

KUNGL. SKOGSHÖGSKOLANS SKRIFTER

BULLETIN OF THE ROYAL SCHOOL OF FORESTRY
STOCKHOLM, SWEDEN

Nr 4

1949

OM RÖTSKADOR I GRANSKOG
OCH DERAS BETYDELSE VID FRAM-
STÄLLNING AV KEMISK PAPPERS-
MASSA OCH SILKEMASSA

DECAY INJURIES IN SPRUCE FORESTS AND
THEIR IMPORTANCE FOR THE PRODUCTION
OF CHEMICAL PAPER PULP AND RAYON PULP

AV

ERIK BJÖRKMAN
OLOF SAMUELSON ERIK RINGSTRÖM
TRYGGVE BERGEK ERIK MALM



AB KARTOGRAFISKA INSTITUTET
Esselte AB Stockholm 1949

Om rötskador i granskog och deras betydelse vid framställning av kemisk pappersmassa och silkemassa

Av

ERIK BJÖRKMAN

OLOF SAMUELSON

ERIK RINGSTRÖM

TRYGGVE BERGEK

ERIK MALM

En av de största värdeminskande faktorerna i vårt skogsbruk utgör trädens rötskador, ehuru meningarna vid olika tidpunkter varit starkt delade om storleksordningen av den värdenedsättning rötorna förorsaka. En ständig önskan från den svenska sågverks- och massaindustriens sida har emellertid alltid varit att framställa produkter av så hög kvalitet som möjligt, varför det också i regel syntts självklart att skador av olika slag icke alls eller endast i mycket begränsad utsträckning fått förekomma i råvaran. Även virke med relativt obetydliga rötskador har sålunda vanligen kasserats såsom massaved eller nedklassats till lägre kvalitet. I tider med sämre tillgång på virke blir emellertid frågan om graden av den skada rötorna verkligen förorsaka mycket aktuell, då det kan tänkas att en del av den endast obetydligt rötade ved, som tidigare icke utnyttjats, vid närmare undersökning skulle kunna visa sig fullt användbar. Ett stort antal undersökningar över betydelsen av olika rötskador särskilt vid framställning av pappersmassa ha tidigare utförts, i Sverige framför allt av DAVID JOHANSSON (1933, 1935, 1942), varvid i synnerhet ved angripen av s. k. rotröta (framkallad av *Polyporus annosus* Fr.) undersökts. I likhet med andra forskare, som utfört motsvarande provkokningar, t. ex. STORCH & MÜN-DEN (1937), HOLZER (1941), fann JOHANSSON för sådan ved, som hårt angripits av rotröta, att massautbytet räknat i procent av vedvikten blev betydligt lägre och att en stark försämring av den framställda massans kvalitet både beträffande hållfasthet och renhet gjorde sig gällande.

Några ingående undersökningar över inverkan av olika stadier i en och samma rötskadas utveckling ha veterligen hittills icke framlagts. Just beträffande rotrötan, som utan jämförelse torde utgöra den viktigaste rötskadan i granskog i Skan-

dinavien, kunna olika stadier i utvecklingen urskiljas, av vilka de minst avancerade vanligen upptaga större delen av rötveden (jfr fig. 9). Ett betydande intresse knyter sig därför speciellt till dessa delars värde ur massaframställningssynpunkt. Inom enskilda företag, t. ex. Mo & Domsjö AB, har detta även tidigare observerats och provkokningar utförts, men hänsyn torde i dessa fall mera sällan ha tagits till rötskadans biologiska natur och nödvändigheten av noggranna volymviktsbestämningar, så att utbytet av olika väl definierad rötved kunnat tillfredsställande beräknas i förhållande till utbytet av motsvarande frisk ved.

Vid många företrädesvis norrländska industrier torde emellertid betydande praktisk erfarenhet ha vunnits av inblandning i begränsad omfattning av rötskadat virke i frisk ved vid massatillverkning i samband med att den avtagande tillgången på råvara gjort användningen av dylikt virke nödvändig. De erfarenheter, som härvid framkommit, synas genomgående ha talat för att de stränga bestämmelserna med hänsyn till rötskador (skogsrötter) vid inmätning av massaved borde kunna lindras. Dessa stränga bestämmelser stå för övrigt i skarp kontrast till den tolerans man i många fall visar t. ex. i vedgårdarna gentemot lagringsröta i massaveden, som under ogynnsamma förhållanden mycket lätt kan uppkomma och hastigt få betydligt större omfattning och skadeverkningar än skogsrötterna (jfr fig. 8 och BJÖRKMAN 1946).

I samband med önskemålet om reviderade bestämmelser för inmätning av massaved även från andra utgångspunkter, t. ex. lämpligheten av att erhålla mera enhetliga regler, har därför skogsrötornas bedömning tilldragit sig ett icke ringa intresse från både skogsägare och industrimän. För utredning av dylika inmättningsfrågor förordnade Skogsstyrelsen år 1945 en särskild expertkommitté med uppgift att till vägledning för styrelsen utarbeta förslag till nya inmättningsbestämmelser. När denna kommitté i slutet av år 1947 framlade ett preliminärt sådant förslag (se NORDQUIST 1948), lågo emellertid inga nya undersökningar rörande olika röttypers och rötstadiers verkliga betydelse till grund för de föreslagna nya bestämmelserna beträffande rötskadad ved.

Då förf. tidigare sysslat med undersökningar omfattande bl. a. provkokningar av massaved skadad av olika lagringsrötsvampar och i samband därmed även börjat intressera sig för olika skogsrötors betydelse för massautbytet och massakvaliteten, ansågs lämpligt att sammankoppla dessa undersökningar med den pågående utredningen beträffande nya inmättningsbestämmelser för massaved i vad de avsågo tillåten förekomst av olika rötskador. Undersökningarna igångsattes först i samarbete med Mo & Domsjö AB:s forskningslaboratorium, som provkokade flis uthuggen på Skogshögskolan av granved, i olika hög grad angripen av *Polyporus annosus* (i det följande benämnd *annosus*-ved) samt några andra särskilt i Norrland allmänna rötsvampar. Sedan Wermländska Inmättningsföreningen anmält sig icke kunna godkänna det av Expertkommittén framlagda förslaget till nya mättningsbestämmelser och icke ansåg tillräcklig motivering föreligga för kommitténs ställningstagande i bl. a. rötfrågan, uppdrogs i december 1947 åt en särskild värmländsk utrednings-

kommitté med borgmästare G. LINDSKOG i Karlstad såsom ordförande att utföra en undersökning över betydelsen av rötangrepp av *Polyporus annosus* i olika utvecklingsstadier för framställning av sulfatpappersmassa och silkemassa. Denna undersökning skulle samordnas med Mo & Domsjö-utredningen och organiseras på samma sätt. Uttagning av lämpliga rötgranar ombesörjdes sålunda enligt en särskild instruktion utarbetad av förf., som också uttog representativa prov av olika rötstadier för närmare biologisk, fysikalisk och kemisk analys. Den biologiska analysen utfördes på Skogshögskolans botaniska institution, den fysikaliska i samarbete med fil. lic. PAUL LANGE vid Svenska Träforskningsinstitutet och den kemisk-tekniska i form av provkokningar dels vid Billeruds AB:s forskningslaboratorium i Säffle och dels vid Uddeholms AB:s cellulosa-forskningslaboratorium i Skoghäll. Dessutom tillkom senare provkokningar vid Svenska Cellulosaaktiebolagets forskningslaboratorium i Skönsmon.

Då nya mättningsbestämmelser av olika anledningar skulle föreligga senast hösten 1948, stod icke fullt 1 år till förfogande för rötundersökningarna. En uttömmande undersökning av olika röttypers betydelse kunde av naturliga skäl icke på denna korta tid medhinnas, men genom att det mest tidsödande arbetet — provkokningarna — fördelades på 4 olika forskningslaboratorier, vilka ställde erforderlig forskar- och laboratoriepersonal till förfogande, kunde dock ett stort material hinna bearbetas.

Föreliggande sammanställning utgör en redogörelse för det utförda arbetet, som emellertid är avsett att fortsättas speciellt beträffande inverkan av andra rötter än *Polyporus annosus* samt betydelsen av olika rötskador för tillverkning av mekanisk massa.

För undertecknad, som anförtrots uppdraget att sammanhålla undersökningen, är det vid detta tillfälle en angenäm plikt att få framföra ett tack till de olika företag, som välvilligt åtagit sig utföra de tidsödande och kostsamma undersökningarna i sina forskningslaboratorier, samt till olika medarbetare.

Bland den skogliga expertisen vill jag främst tacka skogschefen NILS BERGSJÖ, disponent GÖSTA DJURBERG, skogscheferna GÖSTA EKMAN, SVEN EKMAN och ALLAN WÄLLGREN samt jägmästarna ERIC RONGE, FRENNE SILVÉN och GÖSTA HALLMANS och bland teknisk expertis främst medarbetarna i denna avhandling professor OLOF SAMUELSON, civilingenjörerna ERIK RINGSTRÖM och TRYGGVE BERGEK samt diplomingenjör ERIK MALM och dessutom tekn. doktor HILDING TYDÉN, överingenjörerna ARNE WALLER och RUNE AXLING samt civilingenjör INGVAR BERNSON.

För värdefull hjälp av skogsteknologisk art tackar jag professor GUNNO KINNMAN och preparator BERTIL BÜLOW vid Skogshögskolan samt ingenjör BIRGER ARVIDSON vid Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg och för skogstaxatoriska uppgifter professor ERIK HAGBERG vid Skogsforskningsinstitutet. Slutligen vill jag tacka fil. lic. PAUL LANGE, som ställt 3 fotografier till förfogande.

Ett särskilt tack uttalar jag till professor ERIK HÄGGLUND vid Svenska Träforskningsinstitutet för värdefulla diskussioner rörande rötskadors betydelse vid massaframställning.

Kapitel V rörande Mo & Domsjös provkokningar har författats av O. SAMUELSON, rörande Uddeholms provkokningar av E. RINGSTRÖM, rörande Billeruds provkokningar av T. BERG EK samt rörande Cellulosabolagets provkokningar av E. MALM. Övriga kapitel ha författats av undertecknad.

Tryckningen av arbetet har bekostats av Fonden för skoglig forskning.

Experimentalfältet i maj 1949.

ERIK BJÖRKMAN.

Innehåll

I. Något om tillämpningen av olika inmättningsbestämmelser för massaved beträffande rötskadad gran.....	6
II. Om rötfrekvensen i våra barrskogar.....	8
III. Något om olika rötter och röttyper hos gran och tall.....	12
IV. Biologisk analys av <i>annosus</i> -rötan i olika utvecklingsstadier.....	20
V. Kemisk-teknisk analys (provkokningar) av <i>annosus</i> -rötan i olika utveck- lingsstadier.....	27
A. Undersökningsmaterial.....	27
B. Provkokningar.....	28
1. Mo & Domsjös provkokningar.....	28
<i>a.</i> Oblekt sulfitpappersmassa.....	29
<i>b.</i> Blekt sulfitpappersmassa.....	34
<i>c.</i> Oblekt silkemassa.....	36
<i>d.</i> Blekt silkemassa.....	38
2. Uddeholms provkokningar.....	39
Oblekt och blekt sulfatpappersmassa.....	39
3. Billeruds provkokningar.....	49
Blekt silkemassa.....	49
4. Cellulosabolagets provkokningar.....	55
<i>a.</i> Oblekt och blekt sulfitpappersmassa.....	59
<i>b.</i> Oblekt och blekt sulfatpappersmassa.....	59
<i>c.</i> Oblekt och blekt silkemassa.....	60
VI. Några synpunkter på praktisk tillämpning av undersökningsresultaten....	66
Anförd litteratur.....	70
Summary.....	71

I. Något om tillämpningen av olika inmättningsbestämmelser för massaved beträffande rötskadad gran

De inmättningsinstruktioner, som hittills tillämpats i olika delar av Sverige, innehålla mycket olika föreskrifter för bedömning av rötskador. Då dessa bestämmelser här icke kunna i detalj återgivas, hänvisas i stället till föreliggande tryckta instruktioner som utgivits av inmättningsföreningar och enskilda företag.

För att giva en föreställning om vissa tidigare tillämpade instruktioners inverkan på aptering och utbyte i *annosus*-skadade granbestånd och samtidigt i detta avseende belysa det ursprungliga förslaget, som den s. k. Expertkommittén utarbetat i oktober 1947, utfördes i november—december samma år under ledning av ingenjör BIRGER ARVIDSON vid Statens skogsmästarskola en försöksinmätning av ett och samma rötskadade granparti bestående av 27 träd i olika diameterklasser, avverkade inom samma trakt i ett ca 90-årigt bestånd i Skinnskatteberg i Västmanland (de träd, som falla inom diameterklassen 30—35 cm ha dock tagits från ett annat bestånd). Rötskadorna voro mycket regelbundet utbildade och kunde botaniskt och virkestekniskt väl definieras.

Denna undersökning utsträcktes hösten 1948 till att på samma försöksmaterial tillämpa även Skogsstyrelsens nya mättningsbestämmelser för massaved, 3 B 1948 och 2 A 1949, samt Wermländska Inmättningsföreningens instruktion för inmätning av massaved i fast mått, A/48. Genom att tillämpa de olika instruktionerna och instruktionsförslagen på samma försöksmaterial erhöi man en uppfattning om skillnaderna i här jämförda avseenden mellan de gamla och de nya bestämmelserna. Givetvis är dock försöksmaterialet för litet för att generellt kunna representera dessa skillnader.

Försökets uppläggning och materialets bearbetning kan i korthet beskrivas på följande sätt. Från ett granbestånd utvaldes så vitt möjligt typrena exemplar av *annosus*-skadade granar till ett antal av 5 st. i varje 5-cm:s diameterklass av brösthöjdsdiametern. De utvalda granarna ha sedan sektionerats i 1-meterssektioner, och från varje sektionsgräns har en stamtrissa uttagits. Med ledning av dessa trissor ha sedan stamanalyser upplagts, på vilka utsträckningen av de olika rötskade-graderna (lösröta, mörk och ljus faströta samt anilined) markerats. Därefter har all aptering utförts på de så upprättade stamanalyserna. Vid apteringen och den efterföljande provinmätningen ha de olika mättningsinstruktionernas måttenheter tillämpats (frånsett inmätning i travat mått, där istället den mittmätta kubikmassan använts för att komma från den felkälla, som ligger i fastmasseprocenten). Givetvis ha också de olika mättningsinstruktionernas bestämmelser rörande avdrag för fel, bestraffningar och minimidimensioner tillämpats så noggrant som möjligt. De vid inmätningen erhålla kubikmassorna ha därefter fördelats på olika sortiment

Tabell 1

Resultat av försöksinmätning av ett och samma rötskadade (*Polyporus annosus*) granparti. I detta parti ingå sammanlagt 27 granar med medeldiametrarna 10,9, 15,8, 20,4, 25,6, 30,3 och 33,1 cm resp. (5 träd av vardera gruppen utom av den sistnämnda, omfattande endast 2 träd) och med medelvolymen fastrot + lösröta = 24,2%. Bedömningen utförd enligt olika mätninginstruktioner. Sammandrag för hela materialet. Skinnskatteberg 1947 och 1948.

Summa volym har beräknats enligt i tabellen angivet mätningssätt (flf3 = flottningskubikfot dm³ mi = uppmätt i kubikdecimeter mittmått). I den redovisade volymen ingår hela trädets volym upp till minimidiametern för sekunda sulfitved, varför partiet utan rötskada skulle ha lämnat 100 volymprocent massaved. Minsta avdrag 0,1f³. Samtliga klampar ha ansetts äga erforderlig flytbarhet.

Results of test measurement on the same rot damaged spruces (damaged by *Polyporus annosus*). These trees comprise 27 spruces with average diameters of 10.9, 15.8, 20.4, 25.6, 30.3 and 33.1 cm respectively (5 trees in each group except for 2 in the last group) and with a mean volume firme rot + soft rot = 24.2%. Measurements carried out in accordance with various instructions. Summary of the total material. Skinnskatteberg 1947 and 1948.

Mätninginstruktion Measurement instruction issued by	Mått- enhet Unit of mea- surement	Volymprocent i sortimentsgrupp Volume percentage in assortment group					Sum- ma % Total %	Därav % mas- saged Of which pulp wood in %
		Massaved Pulp wood		Bränn- ved Fuel wood	Lump Cull butt	Vo- lym- avdrag Volume reduc- tion		
		1:a	2:a					
Umeå Tumningsförenings 1943 .. Mo & och Domsjö AB:s instruk- tion 1943.....	flf3	50	13	25	3	9	100	63
Ångermanälvens Tumningsför- enings 1932	»	51	10	30	1	8	100	61
Skogsstyrelsens 3 A 1944.....	dm3 mi	45	6	42	—	7	100	51
Expertkommitténs 1947	f3 mi	36	11	52	1	—	100	47
Skogsstyrelsens 3 B 1948.....	dm3 mi	52	27	9	1	11	100	79
» 2 A 1948 ¹	f3 mi	56	19	23	2	—	100	75
		66	11	13	3	7	100	77
		Sulfit	Sulfat					
Wermländska Inmät.-för. A/48 1948 ²	f3 mi	60	27	—	2	11	100	87

¹ Vid jämförelse mellan Skogsstyrelsens cirkulär 3 B och 2 A finner man, att summa massaved i stort sett blir lika. Däremot blir det något mera prima massaved vid aptering enligt 2 A. Detta kan ha sin förklaring i att dels minimidimensionen är olika för prima massaved och dels apteringen bättre kan anpassas efter den högre kvaliteten vid aptering i fot än vid aptering (och lumpning) i standardlängder.

² Instruktion A/48 upptager endast sortimenten sulfit och sulfat, varför den icke utan vidare kan jämföras med övriga instruktioner. För sulfaten gäller som rötmaximum 33 % av stockens massa, icke som i vissa andra instruktioner en viss procent av *ändytan*. På grund härav kan man genom att öka stocklängden också minska rötprocenten. Den stora andelen massaved vid mätning enligt A/48 förklaras härav.

samt omräknats till relativa tal för att möjliggöra en direkt jämförelse.¹ Resultatet kan avläsas i tab. 1.

Av tab. 1 framgår, att utfallet i sortimentsgruppen *prima och sekunda sulfitved* kunde variera mellan 63 och 47 % av hela kubikmassan medan sortimentsgruppen *brännved* samtidigt varierade mellan 30 och 52 %. Av tab. 1 framgår vidare, att tillämpningen av Expertkommitténs ursprungliga förslag gav till resultat, att av samma virkesparti 79 % av kubikmassan hänfördes till prima och sekunda sulfitved och endast 9 % till brännved.

Skogsstyrelsens nya inmättningsbestämmelser ha ifråga om rötskadornas bedömning utarbetats på grundval av föreliggande utrednings resultat beträffande *annosus*-rötan. Vid inmätning av ifrågavarande parti enligt dessa bestämmelser uppgick utfallet i sortimentsgruppen prima och sekunda sulfitved till 77 resp. 75 % vid inmätning i fast resp. travat mått. Brännvedsutfallet uppgick samtidigt till resp. 13 och 23 % av kubikmassan. Wermländska Inmättningsföreningens instruktion, A/48, ger ännu högre utfall massaved, eller 87 %. Denna instruktion upptar dock icke kvaliteterna prima och sekunda sulfitved utan sortimenten sulfit och sulfat för massaveden, varför talen icke utan vidare äro jämförbara. Även om i tab. 1 diskuterade värden av förut nämnda skäl icke få generaliseras, visa de dock tydligt, att avsevärt mera röt-skadad massaved än tidigare ansetts kunna godtagas t. o. m. som prima sulfitved.

Innan en redogörelse lämnas för de undersökningar, som utförts till ledning för ståndpunktstagandet om rötornas bedömning vid utfärdandet av mättningsinstruktioner för massaved, må först en kort orientering givas om rötskadornas frekvens i våra skogar samt rörande olika rötter och röttyper.

II. Om rötfrekvensen i våra barrskogar

Beträffande frekvensen av rötskador i våra skogar äro vi mycket dåligt under rättade. Det enda officiella material som föreligger torde vara riksskogstaxeringens uppgifter. Genom tillmötesgående av prof. E. HAGBERG ha uppgifterna i tab. 2 rörande frekvensen rötskadade träd (tall och gran) i olika län och länsdelar i Norrland och Dalarna sammanställts. Såsom rötskadade redovisas de träd, vilka visat röta i borrhålet vid brösthöjd eller varit så misstänkta beträffande röta i fråga om trädens yttre habitus vid rotbasen, att dessa måst kontrollborras innan kvalitetsbedömning kunnat ske. Vissa träd med röta vid roten kunna ha funnits utan att de ingått i redovisningen. Likaså kunna träd med röta vid brösthöjd ha funnits, som ej träffats av borrhålet. Härjämte ha redovisats uppenbara vrak, vilka varit så starkt skadade att de ej kunnat hänföras till annat än sekunda barrved. Dessa skador ha till alldeles övervägande del utgjorts av rötskador. För Norrbottens läns lapp-

¹ Hur aptering och kubering i detalj utfördes framgår av originalprotokoll förvarade i Skinnskatteberg, där de ställas till förfogande för intresserade. Vid dessa arbeten biträdades ing. ARVIDSON av hrr KJELL JONSSON, M. PETTERSSON, P.-O. NORDSTRÖM m. fl.

Tabell 2 Rötskadade träd jämte vrak i 1 000-tal och i procent av totala stamantalet för tall och gran i skilda län och länsdelar inom Norrland (exkl. Norrbottens lappmark). Samtliga ägoslag. Enligt 1938—1942 års riksskogsstaxering.

Rot damaged trees and waste wood in 1 000-s and in % of the total number of trunks for pine and spruce in various provinces and districts in North Sweden (Norrland except the Norrbotten Lapland territory). From the National Forest Survey 1938—1942.

Län Province	Träd- slag Tree		Diameterklass cm Diameter class										S:a	%
			10 —	15 —	20 —	25 —	30 —	35 —	40 —	45 —				
Norrbottens kustland North Norrland, coastal districts	Tall Pine	Stamantal i 1 000-tal Number of trunks	163 979	98 685	46 942	19 717	6 253	1 601	380	139	337 696			
		Rötskador % Rot damages %	0,6	0,4	0,9	2,8	2,9	5,3	6,1	17,4				
		Rötskadade träd Rot damaged trees	984	395	422	552	181	85	23	24	2 666	0,8		
		Vrak Waste wood	492	291	152	90	67	29	20	12	1 153	0,3		
		Summa Total	1 476	686	574	642	248	114	43	36	3 819	1,1		
	Gran Spruce	Stamantal i 1 000-tal	140 685	54 071	18 261	5 850	1 460	366	83	31	220 807			
		Rötskador %	1,4	4,6	7,7	14,0	11,8	11,3	9,1	25,0				
		Rötskadade träd	1 970	2 487	1 406	819	172	41	8	8	6 911	3,1		
		Vrak	2 110	830	283	109	45	10	12	3	3 402	1,6		
		Summa	4 080	3 317	1 689	928	217	51	20	11	10 313	4,7		
Västerbot- tens kust- land North Norrland, coastal districts	Tall	Stamantal i 1 000-tal	111 948	66 288	35 051	14 929	4 132	823	137	33	233 341			
		Rötskador %	0,4	1,2	0,9	1,5	0,8	2,2	7,7	—				
		Rötskadade träd	448	795	315	224	33	18	11	—	1 844	0,8		
		Vrak	112	80	38	21	19	3	3	—	276	0,1		
		Summa	560	875	353	245	52	21	14	—	2 120	0,9		
	Gran	Stamantal i 1 000-tal	136 262	51 226	17 609	5 312	1 288	272	51	12	212 032			
		Rötskador %	3,2	7,2	11,1	13,4	20,9	17,2	80,0	—				
		Rötskadade träd	4 360	3 688	1 955	712	269	47	41	—	11 072	5,2		
		Vrak	954	357	106	45	16	6	1	—	1 485	0,7		
		Summa	5 314	4 045	2 061	757	285	53	42	—	12 557	5,9		

Tabell 2 forts.

Län Province	Träd- slag Tree		Diameterklass cm Diameter class									
			10—	15—	20—	25—	30—	35—	40—	45—	S:a	%
Västerbot- tens lapp- mark	Tall	Stamantal i 1 000-tal	87 589	55 722	33 434	17 395	7 030	2 542	790	334	204 836	
		Rötskador %	—	1,2	2,0	2,1	5,1	3,8	12,3	30,0		
		Rötskadade träd...	—	669	669	365	359	97	97	100	2 356	1,2
		Vrak	263	151	98	66	43	23	14	21	679	0,3
		Summa	263	820	767	431	402	120	111	121	3 035	1,5
Västerbotten Lapland territory	Gran	Stamantal i 1 000-tal	203 234	105 122	48 520	21 468	8 768	3 253	1 220	715	392 300	
		Rötskador %	2,2	3,7	7,3	12,6	12,8	17,1	18,9	30,0		
		Rötskadade träd...	4 471	3 890	3 542	2 705	1 122	556	231	214	16 731	4,3
		Vrak	5 487	2 882	1 672	1 002	664	426	215	221	12 569	3,2
		Summa	9 958	6 772	5 214	3 707	1 786	982	446	435	29 300	7,5
Jämtlands Jämtland, S of Norr- land	Tall	Stamantal i 1 000-tal	183 097	90 322	42 772	17 955	6 162	1 757	383	140	342 588	
		Rötskador %	0,2	0,8	1,2	3,1	2,6	7,5	7,7	17,4		
		Rötskadade träd...	366	723	513	557	160	132	29	24	2 504	0,7
		Vrak	549	222	140	93	42	29	15	17	1 107	0,3
		Summa	915	945	653	650	202	161	44	41	3 611	1,1
	Gran	Stamantal i 1 000-tal	374 395	170 020	66 979	25 116	7 927	2 384	734	324	647 879	
		Rötskador %	4,0	6,3	8,7	11,7	14,7	20,1	21,8	31,7		
		Rötskadade träd...	14 976	10 711	5 827	2 939	1 165	479	160	103	36 360	5,6
		Vrak	5 616	2 604	1 013	519	272	142	62	79	10 307	1,6
		Summa	20 592	13 315	6 840	3 458	1 437	621	222	182	46 667	7,2
Västernorr- lands Västernorrland, SE of Norr- land	Tall	Stamantal i 1 000-tal	96 914	57 938	32 941	14 964	5 199	1 514	371	138	209 979	
		Rötskador %	—	—	0,5	1,1	1,2	1,6	3,6	—		
		Rötskadade träd...	—	—	165	165	62	24	13	—	429	0,2
		Vrak	264	227	152	66	44	21	15	10	799	0,4
		Summa	264	227	317	231	106	45	28	10	1 228	0,6
	Gran	Stamantal i 1 000-tal	334 767	139 282	52 212	16 263	4 495	1 224	268	74	548 585	
		Rötskador %	1,9	2,9	5,4	8,4	6,9	7,9	10,8	—		
		Rötskadade träd...	6 361	4 039	2 819	1 366	310	97	29	—	15 021	2,7
		Vrak	3 414	1 348	479	169	65	27	9	3	5 514	1,0
		Summa	9 775	5 387	3 298	1 535	375	124	38	3	20 535	3,7

Tabell 2 forts.

Län Province	Träd- slag Tree		Diameterklass cm Diameter class										S:a	%
			10—	15—	20—	25—	30—	35—	40—	45—				
Gävleborgs Gävleborg, S of Norr- land	Tall	Stamantal i 1 000-tal	131 368	75 121	43 469	23 427	9 265	3 024	688	205	286 567			
		Rötskador %	0,5	0,4	0,5	1,1	2,1	3,9	3,8	—				
		Rötskadade träd . . .	657	300	217	258	195	118	26	—	1 771	0,6		
		Vrak	131	92	45	22	14	5	3	7	319	0,1		
		Summa	788	392	262	280	209	123	29	7	2 090	0,7		
	Gran	Stamantal i 1 000-tal	235 824	103 261	41 113	14 558	4 179	1 142	290	81	400 448			
		Rötskador %	3,4	6,8	8,1	10,2	9,7	19,0	14,0	22,2				
		Rötskadade träd . . .	8 018	7 022	3 330	1 485	405	217	41	18	20 536	5,1		
		Vrak	1 179	529	165	60	25	7	3	3	1 971	0,5		
		Summa	9 197	7 551	3 495	1 545	430	224	44	21	22 507	5,6		
Kopparbergs län (exkl. Särna—Idre) Dalecarlia, except the NW parts	Tall	Stamantal i 1 000-tal	198 422	115 165	64 134	30 579	10 885	2 696	532	114	422 527			
		Rötskador %	0,2	0,6	0,4	0,4	1,6	2,0	3,4	9,4				
		Rötskadade träd . . .	397	691	257	122	174	54	18	11	1 724	0,4		
		Vrak	198	51	31	29	7	6	2	2	326	0,1		
		Summa	595	742	288	151	181	60	20	13	2 050	0,5		
	Gran	Stamantal i 1 000-tal	270 398	117 569	45 557	15 251	4 192	1 062	282	115	454 426			
		Rötskador %	3,4	4,6	5,7	6,1	8,0	12,7	15,9	23,3				
		Rötskadade träd . . .	9 194	5 408	2 597	930	335	135	45	27	18 671	4,1		
		Vrak	1 082	326	103	60	27	11	5	5	1 619	0,4		
		Summa	10 276	5 734	2 700	990	362	146	50	32	20 290	4,5		
Särna—Idre NW parts of Dalecarlia	Tall	Stamantal i 1 000-tal	20 338	12 454	7 744	4 354	2 119	889	355	242	48 495			
		Rötskador %	—	1,6	3,8	5,9	8,6	14,5	14,0	25,6				
		Rötskadade träd . . .	—	199	294	257	182	129	50	62	1 173	2,4		
		Vrak	61	42	17	15	8	7	9	11	170	0,4		
		Summa	61	241	311	272	190	136	59	73	1 343	2,8		
	Gran	Stamantal i 1 000-tal	12 217	5 908	2 743	1 227	563	237	90	91	23 076			
		Rötskador %	4,2	5,0	10,8	15,4	22,9	35,1	33,3	33,3				
		Rötskadade träd . . .	513	295	296	189	129	83	30	30	1 565	6,8		
		Vrak	305	149	51	41	17	13	7	10	593	2,6		
		Summa	818	444	347	230	146	96	37	40	2 158	9,4		

RÖTSKADORS BETYDELSE VID MASSAFRÄMSTÄLLNING

mark kunna några uppgifter ej lämnas, då någon ny riksskogstaxering ej berört denna länsdel. Vad södra delarna av landet beträffar ha motsvarande uppgifter ännu ej hunnit sammanställas.

Av tab. 2 framgår, att det största antalet rötskadade träd förekommer inom de högsta dimensionsklasserna (jfr PETRINI 1944, som fann det största antalet rötträd inom klassen 20—30 cm) samt att rötfrekvensen för en och samma dimension genomgående är högre för gran än för tall. Vad röt förekomsten i olika trakter beträffar framträda tydligt i tab. 2 de omfattande rötskadorna hos tall i de gamla naturbestånden i inlandet (t. ex. inom diameterklassen 40—45 cm 12,3 % rötskador i Västerbottens lappmark och 14,0 % inom Särna-Idre mot 7,7 % i Jämtlands län, 6,1 % i Norrbottens och 7,7 % i Västerbottens kustland samt endast 3,6 % i Väster-norrlands län, 3,8 % i Gävleborgs och 3,4 % i Kopparbergs län exkl. Särna och Idre; för granens del äro motsvarande siffror 18,9, 33,3, 21,8, 9,1, 80,0 (?), 10,8, 14,0 och 15,9 %). Med hänsyn till vad som förut framhållits beträffande förekomsten av vrak samt till den mycket grova registreringsmetoden för fastställande av rötskador är det uppenbart, att de anförda siffrorna i verkligheten äro för låga.

Tar man emellertid hänsyn till den *totala förekomsten* av rötskadade träd i procent av samtliga oberoende av diameterklass, finner man av tab. 2 att rötfrekvensen — även när vrak medräknas — hos *tall* i medeltal uppgår till endast 0,9 % och i distriktet med de största skadorna (Särna—Idre) icke överskrider 3 % samt att för *gran* motsvarande medeltal uppgår till 5,7 % och aldrig överskrider 10 %. Även om av naturliga skäl dessa siffror äro tämligen osäkra och icke säga något om arten eller omfattningen av rötskadan, torde de dock kunna ge en uppfattning om storleksordningen av rötfrekvensen i de nordsvenska skogarna. De aktuella rötskadorna i det årligen avverkade virket kunna dock beräknas bli väsentligt större, eftersom skadade träd i första hand utstämplas. — Vad de syd- och mellansvenska skogarna beträffar är det ett allbekant faktum, att rötskador på tall med några få undantag (särskilt östra Skåne) i allmänhet äro mycket obetydliga men att rötskador på gran åtminstone i vissa trakter kunna vara synnerligen omfattande (särskilt i Skåne och Halland samt för övrigt även i Danmark). Närmare uppgifter om rötfrekvensen i stora drag i södra och mellersta Sverige komma att föreligga, då riksskogstaxeringens material hunnit bearbetas.

III. Något om olika rötter och röttyper hos gran och tall

Såsom av det föregående framgått är det främst *granen*, som är utsatt för ekonomiskt verkligt betydelsefulla rötskador, d. v. s. sådana, som ha en vidsträckt utbredning i själva stammen och kunna benämnas stamrötter. Den viktigaste av dessa, rotrötan, förorsakad av *Polyporus annosus*, har erhållit sitt svenska namn på grund av att den sprider sig från angreppspunkten i rötterna upp i stammen ofta till 7 à 8 m höjd (fig. 9). Genom sin stora praktiska betydelse hör rotrötans svamp till de mest



Fig. 1. Längdsnitt genom granstam angripen av röttröta (*Polyporus annosus* Fr.).

T. v.: på 4—5 m höjd, där kärnveden utgör en ljus faströta, som omgives av tydligt markerade vedmantlar, den s. k. anilinveden i övergången mellan splint- och kärnved. Nedtill t. h. är en vattvedszon i splintens innersta årsringar antydd.

T. h.: på 1—2 m höjd, där rötan överst utgöres av mörk faströta och nedtill av lösröta. Observera de tydliga vita cellulosafläckarna i rötans mest avancerade delar samt de svarta »strecken», vilka utgöra ett karakteristikum för denna röta i granved.

Longitudinal section of spruce trunk attacked by root rot (*Polyporus annosus* Fr.).

Left: At 4—5 m height the heartwood forms a light firm rot, surrounded by clearly marked groups of annual rings, the so-called aniline wood at the borderline between sapwood and heartwood.

Right: At 1—2 m height the upper part of the rot is dark firm rot and the lower part soft rot. *N. B.* the distinct white cellulose patches in the most advanced parts of the rot and the black »dashes» which form a characteristic sign of this rot in spruce wood.

behandlade i den skogspatologiska litteraturen. I Sverige har den senast behandlats av RENNERFELT (1946), som bl. a. påvisat att rötskador i gran förorsakade av *Polyporus annosus* i stort sett avtaga från söder mot norr, även om vissa spridda Norrlands-förekomster finnas där svampen anställer stora skador. Företrädesvis synes röttröta uppträda på relativt goda marker med svag kalkpåverkan, men exempel

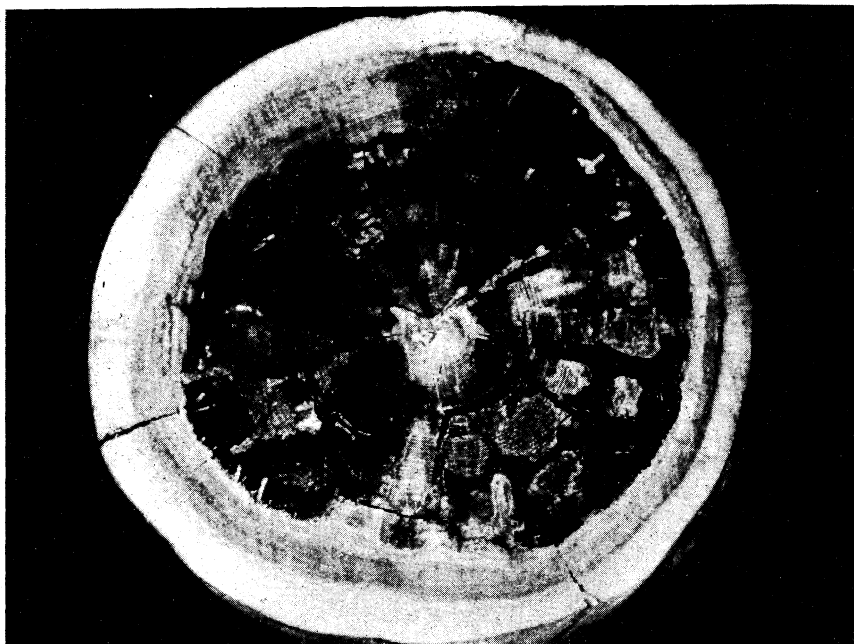


Fig. 2. *S. k.* stubbröta av destruktionsrötetyp utbildad i nedre delen (upp till $\frac{1}{2}$ m höjd över marken) av en granstam. Praktiskt taget all cellulosa har i detta fall förtärts av svampen.

So-called stump rot of the destructive rot type formed in the lower section (at $\frac{1}{2}$ m above ground) of a spruce trunk. In this case practically all cellulose has been consumed by the fungus.

på kraftig utbredning i relativt magra skogsmarker finnas också, särskilt i Mellansverige. För närvarande fortsätts dessa undersökningar vid Statens skogsforskningsinstitut, varvid ansträngningarna i främsta rummet inriktas på att utforska svampens infektions- och spridningsbiologi, som ännu icke är tillfredsställande klarlagd. Dessa frågor kunna emellertid icke närmare diskuteras i detta sammanhang, då problemet här i första hand gäller svampens skadegörelse ur teknisk och ekonomisk synpunkt.

I de gamla ännu relativt orörda naturbestånden av gran i inre Norrland synes efter vad visserligen mycket ofullständiga stickprovsundersökningar givit vid handen en annan svamp vara den vanligaste orsaken till stamröten hos gran på rot, nämligen *Polyporus Pini* Pers. (= *Trametes Abietis* Karst.), som ofta ehuru oegentligt benämnes grantickan. I övrigt förekomma i granstammar ett flertal andra praktiskt betydelsefulla rötskador, som ofta benämnas stubbrötter, emedan de i regel icke sträcka sig upp mer än någon meter från marken. Dessa rötter, som i regel medföra en stark brunfärgning av veden, äro emellertid ännu endast ofullständigt utforskade (jfr fig. 2), ehuru anledning finnes att misstänka sådana svampar som *Polyporus pinicola* Fr., *Polyporus borealis* Fr. samt den praktiskt taget allestädes



Fig. 3. Tvärsnitt på $\frac{1}{2}$ m höjd över marken genom en granstam angripen av honungsskivling (*Armillaria mellea*). Denna nästan helsvarta röta, som ofta torde ingå i de s. k. källrötorna, ger en mycket besvärlig missfärgning vid massaframställning.

Cross section at $\frac{1}{2}$ m above ground through a spruce trunk attacked by the honey fungus (*Armillaria mellea*). This almost totally black rot, probably often forming part of the so-called stump rots, causes a very troublesome discoloration of the pulp.

närvarande honungsskivlingen (*Armillaria mellea* Fr., fig. 3). Härtill komma sannolikt även mindre vanliga arter, företrädesvis tillhörande släktet *Polyporus*, t. ex. *P. roseus* Fr. m. fl. (jfr ERIKSSON 1949).

De s. k. källrötorna, som företrädesvis anses uppkomma i samband med rotvattved, förorsakas sannolikt av flera olika arter. LAGERBERG (1935, 1944) har identifierat en av de ifrågavarande svamparna, som förekommer i äldre tall, såsom *Coniophora fusispora* (Cooke et Ell.) Cooke. Skadorna genom källröta sträcka sig i regel icke mer än några fot upp i stammen men äro å andra sidan mycket allmänna, särskilt i övre Norrland (fig. 4 och 5). Enligt de undersökningar av basalrötterna hos tall och gran, vilka utförts dels i England (DAY & PEACE 1936, PEACE 1938) och dels i Norge (JØRSTAD & JUUL 1939, jfr även ROBAK 1936), synes det också sannolikt, att särskilt *Coniophora*-arter förorsaka dylik basal stamröta (jfr CLARA FRITZ 1923).

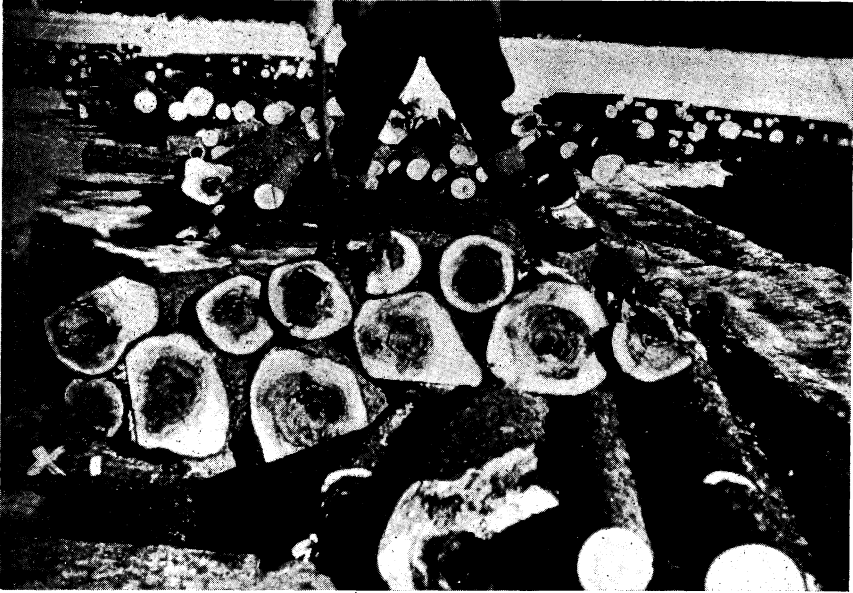


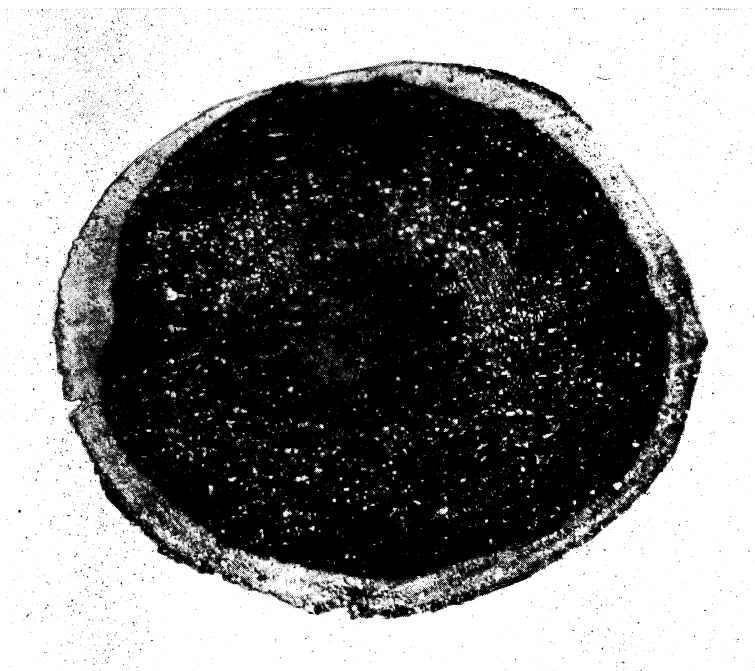
Fig. 4. Granstockar på avlägg i Ångermanland den 1 mars 1948. Nästan alla stockar äro behäftade med röta («källröta», «stubbbröta» eller rotröta).

Spruce trunks on a temporary banking ground in Ångermanland on March 1, 1948. Almost all trunks are attacked by rot (stump rot or root rot).



Fig. 5. Typisk mörkbrun «stubbbröta» i rotändan av granstock på avlägg i Ångermanland den 1 mars 1948. Rötan är en typisk destruktions- eller krympningsröta men sträcker sig ej längre än några fot upp i stammen.

Typical dark brown stump rot in the base of a spruce trunk on a temporary banking ground in Ångermanland on March 1, 1948. The rot is a typical destructive or shrinking rot but does not extend farther than about $\frac{1}{2}$ m up the trunk.



*Fig. 6. Kraftigt utbildad »toppröta», förorsakad av *Stereum sanguinolentum*, hos gran. På grund av rötans i yngre stadier homogent men svagt rödaktiga färg benämnes den i vissa trakter »rödved», vilket är olämpligt då även andra svampar kunna framkalla en liknande färg och dessutom begreppet rödved bör reserveras för gammal kärnved av tall.*

Heavily developed slash rot, caused by *Stereum sanguinolentum*, in spruce. On account of the rot having a homogeneous but faintly red colour in its younger stages it is called »red wood» in some districts, which is inadequate as there are also other fungi causing a similar colour and as the term red wood should be reserved for old heartwood of pine.

Vad slutligen de s. k. topprötorna hos gran beträffar, som i regel tordeförorsakas av *Stereum sanguinolentum* Fr. (LAGERBERG 1923), kunna dessa särskilt efter kraftiga toppbrott få mycket betydande utbredning och nå långt ned i stammen (fig. 6).

Hos tallen äro såsom förut framhållits rötskador av praktisk betydelse mycket sällsyntare än hos granen. I södra Sverige kan dock rotrötesvampen förorsaka betydande skador även i tallbestånd, varvid enstaka tallar ofta blott inom några få år efter infektionen torka och dö till följd av svampens angrepp i kambiet. Detta i förhållande till hos granen mycket olika uppträdande medför sålunda icke, såsom hos denna, en långsam förstörelse av veden utan ett relativt hastigt avdöende utan att själva veden nämnvärt påverkas, varför skadorna genom rotröta hos tall icke behöva speciellt uppmärksammas i samband med en undersökning av här föreliggande slag.

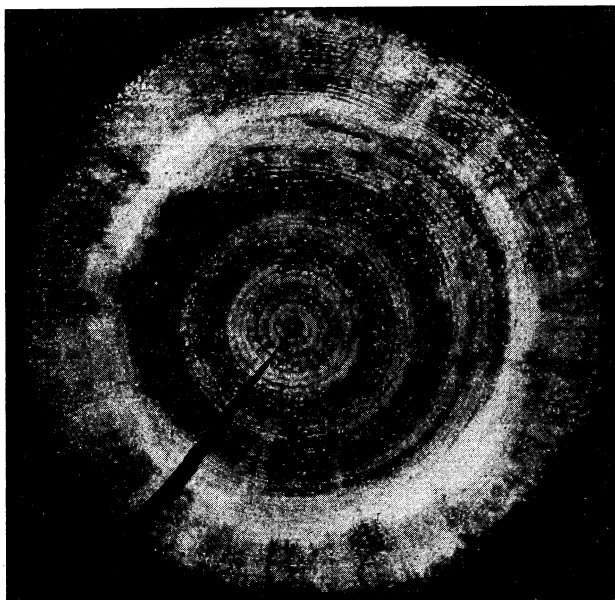


Fig. 7. Ringröta, framkallad av *Polyporus pini*, i kärnved hos tall. Rötan är en typisk korrosions- eller fläckröta (liksom rotrötan). På grund av rötans kraftigare utbildning i vissa vedmantlar uppkommer den ringformiga strukturen. I splinten förekommer blånad och lagringsröta.

Ring rot caused by *Polyporus pini* in the heartwood of pine. This rot is a typical corrosive or patchy rot (just as root rot). The heavy development of the rot in some groups of annual rings gives rise to the annular structure. In the sapwood occur blue stain and storage decay.

Den vanligaste stamröten hos tall på rot i de gamla norrländska naturbestånden ha vid stickprovsundersökningar bl. a. i Muddus nationalpark invid Porjus i samarbete med Statistiska avdelningen vid Statens skogsforskningsinstitut visat sig vara den förut nämnda *Polyporus Pini*. Hos tallen framkallar denna svamp en ringformigt utbredd röta i kärnveden, som också därför stundom benämnes ringröta (fig. 7). I Norrland torde för övrigt benämningen tjuka företrädesvis avse denna svamp.

En annan icke alltför sällsynt skogsrötsvamp, som förorsakar en synnerligen svårartad röta hos tall och lärk, är *Polyporus Schweinitzii* Fr., vilken måhända kan komma att visa sig vara vanligare än man hittills trott.

Ur teknisk och ekonomisk synpunkt är emellertid rötornas kemiska natur viktigare än den svampart, som framkallat dem. Som bekant urskiljas destruktionsrötter eller krympningsrötter, korrosionsrötter eller fläckrötter samt vitrötter. Destruktionsrötterna, vilka stundom ehuru oegentligt kallas brunrötter, kännetecknas av att cellulosan i veden omedelbart angripes av svampen medan större delen av ligninet lämnas kvar. Korrosionsrötterna utmärkas av att både

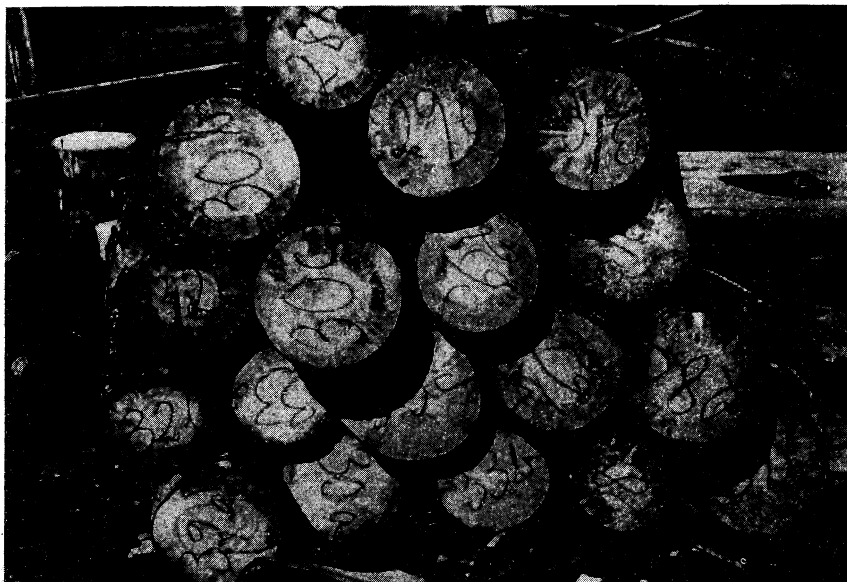


Fig. 8. Typisk lagringsröta, framkallad av *Stereum sanguinolentum*, i under 2 somrar landlagrad obarkad sulfitved. I medeltal 80 % av hela vedmassan angripen av röta (jfr BJÖRKMAN 1946, sid. 56). Lagringsröta kan under för rötsvamparna gynnsamma förhållanden mycket hastigare än skogsröta få en oerhörd utbredning i veden och blir därigenom ofta av större betydelse än de från skogen medföljande rötskadorna.

Typical storage decay caused by *Stereum sanguinolentum* in unbarked sulphite wood ground-stored for 2 summers. On an average 80 % of the total mass of wood is rot damaged (cf. BJÖRKMAN 1946, page 56). Under conditions favourable to rot fungi storage decay may attain an immense spread much faster than forest rot and has therefore often much greater significance than the rot accompanying the wood from the forest.

cellulosa och ligninet mer eller mindre samtidigt angripas, så att omväxlande vita och bruna fläckar uppkomma i veden. Vitrötorna slutligen uppkomma genom angrepp av svampar, som huvudsakligen äro specialiserade på ligninets sönderdelning, varigenom den angripna veden åtminstone i längre framskridna rötstadier till övervägande del kommer att bestå av cellulosa.

Vilken typ tillhöra då de vanligaste skogsrötterna hos gran och tall? Rena vitrötter av någon betydelse torde knappast alls förekomma; sådana utgöra däremot den allra vanligaste röttypen hos lövträden. De vanligaste röttyperna äro sålunda korrosions- och destruktionsrötter, av vilka de förra torde dominera. De viktigaste rötsvamparna i stående träd hos granen, *Polyporus annosus* och *Polyporus Pini* (*Abietis*), samt hos tallen, *Polyporus Pini*, förorsaka sålunda typiska korrosionsrötter. *Armillaria mellea* intar i viss mån en mellanställning mellan vitrötter och destruktionsrötter men av annat slag än korrosionsrötterna beroende på det träslag svampen angriper; *Armillaria*-rötans kemiska natur är emellertid ännu ej i detalj utforskad. Typiska destruktionsrötter framkallas av flera av de i det föregående nämnda svam-

parna, såsom *Polyporus borealis*, *P. pinicola*; *P. Schweinitzii* samt *Coniophora*-arter och sannolikt även andra ännu okända svampar företrädesvis förorsakande basala rötter i träden.

Den utan jämförelse viktigaste röttypen ur teknisk synpunkt torde sålunda vara korrosionsrötan och den viktigaste svampen, som framkallar sådan röta, *Polyporus annosus* i granstammarna. En undersökning över användbarheten av mer eller mindre rötad ved för tillverkning av kemisk pappersmassa samt silkemassa bör sålunda i främsta rummet omfatta provkokning av *annosus*-röta i olika utvecklingsstadier. En sådan undersöknings resultat bör även i viss mån kunna tillämpas på andra rötskador av korrosionsnatur icke minst de efter *annosus*-rötan allmännaste hos våra barrträd nämligen *Pini*- resp. *Abietis*-rötan, som t. o. m. i gran är så lik *annosus*-rötan i vissa utvecklingsstadier, att den stundom kan förväxlas med denna.

Det kan även framhållas, att de allmännaste typerna av lagringsröta (jfr fig. 8) i barrvirke, framkallade av sådana svampar som *Polyporus abietinus* Fr. och i synnerhet den nämnda *Stereum sanguinolentum*, även äro att hänföra till korrosionstypen. Lagringsrötsvampar av destruktions-typ finnas emellertid också, men dessa kräva i regel så lång tid för sitt förstörelsearbete att deras betydelse i normala fall blir relativt liten. En undersökning av *annosus*-rötan kan därför i princip sägas vara representativ även för den viktiga *Stereum*-rötan (lagringsröta samt stämplingsröta och toppröta hos gran). Dennas betydelse ur massaframställningssynpunkt har för övrigt tidigare blivit tämligen grundligt undersökt, senast i samband med en utredning rörande lagringsröta i massavedgårdar 1943—1945 (BJÖRKMAN 1946).

Den föreliggande undersökningen omfattar sålunda icke lagringsrötter utan endast s. k. skogsrötter främst *annosus*-rötan hos gran, vars skadegörelse ur olika synpunkter icke blivit tillräckligt studerad.

IV. Biologisk analys av *annosus*-rötan i olika utvecklingsstadier

Enligt vad man hittills uttrönt infekteras granarna genom döda rötter, varifrån svampen sprider sig upp i stammen, där i regel åtminstone till en början endast kärnveden angripes. Då svamphyferna växa uppåt, följa de noga fiberförloppet, varvid den angripna veden mycket ofta kommer att begränsas av en och samma vedmantel (jfr fig. 1). Längst upp i stammen — ofta på 7—8 m höjd — är rötan yngst och vanligen upplöst i flera skilda stråk med gråviolett färg av principiellt samma slag som missfärgningen genom t. ex. blånad, d. v. s. förorsakad av mörkfärgade ämnesomsättningsprodukter, som under hyfernas inverkan bildas i veden. Längre ned i stammen smälta stråken samman, så att detta rötstadium på ett tvärsnitt framträder som en gråviolett ring, vilken ofta omfattar vissa bestämda vedmantlar (fig. 9). Detta yngsta stadium i rötans utveckling, som i det följande på grund av sin färg benämnes anilinved, karakteriseras av att veden visserligen innehåller svampens hyfer men till sin struktur är alldeles opåverkad.

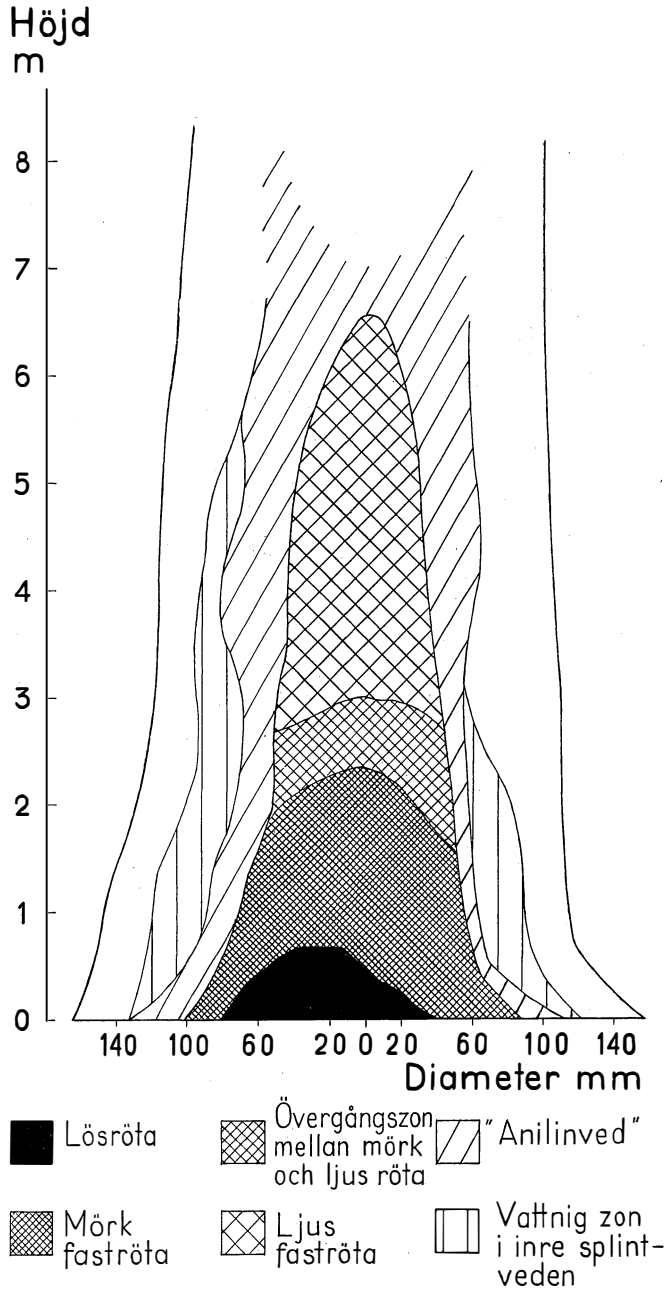


Fig. 9. Stamanalys av en granstam med typiskt utbildad rottröta (*Polyporus annosus*). Bjurfors, Avesta 1947. Jfr plansch 1 och fig. 10.

Stem analysis of spruce trunk with typically developed root rot (*Polyporus annosus*). Bjurfors, Avesta 1947. Cf. Plate 1 and Fig. 10.

Höjd=height. Lösröta=soft rot. Mörk faströta=dark firm rot. Ljus faströta=light firm rot. Anilinved=aniline wood. Övergångszon mellan mörk och ljus röta=transitional zone between dark and light rot. Vattning zon i inre splintveden=watery zone in the inner sapwood.

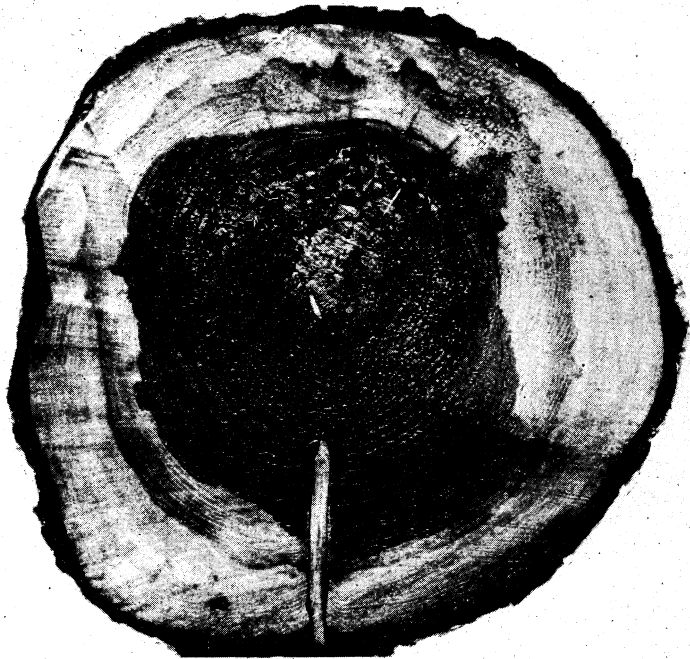


Fig. 10. Tvärsnitt av granstam angripen av rotröta (densamma som i fig. 9) på 0,5 m höjd (lösvröta i centrum). Observera särskilt den tydligt framträdande oregelbundet begränsade vattniga zonen i splintens inre delar. Dess omedelbart efter fällningen starkt grågröna färg blekes snart i luften och inverkar ej skadligt vid massaframställningen.

Cross section of spruce trunk attacked by root rot (the same as in Fig. 9) at a height of 0,5 m (soft rot in the centre). *N. B.* especially the clearly defined, irregularly bounded water-stained zone in the inner part of the sapwood. Its colour, which is a marked greyish green immediately after felling, very soon bleaches in the air and has no detrimental effect on pulp production.

Längre ned i stammen, där rötan är något äldre, antar veden inom anilinvedringen en ljusbrun färg, som så småningom nedåt övergår i en mörkare nyans. Dessa båda rötstadier, som sålunda utan skarp gräns övergå i varandra men båda bestå av fast ved, vilken — för att använda mättningsinstruktionernas definition — »i ofruset tillstånd vid tryck med kantigt hårt föremål gör samma motstånd som intilliggande frisk ved», benämns resp. ljus faströta och mörk faströta (fig. 9, plansch I och II).

I rötans äldsta delar i roten och vid stammens bas är veden mycket ofta lös och ännu starkare mörkfärgad. Denna röta benämnes lösvröta. I sitt slutstadium är rötan dock icke mörk utan mer eller mindre vit, nästan vaddlik och starkt vattendränkt. Stundom uppstår i stammens centrala nedre delar en hålighet, varvid säkerligen andra svampar — främst *Armillaria mellea* — samt bakterier fullföljt angrep-

pet, vilket sker på så sätt att dessa sekundära organismer livnära sig på sådana substanser, som *Polyporus annosus* lämnat.

Den skadade vedens karaktär av korrosionsröta framträder särskilt på ett längd-snitt, där i mera framskridna rötstadier veden antar en fläckig struktur. Vita fläckar, i vilka svamphyferna förtärt den sista resten av lignin (jfr fig. 11) så att endast cellulosa återstår, förekomma sålunda rikligt. Rotrötan kännetecknas även av vissa oftast i årsringsgränserna förekommande svarta streck, som i alla riktningar genomkorsas av hyfer (se fig. 1). Dessa svarta streck förekomma ofta ända upp i den ljusa faströtans översta delar särskilt närmast märgpelaren och utgöra sålunda kännetecken på rotträta t. o. m. i ved, som är så obetydligt omvandlad att veden för ögat synes fullt frisk. Ju äldre rötveden är, ju starkare markerade bli de svarta strecken.

Ett annat kännetecken på rotträta i granstammar är en zon av vattnig ved i splintens innersta årsringar, vilka icke innehålla svampens hyfer men dock påverkats av deras enzymer. Omedelbart efter fällningen mörknar denna vattniga mantel hastigt i snittytorna, troligen på grund av en oxidationsprocess, och antar en ofta starkt framträdande grågrön färg, som emellertid senare nästan fullständigt blekes (fig. 10). Då denna vattniga zon, som omger rötan i stammens nedre del men oftast saknas högre upp (jfr fig. 9) icke är direkt påverkad av svampen eller förorsakar bestående missfärgning av veden, behandlas den icke vidare i det följande utan jämföras med frisk ved.

Ett mått på rötvedens olika grad av sönderdelning utgör *volymvikten*. Sammanställs volymvikten — uttryckt i kg torrs substans per kubikmeter rå ved och fastställd genom beräkningar med Hg-xylometer — för olika rötstadier hos 5 olika provkokade granstammar med regelbundet och typiskt utbildad *annosus*-röta, erhållas följande medeltal:¹

	Kg torrs substans per m ³ rå ved
Frisk ved	425,3
Anilinved	421,0
Ljus faströta	369,6
Mörk faströta	321,4
Lösröta	246,8

I denna sammanställning ha volymvikterna för samma rötvedslag på olika nivå i träden sammanslagits för varje träd, innan medeltalet uträknats. Vill man söka ett uttryck för den procentuella volymviktsminskningen genom rötangreppet i olika fall, bör man emellertid jämföra rötvedens volymvikt på en viss nivå med motsvarande frisk ved på samma nivå, varefter medeltalen för ett och samma utvecklingsstadium av rötan oberoende av antalet träd kunna angivas. På sådant sätt ha följande värden sålunda erhållits:

¹ Värdena för det icke typiska träd 8 (se följande) ha icke medtagits. Detsamma är fallet beträffande frisk ved av träd 5 (jfr sid. 39—40).



Fig. II. Tvärsnitt av rötskadad granved (*Polyporus annosus*) i »lösröta». Cellerna visa ingen absorption av ultraviolet ljus, d. v. s. ligninhalten i cellväggarna är försvinnande liten. De svarta fläckarna kunna antingen utgöras av lignin eller möjligen av omsättningsprodukter vid svampens verksamhet, vilket endast kan avgöras genom absorptionsmätningar vid flera våglängder. Foto vid 275 $m\mu$ och ca 1000 ggr först. P. LANGE.

Microscopical section of rot damaged spruce wood (*Polyporus annosus*) in soft rot. The cells show no absorption of ultraviolet light which means that the lignin content of the cell-walls is still negligible. The black spots may either be lignin or perhaps metabolic products of the fungus' activity which can be decided only by absorption measurements at various wave-lengths. Photograph at 275 $m\mu$ and about 1000 times enlarged. P. LANGE.

	Volymviktsminskning i % av motsvarande frisk veds volymvikt
Anilinved	1,5
Ljus faströta	12,0
Mörk faströta	24,1
Lösröta	43,8

Av dessa siffror framgår, att den största volymviktsminskningen ägt rum i den äldsta rötveden men att å andra sidan det yngsta stadiet av rötan — anilinveden — som stundom ensam omfattar en betydande del av rötvolymen och ur skadesynpunkt ofta jämföras med den bruna rötveden, har praktiskt taget samma volym-



Fig. 12. Tvärsnitt av rötskadad granved (Polyporus annosus) i »ljus faströta». De ljus-absorberande ämnena i cellmembranen äro troligen sekundära produkter bildade i samband med svampens verksamhet. Foto vid 275 $m\mu$ och ca 1000 ggr först. P. LANGE.

Microscopical section of rot damaged spruce wood (*Polyporus annosus*) in light firm rot. The light absorbing substances in the cell-membranes are probably secondary products from the fungus' activity. Photograph at 275 $m\mu$ and about 1000 times enlarged. P. LANGE.

vikt som motsvarande frisk ved.¹ Med utgångspunkt från denna erfarenhet är det icke minst ur praktisk synpunkt av stort intresse att undersöka hur svampen angriper veden i olika utvecklingsstadier av rötan.

För att söka få en uppfattning om det närmare förloppet vid svampens sönderdelning av veden ha några trissor av rotröta i olika utvecklingsstadier överlämnats till fil. lic. PAUL LANGE vid Svenska Träforskningsinstitutets träkemiska avdelning för analys enligt olika teknisk-fysikaliska metoder för ligninundersökningar. Dr LANGE har välvilligt lovat upptaga detta intressanta problem till närmare studium men har ännu icke varit i tillfälle härtil. Han har dock redan nu ställt några fotografier till förfogande, vilka illustrera svampens skadegörelse i olika utvecklingsstadier av rötan (fig. 11—13).

Av fig. 11, som återger ett tvärsnitt genom typisk lösröta, framgår, att svampen här hunnit förtära praktiskt taget allt lignin. Fig. 12 visar ett snitt genom ljus

¹ I vissa fall saknas emellertid anilinved helt och hållet.

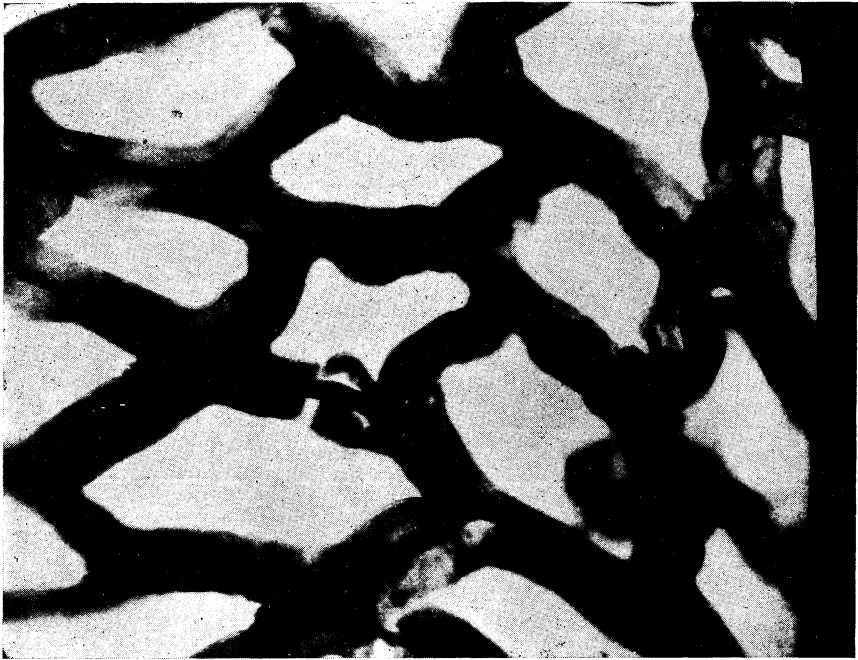


Fig. 13. Tvärsnitt av rötsskadad gran (Polyporus annosus) i anilinveds. En begynnande ligninförstöring är antydd, men i stort sett visar tvärsnittet ett normalt utseende beträffande ligninfördelningen. Foto vid 275 μ och ca 1000 ggr först. P. LANGE.

Microscopical section of rot damaged spruce wood (*Polyporus annosus*) in aniline wood. There are traces of an early lignin destruction but on the whole the cross section shows normal lignin distribution. Photograph at 275 μ and about 1000 times enlarged. P. LANGE.

faströta, där ligninet ännu till större delen finnes kvar men svampens livliga verksamhet röjes genom en rik förekomst av ämnesomsättningsprodukter. Fig. 13 slutligen visar ett tvärsnitt genom typisk anilinved, som i stort sett företer ett normalt utseende beträffande ligninfördelningen men där en begynnande sönderdelning dock kan spåras. Angående angrepp på cellulosan, som emellertid sannolikt börjar först sedan ligninsönderdelningen pågått en viss tid, kunna bilderna icke lämna någon upplysning.

Av fig. 11—13 framgår dock, att svampens hyfer endast obetydligt inverkat på vedens struktur i anilinveden och den ljusa faströtan — en erfarenhet som väl överensstämmer med iakttagelser i mikroskop. I vad mån de gjorda iakttagelserna även korrespondera med kemisk-tekniska analyser av motsvarande rötved undersöktes slutligen genom provkokningar av pappers- och silkemassa.

V. *Kemisk-teknisk analys (provkokningar) av annosus-rötan i olika utvecklingsstadier*

A. *Undersökningsmaterial*

Som undersökningsmaterial användes endast granstammar härstammande dels från Värmland och dels från Medelpad och södra Ångermanland. Samtliga granar från Värmland samt de flesta från Norrland voro angripna av *Polyporus annosus*, medan några Norrlands-prov voro försedda med typiska stubbrötter eller källrötter.

För att få tillfälle till säkrast möjliga gränsdragning mellan olika stadier i rötans utveckling utvaldes i samtliga fall träd med regelbundet och centralt utbildad röta. Vidare tillsågs, att trädens tillväxt varit så likartad som möjligt under hela utvecklingen. Av ett stort antal träd sändes 1-meters sektioner till Skogshögskolan för uttagande av lämpligaste provmaterial samt för enhetlig uppdelning i de olika röttyperna *anilinved*, *ljus faströta*, *mörk faströta* och *lösröta*. Såsom förut nämnts bestämdes härefter volymvikten av olika slags rötved samt för motsvarande frisk splintved. Då årsringsbredden i allmänhet var ungefär densamma i kärna och splint, antogs att oangripen kärnved och splintved hade ungefär samma volymvikt — vilket även i vissa fall kunde direkt fastställas (se tab. 3 och 4) — varigenom en jämförelse mellan volymvikten för angripen kärnved och frisk splintved på motsvarande höjd kunde anses berättigad. För de undersökta granstammarnas vidkommande torde för övrigt i allmänhet volymvikten för frisk ved på olika höjd i stammen vara i stort sett densamma. Då volymviktsvärdena, vilka såsom förut nämnts kunna anses ge ett uttryck för rötangreppets intensitet, alltid uttryckts såsom torrsubstans per m³ rå ved har en direkt jämförelse med samma slags ved i samma träd varit möjlig. En jämförelse mellan olika träd i olika trakter eller i olika beståndstyper har sålunda icke eftersträfvats.¹ Givetvis kunde icke samma årsringsbredd erhållas för hela materialet, men då jämförelsen mellan rötad och frisk ved i olika fall alltid gjorts inom ett och samma träd med mycket jämn tillväxt, torde en viss variation i årsringsbredden ha saknat betydelse (jfr HÄGGLUND 1936). Årsringsbredden har emellertid uppmätts för allt provkokat material och värdena sammanställts grafiskt i förhållande till vedens volymvikt. I stort sett har genom alla dessa mätningar endast det kända förhållandet kunnat bekräftas, att volymvikten hos barrträd i allmänhet är högre för ved med tätare årsringar.

Av varje röttyp uthöggs flis av samma storlek, som normalt förekommer i praktiken (i medeltal ca 20 × 15 × 3 mm) och iordningställdes blandningar (genom vägning med hänsynstagande till volymvikten) av olika kvantiteter rötved i motsvarande frisk ved. Härvid tillsågs, att endast absolut homogen ved (utan kvistar, tjurved etc.) användes. De sålunda framställda flisblandningarna sändes härefter till de

¹ En sådan synnerligen omfattande undersökning pågår sedan ett antal år i samarbete mellan Skogsforskningsinstitutet och Träforskningsinstitutet.

olika forskningslaboratorierna, vilka sålunda kunde arbeta med samma kontrollerade flismaterial (beträffande träd 8 i Cellulosabolagets provkokningar iordningställdes flisblandningarna och bestämdes volymvikten på laboratoriet i Sundsvall). Genom jämförelse mellan de resultat, som erhöles på olika laboratorier, vilka delvis utförde exakt samma undersökningar och arbetade med identiskt lika flismaterial från samma träd — se närmare i det följande — avsågs att skapa garantier för möjligast objektiva bedömning.

För överskådlighetens och enhetlighetens skull ha de olika forskningslaboratoriernas rapporter starkt förkortats och likartad uppställning och terminologi använts. I största möjliga utsträckning har emellertid den ursprungliga framställningen direkt återgivits.

B. Provkokningar

I. Mo och Domsjös provkokningar

Försöksmaterialet levererades i två sändningar, varav den första omfattade flis med mera varierande tjocklek än den andra. Flisen härstammade från 6 olika träd (diameter i brösthöjd omkr. 3 dm), varav 4 med typisk rotröta och 1 med *Armillaria mellea* samt 1 med en okänd röta av destruktionsstyp troligen förorsakad av *Polyporus borealis* (och i det följande kallad *Polyporus borealis*-röta). Av de 4 rotröteträden härstammade 2 från Ångermanland och de övriga från Värmland. I det följande redovisas provkokningsresultat för 1 Norrlands-träd och 1 Värmlands-träd. Proven av de båda andra ha ännu icke blivit lika fullständigt undersökta. Den första flis-sändningen härstammade sålunda från träd nr 1 och den andra från träd nr 2. *Armillaria*-trädet kallas träd 3 och *Polyporus borealis*-trädet nr 4.

Materialet användes för framställning av sulfitpappersmassa samt för sulfitmassa av silkemassatyp. Utom massautbytet ha vid samtliga provkokningar spethalten och permanganattalet (enligt BJÖRKMAN) bestämts. Massautbytet har beräknats dels per viktsenhet torr ved dels per volymsenhet, varvid volymviktsvärdena använts (tab. 3). För pappersmassakoken har såsom mått på ligninhalten i stället för permanganattalet angivits klortalet (enligt ROE), vilket erhållits ur permanganattalet med hjälp av en tidigare bestämd överföringskurva. I ett stort antal försök har dessutom massans vithet bestämts med Zeiss leukometer. Några orienterande styrkeprovningar (avslitningslängd, rivstyrka, dubbelvikningar) ha även utförts. Vid försöken rörande silkemassor ha vidare massans viskositet, halt av alfacellulosa och hartshalt fastställts.

För att underlätta en jämförelse mellan resultaten beträffande olika vedprov ha för pappersmassakoken kurvor uppritats över utbytet och i vissa fall även vitheten som funktion av klortalet och beträffande silkemassaproven kurvor över utbyte, halt av alfacellulosa samt vithet och permanganattal som funktion av massans viskositet.

Tabell 3

Volymvikt — uttryckt såsom kg torrs substans per m³ rå ved — av olika rötstadier jämte motsvarande frisk ved hos två granstammar, angripna av *Polyporus annosus* och använda för provkokning. Mo och Domsjö 1948.

Volume weight — expressed in kg dry substance per m³ raw wood — of various stages of rot with corresponding sound wood in two spruce trunks, attacked by *Polyporus annosus* and used for experimental cookings. Mo & Domsjö 1948.

Ved Wood	Höjd över marken m Height above ground m	kg torrs substans per m ³ rå ved kg dry substance per m ³ raw wood	
		Träd 1 Tree no. 1	Träd 2 Tree no. 2
Frisk splint..... Sound sapwood	1—2	416	423
	3—4	412	423
	5—6	428	424
Frisk kärna..... Sound heartwood	6—7	407	—
Anilinved..... Aniline wood	5—6	—	420
Ljus faströta..... Light firm rot	3—4	371	372
	5—6	412	—
Mörk faströta..... Dark firm rot	1—2	345	320
Lösröta..... Soft rot	1—2	273	254

Kokningarna ha utförts i 1 liters stålautoklaver utan gasning roterande i ett glycerinbad. De i redogörelsen angivna temperaturerna ha varit badets temperatur. Aggregatet omfattade 8 kokare, som separat kunde uttagas ur badet. Efter det kokaren uttagits och nedkylts har massan våtdefibrerats. Därefter silades massan i WENBERGS vibrerande laboratoriesil (slitsvidd 0,20 mm) och upptogs massan i en sillåda med finmaskig fosforbronsduk nr 90 (90 hål/eng. tum). Massan och de frånsilade spetorna torkades var för sig vid 50° C. Massan vägdes och utbytet av torr massa beräknades. Fuktighetsbestämningen gjordes genom torkning vid 105° C under 14 timmar.

I kurvorna angivet totalt utbyte betyder utbyte av massa + spetor. Utbytet har räknats i procent av vikten torr ved. Flisens fukt bestämdes genom torkning vid 105° C.

a. Oblekt sulfitpappersmassa

Träd 1, 2, 3 och 4.

Kokning.

Träd 1, 3 och 4.

150 g ved per kokare.

Flisfuktighet 9,4—26,8 %.

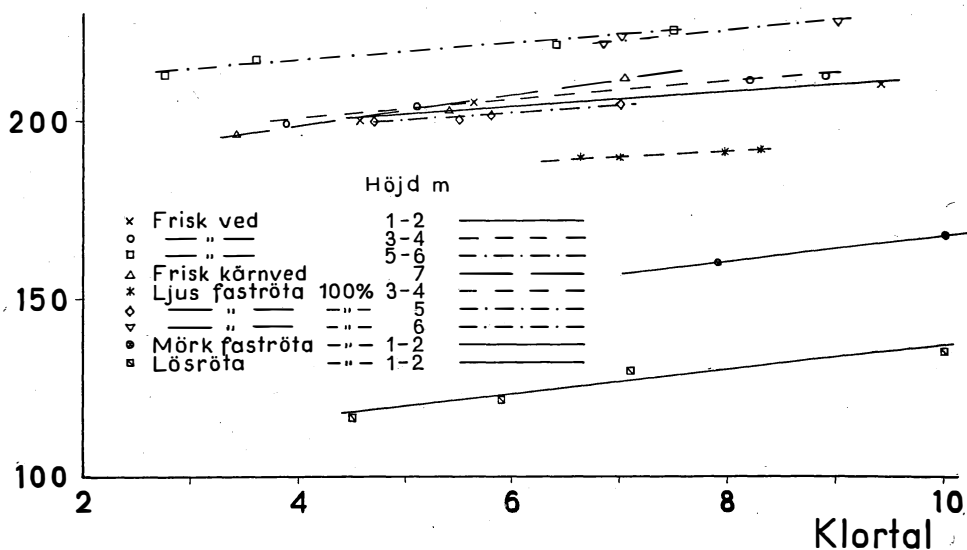
Kg massa / m³ ved

Fig. 14. Massautbyte per kubikmeter ved vid olika klortal vid framställning av oblekt sulfittappermassa av olika delar av en annosus-rötskadad granstam. Träd 1, från Ångermanland. Mo och Domsjö 1948.

Pulp yield per m³ of wood at various chlorine numbers in production of unbleached sulphite paper pulp from various parts of *annosus*-damaged spruce trunk. Tree no. 1, from Ångermanland. Mo & Domsjö 1948. Kg massa/m³ ved = kgs pulp per m³ of wood. Höjd = height. Klortal = chlorine number. Frisk ved = sound wood. Frisk kärnved = sound heartwood. Ljus faströta = light firm rot. Mörk faströta = dark firm rot. Lösröta = soft rot.

Koksyra 550—625 ml. % CaO 0,95. % SO₂ 4,45—4,55.

Temperaturschema: 65° C 1 tim. 65°—105° C 4 tim. 105° C 1 tim. 105°—135° C 3 tim. Vid 135° C anpassades tiden efter massans ligninhalt.

Träd 2.

150 g ved per kokare.

Flisfuktighet 8,9, 8,4, 9,1, 10,6 % för resp. flissorter.

Koksyra 625 ml. % CaO 1,0. % SO₂ 4,45—4,50.

Temperaturschema: lika med för träd 1, 3 och 4.

Försöksresultaten redovisas i fig. 14 och 15, som visa massautbytet per volymenhet såsom funktion av klortalen. Av fig. 16 framgår viktsutbytet av massa per

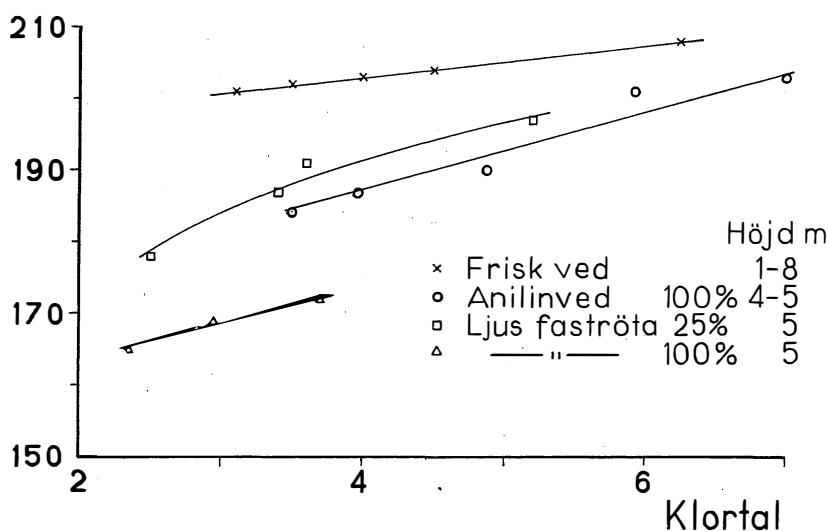
Kg massa/m³ ved

Fig. 15. Massautbyte per kubikmeter ved vid olika klortal vid framställning av oblekt sulfitpappersmassa av blandningar av olika slag och mängder rötved i motsvarande frisk splintved på samma höjd i en annosus-rötskadad granstam. Träd 2, från Värmland. Mo och Domsjö 1948.

Pulp yield per m³ of wood at different chlorine numbers in production of unbleached sulphite paper pulp from mixtures of various kinds and quantities of decayed wood and corresponding sound sapwood at the same height in an *annosus*-damaged spruce trunk. Tree no. 2, from Värmland. Mo & Domsjö 1948. Kg massa m³ ved = kgs pulp per m³ of wood. Höjd = height. Klortal = chlorine number. Frisk ved = sound wood. Anilinved = aniline wood. Ljus faströta = light firm rot.

volymenhet ved såsom funktion av mängden röta¹ och i fig. 17 återgives resultatet av vithetsbestämningar.

Av fig. 15 framgår, att utbytet av ren anilinved vid konstant klortal blev något lägre än av motsvarande frisk ved. Differenserna voro mindre vid högt än vid lågt klortal. Vad den egentliga rötveden beträffar visar fig. 14, att utbytet beträffande ljus faströta i ren form (100 %) på 3—4 m höjd över marken blev något mindre än av motsvarande frisk ved (190 kg massa per m³ ved i stället för 208 kg massa av frisk ved vid klortal 7). Högre upp i trädet (på 5—6 m höjd), där rötan är yngre, lämnade

¹ Såsom förut nämnts var flistjockleken för träd 1 tämligen ojämn, vilket kan vara orsaken till vissa oregelbundna värden på utbytena per viktsenhet hos dessa prov. Då veden köpes efter volym, är emellertid utbytet per volymenhet av större betydelse. Nedsättningen av vedens volymvikt spelar därför en större roll än de små variationerna i utbytet per viktsenhet. Värdena på utbytet per volymenhet kunna sålunda även för träd 1 anses vara tillräckligt noggranna.

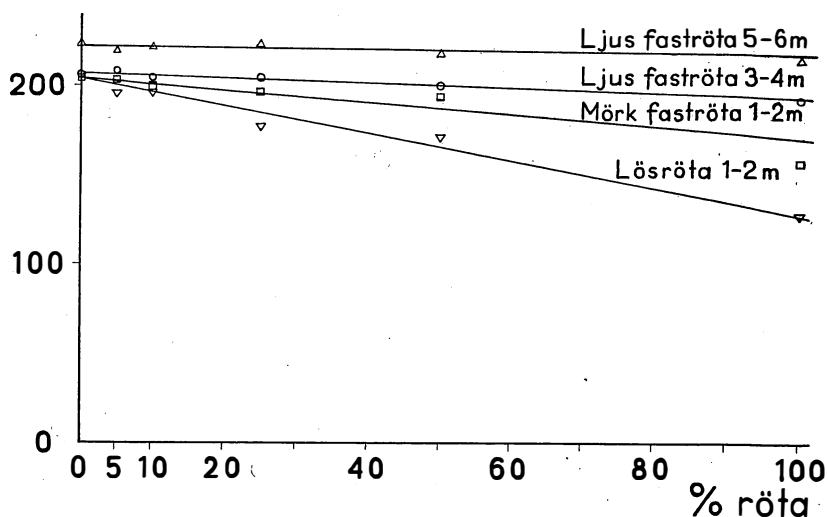
Kg massa/m³ ved

Fig. 16. Massaubyte per kubikmeter ved vid framställning av oblekt sulfitpappersmassa av blandningar av olika slag och mängder rötved i motsvarande frisk splintved på samma höjd i en annosus-rötshadad granstam. Klortal 7. Träd 1, från Ångermanland, Mo och Domsjö 1948.

Pulp yield per m³ of wood in production of unbleached sulphite paper pulp from mixtures of various kinds and quantities of decayed wood and corresponding sound sapwood at the same height in an *annosus*-damaged spruce trunk. Chlorine number 7. Tree no. 1, from Ångermanland. Mo & Domsjö 1948. Kg massa/m³ ved = kgs pulp per m³ of wood. Ljus faströta = light firm rot. Mörk faströta = dark firm rot. Lösröta = soft rot. % rötta = % of rot.

rötveden praktiskt taget samma utbyte som motsvarande frisk ved. Mörk faströta däremot, som är utbildad i stammens nedre delar (1—2 m) lämnade betydligt lägre utbyte än frisk ved (vid klortal 7 resp. 157 och 205 kg massa per m³ ved), och det samma var i ännu högre grad fallet beträffande lösröta (127 kg massa per m³ ved). Medan utbytesminskningen för konstant klortal beträffande anilinveden synes kunna hänföras till fördröjd ligninutlösning, beror minskningen beträffande de övriga rötstadierna på att en del av vedsubstansen förtärs av svampen.

Resultaten av pappersmassakoken av anilinveden kunna bättre uttryckas på följande sätt. Vid kokning till konstant utbyte ger anilinveden ett högre klortal än frisk ved. Fig. 16 illustrerar samma förhållande som fig. 14 och visar dessutom, att vid konstant klortal ett i stort sett rätlinjigt samband synes råda mellan utbytet och inblandningen av olika kvantiteter rötved i motsvarande frisk ved.

Vad föroreningar i massan beträffar visade sig spetmängden bliva något högre av anilinved än av frisk ved och ljus faströta.

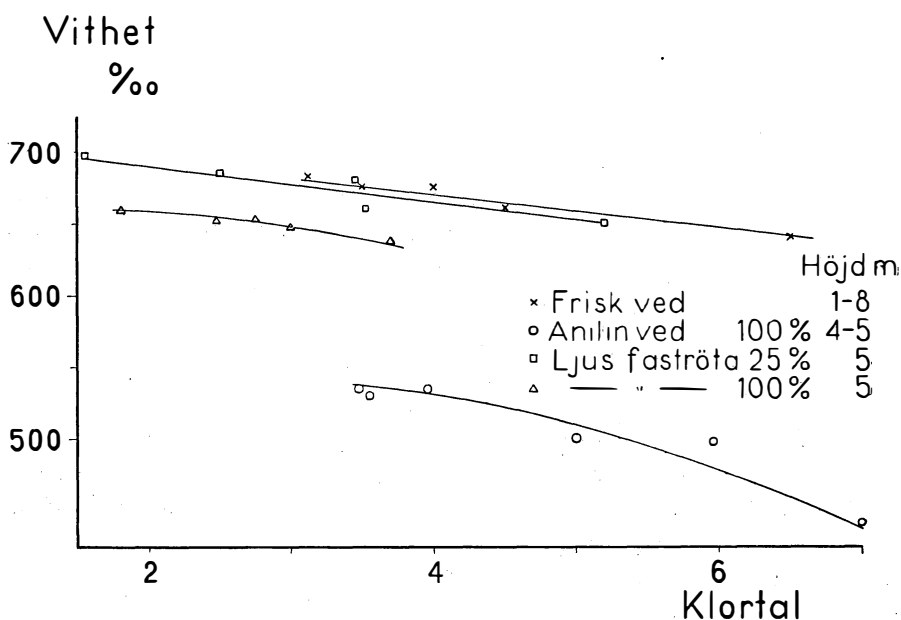


Fig. 17. Vithet vid olika klortal hos oblekt sulfitpappersmassa framställd av blandningar av olika slag och mängder rötved i motsvarande frisk splintved på samma höjd i en annosus-rötskadad granstam. Träd 2, från Värmland. Mo och Domsjö 1948.

Brightness at different chlorine numbers of unbleached sulphite paper pulp produced from mixtures of various kinds and quantities of decayed wood and corresponding sound sapwood at the same height in an *annosus*-damaged spruce trunk. Tree no. 2, from Värmland. Mo & Domsjö 1948.

Vithet=brightness. Höjd=height. Klortal=chlorine number. Frisk ved=sound wood. Anilinved=aniline wood. Ljus faströta=light firm rot.

Jämföres den oblekta massans färg vid konstant klortal (fig. 17) finner man, att vitheten hos massa tillverkad av ren (100 %) anilinved blev avsevärt sämre än hos massa framställd av motsvarande frisk ved. Vid lägre inblandning (upp till 10 %) kunde ingen märkbar påverkan konstateras. Anmärkningsvärt var, att vitheten hos massa tillverkad av ljus faströta både i 25 %-ig inblandning och i ren form (100 %) blev avsevärt bättre än hos massa tillverkad av anilinved. Den oblekta massans vithet avtog parallellt med den försämrade ligninutlösningen. Vad mörk faströta och lösröta beträffar kunde en påtaglig försämring av massans vithet med säkerhet påvisas vid höga inblandningar i motsvarande frisk ved (25 %). Som exempel på storleksordningen av variationerna i massans vithet kunna följande siffror anföras från en serie (träd 1), i vilken leukometervärdet för jämförbar frisk ved utgjorde 553 % (klortal i samtliga fall = 7). Motsvarande värden för anilinved, ljus faströta, mörk faströta och lösröta i ren form (100 %) voro 365 %, 510 %, 355 % resp. 437 %. Jfr för övrigt fig. 17.

Utom *annosus*-skadad ved ha prov av granved angripen av honungsskivling (*Armillaria mellea*) samt av en stubbröta (såsom förut nämnts troligen *Polyporus borealis*) använts för pappersmassaframställning.

Vad utbytet beträffar visade sig detta för massa tillverkad av dylik röta — i vilken cellulosan redan från början angripes av svampen — ha kraftigt reducerats jämfört med utbytet av motsvarande frisk ved. *Viktsutbytet* i jämförelse med frisk ved för ren *Armillaria*-röta var i medeltal ca 60 % och för *borealis*-röta i medeltal ca 90 %. Beträffande vithet hos massa tillverkad av dylik ved kunde en betydande försämring konstateras.

En del orienterande styrkeprovningar för papper framställt av de olika massorna ha utförts. Av undersökningarna framgår, att styrkan hos papperet påtagligt sjunker vid hög inblandning av mörk faströta och lösröta (*P. annosus*). Detsamma är förhållandet beträffande *Armillaria*- och *Polyporus borealis*-rötorna. Beträffande dessa rötter har massan blivit mycket kortfibrig. Anilinved och ljus faströta (*P. annosus*) ha i 100 %-ig förekomst givit massor med något lägre styrkevärdet än frisk ved. Vid de inblandningar, som kunna förekomma i praktiken, är nedsättningen av styrkan utan betydelse för dessa senare rötter.

b. Blekt sulfupappersmassa

Träd 2.

Kokning.

150 g ved per kokare.

Flisfuktighet 8,9, 8,3, 9,1, 10,4 % för resp. flissorter.

I övrigt samma förfarande som vid framställning av oblekt pappersmassa.

Klorering.

Tid 45 min. Temp. 16° C. Massakonc. 3 %.

Klormängden varierades efter ligninhalten.

Alkalitvättning. Tid 30 min. Temp. 16° C. Massakonc. 3 %. NaOH räknad på torr massa 0,5 %.

Alkalibehandling. Tid 90 min. Temp. 70° C. Massakonc. 12 %. NaOH räknad på torr massa 1 %.

Slutblekning med kalciumhypoklorit. Tid 4 tim. Temp. 44° C.

Massakonc. 6 %. Aktiv klor räknad på torr massa 1,2 %.

NaOH räknad på torr massa 0,25 %.

Försöksresultat. Blekningsförsöken ha omfattat anilinved, ljus faströta och motsvarande frisk ved. Avsikten var främst att undersöka massans vithet. Försöken visade, att olikheterna i den oblekta massans vithet mellan frisk ved, anilinved och

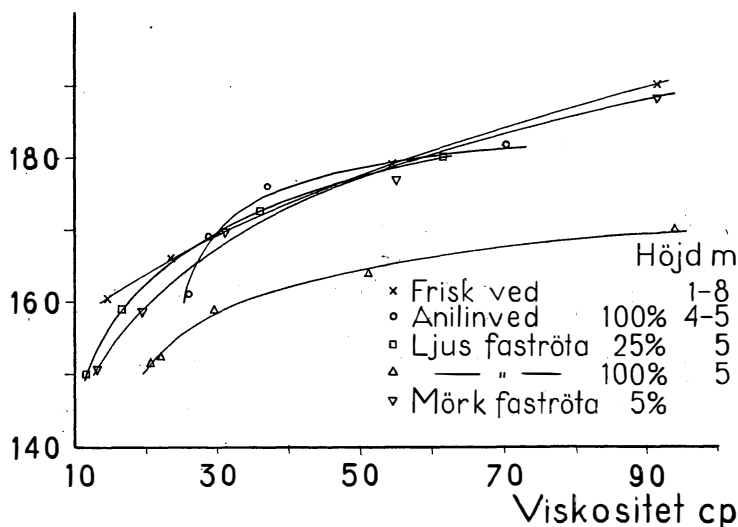
Kg massa/m³ ved

Fig. 18. Massautbyte per kubikmeter ved vid olika viskositet hos oblekt silkemassa framställd av blandningar av olika slag och mängder rötved i motsvarande frisk splintved på samma höjd i en annosus-rötskadad granstam. Träd 2, från Värmland. Mo och Domsjö 1948.

Pulp yield per m³ of wood at various viscosities of unbleached rayon pulp produced from mixtures of different kinds and quantities of decayed wood and corresponding sound sapwood at the same height in an annosus-damaged spruce trunk. Tree no. 2, from Värmland. Mo & Domsjö 1948.

Kg massa/m³ ved = kgs pulp per m³ of wood. Höjd = height. Viskositet = viscosity. Frisk ved = sound wood. Anilinved = aniline wood. Ljus faströta = light firm rot. Mörk faströta = dark firm rot.

ljus faströta utjämnades vid blekning. Det framgick dock tydligt, att vid det använda blekningsförfarandet en lägre vithet uppnåddes för massa tillverkad av ren anilinved än av motsvarande frisk ved. Däremot lågo olikheterna i vithet mellan blekt massa framställd av frisk ved och ljus faströta inom gränserna för försöksfelen.

Det begränsade försöksmaterialet medger inte några definitiva slutsatser rörande klorförbrukningen vid klorering och hypokloritblekning av pappersmassa. Vid konstant klortal (detta är som tidigare nämnts omräknat ur permanganatförbrukningen) synas variationerna vara små. Det tekniskt riktiga är givetvis, att vid framställning av blekt pappersmassa av anilinved avbryta koket vid ett högre klortal än vid användning av frisk ved, varvid givetvis klorförbrukningen kommer att stiga.

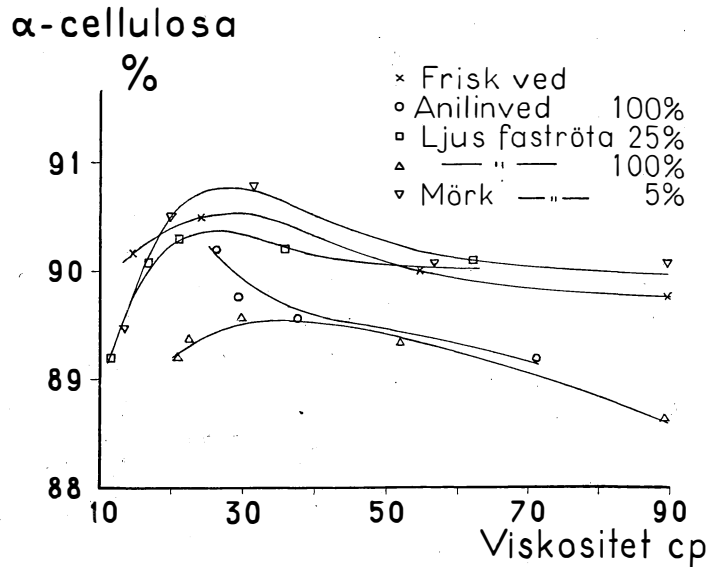


Fig. 19. Halt α -cellulosa vid olika viskositet i oblekt silkemassa framställd av blandningar av olika slag och mängder rötved i motsvarande frisk splintved på samma höjd i en annosus-röttskadad granstam. Träd 2, från Värmland. Mo och Domsjö 1948.

Content of alpha-cellulose at various viscosities of unbleached rayon pulp produced from mixtures of different kinds and quantities of decayed wood and corresponding sound sapwood at the same height in an *annosus*-damaged spruce trunk. Tree no. 2, from Värmland. Mo & Domsjö 1948.

Frisk ved=sound wood. Anilinved=aniline wood. Ljus faströta=light firm rot. Mörk faströta=dark firm rot.

Beträffande utbytet vid blekning av frisk ved, anilinved och ljus faströta ha små variationer iakttagits. Dessa förklaras åtminstone delvis genom variationer i ligninhalten.

c. Oblekt silkemassa

Träd 2.

Kokning.

150 g ved per kokare.

Flisfuktighet 8,7, 7,6, 8,2, 8,0, 8,8 och 9,7 för resp. flissorter.

Koksyra 625 ml. % CaO 0,90. % SO₂ 4,45—4,55.

Temperaturschema: 65° C 1 tim. 65—105° C 4 tim. 105° C 1 tim. 105—148° C 3 tim.

Vid 148° C anpassades tiden efter massans viskositet.

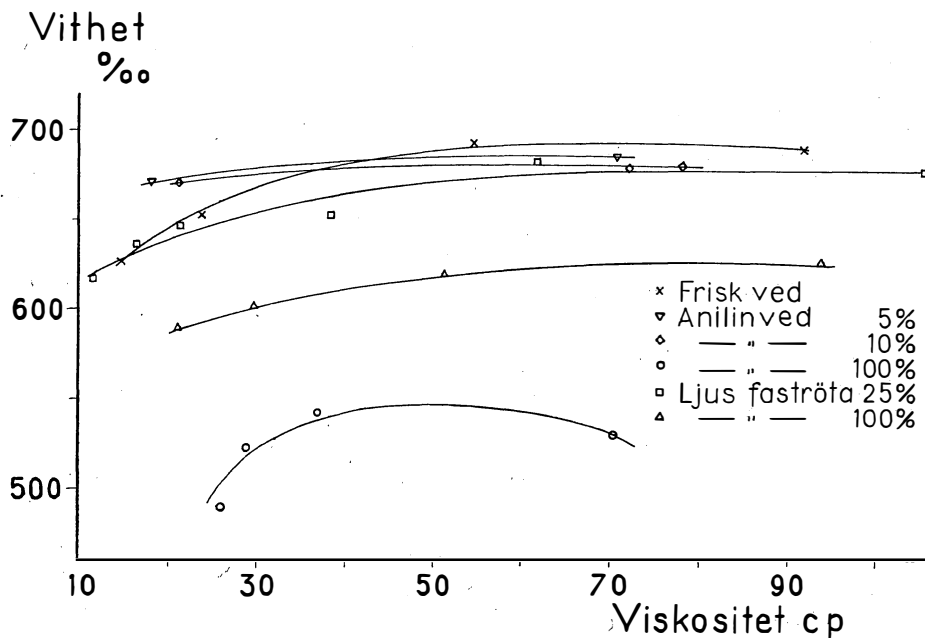


Fig. 20. Vithet vid olika viskositet hos oblekt silkemassa framställd av blandningar av olika slag och mängder rötved i motsvarande frisk splintved på samma höjd i en annosus-rötskadad granstam. Träd 2, från Värmland. Mo och Domsjö 1948.

Brightness at various viscosities of unbleached rayon pulp produced from mixtures of different kinds and quantities of decayed wood and corresponding sound sapwood at the same height in an *annosus*-damaged spruce trunk. Tree no. 2, from Värmland. Mo & Domsjö 1948.

Vithet = brightness. Frisk ved = sound wood. Anilinved = aniline wood. Ljus faströta = light firm rot.

Försöksresultaten framgå av fig. 18 och 19, som visa massautbytet per volymenhet resp. halten alfacellulosa vid olika viskositet, samt fig. 20 och 21, som visa vithet och permanganattal såsom funktion av massornas viskositet.

Av fig. 18 framgår sålunda, att viktsutbytet av massa per volymenhet ved för en given viskositet hos massan blev detsamma av frisk ved och av anilinved. Beträffande ljus faströta och mörk faströta blev utbytet lägre än av motsvarande frisk ved beroende på att en märkbar del av vedsubstansen i dessa fall förtärts av röt-svampen. Spethalten låg i samtliga fall under 0,1 % av vedens vikt.

Tydliga differenser erhöles vid försöken beträffande halten alfacellulosa i den oblekta silkemassan. Vid 100 % angripen ved ger anilinved och ljus faströta en lägre halt av alfacellulosa än frisk ved. De lägsta värdena ha erhöles beträffande 100 % ljus faströta, för vilken värdena lågo omkring 1 % lägre än för frisk ved.

För en given viskositet erhöles avgjort högre permanganattal (ligninhalt) och en betydlig försämring av den oblekta massans färg beträffande ren anilinved (100 %).

Permanganat- tal

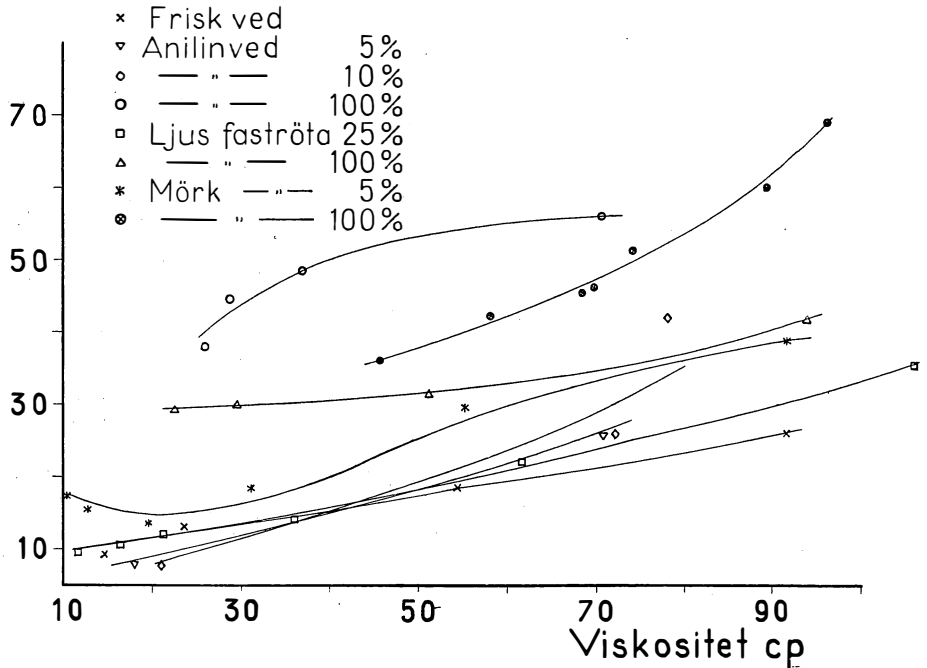


Fig. 21. Samband mellan permanganattal och viskositet hos oblekt silkecellulosa framställd av blandningar av olika slag och mängder rötved i motsvarande frisk splintved på samma höjd i en annosus-rötskadad granstam. Träd 2, från Värmland. Mo och Domsjö 1948.

Connection between permanganate number and viscosity of unbleached rayon pulp produced from mixtures of various kinds and quantities of decayed wood and corresponding sound sapwood at the same height in an *annosus*-damaged spruce trunk. Tree no. 2, from Värmland. Mo & Domsjö 1948. Permanganattal=permanganate number. Frisk ved=sound wood. Anilinved=aniline wood. Ljus faströta=light firm rot. Mörk faströta=dark firm rot.

Vid 5 % resp. 10 % inölandning av sådan ved blev försämringen i dessa avseenden knappt påvisbar. Den ljusa faströtan gav något högre ligninhalt och en något sämre färg än motsvarande frisk ved och intog i dessa hänseenden en mellanställning mellan frisk ved och anilinved (se fig. 21).

d. Blekt silkemassa

Träd 2.

Kokning.

150 g ved per kokare.

Flisfuktighet 9,1, 8,8; 8,8, 9,5, 11,3 och 11,2 % för resp. flissorter.

I övrigt samma förfarande som vid framställning av oblekt sulfitmassa av silkemassatyp.

Klorering, alkalitvättning och alkalibehandling såsom vid framställning av blekt pappersmassa.

Slutblekning med kalciumhypoklorit.

Aktiv klor räknad på torr massa 0,8 %. I övrigt som vid blekning av pappersmassa.

Försöksresultaten visa bl. a., att vid framställning av blekt silkemassa olikheterna i den oblekta massans vithet mellan frisk ved, anilinved och ljus faströta delvis utjämnas vid blekning. Lägsta värdet på vitheten har erhållits för massa av 100 % anilinved. Olikheterna i vithet mellan blekt massa av frisk ved och blekt massa av ljus faströta, mörk faströta och lösröta äro små och ligga i huvudsak inom gränserna för försöksfelen. För en given viskositet hos den oblekta massan var klorförbrukningen störst beträffande anilinveden, mindre för lösröta, mörk faströta och den ljusa faströtan och minst för frisk ved. Detta är naturligt med hänsyn till variationerna i ligninhalten i den oblekta massan, såsom tidigare diskuterats. Vid blekning av lösröta sjunker blekningsutbytet katastrofalt. Utbytet vid blekningen var endast ca 70 % medan motsvarande värde för frisk ved var 95 %. Övriga rötter gävo utbyten av 92—94,5 %. Lösröta och mörk faströta (100 %) ge ytterst kortfibriga massor med betydligt lägre alfahalt än massor av övriga rötter. Några differenser i hartshalten, som med säkerhet kunna hänföras till vedens kvalitet, ha icke kunnat fastställas.

2. Uddeholms provkokningar

Oblekt och blekt sulfatpappersmassa

Försöksmaterialet bestod av flisblandningar av olika rötstadier i en och samma *Polyporus annosus*-angripen granstam från Värmland (träd 5). Undersökningen omfattade inblandning av rötved även i större mängder för att närmare undersöka konsekvenserna av att den mest rötskadade sulfitveden eventuellt komme att överföras till sulfatfabrikerna.

Vid samtliga provkokningar ha massautbytet, spethalten samt massans vithet och styrkeegenskaper bestämts. Utbytet har ursprungligen beräknats per viktsenhet torr ved men omräknats med användning av resp. vedslags volymvikt i fast mått, så att det verkliga viktsutbytet i jämförelse med utbytet av motsvarande frisk ved (splintved; i ett fall kärnved) kunnat erhållas. Den använda vedens volymvikt framgår av tab. 4.

Av värdet på volymvikten hos den friska kärnveden och motsvarande splintved i tab. 4 framgår, att det ifrågavarande trädet var mycket jämnt vuxet. Icke heller i höjddled synes nämnvärda variationer hos den friska veden ha förekommit med un-

Tabell 4

Volymvikt — uttryckt såsom kg torrsubstans per m³ rå ved — av olika rötstadier jämte motsvarande frisk ved hos gran från Värmland angripen av *Polyporus annosus* och använd vid provkokning. Träd 5. Uddeholm 1948.

Volume weight — expressed in kg dry substance per m³ raw wood — of various stages of rot with corresponding sound wood in a spruce from Värmland, attacked by *Polyporus annosus* and used for experimental cookings. Tree no. 5. Uddeholm 1948.

Ved Wood	Höjd över marken m Height above ground m	kg torrsubstans per m ³ rå ved kg dry substance per m ³ raw wood
Frisk splint..... Sound sapwood	1—2	531,0
	2—3	424,9
	3—4	428,6
	4—5	428,2
	5—6	444,9
Frisk kärnved ovanför anilinveden..... Sound heartwood above the aniline wood	5—6	441,0
Anilinved..... Aniline wood	4—5	421,1
Ljus faströta..... Light firm rot	3—4	372,8
Mörk faströta..... Dark firm rot	2—3	308,2
Lösröta..... Soft rot	1—2	241,0

dantag av rotsektionen. Det höga värdet för den friska veden, som här omgav lösröten, torde emellertid bero på den förstärkning av splintveden, som ägt rum i samband med rötans utveckling i kärnan. Den största nedsättningen i volymvikt kunde givetvis konstateras för lösröten och den minsta i anilinveden med praktiskt taget samma värde som för motsvarande frisk ved. Blandningarnas volymvikter ha icke empiriskt bestämts utan beräknats proportionellt mot ingående rötvedsmängd.

Kokning.

Av varje flisblandning användes ett antal lika prov för en kokserie med olika satsning av verksamt alkali, vilket vid konstant koktid resulterade i massor med olika uppslutningsgrad. Utbyte och alkaliförbrukning kunde ur dessa kokserier beräknas grafiskt för en viss uppslutningsgrad. I ifrågavarande fall valdes klortal 5, då denna uppslutningsgrad vid laboratoriekok i bombrör ger en lätt defibrerbar kraftmassa utan större halt av spetor och okokt ved. All massa har emellertid silats i WENNERBERGS laboratoriesil med 0,4 mm slitsvidd. Ur de så erhållna kurvorna har även den för klortal 5 erforderliga alkalisatsen utvalts för kokning av massa till blekningsförsöken.

Till kokningen användes vitlut från sulfatfabriken i Skoghall, som på laboratoriet

Tabell 5

Viktsutbyte silad massa vid klortal 5 samt den för denna uppslutningsgrad erforderliga alkalimängden (räknad på veden) vid konstant koktid. Träd 5. Uddeholm 1948.

Weight yield of filtered pulp at chlorine number 5 and the amount of alkali necessary to achieve this degree of cooking in a given time. Uddeholm 1948.

Volym röta % Volume of rot %	Lösröta Soft rot		Mörk faströta Dark firm rot		Ljus faströta Light firm rot		Anilinved Aniline wood		Frisk kärnved Sound heartwood	
	Ut- byte % Yield %	Verks. alkali Active alkali	Ut- byte % Yield %	Verks. alkali Active alkali	Ut- byte % Yield %	Verks. alkali Active alkali	Ut- byte % Yield %	Verks. alkali Active alkali	Ut- byte % Yield %	Verks. alkali Active alkali
100	33,5	225—230	44,1	220—225	45,7	220—225	48,3	205—210	49,6	195—200
50	42,1	225—230	45,3	—	46,9	210—215	48,7	205—210	—	—
25	43,3	215—220	45,6	—	47,6	205—210	49,0	205—210	—	—
10	43,6	210—215	45,7	215—220	47,6	205—210	49,2	200—205	—	—
5	44,7	210—215	46,2	210—215	47,7	205—210	48,4	—	—	—
1	45,4	210—215	46,6	210—215	48,3	205—210	47,9	200—205	—	—
0	45,6	210—215	46,6	210—215	48,6	205—210	47,7	200—205	—	—

korrigeras till en sulfiditet av 25 %¹. Vitluten späddes före satsningen med vatten, så att den satsade koklutens volym i ml blev 4 gånger den satsade vedmängden i gram. Den i varje kok satsade mängden »verksamt alkali» uttryckes i g NaOH per 1 000 g absolut torr ved.

I fig. 22 redovisas massautbytet — omräknat i viktsprocent av motsvarande frisk ved — av ren rötved av olika slag vid olika klortal.

I tab. 5 sammanställas de ur primärvärdena grafiskt bestämda utbytena vid klortal 5 jämte den för denna uppslutningsgrad erforderliga alkalimängden vid konstant koktid. Alkalimängden har angivits approximativt med 2 värden, mellan vilka den riktiga sannolikt torde ligga. Man torde ganska säkert kunna konstatera, att veden blir mera svåruppsluten med stigande rötvedshalt för alla slag av röta och att effekten ökar i riktning från anilinved till lösröta. Den friska kärnveden har krävt den minsta alkalimängden av samtliga vedslag, och det ser ut som om den rötan omgivande friska splintveden till en viss grad blivit mera svåruppsluten. Detta kommer givetvis att inverka på den därav framställda cellulosan. Den högre alkalikoncentrationen medför ett starkare angrepp på träpolyoserna med lägre utbyte och lägre viskositet som följd.

För att återgå till tab. 5 och utbytessiffrorna synes, att en sänkning av utbytet erhållits för alla rötslag utom anilinveden. Då de i tab. 5 återgivna utbytesvärdena äro viktsutbyten, måste detta tolkas så, att kraftig utlösning av träpolyosers ägt rum, vilken möjliggjorts av dessas nedbrytning under rötangreppet. Lösligheten i alkali ökar nämligen snabbt med sjunkande polymerisationsgrad, när ett visst värde

¹ Sulfiditet = halten Na₂S i procent av »verksamt alkali», som i sin tur beräknas av summan NaOH och Na₂S, varvid alla alkalimängder uttryckes som NaOH.

Massautbyte i vikts-% av motsvarande frisk ved

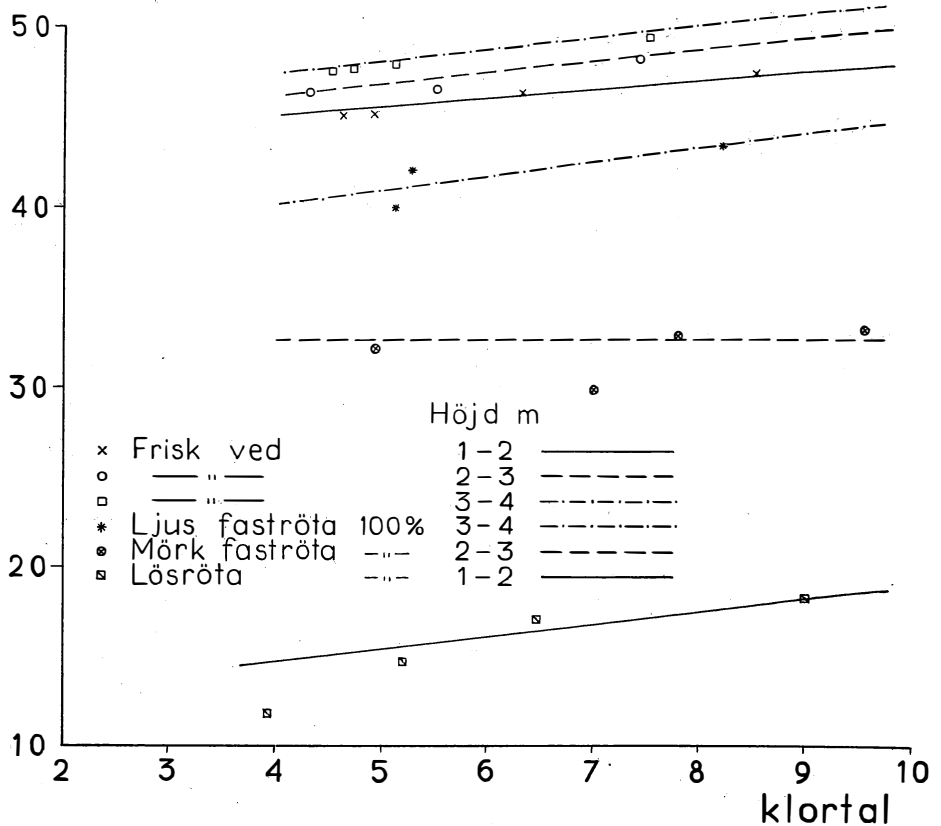


Fig. 22. Massautbyte omräknat i viktsprocent av motsvarande frisk ved vid olika klortal vid framställning av oblekt sulfatpappersmassa av olika delar av en annosus-rötskadad granstam. Träd 5, från Värmland. Uddeholm 1948.

Pulp yield in weight % of corresponding sound wood at different chlorine numbers in production of unbleached sulphate paper pulp from various parts of an *annosus*-damaged spruce trunk. Tree no. 5, from Värmland. Uddeholm 1948.

Massautbyte i vikts-% av motsvarande frisk ved = Pulp yield in weight % of corresponding sound wood. Klortal = chlorine number. Frisk ved = sound wood. Ljus faströta = light firm rot. Mörk faströta = dark firm rot. Lösröta = soft wood.

uppnått. I förening med volymvikterna i tab. 4 erhållas givetvis ännu lägre utbyten, då därigenom även hänsyn tagits till den vedsubstans, som helt förtärts av röttsvamparna. I fig. 23 återgives grafiskt som funktion av rötvedshalten detta kombinerade utbyte, som alltså uttrycker det sammanlagda utbytet av de bägge processerna rötangrepp + sulfatkok och som sålunda ger ett uttryck för utbytet per volymenhet ved.

Massautbyte i vikts-%
av motsvarande frisk ved

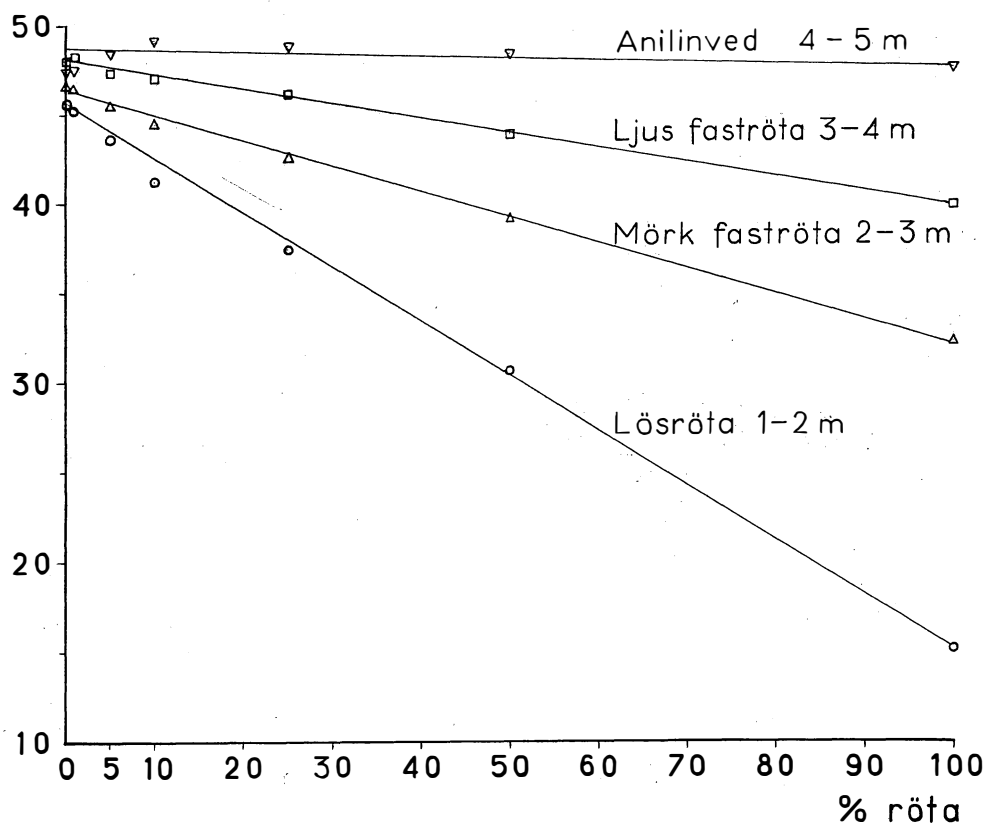


Fig. 23. Massautbyte omräknat i viktsprocent av motsvarande frisk ved vid framställning av oblekt sulfatpappersmassa av blandningar av olika slag och mängder rötvod i motsvarande frisk splintved på samma höjd i en annosus-rötskadad granstam. Klortal 5. Träd 5, från Värmland. Uddeholm 1948.

Pulp yield in weight % of corresponding sound wood in production of unbleached sulphate paper pulp from mixtures of various kinds and quantities of decayed wood in corresponding sound sapwood at the same height in an *annosus*-damaged spruce trunk. Chlorine number 5. Tree no. 5, from Värmland. Uddeholm 1948.

Massautbyte i vikts-% av motsvarande frisk ved = pulp yield in weight % of corresponding sound wood. % röta = % of rot. Anilinved = aniline wood. Ljus faströta = light firm rot. Mörk faströta = dark firm rot. Lösröta = soft rot.

Fig. 23 visar praktiskt taget rätlinjiga samband mellan rötvedshalt och utbyte. Lösrötan visar som väntat den kraftigaste sänkningen, medan anilinveden ej märkbart påverkat utbytet. Ljus och mörk faströta ligga mellan dessa ytterligheter i väntad ordningsföljd. Det synes som om linjen för lösrötan egentligen borde ha en

Tabell 6

Utbyte i kg sulfatmassa per hl flis av annosus-rötad granved vid klortal 5. Träd 5. Uddeholm 1948.

Yield in kg of sulphate per hl of chips of *annosus*-damaged spruce wood at chlorine number 5. Tree no. 5. Uddeholm 1948.

Volym röta % Volume of rot %	Lösröta Soft rot	Mörk faströta Dark firm rot	Ljus faströta Light firm rot	Anilined Aniline wood
100	3,78	5,96	7,95	11,50
50	7,20	7,60	8,12	10,54
25	7,95	8,37	8,48	10,20
10	8,63	8,80	8,55	9,88
5	9,14	9,09	8,58	9,64
1	9,42	9,24	8,70	9,52
0	9,45	9,28	8,60	9,42

något starkare lutning i början, så att utbytet av de första 10 % inblandning bleve mycket lågt. Detta är i och för sig icke alls otänkbart, då det i kokets början relativt starka lutöverskottet kan tänkas orsaka fullständig upplösning av lösrötan. Resultatet av inblandning av rötved blir sålunda i detta fall en onödig alkaliförbrukning och ett rötvedsinblandningen motsvarande mindre kokarutbyte. Alkaliförlusten i en sulfatfabrik — en faktor av stor ekonomisk betydelse — är i stort sett proportionell mot den per producerad enhet cirkulerande alkalimängden och kommer således att öka vid inblandning av rötved. Det minskade kokarutbytet kommer vid fullt utnyttjande av kokeriet även att medföra en däremot svarande minskad totalproduktion alldeles bortsett från råvarukostnaden. För att få ett begrepp om kokarutbytets betydelse har försök gjorts att beräkna utbytet som kg massa/hl flis, varvid sålunda rötvedens volymvikt bestämts i löst mått såsom flis. En sådan bestämning blir ej särdeles exakt, i all synnerhet som flisen var av ganska ojämn storlek och endast smärre kvantiteter funnos till förfogande. Resultatet av en sådan beräkning framgår av tab. 6.

Värdena i tab. 6 gradera rötorna på samma sätt som fig. 23 men kunna ej göra anspråk på samma exakthet på grund av den nämnda svårigheten att bestämma volymvikten i löst mått hos olikformig flis. Tabellen ger dock en god uppfattning om rötvedsinblandningens betydelse för kokarutbytet.

Bleknings.

Blekningsförsök ha utförts i en serie på det fullständiga materialet enligt en sulfatmassablekningsmetod innehållande ett bleksteg med kloralkali i förblekningen enligt följande schema: kloralkali—klorvatten—alkalivätt—kloralkali—SO₂-behandling. Blekmedelssatsningen var proportionell mot uppslutningsgraden bestämd med permanganatmetod.

Tabell 7.

Blekningsförsök med sulfatmassa. Klorkalkmetod. Träd 5. Uddeholm 1948.

Bleaching tests on sulphate pulp. Chloride of lime method. Tree no. 5. Uddeholm 1948.

Röta Rot	Volym röta % Volume of rot %	Klortal oblekt massa Chlorine number unbleached pulp	Perman- ganattal före slut- blekning Permangan- ate number before final bleaching	Slutblekning Final bleaching			
				Serie 1 1,5 % Cl		Serie 2 2,5 % Cl	
				Vithet Brightness % G. E.	Viskositet Viscosity cp.	Vithet Brightness % G. E.	Viskositet Viscosity cp.
Anilinved.....	100	4,6	4,8	81	27,2	84	18,5
Aniline wood	50	5,5	4,7	81		86	
	25	5,3	4,7	81		85	
	10	5,1	4,8	80		85	
	5	4,6	4,4	84		86	
	0	4,6	4,4	83	20,7	85	14,7
Ljus faströta....	100	5,1	4,4	85	14,7	87	12,5
Light firm rot	50	4,6	4,4	84		87	
	25	4,7	4,2	84		86	
	10	5,1	3,1	83		86	
	5	5,0	3,2	82		86	
	0	5,0	4,2	83	20,1	(83)	14,4
Mörk faströta....	100	—	—	—	—	—	—
Dark firm rot	50	5,2	4,9	81		86	
	25	5,4	4,3	82		86	
	10	5,3	4,1	81		86	
	5	4,6	3,9	80		86	
	0	5,5	3,5	83	20,4	86	14,9
Lösröta.....	100	5,2	4,2	85	11	86	10
Soft rot	50	4,8	4,6	83		86	
	25	4,8	4,3	82		86	
	10	5,1	4,6	83		84	
	5	4,8	3,8	83		85	
	0	4,9	5,0	83	19,9	86	14,9

Slutblekningen utfördes i två parallella serier med olika klorsats och blektid enligt följande.

Serie 1. 1,5 % Cl, 1 % NaOH 4 tim., 40° C.

Serie 2. 2,5 % Cl, 1 % NaOH 6 tim., 40° C.

Vitheten mättes med Zeiss leukometer med blått filter ($454 \mu\text{m} \pm 55$) men uttrycktes i % G. E. (General Electric), varvid leukometerns utslag ökades med 3 enheter.

Blekningsförsökens resultat redovisas i tab. 7. Såsom synes visa vithetssiffrorna ingen bestämd tendens medan viskositeten för rötved vid samma vithet var lägre än för motsvarande frisk ved med undantag för anilinveden. Den låga viskositeten var särskilt utpräglad beträffande lösrötan. En blekt massa med så låg viskositet som 10—11 cp. torde med säkerhet uppvisa mycket dåliga styrkeegenskaper.

Tabell 8

Blekningsförsök med sulfatmassa. Kloreringsmetod. Träd 5. Uddeholm 1948.

Bleaching tests on sulphate pulp. Chlorination method. Tree no. 5. Uddeholm 1948.

Röta Rot	Volym röta % Volume of rot %	Klortal oblekt massa Chlorine number unbleached pulp	Slutblekning Final bleaching			
			Serie 1 1,5 % Cl		Serie 2 2,5 % Cl	
			Vithet Brightness % G. E.	Viskositet Viscosity cp.	Vithet Brightness % G. E.	Viskositet Viscosity cp.
Frisk kärnved..... Sound heartwood	—	5,0	79	30,6	84	19,4
Anilined..... Aniline wood	100 0	4,7 5,1	80 81	27,2 30,2	85 85	19,3 20,8
Ljus faströta..... Light firm rot	100 0	4,3 4,8	82 80	21,3 31,0	87 85	15,5 20,2
Mörk faströta..... Dark firm rot	100 0	5,7 5,1	83 81	24,1 30,4	85 85	16,6 19,3
Lösröta..... Soft rot	100 0	6,7 5,2	83 81	18,7 30,3	87 85	12,7 20,0

För att få mera material för bedömning av rötans betydelse för blekningen utfördes en blekningsserie på enbart röta och frisk ved, varvid en konventionell kloreringsmetod användes. Schemat för denna serie var följande: klorvatten—alkalivätt—klorvatten—alkalivätt—klorkalk—SO₂-behandling.

Resultaten ha sammanställts i tab. 8, som genomgående visar en lägre viskositet för rötveden utom anilineden. Vitheten var däremot densamma eller i vissa fall t. o. m. bättre beträffande rötveden. För all massa tillverkad av frisk ved erhöles mycket likartade värden på såväl vithet som viskositet i både slutblekningsserie 1 och 2.

Då anilineden visat sig likvärdig med frisk ved vad utbyte beträffar och — såsom senare skall visas — även i styrkehänseende, ansågs det av största intresse att söka fastställa dess inverkan på blekningsresultatet. Därvid användes en annan blekningsmetodik än för här tidigare beskrivna enstaka prov på olika blandningar. Ren anilined (100 %) jämfördes med motsvarande frisk ved i 30 exakt lika blekningsförsök. Massan härtill framställdes i 10 samtidigt utförda bombrörskok. Massan från de olika koken av resp. vedslag blandades före blekningen. Samma kloreringsmetod som i försöket redovisat i tab. 7 användes, men endast 1 slutblekning med 2 % Cl under 5 timmar förekom. Vid varje blekförsök framställdes 2 ark för vithetsmätning, och på varje ark bestämdes vitheten på två ställen på såväl fram- som baksida. Vitheten (medeltal av 4 leukometer-värden) för massa framställd av ren anilined utgjorde sålunda 76,7 och för motsvarande frisk ved 77,0 % G. E.

De 10 bombrörskokerna för denna blekningsserie resulterade i en kraftmassa med klortal 4,6 och utbyte 49,8 % för anilineden och 4,3 resp. 50,8 % för den friska ve-

Tabell 9

Styrkeprovning vid klortal \cong 5 av oblekt sulfatpappersmassa tillverkad av olika rötstadier av annosus-angripen granved i olika inblandning i motsvarande frisk ved. Lampén-malning. Uddeholm 1948.

Strength test at chlorine number \cong 5 of unbleached sulphate paper pulp made from various stages of rot from annosus-damaged spruce wood at different admixtures to corresponding sound wood. Uddeholm 1948.

Ved Wood	% röta % of rot	Malnings- tid, min. Grinding time, minutes	Malgrad °S. R. Grind degree	Klortal Chlorine number	Avslit- nings- längd m Breaking length m	Riv- styrka (Brecht- Imset) gcm/cm Tear factor	Mullen- prov % Mullen-test %
Anilined.	0	75	41	4,6	11 400	288	245
Aniline wood	5	75	43,5	4,6	11 500	314	242
	10	5	41	5,1	11 158	294	243
	25	75	41,5	5,3	11 575	291	233
	50	75	41,5	5,5	12 650	254	257
	100	75	49,5	4,6	12 350	261	236
Ljus faströta. . . .	0	75	43	5,0	11 075	306	236
Light firm rot	5	75	40	5,0	11 205	322	244
	10	75	45,5	5,1	11 338	284	235
	25	75	40,5	4,7	11 238	301	234
	50	75	36	4,6	11 350	255	230
	100	75	43,5	5,1	11 425	187	208
Mörk faströta. . . .	0	75	43,5	5,5	11 238	291	220
Dark firm rot	5	75	50,5	4,6	11 325	281	218
	10	75	46	5,3	11 188	298	225
	25	75	44,5	5,4	11 300	288	274
	50	75	45,5	5,2	11 475	236	218
	100	75	50	4,9	10 563	148	178
Lösröta.	0	70	28	4,9	10 625	265	210
Soft rot	5	75	32,5	4,8	10 280	277	190
	10	75	34,5	5,1	10 575	267	202
	25	75	36	4,8	10 413	279	208
	50	75	44	4,8	10 800	250	194
	100	60	45,5	5,2	9 820	123	137

den. Detta vedmaterial tillhörde en annan stam än som använts i de tidigare refererade försöken, varför någon direkt jämförelse med dessa ej gjorts.

Den obetydliga skillnaden i vithet mellan blekt massa framställd av anilined resp. frisk ved är icke signifikativ. Den friska veden erhöi i kokningen ett något lägre klortal, vilket i förening med den konstanta klorsats som använts till försöken medfört, att massan därav erhållit något högre kloröverskott, vilket kan vara orsaken till den lilla skillnad som framkommit i medeltalen. Slutsatsen blir sålunda den, att någon ogynnsam inverkan av anilineden på blekningsresultatet ej kunnat konstateras.

Styrkeprovningar.

Oblekt massa med klortal omkr. 5 maldes i Lampén-kvarn och underkastades de vanliga styrkeproven. Resultaten sammanfattas i tab. 9. Vid studium av tabellen

måste man hålla i minnet den relativt dåliga reproducerbarheten för ett enkelprov vid styrkeprovning av massa, varför endast påtagliga skillnader kunna tillmätas betydelse.

Tab. 9 visar, att förvånansvärt stora rötvedsmängder kunna inblandas utan synbar effekt på styrkevärdena, även om dessa för den rena rötvedsmassan kunna vara mycket låga som t. ex. för 100 % lösröta. Beträffande rötans ogynnsamma verkan återfinnes här den väntade ordningsföljden mellan de olika rötslagen med den största styrkesänkningen för lösröten följd av den mörka och ljusa faströten, medan anilinveden vad sprängstyrka och slitlängd beträffar ej visade någon styrkeförsämring i förhållande till den friska veden.

Rivstyrkan synes vara den egenskap, som gav den största sänkningen för resp. rötvedslag och som även visade en märkbar sänkning vid en lägre inblandningsprocent än sprängstyrka och slitlängd. T. o. m. för anilinveden kunde här en liten sänkning konstateras vid 50 och 100 % rötvedsmängd.

Den ringa inverkan på styrkeegenskaperna vid låga värden på inblandningsprocenten även för lösröta måste givetvis ses i samband med att inblandningsprocenten hänför sig till volymen rötved i kokningen. I det föregående har framhållits, att utbytet vid kokningen av 10 % lösröta sannolikt är mycket obetydligt för rötvedens del, varför någon försämrande inverkan på styrkeegenskaperna naturligtvis ej kan förväntas, då viktsförhållandet i det färdiga papperet mellan fibrer från rötveden och fibrer från den friska veden är mycket litet i detta fall.

Fiberlängden.

Då det är känt, att fiberlängden har stort inflytande på styrkeegenskaperna speciellt rivstyrkan, har en mindre undersökning utförts häröver. Medelfiberlängden för oblekt massa tillverkad av frisk ved och olika slags rötved ur den undersökta granstammen befanns sålunda vara:

för 100 % frisk splintved	2,74 mm
» 100 % » kärnved	2,81 »
» 100 % anilinved	2,49 »
» 5 % ljus faströta	2,40 »
» 10 % » »	2,39 »
» 100 % » »	1,66 »
» 100 % mörk »	1,52 »
» 100 % lösröta	0,78 »

Sulfatkokningen har som synes resulterat i en med graden av röta tilltagande sänkning av fiberlängden, som t. o. m. synes göra sig märkbar beträffande anilinveden och möjligen kan vara orsaken till den obetydliga sänkning i rivstyrka, som kunde konstateras för detta rötslag i tab. 9. Det höga värdet för anilinveden jämfört med de övriga rötslagen tyder dock på att angreppet här är relativt oskyldigt, vilket även bekräftas av utbytessiffrorna i fig. 22 och 23 samt styrkevärdena i tab. 9.

Huruvida en mot siffrorna svarande sänkning av fiberlängden vid 5 och 10 % inblandning av ljus faströta verkligen ägt rum, kan icke avgöras enbart på grundval av de båda mätningar, som utförts vid låg inblandning, men är vid hög inblandning säkert påvisad.

Smutsgraden.

Någon inverkan på smutsgraden av inblandning av rötved har endast med säkerhet kunnat konstateras för lösröta vid högre inblandningsgrad, varvid den silade massan i omalt tillstånd innehöll en mängd större odefibrerade fiberknippen, som passerat igenom vid silningen. Efter malning (i Lampén-kvarn) och pappersformning kunde detta dock ej längre iakttagas.

Som sammanfattning kan sägas att undersökningen givit till resultat, att anilinen syns vara nära likvärdig med frisk ved vad utbyte och här undersökta kvalitetsfaktorer för oblekt och blekt kraftmassa beträffar, medan ogynnsamma verkningar med säkerhet inträffa vid ökad inblandning av de andra här undersökta rötslagen i stigande grad från ljus faströta och mörk faströta till lösröta, vilken syns vara värdelös för massatillverkning.

3. Billeruds provkokningar

Blekt silkemassa

Försöksmaterialet utgjordes av flisblandningar av olika stadier av *Polyporus annosus*-röta från 4 olika värmländska granstammar. Flisen användes för framställning av blekt silkemassa enligt sulfitmetoden. Ändamålet med undersökningen var framför allt att söka fastställa, huruvida en relativt måttlig inblandning av rötskadad ved i olika utvecklingsstadier ur silkemassasynpunkt borde anses skadlig. Att genom en undersökning på laboratoriet av föreliggande omfattning få ett absolut mått på denna skadeverkning är mycket svårt. Med hänsyn härtill lades undersökningen upp dels så, att resultaten skulle lämpa sig för en statistisk bearbetning, dels så, att undersökningen begränsades till att ge svar på följande preciserade frågor:

- a. Medför en inblandning av rötskadad ved i relativt små mängder en statistiskt säkerställd sänkning av utbytet?
- b. Medför en sådan inblandning av rötskadad ved en ökning av ligninkondensationen under koket?
- c. Påverkar rötveden färgen på avluten i sådan omfattning, att det medför svårigheter att ställa koken till korrekt viskositet?

Av dessa tre frågor torde endast de andra behöva en närmare förklaring. Genom tidigare i litteraturen beskrivna undersökningar har det visats, att kokning av rötskadad ved ger en massa, som bl. a. är av sämre färg och som svårare låter sig blekas till tillfredsställande vithet. Detta har i ett fall (HOLZER 1941) hänförs till att ligninet föreligger i högre kondenserat stadium på grund av inverkan av vid

Tabell 10

Volymvikt — uttryckt såsom kg torrsbstans per m³ rå ved — av olika flisblandningar av olika rötved hos 4 granstammar från Värmland, angripna av *Polyporus annosus* och använda vid provkokningar. Billerud 1948.

Volume weight — expressed in kg dry substance per m³ raw wood — of various mixtures of chips from different decayed wood in 4 spruce trunks from Värmland, attacked by *Polyporus annosus* and used for experimental cookings. Billerud 1948.

Träd nr Tree no.	Ved Wood	kg torrsbstans per m ³ rå ved kg dry substance per m ³ raw wood				
		Volym % rötta Volume of rot	0	1	5	10
2	Anilined Aniline wood	423,5	423,3	423,2	423,0	420,4
	Ljus faströta Light firm rot	423,3	422,8	420,8	418,2	372,4
	Mörk faströta Dark firm rot	423,3	422,3	418,4	413,0	320,3
	Lösröta Soft rot	423,3	421,6	414,8	406,4	254,3
5	Anilined	422,4 ¹	422,4	422,3	422,3	421,1
	Ljus faströta	422,4 ¹	421,9	419,9	417,5	372,8
	Mörk faströta	422,4 ¹	421,3	416,7	411,0	308,2
	Lösröta	422,4 ¹	420,6	413,3	404,2	241,0
6	Anilined	445,8	445,7	445,5	445,3	441,1
	Ljus faströta	445,8	444,5	439,5	433,2	320,4
	Mörk faströta	445,8	444,3	438,5	431,3	300,6
	Lösröta	445,8	443,2	432,9	420,0	188,4
7	Anilined	411,1	411,0	410,6	410,1	401,3
	Ljus faströta	411,1	410,9	410,0	409,0	390,1
	Mörk faströta	411,1	410,3	407,2	400,3	333,3
	Lösröta	411,1	410,7	404,4	397,7	277,3

¹ Den friska veden uttagen på 2—4 m höjd i stammen.

The sound wood taken at a height of 2—4 m.

rötangreppet bildade fria syror. Det är vidare känt, att rötskadad ved är svårare att koka ned till låga klortal liksom att massa av sådan ved är mera oren än normal sulfittmassa. Båda dessa fenomen kunna tänkas bero på att ligninet i massan från den rötskadade veden är högre kondenserat och alltså svårare att lösa ut.

Den rötskadade veden skars ut ur de utvalda stockarna och högs till flis separat. Denna flis blandades sedan in i flis av motsvarande frisk ved i proportionerna 1, 5 resp. 10 volymprocent. På detta sätt erhöles 12 olika vedprover. Av varje vedprov utfördes 10 kok, varför totalantalet kok (inklusive 10 friskvedskok) blev 130. De använda flisblandningarnas volymvikter återgivas i tab. 10.

Av tab. 10 framgår, att den största nedsättningen i volymvikt jämfört med frisk ved i samma stam kunde konstateras i lösrötan och den minsta i anilineden, som hade i det närmaste samma värde som motsvarande frisk ved.

Kokning.

Kokningarna utfördes i 10 liters syrafasta kokare med elektrisk uppvärmning. Koksyan, som tillverkades på laboratoriet, höll 6,5 g/100 ml total SO₂ och 0,90 g/100 ml CaO med toleransgränserna 6,3—6,7 resp. 0,88—0,92. Kokarna satsades på kvällen med ved och syra i förhållandet 1 : 4,5 och fingo stå över natten, detta för att en fullgod impregnering skulle säkerställas. Kokarna kördes upp till max.temp. 145° C på 8 timmar och höllos vid denna temperatur under erforderlig tid för att den oblekta massan skulle få en viskositet av 20—60 cp. Kokartrycket hölls under hela kokningen vid max. 5,4—5,6 kg/cm².

Efter avslutad kokning gasades och lutades kokarna, varefter massan tömdes. Massan förträngningstyättades över natten och silades följande dag genom 0,20 mm slitsar. Härfter arkformades massan på vanligt sätt och torkades i fläkttorkskåp vid en max.temp. av 70—80° C.

Klorering.

Av de lufttorra massorna klorerades en bestämd mängd i 3-procentig suspension med 15 kg klor per ton i form av klorvatten. Kloreringstid 10 min. och temperatur 22° C. Efter kloreringen bestämdes restklor jodometriskt. Massorna lakades under 2 timmar med en NaOH-lösning så avpassad, att alkalisatsen var 3,5 kg/ton vid 3 % massakoncentration. Temperatur 22° C. Därefter tvättades massorna med vatten och torkades vid rumstemperatur.

Analyser.

På den oblekta massan bestämdes silat utbyte, spethalt, ligninhalt, klortal, permanganattal, viskositet samt v̄thet. På den klorerade och alkalitvättade massan bestämdes restlignin och viskositet.

En bestämning av i vilken utsträckning ligninet föreligger i kondenserad form kan för närvarande icke utföras invändningsfritt. Hittills ha såvitt vi veta följande tre indirekta metoder kommit till användning:

- a. bestämning av massans restligninhalt efter en klorering, där oxidationsmomentet tillbakatryckts,
- b. bestämning av den mängd klor, som förbrukas till substitution vid en klorering, samt
- c. bestämning av förhållande mellan klor- och permanganattal.

I den föreliggande undersökningen provades alla dessa tre metoder, varvid dock den förenklingen av metod b) gjordes, att beräkningarna grundades på den totalt under kloreringen förbrukade klormängden. Detta torde i föreliggande fall vara berättigat, då dels hypokloritbildningen under förevarande omständigheter är mycket liten, dels oxidationshastigheten är så låg, att någon nämnvärd klorförbrukning för oxidation knappast torde ha förekommit under den mycket korta kloreringstiden.

Det visade sig emellertid, att endast metod a) gav värden, som kunde anses vara representativa. Därför ha i fortsättningen alla beräkningar av ligninkondensationen baserats på denna metod.

Bearbetning av resultaten.

Av det föreliggande mycket omfångsrika materialet ha tillsvidare endast de värden, som hänföra sig till de tre ursprungligen uppställda frågorna bearbetats. Då denna bearbetning i viss mån avviker från vad som hittills varit vanligt för undersökningar av detta slag, torde det vara av intresse att här i korthet redogöra för principerna i detta arbete.

Vid bearbetningen ha de olika värdena inom varje serie delats upp i grupper om tre enligt nedan. Till följd härav ha av varje series 10 kok endast 9 tagits till bearbetning. Då ett par kok från träd nr 6 av olika anledningar givit värden, som visat extremt stor spridning, ha samtliga kok av denna ved strukits vid bearbetningen, som sålunda genomförts på ved från träd nr 2, 5 och 7.

Det visade sig vid bearbetningen, att spridningen inom varje serie med olika mängd rötskadad ved inblandad var så stor, att variationsgränserna täckte variationerna mellan serierna. Med hänsyn härtill sammanslogos vid bearbetningen samtliga serier med samma slag av rötskadad ved oavsett den inblandade mängden, varför undersökningen på detta sätt kom att gälla rötvedsinblandningar inom gränserna 1—10 %. För att ge större experimentellt underlag även åt den friska veden togs som jämförelsematerial serien med frisk ved jämte serien med 1 % inblandning av anilived. Det visade sig nämligen, att aniliveden icke på något sätt påverkade de för tillfället aktuella massaegenskaperna.

Själva den matematiska bearbetningen utfördes på följande sätt. För massorna framställda av jämförelseveden beräknades genom regressionsanalys sambandet mellan utbyte av silat massa resp. massornas restligninhalten och den oblekta massans viskositet. Detta innebär ur teoretisk synpunkt en approximation, då ifrågavarande samband troligen icke äro helt rätlinjiga. Då hela materialet dock ligger inom ett relativt snävt viskositetsområde, torde det vara tillåtligt att utföra beräkningarna på detta sätt. För utbytet blev sambandet mycket gott med en korrelationsfaktor i det närmaste lika med 1, medan sambandet för restligninet blev svagare med en korrelationsfaktor = 0,54. Därefter beräknades varje enskilt värdes avvikelse från det beräknade sambandet med viskositeten som fix variabel. De sålunda erhållna differenserna grupperades sedan i 3-grupper i kronologisk ordning, och ur de så erhållna gruppmedelvärdena och gruppbredderna beräknades variationsgränser (3 σ -gränser) för 3-gruppsmedelvärdet. Dessa variationsgränser omräknades sedan till variationsgränser för medelvärdet för hela gruppen.

För massorna framställda ur rötvedsinblandad ved beräknades sedan differenserna mellan varje enskilt värde för silat utbyte och restligninhalten och motsvarande värden erhållna ur de för jämförelseveden beräknade sambanden med den oblekta massans viskositet som fix variabel. För varje rötvedslag beräknades därefter me-

delavvikelsen för detta samband jämte variationsbredden för 3-grupperade differenser.

Med värdena för lutfärg förfors på ett något annorlunda sätt. Genom tidigare erfarenheter vid laboratoriet var det säkerställt, att sambandet lutfärg — viskositet är utpräglat kroklinjigt även inom de föreliggande viskositetsgränserna. Sedan det emellertid visat sig, att samtliga värden för jämförelseveden anslö sig till ett tidigare på basis av ett åttiotal enskilda värden beräknat samband och föllo inom denna sambandskurvas variationsgränser, användes detta samband för likartade beräkningar som ovan relaterats. Genom dessa beräkningar erhöles alltså

a. sambandet mellan de tre för tillfället intressanta massaegenskaperna och motsvarande massors viskositet gällande för massor framställda av jämförelseveden,

b. den statistiskt troliga avvikelsen för medelvärdet av differensen mellan varje enskilt värde för massor av jämförelseveden och detta samband, när den oblekta massans viskositet betraktades som oberoende variabel,

c. medelvärdet av de för massor av rötskadad ved observerade enskilda värdenas avvikelse från det för massor av frisk ved gällande sambandet samt

d. variationsbredden för 3-grupperade medelvärden av dessa differenser för varje vedslag.

Genom att jämföra resultaten enligt punkt b) och c) får man en upplysning om huruvida en eventuell avvikelse från det beräknade sambandet faller inom de statistiska gränserna. Skulle så icke vara fallet kan man med säkerhet säga, att avvikelsen är orsakad av skillnaderna i försöksbetingelserna, d. v. s. i detta fall av inblandningen av rötskadad ved. Ur resultaten enligt punkt d) får man en uppfattning om i vilken utsträckning inblandningen av rötskadad ved medfört ökade variationer hos ifrågakvarande variabel.

Resultat.

De vid ovannämnda bearbetning framkomna resultaten finnas sammanfattade i tab. II.

Det framgår av tab. II, att en påtaglig effekt av rötvedsinblandningen kan iakttagas endast för utbyte vid inblandning av mörk faströta och lösröta resp. för lutfärg och därvid endast när den inblandade rötveden utgjorts av lösröta. Vad utbytet beträffar innebär en inblandning av mörk faströta resp. lösröta en statistiskt säkerställd sänkning av utbytet, även om inblandningen sker i så pass liten omfattning som här förekommit. Lutfärgen blir vid inblandning av lösröta påtagligt mörkare. Här kan även iakttagas en tydlig ökning av osäkerheten i avställningen av koket om lösröta inblandats. Även utbyte och ligninkondensering visa tecken till ökad variation vid inblandning av framför allt lösröta.

Det kan kanske vara ägnat att förvåna, att en sänkning av massautbytet icke kan påvisas för inblandning av den ljusa faströtan. Veden är ju dock rötskadad, och vid andra undersökningar har det visats, att ljus faströta i 100 %-ig förekomst ger lägre utbyte än enbart frisk ved. Vidare är ju utbytet ur teoretisk synpunkt en

Tabell 11

Effekt av rötvedsinblandning i frisk ved. Billerud 1948.

Effect of the admixture of decayed wood to sound wood. Billerud 1948.

Utbyte			
Yield			
Statistiska variationsgränser för jämförelseveden = $\pm 0,34\%$		Medelvärdes-	Variations-
Statistical variation limits for contests		avvikelse	bredd
		Deviation	Range of
		of mean	variation
Frisk ved		—	($\pm 1,26\%$) ¹
Sound wood			
» » + 1—10 %	anilined	— 0,06 %	$\pm 1,17\%$
	aniline wood		
» » + 1—10 %	ljus faströta	+ 0,03 %	$\pm 0,69\%$
	light firm rot		
» » + 1—10 %	mörk faströta	— 0,36 %	$\pm 1,17\%$
	dark firm rot		
» » + 1—10 %	lösröta	— 0,54 %	$\pm 1,65\%$
	saft rot		

Restlignin

Residual lignin

Statistiska variationsgränser för jämförelseveden = $\pm 0,048$			
Frisk ved		—	($\pm 0,26\%$) ¹
» » + 1—10 %	anilined	— 0,023 %	$\pm 0,14\%$
» » + 1—10 %	ljus faströta	— 0,014 %	$\pm 0,16\%$
» » + 1—10 %	mörk faströta	— 0,003 %	$\pm 0,18\%$
» » + 1—10 %	lösröta	— 0,017 %	$\pm 0,21\%$

Lutjärg

Colour of sulphite liquor

Statistiska variationsgränser för jämförelseveden = $\pm 0,34$			
Frisk ved		—	($\pm 1,74\%$) ¹
» » + 1—10 %	anilined	+ 0,247 %	$\pm 1,14\%$
» » + 1—10 %	ljus faströta	+ 0,169 %	$\pm 1,39\%$
» » + 1—10 %	mörk faströta	+ 0,122 %	$\pm 1,10\%$
» » + 1—10 %	lösröta	+ 0,484 %	$\pm 1,96\%$

¹ Dessa värden hänföra sig endast till de 9 friskvedskoken. På grund av det otillräckliga materialet bli variationsgränserna för stora och mycket osäkra.

These values refer only to the 9 cookings of sound wood. On account of the scanty material the variation limits are too large and very uncertain.

additiv funktion, d. v. s. blandningens utbyte bör inom vissa gränser vara lika med summan av komponenternas utbyte (detta i motsats till de kvalitativa egenskaperna, som i regel icke äro additiva). Undersökningen visar, att de små utbytesförändringar, som kunna orsakas av en inblandning av den relativt obetydligt skadade ljusa faströtan i här använda proportioner, äro av samma storleksordning som de normala utbytessvängningar, som förekomma hos frisk ved av olika ursprung.

De här beräknade utbytena äro samtliga viktsutbyten. Om hänsyn togs till den genom rötsvampens inverkan minskade volymvikten, bli skillnaderna avsevärt större såsom framgår av tab. 12.

Tabell 12

Utbytesändring, beräknad på vedvolymbasis, vid inblandning av olika rötslag i frisk ved. Billerud 1948.

Change of yield, calculated on the volume of wood at admixtures of various types of rot to sound wood. Billerud 1948.

Frisk ved, statistiska variationsgränser	$\pm 0,34 \%$
Sound wood, statistical variation limits	
Frisk ved + 1—10 % anilinved	$-0,06 \%$
aniline wood	
» » + 1—10 % ljus faströta	$-0,16 \%$
light firm rot	
» » + 1—10 % mörk faströta	$-0,73 \%$
dark firm rot	
» » + 1—10 % lösröta	$-1,38 \%$
soft rot	

Man finner av tab. 12, att sänkningen framför allt går ut över de redan förut säktrade utbytesminskningarna vid inblandning av mörk faströta resp. lösröta, medan värdena för ljus faströta resp. anilinved påverkas mindre resp. ej alls. I båda de senare fallen hålla sig de korrigerade värdena väl inom den friska vedens variationsgränser. Omräkningen av utbytena på volymbasis ändrar sålunda icke de ovan dragna slutsatserna utan ger blott större eftertryck åt dem.

Någon ökad ligninkondensering har med den här använda metoden icke kunnat påvisas. Detta behöver icke betyda, att en sådan ökning icke äger rum. Såsom inledningsvis framhölls finnas vissa skäl för ett antagande, att rötskadan framkallar antingen en kondensation av ligninet redan i veden eller också en förstärkning av tendensen till kondensation under uppslutningen. Normalt sker ju alltid en sådan kondensation under sulfittkoket, och den ökning i denna tendens, som rötskadan kan förorsaka, är tydligen icke betydelsefull vid sidan av de normala variationerna, åtminstone icke när halten rötskadad ved varit så låg som här.

Som sammanfattning kan alltså sägas,

- 1) att en statistiskt säkerställd utbytesminskning erhålles om den rötade veden utgöres av mörk faströta eller lösröta, medan anilinved och ljus faströta orsaka variationer, som icke äro signifikativa i jämförelse med den friska vedens variationer,
- 2) att en inblandning av rötskadad ved icke kan påvisas orsaka en ökad ligninkondensation samt
- 3) att inblandning av lösröta ger mörkare färg åt avluten, vilket förorsakar svårigheter att ställa koket till korrekt viskositet, medan övriga rötslag icke påverka lutfärgen mer än vad som svarar mot jämförelsevedens egenvariationer.

4. Cellulosabolagets provkokningar

År 1946 provkokades vid forskningslaboratoriet i Skönsmon rena rötprov av en *annosus*-skadad granstam från Bergslagen (Bjurfors), varvid utbytet och vitheten

Tabell 13

Volymvikt — uttryckt såsom kg torrs substans per m³ rå ved — av olika rötstadier jämte motsvarande frisk ved hos två granstammar, angripna av *Polyporus annosus* och använda för provkokning. Cellulosabolaget 1948.

Volume weight — expressed in kg dry substance per m³ raw wood — of various stages of rot with corresponding sound wood in two spruce trunks attacked by *Polyporus annosus* and used for experimental cookings. The Swedish Pulp Company 1948.

Ved Wood	kg torrs substans per m ³ rå ved kg dry substance per m ³ raw wood					
	Träd 7 (från Värmland) Tree no. 7 (from Värmland)			Träd 8 (från Norrland) Tree no. 8 (from Norrland)		
	0	10	100	0	10	100
Volym-% röta..... Volume of rot	0	10	100	0	10	100
Anilinedved..... Aniline wood	411,1	410,1	401,3	340	340	342
Ljus faströta..... Light firm rot	411,1	409,0	390,1	340	339	326
Mörk faströta..... Dark firm rot	411,1	403,3	333,3	340	(341)	(350)
Lösröta..... Soft rot	411,1	397,7	277,3	340	334	276

hos den framställda massan (oblekt sulfitpappersmassa) bestämdes. Resultaten skola här icke närmare behandlas, då undersökningen endast var av orienterande natur. Det må blott framhållas, att någon minskning i utbyte icke kunde konstateras vid användning av anilined och att endast ett obetydligt mindre massautbyte erhöles vid användning av ljus faströta jämfört med utbytet av motsvarande frisk splintved. Vid användning av mörk faströta och lösröta sjönk utbytet däremot avsevärt. Vad vitheten beträffar påverkades denna ej märkbart varken vid användning av anilined på 3—6 m höjd i stammen eller av ljus faströta vid framställning av oblekt massa.

För 1948 års provkokningar användes två *Polyporus annosus*-angripna granar, en från Värmland (träd 7) och en från Norrland (Medelpad, träd 8). Av båda stammarna användes flisblandningar av 10 viktsprocent rötved i olika utvecklingsstadier och 90 % motsvarande frisk splintved.¹ Värmlands- resp. Norrlands-vedens volymvikt, uttryckt såsom kg torrs substans per m³ rå ved (R), framgår av tab. 13.

Man finner av tab. 13, att de båda granstammarna från Värmland och Norrland tyvärr voro mycket olika varandra med avseende på vedens beskaffenhet. Norrlandsgranen med exceptionellt låg volymvikt var sålunda ovanligt frodvuxen, och dessutom hade den mörka faströtan t. o. m. högre volymvikt än den friska veden, möjligen beroende på en tidigare tjurbildning. Ett bättre provträd hade säkerligen givit

¹ Emedan volymviktsbestämningen i detta fall kunde utföras först långt senare samt provkokningarna voro av brådskande natur räknades med vikts-% vid flisblandningarna. I samtliga tabeller och diagram ha dock för att underlätta jämförelse samtliga värden omräknats så att de gälla för volym-%.

Tabell 14

Ligninhalt, viskositet, utbyte och vithet vid framställning av sulfitmassa ur granflis med 10 volym-% inblandning av olika rötvedflis av *Polyporus annosus* ur samma stam. Cellulosabolaget 1948.

Lignin content, viscosity, yield and brightness in production of sulphite pulp from spruce chips with a 10 % volume admixture of chips of various rot stages caused by *Polyporus annosus* from the same trunk. The Swedish Pulp Company 1948.

Ved Wood	Oblekt massa Unbleached pulp					Blekt massa Bleached pulp			
	Klor- tal	Per- man- ganat- tal	Visko- sitet cp.	Viktsutbyte i % av utby- tet per m ³ motsvarande frisk ved	Vedåtgång f ³ rå ved per ton 90 % massa	Visko- sitet cp.	Viktsutbyte i % av utby- tet per m ³ motsvarande frisk ved	Vedåtgång f ³ rå ved per ton 90 % massa	Vithet Bright- ness %
	Chlorine num- ber	Per- manga- nate number	Visco- sity	Weight yield in % per m ³ of corresponding sound wood	Wood consump- tion in f ³ of raw wood per ton of 90 % pulp	Visco- sity	Weight yield in % per m ³ of corresponding sound wood	Wood consump- tion in f ³ of raw wood per ton of 90 % pulp	PFI
<i>Träd nr 7 (från Värmland)</i> Tree no. 7 (from Värmland)									
Frisk ved Sound wood	4,5	20,8	75	53,7	144,0	34	47,8	162	89,9
10 % anilined aniline wood	4,8	22,7	72	53,5	145,0	32	47,4	164	90,3
10 % ljus faströta light firm rot	4,5	22,8	78	53,6	145,0	—	47,4	164	—
10 % mörk faströta dark firm rot	4,7	22,4	63	52,6	147,0	30	46,4	167	90,7
10 % lösröta soft rot	4,9	24,8	63	51,9	149,0	23	45,4	171	91,4
<i>Träd nr 8 (från Norrland)</i> Tree no. 8 (from Norrland)									
Frisk ved	3,9	—	142	52,5	178,0	28	46,6	200	91,3
10 % anilined	4,4	19,4	146	52,1	179,0	26	46,4	202	91,5
10 % ljus faströta	4,3	20,1	140	52,2	180,0	24	46,5	202	91,4
10 % mörk faströta	4,0	18,0	132	51,7	181,0	26	46,0	203	90,9
10 % lösröta	4,3	20,7	139	50,6	184,4	28	45,0	208	90,5

värdefullare kokningsresultat och bättre jämförelsemöjligheter. En direkt jämförelse med anspråk på generell giltighet mellan Norrlands- och Värmlands-ved vore emellertid under alla förhållanden omöjlig att göra endast genom att utvälja två träd. Variationer i ståndort, klimat, arvsanlag etc. mellan olika träd nödvändiggöra ett mycket stort material för en dylik jämförelse (jfr Skogsforskningsinstitutets och Träforskningsinstitutets pågående undersökningar rörande detta problem samt ALMQVIST & HALLMANS 1947). Den provkokade Värmlands-granen och Norrlands-granen bära därför icke direkt jämföras med varandra utan jämförelsen bör här liksom i andra fall i första hand gälla konsekvenserna av inblandning av olika rötved i motsvarande frisk ved för varterda trädet.

Materialet användes för framställning dels av pappersmassa (sulfite- och sulfatmassa), dels av viskosmassa resp. ädelcellulosa.

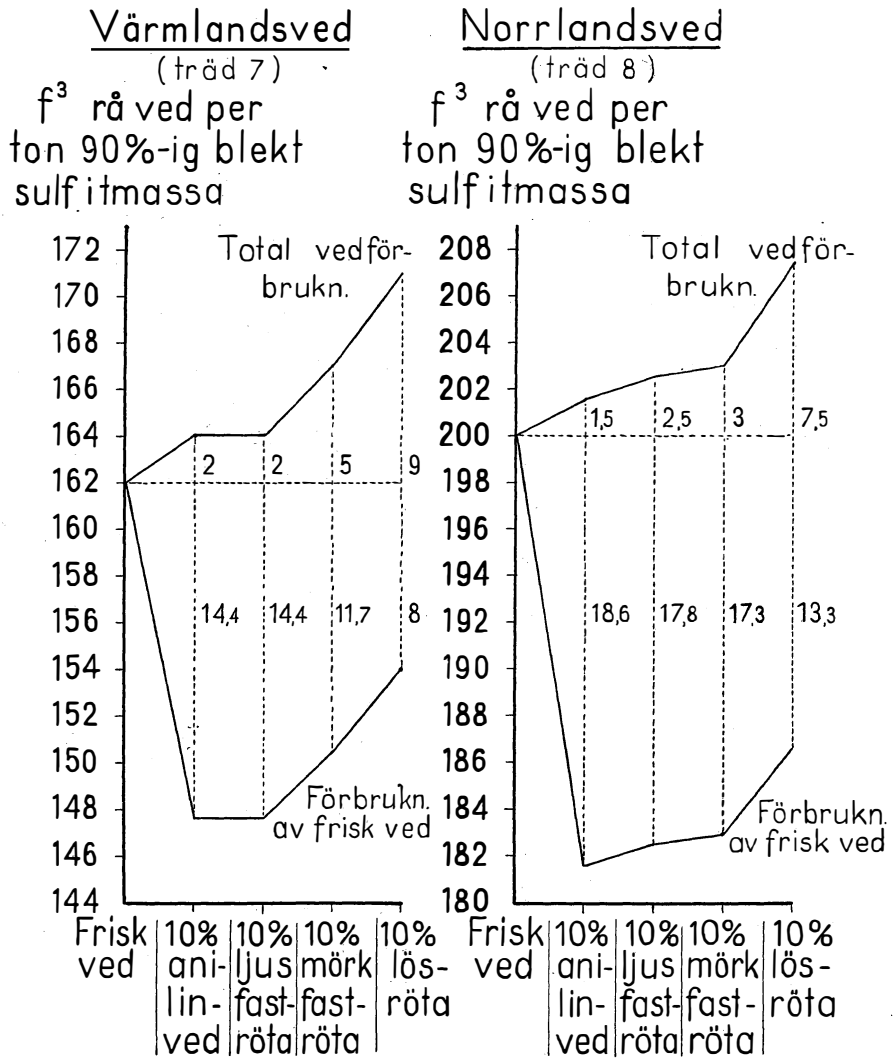


Fig. 24. Vedförbrukning per ton 90 %-ig blekt sulfitpappersmassa framställd av blandningar av 10 volymprocent av olika slags rötved i motsvarande frisk splintved på samma höjd i två annosus-rötskadade granstammar. Träd 7, från Värmland, och 8, från Norrland. Cellulosa-bolaget 1948.

Wood consumption per ton of 90 % bleached sulphite paper pulp produced from admixtures of 10 % volume of various kinds of decayed wood to corresponding sound sapwood at the same height in two annosus-damaged spruce trunks. Tree no. 7, from Värmland and no. 8, from Norrland. The Swedish Pulp Company 1948.

f^3 rå ved per ton 90 %-ig blekt sulfitmassa= f^3 of raw wood per ton of 90 % bleached sulphite pulp. Total vedförbr.=total consumption of wood. Förbrukn. av frisk ved=consumption of sound wood. Frisk ved=sound wood. Anilined=aniline wood. Ljus fast-röta=light firm rot. Mörk fast-röta=dark firm rot. Lös-röta=soft rot.

*a. Oblekt och blekt sulfitpappersmassa**Kokning.*

Autoklaver om ca 500 ml volym användes.

Flisfuktighet 9,3—18,0 %.

Ved : vätskeförhållande = 1 : 4,0. Ved : syraförhållande = 1 : 3,4.

Syra: Total SO₂ = 6,08 %. Bunden SO₂ = 1,23 %.

Temperaturschema: 50°—100° C 6 tim., 100°—110° C 2 tim., 110°—128° C 3 tim. Vid 128° C 3⁵⁰ tim.

Resultaten ha sammanställts i tab. 14. Vedåtgången vid framställningen av blekt sulfitmassa har även åskådliggjorts i kurvform (fig. 24). Beträffande Värmlands-veden ökade vedförbrukningen med ca 1,2 %, 1,2 %, 3,1 % och 5,6 % vid inblandning av 10 volymprocent av resp. anilined, ljus faströta, mörk faströta och lösröta samt för Norrlands-veden med resp. 0,8 %, 1,3 %, 1,5 % och 3,8 %. En viss felbedömning gör sig emellertid gällande på grund av variationerna i klortal (4,5—4,9 för Värmlands-veden och 3,9—4,4 för Norrlands-veden). Vid inblandning av lösröta borde vedåtgången vara något högre än vad som angivits.

Tab. 14 visar även, att den blekta massans vithet endast obetydligt eller (beträffande Värmlands-veden) icke alls försämras genom inblandning ens av mörk faströta eller lösröta (10 volymprocent).

Fiberlängdsmätningar, som företagits, visade, att man med säkerhet kan spåra rötans inverkan först då det är fråga om en inblandning av mörk faströta eller lösröta.

*b. Oblekt och blekt sulfatpappersmassa**Kokning.*

Autoklaver om ca 500 ml volym användes.

Flisfuktighet 9,4—17,7 %.

Ved : vätskeförhållande 1 : 3,5.

Sulfiditet 27 %. Verksamt alkali 160 kg Na₂O per ton absolut torr ved.

Temperaturschema: 20°—170° C 3 tim., vid 170° 1¹⁵ tim.

Resultaten ha sammanställts i tab. 15. Vedåtgången vid framställning av blekt sulfatmassa har även åskådliggjorts i fig. 25. Av tab. 15 och fig. 25 framgår, att resultaten i stort sett voro desamma som vid sulfitkokningen. Vedförbrukningen steg sålunda för mera utbildad röta, och avsevärd mängd frisk ved syntes kunna sparas, om rötdad ved kom till användning. Beträffande Värmlands-veden ökade sålunda vedförbrukningen med ca 0,6 %, 2,8 %, 5,9 % och 7,5 % vid inblandning av 10 % av resp. anilined, ljus faströta, mörk faströta och lösröta samt för Norrlands-veden med resp. 0,9 %, 2,3 %, 1,4 % och 4,2 %.

Tab. 15 visar även, att massans blekbarhet icke influerades av 10 volymprocents rötinblandning.

Tabell 15

Ligninhalt, viskositet, utbyte och vithet vid framställning av sulfatmassa ur granflis med 10 volym-% inblandning av olika rötvedflis av *Polyporus annosus* ur samma stam. Cellulosabolaget 1948.

Lignin content, viscosity, yield and brightness in production of sulphate pulp from spruce chips with a 10 % volume admixture of chips of various rots caused by *Polyporus annosus* from the same trunk. The Swedish Pulp Company 1948.

Ved Wood	Oblekt massa Unbleached pulp					Blekt massa Bleached pulp			
	Klor- tal Chlorine num- ber	Per- man- ganat- tal Per- manga- nate number	Visko- sitet cp. Visco- sity	Viktsutbyte i % av utby- tet per m ³ motsvarande frisk ved Weight yield in % per m ³ of corresponding sound wood	Vedåtgång f ³ rå ved per ton 90 % massa Wood consump- tion in f ³ of raw wood per ton of 90 % pulp	Visko- sitet cp. Visco- sity	Viktsutbyte i % av utby- tet per m ³ motsvarande frisk ved Weight yield in % per m ³ of corresponding sound wood	Vedåtgång f ³ rå ved per ton 90 % massa Wood consump- tion in f ³ of raw wood per ton of 90 % pulp	Vithet Bright- ness % PFI
<i>Träd nr 7 (från Värmland)</i> Tree no. 7 (from Värmland)									
Frisk ved	4,2	22,1	78	47,1	164,5	18	43,0	180	89,6
Sound wood									
10 % anilined	4,5	24,6	75	47,0	165,6	16	42,9	181	89,6
10 % aniline wood									
10 % ljus faströta	4,3	23,3	71	46,6	166,5	18	41,9	185	89,8
10 % light firm rot									
10 % mörk faströta	4,4	24,2	75	45,9	168,6	17	40,7	190	89,9
10 % dark firm rot									
10 % lösröta	4,2	23,2	75	44,8	172,2	18	40,0	194	89,1
10 % soft rot									
<i>Träd nr 8 (från Norrland)</i> Tree no. 8 (from Norrland)									
Frisk ved	5,4	—	63	46,8	200,0	17	43,4	216	91,3
10 % anilined	5,5	—	63	46,4	201,6	17	42,8	218	91,4
10 % ljus faströta	5,4	—	66	46,3	202,5	17	42,7	221	91,6
10 % mörk faströta	5,6	—	71	46,4	201,7	16	42,6	219	91,7
10 % lösröta	5,7	—	69	45,3	206,6	17	41,7	226	91,1

Utförda fiberlängdsmätningar gävo samma resultat som för sulfatmassan framställd av samma vedmaterial.

c. Oblekt och blekt silkemassa

Kokning.

10-liters kokare användes.

Flisfuktighet: Värmlands-ved 8,5—10,7 %, Norrlands-ved 11,1—17,8 %.

Ved : vätskeförhållande = 1 : 4,5. Ved : syraförhållande = 1 : 3,8.

Syra: Total SO₂ = 4,87 %. Bunden SO₂ = 0,93 %.

Temperaturschema: 20°—70° C 30 tim., 70°—100° C 3 tim., vid 100° C 1³⁰ tim.,

100°—145° C 5³⁰ tim., vid 145° C 3²⁰ tim.

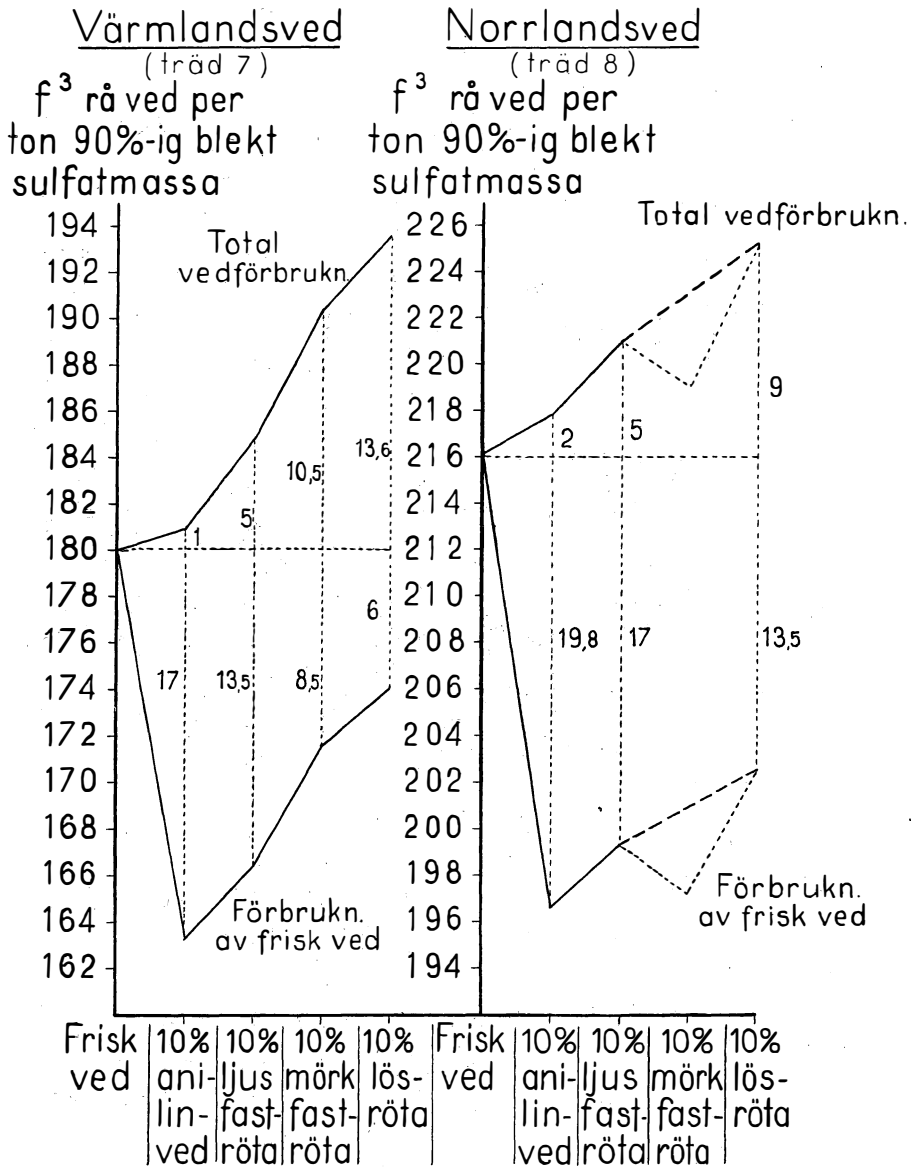


Fig. 25. Vedförbrukning per ton 90 %-ig blekt sulfatpappersmassa framställd av blandningar av 10 volymprocent av olika slags rötved i motsvarande frisk splintved på samma höjd i två annosus-rötskadade granstammar. Träd 7, från Värmland, och 8, från Norrland. Cellulosabolaget 1948.

Wood consumption per ton of 90 % bleached sulphate paper pulp produced from admixtures of 10 % volume of various kinds of decayed wood to corresponding sound sapwood at the same height in two annosus-damaged spruce trunks. Tree no. 7, from Värmland and no. 8, from Norrland. The Swedish Pulp Company 1948. Fig. text see Fig. 24.

Tabell 16

Viskositet, utbyte, alfacellulosa-halt och lutfärg vid framställning av oblekt silkemassa ur granflis med 10 volym-% inblandning av olika rötvedflis av *Polyporus annosus* ur samma stam. Cellulosabolaget 1948.

Viscosity, yield, alpha-cellulose and colour of sulphite cooking liquor in production of unbleached rayon pulp, from spruce chips with a 10 % volume admixture of chips of various rot stages caused by *Polyporus annosus* from the same trunk. The Swedish Pulp Company 1948.

Ved Wood	Klortal Chlorine number	Viskosi- tet Viscosity	Viktsutbyte i % av utby- tet per m ³ motsvarande frisk ved Weight yield in % per m ³ of corresponding sound wood	Vedåtgång i rå ved per ton 90 % massa Wood consump- tion in t ³ of raw wood per ton of 90 % pulp	Alfacellu- losa % Alpha- cellulose %	Lutfärg enl. CF Colour of the sulphite liquor in acc. with CF
<i>Träd nr 7 (från Värmland)</i> Tree no. 7 (from Värmland)						
Frisk ved	0,60	30	47,3	163,0	89,5	I,4
Sound wood						
Anilined	0,77	31	46,0	167,4	89,2	I,3
Aniline wood						
Ljus faströta	0,83	34	45,5	169,2	89,7	I,4
Light firm rot						
Mörk faströta	0,95	29	45,4	170,1	89,4	I,5
Dark firm rot						
Lösröta	0,71	32	44,2	172,5	89,1	I,1
Soft rot						
<i>Träd nr 8 (från Norrland)</i> Tree no. 8 (from Norrland)						
Frisk ved	2,0	33	45,4	206,0	88,7	I,3
10 % anilined	1,7	35	44,8	209,7	88,8	I,3
10 % ljus faströta	1,2	34	44,6	210,0	89,1	I,3
10 % mörk faströta	2,2	36	44,9	208,5	88,1	I,2
10 % lösröta	1,7	34	43,2	215,6	88,6	I,3

Resultaten ha sammanställts i tab. 16. Av denna framgår, att vedåtgången räknad i kubikfot per ton 90 %-ig silad massa ökade ju längre framskriden rötan var. Vidare finner man, att åtminstone den rötade Värmlands-veden var något mera svårupp-sluten än frisk ved, medan alfahalten resp. viskositeten och lutfärgen icke influera-des av rötinblandningarna. Jämföras massorna, framställda av Värmlands-ved och Norrlands-ved, finner man, att den senare uppvisade lägre utbyten och alfahalter samt högre klortal och hartsextrakt. Tydligt har man här att göra med Norrlands-vedens högre hartshalt resp. lägre volymvikt. (Kokningarna måste drivas längre, då mycket harts är närvarande i flisen.)

Massorna *blektes* sedan enligt följande blekningsschema till varierande alfahalt.

Massakoncentration: steg I 3 %, steg II 16 %, steg III 7,5 %.

Tid: I 35 min., II 2 tim., III till 23—24 cp.

Restklor, akt. Cl₂: I 0,6—0,7 kg/ton, III 2,9—5,3 kg/ton.

Temperatur: I 20° C, II 100° C, III 40° C.

Tabell 17

Vedåtgång, alkaliförbrukning och vithet vid framställning av blekt silkemassa ur granflis med 10 volym-% inblandning av olika rötvedflis av *Polyporus annosus* ur samma stam. Cellulosabolaget 1948.

Wood consumption, alkali consumption and brightness in production of bleached rayon-pulp from spruce chips with a 10 % volume admixture of chips of various rots caused by *Polyporus annosus* from the same trunk. The Swedish Pulp Company 1948.

Ved Wood	Vedförbrukning f ³ rå ved per ton 90 % blekt massa Wood consumption f ³ of raw wood per ton of 90 % bleached pulp			NaOH kg per ton oblekt massa NaOH in kg per ton of unbleached pulp			Vithet Brightness % PFI		
	90	92	94	90	92	94	90	92	94
Alfatal..... Alpha number									
<i>Träd nr 7 (från Värmland)</i> Tree no. 7 (from Värmland)									
Frisk ved..... Sound wood	170	181	195	14	38	70	91,5	92,3	93,2
10 % anilined..... aniline wood	174	186	200	15	42	76	91,4	92,1	93,0
10 % ljus faströta..... light firm rot	176	189	202	15	40	72	92,0	92,7	93,3
10 % mörk faströta..... dark firm rot	181	193	208	20	44	76	91,6	92,2	92,6
10 % lösröta..... soft rot	182	194	209	19	45	77	92,1	92,5	92,9
<i>Träd nr 8 (från Norrland)</i> Tree no. 8 (from Norrland)									
Frisk ved.....	214	229	248	14	38	70	94,0	94,6	95,0
10 % anilined.....	220	236	255	15	42	76	94,5	94,9	95,0
10 % ljus faströta.....	221	237	256	15	40	72	94,5	94,9	95,0
10 % mörk faströta.....	225	242	260	20	44	76	94,5	95,3	95,5
10 % lösröta.....	228	245	263	19	45	77	94,9	94,9	94,9

De viktigaste resultaten ha sammanställts i tab. 17 och fig. 26. Av tab. 17 framgår, att vid 10 volymprocents inblandning av resp. anilined, ljus faströta, mörk faströta och lösröta i motsvarande frisk ved meråtgången av ved blev ca 2,5 %, 3,6 %, 6,6 % resp. 7,4 % för den undersökta Värmlands-veden och 2,8 %, 3,3 %, 5,0 % resp. 6,3 % för den undersökta Norrlands-veden vid framställning av blekt silkemassa, oberoende av den alfahalt till vilken massan alkaliserats (se fig. 27 beträffande en massa med alfahalten 90 %). Lutförbrukningen ökade endast vid inblandning av de mest framskridna rötslagen, mörk faströta och lösröta. Massans blekbarhet påverkades icke alls av rötinblandningen.

Av de i Skönsmon utförda provkokningarna kan alltså den sammanfattande slutsatsen dragas, att anilineden och den ljusa faströtan i *Polyporus annosus*-skadad granved icke försämra den därav framställda pappers- eller silkemassans kvalitet, även om rötvedsinblandningen uppgår till 10 volymprocent.

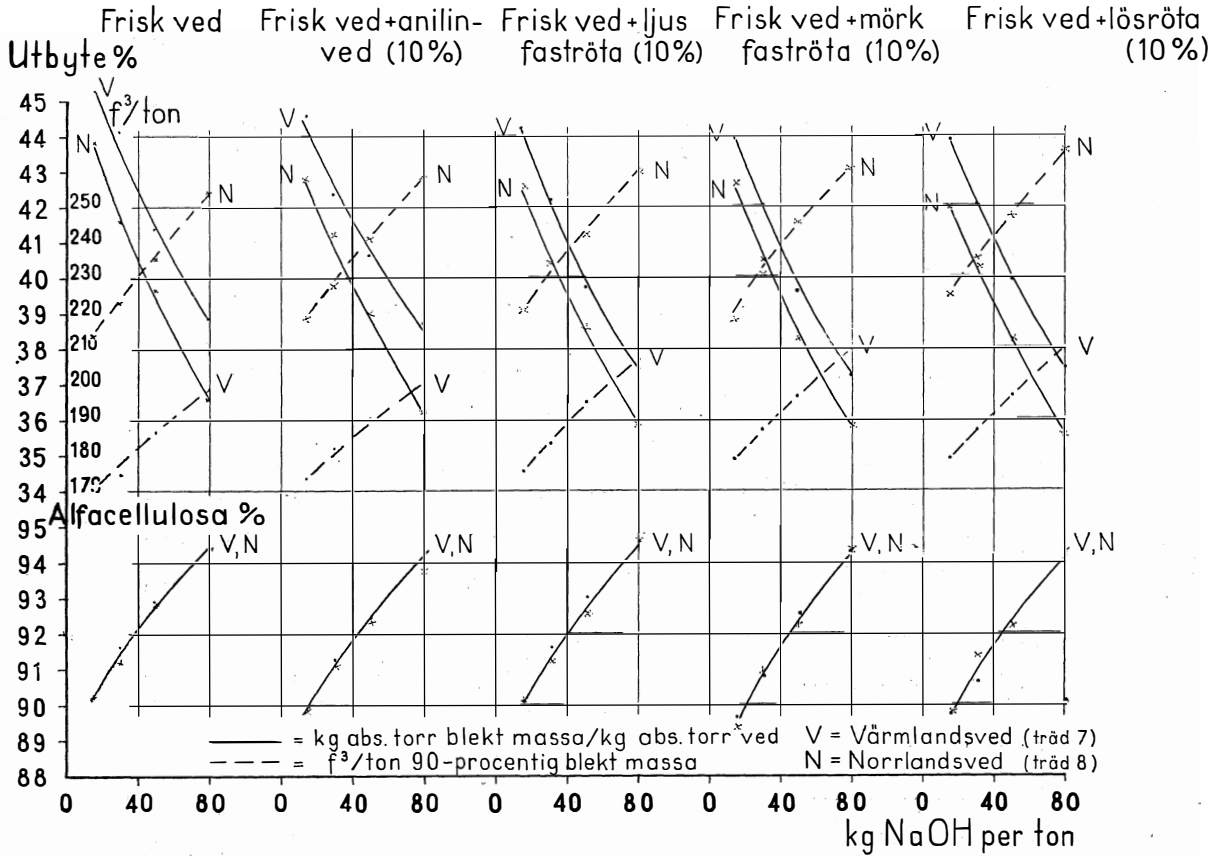


Fig. 26. Massautbyte i viktsprocent, vedförbrukning per ton 90 %-ig massa samt halt alfacellulosa hos blekt silkecellulosa framställd av blandningar av 10 volymprocent av olika slags rötved i motsvarande frisk splintved på samma höjd i två annosus-rötskadade granstammar. Träd 7, från Värmland (V), och 8, från Norrland (N). Cellulosabolaget 1948.

Pulp yield in weight %, wood consumption per ton 90 % pulp and alpha-cellulose content of bleached rayon pulp produced from admixtures of 10 % volume of different kinds of decayed wood to corresponding sound sapwood at the same height in two annosus-damaged spruce trunks. Tree no. 7, from Värmland (V) and no. 8, from Norrland (N). The Swedish Pulp Company 1948.

Utbyte=pulp yield. Kg abs. torr blekt massa/kg abs. torr ved=kg abs. dry bleached pulp per kg abs. dry wood. f^3 /ton 90-procentig blekt massa= f^3 per ton 90 % bleached pulp. See also Fig. 24.

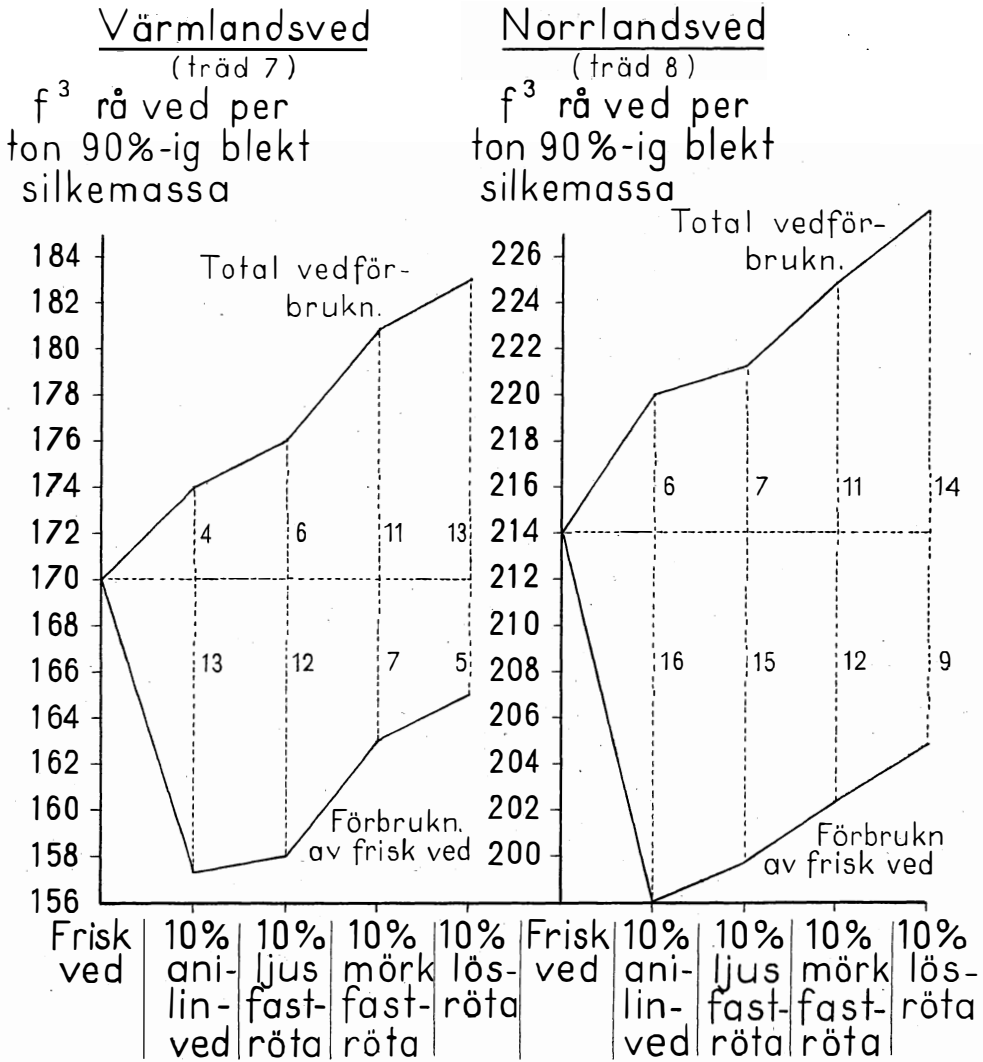


Fig. 27. Vedförbrukning per ton 90 %-ig blekt silkemassa framställd av blandningar av 10 volymprocent av olika slags röved i motsvarande frisk splintved på samma höjd i två annosus-rötskadade granstammar. Alfahalt 90 %. Träd 7, från Värmland, och 8, från Medelpad. Cellulosabolaget 1948.

Wood consumption per ton of 90 % bleached rayon pulp produced from admixtures of 10 % volume of various kinds of decayed wood to corresponding sound sapwood at the same height in two annosus-damaged spruce trunks. Alpha-content 90 %. Tree no. 7, from Värmland and no. 8, from Norrland. The Swedish Pulp Company 1948.
Fig. text see Fig. 24.

VI. Några synpunkter på praktisk tillämpning av undersökningresultaten

Vid inmätning av massaved har man tidigare, såsom i det föregående påvisats, tillämpat mycket olika principer vid bedömning av rötskador. Det vanligaste har i stort sett varit, att man i sulfatved tolererat vissa skador men i sulfitved endast mycket obetydliga rötförekomster. Beträffande den s. k. aniliveden synes bruket länge ha varit vacklande, men i regel torde sådan ved icke i större utsträckning ha tolererats i varje fall ej i sulfitved, och ännu strängare har man varit då det gällt verklig rötved (jfr RONGE 1934).

Att få till stånd en rättvis bedömning av rötskador ur avdragssynpunkt är för närvarande mycket svårt, dels på grund av att vår kunskap om olika rötter i skogen och deras betydelse ännu är mycket bristfällig och dels på grund av vanskligheten att i praktiken omedelbart bedöma en viss rötskada till art eller typ samt utbredning i trädet. Rötskadorna ha också olika betydelse för olika massakvaliteter.

Då det måste vara ett angeläget önskemål att våra skogsrötors betydelse ur massaförhållningssynpunkt klarlägges — en uppgift som säkerligen kommer att kräva ett mångårigt arbete — har i samband med utredningsarbetet för nya mätningsinstruktioner ett försök gjorts att från denna utgångspunkt närmare analysera den utan tvivel vanligaste och svåraste rötsvampens (*Polyporus annosus*) skadegörelse i granstammar. De beteckningar som härvid använts — anilived, ljus faströta, mörk faströta och lösröta — äro sålunda i första hand anpassade efter denna rötas olika utvecklingsstadier men torde även kunna tillämpas på flera andra skogsrötter och för övrigt även på lagringsrötter, såsom senare något skall beröras.

Innan *annosus*-vedens användningsmöjligheter diskuteras må först några synpunkter av principiell natur framhållas. Det är självklart att sådan ved, som är alldeles fri från röta, under alla förhållanden är att föredraga och att skogsvården såvitt möjligt alltid bör söka förebygga rötskador även om vissa sådana i begränsad mängd kunna anses vara utan praktisk betydelse för framställning av massa. Under tider med god tillgång på virke kan man måhända ha råd att endast använda fullt frisk ved, såsom också tidigare tillämpats i Sverige. Då sämre tillgång råder på råvaran såsom för närvarande i varje fall i Norrland, tvingas man emellertid förr eller senare att pröva, om icke även ved behäftad med vissa fel och skador trots allt skulle kunna komma till användning. Som ett oeftergivligt villkor bör emellertid alltid uppställas, att den tillverkade massans kvalitet under inga förhållanden får bli sämre (jfr WALLER 1948).

Då man tidigare lumpat betydande längder virke på grund av t. ex. en centralt i stammen utbildad rötskada, har större delen av klampen utgjorts av frisk ved som omgivit rötan. Ett dylikt slöseri med ved kan nu ej längre tolereras, varför man alltmera börjat tillvarata även rötskadade klampar — om de blott vid flottning kunna förmodas äga erforderlig flytbarhet — och tilldelat dem ett visst volym-

avdrag för rötan. Härigenom har det blivit möjligt att tillämpa den principiellt riktiga grundsatsen att *all frisk ved i och för sig är likvärdig, vare sig den förekommer enbart eller omger en rötskada*. I praktiken innebär dock förekomsten av frisk ved i form av ett »tjockväggigt rör» en viss värdenedsättning, om nämligen i något fall endast absolut frisk ved anses kunna tolereras, varvid — såsom hittills skett — antingen rötan måste huggas ut eller klampen sorteras över till annan användning, vilket medför särskilda kostnader.

Huruvida en klamp med rötskada, som föranleder volymavdrag, skall hänföras till en särskild sekundakvalitet eller om endast en enda kvalitet bör förekomma, skall här icke diskuteras. Endast en omständighet må dock i detta sammanhang framdragas. Å ena sidan kan det för tillverkning av specialmassa av mycket hög kvalitet vara en fördel att kunna inköpa absolut prima ved av alltigenom förstklassig beskaffenhet, om möjlighet finnes att transportera och lagra sådan ved särskilt. Å andra sidan kan vid användning av två kvalitetsklasser i vissa fall en så stor mängd rötved åtminstone teoretiskt befaras sammanföras i sekundaklassen, att rötan sätter spår i massan.

En preliminär beräkning av hur mycket rötad ved, som i genomsnitt ingår i normal fabriksflis har såsom förut nämnts givit till resultat, att med nuvarande mättningsbestämmelser endast en försvinnande liten röt mängd förekommer (i sulfitved sannolikt mindre än 1 %) och knappast någonsin torde överskrida 10 % av hela vedkvantiteten. Vid de undersökningar över *annosus*-rötans betydelse, som redovisas i föreliggande arbete, ha också konsekvenserna av inblandning av högst 10 % röta i olika utvecklingsstadier i frisk ved ägnats särskild uppmärksamhet. En högre koncentration rötved kan möjligen tänkas förekomma, om sekundaved från ett starkt rötskadat bestånd föres tillsammans, men detta fall torde säkerligen få anses såsom en stor sällsynthet, då rötflisen under alla förhållanden måste förutsättas bli uppblandad med ofantligt mycket större mängder frisk ved (jfr för övrigt mättningsinstruktionernas kvantitetsbegränsning för skadlig röta i massaved).

Vid bedömning av en rötskada av viss typ bör man taga hänsyn till om den 1) är utan all betydelse, 2) endast nedsätter massautbytet, 3) både försämrar utbytet och kvaliteten eller 4) *dessutom* sprider en eventuell missfärgning till felfri massa i samma kok. — En rötskada av typ 2) är visserligen i sin mån värdenedsättande men i övrigt relativt ofarlig, medan en röta av typ 3) och särskilt av typ 4) måste bedömas strängare ur inmätningssynpunkt.

Granskar man *annosus*-rötans olika utvecklingsstadier med hänsyn till de 4 nämnda typerna av skadeverkningar, finner man, att *anilinveden i den inblandningsprocent, som kan bli aktuell i praktiken* snarast tillhör grupp 1) och sålunda praktiskt taget icke förorsakar några nämnvärda kvantitativa skadeverkningar och icke heller några kvalitativa skador ens i oblekt massa. Beträffande den *ljusa faströtan*, som utgör ett längre framskridet stadium i rötans utveckling än anilinveden, kan sägas, att den absolut sett — oberoende av inblandningsgraden — innehåller något mindre cellulosa än motsvarande frisk ved och därför tillhör skadegrupp 2) och

sålunda bör vidkännas ett visst volymavdrag. Med hänsyn till att detta dock måste bli tämligen litet och att vid den rötinblandning, som kommer ifråga i praktiken, *någon mot inblandningsmängden proportionell kvalitetsförsämring icke kunnat konstateras*, kan man emellertid överväga att bortse från den utbytesminskning absolut sett, som denna röttyp förorsakar, och kompensera denna tolerans med en något strängare bedömning av följande rötstadium, nämligen den mörka faströtan, i vilken den ljusa rötan i samma stam övergår utan markerad gräns. Den *mörka faströtan* tillhör även i 10 %-ig inblandning skadegrupp 3) och bör sålunda utan tvekan tillmätas ett betydande volymavdrag. Detsamma är även fallet med *lösrötan*, som medför ett avsevärt sämre utbyte, ojämn uppslutning, ökad alkaliförbrukning och en avsevärd nedsättning av massans styrka.

Något rötstadium tillhörande grupp 4) — som under inga omständigheter bör tolereras i massaved — torde vid den inblandning som kan bli aktuell i praktiken knappast förekomma i ren *annosus*-röta.¹ Det bör därför icke vara någon större risk för massans kvalitet, om gränsdragningen mellan ljus och mörk faströta icke blir så noggrann — exakt kan den aldrig bli på grund av att de båda röttyperna successivt övergå i varandra.

Givetvis kan kritik riktas mot att rötvedens *färg* — lämpligen bedömd efter en enkel färgskala i instruktionen — användes såsom det avgörande vid klassificering av olika rötstadier, vilka enligt vad den utförda undersökningen visat måste bedömas mycket olika ur skadesynpunkt. Men vilket annat karakteristikum på rötan är lättare och bättre att använda i praktiken, där bedömningen skall utföras av huggare eller apterare och tid för övrigt ej finnes för närmare undersökningar? Vill man icke såsom skiljemärke acceptera rötans färg i rå ved — har veden torkat i ändytorna vid mätningstillfället, kan inhugg göras längre in för kontroll, en metod som med framgång praktiserats under lång tid vid mätning i fast mått — får man antingen icke alls tillåta någon röta i prima massaved eller också medtaga även mörk faströta. Såsom den föreliggande undersökningen visat, innebär det förra tillvägagångssättet ett onödigt slöseri med virke och det senare risker för den framställda massans kvalitet. Se plansch I och II. — Beträffande mätning i travat mått äro möjligheterna för en färgbestämning av naturliga skäl något mindre.

Om man för praktiskt bruk använder *färgen* som kännetecken på rötvedens »farlighetsgrad», uppstår frågan hur *andra rötor* än den av *Polyporus annosus* framkallade komma att klassificeras. Då vår kunskap om i skogen förekommande rötor blivit mera fullständig än för närvarande, är det möjligt att en bättre bedömningsgrund skall kunna erhållas. Ännu så länge synes emellertid bedömningen av färgen utgöra en enkel metod att skilja »farliga» och »mindre farliga» rötor från varandra. De mörkfärgade källrötor, som provkokats, ha sålunda hittills alltid visat sig inverka menligt i synnerhet på massans färg men i regel även på utbytet och styrke-

¹ Vid hög inblandningsprocent (25 %, jfr sid. 33) torde man dock kunna ifrågasätta om icke mörk faströta och lösröta böra räknas till grupp 4) vid framställning av oblekt sulfitpappersmassa — och säkerligen även slipmassa — på grund av sin försämrande inverkan på massans kvalitet (vithet och renhet).

egenskaperna, eftersom dessa rötter i regel torde vara av destruktionsrötetyp och alltså redan från början angripa cellulosan.

Tillämpas beteckningarna ljus och mörk faströta på den vanliga *lagringsrötan*, framkallad av *Stereum sanguinolentum* eller *Polyporus abietinus*, finner man, att sådan röta i sitt begynnelsestadium (ofta ljusst rödbruna strimmor t. ex. i sommarhuggen ved) efter den första sommarens lagring är ljusbrun till färgen och kan benämnas ljus faströta. Efter två eller flera sommars olämplig lagring har rötan blivit mörkbrun och bör ur teknisk synpunkt benämnas mörk faströta. Tidigare utförda provkokningar (jfr BJÖRKMAN 1946) ha visat, att den ljusa lagringsrötan ännu är praktiskt taget ofarlig medan den mörkare kan medföra betydande värdeminskning hos massan.¹

Undantag från regeln att färgen är en god indikator på rötans »farlighetsgrad» finnas emellertid även. Sålunda har både i Värmland och Norrland — enligt vad det vill synas mest i höjdlägen — en ännu till arten okänd röta hos gran påträffats, som är en typisk destruktionsröta men ljusbrun till färgen. En sådan röta bör givetvis föranleda ett visst volymavdrag. Såvitt hittills är känt, är emellertid denna röttyp så sällsynt, att en ringa inblandning i prima massaved rimligtvis icke bör vara av någon betydelse i synnerhet som den icke synes föranleda någon missfärgning av massan.

De flesta okända rötter, som kunna hänföras till »stubbrötter» eller »källrötter», synas kunna betecknas som mörka faströtter eller lösrötter. Då dessa i stor utsträckning torde åstadkomma betydande missfärgning av massan och ofta även kraftig nedsättning av utbytet samt därjämte orsaka en starkt nedsatt flytbarhet hos stocken (jfr fig. 4), medföra ökad sällspåmsmängd och (där håligheter uppträda) verka

¹ I regel torde lagringsröta icke alls ifrågakomma vid inmätningen av nyavverkat virke. Skador av detta slag av sådan betydelse, att de böra medföra volymavdrag, ha alltid uppkommit efter avverkningen och under relativt lång tid. Hänsyn till hur veden *senare* kommer att behandlas i olika fall torde icke kunna tagas vid inmätningen (jfr fig. 8). Det beror sålunda i regel på lagringsförhållandena om t. ex. en anlagd men ännu ofarlig begynnande *Stereum*-röta i sommarhuggen ved utvecklas vidare eller ej. Detsamma gäller i princip även om en eventuell fortsättning av en skogsrötas utveckling under lagringen — ett problem som dock på grund av ifrågavarande rötsvampars livsvillkor endast ytterst sällan torde bli aktuellt.

² Som ett led i en preliminär undersökning av olika rötors inflytande vid tillverkning av slipmassa har ingenjör A. ALFSEN vid Luleå slipmassfabrik utfört ett antal provslipningar och massan sedermera enligt standardmetoden för slipmassa undersökts av ingenjör E. MALM vid Cellulosabolagets forskningslaboratorium i Skönsmon. De viktigaste resultaten framgå av följande tabell.

V e d	Vithet		Styrkevärden				Fiberfördelning	
	Blått filter	Ambrafilter	Malgrad °SR	Slitlängd m	Sprängtryck %	Rivstyrka g	Fiber % kvar på duk 35	»Mjöl» % genom duk 80
Frisk ved	64,5	80,8	77	2 230	12	31	3,0	75
Anilinved (<i>annosus</i> -röta)	36,5	54,2	78	2 280	10	24	1,8	90
Ljus faströta »	55,7	76,5	69	1 790	8,3	18	1,5	79
Mörk faströta »	46,7	72,5	72	2 150	10	23	1,4	81,5
<i>Borealis</i> -röta	41,1	68,1	79	1 610	7	17	2,3	88

De utförda proven visa sålunda, att röta försämrar slipmassans styrkevärden, ökar »mjölhalten» samt ger sämre vithet. Anilinveden i koncentrerad form gav den mörkaste massan medan de bruna faströtorna gävo relativt ljusa massor. Ytterligare data komma senare att framläggas.

som uppsamlare av sand m. m., synes volymavdraget för rötter av dessa typer (mörk faströta och lösröta) av säkerhetsskäl böra göras tämligen stort. Omsorgen om den svenska massans kvalitet bjuder nämligen till stor försiktighet med uppmjukning av inmättningsbestämmelserna. Då praktisk erfarenhet och fortsatta pågående undersökningar mera i detalj visat, vilken betydelse även andra rötter än *Polyporus annosus* ha för framställning av olika slags massa — även slipmassa för export² — är det mycket sannolikt att inmättningsbestämmelserna beträffande röt-skadat virke kunna göras mera exakta — färgplanscher över *olika* vanligt förekommande rötter av känd praktisk betydelse kunna sålunda ev. ingå i instruktionerna — än som för närvarande är möjligt.

Anförd litteratur

- ALMQVIST, G. & HALLMANS, G., 1947. Redogörelse för undersökning av volymviktens och kvistförekomstens samband med avsmalningen för massaved. — S. D. A. Xu 16, Stockholm. (Stencil).
- BJÖRKMAN, E., 1946. Om lagringsröta i massavedgårdar och dess förebyggande. (On storage decay in pulpwood yards and its prevention). — Medd. Stat. skogsforskn.-inst., 35: 1.
- DAY, W. R. & PEACE, T. R., 1936. Butt rot in Conifers. — Scott. Forestry Journ., 50.
- ERIKSSON, J., 1949. The Swedish species of the »*Poria vulgaris*-group». — Sv. Bot. tidskr., 43.
- FRITZ, CLARA W., 1923. Cultural criteria for the distinction of wood-destroying fungi. — Proc. a. Trans. Roy. Soc. of Canada, III, 17, sect. 5.
- HOLZER, W., 1941. Effects of heartwood decay in western hemlock on sulphite pulps. — Paper Trade Journ., 112.
- HÄGGLUND, E., 1936. Vedbeskaffenhetens inflytande på utbyte och kvalitet av sulfit- och sulfatmassa. (Influence of the character of the wood on the yield and quality of sulphite and sulphate pulp). — Sv. Skogsvårdsför. tidskr., 34.
- JOHANSSON, D., 1933. Något om vedmateriallets inverkan på massakvaliteten vid sulfitkokning. — Sv. Papperstidn., 36.
- 1935. Något om vedens inflytande på utbyte och kvalitet vid sulfat- och sulfitmasskokning. (The action of the quality of the wood in sulphate and sulphite manufacture). — Sv. Skogsvårdsför. tidskr., 33.
- 1942. Användning av rötskadad ved i cellulosaindustrien. — Industriens Utredningsinstitut, Norrlandsutredningen. Stockholm.
- JØRSTAD, J. & JUUL, J. G., 1939. Råtesopper på levende nåletrær, I. (Fungi causing decay in living Conifers). — Medd. fra d. Norske Skogforsøksv., 22.
- LAGERBERG, T., 1919. Snöbrott och toppröta hos granen. (Schneebrüche und Gipfelfäule bei der Fichte). — Medd. Stat. skogsfors.-anst., 16.
- 1935. Barrträdens vattved. (Wetwood in Conifers). — Sv. Skogsvårdsför. tidskr., 33.
- 1944. *Coniophora fusispora*, en rötsvamp i norrländsk tall. (Summary). — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., 49.
- NORDQUIST, M., 1948. Lagstiftning och virkesmätning. — Cellulosa och Papper. Stockholm.
- PEACE, T. R., 1938. Butt rot of Conifers in Great Britain. — Quart. Journ. of Forestry, 32.
- PETRINI, S., 1944. Om granrötans inverkan på avverkningens rotvärde. (Über den Einfluss der Wurzelfäule der Fichte auf den Abtriebsertrag). — Medd. Stat. skogsfors.-anst., 34.
- RENNERFELT, E., 1946. Om rotrötan (*Polyporus annosus* Fr.) i Sverige. Dess utbredning och sätt att uppträda. (Über die Wurzelfäule [*Polyporus annosus* Fr.] in Schweden). — Medd. Stat. skogsforskn. inst., 35: 8.
- ROBAK, H., 1936. Notes on Norwegian wood rots. — Nyt Mag. f. Naturvidensk., 76.
- RONGE, E. W., 1934. Kvalitativa krav och kvantitativa möjligheter. Några skogliga synpunkter på ett aktuellt råvaruproblem. — Sv. Papperstidn., 12.
- STORCH, K. & MÜNDEM, H., 1937. Über den Abbau des Fichtenholzes durch den Rotfäulepilz (*Polyporus annosus*). — Der Papier-Fabrikant, 35.
- WALLER, A., 1948. Kvaliteten i förgrunden. Något om kvalitetsutvecklingen inom den svenska cellulosaindustrien under de senaste årtiondena. (Summary). — Cellulosa och Papper. Stockholm.

² Se not 2 på föreg sida.

Summary

Decay Injuries in Spruce Forests and their Importance for the Production of Chemical Paper Pulp and Rayon Pulp

Rot damages are among the most important depreciative factors in Swedish forestry, although at various times opinions have diverged highly as to the importance of the depreciation caused by rot. On the part of the Swedish timber and cellulose industries there has always been a standing desire, however, to make products of the highest possible quality and consequently damages of various kinds have not been allowed to be present at all or only to a very limited extent. Thus comparatively slightly damaged wood has usually been discarded as pulp wood or declassified to a lower quality group. In times of less abundant supplies of wood, however, the question of the real state of the damage caused by the various types of rot becomes of pressing importance, as it may well be assumed that part of the only slightly damaged wood that was not utilized previously might prove quite usable on closer investigation. A great many investigations on the importance of various rots, especially with regard to the production of paper pulp, have already been carried out, in Sweden chiefly by DAVID JOHANSSON (1933, 1935, 1942) especially on wood attacked by so-called root rot (caused by *Polyporus annosus* Fr.). As other research workers who carried out similar test cookings, e.g. STORCH & MÜN- DEN (1937), HOLZER (1941), JOHANSSON found that the pulp yield calculated on the weight of the wood was considerably lower in wood severely damaged by root rot, and that the quality of the pulp produced had strongly deteriorated both as regards strength and purity.

No detailed investigations on the influence of the various stages in the development of one and the same rot damage have as far as we know been performed up to now. In the case of root rot especially, which is probably the most important rot damage in Scandinavian spruce forests, various stages of development can be discerned, the less advanced of which usually occupy the greater part of the decayed wood (Fig. 1, cf. Fig. 9). From the point of view of pulp production, the value of these parts claim special interest.

The measurement instructions hitherto used in Sweden contain widely diverging rules as to the appraisal of rot damage. In order to give an idea of the various instructions previously applied in practice and to illustrate the consequences of the new instructions issued in 1948 and 1949, a test measurement of one and the same rot damage has been carried out in accordance with the various instructions (Table 1).

We are very inadequately informed as to the frequency of rot damage in our forests. The only official material available is probably that issued by the National Forest Survey (See Table 2 for the frequency of rot damaged pine and spruce in North Sweden).

From a technical and economic point of view the chemical nature of the rot is more important than the fungus that has caused it. As is generally known, distinction is made between destructive or shrink rots (Fig. 2, 4, 5), corrosive rots or patchy rots (Fig. 6, 7, 8) and white rots. The destructive rots, sometimes also incorrectly called brown rots, are characterized by the cellulose in the wood being directly attacked by the fungus while the greater part of the lignin is untouched. The corrosive rots are characterized by both the cellulose and the lignin being attacked more or less simultaneously so that alternating white and brown patches occur in the wood. The white rots are the result of attacks by fungi chiefly specializing in the destruction of lignin so that the

wood attacked — at least in the more advanced stages of rot — consists almost entirely of cellulose. The prevailing types of rot are corrosive and destructive rots of which the former probably dominates. The most important rot fungi in standing trees are *Polyporus annosus* and *Polyporus Pini* (*Abietis*) for spruce and *Polyporus Pini* for pine (Fig. 7), causing typical corrosive rots. To a certain degree *Armillaria mellea* (Fig. 3) occupies an intermediate position between white rots and destructive rots, but is of a different nature than corrosive rots on account of the species of tree attacked by the fungus; the chemical nature of *Armillaria*-rot has, however, not yet been investigated in detail. Typical destructive rots are caused by, for example, *Polyporus borealis*, *P. pinicola*, *P. Schweinitzii* and *Coniophora*-species and probably in addition other as yet unknown fungi chiefly causing basal rot in the trees.

From a technical point of view, therefore, the most important type of rot is probably the corrosive rot and the most important fungus causing it in spruce trunks is *Polyporus annosus*. An investigation of the usability of more or less decayed wood for the production of paper pulp and rayon pulp should, therefore, in the first place comprise cooking of *annosus*-rot in various stages of development. The result of such an investigation should to a certain degree also be applicable to other rot damage of a corrosive nature, especially to the next most important rots in our conifers after *annosus*-rot, i.e. *Pini* and *Abietis*-rot respectively which in spruce have such a similarity to certain stages of *annosus*-rot, that they sometimes can be mistaken for it.

It should also be pointed out, that the most frequent types of storage decay (cf. Fig. 8) in soft wood, i.e. those caused by such fungi as *Polyporus abietinus* and especially *Stereum sanguinolentum*, should also be classified among the corrosive types. There are also storage-decay fungi of the destructive type which, however, require such a long time for their destructive work that their practical importance normally is very small. It can therefore be said in principle that the results of an investigation of *annosus*-rot can also be applied to the important *Stereum*-rot (storage decay and marking rot and slash rot in spruce, Fig. 6). Its importance for the production of pulp has previously been investigated quite thoroughly, most recently in connection with a report on storage decay in pulpwood yards 1943—1945 (BJÖRKMAN 1946).

The present investigation, therefore, does not include storage decay but only so-called forest rots chiefly the *annosus*-rot in spruce, the detrimental effect of which from various points of view has not been sufficiently investigated hitherto.

A standard for the various degrees of decomposition of the decayed wood is provided by the *volume weight*. When the volume weight expressed in kg dry substance per m³ fresh wood — established by calculations with a Hg-xylometer — was tabulated for various stages of rot in 5 different spruce trunks, having a regular and typically formed *annosus*-rot, the following means were arrived at:

	Dry substance kg per m ³ of fresh wood
Sound wood.....	425.3
Aniline wood.....	421.0
Light firm rot.....	369.6
Dark firm rot.....	321.4
Soft rot.....	246.8

It appears from these figures that the greatest decrease in volume weight occurs in the oldest decayed wood but that on the other hand the youngest stage of rot — the aniline wood — which sometimes comprises an important part of the decayed volume, and is from the point of view of damage often ranked equal with brown decayed wood, has

practically the same volume weight as the corresponding sound wood (Figs. 9, 10, Plate I and II). Starting from this fact, it is of great practical interest to investigate how the fungus attacks the wood in the various stages of development of the rot (Figs. 11, 12, 13).

Experimental Cookings

As investigation material only spruce trunks were used originating chiefly from Värmland, but also from Norrland (Medelpad and South Ångermanland). All the spruce trunks from Värmland and most of those from Norrland were infected with *Polyporus annosus*, while some of the Norrland-specimens had typical stump or basal rots.

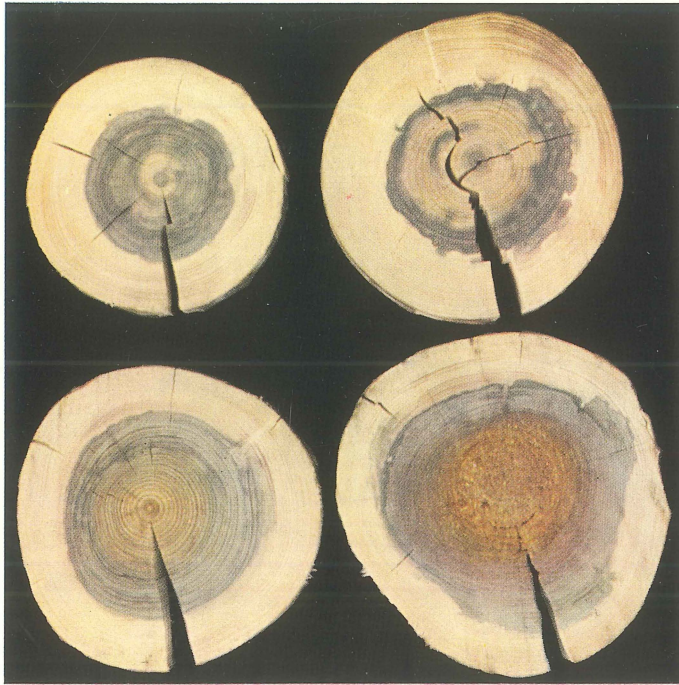
In order to enable the most accurate possible delimitation between the various stages in the development of the rot, trees were always selected with regularly and centrally developed rot. Moreover, care was taken to assure that the growth of the trees had been as uniform as possible during the whole development. One-metre sections of a large number of trees were sent to the Royal School of Forestry for the preparation of suitable test material and for uniform division into the various types of rot, *aniline wood*, *light firm rot*, *dark firm rot* and *soft rot*. As mentioned before, the volume weight was subsequently assessed for the various types of decayed wood and for the corresponding sound sapwood. As the breadth of the annual rings was usually the same for heart- and sapwood, it was assumed that sound heart- and sapwood had approximately the same volume weight, which fact could also be directly established in some cases (cf. Tables 3 and 4). A comparison between the volume weight of damaged heartwood and sound sapwood at the same height could thus be considered justifiable. In the spruce trunks investigated, it can generally be assumed that the volume weight of sound wood at various heights in the trunk is roughly the same. As the volume weight — which can, as has already been stated, be considered to be an expression for the intensity of the rot damage — has always been expressed in dry substance per m³ fresh wood, a direct comparison between the same kind of wood in the same tree has been possible.

For each type of rot, chips of the same size as those normally occurring in practice (on an average 20 by 15 by 3 mm) were cut and mixtures of various quantities of decayed wood with corresponding sound wood were prepared (by weighing taking into consideration the volume weight). Care was simultaneously taken to use only absolutely homogeneous wood (without knots, compression wood etc.). The chip mixtures thus prepared were subsequently sent to several research laboratories, which could thus work on uniformly controlled chip material (for tree no 8 among the cookings of the *Swedish Pulp Company*, the chip mixtures were prepared and the volume weight assessed at the laboratory in Skönsmon). By comparing the results arrived at by the various laboratories, often performing exactly the same investigations and working on identically the same chip material from the same trees it was possible to arrive at the greatest possible accuracy.

Summary of the Results of the Experimental Cookings

The experimental cookings comprised various quantities of decayed wood from mixtures of 1 % to 100 % (= pure decayed wood), but at two research laboratories the investigations were exclusively concentrated on mixtures of at the highest 10 % decayed wood in a corresponding quality of sound wood. This was done as a preliminary test as investigations had shown that this was probably the highest percentage occurring in factories. Relatively great importance has therefore been attached to the detrimental effect of rot at this upper limit — especially with regard to the quality of the pulp.

As to the results obtained see Figs. 14—27 and Tables 3—17.

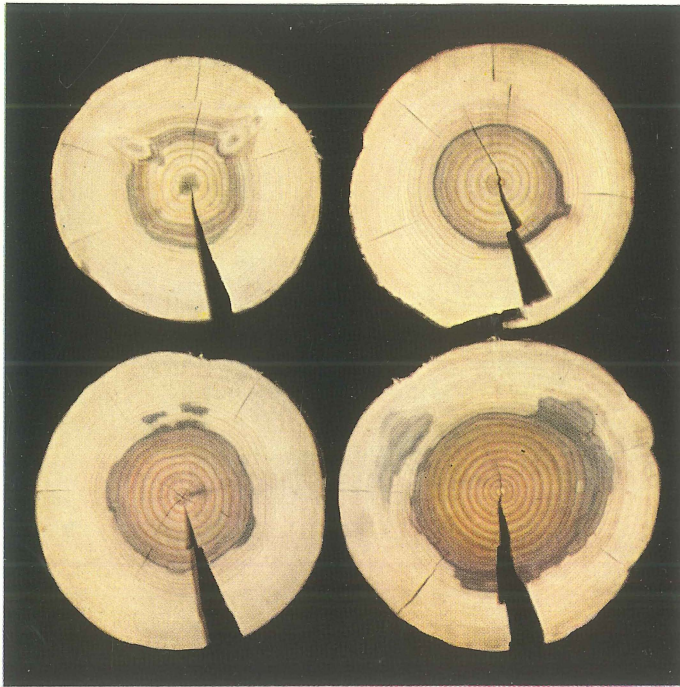


*Plansch I. Tvärsnitt av typiskt utbildad rotröta (*Polyporus annosus*) hos gran (fuktig ved) på olika höjd i stammen. Färgfotografi.*

Upptill t. v.: »anilinved» (5 m), t. h.: ljus faströta omgiven av anilinved (4 m). Nedtill t. v.: mörk faströta (2 m), t. h.: lösvröta (1 m). Denna ved ingår i provkokningarna vid Mo och Domsjöns laboratorium 1948. Jfr fig. 9.

Cross section of typically developed root rot (*Polyporus annosus*) in spruce (fresh wood) at different heights in the trunk. Colour picture.

Upper left corner: »aniline» wood (5 m), right: light firm rot surrounded by aniline wood (4 m). Lower left corner: dark firm rot (2 m), right: soft rot (1 m). This wood was included in the experimental cookings at the Mo & Domsjö laboratory 1948. Cf. Fig. 9.



*Plansch II. Tvärsnitt av typiskt utbildad rotröta (Polyporus annosus) hos gran (fuktig ved) på olika höjd i stammen. Färgfotografi.
Upptill: ljus faströta. Nedtill: mörk faströta.*

Cross section of typically developed root rot (*Polyporus annosus*) in spruce (fresh wood) at different heights in the trunk. Colour picture.
Upper row: light firm rot. Lower row: dark firm rot.