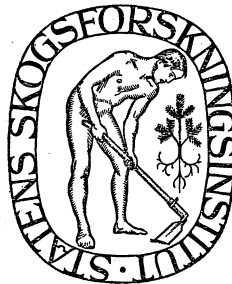


OM BETINGELSERNA FÖR UPPKOMSTEN
AV BRÄDGÅRDSBLÅNAD SAMT
DENNAS BEKÄMPANDE

*ON THE CONDITIONS FOR THE APPEARANCE OF TIMBER-YARD BLUE STAIN
AND METHODS OF COMBATING IT*

AV

ERIK BJÖRKMAN



MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 35 · Nr 7

Centraltr., Esselte, Stockholm 1946

642380



OM BETINGELSERNA FÖR UPPKOMSTEN AV BRÄDGÅRDSBLÅNAD SAMT DENNAS BEKÄMPANDE.

Betydande förluster ha under tidernas lopp drabbat svensk sågverksindustri genom blånadsskador i sågade trävaror. Ända fram till mitten av 1930-talet voro sågverken i allmänhet icke i stånd att effektivt bekämpa denna skadegörelse, men numera har virkesvärden på detta område i hög grad förbättrats genom den nuvarande konserveringsteknikens tillkomst och ett mera allmänt genomförande av den artificiella torkningen. För att erhålla möjlighet till snabba leveranser har man på flera håll till och med praktiskt taget avskaffat brädgårdarna och övergått till förvaring i slutna magasin av allt sågat virke, som först ugntorkats. Härigenom har man även kunnat eliminera blånadsrisken under alla årstider. Utvecklingen går även otvivelaktigt i riktning mot detta system vid större sågverk trots de relativt höga bränslekostnader, som äro förbundna härmed men vilka delvis uppvägas genom mindre behov av arbetskraft. En omläggning av de gamla lagringsmetoderna med stora brädgårdar o. s. v. är emellertid i allmänhet förenad med mycket stora kostnader. Det har därför i många fall befunnits mera lämpligt att bibehålla brädgårdarna men införa mera rationella staplingsmetoder, t. ex. genom anskaffande av brokranar. I det största antalet fall har man dock i stort sett bibehållit de gamla brädgårdarna i oförändrat skick och använder alltjämt samma system och staplingsmetoder, som tillämpats i decennier. I samtliga fall då virket upplägges i brädgårdar — vare sig staplingen sker maskinellt eller för hand — är risken för blånad mycket aktuell.

Som ett led i de rationaliseringssträvanden, som på alla områden inom träets förädling framträtt under senare år, har därför föreliggande undersökning över själva betingelserna för brädgårdsblånadens uppkomst — företrädesvis i sågat virke tillverkat av flottat timmer — tillkommit. Avsikten med dessa studier har ytterst varit att erhålla en vidare kännedom om blånadssvamparnas uppträdande i brädgårdar under olika förhållanden och undersöka huruvida det överhuvud taget är möjligt att med utnyttjande

av naturens egna hjälpmedel genom relativt enkla åtgärder, t. ex. beträffande virkets uppläggning eller förbättrad brädgårdshygien, nå ökat skydd mot brädgårdsblånad samt vilka fördelar de nuvarande skyddsmetoderna (konservering och olika hög grad av artificiell torkning) erbjuda och huru effektiva dessa äro.

Undersökningen har igångsatts och bekostats av Svenska Cellulosa Aktiebolaget och utgör ett led i de undersökningar, som under de senaste tre åren bedrivits i avsikt att på olika områden kunna genomföra en mera effektiv virkesvård (jfr BJÖRKMAN 1946 a).

Då undertecknad, som fått i uppdrag att utföra dessa undersökningar, nu framlägger sin redogörelse, är det en angenäm plikt att här få framföra ett varmt tack för gott samarbete och all lämnad hjälp. I främsta rummet riktar jag mitt tack till disponent ARNE MÖRCH, som inom Sundsvallsdistriktet under en följd av år genom praktiska försök undersökt möjligheterna till blånadens bekämpande i brädgårdar och som ställt sina erfarenheter till den föreliggande undersökningens förfogande och tillsammans med förf. diskuterat igenom alla de i det följande berörda problemen.

Mycken tack är jag även skyldig direktör BURE HOLMBÄCK, som är den egentlige initiativtagaren till undersökningen och som ständigt understött denna med råd och dåd.

I stor tacksamhetsskuld står jag vidare till jägmästare ERIC RONGE samt övriga skogschefer inom Cellulosabolaget, GUNNAR WÄRN, HÅKAN SWAN, BROR TERNSTEDT och FOLKE VON HEIDEKEN, som på flera sätt understött arbetet.

För hjälp vid undersökningens praktiska utförande vill jag också tacka en stor del av bolagets sågverkstjänstemän, i främsta rummet inspektör THURE KÄLLMAN, förvaltare GUNNAR HAMMARBERG och faktor HUGO ENQVIST.

För renritning av kurvor och diagram tackar jag fröken GUNNILA THORDEMAN.

Sedan förf. förordnats till försöksledare vid Statens skogsforskningsinstitut, ha undersökningarna slutförts som tjänsteuppgift vid nämnda institut.

INNEHÅLL.

	Sid.
I. Något om i brädgårdar förekommande blånadssvampar och deras frekvens	4
<i>Försök 1.</i> Smittorisken för blånad på olika ställen i en brädgård under olika tider av sommaren	5
II. Faktorer, som reglera betingelserna för blånadssvamparnas utveckling	7
A. Fuktighetens betydelse	7
<i>Försök 2.</i> Några olika blånadssvampars utveckling i mer eller mindre lufttorrt trä (tallsplint), förvarat vid 90 och 100 % relativ luftfuktighet	9
<i>Försök 3.</i> Några olika blånadssvampars utveckling vid 90 och 100 % relativ luftfuktighet dels i torkat, dels i färskt tall- och granvirke (splint) med omkr. 50 % ursprunglig vattenhalt	11
B. Temperaturens betydelse	13
III. Blånadens uppträdande i brädgårdar och orsakerna härtill	14
IV. Försök rörande betingelserna för ytblånad i olika impregnerat eller torkat sågat virke, utlagt i brädgård under olika årstider	21
A. Impregneringsförsök	21
<i>Försök 4.</i> Försök rörande möjligheten att vissa årstider använda lägre koncentration av olika impregneringsmedel mot blånad i sågat virke, utlagt otorkat i brädgård	21
B. Torkningsförsök	25
<i>Försök 5.</i> Blånadsrisken i otorkade, halvtorkade och heltorkade $\frac{3}{4} \times 3''$ furubräder, utlagda vid olika tidpunkter i brädgård juni 1943—juli 1945	25
V. Diskussion och sammanfattning	38
Anförd litteratur	41
Summary	43

I. NÅGOT OM I BRÄDGÅRDAR FÖREKOMMANDE BLÅNADSSVAMPAR OCH DERAS FREKVENNS.

I ett 10-tal brädgårdar¹ ha prov av blånat virke insamlats, ur vilka blånadssvamparna sedermera isolerats. En mångfald olika former ha härvid renodlats, vilka till stor del ännu icke kunnat identifieras. Trots att vi genom i synnerhet LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN:S stora undersökning av 1927 och MELIN & NANNFELDT:S arbete 1934 numera äro väl underrättade om olika i Sverige förekommande arter av blånadssvampar, kunna säkerligen ytterligare ett stort antal arter och former påträffas, som troligen överhuvud taget aldrig äro beskrivna. Då mera ingående morfologisk-systematiska studier icke fallit inom den föreliggande undersökningens ram, har en närmare granskning av renodlade mycel utförts endast i och för eventuellt möjlig identifiering med förut kända arter. Svampar, som icke kunnat identifieras, ha sammanförts under beteckningen »övriga». Av LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN:S arbete framgår också, att flertalet av de svampar, som framkalla blånad, trots mycket olika systematisk ställning dock visat sig utgöra en mycket enhetlig biologisk grupp med i stora drag likartade livsbetingelser. I de försök, som anlagts i olika brädgårdar för att utröna förutsättningarna för uppkomsten av blånad, ha därför i regel olika förekommande arter icke närmare bestämts utan endast blånadens mer eller mindre rika förekomst angivits.

Av de renodlingar av blånadssvampar, som utförts ur virke från olika brädgårdar, har emellertid framgått, att de utan jämförelse allmännaste arterna voro *Pullularia pullulans*, *Phialophora fastigiata* och *Cladosporium herbarum*, som alla äro hyfomyceter vilka enligt LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN (1927) utvecklas i stort sett lika bra i flottat som i oflottat virke och lika bra i virke, som en gång torkat men sedermera sekundärt upptagit vatten, som i virke med primärt fritt vatten. För övrigt ha följande arter renodlats, som säkert kunnat identifieras: *Ophiostoma pini* och *O. piceae* (konidiestadiet *Graphium penicillioides*) samt *Trichosporium heteromorphum*. Av mögelsvampar har *Trichoderma lignorum*, som förorsakar den ytliga s. k. mögelblånaden, befunnits vara den ojämförligt allmännaste och har erhållits i ett stort antal prov. Vidare ha t. ex. minst 3 olika *Penicillium*-arter isolerats. I längre tid lagrade bräder, som utsatts för sekundär genomfuktning genom regn eller snö som fallit in i stapeln, har även typisk lagringsröta, förorsakad framför allt av *Stereum sanguinolentum* och *Peniophora*

¹ På särskilt uttryckt önskan namngivas ej de undersökta brädgårdarna utan benämnas A, B, C, o. s. v.

gigantea, vid några tillfällen anträffats. Slutligen har ur ett stort antal prov minst ett 10-tal olika tråbakterier renodlats. En närmare undersökning av dessa har icke utförts men synes synnerligen lockande icke minst med hänsyn till den ännu mycket bristfälliga kunskapen om dessa organismers natur och betydelse samt med hänsyn till den kända antibiotiska effekt dylika bakterier i vissa fall utöva på blånadssvamparna (jfr BJÖRKMAN 1941).

För att belysa smittorisken för blånad på olika ställen i en brädgård vid olika tidpunkter anordnades följande försök.

Försök 1. Smittorisken för blånad på olika ställen i en brädgård under olika tider av sommaren.

Försökets anordning. Ett antal vanliga petriskålar (diam. 9 cm) med maltagar (maltextrakt »Vitrum» 1,5 %, agar 1,5 %) utsattes på olika ställen i brädgård A mitt på dagen vid 3 olika tillfällen under sommaren 1943 enligt tab. 1. Skålarna »exponerades» genom att locket försiktigt lyftes av under 10 minuter. Härfter förvarades skålarna i termostat vid 22° temperatur och räknades antalet svamp- och bakteriekolonier, som vuxit ut efter 10 dagar.

Försökets resultat. Av tab. 1 framgår, att blånadssvamparnas diasporer av allt att döma finnas i luften praktiskt taget överallt i brädgården, såväl mera fritt t. ex. ute på lastkajen eller uppe på en högbana mitt i brädgården som inne i själva staplarna. Detta gäller hela sommaren även om frekvensen tydligt stiger mot hösten, då reproduktionen av spridningsenheterna, sporer och konidier av olika slag, såsom nedan skall visas, är störst.

För att även söka få en uppfattning om smittorisken under våren, då svamparnas utveckling a priori kan antagas vara relativt obetydlig, utsattes den 14 maj 1946 petriskålar med maltagar på samma sätt och på ungefär samma ställen i brädgård A som i huvudförsöket under sommaren 1943. Härvid visade det sig, att endast mycket få svampkolonier utvecklades i skålarna, talrikast (5—6 kolonier per skål) i dem, som utsattes på kajen vid kapverk och på undersidan av äldre stapeltak. Dessa svampkolonier visade sig emellertid nästan uteslutande utgöras av två *Penicillium*-arter, vilka icke förmå framkalla någon missfärgning av betydelse. I vardera en skål förekom en koloni av *Cladosporium herbarum* och i en skål (utsatt vid kapverket) förekommo två kolonier av *Pullularia pullulans*. — Vid jämförelse med tab. 1 framgår emellertid med stor tydlighet, att smittorisken är betydligt mindre under våren än under sommaren.

Försöket belyser, i vilken farofylld miljö det sågade virket utsättes, och visar att den enda effektiva metoden att eliminera blånadsrisken i brädgårdar är att söka skapa så ogynnsamma ut-

(Forts.)

Lokal Locality	Röt- svampar Decay fungi		Blånadssvampar Blue-stain fungi						Mögel- svampar Mould fungi			Bakte- rier och <i>Toru- lopsida- céer</i> Bacteria and <i>Toru- lopsida- ceae</i>
	<i>Penioph. giganti.</i>	<i>Ster. sang.</i>	<i>Ophiost. piceae</i>	<i>Phal. pull.</i>	<i>Phial. fastig.</i>	<i>Clad. herb.</i>	Övriga Others	<i>Trich. lign.</i>	<i>Penic. sp.</i>	Övriga Others		
<i>II aug.</i>												
<i>II August</i>												
Mitt i stapel 355.....	1	2	2	6	3	—	1	4	2	1	2	1
» » » 372.....	—	1	4	3	2	1	—	2	2	—	—	1
» » » 381.....	—	—	2	5	3	3	1	7	3	—	—	—
» » » 399.....	—	1	3	4	7	—	—	4	2	1	3	3
Mellan st. 352—353.....	2	1	3	5	2	2	1	4	2	—	1	1
» » 234—241.....	—	—	—	7	3	1	2	5	1	—	—	—
Kajen vid magasin.....	1	2	2	3	2	4	1	2	1	—	2	2
» » pråm.....	—	1	1	4	5	1	2	2	1	—	—	—
» » kapverk.....	1	2	3	5	3	—	2	6	2	1	2	2
På nysågat virke.....	—	—	—	1	—	3	1	5	3	2	1	1
» » ».....	—	—	4	4	2	1	—	3	2	1	—	—
Högbana mitt i brädg....	—	—	—	5	1	4	1	3	2	—	—	—
På undersidan av äldre sta- peltak.....	—	—	4	10	4	2	1	3	1	1	—	—
Summa infektioner	5	10	28	62	37	22	13	50	24	7	12	

vecklingsbetingelser som möjligt för svamparna. Av stor betydelse är emellertid också att söka minska smittorisken genom att eliminera permanenta infektionshärdar t. ex. i form av gammalt träavfall. I samma syfte är det även av vikt att impregnera (t. ex. med kreosotolja) alla permanenta strön samt alla stapelbäddar och stapeltak av trä.

II. FAKTORER, SOM REGLERA BETINGELSERNA FÖR BLÅNADSSVAMPARNAS UTVECKLING.

A. Fuktighetens betydelse.

Sedan MÜNCH (1907—1909) påvisat, att utvecklingen av *Ceratostomella coerulea* och andra närliggande blånadssvampar i första hand betingas av dessa svampars behov av syre vid samtidig närvaro av tillräcklig mängd vatten, fullföljdes hans undersökningar framför allt av LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN (1927), vilka såsom förut nämnts studerade systematiskt vitt skilda blånadssvampars biologi.

Det framgår av dessa undersökningar, att syretillgången är den för svamparnas utveckling bestämmande faktorn vid hög vattenhalt i virket men att

olika svampar ha mycket olika syrekrav. Om vattenhalten är så hög som i levande träd (130–200 % av torrvikten, jfr GÄUMANN 1928 och LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN 1927), är syretillgången för ringa, varför svamparna då icke kunna tillväxa. Blånadssvamparnas tillväxtoptimum ligger dock inom mycket vida gränser, något varierande enligt olika forskare men i stort sett mellan 35 och 135 % vattenhalt (jfr MÜNCH 1907—1909, LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN 1927, COLLEY & RUMBOLD 1930).

Vad den undre gränsen för blånadssvamparnas utvecklingsmöjligheter i trä beträffar har denna fråga på grund av sin stora praktiska betydelse behandlats av ett stort antal forskare. Redan MÜNCH (1907—1909) fann, att denna gräns låg vid en vattenhalt av c:a 28 % av torrvikten, d. v. s. vid den s. k. fibermättnadspunkten, då allt fritt vatten bortgått ur cellhåligheterna och endast i cellväggarna bundet vatten återstår. Detta resultat bekräftades av LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN, som förlägga fibermättnadspunkten till c:a 30 % (jfr KOLLMANN 1936 och STAUDACHER 1936). COLLEY & RUMBOLD (1930) funno 24 % vattenhalt utgöra den undre gränsen för blånadssvamparnas utvecklingsmöjligheter i trä men anse, att risk för begynnande tillväxt dock finnes ända ned till 20 % vattenhalt (jfr KITAJIMA 1936 och BAVENDAMM & REICHELT 1938).

Vattenhalten i trä strävar alltid att inta ett visst jämviktsläge med den omgivande luftens relativa fuktighet. Vid 100 % luftfuktighet befinner sig sålunda träfuktigheten i jämvikt med luftfuktigheten vid fibermättnadspunkten (omkr. 28 % vattenhalt). Ju torrare luften är, ju lägre ligger motsvarande vattenhalt i träet vid jämvikt (jfr BJÖRKMAN 1946 a, sid. 108). I fig. 1 ha variationen av luftfuktighet och temperatur samt motsvarande jämviktsvärden under året (i Ostpreussen) sammanställts enligt KOLLMANN 1936 (jfr MATHEWSON 1930). Även temperaturen har stor betydelse för jämviktsläget mellan träfuktigheten och luftfuktigheten. Ju högre temperaturen är, ju lägre ligger jämviktsläget vid samma luftfuktighet (se t. ex. TUOMOLA 1943, sid. 109). Då virkets torkning främst är beroende av den omgivande luftens förmåga att upptaga fuktighet, framgår härav att tiden maj—juni — då luftens relativa fuktighet är lägst (fig. 1) — utgör årets bästa torkningstid (jfr THUNELL & LUNDQUIST 1945). Härtill bidrager även en annan betydelsefull torkningsfaktor, nämligen den under denna årstid ofta stora skillnaden mellan det avdunstande föremålets, d. v. s. staplarnas, och den omgivande luftens temperatur (jfr sid. 17).

Såsom ovan nämnts ha olika författare kommit till mycket olika resultat beträffande den vattenhalt, vid vilken blånadssvamparna begynna sin utveckling i mer eller mindre torrt trä. För att närmare belysa detta problem anordnades i anslutning till fältundersökningarna av blånadens uppträdande några laboratorieförsök med ett antal olika allmänna blånadssvampar.

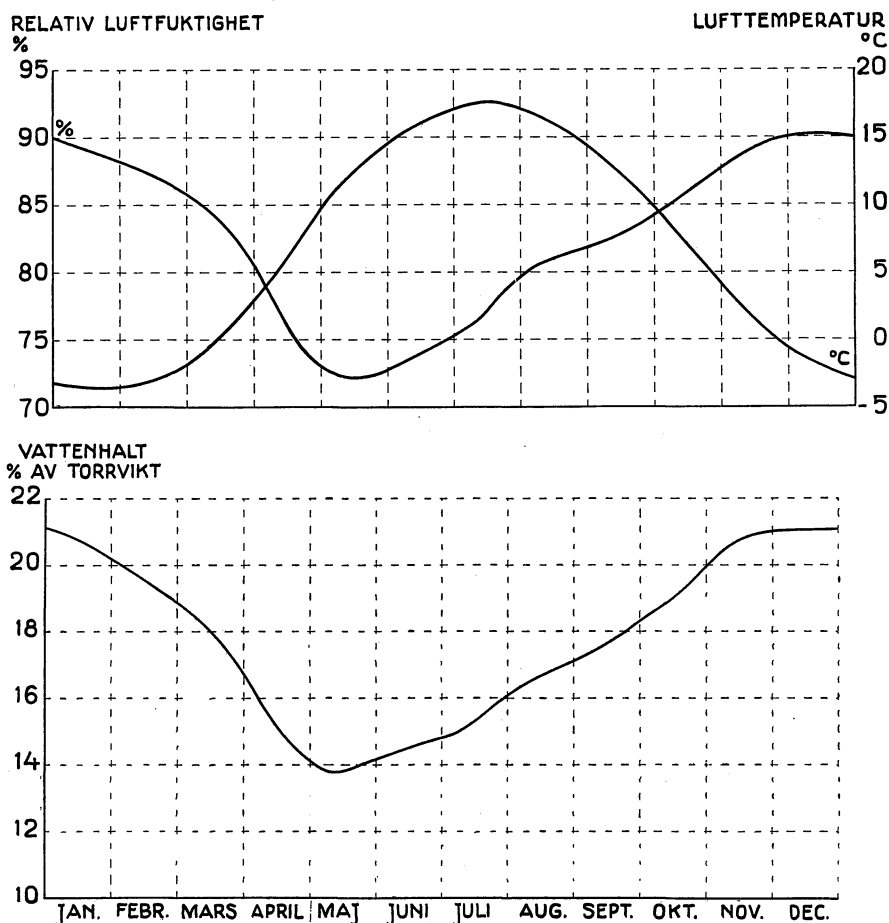


Fig. 1. Medelfuktighet och medeltemperatur under olika månader av året i Ostpreussen jämte vattenhalt i lufttorrt trä vid jämvikt med luftfuktigheten. Enligt KOLLMANN 1936.

Average air humidity and temperature for different months in East Prussia. The water content in air-dried wood in equilibrium with the air humidity. According to KOLLMANN 1936. Relativ luftfuktighet = relative air humidity, Lufttemperatur = air temperature. Vattenhalt, % av torrsvikt = water content, % of dry weight.

Försök 2. Några olika blånadssvampars utveckling i mer eller mindre lufttorrt trä (tallsplint), förvarat vid 90 och 100 % relativ luftfuktighet.

Försökets anordning. För försöket användes utsågade delar (splint) av tallbräder ($\frac{3}{4} \times 3''$), utlagda till torkning i brädgård A vid olika tidpunkter under sommaren 1943. Proven insamlades från särskilda provstaplar (se sid. 25) i slutet av oktober, och försöket pågick under november månad 1943. De uttagna trästyckenas ($10 \times 3,5 \times 2$ cm) vikt fastställdes före försökets början,

varefter de inlades under stora glasklockor, under vilka luftfuktigheten inställdes dels vid 90 % och dels vid 100 % (beträffande metodiken se närmare BJÖRKMAN 1946 a, sid. 100).

Någon särskild inympning av blånadssvampar var ej nödvändig, då träet kunde antagas ha blivit tillräckligt infekterat redan i brädgården. Efter inläggningen av træklossarna tillslötos klockorna och vaselinerades väl. Någon luftning av kulturerna förekom ej under den tid av 1 månad försöket pågick. Kulturerna förvarades i konstantrum vid 22° C.

Sammanlagt användes 4 glasklockor — varav 2 med samma luftfuktighet — med 20 træklossar under vardera, varigenom försöket sålunda omfattade 80 klossar. Vid försökets slut uttogos klossarna och vägdes omedelbart på analysvåg för uträkning av deras vattenhalt i % av torrvikten.

Blånadens intensitet uppskattades i procent (jämnas 5-tal) av klossens hela yta — en metod som givetvis icke ger exakta värden (jfr t. ex. LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN 1927 och RENNERFELT 1945) men i detta fall dock torde ge tillräckligt säkra jämförelsetal.

Försökets resultat ha sammanställts i tab. 2, där varje värde utgör medeltal för 8 klossar.

Försökets resultat. Av tab. 2 framgår, att begynnelsefuktigheten låg högre i provklossar, uttagna ur senare tillverkat och i brädgården utlagt virke, samt att även slutfuktigheten i dessa klossar i regel låg något högre än i klossar från tidigare under sommaren utlagda bräder. En utjämnings-tendens förelåg emellertid i klossarnas vattenhalt mot ett visst jämvikts-läge svarande mot luftfuktigheten.

Vidare visar försöket, att någon mera avsevärd blånad icke upp-kom om fuktigheten i klossarna snabbt kunde nedbringas till

Tab. 2. Fuktighet och blånadsintensitet (medeltal) i klossar av tallsplint, uttagna ur 3/4×3" bräder utlagda i brädgård A vid olika tidpunkter och under 1 månad (nov. 1943) förvarade vid olika luftfuktighet vid 22° C.

Water content and blue-stain intensity (mean) in blocks of pine sapwood from 3/4×3' boards laid out in timber-yard A at different times, and stored for 1 month (nov. 1943) in different air humidities at 22° C.

Tid för virkets utsättning i brädgården Time of piling in the timber-yard	Vattenhalt vid försökets början, % Water content at the beginning of the experiment, % of dry weight	Vattenhalt vid försökets slut, % Water content at the end of the experiment, %		Blånad, % av klossarnas yta Blue stain, % of the surface of the blocks	
		Rel. luftfuktighet, % Relative air humidity, %		Rel. luftfuktighet, % Relative air humidity, %	
		90	100	90	100
1943					
24 juni.....	21,8	23,1	28,6	0	5
29 juli.....	23,4	22,9	28,8	0	5
26 aug.....	32,4	23,5	29,6	0	40
23 sept.....	48,6	24,6	34,1	30	60
21 okt.....	65,2	25,6	36,8	80	100

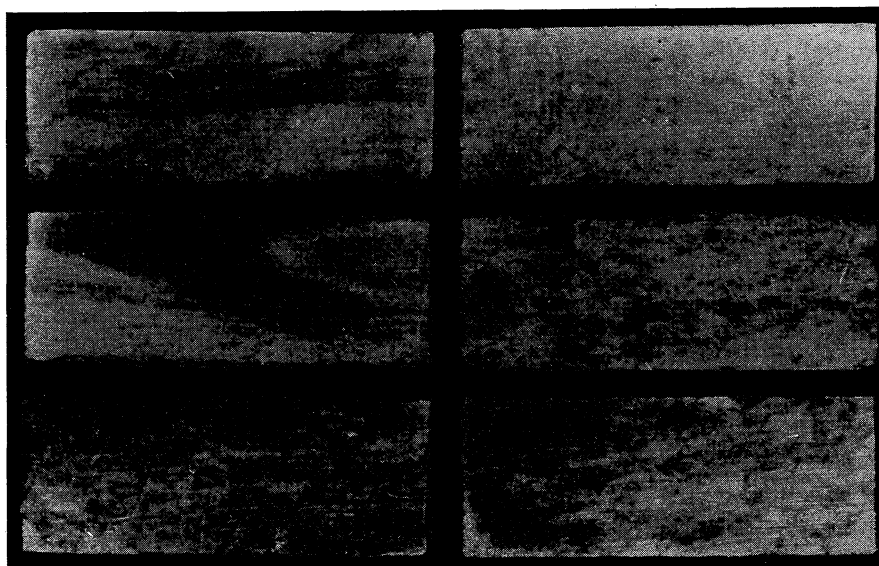


Fig. 2. Blånad i försöksklossar av tallsplint, under 1 månad förvarade vid 100 % (t. v.) och 90 % (t. h.) relativ luftfuktighet. Klossarna (uppifrån och ned) med resp. 32,4 %, 48,6 % och 65,2 % ursprunglig vattenhalt (medeltal). Jfr tab. 2.

Blue stain in test blocks of pine sapwood stored at 100 % (left) and 90 % (right) relative air humidity. The blocks (from the top downwards) had 32,4 %, 48,6 % and 65,2 % original water content (mean). Cf. Table 2.

c:a 24 % vattenhalt eller därunder samt att blånaden vid lägre luftfuktighet var betydligt mindre utvecklad än i fuktighetsmättad luft (fig. 2.)

Försök 3. Några olika blånadssvampars utveckling vid 90 och 100 % relativ luftfuktighet dels i torkat, dels i färskt tall- och granvirke (splint) med omkring 50 % ursprunglig vattenhalt.

Försökets anordning. Liksom i föregående försök inlades $10 \times 3,5 \times 2$ cm träklossar på ställningar under glasklockor med en luftfuktighet av resp. 90 och 100 %. Klossar av tallsplint (av samma slag som i försök 2) och gransplint (årsringsbredd 2 mm, torrvolymvikt 0,47, kg torrsbstans per m^3 rå ved 420) inlades härefter under 8 glasklockor, varav 4 stycken med 90 % och 4 stycken med 100 % relativ luftfuktighet. Under 2 klockor av vardera slaget inlades 12 absolut torra talklossar och 12 absolut torra granklossar (upphettade under 4 timmar till $105^\circ C$ och därefter avsvalnade i exsickator), och under likaledes 2 klockor med resp. 90 och 100 % luftfuktighet inlades 12 tall- och 12 granklossar uttagna ur nyfällda stammar och därefter i sterila skålar nedtorkade till c:a 50 % vattenhalt (fastställt genom parallellprov, på vilka torrvikten bestämdes).

Sedan klossarna inlagts, inympades på dessa under vardera en klocka av varje fuktighetskombination (= 4 stycken) en konidiesuspension av *Ophiostoma piceae* och under de övriga (likaledes 4 stycken) klockorna en agarkultur av

Phialophora fastigiata. Försöket omfattade sålunda 192 träklossar, för vilka medeltal beträffande vattenhalt och blånadsintensitet, uttryckt på samma sätt som i föregående försök, sammanställts i tab. 3. Klockorna förvarades i konstant- rum vid 22° C, tills försöket avbröts efter 1 månad.

Försökets resultat. Av tab. 3 framgår, att slutfuktigheten i de färska klossarna låg betydligt högre än i de från början absolut torra klossarna, förvarade vid resp. 90 och 100 % relativ luftfuktighet under samma tid. Detta förhållande sammanhänger med det s. k. hysteresis-fenomenet, som innebär att desorptionskurvan ligger över absorptionskurvan under fibermättnadspunkten (se t. ex. TUOMOLA 1943). Jämviktssläget mellan träfuktigheten och luftfuktigheten ligger sålunda högre för trä, som avger vatten, än för trä, som upptar vatten. Såsom förut nämnts medför detta, att fuktighet endast långsamt upptages i trä på hygroskopisk väg och att t. ex. s. k. skeppningstorrt trä med en vattenhalt av 18—22 %, som icke utsättes för direkt väta, knappast ens i fuktighetsmättad luft löper allvarlig risk för blånad.

I färskt virke däremot visade försöket, att träfuktigheten efter 1 månad t. o. m. vid 90 % relativ luftfuktighet ännu låg över värdet för blånads-

Tab. 3. Fuktighet och blånadsintensitet (medeltal) i klossar av tall- och gransplint, dels färska med 50 % vattenhalt och dels torkade till absolut torrhet, under 1 månad vid 90 och 100 % relativ luftfuktighet och 22° C. Inympade svampar: *Ophiostoma piceae* och *Phialophora fastigiata*.

Water content and frequency of blue stain (mean) in blocks of pine and spruce, partly fresh with 50 % water content and partly dried to absolute dryness, investigated for 1 month at 90 and 100 % relative air humidity and 22° C.

	Vattenhalt i klossarna vid försökets slut, % Water content in the blocks at the end of the experiment, % of dry weight		Blånad, % av klossarnas yta Blue stain, % of the surface of the blocks			
			<i>Ophiostoma piceae</i>		<i>Phialophora fastigiata</i>	
	Rel. luftfuktighet, % Relative air humidity, %		Rel. luftfuktighet, % Relative air humidity, %			
	90	100	90	100	90	100
Färska klossar (50 %) Fresh blocks						
Tall Pine	26,8	42,5	20	100	5	30
Gran Spruce	27,0	38,6	5	100	0	5
Absolut torra klossar Absolutely dry blocks						
Tall Pine	19,4	25,2	0	0	0	0
Gran Spruce	19,0	24,8	0	0	0	0

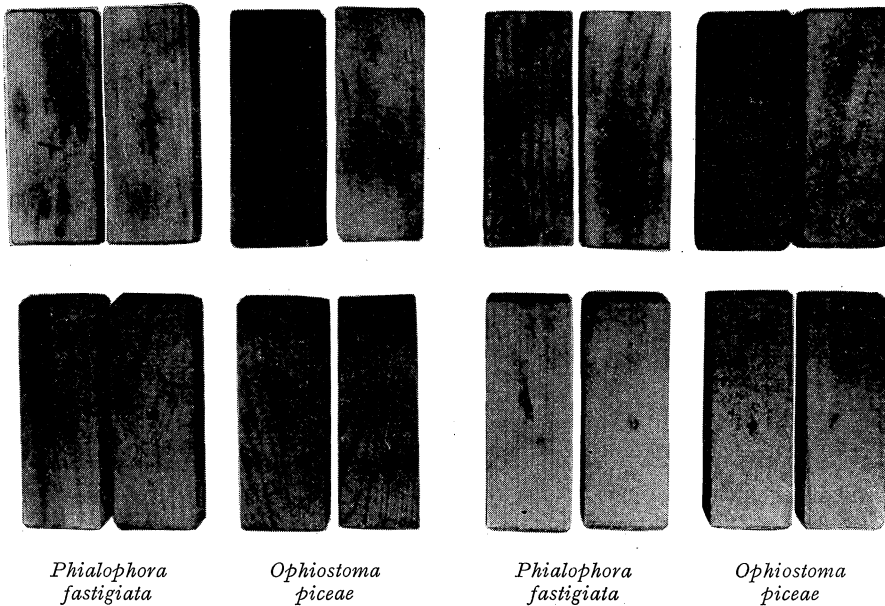


Fig. 3. Blånad i försöksklossar av tallsplint (t. v. om en vertikal mittlinje) och gran-splint (t. h. om samma linje), under 1 månad förvarade vid 100 % (vänstra klossen i varje grupp om 2 klossar) och 90 % (högra klossen) relativ luftfuktighet. Övre raden: klossar med 50 % (av torrvikten) ursprunglig vattenhalt, undre raden: vid försökets början absolut torra klossar. Jfr tab. 3.

Blue stain in test blocks of pine sapwood (to the left of the vertical central space) and of spruce sapwood (to the right of the same space), stored for 1 month at 100 % (left block in each group of 2) and 90 % (right block) relative air humidity. Upper row: blocks with 50 % (of dry weight) original water content. Lower row: blocks perfectly dry at the beginning of the experiment. Cf. Table 3.

risk, nämligen högre än 24 % vattenhalt, och därför även medförde en kraftig blånad (fig. 3).

Beträffande mottagligheten för blånad kunde försöket vidare bekräfta det sedan gammalt kända förhållandet, att granvirke är mera resistent än tallvirke.

B. Temperaturens betydelse.

Utom fuktigheten inverkar temperaturen i hög grad på uppkomsten av blånad icke blott indirekt som regulator av luftens relativa fuktighet, såsom förut nämnts, utan även direkt genom att svamparnas utveckling i hög grad är beroende av en viss värme. De flesta blånadssvamparna torde sålunda ha sitt tillväxtoptimum mellan 20 och 25° C, såsom LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN m. fl. funnit. Vid låga temperaturer ned mot 0° avstannar tillväxten fullständigt.

Det är sålunda självklart, att den tid av året, då både temperatur och luftfuktighet äro relativt höga, d. v. s. under sensommaren (»rötmånaden»),

är den mest kritiska »blånadstiden», medan under vintern blånadssvamparnas utveckling i regel är avstannad på grund av för låg temperatur och likaså under våren på grund av att fuktigheten i luften då är så låg, att virkets torkning försiggår hastigt, samtidigt som temperaturen icke är särskilt hög och luften icke så bemängd med infektionsmaterial som under sensommaren och hösten (se fig. 1).

Förutom fuktighet och temperatur inverka även andra faktorer, t. ex. träslaget art och beskaffenhet. Såsom förut nämnts vet man sålunda sedan gammalt, att granvirke blånar mindre lätt än tallvirke, en erfarenhet, som ofta utnyttjas i praktiken på sådant sätt att man under vår och försommar sågar talltimmer men under »rötmånaden» och hösten grantimmer. Under vintern kan givetvis även den mera ömtåliga tallen med fördel sågas beroende på att temperaturen då i regel utgör ett generellt hinder för blånadsskador. Anledningen till granens större resistens mot blånadssvampar är icke fullt utredd men måste sammanhålla med kemiska olikheter i vedparenkymcellernas protoplasma. Vidare utvecklas som bekant blånadssvamparna med endast mycket få undantag endast i splinten, icke i kärnan. Orsakerna härtill äro omtvistade men torde huvudsakligen bero på den otillräckliga mängd näring kärnvedscellerna innehålla, ehuru säkerligen flera andra faktorer spela in, t. ex. för låg vattenhalt i vissa fall eller talkärnans halt av fenoler (jfr ERDTMAN 1939, ERDTMAN & RENNERFELT 1944).

III. BLÅNADENS UPPTRÄDANDE I BRÄDGÅRDAR OCH ORSAKERNA HÄRTILL.

Då blånadssvamparnas utveckling i främsta rummet bestämmas av fuktigheten i träet, är det naturligt att virkets möjligheter att uppnå eller behålla erforderlig torrhet i brädgården är av mycket stor betydelse. Utom genom *naturlig torkning* kan virket också uppnå erforderlig torrhet genom *artificiell torkning*.

Vad först den *naturliga torkningen* beträffar, som givetvis är betydligt mindre kostsam än den artificiella och i praktiken spelar mycket stor roll för allt slags virke, omfattar denna i främsta rummet trä med primärt fritt vatten. Såsom bl. a. försök 3 visat är sådant virke ofta särskilt mottagligt för blånad (jfr JUSSILA 1932). Det är därför av stort intresse att undersöka, hur torkningen går till i brädgårdsstaplar av olika typ och vilka faktorer, som inverka på torkningens effektivitet.

Det viktigaste momentet vid torkningen i en brädstapel är utan tvivel den kalla, fuktighetsmättade luftens nedkondensering och »avrinning» mot

stapelns botten. Om stapeln vilar på tillräckligt höga stapelfötter och dessutom är upplagd i något så när fritt läge, får den kalla, fuktiga luften nedtill rörelsefrihet åt sidorna. Detta sker dels genom att den kalla luften genom sin tyngd pressar undan omgivande varmare och därför lättare luft, dels genom vindens inverkan, varigenom en ännu mera effektiv omblandning av luftskikten kan äga rum.

Staplarnas uppläggning är i detta sammanhang av stort intresse. För att uppnå god luftcirkulation ströar och sårar man som bekant det sågade virket, som lägges ut till torkning i brädgården. Dessutom tillämpas olika metoder för att åstadkomma större luftkanaler i vertikal och horisontell led, men erfarenheterna av dylika åtgärders effektivitet gentemot blånad äro synnerligen växlande på olika platser. Beträffande vertikala luftrummor har man sålunda konstaterat, att de underlätta torkningen, men i andra fall har stark blånad iakttagits i virket just omkring dylika luftrummor. En närmare undersökning av några sådana fall har visat, att vertikala luftrummor i brädstaplar medfört gynnsam effekt i sådana fall, då stapeln varit upplagd i relativt fritt läge, så att den kalla nedåtströmmande luften i stapelns botten kunnat tränga ut åt sidorna. Blånad företrädesvis omkring vertikala luftrummor har å andra sidan iakttagits i sådana staplar, som varit upplagda i »instängt» läge (jfr EKMANS lärobok i skogsteknologi 1922, sid. 472, och t. ex. FRITZ 1929). I dessa fall har den kalla, fuktighetsmättade luften icke kunnat tränga ut åt sidorna, eftersom luften även mellan staplarna varit fuktighetsmättad. Härigenom har ingen luftcirkulation kunnat äga rum utan fuktighetsmättad luft stagnerat särskilt i stora hålrum i stapeln, där miljön sålunda blivit synnerligen lämplig för blånadssvamparnas utveckling (jfr fig. 4 och TEESDALE 1927).

För att närmare belysa luftcirkulationens betydelse för utbildningen av blånad upplades i brädgård *B* i början av juni 1943 två identiskt lika staplar av otorkade $\frac{3}{4} \times 3''$ o/s bräder (stapling för hand) dels i fritt läge vid kaj och dels i »instängt» läge mellan högbanor och registrerades medelst i staplarnas mitt »inbyggda» självregistrerande termohygrografer (se sid. 27) luftfuktighet och temperatur under veckan 19—25 juli samma år. Medelfuktigheten (beräknad som medeltal för registrerade värden varje timme) inne i den fritt exponerade stapeln utgjorde sålunda 70,9 % men i den »instängda» stapeln 78,9 %. Motsvarande medeltemperaturer, beräknade på samma sätt, utgjorde resp. 18,5° och 13,1° C. På fritt fält utanför brädgården var medelfuktigheten under samma tid endast 66,5 % och medeltemperaturen 20° C. Vid genomgång av försöksbräderna på sätt som senare (sid. 22) omtalas befanns stapeln i »instängt» läge ha blånat till i medeltal 5,9 %, medan blånaden i den mera fritt belägna stapeln ej uppgick till mer än 1,3 % (jfr SAHLMAN 1933).



Fig. 4. Bild från brädgård *D*, där högbanor och vegetation mellan staplarna ge dessa ett »instängt» läge, som medför dåliga torkningsbetingelser. 1944.

Photograph of timber-yard *D* in which overhead conveyors and vegetation between the piles provide a «closed-in» position where bad drying conditions prevail. 1944.

Betydelsen av horisontella lufttrummor för torkningsbetingelserna undersöktes likaledes genom samtidig utsättning (i maj 1944) av två provstaplar fuktigt virke ($\frac{3}{4} \times 3''$ o/s bräder) i samma läge i brädgård *A*, varvid den ena stapeln uppbyggdes på vanligt sätt med enkla strön av särskilda, impregnerade $\frac{3}{4}''$ bräder men den andra upplades med dubbla (= ovanpå varandra liggande) strön mellan bräderna. Genom termohygrografobservationer kunde konstateras, att en betydligt gynnsammare torkningsmiljö skapades i och med användningen av tjockare strön mellan bräderna, vilket också visade sig i blånadsfrekvensen vid genomgång av stapeln, sedan bräderna torkat. I stapeln med enkla strön var blånadsintensiteten sålunda i medeltal 21,4 %, medan i stapeln med dubbla strön ingen som helst blånad uppkommit. Samma skillnad framträdde även i två andra provstaplar bestående av otorkat virke, utlagt på samma sätt den 20 maj samma år. I stapeln med enkla strön var blånadsfrekvensen i detta fall 15,3 % men i stapeln med dubbla strön endast 0,9 %¹.

¹ Termohygrografobservationer utfördes även på olika höjd i ett flertal staplar uppbyggda av samma slag lika fuktiga bräder, utlagda samtidigt i staplar i samma torkningsläge i brädgård (*A*). Härvid kunde konstateras, att som väntat var något högre luftfuktighet och lägre temperatur rädde nedtill i staplarna än upp till (jfr MATHEWSON 1930).

Torkningen i en brädstapel försiggår även på annat sätt än genom nedkondensering och »avrinning» av kall, fuktighetsmättad luft. Sålunda avdunsta bräderna direkt fuktighet ut i den omgivande luften, kraftigare ju lägre dennas relativa fuktighet är. Denna process försiggår sålunda livligast under dagen. — Även skillnaden mellan det avdunstande föremålets och den omgivande luftens temperatur spelar såsom förut nämnts stor roll för torkningen. Då luften under eftermiddagen och natten avkyles hastigare än stapeln, stiger varm, fuktighetsmättad luft upp från denna och kondenseras ett stycke ovanför stapeln på samma sätt som sker över ett öppet vatten (t. ex. ett strömmande vattendrag) vid minusgrader i luften. Härigenom sker givetvis en torkning, vilken bör försiggå livligast under sådana tider av året, då temperaturskillnaden är stor mellan dag och natt, d. v. s. företrädesvis under våren. Processen äger rum även vid fuktig väderlek. För underlättande av luftrörelsen uppåt—utåt bör stapeltaket ej vila direkt på de översta bräderna utan konstrueras så, att ett visst mellanrum uppstår mellan stapeln och taket. Under morgonen uppvärms emellertid så småningom luften hastigare än den då i de ytliga delarna avkylda stapeln, varför fuktighet nu stundom utfälles, kondenseras på virkets yta enligt samma lagar, som reglera den vanliga daggbildningen på markvegetation o. s. v. Under förutsättning att stapeln är taktäckt torde emellertid daggutfällningen icke bli av någon betydelse annat än på de mest ytliga partierna. En direkt upptagning av vatten på hygroskopisk väg ur fuktighetsmättad luft i en gång lufttorrt virke med en vattenhalt omkr. 20 % av torrvikten torde också såsom förut framhållits spela en mycket underordnad roll för uppkomsten av ytblånad (jfr försök 3 samt JENKINS 1928, FELLOWS 1937, TUOMOLA 1943).

För den naturliga torkningen spelar även ströläggningen och särningen såsom förut nämnts mycket stor roll. Torkningen av virket tillgår nämligen så, att fuktigheten i brädernas ytskikt i första hand avges och vattenhalten därför efter en tid i regel är högre i brädernas inre delar (s. k. skinn-torkning), såsom utretts av t. ex. BARKAS 1938. Vid ströläggningen hindras avdunstningen i kontaktpunkterna mellan strö och bräder, varigenom den karakteristiska »ströblånaden» uppkommer. Detta kan sålunda inträffa även om ströna äro fullkomligt torra och t. o. m. impregnerade. Vid direkt kontakt uppkommer dock ströblånad icke alltid utan beror på de allmänna torkningsbetingelserna för övrigt, såsom senare skall visas. En liknande form av blånad kan stundom uppträda, om bräderna — i synnerhet av grövre dimensioner — läggas kant i kant intill varandra, varigenom avdunstningen likaledes försvåras (fig. 5).

Även efter *artificiell torkning*, vars principer och utförande varit föremål för en mycket omfattande behandling i teknisk litteratur men icke

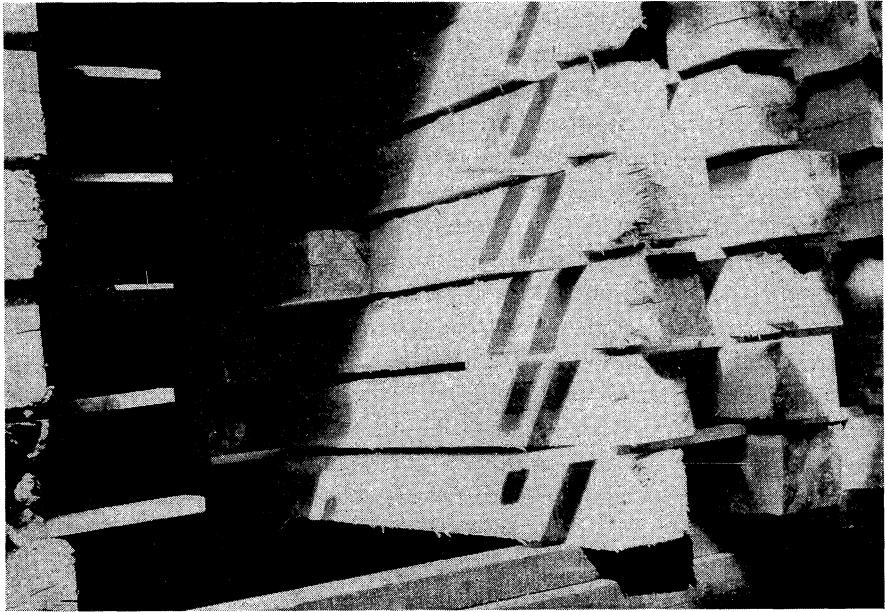


Fig. 5. Exempel på dålig särning, som medförde tämligen kraftig blånad trots att virket »heltorkats» före utläggningen i brädgården. Brädgård A. 1944.
 Example of bad spacing which involved fairly severe blue stain although the wood was »fully dried» prior to piling in the yard. Timber-yard A. 1944.

falla inom ramen för den föreliggande undersökningen, spelar virkets uppläggning stor roll ur blånadssynpunkt. Härvid är virkets grad av uttorkning givetvis av mycket stor betydelse. Vid artificiell torkning användes av naturliga skäl olika lång tid för torkningsprocessen allt efter virkets dimensioner och beroende på vilken torkningsgrad man vill uppnå (jfr MATHEWSON 1930). Sålunda »halvtorkas» stundom sågat virke (i regel 1 à 2 dygn), varigenom vattenhalten, såsom senare närmare skall visas, nedbringas till strax under fibermättnadspunkten (jfr STAUDACHER 1936). Vanligare är emellertid s. k. heltorkning (minst 2 à 3 dygn men beträffande grövre dimensioner längre tid), varigenom virkets vattenhalt nedbringas till omkr. 20 % av torrvikten och sålunda omedelbart blir »skeppningstorr». En allmän erfarenhet är emellertid, att t. o. m. dylikt heltorkat virke kan blåna efter torkningen om det klosslägges i varmt tillstånd och samtidigt avkyles av ytterluften. Detta fenomen torde till stor del kunna förklaras på så sätt, att vattenångan i luften mellan bräderna kondenseras vid den plötsliga utläggningen i kallare omgivning. Då virket är klosslagt, kan denna fuktighet icke avlägsnas utan brädernas yta blir fuktig, så att gynnsamma gröningsbetingelser skapas för konidier och sporer av blånadssvampar, vilka i flottat virke redan finnas närvarande på grund av tidigare inträffad infektion. En

successiv avsvulning genom lämplig luftkonditionering är därför synnerligen viktig för heltorkat virke som skall klossläggas. Härigenom sker ingen nedkondensering av vattenånga på virkets yta och dessutom bör det kvarvarande vattnet fördela sig långsammare och jämnare i träet, så att vattenhalten på ytan aldrig blir så hög, att blånadssvamparna kunna utvecklas. Om virket däremot torkats kortare tid (»halvtorkning»), föreligger risk för blånad, även om virket strölagts, beroende på de allmänna torkningsbetingelserna på uppläggningsplatsen, såsom i det följande belyses i ett större försök (se försök 5).

En annan sida av blånadsproblemet i brädgårdarna är frågan om den sekundära genomfuktningen av en gång torrt virke genom regn eller snö. Såsom förut framhållits synas flera blånadssvampar icke lika lätt angripa sekundärt vått virke som virke med ursprunglig fuktighet (jfr LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN 1927 och JUSSILA 1932), men detta gäller ingalunda generellt. Det är tyvärr en icke sällsynt företeelse att staplar under uppförande eller nedrivande lämnas otäckta även under regnväder. Detta gäller icke blott staplar med utskottsvirke utan även med o/s heltorkat virke, som på detta sätt utsättes för direkt väta och synnerligen allvarlig risk för blånad. Även om stora organisatoriska svårigheter föreligger att täcka alla staplar med stapeltak eller presenningar i regnväder, torde dock på många håll mycket kunna ändras till det bättre beträffande skyddsåtgärder mot regn. Detsamma gäller även beträffande infallande snö, som under smältningen vid plusgrader likaledes förorsakar virkets nedfuktning och även på annat sätt bidrager till att fördröja torkningen. Även beträffande virke, som staplas på vagnar och lämnas utanför torkugnen i väntan på behandling, bör noggrant tillses, att denna väntetid icke blir för lång under bar himmel, i synnerhet under sommarens varmaste tid, då kraftig ytblånad kan infinna sig efter blott 1 à 2 dagar. Det har sålunda inträffat, att nysågat virke blivit stående flera dygn (särskilt lördag—söndag—måndag) framför torken och härunder blånat. Först efter torkningen har emellertid blånaden observerats och då ofta tillskrivits brister vid själva torkningsprocessen. Efter torkningen utsätts ofta vagnarna med det behandlade virket alldeles oskyddat i avvaktan på vidare transport t. ex. med brokran för uppläggning i brädgården. För detta torkade virke skulle en ökad användning av presenningar eller andra skyddsmedel vara i mycket hög grad motiverad (jfr TIDEMAN 1933).

Om staplarna i brädgården göras mycket höga, ökas givetvis risken för insläende regn från sidan, även om de äro täckta med tak. På en del håll har man därför, särskilt under den senaste kristiden, då långvariga lagringstider blivit ofrånkomliga, »byggt in» själva staplarna inom brädväggar såsom framgår av fig. 6. En åtgärd till förhindrande av att regn träffar brä-

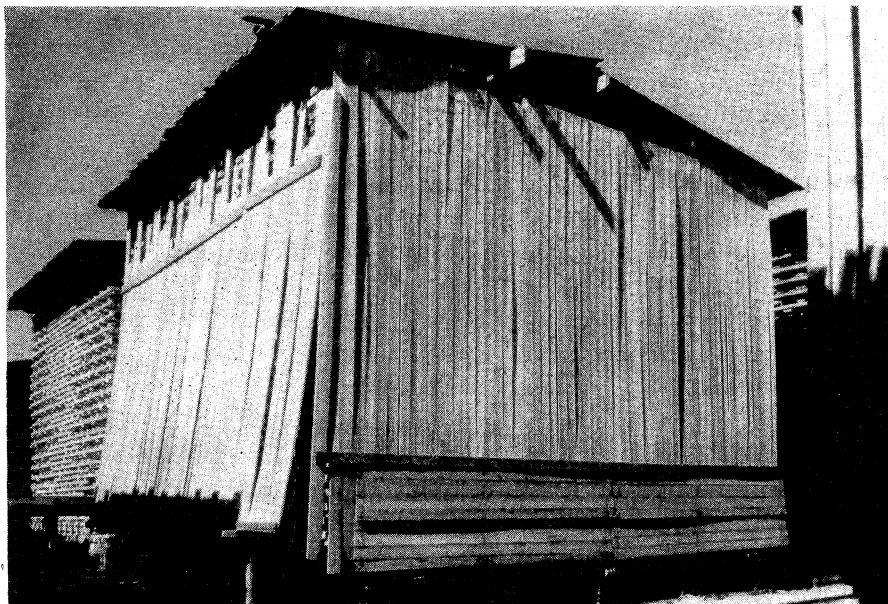


Fig. 6. »Inklädd» stapel i brädgård K för skydd mot infallande regn från sidorna. Skyddsåtgärd vid långvarig lagring. Juli 1944.
Board-protected pile in timber-yard K for protection against rain penetrating from the sides. Protective measure for prolonged storage. July 1944.

derna mer än nödvändigt är även att icke låta enstaka bräder skjuta ut från stapelns kanter utan göra dessa så jämna som möjligt. Helst böra ströna dessutom gå ända ut i kanten på staplarna, såsom närmare beskrivits och avbildats hos RIEGER & HYLANDER 1925 och BATESON 1938.

Såsom av ovanstående framgår kan genom olika åtgärder en höjd brädgårdshygien åstadkommas till undvikande av blånad. Under senare år ha mycket effektiva impregneringsmedel (särskilt klorfenoler) framställts, som revolutionerat kampen mot brädgårdsblånaden. I själva verket torde man därför kunna säga, att problemet att effektivt skydda sågat virke mot lagringsskador teoretiskt och praktiskt är löst men att de naturliga betingelserna för virkets blånad är en synnerligen viktig fråga på grund av de relativt höga kostnader, som äro förbundna med de för närvarande använda skyddsmetoderna.

Såsom förut inledningsvis framhållits avser därför den föreliggande utredningen, dels att undersöka möjligheterna att utnyttja naturens egna krafter för blånadsfri torkning för att kunna riskfritt arbeta med så svaga impregneringslösningar som möjligt till nedbringande av de därmed förenade kostnaderna, dels att undersöka möjligheten att använda uteslutande luft-

torkning eller s. k. halvtorkning i torkugn med därpå följande sluttorkning i brädgård såsom en parallell till lufttorkning i brädgård i kombination med impregnering. De försök, som anordnats i detta syfte, sammanfattas i korthet i följande kapitel.

IV. FÖRSÖK RÖRANDE BETINGELSERNA FÖR YTBLÅNAD I OLIKA IMPREGNERAT ELLER TOR-KAT SÅGAT VIRKE, UTLAGT I BRÄDGÅRD UNDER OLIKA ÅRSTIDER.

A. Impregneringsförsök.

Med hänsyn till de olika naturliga torkningsbetingelserna under olika årstider, bör man — åtminstone teoretiskt sett — kunna använda olika höga koncentrationer av impregneringsmedel mot blånad i brädgårdar under olika tider, då förutsättningarna för uppkomst av blånadsangrepp äro olika.

På många håll användes året runt samma koncentration av impregneringsmedlen, medan på andra platser en något lägre koncentration kommer till användning särskilt under våren, då torkningsbetingelserna äro störst och — såsom förut visats — risken för blånad minst.

Föreliggande försök, som utfördes åren 1944 och 1945 i brädgårdarna *E* och *G*, avse att något närmare utreda, i vilken omfattning koncentrationen av olika impregneringsmedel skulle kunna nedbringas under vissa årstider. Om en mindre mängd i somliga fall skulle vara tillräcklig med samma effekt som en större mängd, skulle detta nämligen vara av viss ekonomisk betydelse, emedan impregneringsmedlen äro relativt dyra och även stundom — såsom under den senaste kristiden — svåra att anskaffa.¹

Försök 4. Försök rörande möjligheten att vissa årstider använda lägre koncentration av olika impregneringsmedel mot blånad i sågat virke, utlagt otorkat i brädgård.

Försökets anordning. De impregneringsmedel, som användes, voro de tre klorfenolpreparaten *dowicide*, *santobrite* och *pentolat*, varav de båda förstnämnda äro amerikanska och det sistnämnda tillverkas av Uddeholms AB, samt kvicksilverpreparatet *fibrosan*. Försöken med *santobrite* voro emellertid endast av mindre omfattning på grund av anskaffningssvårigheter samt på grund av att ingen principiell skillnad syntes föreligga mellan detta medel och *pentolat* vad beträffar effektivitet mot ytblånad. Försöken med *fibrosan* voro icke heller

¹ På grund av »ransonering» och därav följande otillräcklig tilldelning av verk-samma impregneringsmedel under kriget uppkom i många brädgårdar betydande lag-ringsskador i form av blånad.

särskilt omfattande, då man redan känner, att detta medel icke lämnar säkert skydd mot ytligt uppträdande »mögelblånad», framför allt försakad av svampen *Trichoderma lignorum*, som t. o. m. gynnas av svaga koncentrationer kvick-silver, vilket även tydligt framträdde i försök i brädgård E (jfr t. ex. LEVON 1935, SAHLMAN 1935).

De försök, för vilka i det följande en kort redogörelse lämnas, utfördes sålunda dels med dowicide, dels med pentolat, vilka medel dessutom för närvarande torde vara de, som mest komma i fråga vid bekämpning av brädgårds-blånad.

Ungefär i mitten av juni, juli, augusti och september år 1944 resp. 1945 utsattes i försöksbrädgårdarna otorkat $\frac{3}{4} \times 4 - 4 \frac{1}{2}$ " furuvirke av o/s kvalitet eller kvinta men utan tidigare blånadsskador (stockblånad) samt bestående av så mycket splint som möjligt. Virket upplades i särskilda provstaplar om 1 000 — 2 000 bräder (handstapling) efter att först genom neddoppning omedelbart efter sågningen ha impregnerats med olika koncentrationer av resp. dowicide och pentolat. Enligt bruksanvisningen bör 1 % koncentration användas, men i försöket prövades sålunda även lägre koncentrationer, nämligen 0,4, 0,6 och 0,8 %. Sedan försöksvirket utsatts i stapel, skyddades det omedelbart mot väta genom taktäckning på vanligt sätt.

För kontroll av de olika koncentrationernas effektivitet granskades staplarna år 1945, dels på våren (1944 års försök), dels i början av november (1945 års försök). Härvid tillämpades följande tillvägagångssätt:

Varje försöksenhet, d. v. s. på samma sätt behandlade bräder, utflyttades samtidigt på kaj och genomgicks bräda för bräda, varvid dessa fördelades i 6 olika grupper med hänsyn till förekomsten av blånad (brädgårdsblånad; stockblånad fick som förut nämnts ej förekomma i försöksmaterialet) enligt följande skala (jfr BJÖRKMAN 1946 b):

o/s	{	o = helt oskadade bräder		
		I = 0—20 % blånad yta (medeltal för båda sidorna)		
kvinta	{	II = 20—40 % » »		
		III = 40—60 % » »		
		IV = 60—80 % » »		
utskott	{	V = 80—100 % » »		

För att erhålla ett jämförbart värde för blånadsintensiteten inom varje försöksenhet uträknades antalet bräder inom resp. grupp, varefter antalet multiplicerades med »medelblånaden» inom varje grupp (10 % för grupp I, 30 % för grupp II o. s. v.) och produkterna summerades. Genom division med hela antalet bräder inom varje försöksenhet erhöles ett approximativt jämförelsetal för blånadsintensiteten uttryckt i procent blånad yta inom varje på samma sätt behandlad provserie (jfr SAHLMAN 1934, HILF 1942).

I alla provserier ingick — trots försök att undvika detta — en viss mindre kvantitet bräder med relativt kraftig kärna. Då blånad praktiskt taget aldrig förekommer i kärnved, borde egentligen blånadsfrekvensen i sådant virke beräknas i procent av splinten, men på grund av svårigheten att vid en relativt snabb genomgång säkert uppskatta kärnprocenten samt på grund av materialets storlek, beräknades blånadsförekomsten även i dessa fall i procent av brädernas totala yta. För undvikande av olika bedömning vid olika tillfällen användes vid samtliga sorteringar samma personer (3 till antalet), som noga instruerats av förf.

Försökets resultat. I tab. 4 ha resultaten av försöken i brädgård G sammanställts. Tillhoppa omfattade dessa försök 31 118 bräder.

Av tab. 4 framgår, att mycket olika resultat erhöles år 1944 och 1945 i på samma sätt behandlat virke. Medan år 1944 icke ens en koncentration av 0,8 % var tillräcklig för att hindra blånad, utgjorde följande år 0,6 % koncentration — och med hänsyn till den ringa blånadsprocenten även i oimpregnerat virke sannolikt även 0,4 % — ett tillräckligt skydd mot blånad även under den mest riskfyllda tiden. Detta förhållande visar tydligt, att väderleksförhållandena och därmed torkningsbetingelserna under olika år spela en stor roll för möjligheten att reducera impregneringsmedlens koncentration. Under en exceptionellt torr höst som år 1945 (se BJÖRKMAN 1946 b, fig. 12), då virke, som utsattes nysågat i brädgården t. o. m. i mitten av september snabbt kunde torka, var risken för blånad obetydlig och en låg koncentration sålunda tillräcklig, men under den förhållandevis fuktiga och varma hösten 1944 blånade otorkat och oimpregnerat virke synnerligen kraftigt (58,4 %), och icke ens en koncentration av 1,0 % pentolat förmådde under denna tid skydda virket mot brädgårdsblånad, såsom i den ordinarie tillverkningen utlagt virke (som ej ingick i försöket) visade.

Samma resultat uppnåddes även i brädgård E, där försöket år 1944 omfattade 18 148 $3/4 \times 4$ " bräder. Varken dowicide eller pentolat visade sig här effektivt i koncentration 0,8 % fr. o. m. mitten av juli, då väderleksförhållandena av allt att döma voro synnerligen gynnsamma för uppkomsten av blånad.

Någon större skillnad i skyddsverkan mellan de båda impregneringsmedlen framkom icke i försöken; möjligen synes dock dowicide vara ett något kraftigare verkande medel än pentolat.

Tab. 4. Blånad i nysågade $3/4 \times 4 - 4 1/2$ " furubräder (vid försökets början utan blånad), impregnerade med olika koncentrerade lösningar av dowicide och pentolat och utsatta otorkade i brädgård G vid olika tidpunkter.

Blue stain in newly sawn $3/4 \times 4 - 4 1/2$ " pine boards (no stain at the beginning of the experiment) impregnated with dowicide and pentolat solutions of different concentrations and laid out undried in timber-yard G at different times.

Tid för virkets utsättning i brädgården Time of piling in the timber-yard	Blånad i % av brädernas sammanlagda yta Blue stain in % of the total surface of the boards						
	Oim-pregn. Non-im-pregnated	Dowicide, %			Pentolat, %		
		0,4	0,6	0,8	0,4	0,6	0,8
1944 22 juni	12,1	23,7	7,4	5,0	10,4	2,1	3,0
22 juli	19,2	14,1	7,2	2,8	12,4	17,4	20,0
21 aug.	7,0	13,3	2,0	3,3	2,6	1,5	0,7
22 sept.	58,4	45,3	16,0	8,2	61,5	26,0	10,2
1945 19 juni	0,9	—	0	0	—	0	0
16 juli	10,1	—	0	0	—	0	0
15 aug.	2,8	—	0	0	—	0	0
15 sept.	2,3	—	0	0	—	0	0

De utförda försöken visa alltså, att man icke generellt torde kunna utgå ifrån att en lägre koncentration impregneringsmedel skall kunna användas under sommaren än under hösten utan att en relativt hög koncentration *kan* vara nödvändig redan i juli men att å andra sidan en mycket låg koncentration i vissa fall kan vara tillräcklig t. o. m. under hösten. I allmänhet torde man dock kunna använda en något lägre koncentration, förslagsvis 0,8 % under juni och juli, men däremot innebär det säkerligen i normala fall mycket stor risk att underskrida 1 % under augusti och september—oktober. Under dessa senare månader synes t. o. m. — åtminstone om hög luftfuktighet i samband med långvariga regnperioder är rådande — en något högre koncentration av förslagsvis 1,2 % eller i undantagsfall ännu högre böra användas. Under vintern äro möjligheterna till impregnering av sågat virke av naturliga skäl i hög grad begränsade.

Vad vinter- och vårsågat virke beträffar, torde detta såsom förut framhållits i allmänhet snabbt torka under våren och därför ej vara utsatt för så stor blånadsrisk som senare sågat virke. Sådant virke bör alltså åtminstone under gynnsamma år i viss utsträckning kunna utsättas oimpregnerat i brädgården. De utförda försöken ha emellertid visat, att en viss försiktighet är påkallad. Om värdefullare virke skall skyddas genom impregnering, torde dock en koncentration av i varje fall 0,8 % vara tillräcklig för effektivt skydd till och med juni månad.

För att belysa frågan om den direkta nedfuktningens betydelse för blånadsrisken i impregnerat virke anordnades sommaren 1943 i brädgård G några mindre försök med utläggning av dels olika starkt impregnerade och dels både impregnerade och därtill heltorkade bräder i särskilda provstaplar, som fingo ligga utan taktäckning direkt utsatta för regn. Provstaplarna utsattes dels i slutet av juli och dels i början av oktober. Sammanlagt omfattade dessa försök 21 765 $3/4 \times 4$ " bräder utan blånad vid utläggningen i brädgården. Försöksbräderna genomgingos på förut beskrivet sätt våren 1944. Det visade sig härvid, att bräderna i samtliga otäckta staplar blånat synnerligen kraftigt oberoende av om de torkats eller impregnerats. Sålunda utgjorde den totala blånadsprocenten i heltorkade och dessutom med 0,3 % impregnerade bräder tillverkade och utsatta i brädgården den 31 juli 83,1 % av hela ytan och i heltorkade och med 0,6 % pentolat impregnerade bräder sågade och utsatta den 6 oktober 41,5 %. Flera andra synnerligen höga blånadsprocenter noterades även utan egentligt samband med torkningsgraden eller impregneringens styrka i virke, som under kortare eller längre tid varit utsatt för direkt nedfuktning genom regn. Försöken understryka sålunda nödvändigheten av att noggrant taktäcka allt i brädgårdar förvarat sågat virke,



Fig. 7. Bild från brädgård A med höga staplar, uppbyggda av »paket» (c:a $\frac{3}{4}$ std) med strön mellan varje bräda och tämligen breda horisontella och vertikala mellanrum mellan varje »paket».

Photograph of timber-yard A with high piles built up of »packets» (approx. $\frac{3}{4}$ std) with stickers between each pair of boards and fairly wide horizontal and vertical spaces between the »packets».

B. Torkningsförsök.

Försök 5. Blånadsrisken i otorkade, halvtorkade och heltorkade $\frac{3}{4} \times 3$ '' furubräder, utlagda vid olika tidpunkter i brädgård juni 1943—juli 1945.

Försökets anordning. Från och med juni 1943 till och med juli 1945 utsattes i brädgård A med så jämna tidsintervall som den ordinarie produktionen vid sågverket tillät vissa kvantiteter av $\frac{3}{4} \times 3$ '' otorkat, halvtorkat (torkningstid 28 timmar) samt heltorkat (torkningstid 56 timmar) virke. Försöksvirket utgjordes vid varje utsättning av 4 stycken s. k. »paket», vart och ett utgörande c:a 0,75 std redan vid tillverkningen strölagda bräder (omkr. 1 200 i varje paket). Varje paket motsvarade en vagnslast resp. en full börda för brädgårdens brokran, med vars hjälp uppbyggandet av en stapel, bestående av dylika paket, fullbordades på mycket kort tid (fig. 7).

För att försöksvirket skulle få så lika placering i brädgården som möjligt och torkningsbetingelserna bli fullt jämförbara utlades provpaketen — 2 bredvid varandra och 2 ovanpå dessa — i botten på en stapel mitt i densamma. Efter utläggningen av försöksvirket omgavs detta omedelbart med redan torrt virke

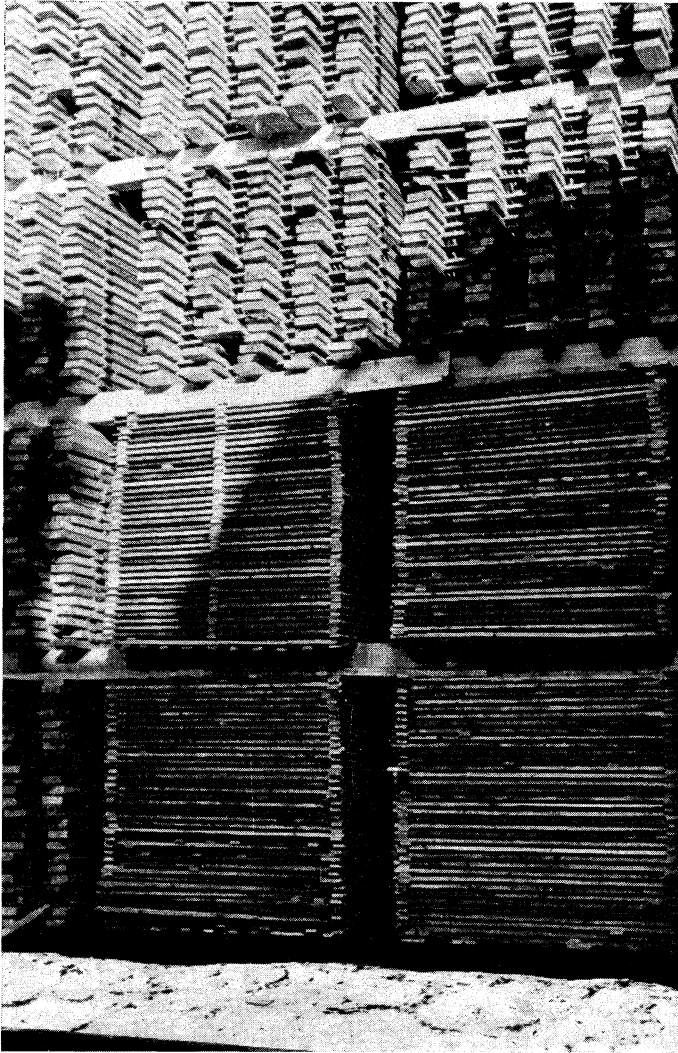


Fig. 8. Fyra »provpaket» av $\frac{3}{4} \times 3$ bräder, inlagda i botten av en stapel av heltorkat virke av annat slag, som omgiver försöksbräderna upptill och på sidorna. Brädgård *A*. Se försök 5.
Four »sample packets» of $\frac{3}{4} \times 3$ boards placed beneath a pile of »fully dried» wood of another kind which surrounds the test boards above and at the sides. Timber-yard *A*. See experiment 5.

både på sidorna och ovanför (fig. 8).¹ Staplarna med dylika inneslutna provpaket stodo alla i en enda rad efter varandra mitt i brädgården, där torkningsförhållandena av allt att döma borde ha varit identiska.

Genom dessa utsättningar av provpaket kunde risken för blånad under olika årstider i olika fuktigt sågat virke undersökas.

Luftens relativa fuktighet samt temperaturen mitt i mellanrummet mellan de 4 provpaketen registrerades i ett stort antal fall medelst termohygrografer av typ »Haenni» (se BJÖRKMAN 1946 a, sid. 22). Dessutom uttogos borrhållningsprov med 8 mm tillväxtborr i gång i veckan för fastställande av virkets torkningshastighet (jfr BJÖRKMAN 1946 b, sid. 25).

Första uppträdandet av ytblånad i varje provpaket antecknades, men slutrevision av blånadsfrekvensen i försöksvirket i varje provserie utfördes icke förrän senare, i huvudsak vid två tillfällen i samband med staplarnas rivning och virkets skeppning nämligen försommaren 1944 och hösten 1945. Härvid sorterades bräderna med hänsyn till blånadsintensiteten i 6 klasser såsom förut nämnts, varefter den sammanlagda »blåndsprocenten» i varje provserie uträknades.

Sammanlagt omfattade försöksmaterialet 77 provserier, vardera bestående av i medeltal 4 645 $\frac{3}{4} \times 3''$ bräder, varigenom alltså tillhoppa 357 653 bräder blevo föremål för bedömning med avseende på förekommande blånad.

I fig. 11 har blånadens utbredning i olika behandlat virke vid försökets avbrytande angivits i form av staplar, och dessutom har försöksvirkets fuktighetshalt (uttryckt i procent av torrvikten) inlagts i form av torkningskurvor. I samma diagram har slutligen luftfuktigheten och temperaturen på fritt fält utanför brädgården angivits. Dessa ha uttryckts såsom medelvärden per vecka (medeltal av registrerade värden varannan timme; jfr BJÖRKMAN 1946 b, sid. 27) under hela försöksperioden. I och för jämförelse med normalförhållandena ha även Statens meteorologiska och hydrologiska instituts medelvärden för temperatur och luftfuktighet under längre tid (månadsmedeltal) på samma plats inlagts.

Försökets resultat. De utförda *termohygrografobservationernas resultat* kunna här icke i detalj behandlas utan endast i korthet något nämnas vad de i princip visat. Såsom vid liknande mätningar av temperatur och luftfuktighet mellan massavedsvältor (jfr BJÖRKMAN 1946 a) visade registreringarna av »mikroklimatet» inne i olika torra staplar betydligt högre luftfuktighet och lägre temperatur i staplar av fuktigt virke än i staplar med torrt virke (fig. 9). Vidare voro variationerna både beträffande luft-

¹ Att icke hela staplar användes som försöksenheter berodde på det alltför stora — och dyrbara — utförande försöket då skulle ha fått. Genom särskilda mätningar med termohygrografer kunde för övrigt konstateras, att fuktighets- och temperaturförhållandena i centrum av provpaketen inlagda i en stapel blevo identiskt lika motsvarande förhållanden i en stapel, som helt och hållet bestod av bräder av samma slag, som ingick i provpaketen. Metoden med inläggning av mindre virkespartier (c:a 5 000 bräder) i staplar med torrt virke kunde sålunda anses lika god som att använda hela staplar av samma slags virke.

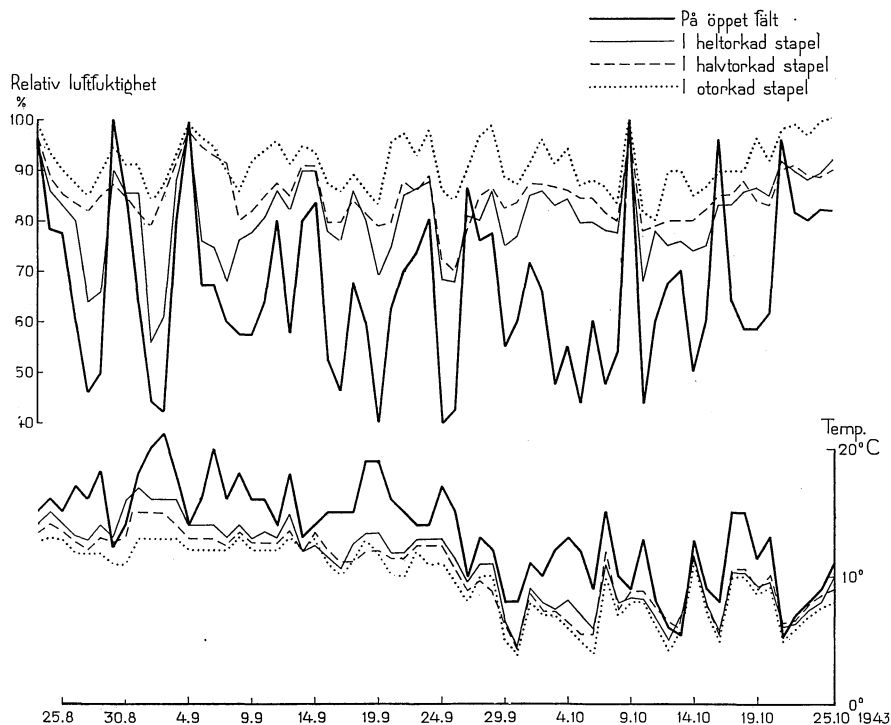


Fig. 9. Luftfuktighet och temperatur kl. 14 under tiden 23 aug.—25 okt. 1943 i provstaplar av otorkat, halvtorkat och heltorkat försöksvirke ($\frac{3}{4} \times 3''$), utsatt i brädgård A den 23 augusti 1943, samt i det fria under samma tid.

Air humidity and temperature at 2 p. m. during the period of Aug. 23—Oct. 25, 1943 in sample piles of undried, «half-dried» and «fully dried» test boards ($\frac{3}{4} \times 3''$) laid out in timber-yard A Aug. 23, 1943, and in the open air during the same period.

Relativ luftfuktighet = relative air humidity. På öppet fält = in the open. I heltorkad stapel = in «fully dried» pile. I halvtorkad stapel = in «half-dried» pile. I otorkad stapel = in undried pile.

fuktighet och temperatur mellan dag och natt betydligt mindre inne i fuktiga staplar än i torra eller i det fria.¹

Genom uppmätning av luftfuktighet och temperatur inne i staplar, som utsatts i brädgården vid olika tidpunkter, kunde torkningsbetingelserna för vid utsättningen olika fuktigt virke följas. Inne i en stapel med fuktigt virke, som utlagts under den gynnsammaste torkningstiden maj—juni, kom mikroklimatet mycket snabbt i överensstämmelse med förhållandena i en samtidigt utsatt heltorkad stapel. I början av augusti 1943 rådde inne i en stapel, som utlagts otorkad den 21 juni, samma fuktighet och temperatur som inne i en stapel, som utsatts heltorkad i mitten av juli. Trots att virket

¹ Med «torrt» virke menas i detta sammanhang icke absolut torrt virke utan «skeppningstorrt» (högst 25 % vattenhalt i procent av torrsvikt) eller «kolonialtorrt» (högst 20 % vattenhalt), d. v. s. fuktighetstillstånd, då blånad icke kan uppträda i virket (jfr försök 2 och 3). Jfr MOLL 1930 och STAUDACHER 1936.

vid denna tidpunkt var torrt i båda staplarna, voro dock fuktighets- och temperaturvariationerna mellan dag och natt under samma tid icke på långt när så stora som på fritt fält. I en i mitten av juli utsatt otorkad provstapel var under samma augustivecka — i motsats till i den i juni utlagda stapeln — fuktigheten mycket hög och temperaturen något lägre (se fig. 10). Av fig. 10 framgår, att luftfuktigheten inne i denna stapel till stor del höll sig över 90 %, vilket i förening med den samtidigt tämligen höga temperaturen (medeltal omkr. 15° C) utgjorde utmärkta förutsättningar för blånad, som också utbredde sig på i medeltal 36,1 % av brädernas yta. I stapeln med otorkat virke, som utsattes i brädgården den 21 juni, utgjorde blånadsfrekvensen 18,9 % men i stapeln med heltorkat virke endast 0,2 % (jfr fig. 11).

Av fig. 11 framgår, att *bräder utlagda i fuktigt tillstånd* under höst och vinter icke torka ned till omkr. 20 % vattenhalt — vilket utgör målet för torkningen i brädgårdar åtminstone i Sverige — förrän under följande vår men att virke, som utlägges i fuktigt skick under våren och sommaren till och med förra hälften av augusti, når tillfredsställande torrhet på kort tid, i stort sett hastigare ju tidigare under året utläggningen i brädgården skett. Virke som utlagts under hösten undergår dock en viss torkning, så att vattenhalten tämligen hastigt går ned till 30 à 50 % av torrvikten, men virke utsatt under högvintern bibehåller däremot i stort sett sin fuktighet ända till torkningen börjar under april—maj och då försiggår så snabbt, att den definitiva torkningen ned till 20 % vattenhalt eller något därunder fullbordas praktiskt taget lika hastigt som beträffande under hösten utlagt virke av samma dimension (jfr JERNBERG 1929, SAHLMAN 1933).

I *de halvtorkade bräderna* utgjorde vattenhalten vid utläggningen i brädgården under tiden juni 1943—juli 1944 i medeltal 24—30 % av torrvikten men varierade under tiden september 1944—maj 1945 mellan 32 och 45 % beroende på ett ändrat förfarings sätt vid själva torkningen. Medan torkningen till och med augusti 1944 tillgick så, att varje »paket» eller »lass» nysågat virke kontinuerligt fick passera samtliga 7 värmezoner i torken och förvarades 4 timmar i varje zon, insattes från och med september 1944 två sammankopplade lass samtidigt i torkkanalen var 8:e timme med påföljd att t. ex. första lasset passerade zonerna 1, 3 och 5 och endast blev stående i zonerna 2, 4 och 6 (se fig. 12), varvid torkningstiden sålunda utgjorde $8+8+8 = 24$ timmar. Det andra lasset i varje sammankopplad serie passerade däremot zonerna 2, 4 och 6 och blev stående i zonerna 1, 3, 5 och 7, varigenom torktiden i detta fall kom att omfatta $8+8+8+8 = 32$ timmar. Genom att två virkeslass på detta sätt infördes sammankopplade i torken blev torkningen sålunda icke lika kontinuerlig som om varje lass fick torka inom varje zon, ehuru den totala torkningstiden i båda fallen blev ungefär

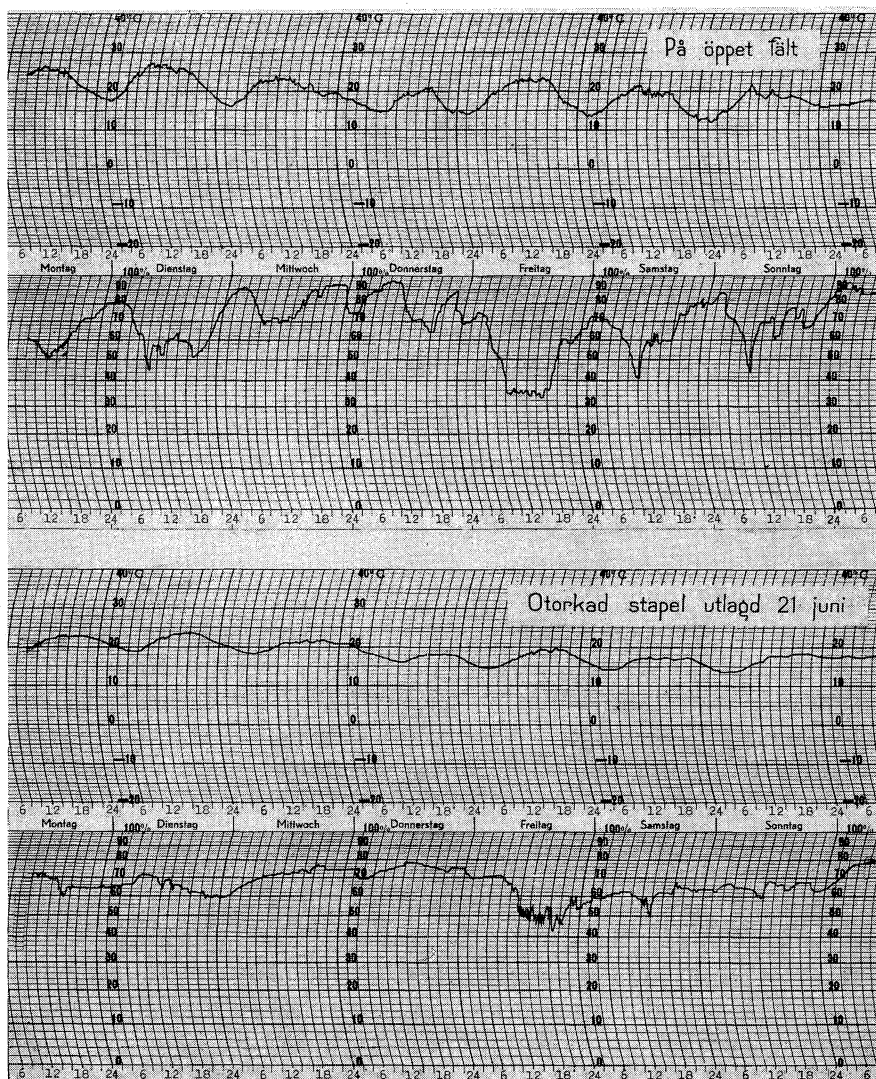
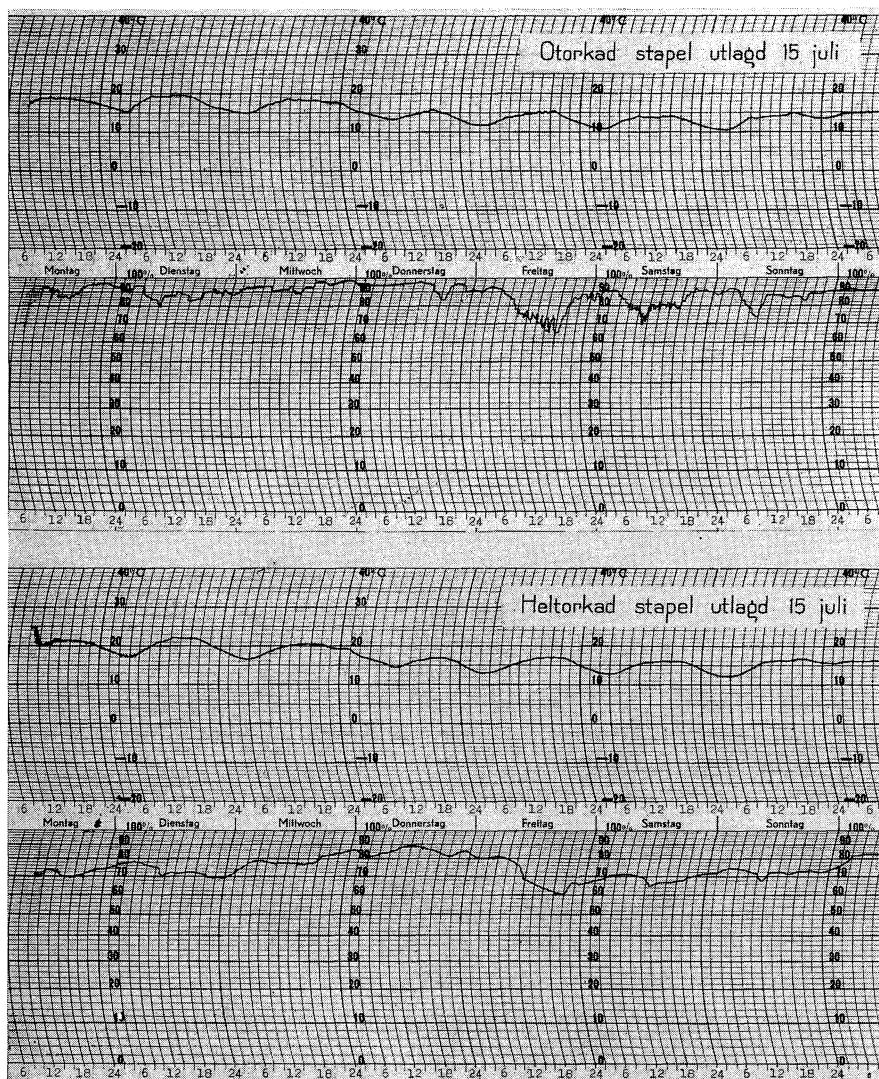


Fig. 10. Termohygrografiagram för veckan 2—8 augusti 1943 dels i det fria, dels (på 3 m höjd över marken) i »provpaket» av den 21 juni 1943 i brädgård A utlagda otkorkade $\frac{3}{4} \times 3''$ bräder, dels i »provpaket» av den 15 juli 1943 i brädgården utlagda otkorkade $\frac{3}{4} \times 3''$ bräder samt dels i »provpaket» av i brädgården den 15 juli 1943 utlagda heltorkade $\frac{3}{4} \times 3''$ bräder.

densamma, nämligen i medeltal 28 timmar. Detta olika torkningsförfarande torde såsom förut nämnts utgöra förklaringen till den onormalt höga vattenhalten i det halvtorkade virke, som utsattes i brädgården under vinterhalvåret 1944—45 (se fig. II).



Thermohygrograph diagram for the week 2—8 Aug. 1943 both in the open air and at 3 m. above the ground in «sample packets» of undried $\frac{3}{4} \times 3$ " boards laid out in timber-yard A on June 21, 1943, partly in «packets» of undried $\frac{3}{4} \times 3$ " boards laid out on July 15, 1943, and partly in «packets» of «fully dried» $\frac{3}{4} \times 3$ " boards laid out on the same day.
 På öppet fält = in the open air. Otorkad stapel utlagd 21 juni = undried pile laid out on June 21. Heltorkad stapel utlagd 15 juli = «fully dried» pile laid out on July 15.

I heltorkat virke (torkningstid 56 timmar) låg vattenhalten i bräderna vid utläggningen i brädgården i regel mellan 20 och 24 % av torrvikten.

Vad blånadens uppträdande beträffar är såsom förut nämnts virkets torkning och därmed blånadsbetingelserna i hög grad beroende av väder-

leksförhållandena, i synnerhet luftens relativa fuktighet. Man skulle därför vänta sig, att virke kunde utläggas i *otorkat* skick i brädgården under den gynnsammaste torkperioden, april—maj, utan att blåna. Detta förfarings-sätt praktiseras också med framgång på många håll, i synnerhet vid mindre sågar, där arbetet i allmänhet koncentreras till våren och försommaren och där samma vinter avverkat oflottat tømmer användes.

De utförda försöken visa emellertid, att stor risk för blånad kan förefinnas även under våren vid utläggning av nysågat virke till lufttorkning i brädgård. Under åren 1943 och 1944 förelåg, enligt vad försöksmaterialet synes visa, en tendens till mindre blånad i under våren utsatt otorkat virke. Under 1945 års försök förekom ända till 41 % blånad i en den 10 maj utsatt otorkad provserie. Anledningen till dessa olikheter är säkerligen att söka i olika yttre betingelser, varvid i första rummet fuktigheten borde komma ifråga. En granskning av fuktighetskurvorna i fig. 11 för dessa perioder ger emellertid knappast stöd för en dylik uppfattning. Av dessa kurvor (fuktighetsmedeltal per vecka) att döma var sålunda luftfuktigheten under april—maj—juni 1944 snarare högre än normalt (jfr BJÖRKMAN 1946 a, tab. 1) och icke lägre än under samma tid följande år, då blånaden blev betydligt kraftigare. Vid granskning av temperaturkurvan för april—juni 1944 finner man, att medeltemperaturen under denna tid ökade från $-7,7^{\circ}$ till $+11^{\circ}$ C men hela tiden låg under normalvärdet, medan år 1945 under motsvarande tid temperaturen i medeltal var något högre men i stort sett även detta år låg under det normala. Torkningskurvorna för virke, utlagt otorkat i brädgården under samma tidsperioder, visade icke heller några mera markanta olikheter de båda åren.

Fig. 11 visar även ett annat exempel på en i varje fall med ledning av temperatur- och fuktighetskurvorna oförklarlig skillnad i blånadsangrepp, nämligen under februari—mars 1944 resp. 1945. Medan under det förra året i brädgården vid denna tid utlagt otorkat virke endast blånade synnerligen obetydligt, drabbades vid samma tid följande år utsatt otorkat virke av synnerligen kraftig blånad, trots att medeltemperaturen båda åren under dessa månader låg under minimum för svamparnas tillväxtmöjligheter och virkets torkning i fortsättningen synes ha försiggått ungefär likformigt («skeppningstorr» omkr. den 20 juni).

Dessa omständigheter tyda sålunda på att det icke är möjligt att härleda olikheten i blånadsangrepp ur medelkurvor för fuktighet och temperatur, utan att tillfälliga klimatvariationer eller infektionskällor mycket lätt kunna bli avgörande för om virket blånar eller ej.

Vidare kan virket vara olika infekterat vid utläggningen i brädgården, vilket predisponerar för olika kraftiga blånadsangrepp. Risken för blånads-

angrepp med hänsyn till förekomsten av infektionsmedel är givetvis minst under vintern och våren, då temperaturen i stor utsträckning lägger hinder i vägen för svamparnas utveckling och antalet kringflygande spridningsenheter i luften är avsevärt mindre än under sommar och höst (jfr försök 1). Den ringa blånadsinfektionen i det i februari och mars 1944 i brädgården utlagda virket i förhållande till hos både i januari och april stapellagt virke kan sålunda ha berott på relativ frihet från tidigare i virket inträffad infektion just i detta fall. Härför talar också det förhållandet, att virke utlagt otorkat under samma tid 1945, då väderleksförhållandena av allt att döma voro mycket likartade föregående års, erhöll kraftig blånad av ända till 42,3 %. En mycket väsentlig faktor i detta sammanhang är *det sågade virkets avverkningstid*. Sålunda vet man av erfarenhet, att bräder sågade ur oflottat timmer av årets vinteravverkning i allmänhet utan risk för blånad brukar kunna stapelläggas i fuktigt tillstånd under december till och med mitten av juni månad, särskilt vid de mindre s. k. säsongsågarna. Beträffande flottat virke däremot, som företrädesvis användes vid de större sågverken, vilka i första rummet behandlas i föreliggande utredning, är detta virke under sommaren utsatt för så stark infektion av blånadssvampar, att dessas konidier och sporer finnas närvarande praktiskt taget överallt på bräderna, varigenom blånad lätt uppkommer även på våren, så snart betingelserna bli gynnsamma.¹ Sålunda kan en mera kortvarig temperaturstegring på ett par dagar, som icke säkert framträder i medeltalsvärden för t. ex. en vecka, ge blånadssvamparna goda utvecklingsmöjligheter i fuktigt virke vid blidväder även under vintern eller våren. Kraftiga ehuru kortvariga blåsväder kunna emellertid starkt underlätta torkningen och bidra till förhindrande av blånadsskador, som skulle ha uppkommit under vindstilla.

Även snöförhållandena kunna inverka på blånadsintensiteten, såtillvida att stora mängder och sent avsmältande snö i eller mellan staplarna i en brädgård i hög grad försvåra torkningen. Då just vintern 1944—45 var exceptionellt snörik, är det mycket sannolikt, att detta bidragit till den oväntade kraftiga blånaden våren 1945. Att virke, som utsattes otorkat i februari 1944, icke nådde högre blånadsprocent än 0,2, medan motsvarande siffra 1945 utgjorde 42,3 %, kan sålunda möjligen sammanhånga med att under denna månad år 1944 endast 2 nederbördsdagar förekommo, medan i februari 1945 snö föll under 8 dagar. På samma sätt skulle man möjligen kunna se ett samband mellan blånadsintensiteten och antalet nederbördsdagar i mars 1945. Under denna månad var nämligen blånadsförekomsten i under denna

¹ En bidragande orsak till den stora blånadsrisken hos virke framställt av flottat furutimmer kan även vara, att torkningstiden för sådant virke enligt TUOMOLA (1943, sid. 130) är nära 3 gånger så lång som för nyfällt virke med samma vattenhalt.

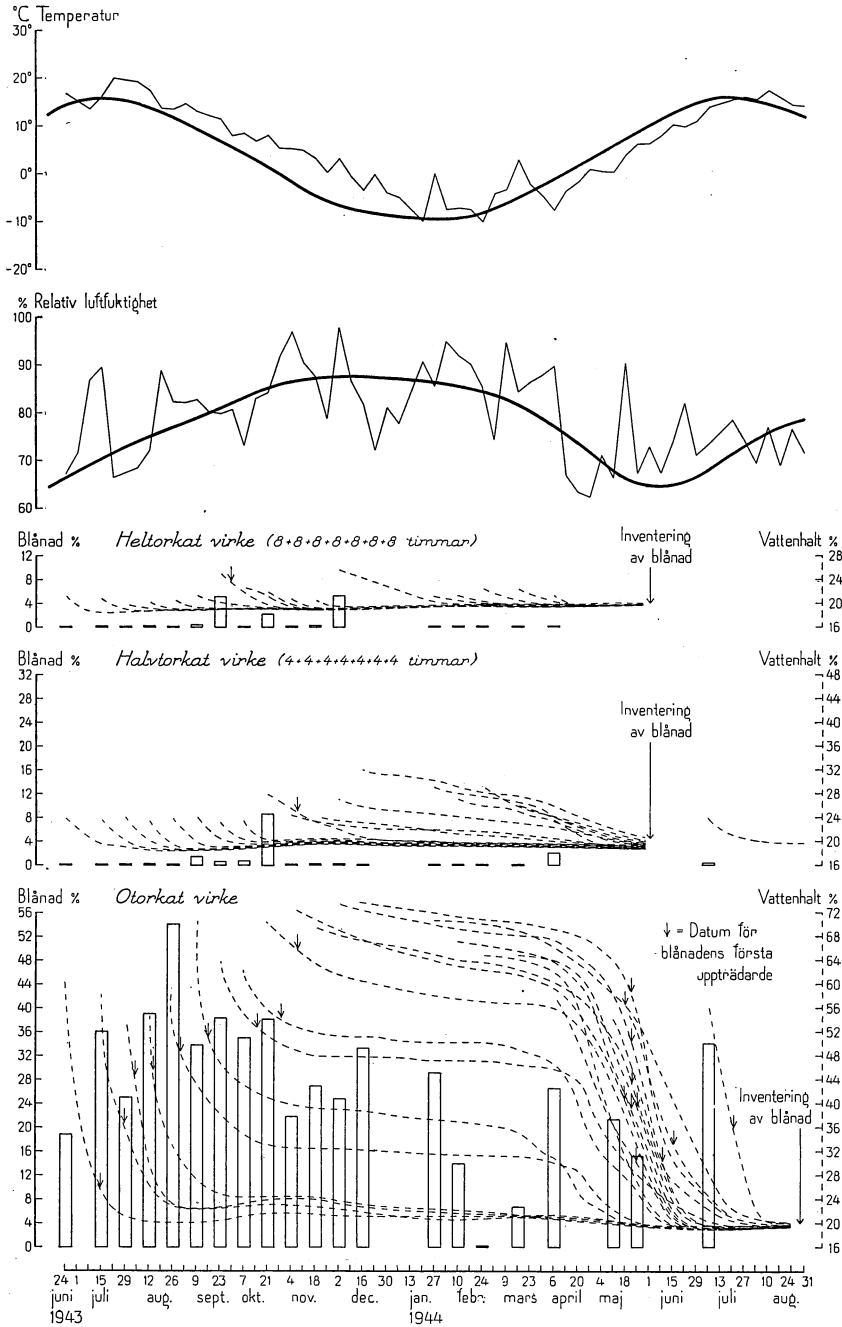
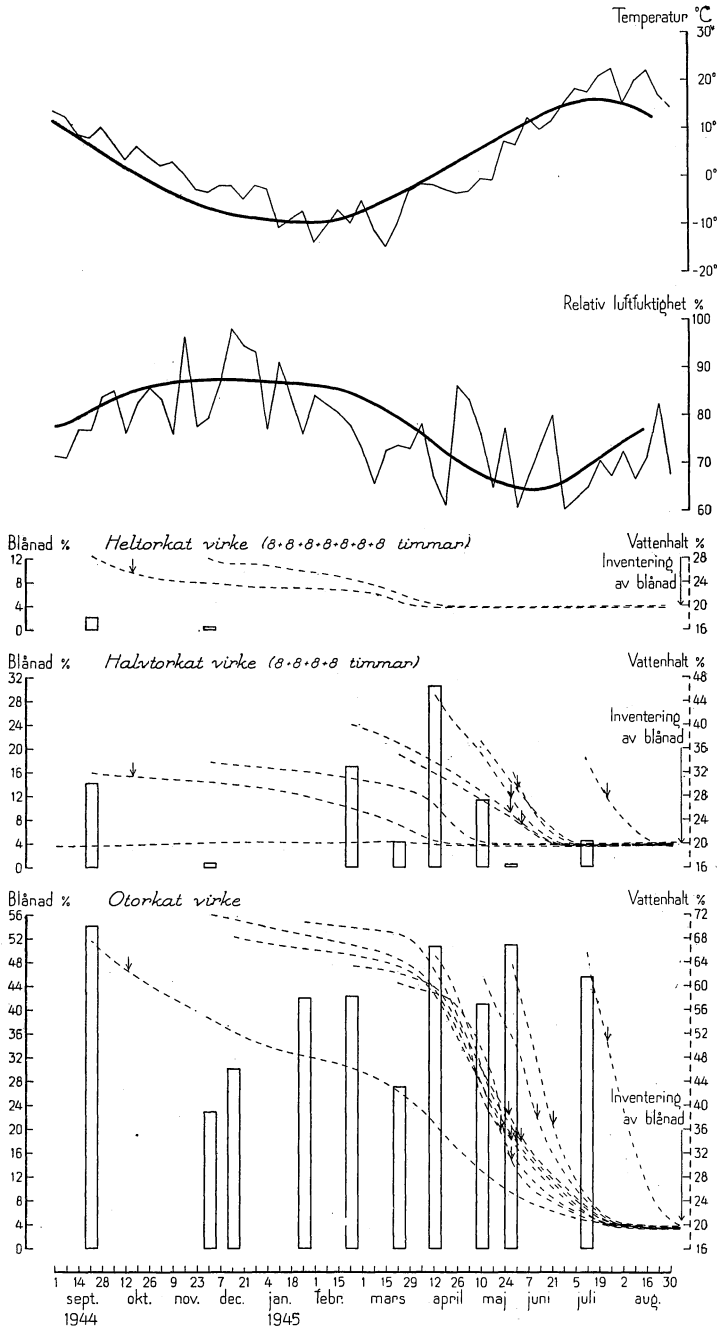


Fig. 11. Medeltemperatur och medelfuktighet (veckomedeltal), registrerade under juni 1943 till och med juli 1945 på fritt fält utanför brädgård A jämte torkningskurvor och blånadsfrekvens (staplar) för vid olika tidpunkter i brädgården utsatt otorkat, halvtorkat och heltorkat $\frac{3}{4} \times 3''$ o/s försöksvirke. Brädgård A.



Mean temperature and air humidity (weekly averages) registered during the period June 1943—July 1945 at an open place outside timber-yard A. Drying curves and blue-stain frequency for undried, »half-dried» and »fully dried» $\frac{3}{4} \times 3''$ unsorted test boards laid out in the timber-yard at different times. Timber-yard A. Relativ luftfuktighet = relative air humidity. Blånad = blue stain. Vattenhalt = water content. Otorkat virke = undried boards. Halvtorkat virke = »half-dried» boards. Heltorkat virke = »fully dried» boards. Timmar = hours. Inventering av blånad = estimation of blue stain. Datum för blånadens första uppträdande = date of the first appearance of blue stain.

Juni 1943 - aug 1944

Torktid	4	4	4	4	4	4	4	= 28 timmar
Zon	1	2	3	4	5	6	7	
Värme °C	30	38	39	40	43	51	54	
Rel. fukt.,%	85	80	75	72	63	55	45	

Sept. 1944 - juli 1945

Torktid	8	8	8	8	8	8	8	= 56 timmar
Zon	1	2	3	4	5	6	7	
Lass 1								= 24 timmar
Lass 2								= 32 timmar

Fig. 12. Torkningsschema för »halvtorkning» av $\frac{3}{4} \times 3$ " bräder 1943—1945 vid sågverk A.
 Drying scheme for »half-drying» of $\frac{3}{4} \times 3$ " boards 1943—1945 at sawmill A.
 Torktid = drying time. Zon = zone. Värme = heat. Rel. fukt., % = relative air humidity, %.
 Lass = load. Timmar = hours.

tid utsatt otorkat virke detta år den minsta under perioden januari—maj, samtidigt som endast 2 nederbördsdagar förekommo mot i genomsnitt 6 under de övriga månaderna. Något generellt samband med antalet nederbördsdagar har dock icke kunnat påvisas i materialet. — Icke heller föreligger något samband mellan uppmätta nederbördsmängder och blånadsintensitet. Av största betydelse för uppkomsten av kraftig blånad i vinter- och vårsågat virke, som utlagts otorkat i brädgården, har emellertid visat sig vara, om regn eller i synnerhet snö, som långsamt tinar upp under våren, fått tillfälle att direkt falla på virket vid transport eller stapling, innan det kommit under tak. De kraftiga blånadsprocenterna särskilt för under våren 1945 utsatt otorkat virke (se fig. 11) ha sålunda vid närmare undersökning visat sig kunna förklaras på detta sätt.

Sedan gammalt vet man, att risken för brädgårdsblånad är störst under sensommaren och hösten, vilket också är naturligt, emedan svamparna gynnas av den då rådande kombinationen relativt hög temperatur och hög luftfuktighet. Vad smittorisken beträffar torde man under denna tid knappast äga någon möjlighet att kunna undvika densamma, och knappast torde heller blåsväder eller temperatursänkningar av tillfällig natur avsevärt förmå hindra infektionen (jfr fig. 11, som i stort sett visar de största blånadsangreppen just i under hösten utlagt virke). I vinter- eller vårsågat virke, som omedelbart utsattes i brädgården, är därför såsom förut nämnts riskerna betydligt mindre, och kraftiga blåsväder kunna särskilt under våren i så hög grad påskynda torkningen, att praktiskt taget ingen blånad upp-

kommer i under denna tid stapellagt nysågat virke. I den närmare undersökta brädgården var detta t. ex. fallet år 1943. Man torde därför i viss utsträckning på våren kunna ta risken att utsätta även ur flottat timmer tillverkat virke otorkat (och oimpregnerat) i brädgården. De under 3 år utförda försöken ha emellertid visat, att full säkerhet för blånad i otorkat virke icke finnes under någon årstid. Beträffande mera värdefullt virke böra därför alltid skyddsåtgärder vidtagas innan det utlägges i brädgården (jfr LILJENSTRÖM 1934).

Beträffande den artificiella torkningen har det utförda 3-åriga försöket visat, att s. k. *heltorkning* (här = 56 timmars torkningstid i 7 zoner med 8 timmars förvaring i varje zon; jfr fig. 12) vid alla årstider givit ett fullt betryggande skydd mot brädgårdsblånad. De mindre angrepp, som vid några tillfällen förekommo, ha säkerligen förorsakats genom tillfälliga omständigheter såsom försummelse vid taktäckningen eller möjligen genom daggutfällning på ytliga partier, såsom närmare berörts i det föregående.

Vad beträffar den s. k. *halvtorkningen* (här = torkning i virkestork 28 timmar med virket förvarat 4 timmar i 7 zoner med stigande temperatur och avtagande luftfuktighet; jfr fig. 12) har försöket visat, att även denna metod för den ifrågavarande brädgården i stort sett förmådde giva tillfredsställande skydd mot blånad. Torkades virket däremot endast i 3 eller 4 zoner med större temperaturskillnader, såsom förut närmare behandlats, visade sig dock metoden oanvändbar, i det att vattenhalten under sådana omständigheter icke nedbringades tillräckligt kraftigt med påföljd att stark blånad uppträdde (se fig. 11) t. o. m. under april och maj. Halvtorkningen har för övrigt varit mycket omstridd och numera på de flesta håll övergivits. De föreliggande försöken visa emellertid, att metoden — som ju medför betydligt mindre torkningskostnader och kräver kortare tid — med fördel i vissa fall kan användas, om man blott sörjer för att torkningen sker på rätt sätt samt dessutom utlägger virket till eftertorkning på en sådan plats i brädgården, där goda betingelser förefinnas för denna nödvändiga kompletterande torkningsprocess. Dock borde halvtorkning icke användas under sensommar och höst, då förutsättningarna för blånad äro störst. Sågat virke, som utlägges i brädgården under denna tid, bör därför antingen heltorkas eller impregneras. Några generella regler torde dock knappast kunna uppställas beroende på de stora lokala variationer, som förekomma på olika platser, vilka först böra utrönas, t. ex. genom registrering av luftfuktighet, temperatur och vindförhållanden under en längre tid. Fortlöpande kontroll av virkets torkning borde dessutom ske i större utsträckning än hittills.

V. DISKUSSION OCH SAMMANFATTNING.

Beträffande skyddet av sågat virke mot blånadsskador kan sägas, att man i själva verket hunnit så långt, att större förluster knappast längre behöva ifrågakomma. Dock medföra de för närvarande använda skydds-metoderna betydande kostnader, t. ex. för artificiell torkning och lagring i virkesmagasin eller för impregnering och torkning vid brädgårdslagring. Ett nedbringande av dessa kostnader i så stor utsträckning som möjligt utgör ett angeläget intresse. Det föreliggande arbetets syfte har därför varit att genom studium av blånadssvamparnas livsbetingelser i några olika brädgårdar undersöka möjligheten av att under vissa tider av året så mycket som möjligt utnyttja naturens egna hjälpmedel, så att kostnaderna för virkets torkning eller impregnering kunna nedbringas.

Beträffande blånadssvamparnas livsbetingelser föreligger en mängd undersökningar, i Sverige särskilt av LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN (1927). Man vet sålunda, att svamparnas optimala utveckling försiggår vid 35—135 % vattenhalt och vid 20—25° temperatur. Tillämpad på förhållandena i brädgårdar blir frågan om blånad närmast ett problem, som sammanhänger med virkets torkning, varom likaledes en omfattande litteratur föreligger. Förutsättningarna för blånad äro minst under våren, då luftfuktigheten är lägst under året och temperaturen relativt låg, och störst under hösten, då luftfuktigheten är hög och träets torkning därför går långsamt och dessutom temperaturen är relativt hög. Under vintern är blånadsrisken vanligen obetydlig på grund av den låga temperaturen, men under tillfälliga blidväder på några dagar med temperaturer över + 5° är det icke ovanligt att blånad uppkommer, i synnerhet i virke tillverkat av flottat timmer.

Några mindre försök, som utförts i syfte att ytterligare belysa blånads-svamparnas biologi, ha visat, att infektionsrisken är betydligt mindre under försommaren, då den låga temperaturen under vintern omöjliggjort utveckling av svamparnas spridningsenheter, konidier och sporer, i samma myckenhet som senare under sommaren och hösten, då dessa äro praktiskt taget allestädes närvarande (försök 1).

Det har vidare framgått, att blånadssvamparnas utveckling starkt avtar vid en nedsättning av den relativa luftfuktigheten med blott 10 % från full mättnad (försök 2). Dock föreligger en betydande skillnad i blånads-intensitet, om virket från början varit »torrt» eller om dess fuktighet legat över fibermättnadspunkten. I det förra fallet blånade virket icke ens om det utsattes i fuktighetsmättad luft (jfr försök 2), medan å andra sidan i det senare fallet blånad uppträdde t. o. m. under träets förvaring vid 90 % relativ luftfuktighet.

Dessa erfarenheter tillämpade i praktiken ge förklaringen till flera av de iakttagelser rörande blånadens förekomst, som kunna göras i brädgårdar. Sålunda har man funnit, att blånad lätt uppkommer om torkningen försvåras, t. ex. genom att stapeln upplägges på för låga stapelfötter så att fuktighetsmättad luft stagnerar i stapelns botten. Även om luftcirkulationen försvåras på annat sätt, t. ex. genom för tunna strön eller för liten sårning mellan bräderna, så att vinden ej kan blåsa genom stapeln, eller genom att staplarna ligga i instängt läge i brädgården eller på för kort avstånd från varandra, har blånaden gynnsamma utvecklingsbetingelser. Detsamma är fallet om staplarna omgivas av rik vegetation. Om brädgårdarna äro för »djupa», hindras likaledes luftcirkulationen (jfr de äldre mer eller mindre kvadratiske brädgårdarna). Bäst äro därför smala, långsträckta brädgårdar helst på sluttande mark, där staplarna äro utlagda så, att kortsidan sammanfaller med den förhärskande vindens riktning.

Att blånad icke lika hastigt uppkommer i virke, som en gång varit torrt, ens under fuktiga höstar beror på det förut nämnda förhållandet (hysteresis), att torrt trä på hygroskopisk väg endast långsamt upptar så mycket fuktighet (24 % och däröver) att risk för blånad uppkommer. Icke heller utfällning av dagg behöver vid rationellt genomförd virkesvård i brädgårdarna bli av större betydelse. Vikten av att sörja för effektivt skydd mot *direkt nedfuktning* genom regn eller snö för utveckling av blånad kan däremot icke nog kraftigt understrykas. Dylikt skydd, som för närvarande ingalunda alltid iakttages, kan erhållas på många olika sätt, t. ex. genom ändamålsenliga och täta stapeltak, ej allt för höga staplar, så att regn lätt kan slå in från sidan, »inklädning» av staplar vid långvarig lagring, jämna kanter i staplarna med strön nående längst ut i kanten o. s. v.

De försök, som utförts särskilt i brädgård *A* med utläggning under olika årstider av virke sågat av flottat timmer visade, att några säkra regler hittills icke kunna uppställas, utan att blånadsrisken kan vara stor praktiskt taget vilken årstid som helst. Visserligen vet man, att våren och försommaren är den gynnsammaste torkningstiden, under året och därför också är förenad med de minsta riskerna för blånad, men försöken visade, att otorkat virke utsatt i brädgård under denna tid i vissa fall — i synnerhet om det utsatts för direkt påverkan av snö innan det upplades under tak — kan erhålla mycket omfattande blånadsskador (våren 1945).

Av veckomedeltalen för medelst termohygrografer registrerad luftfuktighet och temperatur framgick, att några säkra slutsatser beträffande förutsättningarna för uppkomsten av brädgårdsblånad knappast härav kunna dragas. Detta torde dels bero på att blånad lätt kan uppkomma under några

få dagar under för svamparna gynnsamma väderleksförhållanden, som ej säkert behöva framträda i veckodiagram, och dels på tillfälliga anhopningar av infektionsmedel från flottning och timmermagasin. Vill man med säkerhet skydda sitt virke mot ytblånad, är man därför nödsakad att underkasta det kostnaden för artificiell torkning eller impregnering. Beträffande oflottat och därför mindre infekterat virke visar emellertid erfarenheten såsom förut nämnts, att sådant virke i allmänhet kan stapelläggas nysågat under tiden december till början eller mitten av juni utan att blåna. Detta förhållande äger emellertid sin största tillämpning vid de s. k. säsongsågarna, som företrädesvis driva sin tillverkning under vårmånaderna.

Försöken visade, att den s. k. halvtorkningen, som givetvis är förenad med mindre kostnader än heltorkningen, åtminstone i vissa fall med fördel kan användas. Särskilt vid nordligt belägna sågverk, där den ur torknings-synpunkt bästa årstiden — våren — är kort, torde denna mellanform mellan lufttorkning och heltorkning i många fall kunna rekommenderas. Under den egentliga blånadsperioden — företrädesvis juli—september — torde man dock vanligen göra klokast i att heltorka virket. Vill man i stället använda impregneringsmedel som ett temporärt skydd under lufttorkningen i brädgården, torde man i regel kunna använda en något lägre koncentration av impregneringsmedlen (här mest undersökta dowicide och pentolat) under den bästa torkningstiden april—juni. Under sensommaren och hösten bör 1 %-ig lösning användas eller i vissa fall, särskilt i samband med långvariga regnperioder, 1,2 % koncentration. Den oerhört stora vikten av att skydda även impregnerat och torkat virke mot direkt väta visades genom en serie försök. Detta skydd mot direkt nedfuktning i form av regn eller snö utgör i själva verket brädgårdshygienens viktigaste moment, förutsatt att det sågade virket skyddas mot blånad genom impregnering eller artificiell torkning, såsom numera regelbundet sker vid de större sågverken, där flottat timmer användes. Ju mindre skyddat virket är då det utlägges i brädgården — antingen helt otorkat och oimpregnerat eller halvtorkat — ju högre måste kraven ställas på goda lufttorkningsbetingelser och rationell brädgårdshygien.

ANFÖRD LITTERATUR.

- BARKAS, W. V., 1938. Recent work on the moisture in wood in relation to strength and shrinkage. — Forest Prod. Res. Spec. Report, 4. 35 s.
- BATESON, R. G., 1938. Timber seasoning. — Forest Prod. Res. Rec., 4. 15 s.
- BAVENDAMM, W., & REICHEL, H., 1938. Die Abhängigkeit des Wachstums holzerzeugender Pilze vom Wassergehalt des Nährsubstrates. — Archiv f. Mikrobiologie, 9, s. 486—544.
- BJÖRKMAN, E., 1941. Något om en i tallvirke förekommande mot blånadssvampar antagonistisk bakterie. (Über eine im Kiefernholz vorkommende gegen Blaufäulepilze antagonistische Bakterie.) — Norrl. Skogsv.-förb. tidskr., s. 244—248.
- 1946 a. Om lagringsröta i massavedgårdar och dess förebyggande. (On storage decay in pulpwood yards and its prevention.) — Medd. Stat. skogsforskningsinstitut, 35: 1. 174 s.
- 1946 b. Om uppkomsten av stockblånad och lagringsröta i furusågtimmer i samband med flotning. (On the development of log blue stain and storage decay in pine saw-timber during floating.) — Medd. Stat. skogsforskningsinstitut, 35: 5. 56 s.
- COLLEY, R. H., & RUMBOLD, CAROLINE T., 1930. Relation between moisture content of the wood and blue stain in loblolly pine. — Journ. Agric. Res., 41, s. 389—399.
- EKMAN, W., 1922. Skogsteknologi. — Stockholm. 939 s.
- ERDTMAN, H., 1939. Die phenolischen Inhaltsstoffe des Kiefernkerholzes, ihre physiologische Bedeutung und hemmende Einwirkung auf die normale Aufschliessbarkeit des Kiefernkerholzes nach dem Sulphitverfahren. — Liebigs Ann. der Chemie, 539, s. 116—127.
- & RENNERFELT, E., 1944. Der Gehalt des Kiefernkerholzes an Pinosylvin-Phenolen. Ihre quantitative Bestimmung und ihre hemmende Wirkung gegen Angriff verschiedener Fäulepilze. — Svensk Papperstidning, 47, s. 45—56.
- FELLOWS, E. S., 1937. The changes in moisture content of yard-piled softwood lumber in Eastern Canada. — Dep. of Mines and Res., Canada, Circ. 52. 24 s.
- FRITZ, CLARA W., 1929. Stain and decay in lumber-seasoning yards with special reference to methods of prevention. — Dep. of the Interior, Canada, Forest service, Circ. 27. 15 s.
- GÄUMANN, E., 1928. Die chemische Zusammensetzung des Fichten- und Tannenholzes in den verschiedenen Jahreszeiten. — Flora 123, s. 344—385.
- HILF, H. H., 1942. Holzerhaltung bei sommergefällten Kiefern. — Forstarchiv, 18, s. 185—194.
- JENKINS, J. H., 1928. Report on the absorption of moisture by kilndried lumber. — Dep. of the Interior, Canada, Forest service, Circ. 23. 15 s.
- JERNBERG, V., 1929. Blånadsskydd. Redogörelse för diverse arbeten och försök för skyddandet av virke mot angrepp av blånadssvampar. — Trävaruindustrien, 14, s. 350—354, 378—381, 406—407, 433—434, 458—460.
- JUSSILA, E. A., 1932. Discoloration of sawn timber during transport from shipping port to port of destination (Summary). — Garantifören. för träteknisk forskning, 3. Helsingfors. 106 s.
- KITAJIMA, K., 1936. Researches on the discolorations of logs of *Fagus crenata* Blume caused by *Endoconidiophora Bunae* n. sp. and on its preventive method (Summary). — Bull. Imp. Forestry Exp. Station, Tokyo, 35, s. 124—134.
- KOLLMANN, F., 1936. Technologie des Holzes. — Berlin. 764 s.
- LAGERBERG, T., LUNDBERG G., & MELIN, E., 1927. Biological and practical researches into blueing in pine and spruce. (Biologiska och praktiska undersökningar över blåyta hos tall och gran.) — Svenska Skogsvårdsför. tidskr., s. 145—272, 561—739.
- LEVON, M., 1935. Prevention of timber discoloration. Results of chemical dipping method. — Pappers- och trävarutidskr. för Finland, 17, s. 256—262.
- LILJENSTRÖM, C. J., 1934. Vilka äro fördelarna med att torka virket artificiellt? — Trävaruindustrien, 19, s. 235—237.

- MATHEWSON, J. S., 1930. The air seasoning of wood. — U. S. Dep. of Agr. Techn. Bull., 174, s. 1—56.
- MELIN, E., & NANNFELDT, J. A., 1934. Researches into the blueing of ground wood-pulp. (Undersökningar över blånad av slipmassa.) — Svenska Skogsvårdsför. tidskr., s. 397—616.
- MOLL, F., 1930. Künstliche Holz Trocknung. — Berlin.
- MÜNCH, E., 1907—1908. Die Blaufäule des Nadelholzes. — Naturwiss. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft, 5 (s. 531—573) u. 6 (s. 32—47, 297—323).
- 1909. Untersuchungen über Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen. — Naturwiss. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft, 7, s. 54—75, 87—114, 129—160.
- RENNERFELT, E., 1945. Inverkan av tallkärnvedens fenolsubstanser på några blåytsvampars tillväxt jämte ett försök till kvantitativ mätning av blånadens intensitet. (The influence of the pinosylvine compounds on the growth of certain blueing fungi, with an attempt at the measurement of the intensity of blueing. — Medd. Stat. skogsförs.-anst., 34, s. 390—416.
- RIEGER, V. E., & HYLANDER, H., 1925. Trätorkningsmetoder enligt nyare system. — Hantverksinstitutets yrkeshandböcker, 7, 34 s.
- SAHLMAN, E. J., 1933. Investigations into air drying of sawn timber (Summary). — Garantifören. för träteknisk forskning, 11, Helsingfors. 84 s.
- 1934. Blueing in sawn timber and its prevention by chemicals (Summary). — Garantifören. för träteknisk forskning, 15, Helsingfors. 48 s.
- 1935. Prevention of blueing in sawn timber by dipping tests results of year 1934 (Summary). — Garantifören. för träteknisk forskning, 18, Helsingfors. 34 s.
- STAUDACHER, E., 1936. Der Baustoff Holz. Beiträge zur Kenntnis der Materialeigenschaften und der Konstruktionselemente. — Zürich & Leipzig. 109 s.
- TEESDALE, L. V., 1927. The control of stain, decay, and other seasoning defects in red gum. — U. S. Dep. of Agr., Circ. 421, 18 s.
- THUNELL, B. & LUNDQUIST, H., 1945. Trätorkning I. De fysikalisk-tekniska förutsättningarna för träets torkning. — Svenska Träforskn.-inst. Trätekn. avd. Medd., 4, 20 s.
- TIDEMAN, F., 1933. Täckning av virkesstaplar. — Trävaruindustrien, 18, s. 274—276.
- TUOMOLA, T., 1943. Über die Holz Trocknung mit besonderer Berücksichtigung der Beziehungen zwischen der Trocknungsgeschwindigkeit des finnischen Kiefernholzes und den darauf einwirkenden verschiedenen Faktoren. — Staatliche Techn. Forschungsanst. in Finnland, 1. 160 s.

SUMMARY.

On the Conditions for the Appearance of Timber-yard Blue Stain and Methods of Combating it.

The Swedish saw-mill industry has sustained considerable losses in the course of time due to blue-stain injuries to the sawn timber. Until the middle of the nineteen-thirties the mills were generally unable to cope effectively with this damage, but nowadays the preservation of the wood in this respect has greatly improved through the present impregnation technique and the more general practice of artificial drying. Both these methods, however, entail great expense. The aim of the present investigation is therefore to obtain a wider knowledge of the behaviour of the blue-stain fungi in timber-yards under different conditions, and to ascertain whether it is possible to achieve increased protection against blue stain by employing Nature's own means in relatively simple procedures. A further aim of the investigation is to study the advantages offered by the present protective methods and to determine the efficiency of these methods.

I. *On blue-stain fungi in timber-yards and their frequency.*

The blue-stain fungi, most commonly found in the timber-yards investigated were *Pullularia pullulans*, *Cladosporium herbarum* and *Phialophora fastigiata*, but many other species were also met with (cf. LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN 1927 and MELIN & NANNFELDT 1934). Especially frequent was *Trichoderma lignorum* which is the most common cause of the superficial growth of the so-called mould blue stain (cf. Table 1).

In order to elucidate the risk of infection in a timber-yard during various seasons, certain tests were made by placing Petri dishes containing malt agar, with lids removed, for ten minutes' exposure to infection in different parts of the timber-yard. The cultures were kept at a temperature of 22° C., whereupon the colonies of fungi and bacteria were counted.

Table 1 shows that conidia of the blue-stain fungi, as well as spores, are to be found in the air practically everywhere in the timber-yards during the summer season. The only effective method of eliminating the blue-stain risk in timber-yards is therefore to create as unfavourable conditions as possible for the fungi. A corresponding exposure experiment in mid-May of a subsequent year showed, however, that the occurrence of conidia and spores of blue-stain fungi at this time is inconsiderable.

II. *Factors determining the development of the blue-stain fungi.*

Very different accounts have been published in the literature with reference to the lower humidity limit for the development of blue-stain fungi in wood (cf. MÜNCH 1907—1908, LAGERBERG, LUNDBERG & MELIN 1927, COLLEY & RUMBOLD 1930, KITAJIMA 1936 and BAVENDAMM & REICHELT 1938).

Experiments (see Tables 1 and 2) revealed that no blue stain of importance developed if the final moisture in the wood was lower than approx. 24 % of the dry weight and that the stain at a lower air humidity was considerably less developed than in saturated air (Table 2, Fig. 2). Moreover, it was seen from the test (see Table 3, Fig. 3), that the timber absorbs moisture slowly from the atmosphere. This implies, among other things, that shipping-dry lumber with a water content of 18—22 % that is not directly exposed to water, runs no serious risk of infection with blue stain even in saturated air. On the other hand, blue stain was found to develop at even 90 % relative air humidity in newly sawn undried wood.

As the optimum development of the blue-stain fungi occurs at 20—25° C., it is obvious that the greatest risk of the stain occurs at that season, when both temperature and air humidity are relatively high, that is to say the period from the end of July to the close of September. During the winter months, however, the development of the blue-stain fungi is practically arrested, owing to the low temperature prevailing at this time. Unfavourable conditions also occur during the spring, when the humidity of the air is so low that the timber dries rapidly, simultaneously as the temperature is not especially high, and the air is less charged with infectious material than in the late summer months and autumn (Fig. 1, cf. Table 1).

The blue-stain fungi develop as a rule only in sapwood and with greater ease in pine than in spruce. For this reason, it frequently happens that only pine is sawn during the spring and early summer, while spruce is left to late summer and autumn as the blue-stain risk is then greater.

III. *The development of blue stain in timber-yards and its causes.*

In the study of the different protective methods against blue stain it is of particular interest to investigate more closely the conditions for the natural drying process in timber-yards with wood piled in various ways. The most important factor in the drying of a lumber pile is the condensation of the moisture in the cold saturated air and the sinking of this air to the bottom of the pile. It is therefore of the utmost importance that the piles are laid in as free and open a position as possible (cf. Fig. 4) and are allowed to rest on sufficiently high foundations. In piling the wood for air-drying in lumber-yards, satisfactory spacing of the timber and employment of stickers is of great importance (cf. Fig. 5). If the stickers are too thin a severe blue stain often develops during the summer, while the employment of thicker stickers in the same piles can considerably diminish, if not entirely eliminate, the stain. This has been proved by means of a series of direct experiments.

The piling of the wood, even after artificial drying, is an important factor from the viewpoint of blue stain. If, for instance, well-dried timber (18—22 % water on dry weight) is bulk-piled in a heated condition and is cooled simultaneously by the outer air, this wood is also liable to develop blue stain. Successive cooling of »fully dried» wood is therefore necessary before it is bulk-piled for direct shipment or placed in storehouses.

The importance of protecting wood that has once been »fully dried», against wetting by rain or snow, cannot be sufficiently emphasized.

IV. *Experiments on the conditions for surface blue stain in differently impregnated or dried sawn woods stored in lumber-yards at various seasons.*

A. *Impregnation experiments.*

The aim of the tests was to ascertain whether, with regard to the different natural drying conditions prevailing in various seasons, different concentrations of impregnating media might be employed against lumber-yard blue stain at different times, since the favourable conditions for the development of the stain vary.

At about the middle of June, July, August and September in the years 1944 and 1945, undried $\frac{3}{4} \times 4 - 4\frac{1}{2}$ " pine boards of unsorted quality consisting of as much sapwood as possible, were laid out in the experimental lumber-yard. The wood was piled in special test stacks of 1 000—2 000 boards after sawing and then impregnated with different concentrations of the two chlorophenol preparations dowicide and pentolat. To begin with, tests were also made with santobrite and fibrosan. The former gave approximately the same results as pentolat while the latter often greatly favoured the development of the previously mentioned mould blue stain. In order to check the efficiency of the various concentrations employed, the stacks were examined after air-drying and divided into 6 classes with respect to the blue-stain intensity, whereupon the total percentage of stain in each test pile was calculated.

Table 4 reveals the very different results obtained during the two years (1944 and 1945) when the tests were carried out. This is presumably due entirely to the weather conditions. While in 1944 not even a concentration of 0,8 % dowicide or pentolat was sufficient to prevent the development of the stain in the month of June, a 0,6 % concentration provided adequate protection even during the most risky period of the following year which, however, was exceptionally dry (see BJÖRKMÄN 1946 b, Fig. 12). No great difference in protective action was found between dowicide and pentolat.

The tests revealed that, in general, it is not safe to assume that a lower concentration of impregnating media can be employed during the summer than in the autumn, but a relatively high concentration of about 1 % may already be necessary in July, while, on the other hand, a very low concentration may be sufficient in certain cases even during the autumn. As a rule, however, one should be able to employ a somewhat lower concentration, for instance 0,8 %, during June and July, but during the period August—October a somewhat higher concentration of 1,0—1,2 % should be used. Timber sawn in winter and spring, especially when unfloated and in favourable years, might to some extent be stored in the timber-yard unimpregnated.

In order to ascertain the significance of direct moistening in connection with the risk of blue stain in impregnated wood, some tests were made with variously impregnated boards in different unroofed piles. On examination during the autumn, it was revealed that blue stain had developed in every instance irrespective of the concentration of impregnating medium, which had consequently become diluted. The importance of protecting even impregnated timber was thus clearly demonstrated by these experiments (see Fig. 6).

B. Drying experiments.

From June 1943 until July 1945 quantities of $\frac{3}{4} \times 3''$ undried, »half-dried» (drying time 28 hours) and »fully dried» (drying time 56 hours) wood were laid out in timber-yard »A», at intervals as even as the normal production at the saw-mill permitted, and under as similar drying conditions as possible (Figs. 7 and 8). The test wood at each exposure comprised 4 so-called »sample packets» each containing about 0,75 std boards piled with stickers. By means of these exposures of small quantities of boards, the risk of blue stain for different degrees of moisture and at various seasons could be investigated.

The relative air humidity as well as the temperature in the spaces between the 4 »sample packets» was registered in a number of cases with the aid of thermo-hygrographs (see Figs. 9—11). Additionally, samples of increment core were removed with 8 mm increment borers once weekly to determine the drying rate.

The arrangement of the experiments and the results are shown in detail by Fig. 11. The experiment comprised 357 653 boards, which were subsequently examined for blue stain.

A comparison between temperature and air humidity curves on the one hand, and blue-stain frequency in undried wood, exposed in the timber-yard during various seasons on the other, reveals that it is impossible to correlate the dissimilarities in blue-stain infection from mean curves (weekly averages) of temperature and humidity. Fortuitous climatic variations, for instance severe snowstorms, or sources of infection are very probably decisive in determining whether the wood will be stained or not. Moreover, the timber can be infected to different extents when being laid out in the yard, which affords favourable conditions for blue-stain infections of various strengths. Thus floated timber, which is usually sawn at the larger mills, is exposed to such severe infection by blue-stain fungi that the conidia and spores are present practically everywhere on the boards, for which reason the stain easily develops even in the spring as soon as the conditions are favourable. The experiments have thus shown (Fig. 11) that no season offers absolute security from blue stain in such undried wood. In the case of the more valuable timber, therefore, protective measures should always be taken before piling in the yard.

In respect of artificial drying, the tests showed that »full drying» gave adequate protection against timber-yard blue stain. In the case of the so-called »half-drying» process with subsequent final drying in the yard, it was found that this intermediate form between »full» and air-drying, at least in the timber-yard in question, was capable of affording satisfactory protection against blue stain, provided that the oven-drying was performed in the right manner (cf. Figs. 11 and 12), and that the boards were laid out at a place in the yard where good conditions were present for the necessary complementary air-drying. During the blue-stain period proper, especially July—September, it is most expedient to dry the wood »fully» (whereafter it may be shipped immediately or placed in storehouses). If immediate shipment is not intended, the wood should be given satisfactory protection by impregnation and allowed to air-dry in the yard.

The experiments have revealed clearly, however, that it is impossible to lay down general rules for the protective measures necessary, especially in view of fortuitous atmospheric variations, on which the development of blue stain is to a great extent dependent.