for kjerneved av furu skyldes innhold av de giftige fenolene pinosylvin og pinosylvinmonometyleter. Innholdet av pinosylvinfenolene kan variere innen samme tre. Stammen inneholder gjerne mer kjernefenoler i rotdelen (over 1 %) enn høyere opp i den kvistrene delen. I grenenes kjerneved kan det være 4 %. Den ytre kjerneved inneholder ofte 5—6 ganger mer av disse fenolene enn kjernens sentrum.

Analytiske undersøkelser og kvalitative fargingsprøver indikerer at det eksisterer to forskjellige furutyper:

1. Furu som viser en gjennomgående stor differanse mellom pinosylvinnholdet i den ytre kjerneved og i sentrum.
2. Furu som viser en mer jevn fordeling av de fungicide fenolene i hele kjernen.

Det interessante i denne forbindelse er at råtesoppene vanligvis angriper sterkest i furukjernens sentrale parti. Videre mener ERDTMAN og RENNERTFELT (l.c.) at furu fra Nord-Sverige har en markert forskjell i innholdet av pinosylvinfenoler mellom den ytre og sentrale kjerneved.

Båtbyggere mener at det er forskjell på norsk furu når det gjelder holdbarheten. Vi har i Norge ingen undersøkelse som kan benekte eller bekrefte denne antagelse. Men det er nærliggende å tro at båtbyggerne har rett. Vi har med den samme furuart å gjøre, og det ville være merkelig om en ikke fant den samme variasjon i de kjemiske stoffers sammensetning og fordeling i kjerneveden her i Norge som i Sverige.

Furukjernevedens naturlige motstandskraft har lenge vært kjent. På den tiden da tømmer ennå var en billig råvare, brukte en som bygningsvirke hovedsakelig kjerne av furu og hogde bort yteveden.

b. *Gran. (Picea abies).*

Veden er gulhvit og kjerneveden er ikke farget, men har hos friske trær et lavere vanninnhold enn yteveden og vil derfor kunne virke noe lysere. Årringene er tydelige, med jevn overgang fra vårved til sommerved. Av våre spontane bartrær har grana det letteste virket.

Veden er lett å bearbeide, den krymper lite, er lett å spalte og lett å tørke, uten at det oppstår skader.

Gran har liten motstandsevne mot råtesopper og insekter. I kjerneveden er det ikke påvist kjemiske stoffer som begrenser slike angrep. Materialer av gran nedbrytes derfor under fuktige forhold lett av skadeorganismer.

På grunn av vedens anatomiske oppbygning er det vanskelig å øke granvirkets varighet ved impregnering.

Flere egenskaper ved granvirket gjør det godt skikket til bruk i de fleste båtbyggearbeider, f.eks. til styrehus og innerkledning, og til skrog gir virket en fordelaktig vekt fordi veden er lett.

Når en unntar et eneste område her i landet, Hemnesberget i Nordland, er grana lite nyttet til trefartøyer. Hovedårsaken er at gran har liten motstandsdyktighet mot råte, og at furu har vært lettere tilgjengelig i de strøk hvor treskipsbyggingen er konsentrert. Ved Hemnesberget i Nordland og områdene der omkring, er grana hovedtreslaget, tilgang på furu finnes nesten ikke. Det har derfor vært naturlig at en der har satset på gran

som båtbyggingsmateriale og utviklet sin egen teknikk ved bruken av dette treslag.

c. *Lerk. (Larix spp.)*.

Yteveden er lys eller svakt brun og vanligvis smal. Kjerneveden er rustfarget eller rødbrun.

Veden er tyngre enn hos furu og den er moderat mot krymping og svelling. Vedens egenskaper og utseende minner sterkt om furuvedens.

Lerk har en motstandskraftig kjerneved og overgår furua i så måte. Lerkvirke blir derfor mye brukt der hvor det foreligger fare for angrep av råte og insekter.

Når lerk i liten utstrekning brukes som båtbyggingsmateriale i Norge, skyldes dette stort sett liten tilgang på lerkvirke. Men båtbyggerier som har brukt lerk som materiale i båter, er meget godt fornøyd med den.

d. *Douglasgran. Oregon pine. (Pseudotsuga taxifolia)*.

Dette treslag er et av de viktigste for båtbygging i USA. Voksestedet er Vestkysten, hvor douglasgran er tilgjengelig i store dimensjoner og kvantiteter. Veden er sterk, noe hard, forholdsvis tung og har moderat motstandsdyktighet mot råte. Veden har en tendens til å sprekke og splitte. Trærne kan komme opp i en høyde av 80—90 m og en diameter i roten på 8 fot. All gammel skog av douglasgran har lite yteved.

Kvaliteten i veden varierer sterkt. Toppstokken er vanligvis ikke så god som rotstokken. Derfor blir materialer fra treets midtparti mest brukt til lettere konstruksjoner. Det sterkeste skipsvirket fra disse store trærne blir skåret av ved som er vokst sent ytterst i kjernen. Store mengder finér av douglasgran blir også brukt til båtbygging.

Trevirkets egenskaper er sterkt påvirket av voksestedet, og det som kommer fra kystdistriktene av Washington, Oregon og California er sterkest. Tre i middels styrkeklasse vokser i Montana, Nord-Idaho, Washington øst for Cascade Mountains og i den nord-østre delen av Oregon, mens det dårligste virket vokser fra Rocky Mountains-områdene i Wyoming og sydover. Mesteparten av den douglasgran som eksporteres kommer fra de beste vekstområdene i kystdistriktene.

4. LAUVTRÆR

a. *Eik (Quercus spp.)*.

Eikeveden har en smal gulhvitt yteved og gråbrun kjerneved. Veden er hard, lett å spalte og bearbeide og krymper lite. Den er vanskelig å tørke, da den lett vrir seg og sprekker under tørkingen. Ved kunstig tørking dannes ofte sprekker inne i veden.

Tidligere gikk det svært meget eikevirke til skips- og båtbygging, spesielt til kjøler, stevner, spant og rekker. Til dette bruk er nemlig eika bedre enn de andre norske treslag, selv om furua i de senere år har tatt over mye av eikas rolle på dette felt.

Til båter brukes dels norsk eik, dels importert. De importerte eikesortene er løsere i veden enn den norske eika, men er lettere å få kvistfri.

Av eika kan bare kjerneveden brukes. Den er på grunn av sitt innhold av tannin meget holdbar mot råte. Den lyse yteveden er lite holdbar.

b. Ask (*Fraxinus excelsior*).

I frisk tilstand viser askeveden liten fargeforskjell mellom kjerne- og yteved, men etter bearbeiding vil kjerneveden bli mørkere brun enn yteveden. Askens yteved svartner meget lett hvis den utsettes for fuktighet. Veden krymper lite og er lett å bearbeide. Den sprekker og slår seg middels og må tørkes meget forsiktig hvis sprekker skal unngås.

Ask er allerede fra gammelt av kjent for å være et hardt og seigt treslag med utmerkede tekniske egenskaper. En vesentlig svakhet er at virket er lite holdbart under fuktige forhold. Ask blir derfor ikke brukt særlig hyppig som båtbyggingsmateriale, men anvendes til lister og til smådeler som skal være spesielt seige.

c. Mahogni (*Swietenia* spp. m.fl.).

Mahogni finnes i mange varierende kvaliteter, hvorav den alminneligste og beste er Honduras-mahogni, som kommer fra Sentral-Amerika. Andre sorter kommer fra Afrika, og den vanligste av disse er Grand-Bassam. Mahogni finnes videre på de Vest-Indiske øyer, i Mexico og i det nordlige Syd-Amerika. Den som kommer fra de Vest-Indiske øyer er ensartet i vekt og hardhet, mens den som kommer fra Sentral-Amerika er mer variabel.

Mahogniens utmerkede egenskaper som båtbyggingsmateriale ble tidlig kjent. Den tørker hurtig og kjerneveden er meget motstandsdyktig mot råte. Vedens krymping er meget liten og ensartet.

Honduras-mahognien og Grand-Bassam er likeverdige med hensyn til impregnering og overflatens absorpsjonsevne. De er begge lite impregnerbare. Begge kvaliteter forandrer farge ved lysets og solens påvirkning. Hondurasmahogni er lys brun til vakker rødbrun, men lysner lett etter hvert og gulner med årene. Afrikansk mahogni har en betydelig mørkere opprinnelig farge, men under solens innflytelse får den en stygg grågul tone.

d. Teak (*Tectona grandis*).

Teak har til alle tider vært betraktet som det ypperste byggematerialet for trebåter. Teak blir i Norge i forbindelse med båtbygging mest brukt til

innredning, men i treets hjemland blir teakmaterialer brukt både til dekkplanker og i skrog. Treet finner en fortrinnsvis i det sentrale og sydlige India, Burma, Thailand og på de Øst-Indiske øyer. Utvokste trær kan oppnå en diameter på over 3 m.

Yteveden er smal og hvit eller lys gulbrun. Teak er meget lysekte. Kjerneveden er mørk gylden gul og blir nesten sort med årene. Ved berøring føles veden ru og oljeaktig. Teak er rettvekst, grov i teksturen og varierer i vekt fra lett til middels tung. Videre er den sterk, middels hård, tørker langsomt, krymper lite, er uten alvorlig sprekkdannelse, men noe sprø. Virket er imidlertid tungt å bearbeide på grunn av sitt store kiselinnhold, som fort sløver verktøyet. Teak er antagelig det mest motstandsdyktige tre i verden mot råte, men er ikke immun mot angrep av sjødyr. Den er meget stabil mot fuktighet og passer derfor godt til dørk. Til dekk anvendes teak ofte ubehandlet, og er også i denne tilstand meget holdbar.

V. VURDERING AV DE BYGGEKONSTRUKSJONER SOM BRUKES I TREFARTØYER

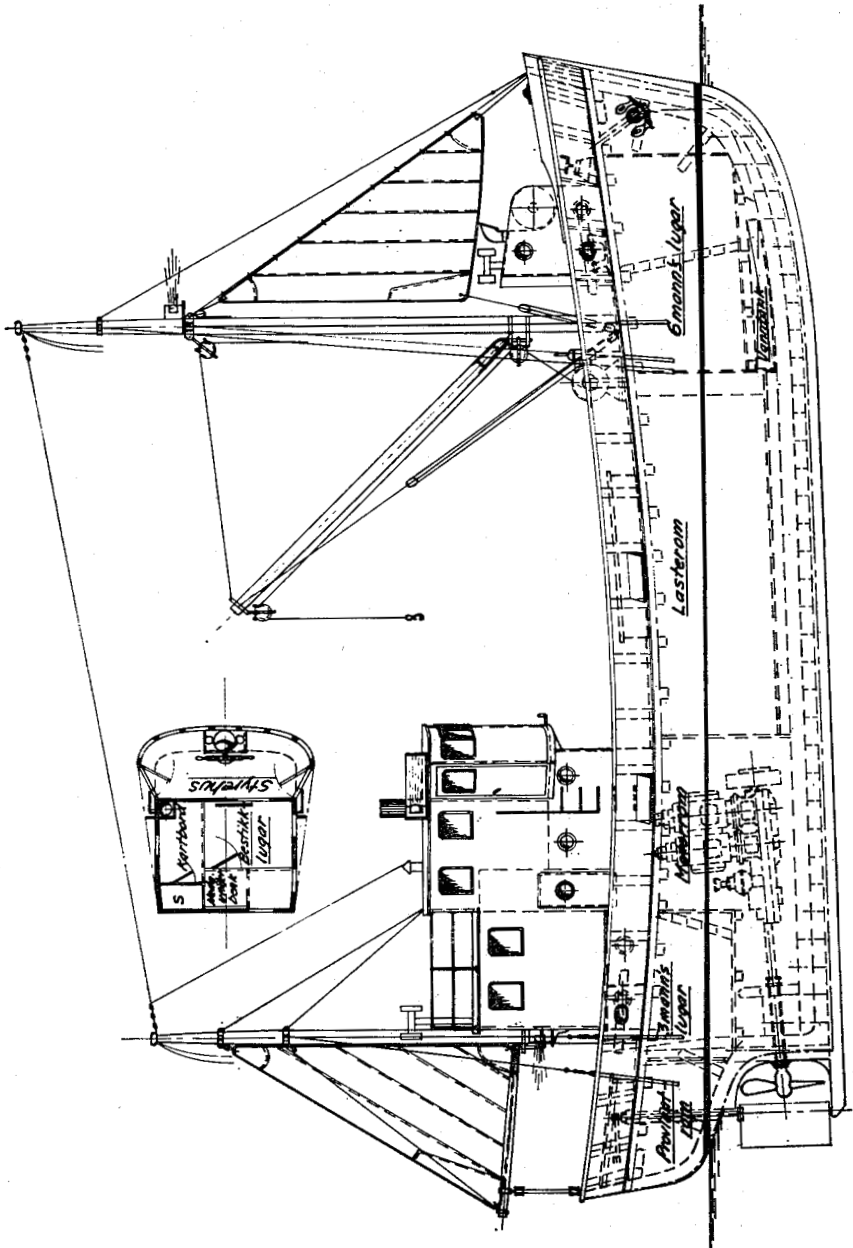
1. INNLEDNING

I de ca. 1 000 år trefartøyer er blitt bygd i Norge har det i virkeligheten vært få prinsipielle forandringer i byggemetodene. Uansett størrelse og fasing på fartøyene, blir de bygd etter de samme metoder og med mer eller mindre de samme typer bærekonstruksjoner.

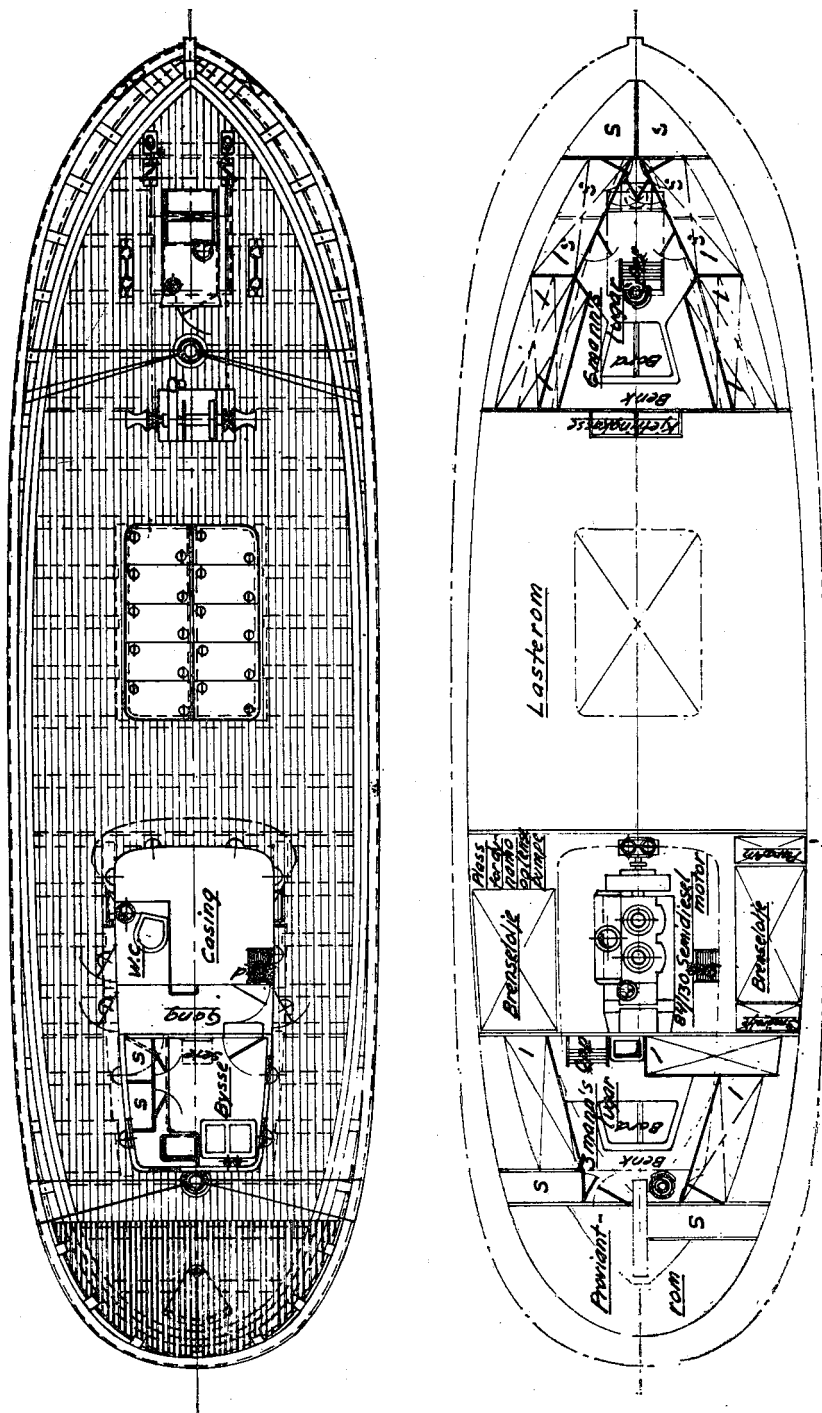
Fartøybyggerne har opparbeidet en faglig dyktighet som er grunnet på egen og andres erfaringer høstet gjennom mange generasjoner. Man har lov til å anta at det er få håndverkere som utformer, bygger og skjøtter sitt fag med større dyktighet enn båtbyggeren.

Innenfor norsk trefartøybygging bygges de større fartøyene etter bestemte regler. Disse er gitt i «Regler for bygging og klassifikasjon av treskip» utgitt av Det norske Veritas (1955). Disse regler gir massive og stive konstruksjoner, hvor risikoen for råteangrep øker i takt med nedsatte ventilasjonsmuligheter og økende materialdimensjoner. Ulempene ved reparasjon av slike fartøyer er imidlertid så store at en utvikling av enklere og mer effektive byggemetoder er ønskelig. Når dette skrives, er forfatteren gjort oppmerksom på at nye regler er under bearbeidelse. Prinsippskisser over et typisk norsk fiskefartøy er vist i figur 11, 12, 13 og 14.

For de mindre fartøyenes vedkommende er man derimot ikke bundet til regler. Her utnyttes alle muligheter når det gjelder skrogkonstruksjoner, enten det gjelder klinkbygde eller kravellbygde fartøyer.



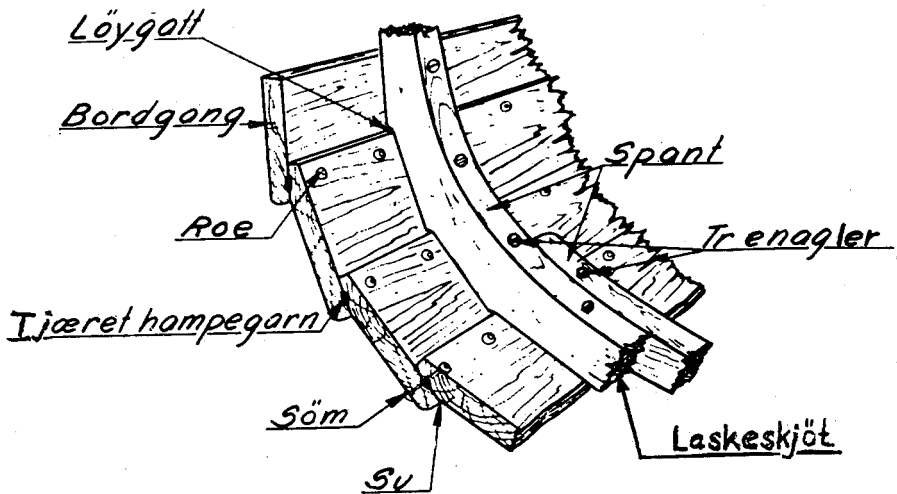
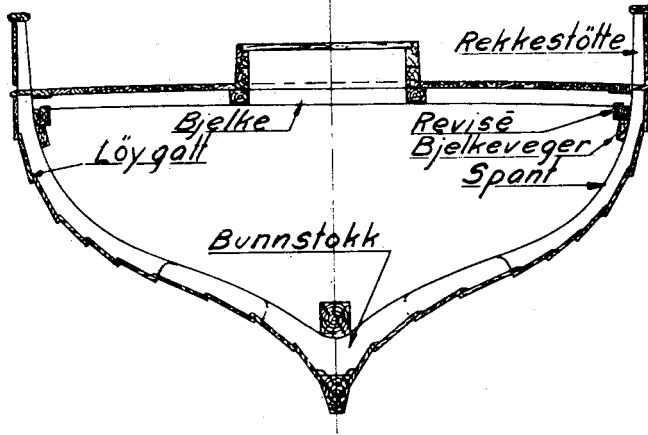
Figur 11. Langsnitt av et større norsk fiskefartøy.
 Figure 11. General plan of a larger Norwegian fishing vessel.



Figur 12. Venstre, plansnitt over dekk. Høyre, plansnitt under dekk.
 Figure 12. Left, general plan above deck. Right, general plan below deck.

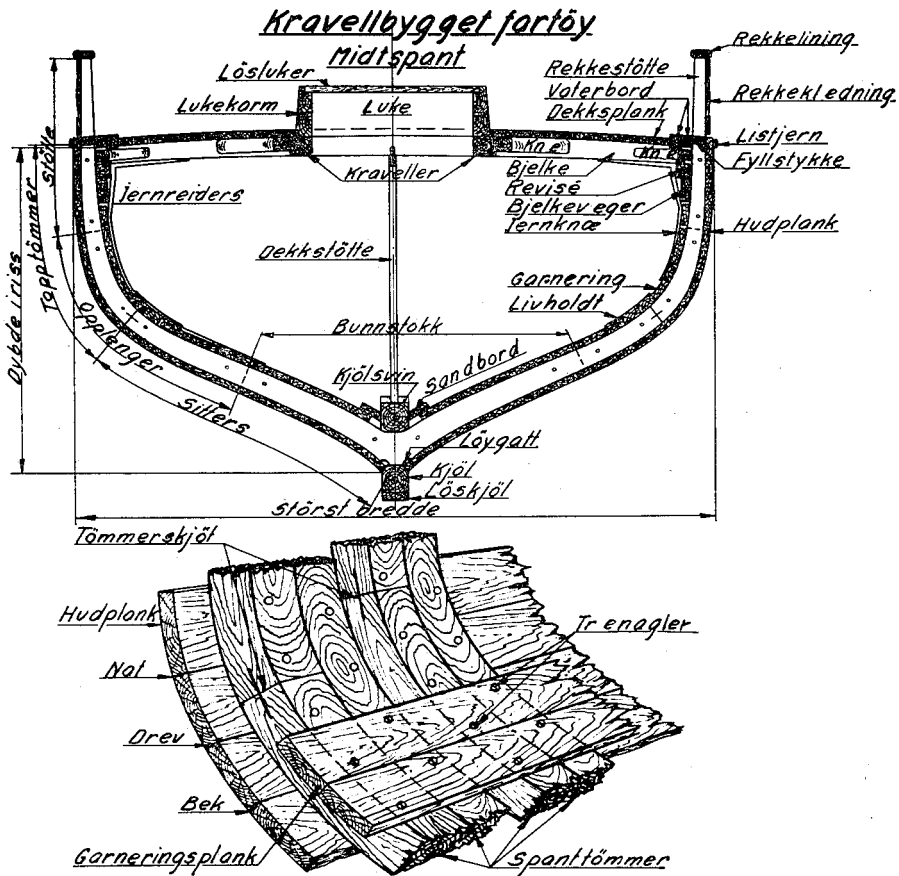
Klinkbygget fartøy

Midtspant



Figur 13. Øverst, tverrsnitt av mindre trefartøy ved midtspant. Nederst, detalj spant — forhudning.

Figure 13. Top, cross section of smaller wooden vessel at midframe. Under, detail frame — outer lining.



Figur 14. Øverst, tverrsnitt av større trefartøy ved midtspant. Nederst, detalj spant — forhudning med garnering.

Figure 14. Top, cross section of larger wooden vessel at midframe. Under, detail frame — outer lining together with inner lining.

Seriefremstilling av fiske- og fangstfartøyer har ikke vært alminnelig. Isteden er det blitt opptatt individuelle ønsker fra hver båteier. Det skulle være rimelig å anta at ved seriefremstilling av standardelementer ville det være mulig å senke byggeomkostningene vesentlig, men individuelle ønsker kan da ikke oppfylles.

Det etterfølgende omfatter en kort omtale om de tre hovedkomponentene i et trefartøy: hud, garnering og spant. De rent skipstekniske problemer vil ikke bli berørt.

2. HUD

Fartøyets hud er enten klinkbygd eller kravellbygd (figur 13 og 14).

Etter de erfaringer som er gjort, bør de mindre fartøyene ha klinkbygd hud, mens de større bør være kravellbygd. Den vesentlige årsak til denne differensiering er visstnok at det er meget vanskelig å klink materialer av store dimensjoner, og dessuten er det ingen vesentlig forskjell i styrke mellom de to konstruksjonene.

Kravellkonstruksjonen har nødvendiggjort god tetning av natene. Den alminneligste form for tetning er med hamp og bek, men i 1962 beskrev et båtbyggeri en ny metode. I stedet skulle en lime en tetningslist i natene. Med de limtyper en har i dag, er det ingen fare for at limfugen i natene skal gå opp.

Denne form for tetning vil gi huden en betydelig større stivhet som bærende langskipskonstruksjon, og vil også falle billigere enn tetning med hamp og bek.

Noen fartøyer får ekstra hud av eik eller andre harde lauvtresorter som slitehud mot is.

3. GARNERING

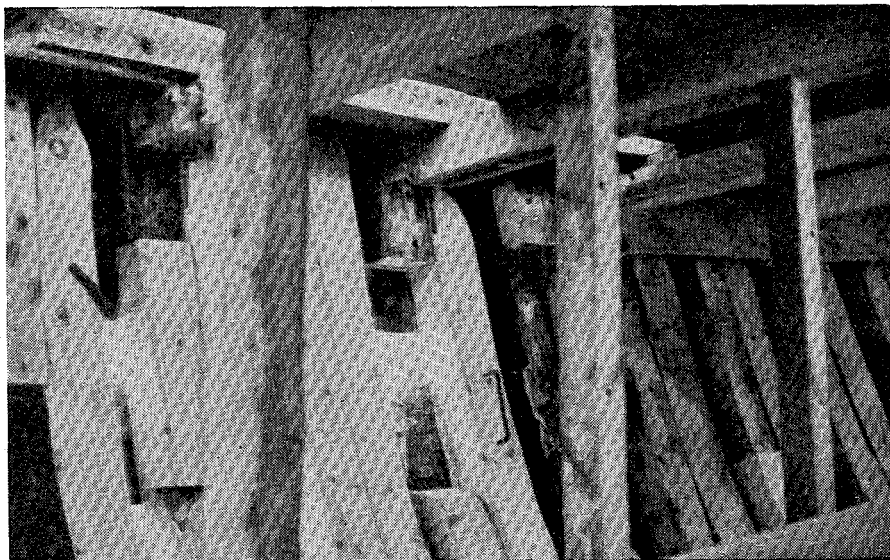
Garneringen blir i nesten alle tilfelle bygd som huden (figur 14 og 16). Den er også i seg selv en bærekonstruksjon, men bygges vanligvis av mindre materialdimensjon enn huden. Garneringen er oftest kravellbygd, da den danner bunn og vegger i lasterom, lugarer o.l. og dermed må tilfredsstillende alle krav til tetthet og jevnhet. For et trefartøy er en hel eller delvis garnering nødvendig for å holde spantene sammen. I motsetning til hva tilfelle er med et stålskip, blir derfor garneringen en integrerende del av de bygningsdeler som gir fartøyet styrke.

En kraftig dimensjonering av garneringen vil sammen med det dobbelte sett spanter og bunnstokker bidra til å gjøre skrogvekten meget høy. Den forringelse av fartøyets bæreevne som dette resulterer i, er stor i forhold til et stålfartøy av samme størrelsesorden.

4. SPANT

Mens stålet lar seg bøye til nær sagt hvilken som helst form, er muligheten for formforandring av tre, bjelker eller planker sterkt begrenset. Samtidig lar de enkelte bygningsdeler av stål seg forbinde innbyrdes, slik at skjøtene oppviser praktisk talt samme styrke som delene selv.

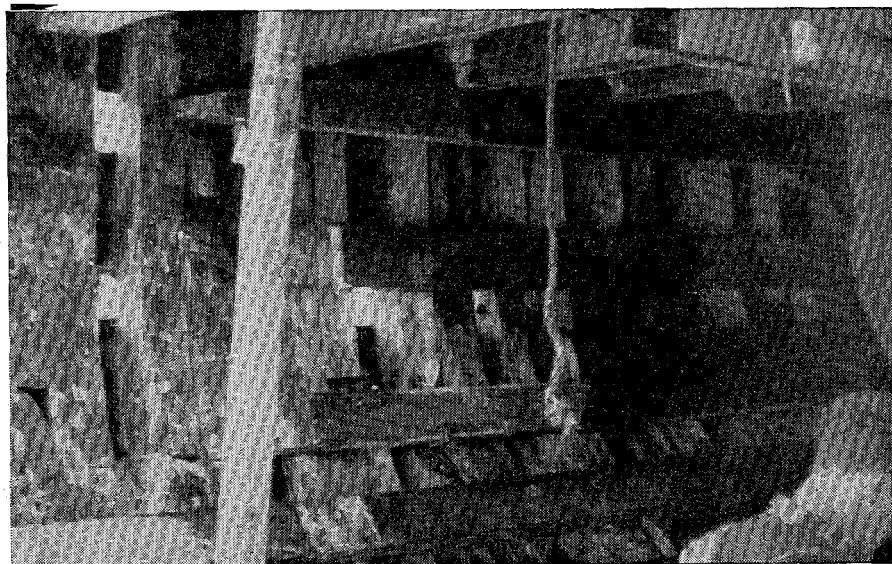
Den ulempe en har med trespant, dvs. vanskeligheten som knytter seg til forming av trevirke til spantetømmer, er forsøkt unngått ved anvendelse av stål-spanter i trefartøyer (komposittskip). Dette har imidlertid ikke vist seg som noen heldig løsning av problemet.

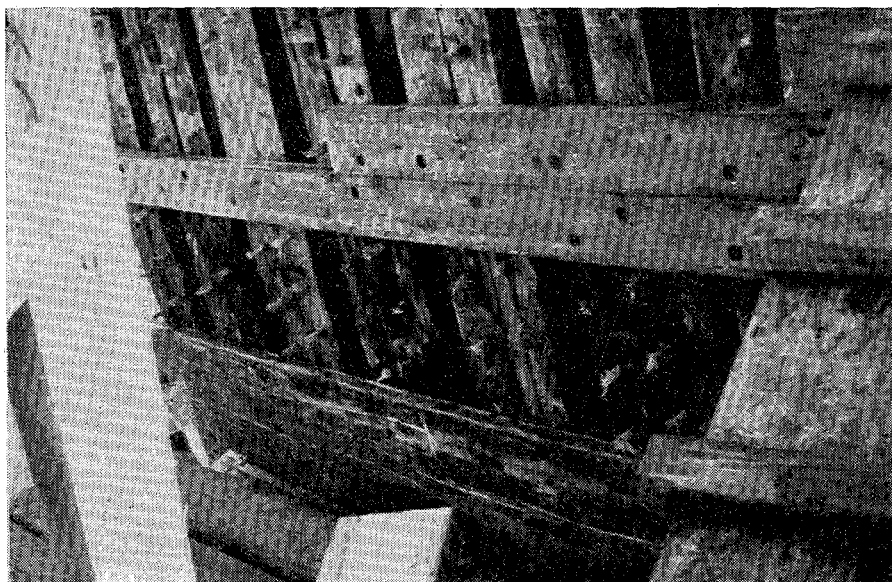


Figur 15. Dobbelte spant er idag nødvendig for å få en fullgod konstruksjon. En ser her tydelig hvordan spantene laskes for å få en sammenhengende buet konstruksjon.
 Figure 15. Double set of frame work is essential to obtain a satisfactory construction. The picture indicates clearly how the frames are joined together by overlapping to get a continuous curved construction.

Figur 16. Garneringsbordene har ofte samme tykkelse som hudplankene. Når spantene blir dekket gir det liten anledning til luftsirkulasjon.

Figure 16. The boards for the inner lining has often the same dimension as the outer lining. When the frames are completely covered little space is left to air movement.





Figur 17. Hudplankene kan festes til spantene ved hjelp av trenagler, ofte av einer.
Figure 17. The outer lining can be fastened to the frame with wooden pins. The pins are usually made from juniper.

Selv om avstanden mellom stålskantene gjøres liten, blir — på grunn av den smale flens som stålskantet har mot skipssiden — den ikke understøttende del av hudplankene så stor at plankene kan gis anledning til å bevege seg mot hverandre. Dette vil føre til lekkasjer, likesom andre ulemper har ført til at komposittskip ikke bygges mer.

For valg av tømmer til spant søkte en etter virke som i sin form og størrelse ville gi hele spant. Krumvokst furuvirke av større dimensjoner ble en etterspurt vare, selv om dette fra andre industriers hold ble ansett som ubrukbart, eller i beste fall annenklassens tømmer. Etterspørselen var så stor at en kunne få opptil 10 % større pris for krumvokst furutømmer sammenlignet med rettvekst. Dette er også tilfelle i dag, selv om sjansene til å skaffe seg helt tømmer til spant er små. De økte størrelser på fartøyene har nødvendiggjort laskeskjøt av spant (figur 15). Når to bygningsdeler av tre boltes sammen kan de ikke, som tilfelle er ved sammenklinking av ståldeler, bli presset så hardt sammen at friksjonen mellom dem forhindrer innbyrdes glidning.

Lasking av spant er i styrkemessig henseende meget problematisk. Bruken av lasker for bibehold av styrken i spantet kan medføre en vektøkning på opptil 100 % av de deler som skal forbindes. Likeledes vil styrken av en lask være betinget av slarken i boltehullene. Dersom en innbyrdes glidning

av spantets enkelte deler oppstår, vil garneringen som samler dem, allikevel holde dem til en viss grad intakte.

De ulemper som er forbundet med å anvende trespant i den form de brukes i dag, kan i korthet sammenfattes slik:

- a. Nødvendig lasking medfører en vektøkning på henimot 100 % av et enkelt sammenhengende krumvokst spant.
- b. Det sammensatte spants styrke står på grunn av skjøtingen ikke i et rimelig forhold til profilets egen styrke. Videre er holdbarheten av sammenføyningen usikker og krever alltid en garnering eller indre avstivning.
- c. Spantene må settes sammen og delvis tilhugges etter at skroget er oppstilt på beddingen. Dette fører til stor forlengelse av byggetiden.

VI. UNDERSØKELSER OVER BIOLOGISKE SKADER PÅ TREFARTØYER

1. INNLEDNING

Undersøkelsene over biologiske skader på trefartøyer startet som tidligere nevnt i 1958. Arbeidet omfatter en registrering av skader ved det treborende insekt *Nacerda melanura* samt isolering og bestemmelse av tresopper fra treprøver tatt fra en rekke båter. Skader av *Teredo* og *Limnoria* og elektrokjemiske skader er også behandlet i den grad de forekom i prøvene.

Identifiseringen av tresopper i de innsamlede prøvene er utført av statsmykolog Håkon Røed, Statens Plantevern.

Kjennskap til identiteten av de tresopper som opptrer i forbindelse med råteskadene, er av største interesse og betydning, ikke bare for å forstå under hvilke forhold råteskadene kan oppstå, men også for soppens bekjempelse. De forhold hvorunder disse skader oppstår, er riktignok temmelig spesielle og følgelig kan en vente at det er et relativt begrenset antall sopparter som gjør seg gjeldende. Disse kan imidlertid være høyst forskjellige med hensyn til deres egenskaper når det gjelder motarbeidelse eller bekjempelse. Også av denne grunn er det følgelig av største interesse å få rede på hvilke tresopper som kan danne «koldfyr».

Som nevnt i hovedinnledningen foretok forfatteren i 1960 tre reiser på kysten. Reisene hadde først og fremst til formål å innsamle råteangrepet trevirke fra trefartøyer som var inne til reparasjon. Da en fikk se problemene på nært hold, var det ikke til å unngå at en også fattet interesse for de store økonomiske omkostninger slike reparasjoner førte med seg for fiskeren.

Der hvor det var mulig ble det innhentet økonomiske opplysninger om de enkelte reparasjoner.

I 1963 ble det sendt ut et spørreskjema til et større antall båtbyggerier og slipper for å innhente økonomiske data for årene 1961 og 62.

De fleste svarte på henvendelsen. Hele det økonomiske materialet vedrørende reparasjonene er tatt med i dette kapittelet og satt inn i tabell 4. En må være klar over at disse tall ikke representerer noen full dekning for de totale reparasjoner for hele vår trefartøyflåte, men den gir en opplysning om den størrelsesorden en enkelt reparasjon kan komme opp i.

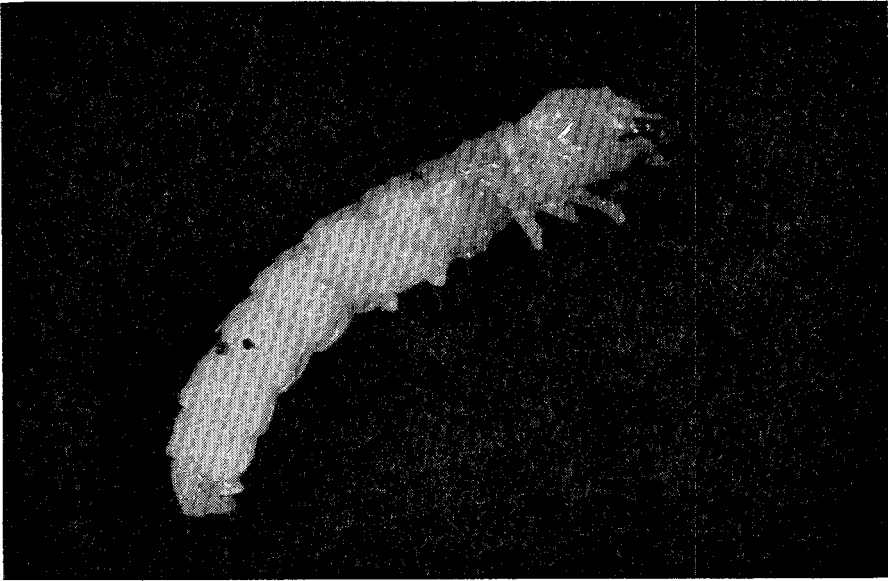
2. REGISTRERTE SKADER AV *NACERDA MELANURA*

Fra to forskjellige båter i Farsund-området ble det høsten 1960 tatt prøver som inneholdt larver av forskjellig størrelse. Det ble ikke funnet pupper. Funnene er i overensstemmelse med BALCH's teorier om ulike utviklingstrinn for larvene. Larvene var gulhvite og relativt slanke, de største ca. 30 mm lange. Munnpartiet var brunt og kjevene store. Hode, bryst og første bakkroppsledd er bredere enn kroppens øvrige ledd. Larven har vel utviklet brystføtter, og på tredje og fjerde bakkroppsledd har den store gangvorter. Kroppen er dekket med spredte felt av tynne, brunaktige hår (figur 18). Puppen er 10 mm. Fargen er gul, og den er dekket av tynne, lysebrune hår. Den voksne billen er 10—15 mm lang. Kroppen er slank, oversiden brun til rødgul og undersiden, bena og dekkvingenes spisser er svarte. Hele kroppen er dekket med gule, tynne hår. Følehornene har 12 ledd, og lengden er 5—7 mm (figur 19).

Prøver som ble tatt sommeren 1960 fra båter som var angrepet av *Nacerda melanura*, var helt uthulet av larvens ganger, selv om veden fra utsiden viste små tegn til skade. På steder hvor veden ennå ikke var spist opp ble det funnet mange larver. Larvens boreganger er ovale i tverrsnitt og går vanligvis i vedens lengderetning (figur 21). Som oftest følger de vårveden. Gangene er fylt med boremel (figur 20). Puppekammeret blir tilformet i den siste tommen av boregangen som er fylt med gnagspon (ligner fin treull) og tilpakket i begge ender. Den voksne bille kommer seg ut ved å lage et hull ut til vedens overflate.

Det ser ut til at furu angripes lettest, men det er også funnet angrep i eik. Angrep forekommer både i kjerne- og yteved.

Det er tydelig at larven liker seg best der hvor veden holder seg konstant fuktig, f.eks. på grunn av dårlig ventilasjon, i spantene og på inner-siden av hud og garnering (figur 22). Båtbyggerne mener at den først angriper trevirket mellom vannlinjen og dekk. En medvirkende årsak til dette kan være den høyere temperatur som kan oppstå her om sommeren på grunn av solbestrålingen. Angrepet kan senere spre seg helt ned til bunnen av båten. I trebåter angriper larven gjerne først der hvor to treflater

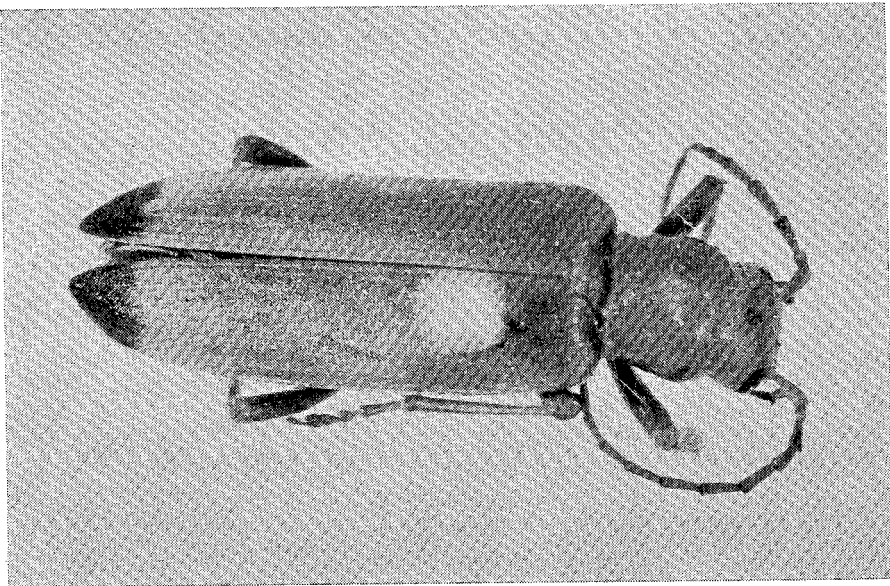


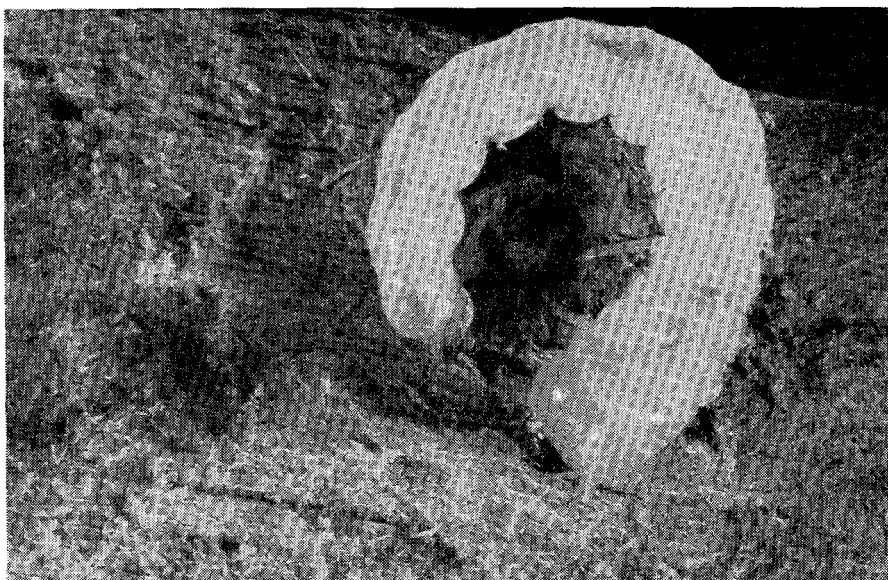
Figur 18. *Nacerda melanura*, larve. Gangvorter på 3. og 4. bakkropsledd. (6X)

Figure 18. *Nacerda melanura*. larva. Walking warts on 3rd and 4th body joint. (6X)

Figur 19. *Nacerda melanura*, imago. (6X)

Figure 19. *Nacerda melanura*, full grown. (6X)



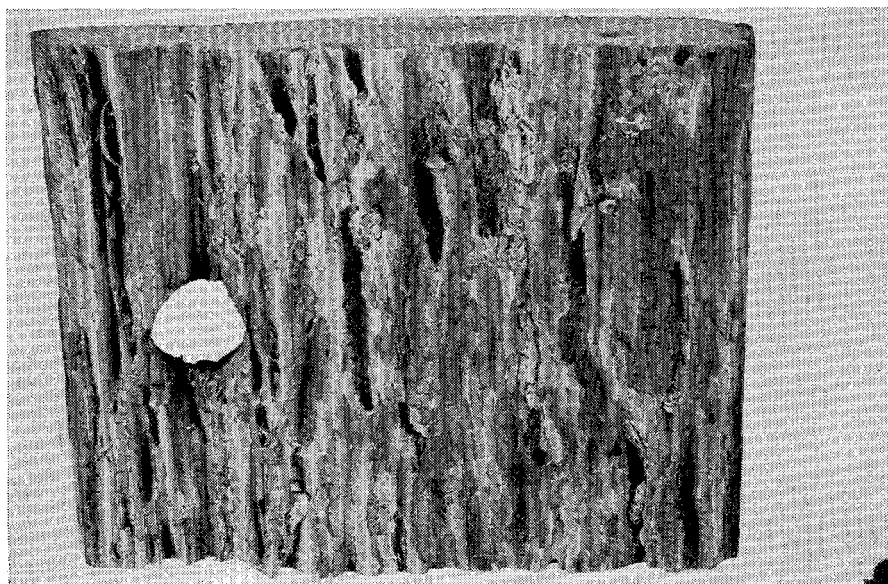


Figur 20. *Nacerda melanura*, larve. Boremel i larvegangene. (6X)

Figure 20. *Nacerda melanura*, larva. Wood flour from the boring in the larva tunnels. (6X)

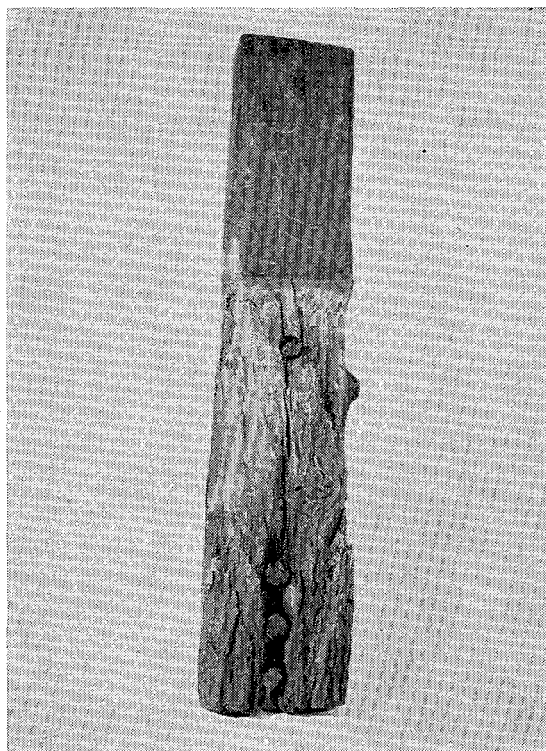
Figur 21. Hudplank fra trefartøy gjennomminert av larven. Gangene går vanligvis langs fiberretningen.

Figure 21. Outer lining from a wooden vessel completely mined with tunnels from the larva. The tunnels usually follow the direction of the wood fibers.



Figur 22. Boreganger i en rekkestøtte. Bildet viser tydelig at angrepet har vært under dekk.

Figure 22. Borings in a railing. The picture shows clearly that the attack has been below deck.



ligger i kontakt med hverandre og således beskytter hverandre mot uttørring. Angrepet vil derfor meget vanlig begynne der hvor hudplank eller garnering ligger an mot spantene. Angrepet behøver ikke å vise seg på utsiden av veden, men stikkes det et knivblad inn mellom 2 angrepne treflater, vil en oppdage angrepet ved at veden føles løs eller en får inntrykk av at det er et hulrom.

Angrepet i båter vil etter de erfaringer som er gjort, alltid finne sted under dekk. Angrepet stopper der hvor dekket ligger an mot spantene, figur 22.

Ved følgende treskipsbyggerier ble påvist større skader av *Nacorda melanura* på fartøyer av størrelse 35—50 tonn.

1. Brekknaholmen Treskipsbyggeri, Lista.

Ved dette verft ble i tiden 1951—1954 foretatt reparasjon av tre fartøyer for tilsammen ca. kr. 45 000,—.

2. Eidsbotn Båtbyggeri, Kopervik.

To fartøyer, 35 og 49 br. tonn ble h.h.v. i 1954 og 1960 reparert for ca. kr. 10 000,— pr. fartøy.

3. Farsund.
Et fartøy var her så ødelagt at det måtte kondemneres.
4. Farsund Treskipsbyggeri.
Et fartøy, 50 br. tonn, ble reparert i 1960. Kostnad ca. kr. 25 000.—.

3. ISOLERING OG BESTEMMELSER AV TRESOPPER.

a. *Beskrivelse av prøvene.*

Fra undersøkelsen startet i 1958 var det til i 1960 ialt mottatt 11 prøver til undersøkelse, 6 stk. i 1958 og 5 stk. i 1959. Dessuten ble det undersøkt en prøve av «koldfyr» fra et ikke nærmere spesifisert fartøy. Noen samlet og detaljert beskrivelse over dette prøvematerialet foreligger ikke.

I 1960 ble det innsamlet ialt 73 prøver. En forsøkte nå å få en så detaljert beskrivelse av forholdene som mulig. Det gjaldt bl.a. fartøyets navn, type fartøy, fartøyets alder, hvor angrepet hadde funnet sted og reparasjonskostnad. Opplysninger om de enkelte prøver (1—73) gjengis nedenfor.

1. 6. juli 1960.

John Vevik, Løfallstrand. «Kallakot». Tømmeret fra Tyssvær i Rogaland. Materialene utsøkte og helt tørre da eierne hadde samlet gjennom flere år. Bygd i Eidsvik 1946. Gått i fiske. Ikke reparert tidligere. Reparasjon ca. kr. 10 000,—.

2. 6. juli 1960.

Eidsvik Skipsbyggeri, Uskedal. «Fykkesund». Bygd i Fykkesund, Kvam, 1948 — 62 fot. Reparasjon ca. kr. 15 000,—. Materialene i båten av utsøkt tømmer fra båteiernes egen skog. Gått både i frakt og sildeføring, vesentlig mellom Kristiansand og Trondheim. Også ført mye kalkstein. Prøver fra spant og innvendig garnering. Båten ikke tidligere reparert. Båten hadde forlatt verftet da prøven ble tatt.

3. 6. juli 1960.

Eidsvik Båtbyggeri, Uskedal. Gammel eikeskøyte fra Risør. Ikke andre opplysninger om båten, alder osv.

4. 7. juli 1960.

Eides Sønner, Høylandsbygd, Halsnøy. En eldre båt ca. 50 år. Ikke navn, ikke registrert. Lengde ca. 33 fot. Fiskeskøyte. Ingen nærmere opplysninger. Prøver fra lugaren forut av spant og lister rundt taket.

5. 7. juli 1960.

Eides Sønner, Høylandsbygd, Halsnøy. Prøven av en rekkeplank som lå igjen etter en tidligere reparasjon. Fartøy ukjent.

6. 7. juli 1960.

Olav Larsen Sjo, Larsstø, Halsnøy, M/F «Sørfjord». Bygd på Lundegrend på Tyssnes. Gått i ferjefart i Osterfjorden. Ombygd til fraktfartøy 1956. Reparasjon ca. kr. 10 000,—. Ikke impregnert, ikke tidligere reparert. Båten er ca. 15 år gammel. Prøvene litt gamle da reparasjonen var utført for en tid siden.

7. 8. juli 1960.

Ottesens Skipsbyggeri, Sagvåg, Stord. «Austli» — 59 fot. Bygd 1917 hos Ottesen. Av eieren betegnet som meget godt bygd. Først gått som sildebåt. Senere som passasjerbåt til 1948. Fra 1948 som fraktesbåt. Tidligere bare små reparasjoner. Nå for ettersyn og for fjerning av enkelte råteflekker. Dekk og forhudning originalt. I god stand til å være så gammel. Båten bare gått på Vestlandet. Prøve fra fullstykk og dekkplanke. Disse satt i berøring med hverandre. Tegn til råte på garnering. Skaden skyldes lekkasje fra dekk som angivelig hadde ført til vanndannelse fra undersiden av dekkplankene og mellom forhudning og garnering.

8.

«Waaga». Bygd i Sverige 1910. Gått i kystfart. Sild, sand etc. Båten ikke spesielt impregnert. Svanehalser i lasterom til utlufting mellom garnering og forhudning. En større reparasjon i 1952 til kr. 20 000—25 000. Skiftet ny baug, ny garnering og ny luke. Nå inne til reparasjon av rekkestøtter hvorfra prøven ble tatt.

9. 9. juli 1960.

Eidsbotn Båtbyggeri, Kopervik. «Tarug». Bygd i 1948. Materialene fra Hardanger. Bygd i nærheten av Rosendal. Gått i fiske utenfor Karmøy og på kysten. Prøven tatt fra mast, som var sterkt angrepet av råte. Innsatt med linolje og terpentin og deretter lakkert. Båten ellers fri for råte.

10. 9. juli 1960.

Eidsbotn Båtbyggeri, Kopervik. «Sjoden». Bygd i 1938 i Flekkefjord. Gått som fiskefartøy, vinter og sommer på Vestlandet. Ikke impregnert med noe spesielt stoff. Ikke tidligere reparert for råte, bare vært inne for mindre reparasjoner. Prøven er del av forhudning. Materialet kommer fra Ryfylke og innsatt 1950.

11. 9. juli 1960.

Eidsbotn Båtbyggei, Kopervik. «Kloholm» av Flekkefjord. Bygd i Risør 1948. Båten inne for vanlig ettersyn. Fiskefartøy, i bruk på Vestlandet. Prøven fra dekket bak styrehuset. Foreløpig bare et mindre angrep. Skulle ikke repareres. Ingen råte (synlig) i båten.

12. 11. juli 1960.

Sigurd Sagen, Hommersåk. «Lyse» — bygd 1949. Et mindre fartøy på 47 fot som tilhører Lyse Kraftverk. Brukt til frakt av passasjerer. Trevirket hvor prøven ble tatt ikke innsatt med spesiell impregnering. Ikke reparert tidligere. Prøven fra styrhus som var helt oppråtnet innvendig. Styrehuset kledd med huntonitt, har trolig blitt for tett. Dette nok hovedårsaken til råten. Båten ikke angrepet andre steder. Reparasjon kr. 3 500,—.

13. 11. juli 1960.

Sigurd Sagen, Hommersåk. Prøven fra en dekkbjelke i fartøy tilhørende Kystartilleriet. Bjelken i båten ca. 4 år. Angivelig ikke innsatt med impregneringsmiddel. Båten tidligere ombygget 2 ganger i bauen. Kostnad: ca. kr. 30 000,—.

14. 11. juli 1960.

Sigurd Sagen, Hommersåk. Gammel båt som antagelig skal hogges opp. Bygd i 1927. Gått i forskjellig slags fart på kysten, frakt, fiske, reketråling etc. Prøven fra garneringen i lugaren. Innsiden av garneringen malt.

15. 11. juli 1960.

Sigurd Sagen, Hommersåk. Liten kutter på 52 fot. I rutefart Sandnes — Stavanger. Prøven fra skanseledning (på dekk). De mente dette er det de kaller vanlig råte «blautråte». Den utvikler seg langsomt. Av fiskerne ikke ansett som særlig farlig.

16. 11. juli 1960.

Terje Welle, Egersund. «Johanne». Båten bygd i Egersund. Fiskeskøyte, gått på kysten. Prøven fra bommen som er skiftet ut etter 6 års bruk. Råteangrep på undersiden av bommen. Trolig at vannet har samlet seg på undersiden og soppen har fått anledning til å angripe et svakt punkt. Råten strakk seg over ca. 2 m. Materialet var innsatt med rå malerolje og deretter lakkert.

17. 11. juli 1960.

Terje Welle, Egersund. Prøven fra en skåtplank, 4—5 år gammel. Skåtplankene blir satt inn i første delen av januar og tatt ut i slutten av mars. De blir deretter strølagt under tak.

18. 11. juli 1960.

Terje Welle, Egersund. Prøven fra skåtplank som er ca. 10 år gammel. Typisk eksempel på «koldfyrr». Silderispen som legger seg som en hinne utenpå planken gjør at den faktisk blir hermetisert.

19. 11. juli 1960.

Seglem Båtbyggeri, Egersund. «Ainor», 11 år gammel. Bygd i Risør. Gått som fiskeskøyte. Ikke spesielt impregnert. Hadde hatt en større reparasjon foran i bauen til kr. 14 800,—. Prøven av en hudplank.

20. 11. juli 1960.

Seglem Båtbyggeri, Egersund. «Karpur» 60 fot. Bygd i Farsund for ca. 22 år siden. Ikke spesielt impregnert. Gått som fiskeskøyte på Vest- og Sørlandet. Hadde vært råten i begge sidene. Den ene siden reparert nå til en kostnad av kr. 6 500. Den andre siden skulle tas til høsten. Prøver fra spant og hudplank.

21. 11. juli 1960.

Seglem Båtbyggeri, Egersund. «Elvira» — 5 år gammel. Fiskebåt — Nordsjøfisket. Prøven av masten som måtte skiftes ut etter 5 år. Ingen annen råte i båten. Masten innsatt med råolje og lakk. Det meste av råten i masten var akterover. Store deler av masten angrepet. Kostnaden for å bytte mast ca. kr. 450,—.

22. 12. juli 1960.

Farsund Slipp, Farsund. «Mågen» — 80 fot. Bygd i Rosendal i 1887, av førsteklasses materialer. Fremdeles i god stand. Gått som fraktesbåt. Mye på «sildelaging» på Finnmark da den i sin tid hørte hjemme i Kristiansund. På grunn av mye sildetransport godt innsatt med salt. Ellers ikke innsatt med noe spesielt impregneringsmiddel. Et godt eksempel på hva godt etter-syn har å si. Prøven fra svinerygg (rekkestykke). Gammelt materiale, kanskje 70 år.

23. 13. juli 1960.

Farsund Slipp, Farsund. «Vargy» — 90 fot. Bygd i Frankrike i 1919. Fraktesfartøy, gått på hele kysten. Ikke innsatt med noe spesielt impregneringsmiddel. Bare hatt en liten reparasjon nå. For noen år siden en større reparasjon på grunn av råte. Kostnad kr. 60 000,—. Prøven (eik) er fra en forhudningsplank.

24. 13. juli 1960.

Tjerves Båtbyggeri, Brekknaholmen, Lista. «Østby», ca. 40 år. Bygd på Lista. Fraktesbåt. Ikke impregnert med noe spesielt stoff. Reparert for

ca. kr. 30 000,—. Prøven av en hudplank som har sittet over vannlinjen. *Nacerda melanura* hadde gått i hud og spant. Råte kommer ofte i forbindelse med marken. Angrepet begynner gjerne der hudplanken ligger an på spantene. Prøven ikke helt fersk, da reparasjonen ble foretatt for en tid siden.

25. 14. juli 1960.

Høyvolds Mekaniske Verksted, Kristiansand. «Oksø» — losskøyte. Bygd i 1935. Nesten alle spantene i båten måtte rives ut. Nye spant blir innsatt med antiparasitt. De gamle spantene var innsatt med kreosot, ikke trykkimpregnert. Prøve fra spant. Skal være ekte koldfyfyr.

26.

Sandnes Mek. Verksted & Slip, Sandnes pr. Stavanger. 2 stk. prøver av treverk uttatt av trelekter. Prøvene henholdsvis fra dekksp plank og dekkbjelke forut. Lekteren laster ca. 120 tonn. Bygd 1930. Hører hjemme i Stavanger. Brukes til frakting av mel og kraftfôr. Mulig at det ødelagte treverket ikke er fra lekteren var ny. Innsendt av Even Ellingsen.

27. 5. oktober 1960.

Andenes Slipp, Andøya. «Lita», bygd i 1947. Båten går på fiske i Andøy-distriktet. Prøven fra «stilken». Angrepet av hva båtbyggerne der oppe kaller «Maur». Den angriper skroget utenfra, og gjerne inn der hvor det er løse deler, eller hvor det kan bare være et sår i forhudningen. I løpet av 2 måneder kan den gjøre store skader. Den dør når det blir tørt og når båtene står på slippen. De er meget plaget av «Maur».

28. 5. oktober 1960.

Andenes Slipp, Andøya. «Sørøysund». Reparerert 1959. Prøven kan være noe gammel. Prøven fra kjølsvin. Stor skade av tørråte. Hele båten innvendig måtte repareres. Av båtens 375 spant — måtte det byttes ut 270.

29. 5. oktober 1960.

Andenes Slipp, Andøya. «Knut Anker». Bygd i 1926. Ombygd 1940. Prøven fra innvendig garnering i lugaren. Denne form for skade viser seg spredt på den innvendige garnering i lugaren. Det blir stadig mer. Kommer til syne ved at veden svulmer ut og malingen slår bobler og sprekker. Veden ser ut til å være nedbrutt. Bordet hvor prøven ble tatt ble satt inn i 1940.

30. 6. oktober 1960.

Fredriksen Slipp, Sortland. Prøve på mark og maur kommer fra ukjent fartøy. Prøver fra kjøll og kjølsvin.

31. 6. oktober 1960.

Blokken Slip og Verksted. «Nordvestbanken». Bygd 1948 i Romsdal. Sterkt angrep på kjølsvin — kjølsvinrot — og et par spant fremme i bauen. Årsaken sannsynligvis lekkasje på dekk. Også lokale angrep i spant lenger bak i båten. Kan ikke settes i forbindelse med angrepet foran i bauen. Båten går i bankfiske og småtrål — helårsfiske. Første gang den er åpnet. Prøve fra spant og kjølsvin i bauen.

32. 6. oktober 1960.

Blokken Verft og Slip. Prøve av nye, kasserte materialer hvor det menes at det er tørråte tilstede. Materialene har ligget 2 år på lager. Materialene av Nordmørsfuru.

33.

«Kari-Tordis». Bygd i 1926. Båten ombygd i Brønnøysund. Prøve fra mast. Masten kan være fra byggeåret 1926.

34. 8. oktober 1960.

Storkmarknes Skipsverft og Mek. Verksted. «Veten». Bygd i 1930. Forlenget og ombygd i Blokken 1952. Denne del nå angrepet av tørråte. Angrepet er midtskips ved lasterommet og i bauen. Båten går i helårsfiske. Har ikke innebygd spesielle luftkanaler med trekk. Reparasjon anslått til kr. 30 000,—. Prøver av spant — antagelig Nordmørsfuru. Typisk koldfyr.

35. 8. oktober 1960.

Ringstad Båtverft, Ringstad. Prøve fra rekkestøtte med koldfyr.

36. 8. oktober 1960.

Ringstad Båtverft, Ringstad. «Grimtind». Båten bygd i 1940 på Hennesberget, nå nettopp kondemnert på grunn av tørråte. Ombygd og forlenget 1949 på Ringstad. Materialene kjøpt i Namsos. Den forlengede delen midtskips hardest angrepet og årsak til kondemneringen. I helårsfiske til vinteren 1959. Mulighet for at materialene som ble brukt var noe ferske. Ikke brukt spesielle luftningskanaler. Angrepet størst på den siden hvor hydrantledningen gikk — 2 stk. — 3" jernrør. Under bruk ble disse nokså varme. Kan derfor ha oppstått gunstigere temperatur for soppene på denne siden. Prøve fra spant i bauen. Typisk koldfyr. Antagelig dårlig ventilasjon.

37. 10. oktober 1960.

Marhaug Mek. Verksted, Svolvær. «Heim» — bygd 1948. Materialene fra Nordfjord. Lagret i over 1½ år før bygging. Tørråte på den ene

side foran i lugaren — i spantene — antagelig på grunn av for dårlig ventilasjon. På andre siden hvor det er skrått og forholdsvis åpent, er den 100 % god. Prøve fra et spant tatt rett ut av båten.

38. 10. oktober 1960.

Svolvær Mek. Verksted, Svolvær. M/K «Æskulopp». Båten en eldre type. Har vært legebåt. Bygd ca. 1925. Prøve på hva som blir kalt «vanlig råde» tatt foran på bauen (svinrekk). Trolig granmaterialer.

39. 10. oktober 1960.

Svolvær Mek. Verksted, Svolvær. M/K «Æskulopp». Samme båt som nr. 38. Prøve på «blauråde». Prøven tatt nede i salongen fra selve kledningen. Materialene er gran. Dårlig ventilasjon.

40. 10. oktober 1960.

Thomassen Båtbyggeri, Svolvær. Prøven fra dekkshjelke.

41. 10. oktober 1960.

Smeviken Slipp og Mek. Verksted, Kabelvåg. «Bakken». Eldre fiskebåt. Prøve fra stevnen, som er angrepet av «maur».

42. 10. oktober 1960.

Danielsens Båtbyggeri, Harstad. «Skrova» — losskøyte. Bygd i 1951 i Hemnesberget. Tørråde i spant og annet treverk, bak garnering og annet treverk fremme i lugaren. For det meste brukt gran i spant og treverk. Årsaken til skaden trolig dårlig ventilasjon. Prøve tatt av spant, typisk koldfyngangrep.

43. 10. oktober 1960.

Prøver på nye materialer med dårlig ved. Misfarginger — spesielt rødved.

44.

Danielsens Båtbyggeri, Harstad. Prøve fra dekkshjelke, ukjent fartøy. Ligget en stund, kan bli vanskelig å bestemme hovedsoppen. En prøve på såkalt blauråde.

45. 11. oktober 1960.

Trondenes Mek. Verksted, Harstad. «Først» — ca. 40 år gammel. Frakteskute. En god del råde over hele båten, trolig mest på grunn av lek-kasjer. Prøve fra spant. Reparasjon: kr. 100 000,—.

46. 12. oktober 1960.

Danielsens Verft, Finsnes. «Viggo Bakke» bygd i Arendal 1948. I helårsfiske. I flg. skipperen er båten bygd samtidig med «Sørøysund», hvorfra er tatt prøve nr. 28. Begge disse båtene er bygd av samme båtbyggeri og på samme tid i Arendal. «Sørøysund» hadde i fjor en større reparasjon på grunn av tørråte. (Se prøve 28). «Viggo Bakke» har ikke tidligere hatt reparasjoner, og skipperen mener at han kan si seg fri for tørråte. Båten var nå inne til reparasjon av to spant som var råtne. De sto bak kahytten akterut og årsaken blir oppgitt til lekkasje. Skipperen sier at det er ikke tørråte. Båten har på hver side to ventilasjonskanaler som går helt fram forbi lugaren. Fra kanalene boret hull inn til lugaren. Også boret hull gjennom garneringen nede ved dørken. Disse kanalene er så trekkfulle sier skipperen, at om vinteren må hullene tettes igjen. Man passer alltid på at de ikke er tettet over et lengre tidsrom da han innser nødvendigheten av god utluftning som et middel mot koldfyrr.

47. 12. oktober 1960.

Danielsens Verft, Finsnes. «Havur» — bygd i Salten 1925. Helårsfiske. Båten ombygd og forlenget i 1937 i Gibostad. Det meste av dette nå angrepet av råte. Årsaken oppgitt til å være lekkasje. Råteangrepet konsensentrert midtskips (lasterom). Prøve fra øvre del av spant og dekkshjelke.

48. 14. oktober 1960.

Olsens Slipp, Kaldfjordeidet. «Vikingen» — bygd i Salten 1938. Helårsfiske. Reparert for 3 år siden, midtskips — for tørråte. Har ikke spesielle luftkanaler. Angrepet var nå framme i bauen ved lugaren. Kostnad kr. 10 000,—. Angrepet skyldes ikke lekkasje. Albrigtsen Slipp, Kaldfjordeidet, som hadde hatt båten oppe til reparasjon for 3 år siden kunne meddele at båten allerede den gang var angrepet framme i bauen, men skaden ble da ikke reparert. Han mener at den råteskaden som i dag blir reparert kan være av gammel dato.

49. 17. oktober 1960.

Molo Slip og Mek. Verksted, Bodø. «Nordegga» — ca. 10 år gammel og bygd i Rognan. Fiskebåt. Godt vedlikeholdt. Ikke innebygd spesielle luftningskanaler. Angrepet av tørråte fra maskinen og fremover til bauen, også angrep bak i hekken. Hudplank og garnering angrepet der de lå an på spantene. Reparasjon ca. kr. 40 000,—. Prøven fra spant.

50. 17. oktober 1960.

«Agder». Ca. 35 år. Fiskebåt. Blautråte. Prøver av spant og garnering. Båten ble helt ombygd ved reparasjonen.

51. 17. oktober 1960.

Molo Slip og Mek. Verksted, Bodø. N 371 BN — fiskebåt. Ca. 15 år. Angrepet på garnering framme, i bauen og lugaren. Spantene ble oppgitt til å være helt gode. Ingen direkte årsak kunne gis. Prøve av innvendig garnering.

52. 17. oktober 1960.

Bodø Skipsverft, Bodø. «Fykan» tilhører Glømfjord Kraftverk — 56 fot. Bygd 1949 i Koldvereid, N. Trøndelag. Ingen spesielle ventilasjonskanaler. Hadde vært sterkt angrepet av råte. Alt over vann er nytt. Reparasjon ca. kr. 60 000,—. Prøve tatt av bjelke, gran.

53. 18. oktober 1960.

«Soli I». Eldre frakte- og ekspedisjonsfartøy. Breitømmeret i bauen angrepet, trolig på grunn av lekkasje. Blautråte. Prøve av breitømmeret.

54. 18. oktober 1960.

Prøve av mast som var ny 1947. Det er råttent under beslag hvor det trolig har samlet seg vann. Yteveden angrepet. Inni god ved. Blautråte.

55. 18. oktober 1960.

Saltdal Patentslipp, Rognan. Prøve av mast — ny 1945. Så helt god ut utenpå, men inni noe dårlig. Råten hovedsakelig angrepet yteveden. Store deler av masten ødelagt.

56. 18. oktober 1960.

John Drage A/S, Rognan. «Altenfjord». Eldre båt, materialene nok ikke så gamle som båten da den har vært ombygd flere ganger. Fiskebåt. Råten muligens kommet av lekkasje. Blautråte. Prøve av spant.

57. 19. oktober 1960.

Stensen og Sønner, Hemnesberget. Ukjent fartøy. Prøven av hudplank. Skal være ekte tørråte. Hudplanken har sittet oppe, framme i bauen.

58. 19. oktober 1960. 59. 19. oktober 1960.

Stensen og Sønner, Hemnesberget. Mindre fiskebåt uten navn og kjenetegnet — 31 fot. Prøve tatt av dekkbjelke. Et noe egenartet tilfelle da veden var sterkt opptrevlet (se figur 50). Materialene var nylig tatt ut av båten.

59. 19. oktober 1960.

Kåre Hansen, Sund. «Halsøy». Bygd på Hemnesberget 1954. Taubåt tilhørende Nes Trelastbruk, Mosjøen, 39 fot. Båten var 5 år gammel da den ble reparert for et år siden. Reparasjon kr. 20 000,—. Hele båten var råtnet opp. Årsak: for tett. Prøve av bjelke i bakk. Gran.

60. 20. oktober 1960.

Romsdal og Sunnmøre Skogeierlag. Oversendt prøve fra ishavsskuten «Kvitungen» M-139-Å — Rieber & Co A/S, Bergen. Bygd i Drammen for ca. 45 år siden, ombygd ved Bolsønes Verft, Molde, i 1948. Ved alminnelig klassifisering ble koldfyren avslørt. Samtlige spant fra baugen og ca. 6 m bakover sterkt angrepne. De angrepne spant hadde vært utskiftet i 1948. Reparasjonskostnad kr. 150 000—200 000,—. Båten blir reparert av Rolf Rekdal, Tomra.

61. 11. november 1960.

Gregersens Båtbyggeri, Risør. Eldre los- og taubåt, tilhørende ingeniør Sakslund, Arendal. Brukes som lystbåt. Prøven av hudplank over vannlinjen. Reparasjon kr. 20 000,—.

62. 15. november 1960.

Brekknaholmen Båtbyggeri, Lista. Prøve av spant og garnering. Båten ca. 25 fot, — en manns fiskebåt. Alder ca. 12 år. Båten hadde bare fordekk. Prøven tatt midtskips og der var ikke dekk. Garnering har ligget åpen for vær og vind.

63. 23. november 1960.

John Drage A/S, Rognan. M/S «Elvine». Prøve av spant. Typisk koldfy. Ingen nærmere opplysninger.

64. 5. desember 1960.

Iver Hagens Båtbyggeri, Hjellset, Molde. N-I-ME «Britt-Karin». Bygget 1952. Kondemnert 1960. Båten bygd enten i Rana eller i Hemnesberget. Helt gjennområtten av koldfy. Ikke innsatt med noe impregneringsmiddel. Prøve av rekkestøtte på dekk og garnering. Umulig å komme til spantene da lasterommet var fullt av vann.

65. 5. desember 1960.

Brødrene Hukkelberg, Aukra. «Havørn II». Bygd 1943 — Hardanger. Reparert for koldfy i 1950 på styrbord side. I høst (1960) reparert babord side. Angrepet i spant og garnering. Prøve tatt i spant. Reparasjonskostnad kr. 10 000.

66. 5. desember 1960.

Brødrene Hukkelberg, Aukra. Prøve av «frisk» ved som skulle brukes i spant. Treet kommer fra Romsdal, stedsnavn ukjent.

67. 6. desember 1960.

J. R. Ås Båtbyggeri, Vestnes. Prøve av ny ved med råteangrep.

68. 7. desember 1960.

Elias Tomren, Tomra. «Rubin» av Måløy, ca. 10 år gammel, 67 fot. Ikke reparert tidligere. Prøve tatt av begynnende råte i bjelkelaget. Det ble hevdet at denslags angrep ikke vil utvikle seg videre. Reparasjon av råteskade kr. 15 000,—.

69. 7. desember 1960.

Kristian Frosta og Sønner, Tomra. «Juli». Bygd 1954 av Romsdalsfuru. Lengde 66 fot. Fraktesbåt som går på hele kysten. Angrepet hud, spant og garnering midtskips. Helt fra dekket og ned til kjølen. Prøven av spant.

70. 7. desember 1960.

L. H. Salthammer Båtbyggeri, Vestnes. «Sjøgutten III». Bygd 1943. Reparert 1960. Fiskebåt — ca. 60 fot, 45 brt. Forholdsvis liten råteskade akter, skyldes muligens lekkasje. Prøven tatt av materiale som satt under en dekkbjelke hvor denne var festet til skroget. Reparasjon ca. kr. 3 000,—.

71. 5. desember 1960.

Brødrene Hukkelberg, Aukra. «Sektor». Bygd 1946. Var reparert i 1956 for koldfyr. Skade kr. 25 000,—. Denne gang bare en liten råteskade på dekk. Prøven noe mangelfull, da de hadde kastet det meste av materia-
lene på sjøen.

72. 9. desember 1960.

Skålvikfjordens Båtbyggeri, Halså. «Prøven». Bygd 1939. Fiskebåt. Spanter og dekkbjelker i bunnen angrepet. Spantene var angrepet i kjerneveden. Prøve tatt av spant. Reparasjonskostnad kr. 7 000,—.

73. 9. desember 1960.

Skålvikfjordens Båtbyggeri, Halså. «Otterøy». Bygd 1947, reparert 1960. Fiskebåt. Angrep på rekkestøtte og slange på dekk. Angrepet størst der hvor det var to treflater mot hverandre. En trolig årsak er fuktighetsdannelse. Prøven tatt av rekkestøtte. Materialet er gran.

b. Resultater og diskusjon.

Tresopper er funnet i over to tredjedeler av prøvene hvorfra det er forsøkt isolering.

Av de ialt 12 undersøkte prøver som var innsendt i perioden 1958—1960, har det lyktes å isolere råtedanneren fra 10 av prøvene. Disse er blitt bestemt til:

Coniophora puteana 7 stk.

Lentinus lepidens 1 stk.

Trametes serialis 1 stk.

Polyporus annosus og

Coniophora puteana 1 stk.

Hva de resterende 2 prøver angår, tyder råtebildet for en av disses vedkommende absolutt på *Coniophora puteana*. For den andres vedkommende er imidlertid råten av slik beskaffenhet at den ikke gir sikre holdepunkter for noen bestemmelse.

Samtlige resultater fra innsamlet materiale i 1960 er ført opp i tabell 4. Statsmykolog Håkon Røeds kommentar til de enkelte prøver er ført opp i tabellens siste kolonne. Alle prøver, hvor ikke annet er oppført, er furu. I flere tilfelle var tresoppene uaktive eller andre sopporganismer hadde tilsmittet prøven så mye at det var umulig å isolere den tresopp som var årsak til skaden. I hovedtabellen blir disse prøvene betegnet med at det bare er funnet sekundære sopper.

Tabellen viser videre at det i to tilfelle er samlet inn prøver med skade av *Teredo* og *Limnoria*. Disse prøvene er kommet med mer tilfeldig, men det bør pekes på at på enkelte strekninger av kysten kan *Teredo* og *Limnoria* forårsake betydelig skade på trefartøyer. Spesielt ble det ved Andenes Slip, Andøya, fremholdt at i de ytre strøk av Vesterålen var trefartøyene sterkt utsatt for angrep av disse skadedyrene. Ved Tjørves Båtbyggeri, Borhaug, Lista, ble det også nevnt at i de områder var *Teredo* og *Limnoria* meget virksomme.

I to andre tilfelle er skaden av elektrokjemisk art. Ved innsamlingen av prøvene ble det ikke lagt noen spesiell vekt på å kartlegge denne form for skade på trevirke i trefartøyer. Derfor er denne skadeform bare registrert i disse to tilfelle. Men det er helt klart at elektrokjemisk skade er langt mer utbredt enn hva disse to prøvene gir uttrykk for. Forfatteren har i den senere tid observert skaden flere ganger i blant annet dekkbjelker. Årsaken var gjerne gjennomgående bolter for festing av utstyr på dekk. En nærmere beskrivelse av elektrokjemisk skade er gitt i kapittel 3.

Tabll 4. En oversikt over undersøkte trefartøyer
Table 4. An account over surveyed wooden wessels

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidligere rep. Previously repaired	Angrepssted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estimated repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Building year	Prøvens nr. Sample no.	Kultur nr. Culture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
John Vevik, Løfallstrand	Kallakot	fiske	nei	hud, spant, garnering	10 000	1960	1946	1	B 27	Sannsynlig <i>Coniophora</i>
Eidsvik Båtbyggeri, Uskedal	Fykkesund	frakt	nei	spant, garnering	15 000	1960	1948	2	18	<i>Coniophora puteana</i>
Eidsvik Båtbyggeri, Uskedal	—	—	—	hud (eik)	—	1960	—	3	B 25	<i>Penicillium sp.</i> + 3 ubest. <i>Fungi imperfecti</i>
Eides Sønner, Høylandsbygd	—	fiske	—	spant og lister i lugaren	—	1960	ca. 50 år	4	B 29	Høyst sannsynlig <i>Coniophora</i>
Eides Sønner, Høylandsbygd	—	—	—	rekkeplank	—	1960	—	5	B 30	<i>Poria sp.</i>
Olav Larsen Sjø, Halsnøy	M/S Sørfjord	ferje	nei	spant	10 000	1960	ca. 50 år	6	—	Isolering ikke mulig, prøven for gammel
Ottesens Skips- byggeri, Sagvåg, Stord	Austli	frakt	—	fullstykk, garnering	—	1960	1917	7	B 23	Ubestemt

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidligere rep. Previously repaired	Angrepssted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estimated repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Building year	Prøvens nr. Sample no.	Kultur nr. Culture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
Ottesens Skipsbyggeri, Stord	Waaga	frakt	1952	rekkestøtte	25 000	1960	1910	8	B 24	<i>Penicillium sp.</i> + 1 ubest. <i>Fungus imperfectus</i>
Eidsbotn Båtbyggeri, Koppervik	Tarug	fiske	—	mast	—	1960	1948	9	14	<i>Phialophora fastigata</i>
Eidsbotn Båtbyggeri, Koppervik	Sjøden	fiske	1950	forhudning	—	1960	1938	10	B 15	<i>Trichoderma lignorum</i> + 3 ubest. <i>Fungi imperfecti</i>
Eidsbotn Båtbyggeri, Koppervik	Kloholm	fiske	—	dekk akter	—	1960	1948	11		Ingen råtesopp isolert, gjennomslutt med blåvedsopper
Sigurd Sagen, Hommersåk	Lyse	frakt	nei	styrhus innvendig	5 000	1960	1949	12	B 19	<i>Coniophora puteana</i>
Sigurd Sagen, Hommersåk	Fartøy fra Kystartilleriet		1956	dekkssbjelke	30 000	1960	—	13	B 20	Ubestemt <i>Basidiomycet</i> + 1 ubest. <i>Fungus imperfectus</i>
Sigurd Sagen, Hommersåk	—	fiske og frakt	—	garnering i lugaren	—	1960	1927	14	B 21	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Chloridium sp.</i> + 3 <i>Fungi imperfecti</i>
Sigurd Sagen, Hommersåk	—	rutebåt	—	skanse-kledning	—	1960	—	15	B 27	Antagelig <i>Coniophora</i> , bare sekundære sopper isolert

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidli- gere rep. Previ- ously repaired	Angreps- sted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estima- ted repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Build- ing year	Prø- vens nr. Sam- ple no.	Kul- tur nr. Cul- ture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
Terje Welle, Egersund	Johanne	fiske	—	bommen	—	1960	1954	16	B 31	<i>Trametes serialis</i>
Terje Welle, Egersund	—	—	—	skåtplank	—	1960	4—5 år	17	B 32	Råten tyder på <i>Coniophora</i> , isolering har ikke lyktes
Terje Welle, Egersund	—	—	—	skåtplank	—	1960	10 år	18	B 33	<i>Coniophora puteana</i> + 2 ubest. <i>Fungi imperfecti</i>
Seglem Båtbyggeri, Egersund	Ainor	fiske	—	hudplank, bauen	14 800	1960	1949	19	B 34	<i>Coniophora?</i> Isolering ikke lykkes
Seglem Båtbyggeri, Egersund	Karpur	fiske	—	spant, hud	13 000	1960	1940	20	B 35	<i>Coniophora?</i> Isolering ikke lykkes
Seglem Båtbyggeri, Egersund	Elvira	fiske	—	mast	500	1960	1955	21	B 36	<i>Trametes serialis</i>
Farsund Slipp, Farsund	Mågen	frakt silde- lagring	—	rekkestykke	—	1960	1887	22	B 37	<i>Penicillium sp.</i> + 4 ubest. <i>Fungi imperfecti</i>
Farsund Slipp, Farsund	Vargy	frakt	ja	hud (eik)	—	1960	1920	23	B 38	<i>Spicaria</i> + 1 ubest. <i>Fungus imperfectus</i>

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidligere rep. Previously repaired	Angrepssted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estimated repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Building year	Prøvens nr. Sample no.	Kultur nr. Culture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
Tjørves Båtbyggeri, Lista	Østby	frakt	—	hudplank	30 000	1960	1920	24	B 39	<i>Coniophora?</i> Isolering ikke lykkes. <i>Nacerda melanura</i> L.
Høyvolds Mek. Verksted, Kr.sand	Oksø	los-skøyte	—	spant	—	1960	1935	25	B 17	<i>Coniophora puteana</i>
Sandnes Mek. Verksted & Slip, Sandnes	—	lekter	—	dekksp plank, dekkshjelke	—	1960	1930	26	B 40	<i>Trametes serialis</i>
Andenes Slip, Andøya	Lita	fiske	—	stilkten	—	1960	1947	27	—	<i>Limnoria</i> , pelekrepes
Andenes Slip, Andøya	Sørøysund	fiske	—	kjølsvin	—	1959	—	28	B 51	<i>Coniophora puteana</i>
Andenes Slip, Andøya	Knut Anker	fiske	—	kledning i lugar	—	1960	1920	29	—	Elektrokjemisk skade
Fredriksen Slipp, Sortland	—	—	—	kjøel og kjølsvin	—	1960	—	30	—	<i>Limnoria</i> og <i>Teredo</i>
Blokken Slip, Blokken	Nordvest- banken	fiske	—	spant og kjølsvin	—	1960	1948	31	B 54	<i>Penicillium</i> sp., <i>Trichoderma lignorum</i> + 1 ubest. <i>Fungus imperfectus</i>

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidligere rep. Previously repaired	Angrepssted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estimated repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Building year	Prøvens nr. Sample no.	Kultur nr. Culture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
Blokken Slip, Blokken	—	—	—	prøve av nye materialer	—	—	—	32	—	Isolering ikke mulig
Holm Slip, Askvåg, V.ålen	Kari-Tordis	fiske	—	mast	—	1960	1926	33	—	Ingen råtesopp isolert
Stokmarknes Skipsverft	Veten	fiske	1952	garnering og spant	30 000	1960	1930	34	56	<i>Coniophora puteana</i>
Ringstad Båtverft, Ringstad	ikke oppgitt	fiske	—	rekkestøtte	—	—	—	35	B 57	<i>Coniophora puteana</i>
Ringstad Båtverft, Ringstad	Grimtind	fiske	1949	alle spanter	kondemner	1960	1940	36	B 58	<i>Trametes serialis</i>
Marhaug Mek. Verksted, Svolveær	Heim	fiske	—	spant	—	1960	1948	37	B 59	Ingen råtesopp isolert, dårlig materiale
Svolveær Mek. Verksted, Svolveær	Æskulopp	fiske	—	foran i bauen (gran)	—	1960	1925	38	B 60	Blandingsrâte med <i>Coniophora</i>
Svolveær Mek. Verksted, Svolveær	Æskulopp	frakt	—	kledning i salong	—	1960	1925	39	61	<i>Penicillium sp.</i> + 1 ubest. <i>Fungus imperfectus</i>

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidligere rep. Previously repaired	Angrepssted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estimated repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Building year	Prøvens nr. Sample no.	Kultur nr. Culture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
Thomassen Båtbyggeri, Svolvær	—	—	—	dekkshjelke	—	1960	—	40	62	<i>Trametes serialis</i>
Smeviken Slip & Mek Verksted, Kabelvåg	Bakken	fiske	—	stevnen	—	1960	—	41	—	<i>Limnoria</i> — pelekreps
Danielsens Båtbyggeri, Harstad	Skrova	los-skøyte	—	spant	—	1960	1951	42	B 63	<i>Coniophora puteana</i>
Danielsens Båtbyggeri, Harstad	Prøve av nye materialer	— —	— —	misfarginger rødved	—	—	—	43	B 64	Ubestemt
Danielsens Båtbyggeri, Harstad	—	—	—	dekkshjelke	—	1960	—	44	B 65	Isolering ikke utført, dårlig materiale
Trondenes Mek. Verksted, Harstad	Først	frakt	—	spant	100 000	1960	1920	45	B 45	Antakelig <i>Coniophora</i> , isolering ikke lykkes.
Danielsens Verft, Finsnes	Viggo Bakke	fiske	—	spant, akterut	—	1960	1948	46	B 66	<i>Trametes serialis</i>
Danielsens Verft, Finsnes	Havur	fiske	1937	spant og hjelker	—	1960	1925	47	B 67	3. ubest. <i>Fungi imperfecti</i>

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidligere rep. Previously repaired	Angrepssted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estimated repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Building year	Prøvens nr. Sample no.	Kultur nr. Culture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
Olsens Slipp, Nordfjordeidet	Vikingen	fiske	1956	spant i bauen	10 000	1960	1938	48	B 68	<i>Coniophora puteana</i>
Molo Slip og Mek. Verksted, Bodø	Agder	fiske	—	spant og garnering	—	1960	ca. 35 år	50	B 70	2 ubest. <i>Fungi imperfecti</i>
Molo Slip og Mek. Verksted, Bodø	N—371—BN	fiske	—	garnering i bauen	—	1960	ca. 15 år	51	B 71	Antakelig <i>Coniophora</i>
Bodø Skipsverft, Bodø	Fykan	frakt	nei	bjelke (gran)	60 000	1960	1949	52	B 44	<i>Tremetes serialis</i>
Saltdal Patentslip, Rognan	Soli I	frakt	—	breitømmeret i bauen	—	1960	—	53	B 72	1 ubest. <i>Fungus imperfectus</i>
Saltdal Patentslip, Rognan	—	—	—	mast	—	1960	1947	54	B 73	<i>Trichoderma lignorum</i> + 1 ubest. <i>Fungus imperfectus</i>
Saltdal Patentslip, Rognan	—	—	—	mast	—	1960	1945	55	B 74	Ubestemt
John Drage A/S, Rognan	Altenfjord	fiske	ja	spant	—	1960	—	56	49	<i>Coniophora puteana</i>

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidli- gere rep. Previ- ously repaired	Angreps- sted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estima- ted repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Build- ing year	Prø- vens nr. Sam- ple no.	Kul- tur nr. Cul- ture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
Stensen og Sønner, Hemnesberget	—	fiske	—	hudplank, bauen	—	1960	—	57	B 46	<i>Trametes serialis</i>
Stensen og Sønner, Hemnesberget	—	fiske	—	dekkshjelke	—	1960	—	58	B 47	Uvisst om noen råtesopp er isolert. Elektrokjemisk skade.
Kåre Hansen, Sund	Halsøy	frakt	nei	spant, hud garnering	20 000	1959	1954	59	B 75	<i>Trametes serialis</i>
Rolf Rekdal, Tomra	Kvitungen	ishavs- skute	ja	spant og garnering	200 000	1960	1920	60	B 42	<i>Coniophora puteana</i>
Gregersens Båtbygg, Risør	—	losbåt	—	hudplank	20 000	1960	—	61	B 76	Ikke enda bestemt råtesopp
Brekknaholmen Båtbyggeri, Lista	—	—	—	spant	—	1960	ca. 12 år	62	B 77	—
John Drage A/S, Rognan	Elvine	—	—	spant	—	1960	—	63	79	Antagelig <i>Coniophora</i> , men ikke isolert
Iver Hagen, Hjellset	Britt-Karin	fiske	nei	hele båten kodemnert	—	1960	1952	64	B 88	Antagelig <i>Coniophora</i>

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidligere rep. Previously repaired	Angrepssted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estimated repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Building year	Prøvens nr. Sample no.	Kultur nr. Culture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
Brødr. Hukkelberg, Aukra	Havørn 2	fiske	1950	babord side spant, garnering	10.000	1960	1943	65	B 90	Bare sekundære sopper isolert
Brødrene Hukkelberg, Aukra	Prøve av ny ved	—	—	spant	—	—	—	66	B 85	Muligens <i>Coniophora</i> , men bare sekundære sopper isolert
J. R. Ås Båtbyggeri Vestnes	Prøve av ny ved	—	—	—	—	—	—	67	—	—
Elias Tomren, Tomra	Rubin	fiske	nei	bjelke	15 000	1960	1950	68	B 80	Bare sekundære sopper isolert
Kr. Frosta & Sønner Tomra	Juli	frakt	nei	spant	30 000	1960	1954	69	B 81	Muligens <i>Coniophora</i> , men bare isolert sekundære sopper.
Salthammer Båtbyggeri, Vestnes	Sjøgutten III	fiske	—	dekkbjelke	3 000	1960	1943	70	B 91	Bare sekundære sopper isolert
Brødrene Hukkelberg, Aukra	Sektor	fiske	1956	dekk	—	1960	1946	71	B 83	Råtesopp ikke isolert

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidligere rep. Previously repaired	Angrepssted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estimated repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Building year	Prøvens nr. Sample no.	Kultur nr. Culture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
Skålvikfjordens Båtbyggeri, Halså	Prøven	fiske	—	bauen, spant	7 000	1960	1939	72	B 82	<i>Coniophora puteana</i>
Skålvikfjordens Båtbyggeri, Halså	Otterøy	fiske	—	rekkestøtte (gran)	—	1960	1947	73	B 92	Ingen råtesopp isolert, prøven for tørr
Søren Frostad Eftf., Tomra i Romsdal	Flemsøy	sel-fanger	—	bjelker i fryseri	26 000	1961	1916/54			
Søren Frostad Eftf., Tomra i Romsdal	Jostein	fiske, nå frakt	—	spant, garnering	70 000	1961	1909/49			
Søren Frostad Eftf., Tomra i Romsdal	Havhesten	frakt	—	spant, garnering	45 500	1961	1862/45			
Blokken Skipsverft & Mek. Verkst. A/S	Vestvågø	frakt og fiske	—	spant, garnering, skandek	5 000	1961	ca. 20 år			
Mjosundet Båtbyggeri	Frida II	fiske	—	hud, spant, garnering	40 000	1961	1955			
Gravdal Skipsbyggeri & Trelastforretning	Jim J, B.77.B	fiske	—	spant og garnering	18 000	1961	1941/53			

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidligere rep. Previously repaired	Angrepssted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estimated repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Building year	Prøvens nr. Sample no.	Kultur nr. Culture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
Danielsens Båtbyggeri A/S	Tjeldsundfergen 3	bilferge	—	dekksbjelker	29 834	1961	1953			
P. Høivolds Mek. Verksted A/S, Kristiansand S.	Yankee 3	mudderapparat	— —	bunnakker	3 785	1961	—			
L. H. Salthammer Båtbyggeri, Vestnes	Barken	fiske	—	dekksbjelkene	14 564	1961	1953			
Bolsønes Verft, Molde	Harøyfjord	fiske	—	spant	—	1961	ca. 10 år			
Blokken Skipsverft & Mek. Verkst. A/S	Viggo Bye	fiske	—	spant og garnering	7 800	1962	ca. 6 år			
Blokken Skipsverft & Mek. Verkst. A/S	Skreiingen	fiske	—	spant og garnering	2 700	1962	ca. 8 år			
Blokken Skipsverft & Mek. Verkst. A/S	Tårnnes	fiske	—	spant, garnering, bjelker	40 000	1962	ca. 7 år			

Reparasjonssted Place of repair	Båtens navn Name of vessel	Type fartøy Type of vessel	Tidli- gere rep. Previ- ously repaired	Angreps- sted Place of attack	Ca. rep. kostnad Estima- ted repair cost N. kr.	Rep. år Year of repair	Bygge år Build- ing year	Prø- vens nr. Sam- ple no.	Kul- tur nr. Cul- ture no.	Bestemt type skade-råtesopp Kind of destruction Type of decay
Blokken Skipsverft & Mek. Verkst. A/S	Samfiske I	fiske	—	spant, garne- ring, bjelker	36 000	1962	ca. 12 år			
Holm Slip, Alsvåg	Bårholmen	fiske	—	spant og garnering	15 000	1962	1948			
Holm Slip, Alsvåg	Vottestad	fiske	—	spant og garnering	13 000	1962	1952			
E. M. Hansen Slip & Båtbyggeri, Grovfjord	Solvind	frakt	—	Spant, hud, garnering	101 000	1962	10 år			
P. Høivolds Mek. Verksted A/S, Kristiansand S.	Øya	frakt	—	stråkjøl	2 330	1962	1910			
Bolsønes Verft, Molde	Nordland	ishavs- skute	—	kjølen	—	1962	omb. 1946 /47			
P. Høivolds Mek. Verksted A/S, Kristiansand S.	Øya	frakt	—	skanse- kledning	2 327,72	1961	1910			

En oversikt over angrepsområdene i et trefartøy for de forskjellige skadeorganismene er vist i figur 55. En bør her merke seg at erfaringsmessig er det få angrep av tresopper i motorrommet. Dette tilskrives den høyere temperatur og bedre ventilasjon som i dette område gir et tørt trevirke.

Ved isoleringen ble 10 forskjellige arter av tresopper bestemt fra treråteprøver fra trefartøyer.

Holder en seg til den i kapittel 3 nevnte inndeling av tresopper, er det isolert sopper som tilhører både *Basidiomycetene*, *Ascomycetes* og *Fungi imperfecti*.

Av *Basidiomyceter* ble

<i>Coniophora puteana</i> ,	isolert	19	ganger
<i>Trametes serialis</i> ,	»	10	»
<i>Lentinus lepideus</i> ,	»	1	»
<i>Poria sp.</i> ,	»	1	»
<i>Polyporus annosus</i> ,	»	1	»

Fra prøver med *Ascomycetes* og *Fungi imperfecti* var det vanlig å isolere to eller flere tresopper samtidig. Herfra er følgende tresopper identifisert:

<i>Tricoderma lignorum</i> ,	isolert	3	ganger
<i>Phialophora fastigata</i> ,	»	1	»
<i>Spicaria sp.</i> ,	»	1	»
<i>Chloridium sp.</i> ,	»	1	»
<i>Penicillium sp.</i> ,	»	6	»

Videre er ukjente *Fungi imperfecti* isolert i 14 prøver.

Hos *Basidiomycetene* er forholdet mellom hvitråte og brunråte sterkt endret fra det en kjenner til i levende trær og annet trevirke i skogen hvor disse to grupper av treråtesopper opptrer like hyppig.

Ved den her foretatte undersøkelse er hvitråte bare registrert i ett tilfelle. Hvitråten *Polyporus annosus* er isolert fra en prøve sammen med *Coniophora puteana*.

Ifølge BOYCE (1961) kan hvitråte og brunråte ofte forekomme i samme trestykke. Hvitråten er den som først angriper for derved å bli fulgt av en brunråtesopp som ødelegger det som er tilbake av relativt god ved.

De forskjellige brunråtesoppene i veden er makroskopisk sett meget like og kan vanskelig bli identifisert uten å isolere organismene i renkultur.

Betydningen av *Ascomycetes* og *Fungi imperfecti* som råtedannende organismer er som nevnt i kapittel 3 først blitt påaktet av forskere i forskjellige land i de senere år og da spesielt etter offentliggjørelsen av et større arbeide av SAVORY (1954 b). Men det bør pekes på at andre forskere tidligere også har belyst disse soppgruppers nedbrytende evne. ROBAK

(1932) skriver at professor Gran personlig har meddelt ham at han som et resultat av sine undersøkelser anser *Trichoderma sp.* som en cellulosenedbrytende soppart.

Laboratorieleder L. Harmsen, Teknologisk Institut, København, har meddelt forfatteren at han ofte isolerer *Trichoderma lignorum* fra ledningsmaster, og at han anser den som en avgjort overflateråtesopp. Videre påpekte han spesielt at han har isolert både *Trichoderma lignorum* og *Phialophora sp.* fra impregnerte ledningsmaster med overflateråte. Dette er en indikasjon på disse soppers store toleranse overfor de impregneringsalter som var brukt. *Spicaria* anser han som en meget vanlig tresopp.

DUNCAN (1960) konkluderer sine undersøkelser med at *Phialophora* hører til de overflateråtesopper som har vist spesiell evne til å angripe både lauvtrær og bartrær. LIESE (1961) fant at *Phialophora* avgjort viste evne til å bryte ned lauvtrevirke. ZYCHA (1964) har vist at slagbruddstyrken i bøk er redusert til 25 % av opprinnelig styrke etter 9 ukers angrep av *Phialophora* i kultur og 50 % for samme angrepstid for *Trichoderma*. COURTOIS (1963) diskuterer nedbrytningssympomer for forskjellige overflateråtesopper og angir deriblant *Trichoderma*.

For å belyse en eventuell nedbryting ved *Ascomycetes* og *Fungi imperfecti* ble det ved Institutt for treteknologi skåret mikrosnitt fra 17 prøver. Bare i en prøve ble det ved isoleringen påvist at nedbrytingen kunne skyldes en *Basidiomycet*. Snittene ble studert i et Zeiss fotomikroskop og avfotografert. Sammen med et makroskopisk bilde fra råteområdet i hver prøve er mikrobildene gjengitt i figurene 23 til 45. Sammenligner en disse mikrosnittene med tidligere offentliggjorte arbeider av BECKER og KOHLMAYER (1958), COURTOIS (1963), FINDLAY og SAVORY (1954), LIESE (1959 og 1963) og SAVORY (1954 b) over nedbryting ved overflateråtesopper (Moderfaule og soft rot) i vedens cellevegger, må en dra den konklusjon at *ascomycetes* og *Fungi imperfecti* aktivt har kunnet være med på nedbryting av vedens cellevegger.

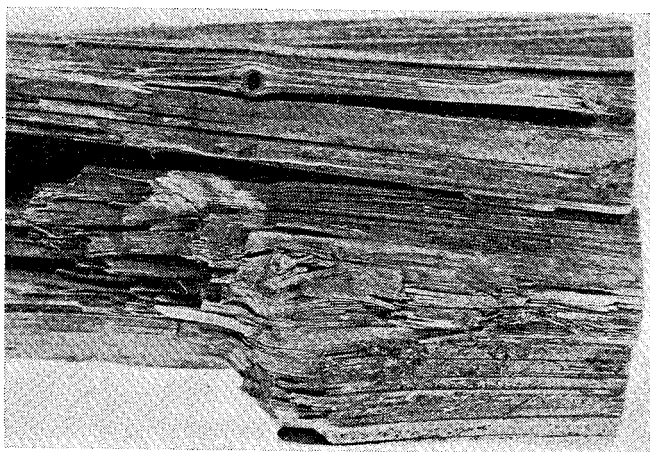
c. Konklusjon.

De foretatte undersøkelser viser at den fremtidige beskyttelse mot forringelse av trefartøyer i Norge på grunn av tresopper bør rettes mot ødeleggelser som kan forårsakes av både *Basidiomycetes*, *Ascomycetes* og *Fungi imperfecti*.

Bedre beskyttelsesmetoder mot *Teredo* og *Limnoria* for ytre konstruksjonsdeler under vannlinjen bør gå parallelt med utviklingen av beskyttelsesmetoder mot tresopper.

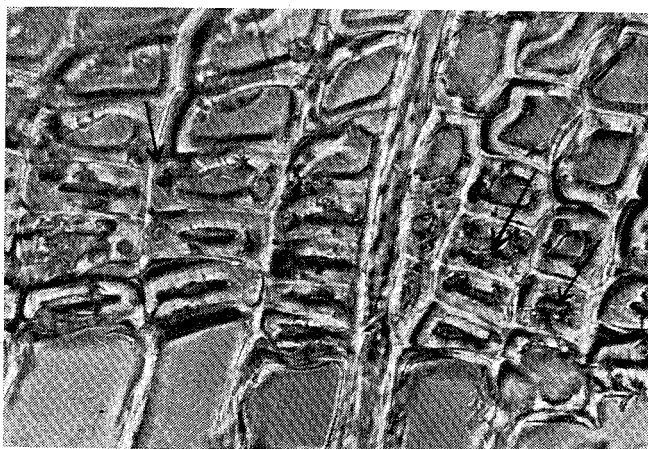
Skader av *Nacerda melanura* bør vises større oppmerksomhet enn tidligere.

Skade på veden på grunn av elektrokjemisk virksomhet er påvist.



Figur 23. Prøve nr. 44 fra dekkbjelke i ukjent fartøy. Fra prøven er det ikke isolert noen bestemt råtesopp

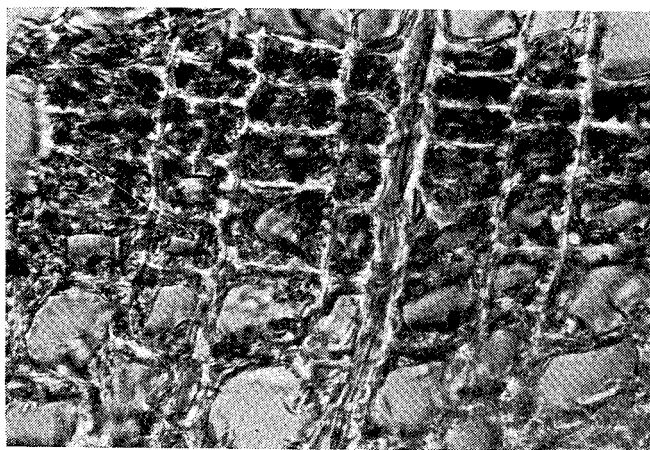
Figure 23. Sample no. 44 from a deck beam in an unknown vessel. No decay fungus is isolated from the sample.



Figur 24. Mikrobilde A av prøve nr. 44. Bildet viser tydelig et begynnende råteangrep i sekundærveggen.

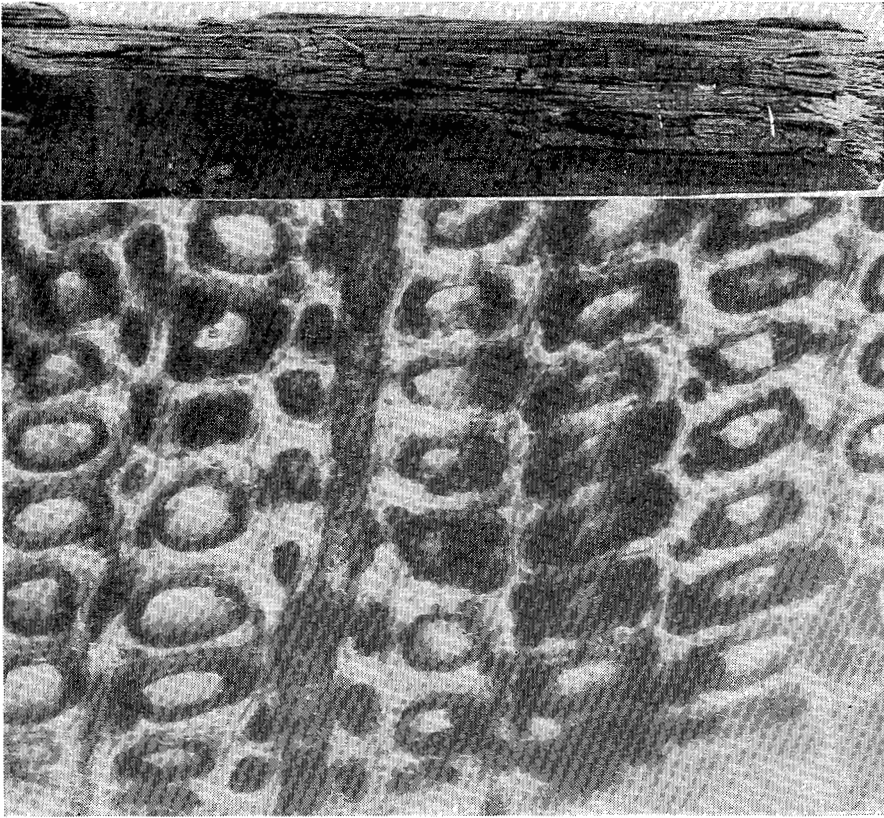
Forstørrelse ca. 400x

Figure 24. Microphotograph A from sample no. 44. The picture shows an early stage of decay in the secondary wall. Enlargment appr. 400 x.



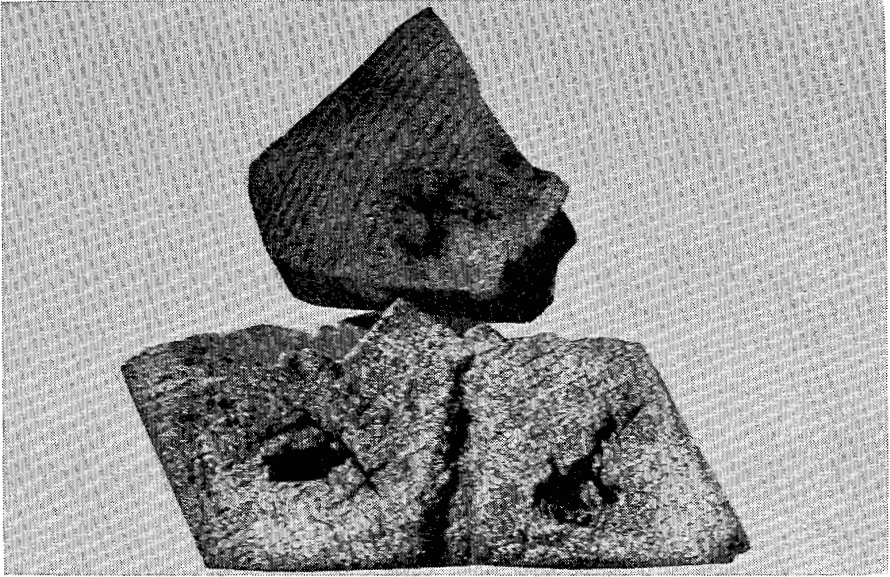
Figur 25. Mikrobilde B av prøve nr. 44. Bildet viser tydelig et senere stadium av råte. Forstørrelse ca. 400 x.

Figure 25. Microphotograph B from sample no. 44. The picture shows a late stage of decay. Enlargement appr. 400 x.



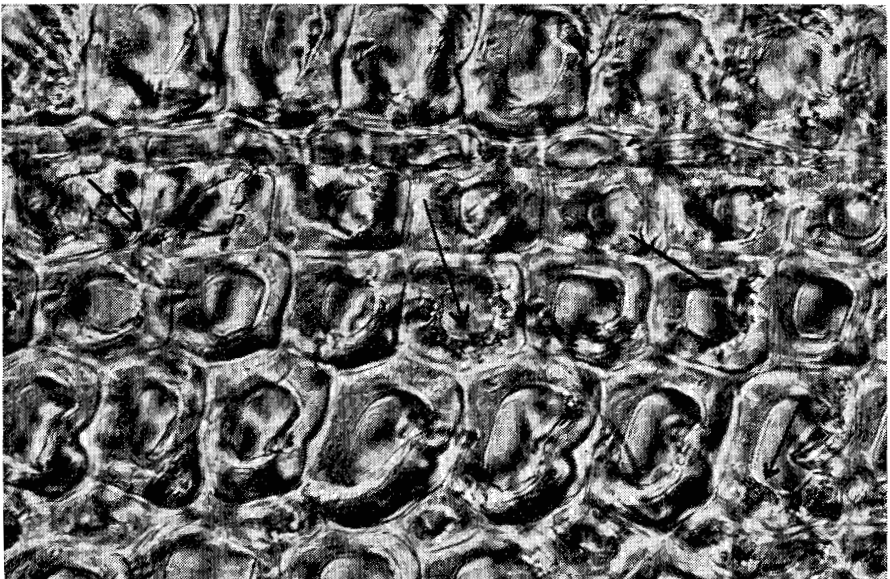
Figur 26. Prøve nr. 7 fra garnering i fraktesbåten «Austli». Fra prøven er det isolert ubestemte tresopper. Mikrobildet viser senere stadium av råte med sterkt angrepne cellevegger i sommerveden. Hulrommene i sekundærveggen utvider seg, flyter over i hverandre og tertiærveggen oppløses tilslutt jevnt og sikkert. Forstørrelse ca. 400 x.

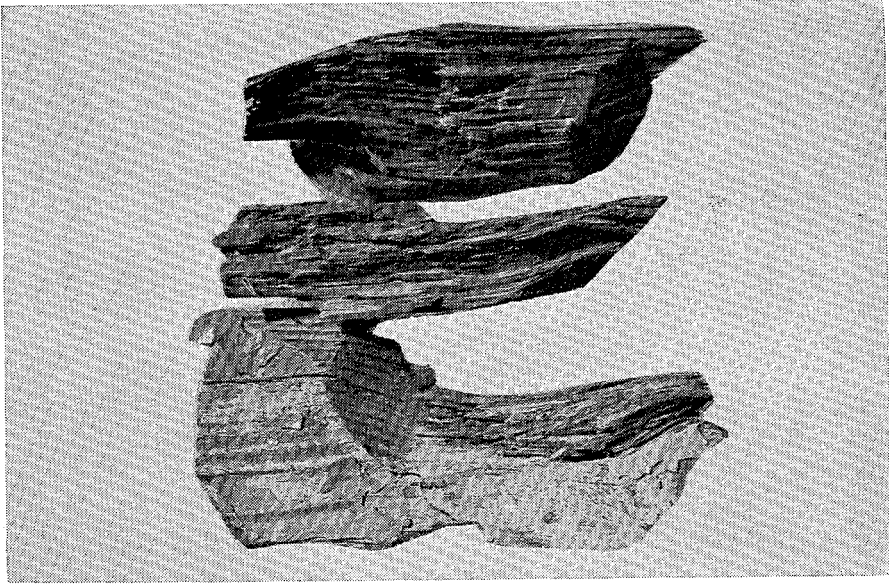
Figure 26. Sample no. 7 of inner lining from the freighter «Austli». Unidentified wood fungi are isolated from the sample. The microphotograph shows late stage of rot with heavily attacked cell walls in the summerwood. The cavities in the secondary cell wall enlarges and the tertiary cell wall dissolves gradually. Enlargement appr. 400 x.



Figur 27. Prøve nr. 61 fra hudplank på losbåt. Fra prøven er det ikke isolert noen bestemt råtesopp. Mikrobildet viser tydelig angrep i sekundærveggen i flere av cellene. Forstørrelse ca. 400 x.

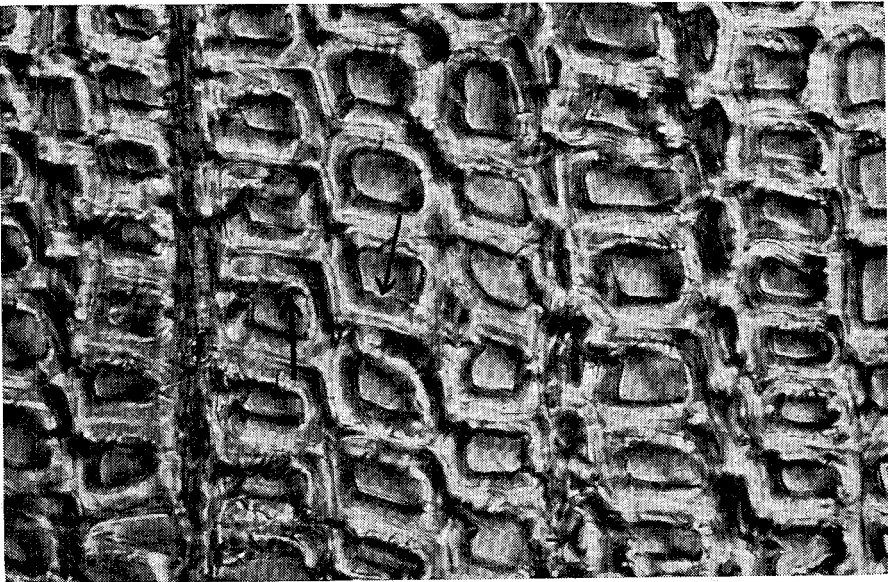
Figure 27. Sample no. 61 from outer lining on a pilot vessel. No. decay fungus is isolated from the sample. The microphotograph shows clearly attack on the secondary wall in several of the cells. Enlargement appr. 400 x.

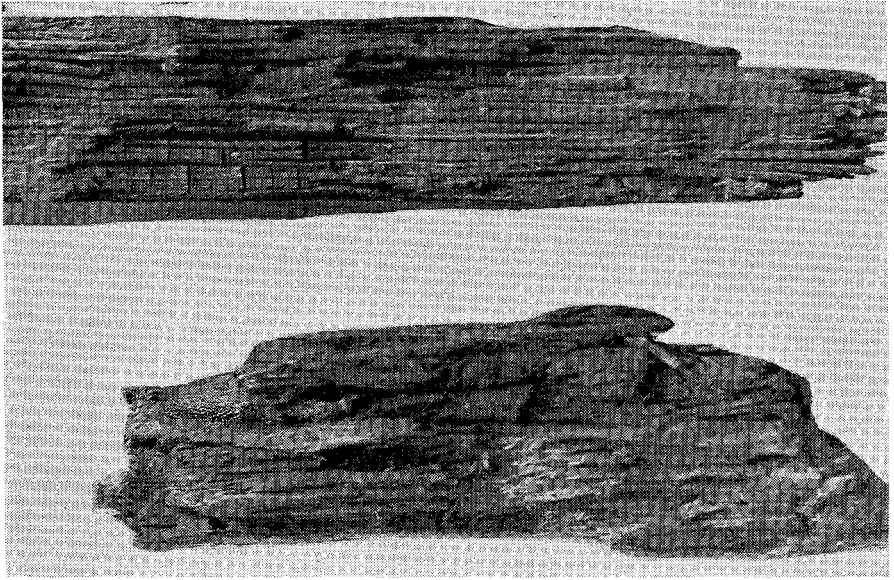




Figur 28. Prøve nr. 14 fra garnering i lugaren i et fiske- og fangstfartøy. Fra prøven er isolert *Penicillium sp.*, *Chloridium sp.* og 3 ubestemte *Fungi imperfecti*. Det ser ut til å ha skjedd en viss nedbrytning. Forstørrelse ca. 400 x.

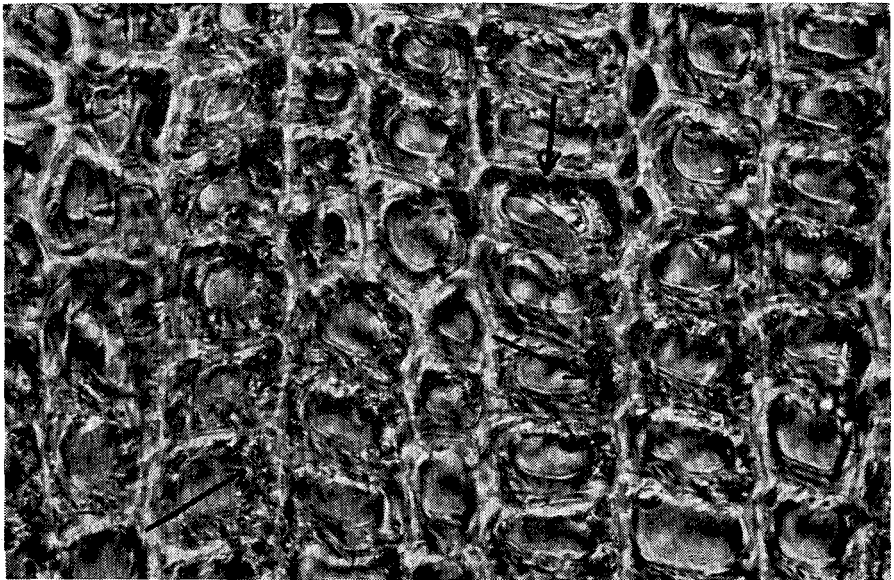
Figure 28. Sample no. 14 from inner lining in the cabin on a combined fishing- and freighter vessel. *Penicillium sp.*, *Chloridium sp.* and 3 unidentified *Fungi imperfecti* are isolated from the sample. The microphotograph shows some destruction on cell walls. Enlargement appr. 400 x.

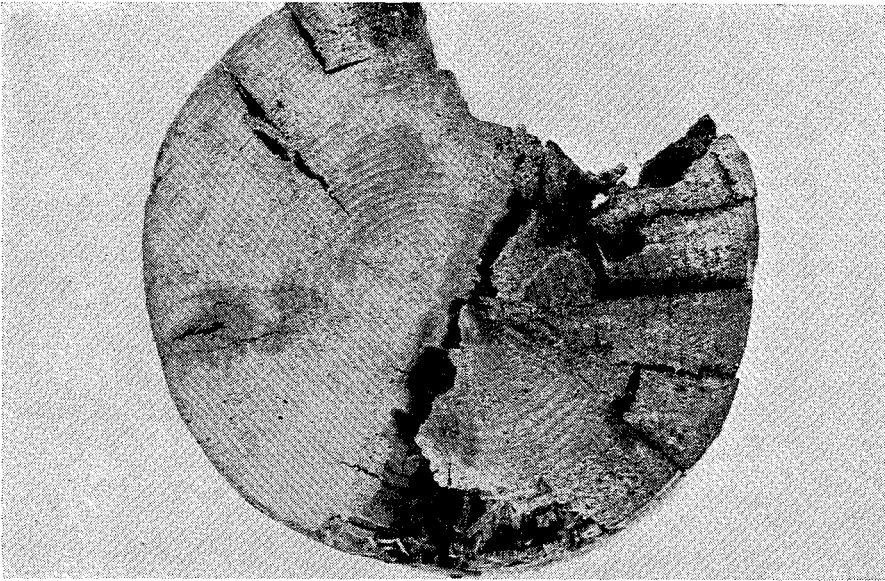




Figur 29. Prøve nr. 8 fra rekkestøtte på fiskebåten «Waaga». Fra prøven er isolert *Penicillium sp.* og en ubestemt *Fungus imperfectus*. Mikrobildet viser hardt angrepne cellevegger. Råtetypen synes å være overflateråte. Forstørrelse ca. 400 x.

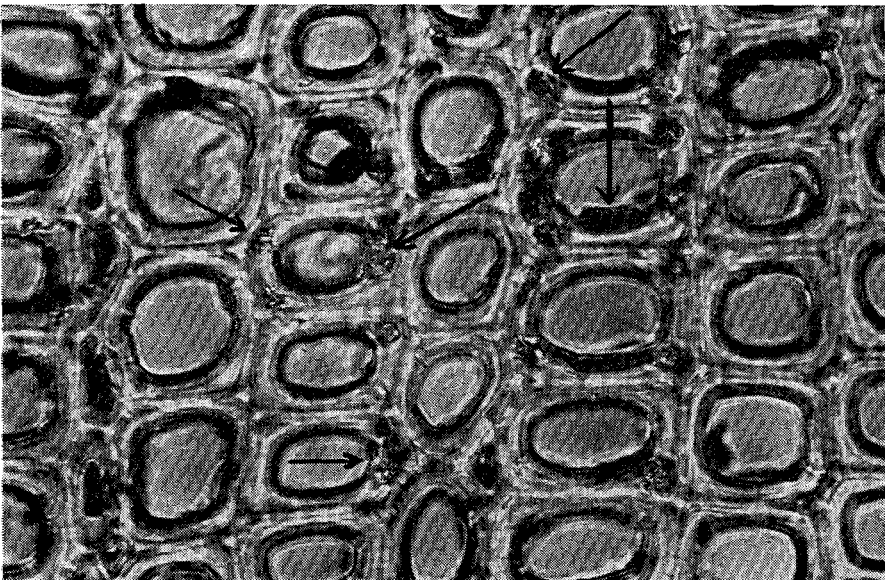
Figure 29. Sample no. 8 from railing on the fishing vessel «Waaga». *Penicillium sp.* and one unidentified *Fungus Imperfectus* are isolated from the sample. The microphotograph shows a heavy attack on the cell walls which is typical for soft rot. Enlargement appr. 400 x.

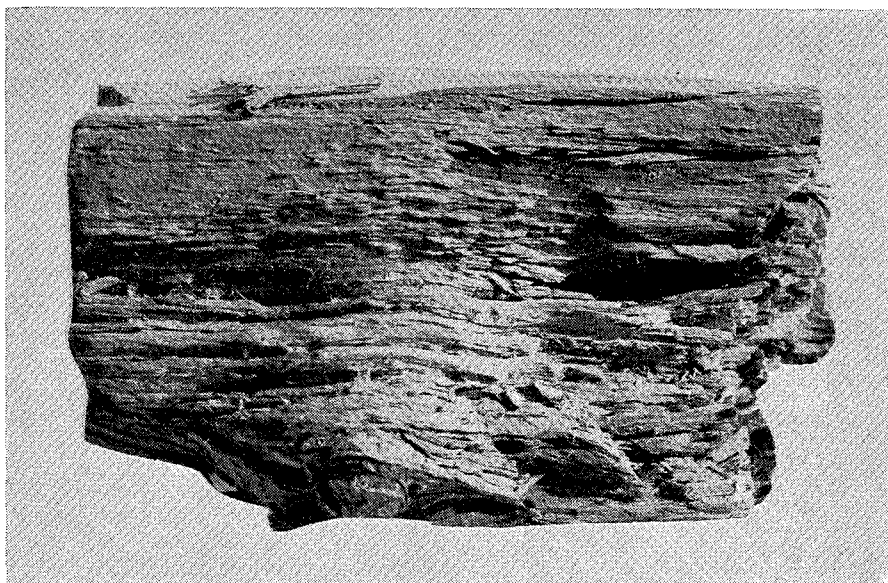




Figur 30. Prøve nr. 9 fra mast på fiskebåten «Tarug». Fra prøven er isolert *Phialophora fastigata*. Mikrobildet viser tydelig råteangrep i sekundærveggen hos flere av cellene. Forstørrelse ca. 400 x.

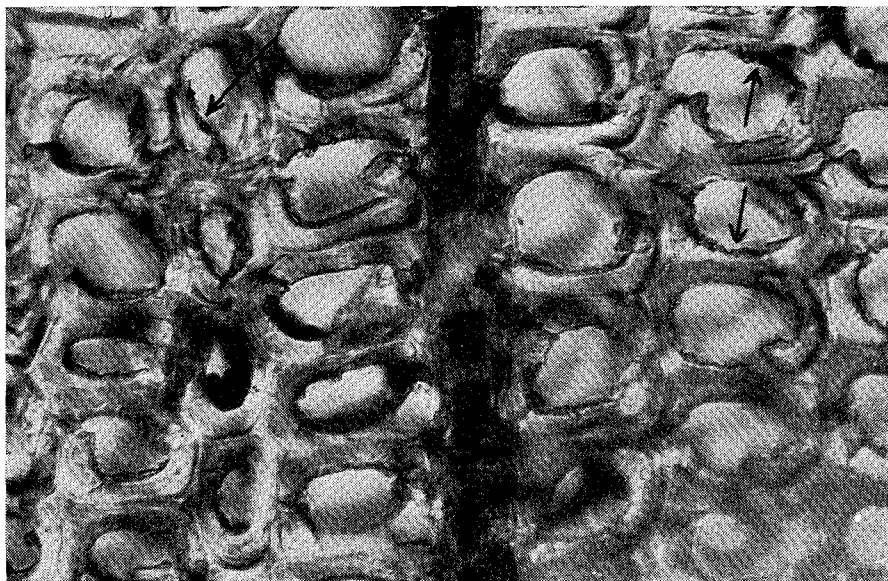
Figure 30. Sample no. 9 from a mast on the fishing vessel «Tarug». *Phialophora fastigata* is isolated from the sample. The microphotograph shows clearly attack of decay on secondary walls in several of the cells. Enlargement appr. 400 x.

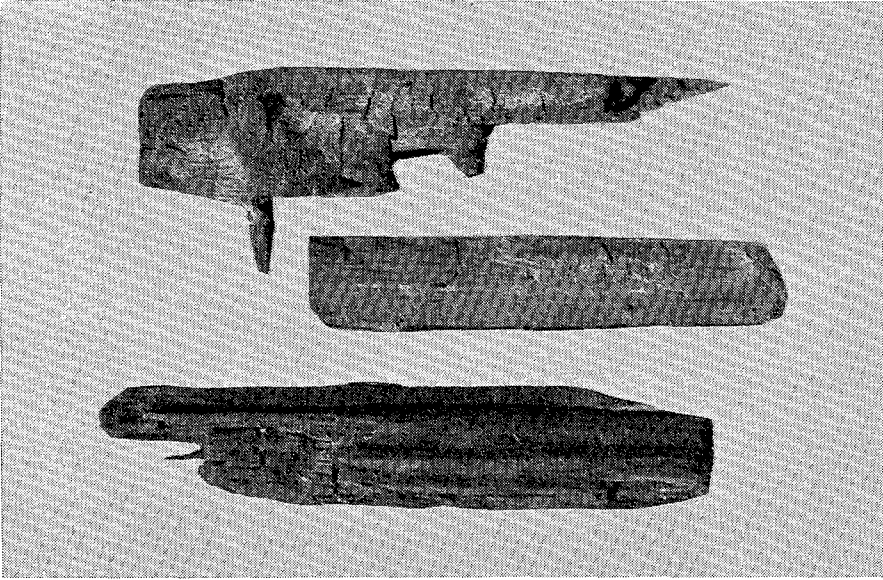




Figur 31. Prøve nr. 22 fra rekkestykke på fraktebåten «Mågen». Fra prøven er isolert *Penicillium sp.* og fire ubestemte *Fungi imperfecti*. Margstrålen på midten av mikrobildet er fylt av sopphyfer som trolig tilhører sekundærsopper. En ser en viss nedbrytning på innsiden av celleveggene mot lumen. Forstørrelse ca. 400 x.

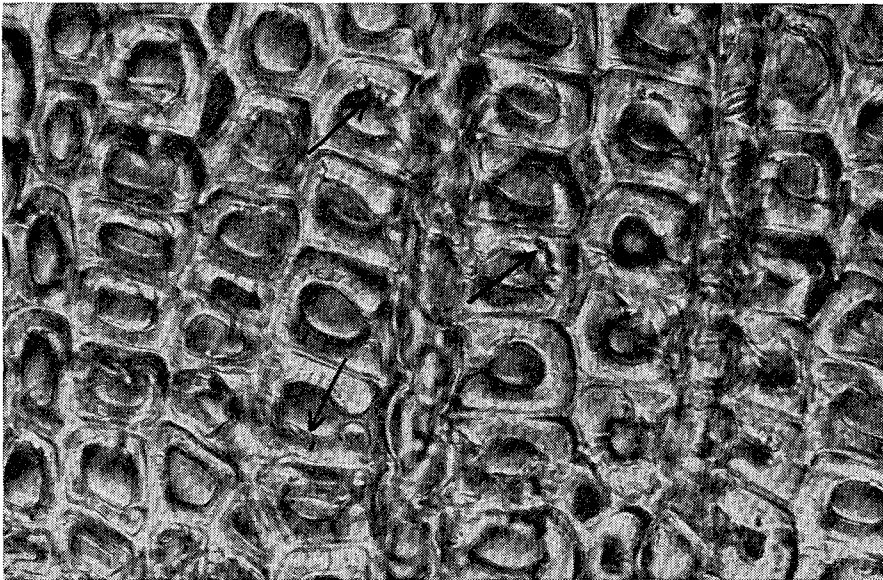
Figure 31. Sample no. 22 from railing on the freighter «Mågen». There is from the sample isolated *Penicillium sp.* and four unidentified *Fungi Imperfecti*. The ray in the middle of the microphotograph is filled with fungus hyphae, most certainly from secondary fungi. Some destruction on the inner side of the cell walls toward the lumen has taken place. Enlargement apprx. 400 x.

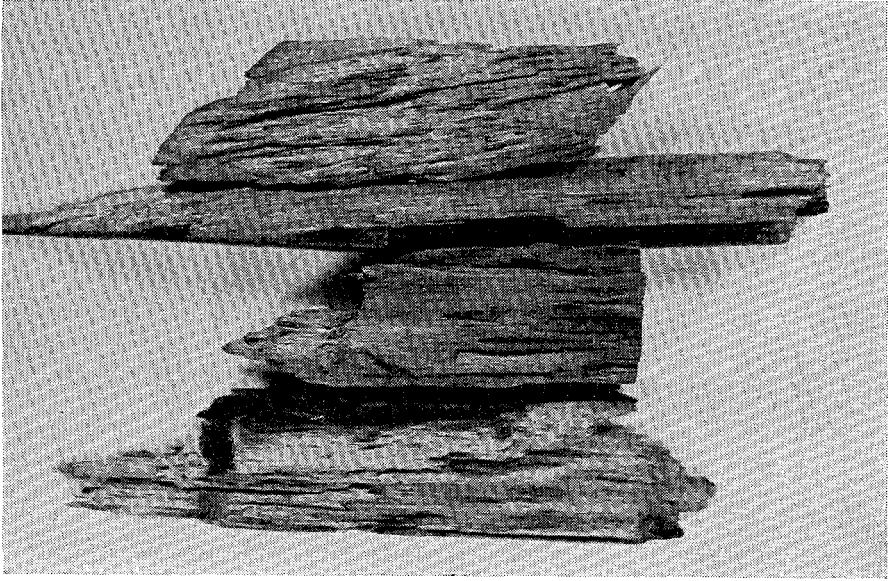




Figur 32. Prøve nr. 39 fra kledning i salongen på fraktebåten «M/K Æskulopp». Fra prøven er isolert *Penicillium sp.* og en ubestemt *Fungus imperfectus*. Bildet viser en viss nedbrytning av veggene i enkelte celler. Forstørrelse ca. 400 x.

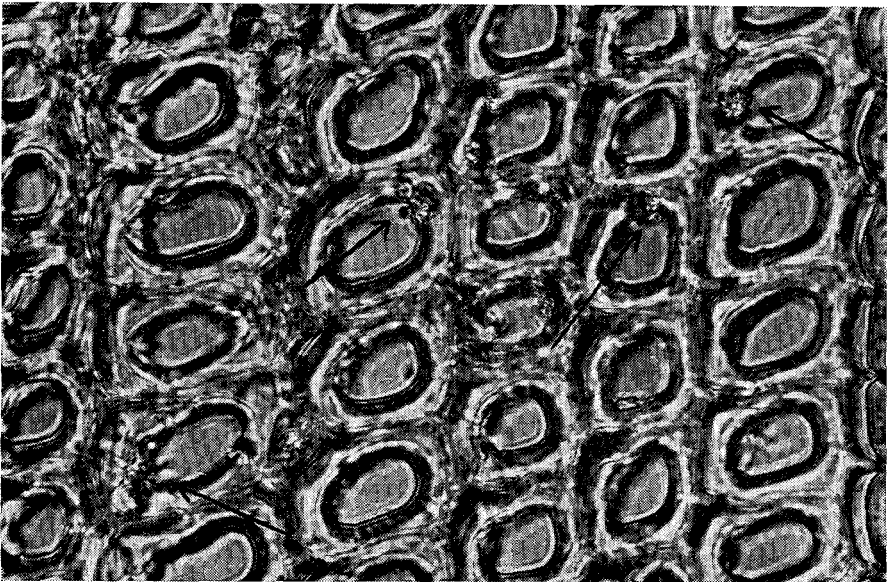
Figure 32. Sample no. 39 from paneling in the saloon on the freighter «M/K Æskulopp». *Penicillium sp.* and one unidentified *Fungus Imperfectus* are isolated from the sample. The microphotograph shows some destruction on the cell walls. Enlargement appr. 400 x.

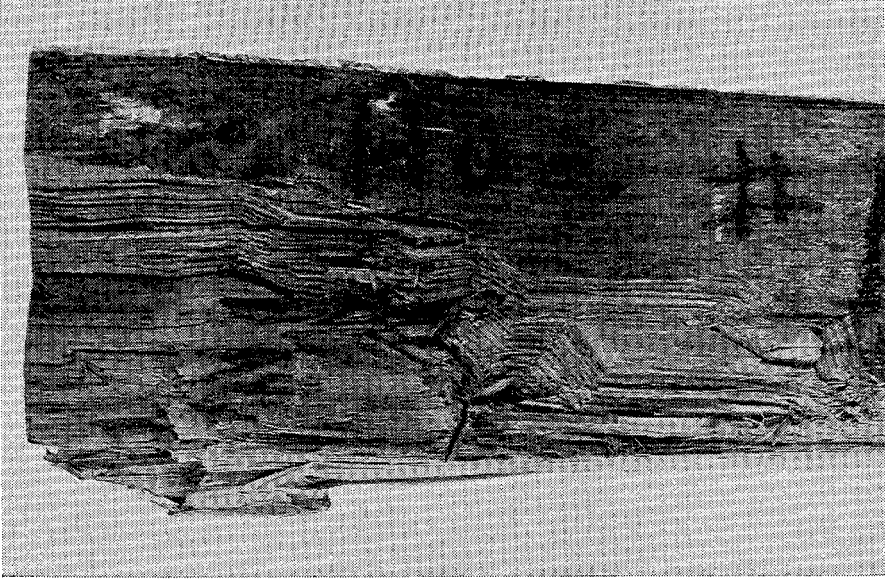




Figur 33. Prøve nr. 54 fra mast på ukjent fartøy. Fra prøven er isolert *Trichoderma lignorum* og en ubestemt *Fungus imperfectus*. Mikrobildet viser angrep i vegg hos flere av cellene. Forstørrelse ca. 400 x.

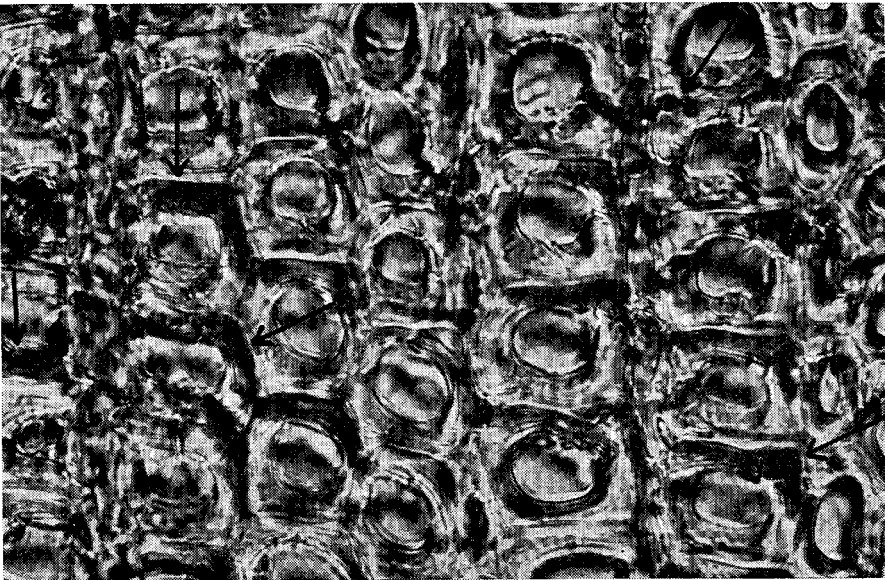
Figure 33. Sample no. 54 from mast on unknown vessel. *Trichoderma lignorum*, and one unidentified *Fungus Imperfectus* are isolated from the sample. The microphotograph shows attack on the secondary wall in several of the cells. Enlargement appr. 400 x.

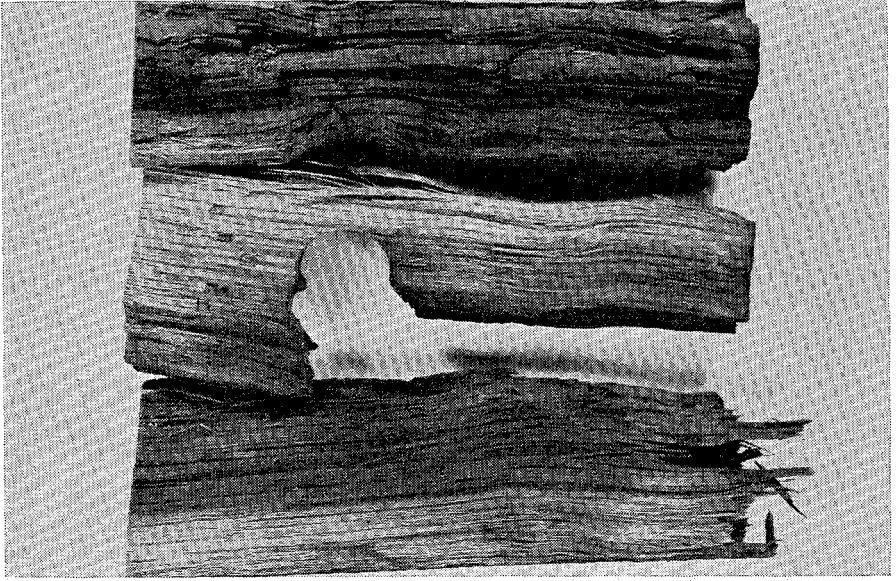




Figur 34. Prøve nr. 10 fra hudplank i fiskebåten «Sjøden». Hudplanken er ca. 10 år gammel. Fra prøven er det isolert *Trichoderma lignorum* og tre ubestemte *Fungi imperfecti*. Mikrobildet viser tydelig angrep av tresopper i flere av cellene. De spesielt markerte mørke områder i sekundærveggene. Forstørrelse 400 x.

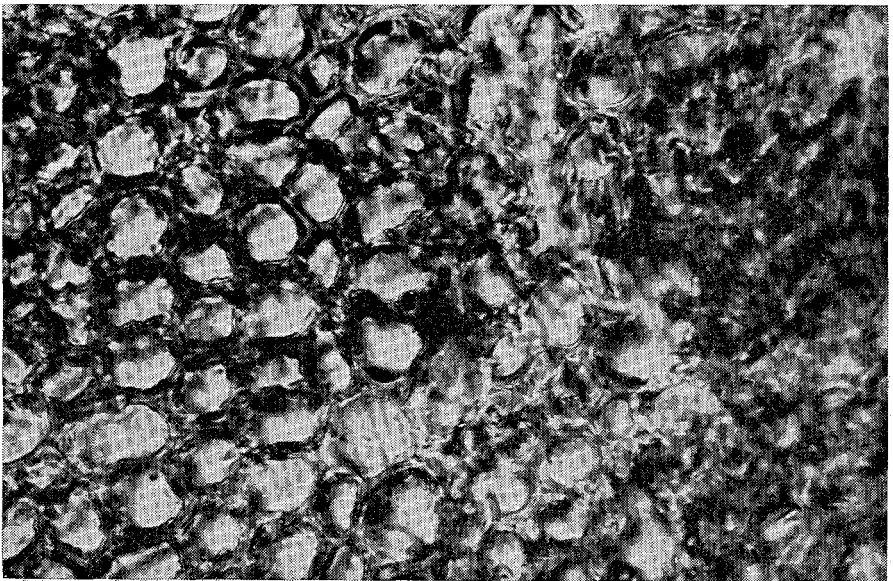
Figure 34. Sample no. 10 from outer lining on the fishing vessel «Sjøden». The plank is about 10 years old. From the sample are isolated *Trichoderma lignorum* and 3 unidentified *Fungi Imperfecti*. The microphotograph shows clearly attack from wood fungi on the cell walls. The dark areas in the secondary walls are especially noticeable. Enlargement appr. 400 x.

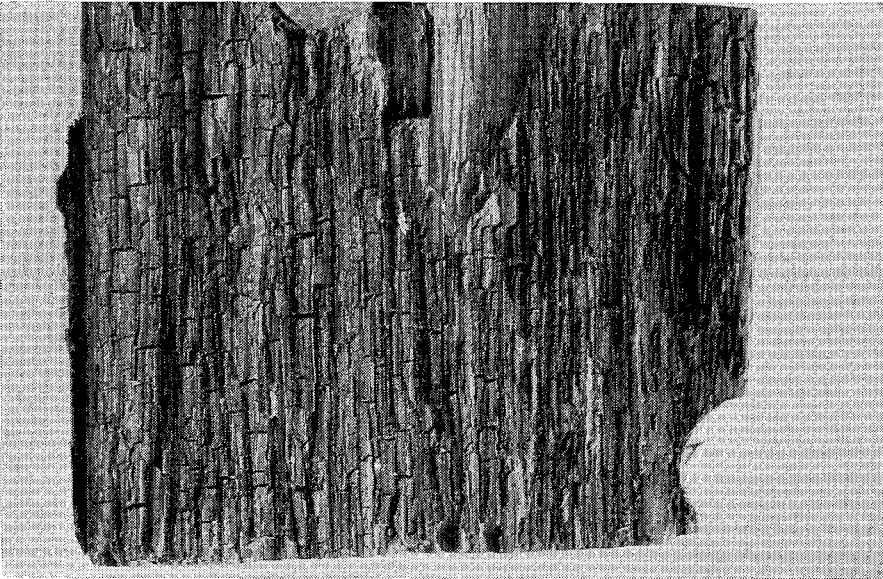




Figur 35. Prøve nr. 23 fra spant av eik i fraktebåten «Vargy». Fra prøven er isolert *Spicaria sp.* og en ubestemt *Fungus imperfectus*. De mørke områdene i celleveggene viser stor nedbryting av tresopper. Forstørrelse ca. 400 x.

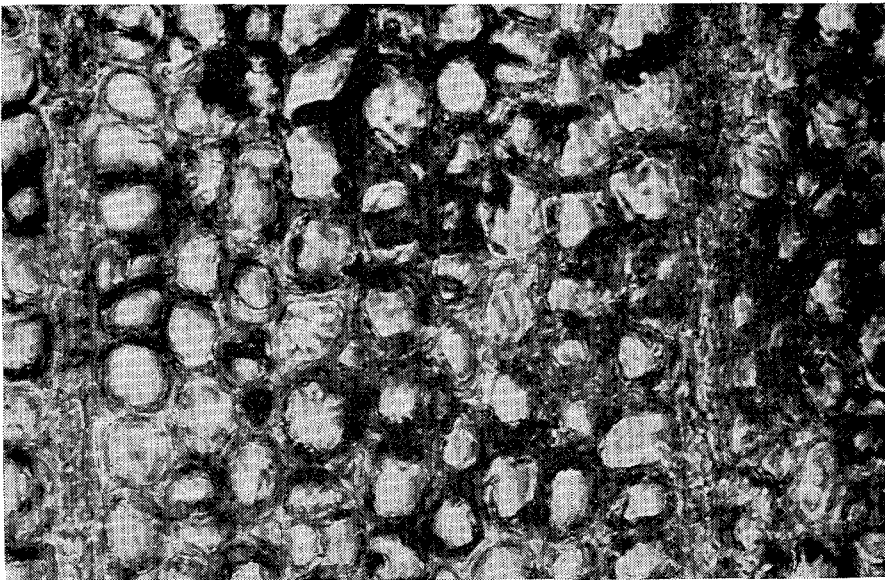
Figure 35. Sample no. 23 from oak frame in the freighter «Vargy». *Spicaria sp.* and one unidentified *Fungus Imperfectus* are isolated from the sample. The dark areas in the cell walls indicate great destruction from wood fungi. Enlargement appr. 400 x.

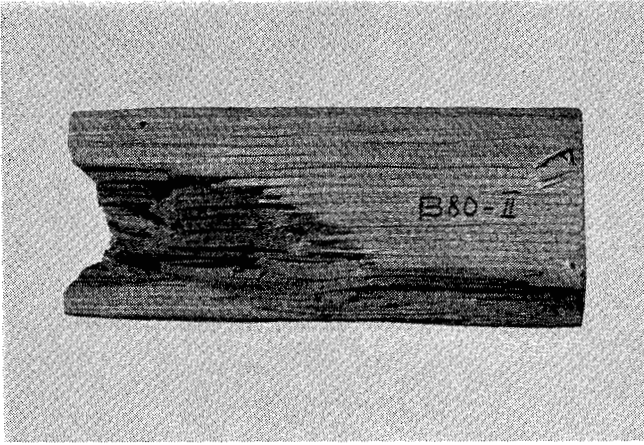




Figur 36 Prøve nr. 3 fra hudplank i eikeskøyte fra Risør. Fra prøven er det isolert *Penicillium* sp. og tre ubestemte *Fungi imperfecti*. De mørke områdene i selleveggene viser stor nedbryting av tresopper. Forstørrelse ca. 400 x.

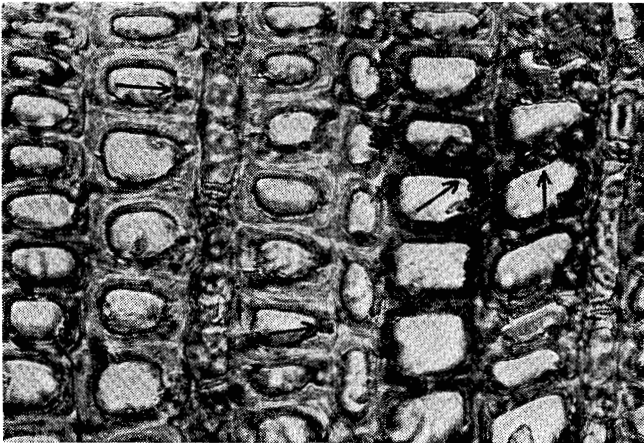
Figure 36. Sample no. 3 from an outer oak lining on an oak vessel from Risør. *Penicillium* sp. and tree unidentified *Fungi Imperfecti* are isolated from the sample. The dark areas in the cell walls indicate great destruction from wood fungi . Enlargement appr. 400 x.





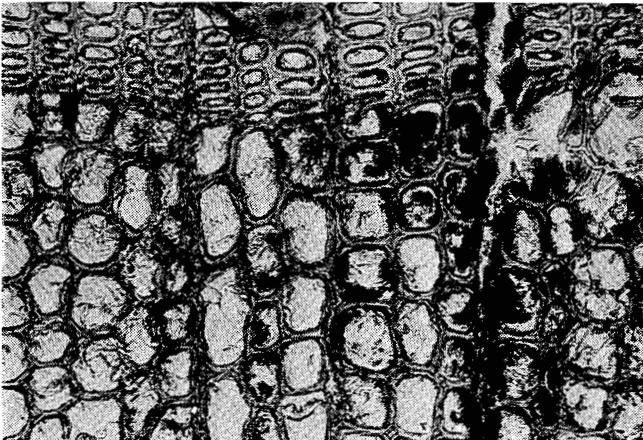
Figur 37. Prøve nr. 68 fra dekkbjelke i fiskebåten «Rubin». Fra prøven er kun isolert sekundære sopper.

Figure 37. Sample no. 68 from deck beam in the fishing vessel «Rubin». Only secondary fungi are isolated from the sample.



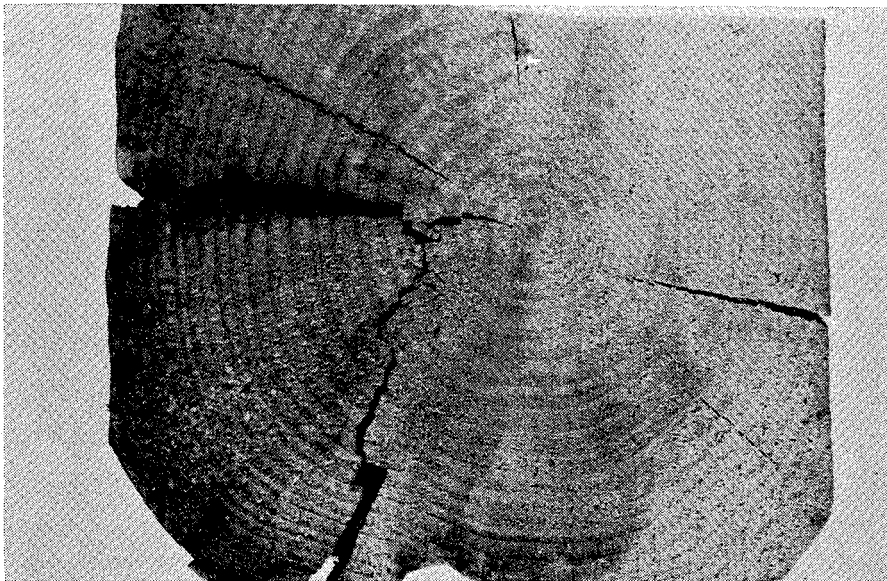
Figur 38. Mikrobilde A av prøve nr. 68. Bildet viser tydelig angrep på celleveggene av tresopper. Sannsynligvis brunråtesopp p. g. a. misfarging både på tertiærvegg og sekundærvegg. Forstørrelse ca. 400 x.

Figure 38. Microphotograph A from sample no. 68. The picture shows clearly attack on cell walls by wood fungi, most likely by brown cubical rot causing discolouration on both tertiary and secondary cell walls. Enlargement appr. 400 x.



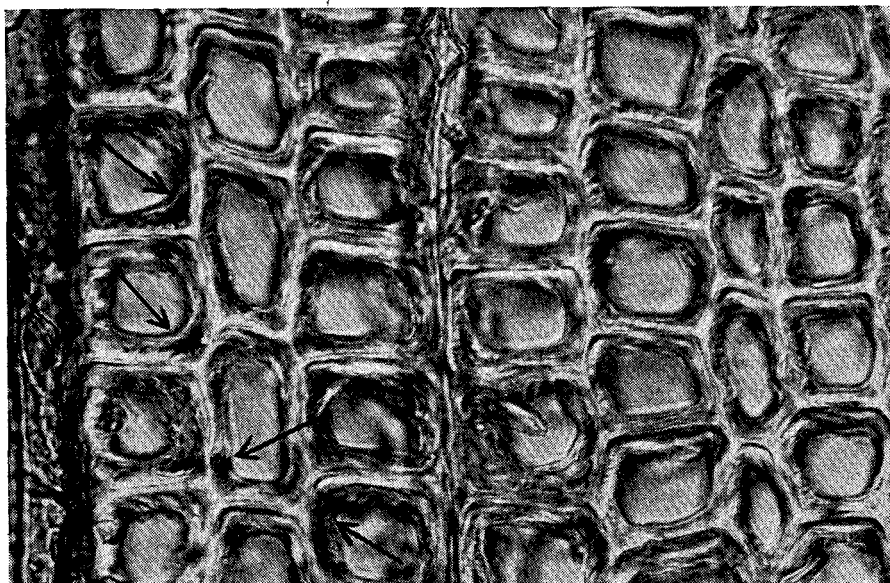
Figur 39. Mikrobilde B av prøve nr. 68. Bildet viser stor konsentrasjon av sekundære sopphyfer i vårvedcellene. Forstørrelse ca. 400 x.

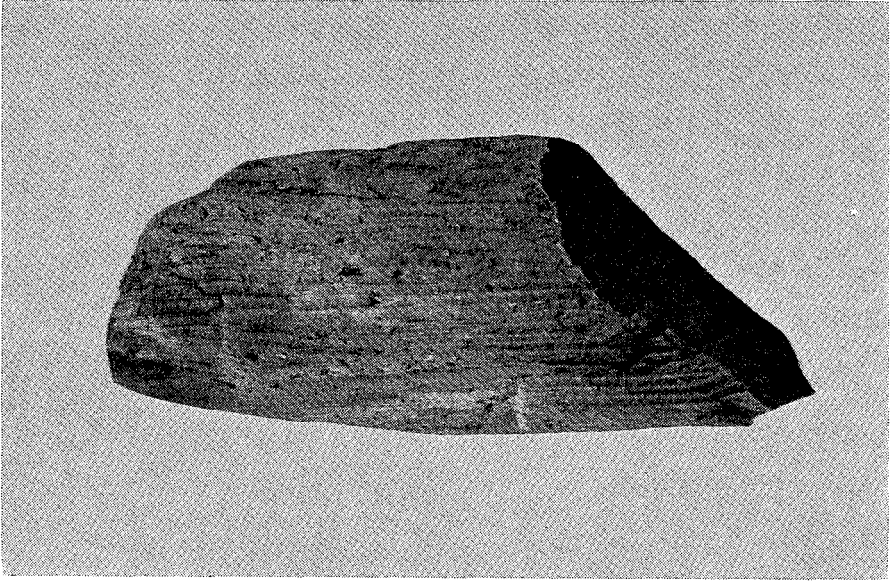
Figure 39. Microphotograph B from sample no. 68. The picture shows great concentration of secondary fungi hyphae in springwood cells. Enlargement appr. 400 x.



Figur 40. Prøve nr. 31 fra spant i fiskebåten «Nordvestbanken». Fra prøven er det isolert *Penicillium* sp., *Trichoderma lignorum* og en ubestemt *Fungus imperfectus*. Mikrobildet viser tydelig angrep av råte i veggen i flere av cellene. I margstrålen til venstre på bildet er det tydelige soppfyfer. Forstørrelse ca. 400 x.

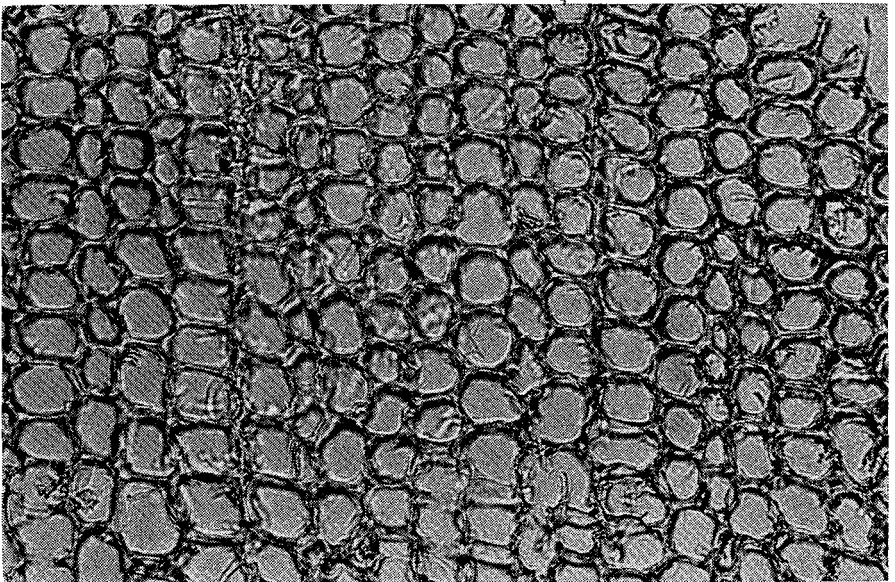
Figure 40. Sample no. 31 from frame in the fishing vessel «Nordvestbanken». *Penicillium* sp., *Trichoderma lignorum* and one unidentified *Fungus Imperfectus* are isolated. The microphotograph shows clearly decay on cell walls. Fungi hyphae appear in the ray to the left in the picture. Enlargement appr. 400 x.





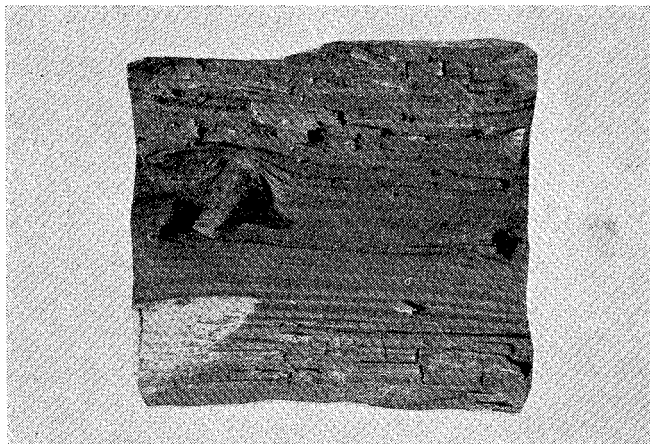
Figur 41. Prøve nr. 53 fra breittømmeret i bauen på fraktebåten «Soli I». Fra prøven er det isolert en ubestemt *Fungus imperfectus*. Kraftig destruksjon på både tertiærvegg og sekundærvegg. Forstørrelse ca. 160 x.

Figure 41. Sample no. 53 from structural part in the bow on the freighter «Soli I». One *Fungus Imperfectus* is isolated from the sample. Great destruction on both tertiary and secondary cell walls appear in the microphotograph. Enlargement apprx. 160 x.



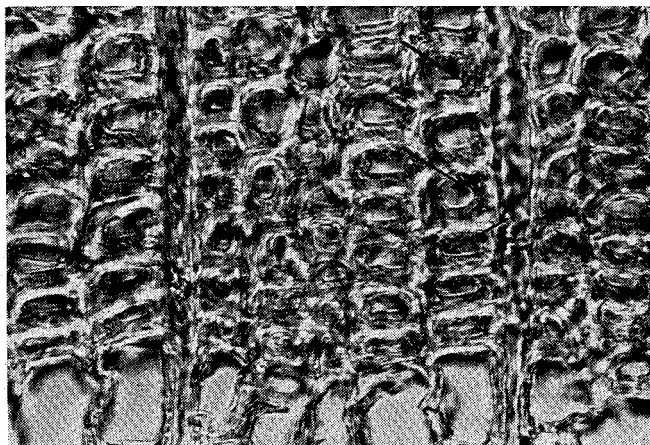
Figur 42. Prøve nr. 47 fra spant i fiskebåten «Havur». Fra prøven er det isolert 3 ubestemte *Fungi imperfecti*.

Figure 42. Sample no. 47 from frame in the fishing vessel «Havur». Three unidentified *Fungi Imperfecti* are isolated from the sample.



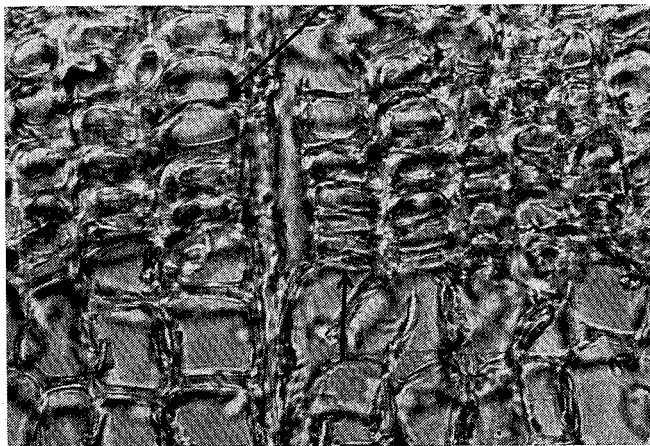
Figur 43. Mikrobilde A av prøve nr. 47. Mikrobildet viser angrep på veggen i flere av cellene av råte. Forstørrelse ca. 400 x.

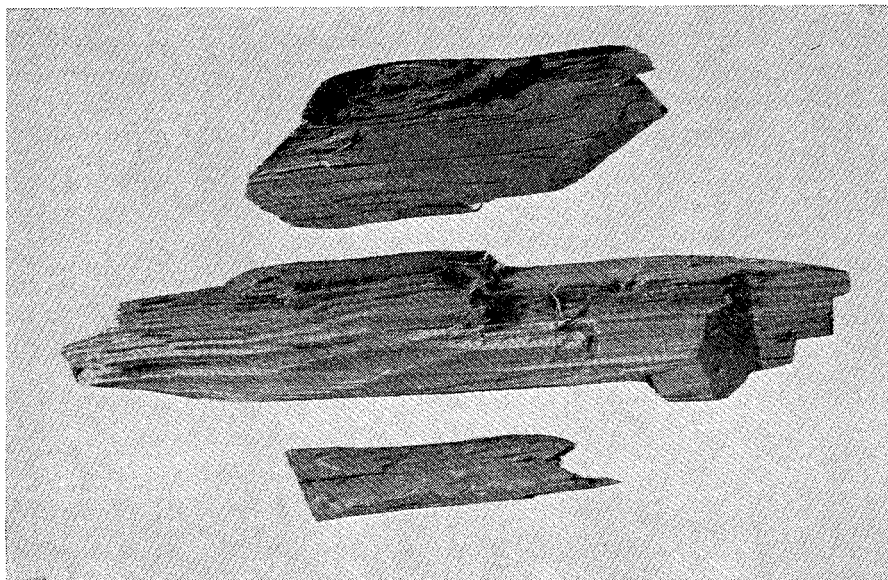
Figure 43. Microphotograph A from sample 47. Fungal decay appear in several of the cell walls. Enlargement appr. 400 x.



Figur 44. Mikrobilde B av prøve nr. 47. Mikrobildet viser et sterkere råteangrep, hvor bare midtlamellen er tilbake i den celleretten hvor pilen viser. Forstørrelse ca. 400 x

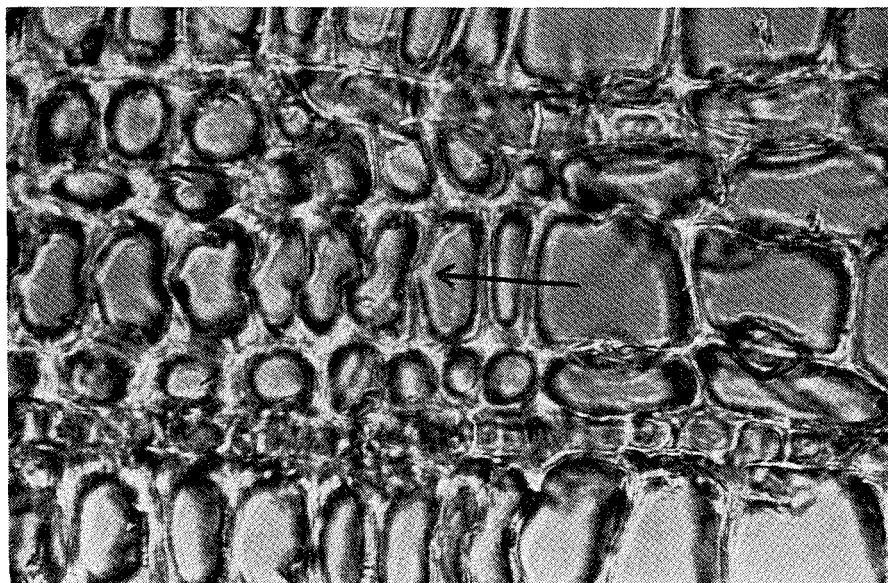
Figure 44. Microphotograph B from sample 47. Decay in cell row indicated by arrow. Only the middle lamella is left. Enlargement appr. 400 x.

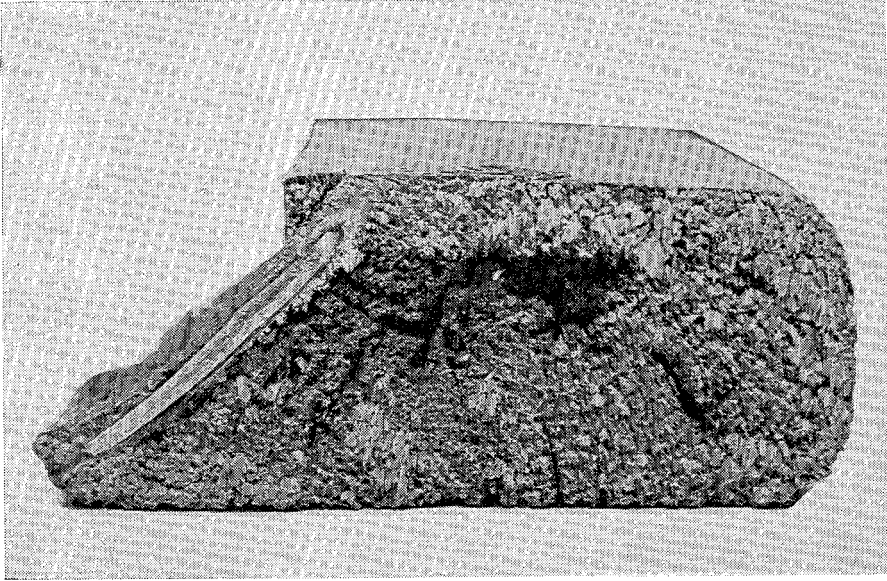




Figur 45. Prøve nr. 13 fra dekkbjelke i fartøy fra kystartilleriet. Fra prøven er isolert en ubestemt *Basidiomycete* og en ubestemt *Fungus imperfectus*. Bare midtlamellen er tilbake i den cellerekken hvor pilen viser. Celleveggen viser tydelige tegn på å gi etter på grunn av svekket styrke. Forstørrelse ca. 400 x.

Figure 45. Sample no. 13 from deck beam in a vessel from the coast artillery. One unidentified *Basidiomycet* and one unidentified *Fungus imperfectus* are isolated. Only the middle lamella is left and the cell wall shows deflection due to reduced mechanical strength. Enlargement appr. 400 x.



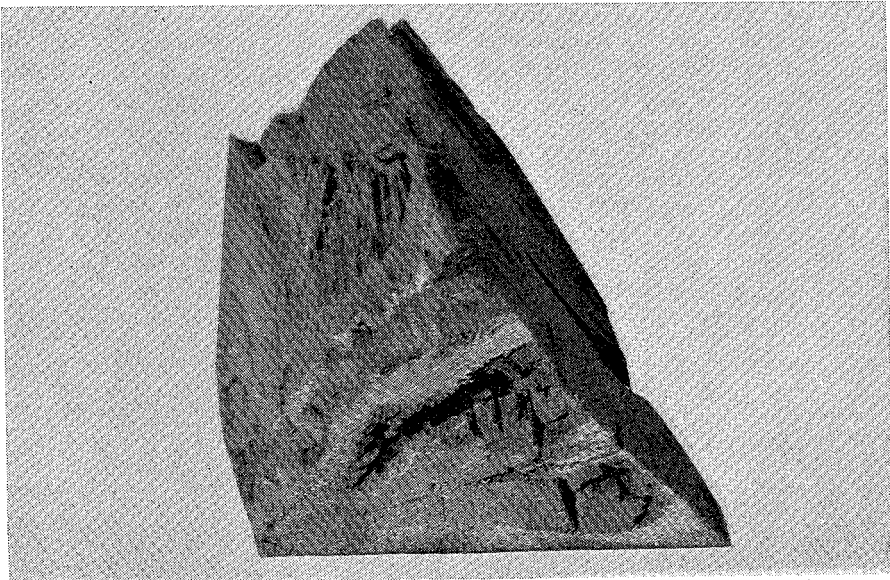


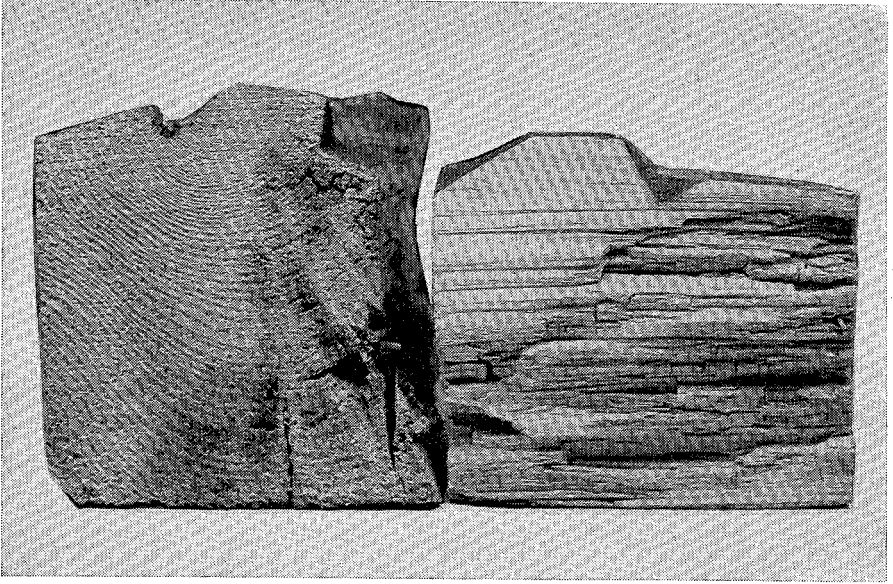
Figur 46. Prøve nr. 5. Rekkeplank fra ukjent fartøy. Stor råtelomme forårsaket av tre-
råtesoppen *Poria sp.*

Figure 46. Sample no. 5. Railing from unknown vessel. Large rot pocket. Rot caused
by *Poria sp.*

Figur 47. Prøve nr. 25. Spant fra losskøyte «Oksø». Typisk eksempel på kubisk råte i
trespant forårsaket av *Coniophora puteana*.

Figure 47. Sample no. 25. Frame from pilot vessel «Oksø». Typical appearance of wet
rot in ships frames, caused by *Coniophora puteana*.

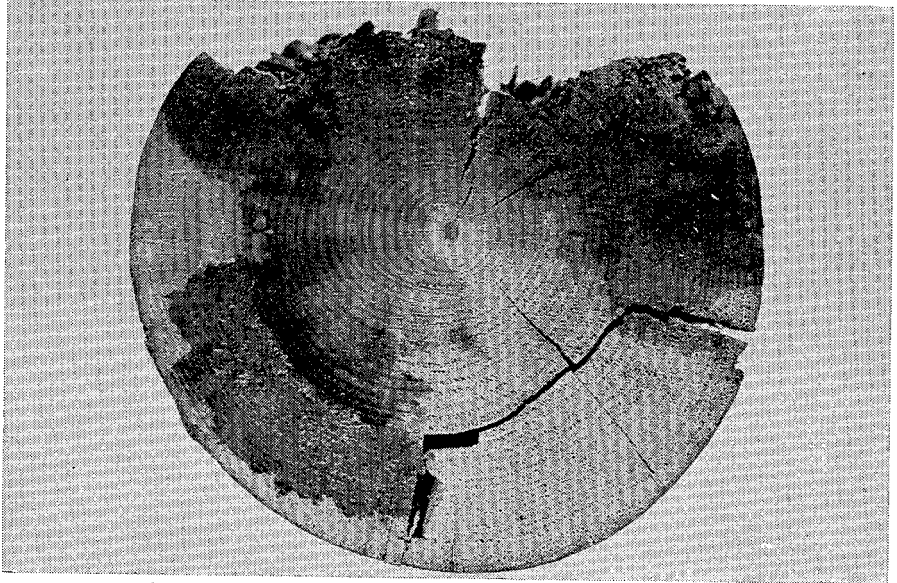


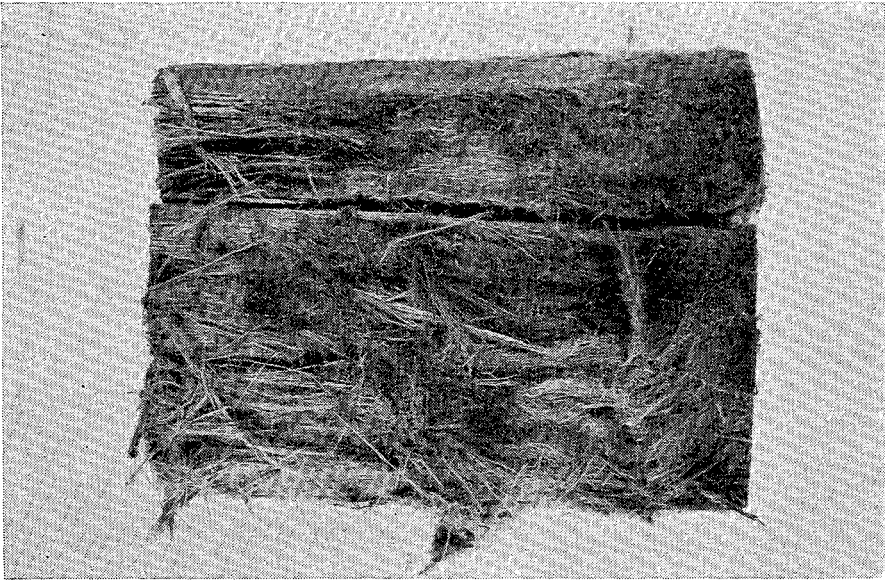


Figur 48. Prøve nr. 40. Dekksbjelke fra ukjent fartøy. Typisk råtebilde av *Trametes serialis*.

Figure 48. Sample no. 40. Deck beam from unknown vessel. Typical decay by *Trametes serialis*.

Figur 49. Prøve nr. 21. Mast fra fiskebåten «Elvira». Isolert råtesopp *Trametes serialis*.
Figure 49. Sample no. 21. Mast from the fishing vessel «Elvira». Isolated rot fungus *Trametes serialis*.



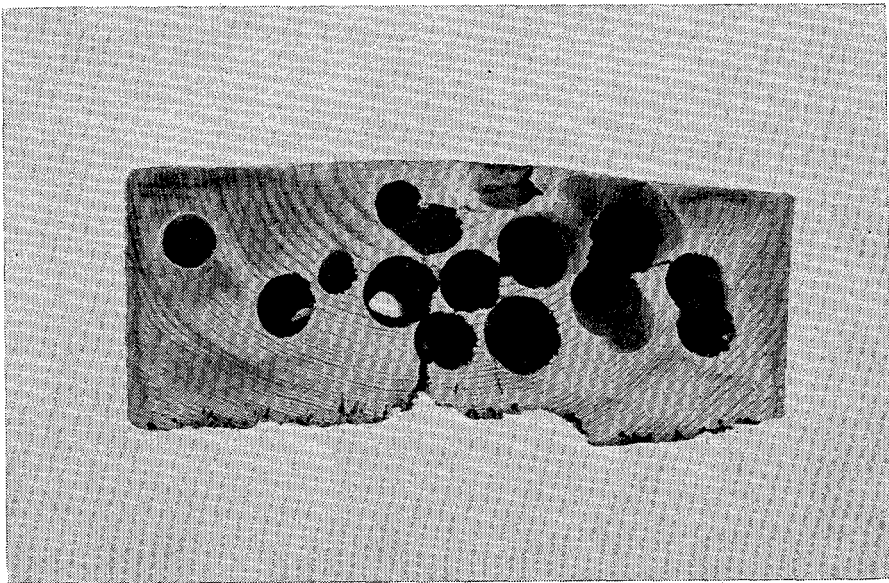


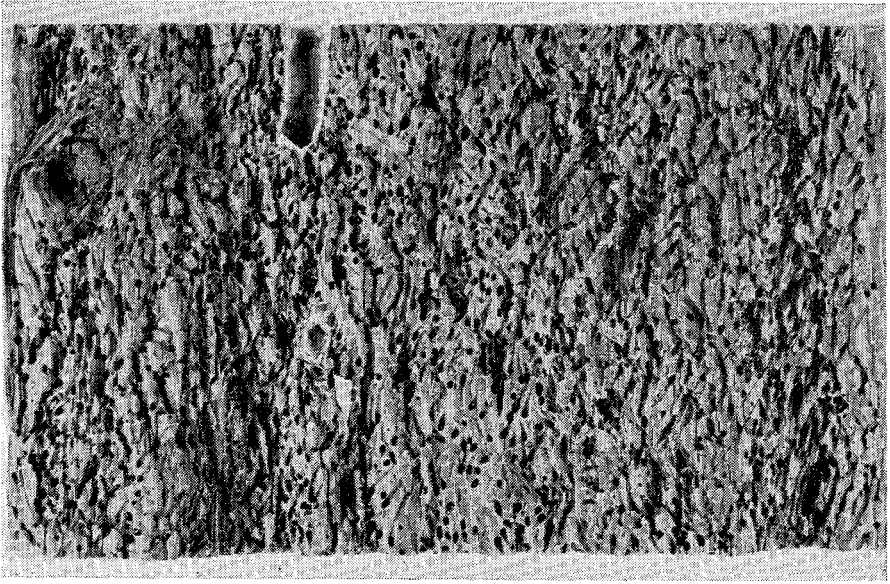
Figur 50. Prøve nr. 58. Dekksbjelke fra fiskefartøy. Elektrokjemisk nedbrytning i dekk-
bjelke av furu.

Figure 50. Sample no. 58. Deck beam from fishing vessel. Electrochemical breakdown
in Scots pine deck beam.

Figur 51. Prøve nr. 30. Stor skade på kjøl forårsaket av *Teredo* og *Limnoria*. Størst
mekanisk skade volder *Teredo* med sine store boreganger. *Limnoria* angriper mer på
treets overflate som vist på underkant av prøven.

Figure 51. Sample no. 30. Great damage of keel caused by *Teredo* and *Limnoria*.
Greatest mechanical damage is caused by *Teredo* due to its great tunnels. *Limnoria*
attack more the surface of the wood as shown on the lower edge of the sample.

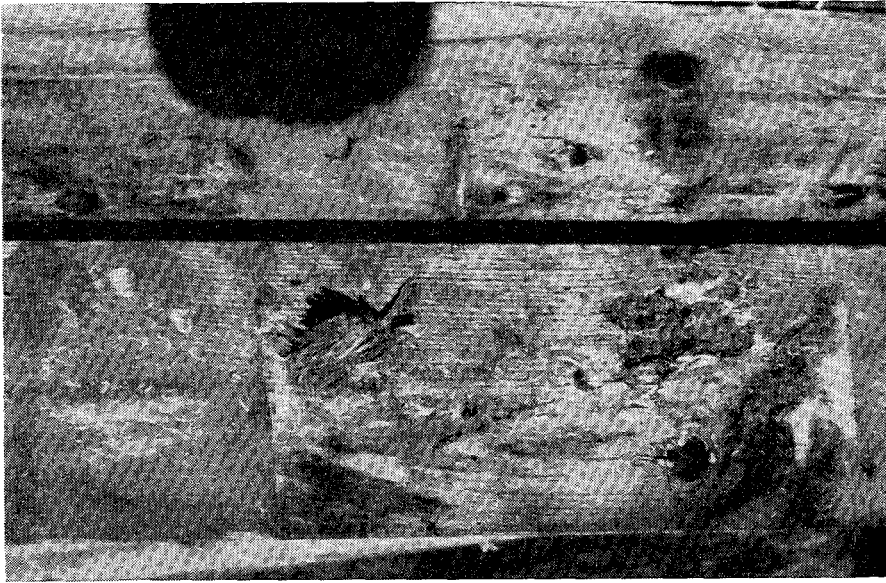




Figur 52. Prøve nr. 41. Prøve fra stevnen på fiskebåten «Bakken». Veden er angrepet av *Limnoria*. Et karakteristisk trekk er at angrepsstedet bærer preg av å være svampaktig. Dyrene har hatt lett adgang i en endeskjøl som ikke har vært godt nok tildekket med kopperstoff.

Figure 52. Sample no. 41. Sample from the stern on the fishing vessel «Bakken». The wood is attacked by *Limnoria*. Typical for the wood attacked by *Limnoria* is the spongy appearance. The animals had an easy entrance in an end laping that was not completely covered by copper paint.





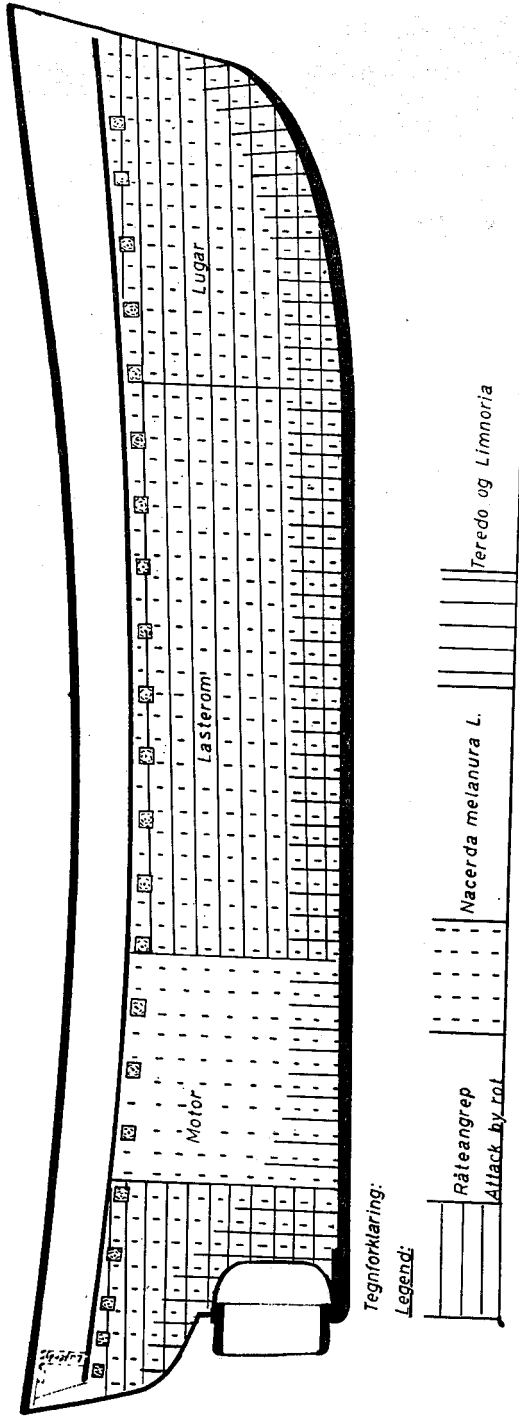
Figur 54. Råteangrepet sprer seg ofte fra spantene over i hud- og garneringsbord. Utenpå er det ofte et skjell med god ved, men inni kan cellulosen være oppspist av tresoppene.

Figure 54. The attack disperse from the frames to the inner and the outer lining. The boards seem intact on the outside but underneath a thin layer of solid wood the wood cellulose might be consumed by the rot.

▲

Figur 53. Spantene angripes hyppig av tresopper. Dette skyldes i mange tilfelle bruken av ferske materialer men også dannelse av kondens mellom hud og garnering på grunn av for liten ventilasjon.

Figure 53. The frames are very often attacked by rot. The reason is often that the wood is not conditioned but also the condensation between the inner and the outer lining due to lack of ventilation facilities.



Figur 55. Skisse av skroget til et trefartøy hvor angrepsområdene for de forskjellige biologiske skadegagnismene er avsatt.
 Figure 55. Sketch of a wooden hull indicating the area of attack of the different biological agencies.

VII. BESKYTTELSE AV TREVIRKE MOT BIOLOGISKE SKADER

1. INNLEDNING

I foregående kapitler er omtalt i hvilken grad råte representerer et problem for fartøyer av tre. Det er antydnet at valg av materialer også må sees på denne bakgrunn og at konstruksjonen av et fartøy kan hjelpe til med å redusere mulighetene for råteutvikling.

Tanken om å konservere og beskytte tre i fartøyer mot råte er ikke ny. Pakking av salt mellom hud og garnering, tjærebredning og påstrykning av solarolje på spesielt utsatte steder i fartøyet var forsøk på beskyttelse av trevirke.

I dette kapittel behandles de hensyn en må ta, og de metoder en bruker og bør bruke for å hindre at trevirke blir destruert av råtesopper. Etter RENNERFELT (1962) vil metodene for å hindre destruksjon bli inndelt i tre grupper:

Utnyttelse av treets naturlige beskyttelsesevne og varighet.

Teknisk beskyttelse.

Kjemisk beskyttelse.

2. TREETS NATURLIGE BESKYTTELSESEVNE OG VARIGHET

Veden i en trestamme kan deles inn i yteved og kjerneved. Dette ser en tydelig på tverrsnittet av en tømmerstokk av f.eks. furu eller eik. Yteveden er lys gulvit, mens kjerneveden i sentrum er brun. Kjerneveden består av celler som er satt ut av ledende funksjon. Den brune fargen kommer av at celleveggene er impregnert med oksyderte harpiksemner hos bartrær og garvestoffer og gummi hos lauvtrærne.

Likeledes vil visse kjemiske forbindelser som allerede er tilstede i cellene øke i kjerneveden. Dette gjelder tannin i eik og pinosylvin i furu. Disse stoffene gjør kjerneveden mer motstandsdyktig mot råtesopper enn yten, som mangler slike stoffer. I yten finnes dessuten sukkerarter, stivelse og uorganiske plantenæringsstoffer. Soppene finner der rikelig næring. Dette bidrar også til at yten har lettere for å råtne enn kjerneveden.

Hos lauvtrær tilstoppes karene under kjerneveddannelsen ofte av såkalte tyller. Tyll-dannelsen oppstår ved at veggene i parenkymcellene, som ligger inntil karene, vokser inn gjennom karenes linsepore. I kar med tyller ser en derfor en rekke tynne cellevegger inne i karet, men karene er ikke fylt til en kompakt masse.

Tyll- og harpiksdannelse, henholdsvis hos eik og furu, vil tette gangene i cellene og minske vedens gjennomtrengelighet for væsker. Dette er et vern

som øker vedens naturlige beskyttelsesevne, men det er en ulempe ved impregnering.

Hos gran er det ingen synlig kjerneved, men også her vil den sentrale delen av stammen settes ut av ledende funksjon etter hvert, slik at veden blir tørrere. Hos gran er det heller ingen forskjell på celleveggenes innhold i kjerneved og yte slik som hos furu. En sier derfor at furu og lignende trær (lerk, einer, barlind, eik, alm og ask) har utpreget kjerneved (malm), fordi denne har en helt annen farge enn yten, og dessuten er mer holdbar.

Kjerneveden, som inneholder giftstoffene, vil således være den mest varige del av treet. Da innholdet av disse stoffene varierer i de forskjellige treslag, vil de få forskjellig varighet.

Ved «Forest Products Laboratory» i England, blir ifølge SAVORY (1954 a) treslagene inndelt etter sin varighet slik:

<i>Graden av varighet.</i>	<i>Motstandsdyktighet mot råte i antall år.</i>
	2" × 2" prøvestykker i jord.
Meget varig	Mer enn 25 år
Varig	15—25 år
Middels varig	10—15 år
Under middels varig	5—10 år
Ikke varig	Mindre enn 5 år.

Det er her bare tatt hensyn til kjerneveden. Treets egenvekt antas ikke å ha innvirkning på varigheten.

Vi vet at enkelte råtesopper bare angriper bestemte treslag, men de fleste angriper nesten alle. Sammenlignes prøver av samme treslag, sier en generelt at den tetteste veden, dvs. den med høyest volumvekt, vanligvis har lengst varighet. Men dette gjelder ikke for sammenligning mellom treslagene og for kjerne-yteved. Både gran og furu er betydelig mer varig enn lønn, bøk og bjørk, til tross for at de førstnevnte har en lavere tørrvolumvekt.

Når en inndeler treslagene etter denne tabell, er det for å angi den generelle varighet. Varigheten innenfor det enkelte treslag kan variere sterkt. Ved valg av treslag må en også ta i betraktning mengden av kjerneved i forhold til yteved.

I kapittel 4 ble vurdert de aktuelle og mest brukte treslag for norske fiske- og fangtsfartøyer. Varigheten for disse treslag, sammenlignet med dem som er aktuelle i andre land, fremgår av tabell 5 (SAVORY 1954 a).

Ved valg av treslag må en være meget kritisk. Virket må ikke være angrepet av råtesopper av noen art. Under hele tømmerets gang fra skogen til det blir formet og satt på plass i fartøyet, må en hindre råteangrep ved å eliminere de faktorer som favoriserer råten. Tømmeret kan oppbe-

Tabell 5. Motstandsevne mot råte hos kjerneved i treslag som brukes eller anbefales brukt i båter. Etter SAVORY (1954a)

Alminnelig navn	Botanisk navn	Gjennom- snittlig tørrvekt kg/m ³
MEGET VARIG		
Teak	<i>Tectona grandis</i>	670
Afrormosia	<i>Afrormosia elata</i>	719
Ekki	<i>Lophira alata</i>	980—1144
Greenheart	<i>Ocotea rodiaei</i>	1 062
Iroko	<i>Chlorophora exelsa</i>	670
Makore	<i>Mimusops heckelii</i>	637
Tallowwood	<i>Eucalyptus microcorys</i>	1 046
VARIG		
Mahogni (Central-Amerika)	<i>Swietenia macrophylla</i>	572
Eik	<i>Quercus robur</i> , <i>Q. petraea</i>	751
Kastanje	<i>Castanea sativa</i>	572
Freijo	<i>Cordia goeldiana</i>	604
Guarea	<i>Guarea</i> spp.	604
Amerikansk hviteik	<i>Quercus</i> spp. vanligvis <i>Q. alba</i>	784
Pitch pine	<i>Pinus caribaea</i>	719
Western red cedar	<i>Thuja plicata</i>	392
MIDDELS VARIG		
Douglasgran	<i>Pseudotsugo taxifolia</i>	539
Europeisk lerk	<i>Larix decidua</i>	604
Furu	<i>Pinus silvestris</i>	539
Valnøtt (Afrikansk)	<i>Lovoa klaineana</i>	572
Danta	<i>Cistanthera papaverifera</i>	751
Mahogni (Afrikansk)	<i>Khaya</i> spp.	572
Amerikansk rødeik	<i>Quercus</i> spp.	800
Sapele	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	653
UNDER MIDDELS VARIG		
Norsk gran	<i>Picea abies</i>	457
Amerikansk hvitgran	<i>Picea glauca</i>	457
Sitkagran	<i>Picea sitchensis</i>	457
Engelsk alm	<i>Ulmus procera</i>	572
Gaboon	<i>Aucoumea klaincana</i>	441
IKKE VARIG		
Ask	<i>Fraxinus excelsior</i>	719
Balsa	<i>Ochroma lagopus</i>	114—163
Bøk	<i>Fagus sylvatica</i>	735
Bjørk (Amerikansk)	<i>Betula lutea</i>	719

vares neddykket i vann inntil det skal brukes, og så tørke det hurtig. Eller en kan skjære det så hurtig som mulig etter hogsten, tørke materialene kunstig og så lagre dem tørt. I begge tilfelle må fuktighetsinnholdet være redusert til under 20 % av tørrvekten, hvis råteangrep skal unngås.

3. TEKNISK BESKYTTELSE

Teknisk beskyttelse er tiltak som hindrer biologiske skader uten at det er foretatt noen kjemisk behandling av trevirket.

Den tekniske beskyttelse faller naturlig i to hovedtrinn fra treet blir hogd i skogen til materialene blir brukt i det siste produksjonsledd.

Virkesbehandling. Hindre biologiske skader på trevirke fra avvirkningsplassen i skogen til foredlingsindustrien, også i treskipsbyggerier.

Utformingen av konstruksjoner i tre. Bruk av tørre materialer — under 18 % fuktighet. Hindre dannelse av fuktighet — som kondens, lekkasjer o.l. Unngå direkte kontakt med sement — ved bl.a. å legge et beskyttende papplag mellom treet og sementen.

a. *Teknisk beskyttelse i trefartøyer.*

Ved konstruksjonen av fartøyet og bruk av materialer med forskjellig varighet, må en hele tiden ha for øye hvilke forhold fartøyet skal operere under og hvilke kilder som da kan favorisere råteangrep. Mange skader i et fartøy som skriver seg fra råte, kan føres tilbake til uriktig bruk av trevirke. I konstruksjoner på de erfaringsmessig mest utsatte steder, må en bruke trevirke med stor varighet.

Å redusere effekten av de faktorer som favoriserer råte, kan være mulig. Næringen i treet vil alltid være tilstede. Surstoff finnes i alt trevirke som ikke konstant ligger under vann. Temperaturen i fartøyet vil variere mellom utviklet varme fra motor, aggregater, oppvarming for komfort og utvendig temperatur, sjøvannets og lastens temperatur osv. For mange deler av fartøyet vil denne temperaturen være nær ideell for råteutvikling.

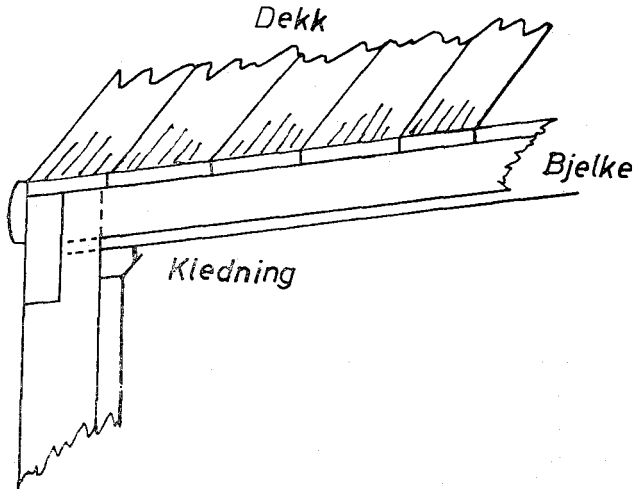
Fuktighet kan heller ikke elimineres. Fartøyet må være tett for å hindre flest mulig lekkasjer. På grunn av temperatursvingningene vil en også få kondens. Først og fremst på dette felt kan en av betingelsene for råtedannelse reduseres.

God ventilasjon er en betingelse for å holde et fartøy fritt for kondens. De små oppsamlinger av vann som ofte fremkommer på undersiden av dekkshjelker, mellom hud og garnering etc., kan forårsake ideelle utviklingsplasser for råtesopper. Hvis disse vannlommene ikke blir fjernet ved hjelp av frittstrømmende luft eller ventilasjon, vil råtesoppene, spesielt der det er varmt, hurtig begynne sin destruerende virksomhet.

Ventilasjonen har størst betydning i fartøyets forstavn og akterstavn,

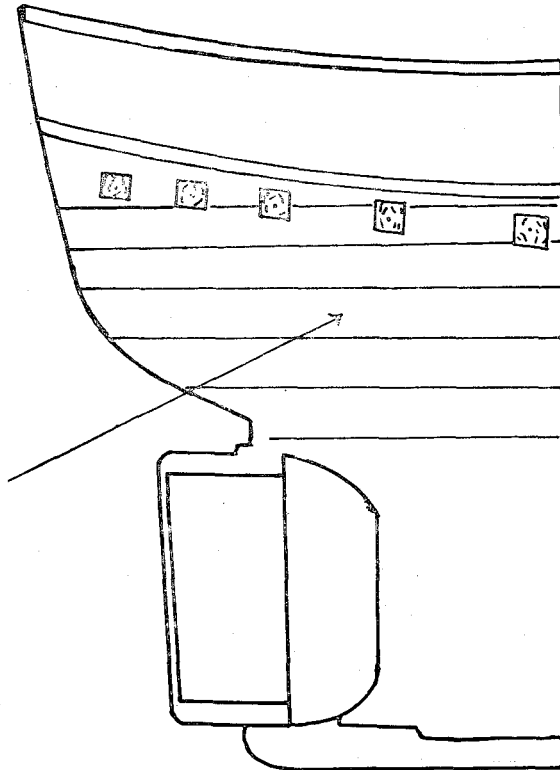
Figur 56. Det er viktig med god ventilasjon mellom hoveddekket og indre kledning av bjelkene.

Figure 56. Ventilation is important between main deck and beam lining.



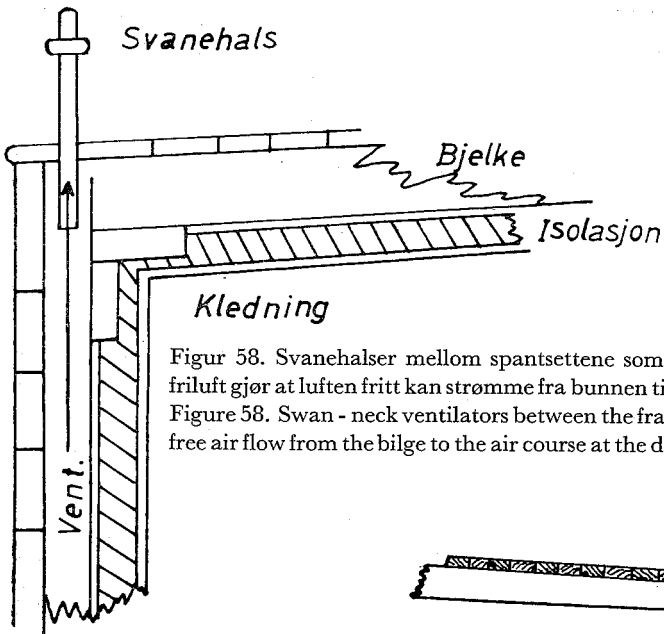
Figur 57. Skisse av en akterstavn. I det skraverte området hvor pilen viser er det meget vanskelig å oppnå fullgod ventilasjon.

Figure 57. Sketch of a rear stern. The hatched area pointed by the arrow is very difficult to ventilate adequately.

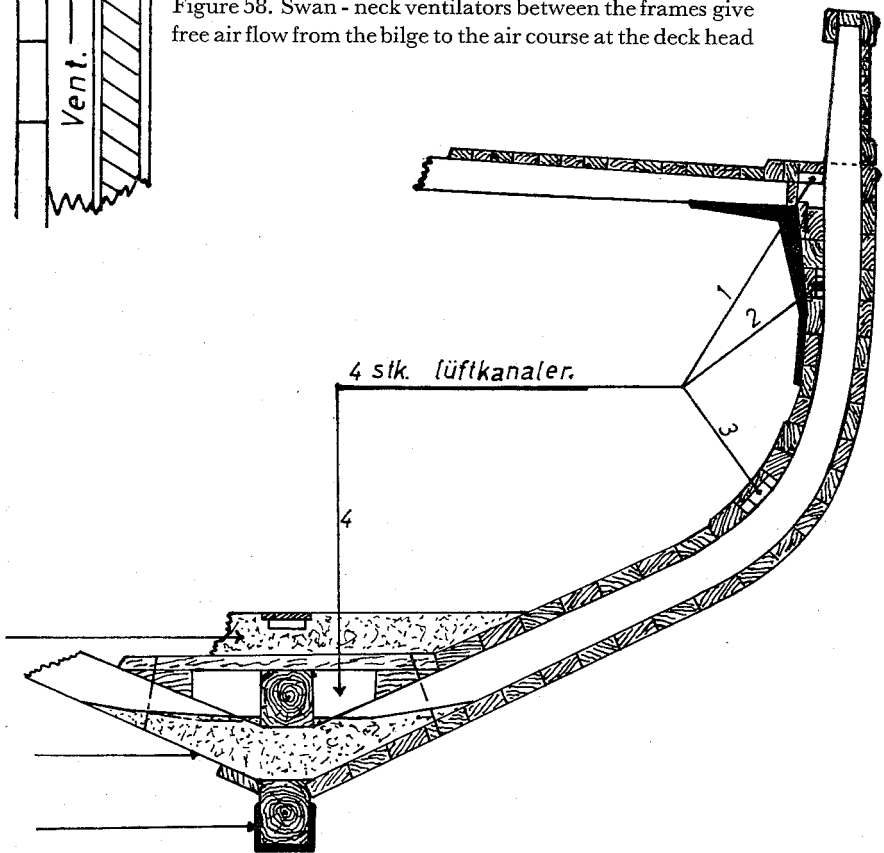


mellom hud og garnering, bak skott og mellom eventuell indre kledning av bjelker og hoveddekk, (figur 56 og 57).

Rommet mellom hvert spantsett bør bygges slik at luften fritt kan strømme fra bunnen til dekket, og luften bør ledes ut i det fri ved hjelp av ventiler. Disse ventilene blir vanligvis kalt «svane Hals» (figur 58).



Figur 58. Svanehalser mellom spantsettene som fører til friluft gjør at luften fritt kan strømme fra bunnen til dekket.
 Figure 58. Swan - neck ventilators between the frames give free air flow from the bilge to the air course at the deck head



Figur 59. Tverrsnitt av trefartøyskrog som viser fire langsgående luftkanaler mellom hud og garnering. 1. i skandekk over bjelkene, 2. under vegargang, 3. i livholt, 4. ved kjølsvin.

Figure 59. Cross section of a wooden hull with indication of four air channels between the frames and the inner lining.

Langsgående luftkanaler mellom hud og garnering er meget viktige. Et system med fire kanaler, som blir benyttet, fremgår av figur 59. Alle disse kanalene må gå fra stevn til stevn, og stå i forbindelse med svanehalene som går gjennom dekk og opp i fri luft.

Akterstevnen blir ofte sterkt angrepet av råte. I denne delen av fartøyet er det vanskelig å få tilstrekkelig ventilasjon. Her er det derfor særlig viktig at de langsgående luftkanalene står i forbindelse med svanehalene.

En kan ikke se bort fra at den bordkledning av skottene som har vært alminnelig inntil nå, også har gitt en viss ventilasjon gjennom sprekker og formforandringer i materialene forårsaket av temperatur- og fuktighetsvariasjon.

For en del år siden var det vanlig å bruke uperforerte fiberplater til innvendig kledning av skottene. Den naturlige ventilasjon ble derved redusert med økt kondens som resultat. Men i det siste er det blitt mer vanlig at båtbyggerne bruker perforerte fiberplater, som gir muligheter for en tilfredsstillende ventilasjon. Kondens er nevnt som en årsak til en ukontrollerbar fuktighetsforøkelse i trevirket. Men en skal ikke glemme fuktighetsøkning på grunn av søl med vann i toaletter, vaskerom, bysse og likeledes regnvann og avising i kjøle og fryserom. Her trengs, foruten god ventilasjon, godt avløp for vannet. Dette vannet må ikke fritt få trekke seg gjennom dørk eller få anledning til å renne ned langs innvendig kledning. Det er vanlig å legge et blydekke over hele dørken i toalett og vaskerom med et oppbrett som er seks tommer høyt mot skottene. Dette er anerkjent praksis. Men den har bl.a. den svakhet at så snart det oppstår den minste brist i blydekket, kan vann trenge ned i materialene under dekket og i løpet av meget kort tid vil råtesoppene være i virksomhet.

Den viktigste form for teknisk beskyttelse er, som ovenfor nevnt, god ventilasjon og kontroll av fuktigheten. Det er vesentlig for å hindre råtedannelse at en ved ombygging av fartøyer, nybygginger, introduksjon av nye hjelpemidler og økning av komfort, tar hensyn til nødvendighet av å holde en lav fuktighetsgrad i trevirket.

b. *Kontroll av fuktighetsgraden i trevirke.*

Et viktig hjelpemiddel i kontrollen av fuktighetsgraden er bruken av elektriske fuktighetsmålere. Med elektriske fuktighetsmålere kan en måle fuktigheten i trevirke inntil en dybde av 3". Elektroden kan tilkoples et vanlig elektrisk fuktighetsmåleapparat. Selve teknikken er den samme som ved de elektriske fuktighetsmålere hvor en måler fuktigheten på treet's overflate.

Forbedringen består i at elektrodene som settes inn i treet for målingen, kan drives inn i treet med makt ved hjelp av en slagmekanisme som er festet til toppen av elektrodene. Elektrodene er så solid konstruert at de ikke

tar skade ved innføringen i treet. Denne nye forbedringen kan få stor betydning for kontrollen av fuktigheten i trefartøyer. I f.eks. spantetømmer og bjelker, hvor dimensjonene ofte er 6"×6" eller større, har det hittil vært umulig å kontrollere fuktigheten i de indre regioner uten å skjære ut prøvebiter og bruke tørkeskap.

Denne forbedrede målemetode åpner muligheten til å innsette stasjonære elektroder i nye fartøykonstruksjoner.

Det er praktisk mulig å plassere de stasjonære elektrodene i områder i trefartøyet hvor en av erfaring vet at fuktigheten blir høy og råteangrepene forekommer hyppig. Elektrodene kan forbindes med fleksible ledninger til et sentralt sted hvor en elektrisk fuktighetsmåler lett kan tilkobles og fuktigheten avleses. Kontrollen bør foretas regelmessig, slik at den fuktighetsgrad som favoriserer råteutvikling kan forutsies før det er for sent. Mange av råteangrepene finner sted i disse innelukkede områdene og betydelig skade forekommer før det kan oppdages visuelt. En planskisse over et slikt opplegg for fjernkontroll av fuktigheten er vist i figur 60. Utstyr for fjernkontroll av trefuktigheten i trefartøyer er konstruert etter utkast av forfatteren, figur 60 B. Overstiger trefuktigheten 30 %, bør trefartøyet gjennomgå en uttørkingsprosess.

c. *Kontrollert uttørring av trefartøyer i bruk og av nye trematerialer.*

Da det er meget begrensede perioder med gode naturlige tørkeforhold i Norge, spesielt langs kysten, er det alltid et problem for båtbyggere hvordan de på en praktisk og økonomisk måte kan få tørket nytt trevirke og fartøyer som er i bruk.

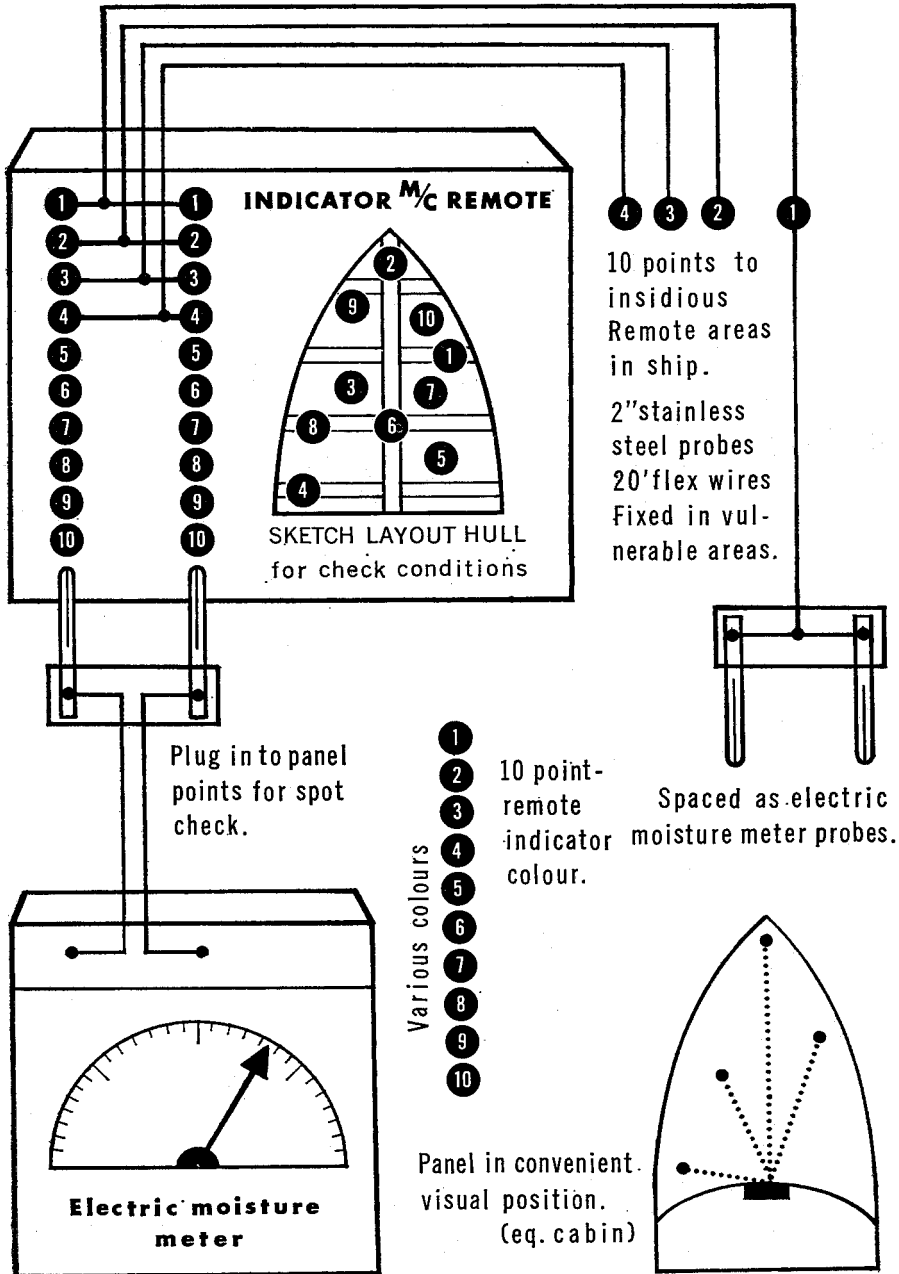
Nedtørring ved direkte oppvarming av luften og omgivelsene kan brukes, men metoden kan både være ineffektiv og kostbar.

Forfatteren har derfor konsentrert arbeidet på dette område til å benytte et prinsipp som på engelsk kalles «dehumidifying», eller direkte oversatt til norsk: avfuktning. Prinsippet har under praktiske tørkeprøver vist seg å være så lovende at det synes nødvendig å redegjøre for det her.

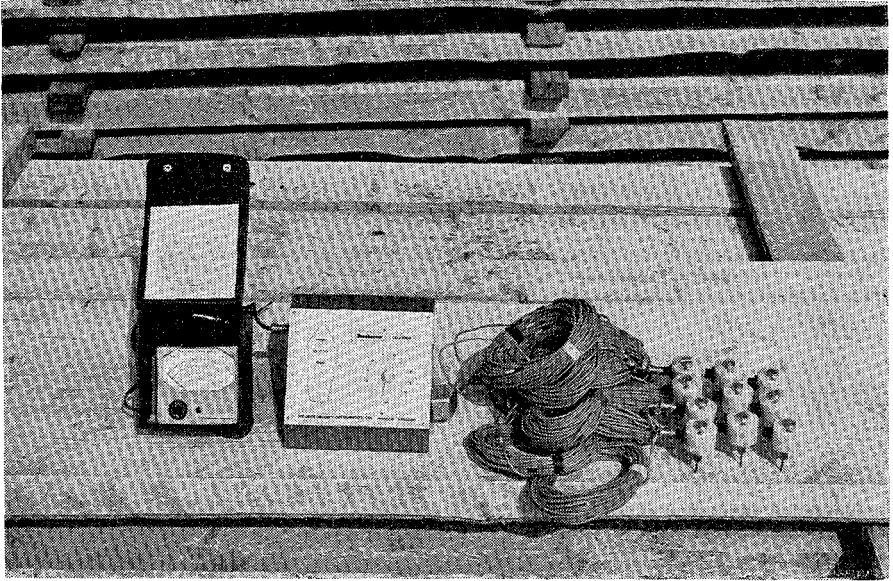
Avfuktning kan defineres som en prosess, hvorved uønsket fuktighet kan fjernes fra de beskyttede omgivelser, slik at den relative fuktighet kan holdes lav. Dette er ikke det samme som «air conditioning». Den alminnelig aksepterte standardgrense for relativ fuktighet, som kan ansees som trygg, er ca. 50 %. Dette er noe vilkårlig, men en har funnet det tilfredsstillende.

Det kan være nødvendig å definere enkelte av de uttrykk som brukes i forbindelse med avfuktet atmosfære. *Relativ fuktighet* er forholdet mellom vekten av det vann som finnes i et bestemt volum luft og vekten av den mengde vanddamp som ville mette luften ved samme temperatur. Dette uttrykkes i prosent. Luft som oppvarmes kan holde på mer fuktighet enn kald luft.

REMOTE M/C Fixed Probe Technique Wooden ships - Norway



Figur 60. Planskisse som viser hvordan en med stasjonære metallektroder og fjernkontroll kan måle trefuktigheten i trefartøyer.
Figure 60. Layout for remote wooden moisture controll in wooden vessels.



Figur 60 B. Utstyr for fjernkontroll av trefuktigheten i trefartøyer. Utstyret består av fuktighetsmåler med velgerenhet og 10 ledninger og elektroder.

Figure 60 B. Equipment for remote moisture control fixed probe technique for wooden vessels. The equipment consists of moisture meter with selector unit and 10 leads and electrodes.

Kondensering av det vann som luften inneholder skjer når *duggpunktet* er nådd. Med *duggpunktet* forstår vi den temperatur som luften må avkjøles til for å avgi fuktighet.

Luftens fuktighetsforhold kan uttrykkes ved dens relative fuktighet, som foran forklart, og ved dens *absolutte fuktighet*, som er et mål for den vannmengde som finnes i luften uttrykt i g/m^3 . Det vil være lettere å forstå betydningen av relativ fuktighet og absolutt fuktighet ved et eksempel. I et kg luft er den vannmengde som er tilstede ganske liten og utgjør fra ca. 0.00011 kg vann i et ytterst tørt klima til 0.044 kg vann i et fuktig klima. Dette kan synes ganske ubetydelig. Betrakter en imidlertid et lasterom på 3 000 cu.ft (ca. 85 m^3) med lufttemperatur på 21°C og relativ fuktighet på 50 % vil dette svare til 780.7 g vann. Holdes temperaturen fortsatt på 21° C og man ønsker å redusere den relative fuktighet til 40 %, må en fjerne 156.3 g vann.

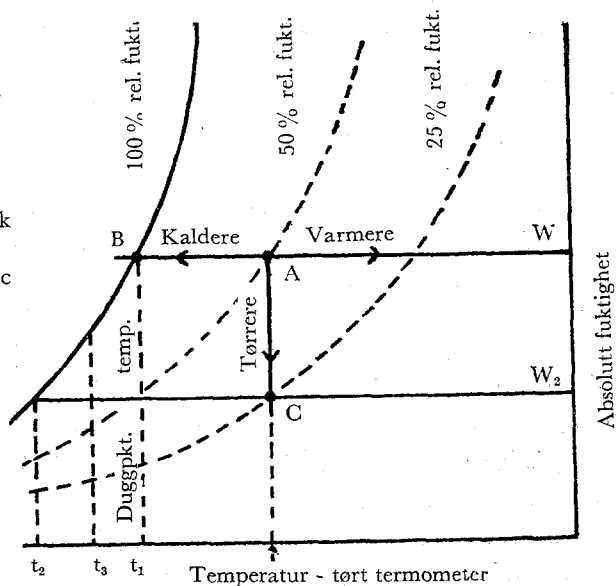
Figur 61 viser hvordan fuktighetsforholdene i luft kan illustreres. En har bare tatt ut en liten del av et psykrometrisk diagram for å vise hva som skjer når betingelsene forandres. Først betrakter en luften i punkt A hvor den har et fuktighetsinnhold W og temperatur t, og denne luft avkjøles. Da en hverken tilfører eller fjerner fuktighet, flyttes punktet A mot venstre

etter en linje som betegner konstant fuktighet W og som løper parallelt med grunnlinjen (abscisseaksen). Herunder vil den skjære kurvene for økende relativ fuktighet inntil den skjærer kurven for metning i punkt B. En ytterligere avkjøling av luften (temperatur under duggpunktet) vil forårsake kondens.

Tilføres det varme til luften, må en flytte punktet A mot høyre, fremdeles etter en linje parallelt med grunnlinjen, og punktet skjærer kurven for redusert relativ fuktighet. Imidlertid forblir duggpunktet uforandret t_1° og kondens vil fortsatt dannes på en gjenstand ved temperatur t_3° . Herav kan man se at den lavere relative fuktighet av luften ikke nødvendigvis reduserer faren for kondens. En må stole på den varme fra luften som overføres til de kalde flater og varmer den opp til over duggpunktet.

Hvis en fjerner fuktigheten fra luften, vil punktet A flyttes nedover i retning av C på kurven W_2 for fuktighetsinnholdet. Under denne prosess reduseres den relative fuktighet. Men det viktige er at hvis det trekkes en horisontal linje, slik at den skjærer metningskurven, vil en se at duggpunktstemperaturen for luften reduseres til t_2° . Den ligger nå godt under overflatetemperaturen t_3 , og noen kondensasjon kan ikke foregå. Det er altså klart at en må tørre atmosfæren eller øke temperaturen på det som skal beskyttes ved temperaturer over duggpunktet. Det sistnevnte er ikke gjennomførbart, sett fra et praktisk synspunkt, mens en derimot har hjelpemidler til å tørre atmosfæren. Direkte forsøk med et slikt hjelpemiddel er beskrevet nedenfor.

Figur 61. Et psykmotrisk diagram.
Figure 61. A psychrometric chart.



d. *Tørkeforsøk i trefartøy.*

Utstyr og fremgangsmåte.

Hensikten med tørkeforsøket var å redusere fuktigheten i trevirket a) under farenivået for tresoppenes kulturutvikling og b) ned til et nivå som ville muliggjøre kjemisk overflatebehandling med trekonserveringsmidler, i begge tilfelle 18—20 % trefuktighet.

Forsøksarbeidet er utført med en WESTAIR MODEL 200 «DEHUMIDIFIER». Selve tørkeutstyret eller apparatet er en kompakt enhet som har fordelene av å være transportabelt. Apparatet kobles direkte til et vekselstrømsnett hvor spenningen er 200—240 volt med 50 cycles/sek. Strømforbruket er 1800 watt pluss et selvstendig termostatkontrollert varmeelement på 3 000 watt. Den maksimale kapasitet pr. apparat er 8 000 kubikk fot. For større rom bør det brukes tilsvarende flere apparater.

Tørkeapparatet og varmeelementet plasseres på et sentralt punkt i det område som skal tørkes, f.eks. i lasterommet. Luker, ventiler osv. lukkes forsvarlig, begge maskinene tilkoples strøm og temperaturen i rommet justeres til 20—25°C.

En forsøker å etterligne et naturlig sommerklima med en temperatur omkring 25°C og lav fuktighet i selve rommet. Luftsirkulasjonen som utvikles av apparatet, ligger på 1500 000 kubikkfot pr. døgn, hvilket fremmer en forsiktig ekstraksjon av fuktighet fra panel og tømmer. Det er derfor viktig at rommet under tørking er forsvarlig avlukket fra klimaet utenfor, slik at den ideelle temperatur og fuktighet kan opprettholdes uten forstyrrelser.

Apparatet virker videre etter duggprinsippet. Den fuktige luften avkjøles over kjøleribber ved gjennomstrømningen i apparatet og kondenseres, og vannet samles opp i en beholder. En kan her sammen med fuktighetsmålingene ha kontroll over tørkingen og til enhver tid vite hvor meget vann som er tatt ut av trevirket.

Utløpet for kondensvann (på undersiden av tørkeapparatet) forlenges med et fleksibelt rør eller en slange bort til en 200 liters tank eller et tomt parafin-fat som plasseres nær apparatet. Dersom det benyttes fat, legges dette horisontalt slik at kondensvannet kan renne inn gjennom hovedåpningen.

Hvis varmekapasiteten (til både apparatet og elementet tilsammen) ikke er stor nok til å heve temperaturen til 20—25°C, kan det benyttes andre varmekilder så sant disse er termostatkontrollert. Ekstra oppvarming vil vanligvis bare være nødvendig i rom på ca. 8 000 kubikkfot, eller når temperaturen utenfor er lav.

Forsøket ble utført ved Tjørves Båtbyggeri, Borhaug, Lista, i tiden 7. til 13. september 1965.

Resultater og diskusjon.

Det ble gjort forsøk på å tørke ut indre garnering, spanter, dekkshjelker og annet treverk i lasterommet på to trefartøyer. Den første båten var en kystfrakter med navn «Solrik». Båten var bygget av furu, størrelse 63 fot, alder 35 år og lasterommets størrelse ca. 5 000 cu.ft. Foruten å gå med vanlig tørrlast gikk fartøyet ofte i sildeføring.

Til å kontrollere fuktigheten i trevirket ble brukt en Delmhorst elektrisk fuktighetsmåler for trevirke. Det ble brukt lange elektroder, slik at fuktigheten kunne måles inn til en dybde av 3".

Fuktighetsforholdene varierte meget fra forskjellige områder i lasterommet, fra 70 % og ned til 30 % fuktighet i trevirket. I enkelte dekkshjelker ble det konstatert treråte.

Tørkeapparatet ble påsatt kl. 15.00 7/9-1965 med en bakgrunnstemperatur på 25°C. Hygrometermålingen viste en relativ luftfuktighet på 90 %. Til kl. 11.00 9/9 var det uttatt 115 liter vann fra trevirket i lasterommet. Hygrometeret viste en relativ luftfuktighet på 75 %.

Kontrollmålinger med den elektriske fuktighetsmåleren viste fall i trefuktigheten fra 5 til 15 %. Da fartøyet ikke hadde anledning til å ligge lenger, måtte forsøket avsluttes etter 2 døgn. For dette fartøys vedkommende måtte nok tørkeprosessen ha vært ytterligere ca. 3 døgn for å ha kommet ned på den ønskede trefuktighet 18—20 %.

Utstyret ble deretter flyttet over i fiskefartøyet «Solheim». «Solheim» var på 53 fot, bygget i 1955 og lasterommet var ca. 700 cu.ft. Båten kom rett inn fra fiske slik at trevirket var dryppende vått over alt. Tørkeapparatet ble påsatt kl. 15.00 9/9 med en bakgrunnstemperatur på 25°C. Hygrometeret viste en relativ luftfuktighet på 97 %.

Inntil kl. 12.00 11/9, på 45 timer, var det uttatt 200 liter vann. Tørkeapparatet arbeidet her på full kapasitet, som er noe over 100 liter pr. døgn i fuktige omgivelser. I de neste 48 timer ble det uttatt 90 liter vann fra området i lasterommet. Hygrometeret viste nå en relativ luftfuktighet på 50 %. Elektriske fuktighetsmålinger viste fra 18—22 % trefuktighet.

På ca. 4 døgn var en kommet ned på den ønskede trefuktighet. En trefuktighet på 18—20 % er naturligvis ingen begrensning for tørkekapasiteter, men under uttørring av trefartøyer finner en det ikke praktisk å tørke til et lavere fuktighetsinnhold på grunn av problemet med krymping av veden og eventuell sprekkdannelse.

Samtidig som en her har brakt trefuktigheten under faregrensen for angrep av tresopper, har en åpnet muligheten for å overflatebehandle trevirket med trekonserverende midler. En overflatebehandling med trekonserverende midler har ingen virkning på en fuktig overflate, da en ikke vil oppnå noen inntrengning i veden.

c. *Tørkeforsøk med vanlig skurlast.*

Da foregående forsøk viste så gode praktiske resultater, var det av interesse å se hvordan samme tørkeprinsipp virket ved nedtørring av vanlig skurlast. Samme aggregat kunne i så tilfelle ved et båtbyggeri eller en slipp brukes vekselvis til uttørring av trefartøyer og deres egne nye materialer til nybygg eller reparasjoner. En god kombinasjon og utnyttelse av aggregatet ville dermed være oppnådd.

En tok sikte på å tørke lufttørket skurlast av dimensjoner 1"×5", 2"×4" og 3"×6" ned til det som betegnes som kunstig tørket, ca. 10% trefuktighet. Forsøket ble utført ved Norges Trelastskole, Lillestrøm, i tiden 26. oktober til 20. november 1965.

Utstyr og fremgangsmåte.

Det ble brukt samme utstyr som beskrevet under tørkeforsøket i båtene. Tørringen ble utført i et kjellerrom som var innredet til klimarom. Som tilleggsvarme, for å bringe tørketemperaturen opp i 25°C, ble benyttet det faste anlegget i rommet. Dette hadde en kapasitet på 2 800 watt og var termostatstyrt.

Materialene ble klosslagt vekselvis 1", 2" og 3". Før klosslegging ble hvert enkelt bord veid. Etter tørketidens slutt ble bordene igjen veid, og differansen mellom de to veiinger var da et mål for væsketapet. Det samlede vekttap for hele partiet kunne så sammenliknes med den vannmengde som var ekstrahert i aggregatet.

Fra hver dimensjon ble det kappet tre kontrollprøver som ble veid hver dag. For å hindre uttørring gjennom endeveden ble denne dekket med et lag aluminiumsmaling. Av de samme bordene på hver side av kontrollprøvene ble det kappet to mindre prøver for bestemmelse av trefuktigheten. Disse ble veid, tørket ned til ovnstørr vekt ved 100°C og veid på ny.

Tapet av vekt uttrykt i prosent av den ovnstørre vekt sier en er vanninnholdet i det prøvestykket som er representert. Uttrykt i prosent brukes følgende formel:

$$M = \frac{100 (W - D)}{D}$$

hvor W er den opprinnelige vekt, D er den ovnstørre vekt og M er prøvens vanninnhold basert på ovnstørr vekt.

Til kontroll med den relative fuktighet og temperaturen ble benyttet en termohydrograf.

Resultater og diskusjon.

Resultatet av tørkeforløpet er satt opp i tørkekurver i figur 62, som viser resultatet av de daglige veiingene av 9 kontrollprøver. Hver prøve er i diagrammet avsatt i egen kurve. Trefuktigheten, beregnet for hver prøve, er satt opp i tabell 6.

Tabell 6. Trefuktighet.
Table 6. Wood moisture content.

Dimensjon Dimension	Før tørking Before drying	Etter tørking After drying
	%	%
1" × 5"	19,8	7,0
»	21,8	8,4
»	19,6	8,2
2" × 4"	23,2	9,6
»	24,1	10,2
»	22,8	9,6
3" × 6"	20,1	11,7
»	17,6	10,1
»	17,6	9,1

Utviklingen av temperatur og relativ luftfuktighet er avsatt i diagram figur 63. Temperaturen har som forutsatt holdt seg jevnt på 25°C. Luftens relative luftfuktighet var ved tørkingens begynnelse 50 % og ved avslutningen ca. 33 %.

Når det gjelder et eventuelt spørsmål om å øke tørkehastigheten kan det gis følgende betraktninger. Under tørkingen skal det være et maksimum av trevirke og minimum av fritt luftsirkulasjonsrom, fordi dette vil øke sirkulasjonsomløpet. Kvantiteten og hastigheten av luftsirkulasjonen er en hovedfaktor ved tørking. Ved f.eks. 4 luftsirkulasjonsomløp pr. minutt over trevirkets overflate, vil dette tørke hurtigere enn ved 2 omløp. Derfor vil 2 aggregater av den type som her er benyttet fordoble luftsirkulasjonsomløpet og derved øker nedtørkningshastigheten.

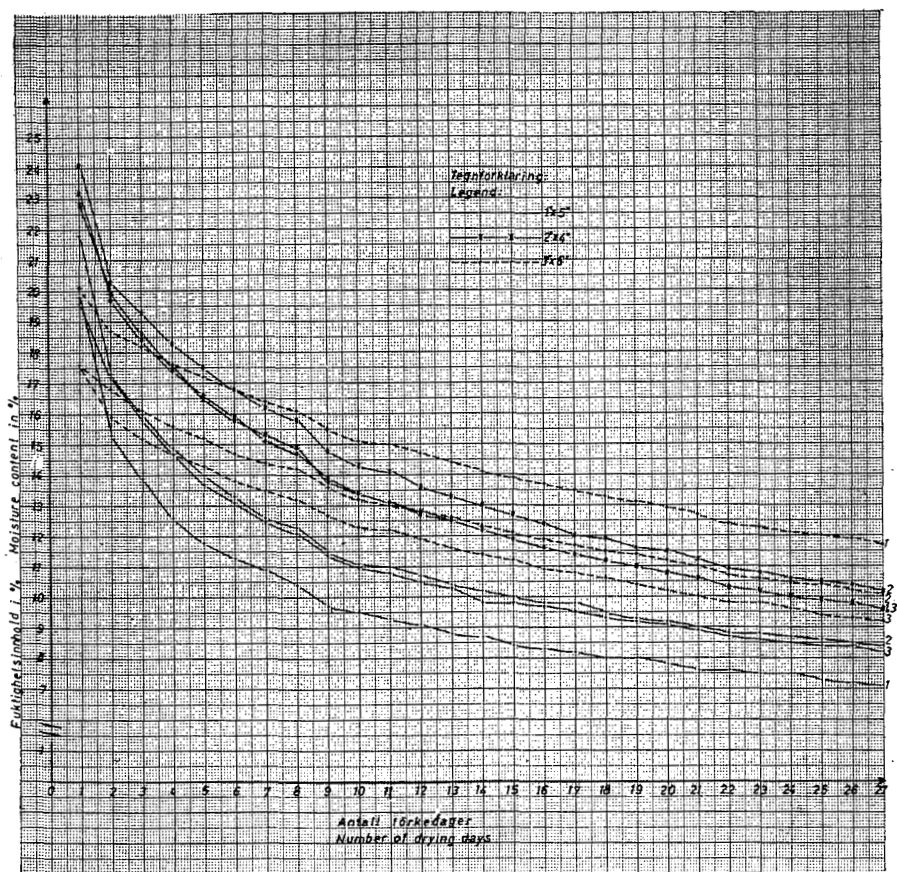
Hvis det er mulig bør materialene som skal tørkes være av ens tykkelse, 1", 2" eller 3".

f. Konklusjon.

Konklusjonen på de foran beskrevne forsøk er at dette spesielle tørkeprinsipp godt kan tilpasses de praktiske forhold det her er tale om.

For treskipsbyggingen og vedlikeholdet av trefartøylene bør en se kontrollen av fuktigheten og tørkingen av trematerialer under ett. En kan derfor tenke seg den fremtidige utvikling slik:

For kontroll av fuktigheten i trefartøylene blir det i alle nye trefartøyer innsatt stasjonære metallelektroder. Disse plasseres i de områder som erfaringsmessig er sterkt utsatt for råteangrep. Metallelektrodenes blir forbundet med elektriske ledninger til et sentralt sted hvor trefuktigheten i kontrollområdene regelmessig kan bli avlest på en elektrisk fuktighetsmåler. Meget av råteangrepene begynner i disse avstengte områdene og stor skade



Figur 62. Tørkekurver for 1'' x 5'', 2'' x 4'' og 3'' x 6'' granmaterialer tørket etter «dehumidification» prinsippet ved konstant tørketemperatur på 25° C (77° F).
 Figure 62. Drying curves for 1'' x 5'', 2'' x 4'' and 3'' x 6'' spruce lumber after the dehumidification principle at a steady temperature of 25° C (77° F).

kan forårsakes før det vises. På dette tidspunkt er det for sent å foreta noen uttørring.

Forslagsvis kunne det da bygges trefartøyer med a) fjernkontroll av fuktigheten, b) en liten permanent avfukter av samme typen som tidligere beskrevet, som kunne tørke ut de kritiske områdene og c) regelmessig å gi fartøyet en omhyggelig uttørring med større aggregater.

Det finnes ingen annen kjent praktisk metode til å måle trefuktigheten med unntatt laboratorieprinsippet, hvor en veier treprøvene på en mikrovekt. En må anta at en elektrisk fuktighetsmåler vil gi tilstrekkelig stor nøyaktighet. En er ikke her interessert i en nøyaktig prosent. Det er nok å vite innen hvilket område trefuktigheten befinner seg.

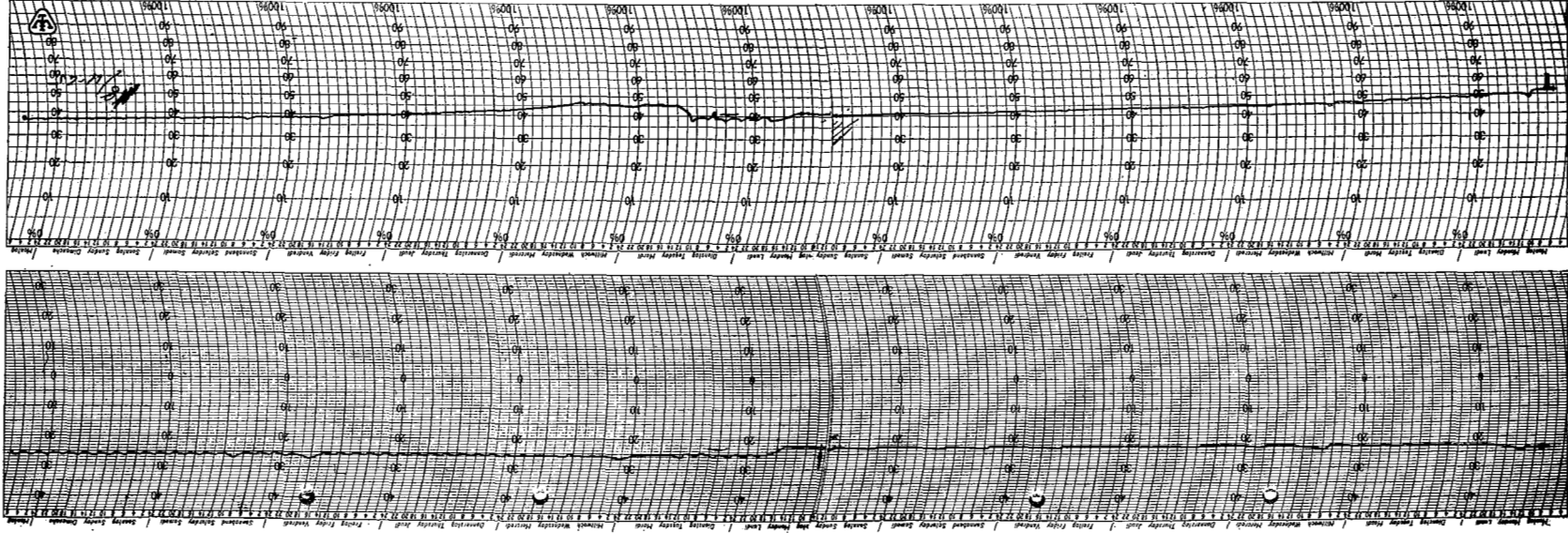


Figure 63. Thermohydrografisk diagram over klimautviklingen under nedtørringen av materialet.
 Figure 63. Thermohydrographical map of the development of the climatic conditions during the drying period of the lumber.

(Se også neste side)

4. KJEMISK BESKYTTELSE

a. *Beskyttelsesmetoder.*

Metodene for kjemisk beskyttelse kan deles inn i to grupper — *overflatebehandling* og *impregnering*.

Overflatebehandlingen skjer ved påstryking eller dypping. Før virket behandles etter denne metode, må en forvise seg om at det er godt tørket så ikke råtesoppene ligger latent i veden. Hvilket middel som brukes har forholdsvis liten betydning, bare det kan hindres at råtesoppene kommer i kontakt med det ubehandlede trevirket. Enten det er maling, lakk eller de vanlige impregneringsmidler viser det seg at midlene ikke, eller i svært liten grad, har evne til å trekke seg inn i veden. Dette vil medføre at enhver sprekkdannelse, eller annen beskadigelse i det belegg stoffene danner, åpner trevirket for råtesoppene.

Impregnering kalles det å få stoffer som er giftige mot råtesopper, til å trenge inn i trevirket. En baserer seg her på at så mye som mulig, eller helst hele materialet, blir gjennomtrengt av giftstoffene. Tilforming av virket etter impregneringen, saging, boring o.a., vil derfor ikke redusere beskyttelsesnivåen. Impregnering gir meget god beskyttelse og anbefales for alt trevirke i trefartøyer. Impregnering av bestemte konstruksjoner — som spant, garnering, hud, dekkshjelker o.l., må ansees som absolutt nødvendig. Ved impregnering økes treets holdbarhet 3—6 ganger.

Ved trykkimpregnering blir trevirket ført inn i en trykk-kjele der væsken presses inn i veden ved trykk, så langt som veden tillater. Dette er den sikreste form for impregnering.

Ved trykkimpregnering brukes to forskjellige metoder. Det er «full-cell»-prosessen eller fullimpregnering og Rüpings metode, også kalt sparemetoden. Begge benytter seg av trykk og vakuum for å få impregneringsvæsken inn i veden, men med forskjellig fremgangsmåte.

Ved fullimpregnering har en først et vakuum i sylindren, for å trekke ut en del av luften i virket. Deretter fylles sylindren med impregneringsvæsken under herskende vakuum. Når sylindren er full, stenges vakuumpumpen og ved hjelp av en trykkpumpe økes trykket til ca. 10 kg/m². Dette trykket holdes over et visst tidsrom, vanligvis 4 timer, eller så lenge som trevirket tar opp impregneringsvæske. Så blir trykket senket, og overflødig impregneringsvæske tappes ut. Et kort etterfølgende vakuum benyttes ofte for å tørke virket på overflaten. Materialene blir etter denne metode praktisk talt fylt med impregneringsoppløsning.

Ved Rüpings-metoden bruker en istedenfor vakuum et visst lufttrykk forut for selve prosessen. Med dette presses luften inn i trevirket og fyller alle hulrom. Impregneringsvæsken blir deretter pumpet inn i sylindren

under trykk. Trykket økes til ca. 10 kg/cm² og holdes over samme tidsrom som nevnt for fullimpregnering.

Opphevingen av trykket medfører at den innestengte og komprimerte luften ekspanderer og derved drives en del av impregneringsvæsken ut igjen. Trevirket vil således ikke oppta den samme mengde impregneringsvæske som ved fullimpregnering, derav navnet sparemetoden.

På steder hvor trykkimpregnerte materialer ikke kan skaffes, eller hvor trykk-kjelene ikke er store nok for de dimensjoner av trevirke en vil ha impregnert, kan virket behandles etter den såkalte varm- og kald-metoden. Til denne impregnering kreves bare et metallkar eller en tank til å legge materialene i. En fyller på impregneringsmiddel så det står godt over materialene og varmer det hele opp til 70—75°C. Etter at materialene har ligget i 2—3 timer, tas varmekilden bort og det hele står til avkjøling. Under avkjølingen suges impregneringsvæsken opp i materialene. Etter full avkjøling, kanskje neste dag, er materialene ferdig impregnert og kan legges til tork. Denne impregneringsmåte er, hvis den er riktig utført, nesten på høyde med trykkimpregnering.

Både for overflatebehandling og impregnering gjelder det at trevirket må være fritt for bark og vanlig lufttørt, dvs. maksimum 18—25 % fuktighet. Videre må en være oppmerksom på at kjerneveden vanskelig lar seg impregnere.

Impregneringen bør skje etter tilforming, da en ellers vil få en altfor stor del av det impregnerte virke hugget vekk.

b. *Treimpregneringsmidler.*

Et stort antall kjemiske stoffer har i årenes løp vært anbefalt og prøvet for konservering av trevirke. Men forholdsvis få midler har vist seg effektive og på samme tid fri for uønskede egenskaper.

De impregneringsmidler vi kjenner til i dag og som kan komme på tale når det gjelder beskyttelse av trefartøyer, kan deles inn i tre hovedgrupper:

Tjæreoljer.

Vannløselige impregneringsmidler.

Organiske oppløsninger.

Før en bestemmer seg for typen av treimpregneringsmiddel, må en kjenne de krav som stilles til trevirket der det skal brukes.

Impregneringsmidlets holdbarhet mot utvasking har avgjørende betydning når trevirket blir brukt utendørs, og da spesielt i trefartøyer i saltvann. For trevirke som blir brukt i nærheten av eller i kontakt med næringsmidler, må en vite om impregneringsmidlet inneholder giftstoffer som kan overføres på næringsmidlene gjennom kontakt, eller om det inneholder luktstoffer som kan virke skadelig. Ved impregnering av trevirke i fiske- og fangstfartøyer er dette meget vesentlig, da fisken under transport

kommer i direkte kontakt med virket. Det synes derfor nødvendig å ta med en oppsummering av egenskapene til de hovedgrupper av impregneringsmidler som anvendes for trykkimpregnering av trematerialer til trefartøyer.

Midler av tjæreolje-typen.

Det viktigste middel av tjæreoljetyper er *kreosot* eller riktigere, *steinkulltjærekreosot*. Som navnet sier, er dette et produkt fra steinkulltjæreindustrien. Kreosot, som fåes ved destillasjon av steinkulltjære, er sammensatt av en rekke forbindelser av høyst ulik karakter og med ulike egenskaper. Produktet kan derfor variere meget i kjemisk og fysisk sammensetning.

For å gardere seg mot mindreverdige kvaliteter har en satt opp spesi-
fiserte krav med hensyn til kreosotoljens innhold og egenskaper.

Tretjærekreosot er som navnet sier, et produkt av tretjære. Dette middel har vært lite brukt, dels på grunn av de varierende kvaliteter, dels på grunn av at produksjonen har vært for liten til å interessere impregneringsindustrien. Dessuten har prisen vært for høy.

Midler av tjæreolje-typen karakteriseres ved følgende egenskaper:

De er lite oppløselige i vann og derfor spesielt egnet til behandling av tømmer og materialer som blir brukt utvendig, i vann eller i kontakt med jord.

Som regel er de ikke metalltærende.

Behandlede materialer har en tendens til å krympe. De kan ikke males og lar seg vanskelig lime.

Materialene får en sterk lukt som under spesielle forhold lett kan skade ømtålelige næringsmidler, selv uten direkte kontakt.

Nylig behandlede materialer er lettere antenkelige enn ubehandlede materialer; men etter en tid vil de lettflyktige bestanddelene av oljen fordampe og brannfaren er dermed sterkt redusert. Kreosotbehandlede materialer blir etter god tørking betraktet som like brannsikre som ubehandlet virke.

Vannløselige salter.

Disse er spesielle saltforbindelser av kopper, sink, kvikksølv, natrium, krom, arsen og fluor. Oppløst i vann vil disse saltene gi en væske fri for bunnfall. Salter av jern og aluminium har vist liten effekt og benyttes derfor lite.

Midler av denne type har følgende egenskaper:

De er mindre klebrige enn kreosot og andre midler av tjæreoljetyper.

I væskeform har de god inntrengningsevne i veden.

De er vanligvis luktfrie.

De hindrer ikke maling og liming av materialene.

De forårsaker vanligvis ikke krymping av veden.

De er ikke brennbare.

De regnes for ikke å kunne bli utvasket etter fiksering, og er derfor like godt anvendbare til utvendig som innvendig bruk. De eldre typene av vannløselige midler hadde en tendens til å bli utvasket når de kom i kontakt med vann.

Enkelte av de vannløselige midlene kan brukes til behandling av næringsmiddelbeholdere uten at de setter smak eller virker giftige.

Organiske oppløsninger.

Organisk oppløste midler består av bestemte kjemikalier som er oppløst i organiske væsker, vanligvis brennbare, (White spirit, nafta, petroleumsolje og spillolje). Etter behandlingen vil de brennbare væskene fordampe og etterlate impregneringsstoffene i veden. Blant de mest brukte giftige kjemikalier finner vi klorerte fenoler eller pentaklorfenol, klorerte naftaliner, eller kopper- og sinknaftanater.

Midler av denne typen har følgende egenskaper:

De er lite oppløselige og betegnes derfor som permanente.

De er anvendbare både utendørs og innendørs.

De lar seg lime og male etter at oppløsningsvæsken har fordampet.

Veden vil under behandlingen ikke krympe.

De er ikke metalltærende.

Når det brukes brennbare oppløsningsvæsker, vil disse på grunn av sin flyktighet bære impregneringskjemikalier dypere inn i veden enn andre typer oppløsningsvæsker. De organisk oppløste midler er derfor bedre egnet for påstrykning, sprøyting eller dypping enn andre impregneringsmidler.

Oppløsningene kan være brannfarlige, så forsiktighet må derfor vises under lagring og bruk i innestengte rom. Men etter at væsken har fordampet fra det behandlede virke, er ikke dette mer brannfarlig enn ubehandlet virke.

Noen har sterk lukt som kan ødelegge enkelte næringsmidler. Andre igjen er fri for lukt.

Ved bruk av riktig oppløsning vil ikke veden svulle, og oppløsningen kan derfor bli brukt på treverk som allerede er tilskåret sin endelige form og størrelse.

De fleste organisk oppløste impregneringsmidler er dyrere enn de andre typer. Den vanligste «impregneringsmetode» for disse oppløsningene er påstryknings- eller dyppemetoden, men de blir nå meget brukt også ved trykkimpregnering, spesielt i USA.

c. *Valg av treimpregneringsmidler.*

De forskjellige grupper impregneringsmidler har høyst forskjellige egenskaper. Dette innvirker selvsagt på deres anvendelighet. Det er f. eks. uriktig å bruke kreosot på flater som skal males, eller lett oppløselige impregneringer i sjøvann.

Generelt bør følgende faktorer tas i betraktning ved valg av impregneringsmidler:

Giftighet overfor råtesopper og treborende dyr.

Varighet.

Fare for mennesker og dyr.

Innvirkning på andre stoffer og metaller.

Malbarhet og mulighet for liming.

Brannfare.

Ubehagelige lukter.

I trefartøyer har de vannløselige treimpregneringssalter de største fordeler. Impregneringsmidler av tjæreolje-typen må vanligvis utelukkes på grunn av sin fremtredende lukt, dårlige malbarhet og vanskelige limegenskaper. Derimot har de meget stor evne til å motstå utvasking i sjøvann og angrep av peleorm og pelekreps. Dette kan tale for en viss anvendelse til impregnering av materialer til kjøler, hudplank og andre bygningsdeler som er i direkte kontakt med sjøvannet under vannlinjen.

De organiske treimpregneringsoppløsninger vil på det nåværende tidspunkt falle for dyre i bruk, likesom enkelte også har en sterk lukt. Nødvendigheten av fordunstning av oppløsningsvæsken før maling og liming nedsetter muligheten for praktisk anvendelse i trefartøyer.

En begrensende faktor for bruk av vannløselige treimpregneringssalter i fiske- og fangstfartøyer er enkelte saltkomponenters mulige forgiftning av lasten ved direkte kontakt. Det mest utsatte sted vil være lasterommet.

Alt eksponert trevirke i et lasterom for fisk er tilbøyelig til å øke i fuktighetsinnhold etter kort tids bruk, selv ved bruk av maling og belegg.

Hvis erfaringer fra praktisk fiske tilsier at det er nødvendig med beskyttelse mot impregnerte flater, utover det som maling gir, har vi flere muligheter:

- a. Det impregnerte treet kan dekkes med glassfiberarmert plast. Bruk av bare kunstharpiks uten glassfiberforsterkning har lite for seg, da belegget lett blir sprøtt og danner sprekker. Derimot bør kunstharpiks forsterket med glassfiber kunne brukes på faste delevegger og garnering. Selv med bruk av glassfiber må en etter noen års bruk regne med noe sprekking, revning og løsning. Men belegget vil vanskelig kunne anvendes på gammelt eller brukt trevirke — da kunstharpiksene ikke vil

- festne til virke som inneholder urenheter som fettstoffer o.l. Det bør derfor bare anbefales brukt på nytt eller helt rent trevirke.
- b. Lett flyttbar kledning av bord eller metallplater kan brukes til å dekke impregnerte garneringer og skott. Flyttbar kledning kan være praktisk for visse deler av garneringen. Til dette kan brukes tynne bord eller marinefinér. Denne kledning, av malt tre eller aluminiumslegeringer, kan tas bort for vasking, tørking og maling.
- c. Metalltrådduk kan brukes på samme måte som kledning og har i tillegg den fordel at det kan legges is mellom trådduken og garneringen. Ved hjelp av metoder som her er nevnt, skulle det være praktisk mulig å løse problemet med bruk av impregnert tre i lasterommet. Bruk av impregnert tre i andre deler av et fartøy må ansees ufarlig.

VIII. TRYKKIMPREGNERINGSFORSØK MED MYKOLOGISK PRØVING AV BESTEMTE TRERÅTESOPPER OG IMPREGNERINGSMIDLER

1. INNLEDNING

Tilstrekkelig evne til å trenge inn i veden, stor giftighet overfor destruerende organismer og god fikseringsevne er en nødvendig egenskap for et godt treimpregneringsmiddel. For å undersøke disse egenskapene overfor treborende dyr og sopper, kan det foretas praktiske prøver og laboratorieprøver. Da en ved praktiske prøver ofte får samtidig angrep av flere forskjellige råtesopper og insekter, og da angrepet finner sted under varierende forhold, avhengig av f.eks. klimaet på prøvemarket, kan et stoffs giftighet overfor en bestemt råtesopp vanskelig bli nøyaktig bestemt. Ved slike prøver tar det også forholdsvis lang tid å komme fram til holdbare konklusjoner.

I laboratoriet kan forsøkene gjennomføres under full kontroll. Disse kan senere følges opp med prøver under varierende forhold. For materialprøving av denne type er det utarbeidet spesielle standardprøver som kan variere noe fra land til land.

Amerikanerne har sin «soil-block method» som er utarbeidet av U.S. Bureau of Plant Industry laboratory i Madison, Wis. Denne metoden bruker jord som vekstsubstrat for soppene (LENTRITZ 1946).

I Tyskland brukes såkalte DIN-normer. Disse er utgitt av «Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik». Denne metoden bruker Agarsubstrat som startnæring for soppene.

I England har British Standards Institution utgitt British Standard 838: 1961 «Methodes of Test for Toxicity of Wood Preservatives to Fungi». Denne metode bruker også Agarsubstrat som startnæring for soppene.

I Norge er det ikke fastsatt bestemte normer. Den engelske metoden ble valgt i dette forsøket fordi den var lett tilgjengelig og forelå som en publikasjon fra Norges Standardiserings-Forbund 1961. Den amerikanske, som av mange forskere betegnes som meget god, var mindre aktuell fordi en i Norge ikke har arbeidet med jord som vekstsubstrat for råtesopper. Agarsubstratet derimot er godt kjent fra tidligere arbeider hos oss.

2. FORSØKSOPPLEGGET

Hensikten med laboratorieforsøket var å se hvordan forskjellig væskekonsentrasjon for vannopløselige trykkimpregneringssalter innvirket på saltopptaket i veden, og videre hvordan «full cell» prosessen og Rüpings metode ga forskjellig fuktighetsinnhold i veden etter impregnering. Prøveklossene ble deretter brukt til å undersøke giftigheten av trykkimpregneringssaltene overfor de treråtesopper tilhørende *Basidiomycetene* (kubisk råte og hvitråte) som er funnet å gjøre skade på trefartøyer.

Prøvingen ifølge British Standards går ut på ved veiing å konstatere hvor stor del av vedsubstansen som fortæres av råtesoppen i forsøkestiden. Klossenes tørrvekt bestemmes før og etter angrepet, og forskjellen i vekt utgjør et mål for angrepets størrelse. På grunnlag av veiing beregnes også saltopptak og fuktighetsinnhold i veden etter impregnering. Alle observerte og beregnede data er oppført i tabellene.

3. UTTAK OG BEHANDLING AV PRØVEKLOSSENE

Det ble tatt ut en rotstokk av furu ved Norges Landbrukshøgskoles sag og høvleri. Fra denne stokken ble samtlige prøver tatt. I brysthøyde var stokkens diameter 29,5 cm og kjernevedens diameter 15,5 cm. Kjerneveden ble påvist med kjernevedreagens for furu (figur 64). Reagensen bestod av en blanding like store volumdeler av nedenstående to løsninger:

Løsning 1.

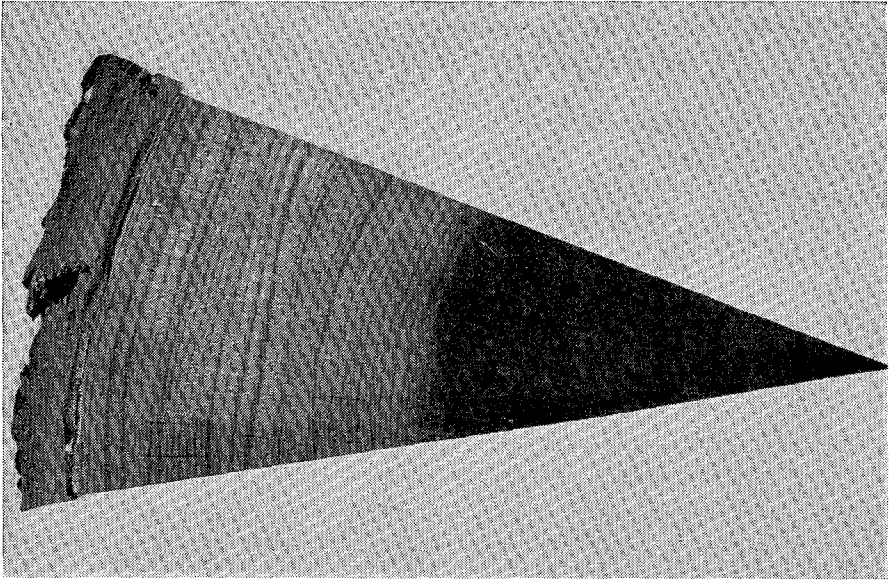
1 g benzidin
5 » saltsyre
194 » vann

Løsning 2.

20 g natriumnitrit (NaNO_2)
180 » vann

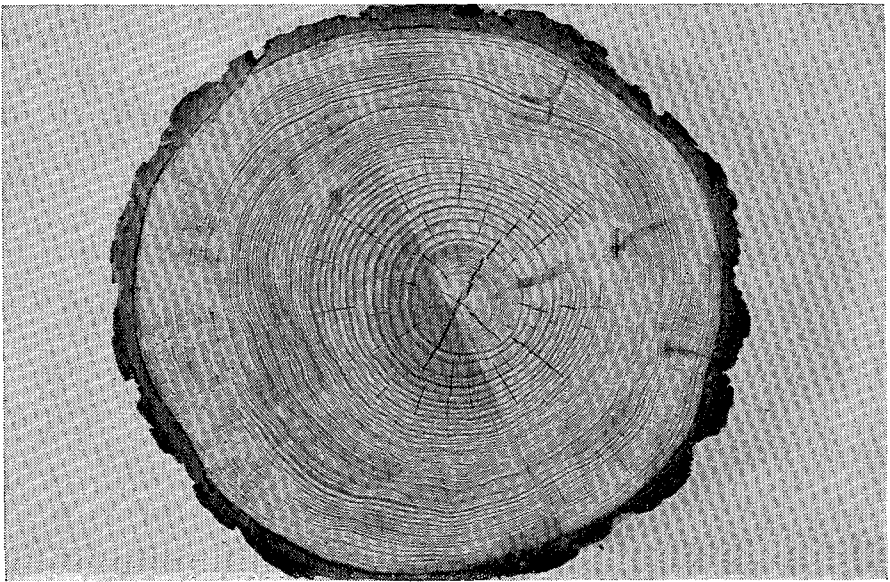
Treets utvikling kunne deles i tre bestemte vekstperioder (figur 65), karakterisert ved bredden av 10-årringen slik:

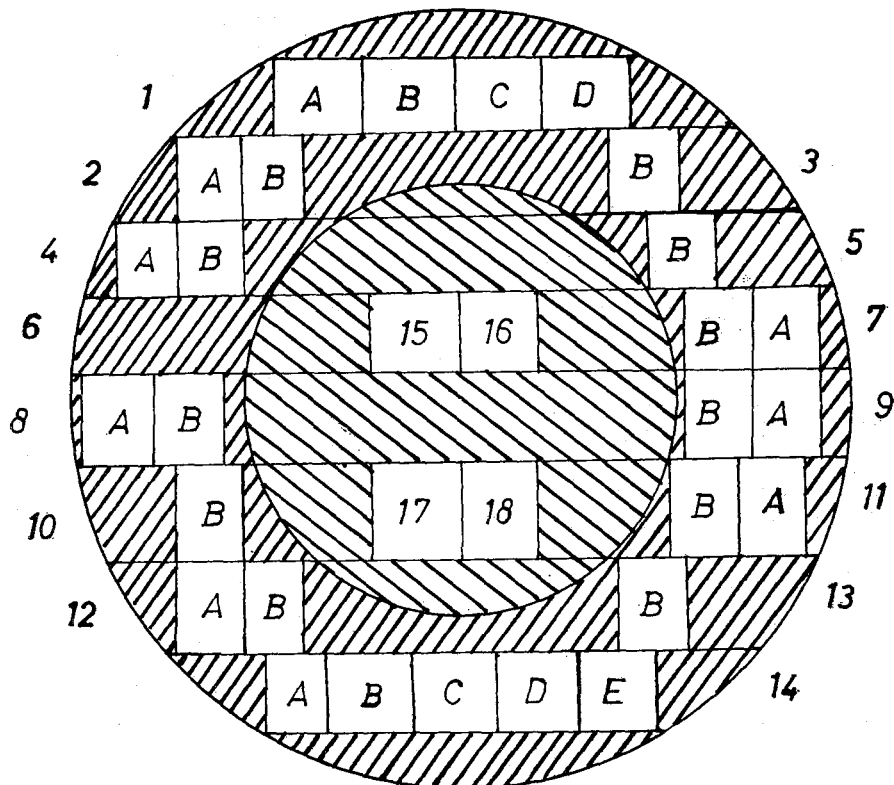
Indre kjerneved	1,2 cm
Midtre- og ytre kjerneved	3,4 »
Yteved	1,7 »



Figur 64. Stokkens kjerneved påvist med kjernevedreagens for furu.
 Figure 64. The heartwood of the log shown with heartwood reagent for pine.

Figur 65. Tverrsnittet av stokken hvor prøvekløssene ble tatt viser treets vekstutvikling. Denne er karakteristisk for norsk furu som kommer opp ved naturlig foryngelse.
 Figure 65. Cross section of the log from which the sample blocks were taken shows the growth development of the tree, and is characteristic for Scots pine obtained by natural regeneration.





Figur 66. Skisse som viser tverrsnitt av stokken hvor prøveklossene ble tatt. Kombinasjon av en bokstav og et tall indikerer en bestemt lekt. 9A er en bestemt lekt på høyre side av stokken. Lektene innenfor den indre sirkel er kjerneved og nummererte bare med tall.

Figure 66. Sketch showing the cross section of the log from which the sample blocks were taken. The combination of a letter and number indicate a specific bar. 9A is one specific bar on the right hand side of the log. The bars within the inner circle are heartwood and only given a specific number.

Det ble skåret lektar av yteveden fra stokkens midtre del. Disse ble merket med tall og bokstaver etter mønster som vist i figur 66. Av lektene, som ble tørket ned til en fuktighet på 10 %, ble det skåret klosser på $5,0 \times 2,5 \times 1,5$ cm størrelse. Klossene ble så gitt nummer.

Prøver av kjerneveden ble tatt fra samme del av stokken.

Nedtørkingen til tørrvekt ble utført ved 103°C . Etter 4 døgn hadde klossene oppnådd konstant vekt. Etter veiing ble klossene lagt i plastposer og sendt til trykkimpregnering.

Tabell 7. Uttak av prøveklosser fra bestemte lekter A1, 1B, etc.
Table 7. Selection of sample blocks from specific bars 1A, 1B, etc.

		YTEVED SAPWOOD													
		Lektens nr. og bokstav The bars no. and Letter													
Prøveklossenes nr. Sample block no.		1A.	1B.	1C.	1D.	2A.	2B.	3B.	4A.	4B.	5B.	7A.	7B.	8A.	8B.
			1	2	3	4	37	38	39	40	73	74	75	76	109
		44	77	78	79	80	13	114	115	116	149	150	151	152	9
		119	120	153	154	155	156	13	14	15	16	49	50	51	52
		18	19	20	53	54	55	56	89	90	91	92	125	126	127
		93	94	95	96	129	130	131	132	165	166	167	168	25	26
		136	169	170	171	172	29	30	31	32	65	66	67	68	101

		YTEVED SAPWOOD													
		Lektens nr. og bokstav The bars no. and letter													
Prøveklossenes nr. Sample block no.		9A.	9B.	10B.	11A.	11B.	12A.	12B.	13B.	14A.	14B.	14C.	14D.	14E.	
			111	112	145	146	147	148	5	6	7	8	41	42	43
		10	11	12	45	46	47	48	81	82	83	84	117	118	
		85	86	87	88	121	122	123	124	157	158	159	160	17	
		128	161	162	163	164	21	22	23	24	57	58	59	60	
		27	28	61	62	63	64	97	98	99	100	133	134	135	
		102	103	104	137	138	139	140	173	174	175	176			

		KJERNEVED HEARTWOOD			
		Lektens nr. The bars no.			
Prøveklossenes nr. Sample block no.		15.	16.	17.	18.
			33	34	35
		69	70	71	72
		105	106	107	108
		141	142	143	144
		177	178	179	180

4. IMPREGNERINGEN OG DE ANVENDTE IMPREGNERINGSMIDLER

Vanlig fremgangsmåte ved laboratorieforsøk er å impregnere klosser av den størrelse som her er brukt i en vakuundesikator tilkoblet en vakuumpumpe på springvannet. Når en valgte å utføre impregneringen ved vanlige impregneringsanlegg, var det for å få et resultat som ligger så nær opptil de praktiske forhold som mulig. Et av hovedformålene med undersøkelsen var å studere forskjellen på fullimpregnering og Rüpings-metoden. Impregneringen av prøveklossene ble foretatt med de nedenfor oppførte impregneringsmidler og ved de nevnte bedrifter.

Celcure — Norsk Impregneringskompani, Larvik.

Bolidensalt K-33 — Saugbruksforeningen, Halden.

Wolmanit U-Reform 6 — Trøndelag Impregnering, Lundemo.

Tanalith m/arsen — Henry Johansen, Lillestrøm.

Tanalith u/arsen — Henry Johansen, Lillestrøm.

Kreosot — Henry Johansen, Lillestrøm.

De forskjellige impregneringsmidlers bestanddeler og under hvilke forhold (trykk, vakuum) klossene ble impregnert er gjengitt nedenfor.

Celcure. Den virksomme bestanddelen i dette impregneringssaltet er kopper. Saltets kjemiske sammensetning er:

- Koppersulfat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — 45 %
- Natriumbikromat, $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — 50 %
- Kromacetat, $\text{Cr}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — 5 %

Blandingens konsentrasjon: 9 %.

Prøveklossene ble impregnert sammen med annet virke etter Rüpings metode med:

Fortrykk luft 3 kg/cm². Væsketrykk 10 atm. Trykktid 3½ time. Sluttvakuum 65 cm Hg. Vakuumperiodens varighet ca. 12 timer.

Celcure-impregnerte trematerialer må ligge ca. 3 uker før saltene er fiksert i veden. Ved fikseringen i veden utfelles tungt oppløselig kopperkromat.

Bolidensaltet K-33. Saltets virkning er basert på et stort arsenikkinnhold.

— Arsenikkpentoksyd, As_2O_5	34,0 %
— Kromoksyd, CrO_3	26,6 %
— Kopperoksyd, CuO	14,8 %
— Vann	24,6 %

Blandingsforhold: 100 kg salt til 5 000 l vann = 2 % oppløsning.

Prøveklossene ble impregnert etter fullimpregneringsmetoden sammen med annen last under følgende forhold:

Forvakuum 60—75 cm Hg. Forvakuumstid 35 min. Trykk 10 kg/cm². Trykktid 45 min. Sluttvakuum ble ikke brukt.

I K-33-saltet inngår de virksomme bestanddelene som oksyder og ved fikseringen dannes det meget tung oppløselige forbindelser av kopper og kromarsenat. RENNERFELT (1962) oppgir at det ved utvaskingsforsøk er konstatert at omkring 90 % av arsenikken fikseres i veden.

Wolmanit U-Reform 6. Saltet for trykkimpregnering blir oppgitt å ha følgende sammensetning:

— Fluor (som alkalifluorider)	ca. 27 %
— Krom (som kromater)	» 14,3 %

Dessuten er det visse buffersalter tilstede. Blandingens konsentrasjon: 1,5 %.

Prøveklossene ble impregnert etter fullimpregneringsmetoden sammen med annen last under følgende forhold:

Forvakuum 73 cm Hg. Forvakuumstid 60 min. Trykk 9,5 kg/cm². Trykktid 60 min. Sluttvakuum ble ikke brukt.

Dette er det eneste saltet i forsøket som inneholder fluor. Blant de salter som er med i dette forsøket, regnes fluor for å ha lengst fikseringstid i veden, nemlig 6 uker.

Tanalith. Dette saltet finnes i dag i flere typer med forskjellige betegnelser. Typene av Tanalith kan variere noe i sammensetning, men hovedsakelig består de av kaliumbikromat, kopper, bor, dinitrofenol og arsenater. I dette forsøket inngår to typer, en med arsenater og en uten. Saltet med arsenater blir brukt til trematerialer som skal brukes utendørs, f. eks. stolper og utvendig kledningspanel. Saltet uten arsenater, og som går under betegnelsen CBC, blir i første rekke brukt innendørs.

Prøveklossene ble impregnert sammen med annen last under følgende forhold:

Tancas med arsenater:

Fortrykk $\frac{3}{4}$ kg/cm². Fortrykkstid 40 min. Trykk 11 kg/cm². Trykktid 1 time 15 min. Sluttvakuum 66 cm Hg. Sluttvakuumtid 1 time. Blandingskonsentrasjon 5 %.

Dette er en modifisert Rüping sparemtode med et lavt fortrykk og et kort ettervakuum.

Tancas uten arsenater:

Forvakuum 60 cm Hg. Forvakuumtid 20 min. Trykk 14 kg/cm². Trykktid 2,5 timer. Sluttvakuum 63 cm Hg. Sluttvakuumtid 1 time. Blandingskonsentrasjon 1,9 %.

Dette er en modifisert «full-cell» metode fordi den har et ettervakuum på 1 time.

Kreosot. Kreosotoljen er den samme som brukes til stolpeimpregnering, og oppfyller de fordringer som er anført i de skandinaviske kvalitetsbestemmelser.

Prøveklossene ble impregnert sammen med annet virke etter Rüpings metode.

Fortrykk 3,5 kg. Maks. temp. 86°C. Fortrykketid 30 min. Væsketrykk 10 atm. Trykketid 3 timer. Sluttvakuum 68 cm Hg. Maks. temp. 60°C. Sluttvakuumtid 17 timer.

5. PRØVEKLOSSENE BEHANDLING ETTER IMPREGNERINGEN

Etter impregneringen ble klossene veid og lagt i lukkede glasskolber i romtemperatur. Etter 14 dager ble glasskolbene åpnet helt. Det hadde i mellomtiden dannet seg kondens på innsiden av glasskolbene. Tørkingen fortsatte ytterligere i 8 uker. For treklosser av denne størrelse skulle dette være en noe lang tørketid, men den var i dette tilfelle nødvendig for at de saltimpregnerte klossene skulle få impregneringssaltene helt fiksert. For Wolmanit U-Reform 6, som inneholder fluor og har lang fikseringstid, ble det fra forhandleren fremholdt at en fikseringstid på minst 6 uker var ønskelig. For de andre saltene er en fikseringstid på 3—4 uker tilstrekkelig.

Alle klossene ble utsatt for vannutvasking. De normer som British Standards setter opp ble fulgt. Utvaskingen ble foretatt i en vakuundesikator tilkoblet en vakuumpumpe på vannspringen og en vannbeholder med destillert vann. Prøveklossene ble nedveid i vakuundesikatoren med glassveker og utsatt for redusert trykk i 10 min. Vakuumpumpen ble så stoppet og vannet tilført ved hjelp av slange fra vannbeholderen.

Da klossene var dekket med vann, ble vakuuet sluppet fri, og glasskolbene med klossene tatt ut. Samme utvasking ble også foretatt for kontrollklossene og de av kjerneved.

Vannet som dekket klossene, ble byttet tre ganger pr. døgn. Etter å ha ligget under vann i laboratorietemperatur i 4 dager, ble klossene tatt ut og lagt i et tørkeskap ved en temperatur av 50°C. Her lå klossene i 3 døgn, hvoretter de igjen ble vasket ut med destillert vann i vakuundesikatoren. Denne utvasking og tørkebehandling ble gjentatt tre ganger, slik at klossene ialt ble utsatt for 16 dagers vasking og 12 dagers tørking.

6. DE ANVENDTE TRERÅTESOPPER

Som tidligere nevnt var hensikten med denne mykologiske undersøkelsen å prøve de treråtesopper tilhørende *Basidiomycetene* som en vet gjør skade på trefartøyer. Følgende treråtesopper ble brukt:

Kubisk råte:

Coniophora puteana — kjellersopp.

Trametes serialis —

Lentinus lepideus — svillesopp.

Poria sp.

Hvitråte:

Polyporus annosus — rotråte.

7. PRØVINGENS UTFØRELSE

Glasskolbene som ble brukt til den mykologiske delen av undersøkelsen, var maltekstraktglass med metall skrulokk. I lokket var det boret et hull til bomullskork for surstofftilførselen til soppkulturen. Glassene ble fylt med 100 ml maltagarsubstrat og deretter sterilisert. Etter at maltagarsubstratet var stivnet, ble glassene podet med de nevnte råtesopper. Da soppmycelet etter 3 uker hadde vokst utover substratet, ble klossene lagt inn. De ble plassert over to glasstaver for ikke å komme i direkte kontakt med substratet. I hvert glass ble det lagt to klosser. Forsøket ble gjennomført med to gjentak. Med kontroll-, impregnerte- og kjernevedklosser omfattet forsøket 180 klosser. Glassene med klossene ble satt i et termostatstyrt klimarom med en temperatur på 21—22°C. Luften hadde en relativ fuktighet på 60—65 %, og ble sirkulert ved hjelp av en elektrisk vifte. Forsøket ble avsluttet etter 4 måneder. Klossene ble da tatt ut, rengjort for mycel og lagt i tørkeskap for å få endelig tørrvekt.

8. BEREGNINGEN

Nedenfor anføres hvordan tallene i tabell 8 er fremkommet. Kloss nr. 5 impregnert med Celcure og utsatt for soppangrep av *Coniophora puteana*, er brukt som eksempel.

Ad. 1. Klossene nummerert i kronologisk rekkefølge fra 1 til 180.

» 2. Ovnstørket volum i cm³ er bestemt ved måling av klossene med 1/10 mm nøyaktighet.

Lengde = 49,8 mm, bredde = 24,4 mm, tykkelse = 14,6 mm,
Volum = 17,72 cm³.

» 3. Ovnstørr vekt i gram viser klossenes konstante tørrvekt i tørkeskap etter tørking ved 103°C. (7,74 g).

- Ad. 4. Egenvekten i tørr tilstand er beregnet ut fra klossenes ovnstørre vekt og ovnstørket volum. Formelen er

$$S = \frac{D}{V}$$

hvor S er egenvekten, D er klossenes ovnstørre vekt og V klossenes ovnstørket volum.

$$D = 7,74 \text{ g}, V = 17,72 \text{ cm}^3$$

$$S = \frac{7,74}{17,72} = 0,436$$

- » 5. Vekt etter impregnering gir klossenes råvekt etter at de er behandlet med impregneringsvæske i trykksylinderen. (13,01 g).
 » 6. Impregneringsvæskenes konsentrasjon angir i % den mengde aktivt impregneringssalt som er brukt i hver impregneringsoppløsning.

Eks. for Celcure:

9 % væskkonsentrasjon forteller at det er brukt 9 kg impregneringssalt pr. 100 liter vann.

- » 7. Vektøkningen i gram på grunn av impregnering angir væskemengde hver kloss har tatt opp under behandlingen i trykksylinderen.

Tallet fremkommer ved å ta differansen mellom klossenes ovnstørkede vekt (3) og vekt etter impregnering (5).

Klossens ovnstørkede vekt = 7,74 g. Vekt etter impregnering = 13,01 g. Vektøkning = 5,27 g.

- » 8. Vektøkning i % på grunn av impregnering fremkommer ved å sette klossenes vektøkning (7) i forhold til klossenes opprinnelige ovnstørre vekt (3).

$$\text{Vektøkning} = 5,27 \text{ g}, \text{ ovnstørr vekt} = 7,74 \text{ g.}$$

$$\text{Vektøkning i prosent} = \frac{5,27 \times 100}{7,74} = 68,0 \%$$

- » 9—10. Beregnet saltopptak, dvs. den mengde impregneringssalt som blir opptatt pr. volumenhet ved, er beregnet etter formelen:

$$R = \frac{G \cdot C}{100 \cdot V} \text{ hvor}$$

R = opptatt impregneringssalt i gram pr. cm^3 ved.

G = vektøkning i gram ved impregnering.

C = gram impregneringssalt pr. 100 gram impregneringsvæske.

V = klossenes volum i cm^3 .

$$G = 5,27 \text{ g}, C = 9, V = 17,72 \text{ cm}^3.$$

$$R = \frac{5,27 \cdot 9}{100 \cdot 17,72} = 0,0267 \text{ g/cm}^3 : 26,7 \text{ kg/m}^3$$

Kalkulert saltopptak for kloss nr. 5 — 0,47 g, fremkommer enten ved å multiplisere det fremkomne tall 0,0267 g/cm³ med 17,72 cm³ eller ved å sløfye klossens volumtall i formelens nevner.

- Ad. 11. Trevirkets fuktighet bestemmes som differansen mellom de to veiinger — vekt i rå tilstand og tørrvekt — dividert på trevirkets tørrvekt og multiplisert med 100.

$$U = \left(\frac{G - G_0}{G_0} \cdot 100 \right) \% \text{ hvor}$$

U = fuktighetsprosent.

G = vekt i rå tilstand.

G₀ = vekt i absolutt tørr tilstand.

Vekt i rå tilstand uten impregneringssalt får en ved å trekke beregnet saltopptak pr. kloss (10) fra klossenes vekt etter impregnering (5).

$$\begin{aligned} \text{Vekt etter impregnering} &= 13,01 \text{ g} \\ \text{Beregnet saltopptak} &= 0,47 \text{ g} \\ \text{Ovnstørr vekt} &= 7,74 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Fuktighetsprosent} = \frac{(12,54 - 7,74) \times 100}{7,74} = 62,02 \%$$

- » 12. Beregnet ovnstørr vekt etter impregnering fremkommer ved å legge til kalkulert saltopptak (9) ovnstørr vekt (3). Ovnstørr vekt = 7,74 g, kalkulert saltopptak = 0,47 g. Kalkulert ovnstørr vekt = 8,21 g.
- » 13. Råvekt etter angrep er klossenes vekt med det samme de er tatt ut av soppkulturen (8,28 g).
- » 14. Ovnstørr vekt etter soppangrep er klossenes konstante tørrvekt i tørkeskap ved 103°C. (7,54 g).
- » 15. Vekttap av opprinnelig ovnstørr vekt på grunn av destruksjon er differansen mellom ovnstørr vekt etter angrep (13) og kalkulert ovnstørr vekt etter impregnering (11). Ovnstørr vekt etter angrep = 7,54 g.

Kalkulert ovnstørr vekt etter impregnering = 8,21 g.

Vekttapet uttrykt i prosent =

$$\frac{(8,21 - 7,54)}{8,21} \cdot 100 = 8,16 \%$$

Ad. 16. Netto vekttap er differansen mellom ovnstørr (3) og ovnstørr vekt etter angrep (13) minus kalkulert saltopptak pr. kloss (10). Ovnstørr vekt etter angrep 7,54 g, kalkulert saltopptak = 0,47 g, ovnstørr vekt = 7,74 g.

Netto vekttap i prosent:

$$\frac{(7,74 - 7,54 - 0,47)}{7,74} \cdot 100 = 8,65 \%$$

Dette prosenttall gir oss det virkelige vekttap soppene kan ha forårsaket.

9. FORSØKSRESULTATER

De beregnede verdier fremgår av hovedtabell 8. Tallene er gjennomsnittstall for fire gjentak. På grunn av materialets størrelse har en foretrukket å gi et utdrag av grunnmaterialet oppsatt i den form en mener er mest hensiktsmessig i forbindelse med diskusjonen av forsøksresultatene. Forsøksresultatene er delt i to grupper: Impregnering og råtesoppangrep.

a. Impregnering.

Saltopptak.

Et utdrag fra grunnmaterialet er gitt i nedenstående tabell 9 hvor gjennomsnittstall av 20 klosser er utregnet for hvert impregneringsmiddel. Saltopptaket i klossene er oppgitt i kg/m³. Tallene i parentes angir laveste og høyeste saltopptak i hver serie.

Som det fremgår av tabellen, er saltopptaket for alle klossene meget høyt, og ligger langt over grenseverdien for soppbeskyttelse. Laveste tall i dette forsøket er 11,0 kg pr. m³, kloss nr. 134.

JAIN og CEDERCREUTZ (1961) angir grenseverdier for Boliden K-33 ved impregnering av yteved av furu. De oppgir følgende tall: *Coniophora cerebella* 2,08 kg/m³ (0,13 lb/cu. ft.), *Lentinus lepideus* Fr. 1,76 kg/m³ (0,11 lb/cu.ft.) og *Poria vaporaria* Fr. 3,36 kg/m³ (0,21 lb/cu.ft.).

Det ser således ut som om konsentrasjonen for flere av de impregneringsvæskene som er benyttet, kunne vært senket uten at den beskyttende evne ville vært svekket tilsvarende. Det meropptak en har av salt ut over grenseverdien for maksimum beskyttelse er av liten verdi. Beskyttelsesgraden kan sies å være konstant utover grenseverdien.

Praktisk sett har saltopptaket i veden også en viss betydning ved limingen av impregnerte materialer. Høye saltopptak kan vanskeliggjøre en tilfredsstillende liming. Derfor angir U.S. Navy i sine retningslinjer for liming av impregnerte materialer at prøver av liming bør tas for en bestemt mengde saltopptak.

Tabell 8. Anvendte impregneringsmidler, beregnet saltopptak og fuktighetsinnhold og netto vekttap på grunn av råtesoppangrep. Tallene er gjennomsnitt for fire gjentak.

Table 8. Type of preservatives used, calculated retention and moisture content, and net weight loss due to decay. The average value of four samples is given.

Anvendte råtesopper: a. *Coniophora puteana*, sample no. 1—36. b. *Trametes serialis*, sample no. 37—72. c. *Lentinus lepideus*, sample no. 73—108.
Type of rot used: d. *Poria sp.*, sample no. 109—144. e. *Polyporus annosus*, sample 145—180.

	Kontroll Control	Celcure	Boliden	Wolmanit U-Reform 6	Tanalith m/arsen with arsen	Tanalith u/arsen without arsen	Kreosot Creosote	Kjerneved Heartwood
2. Ovnstørket volum Oven dry volume cm ³								
a. <i>Coniophora puteana</i>	18,0	17,8	17,7	18,0	17,5	17,6	17,9	18,0
b. <i>Trametes serialis</i>	18,0	17,8	17,8	17,8	17,9	17,7	17,8	18,0
c. <i>Lentinus lepideus</i>	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8	17,9	17,7	18,0
d. <i>Poria sp.</i>	17,7	18,0	17,8	17,9	17,9	18,0	17,9	18,1
e. <i>Polyporus annosus</i>	17,7	17,7	17,8	17,9	17,9	17,9	17,9	18,0
3. Ovnstørr vekt Oven dry weight g								
a.	8,0	7,8	8,0	7,9	8,0	8,1	7,8	6,7
b.	7,8	8,1	8,0	7,8	8,0	7,8	7,8	6,6
c.	7,9	8,0	8,1	7,8	8,1	7,9	8,0	6,8
d.	8,0	8,0	8,2	8,2	7,9	7,9	7,8	6,6
e.	7,8	7,7	7,8	8,0	7,9	8,1	8,0	6,8

	Kontroll Control	Celcure	Boliden	Wolmanit U-Reform6	Tanalith m/arsen with arsen	Tanalith u/arsen without arsen	Kreosot Creosote	Kjerneved Heartwood
4. Egenvekt Specific gravity g/cm ³								
a.	0,446	0,439	0,457	0,440	0,461	0,459	0,437	0,372
b.	0,436	0,455	0,449	0,441	0,448	0,444	0,438	0,366
c.	0,443	0,450	0,452	0,440	0,455	0,441	0,455	0,375
d.	0,453	0,446	0,460	0,457	0,442	0,440	0,436	0,371
e.	0,443	0,435	0,439	0,448	0,441	0,451	0,448	0,380
5. Vekt etter impregnering <i>Weight after treatment</i>								
g								
a.		13,1	22,1	23,6	15,0	20,1	13,7	
b.		13,4	22,1	23,7	14,3	19,9	13,5	
c.		13,4	21,9	23,5	14,7	19,9	13,7	
d.		13,3	21,7	23,9	15,5	18,9	13,6	
e.		12,8	21,7	23,6	14,6	19,4	13,6	
6. Impregneringsvæskens konsentra- sjon Concentration of preservative %		9,0	2,0	1,5	5,0	1,9	—	

	Kontroll Control	Celcure	Boliden	Wolmanit U-Reform 6	Tanalith m/arsen with arsen	Tanalith u/arsen without arsen	Kreosot Creosote	Kjerneved Heartwood
7. Vektøkning p. g. a. impregnering Weight increase due to treatment g								
a.		5,3	14,0	15,7	6,8	12,0	5,9	
b.		5,3	14,1	15,9	6,2	12,0	5,7	
c.		5,4	13,8	15,7	6,6	12,0	5,7	
d.		5,3	13,6	15,7	6,6	11,0	5,8	
e.		5,1	13,8	15,6	6,7	11,3	5,6	
8. Vektøkning p. g. a. impregnering Weight increase due to treatment %								
a.		67,9	173,7	199,2	84,2	149,2	75,1	
b.		65,1	176,9	202,6	78,0	152,9	73,3	
c.		67,4	171,4	200,9	81,0	152,2	70,6	
d.		65,9	166,1	192,5	83,2	139,1	75,0	
e.		66,4	176,5	193,7	85,0	140,6	70,3	
9. Beregnet saltopptak Retention kg/m ³								
a.		26,8	15,8	13,1	19,4	13,0	326	
b.		26,6	15,8	13,4	17,5	12,9	319	
c.		27,3	15,5	13,2	18,4	12,8	320	
d.		26,5	15,3	13,2	18,4	11,6	326	
e.		25,9	15,5	13,1	18,7	12,1	315	

	Kontroll Control	Celcure	Boliden	Wolmanit U-Reform6	Tanalith m/arsen with arsen	Tanalith u/arsen without arsen	Kreosot Creosote	Kjerneved Heartwood
10. Beregnet saltopptak pr. kloss Retention each sample g								
a.		0,47	0,28	0,24	0,34	0,23		
b.		0,48	0,28	0,24	0,31	0,23		
c.		0,48	0,28	0,24	0,33	0,23		
d.		0,48	0,27	0,23	0,33	0,21		
e.		0,46	0,28	0,24	0,34	0,22		
11. Klossenes fuktighetsinnhold etter impregnering Moisture content of samples after treatment %								
a.		61,8	170,2	196,6	86,0	146,3		
b.		59,2	173,4	199,6	74,1	150,0		
c.		61,3	168,0	198,0	76,9	149,8		
d.		59,9	162,8	189,7	79,1	136,5		
e.		60,4	172,9	190,8	80,8	137,9		

	Kontroll Control	Celcure	Boliden	Wolmanit U-Reform 6	Tanalith m/arsen with arsen	Tanalith u/arsen without arsen	Kreosot Creosote	Kjerneved Heartwood
12. Beregnet ovenstør vekt etter impregnering Calculated oven dry weight after treatment .								
g								
a.		8,3	8,4	8,1	8,4	8,3		
b.		8,6	8,3	8,1	8,3	8,1		
c.		8,5	8,4	8,1	8,4	8,1		
d.		8,5	8,4	8,4	8,2	8,1		
e.		8,2	8,1	8,3	8,2	8,3		
13. Råvekt etter soppangrep Wet weight after rot attack								
g								
a.	7,7	8,4	8,9	8,5	8,9	8,6	11,6	6,5
b.	8,0	9,1	8,8	8,5	8,8	8,5	11,3	6,7
c.	7,8	9,0	8,8	8,5	9,0	8,5	11,6	6,9
d.	8,1	8,8	9,0	8,8	8,6	8,5	11,3	6,8
e.	8,3	8,6	8,6	8,7	8,6	8,7	11,5	7,2
14. Ovenstør vekt etter soppangrep Oven dry weight after rot attack								
g								
a.	7,1	7,6	8,2	7,9	8,2	7,9	11,6	6,5
b.	7,4	8,3	8,1	7,8	8,2	7,8	10,1	6,2

	Kontroll Control	Celcure	Boliden	Wolmanit U-Reform 6	Tanalith m/arsen with arsen	Tanalith u/arsen without arsen	Kreosot Creosote	Kjerneved Heartwood
c.	7,3	8,3	8,2	7,9	8,3	8,0	10,4	6,4
d.	7,5	8,1	8,3	8,2	8,0	7,9	10,3	6,3
e.	7,7	7,9	7,9	8,1	8,0	8,1	10,5	6,8
15. Vekttap av opprinnelig ovnstørr vekt Weight loss on base of original oven dry weight %								
a.	11,2	8,1	1,9	3,1	2,4	5,2	—	10,7
b.	5,4	2,9	1,8	2,4	1,9	2,4	—	11,3
c.	8,2	2,7	1,6	2,4	2,0	2,6	—	5,4
d.	5,9	4,5	1,6	2,4	2,5	3,1	—	5,9
e.	0,9	3,0	1,6	2,1	2,3	2,2	—	0,5
16. Netto vekttap av opprinnelig ovns- tørr vekt Net weight loss on base of original oven dry weight %								
a.	11,2	8,6	1,9	3,1	2,5	5,3	—	10,7
b.	5,4	3,1	1,9	2,5	2,0	2,5	—	11,3
c.	8,2	2,9	1,7	2,5	2,1	2,7	—	5,4
d.	5,9	4,8	1,6	2,5	2,6	3,2	—	3,9
e.	0,9	3,2	1,7	2,2	2,4	2,3	—	0,5

Tabell 9. Oversikt over saltopptak for hvert impregneringsmiddel med angitt prosess som ble brukt.

Table 9. Summary of retention for each preservative with indication of process used.

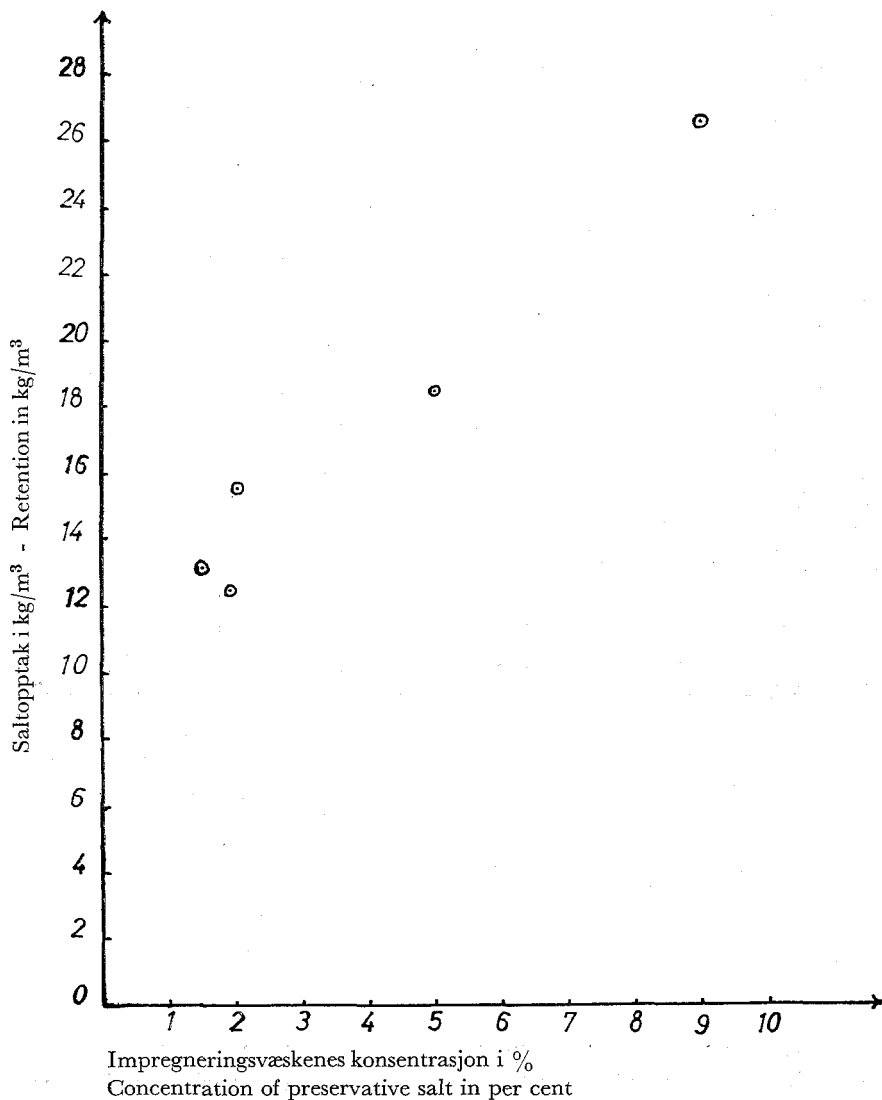
Impregnerings- middel Type of preservative	Impregneringsvæske- nes konsentrasjon Concentration of preservative %	Gjennomsnittlig salt- opptak i yteved hos 20 prøvekløsser Average retention in sapwood for 20 samples kg/m ³	Prosess Process
Celcure	9	26,6 (23,6—28,6)	Rüping
Boliden K—33 .	2	15,6 (14,9—22,5)	Full-cell
Wolmanit			
U—Reform 6 ..	1,5	13,2 (12,8—13,5)	Full-cell
Tanalith m/arsen			Rüping, modifi-
Tanalith with			sert
arsen	5	18,5 (16,9—21,3)	Rüping, modified
Tanalith u/arsen			Full-cell med 1
Tanalith without			time ettervakuum
arsen	1,9	12,5 (11,0—13,9)	Full-cell with 1
			hour final vacuum
Kreosot			
Creosote	—	322 (295—347)	Rüping

ANON. (1958) oppgir tilfredsstillende limingsresultater for amerikansk rødeik med et saltopptak på 11 kg/m³ (0,75 lb/cu.ft.).

RAKNES (1962) sier i forbindelse med laminering av trykkimpregnert bøk at jevnt over gav de prøver som var impregnert ved lav konsentrasjon de beste limeresultatene. Han benyttet følgende konsentrasjon: Celcure 8,0 % og 4,0 %, Boliden 3,0 % og 1 % og Tanalith 5,0 % og 2,5 %.

SELBO og GRØNVOLD (1956) anvendte ved laminering av trykkimpregnert furu Boliden, Celcure og kreosot med henholdsvis 5,93 11,46 og 91,2 kg pr. m³ trevirke. I disse gjennomsnittstall er kjerneveden medregnet, slik at det virkelige saltopptak i yteveden ikke er gitt. For de oppgitte salt- og kreosotmengder, som ble utjevnet på både yte- og kjerneved, hadde de ingen vanskeligheter med limingen.

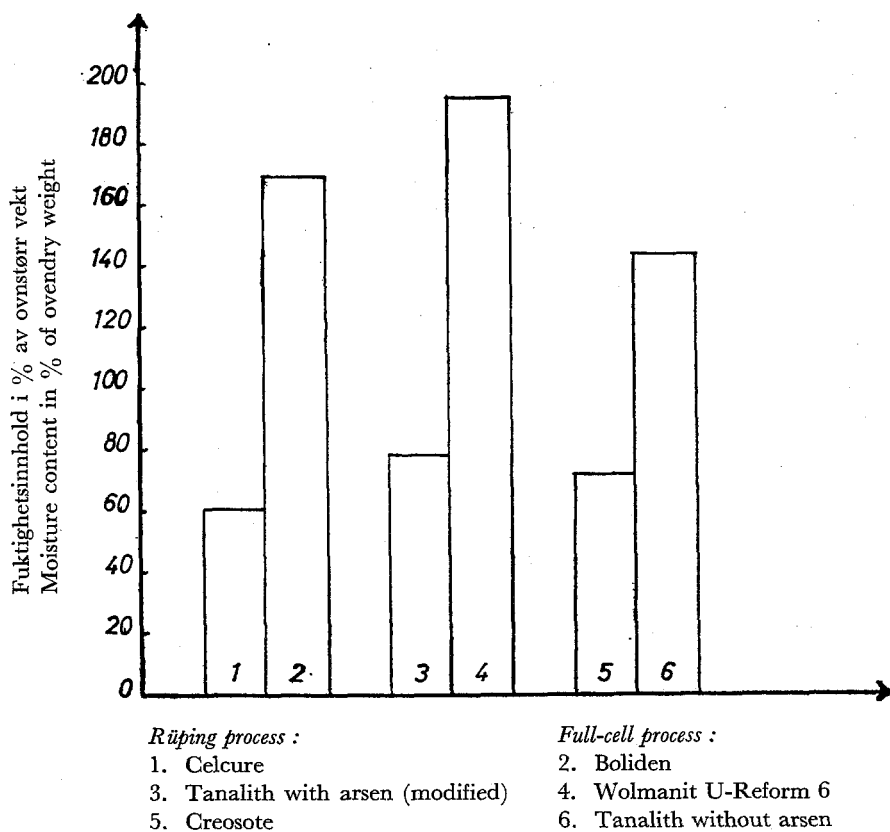
Sistnevnte fremgangsmåte å beregne saltopptaket på i furu, hvor en har både yte- og kjerneved, er den som benyttes i dag. Men fremgangsmåten angir i virkeligheten ikke den opptatte saltmengde i yteveden, da den i beregningen blir utjevnet på kjerneveden som ikke har hatt noe opptak. Ved liming av impregnerte materialer kan dette føre til et galt resultat. Det kan være nødvendig å holde seg innenfor bestemte mengder saltopptak i



Figur 67. Saltopptak kg/m^3 i forhold til impregneringsvæskenes konsentrasjon i %.
 Figure 67. Retention in kg/m^3 in relation to concentration of preservative salt in per cent.

den impregnerte veden. Det riktige må derfor være å regne ut saltopptaket bare i yteveden på furu.

Figur 67 viser at det er bestemt korrelasjon mellom saltopptak i veden og impregneringsvæskens konsentrasjon. En rett linje gjennom punktene vil danne tilnærmet en 45° vinkel med x-aksen. Dette viser at ved å øke konsentrasjon med 1 %, har saltopptaket økt med 2 kg/m^3 .



Figur 68. Fuktighetsinnhold i klossene i % av ovnstørr vekt etter trykkimpregnering. Hver søyle representerer en prosess og et impregneringssalt for 20 klosser.
 Figure 68. Moisture content in sample blocks after pressure treatment. Each column represents one process and one preservative salt for 20 sample blocks.

Vanskeligheten ved treimpregnering er den forskjell i motstand som ulike treslag, og forskjellige trestykker av samme treslag, gir mot impregneringen. Å si noe generelt utover det som gjelder for dette forsøket, er derfor vanskelig.

Fuktighetsinnholdet.

Fuktighetsinnholdet etter impregnering fremgår av figur 68. Det er en klar forskjell i fuktighetsinnholdet for klosser impregnert med «full-cell» — og Rüping-prosessen. Høyest ligger Wolmanit-impregnerte klosser med 194,8 % av ovnstørr vekt, dernest Boliden K-33 og Tanalith uten arsen med henholdsvis 169,5 % og 144,1 %. Det noe lavere tall for Tanalith uten arsen skyldes 1. times ettervakuum som ikke ble brukt for de to andre sal-

tene. Laveste tall har Celcure med 60,5 % og Tanalith med arsen 78,2 %. Celcure er brukt i en ren Rüping-prosess, mens metoden som ble brukt for Tanalith med arsen var noe modifisert. Den hadde et lavere og kortere fortrykk og et vesentlig kortere ettervakuum. Ser en på det forskjellige sluttvakuum som ble brukt for de to impregneringssalter, skulle en ha ventet en større avstand mellom de to prosenter enn 17,7 prosentenheter. Celcure hadde 12 timer og Tanalith med arsen 1 times ettervakuum.

Når forskjellen mellom «full-cell» — og Rüping-prosessen er kommet så tydelig fram, kan det være av interesse å se hvordan dette kan innvirke på materialene under den videre nedtørring. Fuktighetsinnholdet i veden er ikke bare bestemmende for tørketiden, men ved kunstig tørking også for de tørkeskjemaer som materialene skal tørkes etter. Det vil alltid være et forhold mellom vanninnholdet i veden og det tørkeforhold som kan brukes.

Tilfredsstillende kontroll av tørkefeilene avhenger av en riktig regulering av temperatur og relativ fuktighet. Spesielt er dette viktig med trevirke som har et høyt vanninnhold. En står ofte overfor et tømmer Sortiment som kalles «søkketømmer». Dette er trevirke som inneholder så mye vann eller så lite luft i cellene at tømmeret synker i vann. Slik ved tørker langsomt og vil lett få celledammenbrudd hvis det brukes for høy tørretemperatur ved tørkingens begynnelse.

Lignende forhold vil fremkomme med trykkimpregnerte materialer. Celledammenbrudd er unormal krymping som skyldes utflatning av vedens celler. Trevirke med denne form for sammenbrudd har ofte furer i overflaten og i alvorlige tilfelle kan det slå seg sterkt. Celledammenbrudd kan forårsakes av 1) trykkspenninger i indre deler av veden og som overstiger vedens trykkfasthet eller 2) væskespenninger i cellehulrom som helt er fylt med vann. Begge disse forhold forekommer tidlig i tørkeprosessen. Celledammenbrudd er vanligvis synlig noe senere i tørkeprosessen. ANON. (1958) og RASMUSSEN (1961) viser at en må være meget forsiktig ved kunstig tørking av impregnerte materialer. Maksimal temperatur ligger på 65°C (150°F). Den relative fuktighet ved tørkingens begynnelse må være så lav at en unngår overflatefortetning, oppløsning eller utlaking av kjemikalier og mulig korrosjon på metallet i tørkekammeret. Stikklegging av materialene er nødvendig for å unngå krumming.

Kjemikalier kan dessuten fremskynde de styrkereduserende effekter som forlengede opphold under høye temperaturer har på fuktig trevirke. Enkelte kjemikalier virker hurtigere og mer alvorlig enn andre. Noen vil også oppløse seg og avgi gassaktige produkter, slik at den kjemiske behandlingens effektivitet blir redusert.

Spesielle problemer kan oppstå ved tørking av impregnert finér. Ved behandling med vannoppløselige salter vil blindfinéren hindre normal svelging av overflatelagene. Det oppstår en kompresjonstendens i disse. Kom-

presjonstendensen kan holdes tilbake ved å bruke så lav temperatur som mulig ved impregneringen. Starttemperaturen ved tørkingens begynnelse bør være tilsvarende høy med en høyest mulig relativ fuktighet uten at det foregår noen utlaking. En del sprekkdannelse kan ventes når overflate-lagene er av roterkuttet finér, fordi knivmerker ofte finnes i denne type finér.

Det synes således som om nye problemer lett kan oppstå når en går over fra tørking av konvensjonelle materialer til impregnerte. Fuktigheten i veden ved tørkingens begynnelse er bestemmende for det tørkeprogram som brukes. Ved høye fuktigheter bør det utvises spesiell forsiktighet. Det er tydeligvis enklere å tørke ned impregnerte materialer med et godt resultat etter Rüping- enn «full-cell»-prosessen. Dessuten vil også tørketiden bli vesentlig kortere etter førstnevnte prosess.

En times ettervakuum ved «full-cell»-prosessen, som ga et noe gunstige fuktighetsinnhold for Tanalith uten arsen, bør kunne brukes mer i praksis.

b. Råtesoppangrep.

Mycelets vekst.

Med et enkelt unntak, klossene nr. 69 og 70 med *Trametes serialis* som angripende sopp i en glasskolbe, forløp råtesoppens vekst på agarsubstratet normalt. Unntaket kan skyldes infeksjon av andre sopper som er kommet til under podingen. Disse to klossene er derfor utelatt ved den videre bearbeiding av resultatet.

Da klossene ved prøvetidens slutt ble tatt ut av glasskolbene, ble mycelets vekst på klossene registrert etter en vekstinndeling i åtte forskjellige grader angitt med bokstaver fra A til H, som gjengitt nedenfor, og tatt inn i tabell 10.

Mycelets vekst på klossene i prøveperioden, gradert fra A til H.	The growth intensity of the mycelium on the sample blocks ranked in groups from A to H.
A. Ikke mycel	A. No mycelium present
B. Litt mycel på undersiden	B. Spotted mycelium on bottom face
C. Underside dekket med mycel	C. Bottomface covered with mycelium
D. Mycel på endeflater	D. Mycelium on end face
E. Mycel på underside og endeflater	E. Mycelium on bottom and end face
F. Fruktlegerne på side- eller endeflate	F. Fruiting body on side- or end face
G. Mycel på underside, ende- og sidefl.	G. Mycelium on bottom, end- and side faces
H. 100 % dekket med mycel	H. All covered with mycelium

Resultatet for alle klossene er satt opp i tabell 10.

Kreosotimpregnerte klosser viste ikke i noe tilfelle tegn til mycelutvikling. Det kan nevnes at mycelet på agarsubstratet sluttet å vokse og døde kort tid etter at de kreosotimpregnerte klossene var lagt inn. Dette viser kreosotens høye toxicitet overfor råtesopper av den type som her ble anvendt.

Absolutt størst mycelvekst viste *Coniophora puteana*. Deretter fulgte *Poria sp.*, *Trametes serialis* og *Lentinus lepidens*. Med unntak av en kloss, kontroll 146, har *Polyporus annosus* ikke greid å overføre veksten fra agar-substratet til klossene. Dette kan ha sin naturlige forklaring i at denne råtesopp vanligvis bare finnes i levende trær og sjelden angriper bearbeidet trevirke.

Karakteristisk for *Lentinus lepidens* var dannelsen av palmeformige fruktlegemer.

Tendensen var ellers at de arsenholdige saltene og det fluorholdige Wolmanitsaltet var de som holdt mycelutviklingen mest tilbake.

Synlig råtesoppangrep og vekttap.

Med synlig angrep menes at veden i en kloss på et eller annet sted er blitt så sterkt skadet av råte at angrepet fremtrer som destruert ved. Synlig angrep ble bare konstatert på en del av klossene. Resultatet er stilt opp i tabell 11.

Kontrollklossene har som ventet flest synlige angrep. Angrepet var i de fleste tilfelle meget kraftig, og de fire klossene som var angrepet av *Coniophora puteana* var helt deformerte. Alle soppene med unntak av *Polyporus annosus* har også greid å angripe kjerneveden. Dette støtter det som er observert ved innsamling av råteangrepet trevirke fra trefartøyer, nemlig at kjerneveden i mange tilfelle er like sterkt, om ikke sterkere angrepet enn yteveden. Kjerneved av furu er således ikke like holdbar som impregnert yteved. Angrepet på de uimpregnerte yte- og kjernevedklossene er et mål for treets naturlige beskyttelsesevne.

Den råtesopp som har angrepet flest klosser, 20 st., er *Poria sp.*, der nest kommer *Coniophora puteana* med 18 angrepne klosser. *Trametes serialis* har ikke angrepet noen impregnerte klosser.

Klosser impregnert med kreosot og arsenholdige salter er de eneste som har gått fri for synlig angrep.

Forholdet mellom synlig angrep og netto vekttap fremgår av tabell 12. Ved mykologisk prøving av denne type settes det en grense ved 5 % vekttap.

Et angrep over denne grense anses som alvorlig.

PECHMANN og SCHAILE (1950) skriver at trevirket kan allerede være betrakelig skadet og oppvise endringer i sine egenskaper før vekten overhodet er gått merkbart ned. Videre nevner de forholdet mellom vekt-

råtesopper og impregneringsmidler. Bokstavene angir vekstutviklingen.
sample blocks during the test period.

Kloss nr. Sample no.	Tanalith m/arsen Tanalith with arsen	Kloss nr. Sample no.	Tanalith u/arsen Tanalith without arsen	Kloss nr. Sample no.	Kreosot Creosote	Kloss nr. Sample no.	Kjerneved Heartwood
21	B	25	E	29	A	33	E
22	C	26	E	30	A	34	E
23	C	27	E	31	A	35	E
24	C	28	E	32	A	36	E
57	E	61	E	65	A	69	—
58	C	62	C	66	A	70	—
59	E	63	E	67	A	71	H
60	C	64	E	68	A	72	G
93	F	97	A	101	A	105	G
94	D	98	A	102	A	106	G
95	A	99	A	103	A	107	G
96	A	100	A	104	A	108	G
129	B	133	G	137	A	141	G
130	B	134	G	138	A	142	G
131	B	135	C	139	A	143	G
132	B	136	C	140	A	144	G
165	A	169	A	173	A	177	A
166	A	170	A	174	A	178	A
167	A	171	A	175	A	179	A
168	A	172	A	176	A	180	A

minskning og styrkenedgang og påpeker for bl.a. *Coniophora cerebella* at når vekten har gått ned med 5 %, har styrken avtatt med 60 %.

Av tabell 12 fremgår hvor mange klosser med synlige angrep som kan regnes for sterkt angrepet, over 5 % vekttap.

Kontrollen og kjernevedklossene, med henholdsvis 14 og 12 klosser med over 5 % vekttap, er sterkest angrepet. Bare 2 klosser i hver serie har under 5 % vekttap.

Celcure har 5 klosser og Tanalith uten arsen 3 klosser med 5 % eller over i vekttap. Wolmanit U-Reform 6, som har 8 klosser med synlig angrep, har alle under 5 % vekttap. Tabellen viser også antall klosser med synlig angrep i % av totalt antall klosser med samme behandling. Kontrollklossene viser 80 %, kjernevedklossene 78 %, Celcure, Wolmanit U-Reform 6 og Tanalith uten arsen 40 %.

Tabell 12. Antall klosser med synlig angrep fordelt etter impregneringsmiddel og netto vekttap.

Table 12. Sample blocks with visible attack tabulated by type of preservative used and net weight loss.

Anvendte impregneringsmidler Type of preservative used	Beregnet salt- opptak Reten- tion kg/m ³	Netto vekttap Net weight loss		Antall angrepne klosser No. of attacked samples	
		< 5 %	> 5 %	Antall Number	i % av totalt antall klosser in % of total samples
Kontroll					
Control	—	2	14	16	80
Celcure	26,6	3	5	8	40
Boliden	15,6	—	—	—	—
Wolmanit U-Reform 6	13,2	8	—	8	40
Tanalith med arsen					
Tanalith with arsen	18,5	—	—	—	—
Tanalith uten arsen					
Tanalith without arsen	12,5	5	3	8	40
Kreosot					
Creosote	32,2	—	—	—	—
Kjerneved					
Heartwood	—	2	12	14	78

Tabell 13 viser klossenes gjennomsnittlige vekttap i % for hver råte-sopp og hvert impregneringsmiddel. Denne tabell viser at alle de impregnerte klossene har minsket noe i vekt uansett om det er synlig angrep eller ikke. Tall for de kreosotimpregnerte klossene er ikke regnet ut. På forhånd kan en si at slike tall ikke ville bli riktige, fordi kreosoten mister en del av sine flyktige stoffer under tørkingen av klossene.

Vekttapet hos de impregnerte klossene ligger betydelig lavere enn for de uimpregnerte kontroll- og kjernevedklossene. Det er viktig å legge merke til at klosser impregnert med Celcure og utsatt for angrep av *Coniophora puteana* er den serie av impregnerte klosser som er sterkest angrepet, både hva vekttap og synlig angrep angår. Dette betyr at den rase av *Coniophora puteana* som her er prøvet, og tidligere isolert fra råteangrepet tre i trefartøyer, er det en kaller kopperresistent. Mot arsen er den derimot ikke resistent. Dette ser en av de klosser som er impregnert med de to Tanalith-saltene. Klosser impregnert med Tanalithsaltet uten arsen har avgjort større vekttap og viste tydelig destruksjon i veden.

Det er mulig at ytterligere noen klosser med lite vekttap (under 5 %) er blitt angrepet av råte til tross for at det ikke er noe synlig angrep. På en del klosser forekom brune eller mørke misfarginger. Disse misfargede parti-

Tabell 13. Klossenes gjennomsnittlige netto vekttap i % for hver råtesopp og hvert impregneringsmiddel

Table 13. Average weight loss for the sample blocks in per cent for each rot and preservative used.

Anvendte impregneringsmidler Type of preservativs used	Anvendte råtesopper Type of rot used				
	Coniophora puteana	Trametes serialis	Lentinus lepideus	Poria sp.	Polyporus annosus
Kontroll					
Control	11,2	5,4	8,7	5,9	0,8
Celcure	8,6	3,1	2,9	4,8	3,2
Boliden	1,9	1,9	1,7	1,6	1,7
Wolmanit U-Reform 6	3,1	2,5	2,5	2,5	2,2
Tanalith med arsen					
Tanalith with arsen...	2,5	2,0	2,1	2,6	2,4
Tanalith uten arsen					
Tanalith without arsen	5,3	2,5	2,7	3,2	2,3
Kreosot					
Creosote	—	—	—	—	—
Kjerneved					
Heartwood	10,7	11,3	5,4	5,9	0,5

ene tyder på råde i begynnende stadium. Rådehyfene har trengt inn i veden uten at de ennå har forårsaket noe synlig destruksjon. Her er disse ikke regnet som råteskadede.

Mange av de impregnerte klossene hadde ingen synlige rådeangrep. Veden var hard og uforandret og ikke, eller lite, misfarget. Til tross for dette har så godt som alle klossene tapt noe i vekt. Av tabellene framgår det at det ikke alltid er de med synlig angrep som har tapt mest i vekt. Det finnes andre muligheter for vekttap. Klossene har gjennomgått en hel serie behandlinger som hver for seg kan gi vekttap, f.eks. impregnering, utvasking, sterilisering og tørking etter angrep.

Foruten råten er det først og fremst utvasking som kan forårsake vekttap. Men nøyaktig å avgjøre hvilken av de nevnte faktorer som spiller størst rolle, er vanskelig. At behandlingen av klossene spiller en rolle, viser de som var utsatt for *Polyporus annosus*. Vekttapet her skyldes ikke råtens virksomhet, men andre ubestemte faktorer.

10. KONKLUSJON

Hensikten med forsøket har vært å belyse hvordan forskjellig væskekonsentrasjon for vannopløselige trykkimpregneringssalter innvirker på

saltopptaket i veden. Videre å se hvordan de to forskjellige trykkimpregneringsprosesser «full-cell» og Rüping gir ulikt fuktighetsinnhold i veden.

Prøveklossene ble trykkimpregnert med Celcure, Boliden K-33, Wolmanit U-Reform 6, Tanalith med arsen, Tanalith uten arsen og kreosot. Prøveklossene ble laboratorieprøvet etter British Standard 838: 1961 mot følgende treråtesopper tilhørende *Basidiomycetene*: *Coniophora puteana*, *Trametes serialis*, *Lentinus lepideus*, *Poria sp.* og *Polyporus annosus*.

Til forsøket er benyttet furu, fordi dette er det viktigste treslag i norsk trefartøybygging i dag, og må anses å bli det også i fremtiden.

De anvendte konsentrasjoner på saltimpregneringsvæskene ga et høyt saltopptak i yteveden av furu. Høyeste beregnet saltopptak er 28,6 kg/m³ (tabell 9).

Det er påvist korrelasjon mellom impregneringsvæskenes saltkonsentrasjon og opptatt saltmengde i kg/m³ (figur 67).

De to forskjellige trykkimpregneringsprosessene «full-cell» og Rüping har gitt forskjellig fuktighetsinnhold i prøveklossene. Rüping ga et fuktighetsinnhold helt ned til 60,6 % basert på vedens ovenstørre vekt, mens full-cell prosessen viste fuktighetsinnhold helt opp til 195,5 %. Dette forhold er avsatt i søylediagram i figur 68. Problemer omkring nedtørking av materialer med spesielt høyt fuktighetsinnhold er diskutert.

Kreosot viste stort toxicitet overfor mycelets vekst (tabell 10). Den samme tendens viste impregneringssaltene med arsen. Impregnert yteved av furu er bevist å være avgjort sterkest mot de treråtesopper av *Basidiomycetene* som her er prøvd. Det gjelder både synlige angrep og beregnet netto vekttap (tabell 12 og 13). Den rase av *Coniophora puteana* som er brukt, har vist seg å være kopperresistent.

Fluorsaltet Wolmanit U-Reform 6 som hadde minst saltopptak pr. kloss og kg/m³ (tabell 9), og som angis for lett utvaskbart på grunn av sin flyktighet, viste stor beskyttelsesevne mot alle treråtesoppene som er brukt.

IX. IMPREGNERT TRE I TREFARTØYBYGGINGEN

Utvidet bruk av beskyttelsesmetoder er en absolutt nødvendighet sett på bakgrunn av den fare råte er for våre fiske- og fangstfartøyer av tre.

Med et grundig kjennskap til råtesoppene og deres utvikling, til de faktorer som favoriserer dem, til treets svake og sterke sider og til de hjelpemidler som er tilgjengelige i dag, kan en treffe de beste avgjørelser for å bevare trefartøyer mot destruksjon av råte. Det er bare ved stadig kontakt med problemene at en vil kunne finne fram til en utvikling av de eksisterende midler og metoder, eller kanskje finne nye veier å gå.

Prinsipielt vil en alltid velge det trevirke som har størst varighet, men dette valg er begrenset. De fleste treslag med stor varighet, er nemlig meget vanskelige å skaffe og vil være meget kostbare i anskaffelse. En har også det forhold å ta hensyn til at flere treslag med stor varighet vanskelig lar seg impregnere.

Ivaretagelsen av treets egen beskyttelsesevne og gjennomføring av teknisk beskyttelse kan kalles den passive beskyttelse. En forsøker å unngå råtesoppen og de forhold som favoriserer den.

Ved den aktive beskyttelse forsøker en ved bruk av giftige midler å hindre utbredelse av råten, og å drepe råtesoppen hvis den går til angrep.

Det kan her være grunn til å peke på den vesentlige forskjell det er mellom brunråtesoppene og overflateråtesoppene når det gjelder toleransen overfor giftstoffer.

Tyske undersøkelser (THEDEN 1961) har vist at *Chaetomium globosum*, som brukes som testsopp for beskyttelsesmidler mot overflateråte, i jordforsøk med impregnert bøk, ikke er særlig følsom overfor fluor, arsen og dinitrofenol, mens kopper og natriumpentaklorfenolat har vist seg effektive.

Noe henimot det motsatte forhold er bevist med brunråtesoppene i den mykologiske prøving, som er beskrevet i kapittel 8. Saltene med arsen og fluor har vist seg meget effektive overfor de treråtesopper som er prøvet, mens en så vanlig treråtesopp som *Coniophora puteana* viser stor toleranse overfor kopper.

Bekjempelsen av overflateråtesoppene byr på den vanskelighet at de er resistente mot mange av de ellers anerkjente impregneringsmidler i den vanlig anvendte sammensetning og konsentrasjon.

En bør derfor bruke høyere saltkonsentrasjoner i de tilfelle hvor trevirket er utsatt for angrep av overflateråte. De foran beskrevne undersøkelser har vist at overflateråte kan forårsake skader av stor økonomisk betydning i trefartøyer. Angrep av denne type har nok foregått gjennom alle tider, men først med det nåværende kjennskap til skadene har en fått tilstrekkelig grunnlag for bruk av virksomme beskyttelsesmidler.

Ved å akseptere den kjennsgjerning at impregnering ikke gir 100 % permanent beskyttelse og at impregneringen stiller bestemte krav til materialene, ser en straks at grunnlaget for den beste beskyttelse mot råte ligger i valg av trevirke.

For et treslag som furu gjelder den regel at den impregnerte yteveden er mer holdbar mot treråte og treborende dyr enn uimpregnert kjerneved.

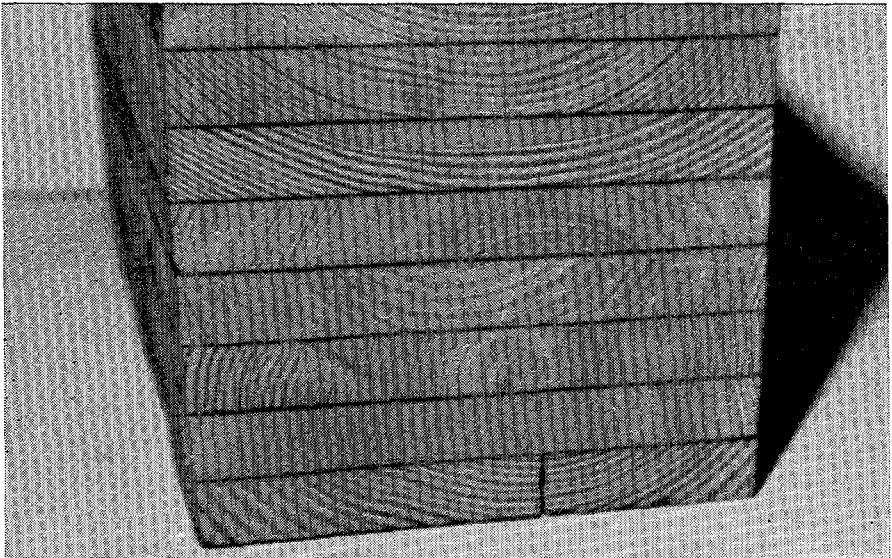
Målsettingen i kampen mot treråte er konstruksjoner som i tverrsnitt viser den største prosent impregnert ved. Det beste resultat oppnås ved laminering. Ved bruk av yteved kan en lime konstruksjoner som i tverrsnitt er 100 % gjennomtrengt med impregneringsoppløsninger.

Ut fra de forsøksresultater og de praktiske erfaringer som er gjort under det arbeidet som her fremlegges, bør en ved oppbyggingen av de laminerte enheter for trefartøybygging benytte det prinsipp som er avbildet i figur 69.

Figuren viser tverrsnitt av en laminert enhet med trykkimpregnerte lameller av furu. Spant og andre konstruksjonsdeler i trefartøyer bør for fremtiden bygges etter dette prinsipp. Men det er et par detaljer ved denne enhet som her er avbildet og som burde vært gjort annerledes. De brune feltene er uimpregnert kjerneved, dette bør unngås. Alle lamellene bør være hel yteved som lamell nr. 3 og 8 når en ser bort fra sprekkdannelsen i nr. 8. Denne sprekkdannelsen skyldes sammensetting av flask- og kant-skårene bord mot hverandre. Ujevn spenningsdannelse ved tørke og tilføring av fuktighet forårsaker sprekkdannelse når disse to sortimenter blandes sammen. I dette tilfellet ville soppsporene ha fri adgang til uimpregnert kjerneved gjennom sprekken, og under optimale forhold for soppene ville mesteparten av konstruksjonen være ødelagt og den øvrige impregnering til liten nytte.

Det ligger utenfor rammen av dette arbeid å diskutere eller å illustrere alle anvendelsesmuligheter som trykkimpregnert, laminert tre har i trefartøybyggingen. De enheter en i første rekke tenker på er:

Spant - Dekksbjelker - Kjøl - Akter- og forstevn



Figur 69. Tverrsnitt av trykkimpregnert laminert spant av furu.
Figure 69. Cross section of pressure treated laminated frame of Scots pine.

For disse bør trykkimpregnering av hver individuell lamell før monteringen være en regel. Lamineringsteknikken gir videre muligheter for en mangfoldighet av former. Disse kan standardiseres, eller de kan lages individuelt etter separate tegninger. Byggemetoden forener derved to ting. Den gir konstruksjoner med et forbedret og variert utseende, og gjennom impregneringen gir den et produkt som har økt leve- og brukstiden på trevirket, sammenlignet med vanlig byggemåte av helt tømmer.

På denne måte har trykkimpregnerte, laminerte trekonstruksjoner en stor oppgave å fylle i trefartøybyggingen.

S A M M E N D R A G.

Formålet med undersøkelsen har vært å studere trevirke til trefartøybyggingen ut fra et treteknologisk synspunkt. Hovedvekten er lagt på de biologiske tilstander som ofte gjør stor skade i det enkelte trefartøy og er et stort problem for vår fiskerflåte. Problemets betydning er påpekt ved det store antall fiskefartøyer og det store kvantum trematerialer flåten representerer. Hovedtyngden av flåten ligger i størrelsesgruppen 30—50 fot, hvilket betyr at en for overskuelig framtid må anta at trevirke fortsatt vil bli det dominerende byggemateriale for vår fiskeflåte. Dette øker behovet for en utvidet forskning for å skaffe det beste trematerialet.

I 1960 ble det avlagt besøk på 69 treskipsverft og innsamlet 73 treprøver fra forskjellige trefartøyer som var angrepet av treråte. En oversikt over undersøkte fartøyer er gitt i tabell 4. Fra tidligere var det innsamlet 12 prøver, slik at totalt var materialet 85 prøver.

Foruten treråte er det gjort studier over skader forårsaket av det treborende insekt *Nacerda melanura* og sjødyrene *Teredo* og *Limnoria*. Elektrokjemisk nedbrytelse ble registrert 2 ganger.

Følgende biologiske skader er registrert:

- A. Treborende insekt — *Nacerda melanura*.
- B. Sjødyrene — *Teredo* og *Limnoria*.
- C. Tresopper.

1. *Basidiomycetes*

<i>Coniophora puteana</i>	registrert	19	ganger
<i>Trametes serialis</i>	»	10	»
<i>Lentinus lepideus</i>	»	1	gang
<i>Poria sp.</i>	»	1	»
<i>Polyporus annosus</i>	»	1	»

2. *Ascomycetes* og *Fungi imperfecti*

<i>Phialophora fastigata</i>	registrert	1 gang
<i>Chloridium</i> sp.	»	1 »
<i>Spicaria</i> sp.	»	1 »
<i>Trichoderma lignorum</i>	»	3 ganger
<i>Penicillium</i> sp.	»	6 »

Ubestemte *Fungi imperfecti* er registrert 14 ganger.

For å belyse nedbrytelse av veden forårsaket av *Ascomycetes* og *Fungi imperfecti* ble det foretatt mikroskopisk undersøkelse av 17 prøver. Tre-snittene ble mikrofotografert og resultatene er gjengitt fra figur 23 til og med figur 45.

Beskyttelsen av trevirke mot biologiske skader inndeles i treets naturlige beskyttelsesevne og varighet, teknisk beskyttelse og kjemisk beskyttelse. Treets naturlige beskyttelsesevne er avhengig av de kjemiske stoffer som er avsatt i vedens cellevegger. Fordi de forskjellige kjemiske stoffene som er aktive mot tresopper og trespisende dyr varierer mellom de forskjellige treslag, vil en finne en markert forskjell i motstandsevnen (tabell 5). Kjerneveden som vanligvis inneholder flere kjemiske stoffer, er den mest varige. For furu (*Pinus silvestris*) er det særlig innholdet av pinosylvinfenolene som er avgjørende. Det blir pekt på at mange utenlandske treslag, spesielt de tropiske, har en langt større naturlig varighet enn våre stedegne. Forutsatt riktig behandling av trevirket etter hogst, har hogsttiden ingen innflytelse på treets holdbarhet eller andre egenskaper.

Den tekniske beskyttelse er tiltak som hindrer biologiske skader uten at det er foretatt noen kjemisk behandling av trevirket. I dag utøves denne beskyttelse ved å oppnå størst mulig ventilasjon for å fjerne uønsket trefuktighet. Dette gjøres ved at det bygges inn spesielle ventiler, «svanehals», vist i figur 58 og ventilasjonskanaler som vist i figur 59. På grunnlag av forfatterens egne undersøkelser foreslås en utvidet bruk av teknisk trebeskyttelse. Dette omfatter for det første større kontroll med trefuktigheten og for det andre regelmessig uttørking med spesielle tørkeapparater etter avfuktningsskippet (dehumidifying).

Til kontroll med trefuktigheten anbefales det i fartøykonstruksjonen å sette inn stasjonære elektroder for elektriske trefuktighetsmålere (figur 60). Ved hjelp av fjernkontroll kan trefuktigheten på de enkelte steder avleses regelmessig. Til dette formål er det etter utkast fra forfatteren utviklet utstyr til dette formålet. Utstyret er avbildet i figur 60 B.

Ved for høy fuktighetsgrad kan denne senkes effektivt etter avfuktningsskippet. Prinsippet er utredet teoretisk og vist i praksis ved direkte tørkeforsøk i trefartøyer og med vanlig skåren skurlast (tabell 6, figur 62 og 63).

Mykologisk prøving med de 5 *Basidiomycetene* *Coniophora puteana*, *Trametes serialis*, *Lentinus lepideus*, *Poris sp.*, og *Polyporus annosus* overfor de 6 forskjellige impregneringsmidlene Celcure, Boliden K-33, Wolmanit U-Reform 6, Tanalith med arsen, Tanalith uten arsen og kreosot har klart vist økt holdbarhet for impregnert yteved av furu (*Pinus silvestris*). Kjerneved av furu viste i flere tilfelle svak holdbarhet. Grunnmaterialet er ført opp i tabell 8. Et utdrag av dette er gitt i tabell 9, 10, 11, 12 og 13 og figur 67 og 68. Foruten den mykologiske prøving er det beregnet saltopptak for de forskjellige impregneringsmidler (tabell 9). Det er påvist stor forskjell i vedens vanninnhold for de to trykkimpregneringsprosessene «full-cell» og Rüping (figur 68). De problemer som lett oppstår ved kunstig tørking av trematerialer med spesiell høy fuktighet er diskutert. Den rase av *Coniophora puteana* som er prøvd, har på grunn av sin store effektivitet overfor Celcure vist seg motstandig mot kopper (tabell 12 og 13). På grunn av det gode resultat som er oppnådd med impregnert yteved av furu, anbefales det i den fremtidige trefartøybygging å anvende dette sortiment i størst mulig utstrekning. Best resultat vil en oppnå gjennom lamineringsteknikken hvor hver lamell trykkimpregneres før sammensetning. Ved riktig materialvalg kan en oppnå en enhet som er 100 % gjennomtrengt med impregneringssalter. Til alle bærende enheter i et trefartøy bør dette prinsipp gjennomføres.

ENGLISH SUMMARY

In Norway more than 95 % of a total of 40 000 small and large fishing vessels are timber built. There have not been many essential changes in the construction methods, and technical knowledge of latest developments gained from scientific research, have not been used to the fullest extent in this industry. The principal material used is Scots pine (*Pinus silvestris*).

Due to the high incidence of attack of a biological nature, particularly by wood rotting fungi in Norwegian fishing craft of this type, the Agricultural College of Norway, Department of Wood Technology was, in 1958, commissioned by the Directorate of Fisheries to study the various biological causes and make recommendations for their prevention.

In 1960 the author visited 69 Timber Shipbuilding Yards and collected some 73 samples of wood from different vessels attacked by wood rotting fungi. An analysis of surveyed vessel is given in Table 4. In an survey prior to 1960, 12 samples were taken making a total of 85.

During the study, research was also made into the effects of destruction caused by a wood destroying insect — *Nacerda melanura* and the marine borers *Teredo* and *Limnoria*. Electrochemical attack was discovered twice.

The following biological agencies of destruction were detected:

- a) Wood destroying insect — *Narcerda melanura*.
- b) Marine borers — *Teredo* and *Limnoria*.
- c) Wood rotting fungi.

1. *Basidiomycetes*.

<i>Coniophora puteana</i>	detected 19 times.
<i>Trametes serialis</i>	detected 10 times.
<i>Lentinus lepideus</i>	detected 1 time.
<i>Poria</i> sp.	detected 1 time.
<i>Polyporus annosus</i>	detected 1 time.

2. *Ascomycetes* and *Fungi Imperfecti*.

<i>Phialophora fastigata</i>	detected 1 time.
<i>Chloridium</i> sp.	detected 1 time.
<i>Spicaria</i> sp.	detected 1 time.
<i>Trichoderma lignorum</i>	detected 3 times.
<i>Penicillium</i> sp.	detected 6 times.

Unidentified *Fungi Imperfecti* was detected 14 times.

To detect any wood destruction from *Ascomycetes* and *Fungi Imperfecti*, microscopical examination was done with 17 samples. The wood sections were microphotographed and the result is given in Figures 23 to 45.

The author divides the preventive methods against biological destruction into three main groups:

- a) The woods natural durability.
- b) Technical prevention.
- c) Chemical prevention.

Based on his own work, the author recommends the increased use of technical prevention methods.

This means recognising the importance of using well seasoned timber in the building of new vessels and practicing regular moisture checks and drying out techniques when the vessel is in use or storage.

Since there are very limited periods of good natural climatic drying conditions in Norway, particularly in Winter, Autumn and Spring, it is always a major problem to builders deciding how to dry out new wooden materials and vessels in use. Even when heating can be introduced, this method can be both ineffective and expensive. In addition to causing

cracks and warping of the wood, very often only partial drying of the surface takes place, leaving the deep seated residual moisture in the wood. During high humidity periods, high temperature drying can even increase dampness and restrict drying, causing sweating and condensation.

In practice, the author found the dehumidification techniques in drying wood to be the most effective method.

The author discusses the dehumidification technique theoretically and has done practical field drying tests. Theoretical explanation is given with the psychrometric chart Figure 61. A further description is given of a suitable drying equipment.

The drying equipment is a compact unit and has the advantage of being portable. The dehumidification drying technique is based on the principle of absolute humidity moisture extraction, following and simulating the best natural climatic summer condition for drying, i.e. 65 to 75°F (18 to 24°C) at 45—55 % relative humidity, with a steady gentle breeze or air change. This technique operating in a closed area will efficiently simulate these ideal summer drying conditions all the year round, irrespective of outside climatic conditions assuming a background temperature of 65—75°F is created in the closed drying area. Since the drying zone is closed, little outside air change occurs so that raising background temperature can be economically and easily created with very little heat loss. The warm air circulating over the damp wood steadily evaporates moisture from the wood into the air to a high humidity condition. The moist air is drawn to the dehumidification unit and the moisture is condensed out of the air and absolutely extracted, then drained away. The dry air is then re-circulated to repeat its pick up of moisture from the wood.

The following results were obtained from practical drying tests of inner shell areas with a portable dehumidification unit. The main object of the drying test was to reduce the moisture content in wooden structures below the danger point at which rot sets in and fungi growth takes place. Another primary consideration is that this drying technique would provide the dry background (18—20. M/C) necessary for a surface treatment of timber by chemical preservatives which will not penetrate wood if saturated with moisture.

The ship tested was a Scots pine built fishing vessel 53 ft. (16 m) built 1955. The fish hold was 600 to 700 ft.³ (17 to 20 m³) drip saturated everywhere. From 3 p.m. September 9th 1965 to 12 a.m. September 11th, in 45 hours, the dehumidifying unit extracted approximately 400 lbs. (200 l) moisture from the hold area. The next 48 hours 180 lbs. (90 l) moisture was extracted which gave an ultimate moisture content of the wood of 18—20 %. The moisture content was checked with an electric moisture meter.

A moisture content of 18—20 % is of course not the lowest limit of the drying capacity, but in drying out vessels it is not practical to dry to a lower moisture content because of the problem of wood shrinkage.

A special drying test was done with ordinary sawn lumber. The lumber was air dried spruce (*Picea abies*) 1"×5", 2"×4" and 3"×6". The quantity was 0,68 standard. Each board was weighed before being stacked in a drying chamber. After drying the boards were reweighed. The weight loss could be checked with the water collected by the dehumidification unit. Collected water was 193 litres and measured loss 197 litres. Three boards from each dimension were taken out as sample boards. Samples were taken from each board and the moisture content determined by the laboratory technique. The 9 samples were weighed every day during the test and the moisture content calculated.

The result is plotted in graph Figure 62 and the moisture content before and after drying given in Table 6. During the test the temperature and relative humidity was recorded continuously. This is shown in Figure 63. The temperature had been steady around 25°C and the relative humidity at the beginning was 50 %. At the end of the test it was a little higher than 30 % — a drop in relative humidity of around 20 %. The major factor in faster drying is speed of dry air circulation over all the surfaces of the timber. For best results the drying enclosure should contain a maximum amount of timber and a minimum amount of free air circulation space since this will increase the number of air changes per hour and consequently produce more effective drying.

Another way of controlling moisture is to include at the construction stage remote metal probes in inaccessible areas of the ships structure where rot is likely to occur.

The main line of attack to solve the problems created by rot must be to construct the vessels in such a way that the moisture content in the wood can be controlled and kept below the level when rot sets in and fungi growth occurs.

A proposed layout is shown in figure 60 and the type of equipment in Figure 60B. The metal probes will be linked by flex wires to a central open point so that the moisture content of hidden timbers can be checked by electric moisture meter at regular intervals and danger of rot culture condition anticipated before it is too late. Much of the rotting goes on in these hidden areas and it is then too late to apply drying and preventive techniques. Some suggestions for the future would be, therefore, to build wooden vessels with (a) remote metal probes fixed at all vital areas, (b) a small permanent dehumidifying unit to deal with excess moisture in critical areas and (c) the possibility of effecting a more thorough dry out with a larger dehumidifier.

It is of importance to note that there is no other alternative practical method of measuring the moisture content of wood in the field, except the laboratory approach of weighing wood samples on a micro-balance. The electric moisture meter is a fair practical guide indicating as accurately as possible and based on sound calibration principles. It is used widely all over the world both in the field and in laboratories. If routine checked at weekly intervals the problem would be brought under far greater control, prevention being more effective and economical than cure.

The main objective should be to know the potential danger point of the excess moisture content of timber. It is far easier and quicker to dry out 5—10 % excess moisture than it is to deal with 100 % saturation.

A toxicity test of wood preservatives to fungi as required by the British Standard 838 was carried out and is discussed in Chapter 8.

As test fungi are used the 5 *Basidiomycetes* *Coniophora puteana*, *Trametes serialis*, *Lentinus lepideus*, *Poris sp.*, and *Polyporus annosus*. Wood species used is Scots pine (*Pinus silvestris*). The fungi were tested against the following wood preservatives: Celcure, Boliden K-33, Wolmanit U-Reform 6, Tanalith with arsen, Tanalith without arsen and creosote.

Besides the toxicity test the objective was to see the difference between the «full-cell» and the Rüping methods, especially on the moisture content in the wood after treatment.

All registered and calculated dates are tabulated in Table 8. A further extract of this table is given in Tables 9, 10, 11, 12, 13 and Figure 67 and 68. The salt concentrations used give a high retention in the sapwood of Scots pine. Highest calculated retention is 28.6 kg/m³ (Table 9). There is a marked correlation between the salt concentration and the retention in kg/m³ (Figure 67).

The «full-cell» and the Rüping methods gave a different moisture content in the sample blocks. Rüping gave a moisture content as low as 60.6 % based on oven dry weight, while the «full-cell» process showed a moisture content as high as 195.5 %. This ratio is plotted in Figure 68. The problem associated with drying wood which has a high moisture content is also discussed.

Creosote showed toxicity against mycelium growth (Table 10). The same tendency was registered with salts containing arsen. Pressure treated sapwood of Scots pine is proved to have the strongest resistance against the wood fungi of the *Basidiomycetes* tested (Table 12 and 13). The strain of *Coniophora puteana* tested has shown itself to be copper resistant because of its great efficiency on the Celcure salt.

The fluor salt Wolmanit U-Reform 6 which had the lowest retention per sample block (Table 9) and which is known to have some leaching because of the fluor content, showed good resistance to all test fungi.

The author recommends the increased use of pressure treated Scots pine in the wooden Shipbuilding Industry, especially when applied to stressed laminated structures. Here one advantage of great importance is that each individual lamination can be pressure treated with chemical compounds, which can eventually give a structural element that is 100 % penetrated. This seems to be one of the major arguments for using glued laminated members in the future building of wooden fishing vessels and is the safest known way of obtaining increased protection against biological destruction. An example of such a construction of Scots pine is given in Figure 69. It is important to note that the brown areas indicate untreated heartwood the use of which should be avoided because of its low natural durability. Attention is also drawn to the crack in the lower lamination. This is due to the combination of quarter and flat-sawn boards, which very often give uneven stresses between the two grades. Preferably only quarter-sawn or flat-sawn boards should be used in one element.

In Norway, several boat yards have taken advantage of the research being carried out and are using the combination of pressure treatment and lamination technique to give the new fishing vessels the best protection against biological destruction.

L I T T E R A T U R

- ANON. (1953): Wooden hulls and decay prevention. *Bur. Ships J.* 2 : 35—38.
- ANON. (1958): Laminated pressure-treated wood used in prototype minehunter. *Bur. Ships J. March* : 2—5.
- BALCH, R. E. (1937): Notes on the wharf borer (*Nacorda melanura L.*) *Can. Ent.* 69 : 1—5.
- BECKER, G. UND KOHLMAYER J. (1958): Holzerstörung durch Meeresspilze in Indien und ihre besondere Bedeutung für Fischereifahrzeuge. *Arch. Fisch. Wiss.* 9 : 29—40.
- BOYCE, J. S. (1961): *Forest pathology*. N. Y., McGraw-Hill.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION (1961) Standard 838: Methods of test for toxicity of wood preservatives to fungi. Lond.
- BROUN, T. (1902): The wharf borer (*Nacorda melanura L.*) *Rept. N. C. Dept. Agric.* 10.
- CARTWRIGHT, K. ST. G., and Findlay, W. P. K. (1958): Decay of timber and its prevention. 2nd ed. H. M. S. O., Lond.
- COURTOIS, H. (1963): Mikromorphologische Befallsymptome beim Holzabbau durch Moderfäulepilze. *Holzforsch. Holzverwert.* 15 : 88—101.
- DAVIDSON, R. W., LOMBARD, F. F. AND HIRT, R. R. (1947): Fungi causing decay in wooden boats. *Mycologia* 39 : 313—327.
- DET NORSKE VERITAS (1955): Regler for bygging og klassifikasjon av treskip. Oslo, Grøndahl & Søn.
- DEUTSCHE NORMEN (1939): Prüfung von Holzschutzmitteln. Mykologische Kurzprüfung (Klötzchen-Verfahren) DIN 52176 Blatt 1.
- DONS, C. (1941): Marine boreorganismer. IV. Teredo's angrep på forskjellige treslag. *K. norske Vidensk. Selsk. Forh.* 14 : 29—32.
- DUFF, M. G. (1951—52): Decay in wood-built boats. *Ship Boat Bldr. nav. Archit.* 5 : 173—7, 246—51, 394—7, 427—43.
- DUNCAN, C. G. (1960): Wood attacking capacities and physiology of soft-rot fungi. U. S. For. Prod. Lab., Madison, Rep. No. 2173.
- ECKSTEIN, C. (1928): Zerstörung des Holzes durch Fure. *Mahlke-Troschel: Handbuch der Holzkonservierung*. Berlin, Julius Springer 105—146.
- ERDTMAN, H. OCH RENNERFELT, E. (1944): Tallkärnvedens halt av pinosylvinfenoler. *Svensk Papp-Tidn.* 47 : 45—56.
- EVANS, K. G. (1958): Konstruktion von Holzschiffen. *Quart. Transactions Inst. Naval Arch.* 100 : 25—40.
- FINDLAY, W. P. K. (1939): Effect of sap-stain on the properties of timber. II. Effect of sap-stain on the decayresistance of pine sapwood. *Forestry* 13 : 59—67.
- FINDLAY, W. P. K. AND PETTIFOR, C. B. (1939): The effect of sap-stain on the properties of timber. III. Effect of sap-stain on the modulus of elasticity of Scots pine sapwood. *Forestry* 13 : 146—147.

- FINDLAY, W. P. K. AND SAVORY, J. G. (1954): Moderfäule. Die Zersetzung von Holz durch niedere Pilze. Holz Roh- u. Werkstoff 12 : 293—296.
- FISKEKULDEKONTROLLEN (1962): Fiskeflåten 1961, Bergen.
- HANSEN, V. (1945): Danmarks Fauna, XII Heteromeres. Kbh., Gads Forlag.
- HARMSSEN, L. (1961): Svampeangrep i fiskefartøyer og andre træskeibe. Træindustrien 3 : 35—36.
- HARTIG, R. (1878): Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche in forstlicher botanische und chemischer Richtung. Berlin, Julius Springer.
- HARTLY, C. AND MAY, C. (1943): Decay of wood in boats. U. S. Dept. Agr. Forest Patn. Spec. Release 8 : 1—12.
- HELLÉN, W. (1939): Catalogus coleopterorum Daniae et Fennoscandiae. Societas pro fauna et flora Fennica. Helsingforsiae.
- JAIN, J. G. AND CEDERCREUTZ, U. (1961): A study of the toxicity of some water soluble wood preservatives to wood destroying fungi. Indian Forester 87 : 578—591.
- KUENZEL, J. G. AND WORTH H. E. (1958): The use of wood in ships and boats. J. For. 56 : 549—556.
- KÜRSCHNER, K. UND POPIK M. G. (1962): Zur Analyse von Hölzern. Holzforschung 16 : 1—11.
- LAGERBERG, T., LUNDBERG, G. AND MELIN, E. (1927): Biological and practical researches into blueing in pine and spruce. Svenska SkogsvFör. Tidskr. 25: 561—692.
- LENTRITZ, J. (1946): A wood-soil contact culture technique for laboratory study of wood-destroying fungi, wood decay and wood preservation. Bell Syst. tech. J. 25 : 102—135.
- LIESE, W. (1959): Untersuchungen über das Vorkommen der Moderfäule in Holzschwellen. Holzforsch. Holzverwert. 12 : 61—64.
- LIESE, W. (1961): Über die natürliche Dauerhaftigkeit einheimischer und tropischer Holzarten gegenüber Moderfäulepilzen. Mitt. dt. Ges. Holzforsch. 48 : 18—28.
- LIESE, W. (1963): Neue Befunde über den Abbau des Holzes durch Pilze. Holzzentralblatt 34 : 505—07.
- LYSHOLM, B. (1937): Coleopterafaunaen i Trøndelag. Norsk ent. Tidsskr., 4 : 143—182.
- NORGES OFFISIELLE STATISTIKK. XII, 1959: Skogstatistikk 1961 og 1962. Oslo 1964.
- OPSAHL, A. (1935): Vår fiskeflåte og dens krav til skogbruket. Tidsskr. Skogbr. 43 : 227—241.
- PECHMANN, H. VON UND SCHAILE, O. (1950): Über die Änderung der dynamischen Festigkeit und der chemischen Zusammensetzung des Holzes durch den Angriff holzerstörender Pilze. Forstwiss. Cbl. 69 : 441—446.
- RAKNES, E. (1962): Liming av trykkimpregnert bøk. Meddr. norsk tretek. inst. nr. 21.
- RASMUSSEN, E. F. (1961): Dry kiln operator's manual. U. S. Dept. Agr. Handb. No. 188.
- RENNERFELT, E. (1962): Träskydd. Svenska Skogvårdsföreningen, Sth.
- ROBAK, H. (1932): Investigations regarding fungi on Norwegian ground pulp and fungal infection at wood pulp mills. Nyt Mag. Naturvid. B. 71 : 185—331.
- SAVORY, J. G. (1954a): Prevention of decay of wood in boats. Bull. For. Prod. Res., Lond., No. 31.
- SAVORY, J. G. (1954b): Breakdown of timber by *Ascomycetes* and *Fungi Imperfecti*. Ann. appl. Biol. 41 : 336—347.
- SAVORY, J. G. (1964): Dry rot — a re-appraisal. Rec. Conv. Brit. Wood Pres. Ass. 14 : 69—75.
- SAVORY, J. G. AND EAVES, A. (1965): Decay in Scottish fishing boats. Min. Technol. For. Prod. Res. Lab., Aylesbury, Bucks.

- SCHEFFER, T. C. AND LINDGREN, R. M. (1940): Stains of sapwood and sapwood products and their control. U. S. Dept. Agr. Tech. Bul. 714 : 1—123.
- SCHENKLING, S. (1915): Coleopterum Catalogus, Vol. XVII. Oedemeridae. Berlin.
- SCHJØDTE, J. C. (1872—73): Fortegnelse over de i Danmark levende heteromere Eleutherater. Nat.hist. Tidsskr. 3 R. B. 8 : 44—45.
- SCHØYEN, T. H. (1943): Melding om skadeinsekter på skogtrærne i 1936—41. Skogdir. Årsmeld. 1941. Vedlegg, 1—10.
- SELBO, M. M. OG GRØNVOLD, O. (1956): Laminering av trykkimpregnert furu. Meddr. norsk tretek. inst. nr. 9.
- SIEBKE, H. (1875): Enumeratio Insectorum Norvegicorum, II. Chra., Brøgger.
- SNELL, W. H. (1929): The relation of the moisture contents of wood to its decay. Amer. Jour. Bot. 16 : 543—546.
- SWINFIELD, A. (1960): The maintenance of wooden vessels. S. P. C. q. Bull. 10 : 33—35.
- SØMME, O. M. (1950): Pelelus og pelemark. Norges Dyreliv. B. 4 : 428—439. Oslo, Cappelen.
- THEDEN, G. (1961): Bestimmung der Wirksamkeit von Holzschutzmitteln gegenüber Moderfäulepilzen durch ein Erd-Eingrabe-Verfahren. Holz Roh-u. Werkstoff 19 : 352—57.
- TIPPO, O., et al (1947): The effectiveness of certain wood preservatives in preventing the spread of decay in wooden ships. Lloydia 10 : 175—208.
- U. S. DEPARTEMENT OF AGRICULTURE, DIVISION OF FOREST PATHOLOGY (1953): Decay studies in wooden boats and ships. Navy Dep. Bur. Ships, Wash. D. C.
- ZYCHA, H. (1964): Einwirkung von Moderfäule auf Buchenholz. Holz Roh-u. Werkstoff 22 : 37—42.