

AAV3 PERI JA TEODOR USKIO

PUIT
TARBEMATERJALINA

PUIT TARBEMATERJALINA

5403

TARTU KESTI KIRJASTUS

1947

24
57

ARVO VESKI JA TEODOR USSISOO

Inventar № 708

PUIT

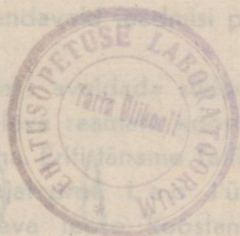
TARBEMATERJALINA

Puit on kõige harilikum ja kõige tuntum ja tegusaim materjal. Enam kui miljonid inimesed kasutavad puitu igapäevaeluses ja terber...

Käsitöelise raamat "Puit tarbematerjalina" käsitleb puitu kui tootmaterjali. Teos on kasutatav õpperaamatuna tööstuskoolides, kuid samasuguse eduga võivad seda kasutada ka uskustööliselised, meistrid, tehnikud, õliõpilased ja kõik, kes soovivad laiendada oma teadmisi puiduga seoses olevate küsimuste lahendamiseks.

Loeme oma meeldivaks kohuseks, et see raamat on ilmselt igas kõrgkooli autoleile, kes tahkell lubasid kaasa võtta. Raamat on saadaval ka kütajusi kasutada ja neist väljavõtteid teha. Raamat on saadaval Tartu Tehnikakooli Ehitusõpetuse Laboratooriumi juhataja ja õpetaja A. K. Veermetsa nõuannete ja kõige abi eest kaasaoleva Eesti Kirjastuse ja Eesti Kirjastuse, semull prof. K. Veermetsa kasulikkude märkuste eest.

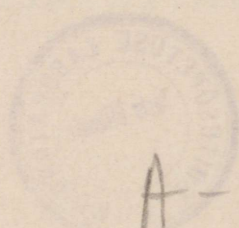
Olaksime lugejatele tänulikud kõigi soovide, arvustuste märkuste ja parandus-ettepanekute eest teistes esinete võivale puidust või abasalguste kohta.



Arv. 29193

TARTU EESTI KIRJASTUS
1942

PUIT
TARBEMATERJALINA



A-13197

2.

Tartu Riikliku Üliikooli
Raamatukogu
35187

Korrektor M. Kindlam.

EESSÕNA.

Puit on kõige harilikum ja kõige tuntum ja lugupeetavam materjal. Enamik meie koduelamuid on puidust, samuti ka suur osa seadiseid ja tarberiistu. Seepärast peame puitu hästi tundma õppima, et oskaksime teda alati väärikalt hinnata ja otstarbekalt tarvitada.

Käesolev raamat „Puit tarbematerjalina“ käsitleb puitu kui toor- materjali. Teos on kasutatav õpperaamatuna tööstuskoolides, kuid samasuguse eduga võivad seda kasutada ka oskustöölised, meistrid, tehnikud, üliõpilased ja kõik, kes vajavad täiendavaid teadmisi puiduga seoses olevate küsimuste lahendamiseks.

Loemä oma meeldivaks kohuseks avaldada südamlikku tänu kõigile autoreile, kes lahkelt lubasid käesoleva raamatu koostamiseks oma kirjutusi kasutada ja neist väljavõtteid teha. Eriti täname Tallinna Tehnikaülikooli Ehitusõpetuse Laboratooriumi juhatajat prof. Leo Jürgensoni nõuannete ja kõige abi eest käesoleva teose koostamisel, samuti prof. K. Veermetsa kasulikkude märkuste eest.

Oleksime lugejaile tänulikud kõigi soovide, arvustavate märkuste ja parandus-ettepanekute eest teoses esineda võivate puuduste või ebaselguste kohta.

Autorid.

KASUTATUD KIRJANDUS.

- Prof. L. Jürgenson, Puidust kui ehitusmaterjalist. „Tehnika Kõigile“ 1939, nr. 4, 5 ja 6.
— Mis on kindlam abinõu majaseene vastu. „Tehnika Kõigile“ 1938, nr. 2.
— Leegikaitsevõõpadest. „Tehnika Ajakiri“ 1940, nr. 4.
- P. Tamm ja T. Ussisoo, Puutehnoloogia I, Tallinn, 1925.
P. Tamm, Puutehnoloogia II, Tallinn, 1932.
T. Ussisoo, Puutehnoloogia II, Tallinn, 1932.
A. Veski, Puitehituse käsiraamat, Tartu, 1940.
- Dr. K. Veermets, Puidumääraja makro- ja mikroskoobiliste tunnuste järgi, Tartu, 1937.
Loodusvarade Instituut, Seisukohti puidu immutuse probleemi lahendamise alal Eestis, Tallinn, 1940.
- A. Määr, Majasiku levimine ja kahjustus Eestis, Tartu, 1935.
K. Zolk, Toonesepad mööblis ja nende tõrje, Tartu, 1935.
A. Jomm, Puidu kaitsmine mädanemise vastu, „Tehnika Kõigile“ 1936, nr. 7 ja 8.
A. Dreving, Kuidas valmib paber. „Tehnika Kõigile“ 1939, nr. 9 ja 10.
A. Grauen, Puidu konserveerimisest. „Tehnika Kõigile“ 1939, nr. 1.
E. Grünreich, Puu niiskusest ja selle uematest määramisviisidest. „Tehnika Kõigile“ 1936, nr. 7.
- E. Helmer, Puidu keemilisest ümbertöötamisest. „Tehnika Kõigile“ 1938, nr. 9.
V. Lindquist, Kaseiinliim. „Tehnika Kõigile“ 1936, nr. 4.
— Kõvenevad massid põrandakatteks. „Tehnika Kõigile“ 1936, nr. 2.
- Dr. J. Hüsse, Kunstsiid ja kunstsiiditööstuse areng. „Tehnika Kõigile“ 1936, nr. 5 ja 6.
H. Lepikson, Vineerist ja vineerplaatidest. „Tehnika Kõigile“ 1940, nr. 10 ja 11.
F. Kollmann, Technologie des Holzes. Berlin, 1936.
H. E. Desch, Timber. London, 1938.
B. Alwyn Jay, Timber. London, 1938.
B. J. Rendle, The growth and structure of wood. London, 1937.
C. H. Hayward, Manufacture and uses of improved wood. „Wood“, May 1939.
A. Whittick, Developments in Plywood. „Wood“, April 1939.
C. B. Pettifor, Baltic redwood. „Wood“, July 1939.
И. И. Кузнецов, Технология дерева. Москва, 1932.

TEHNILISI OSKUSSÕNU JA LÜHENDEID.

- esikorrus** — maja esimene kord
- kabitapp** — kallaktugede ühendustapp (vt. joon. 32)
- kallaktugi** — kallakasendis tugi sõrestikes, mille ülesandeks on vastu võtta jõude, mis püüavad sõrestikku rõhtsuunas nihutada või õõtsuma panna. Kallaktugi teeb sõrestiku jäigemaks, mille tõttu teda nimetatakse ka jäikurtoeks.
- korrus** — majakord
- käävjas** — süstakujuline, süstikukujuline.
- käärjas** — süstakujuline, süstikukujuline.
- meneflus** — talitusviis
- niduma** — seesiselt siduma
- puif** — puust saadud materjal; näit. puithoone, puit-tala, puidugaas; puidu omadused olenevad puu liigist ja puu kasvuoludest
- puu** — kasvav puu. Teiseks võib puu tähendada ka eset; näit. käsipuu, süllapuu, margapuu jne.
- radiaallõige** — säsi läbistav pikilõige
- ralv** — laineline, kisaline, hambuline jne. vahetükk puitosade nihkekindlaks ühendamiseks, näit. buforalv, rõngasralv jne. (vt. joon. 34)
- riisk** — terasklamber puitosade ühendamiseks (raudklamber, koba) (vt. joon. 32)
- rõhtne** — vesilood-asendis (rõhtpuu, rõhtpalk jne.)
- sillus** — sildav ese (tala, võlv jne.). Näit. aknasillus = akna kohal olev tala või võlv (aknaülakate, aknavõlv). Tala sildab avaust, eesriie aga katab avaust
- sõrestik** — tugedest ja taladest koosnev (kande-)tarind
- tangentsiaallõige** — pikilõige aastarõngaste puutuja suunas
- tarind** — tarindamise saadus, konstruktsioon
- tarindama** — konstrueerima
- teim** — menetlus materjali või eseme tehniliste omaduste määramiseks
- teimima** — katsetama, katsuma
- TEP** — puitnarmast (õhukestest laastudest) ja tsemendist valmistatud soojapidav ehitus- ja isoleerplaat (vt. joon. 119)
- turvik** — tugedest ja tõmbvarrastest koosnev sildetarind. Näide: katuseturvik, sillaturvik (vt. joon. 32)
- m — meeter
- cm — sentimeeter
- m² — ruutmeeter
- m³ — kantmeeter
- mm — millimeeter
- 2", 3" — kaks tolli, kolm tolli jne.
- ∅ — ümmarraua või ümmarpalgi läbimõõt

SISUKORD.

	Lk.		Lk.
Eessõna	5	Toitemahl	26
Kasutatud kirjandus	6	Puidu keemiline koos-	27
Tehnilisi oskussõnu ja lühendeid	7	seis	27
I. Puidu seesmine ehitus	13	II. Puidu üldomadused	30
Puidust üldiselt	13	Puidu mahukaal	30
Puidu otstarbekas kasutamine	13	Millest oleneb puidu mahukaal?	31
Juured, tüvi ja lehed	13	Puidu niiskusesisaldus	32
Puutüvi	13	Kuidas määrata puidu niiskust?	33
Mähk	15	Miks kahaneb puit kuivades ja tur-	34
Aastarõngad	15	sub niiskudes?	34
Kevadpuit ja sügispuit	15	Pakatamine	35
Maltspuit	15	Kuidas vältida pragusid kiirel kuiva-	36
Lülipuit	16	misel?	36
Maltspuidu muutumine lülipuiduks	16	Kõmmeldumise ja paisumise mõju	37
Millest koosneb puit?	16	puitühenditele	37
Koor	16	Kuidas kõmmeldub ja kahaneb puit	37
Puu kasvamine	16	kuivades?	37
Uute rakkude tekkimine	17	Kõvadás	38
Uute rakkude arenemine	18	Puidu kõvaduse määramine	39
Ligniin	18	Tihedus	39
Koed	18	Tugevus	40
Millest koosneb raku sein?	18	Puit on tugevam kui ehitusteras	40
Tselluloos	19	Millest oleneb puidu tugevus?	41
Infiltraadid	19	Puidu põhitugevus	43
Salvestusrakud	19	Tähtsamad puidu tugevusomadused	43
Okaspuidu seesmine		Puidu paindetugevus	43
ehitus	19	Tala kandejõud	46
Trahheidid ehk juhtrakud	21	Elastsusmoodul	46
Poorid	21	Puidu surutugevus	47
Säsi	22	Nõlketugevus	48
Aastarõngad	22	Meie männi põhitugevus	48
Säsi kiired	22	Tõmbetugevus	49
Vaigukäigud	23	Nihketugevus	49
Lüli- ja maltspuit	23	Puitühendite tugevuse suurendamine	50
Lehtpuidu seesmine ehi-		ralvade abil	50
tus	23	Puidu tugevus olenevalt kiudude	51
Tugikude	24	suunast	51
Sooned ehk trahheed	24	Väändetugevus	52
Puu kasvamine ja toitum-		Lõhastatavus	52
mine	26	Painutatavus	53
Puu toitumine	26	Vetruvus	54
Toormahl	26	Puidu soojapidavus	54
		Puidu tulekindlus	56
		Puidu süttimistemperatuur ja sütti-	58
		miskiirus	58
		Kas saab puitu tulekindlaks teha?	58
		Mida tarvitada tuldtõkestavaks vöö-	59
		baks?	59

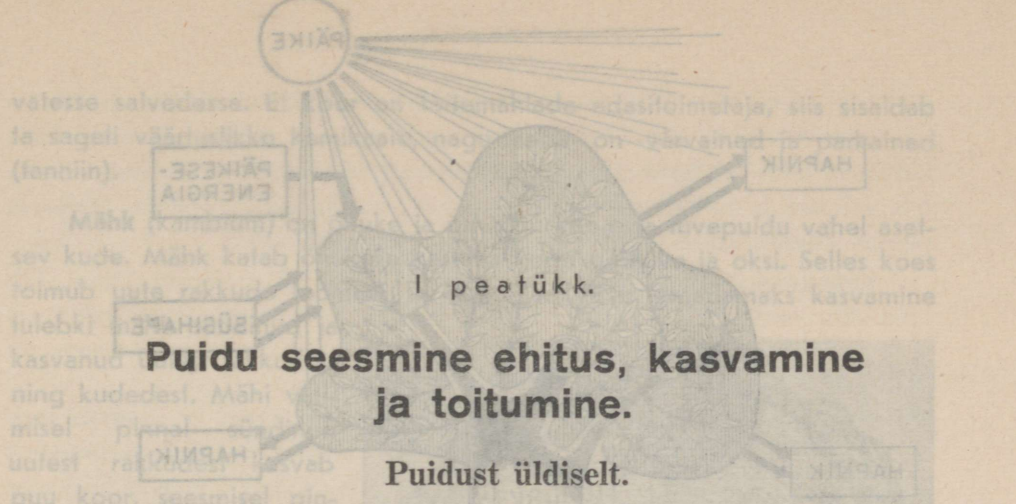
	Lk.		Lk.
Tulekaitsevõõpained	59	IV. Tarbepuit	90
Kiri	60	Tarbepuidu raieaeg	91
Värv	61	Rõngaspalk ehk pruss	91
Läige	61	effevalmistamine	91
Lõhn	61	Tarbepuidu valik	92
Kestus	61	Tarbepuidu liigid	94
III. Puidu vead ja haigused	62	Ümmarpalk	94
Kasvuvead	62	Männipuu eksport-tüükapalk	94
Kõverkasv	62	Pinnatud ümmarpalk	94
Õhekülgne ehk ekstsentriline kasv	63	Kantpalk ehk pruss	94
Kisklikkus	63	Poolpalk	95
Keerdkasv	63	Servatud poolpalk	95
Okslikkus	64	Pind	95
Sarvoksad	64	Latt	95
Tubakoksad	65	Plangud	96
Kaksiktüvi	65	Laud	96
Pahklikkus	65	Telegraafi- ja telefoniliinipostid	96
Tüvelõhed	65	Elektriliinipostid ja postijätked	96
Säsilõhed	65	Raudtee liipri- ja pöörmeprussipakud	96
Ringlõhed	65	Sulfaatpuud	96
Külmalõhed	66	Propsid	97
Marrastused ja sisseraided	66	Sindli- ja laastupakud	97
Haigused	67	Kasepakud	97
Mädanemine	67	Lepapakud	98
Seened ja nende arenemine	68	Haavapakud	98
Seente arenemine olenevalt temperatuurst	68	Tamme-, saare-, jalaka-, vahtra- ja teised väärislehtpuupakud	98
Seente arenemine ja puidu kõdunemine olenevalt niiskusest	69	Saagimisviisid	98
Seente arenemine olenevalt õhust	69	Plankude ja laudade tehnilised tingimused ja sortimistingimused	99
Kasvava puu mädanemine	70	Tarbepuidu mõõted	101
Juurtemädanik ja õöntüvi	70	Lõhandikud	103
Tüvemädanik	70	V. Puitmaterjalide arvutamine	104
Siniseen	71	Ümmarpalkide massi arvutamine	104
Majaseen	71	Saepakkude puitmassi arvutamine	105
Seene kasvamine ja edasitungimine puidus	71	Maksuse arvutamine	105
<i>Merulius lacrymans</i>	71	Saematerjali mahu arvutamine	107
<i>Poria vaporaria</i>	73	Laudade mõõtmise	108
<i>Coniophora cerebella</i>	73	VI. Tarbepuidu hoidmine ja kuivatamine	110
Kuidas kaitsta puitu seente eest?	73	Laudade hoidmine ja kuivatamine	110
Puidu konservimine ja immutamine	75	Ümmarpuidu ja prusside kuivatamine	113
Immutusõlid	75	Taimemahlade kõrvaldamine	113
Immutusoolad	76	Kunstlik puidu kuivatamine	113
Immutamine Rüping'i menetluse järgi	77	Kamberkuivatis	116
Osmoos-menetlus	77	Tunnelkuivatis	116
Majaseene arstimise vahendid	78	Tarbepuidu ladu	117
Mis on kindlaim abinõu majaseene vastu?	80	Tarbepuidu juurdelõikamine ja väljandmine laost	118
P u t k a d	82	VII. Puidu keemiline töötlemine	120
Kooreüraskid	82	Puidukeemia ajalooline areng	120
Puukoi	83	Puidu kuiv destilleerimine	120
Toonesepad	83	Tselluloosi valmistamine	122
Toonesepade tõrje	84	Tselluloosi valmistamisel saadavad kõrvalained	122
Majasikk	85		
Majasiku tõrje	87		
Puidukaitse seitse käsku	87		

	Lk.		Lk.
Tselluloosi kasutamise võimalusi	123	Liimide teimimine	166
Kunstiid	123	Liimimine	170
Tselluloosvill	125	Loomsete liimide lahustamine	170
Paber	125	Loomsete liimidega liimimine	171
Ligniini kasutamisest	127	Kõva ja pehme puidu liimimine	171
Hüdroolüüs	128	Liimimine mehaaniliste abinõudega	173
VIII. Puidu vääristamine	130	Vineeride liimimine	173
Vineeri valmistamine	130	Vineerplaatide liimid	173
Tarvitav puit	130	Liimipressid	175
Pakkude tehnilised tingimused	131	Märjalt liimimine	176
Pakkude konservimine	131		
Vineeripakkude ettevalmistamine	131	Puiduliimide üldoma-	
Noffide keetmine	131	dused	177
Koorimine	132		
Ringkoorimise ehk treimise menetlus	132	X. Puuliigid	179
Saagimis- ja hõõveldamismenetlused	133	Okaspuud	179
Ristvineer	135	Mänd	179
Parandatud mehaanilised omadused	138	Seedrimänd	181
Tähtvineer	139	Kuusk	181
Kaal	139	Kadakas	182
Soojustehnilised omadused	140	Euroopa nulg	183
Vineerplaatide mõõdud ja kvaliteet	140	Siberi nulg	183
Plokkplaat	144	Lehis	184
Kordne puit	145	Jugapuu	184
Vineeri kuivatamine	145	Elupuu	185
Tared vineeride kuivatamiseks	146	Lehtpuud	185
Tunnelkuivatid	147	Kask	185
Vineeride vuukimine ja		Pärn	187
tappimine	148	Lepp	187
Plaatide viimistlemine	150	Valgelepp	188
Hõõveldamine	151	Haab	188
Lihvimine	151	Pappel	189
Liistpuit	151	Paju	190
Soomusvineer	152	Tamm	190
Kunstvaiguga väärista-		Saar	192
tud vineer	154	Jalakas	193
Metallpuit	155	Vaher	194
Kiudplaat	156	Kastanipuu	195
Puitvillplaat	156	Pöök	195
Saepuru vääristamise		Harilik karpinus	195
võimalustest	158	Pähklipuu	196
IX. Liimid ja liimimine	161	Pihlakas	197
Liimide liigid	161	Toomingas	197
Liimi valmistamine	161	Sirel	197
Nahaliim	162	Valge akaatsia	198
Kondiliim	162	Pukspuu	198
Kaseinliim	163	Kukerpuu	198
Albumiinliim	165	Kuslapuu	199
		Paakspuu	199
		Sarapuu	199
		Viljapuud	199
		Õunapuu	199
		Pirnipuu	200

	Lk.		Lk.
Ploomipuu	200	Palisandripuu	203
Kirsipuu	200	Roosipuu	204
		Akaatsia	204
Väärispuud	201	Küpressipuu	204
Seedrid	201	Jaapani küpress	204
Punapuud	202	Bongosi- ehk raudpuu	205
Eebenipuu	203	Kvajakk	205
Mahagonipuu	203	Eukalüpt	206
		Bambus	206

XI. Tabelid.

Tabel I. Tähtsamate puiduliikide üldomadused	209
Tabel II. Tähtsamate puiduliikide tehnilised omadused	210
Tabel III. Tollimõõtude võrdlus meetrimõõtudega	211
Tabel IV. Palkide kantmeetrite tabel	212
Tabel V. Maurachi ümmarguste palkide kantjala tabel	213
Tabel VI. Saematerjalide mahu arvutamine	214
Tabel VII. Ümmarpuidu kasutamismäära arvutamine	216
Tabel VIII. Brinellkõvaduse määramine	217
Sisuregister	219



I peatükk.

Puidu seesmine ehitus, kasvamine ja toitumine.

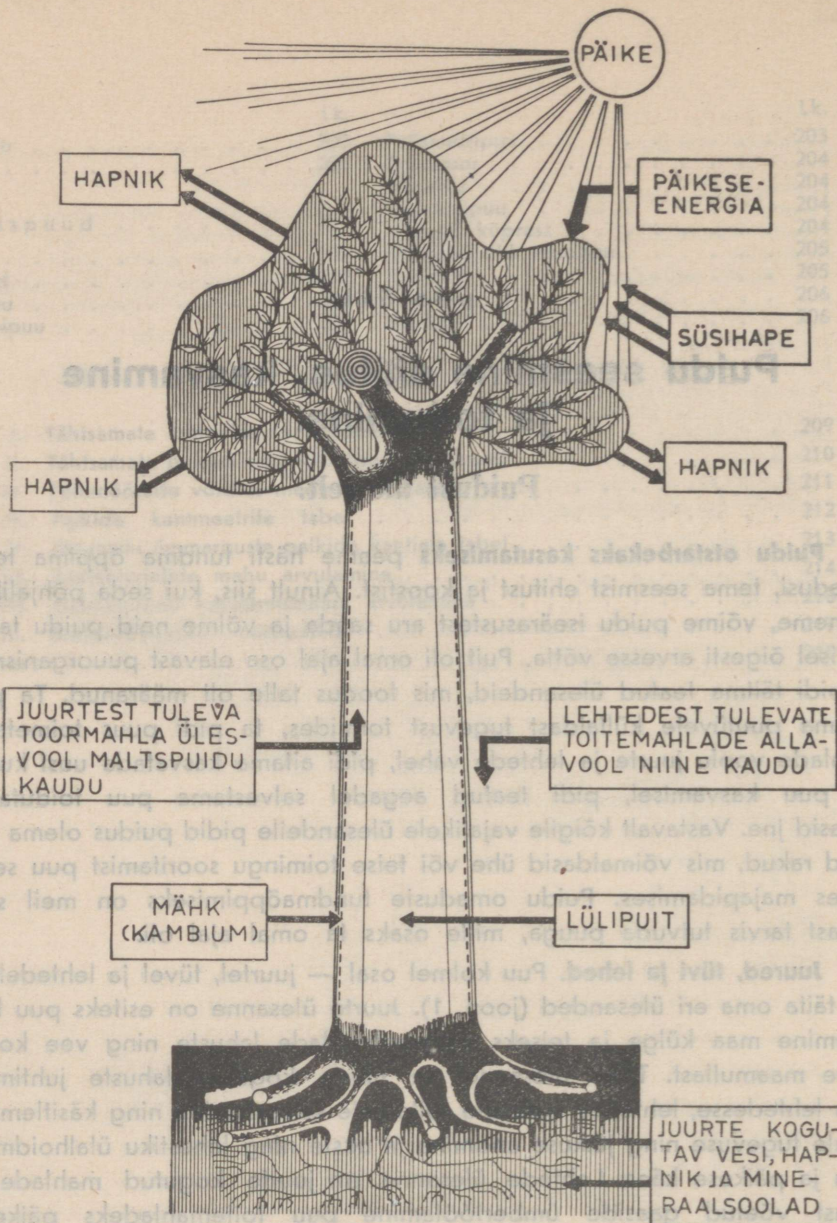
Puidust üldiselt.

Puidu otstarbekaks kasutamiseks peame hästi tundma õppima tema omadusi, tema seesmist ehitust ja koostist. Ainult siis, kui seda põhjalikult tunneme, võime puidu iseärasustest aru saada ja võime neid puidu tarvitamisel õigesti arvesse võtta. Puit oli omal ajal osa elavast puuorganismist ja pidi täitma teatud ülesandeid, mis loodus talle oli määranud. Ta pidi andma puutüvele küllaldast tugevust tormides, ta pidi puus toimetama mahlade voolu juurte ja lehtede vahel, pidi aitama kasvatada uusi kudesid puu kasvamisel, pidi teatud aegadel salvestama puu toidutagavarasid jne. Vastavalt kõigile vajalikele ülesandele pidid puidus olema erilised rakud, mis võimaldasid ühe või teise toimingu sooritamist puu seismises majapidamises. Puidu omaduste tundmaõppimiseks on meil seepärast tarvis tutvuda puuga, mille osaks ta omal ajal oli.

Juured, tüvi ja lehed. Puu kolmel osal — juurteil, tüvel ja lehtedel — on täita oma eri ülesanded (joon. 1). Juurte ülesanne on esiteks puu kinnitamine maa külge ja teiseks mineraalsoolade lahuste ning vee kogumine maamullast. Tüve ülesanne on juurte kogutud lahuste juhtimine puu lehtedesse, lehtedest tulevate toitainete salvestamine ning käsitlemine, puule tugevuse ning jäikuse andmine ja okste ning lehestiku ülalhoidmine õhu ja päikese käes. Lehtede ülesanne on juurte kogutud mahlade ja õhust võetud gaaside ümbertöötamine puu toitemahladeks päikeseenergia abil.

Puidu tarvitajale on peamiselt tähtis puu tüvi.

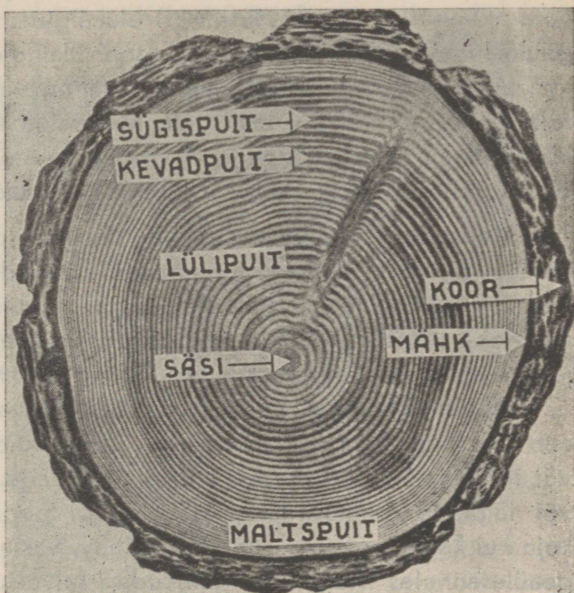
Puutüvi koosneb osadest, mille nimetused on toodud joonisel 2. Väliskatteks on puukoor, mis kaitseb puud temperatuuri kõikumiste, niiskuse ja vigastuste eest. Koore seesmistest pehmetes kihtides, s. o. niines, asetsevad juhtmed, mille kaudu lehtede valmistatud toitemahlad juhifakse (joon. 1) nende tarvitamiskohtadesse või puu seesmuses asetse-



Joon 1. **Puu kasvamise skeem.** Puu võtab maamullast mineraalsooli, nagu kaaliumi, kaltsiumi, fosfori, väävli, magneesiumi, rauda jne. ühendeid. Need soolad imatakse vees lahustatud olekus juurte kaudu puusse ja juhatakse nn. toormahlana mööda maltspuidu asetsevaid trahheide (okaspuus) või sooni (lehtpuus) üles puu okastesse või lehtedesse. Lehtede kaudu võtab puu enesesse õhust süsihappet (süsihappegaasi — CO_2). Päikesevalguse kaasabil lõhestub puu lehtedes süsihape hapnikuks (O) ja süsinikuks (C), mis ühineb juurtest tulnud anorgaaniliste sooladega (toormahlaga). Sel teel sünnivad süsihappesest ja toormahlast uued orgaanilised ühendid. Toormahl muutub toitemahlaks, mis sisaldab suhkrut, tärklist, valku ja muid orgaanilisi aineid. Toitemahl, mis toidab puu elavaid rakke ja võimaldab sellega uute rakude tekkimist ja kasvamist mähi- ehk kambiumikihis, juhatakse niinetorukeste kaudu mööda puud laiali. Lülipuit koosneb surnud rakkudest ega võta aktiivselt osa puu seesmisest elukäigust.

vatesse salvedesse. Et koor on toitimahlade edasitoimetaja, siis sisaldab ta sageli väärtuslikke kemikaale, nagu seda on värvained ja parkained (tanniin).

Mähk (kambium) on õhuke ja õrn puu koore ja tüvepuidu vahel asetsev kude. Mähk katab õhukese kestana kogu puutüve ja oksi. Selles koes toimub uute rakkude loomine ja kasvamine. Puu jämedamaks kasvamine tulebki mähis sündinud ja kasvanud uutest rakkudest ning kudedest. Mähi välimisel pinnal sündinud uutest rakkudest kasvab puu koor, seesmisel pinnal tekkinud rakkudest aga puit. Koore ja puidu kasvamine toimub kevadel ja suvel: sel ajal on mähk pehme ja puu on selle tõttu kergesti kooritav. Aastaaegadel, mil puit ei kasva, on mähk kõva ning vintske ja koor on siis kõvasti puidukudedele küljes kinni.



Joon. 2. Männitüve ristlõik üksikosade nimetustega. Lülipuit on tavaliselt maltspuidust tunduvalt tumedam. Ka on sügispuut oma suurema tiheduse tõttu kevadspuidust tunduvalt tumedam.

Aastarõngad. Igal aastal kasvatab mähk uue kihi uut puitu, mis nagu kinnas ulatub üle kogu puu, nii üle tüve kui ka üle okste. Otse koore all asetsev puidukiht on seega ikka kõige värskem. Need iga-aastased kasvukihid ilmnevad puu ristlõigis (joon. 2) rõngastena, mis näitavad vastava aasta kasvukihi paksust. Tüve aastarõngaste arvu järgi võime kindlaks määrata puu ea.

Kevadpuut ja sügispuut. Kevadel ja varasuvel kasvanud puut on tavaliselt pehmem, jämedatoimelisem ja urbssem kui kasvuaasta lõpupoolel kasvanud tihedama toimega puut. Nii võime paljude puuliikide aastarõngastes kevadpuidu kergesti ära tunda sügispuidust (hilispuidust) (joon. 2).

Maltspuidu moodustavad puutüve välimised koorealused aastarõngad (joon. 2), kus puidurakud on veel elavad ja võtavad puu seesmisest elust

aktiivselt osa, toimetades toormahlade juhtimist juurtest lehtedesse. Maltsoosa paksus oleneb puu liigist ja kasvutingimustest. Väljas päikese käes kasvavas puus on maltsoosa sageli laiem kui tihedas metsas kasvavas puus, mis valguse ja päikesepaiste pärast peab naabritega võistlema. Maltsoosa paksus kõigub kahe kuni kolmekümne aastarõnga vahel.

Lülipuiduks nimetame puutüve osa seespool maltsoosa (joon. 2). Lülipuidu rakud on elutud ja, välja arvatud toitaime salvestamine, ei võta aktiivselt osa puu seesmisest elukäigust: nende peamine ülesanne on puule tugevuse andmine ja puukrooni ülalhoidmine.

Lülipuit on värvuselt tumedam, ta on vastupidavam ja sisaldab toorelt vähem niiskust kui maltspuit. Männis ja tammes on värvuse erinevus küllalt terav, seedrimännil aga võrdlemisi nõrk. Kuuses, haavas ja kases ei ole üldse võimalik malts- ja lülipuitu eraldada.

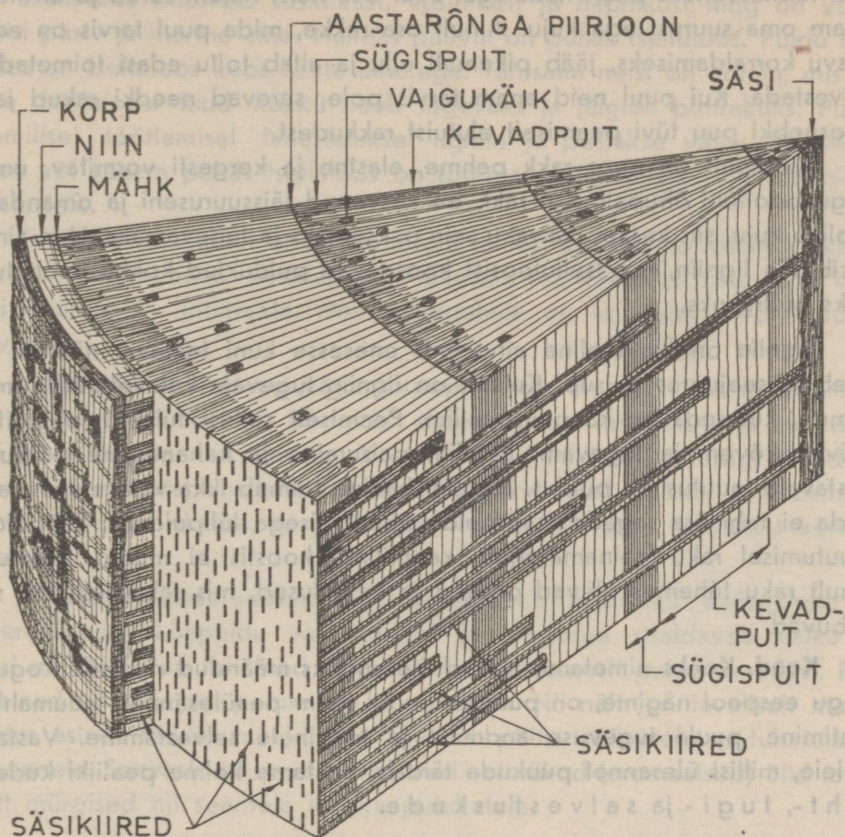
Maltspuidu muutumine lülipuiduks. Maltspuidu muutumine lülipuiduks toimub sel teel, et elavad puurakud surevad, juht- torud tavaliselt sulguvad ja salvestunud toitaime jäägid muutuvad ümber tanniinideks ja muudeks olisteks. Nende ümbermoodustuste tõttu ongi lülipuit seentele ja ilmastikuoludele vastupidavam kui maltspuit.

Millest koosneb puit! Nagu iga elava olevuse kude, nii koosneb ka puit üksikuist rakkudest. Rakk võib kujult olla kas kandiline või torukujuline, kas terava või tõmbi otsaga. Ta võib olla kas seest tühi või täidetud mitmesuguste tahkete või pooltahkete olistega. Nii raku kuju kui ka suurus võib olla väga erinev, vastavalt sellele, millistes puutüve peaülesannetes (tugikude, juhtkude, salvestuskude) ta peab kaasa töötama. Enamik rakke on silmaga nähtamatud (läbimõõt 0,02—0,5 mm).

Koor. Koor koosneb sisekoorest ehk niinest ja väliskoorest ehk korbast (joon. 3). Niineosa moodustavad pikad paksu- ja painduvaseinalised rakud, mis esinevad piki puud korraldatud kiududena. See osa koorest on pehme ning niiske ja katab puumähki ehk kambiumikihti. Ta sisaldab mitmesuguseid toitaimeid, nagu tärklisi, suhkrut jne., aga ka õlisid, parkaineid, vaiku ning mõnesuguseid mineraalkristalle. Teine osa koorest koosneb suurtest rakkudest ja on noores puus klorofüllist roheliseks värvitud. Puu vananedes ta kaotab rohelise värvi ning muutub korkkoeks, mis mõnel puudel aastate jooksul õige paksuks kasvab.

Puu kasvamine toimub uute rakkude juurdekasvu teel mähikoes. Puutüvi ja oksad kasvavad pikemaks uute rakkude juurdekasvu tõttu latvades, läbimõõdus paksenevad nad uute rakkude juurdekasvu tõttu koorealuses mähis (kambiumis). Kasvamine läbimõõdus kestab kuni puu surmani, ka pärast puu pikkuse täiskasvamist.

Uute rakkude tekkimine. Uued rakud tekivad mähirakkude jagunemise teel. Enne jagunemist muutub rakk teataval viisil ka seesmiselt. Jagunemisel kasvavad raku eralduvate osade vahele vaheseinad. Need vahe-



Joon. 3. Nelja-aastase männi füve lõik tugevasti suurendatult. Et kevadpuidu rakud kasvavad lopsakamalt kui sügispuidu rakud, siis on kevadpuit-vöö tunduvalt laiem kui sügispuitvöö. Samal aastal kasvanud kevadpuidu üleminek sügispuidule pole eriti järsk. Küll aga moodustab järsu piirjoone (nn. aastarõnga piirjoone) eelmisel aastal kasvanud sügispuit vastse kevadpuiduga. Säsi kiired ei tarvitse kõik ulatuda kuni säsin, küll aga ulatuvad nad kõik kuni korvani. Trahheiididevahelised üksikud vaigukäigud asetsevad enam sügispuidu osas.

seinad võivad olla kas tüvega paralleelses pinnas või ka rist- või kaldpindades. Jagunemisel paralleelpindades tekivad uued koore või puidu rakud, jagunemisel kald- või ristpindades sünnivad uued mähirakud, sest puu jämeduse suurenedes peab koos kasvama ka mähk.

Paralleelpinnas jagunevad rakud on algul ühtemoodi. Üks nendest jääb mähirakuks ja hiljem jaguneb veel kord nagu tema eelkäijagi. Teine

pool aga areneb kas puidukoestiku rakuks või siis puukoore koestiku rakuks. Esimene neist ongi see, mis puidu tarvitajat kõige enam huvitab.

Uute rakkude arenemine. Uued puidurakud arenevad kiiresti ja saavad täiskasvanuks paari nädalaga. Suur osa neist hiljem sureb ja ei muuda enam oma suurust ega kuju. Ainult osa rakke, mida puul tarvis on edasikasvu korraldamiseks, jääb pikemalt ellu ja aitab toitu edasi toimetada ja salvestada. Kui puul neid enam tarvis pole, surevad needki rakud ja nii koosnebki puu tüvi peamiselt elutuist rakkudest.

Sündinult on noor rakk pehme, elastne ja kergesti vormitav, umbes nagu pooltühi õhupall. Kui rakk on kasvanud täissuuruseni ja omandanud lõpliku kuju, siis kasvab ka raku sein paksemaks ja tugevamaks. Uue aina tekib siin ligniin, mis tselluloosist koosnevad puidukiud kokku neob tugevaks puitrakuks.

Ligniin on liimitaoline aine, mis enesesse kuni teatava määraneni vett imeb ja seejuures paisub. Kuivalt on ligniin tugevam kui vettinult, umbes samuti, kui seda on ka puusepaliim. Peamiselt sellest tulebki, et puit on kuivalt kõvem ja tugevam. Ligniini paisumine ja kahanemine põhjustab vastavaid muutusi ka puidus. Ligniinistumine toimub ikka vaid elavas raku. Seda ei tohi ära segada maltspuidu muutumisega lülipuiduks. Lülipuiduks muutumisel raku seinamaterjali keemiline koostis ei muutu, muutuvad ainult raku tühemes olevad ollused ja ka ollused, mis raku seinasse sisse imuvad.

Koed. Koeks nimetame teatud ülesandeks määratud rakkude kogumit. Nagu eespool nägime, on puidurakkudel kolm peäülesannet: puumahlade juhtimine, puule tugevuse andmine ja toitainete salvestamine. Vastavalt sellele, millist ülesannet puukude täidab, eristame kolme pealiiki kudesid: juht-, tug- ja salvestuskude.

Juhtkoe peäülesanne on juhtida ja edasi toimetada toitesoolade lahused maapinnast kuni nende tarvitamiskohani, s. o. juurtest okasteni või lehtedeni.

Tugikoe ülesanne on juhtkoele tarvilise toetuse ja puule ning puidule tarvilise tugevuse andmine.

Salvestuskoe ehk parenhüümikoe peamine ülesanne on puule vajalikkude toidutagavarade kogumine ja säilitamine.

Millest koosneb raku sein? Raku sein koosneb üksikuist kontsentriilistest kihtidest ehk varrukatest. Need kihid omakorda koosnevad fibrillidest — spiraalsetest ribakestest, mis meenutavad väljavenitatud spiraalvedrusid. Fibrillid omakorda koosnevad väikestest spindlitaolistest ühiku-

test, mida nimetatakse dermatosoomideks, ja need omakorda veelgi väiksematest osakestest — mitsellidest. Selle lõpposakeseks on tselluloosi molekulid.

Tselluloos koosneb süsinikust, vesinikust ja hapnikust ning on võrdlemisi püsiv ja inertne aine. Näiteks puuvill on puhas tselluloos. Puidu rakudes on tselluloos koos teiste ainetega. Tähtsaim neist on ligniin, mis liimina tselluloosi kiud kokku neob tugevaks ja jäigaks puitrakuks. Puidu keemilisel töötlemisel lahustatakse ligniin ja pestakse välja. Järelejääv enam või vähem puhas tselluloos on toormaterjaliks paberi- ja kunstiiditööstustele.

Tselluloos ja ligniin on põhiollused, millest koosnevad rakud kõikides puudes. Lisaks neile sisaldab aga rakusein või vahel ka raku tühe veel teisi olluseid — infiltraate. Nende koguhulk on tavaliselt 2—3% puidu kuivkaalust.

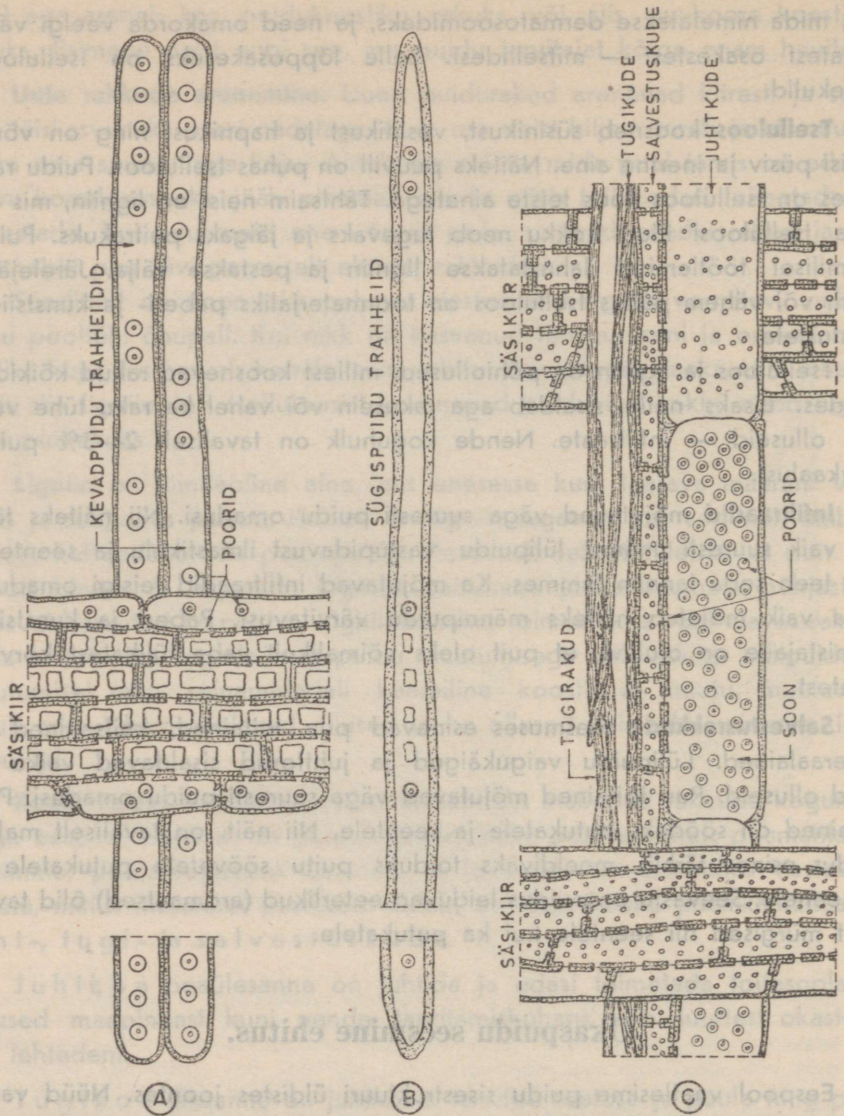
Infiltraadid mõjutavad väga suuresti puidu omadusi. Nii näiteks tõstab vaik suuresti männi lülipuidu vastupidavust ilmastikule ja seentele; eriti teeb seda tanniin tammes. Ka mõjutavad infiltraadid teisigi omadusi: sama vaik mõjutab näiteks männipuidu värvitavust. Paberi ja kunstiidi valmistajatele on oluline, et puit oleks võimalikult vaba tülivatest kõrvalainetest.

Salvestusrakkude seismuses esinevad puu toitained, kaitseained ja mineraalained. Lülipuidu vaigukäigud ja juhttorud sisaldavad vaiku ja muid olluseid. Puu toitained mõjutavad väga suuresti puidu omadusi. Puu toitained on söödaks putukatele ja seentele. Nii näit. on tavaliselt malts-puidus esinev tärklis meeldivaks toiduks puitu söövatele putukatele ja siniseenele. Seevastu on puidus leiduvad eeterlikud (aromaatsed) õlid tavaliselt mürgised nii seentele kui ka putukatele.

Okaspuidu seesmine ehitus.

Eespool vaatlesime puidu sisestruktuuri üldistes joontes. Nüüd vaatleme üksikute rakuliikide ehitust veidi lähemalt. Algame okaspuidu seesmise ehituse kirjeldamisega, sest okaspuit on lihtsam kui lehtpuit.

Vaadeldes okaspuu tüve lõiku (joon. 3), võime seal palja silmaga eraldada rea eri osasid, milledest ta koosneb. Arvates väljastpoolt sissepoole, eraldame tüve järgnevad kihid: 1) väline koor ehk korp; 2) sisemine koor ehk niin; 3) puu mähk ehk kambium; 4) puit, mis moodustab suurema osa tüvest, ja 5) tüvetelge mööda kulgev s ä s i ehk puusüda.

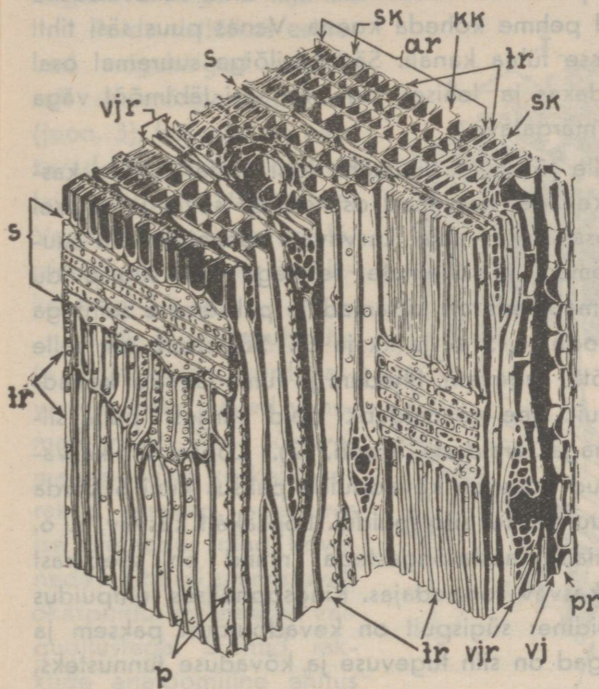


OKASPUU LEHTPUU

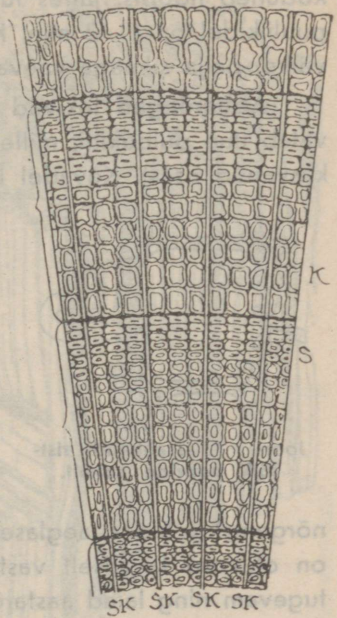
Joon. 4. Okas- ja lehtpuidu rakud tugevasti suurendatult. Võrreldes kevad- ja sügispuidu tracheiidide (A ja B), näeme, et kevadpuidu tracheiidid on märksa õhemate seintega. Ka on kevadpuidu tracheiidide seintes rohkem poore. Et kevadpuidu tracheiidide seinad on õhemad, on kevadpuu tunduvalt nõrgem kui sügispuu. Säsikiired, mis kulgevad ristis tracheiidide vahelt, koguvad ja salvestavad puidule vajalikke toitaineid tagavaraks.

Lehtpuidus (C) korraldavad mahlade edasitoimetamist sooned, mis moodustavad juhtkoe. Puidule annab tugevuse tugikude, mis koosneb puidukiududest ehk tugirakkudest. Salvestuskoe, mille ülesandeks on puidule toidutagavarade kogumine, moodustavad piki-parenhüümrakud ja põiki-parenhüümrakud (säsikiired). Mahlade edasitoimetamine toimub rakkude seintes asetsevate pooride kaudu.

Trahheiidid ehk juhtrakud. Okaspuus täidab nii juht- kui ka tugikoe ülesannet üks ja sama liik rakke, nn. trahheiidid ehk juhtrakud. Need on nelja- kuni kuuekandilised, seest õõnsad, käävjad, toru- või kiutaolised 1,5—5 mm (harva kuni 8 mm) pikkused kehad (joon. 4 A ja B),



Joon. 5. Okaspuu seesmine koestik tugevasti suurendatult. ar — aastarõnga laius, s. o. aastane kasv, sellest kk — kevadel kasvanud osa, mis koosneb suurtest, õhukeste seintega trahheiididest (tr), ja sk — sügisel kasvanud osa väiksemate, kuid paksuseinaliste trahheiididega; tr — trahheiid (lõikes); et trahheiidid töötavad ka mahlahuhtmetena, siis on nad omavahel ühendatud pooride (p) abil; vj — vaigujuhtmed püstsuaunas; vjr — vaigujuhtmed rõhtsuaunas; s — säsiikiired; pr — parenüümrakud, s. o. säsiikiirte sisemised rakud (puu toitainete salvestamiseks).



Joon. 6. Osa okaspuu lõigust tugevasti suurendatult. Jooniselt ilmneb suur vahe kevad- ja sügispuudu trahheiidide väliskujus. Kevadpuudu trahheiidid on lõikelt ruudu- või kuusnurga-kujulised, õhukeste seintega, kuna sügispuudu trahheiidid on lapikud ja paksude seintega.

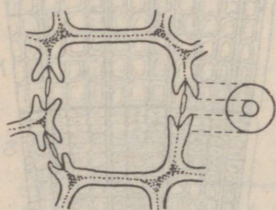
mis kontsentriliste rõngasridadena kulgevad piki puutüve. Trahheiidid asetsevad tihedalt üksteise kõrval, nii et koe ristlõik meenutab mesilase kärke (joon. 5 ja 6). Trahheiidide otsad on tõmbilt või pikerguselt, mõnikord ka peiftlitaoliselt omavahel ühendatud.

Poorid. Kui vaadelda trahheidi seina pikilõiku vastava suurenduse all mikroskoobis, siis paistavad silma rakkude seintes õrnakilelised ümmargused või elliptilised ringikesed, nn. k o o b a s p o o r i d (joon. 4 ja 5). Pooride ülesandeks on mahla juhtimine ühest trahheiidist teise ja puu ainete-

vahetuse hõlbustamine. Naaberrakkude (-trahheiidide) poorid asetsevad kohakuti (joon. 5 ja 7) ja töötavad ventiilidena, mis võimaldab mahlade edasitoimetamist kogu puu pikkuses juurtest kuni lehtedeni.

Säsi (joon. 3) koosneb parenhüüm-rakkudest, mis oma rakuvedeliku varakult kaotavad ja püsivad pehme koheda koena. Vanas puus säsi tihti kõduneb hoopis, jättes tüvesse tühja kanali. Säsi läbilõige suuremal osal puuliikidel on 1—2 mm. Kadakas ja lehises on aga säsi läbimõõt väga väike, palja silmaga vaevalt märgatav.

Aastarõngad tekivad selle tõttu, et puumähk igal aastal juurde kasvatab uue puidukihi, milles kevadel kasvanud osa erineb suvel ja sügisel kasvanud osast. Kevadel lopsakal kasvuajal kasvavad trahheiidid on suuremad ja õhemate seintega kui sügispuidu



Joon. 7. Trahheidi ristlõik pooride kohalt.

omad, mis on kitsamad ja paksemate seintega (joon. 4, 5 sk ja kk ja 6). Sügispuit on selle tõttu tugevam, tihedam ja tumedam kui kevadpuit. See võimaldabki neid kergesti palja silmaga eraldada (joon. 2). Lopsakalt kasvanud puus on kevadpuidu paksus kuni 6 korda suurem kui sügispuidul. Lopsakalt kasvav, s. o. laiade aastarõngastega mänd on seepärast

nõrgem kui kidur, aeglaselt kasvav soopedajas. Ringsoonelises lehtpuidus on olukord tavaliselt vastupidine: sügispuit on kevadpuidust paksem ja tugevam ning laiad aastarõngad on siin tugevuse ja kõvaduse tunnusteks.

Säsikiired (joon. 3, 4 ja 5) koosnevad suurtest õhukese kestaga piker-gustest parenhüüm-rakkudest. Kiired läbivad trahheiidide vahesid radiaal-paeltena säsisst koore suunas. Seetõttu nimetatakse säsikiiri tihti ka radiaal-kiirteks. Mitmeaastasest puus esinevaid säsikiiri lähemalt silmitsedes selgub, et paljud neist on tekkinud hiljemini (puu teisel, kolmandal jne. aastal), kusjuures leidub säsikiiri kõigis vanuseastmes, ka neid, mis on tekkinud alles eelmisel või käesoleval aastal (joon. 3).

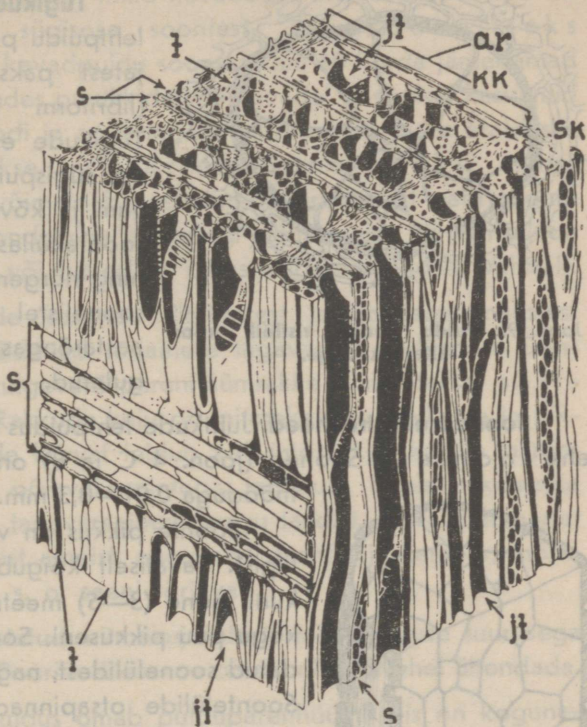
Radiaallõikes on säsikiired nähtavad mitmesuguse kõrgusega ribadena või täppidena, olenevalt säsikiire sirgusest. Nad kas erinevad oma värvu-selt muust puidust (tumedamad, heledamad) või on sellega ühflased. Kõi-gil puuliikidel on säsikiired radiaallõikes kõige selgemini nähtavad, ka sel juhul, kui neid ristlõikes ei näe. Tangentsiaal-lõikes on säsikiired harilikult kõige halvemini eraldatavad.

Okaspuidul koosnevad säsikiired osalt elusatest õhukeseseinalistest rakkudest, osalt vett juhtivatest elementidest. Viimaste rakuseinad on tub-listi paksenenud ning varustatud pooridega.

Vaigukäigud. Nii püst- kui ka radiaalsuunas läbivad okaspuitu veel vaigukäigud (joon. 3 ja 5). Neid ümbritseb alati elusate parenhüüm-rakkude kate, millest sisemised, nn. epiteelrakud, ongi vaigukäikudesse koguneva vaigu eritajateks.

Puidu ristlõikes esinevad vaigukäigud peamiselt aastarõnga sügisosas (joon. 3), kus nad on nähtavad heledate, korratult laialipillatud täppidena. Vaigukäikude keskmine läbimõõt on 0,1 mm ja pikus kuni 50 cm.

Lüli- ja maltspuit. Uute aastaringide juurdekasvamise tõttu jäävad vanemad neist ikka sügavemale puufüve keskele, kus rakud surevad, seejuures ise tihenedes ning kõvenedes. Ühtlasi ummistuvad okaspuidus trahheiidid vaiguollustega. Surnud rakkude anatoomiline ehitus jääb püsima, ainult nende seinad täituvad tavaliselt värv- ja parkainetega. Nende tõttu ongi lülipuit vastupidavam ja väärtuslikum materjal kui maltspuit. Et lülipuidus rakkudevahelised käigud on ummistunud, siis ei saa lülipuitu immutusõlidega immutada, küll aga maltspuitu.

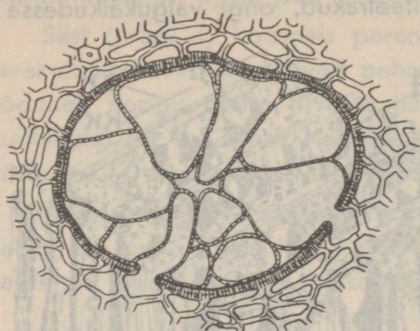


Joon. 8. Lehtpuidu seesmine koestik tugevasti suurendatult. ar — aastarõnga laius, sk — sügisel kasvanud osa ja kk — kevadel ja varasüvel kasvanud osa; † — tugirakud; jt — juhttorud (mahlade edasi-toimetamiseks) ja s — säskiired (toitainete salvestamiseks).

Lehtpuidu seesmine ehitus.

Võrreldes okaspuiduga on lehtpuit tunduvalt rohkem arenenud, sest okaspuidul esinevatele puiduelementidele lisandub siin veel uusi. Mahlade juhtimist ja puidu tugevdamist ei toimetata siin enam üks ja sama liik

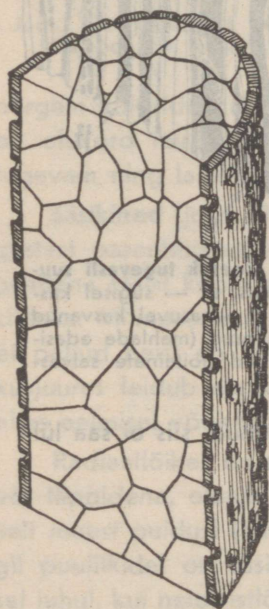
rakke nagu okaspuus. Lehtpuus on kummagi ülesande jaoks eri koed: tugirakud tugevuse andmiseks ja trahheed (sooned) mahlade juhtimiseks (joon. 4 C ja 8).



Joon. 9. Puidu soone ristlõik koos täiterakkudega.

Tugikude (joon. 4 C) moodustab lehtpuidu peamassi. Ta koosneb kääv-
jatest paksuseinalistest tugirakkudest (libriform ehk puidukiudrakkudest). Tugikude esineb rohkem ringsooneli-
ses sügispuidus, mis seetõttu on tuge-
vam ja kõvem kui kevadpuit, mis on
soonteküllasem ja seetõttu hõredam
ning nõrgem (joon. 8), kuna mittering-
soonelistel lehtpuudel on tugikude
aastarõngas võrdlemisi ühtlaselt pai-
gutatud.

Sooned ehk trahheed. Juhtkude lehtpuidus koosneb trahheedest
ehk soontest. Sooned (joon. 4 C ja 8) on torukujulised rakud, läbi-
mõõduga 0,01—0,3 mm.



Joon. 10. Täiterakkudega suletud soon.

Soonte pikkus on väga erinev ega olene puu
liigist. Tavaliselt kõigub see mõnest sentimeetrist
kuni mõne (3—5) meetrini, mõnel juhul aga isegi
kogu puu pikkuseni. Soon koosneb otsapidi ühen-
datud soonelülidest, nagu näeme joonisel 4 C ja 8.
Soonelülide otsapinnad on mulgustatud ümmar-
guste redeli- või võrekujuliste avaustega: otsapidi
ühendatud soontelülidest on niimoodi kujundatud
pikk juhe. Lülipuidustumisel sooned ummistuvad
mullitaoliste täiterakkudega (joon. 9). Harva
leidub täiterakke saares, kastanis ja paplis, kuid
ei kunagi vahtras ja kases. Soonte ummistumisele
järgneb tihti vaikude, puidukummi, rasvade ja mine-
raalainete (näit. kaltsiumkarbonaadi, amorfse räni-
happe) eritumine. Koos nendega kasvab puidu
vastupanuvõime puidu hävitajatele, eriti seentele.
Teisest küljest aga on täiterakkudega ummistunud
soontega puitu raske kaitseainetega immutada, sest
ummistus raskendab immutusaine puidusse juhtimist
ja teeb selle mõnel juhul isegi võimatuks. Täiterakkudega ummis-
tunud soon on kujutatud joonisel 10.

Soonte suurus kui ka jaotus võib olla väga ebaühtlane. Kevadpuidus on sooned jämedamad ja sügispuidus kitsamad (joon. 8). Jämedad sooned kevadpuidus moodustavad tüve ristlõikes hästi silmapaistva soonte-ringi. Seepärast nimetatakse puitu, mille kevadosas asetsevad sooned on mitmekordselt jämedamad sügisosa soontest, ringsooneliseks puiduks. Tammel näiteks on kevadpuidu sooned kuni 10 korda jämedamad kui sügispuidude sooned. Paljudes puuliikides on kevadel ja sügisel kasvanud rakud enam-vähem ühtemoodi ja aastaringide piirjooni on raske eraldada. Selliseid puuliike nimetatakse mitteringsoonelisteks. Mitteringsoonelistes puuliikides võimaldab aastaringide eraldamist vaid soonte või tugirakkude suurem koondumine aastaringi piirjoonele. Piirjooned on seetõttu nähtavad heledate või tumedate kitsaste joontena (näit. vahtral).

Lehtpuidu salvestuskude koosneb lühikestest ja õhukeseseinalistest parenhüümrakkudest, mis täidavad toitainete tagavarade säilitamise ülesandeid. Tüve põikisuunas kulgevaid parenhüümrakke nimetatakse säsiikiirteks (joon. 3 ja 4). Rakkude kuju on mitmekesine: lühikeste ja pikade prismakujuliste rakkude kõrval leidub käävjaid rakke kui ka parenhüümkiude, mis vahel on põikvaheseintega jaotatud. Peale rakumahla sisaldavad parenhüümrakud tagavaraaineid, nagu tärklisi, rasva, parkhapet (tanniini) jne. Mõningad neist aineist, nagu näit. tanniin ja kamper, mõjuvad tugevasti antiseptiliselt, s. o. seeni tõrjuvalt.

Soonte seinad on varustatud mitmekujuliste ja mitmesuguse suurusega pooridega (joon. 4 C ja 8). Pooride ülesanne on sooni omavahel ühendada.

Vähemat tähtsust lehtpuidus omab puiduparenhüüm, mis on kogunenud peamiselt soonte ja säsiikiirte ümber. Peale säsiikiirte on lehtpuidul veel tüve pikisuunas kulgevad rakud, nn. pikad parenhüümrakud (joon. 4 C).

Säsiikiired lehtpuidus jooksevad radiaalselt nagu okaspuiduski, kuid neil on tublisti suurem vormiküllus. Kuna nad okaspuidus esinevad enamasti üherealistena, on nad lehtpuidus enamikus mitme raku laiused. Et säsiikiirte ülesanne on puu varustamine toitemahladega, siis kasvavad nad seda lopsakamad, mida lopsakam on puu üldine kasv.

Kokkuvõetult võib öelda, et lehtpuidu soonte tihe paelastik on täielikult kohandatud lehtpuu suure ja lehteminekul äkilise veetarbega.

Okaspuidu palju lihtsam ehitusviis on seletatav tema vähesema ja ühtlasema veetarbega. Seepärast võibki siin üks rakuliik, trahheiidid, enda peale võtta üheaegselt mahla juhtimise kui ka puu tugevdamise ülesanded.

Puu kasvamine ja toitumine.

Puu toitumine kasvamisel toimub üldjoontes järgmiselt: puu võtab mul-
last juurte kaudu veega mitmesuguseid mineraalsooli, mis sisaldavad aineid
nagu fosfor, väävel, kaalium, kaltsium, magneesium, raud jne., mis kantakse
maltspuidu kaudu mööda sooni või trahheide üles kuni lehtedeni või okas-
feni (joon. 1). Õhust võtab puu lehtede kaudu süsihapet (süsihappegaas
— CO_2). Valguse (päikeseenergia) mõjul lõhestub süsihape lehtedes hapni-
kuks (O) ja süsinikuks (C), mis ühineb vee ja anorgaaniliste sooladega,
s. o. toormahladega, ja moodustab viimastest orgaanilisi ühen-
deid, toitemahla, mis sisaldab peamiselt suhkrut, tärklisi, valku ja
muid orgaanilisi aineid. Toitemahl valgub niinetorukesi (joon. 1) mööda
alla tagasi, toites puu eluskude, mähki (kambiumi), ja võimaldab seega
uute rakude tekkimist. Mahlade liikumine — nii tõusvas kui langevas
suunas — algab meie kliimas varakevadel maapinna sulades ning lõpeb
sügisel.

Toormahl. Vesi ühes lahustunud mineraalooladega imetakse maa-
pinnast puusse juurekarvade kaudu. Olgugi et juurekarvad on väga väi-
kesed ja koosnevad ühestainsast rakust, annavad nad oma suure arvuga
juurtele siiski tohutult suure imemispinna. Nisul näiteks on neid 10 miljoni
ümber ja nende kogupikkus ulatub 20 kilomeetrini, ja seejuures mahuvad
nad sörmkübarasse.

Juure rakud on täidetud tiheda, poolkuiva protoplasmaga ja nad ime-
vad ahnelt pinnases leiduvaid mineraaloolade lahuseid. Nii imbub toor-
mahl juure välimistesse rakkudesse ja siit edasi pooride kaudu rakust rakku,
läbi tüve ja okste kuni lehtedeni.

Toormahla liikumist puus võib jälgida, kui kasvava puu küljest lõiga-
tud oks otsapidi värvitud vedelikku asetada. Mõne aja pärast värvub kogu
oksa puitaine; vesi aga klaasis väheneb, sest et ta lehtede kaudu ära
aurab. Lehtede kaudu äraauratud veehulk on ühe hektaari metsa kohta
suve jooksul umbes 3 000 000 liitrit. Mida soojem ja kuivem õhk, mida
päikesepaistelisemad ja tuulisemad ilmad, seda suurem on äraaurava
vee hulk.

Toitemahl. Lehtedes muudetakse toormahl ja gaasid toitemahl-
laks. See ümbertöötamine toimub päikeseenergia mõjul leherohelise abil.

Taimed, mis leherohelist ei sisalda, nagu seemned, ei saa sel viisil mine-
raalaineid orgaanilisteks aineteks ümber muuta ja toituvad ainult orgaani-
listest ainetest, nagu surnud organismide lagunemise produktidest ja teiste
taimede mahladest. Esimesi nimetatakse saporfüütideks ehk mädarikkudeks,
teisi aga parasiitideks ehk nugulisteks.

Süsinikust, vesinikust ja hapnikust sünnivad lehtedes kõigepealt tärk-
lis ja teised orgaanilised ained, nagu valk, suhkur jne., mis on vajalikud
puu mitmesuguste osade ülesehitamiseks.

Osa toitemahlast kulub ära lehtede kasvuks, kuna kaugelt suurem osa
puu koort mööda alla valgub, kus ta siis säskiirte kaudu puu kõigisse osa-
desse laiali kantakse ja läheb rakkude toitmiseks ning puu kasvamisel
uute rakkude sünnitamiseks ja kasvatamiseks.

Niisiis toimub puu toitumine kokkuvõetult järgmiselt: juurte kaudu
imeb ta maa seest ühes veega mitmesuguseid mineraalsoolaid. See toor-
mahl voolab maltspuidu rakukeste läbi üles kuni lehtedeni (okasteni), kus
toormahl ühes õhust võetud süsinikuga valguse mõjul ümber töötatakse
ja siis toitva mahlana koort mööda juurteni tagasi valgub, teel kõiki raku-
kesi säskiirte kaudu toites.

Meie kliimas jääb mahlade liikumine ja sellega ühenduses ka puu
kasvamine talveks soiku. Sügiskülmade tulekul värvuvad puulehed kolla-
seks ja langevad maha. Enne langemist aga annavad nad kõik oma raku-
kestes peituvad toitained puu ületalve elavaile osadele, nii et lehtede
langemisega puu toitvaid aineid sugugi ei kaota.

Talveuinaku puhul kogunevad toitained, peaaesjalikult tärkliis, sal-
vestusrakkudesse (parenhüümtrakukestesse). Puid, milledes tärkliis jääb
ümber muutumata või ainult väikeses osas muutub, nimetatakse t ä r k l i s -
p u u d e k s (tamm, jalakas, saar, vaher). Teistes puudes muutub tärkliis
suhkuraineks, kolmandates aga rasvaineiks. Viimaseid nimetatakse r a s v a -
p u u d e k s. Nende hulka kuuluvad meil peale kõigi okaspuude veel
kask, pärn, kastan ja teised pehmemad lehtpuud. Sellest, millisel kujul
tärkliis puus koguneb, oleneb puu soodsaim raieaeg.

Puidu keemiline koosseis.

Toores puit läheb kuivades märksa kergemaks, sest temast aurab vesi
välja. Olenedes liigist, sisaldab puu vett üldiselt 20—60 kaalu-
protsenti. Vesi asetseb peaaesjalikult maltspuidus, kuna lülipuidu surnud ja poolsurnud
rakud sisaldavad seda vähemal määral, nn. tagavara-veena, millest tarbe
korral puu elavaid rakke toidetakse.

Kui puitu õhus põletada, siis jääb järele vaid natuke tuhka. Nii koos-
neb puit põlevaist orgaanilistest ja põlematuist a n o r g a a n i -
listest ehk mineraalainetest. Orgaanilised ained koosnevad
neljast lihtainest — süsinikust, vesinikust, hapnikust ja lämmastikust — ning
moodustavad kaalu järgi suurema osa, nimelt 99,6% kuivast puitainest.

Keemiliselt elementaarkooseisult on kõik puiduliigid peaaegu samad. Võib öelda, et praktiliselt sisaldavad kõik puiduliigid 50% süsinikku ja 6,1% vesinikku. Ülejäänust suurem osa (43 ja rohkem protsenti) on hapnik. Väga kõikuv, mitte ainult eri liiki puitudel, vaid ka samadel puiduliikidel, on tuhasisaldus. Üldiselt sisaldab puit tuhka 0,2 kuni 0,6%. Tuha protsent kui ka koosseis oleneb väga paljudest asjaoludest, nagu puu kasvukohast vanusest, kasvutingimustest, kliimast jne. Maltspuit näiteks sisaldab tavaliselt rohkem tuhka kui lülipuit. Võrdlemisi palju (5—10%) tuhka sisaldab koor. Latv ja oksad on tuharikkamad kui tüvi.

Veevaba puidu koosseis on keskmiselt järgmine:

	Süsinik C	Vesinik H	Hapnik O	Lämmastik N	Tuhk	Kokku
Sisaldavuse %	50,0	6,1	43,3	0,2	0,4	100%

Tuhk koosneb mitmesugustest mineraalooladest, mida puu võtab maa seest toormahlana ja suuremalt osalt orgaanilisteks aineteks ümber töötab, osa aga muutmata jätab. Kõige rohkem (kuni 40%) leidub tuhas kaalit, nii et temast võib valmistada potast (süsihapukaalit) ja kasutada põlluväetuseainena. Potasesisalduse tõttu tarvitatakse tuhka leelisvee valmistamiseks pesupesemisel.

Kui puitu õhukindlas ruumis (kuni 800⁰-ni) kuumendada ja seejuures tekkinud gaasid ära juhtida, siis jääb temast järele süsi. Sütt saab okaspuidust 20—22%, lehtpuidust 22—26% kaalu järgi. Et aga okaspuidu süsi (mahukaal 0,27) on lehtpuu söest (mahukaal 0,40) märksa kergem, siis saab okaspuidust mahu järgi rohkem sütt. Keemilise koosseisu poolest on mõlemate süsi ühesugune ja sisaldab kuni 81% süsinikku, 4% vesinikku, 14% hapnikku ja umbes 0,9—1% tuhka.

Sütt tarvitatakse metallivalamis- ja sepatöökodades kui ka koduses majapidamises. Pehmimate puude (paju, pärna, papli) süsi läheb püssirohutoöstustele.

Puidurakkude seinad koosnevad peamiselt tselluloosist ja ligniinist. Seega on tselluloos ja ligniin põhiollused, millest puit koosneb. Puhas tselluloos on lumivalge aine, nagu puuvill, mis ongi puhas tselluloos. Peale tselluloosi ja ligniini sisaldab puit veel vähemal määral suhkrut, proteiine, vaiku ja teisi infiltraate.

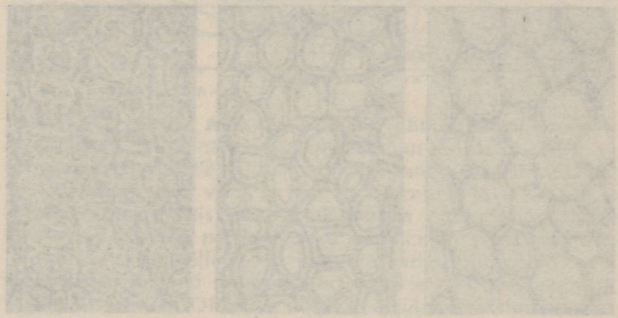
Tselluloos vabastatakse ligniinist keemilisel teel. Selleks keedetakse masinas purustatud puit kas leelises — seebikivi lahuses — (sulfaat-menetus) või happelises — kaltsiumbisulfiiti — lahuses (sulfit-menetus). Sel

viisil vabastatud kiudaine pestakse, pleegitatakse ja kuivatatakse, mislääbi saadakse puhas tselluloos. Lämmastikhappe mõjul muutub tselluloos lõhke-aineks — nitrotselluloosiks ja püroksiliiniks.

Puu koore keemiline koosseis on väga keeruline. Tööstuses tuntud ainetest sisaldab ta parkainet (tanniini), oblikahapet ja mitmesuguseid värvaineid.

Puidu üldomadused

Ühe või teise puiduliigi kõhlikkus teatud oludele sõltub sellest, millist tüüpi puitu kasutatakse. Puitu kasutatakse erinevates tingimustes, mis nõuab erinevat tüüpi puitu. Puitu kasutatakse ka erinevates tingimustes, mis nõuab erinevat tüüpi puitu.



Ühe või teise puiduliigi kõhlikkus teatud oludele sõltub sellest, millist tüüpi puitu kasutatakse. Puitu kasutatakse erinevates tingimustes, mis nõuab erinevat tüüpi puitu. Puitu kasutatakse ka erinevates tingimustes, mis nõuab erinevat tüüpi puitu.

Ühe või teise puiduliigi kõhlikkus teatud oludele sõltub sellest, millist tüüpi puitu kasutatakse. Puitu kasutatakse erinevates tingimustes, mis nõuab erinevat tüüpi puitu.

Ühe või teise puiduliigi kõhlikkus teatud oludele sõltub sellest, millist tüüpi puitu kasutatakse. Puitu kasutatakse erinevates tingimustes, mis nõuab erinevat tüüpi puitu.

Ühe või teise puiduliigi kõhlikkus teatud oludele sõltub sellest, millist tüüpi puitu kasutatakse. Puitu kasutatakse erinevates tingimustes, mis nõuab erinevat tüüpi puitu.

Ühe või teise puiduliigi kõhlikkus teatud oludele sõltub sellest, millist tüüpi puitu kasutatakse. Puitu kasutatakse erinevates tingimustes, mis nõuab erinevat tüüpi puitu.

Ühe või teise puiduliigi kõhlikkus teatud oludele sõltub sellest, millist tüüpi puitu kasutatakse. Puitu kasutatakse erinevates tingimustes, mis nõuab erinevat tüüpi puitu.

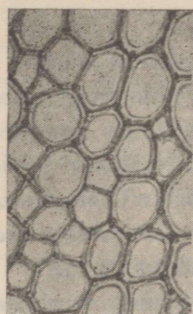
Ühe või teise puiduliigi kõhlikkus teatud oludele sõltub sellest, millist tüüpi puitu kasutatakse. Puitu kasutatakse erinevates tingimustes, mis nõuab erinevat tüüpi puitu.

Ühe või teise puiduliigi kõhlikkus teatud oludele sõltub sellest, millist tüüpi puitu kasutatakse. Puitu kasutatakse erinevates tingimustes, mis nõuab erinevat tüüpi puitu.

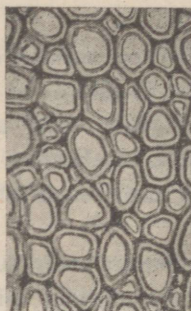
II peatükk.

Puidu üldomadused.

Ühe või teise puiduliigi kõlblikkus teatud otstarbeks oleneb puu mitmesugustest omadustest, nagu kõvadus, tugevus, paindumus, sitkus, vetruvus, lõhastatavus, niiskusesisaldus, mahukaal, tihedus, kestus ehk iga jne., mida nimetatakse puidu tehnilisteks omadusteks. Need omadused



A



B



C

Joon. 11. Näiteid puidu kiustiku tihedusest. Joonisel on foodud kolme puiduliigi ristlõiked tugevasti suurendatult: A — pappel, B — teka (india tamm) ja C — ekki (tihe ja raske võõramaine puüt).

loomustamiseks anda vaid keskmisi ja enam-vähem umbkaudseid andmeid.

Puidu mahukaal (vt. XI peatükk, tabel I). Puitollus on raskem kui vesi ja peaks seega vees uppuma. Et puit aga siiski pealvee ujub, tuleb sellest, et puidu kiudude- ja rakkudevahelised tühemed on täidetud õhuga.

Puitolluse erikaal on kõigil puuliikidel ühesugune, nimelt 1,5—1,6. Seda on võimalik määrata ainult laboratooriumides ja ta huvitab ainult teadusmehi, kuna tööstust huvitab rohkem puidu mahukaal, mis saadakse puidutüki kaalu jagamisel tema mahuga:

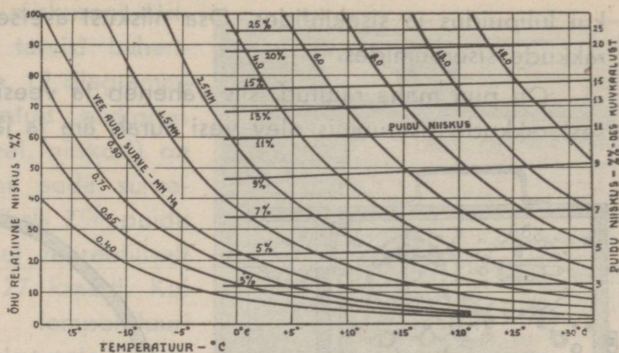
$$\text{puidu mahukaal} = \frac{\text{kaal (g)}}{\text{maht (cm}^3\text{)}}$$

kus tavaliselt kaal võetakse grammides (g) ja maht kuupsentimeetrites (cm³).

Seega antud puidu mahukaal on ühe kuupsentimeetrise puidutüki kaal grammides.

Millest oleneb puidu mahukaal! Puidu mahukaalude suur erinevus tuleb peamiselt puu siseehituse tihedusest. Kui puidurakud on suured ja õhukeste seintega, siis on puidu mahukaal väike. Joonisel 11 näeme kolme eri liiki puidu koestikku tugevasti suurendatult, milledest esimene (joon. 11 A) on hõreda siseehitusega ja seega ka tunduvalt väiksema mahukaaluga kui tiheda siseehitusega ja raske puit (joon. 11 C).

Maailma kergeim puit on troopikamail kasvav balsa (*Ochroma lagopus*), mis sisaldab puitainet ainult 7% oma kogumahust ja on kuivalt 9 korda kergem kui vesi. Raskeimaid puite on kvajak (*Quajacum officinale*), mida tarvitame laeva propelleri võllide ja saekaatrite raamlaagrites. Temas on 87% puitollust, ta on seega kuivalt 1,37 korda raskem kui vesi.



Joon. 12. Puidu niiskuse sõltuvus õhuniiskusest ja temperatuurist. Kui näit. õhu temperatuur on 15°C ja relatiivne niiskus 70%, siis imeb puit enesesse õhust kuni 13 kaaluprotsenti vett. Et õhu temperatuur ja niiskus alata kõiguvad, siis peab kõikumama ka puidu veesisaldus. Sellest järgnebki puidu alatine tursumine ja kahanemine. Puidu niiskus sõltub ka temperatuurist. Kui näit. kõik muud tingimused jätame endiseks ja tõstame soojust, siis puit kuivab. Oletame näiteks, et ülalnimetatud oludes tahame puitu kuivatada 7%-ni, s. o. mööblipuidu niiskuseeni. Millist kuumust on selleks tarvis? Veeauur surve antud olukorras oli 9 mm. Tulles diagrammil seda survejoont mööda, kuni ta lõikab 7%-se niiskuse jooni, leiame, et teoreetiliselt vajalik temperatuur on 27 kraadi.

Ka ühe ja sama puiduliigi mahukaal võib olla erinev. Nii näiteks on puidu mahukaal vanal puul suurem kui noorel, lahjal ja kuival pinnasel kasvavul suurem kui rammusal ja niiskel pinnasel kasvavul; talvel raiutul suurem kui suvel raiutul; tüvel suurem kui okstel, välja arvatud vaigused liigid, millel mõnikord oksad on vaigusemad, seega raskemad kui tüvi. Kuivalt transporditud puidul on suurem mahukaal kui parvetatul, sest et vees osa lahustuvaid aineid välja uhutakse, mis läbi puit osa oma kaalust kaotab, kuna maht jääb endiseks.

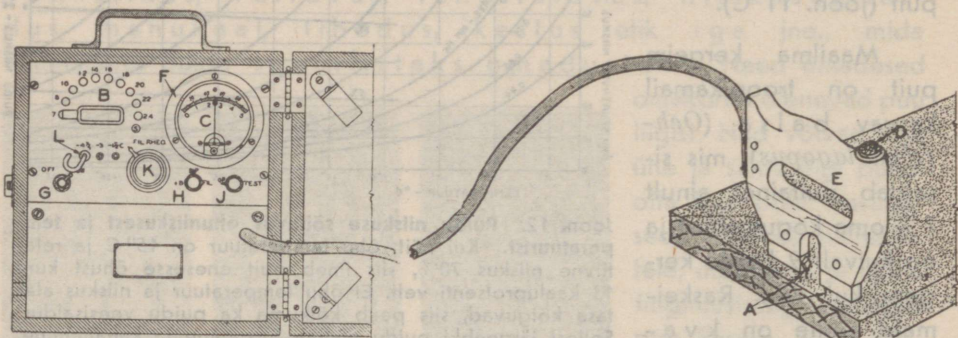
Et mitmesuguste puiduliikide mahukaalu võrrelda, peab selle määramist kõigil juhtudel toimetatama ühe ja sama niiskusesisalduse juures, millest

puidu kaal tähtsal määral oleneb. Harilikult tehakse seda 15%-se niiskuse, s. o. õhukuiva puidu juures.

Raskemat puitu tarvitatakse meeleldi ainult masinaehituses ja raudtee-liipriteks, kuna teistel aladel ühesuguste muude tehniliste omaduste juures ikka valitakse kergem puit.

Puidu niiskusesisaldus. Elav puit sisaldab umbes 50% vett, kusjuures vee hulk välistes puidukihtides, s. o. maltspuidus, on märksa suurem kui lülipuidus ja sisekihtides. Osa niiskust asetseb rakkude seintes ja osa rakkude siseruumides.

On puu maha raiutud, siis väheneb ta veesisaldus varsti 25—30%-ni, sest rakkude siseruumis olev vesi aurab ära ja jääb järele ainult vesi, mis



Joon. 13. Elektrilise fakistuse põhimõttel töötav puidu niiskuse mõõtmise aparaat. Niiskuse mõõtmisel vajutatakse käepideme E küljes olevad nõelad A teimitava puidu sisse ja keeratakse kontakti B, kuni milliampermeetri osuti jääb püstasendisse. Kontakti nupp B osutab siis arvule, mis näitabki puidu niiskusesisaldust.

on imunud rakkude seintesse, mis teda nii kergesti välja ei anna. Sellega on seletatav, miks raiutud puidu veesisaldus algul kuni 30 protsendini langeb kiiresti ja siis juba visamalt.

Edaspidine kuivamisprotsess kujuneb järgmiseks: umbes 8 nädala pärast on veesisaldus ca 22%, kolme kuu järel ca 20—25% ja kuue kuu pärast ca 18—20%.

Aastase seismise järel sisaldab puit harilikult veel ca 20% vett ja alles $1\frac{1}{2}$ —2-aastase seismise järel muutub ta nn. õhukuivaks, mille all mõeldakse harilikult umbes 15%-st niiskusesisaldust.

Kuivanud puit võib aga niiskust hiljem uuesti juurde võtta ümbritsevast keskkonnast, kui viimase niiskusesisaldus on selleks küllalt suur. Puidus olev ligniin on hügrokoopiline aine (s. o. aine, mis imeb enesesse niiskust ka õhust) ja seepärast ongi puidu veesisaldus sõltuv ümbritseva õhu niiskusest ja temperatuurist. Joon. 12 kujutab puidu veesisaldust tasakaalu-

olekus. Kui näiteks õhu temperatuur on $+15^{\circ}\text{C}$ ja relatiivne niiskus 70%, siis imeb puit enesesse õhust kuni 13 kaaluprotsenti vett. Et õhu temperatuur ja niiskus alata kõiguvad, siis peab kõikuma ka puidu veesisaldus. Sellest järgnebki puidu alatine tursumine ja kahanemine. Kui relatiivne niiskus langeb 50%-ni, siis peab puit kuivama 9%-ni.

Puidu niiskus sõltub suuresti ka temperatuurist. Oletame näiteks, et ülalmainitud oludes (s. o. 15°C ja 13% niisk.) tahame puitu kuivatada 7%-ni, s. o. mööblipuidu niiskuseeni. Millist kuumust on selleks tarvis? Lahendame selle ülesande joon. 12 diagrammi abil. Veeauru surve antud olukorras (s. o. $+15^{\circ}\text{C}$ ja 70% rel. niiskust) on 9 mm. Tullles diagrammil seda survejoont mööda, kuni ta lõikab 7% puidu niiskuse joont, leiame, et teoreetiliselt vajalik temperatuur on 27 kraadi. Kui tõstame kuivatusruumi temperatuuri 27 kraadini (seejuures sulgemata kuivatusruumi tuulutusklaappe, s. o. muutmata veeauru survet õhus), langeb õhu relatiivne niiskus kuivatuses 35%-le ja puit kuivab. Temperatuuri alanedes suureneb õhu relatiivne niiskus ja sellega ühes ka puidu niiskus. Nii näeme ka diagrammist, kui tähtis on kuivatatud puitu säilitada ja ümber töötada koetud ruumides, kus õhk on soojem ja relatiivne niiskus madalam.



Joon. 14. Niiskusemõõja kasutamine.

Puidu niiskusesisalduse tundmine on vajalik ehitajatele, mööblitegijatele ja mitmesuguste muude puidust esemete valmistajatele. Ka on puidu niiskusesisaldusest suurel määral puidu tugevus, mille tõttu puidu niiskusesisaldus on tähtis tegur ehitustehnikas.

Kuidas määrata puidu niiskust! Puidu niiskuse määramine toimub lihtsamatel juhtudel enamasti puidu kõla, raskuse, värvi ja hõõvliilaastu sitkuse järgi. Säärane hindamisviis aga nõuab suurt asjatundlikkust ja on ikkagi enam-vähem umbkaudne.

Täpsematest määramisviisidest on kõige rohkem tuntud järgmine: 10—100 grammi puitu kaalutakse võimalikult täpselt; peale seda peenendatakse puit kas tangusarnasteks teradeks või õhukesteks liistudeks ja kui-

vatatakse vastavas ahjus, nn. kuivatuskapis, umbes 100° C juures, kuni puidu kaal enam ei muutu. See kuivatamismeetod on täpne, kuid aegavii-
tev ja nõuab korralikku sisseseadet.

Niiskusesisaldust väljendatakse kuiva puitaine kaalu protsentides valemi järgi:

$$\text{niiskusesisaldus} = \frac{\text{niiske puidu kaal} - \text{kuiva puidu kaal}}{\text{kuiva puidu kaal}} \times 100.$$

Näiteks: Niiske puidu kaal oli 60 g. Kuivatamisel langes sama puidu kaal 50 grammile. Kui suur oli puidu niiskus %-des?

$$\text{Niiskusesisaldus} = \frac{60 - 50}{50} \times 100 = 20\%.$$

Praktiliselt küllaldase täpsuse puidu niiskusesisalduse määramisel annab elektriline niiskusemõõdu aparaat (joon. 13). Aparaat, mis keskmiselt kaalub 8 kg, on ehitatud põhimõttel, et sõltuvalt puidu niiskusesisaldusest muutub ta elektriline takistus. Aparaaadi tarvitamise viis on äärmiselt lihtne: aparaaadi käepideme E küljes olevad nõelad A (joon. 13) vajutatakse puidu sisse ja keeratakse kontakti B, kuni milliampermeetri C osuti jääb vertikaal-
seisangusse. Kontakti nupp B näitab siis arvule, mis ongi puidu niiskuse-
sisaldus.

Kui tahetakse välja sortida teatud niiskusega puitu, näit. laudu alla 10% niiskusega, siis tarvitseb ainult seada kontakt B number 10 peale ja käepideme abil nõelad A lüüa iga teimitava laua sisse; on niiskuse prot-
sent üle kümne, siis hakkab käepidemes olev roheline lambike D põlema.

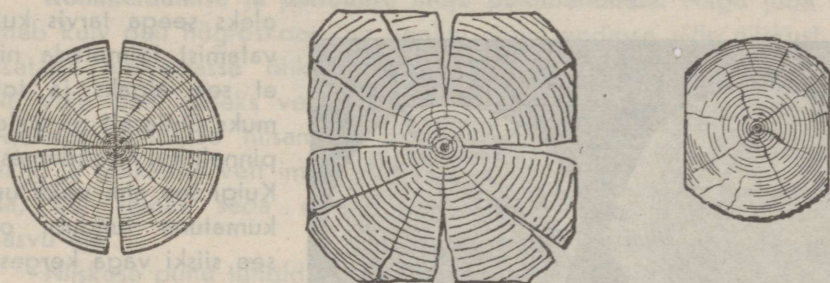
Puitmaterjali niiskuse mõõtmist kirjeldatud aparaaadi abil kujutab
joonis 14.

Peale selle kasutatakse puidu niiskuse määramiseks veel aparati, mis
töötab põhimõttel, et mõõtes värvilise, niiskusetundliku paberi abil õhu-
niiskust puidu sisemuses, määratakse ühtlasi puidu enese niiskusesisaldus,
kuna viimane on puidu sisemise õhuniiskusega kindlas vahekorras (vt. dia-
grammi joon. 12).

Miks kahaneb puit kuivades ja tursub niiskudes! Toores puit kahaneb
õhukuivuseni jõudes pikisuunas 0,1—0,15%; radiaalsuunas 1,1—6,5% ja
tangentsiaalsuunas 1,8—15%, seejuures 14—45% oma esialgsest niisku-
sest kaotades. Joonistel 5 ja 8 nägime puidu seesmist ehitust suurendatud
kujul. Üksikud kitsaste torukeste taolised rakud on tihedalt üksteise kõrval
ja on kokku neotud erilise nideainega, mida nimetame ligniiniks. Torukeste
seinad omakorda koosnevad peenikestest tselluloosi-kiu-
dudest, mis on samuti ligniiniga kokku liimitud. Ligniin on aga aine, mis
enesesse ahnelt vett imeb ja sealjuures paisub. Ligniini paisudes niisku-

misel või kahanedes kuivamisel peab aga paisuma või kahanema kogu torukese sein ja ka kogu puidutükk, mida need torukesed moodustavad. Kindlaim tee muudatuste ärahoidmiseks oleks seega hoida puit alati ühtlases olukorras. Kui puit on pidevalt vee all, siis on olukord ühtlane. Õhu käes olevat puitu tuleks niiskuse eest eriliselt kaitsta, nagu näiteks vööpadega katmise teel.

See aga ei anna kunagi täielikku eraldamist: värvid ja vööbad võivad küll tunduvalt aeglustada niiskuse imbumist ja lendumist, kuid ei saa seda täiesti kõrvaldada. Nii näeme, et toaste tahvlid alatasa raami valtsides liiguvad, hoolimata sellest, et uks on värvitud ja asetseb võrdlemisi ühtlase temperatuuriga ja niiskusega õhus.



Joon. 15. Näiteid puidu pakatamisest kuivamisel.

Kindel viis puidu kahanemiskindlaks tegemiseks on ligniini muutmise mingiks vees mittetursuvaks aineks. Selleks on tarvis leida vees lahustuv aine, mida ligniin enesesse imeb ja mis siis ligniini püsivaks muudab.

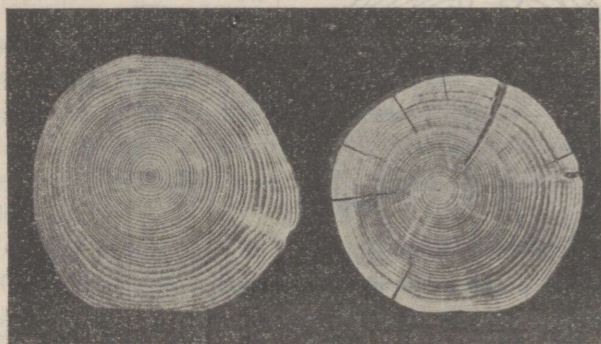
Seesuguseid aineid on fenooli ja formaldehüüdi lahus vees või alkoholis. Kui selle lahusega immutame puidu ja siis lahuse vedelikul laseme ära aurata, kisub ligniin kuivades kemikaalid enesesse, puidu rakkude vahele. Nüüd kuumendame puidu umbes saja kraadini. Selle mõjul muutub fenool vees mittelahustuvaks vaikaineks. Ameerikas tehtud uurimised näitasid, et sel teel võib puidu kahanemist ning paisumist vähendada 70% võrra tavalisest.

Pakatamine. Kuivamisel kahanemisega käivad kaasas ka mitmesugused pahed, nagu pakatamine, kõmmeldumine, kaardumine jne., mis tulevad sellest, et puidu välimised osad õhuga otsekohe kokku puutudes kiiremini kuivavad, seega ka kahanevad, kui sisemised, mille tõttu neisse praod ning lõhed tekivad. Säärast pragunemist nimetatakse puidu pakatamiseks. Kõige kiiremini eraldub niiskus palgiotsa (ristlõike) kaudu, mis pärast

see siis ka kuivamisel kõige enne pakatab. Sel teel tekkinud lõhed suu-
renevad puidu kuivamisega ja ulatuvad mõnikord sügavale puutüvesse,
selle tehnilist väärtust alandades (joon. 15).

Pragude tekkimist vähendatakse sel teel, et kuivatamist toimetatakse
õige aeglaselt, et seesmine osa jõuaks kuivamisel sammu pidada välispin-
naga. Siis kuivavad ühes välimiste kihtidega osaliseltki ka seesmised, kui-
vamine toimub ühtlasemalt ja seoses sellega vähenevad tõmbepinged ja
pragunemise oht. Seesugune viis nõuab aga aega, mõnel puuliigil isegi
mitmeid aastaid.

Kuidas vältida pragusid kiirel kuivamisel! Nagu nägime, tekivad praod
selle tõttu, et välised kihid kuivavad enne seesmisi. Pragude vältimiseks



Joon. 16. Osmoosi teel soolvee abil kuivatatud pakk on
ilma ühegi kuivamispraota. Kõrvalolev pragunenud pakk
on kuivatatud ilma soolamata.

oleks seega tarvis kui-
vatamist toimetada nii,
et see algaks ja toi-
muks ühtlaselt nii palgi
pinnalt kui ka südamest.
Kuigi see ehk veidi us-
kumatuna tundub, on
see siiski väga kergesti
teostatav. Siin peame
aga enne veidi sele-
tama o s m o o s i. Kui
võtame õhukeste sein-
tega puitanuma, täida-
me selle veega ja ase-
tame soolvette, siis pa-

neme peagi tähele, et mäge vesi tungib läbi puitseinte ja hakkab anumast
kaduma. Asemele tuleb küll veidi soola, kuid vesi kaob kiiremini, kui tuleb
asemele soola. Mida kangem on soolvesi, seda ahnemalt kisub ta magedat
veft enesesse. Seda nähtust nimetamegi osmoosiks.

Osmoosi põhimõtet kasutamegi puidu kuivatamisel. Kui asetame toore
puitpaku soolvette, siis hakkab soolvesi pakust ahnelt niiskust välja kis-
kuma, asemele aga tuleb soola. Soolvette asetatud palk hakkab meil niisiis
sõna tõsisel mõttes kuivama ja sealjuures ise soolduma, alates pinnast.
Mõne päeva järel, kui paku välimine osa on juba sooldunud, võtame paku
soolvest ja paneme õhu kätte kuivama. Kõigepealt aurab vesi paku pin-
nalt. Selle tõttu tõuseb aga paku väliskihitides oleva soolalahuse kangus.
Kange soolalahus hakkab nüüd osmoosi tõttu magedat veft juurde kiskuma
palgi südamest ja seda suurema jõuga, mida kangem on soolalahus palgi

väliskihetides. Tegelikult võib siin sedagi juhtuda, et puu süda niivõrd kiiresti kuivab, et tekivad seesmised praod. Kui aga paku oleme soolanud parajalt, siis saame peaaegu täiesti ühtlase kuivamise ja pragudeeta puidu (joon. 16).

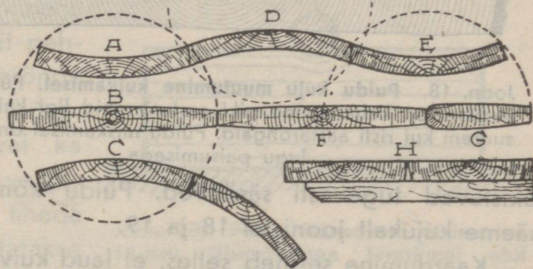
See ameerika inseneride leiutatud kuivatamisviis on suure praktilise tähtsusega, sest ta kiirustab kuivamist ja võimaldab väärtusliku puitmaterjali saamist ka neist puuliikidest, mis tavalisel menetlusel praoliseks kuivaksid, nagu seda on mõned tamme liigid. Tamm, mis varemalt kuivatamiseks nõudis 225 päeva, saab nüüd kuivaks viie nädalaga, ja ilma ühegi praofa. Pealegi, kasutades vastavaid soolasid, võime osmoos-menetlusega ühtlasi tösta puidu vastupanu seentele ja tulele.

Kõmmeldumise ja paisumise mõju puitühenditele. Nagu juba teame, imeb kuiv puit hügrokoopilise ligniini mõjul endasse jälle niiskust, kui ta asetada niiskemasse õhku.

Nii võib puit näiteks vees ligunedes endasse niisama palju ja rohkemgi vett imeda, kui temas seda oli kasvu ajal.

Niiskuse puitu tungides tursuvad kokkukuivanud rakud ja selle tagajärjel paisub puit. Nii paisuvad niiskuses mööblid, ukсед, aknad, raamid jne. ning kuivavad jälle kokku, kui need üle viia kuivemasse kohta.

On kliima muutus järsk, siis võib puit selle tagajärjel pakatada ning kõmmelduda, mislähbi mõned valmisasjad, nagu muusikariistad ja muud, muutuvad vahel täiesti kõlbmatuks.



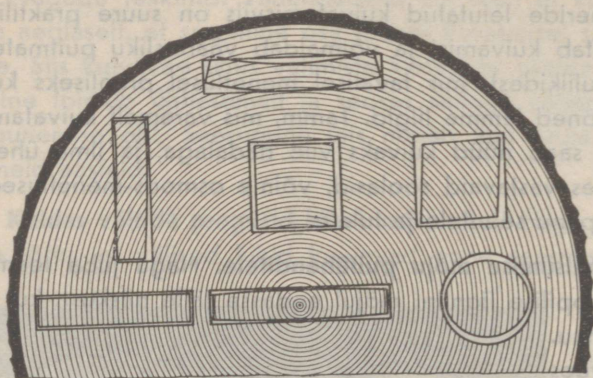
Joon. 17. Näiteid valesti tehtud puitühenditest.

Need puidu omadused — kahanemine kuivamisel, paisumine, pakatamine ja kõmmeldumine — on tööstuses sedavõrd tähtsad, et neid alati peab silmas pidama, eriti aga puitühendite tegemisel (joon. 17). Nii ei ole püsiv liimühend, milles piki kiudu puit on ühendatud põiki kiudu puiduga ja ka maltspuit lülipuiduga.

Kuidas kõmmeldub ja kahaneb puit kuivades! Et puidu seesmine ehitus pole ühtlane, siis pole ka kahanemine või paisumine igas suunas ühtlane. See põhjustab puidu kõverdamist, lookumist ja kooldumist. Et puidu rakud on oma pika teljega puu tüve suunas, siis põhjustab paisuv või kahanev ligniin peamiselt ainult torukeste jämeduse muutusi ja ühes sellega mõõtude muutusi puidu ristisuunas. Nii on puidu kahanevus piki tüve

väike — vahest mõni kümnendik protsenti —, võrreldes 10—15%-ni ulatava kahanemisega aastarõngaste pikkuses. Tung, millega paisuv või kahanev rakk mõjub, on seda suurem, mida paksem on raku sein. Hilissuvised paksude seintega rakud okaspuidus on seega palju jõulisemad varasuvi-

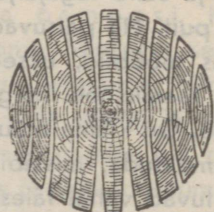
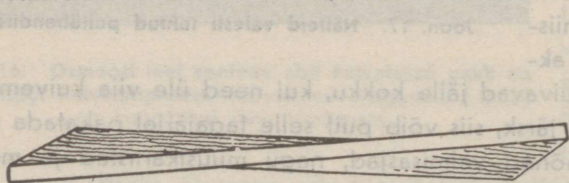
seist õhukeste seintega rakkudest. Aastarõnga hilissuvises (tihedas) osas on muutused seetõttu suuremad ja jõulisemad kui varasuvises (hõredas) osas. Nii on okaspuidu kahanemine piki aastarõngaid (tangentsiaalsuund) keskmiselt kaks korda suurem kui risti rõngaid (radiaalsuund). Radiaalset kahanemist ja paisumist



Joon. 18. Puidu kuju muutumine kuivamisel. Puidu kuivamisel on kahanemine piki aastarõngaid ligi kaks korda suurem kui risti aastarõngaid. Puidu niiskumisel on samane lugu paisumisega.

takistavad tugevasti säsikiired. Puidu kõmmeldumist kui ka kahanemist näeme kujukalt joonistel 18 ja 19.

Kaardumine seisneb selles, et laud kuivades veskitiiva- või propelleri-



Joon. 19. Näiteid puidu kaardumisest ja kõmmeldumisest.

taoliseks keerdu tõmbub (joon. 19). See toimub osalt samadel põhjustel kui kõmmelduminegi; peamiselt aga puidu keerdkasvu tagajärjel.

Kõvadus. Tegelikult töö juures on iga puutööline kokku puutunud puiduga, mida võib sõrmeküünega kriimustada ja millesse isegi mingist teist liiki puidust valmistatud naelu või pulki ilma auku ette tegemata võib sisse lüüa. Samuti on ta kohanud puitu, millele ka kõige parem terariist vaevalt peale hakkab ja millesse raudnaelagi raske lüüa. Seda omadust — võorkehade sissetungimisele vastu pidada — nimetatakse puidu kõvaks. Mida suurem on see vastupidavus, s. t. mida kõvem on puif, seda raskem on teda ümber töötada, seda hinnalisem aga on ta mitme-

sugusteks tööstusotstarveteks, sest et ta hõõrdumisel (hõõvli pakud, piduri klopid jne.) nii kergesti ei kulu ja tõugete puhul mõlki sisse ei võta.

Igal puuliigil on isesugune kõvadus ja selle järgi liigitatakse neid: 1) v ä g a k õ v a d e k s [kvajakk, mustpuu (mis on kõvem kui kont), karpinus (valge-pöök), pirni- ja õunapuul]; 2) k õ v a d e k s (tamm, pöök, jalakas, saar, vaher, lehis, kask ja mänd); 3) p e h m e t e k s (pappel, paju, pärn, lepp ja haab).

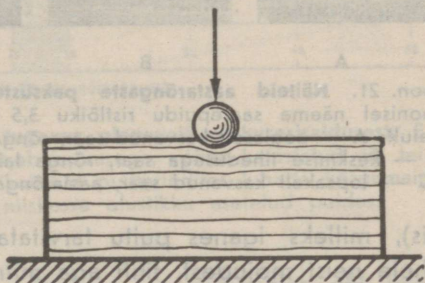
Puidu kõvadus käib käsikäes tema tihedusega — järelkult ka mahukaaluga: mida tihedam — suurema mahukaaluga puit, seda kõvem ta on, ja ümberpöörduvalt. Vaadeldes joonist 11, võime kohe ütelda, et pappel on pehmem kui teka. Ka ühes ja samas liigis on kõvemaid ja pehmemaid puite, olenedes jällegi kasvutingimustest. Isegi ühes ja samas puus on kõvemaid ja pehmemaid kohti. Nii on juurpuit pehmem kui tüvi, viimane pehmem kui oksapuit, maltspuit pehmem kui lülipuit ja hiline aastarõnga vöö kõvem kui varane. Puidu kõvadust suurendab tähtsal määral ka vaik, eriti veel siis, kui kõrge vaigusisaldus on ühenduses puidu tiheda koestikuga. Säärast puitu nimetatakse ränipuiduks. Niiskus vähendab kõvadust, sest et puidu kiude koostis hoiudev ligniin niiskuses pehmeneb.

Üldiselt aga on vana puu puit alati kõvem kui noore puu oma, sest kõrges vanuses puidu aastarõngad on õhemad, tihedamad ja, mis peaaegu ühtlasemalt kasvanud.

Puidu kõvadus vähendab tema kokkusurutavust risti kiudu, mis on eriti tähtis tarindites, nagu raudteeliiprid, turvikute ja sildade laagerprussid, sõrestikkude rõhtprussid, milledele toetuvad postid, jne.

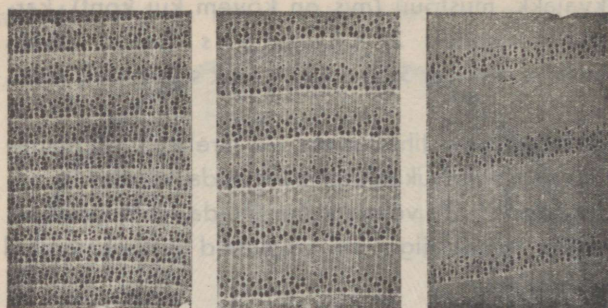
Puidu kõvadust määratakse tehnikas 10-mm läbimõõduga teraskuuli abil (joon. 20). Kuul asetatakse siledale puidupinnale ja koormatakse kuni 100 kg-ga. Vastavalt sellele, kui sügavale kuul puidusse sisse muljub, hinnataksegi puidu kõvadust (vt. XI peatükk, tabel VIII).

Tihedus oleneb peamiselt puuliigist, kuid veel sellest, millistes oludes puit on kasvanud. Et näiteks lopsakalt kasvanud okaspuidus on palju kevadtrahheide, siis üldiselt lopsakalt kasvanud okaspuit on vähem tihe kui kiduralt kasvanud okaspuit.



Joon. 20. Puidu kõvaduse määramine 10-mm läbimõõduga teraskuuli abil (Brinellkõvaduse teim. Vt. XI peatükk, tabel VIII).

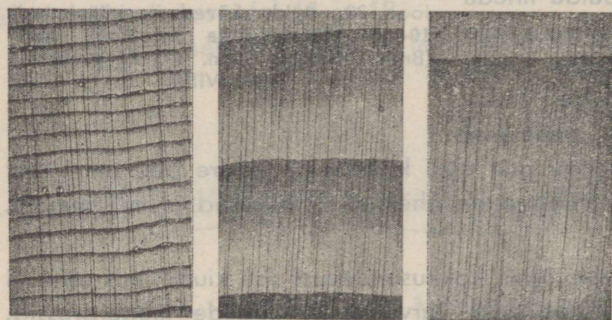
Kõige tihedamad ja seega ka kõige kõvemad puiduliigid leiduvad troopikamaadel. Nendest on kõige tähtsamad kvajakk, mustpuu, ekki jne. Põhjamaa puudest tuleb kõige tihedamateks ja kõvemateks pidada saart,



A B C

Joon. 21. Näiteid aastarõngaste paksustest lehtpuidus. Joonisel näeme saarepuidu ristlõiku 3,5 korda suurendatult: **A** — aeglaselt kasvanud saar, rõnga laius 0,6 mm, **B** — keskmise tihedusega saar, rõnga laius 1,5 mm, ja **C** — lopsakalt kasvanud saar, aastarõnga laius 3 mm.

nis), milleks iganes puitu tarvitatakse, tuleb tal vastu pidada vähemalt ühele neist mõjudest, tihti aga mitmele korraga.



A B C

Joon. 22. Näide okaspuidu aastarõngaste paksustest. Joonisel näeme okaspuidu ristlõiku kuus korda suurendatult: **A** — kiduralt kasvanud puu, aastarõnga laius 0,5 mm, **B** — keskmine kasv, rõnga laius 3,3 mm, ja **C** — lopsakasvanud puu, rõnga laius 9 mm.

vahert, kaske ja jalakat. Pehmemad ja vähem tihedad puud on mänd, kuusk, lepp, pärn, paju, pappel, haab jne.

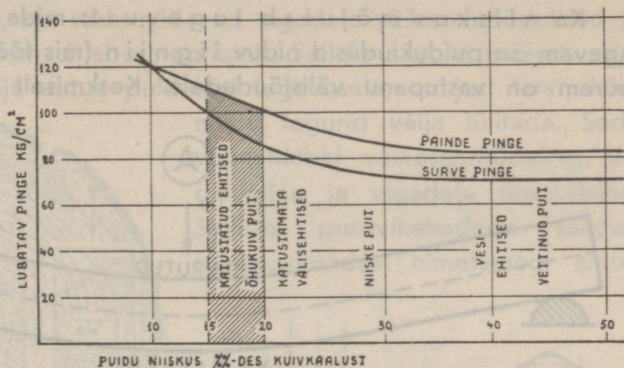
Tugevus. Puidu vastupidavust tõmbele, survele, paindele, väändeile jne. nimetatakse puidu tugevuseks. Tugevus on puidu tähtsaim omadus, sest et igas tarindis (konstruktsioonis)

vastu pidada vähemalt ühele neist mõjudest, tihti aga mitmele korraga. Vesivõllil näiteks tuleb ühteaegu suruvatele, painutavatele ja väänavatele jõududele vastu pidada ehk surve, painde ja väände peale töötada, nagu seda tehnikas väljendatakse. Mõistagi, et puit ei suuda kõigile pingetele korraga samal määral vastu pidada kui igale neist üksikult, mispärast sel puhul ka tusedam puu tuleb valida.

Puit on tugevam kui ehitusteras. See võib ehk tunduda uskumatuna, on aga siiski tõsi. Ühe ruutsentimeetrise ristlõikega (s. o. 10 mm × 10 mm) männikepi katkirebimiseks tõmbemasinas on tarvis umbes 800-kg tungi; seega männipuidu tugevus on ca 800 kg/cm². Tavalise ehitus-

terase tõmbetugevus on 3700—4300 kg/cm², s. o. samas ristlõikes ehitusteras on viis korda tugevam, ehk selleks, et saada sama tõmbe pidavust kui □ 10 × 10 mm teraslatil, peaks puiflatt olema □ 5 cm², s. o. 22 × 23 mm.

Kuid kuidas on lugu kaaluga? Teras ja raua erikaal on 7,85, s. o. üks liiter teras kaalub 7,85 kg. Meetripikkune 10 × 10 mm teraslatil kaalub seega 785 grammi. Õhukuiva männipuidu mahukaal on umbes 0,6. Seega meetripikkune männilatt põiklõikega 22 × 23 mm kaalub ca 300 grammi. Nii näeme, et võrdse pidavuse puhul tõmbe vastu on puit üle kahe korda kergem kui ehitusteras, ehk teisiti öeldes: võrdse kaalu juures on puit ehitusterasest üle kahe korda tõmbetugevam.



Joon. 23. Puidu tugevus olenevalt niiskusesisaldusest. Et puidu tugevus tõuseb kuivusega, võime katustatud või teisiti niiskuse eest kaitstud puiftrandites lubada kõrgemaid pingeid kui niiskesse olustikku asetatud puidus.

Seega on puit paremaid ehitusmaterjale neis tarindites, kus on tähtis ehitise omakaal, nagu näiteks paatides, sõidukites ja eriti veel lennukites.

Kahjuks pole loodusliku puidu tugevus igas suunas ühtlane: tõmbetugevus risti kiudu on vaid 1:20—10 tugevusest piki kiudu. Seda puudust saab



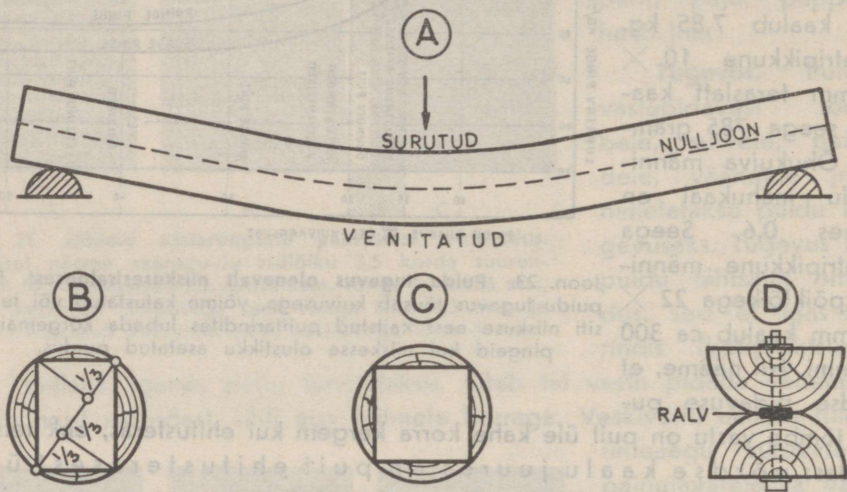
Joon. 24. Paindetugevuse määramise proovikeha.

osaliselt parandada puidu ümbertöötamisega vineerplaadiks e. ristvineeriks või kõvaks kiudplaadiks, millest on juttu hiljem.

Millest oleneb puidu tugevus? Ilmselt sellest, kuivõrd tugev ja tihe on antud puidu seesmine koestik: Vaadeldes joonist 11 võime kohe öelda, et pappel on nõrgem kui teka (*Tectona grandis*, võõramaine puit, mida tarvitatakse laevade ehitamiseks). Kuid ka sama puuliigi puit võib tunduvat erineb, olenevalt puu kasvutingimustest ja puu asukohast looduses. Lop-

sakalt kasvanud puus on palju kevadrakke, mis, nagu nägime, on nõrgemad. Selle tõttu ongi kiduralt kasvanud kitsaste aastarõngastega soomänd raskem ja tugevam lopsakalt kasvanud männist. Joonistel 21 ja 22 näeme ülesvõtteid kitsa ja laia aastatoimega puidust.

Ka niiskuse mõjutab tugevust: mida kuivem on puit, seda tugevam on puidukiudusid niduv ligniin (mis töötab nagu liim) ja seda suurem on vastupanu välisjõududele. Keskmiselt vähendab üheprotsen-



Joon. 25. Puidu paindetugevus. **A** — painutamisel tala peal asetsevad kihid surutakse kokku, kuna tala alumises pinnas asetsevad kihid venitatakse välja. Tala keskjoone, nn. nulljoone pikkus jääb endiseks, sest seal ei ole pikisuunas surve- ega tõmbepingeid. **B** — ümmarpuidust suurima paindetugevusega prussi saame sel teel, kui jagame diameetri kolmeks ja jagamiskohtadelt tõmbame diameetrite ristjooned, mis lõikuvad ringiga. Saadud lõikepunkte ja diameetri otsapunkte ühendades saamegi vajaliku, s. o. suurima paindetugevusega prussi. **C** — ümmarpuidust väljasaadud suurim ruudukujuline pruss on paindetugevuselt ainult 70% joon. B kujutatud prussist. **D** — ümmarpuidu paindetugevust tõstame sel teel, et puidu lõhki saeme ja joonisel näidatud viisil poldiga jälle kokku ühendame. Et saadud tala on kandjõulisem kui ümmartala, see on seletatav sellega, et siin asetseb suurem puidu mass just tala ülemises ja alumises servas, kus on kõige suuremad suru- ja tõmbepinged.

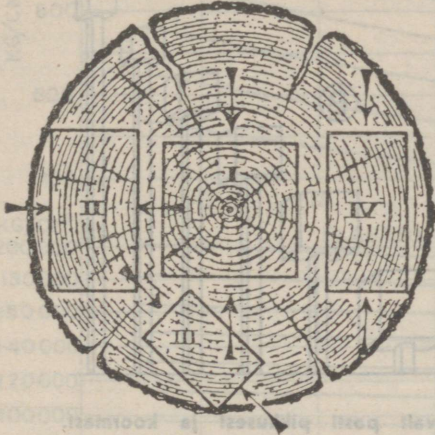
dine niiskuse tõus paindetugevust 2% ja surutugevust 4% võrra. Nii näiteks alaneb surutugevus 400 kg/cm²-lt 320-le, kui niiskuse tõuseb 15-lt protsendilt 20-le.

Joonisel 23 näeme lubatavate pingete olenevust puittarindite töötamis-tingimustest muutuva puidu niiskuse juures.

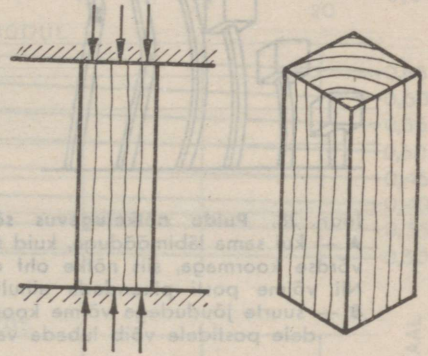
Peale tugirakkude tiheduse ja kuivuse oleneb puidu tugevus muidugi ka veel sellest, kuivõrd puit on vaba vigadest, lõhedest ja haigustest.

Puidu põhitugevus. Lisaks ülalmainitud teguritele oleneb puidu tugevus muudugi ka sellest, kuivõrd suuresti puit on nõrgestatud pragudest, lõhedest, okstest, keerdkasvust ja kiudude kallakusest pinge suunaga. Et kõik loeteldud puudused vältimatult esinevad igas ehituspuidus, siis on ehituspuit ikka nõrgem, kui seda näitavad vigadeta väikesemõõdulised ja sirge kiustikuga proovikehad laboratooriumis. Selleks aga, et määrata niiskuse ja mahukaalu mõju antud puiduliigi tugevusele, on just tarvis kõik

muud tegurid välja lülitada. Seda võimaldabki väikesemõõduline, sirgekiuline ja vigadeta proovikeha. Selliste proovikehadega saadud tugevusomadusi nimetamegi antud



Joon. 26. Surutugevus ristkiudu, olenevalt jõusuuna ja aastarõngaste vahel olevast nurgast. Puidu surutugevus ristkiudu on suurim, kui jõusuund on ristis aastarõngastega (I ja II), kuid tundub nõrgem, kui jõusuund on aastarõngastega paralleelne või 45-kraadise nurga all (III ja IV).



Joon. 27. Puidu surutugevuse mõõtmise proovikeha.

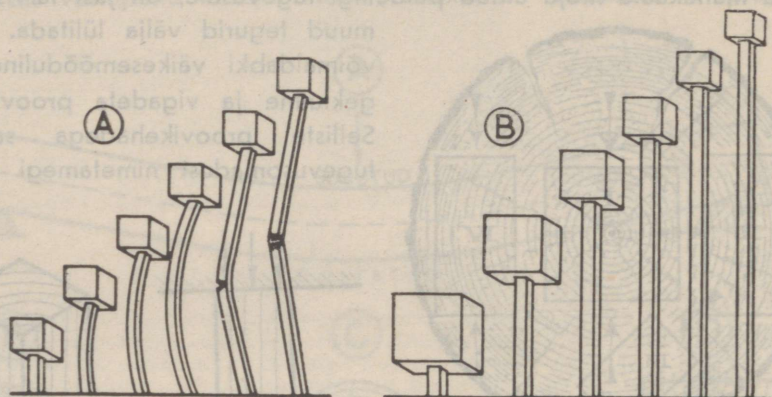
puidu põhitugevuseks, seejuures ikka meeles pidades, et plangu või prussi tugevus on sellest sel määral väiksem, kui seda tingivad puidu vead.

Tähtsamad puidu tugevusomadused. Tähtsamad puidu tugevusomadused ehitustarindites on paindetugevus, elastsusmoodul ja surutugevus.

Puidu paindetugevuseks nimetame arvatatud paindepinget, mille juures vastav puidust tala aeglasel koormamisel raugneb. Samade mõõdetate juures on tala kandevõime proportsionaalne materjali paindetugevusega, s. o. kandevõime on seda suurem, mida suurem on paindetugevus.

Puidu paindetugevust määratakse vastavate proovikehade abil, milledeks tavaliselt on neljakandilised pulgad küljelaiusega 2—3 cm. Praktikas

aga määratakse paindetugevust ka suurema läbimõõduga taladega. Painustuseim seisneb selles, et teimitava (katsetatava) tala mõlemad otsad asetatakse tugedele ja koormatakse keskelt (joon. 24). Seejuures mõõdetakse painutavat jõudu ja sellele vastavat painde suurust kuni puidu murdumiseni. Otstugede vahekaugus olgu 15—20 korda suurem kui proovi läbimõõt.

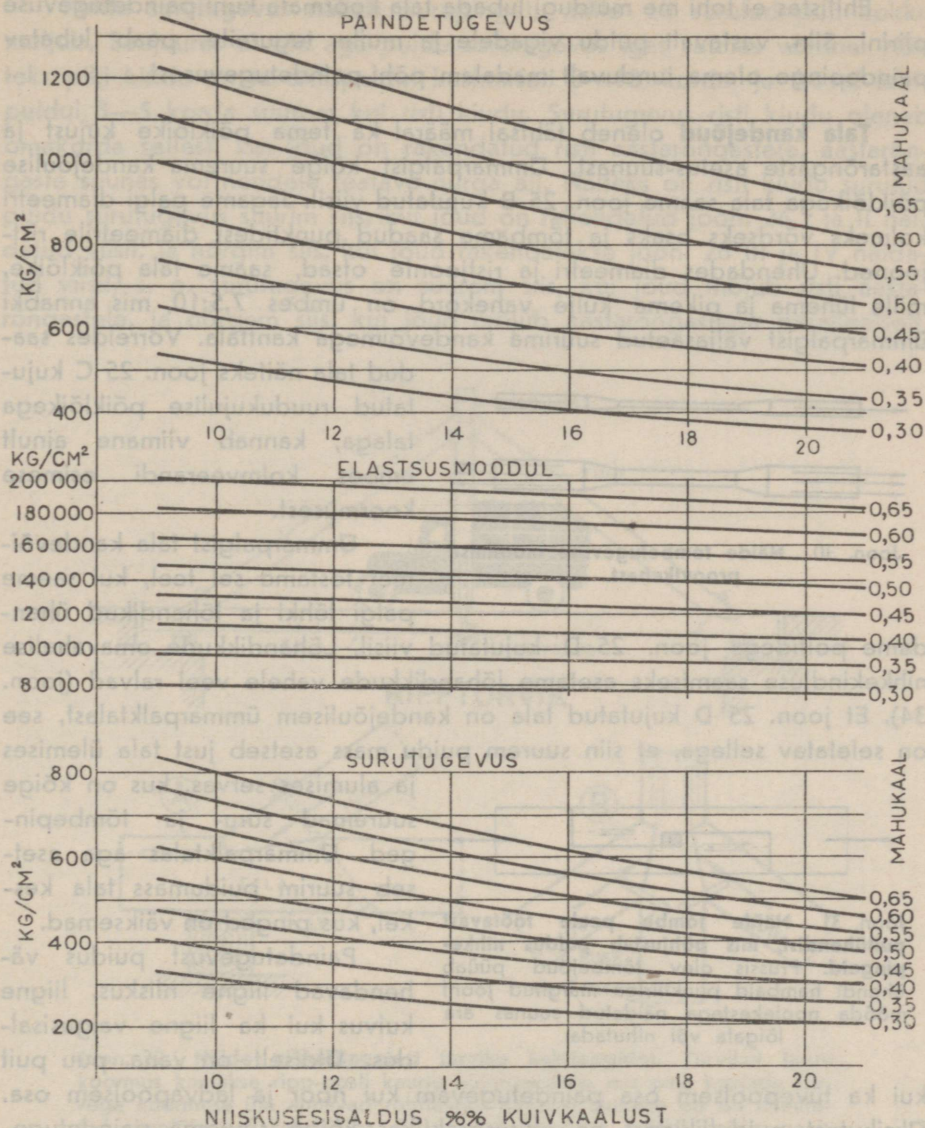


Joon. 28. Puidu nõrketugevus sõltuvalt posti pikkusest ja koormast.

- A** — kui sama läbimõõduga, kuid mitmesuguses pikkuses poste koormame võrdse koormaga, siis nõrke oht on seda suurem, mida pikem on post. Nii võime posti pikendada ainult kuni teatud piirini, mil ta murdub.
B — suurte jõududega võime koormata ainult lühikesi poste, kuna pikka-
 dele postidele võib lubada vastavalt palju väiksemaid koormaid.

Kui mingit keha, näiteks kummilatti, vabalt painutada, siis märkame, et tema kumer külj läheb esialgselt mõõdust pikemaks ja õõnes külj lühemaks, kuna keskjoon ehk telg jääb niisama pikaks, kui see oli alguses. Siit järeldub, et painutatava keha kumerpoolsed osad venitatakse ja nõgupoolded samavõrra kokku surutakse, kuna tema kesktelg, nn. nulljoon, ainult paindub, venitavaid ja suruvaid pingeid tundmata. Täpselt samuti on lugu ka tala painutamisel (joon. 25). Siin tala alumine pind on tõmbe-
 pingete mõju all ehk venitatud, tala ülemine pind on surutud, kuna aga tala keskel, kus asetseb nulljoon, puuduvad nii tõmbe- kui ka survepinged. Et tõmbe-
 tugevus on veata puidul suurem kui survetugevus, siis talade kohaleasetamisel peetagu alati silmas, et tala asetataks tervema küljega üles.

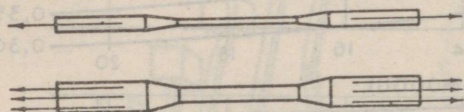
Enne kui tala murdub, kuulduvad temas üksikud praksatused, mis tulevad sellest, et puidu kiud tala alumises osas hakkavad tõmbe-
 pingete mõjul katkema. Nii on pragisemine talas temale järgneva murdumise hoiatuseks.



Joon. 29. Meie männi (*Pinus silvestris*) põhitugevus olenevalt mahukaalust ja niiskusest. Niiskusesisalduse piirideks on siin võetud 9—12% ja mahukaalud 0,3—0,65. Puidu tugevuse sõltuvus niiskusest, nagu näeme, on väga tunduv. Elastsusmooduli muutumine niiskuse mõjul on aga niivõrd väike, et see ehituspraktikas võib tähele panemata jääda. Joonisel kujutatud meie männi põhitugevus on saadud väikeste ja veata proovikehade teimimisel laboratooriumis. Tegelikult ehitistel lubatav pinge on 10 ja enam korda väiksem põhitugevusest. Nii on näiteks 0,45 mahukaaluga männi painde-põhitugevus 15%-lise niiskuse juures umbes 700 kg/cm². Ehitistel lubatakse aga 90 kg/cm², s. o. ligemale 8 korda vähem, kui on põhitugevus.

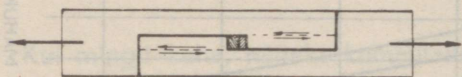
Ehitistes ei tohi me muidugi lubada tala koormata kuni paindetugevuse piirini. Siin, vastavalt puidu vigadele ja muile tegureile, peab lubatav paindepinge olema tunduvalt madalam põhi-paindetugevusest.

Tala kandejõud oleneb tähtsal määral ka tema põiklõike kujust ja aastarõngaste asetus-suunast. Ümmarpalgist kõige suurema kandejõulise põiklõikega tala saame joon. 25 B kujutatud viisil. Jagame palgi diameetri kolmeks võrdseks osaks ja tõmbame saadud punktidest diameetrile ristjooned. Ühendades diameetri ja ristjoonte otsad, saame tala põiklõike, mille lühema ja pikema külje vahekord on umbes 7,5:10, mis annabki ümmarpalgist väljasaetud suurima kande võimega kanttala. Võrreldes saadud tala näiteks joon. 25 C kujutatud ruudukujulise põiklõikega talaga, kannab viimane ainult umbes kolmveerandi esimese koormusest.



Joon. 30. Näide tõmbetugevuse mõõtmise proovikehast.

Ümmarpalgist tala kande võimet tõstame sel teel, kui saame palgi lõhki ja lõhandikud ühendame poltidega joon. 25 D kujutatud viisil. Lõhandikkude omavahelise nihkekindluse saamiseks asetame lõhandikkude vahele veel ralvad (joon. 34). Et joon. 25 D kujutatud tala on kandejõulisem ümmarpalktalast, see on seletatav sellega, et siin suurem puidu mass asetseb just tala ülemises

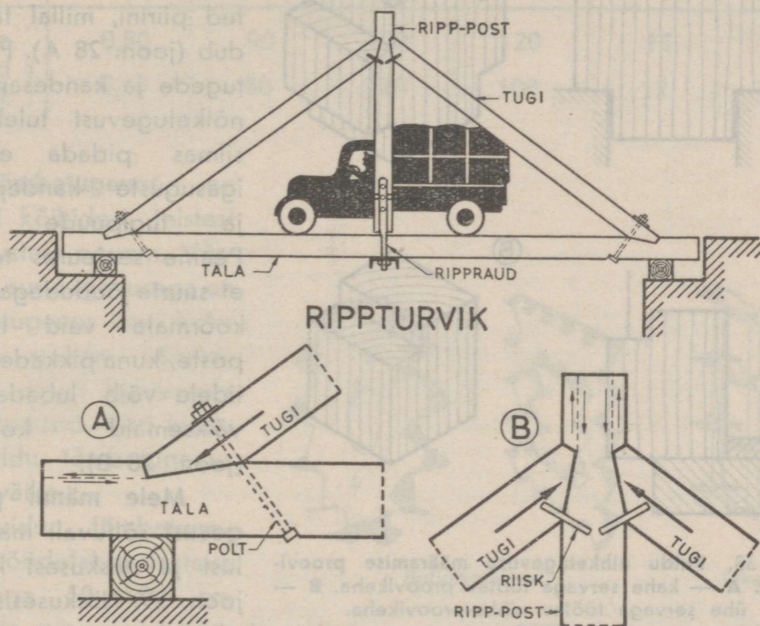


Joon. 31. Näide tõmbe peale töötavast puitühendist, mis põhjustab puidus nihkepingeid. Prussis olev tõmbejõud püüab ühendi hambaid punktiiriga märgitud joont mööda noolekestega näidatud suunas ära lõigata või nihutada.

kui ka tüvepoolsem osa paindetugevam kui noor ja ladvapolsem osa. Üksikutest puiduliikidest on ehituspraktikas kõige suurema paindetugevusega tamm, saar ja mänd.

Elastsusmoodul näitab, kui võrd hästi materjal vastu peab deformeermistele (kuju muutmistele). Mida suurem on elastsusmoodul, seda väiksem on tala paindumine raskuse all. Puidu tarvitamisel ehitistes on need kaks omadust — paindetugevus ja elastsusmoodul — tavaliselt kõige olulisemad omadused.

Puidu surutugevus näitab surupinget, mille all surutud puit kokku muljub. Seejuures ei ole aga puidu surutugevus igas suunas võrdne. Näiteks piki kiudu on ta okaspuidul keskmiselt 8—10 korda ja kõval lehtpuidul 3—5 korda suurem kui risti kiudu. Surutugevus risti kiudu oleneb omakorda sellest, kas jõud on rakendatud risti aastarõngastele, aastarõngaste suunas või nendele teatava nurga all. Näiteks on risti kiudu surutud puidu surutugevus suurim siis, kui jõud on rakendatud joon. 26 I ja II näidatud viisil, ja nõrgim siis, kui jõud rakendatakse joon. 26 III ja IV näidatud viisil, s. o. surutugevus on suurem siis, kui jõud mõjub risti aastarõngastele, ja nõrgem siis, kui jõud mõjub aastarõngastega paralleelselt.



Joon. 32. Näide nihkepingefest turviku kabitappides. Turvikul lasuv koormus kantakse ripp-posti kaudu külgtugedele, mis oma kapjade survega koormuse üle annavad rõhttalale. Külgtõe alumine ots on kinnitatud sisselõigatud kabitappiga. Et surutud külgtuge paigal hoida, peab rõhtpuit puit kui ka ripp-posti puit punktiiritud joontel (detailid A ja B) nooltega näidatud suunas töötama nihke peale.

Ehitustarindites arvestatakse puidu surutugevusena peamiselt surutugevust piki kiudu, mis esile tuleb mitmesugustes postides, tugedes jne. Surutugevust piki kiudu mõõdetakse vastavate proovikehade abil, millede pikkus tavaliselt võrdub kahe läbimõõduga (joon. 27).

Nõtketugevus. Surutugevus ehitistes on tähtis seal, kus puitu tarvita-
takse lühikeses sambana, toena või postina. Pikka desamma-
fes, kus samba pikkus on suurem kui kuuekordne samba läbimõõt, tuleb
samba raugemine tavaliselt juba nõtkemises, ja siin on elastsuse mood-
dul juba tähtsam omadus kui surutugevus. Nõtkumiseks nimetatakse koor-
matud posti, samba või toe väljapaindumist külje suunas (joon. 28). Kui
sama läbimõõduga, kuid mitmesuguse pikkusega poste koormame võrdse

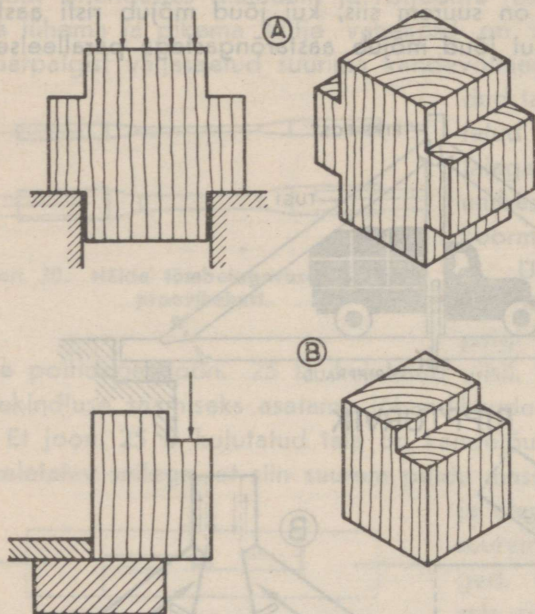
jõuga, siis nõtkekoormus on seda suurem, mida pikem on post. Nii võime posti pikendada ainult kuni teatud piirini, millal ta murdub (joon. 28 A). Postide, tugede ja kandesammaste nõtketugevust tuleb eriti silmas pidada ehitistes igasuguste kandepostide ja tugipuude puhul. Peame seejuures teadma, et suurte jõududega saame koormata vaid lühikesi poste, kuna pikkadele postidele võib lubada palju väiksemaid koormaid (joon. 28 B).

Meie männi põhitugevus sõltuvalt mahukaalust ja niiskusest kujutab joon. 29. Niiskusesisalduse piirideks on siin võetud

9—21% ja mahukaalud 0,3—0,65. Puidu tugevuse sõltuvus niiskusest on, nagu näeme, väga tunduv. Elastsusmooduli muutus niiskuse mõjul on aga niivõrd väike, et see ehituspraktikas võib tähele panemata jääda.

Kui männi niiskus tõuseb üle 27%, siis tugevus enam ei lange, kuna ligniin siis enam vett juurde ei võta. Vesi, mis üle selle määra on, asetseb lihtsalt puidu urvetes vaba veena. Puidu niiskus ehitistes on tavaliselt 15% ümber, ja see määr võetaksegi tavaliselt tugevuse arvutuste aluseks.

Joon. 29 kujutatud diagrammil näeme meie männi põhitugevust, mis on saadud väikeste ja veata proovikehade teimimisel laboratooriumis. Tegelikult ehitistel lubatav pinge on 10 ja enam korda väiksem põhituge-



Joon. 33. Puidu nihketugevuse määramise proovikehad. A — kahe servaga töötav proovikeha. B — ühe servaga töötav nihkeproovikeha.

vusest. Nii saime laboratooriumis näiteks 0,45 mahukaaluga männi painde-
põhitugevuseks 15% niiskuse juures umbes 700 kg/cm² (joon. 29). Ehitistel
lubatakse aga 90 kg/cm², s. o. ligemale 8 korda vähem, kui on põhi-
tugevus (vt. XI peatükk, tabel II).

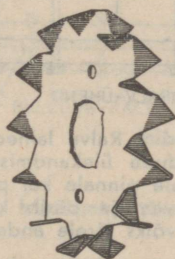
Allfoodud tabel näitab lubatavaid pingeid (kg/cm²) puittarindites,
kui puidu niiskusesisaldus on 15—18%. Eriti heas ja tihedas puidus võiks
pingeid tõsta 10%.

Puu liik	Keskm. mahukaal	Surupinge piki kiudu	Painde- pinge	Tõmbe- pinge	Nihke- pinge	Surupinge risti kiudu
Tamm	0,80	90	100	120	15	35
Mänd } Kuusk }	0,50	80	90	100	12	25

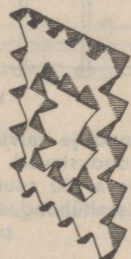
Tõmbetugevus on puidul kõikidest teistest tugevustest suurem. Võrreldes surutugevusega on tõmbetugevus kuni kolm korda suurem. Õeldu kehtib ainult tugevusele piki kiudusid. Risti kiudu on puidu tõmbetugevus väga väike.

Puidu tõmbetugevust mõõdetakse vastava masinaga 50—100 cm pikkuste ja paari cm läbimõõduga proovikehadega (joon. 30).

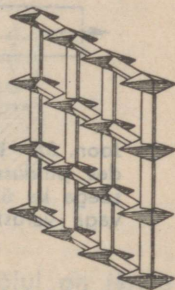
Nihketugevuse (ehk lõiketugevuse) all mõistame puidu vastupanu jõududele, mis püüavad kiude üksteise suhtes edasi nihutada või puitu teatud pinda mööda läbi lõigata. Sellist töötamis-



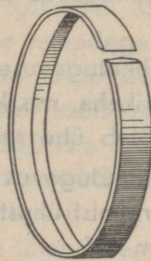
Bulldogralvad



Okasralv



Hammasralv



Rõngasralv



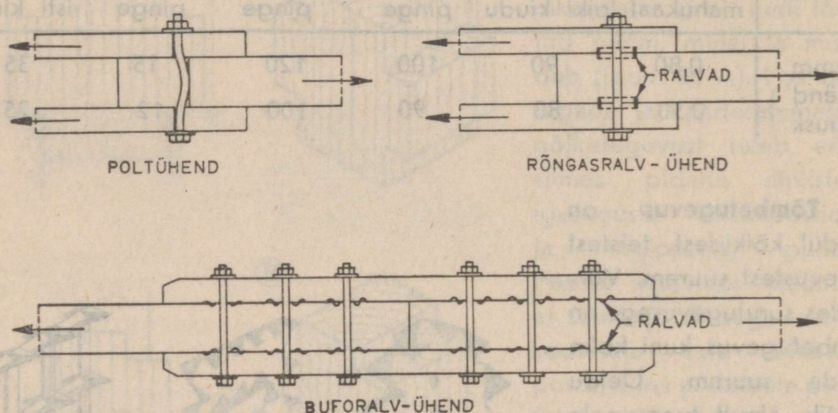
Buforalv

Joon. 34.

Mitmesuguseid ralvade eri tüüpe puitosade nihkekindlaks ühendamiseks.

viisi selgitab joonis 31, mis kujutab tõmbe peale töötavat hambaga rööplukku. Et tõmbele vastu seista, peavad punktiiriga märgitud joontel asetsevad puidukiud takistama hamba paigaltnihkumist või mahalõikumist. Mida suurem on puidu nihketugevus, seda paremini suudab ta sellistele pingutustele vastu seista.

Puidu nihketugevuse tähtsust selgitab ka joon. 32. Siin kantakse turvikul lasuv koormus ripp-posti kaudu külgtugedele, mis oma kapjade survega koorma üle annavad rõht-talale. Külgtoe alumine ots on kinnitatud sisselõigatud kabitapiga. Et surutud külgtuge paigal hoida, peab rõht-puu puit punktiiritud joontel (joon. 32 A ja B) töötama nihke peale.



Joon. 35. **Poltühend ja ralvühendid.** Ralva lained, hambad või servad, tungides puidusse, moodustavad jõudude ülekandmiseks suurema pinna, laotades seega ka ülekantava jõu suuremale pinnale kui poldi puhul. Seepärast on ralvaga varustatud poltühend tugevam ja püsib kindlana ka seal, kus ralvata polt võiks järele anda.

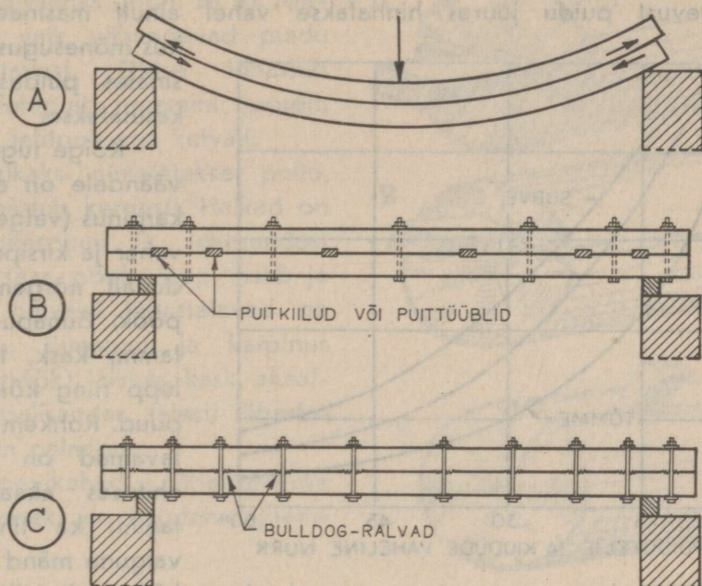
Piki kiudu on puidu nihketugevus võrdlemisi väike. Terves pragudeta puidus on lõike-põhitugevus piki kiudu umbes kolm korda väiksem kui risti kiudu.

Proovikehad nihketugevuse määramiseks on toodud joonisel 33. Neist 33 A kujutab proovikeha, mis korruga töötab kahe servaga, ja joon. 33 B proovikeha, mis töötab ühe servaga.

Puidu nõrk nihketugevus raskendab suuresti puitühendite tegemist, s. o. jõudude ülekandmist ühest puust teise, sest ühend on ainult nii tugev, kui on tema nõrgim lüli.

Puitühendite tugevuse suurendamine ralvade abil. Puidu tõmbetugevuse peaaegu täielikku ärakasutamist võimaldavad moodsas ehitustehnikas **ralvad** (joon. 34). Puitosade ühendamine ralvadega toimub sel teel, et

ühendatavate plankude vahele asetame ralva ja siis plangud kokku tõmbame poltidega. Vahelejäänud ralv nakkab selle tõttu oma servadega, lainetega või hammastega mõlemä plangu külge ja annab kokkusurutud pindade vahel tugeva ühenduse. Sel teel saame lihtsa vahendiga ja kerge vaevaga üle kanda suuri jõude: nii näiteks peab üks $\frac{3}{4}$ " poldiga bufo-ralv enne rebenemist vastu keskmiselt 5000 kg.



Joon. 36. Ralvade kasutamine liiftala tugevdamiseks.

Joonisel 35 on näidatud poltühend, mis koormajõu mõjul on järele andnud. Selle vältimiseks on asetatud plankude vahele rõngasralvad, mis teevad ühenduse tugevaks. Näitena on joonisel 35 toodud tüüpiline tõmbe peale töötavate plankude jätkamine ralvadega.

Ralvu võime kasutada ka painde peale töötavate liiftalade tugevdamiseks. Joonisel 36 A on näidatud üksteisel asetsevad palgid, mis peal lasuva raskuse mõjul on läbi paindunud. Sääraste palkide tugevdamiseks asetati vanasti palkide vahele puitkiilud või puittüüblid (joon. 36 B). Tänapäeval aga puittüüblid asendatakse ralvadega (joon. 36 C ja 25 D), mis annavad võrreldes puittüüblitega tugevama ühenduse.

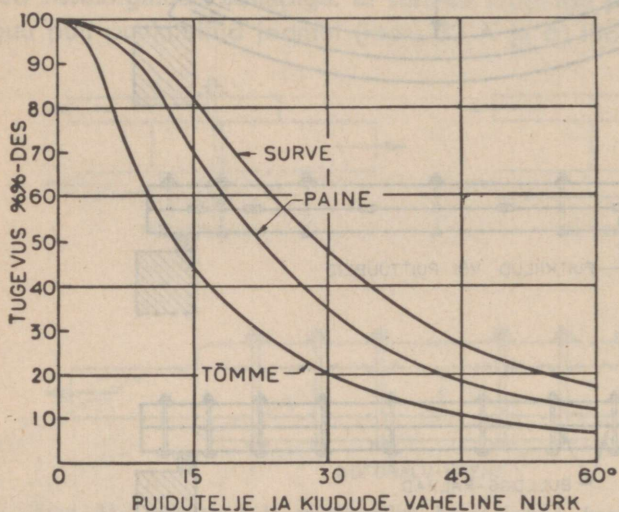
Puidu tugevus olenevalt kiudude suunast. Diagrammil joon. 37 on toodud puidu suru-, painde- ja tõmbetugevus olenevalt jõusuuna ja kiudude vahelisest nurgast. Nagu näeme, mõjutab pingetesuuna ja kiudude vahe-

line nurk eriti suuresti puidu tõmbetugevust. Juba 15-kraadine kiudude kallakus vähendab tõmbetugevust rohkem kui 50%. Seepärast tuleb tõmbe peale töötavate puittarindite ehitamisel erilisel silmas pidada, et puidukiud asetseksid pingefesuunaga alati paralleelselt. Surutugevust vähendab 15-kraadine kallakus vaid 20% ja paindetugevust 30%.

Väändetugevus on seda suurem, mida ühtlasema ja tihedama kiustikuga on puit. Ka on vaigusem puit väändeale tugevam kui vaiguvaene. Väändetugevust puidu juures hinnatakse vahel ainult masinaehituses,

kus mõnesugustes masinates puidust võlle kasutatakse.

Kõige tugevamad väändeale on akaatsia, karpinus (valge-pöök), vaher ja kirsipuu, tunduvalt nõrgemad on pöök, õunapuu, saar, tamm, kask, haab ja lepp ning kõik okaspuud. Rohkem tarvitatavamad on masinaehituses akaatsia ja tamm, ka tihe ning vaigune mänd ja lehis kõlbavad selleks otstarbeks; viimased peaaegjalikult nende odavuse tõttu.



Joon. 37. Puidu tugevus olenevalt jõusuuna ja kiudude vahelisest nurgast. Nagu jooniselt näha, mõjutab jõusuuna ja kiudude vaheline nurk eriti suuresti puidu tõmbetugevust. Juba 15-kraadine kiudude kallakus vähendab tõmbetugevust rohkem kui 50%.

Lõhastatavus. Lõhastatavus on omadus, mis võimaldab puitu pikkuse suunas, s. o. paralleelselt kiududega, lõhki ajada ehk lõhastada (joon. 38). Olles ühtedel puiduliikidel parem, teistel halvem, on lõhastatavus enam kui ükski teine puidu omadus olenev kasvutingimustest ning on seepärast ka igal üksikul puul isesugune. Mida okslikum, kisklikum ja keerakam on puit, seda halvemini ja ebakorrapärasemalt ta lõhastub, sest neil juhtudel on puidukiud otsesuunast kõrvale juhitud ja üksteisest läbi põimunud, nii et neid puidu lõhastamisel tuleb katki rebida. See tarvitab rohkem jõudu ja teeb lõhkepinna ebatasaseks.

Kõige kergemini lõhastub puit säsikiiri mööda, kusjuures lõhkepind saab sile ja korrapärase kiudehituse puhul ka sirge. Seepärast lõhastuvad

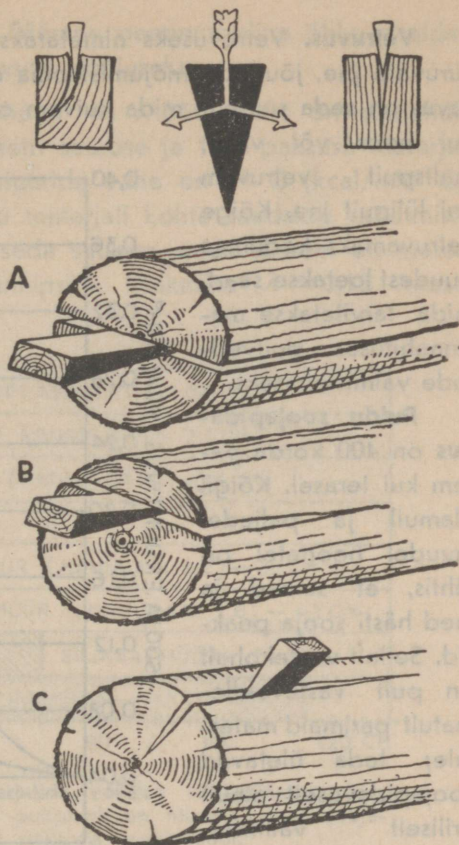
siis ka paremini need puud, millel on suured ja laiad, või väikesed, kuid arvukad säskiired. Sellega on ka seletatav, et puu lõhastub südamest, kus lõhkeping on säskiirtega ühesuunaline (joon. 38 A), paremini kui tangentsiaalsuunas (joon. 38 B). Niiskus ja vaik vähendavad puidu lõhastatavust. Üldse lõhastub kõva lehtpuuit paremini toorelt, pehme lehtpuuit aga kuivalt.

Halkaks nimetatakse puitu, mis lõhastub kergesti. Halkad on kõik okaspuud ja lehtpuudest tamm, saar, pöök, lepp, haab ja vaher; halvasti lõhastatavad on kirsipuu, õunapuu ja karpinus (valge-pöök), jalakas, kask, akaatsia ja palisander, täiesti lõhastamatu on palmipuu.

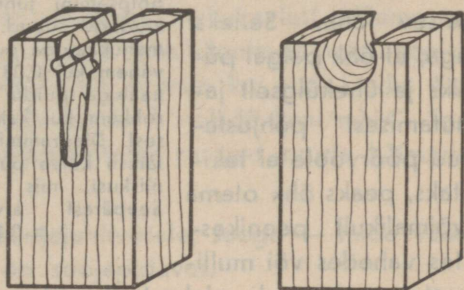
Proovikehad lõhastatavuse määramiseks on kujutatud joonisel 39.

Painutatavuseks nimetatakse puidu omadust end jäädavalt kõveraks painutada lasta, ilma sealjuures murdumata.

Painutatavus suureneb puidu niiskusesisaldusega. Seltsib niiskusele veel soojus, siis suureneb painutatavus veelgi. Seepärast aurutataksegi puitu enne painutamist. Ka on noor puit painduvam kui vana, maltspuit painduvam kui lülipuit, tüvi painduvam okstest ja juured painduvamad kui tüvi. Mida raskem puit, seda vähem ta paindub. Hästipainutatavat puitu nimetatakse ka sitteks puiduks.



Joon. 38. Näiteid puidu lõhastamisest kii-
lude abil.



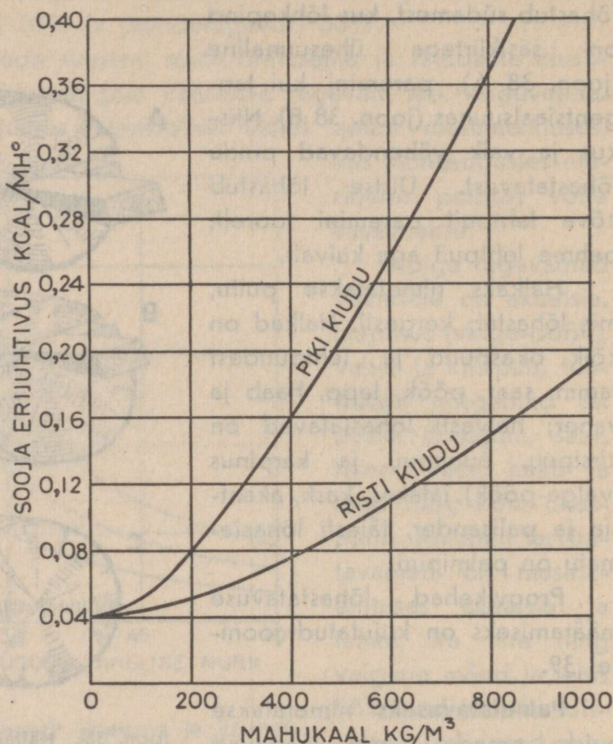
Joon. 39. Proovikehad puidu lõhastatavuse
teimimiseks.

Vetruvus. Vetruvuseks nimetatakse puidu omadust peale tõmbavate, suruvate jne. jõudude mõjumist oma esialgne kuju jälle tagasi võtta. Vetruvus on seda suurem, mida kuivem on puit. Keskealine puit on vetruvam kui noor või vana, maltspuit vetruvam kui lülipuit jne. Kõige vetruvamaks kodumaa puudest loetakse saarf, mida tarvitatakse masinaehituses puitvedrude valmistamiseks.

Puidu soojapidavus on 400 korda parem kui terasel. Kõigil elamuil ja paljudel muudel hoonetel on tähtis, et seinad ja laed hästi sooja peaksid. Sellelt vaatekohalt on puit vastuvaidlematult parimaid materjale; teda ületavad soojapidavuselt ainult erilisel valmistatud peenkiudplaadid, kork, õlg, turvas ja pilliroog.

Parim soojavoolu takistaja on teatavasti seisev õhk. Selleks aga, et õhk paigal püsiks ja ühekülgsest jahutamisest põhjustatud pöörvoole ei tekitaks, peaks õhk olema võimalikult peenikes-tes vahedes või mullikes-tes, nagu seda oleks tardunud peenerakuline vaht.

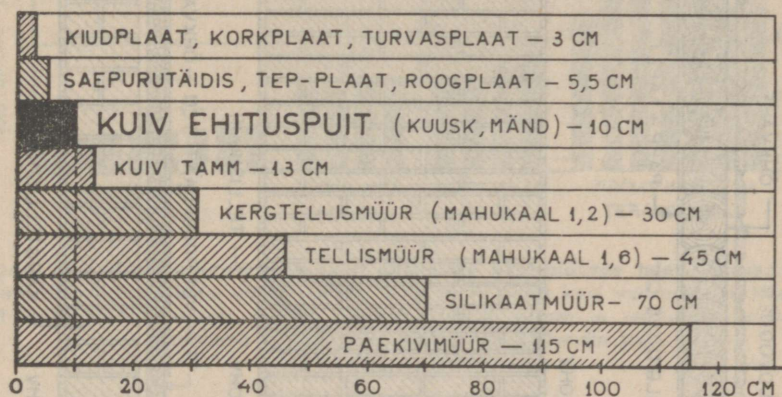
Joon. 5 ja 8 on näidatud puidu seesmine ehitus, nagu seda näeme mikrokoobiga. Puit koosneb üksikuist torutaolistest rakkudest. Kuivas puidus



Joon. 40. Puidu soojajuhtivus olenevalt mahukaalust ja kiudude suunast. Nagu diagrammilt näha, tõuseb soojajuhtivus koos mahukaaluga, s. o. mida raskem puit, seda hõlpsamini juhib ta sooja. Ka mõjub soojajuhtivusele kiudude suund. Näiteks diagrammil toodud 400 kg/m³ mahukaaluga puidu soojajuhtivus (λ) risti kiudu on veidi vähem kui 0,08 kcal/mh° C. Piki kiudu aga sama mahukaaluga puidu soojajuhtivus $\lambda = 0,16$ kcal/mh° C, s. o. rohkem kui kaks korda suurem risti kiudu soojajuhtivusest. Diagrammil toodud soojapidavus on kehtiv ainult täiesti kuiva puidu kohta. Ehituspuidus on aga 15—25% niiskust, mis tunduvalt tõstab puidu soojajuhtivust. Seepärast arvatakse ehituspuidu soojajuhtivuseks $\lambda = 0,12 - 0,13$ kcal/mh° C risti kiudu.

on need torukesed õhuga täidetud. Säärane peeneurbeline õhku sisaldav siseehitus ongi puidu hea soojapidavuse põhjuseks.

Sooja erijuhtivus märgitakse tähega λ . Mõõtühikuks on soojahulk kilokalorites, mis voolab läbi ruutmeetri suuruse ja 1 m paksuse materjali kihi ühes tunnis, kui pinna temperatuuride vahe on 1°C ($\text{kcal}/\text{mh}^{\circ}\text{C}$). Numbrilised λ väärtused iga üksiku materjali kohta saadakse mõõtmiste teel. Sooja erijuhtivus on tavaliselt seda suurem, mida suurem on materjali mahukaal. Näiteks on kuiva männipuidu keskmine $\lambda = 0,13$, terasel



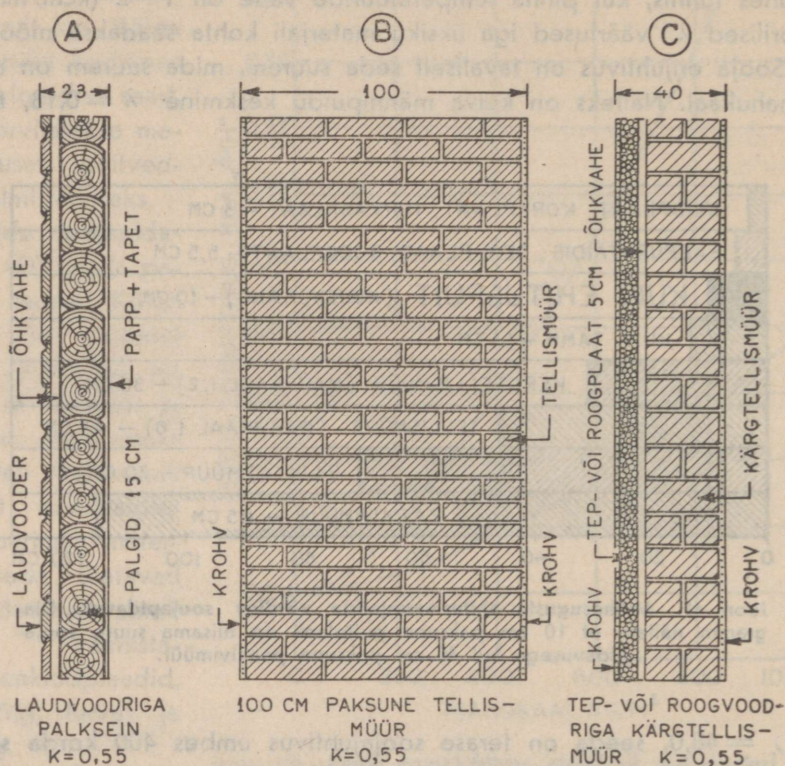
Joon. 41. Mitmesuguste ehitusmaterjalide võrdlev soojapidavus. Diagramm näitab, et 10 cm paksune puitplank on niisama suure soojapidavusega kui 40 cm paksune paekivimüür.

aga $\lambda = 48,0$, seega on terase soojajuhtivus umbes 400 korda suurem kui puidul, nagu seda juba mainitud. Ka ühe ja sama materjali soojajuhtivus võib erineda, olenedes peamiselt mahukaalust ja struktuurist. Diagramm joon. 40 kujutab puidu soojajuhtivuse olenevust mahukaalust. Näeme, et soojajuhtivus tõuseb koos mahukaaluga. Peale selle näeme, et puidu soojajuhtivus piki kiudu on peaaegu kaks korda suurem kui risti kiudu. Kui risti kiudu $\lambda = 0,13 \text{ kcal}/\text{mh}^{\circ}\text{C}$, siis piki kiudu $\lambda = 0,30 \text{ kcal}/\text{mh}^{\circ}\text{C}$. See ongi üheks põhjuseks, miks elamu rõhtpalkseina nurgad suurte külmade puhul tihti seest härmatuvad.

Soojapidavus on pöördväärtus soojajuhtivusele, seega — mida väiksem on soojajuhtivus, seda parem on soojapidavus.

Joonisel 41 on kujutatud mitmesuguste ehitusmaterjalide võrdlev soojapidavus. Näeme, et 10 cm paksune puitplank on niisama suure soojapidavusega kui 40 cm paksune tellismüür ja 115 cm paksune paekivimüür.

Et massiivsele tellismüürile saada võrdset soojapidavust tavalise hästi ehitatud ja vooderdatud puitseinaga, peab tellismüür olema vähemalt 100 cm paksune (joon. 42). Ainult moodne, s. o. isoleerplaadiga vooderdatud kivisein suudab soojapidavuses puitseinaga võistelda (joon. 42 C).

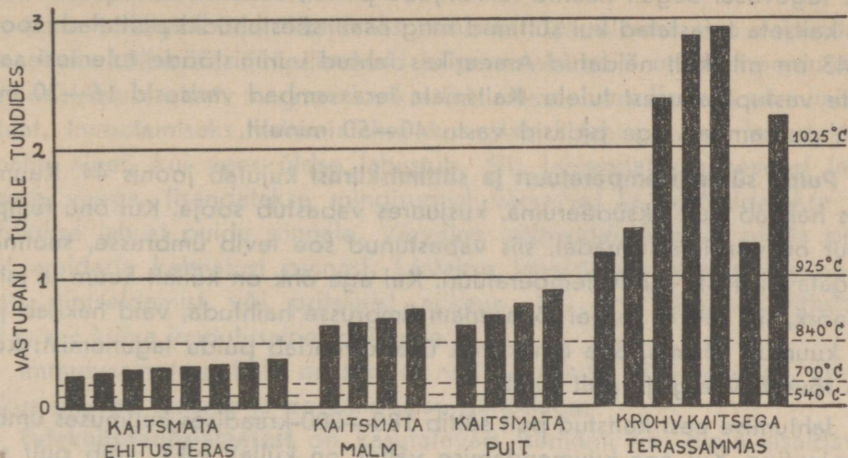


Joon. 42. Joonisel toodud kolm seina on võrdse soojapidavusega. Puidu soojapidavust võib hinnata, võrreldes ülalnäidatud kolme seina, mis kõik on võrdse soojapidavusega. Et olla soojapidavuselt võrdne vooderdatud puitseinaga, peaks massiivne rasketellissein olema 1 meetri paksune. Ainult moodsalt ehitatud soojapidava voodriga kivisein (C) suudab soojapidavuses võistelda puitseinaga.

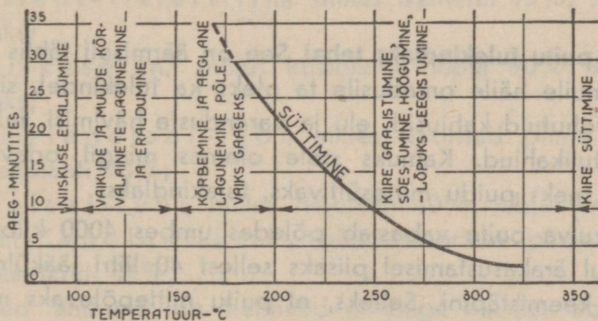
Et meie elamute seinad pole meetripaksused, vaid õhemad, siis loomulikult läheb meie tavalise kiviseina kaudu soojust palju rohkem kaduma kui puitseina kaudu, mis riiklikust seisukohast on väga kahjulik. Pealegi tarvitab tellissein juba telliste põletamiseks rohkem puitu, kui puitsein vajab ehitamiseks.

Puidu tulekindlusest. Puidu tülikamaid omadusi ehitustehnika seisukohalt on, et ta süttib ja põleb ning põlemisel tekitab gaase ja suurt kuu-

must. Kuigi teras harilikus õhus ise ei põle, on ta siiski väga nõrga vastupanuga tulele, võrreldes puiduga. Oma hea soojajuhtivuse tõttu ($\lambda = 48$)



Joon. 43. Mitmesugusest materjalist sammaste vastupidavus tules. Mustad tulbad näitavad, kui kaua antud samm tules vastu pidas kuni varisemiseni. Näeme, et kaitsemata ehitusteras varises peaaegu poole varem ja seejuures tunduvalt madalama temperatuuri juures kui kaitsemata puit.



Joon. 44. Puidu süttimise kiirus sõltuvalt temperatuurist ja kuumenduse vältusest. Nagu diagramm näitab, algab puidu süttimine umbes 170–180° C piirides. Mida kõrgem temperatuur, seda kiiremini süttib puit, näiteks 250° C t⁰-s süttib puit 10 minuti jooksul, 300° C t⁰-s paari-kolme minuti jooksul jne.

kuumeneb kaitseta teras õige kiiresti juba väiksemaski tules ja pehmeneb selle tagajärjel. Juba 600° t⁰-s kaotab terastala 2/3 oma tavalisest tugevusest, hakkab looka vajuma ja variseb.

Puit seevastu juhib soojust väga visalt ($\lambda = 0,13$). Tules võib pealne kord põleda ja söestuda, kuid seesmus jääb kaua rikkumata ja hoiab alles oma tugevuse. Sageli näeme tulikahjude puhul, et tuli varem varisemisele viib kaitseta terastalad kui süttinud ning osalt söestunudki puittalad. Joonisel 43 on piltlikult näidatud Ameerikas tehtud uurimistööde tulemusi samaste vastupidavusest tulele. Kaitsmata terassambad varisesid 16—20 min. järele, puitsambad aga pidasid vastu 40—50 minutit.

Puidu süttimistemperatuuri ja süttimiskiirust kujutab joonis 44. Kuumas õhus hakkab puit oksüdeeruma, kusjuures vabastub sooja. Kui õhu temperatuur on võrdlemisi madal, siis vabastunud soe levib ümbrusse, suutmata märgatavalt tõsta puidu temperatuuri. Kui aga õhk on küllalt kuum ja jahutus nõrk, siis tekkiv soe ei jõua enam ümbrusse haihtuda, vaid hakkab järjest kuumust tõstma. See omakorda üha kiirendab puidu lagunemist: kuumus tõuseb veelgi ja puit süttib.

Jahtumise eest kaitstud puit süttib 180—200-kraadises kuumuses umbes 30 minutiga. Kui aga kuumendamise vältus on küllalt pikk, võib puit süttida madalamaski temperatuuris. Toodud joonisel, mis on saadud Ameerika uurimustest, näib alampiiriks olevat 150° C. Tulikahjude statistikas on aga juhtumeid, mis ei lase endid teisiti seletada kui puidu süttimisega 120—150° C aurufurudest. Pikaajalisel mõjumisel võivad puidu isesüttimiseni viia isegi 100-kraadine kuumus, kuid selle kohta puudub teaduslik selgus.

Kas saab puitu tulekindlaks teha? See on äärmiselt tähtis küsimus. Kui lisaks puidu muile häile omadusile ta oleks ka tulekindel, siis aitaks see ju ära hoida fohutuid kahjusid, elu ja varanduste hävimisi, mida iga aasta põhjustavad tulikahjud. Kahjuks pole olemas mingit odavat ja lihtsat vahendit, mis teeks puidu mittesüttivaks, tulekindlaks.

Üks kg kuiva puitu vabastab põledes umbes 4000 kilokalorit (kcal) sooja. Täielikul ärakasustamisel piisaks sellest 40 liitri jääkülma vee kuumendamiseks keemistäpini. Selleks, et puitu mittepõlevaks muuta, peaks kaitsevahend võima kahjutuks teha sellise suure hulga sooja; seda ei saa ühegi lihtsa ja odava vööbaga. Kõige rohkem, mida võib vööbaga saavutada, on puidu süttivuse tõkestamine ajutiseks, mis annab kaitset ainult 10—15 minutiks. Kuid säärane väikegi kaitse on tuleõnnetuse ärahoidmisel suure tähtsusega. Algavad ju kõik tulikahjud väikestest süttimistest, ja siin võib vööpki tulu tuua.

Nii nõuavad paljude riikide ehitusseadused, et kõik puidust katuse-tarindid — nagu sarikad, roovid, pärlinid ja katuselauad — oleksid kaetud süttimist tõkestava vööbaga. Nagu tegeliku elu koge-

mused on näidanud, on sellisel kaitsel tuleõnnetuste ärahoidmisel suur tähtsus. Erilist tähtsust omab säärane kaitse sõjaolukorras hoonete kaitsmisel süütepommide vastu.

Mida tarvitada tuldõkestavaks võõbaks! On olemas rida vahendeid, mis selleks kõlbavad. Tüüpilisemaid ja paremaid neist on ammooniumfosfaat, naatriumatsetfaat, magneesiumkloriid, ammoniumsulfaat ja alumiiniumsulfaat. Immutamiseks valmistatakse koondatud lahus, s. o. lahustatakse niipalju ainet, kui vees üldse lahustub. Siis lahjendatakse saadud lahus vähese veega, lisandatakse mingisugust värvainet ja pintseldatakse või pritsitakse lahust puidu pinnale. Värvaine võimaldab kaetud pinda paremini eraldada katmatust pinnast. Lastakse lahusel ära kuivada ja korratatakse pintseldamist või pritsimist niikaua, kui on imbunud vähemalt 120 g/m² kuiva immutusainet puidusse.

Immutusainete paheks on see, et nad on veega väljauhutavad, niiskes olekus rikuvad metalle ja on välismaise päritoluga.

Tulekaitsevõõpained on kasutatavad tsementi või lupja sisaldavad segud, mis peavad sisaldama veel teatavaid aineid, mis annavad segule kuivamisel hea nakkavuse puiduga, nii et kuivanud võõp ei määri ega tolmustu, s. t. on pühkimiskindel.

Vihma eest kaitsitud puidupindade katmiseks pööningutel on kõlblikud järgmised tulekaitsevõõpained:

- 1) tsement-tisleriliim, milles tsementi 95%, tisleriliimi 5%, vett lahustajaks;
- 2) lubi-kaseiin, milles kustutatud lupja 90%, kaseiini 10%, vett lahustajaks;
- 3) piim-fenolaat-lubi, milles kooritud piima 25%, lubjavikki 62%, fenolaati 13%;
- 4) fenolaat-lubi, milles fenolaati 40%, lubjavikki 60%;
- 5) piim-fenolaat-kriit, milles kooritud piima 28%, fenolaati 28%, maalrikriiti 44%.

Ülaltoodud andmed on kehtivad pintsliga katmise kohta. Pritsimise katmise korral on vaja valmistada vedelam lahus ja arvesse võtta, et materjali kulu on umbes 25% suurem.

Võrreldes immutusainetega, on võõpained peamiseks paremuseks asjaolu, et neid saab väheste eranditega valmistada kodumaa saadustest.

Tsemendi-kaltsiumkloriidi ja tsemendi-tisleriliimi segude valmistamisel lahustatakse esmalt liim või kaltsiumkloriid vees (üldises veehulgas) ja lõpuks lisandatakse tsementi. Enne segu tarvitamist on soovitav segul lasta seista 3—8 tundi parema kolloidsuse saavutamiseks.

Kõlblikuks on osutunud ka segu, mille kuivaine koosneb 95% tsemendist, 2,5% tiseriliimist ja 2,5% kaltsiumkloriidist.

Lubja-kaseiini segu valmistamiseks leotatakse teatavat kaaluosa kaseiini mõne tunni jooksul vees ja selle järel segatakse lubjavikiga ja veega. Ühe tunni segamise järel on segu katmiseks valmis. 8 tunni jooksul peab segu ära tarvitama; hiljem segu hüübib ja muutub kasutamiskõlbmatuks. Soojendamine ei ole vajalik.

Piima-fenolaadi-lubja segu valmistamiseks segatakse kooritud piim esmalt lubjavikiga ja siis lisatakse fenolaati. Lubjavikk on ülal antud vahekorras mõeldud taigasarnase konsistentsiga. Vett lisada ei tule.

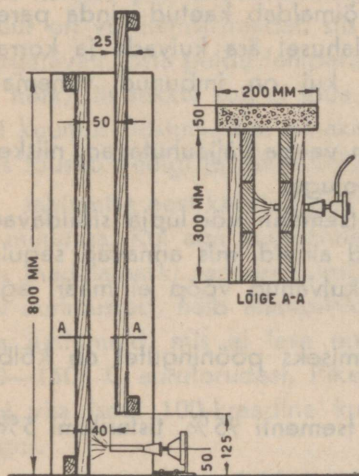
Tuldõkestava vööba teimimise seadist kujutab joon. 45. Vööbatud proovilaud on asetatud üksteisest 50 mm kaugusele. Proovikeha alumisele osale on juhitud gaasipõleti leek. Gaasipõleti leegi vaba pikkus olgu 200 mm ja selle kuumus ründepinnal umbes 900° C. Gaasirõhk olgu 55—60 mm veesammast, soojavõime 4000 kcal/m³ ja vool 4 liitrit/min.

Üliheaks kaitseks puidule tule eest on krohv, eriti kui see on pandud traatvõrgule või traadiga löödud pilliroole. Selline krohv annab puidule tulkahjus ühetunnise kaitse (vt. joonis 43); parim vööp kaitseb aga ainult 15 minutit. Kus vähegi võimalik, tuleb kasutada krohvi, mis annab võrratult tõhusama

kaitse kui vööp ja on meie oludes maksuseltki võrdlemisi mõõdukas.

Kiri (tekstuur). Peale eespoolmainitud puidu üldomaduste rõhutatakse mõnes puidutööstusharus (mööbli-, treimis- ja puidulõike-tööstuses) veel puidu väljanägemist, nagu kirja, värvi, läiget ja isegi lõhna, millised igal puiduliigil on isesugused.

Ilusa kirja annavad puidule tema üksikute kiudude mitmesugune keerlev ja lainetav kasvusuund ja laiad ning paksud säskiired. Mida ühtlasem on puidu toim, seda lihtsam on tema kiri. Ka on puidu kiri mitmesugustes lõigetes isesugune. Kõige ilusam on ta tangentsiaallõikes, enam-vähem lihtne radiaal- ja põiklõikes. Ka okste ümbrus oma keerulise kiudeehituse



Joon. 45. Leegikaitse vööba teimimine. Gaasileek on juhitud kahe vööbatud pindadega laudplaadi vahele. Vööp on otstarbekas, kui vööbatud laud peale 15-minutilist põletamist on söestunud ainult leegi ümbruses.

tõftu on ilusama kirjaga. Mõned puuliigid, nagu maarjakask ja suhkruvaher, on alati keerulise kiudehitusega, mispärast neid ilutöodes kõrgelt hinnatakse.

Ilusa kirjaga puitu kasutatakse kõige täielikumalt vineeri näol, milleks puit sellekohaste masinate abil mitmesuguses paksuses (paberilehest kuni 3 millimeetrini) leheks lõigatakse ja millega siis odavamast puidust valmistatud asju kaetakse ehk vineeritakse.

Värv (vt. XI peatükk, tabel I) on põhjamaa puudel enam-vähem ühetooniline, ühtedel heledam, teistel tumedam, ega mängi puidutööstuses suurt osa, seda enam, et tänapäev võib puidule mitmesuguste peitside abil anda kõige mitmekesisemaid värvitoone ja isegi kallispuitu järele aimata. Seevastu kasvab aga troopikamaail väga mitmevärvilisi ja isegi triibulisi puid, nagu punane, must-, roheline, mahagoni- ja roosipuu, mida seefõttu mööblitööstuses kõrgelt hinnatakse.

Läige on tööstuses tähtsusetu, sest seda võib anda puidule kunstlikult, lakkide ning polituuride abil. Kõige suurema loomuliku läikega on harilikult säskiired, mis mõnedel puudel (tamm) pikuti lõikes esinevad heledate läikivate täppidena. Kodumaa puudest on suurima loomuliku läikega saar, vaher ja pärn.

Lõhn tuleb puidule rasva- ja eeterlikest õlidest ning park- ja kummiainetest, mida puit endas sisaldab. Ta on peaaegu igal puuliigil isesugune, nii et selle järgi võib neid üksteisest ära tunda. Enamikul puudest kaob ta kuivamisega, kuna osa puid (kadakas, toomingas) ka peale täielikku kuivamist lõhnavad. Hakkab aga puu pehastuma või mõnel muul viisil (seenekete ja teiste parasiitide läbi) hävinema, siis kaotab ta oma lõhna täielikult. Nii on lõhn ka puu tervise tunnuseks.

Paljudel lõunamaa puudel (roosipuudel jne.) on väga meeldiv lõhn, mispärast neid eriti iluasjade valmistamiseks meeeldi tarvitatakse.

Kestus. Kõik puidu tehnilised omadused halvenevad aja jooksul, nii et ta tarbematerjalina viimaks tööstusotstarbeks enam ei kõlba. Seda aega või iga, mille kestel puidu tehnilised omadused enam-vähem muutumata püsivad, nimetatakse puidu kestuseks.

Kestus on üks tähtsamaid puidu omadusi, sest sellest oleneb teatud asja või tarindi iga. Nii näiteks on puithoone iganenud ja langeb kokku, kui ta seinapalgid on oma tugevuse juba kaotanud. Samane on lugu ka mööbli ja muude puidust asjadega, mis hoolsast hoidmisest hoolimata lõpuks ajahamba all hävinevad.

Kestus oleneb peaaesjalikult puu liigist ja vanusest, tähtsal määral aga ka tarbepuidu ettevalmistamisest kui ka olustikust asukohas, kus tal töötada tuleb

III peatükk.

Puidu vead ja haigused.

Puidu vigade ja haiguste all mõistetakse kõiki neid sisemisi kui ka välimisi tüve, okste või juurte vigastusi ja muid kasvu ebakorrapärasusi ning haigusnähtusi, mis puidu kas täiesti või ainult teatud otstarbeks kõlbmatuks teevad.

Oma iseloomult jagunevad nad peaaegjalikult kahte liiki: 1) vead, millele kaasnähtuseks ei ole puidu kiudude rikked; sääraseid vigu nimetatakse puu kasvuvigadeks; 2) vead, mis avalduvad puidu kiudude haiglasel lagunemises; neid kutsutakse puidu haigusteks.

Esimesed on vähem tähtsad, sest nende läbi kannatanud puit on kõlbmatu ainult mõnesugusteks otstarveteks, kuna ta aga teatud otstarbeks selle läbi alles täie väärtuse omandabki. Seevastu on aga teine liik pahesid — puidu haigused — väga kardetavad, sest neist tabatud puit on igaks otstarbeks täiesti kõlbmatu, kas osalt või tervelt, olenedes haiguse arengust.

Kasvuvead.

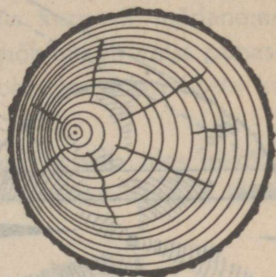
Kasvuvigade põhjusteks on väga mitmesugused asjaolud. Tähtsamad neist on järgmised.

Kõverkasv. Kui puu otsesuunas kasv on mingil viisil takistatud või kui lumi või mõni muu raskus on puu noorelt maha painutanud, siis kasvab tema tüvi kõveraks.

Kõveraks kasvanud puit on igal juhtumil tugevam kui kõveraks koolutatud puit, sest et viimasel on üksikud kiud viimse võimaluseni välja venitatud ning edasipingutamisel juba katkevad, kuna nad kõverkasvu puhul asetsevad täiesti loomulikus seisukorras ja võivad täiel määral igasugustele pingutustele vastu pidada. Seepärast on kõverkasv teatud otstarveteks,

nagu rangi-, adra-, ratta- jne. puiduks, täisväärtuslik. On tüvi ühtepidi kõver, siis võidakse teda ka laudadeks saagida; on ta aga mitutpidi kõver, siis on see võimatu ja puit tuleb tarvitusele osakaupa või ei kõlba üldse tarbepuiduks. Kõverkasv on sagedane nähtus eriti lehtpuumetsades.

Ühekülgne ehk eksentriline kasv on see, kus puu säsi asetseb tüve ühel äärel (joon. 46). Seda esineb metsa äärel kasvavatel puudel, kus puu on allutatud alati ühesuunalistele tuultele, samuti mere ääres. Eksentriline kasv on tavaline ka kallakasendis puudele ja puuosadele. Seda nähtust esineb ka siis, kui puud kasvavad ükssteisele liiga lähedal asetsedes. Ebaühtlane valguse kasutamine ja toitumisolud ei avalda aga selles mõttes mõju, nagu seda arvati varemalt. Eksentrilisest tüvest saetud laud paka-tavad ja kaarduvad tugevasti, mispärast selline tüvi on mööblipuiduks alaväärtuslik.

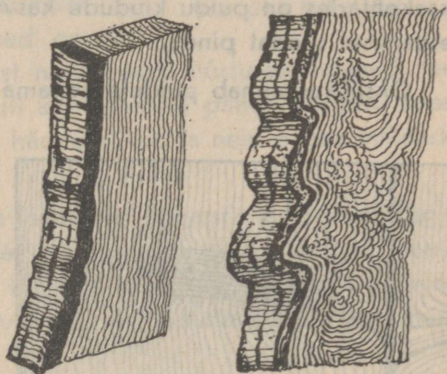


Joon. 46. Ühekülgne ehk eksentriline säsi.

Kisklikkuseks nimetatakse puidu kiudude ebakorrapärasest, üksteisest läbipõimuvat ning lainjat kasvu (joon. 47). Kisklik puit on halvasti lõhestatav ning raske ümber töötada; ka on temast saetud laudade kiudude katkilõikamise tõttu nõrgad. Treimistööstuses tarvitatakse neid tööriistadele käepidemete treimiseks.

Et aga kisklikkus annab puidule ilusa kirja, siis on seesugused puud, nagu näit. maarjakask, vineeritööstuses eriti otsitavad.

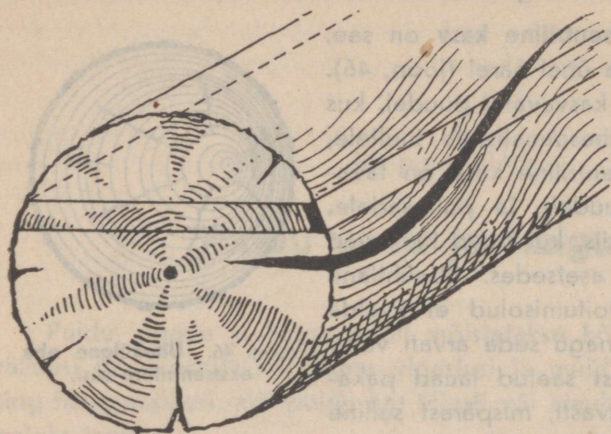
Keerdkasv on viga, mille puhul puidu kiud on kasvanud spiraalitaoliselt ümber tüve keerdu (joon. 48). Seesugune puit ei kõlba laudadeks saagida ja teda



Joon. 47. Puidu kisklikkus.

tuleb kasutada tervete tüvedena, nagu telefonitulpadeks jne. Selle vea all kannatavad sagedamini tammed, jalakad, künnapuud, pöökpuud ja mändid. Mõnedel puudel on kiudude keerdumise suund alati ühesugune; nii keerduvad püramiid-pappel päripäeva ja kastan vastupäeva, kuna teised keerduvad kord ühte-, kord teistpidi. Ka esineb juhtumeid, kus ühes ja samas tüves sisemised kiud keerduvad ühte- ja välimised teistpidi.

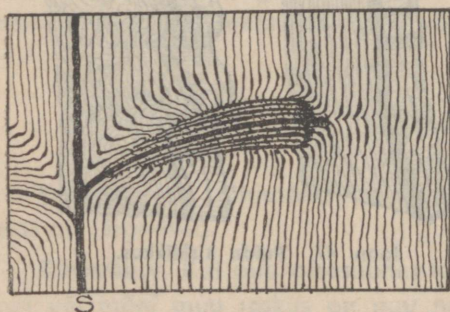
Keerdkasvu kui ka kisklikkuse põhjusi pole suudetud seni veel selgitada. Tõenäolisena paistab, et siin mõjuvad peaaesjalikult maapinna ja ilmastiku olud, sest nii keerdkasvu kui ka kisklikkust esineb kõige sagedamini



Joon. 48. Keerdkasv. Keerdu kasvanud tüvest saetud laud on nõrk ja tema tarvitamine ehitus- ja mööblitööstuses lubamatu.

oksakohtades on puidu kiudude kasvusuund mitmesugune ega anna hõõveldamisel siledat pinda.

Okslikkus annab puidule kenama kirja ja on sellepärast isegi soovitatav neis kohtades, kus puidult erilist tugevust ei nõuta (vooderlauad, kattevineer jne.). Üldse on okslikkus vähe segav tüvede tervelt tarvitamise puhul (ehituspalgid). Kandetaladena ehitistes pole liiga okslik materjal lubatud.



Joon. 49. Sarvoks. S — säsi.

puu jämenemisel aja jooksul puidukihiga üle kasvab. Säärasel surnud oksal ei ole ühendusi puu elava koega, mispärast ta puitu tunduvalt nõrgestab ja ümbertöötamisel välja kukub. Okaspuidul on sarvoksad vaiguga läbi imunud ja väga kõvad, nii et nad puidu ümbertöötamisel terariistu vigastavad.

kivisel pinnasel ja lõunapoolseil mäenõlvakuil, kus selle nähtuse all mõnikord kannatab kuni 80% kõigist puudest.

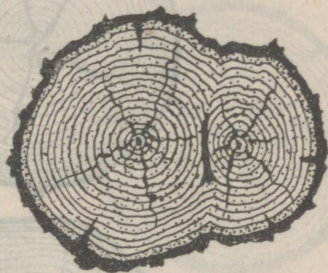
Okslikkust esineb hõredas metsas või lagedal üksikult kasvavatel puudel. Ta nõrgestab puidu tugevust tunduvalt, eriti laudadeks saagimise puhul; ka ei lõhastu okslik puut hästi. Okslikke laudu on raske ümber töötada, sest

Sarvoksaks nimetatakse puidus leiduvat kuiva, musta oksa (joon. 49), mis on puutüvesse sattunud sel teel, et mingil põhjusel ärakuivanud ja väljaspool tüve murdunud oks

Sarvoksa kaudu võivad seene-eosed puitu tungida ja seal mädanikke teki-
tada. Säärased pahed hoitakse ära, kui puudel kuivanud kui ka toored
murdunud oksad tüve ligidalt siledalt ära lõigatakse.

Tubakoksteks nimetatakse mädaniku poolt rikutud oksa. Aja jooksul
läheb oksa puit pudevaks ja muutub pulbriks, jättes puutüvesse sügavad
augud. Kasvaval puul võib puit tubakoksa kaudu kergesti mädanema
hakata, mispärast see puidu ümbertöötamisel tuleb põhjalikult välja puhas-
tada, sest vastasel korral võib mädanemine neis kohtades edasi kesta ka
valmisasjadel.

Kaksiktüved. Sageli juhtub, et puu võsu või oks kasvab üles niivõrd
tüve ligidal — viimasega paralleelselt —, et ta aja jooksul tüvesse jääb.
Kui ta kuivana tüvesse kasvab, kukub ta
puidu ümbertöötamisel välja. Tihti hakkab
puu neis kohtades mädanema. Mõnikord
kasvavad kaksiktüved ka suurteks puudeks
ja esinevad jämedate kahesäsiliste tüvedena
(joon. 50).



Joon. 50. Kaksiktüvi.

Pahklikkus. Mõnedel liikidel (kask,
vaher, saar) on omadus tüve, okste ja juurte
külge pahku kasvatada. Pahkade tekkimise
põhjused on mitmesugused. Nad kasvavad
mõnikord õige suureks. Terved pahad on
väga keerulise siseehitusega, mispärast neid treimistöötuses meeleldi tar-
vitatakse iluasjade valmistamiseks. Tihti aga lähevad pahad kergesti seest
mädanema. Säärased pahad on puule hädaohtlikud ja neid ei saa millekski
kasutada.

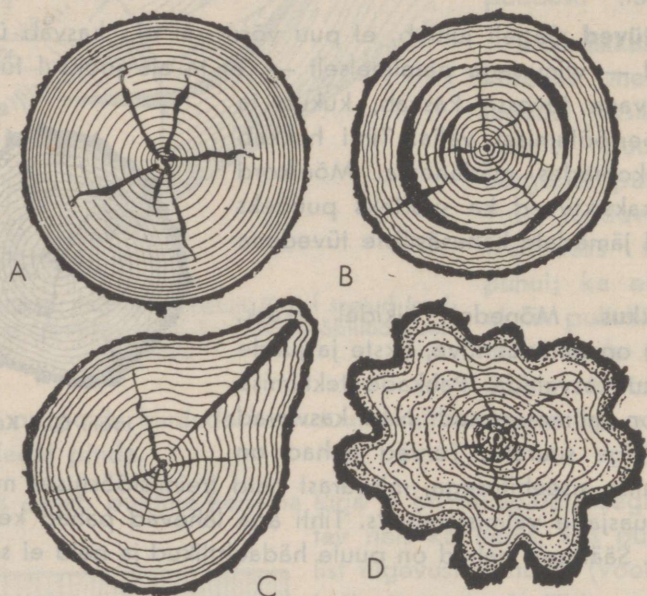
Tüvelõhed on nende iseloomu ja tekkimise põhjuste järgi mitmesugu-
sed. Ühed neist tekivad tüve sisemuses ja tulevad ilmsiks alles puu maha-
saagimisel, kuna teised, mis tekivad tüve välises osas, on märgatavad
juba kasvuajal. Viimased on kardetavamad, sest nende kaudu võib puus
alata mädanemine.

Säsilõhed algavad puu säsis ja ahenevad koore poole (joon. 51 A).
Nad tekivad tüve siseosa kuivamise ja ka külma tagajärjel ning suurenevad
formide käes kõikumisel. Rohkearvuliste säsilõhedega puit on mööblipui-
duks kõlbmatu.

Ringlõhede puhul tekivad kahe aastarõnga vahele tüves lõhed, mis
on tihti säsilõhedega ühenduses (joon. 51 B). Ka nende tekkimise põhju-
seks on tüve siseosa kuivamine, mida laseb oletada see, et neid leidub
enamasti vanades puudes tüve tüükapoolses osas. Algul on nad väikesed,

kuid suurenevad tuulte käes kõikumisel ja puidu kuivamisel peale raiumist. Kõige sagedamini esineb seda viga jämedatel tammedel, pöökidel ja mändidel.

Külmalõhed on piki tüve kulgevad lõhed, mis tekivad mahlarikastes puudes, nagu tammes, lepas, pärnas jt. talvise pakase mõjul. Ka raiutud puitu võib külm lõhestada, kui puit asetseb niiskes kohas, kus ta endasse rohkesti vett imeb. Need lõhed algavad tüve pinnal ja ahenevad puidu säsi



Joon. 51. Tüve lõhed ja voldiline tüvi. A — säsilõhed, B — ringlõhed, C — külmalõhed, D — voldiline tüvi.

suunas (joon. 51 C). Külmalõhed on palju kardetavamad kui eespool-nimetatud, sest nad ulatuvad tihti tüükast kuni ladvani ja avavad tee ilmastiku mõjudele ja seene-eostele puu sisemusse. Pealt kinni kasvades jätfavad nad tüvele pikuti õmblusetaolise voldi. On seesuguseid lõhesid palju, siis kasvab puutüvi voldiliseks (joon. 51 D). On need voldid madalad, siis pole viga nii suur, vastasel korral aga tuleb arvestada suurt puidukadu puidu ümbertöötamisel.

Marrastused ja sisseraided kui ka loomade närimise jäljed ning muud tüve kriimustused ja tõuked, kui nad kuuluvad kergemate liiki, pole väga kardetavad, sest nad kasvavad kergesti kinni. Ka esinevad nad harilikult

tüve alumises osas, mida puidu ümbertöötamisel võib eraldada ja kas või põletispuiduna kasutada.

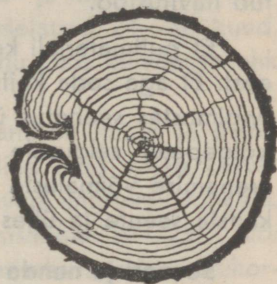
Palju tõsisemad on aga tõuked, marrastused ja murdumised, mis tüvele tehakse metsa harvendamisel või tormist mahamurtud puude kukkumisel, sest siin lõmastatakse koor ühes kambiumikihiga mitmeauguses kõrguses ja ulatuses, mis nii ruttu kinni ei kasva ja jätab tüvesse pikema või lühema mõra või armi (joon. 52). Üldse on tõuked ja nüri riistaga tehtud kriimustused või marrastused puule kardetavamad kui terava riistaga tehtud lõiked, sest krobiseliselt vigastuspinnal võib kergemini areneda mädanemine.

Puidu tervise üle otsustamine pole igakord kerge ülesanne; see nõuab vilumust ning aja jooksul tegelikult kõigi eri juhtumitega korduvalt kokku puutudes kogenemist. Üldiselt peetagu puuhai-
guste suhtes alati silmas, et sammaldunud ja kergesti äraarebitav koor ning tõukedest läbipuuri-
tud ja taeladega kaetud tüvi on selgeks haiguse tunnuseks. Ka okslikkuse ja keerdkasvu üle võib eksimatult otsustada koore järgi; õonestüve tunnuseks on tume kõla koputamisel.

Mõningatel puuliikidel on kalduvus teatud kasvuvigadele, milledele tuleb osutada kui selle puuliigi tehnilistele eripuudustele. Nii esineb tammedel tihti okslikkust ning sellega

ühenduses olevat latvjust (suur koone) ja kõverkasvu ning külma-, ring- ja säsilõhesid; saarel — pahlkikkust; vahtral — keerdkasvu; kasel — musti sarvoksi ja kõverkasvu; kuusel ja männil — sarv- ja tubakoksi, vaigupesi, ring- ja säsilõhesid, keerdkasvu ja kalduvust sinisusele.

Kõik need vead alandavad enam või vähem tarbepuidu väärtust; nad on aga seejuures väiksema tähtsusega kui puidu haigused.



Joon. 52. Marrastatud tüvi.

Haigused.

Haigused avalduvad peaaesjalikult puitaine lagunemises, mis võib alata tüve ja juurte vigastustes kas ilmastiku mõjul või puidusse sattunud bakterite või tihti just seene-eoste tõttu. Kõige kardetavam puidu haigustest on mädanemine, sest see võib tabada niisama kergesti kasvavat puud kui ka metsamaterjali ja selle puidu sootuks hävitada.

Mädanemine. Puidu mädanemine on nähtus, mis on looduses väga laialdaselt levinud. Mädanema läheb puitt mitte ainult ladudes või ehitistes,

vaid sagedasti ka kasvavas puus. See puidu kui ehitusmaterjali nõrk külg toob iga aasta arvatuid kahjusid, ja seda kahju aitab omakorda veel suurendada materjalide ebaõige kasutamine.

Soodsates tingimustes on puidu iga väga suur. Nii näiteks alatiselt vee all olles püsib mõni puit aastasadu. Samuti on ka ühflane kuiv keskkond puidule kestvuse mõttes väga soodus. Näiteks leidub meil linnades rohkem kui 400 aastat vanu puidust laetalasid, mis on veel täiesti terved.

Seevastu aga muutuv keskkonnas on puidu iga väga väike. Tarvitseb vaid meenutada aiaposte, raudteeliipreid, telefoniposte jne., mis juba mõne aasta jooksul maapinnaga kokkupuutumise kohtades hakkavad lagunema. Siin on puitaine lagunemise põhjuseks pisiseente poolt tekitatud hävitustöö.

Et puitmaterjali kestvust suurendada, tuleks seega puitu kaitsta seente eest. Et aga seda kaitset tõhusamalt teostada, peame teadma, missugustes tingimustes seenetus üldse võib puitu nakatada ja puidus areneda. Tuleb kõigepealt selgusele jõuda mädanemist tekitavate seente tekkimise ja arenemise võimaluste kohta ja alles siis saame järeldusi teha, kuidas puitu kaitsta seente ja ühes sellega ka mädanemise vastu.

Seened ja nende arenemine. Puidu mädanemist tekitavad seened kuuluvad lihtsamate taimerügi organismide hulka. Seente paljunemine toimub nn. eoste kaudu, mida seen valmistab väga suurel arvul ja mis õhuvooludega või loomade või putukate kaudu kanduvad laiali isegi väga kaugele. Sattudes soodsasse keskkonda, tekib eosest uus seen.

Uue seene arenemiseks eosest on vaja rida eeltingimusi, nagu soodsat temperatuuri, soodsat niiskust, vastavat õhkkonda ja seentele kahjulikkude ja mürgiste ainete puudumist. Kui need eeltingimused on olemas, võib seen areneda väga kiiresti. Ühe või teise tingimuse puudumine teeb aga puiduseenele arenemise võimatuks.

Seente arenemine olenevalt temperatuurist. Seened, samuti kui kõrgemasse klassidesse kuuluvad taimed, võivad kasvada ja sigineda ainult teatud temperatuuris. Nende, samuti kui teiste taimede jaoks, võib määrata madalaima (soodsaima) ja kõrgeima temperatuuri. Suurema hulga puidule hädaohtlikkude seente madalaim kasvutemperatuur on $+3^{\circ}\text{C}$, kõrgeim $+45^{\circ}\text{C}$ ja soodsaim $+18^{\circ}\text{C}$ ümber. Seega talvel meie oludes hävib suurem hulk puidule kahjulikke seeni, kuid kaugelki mitte kõik. Nimelt on olemas seeni, mis taluvad palju madalamaid ja kõrgemaid temperatuure. Meil võrdlemisi palju esinev majaseene liik *Merulius lacrymans* võib pikeemat aega taluda temperatuuri -20°C . Seega ei tohi loota, et külmade

tulekuga seen hävib, pealegi ei hävita külm eoseid. Kuumuses hävivad küll kõik seened ja eosed, kuid seda tõrjeviisi on tegelikus elus seene tõrjeks väga tülikas kasutada.

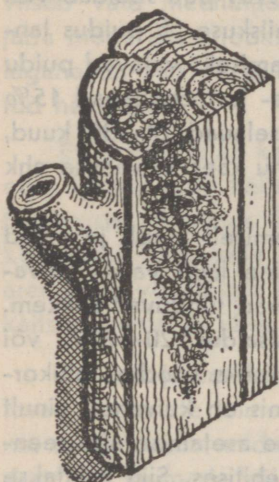
Seente arenemine ja puidu kõdunemine olenevalt niiskusest. Suurem osa puidule hädaohtlikke seeni vajab niiskust, kusjuures nõuded kõiguvad väga laiades piirides. Üldiselt võib seen hakata kasvama siis, kui puidus on kaalu järgi vähemalt 20% niiskust, ja suurem osa seeni hävib, kui niiskuse % tõuseb üle 60. Üldiselt võiksime lugeda alampiiriks 20% niiskust, ülempiiriks 60% ja soodsaimaks piiriks 25—30%. Kasvav puu sisaldab vett kaalu järgi 50—55%. Välisõhu käes kuivades võib niiskuse % puidus langeta kuni 15-ni, kusjuures selle niiskusemääraneni kuivamiseks vajavad puidu eri liigid eri pikkusega aega. Näiteks vajavad kuuse- ja männilauad 15% niiskusesisaldavuseni kuivamiseks kuni 18 kuud, kaselauad 24—30 kuud, tammelauad 8—10 aastat. Mainitud ajad kehtivad õhu käes kuivamise ehk nn. loodusliku kuivamise kohta.

Ehitusmaterjalina tulevad meil kasutamisele peamiselt kuusk ja mänd palkide, prusside, plankude ja laudadena. Kui tolline laud vajab kuivamiseks 18 kuud, siis palgid, plangud ja prussid vajavad tunduvalt rohkem. Poolteise aasta eest lõigatud palgis on niiskusesisaldus 20—25% või isegi pisut kõrgem — seega puit on seente arenemiseks soodsas olukorras. Meil aga kasutatakse enamasti ehitistes puitu, mis on kuivanud ainult 4—6 kuud. Säärase puidu niiskus on kas juba ehitisse asetamise ajal seentele soodus või saavutab soodsaima niiskuse alles ehitises. Siin riskitakse meil teadmatult väga palju, ja see teadmatuus on mõnel juhul palju maksma läinud. Palju puitehitisi, samuti ka kiviehitiste puitosi, on langenud, nagu seda rahvas nimetab, v a m m i ohvriks, ja siin on olnud üheks hävimise põhjuseks just liiga suure niiskusesisaldusega materjali tarvitamine ja mitteküllaldane hool tuulutuse ja kuivuse eest.

Seente arenemine olenevalt õhust. Nagu iga teinegi taim, vajab ka seen kasvamisel õhku. Kõige paremini arenevad seened niiskes, liikumatus õhus. Liikuv ja kuiv õhk on seentele talumatu ja selle käes seen hävib. Eriti on noored seened kuiva ja liikuva õhu vastu väga tundlikud. Seda seente kasvutingimust saab tegelikus elus kergesti ära kasutada kaitseks mädanemise vastu. Tuleb hoolitseda selle eest, et kuivamata puit ei jääks liikumatu õhu kätte. Nii ei tohi puittalade otsi kivimüüri sisse müürida, vaid peab jätma vaba ruumi tala otsa ja müüri vahele; hoone osades, kus on niiskust, tuleb hoolitseda korraliku õhuvahetuse eest (keldrid, vannitoad, klosetid, pesuköögid, karjaköögid jne.). Tooremast puidust seinu ei tohi esimesel aastal kahelt poolt krohvida, sest siis suletakse puidule õhu juurdepääs, jne.

Kasvava puu mädanemine võib alata mitmesugustel põhjustel, suuremalt osalt aga ikka mingi välisvigastuse, juurte või murdunud oksa (tubak-oxsa) kaudu. Nii tekivad puutüves väiksemad või suuremad koopad (joon. 53).

Juurtemädanik ja õöntüvi. Kui puu juured mingil põhjusel ulatuvad liiga sügavale maa sisse, kui maapind juurte kohal on plingiks tallatud (parkides ja bulvaarides) või kinni surutud, et õhk juurteni ei pääse, siis selle tagajärjel nad lämbuvad ning ummuksis olles pehastuvad.



Joon. 53. Koopahaigus.

Juurte kaudu pääseb mädanik ka tüvesse, mille tõttu viimane harilikult pehmeneb, värvudes keskelt kollakaspruuniks ning muutudes aja jooksul kaneelpruuniks pulbriks. Olgugi et seda laadi mädanik areneb väga aeglaselt, võib selle tagajärjel siiski terve tüvi aja jooksul seest õõnsaks ja seeläbi tööstusotstarveteks täiesti kõlbmatuks muutuda. Juurtemädanik ja õöntüvi on üks sagedamatest haigustest, eriti üleaalistel puudel. Nende välistunnustena esinevad puu ladva ja üksikute okste kuivamine, kaugele ulatava mädaniku korral koore lahtimine ja kohati ärakukkumine. Väga tihti, eriti mädaniku algastmel, puuduvad siin igasugused välised tunnused.

Sageli tulevad puutüves ilmsiks tumedad triibud ning laigud, mis tavaliselt on mädaniku algastme tunnuseks.

Tüvemädanik. Seene-eosed võivad sattuda puusse kas juurte kaudu maa seest või ka õhust, murdunud okste ja koore vigastuste kaudu. Siin tekitavad nad mädaniku. Iseäranis kardetavad on nn. punamädaniku seened. Üks neist (*Trametes radiciperda*) algab oma hävitustööd juurtest, kuna teine (*Trametes pini*) tungib tüvesse alati okste kaudu, peaaegselt männis. Nad mõlemad tekitavad puus nn. punamädaniku. Mädaniku algastmel ilmuvad puitaines punakaspruunid laigud, milledele hiljem seltsivad valged täpid, kuni lõpuks puit muutub pudevaks ja tüvi mädaneb seest õõnsaks (joon. 54).

Ka lehtpuudes (tammedes, vahtrates, haabades jt.) tekib samalaadiline mädanik, kuid teissuguste seente (*Polyporus*) läbi.

Kui vahel raiutud puutüvi (eriti mahlarikkal ajal) jääb sooja ilmaga koorimatult niiskesse kohta lamama, siis ilmuvad tema maltspuidus või välisosas lühikese aja jooksul tuhmhallid laigud, kuni ta lõpuks üleni hallsiniseks värvub. Selle nähtuse kutsub esile nn. siniseen (*Ceratostoma*

piliferum), mis eriti soodsat pinda leiab männi maltspuidus. Siniseene hävitustööd soodustavad eriti niiske ja soe ilmastik ning ummuksis-olemine. Seesugune haigus võib tabada ka saetud laudu, kui nad seisavad siniseenele soodsates tingimustes.

Haiguse algastmel on selle puidu tarvitamine mööblitööstuses veel lubatav, kuid ainult kuivas kohas. Ehituspuit aga kaotab siniseene läbi tähtsa osa oma väärtusest, kuna siniseenest nakatatud puit on üliheaks söödamaaks mitmesugustele majaseentele.

Puidu siniseent takistab kõige paremini kiire kuivatamine.

Siniseene arenemist puidus kujutab joonis 55 B. Siniseene niidid ei söö rakuseinu, vaid läbivad rakuseinu pooride kaudu, puidurakkudele kahju tekitamata. Siniseen toidab end puidus leiduvatest toitainetest, nagu tärklisest, suhkrust jne., jättes puutumata rakuseinad. Seetõttu ei kahjusta siniseen puidu tugevust, mille tõttu ta ei ole eriti ohtlik. Küll aga soodustab siniseenest nakatatud puit teiste ohtlikumate seente nakkavust. Ka ummistab siniseen rakkusid ja takistab seega immutusõlide sissetungimist. Õliga immutatavas puidus on siniseen seepärast lubamatu.

Majaseen. Tähtsamaid puidus mädanemist tekitavaid seeni tuntakse üldiselt majaseene nimetuse all. Mõiste „majaseen“ on eri autoritel erisugune. Nii nimetavad ühed majaseenteks kõiki seeni, mis kasvavad ehitiste puitosadel, vaatamata seene liigile. Seevastu teised nimetavad majaseenteks neid seeni, mis kasvavad hoonete puitosadel ja tekitavad ka puidu mädanemise. Kolmandad nimetavad majaseenteks ainult neid seeni, mis leiduvad ehitiste puitosadel ja tekitavad kiiret puidu mädanemist. Alamal on käsitletud mõiste „majaseen“ all eluhoonete puitosadel leiduvaid ja kiiresti puidu mädanemist tekitavaid seeni.

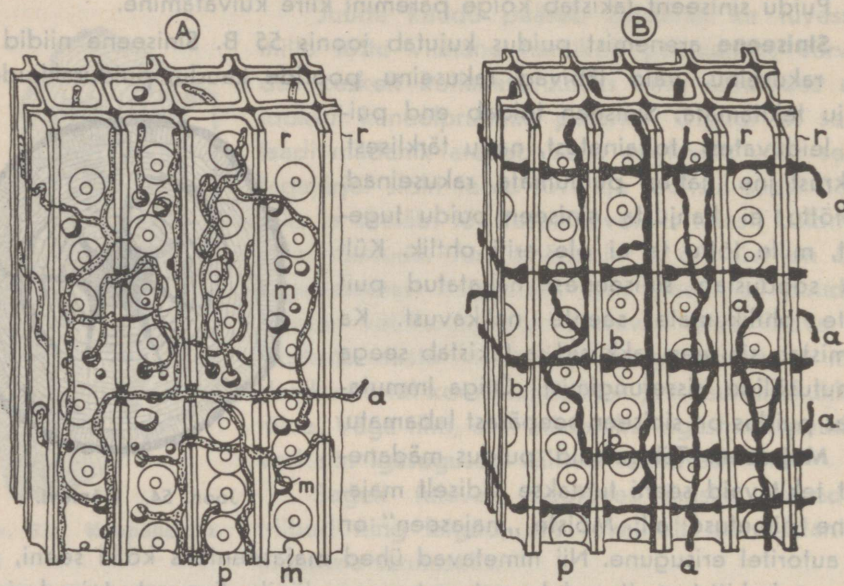
Seen kasvab ja tungib puidus edasi peente seeneniidikestena (*Hyphae*) mis söövad puidurakkude seinad läbi, ise seejuures kasvades ja pikenedes. Puitu hävitavate seeneniidikeste edasitungimist ja arenemist puidu rakkudes kujutab joonis 55 A tugevasti suurendatult. Näeme, et seeneniidikesed on söönud rakuseintesse suured mulgud ja nende kaudu edasi tunginud ühest rakust teise.

***Merulius lacrymans*.** Rääkides majaseentest, mõistetakse enamail juhtumeil nende all seent *Merulius lacrymans*, sest see seen on meil kõige rohkem levinud ja tema hävitustöö on ka kõige kiirem.



Joon. 54. Ööntüvi.

Merulius lacrymans paljuneb samuti kui teisedki seened eoste abil, mida laiali kantakse tuule, inimeste, loomade, putukate või tööriistade kaudu. Ka võib seen edasi kanduda nakatamise teel, kui hoonesse satub varem nakatatud puit. Sealjuures on huvitav märkida, et *Merulius lacrymans*'i eosed ei hakka tavaliselt kasvama tervel puidul. Selle tõsiasi põhjal on mõned majaseente uurijad koguni arvanud, et *Merulius lacrymans* ei nakatagi tervet puitu, vaid nakatab ainult säärast, mis varem on mõnest teisest seenest nakatatud (männi siniseen,



Joon. 55. Seente arenemine ja edasitungimine puidurakkudes (tugevasti suurendatud). **A** — puitu hävitav seen levib peente niitidena (*Hyphae*) (a) ja läbib raku seinu (r) läbi suurte sissesöödud mulkude (m). Et rakuseinad on seene poolt läbi söödud, kaotab puit tugevuse. **B** — siniseen puidus. Seen koosneb tumepruunidest niitidest (*Hyphae*) (a), mis läbivad rakuseina õige peente avauste — pooride — kaudu. Siniseen rakuseinu ei hävita, vaid toidab ennast rakkude sees leiduvatest toitainetest. Seepärast ei kaota ka siniseenest nakatatud puit tugevust.

kuuse punamädanik jne.). Seega kuulus *Merulius lacrymans* nagu kõrgemate seente liiki, mis arenevad ainult seal, kus teised seened on nende elamiseks ja kasvamiseks soodsa pinna loonud. Seda tõsiasi ei ole käesoleva ajani küll veel igakülgsest uuritud, kuid niigi on sellel suur praktiline väärtus. Nimelt hoiatab see meid ehitistes tarvitamast varem nakatatud puitu. Meile paistab männi siniseen väga süütu asjakasena, ja ta ongi seda tõeliselt, kui temast tabatud puit jääb kuiva ja õhurikkasse keskkonda. Niiskesse või umbsesse kohta sattunud säärane „ettevalmistatud“

puut on aga parimaks *Merulius lacrymans*'i arenemise taimelavaks. See pärast parem hoidutagu sääraustes kohtades, nagu vannitoad, keldrid, karjaköögid jne., siniseks tõmbunud männipuidu tarvitamisest.

Merulius lacrymans'ist nakatatud puidule ilmub esialgu valge, udu-sulgedega sarnlev seenkude. Mõne aja pärast selle värv muutub ja valge värvi kõrvale ilmuvad roosad ja helekollased täpid. Seenkude ise sarnleb selles järgus puuvillaga, mis üksikute tükkidena on visatud puidu pinnale või pistetud puidus leiduvaisse pragudesse. Aja jooksul vajub kohevil olev seenkude kokku ja moodustab puidu pinnal halli, üksikute jämedate joontega ebakorrapäraselt läbipõimitud kelme. Selle kelme all on puut lagunenud prismalisteks või kuubilisteks tükkideks, mis kergesti eralduvad tervemast puidust.

Poria vaporaria. Seen *Poria vaporaria* sarnleb väliselt noore *Merulius lacrymans*'iga. Vahe seisneb vaid selles, et *Poria vaporaria* liiki kuuluvad seened on suuremad ja säilitavad oma valge värvi ja vatifaolise kuju ka vananedes. Vanema seene pinnal tekkivad jooned on valged, karvased ja painduvad.

Mis puutub *Poria vaporaria* poolt puidu hävitamise, siis toimub see samuti kui *Merulius lacrymans*'i poolt, ainult aeglasemalt. Seda seent leidub eluhoonetes, kuid sageli ka puiduladudes.

Coniophora cerebella. Eespool mainitud kahe majaseente rühma kõrval on *Coniophora cerebella* ehk keldriseen kolmas hädaohtlik majaseen. See seen on nooremas eas valkjās, hiljem muutub tumepruuniks. Temast nakatatud puut laguneb väiksemateks prismadeks ja kuubikuteks kui *Merulius lacrymans*'ist ja *Poria vaporaria*'st nakatatud puut. *Coniophora cerebella* on võrdsest hädaohtlik nii okas- kui ka lehtpuudule. Peale hoonete leidub seda seent ka puutmaterjali ladudes, sildade juures, raudteeliiprites jne. *Coniophora cerebella* tekib ja areneb peamiselt suure niiskuse-sisaldavusega puutmaterjalis, kuna temale soodsaim niiskus on keskmiselt 45%.

Praegu tuntakse majaseeni mitukümmend liiki ja kõikide nende liikide üksikasjaline kirjeldamine viiks liiga pikale.

Kuidas kaitsta puutu seente eest! Puidu kaitsmisega mädanemise vastu tuleb alata õieti kohe peale puu langetamist. Et metsades leidub määratul arvul seente eoseid, siis võib puut neist nakatuda juba kasvades või varsti peale langetamist. Et talvel külma tõftu vähemalt metsaalune maapind on seentest ja nende eostest puhas, siis on kasulikum metsa ülestöötamist ette võtta talvel. Peale selle muutuvad talvel okaspuudes leiduvad valku sisaldavad toitained õlideks, mis ei hakka nii kergesti lagunema kui valku

sisaldavad mahlad, ja see omakorda kindlustab talvel lõigatud puidule pikemat kestust. Talvel valmistatud metsamaterjali ei ole soovitatav suveks raiekohale jätta. Kui see mõnesuguseil põhjusil möödapääsmatu on, siis tuleb palkidele tahud peale ajada ja nad kuivale lagedale kohale kokku vedada ning korralikult virnadesse laduda.

Metsamaterjali talvise väljaveo puhul laoplatsile või tarvitamiskohale tuleb hoolitseda selle eest, et seal metsamaterjal üles laotaks nii, et ta korralikult kuivaks (joon. 73—76). Laoplats ise olgu kuiv, põõsastest ja prahist puhastatud ja asetsegu eraldi küttepuidu laoplatsilt. Et ka virna alumistele palkidele kuivamist võimaldada, tuleb virna alla asetada jämedad pakud või palgid nii, et vahe maapinna ja alumiste palkide vahel oleks vähemalt 25 cm. Suvel tuleb laoplatsil kasvav rohi aeg-ajalt maha niita. Palkidele parema kuivamise võimaldamiseks tuleb iga rõhtrea vahele asetada peenemaid palke. Kõrvuti asetsevate palkide vahele tuleb jätta vähemalt 10 cm laiune vahe. Üksikute palgivirnade vahe peab olema vähemalt 2 meetrit.

Kevadel puhastatagu virnad talvel pealekogunenud lumest ja ilmade soojenedes vaadatagu virnad hoolega üle. Kui järelevaatusel selgub, et mõned palgid on kahtlased, siis tuleb need seente levimise vältimiseks virnadesst kõrvaldada. Ümbertöötatud metsamaterjal — lauad, plangud, prussid ja latid — laotagu korrapärasesse virnadesse kohe peale ümbertöötamist. Vihmavee ärajuhtimiseks on soovitatav virnad katta pealt pindlaidudega nii, et see võimaldaks takistamatut vee äravoolu.

Ehitise püstitamiseks valitud metsamaterjal olgu võimalikult kuiv. Kui seda nõuet täies ulatuses pole võimalik täita, siis peavad vähemalt need ehitise osad, millele hiljem on raske juurde pääseda, olema sellisest puidust, mille niiskusesisaldus on alla 20%. Suurema niiskusesisaldusega metsamaterjali tarvitamine on lubatav ainult siis, kui on kindlustatud puidu edaspidine kuivamine ehitises.

Ummarguse metsamaterjali tarvitamise puhul puhastatagu palgid hoolega koorest ja mähikihist. Puidule jäetud mähis tekivad kiiresti seenetuste pesad ja sealt võib seen areneda ja nakatada kogu ehitise.

Peale puidumaterjali valiku tuleb hoonete ehitustöödeks ka täitematerjalid õieti valida. Üldiseks nõudeks täitematerjalide valikul on, et need ei oleks niiskust imevad ega sisaldaks aineid, mis võiksid olla seenetele toiduks. Parimaks põrandaaluse täiteks on jäme liiv või peen kruus, mullalagede määrimiseks savi ja liiva segu, mullalagede ja põrandate vahetäiteks lubja ja saepuru segu ja liiv jne. Hädaohtlik on tarvitada põrandate täiteks ehitusprahti, mis segatud puidu laastude ja orgaaniliste ainete jäänustega. Ei tohi tarvitada ka niisket saepuru, mulda jne.

Nagu eeltoodust järgneb, on parimaks ja kindlaimaks kaitseks seente-
tuste ja muude kahjurite vastu kuivus.

Puidu konservimine ja immutamine. Lihtsaim viis puitu konser-
vida, s. o. seente vastu kaitsta, on põletamine. Põletamist, õigemini
sõestamist, kasutatakse väga laialdaselt igasuguste postide või posti-
otste kaitseks. Põletamisel tekib puidu pinnale söekiht, mille abil puidu
seesmised kihid välimistest eraldatakse. Süsi on aga mädanemisorganismi-
dele toitainena kõlbmatu ega võimalda seentele ja bakteritele arenemist.
Siin kaitseme puitu söekihiga mädanemise vastu, ja seda moodust on soo-
vitav kasutada kõikjal, kus immutamine pole võimalik. Parimaid tagajärgi
annab põletamine veel siis, kui kohe peale põletamist kuum puit kuuma
tõrvaga üle võõbatakse.

Suurem osa puitude eri liikidest ei sisalda eneses mürke, mis takis-
taksid puidu mädanemist. Sääraseid aineid saab puidule ainult sisse
immutada, mis läbi takistatakse seente arenemist ja sellega koos kao-
tatakse mädanemise eelingimused. Nendeks kõige laialdasemalt tarvita-
tavateks vahenditeks on immutusõlid ja immutussoolad.

Immutusõlid. Parimaks ja efektiivseimaks immutusvahendiks peetakse
ülemailmselt tõrvaõli ehk kreosoõli. Kreosoõli saadakse kivi-
sõetõrvast destilleerimise teel. Sisaldades küllaldaselt määralt happelisi osi-
seid, „fenoole“, on kreosoõli puidukahjustajaile kõrgel määral mürgine
ja väga vastupidav puidust välja uhtumisele veega. Kreosoõ-
li mürgisus kahjustajaile ei vähene aja kestes märgatavalt.
Seda tõsiasja kinnitavad arurikkad laboratoorsed katsed kui ka tähele-
panekud pikaajalisest tegelikust praktikast. Näiteks on tegelike koge-
muste järgi tõrvaõlidega immutatud liiprite kestus 20—25 aastat või isegi
pikem, kuna samade puiduliikide kestus immutamata liipritena on kesk-
miselt 5,5 aastat. Tõrvaõlidega immutatud männipuidust telegraafi- ja
telefoniposte peetakse vastupidavamaks samuti immutatud samast mater-
jalist liipritest. Tegelike kogemuste järgi on tõrvaõlidega immutatud
postide keskmine iga 33,4 aastat, immutamata postide iga aga 6—8
aastat.

Tõrvaõlid ei nõrgenda puidu mehaanilist tugevust ega tee puitu
rabadaks. Tõrvaõlidega immutatud puit jääb endiselt elastseks ega hävita
temaga kokkupuutuvaid metalloosi, nagu seda on raudlapid liipritel, raud-
naelad rööbaste kinnitamiseks või konksud telegraafi- või telefonipostidel.
Tõrvaõlid on töötamisel ohutud ja inimese tervisele kahjutud.

Tõrvaõlidega samaväärne on põlevkiviõli. Sisaldades 20—30%
„fenoole“, on põlevkiviõli puidukahjustajaile mürgisem kui tõrvaõlid.

Vastavad uurimised Rootsis näitasid, et eesti põlevkiviõli neutraalne osa on seentele mürgisem ja seega kõrgema konserviva võimega kui kreosootõli neutraalne osa. Et immutusõli neutraalne osa on puitmaterjalist raskemini väljauhutav kui „fenoolid“, on eesti immutusõlil suur paremus, võrreldes kreosootõliga. Ka näitavad vastavad uurimised, et kreosootõli haihtumine on 2—5 korda suurem põlevkivi immutusõli omast samades tingimustes. Seega on põlevkiviõli kreosootõlist püsivam ja tema konserviv võime kreosootõli omast kestvam.

Eesti immutusõli, samuti kui kreosootõlgi, ei nõrgenda puidu mehaanilist tugevust ega hävita metalli. Ka on põlevkiviõli käsitsemisel täiesti ohutu ja inimese tervisele kahjutu.

Põlevkiviõliga immutatud raudteeliiprid Eestis on peale 16-aastast kasutamist kõik säilinud täiesti tervetena.

Immutusoolad. Peale õlide kasutatakse puidumaterjalide kaitsevahendina vees lahustuvaid soolaid. Puitmaterjali konservimise alal leiavad rakendust tsinkkloriid, naatriumfluoriid, elavhõbekloriid (sublimaat), vasesulfaat ja soolade segud, mida tuntakse baseliidi, Volmanni soolade või osmoliidi nimetuse all. Kuigi nimetatud soolad rahuldavad mürgisuse nõuet, ei vasta nad teistele kaitsevahendite nõuetele täiel määral. Üheks nende puuduseks on nende mõju vähenemine aja kestel. Olles vees lahustuvad, lasevad nad endid välja uhtuda ehitusmaterjalist, mis ei ole kaitstud vihma ega vee eest. Naatriumfluoriid, vasesulfaat ja teised lahustuvad kergesti vees ja on seega kergesti välja-uhutuvad.

Mõned soolad kaotavad oma mürgisuse immutatud materjali ümbritseva keskkonna mõjul. Fluornaatrium samuti kui vasesulfaat kaotavad oma mürgisuse lubjarikkas keskkonnas. Vasesulfaadiga immutatud liiprite iga on 15—16 aastat.

Teiseks soolade puuduseks on nende hävitav mõju (korrosiivsus) metallidele. Konksud sooladega immutatud telegraafi- ja telefonipostides ning rööpanaelad sooladega immutatud liiprites roostetuvad kiiresti. Sooladega immutatud puitmaterjal muutub ühtlasi rabedaks. Mõned soolad, mille komponentideks on elavhõbeda-, arseeni- ja kroomiühendid, on inimesele mürgised ja seega tööliste tervisele ohtlikud.

Soolade paremused, võrreldes õlidega, seisnevad selles, et nad ei lõhna, ei takista värvimist ja osalt föstavad puidu vastupidavust tulele. Parimaks soolade hulgast tuleb pidada naatriumfluoriidi, mis on lõhnata ja värvita, õhu käes mitteniiskuv sool. Ta ei roosteta rauda ega

riku värvi, tungib kergesti puidu kudedesse ja aeglustab süttimist. Tarvitamisel tuleb naatriumfluoriid lahustada vihma- või muus lubjavabas vees, võttes 20—35 grammi soola liitri vee kohta. Kahekordsel võõpamisel on kulu 12—20 grammi ruutmeetri kohta, immutamisel 1 kg soola tihumeetri puidu kohta.

Immutamine Rüpingsi menetluse järgi. Puidu immutamiseks mitmesuguste tõrvaõlidega ja sooladega on rida menetlusi, milledest kogu maailmas kõige rohkem on kasutamisel Rüpingsi menetlus. Et Rüpingsi menetlus, võrreldes teistega, on ökonoomsem, siis töötab ka meil Valga immutustehas Rüpingsi menetluse järgi, immutades peamiselt raudteeliipreid, telefoniposte jne.

Rüpingsi menetlusel asetatakse puit vagonettides katlasse ja hoitakse 2—3-at õhurõhu all 10—20 minutit. Seejärel täidetakse katel kuni 95° C eelkuumendatud immutusõliga. Pumbaga antakse õlile umbes üks tund kestev 7—8-at surve, lastakse siis õli katlast välja ja tekitatakse temas poole tunni kestel 600-mm õhuhõrendus. Kogu operatsioon kestab umbes 2¼ tundi. Õlikulu on umbes 75 kg kantmeetri (männiliiprite puhul). Tänu õhurõhule protsessi algul ja õhuhõrendusele protsessi lõpul ei jää Rüpingsi menetluse puhul liigset õli puidusse ja immutatud materjal on katlast väljavõtmisel väliselt kuiv. Rõhkude ja õhuhõrenduste määra ja kestust muutes on võimalik reguleerida puidusse imbuva õli hulka ja muuta imbuvuse sügavust.

Osmoosmenetlus. Eeltoodust mehhaniseeritud immutamismenetlusest lihtsam on osmoosmenetlus, mis ei vaja erilisi seadmeid. Osmoosmenetlus põhineb füüsikast hästi tuntud osmoosi-seadusel, mille järgi kahe mitmesuguse kontsentratsiooniga (kolloidaal-) vedeliku vahel, mis teineteisest on eraldatud orgaanilise kilega (põiega), tekib teatud liikumine ehk difusioon, mille tagajärjel mõlemal pool kilet olevad vedelikud teatud aja jooksul teineteisesse tungivad.

See on tähtsamaid loodusseadusi, mille järgi sünnib meie kui ka taimede organismis ainetevahetus. On välja arvatud, et osmoosne rõhe ulatub kümnetesse atmosfääridesse. Seda loodusjõudu kasutataksegi osmoosmenetlusel, kus äsja langetatud või leotatud puidu pinnale taignana määritud soola lahus hakkab tungima puidurakukeste seintesse.

Immutusainena kasutatakse fluoriid-fenooli tüüpi soolasid, mis segatakse vähese veega pastaks ja määratakse pintsliga värskelt raiutud või värskelt läbileotatud puidule. Soolade segu sisaldab muuseas glutiinset kolloidi, mis annab pastale kleepuvust. Pastaga kaetud puidumaterjal asetatakse hunnikusse ja kaetakse tõrvapapiga, et takistada niiskuse äraaura-

mist ja vihmaga immutusaine mahauhtumist puidult. Osmoos-menetluse kestus on umbes 3 kuud. Immutusaine sissetungimine puidusse teostub ainult osmoosi toimel. Seega — mida niiskem puit, seda parem on immutusaine sissetungivus. Pärast hunnikutelt katte eemaldamist peab osmoositud materjal veel vähemalt ühe kuu kuivama, enne kui teda võib kasutama hakata. Kuivatamine peab toimuma niivõrd aeglaselt, et puidusse ei tekiks pragusid, mille kaudu materjalisse võiksid pääseda kahjustajate eosed. Osmoos-menetlusega pikendatakse postide iga 7 aasta võrra.

Osmoos-menetlus ei vaja kalleid seadmeid, immutamist võib teostada seal, kus see transpordiolude kohaselt kasulikum on.

Võrreldes aga Rüping'i menetlusega tuleb osmoos-menetlust teatud määral hädaabinõuks pidada, ja tema kasutamist saab põhjendada vaid erilistes tingimustes, kus on raske rakendada teisi immutusviise.

Üldiselt peetagu puidu immutamisel silmas järgnevaid juhendeid:

1) Kus võimalik, tuleb eelistada tõrvaõlilisi immutusaineid, nagu põlevkivi, kreosoot-, karboliineum-õlid, fenolaadid jne., sest need on tugevasti antiseptilised ega ole kergesti väljauhutavad.

2) Immutamiseks ei tohi kasutada sääraseid vedelikke, mis hiljem lagunedes võivad eraldada mürgiseid ja inimestele kahjulikke aineid. Sääraste hulka kuulub esimeses järjekorras sublimaadi (HgCl_2) lahus, mis hiljem eraldab mürgist elavhõbedat.

3) Puidu immutamisel tõrvaga peab silmas pidama seda, et tõrvakiht ei lase niiskusel puitu tungida, kuid ei lase ka puidus leiduvat vett seest välja. Seepärast ei tohi tõrvaga immutada toorest puitu ega kunagi tõrvata talade otsi. Toore puidu immutamiseks tuleb kasutada vees sulavaid immutusvahendeid (fluornaatriumi, vasevitrioli jne.).

4) Immutusaine tuleb puidule peale kanda, kui võimalik, soojendatult. Immutamise eel tuleb soojendada: kreosootõlilisi ja karboliineumi kuni $+60^\circ$, vasevitrioli 10%-list lahust ja fluornaatriumi 3%-list lahust $+35^\circ$ C.

Majaseene arstimise vahendid. Majaseene olemasolu tunnusteks on: põrandate allavajumine, eriti ahjude, korstnjalgade ja niiskete seinte juures, suuremate pragude tekkimine põrandasse, põrandalaudade kõmmeldumine, krohvi pragunemine ja seina küljest lahtilöömine, puidu pruuniks ja märjaks muutumine, tume kõla löögil, kelmetaoliste seente ilmumine puidu pinnale, eriline hais jne.

Hoones, mis on nakatatud majaseenest, tuleb seenetuse pesa ümbrusest lammutada laed, põrandad ja seinte krohv ning eraldada kõik puitosad, mis kannavad mädanemise tunnuseid. Seejuures ei tule nakatatud

puidu eemaldamisega liiga tagasihoidlik olla, vaid eemaldada puit ka nakatatud koha lähemast ümbrusest, sest seente eosed ja niidid võivad neis juba pesitseda, ja nende mitteeraldamise puhul võivad need hiljem uue majaseene tekkimise välja kutsuda.

Lammutamisel saadud puit tuleb kohe põletada. Nakatatud puitu ei tohi kusagile kuuri või küttepuidu juurde paigutada, et teda siis hiljem ahju või pliidi küttena kasutada. Säärase nakatatud puiduga ettevaatamatu ümberkäimise tagajärjel võib seen üle kanduda teistele puithoonetele või hoonete puitosadele ja esile kutsuda uusi kahjusid. Kui näiteks *Merulius lacrymans*'iga nakatatud lauaots visata saepuruhunnikusse, siis juba mõnepäevase sealoleku järel on seen lauatuiki ligidal asetseva saepuru muutnud valgeks, sõrmede vahel pulbriks hõõrutavaks aineks.

Peale seenest nakatatud puitosade eemaldamise tuleb naabruses olevad ehitise osad hoolega desinfitseerida. Desinfitseerimiseks võib tarvitada fluornaatriumi 3%-list lahust, vasevitrioli 10%-list lahust või muid anti-septikuid. Kui seen on tekkinud hoone alumise korra põrandast, siis tuleb ka põranda-aluse maapinna pealmine kiht 20—25 cm paksuselt eemaldada ja maapind desinfitseerida. Siin võib desinfitseerimiseks tarvitada 5%-st kuuma vasevitrioli lahust, valades seda 2—3 liitrit 1 m² kohta, või katta maapind umbes 2 cm paksuse kustutamata lubja kihiga ja see koha peal kustutada. Peale desinfitseerimist katta pind kuiva liiva kihiga.

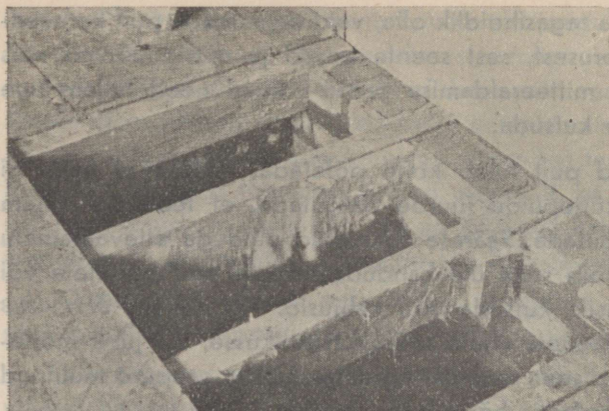
Eemaldatud puitosade asemele pandav materjal tuleb enne kohaleasetamist tingimata kaitseainega immutada.

Kui seen on kandunud üle ka hoone kivist osadele, on kõige õigem tee seen sealt leeklambiga maha põletada. Leeklambiga seina või seenest nakatatud osa põletades hävitame seene ja ta eosed. Ka puitosade desinfitseerimiseks võib eduga kasutada leeklambi abi. Üldiselt on leeklamp kasulik veel seepärast, et ta kuivatab antud ehitiseosa, muutes seenel elamise seal võimatuks. Müüre võib peale selle veel desinfitseerida kõige nende vahenditega, mis eespool olid kirjeldatud puidu desinfitseerimise puhul.

Ühenduses remonttöödega tuleb hoolitseda ka selle eest, et parandatud kohale oleks kindlustatud küllaldane õhu juurde- ja äravool, sest liikuv õhk on parim seente hävitamise vahend.

Peale remonttööde lõppu peavad töid teostanud töölisel tööde juures tarvitatud tööriistad desinfitseerima.

Kui hoone on liiga suures ulatuses majaseenest nakatatud, siis on kõige õigem ta lammutada ja põletada.

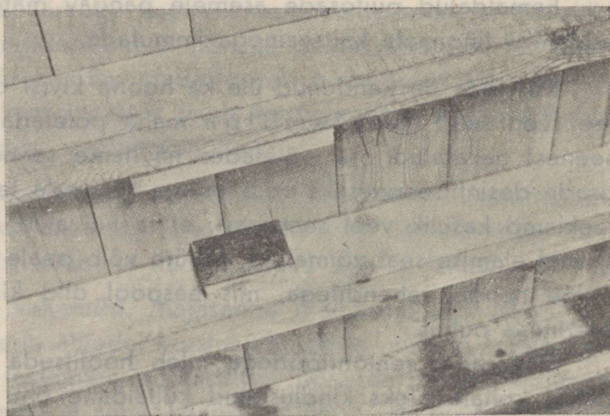


Joon. 56. Seenetus puuduliku niiskuse-eraldusega ja tuulutamata põrandaalusega põranda taladel. Ülesvõtte on tehtud üheksa kuu pärast peale nakatamist. Näeme, et põranda-talad on üleni seentega kaetud.

põrandaaluse ruumi korralikult töötava tuulutusega. Teine osa hoonest on aga ehitatud ilma niiskust eraldava vahekihi hoone puitvälisseina ja betoonvundamendi vahel. Ka jäeti selles hooneosas põrandaalune ruum tuulutamata. Hoone põrandad nakatati uurimise otstarbel majaseenega. Selleks kinnitati põranda tala külge tükk puitplanku, millel kasvas majaseen.

Teatud ajavahe-mikkude järel avati põrandad, et järele vaadata, kuidas majaseen on edenenud. Uurimine kestis üle kolme aasta ja andis väga huvitavaid tagajärgi.

Mis on kindlaim abinõu majaseene vastu? Huvitavaid uurimistöid majaseenega korraldas Inglismaal Metsasaaduste Uurimisasutise (*Forest Products Research*) laboratoorium. Selleks, et uurida majaseene levimist, ehitas mainitud asutis uurimise otstarbeks erilise hoonest. Üks osa hoonest on ehitatud korraliku niiskuseisolatsiooniga hoone seintes ja



Joon. 57. Vaade seenega nakatatud ja hea tuulutusega taladele. Ülesvõtte on tehtud kolme aasta pärast peale nakatamist. Pildil on näha ka seenetusidudega nakatatud plangutükk. Korraliku tuulutuse tõttu pole seen saanud põrandataladele levida ja on kuivanud (kõssunud) nakatatud plangutükilgi.

Nagu seda oodata võis, edenes majaseen tuulutamata jäetud põrandaluses kiiresti ja oli üheksa kuuga enda alla haaranud kogu puidu kaheksakümne cm ulatuses ümber nakatuskoha. Joonisel 56 on toodud ülesvõtte põranda taladest üheksa kuu pärast peale nakatamist. Nagu näha, on seenetus hästi arenenud ja katab kogu nakatuskoha ümbrust. Poolteise aastaga oli seen levinud juba üle terve põrandaaluse.

Sootuks teisiti oli lugu korralikult niiskuse eest kaitstud ja korralikult tuulutatud põrandaga. Seen ei saanud siin üldse levida ja isegi kuivas kängu talale kinnitatud seenetusest nakatatud puidutükil. Kuigi nakatamist aeg-ajalt korraliti, jäid talad ja põrandalauad täiesti terveks ja ilusaks, nagu on näha ülesvõttest joonisel 57, mis on tehtud kolme aasta pärast peale esimest nakatamist.

Uurimuse tulemusest võib järeldada, et majaseen ei saa levida isegi nakatatud hoones, kui see on korralikult ehitatud ja korralikult tuulutatud värske välisõhuga nii, et puidu niiskusesisaldus ei tõuse üle kahekümne protsendi. Majaseen saab õhukuiva puitu rünnata ainult siis, kui seen ise pesitseb kuskil niiskes kohas, kust ta endale niiditaoliste idude kaudu saab vett juurde toimetada. Kuid isegi säärasel juhul suudab ta vaid väga aeglaselt levida, kui tuulutus on küllalt hea. Seega on ehitise kaitse mõttes majaseene vastu suurima tähtsusega kõigepealt see, et ehitise oleks korralik ja tuulutus hea. Kunagi ei või kindel olla, et ehituspuit on täiesti vaba seene idudest või eostest, mis hakkavad kohe kasvama ja levima, niipea kui niiskuse- ja temperatuurilolud seda lubavad. Seda näitas piltlikult ka kõne all olnud inglaste uurimistöö. Kuigi talade külge naelutatud puidutükid olid nakatatud ainult *Merulius lacrymans*'i, s. o. hariliku majaseenega ehk -vam-miga, tekkis siin hiljem teisigi seeni, eriti keldriseene (*Coniophora cerebella*) liik. Viimased olid ilmselt arenenud puidul leidunud idudest.

Õelduga ei ole eifatud kunstlike tõe- ja kaitsevahendite tähtsust, kuid need tunduvad teisejärgulistena, võrreldes niiskuse ärahoidmise ja korraliku tuulutamisega. Inglise katsel puidu kastmine kreosoodisse või muusse head liiki kaitsevahendisse andis puidule tunduva kaitse. Võrreldes sissekastmisega on tavaline välispinna võõpamine kaitsevahendina vähema mõjuga, sest seen võib tungida puidu sisse läbi pinna pragude ja katmata jäänud kohtade.

Niisiis selleks, et kaitsta hoonet majaseene eest, on parimaks abinõuks tuulutus värske õhuga ja korralik ehitus, mis ei võimalda niiskuse juurdepääsu puidule.

Putukad.

Loomariigi esindajatena on puidule väga kahjulikud mitmesugused putukad, kes juba tõukudena hakkavad puitu hävitama.

Ühed neist elutsevad kasvavas puus ja on puidumaterjalile kahjutud, kuna teised just tarbepuitu ja valmisasju järavad (närvivad).

Esimesse liiki kuuluvad:

Kooreüraskid (*Ipidae s. bostrychidae*), kes uuristavad puukoore niineaossa rohkearvulised käigud (kanalid), mille tagajärjel koor puu küljest ära kukub ja puu sureb.

Selle järgi, missuguses puus nad elutsevad, kutsutakse neid kuuse-, männi-, tamme- jne. kooreüraskiteks.

Kuna mõni liik putukaid ja nende tõuke ainult koort närvivad, uuristavad teised maltspuitu, kusjuures mõned neist isegi lülipuitu võivad tungida. Need 2—4 mm pikkused rullikujulised punakaspruunid tõugud pesituvad maltspuitu, nii et see koore äravõtmisel näib kui haavlitega läbi lastud. Siit algavad nad varakevadel oma uuristamistööd igas suunas. Nende puurkäigud, mis ulatuvad kooreni, katkestavad mahla ringkäigu, mille tagajärjel puu sureb. Selliseid tamme- ja kuuse-üraskiteks (*Eccoptogaster intricatus*), kaskedel — kase-üraskiteks (*Eccoptogaster Ratzeburgi*).

Veel kardetavamad tammele on lüliüraskid (*Platypus cylindricus*), kes elutsevad ka kastanipuudes. Nad puurivad väga keerulised käigud sügavale puutüvesse ja võivad viimasele surma tuua.

Kõige kardetavam tammepuidule on nn. dokimardikas (*Lymexylon navalis*). Ta puurib end koorevabas kohas puitu ja muneb. Lühikese aja jooksul tulevad munadest välja peened pikitriibulised kuuejalgsed kergelt karvased tõugud ning puurivad puitu igas suunas korrapärased käigud. Neis käikudes elavad nad ületalve ja jätkavad järgmisel kevadel oma hävitustööd. Dokimardikad eelistavad suvel raiutud puitu ja on väga kardetavad puiduladudes ja laevadokkides. Neist tabatud puidu tarvitamine mööblitööstuses on väga kardetav, sest ei või kindel olla, et selles puidus ei peitu veel mune või tõuke, kes ka valmisasjades oma hävitustööd jätkavad.

Ummarpuidus kui ka laudades esineb sageli väikesi pruune laike tüve tükapoolses osas, mis tihti ilmnevad kõvematel ja peenetoimelisematel puudel, nagu kasel, vahtral, kirsipuul, lepal, pajul, mõningatel saareliikidel ja harvem isegi tammel nende ümbertöötamisel. Pahatihti on puitaine nendega väga tihedalt kaetud, kuid seejuures ka mitte ühtlaselt üle kogu

põiklõike pinna, vaid mõned aastarõngad on neid täis, kuna teised osutuvad neist täiesti vabaks. Laua pinnal paistavad nad kitsaste, kuni 2 mm laiade pikitriipudena. Nende levik üksikutel puuliikidel on niivõrd iseloomustavalt eriline, et kuni kõige viimase ajani peeti neid vastava puuliigi koe loomupärasuseks, nagu kõiki muid puuliikide loomulikke eraldustunnuseid. Vastavate uurimistega tehti lõpuks kindlaks, et neid laiike tekitavad peened niidikujulised tõugud, kes endid toidavad puu kambiumikihi õrnadest rakkudest, uuristades seejuures pikitüvesse edasi-tagasi ulatuvaid kanalikesi, mis hiljemini täidetakse parenhüüm-rakkudega. Täiskasvanud tõuk poeb lõpuks puutüvest välja, jättes koosseis umbes 1,6-millimeetrise augu.

Puukoi nimetus on tuntud laiemates rahvahulkades ning eranditult mõistetakse selle all tõuke (vastseid), kes järvad terves, ümbertöötatud puidus (majaseintes, mööblis jne.), läbistades seda tihedalt ja ebakorrapäraselt suunatud käikudega ning jättes neisse järele kergesti puruneva ning tolmlava jahusarnase massi. Kuid mainitud hävitust tekitab puidus mitte üks, vaid rida kahjureid mardikaliste (*Coleoptera*) seltsist, tooneseplaste (*Anobidae*) ja siklaste (*Cerambycidae*) sugukonnast.

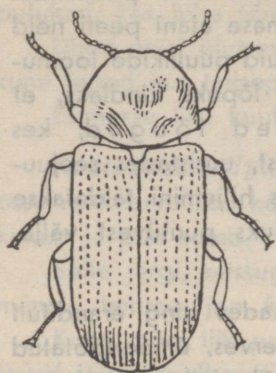
Tooneseplastest esineb meil mitu liiki, kuna siklastest tekitab eelmainitud kahjustust ainult üks liik — majasikk (*Hylotrupes bajulus* L.).

Toonesepad ehk nn. puukoid kuuluvad ümbertöötatud puidu tähtsamate kahjurite hulka, hävitades elamu palke ja sarikaid, igasuguseid poste, mööblit ja teisi puidust esemeid. Toonesepade kahjustus ei paista algul silma, sest tõugud hoiduvad esialgu puidu välispinnast võrdlemisi sügavale. Alles pärast seda, kui tõugud on söönud puidusse korratud käigud ja seda tublisti õõnestanud, hakkavad pinnale tekkima ümmargused lennuavad ja näripuru-hunnikud. Viimane asjaolu näitab, et esimese põlvkonna tõugud on arenemise lõpetanud ja mardikad on lennuavade kaudu välja ilmunud. Esimesele põlvkonnale järgneb peagi teine jne., kuni puit on seest täielikult hävitatud, sisaldades õhukese pinnakatte all ainult peenikest tolmu. Nõnda hävitatud mööbel ja teised puidust esemed varisevad ühel ilusal päeval väiksemalgi puudutamisel täielikult kokku, jättes järele vaid hunniku tolmu. Toonesepad on Eestis ülirohkesti levinud ja sünnitavad suurt kahju, pannes kõdunema nii elamu kui ka mööbli.

Et meil levinud toonesepade elu-olu on võrdlemisi sarnane, siis piirdume nende lühikese ülevaatega.

Kirju toonesapp (*Xestobium rufovillosum*). Katetiivad ilma täppviirudeta, pealmine külg kollakashalli- ja pruunikirjaliselt karvastatud, pikkus 5—6 mm. Lennuava läbimõõt 4 mm. Eelistab tammepuidust mööb-

lit. Need mardikad, nagu mõned järgnevadki liigid, tekitavad pea ja eesrindmiku tagumisega vastu puitu häält „tik-tik-tik“. Mainitud hääle on rahvaluule sidunud surma ennustamisega ja toone-
 lasse kutsumisega. Sellest siis ka nimetus „toone-
 sepp“.



Joon. 58. Suur toonesep
 (*Anobium pertinax*) 10
 korda suurendatud.

Hääletu toonesep (*Ernobius mol-
 lis*). Roostepunane, 5 mm pikk, pikkade tundlatega. Rohkesti levinud okaspuidust mööblis ja majapal-
 kides. Ei teki häält, vaid teeb oma töö vaikselt,
 kuid seda põhjalikumalt.

Suur toonesep (*Anobium pertinax*)
 (jon. 58). Katetiivad täppviirudega ja õrnalt karvas-
 tatud. Rinnakilbi taganurgad kollaste karvadega.
 Pruun, 4,5—5 mm, lennuava läbimõõt 3 mm. Eelis-
 tab okaspuitu, eriti mändi, kuid esineb teinekord ka
 lehtpuidus. Emane muneb meelsasti tõugu vana-
 desse käikudesse. Mardikad tikutavad samuti nagu enamik toonesepi.

Väike toonesep (*Anobium domesticum*). Pealne külg siid-
 jalt karvastatud hallikaspruun, 3—4 mm pikk,
 lennuava läbimõõt 2 mm. Tõuk elab peamiselt
 okaspuidus, aga teinekord ka lehtpuidus. See
 liik kuulub meil levinumate ja ühtlasi kahjuliku-
 mate hulka, kelle kahjustuse all kannatavad pea-
 miselt mööbel, kunstesemed, majapalgid jne.
 (jon. 59). Mardikad elavad kogu aja tõugukäi-
 kudes ja lahevad sealt vaid lühikeseks ajaks,
 et paarituda väljaspool rüüstepaika, kuid sedagi
 harukordadel, sest ka paaritumine sünnib tõugu-
 käikudes. Ka väike toonesep on tuntud oma
 50—60 tikutamislöögiga.



Joon. 59. Väikese toone-
 sepa (*Anobium domesticum*)
 kahjustus. Augud puidus on
 ümmargused, mis on ise-
 loomustavad toonesepade
 kahjustamisele.

Toonesepade tõrje. Toonesepade hävi-
 tustöö vältimiseks tuleb kõigepealt tähelepanu
 juhtida tarbepuidu omadustele. On kindlaks teh-
 tud, et toonesepad asustavad just sellist mööb-
 lit, mis on valmistatud mitteküllaldaselt kuivanud
 puidust. Ka on kogemuste põhjal selgunud, et
 puit, mis on umbes 2—4 nädalat jooksvas või
 suuremas veekogus ligunenud, ei võimalda

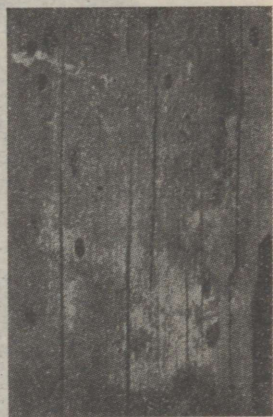
putukate siginemist. Kahjuks pole meie mööblitööstused ei ühte ega teist nõuet silmas pidanud. Sellest siis tulebki, et toonesepad hävitavad meil iga aasta suure summa eest mööblit ja teisi puidust esemeid.

Et mööbli ja paljude teiste esemete immutamine haisvate ainetega (näit. kreosoodiga) kahjurite peletamiseks vähemalt tubades pole soovitav, siis tuleb tahes või tahtmata oodata ümmarguste lennuavade ja näripuru ilmumist mööbli pinnale. Kui kahjurite olemasolu esimesed tunnused on kindlaks tehtud, tuleb viibimata asuda mööblis elavate tõukude või mardikate hävitamisele. Kõige kohasemaks ja mõjuvaks tuleb kahtlemata pidada mööbli gaasitamist sinihappega vaakuum-menefluses. See seadis on aga väga kallis ja ohtlik. Selle puudumisel võib gaasitamist toimetada lihtsas gaasitamisruumis, milliseid leidub mõne üksiku muuseumi juures, näit. Riiklikul Etnograafilisel Muuseumil. Kuuma auruga desinfitseerimist, nagu seda harrastatakse haiglates, ei saa soovitavaks pidada, sest kuum aur rikub mööblit.

Viimasel ajal on leiutatud vahendeid, mis hävitavad ja hoiavad eemale puidukahjureid, kui teatud vedelikke lennuavade kaudu puidusse pritsida. Pritsimine puidusse peab sündima äärmiselt ettevaatlikult, et mitte määrida mööbli värvi ja poleeri. Pritsimiseks kasutatakse erilist pritsi, kuid selle puudumisel võib hädakorral kasutada ka õmblusmasina või jalgratta õlikannu, kui selle ots mahub lennuavasse. Pritsi ots asetatakse tihedalt lennuavasse ja vedelik surutakse kahjuri käikudesse, kust ta laiali valgub. Mida suuremasse arvu aukudesse on vedelikku pritsitud, seda kindlamaks kujuneb kahjurite hävitamine. Pärast immutamist suletakse lennuavad vahaga, et vedelikust tekkinud aurud saaksid mõjule pääseda.

Majasikk (*Hylotrupes bajulus* L). Tooneseplaste ja majasiku kahjustuste eristamine teineteisest on väga hõlpus, sest esimeste lennuaugud on ümmargused, pliiatsisüdame suurused (joon. 59), kuna viimase lennuaugud on elliptilised, 4—9 mm pikkused (joon. 60). Vastandina tooneseplastele, kes kahjustavad nii lehf- kui ka okaspuitu, kahjustab majasikk ainult okaspuitu.

Majasikk (joon. 61) muneb 24—125 muna, mis ta asetab mõneruut-sentimeetrisele pinnale. Nädala kuni paari möödumisel kooruvad munadest 2 mm pikkused tõugud (joon. 62). Need eemalduvad erandifult mõne cm



Joon. 60. Majasiku (*Hylotrupes bajulus*) lennuaugud juhtmepostil. Augud puidus on ovaalsed, mis on iseloomustavad majasiku kahjustusele.

kaugusele munast koorumise paigast ja puurivad endid puitu, iga tõuk omaette. Tavaliselt toimub puitu puurimine mõne puidus oleva lõhekese kohal.

Tõugu kasv on aeglane ja väga erinev. Tõukude pikkus on mõnest millimeetrist kuni 30 mm-ni.

Tõuk nukkub puidus, puurides end selleks sügavamale puitu, et analoogiliselt teistele siklastele valmistada endale nukukoobas, polsterdades seda enne nukkumist jämedate puidust tõmmatud kiududega.

Nukust koorunud valmik peatub puidus tavaliselt 5—7 kuud, erandjuhtudel 1—2 kuud. Puidust lahkumisel närib valmik vastavalt oma kehasuurusele käigu nukukoopast pinnani, jättes puidupinnale iseloomustavad majasiku lennuaugud (joon. 60). Kui puidupind kaetud, näit. elamutel voodrilaudadega, tõrvapapiga jne., siis närib valmik ka neist läbi. On teada juhtumeid, kus ta on läbi närinud käigu 2 mm pakusest tsinkplekist.

Majasiku kahjustus seisneb selles, et ta närib puidusse käike, ja hävituse lõppastmes on puit niivõrd tihedalt käikudest läbistatud, et puit muutub tehniliselt täiesti kõlbmatuks. Käigud on suunatud peamiselt piki puitu ja harvematel juhtudel ka kiustikule põiki suunas. Eelistatum on puidu maltsoosa ja eriti selle suvekasvuringid. Harilikult võrdub käigu läbimõõt tõugu suurusega, kuid tihti esinevad ka laik-käigud, mis on lamedad ja ületavad mitmekordselt tõugu kehalaaiuse. Käigud on tihedalt täis topitud ekskrementidega ja pulbriks näritud puiduga, mis pudeneb ja tolmneb kergesti. Käikude ristumisi ei esine, sest alati on üks käik teisest õhukese vaheseinaga eraldatud. Seepärast on ka raske ühe tõugu käiku jälgida, sest pealegi ristleb ta kogu aeg edasi-tagasi.

On huvitav märkida, et kuigi puit on viimase võimaluseni käikudest läbistatud, jääb puidupind alati puutumata. Välisilmastikust kaitstud pui-



Joon. 61. Majasikk (*Hylotrupes bajulus*) 8 korda suurend.

dul, näit. katusesarikail, jääb terveks ainult paberõhuke kiht, kuna puidul, mis on ilmastiku mõju all (vooderdamata sein, juhtmete postid), jääb puutumata umbes 1—3 cm paksune kiht.

Majasiku tõrje. Aastaid on püütud leida majasiku kahjustuse tõkestamiseks tõrjeviise, mis oleksid oma toimes laitmatud. Suuremaid edusamme majasiku tõrjeks on tehtud alles alates 1920. a. Ühelt poolt oli siin tõukeks majasiku järjest suurenev rüüste ja teiselt poolt tehtud edusammud tema bioloogia uurimise alal.

Majasiku kahjustamise vältimiseks tuli radikaalsema võttena esmajoones küsimuse alla puidu immutamine keemiliste ainetega. Paremaid tulemusi on andnud immutamine tõrvaõlidega, kuid seda mitte alati.

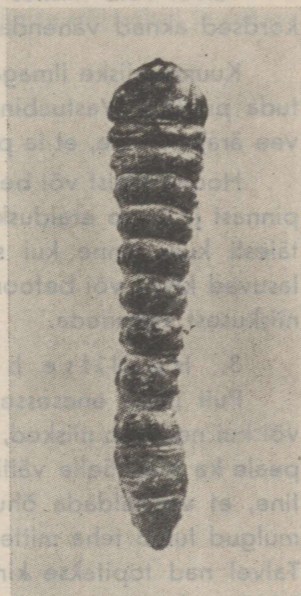
Üheks mõjuvamaks abinõuks puidukahjurite hävitamiseks peetakse gaasitamist kuuma õhuga, kus puitu, milles elutsevad majasiku tõugud, kuumendatakse kuuma õhuga 55° C-ni. Kuuma õhu saamiseks tarvitatakse nn. majakuivatamismasinaid. Kuuma õhuga gaasitamist teostatakse harilikult 60—70° C t^o-s 16 tunni vältel ja seejuures on tõukude suremus 100%. Arvestades majasiku massilist esinemist meil ja tema poolt tekitatud suurt kahjustust, mis aastast aastasse järjest suureneb, on ilmne, et majasiku vastu peab astuma organiseeritud võitlusele. Selleks tuleb kasutada mujal saavutatud kogemusi, neid vastavalt meie oludele ja tingimustele täiendades ja muutes.

Meil ongi praegu juba terve rida küsimusi, mis nõuavad lahendust. Nii näit. puiduparvetamise mõju majasiku suhtes. On teada, et parvetamine annab puidule rea häid tehnilisi omadusi, sest osa aineid lahustub vees, eriti maltspuidust, ja uhtub puidust välja. Kuivõrd suurelt erineb parvetatud puit parvetamata puidust, ei ole täiesti selge.

Puidukaitse seitse käsku.

1. Aseta immutamata puit maapinnast vähemalt pool meetrit eemale!

Et maapinna ligidal asetsev puit niiskub ja kõduneb, seda näeme igal pool. Poolemeetrine kaugus on selleks, et ka pritsmed ja sulav lumi ei



Joon. 62. Majasiku tõuk
2 korda suurend.

küüniks puiduni. Maapinna ligidal asetsev puit tuleks immutada kaitsevahendiga.

2. Kaitse puitu niiskuse — higivee, katusele või mujalt läbitilkuva vee, maapinnast ülesimbuva niiskuse jne. eest!

Toaõhk on sageli niiske ja võib külma ilmaga higiveena sadestuda katuse või seina seesmuses. Kui see niiskus küllalt kiiresti seinast välja ei aura, võivad seal seened pesitsema hakata.

Talvel võib niiskus sadestuda akendel ja siit valguda seinale. Mitmekordsed aknad vähendavad higistamist ja seega ka seina ohustamist.

Kuuma niiske ilmaga võib higivesi tekkida külmaveetorudel ja siit sadetuda puidule. Vastuabinõuks on siin külmaveetorude isolatsioon või higivee ärajuhtimine, et ta puidule ei satuks.

Hoone kivist või betoonist alusmüür või aluspõrand juhib niiskust maapinnast ja tuleb eralduskihtidega puidust eraldada. Betoonaluspõrand olgu täiesti kuiv, enne kui selle katame puitplangutisega. Talade otsad, mis lasuvad kivist või betoonist välismüüri, peaksid saama tuulduda ja sel teel niiskusest vabaneda.

3. Hoolitse hoone põrandaaluse tuulutuse eest!

Puit imeb enesesse niiskust ka õhust. Kui hoones puuduvad keldrid või kui need on niisked, siis niiskub hoonealune õhk ja sellest niiskub pika-peale ka puit. Selle vältimiseks olgu hoonealus küllalt kõrge ja küllalt lah-tine, et võimaldada õhu liikumist — hoonealuse ruumi tuuldamist. Õhu-mulgud tuleb teha mitte väiksemad kui 15×15 cm ja iga 2—3 m tagant. Talvel nad topitakse kinni, et põrand liialt ei jahtuks. Takjad ja põõsad takistavad õhu voolu ja tuleb tuulutuskude eest kõrvaldada.

4. Korista hoone alt ja ligidalt kõik kännud ja muu risul!

Kõdunev puit, ka laastud jm. puitosad, sisaldavad haigusidusid, mis kergesti võivad ehitisele kanduda.

5. Hoolitse hoone aluspinna kuivendamise (drenaaži) eest!

Tuleb kõigiti hoolitseda, et vihma- ja lumevesi kiiresti hoonest eemale voolaks ning et hoonealune maapind oleks drenitud.

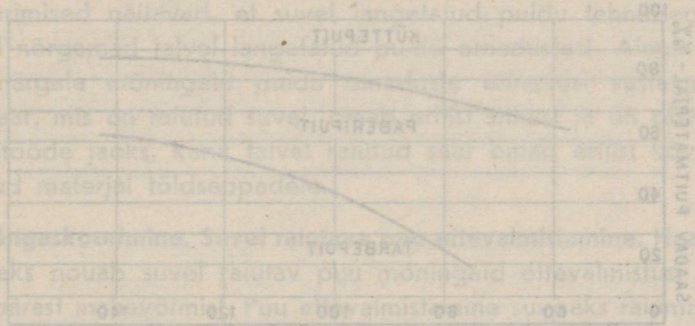
6. Kasuta ehitises ainult tervet, haigestumata puitu!

Kui puit on haigustest või koidest nakatatud juba puiduhoovis või laoplat-sil, siis võib haigus ehitises kiiresti levida, niipea kui selleks avaneb

väiksemgi võimalus. Tuleb hoolitseda, et ehituskohale toodud puit ei oleks kuigi kauaks otse maa peale jäetud ja et ta püsiks kuiv. Siniseen pole iseenesest veel puitu rikkuv haigus, kuid ta soodustab viimase tekkimist. Sinine puit tuleb seepärast eriti hoolikalt järele vaadata.

7. Kasuta ainult küllaldaselt kuivanud puitul

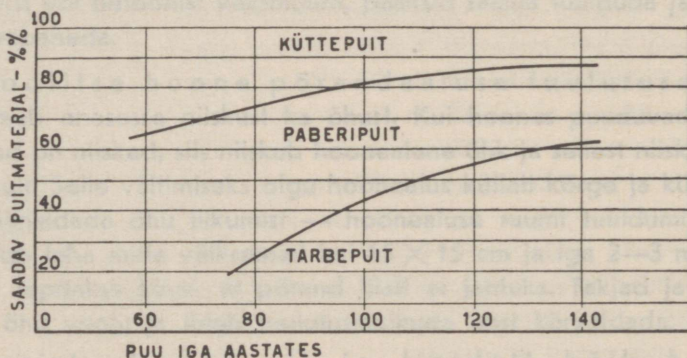
Toores või vihma käes ligunenud puit toob tüli oma suure kahanemise ja võib soodustada puidu haigusidude kasvu, kui kuivamine toimub aeglaselt. Õigeim aeg puidu kaitse eest hoolitsemiseks on hoone ehitamisel. Siis on kergem kuivuse eest hoolitseda ja tarvitada immutatud puitu, kus see vajalik on, ning seega ära hoida seente levimise võimalusi ja paras-tisi järeleparandusi, mis alati on kulukad.



IV peatükk.

Tarbepuit.

Tarbepuit laiemas mõttes on igasugune puit, mida ei kasutata kütteks ja mida ei töödelda keemiliselt. Kitsamas mõttes aga peame tarbepuiduks palke, prusse, planke, laudu jne., mida kasutame ehitusmaterjalina, postidena, tarbeesemete, nagu mööbli jne. valmistamisel jne.



Joon. 63. **Tarbepuidu saak olenevalt puu vanusest.** Nagu diagrammilt näha, annab suhteliselt kõige rohkem tarbepuitu puu, mille vanus on üle 120 aasta. Nooremad puud 60—80 aastani annavad rohkem peenemat puitmaterjali, mida kasutatakse peamiselt paberipuiduks ja kütteks.

Parima tarbepuidu saame tüvest. Noortel puudel on tüviosa, võrreldes okstega, suhteliselt palju väiksem kui vanematel puudel. Seepärast saame vanematelt puudelt suhteliselt rohkem tarbepuitu kui noortelt (joon. 63). Ülejäänud puit, s. o. latv ja jämedamad oksad, kasutatakse kas paberipuiduks või kütteks. Nagu joon. 63 kujutatud diagramm näitab, on tarbepuiduks kasulik raiuda puud, millede vanus on üle saja aasta. Kaheksakümneaastane puu näiteks annab tarbepuitu keskmiselt vaid 25%.

Tarbepuidu raieaeg. Hea tarbepuidu saamiseks tuleb puu raiuda ehk langetada siis, kui ta sisaldab kõige vähem seentele kergesti kättesaadavaid toitaineid, mis mädanemist edendavad, ning kõige enam vaiku ja parkaineid, mis mädanemist takistavad.

Kunas sisaldab aga puu kõige vähem seentele kergesti kättesaadavaid aineid, s. o. vabu suhkruid? Keemilised analüüsid mitmesugustel aasta-aegadel näitavad, et enamik puid sisaldab kõige vähem vabu suhkruid talvekuudel, siis, kui kasv täiesti seisab. Kevadel algab puus mahlade ringvool ja selle tagajärjel tõuseb kiiresti ka suhkruisaldus.

Seega peame puu langetama talvel, mil puu on mädanemisentele vastupidavam. See aeg langeb ühte ka majanduslikult kõige soodsama ajaga metsatöödeks metsatöölise saamise ja veolude suhtes.

Mahlarikkal ajal langetatud puu puidul on peale kalduvuse mädanemisele ja putukate ohu mitteküllaldase hoolitsemise korral veel see halb külg, et siis on puidu rakud vett täis, mis pärast puit kuivades tugevasti kahaneb ja võib pakatada kõlbmatuseni. Kuid see ei tähenda, nagu viimased uurimised näitavad, et suvel langetatud puidu tehnilised omadused oleksid nõrgemad talvel langetatud puidu omadustest. Ainult mõnel puul võib märgata mõningaid puidu omaduste erinevusi vastavalt raieajale. Näit. saar, mis on raiutud suvel, omab erilist siikust ja on otsitud materjal paindetööde jaoks, kuna talvel raiutud saar omab erilist kõvadust ja on hinnatud materjal tõldseppadele.

Rõngaskoorimine. Suvel raiutava puu ettevalmistamine. Hea tarbepuidu saamiseks nõuab suvel raiutav puu mõningaid ettevalmistusi ja suuremat hoolt pärast mahavõtmist. Puu ettevalmistamine suviseks raiumiseks seisneb rõngaskoorimises. See muudab puu toitemahlavaesemaks ja toimub järgmiselt: kevadel pungade puhkemisel kooritakse puutüvi päris maa lähedalt ja ka ülevalt võra alt, s. o. tüve oksteks hargnemise kohalt, umbes poole meetri pikkuselt. Nüüd tungib juurte kaudu tulev vesi läbi maltsvöö, võttes siit kaasa kõik tagavaratärklise, ja kannab selle punga-desse, kus see ära tarvitatakse lehtede kasvatamiseks. Uut toitemahla aga tüvesse pole veel sattunud, sest seda valmistavad ju ainult lehed, millised seni puudusid.

Edaspidi takistab toitvate mahlade tagasivoolu lehtedest tüvesse kooritud koht tüvel. Endastmõistetav, et kooritud tüveosa tuleb hoolega puhastada pungadest, lehtedest ja võsukestest, mis võiksid seda tüveosa toitva mahlaga varustada. Niiviisi kannab toormahl tüvest kõik toidutagavarad kasvavatesse lehtedesse, kus need ära tarvitatakse. Uusi toitaineid aga

tüvesse enam ei pääse. Selle tagajärjel jääb tüvi toitmata ja vabaneb tähtsusest peaaegu täielikult.

Paari kuu pärast peale lehtede kuivamist katkeb ka uue toormahla juurdevool juurte kaudu ja puu kaotab suurema osa oma veest. Seega puu on raieküps. Sellist ettevalmistamist kasutatakse tamme, jalaka ja saare puhul. See viis on tulemustelt väga ebakindel, pealegi ähvardab puitu seente ja putukate oht.

Kui aga suvel on tarvis mõnd puud kiiresti maha võtta ja seda tahtakse kasutada tarbepuiduks, siis tuleb see muuta tähtsusevaesemaks, toimides järgmiselt: mahasaetud puu okste ja lehtedega jäetakse mõneks ajaks lamama, kusjuures tüüka ots kaetakse märja samblaga või veel parem — asetatakse vette. Ka sel puhul on rõngaskoorimine krooni alt tarvilik, siis toimub kõik nagu eelmiselgi juhul. Peale lehtede närtsimist tuleb mahavõetud puu tüvi okstest laasida, tüvi koorida ja kas laudadeks lõigata või vedada pakuna ulualla ja asetada alustele. Ka see viis ei anna tegelikult erilisi paremusi.

Tarbepuidu valikul tuleb silmas pidada järgmisi tunnuseid:

1) Tüvi olgu sirge, sihvakas, mitte jändrik ega keerakas. Tarbepuiduks valida jämedamad puud, sest nende tüvi sisaldab rohkem väärtuslikku lülipuitu. Terved, kõverad, keerakad ja kisklikud puud on samuti väärtuslikud ja otsitavad teatavaiks eriotstarbeiks, nagu treimistöodeks, terariistade ja kirvevarteks ning haamripeadeks, hargivarteks, rangipuudeks jne.

2) Koor ei tohi olla sammaldunud ega tõukudest uuristatud. Seentanud ja taaladega kaetud tüvi on haige ja seega tarbepuiduks kõlbmatu.

3) Heas tarbepuidus peab olema ülekaalus süvine juurdekasvuosa aastarõngais. Üldiselt on parem, kui okaspuit on tihedate ja ringsooneline lehtpuu laiade, kuid ühtlaselt arenenud aastarõngastega.

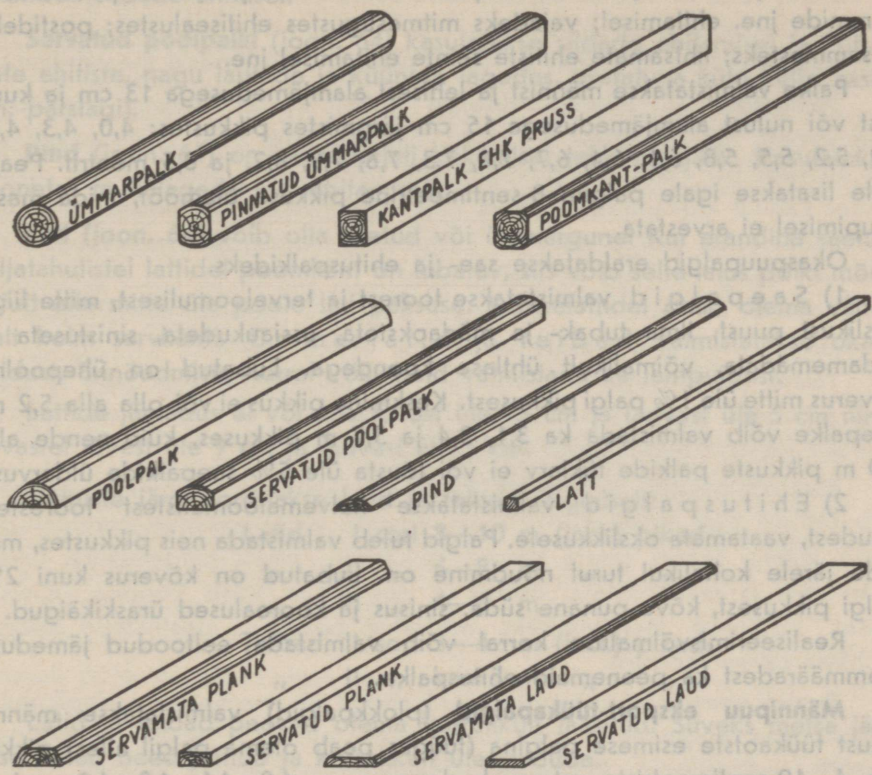
Kui materjal vastab loeteldud nõuetele, võime olla kindlad, et saame sellest hea tarbepuidu.

Teisest küljest tuleb tarbepuidu valikul silmas pidada vigu, mis teevad ta tarbepuiduks kõlbmatuks. Puidu loomulikkude puuduste hulka kuuluvad:

- a) eriline pehmus, mis on põhjustatud vanadusest ja kasvutingimustest;
- b) keerdkasv, mis teeb puu laudadeks või kanditud materjaliks kõlbmatuks;
- c) kiudude lainetaoline kasv, mis ehituste alal on suuremalt osalt vastuvõtmatu, mõõblitööstuses aga kõrgel hinnatav;

d) praod, mis on tekkinud külma, tuule jne. või liiga kiire kuivamise tõttu; ringpraod teevad puidu täiesti vastuvõtmatuks, kuna väiksemad radiaal- või pikipraod kuuluvad väiksemate vigade hulka;

e) okste suurus ja rohkus. Oksi võib puidus olla kolme liiki: 1) puitkiuga kokkukasvanud terved oksad; 2) niisugused terved oksad, mis kiududest eraldatud ja kuivades välja langevad; 3) mädanenud tubakoksad;



Joon. 64. Umbertõotatud tarbepuit.

- f) punane, kollane, sinine või tume mädanemine või teised haigused;
- g) vaigu, koore või muud pesad, samuti ka tõugu- või mardikavahed;
- h) kännul surnud puit.

Tarbepuidu tehnilise kõlblikkuse hindamiseks puudub sageli kindel mõõdupuu, kuna tarbepuitu tuleb valida selle järgi, milliseks otstarbeks teda kavatakse kasutada. Sageli puit, mis on üheks otstarbeks kõlbmatu, osutub teiseks otstarbeks eriti hinnatavaks. Näiteks kõver, pahklik või hara-

line puit ei kõlba laetaladeks, kuid mööbli- ja treimistööstuses võib säärane puit eriti hinnatav olla.

Tarbepuidu liigid. Tarbepuitu valmistatakse väga mitmesuguses kujus ja mõõdus, nagu valmislõigatud palkidena, saepakkudena, prussidena, plankudena, lattidena jne. Mainitud tarbepuidu eri liike kujutab joonis 64.

Ümmarpalk ehk palk. Ümmarpalke kasutatakse peamiselt puitsildade, -tammide jne. ehitamisel; vaiadeks mitmesugustes ehitisealustes; postideks ja sammasteks; lihtsamate ehitiste seinte ehitamisel jne.

Palke valmistatakse männist ja lehisest alamjämedusega 13 cm ja kuu- sest või nulust alamjämedusega 15 cm järgmistes pikkustes: 4,0, 4,3, 4,6, 4,9, 5,2, 5,5, 5,8, 6,1, 6,4, 6,7, 7,0, 7,3, 7,6, 7,9, 8,2, ja 8,5 meetrit. Peale selle lisatakse igale palgile 8-sentimeetrine pikkuse ülemõõt, mida massi kuupimisel ei arvestata.

Okaspuupalgid eraldatakse sae- ja ehituspalkideks.

1) **Sae palgid** valmistatakse toorest ja terveloomulisest, mitte liiga okslikust puust, ilma tubak- ja mädaoksteta, ussiaukudeta, sinistusega ja südamemädata, võimalikult ühtlase koondega. Lubatud on ühepoolne kõverus mitte üle 1% palgi pikkusest. Keskmine pikkus ei või olla alla 5,2 m. Saepalke võib valmistada ka 3,1, 3,4 ja 3,7 m pikkuses, kuid nende alla 4,0 m pikkuste palkide tükiarv ei või tõusta üle 5% saepalkide üldarvust.

2) **Ehituspalgid** valmistatakse halvemaloomulistest toorestest puudest, vaatamata okslikkusele. Palgid tuleb valmistada neis pikkustes, mil- lede järele kohalikul turul nõudmine on. Lubatud on kõverus kuni 2% palgi pikkusest, kõva punane süda, sinisus ja koorealused ürasekikäigud.

Realiseerimisvõimaluse korral võib valmistada eeltoodud jämeduse alamääradest ka peenemaid ehituspalke.

Männipuu eksport-tüükapalgid (plokkpalgid) valmistatakse männi- puust tüükaotste esimese palgina (tüügas peab olema palgil alles) pikku- ses 4—10-sentimeetrise astmevahedega, s. o. 4,0, 4,1, 4,2, 4,3 m jne. Peale selle lisatakse igale palgile juurde 3-sentimeetrine pikkuse ülemõõt, mida massi kuupimisel ei arvestata. Pikkuses allapoole kõikumine ei ole lubatav. Keskmine pikkus ei või olla alla 5,5 m. Tüükapalkide puit peab olema värvivigadeta, putukavigastusteta ja muude riketeta. Palgid peavad olema sirged ja nähtava keerdkasvuta.

Pinnatud ümmarpalk. Pinnatud ümmarpalki (joon. 64) kasutatakse pea- miselt hoonete rõhtpalkseinte ehitamisel. Vanasti tahuti palgid kirvega, praegusel ajal aga pinnatakse palgid saekaatriga.

Kantpalk ehk pruss. Prussiks nimetatakse neljast küljest pinnatud palki (joon. 64), mille paksus kui ka laius on 89 mm ($3\frac{1}{2}$ "') või rohkem. Ehtis-

tes kasutatakse prusse seinte sõrestiku, katuse kandeosade, laetalade, sari-
kate jne. materjaliks. Kui prussil on lubatud poomkant (tõmpkant), ei tohi
selle pikkus olla üle $\frac{1}{3}$ prussi pikkuse ja poomkandi laius üle $\frac{1}{5}$ prussi
külje laiuse. Üldiselt kehtivad prusside kohta samad tehnilised tingimused,
mis palkidegi kohta.

Poolpalk (joon. 64) on tavaline lõhkisaetud ümmarpalk. Kasutatakse
peamiselt sildade ehitusel.

Servatud poolpalki (joon. 64) kasutatakse sildade ehitamisel ja lihtsa-
mate ehitiste, nagu lautade ja künude lagedes, asetatuna külg külje vastu
(nn. parslagi).

Pind (joon. 64) on saematerjali lõikamisel tekkinud jääk. Kasutatakse
hoonetes mullalagede jne. ehitamisel.

Latt (joon. 64) võib olla saetud või ümmargune. Kui erandina saetud
neljatahulistel lattidel poomkant on lubatud, siis võib selle laius põiki mõõ-
detult olla mitte üle poole lati paksuse. Katuselattidel peab olema vähe-
malt kolm servkanti. Ümmarlattid ja teibad valmistatakse okas-
puidust. Erinõudmiste korral võib neid valmistada ka lehtpuidust.

Lattide jämedus ei või olla tüvest üle 13 cm ja ladvast üle 5 cm ning
teivastel tüvest üle 9 cm ja ladvast üle 5 cm.

Pikkuste järgi sortitakse latid ja teibad järgmiselt:

Latid I sort 8—10 m (incl.) pikad.

„ II „ 6—8 m „ „

„ III „ 4—6 m „ „

Teibad I sort 3—4 m (incl.) pikad.

„ II „ kuni 3 m „ „

Latid ja teibad peavad olema korralikult laasitud. Suveks metsa jää-
misel tuleb need juttida ja korralikult üles laduda.

Tükiarvu järgi realiseeritavate lattide ja teivaste massi arvestamisel
lugeb:

Lattidel I sordi 1 lati massiks 0,05 tm.,

II „ 1 „ „ 0,03 tm.,

III „ 1 „ „ 0,02 tm.

Teivastel I sordi 10 teiba massiks 0,04 tm.,

II „ 10 „ „ 0,03 tm.

Lattide materjali kohta kehtivad üldtingimused: ei tohi olla mädane-
nud ega pehastunud ja raiumisel või muul teel vigastatud; peavad olema
sirged, mardikatest ja tõukudest puutumata ja talvel raiutud.

Plangud. Planguks nimetatakse saematerjali, mille paksus on 89—51 mm ja laius 76 mm (3") ja rohkem (joon. 64). Servamata planke, nn. „plasfiinasid“ (tavaliselt 2½" paksusi), kasutatakse ehitistel põrandaliipriteks ja betoonlagede raketispostideks. Servatud planke kasutatakse mitmesuguste plankseinte, ahjualuste jne. ehitamisel.

Laud. Laudadeks nimetatakse saetud materjali, mille paksus on 50 mm ja vähem; laius 76 mm (3") ja rohkem. Servatud laud on igasugustel ehitistel enamkasutatavaks materjaliks. Servamata laudu (1½" paksusi) kasutatakse tellingute ehitamisel ja 1" paksusi mullalagede jne. ehitamisel.

Telegraafi- ja telefoniliinipostid valmistatakse talvisel raiehoajal männipuust, puu alumisest $\frac{2}{3}$ osast. Erikorraldusel võib poste valmistada ka kuusepuust. Postide valmistamiseks raiutav puu peab olema toores (mitte kännul kuivanud), terve ja ilma mädanemise tundemärkideta. Valmistamisel tuleb postid koorida, kusjuures immutamiseks määratud postid peavad olema kooritud ka mähikoorest.

Postidel on lubatav kõverus kuni 2% üldpikkusest. Postide sirgendamine kõveruste mahatahumise teel ei ole lubatav.

Täiesti puupinnaga ühekõrguseks laasitud terveid oksi võib postidel olla piiramata arvul. Pehmeid tubakoksi ei või esineda rohkem kui üks jooksva meetri kohta.

Elektriliinipostid ja -postijätukud valmistatakse talvisel raiehoajal männipuust, puu alumisest $\frac{2}{3}$ osast. Postide valmistamiseks tarvitav puit peab olema toores (mitte kännul kuivanud), terve, mädanemise tundemärkideta ja mädaoksteta. Postid ja postijätukud tuleb koorida valmistamisel, kusjuures immutamiseks määratud postid ja postijätukud koorida puhtaks ka mähikoorest.

Postid peavad olema võimalikult sirged ja enam-vähem ringikujulise põiklõikega, kusjuures lubatav on kõverus kuni 2% posti üldpikkusest. Postide sirgendamine kõveruste mahatahumisega ei ole lubatav.

Täiesti puupinnaga ühekõrguseks laasitud terveid oksi võib postidel esineda piiramata arvul.

Raudtee liipri- ja pöörmeprussipakud valmistame talvisel raiehoajal toorest, täiesti tervest männipuust. Pehastuste, ussiaukude, mädanikkude, otsaristlõikest läbi ja üle 5 cm sügavuseni ulatuvate lõhede kui ka ringlõhede esinemine liipri- ja pöörmeprussipakkudel ei ole lubatav. Seejuures on üldreeglik, et liipri- ja pöörmeprussipakkudeks ei tule kasutada saepalkideks kõlblikku materjali, vaid vähemväärtuslikke okslikke, puutüve osi.

Sulfaatpuud valmistatakse väiksema väärtusega männi-, kuuse- ja haavapuust. Lubatav on kasutada sinistunud, okslikku ja okaspuudest

metsakuiva puifu, kusjuures eriliist rõhku tuleb panna võimalikult suurel määral küttepuidu iseloomuga puude kasutamisele. Metsakuivadest haabadeist ei ole sulfaatpuude valmistamine lubatav. Sulfaatpuud valmistatakse okaspuudest 1,00, 1,22, 1,53, 1,83, 2,14, ja 2,44 m ning haavapuudest 1,00, 2,14, ja 2,44 m pikkuses ning ladvamööduga 5 cm ja enam.

Nottidel kuni 15 cm jämeduseni ei ole lubatav pehme mädasüdame esinemine. Jämedamad puud saetakse pehme mädasüdame esinemise puhul 1,00 m pikkusteks nottideks, notid lõhestatakse ja pehme mädasüda ning mädad osad raiutakse välja. Pehme mäda väljaraiumist tuleb teostada korralikult.

Sulfaatpuudest kuni 15 cm jämedusega notid valmistatakse lõhestamata. Notid 15—40 cm valmistatakse ümmarmaterjalidena, kusjuures mädasüdame väljaraiumiseks võib neid ka lõhestada. Üle 40-sentimeetrise läbimööduga notid tuleb kõik neljaks lõhestada.

Sulfaatpuudel peavad oksad olema puupinnaga fasaseks laasitud. Sulfaatpuud tuleb pealmisest mustast ja sissekasvanud koorest ja vähemalt 80% ulatuses mähikoorest puhtaks koorida.

Materjalide virna ladumisel asetada suure kõverusega notid virna peale, et saavutada küllaldaselt virna täiust.

Propsid valmistatakse toorest ja tervest männi-, lehise- ning kuusepuust. Koosesöödikutest rikutud puude kasutamine ei ole lubatav.

Propsidel peavad oksad olema laasitud puupinnaga ühekõrguselt ja otsad saetud täisnurga all. Propsid peavad olema võimalikult sirged, kusjuures lubatavaks kõveruseks on kuni 1% propsi pikkusest. Kooned ei või tõusta 5—10 cm jämedustel propsidel üle 5 cm ja jämedamatel üle 8 cm. Propsid tuleb koorida, kusjuures mähikoort peab olema eemaldatud vähemalt 30%. Sissekasvanud koor propsidel ei ole lubatav, kuna sinistumine võib esineda.

Sindli- ja laastupakke valmistatakse kohalike nõudmiste kohaselt männi-, kuuse- ja haavapuust.

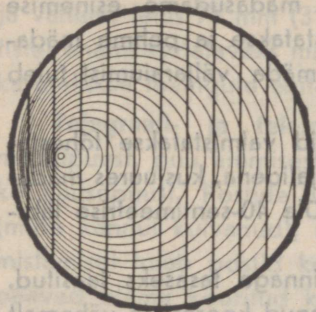
Sindli- ja laastupakkude valmistamiseks kasutatakse tüve neid osi, milledest ei saa pikemaid saepalke, paberipuid ja teisi väärtuslikumaid tarbematerjale. Kohtades, kus on rohkesti haava- või peent männimetsa, püütagu sindli- ja laastupakke valmistada haava- ja männipuust.

Kasepakud valmistatakse toorest, tervest, mädade oksteta kasepuust.

Pakud valmistatakse pikkuses 1,3, 2,1, 2,7, 3,1, 3,6, 4,2 m ja edasi 20-sentimeetrise astmevahedega kuni 6,8 m-ni ning ülemööduga 8 cm. Pakkude ladva alammööduks on 16 cm, kusjuures kitsama koha läbimööd ei või olla alla 15 cm.

Lepapakud valmistatakse toorest ja tervest, mädade oksteta sanglepa-puust.

Pakkude pikkuseks on 3,3, 4,0, 4,4, 4,8, 5,0, 5,2, 5,6, 6,0, 6,4, ja 6,7 m ja ülemõõduks 8 cm. Alates 23 cm ladvamõõdust ja ülespoole võib valmistada raudteejaamadesse väljaveetavaid lepapakke ka pikkusega 1,7 m, ülemõõduga 4 cm. Pakkude ladvaotsa kitsama koha minimaal-läbimõõduks on 17 cm.



Joon. 65. **Ekstsentrilise tüve saagimine laudadeks.** Kui saeksime joonisel näidatud tüve teises suunas, siis jääks igal üksikul laual üks serv kitsaste ja teine laiade aastarõngastega. Seetõttu oleks laua ühel serval isesugune, paisumine, kõmmeldumine, pakatamine jne. kui teisel serval, mis teeks selle laua kasutamiskõlbmatuks.

ringsooneline lehtpuuit laiade aastarõngastega ning üldiselt tiheda ja ühtlase toimega; koputamisel heleda kõlaga.

Välismaa väärispuidul tuleb laast pealt ära lõigata, et näha ta toime ja õiget värvi, sest pealmine pind on neil ilmastiku mõjul tumenenud; nii näiteks näib punane puut väliselt peaaegu mustana.

Saagimisviisid. Saeveskisse tulevad harilikult toored palgid ja pakud, kus nad saekaatri (raamsael) laudadeks saetakse enamasti lihtsa saagimisviisi järgi, s. o. ühes mistahes suunas (joon. 67 A). Ekstsentrilised tüved tuleb saagida joon. 65 näidatud suunas; vastasel korral saaks igal üksikul laual üks serv kitsaste, teine laiade aastarõngastega, mistõttu nad tublisti kaarduksid ning kuivamisel lõhki käriseksid.

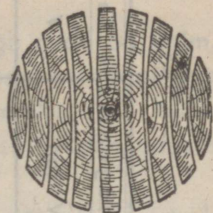
Selle hariliku (ühes suunas) saagimisviisi puhul ei tule üksikud laudad oma tehniliste omaduste poolest üheväärsed. Isegi igal üksikul laual tuleb kumbki pool (külj) isesugune, ja seda suuremal määral, mida paksem on

Haavapakud valmistatakse terve loomuga toorest haavapuust 2,2 m pikkuses. Erandina on lubatav valmistada pakke 1,3, 1,6, 1,9 ja 2,5 m pikkuses, kuid nende pakkude kogus ei või ületada 15% valmistatavate pakkude üldkogusest. Pakkudel on lubatavad kerged, paku otsa diametraalselt mitteläbistavad lõhed. Ülemõõt igal pakul on 2 cm.

Tamme-, saare-, jalaka, vahtra- ja feised väärislehtpuupakud valmistatakse tervest puust pikkuses 1,0, 1,5, 2,0, 2,2 m ja edasi 20-sentimeetriste astmevahedega ning alamjämedusega 15 cm, kusjuures oksti võib olla kahekordses paku pikkuse meetrite arvus. Ülemõõt 1—2 m pikkustel pakkudel on 4 cm ja pikematel 8 cm.

Pakkude valikul tuleb tähelepanu pöörata nende otsapinnale. Hea okaspuut on õhukeste,

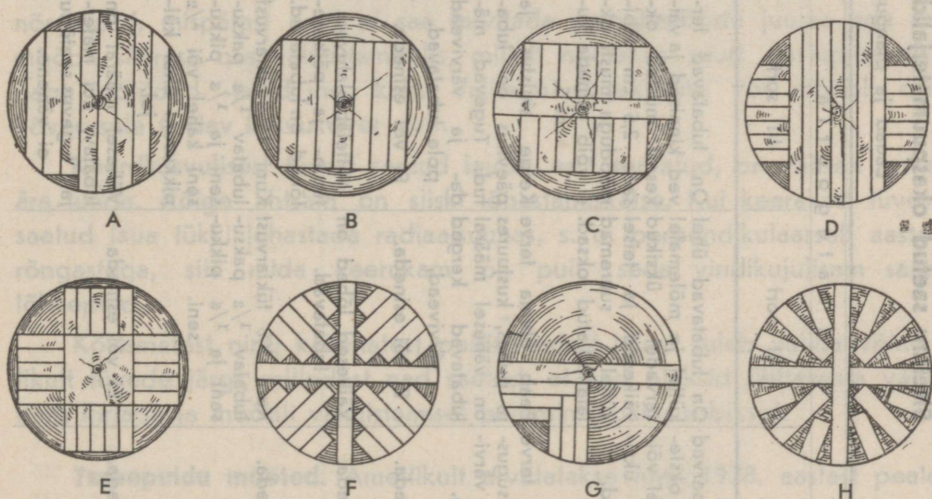
laud. Pinnapoolsemad laud on tuntavalt vähemväärtuslikud ja kõmmelduvad ning kahanevad kuivamisel märksa rohkem kui tüve keskosast, s. o. radiaalsuunas saetud laud (joon. 66 ja 15). Et saepakku enam-vähem ühtlaste omadustega laudadeks saagida, kasutatakse nn. radiaal-saagimisviisi, millest tüüpilisemad näited on toodud joonisel 67 — E, F, G ja H. Ühest tüvest radiaalselt saetud laud on enam-vähem kõik võrdsete tehniliste omadustega. Hariliku kaatri saelehed on kaunis paksud (täkke laius 2,5—4 mm), nii et see raiskab palju puitu; seepärast saetakse viimasel ajal lehtja üldse väärtuslikum puit peaaegu ainult lintsaagidel, mis töötavad märksa kiiremini ning puhtamalt ja raiskavad vähe puitu nende õhukese saelehe (täkke laius 1,6—2,0 mm) tõttu. Kuid siingi ulatub puidu kaotus puru näol kuni 25%.



Joon. 66. Laudade kõmmeldumise suund kuivamisel.

Plankude ja laudade tehnilised tingimused ja sortimistingimused.

a) Plangud ja laud olgu lõigatud talvel raiutud palkidest ja kuivatud virnades, kus laudade pinnad kokku ei puutu.



Joon. 67. Mifmesugused saagimisviisid. A, B, C, D — lihtsaagimisviisid. E, F, G ja H — laudade kõmmeldumise vältimiseks saetakse laud pakust välja radiaalselt.

b) Mõõdud vastaku nõuetele.

c) Olgu mardikatest ja tõukudest puutumata.

d) Ei tohi olla pehastunud ega avaldada mingisuguseid mädanemise tundemärke.

Siseturu saetud okaspuumaterjalide sortimistingimused.

Laud ja plangud.

Vead	I kategooria				II kategooria	III kategooria
	I sort	II sort	III sort	Sortimata (I, II ja III s.)	IV sort	V ja VI sort.
Oksad.	Üks külg ja servad täiesti ilma oksteta; teisel küljel võivad esineda üksikud oksad.	On lubatavad ühel küljel ja mõlematel servadel üksikud väikesed ja teisel küljel suuremad laialipillatud oksad.	On lubatavad terved kinnised ja väikesed mustad oksad; 2,5 cm läbimõõduga musti oksti võib esineda kuni 5.	Peab vastama vähemalt III sordi tingimustele.	Igasugused oksad piiramata arvu lubatud.	Kõik vead peale laiemaulatliku pehme mäda on lubatavad. Materjalid peavad olema saest neljast küljest puudutatud.
Mäda- ja värvivead.	Peab olema terve ja puhas, igasuguste mäda- ja värviveadeta.	Peab olema terve ja puhas, kusjuures on vähesel määral lubatavad kerged värvivead.	Kerge sinistus ja päevitus on lubatud. Tugevad mäda- ja värvivead pole lubatavad.	Peab vastama vähemalt III sordi tingimustele.	Pehme mäda ei või esineda. Kõva mäda ja igasugused värvivead on lubatavad.	
Üraskite vigastused.	Ei või esineda.	Ei või esineda.	Ei või esineda.	Ei või esineda.	Võivad esineda piiramatult.	
Lõhed.	Ei või esineda.	Väikesed lõhed on lubatavad.	Mittelläbiulatuvad tuule- ja päikeselõhed on lubatavad.	Peab vastama vähemalt III sordi tingimustele.	On lubatavad.	
Poomkant.	Ei või esineda.	Kuni 5% tükiarvust lubatav $\frac{1}{3}$ paksuseni ja $\frac{1}{5}$ pikkuseni.	Kuni 15% tükiarvust lubatav $\frac{1}{2}$ paksuseni ja $\frac{1}{3}$ pikkuseni kahel või $\frac{1}{2}$ pikkuseni ühel küljel.	Umbes 15% materjalidest võib olla poomkandis.	Umbes 25% materjalidest võib olla poomkandis.	
Sissekasvanud koor.	Ei või esineda.	Ei või esineda.	Vähesel määral on lubatav, kui materjali tugevus seetõttu ei vähene.	Võib esineda üksikjuhtumitel, kui materjali tugevus seetõttu ei vähene.	Võib esineda.	

e) Ei tohi olla kaardus ega kõverad.

f) Ei tohi sisaldada otstes pikemaid pragusid kui laua pool laiust.

g) Kuuselauad ei tohi sisaldada vaigupesasid. Nende rohkuse järgi paigutatakse lauad alamatesse sortidesse.

Laudade liigitus metsaturul toimub kategooriate järgi, mida on kolm. Peale selle liigitatakse lauad veel kuude sorti. Esimesse kategooriasse kuuluvad kolm esimest sorti segatult, kusjuures aga poomkandiga laudu ei tohi olla üle 10%, teise kategooriasse kuulub neljas sort, kolmandasse viies ja kuues sort.

Saetud okaspuumaterjalide sortimistingimusi kujutab kõrvalolev tabel.

Mööbli tööstuses on kõige hinnatavam ebakorrapärase kiud-ehitusega, s. o. võimalikult elavakirjalise pinnaga laud. Sellised on hari-likult kisklikkudest ja keerdkasvulistest tüvedest saetud lauad. Aga ka korrapärase toimega tüvest saetud laua pinna kirja võib muuta märksa elavamaks vastava saagimisviisiga, kus saag juhatakse mitteparalleelselt tüve keskteljega, vaid teatava nurga all sellega — poolpõiki. Sel viisil saagides võib mõningate puude (saar, tamm, jalakas) kirja muuta kuni fundmatuseni. Vastupidavuses paindele on niiviisi saetud lauad hoopis nõrgemad, mispärast neid ei saa tarvitada painutustööde juures ega ka mööbli säärase osa valmistamiseks, millelt nõutakse suurt vastupidavust, nagu toolitoed, -jalad jne., kuhu valitagu sirgekiuline või mööbli osa kõverusele vastav kasvukõver puit.

Keerdkasvulisest tüvest saetud lauda, eriti servatud, on väliselt raske ära tunda. Kõige lihtsam on siiski lõhastamiskatse. Kui keerakast tüvest saetud laua tükki lõhastada radiaalsuunas, s. o. perpendikulaarselt aastarõngastega, siis mida keerukam on puit, seda vindikujulisem saab lõhkepind.

Kõvematest ning kallimatest puiduliikidest lauad tuleb valida võimalikult tüvede järgi, milledest nad saetud, et nad oleksid ühtlasema värvi ning kirjaga ja mööbli valmistamisel paremini kokku sobiksid.

Tarbepuidu mõõted. Ametlikult arvatatakse meil 1928. aastast peale igasugust saematerjali meetrimeetrite järgi. Tegelikult valmistavad metsatööstused, riigi ja muud lauatehased oma saadusi ikka endiselt inglise sortimendi järgi.

Umbertöötatud (saetud) puit on müügil järgmistes mõõtudes: 1) inglise (poomkandita) prussid: 12" × 12", 13" × 13", 14" × 14", 15" × 15", 16" × 16", 17" × 17" pikkusega 17' — 30'; 2) hollandi prussid (poomkandis): 11" × 13" (kus saetud pind peab olema vähemalt 6" lai), pikkusega

17' — 40'; 3) kantpuit (prussid): 7" × 9", 6" × 10", 10" × 10", 9" × 10", 8" × 10", 7" × 10", 6" × 8", 6" × 7", 6" × 6", 5" × 7", 5" × 6", 4" × 5"; 4) poolprussid: 6½" × 11", 5½" × 13"; 5) plangud: 3" × 8", 3" × 7", 2½" × 7", 2" × 7"; 6) laudad: ½", ¾", 1", 1¼", 1½", 1¾", 2", 2¼" paksused ning 4—10" laiad; 7) latid: 1" × 2", 1½" × 2", 1½" × 2½", 3" × 3", peale nende veel mitmesugused hõõveldatud laudad, nagu põrandad, laed, voodrilaudad ning liistud, piirlaudad jm.

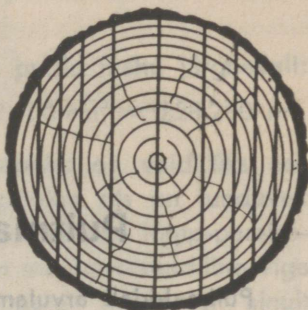
Loeteldud mõõdud on arvestamisel tarvitatavad. Tegelikult saetakse puitmaterjal nii paksuselt kui ka laiuselt väikese ülemõõduga, mis on määratud kahanemiseks kuivamise. Mainitud ülemõõtu kujutab alljärgnev tabel:

Saetud ja tahutud metsamaterjalide mõõtude ja kuivamise ülemõõdude tabel.

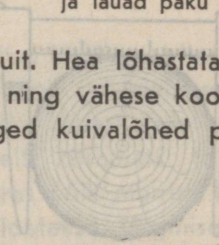
Paksusmõõdud				Laiusmõõdud				Pikkusmõõdud ilma kuivamise ülemõõduta			
Ilma üle-mõõduta		Saagimisel ülemõõtu jäätta kuivamiseks	Kokku ühes ülemõõduga	Ilma üle-mõõduta		Saagimisel ülemõõtu jäätta kuivamiseks	Kokku ühes ülemõõduga				
mm	tolli	mm	mm	mm	tolli	mm	mm	m	jalga	m	jalga
13	½	1	14	102	4	3	105	1,22	4	6,40	21
22	7/8	2	24	114	4½	3	117	1,53	5	6,71	22
				127	5	3	130	1,83	6	7,01	23
25	1	2	27	140	5½	3	143	2,14	7	7,32	24
32	1¼	2	34	152	6	4	156	2,44	8	7,62	25
38	1½	2	40	165	6½	4	169	2,74	9	7,92	26
				178	7	5	183	3,05	10	8,23	27
51	2	3	54	203	8	5	208	3,35	11	8,53	28
				229	9	5	234	3,96	13	9,14	30
63	2½	4	67	229	9	5	234	4,27	14	9,45	31
				254	10	5	259	4,57	15	9,75	32
				279	11	5	284	4,88	16	10,06	33
				299	12	5	310	5,18	17	10,36	34
76	3	5	81	279	11	5	284	5,49	18	10,67	35
				299	12	5	310	5,79	19		
				305	12	5	310	6,10	20		

Et paksemad laudad, eriti plangud, võetakse harilikult jämedate pakside keskmisest osast, s. o. südamest, siis on nad tarbepuiduna ka kõige väärtuslikumaks materjaliks (joon. 68).

Lõhandikud. Peale seniloeteldud tarbepuidusortide mitmesugusteks eri töödeks tulevad turule veel lõhandikud. Need on tervetest pakudest lõhastatud puidutükid mitmesuguses kujus ja mõõdus. Need lõhastatakse kirve ja kiilu või ka erilise lõhastamisemasina abil sirgekiulistest, hästi lõhastatavatest okas- ja lehtpuu tüvedest. Et lõhastamisel tüvi aetakse lõhki piki tüve, paralleelselt tema kiududega, siis jäävad kiud seejuures täiesti terveks ning vigastamata, mistõttu lõhandikel on hoopis suurem vastupidavus kui saetud materjalil, eriti paindele. Seepärast tarvitatakse lõhandikke eeskätt painutustööde jaoks, nagu sõela- ja sarjakered, rattapöiad, suusad, puitanumate vitsad, mitmesugused mööbli-osad jne.; samuti ka seal, kus nõutakse erilist vastupidavust paindele, nagu rattakodarad, spordiriistad, tõrrepõhjad jne. Ka muusikariistade-tööstuses eelistatakse lõhastatud puitu, sest see on parema resonantsiga kui saetud puit. Hea lõhastatavuse ehk halkuse tunnuseks kasvaval puul on oksavaba ning vähese koondega ja sirgete, püstitõhede koorega tüvi, pakul sirged kuivalõhed põiklõikes ja ka pinnal.



Joon. 68. Miltmes paksuses plankude ja laudade saagimine. Et plankude ja laudade servamisel puitu kokku hoida, saetakse paksemad plangud ja lauad paku keskelt.

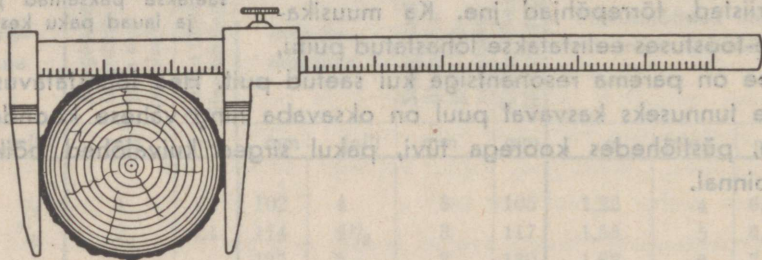




V peatükk.

Puitmaterjalide arvutamine.

Puitmaterjali arvutamisel tehakse vahet puitaine mahtu ja puiduvirna (-pinu) ruumimõõdu vahel. Esimest mõõdetakse tihumeetrites (kuupjalgades), teist nn. ruumimeetrites (kuupsüldades). Tihumeetri all mõistetakse seega ühte kuupmeetrit kasvutihedat puitainet, kuna ruumi-



Joon. 69. Silindrilise tüve mõõtmine superiga.

meeter tähendab puidupinu mahtu samuti kuupmeetrites, kuid ühes puidu-vahelise õhuruumiga. Tihumeetri ja ruumimeetri suhe oleneb ladumise tihe-dusest. Keskmises tiheduses laotud puidupinus sisaldab üks ruumimeeter 0,70 tihumeetrit puitainet; üks kuupsüld (virnamõõt) = 240 kuupjalga puidumassi.

Ummarpalkide massi arvutamine. Silindrilise, s. o. ühtlase jämedusega ümmarpuidu puhul palgi maht $M = P \cdot p$, kus $P =$ palgi otsa pindala ja $p =$ palgi pikkus.

Ummarpuidu puhul otsapind $P = \pi r^2$, kus $\pi = 3,14$, s. o. arv, mis näi-tab, mitu korda on ringjoon pikem kui selle ringi läbimõõt, ja „ r “ on puidu otsa raadius, s. o. pool läbimõõtu. Tegelikuses on kergemini mõõdetav puidu läbimõõt „ d “, mida tehakse superi abil (joon. 69). Sel juhul otsa-pind $P = \frac{\pi d^2}{4}$, kus samuti kui eelmiseski valemis $\pi = 3,14$.

Kui joon. 69 kujutatud paku läbimõõt $d = 30$ cm ja pikkus $p = 400$ cm, siis on maht

$$M = P \cdot p = \frac{\pi d^2}{4} \cdot p = \frac{3,14 \times 30^2}{4} \times 400 = 282\,600 \text{ cm}^3 \text{ ehk } 0,28\,260 \text{ m}^3.$$

Raadiusega $r = \frac{d}{2}$ arvutades saaksime sama puidu mahu järgnevalt:

$$M = P \cdot p = \pi r^2 p = 3,14 \times 15^2 \times 400 = 282\,600 \text{ cm}^3 = 0,28\,260 \text{ m}^3.$$

Saepakkude puitmassi arvutamine. Kuigi saepakk on vaid üks osa tüvest, pole ta siiski täiesti silindriline; ta ladvapoolne ots on tunduvalt peenem tüükapoolsest ja tema mahtu tuléks õieti arvutada tõmp-paraboloïdi mahu valemi järgi. Praktiliselt on aga lubatud mõneprotsendiline viga mahu arvutamisel ning seepärast mõõdetakse palgi diameeter ainult ühest kohast. Mida lühem on palk, seda väiksem on viga säärase kõrvalekaldumise läbi, mispärast liiga pikki palke ei võiks mõõta ainult ühest kohast. Tegelikult on aga vastavate uurimiste põhjal koostatud sellekohased palgi mahu tabelid, milliseid tarvitataksegi mahu arvutamisel praktilisteks otstarveteks (vt. XI ptk., tabel IV ja V).

Lääne-Euroopas mõõdetakse diameetrit täites sentimeetrites ja palgi keskkohalt, milleks sealt koor kõrvaldatakse. Meil mõõdetakse palkide jämedust metsas ladva otsa keskmise läbimõõdu kohast ilma kooreta ja täites sentimeetrites, laoplatesidel ristisuunaliselt kitsamast ja laiemast kohast, jagades saadud summa kahega, kusjuures kõik murrud kuni $\frac{1}{2}$ -ni jäetakse arvesse võtmata ja murrud üle $\frac{1}{2}$ loetakse järgmiseks täieks sentimeetriks.

Maksude arvutamine. Tervete tüvedena või metsana tarbepuitu muretsedes on tarvis juba ette arvutada, kui palju tuleb maksta sellest saadav tarbematerjal. Sellise eelarvutuse jaoks on tarvis teada: kõik kulud, mis on seotud puu või metsa ostmisega ja selle ümbertöötamisega vastavaks tarbepuiduks, s. o. laudadeks, ja sel viisil saadud kasutamiskõlbliku tarbepuidu hulk tihumeetrites.

Kasvava puu või metsa ostmise puhul oleksid järgmised kulutused (joon. 70): a) kasvava puu või metsa eest nõutav hind, b) mahasaagimise ja pakkudeks valmistamise kulud, c) pakkude veokulu kuni saeveskini, d) saagimise tasu, mis arvatakse harilikult tihumeetri eest, olenevalt saagide arvust; mida rohkem saage, s. o. mida rohkem laudu ühest pakust, seda suurem saagimise tasu; e) kõigiks loeteldud tehinguteks kulunud aja-, sõidu- ja muud kulud. Neid liites saame kõnesoleva materjali eest kulutatud kogusumma.

$$S = a + b + c + d + e.$$

Kui ümmarmaterjal jääb enne saagimist kauaks ajaks seisma, siis peale loeteldu tuleb arvestada veel selle koorimist, ladumist ja laokulusid, mis



Metsa hind.



Metsa ümbertöötamine.



Transport.



Saagimine.



Mitmesugused kulud.

Joon. 70. Kulud tarbepuidu saamisel.

tõuseb lõikekadu vastavalt 50% ja 30%-ni. Et aga ühest ja samast pakust harilikult lõigatakse laudu mitmesuguses paksuses, paksemaid tüve keskelt ja õhemaid koore poolt (joon. 68), siis võib siin servamata lauamaterjali valmistamisel arvestada keskmist lõikekadu, nimelt 25% ümmarmaterjali

on tarvilikud teha materjali rikkimineku vältimiseks. Sellised kulud tulevad juurde ka sel juhul, kui saetud materjal jääb kauaks saeveskisse seisma. Need suurendavad kulu kogusummat; seepärast neid tuleks võimalikult vältida sellega, et pakud veetagu metsast välja peale raiumist, samuti kui saematerjal toodagu oma lattu otsekohe peale saagimist.

Kasutamiskõlbliku tarbepuidu hulga arutamisel tuleb arvestada puidumassi kaotsiminekut ümmarmaterjali laudadeks saagimisel, nagu saepuru, tarbepuuks kõlbmatute pindade jne. näol, millist kaotust nimetatakse lõikekadudeks saagimisel. See lõikekadu on seda suurem, mida õhemateks laudadeks palk saetakse. Nii on see kadu 13 mm paksuste servamata laudade valmistamisel 30% paku kogumahust, 51-millimeetriste laudade valmistamisel 20%; niisama pakside, kuid servatud laudade valmistamise puhul

kogumahust. Seega löikekadu maha arvates jääb kasutamiskõlblikku tarbepuitu 75%, millist osa nimetatakse ümmarmaterjali kasutusmääraks. See kasutusmäär on alati murdarv, s. t. vähem kui 1, ja näitab, milline osa (haril. protsentides) ümmarpuidu kogumahust jääb tarbepuiduna kasutatavaks peale selle ümbertöötamist saeveskis. Kasutusmäär oleneb peasjalikult palgi või paku kujust ja jämedusest, aga ka lõigatava saematerjali kujust, nagu eespool mainitud (vt. XI peatükk, tabel VII). Okaspuidul on temale omase sirge ning korrapärase tüve tõttu kasutusmäär $k=0,75$ (75%), kuna lehtpuidul $k=0,65$ kuni $0,70$ (65 kuni 70%).

Saematerjali mahu arvutamine (vt. XI peatükk, tabel VI) toimub nõnda, et otsapind P korrutatakse pikkusega p , kus otsapind on paksuse a ja laiuse b korrutis või külje a korrutis külje b -ga:

$$P = a \cdot b.$$

Kui otsapind on ruudukujuline, külje pikkusega a , siis

$$P = a^2.$$

Kui näiteks prussi ühe külje laius $a=15$ cm, teise külje laius $b=20$ cm ja prussi pikkus $p=400$ cm, siis maht

$$M = P \cdot p = a \cdot b \cdot p = 15 \times 20 \times 400 = 120\,000 \text{ cm}^3 = 0,12 \text{ m}^3.$$

Toodud valemeid kasutades peetagu silmas, et kõik mõõted oleksid ühesugustes mõõtühikutes — kas sentimeetrites, millimeetrites, tollides vm.

Et aga saematerjalid (prussid, lauad, plangud jne.), peasjalikult okaspuumaterjalid, valmistati varemalt enamasti ühepikkused, siis arvutati neid sageli nende otsapinna järgi ruuttolliides (praegu kehtivatele meetrimõõtudele vastavalt ruutsentimeetrites), võttes aluseks laua normaalpikkuse, s. o. 21 jalga. Sel puhul arvutati ruuttolli hinnaga h . Pikemate või lühemate, näiteks n jala pikkuste laudade otsapind tuli selle pikkuse peale ümber arvata järgmiselt: $P \cdot n = \frac{a \cdot b}{21} \cdot n$ ruuttolli, kui laua paksus a ja laius b on mõõdetud tollides ja laua normaalpikkuseks on võetud 21 jalga.

Näiteid: 1) Laua paksus $a=1\frac{1}{2}$ tolli, laius $b=14$ tolli, pikkus $p=21$ jalga ja ruuttolli hind $h=0.50$ rbl. Selle laua hind H arvutatakse järgmiselt:

$$H = a \cdot b \cdot h = 1\frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 0.50 = \text{Rbl. } 10.50.$$

2) Laua paksus $a=\frac{3}{4}$ tolli, laius $b=9$ tolli, pikkus $n=18$ jalga ja ruuttolli hind $h=0.60$ rbl. Selle laua hind:

$$H = \frac{a \cdot b}{21} \cdot n \cdot h = \frac{\frac{3}{4} \cdot 9}{21} \cdot 18 \cdot 0.60 = \text{Rbl. } 3.47.$$

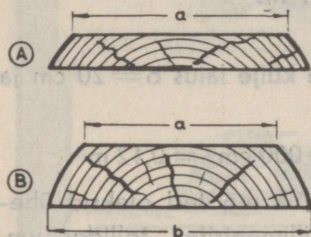
Tollise laua puhul paksus $a=1$ ja otsapind $P=a \cdot b=1 \cdot b$ = laua laius; pooltollisel $a=\frac{1}{2}$ ja $P=a \cdot b=\frac{1}{2} \cdot b$ = pool laiust; kolmveerand-

tollisel — kolmveerand laiust, tollisel ja veerandtollisel — viis veerandit laiust jne.

Suuremal arvul müüakse laudu standardide viisi. Standard on inglise mõõt ja sisaldab 165 kuupjalga = 4,6711 tihumeetrit puitu. Kolme-süllaseid (6,4 m pikad) 2 tolli (51 mm) paksusi ja 8 tolli (203 mm) laiusi laudu on ühes standardis 71.

Laudade mõõtmine. Mõõtmine iseenesest on lihtne toiming. Kes aga sellega tihedamini kokku puutub, see teab, kui palju siin juhtub ebatäpsusi ja vigu ka kõige hoosamal asjasse suhtumisel. Et neid vältida, toimetatagu mõõtmist rahulikult ja katkestamata ning tagajärjed märgitagu üles selgesti loetavalt ja kohe peale mõõtmist.

Kui mõõdetakse servatud laudu, millel on eri pikkus, eri laius ja sageli veel eri paksus, siis kõigepealt liigitatakse laud võrdse laiuse ja paksuse järgi eri hunnikutesse. Seejärel mõõdetakse iga laua pikkus eraldi ja arvatakse võrdse laiuse ja paksusega laudade pikkused kokku. Kui mõõtmisel saadakse näiteks 183 jooksvat meetrit tollipaksusi ja 5 tolli laiusi laudu ja kui nende laudade jooksva meetri hind teada, siis on kerge arutada kogu laudade hind.



Joon. 71. Servamata saematerjali mõõtmine. A — servamata laua laius mõõdetakse kitsamalt küljelt a. B — servamata plangu laiuse mõõtmiseks arvatakse kitsam ja laiem külj kokku ja jagatakse kahega, s. o. plangu laius

$$= \frac{a + b}{2}$$

Kui soovitakse teada, mitu normaalpikkusega kolmesüllast, s. o. 6,4 m pikkust lauda on 183 meetris, siis

$$183 : 6,4 = 28,6 \text{ lauda.}$$

Kui laudade paksus 1 toll ja laius 5 tolli, siis saadud laudade otsapinna arvutame ruutfollides või „tollides“ järgmiselt:

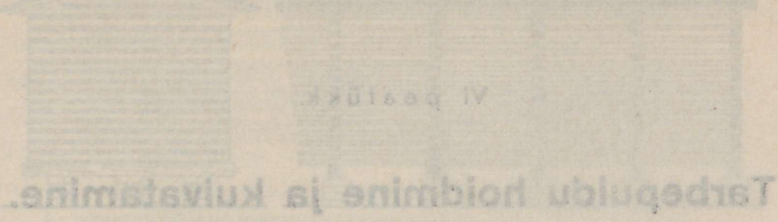
$$1 \times 5 \times 28,6 = 143 \text{ ruutfolli.}$$

Kui laudade tollihind teada, arvutame siit kergesti kogu laudade maksuse.

Servamata laudade mõõtmiseks on võetud tarvitusele alljärgnev ühtlane mõõtmisviis.

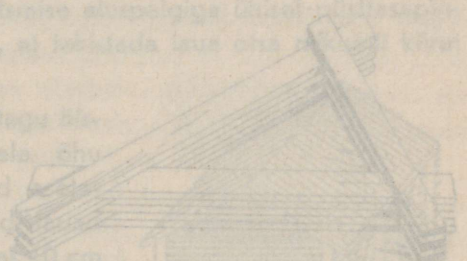
Kuni 25 mm paksuste servamata laudade laiust mõõdetakse laua keskpaigast pinna poole (pahem pool) kitsamalt kohalt kuni ümmarkandini, s. o. puhas saetud pind (joon. 71 A). Kui laud on väga muutuva laiusega, nagu see tihti juhtub äärmiste pinnapoolsete alama sordi laudade juures, siis mõõdetakse laiust mitmest kohast ja võetakse keskmine. Paksemate,

servamata laudade laiust mõõdetakse mõlemalt poolt (samuti saetud pinna laius) ja võetakse keskmine: $\frac{a+b}{2}$, s. o. arvatakse mõlemapoolsed laiused kokku ja jaotatakse kahega (joon. 71 B). Kõigi, nii paksuse, laiuse kui ka pikkuse mõõtmiste puhul, kui on tegemist toore lauaga, võetagu laua arvu- tamisel tarvitatavad mõõdud, kuna ta tegelik mõõt peab olema vastava ülemõõdu võrra suurem, mis on määratud kahanemiseks laua kuivamisel.



joon. 71 B. Kõigi, nii paksuse, laiuse kui ka pikkuse mõõtmiste puhul, kui on tegemist toore lauaga, võetagu laua arvu- tamisel tarvitatavad mõõdud, kuna ta tegelik mõõt peab olema vastava ülemõõdu võrra suurem, mis on määratud kahanemiseks laua kuivamisel.

joon. 71 B. Kõigi, nii paksuse, laiuse kui ka pikkuse mõõtmiste puhul, kui on tegemist toore lauaga, võetagu laua arvu- tamisel tarvitatavad mõõdud, kuna ta tegelik mõõt peab olema vastava ülemõõdu võrra suurem, mis on määratud kahanemiseks laua kuivamisel.



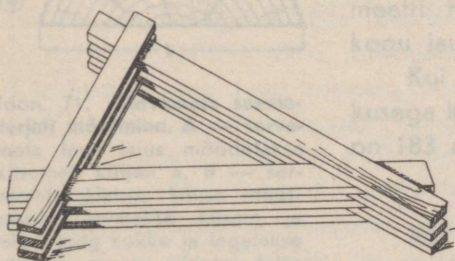
joon. 71 B. Kõigi, nii paksuse, laiuse kui ka pikkuse mõõtmiste puhul, kui on tegemist toore lauaga, võetagu laua arvu- tamisel tarvitatavad mõõdud, kuna ta tegelik mõõt peab olema vastava ülemõõdu võrra suurem, mis on määratud kahanemiseks laua kuivamisel.

VI peatükk.

Tarbepuidu hoidmine ja kuivatamine.

Tarbepuidu headus oleneb suurel määral puidu hoolikast ümbertöötamisest pärast maharaiumist, hoolikast laos hoidmisest ja korralikust kuivatamisest.

Pärast puu langetamist laasitagu tüvi okstest, järgutatagu soovitavas pikkuses saepalkideks, millised vastavalt olukorrale kooritakse kohe või jäetakse koorimata. Peale saepalkide ümbertöötamist laudadeks, prussideks, lõhandikkudeks jne. kuivatatagu materjal tõmbetuule käes virnades või asetatagu lattu kuivama.

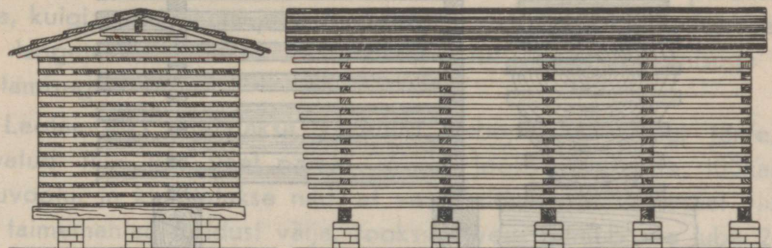


Joon. 72. Kolmnurk-ladu. Sääraselt asetatakse toored lauad kuivama ainult ajutiselt.

Laudade hoidmine ja kuivatamine. Toorest puitmaterjali, eriti laudu, ei või jätta kauaks maa peale lamama, vaid neile tuleb

leida seesugune panipaik, kus nad virna laotuna võiksid lahedasti kuivada. Kui laudu otsekohe pole võimalik korralikult virna laduda, siis asetatagu nad esialgselt kolmnurka üksteise peale (joon. 72). Kolmnurk-virna ei tohi laudu jätta kauaks, sest siin need kohad lauast, mis lamavad tiheidalt üksteise peal, ei saa õhuga kokku puutuda ja võivad pehastuma hakata. Seepärast asetatagu lauad esimesel võimalusel kas kuuri või selle puudumisel laotagu väljas riita või virna, kus neil oleks võimalik korralikult ja jõudsalt kuivada. Virna asukohaks valitagu kuiva maapinnaga kõrgem koht, et vihmavesi ei saaks pinu alla koguneda.

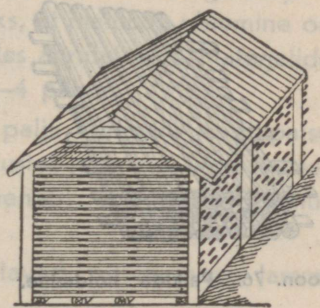
Virnaalune maapind puhastatagu prügist ja umbrohost ning tasandatagu enam-vähem vesiloodi. Seejärel rajatakse virna alus. Parimaks virna aluseks tuleb pidada kivist laotud poste, milledele toetuvad virna alustalad (joon. 73). Kivist postide abil võime virna tõsta 0,5—1,0 m kõrgusele maapinnast. Virna alustalad asetatagu vähemalt 1,5—2,0 m kaugusele



Joon. 73. Laudade riif ajutise kalusega. Laud asetsegu maapinnast vähemalt 0,5 m kõrgusel. Riida laius ei tohi ületada 1,8—2,00.

üksteisest nii, et talade pealmised pinnad asetseksid ühes vesiloodis tasapinnas. Vastasel korral vajuksid alustaladele laotud laud kaardu ja kõveraks ning virn võiks ümber vajuda. Laud laotagu pinu alustaladele nii, et nende ühed otsad asetseksid virna otsmise aluspalgiga ühisel püsttasapinnal (joon. 73). See on tarvilik selleks, et takistada laua otsa niukini kiiret kuivamist ning seefõttu lõhenemist.

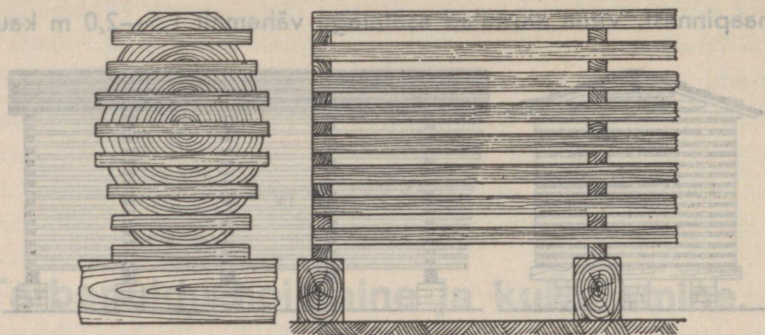
Laudade rõhtridade vahele asetatagu liistud, mislābi võimaldatakse laudadele õhu juurdepääsu igast küljest. Vaheliistud asetatagu kohastikku, sest muidu vajuksid laud kõveraks. Otsmine vaheliist olgu umbes 10 cm lai ja asetatagu lauaotsaga tasa või veidi üle otsa, mis takistab lauaotsa kiiret kuivamist ja hoiab seega ära lõhenemise. Lõhenemise ärahoidmiseks laotakse laud ka otsapidi vastu seina, kus õhu liikumine väiksem ja kuivamine seefõttu aeglasem. Samal põhjusel kaetakse kergesti pakatavate ning haruldasemate puitude otsapind harilikult lakiga, õlivärviga või kleebitakse paberiga üle.



Joon. 74. Laud püsivas kalusealuses.

Et laud pole kõik täpselt ühepikkused, siis nende teised otsad harilikult ei jää ühetasa (joon. 73). Laudade kaugus üksteisest jäetagu vähemalt 7 cm, et oleks kindlustatud küllaldane õhu juurdevool ka pinu keskel asetsevaile laudadele.

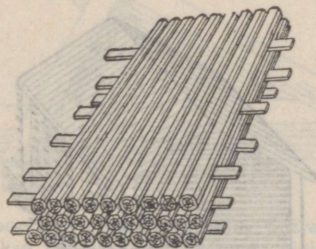
Virna laotud laudadele tehakse pindadest ajutine katus (joon. 73), nii et katuse alla jääks vähemalt 0,5 m kõrgune õhuruum. Parem on aga laud laduda selleks varem valmistehitadud katusealusesse (joon. 74). Üldi-



Joon. 75. Ühest tüvest saetud laudade hoidmine.

selt ei tohi riida laius ületada 1,8 m, kuna vastasel korral laud ei saa ühtlaselt tuulduda.

Õhemaid tammelaudu (kuni 25 mm paksud) võib laduda otsekohe katusealusesse riita, kuna paksemad laud ning plangud lastakse 3—4 kuud vabas õhus (kuiva ilmaga) seista ja alles siis riita laotakse. Seevastu tuleb aga kohe peale saagimist katuse alla riita laduda vahtra- ja pöögilaud; vastasel korral muutub nende loomulik värv.



Joon. 76. Palkide hoidmine.

Aeg-ajalt laotakse terve lauariit ümber: ülemised laud riida põhja ja ümberpöörduft. Seejuures asetatakse ka vaheliistud uutele kohtadele.

Mööblitööstuses, kus vajalik mööbliese-mete valmistamiseks ühtlase toimega materjal, laotakse igast saepakust väljasaetud puitmaterjal eri riitadesse joon. 75 näidatud viisil.

Okaspuit katuse all nn. õhukuivaks kuivatamiseks võtab aega kuni 2 aastat. Lehtpuidust lepp, kask, vaher ja haab vajavad selleks kuni 4 aastat. Kodumaa tamm, saar ja jalakas vajavad selleks kuni 10 aastat. Mööblitööstuses tuleb selline õhukuiv materjal enne töössevõtmist veel toas järele kuivatada. Selleks laome materjali hästi hõredalt kas sooja ahju vahele või asetame lae alla selleks ehitatud partele.

Selline järelkuivatus toas peab kestma vähemalt ühe nädala, ja alles siis võime materjali töösse võtta.

Ummarpuidu ja prusside kuivatamine toimub üldiselt samadel põhimõtetel kui laudade kuivatamine. Et õhk palkidele igast küljest juurde pääseks, asetatagu alumine palgirida risti allapandud prussidele. Iga rõhtsa palgirea vahele pandagu vähemalt tollised laud (joon. 76).

Taimemahlade kõrvaldamine. Taimemahlu on võimalik puidust kõrvaldada, kuigi puudulikult, juba tema kasvu ajal rõngaskoorimise teel. Pärast puu langetamist tehakse seda kahel viisil: vees leotamisega ja läbi-aaurutamisega.

Leotamiseks asetatakse kooritud tarbepakud kuhugi järve, selleks kaevatud tiiki või veel parem jõkke, jooksvasse vette, tükapoolega vastuvoolu, ja kinnitatakse nad, et vesi neid ära ei viiks. Sel viisil uhub vesi taimemahlad puidust välja. Jooksvas vees toimub see juba 2—3 kuu jooksul, kuna see seisvas vees (tiigis) aega nõuab 2—3 aastat. Leotamist toimetatakse vahel ka keevas vees.

Palju kiirem ning otstarbekam on mahlade kõrvaldamine puidu aurutamise teel. Selleks asetatakse puit õhukindlasse, manomeetriga (survemõõljaga) varustatud ruumi, kuhu juhatakse kuuma auru, kuni 0,1-at surveni.

Aur tungib puitu ning lahundab ja uhub taimemahlad välja. Mõne aja pärast avatakse väljalaskekraan, kust esialgu tuleb vesi ning hiljem pruun vedelik — lahunud mahlad. Mõne aja pärast hakkab nõrguma jälle puhas vesi (veeks jahtunud aur), mis on tunnuseks, et mahlade uhtumine on lõpul. See toimub 35—60 tunni jooksul, olenedes aurutatavate materjalide suuruselt. Suuremad palgid nõuavad selleks 3—4 päeva.

Aurutatud puit kuivab lõhenemata ning palju kiiremini ja ei paisu ega kõmmeldu nii kergesti pärastistel õhumuutustel ning on väga vastupidav mädanemisele. Seejuures muutub (tumeneb) aga puidu loomulik värv.

Aurutamisele tulevad eriti kergesti pakatavad puud, nagu tamm, pöök, jalakas jne.

Kunstlik puidu kuivatamine. Ehitusotstarbeks on kohane ja küllaldane õhukuiv puit (niiskus 15%). Kunstlikult kuivatatud puitu on vaja:

- 1) puidutööstuses (uksed, aknad, parkett),
- 2) mööblitööstuses,
- 3) tündritööstuses,
- 4) paaditööstuses.

Eriti hoolikalt tuleb kuivatada tamme ja saart. Tamme kuivatamine loomulikult teel kestaks 6—7 aastat. Siis alles võib teda mööblitööstuses

kasutada. Nii kauaaegne kuivatamine on aga majanduslikult ebaotstarbekohane. Ühe nädala jooksul võib vastava asjatundliku kunstkuivatamisega saavutada tamme puhul sama tulemuse, mis muidu oleks saavutatav alles 6—7 aasta pärast.

Kunstliku kuivatuse teel on võimalik puidu niiskust võrdlemisi lühikese aja jooksul kuni 6%-ni alla viia. Selleks lastakse suletud avadega kuivatisesse kõigepealt kuum ja niiske aur, mis puidu kuni säsini läbi kuumendab. Seeläbi langeb tunduvalt puidus oleva vee viskoossus (tõuseb voolavus). Kui peale auruga kuumendamist avada kuivatise tuulutavad ja kuivatisse juhtida kuiva õhku, tungib kuumaks aurutatud puidust vesi ühtlaselt puidupinnale, kust ta liikuva sooja ja kuiva õhu tõttu kiiresti ära aurab. Puidu seemuse kuivamine saab seetõttu kergesti sammu pidada pinnalähedaste kihtide kuivamisega. Selle tagajärjel toimub kuivamine ühtlasemalt ning vähemate sisepingetega.

Kui puit oleks auruga läbi kuumendamat, siis ei suudaks paku seemuses olev külm (ja seetõttu vähema voolavusega) vesi nii kiiresti pinnale tungida ja pinnakihtide kuivamisega sammu pidada. Selle tagajärjel tekiksid pinged ja puit praguneks.

Kunstlik kuivatamine toimub sellekohastes kuivatuskambrites, kuhu materjal viiakse vagonettidele laotult ja kus seda kuivatatakse auruga või ka ahjude abil ettesoojendatud õhuga.

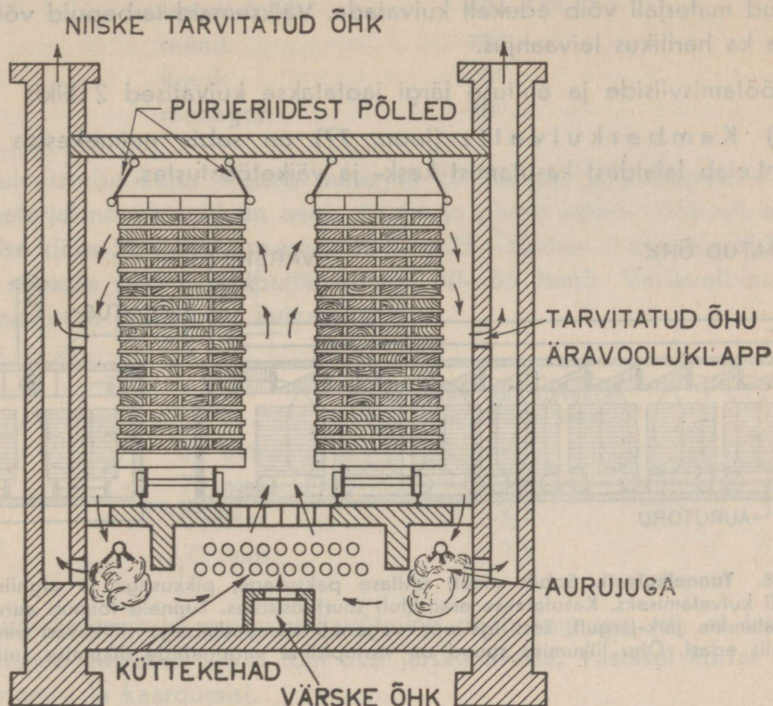
Õhu ettesoojendamise ruum asetseb kuivatuskambri põranda all, kus õhk kuni 50⁰-ni C ette soojendatakse ja siis ventilaatori abil kuivatatava saematerjali vahelt läbi imetakse. Kuiv õhk võtab endasse puidus leiduva niiskuse ja lahkub kuivatuskambri laes olevate korstnate kaudu. Et kuivatatava puidu pind kiire kuivamise tagajärjel ei lõheneks, kuumendatakse kuivatatavat puitu aeg-ajalt kuuma auruga. Kuivatuskambris valitseb 30⁰ C temperatuur.

Soojuse kokkuhoidmise otstarbel ehitatakse kuivatuskambri seinad hea soojapidavusega (soojapidavate täidiskihetidega, isoleerplaatidega jne.). Kambri kõrgus on tavaliselt kuni 2,50 m.

Välisõhust eraldamise mõttes jäetakse lae peale harilikult pööninguruum, mida võib kasutada ka puitmaterjali laoks. Kuivatuskambri ukсед olgu võimalikult väikesed ja tihedalt suletavad ning tuleõnnetuste ärahoidmiseks igast küljest raudplekiga kaetud.

Seesuguseid kuivatusmaju ehitatakse väga mitmesuguseid, kuid kõik nad töötavad samal lihtsal põhimõttel, ja nendes võib ära kuivatada täiesti toorest puitu mõne päeva jooksul.

Puidu kuivusastet kuivatusmajas määratakse mitmel viisil. Ühed otsustavad seda laastu järgi: on õhuke laast habras ja puruneb, siis loetakse seda puitu küllaldaselt kuivatatuks; on ta aga sitke ning painduv, siis on puit veel toorevõitu. Teised määravad seda lihvitud terasplaadiga, mis



Joon. 77. **Kamberkuivati.** Kui kuivatatav puit rullikutel lükatakse kuivatistesse, suletakse kõik äravooluklapid ja avatakse põranda all asetsevad auruventiilid. Kuum ja niiske aur kuumendab puidu kuni südameni. Peale auruga kuumendamist avatakse õhu äravoolu klappid ja põranda alt tõuseb küttekehast soe õhk kuivatistesse. Puidus olev kuum vesi tungib puidupinnale, kust ta liikuva sooja ja kuiva õhu tõttu kiiresti ära aurab. Kui puit oleks auruga läbi kuumendamata, siis ei suudaks paku seesmuses olev külm vesi nii kiiresti puidu pinnale tungida ja pinna kihtide kuivamisega sammu pidada. Selle tagajärjel tekiksid pinged ja puit praguneks.

lastakse aeg-ajalt kuivatuskambrisse: seni kui plaat seejuures higistab (veepisaratega kahtub), pole kuivamine veel lõpul.

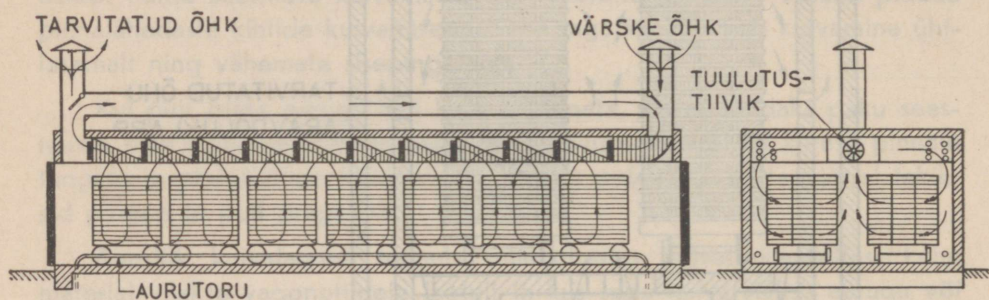
Kõige kindlam ning täpsem viis puidu kuivusastme määramiseks on tema kaalumine enne ja pärast kuivatamist. Selle jaoks on isesugused koormakaalu taolised kaalud. Kogu kuivatamise aja asetseb kuivatatava puidu koorem ühes vagonetiga kaalul ja nii on võimalik igal ajal mater-

jali kuivamise käiku jälgida, ilma et tarvitseks avada kuivatuskambrit. Sama eesmärk saavutatakse ka erilise proovi kuivamist kaaluga jälgides.

Väiksemate puutöötubade jaoks, kus enamasti õhukuiva materjali veel ainult järele kuivatatakse, on väiksemad kuivatusahjud, mida köetakse puidujätistega, hõõvlilaastudega kui ka saepuruga ja kus juba juurde- lõigatud materjali võib edukalt kuivatada. Väiksemaid tarbepuid võib kuivatada ka harilikus leivaahjus.

Töötamisviiside ja ehituse järgi jaotatakse kuivatised 2 liiki:

1) Kamberkuivatis (joon. 77) on sobiv mitmekesise puidu jaoks. Leiab laialdast kasutamist kesk- ja väiketööstustes.



Joon. 78. Tunnelkuivati. Sobib ainult ühtlase paksusega, pikkusega ja algniiskusega materjali kuivatamiseks. Kasutatakse eranditult suurtööstustes. Tunnelis toimub aurutamine ja kuivatamine järk-järgult, sest iga uue vagoneti sisseandmisega nihkuvad vagonetid tunnelis edasi. Õhu liikumise suund on vastupidine vagonettide liikumise suunale.

Kamber täidetakse puitmaterjaliga ja suletakse õhukindlalt. Köetakse ja aurutatakse, kuni puit läbi soojeneb. Auruga eelsoojendatud puit kuivatatakse välisõhu ringvooluga (loomulik tõmme on parim).

2) Tunnelkuivatis (joon. 78) kujutab enesest pikka roobasteega kuivatustunnelit. See on suure ja katkestamatu töövõimega. Sobib ainult ühtlase materjali jaoks (ühtlane paksus, pikkus, liik ja algniiskus). Kasutatakse eranditult suurtööstustes. Materjal saadetakse vagonettidel ühest tunneli otsast sisse. Tunnelis toimub aurutamine ja kuivatamine järk-järgult, sest iga uue vagoneti sisseandmisega nihkuvad vagonetid tunnelis edasi. Õhu liikumise suund on vastupidine vagonettide liikumise suunale.

Kuivatamise käik on järgmine: 1) auru sisselaskmine puidu niisutamiseks ja kuumendamiseks, mille juures temperatuur tõuseb kuni 90°C , 2) auruga niisutamine lõpetatakse ja kuivatamine kuuma õhuga algab.

Üldiselt ei tohi kunstliku kuivatamise puhul kuivatamise temperatuur tõusta üle 150⁰ C, sest siis algab puidu osaline lagunemine. Alalise temperatuuri ja muutliku niiskuse korral on kuivatustemperatuurid üldiselt:

Puidu liik	Temperatuur
tamm, lepp	60—65 ⁰
mänd	70 ⁰
kuusk	100 ⁰
mahagon	90 ⁰ .

Kuivatamise kiirus oleneb materjali kõvadusest ja paksusest. Paks ja tihe materjal nõuab rohkem aega, õhuke ja phme vähem. Üldiselt on kuivatamise kiirus 30% niiskuse pealt 10%-ni 25—30-mm okaspuitlaulal 20—40 tundi, niisama paksul lehtpuitlaulal aga 40—85 tundi. Vastavalt materjali paksenemisele pikenevad kuivatusajad.

Paksus	korda enam kuivatusaega kuni 25-mm laual
50 mm	× 2,1
75 mm	× 3,5
100 mm	× 5,2
125 mm	× 7,3

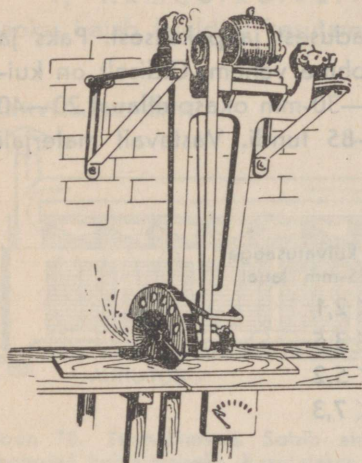
Kuivatuskambrist puidu väljavõtmine peab toimuma nii, et temperatuur alaneb aeglaselt — ei tohi uksi järsku avada. Vastasel korral ilmneb pragunemisi ja kaardumisi.

Tarbepuidu ladu. Tarbepuidu laoks nimetatakse panipaika, kuhu asetatakse töötamisele tuleva puitmaterjali tagavarad.

Igal puidutööstusel peab olema küllaldane tagavara vastavat puitmaterjali. Mida suurem tööstus, seda suuremaks kujuneb tema puitmaterjali ladu. Et puidutööstus oma puitmaterjali muretseb harilikult toorelt, s. o. kuivatamatult, siis peab tema materjaliladu, mis on ühtlasi ka kuivatamisruumiks, mahutama vähemalt 3-aastase puidutagavara, et tal oleks alati käepärast täiesti kuiva materjali, millega ta võib hõlpsasti töötarvitajaid rahuldada ja endale püsiva tellijaskonna võita. Et aga õhukuiv puit ei kõlba veel mööbli valmistamiseks, siis tuleb teda kunstlikult järele kuivatada. Et aga tänapäeva kuivatustehnika areng, nagu juba nägime, võimaldab puitu ka mööbli valmistamise otstarbeks kuivatada võrdlemisi lühikese ajaga (paari nädalaga), siis need tööstused, kus puidukuivatamis olemas, võivad oma tagavarasid vastavalt vähendada ja selle all seisva kapi-

tali muudeks otstarveteks vabastada. See ongi põhjus, miks iga puidutööstus peaks katsuma endale sisse seada väikese puidukuivatise. Vaatamata sellele kujuneb puitmaterjali ladu ikkagi kaunis suureks, sest see peab mahutama mitut liiki materjali ja mitmesugustes mõõtudes. Materjalide hoidmine ja korraldamine vajab kergesti kättesaadavuse mõttes palju hoolt ja muret, seda enam, et puitmaterjal on väga tundlik ilmastiku mõjudele ja kergesti rikundub ka mitmesugustest tõukudest ning putukatest. Kõigist neist käepärasustest ja ka ohtudest väljudes peab laoruum olema ruumikas ja puhas kõigist puidujäänustest (koore- ja saepuru

ning muust), milles võiks olla soodustatud igasuguste puidu kahjulikkude tõukude ning putukate pesitsemine, samuti ka niiskuse kogunemine. Laohoone seinad olgu varustatud luukidega, mida avades kogu ruumi kergesti ja hästi võiks tuulutada. Ka suletud olekus peab puiduruum olema hästi ventileeritud, s. o. hea õhuvahetusega. Selleks otstarbeks ehitatakse laukuuride seinad sageli kallakile asetatud laudadest, nii et iga laua vahelt õhk vabalt läbi pääseb.



Joon. 79. Pendelsaag tarbepuidu laoruumis.

Tarbepuidu juurdelõikamine ja väljaandmine laost. Puidutööstuse edu ja võistlusvõime seisukohalt toormaterjali ökonoomselt äratarvitamine on niisama tähtis kui selle hoolas valik puiduturult ja soodus

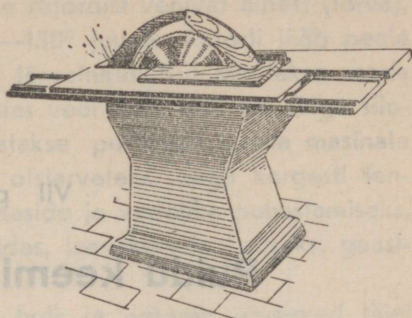
sisseostki. Tarbepuidu juurdelõikamisel ning ümbertöötamisel tuleb arvestada teatavaid lõikekadusid samuti kui ümmarpuidu laudadeks saagimisel. See kadu on seda suurem, mida okslikum, lõhelisem, kõveram jne. on materjal. Mingisuguseid kindlaid norme siin määrata pole võimalik, sest see oleneb täiel määral tarbepuidu kvaliteedist ja puiduliigist. Keskmiselt on see kadu okaspuulaudadel 20% ja lehtpuulaudadel 30%, tamme- laudadel isegi kuni 35%, sest et siin maltspuitriba kui alaväärtuslikum ja värvilt tublisti erinev (valge) laua küljest ära lõigatakse. Nii on mööblitööstuses valmisajana harva kasutatud üle 50% ümmarpuitu kogumahust, kui arvata, et saematerjalina kasutati 70% ümmarpuidust ja mööblina paremal juhul 70% saematerjalist (laudadest). Sageli on see kasutusaste veelgi madalam.

Osav mööblipuidu juurdelõikaja võib kokkuhoiu suunas palju ära teha materjali otstarbeka valiku ja ka jääkide kasutamisega mööbli teata-

vate osade jaoks. Seepärast olgu andjaks suurte kogemustega ning aga vähese praktikaga noortööline, või, mis veel halvem, õpilane. On otstarbekohane, kui tarbepuidu juurdelõikajaks ja väljaandjaks on sama tööline, kes seda materjali valis, sorteeris ja lattu paigutas, sest ainult tema teab kõige paremini puidutagavara seisukorda, liigitust ning kohta, kus asetseb üks või teine materjal.

Masinatena on juurdelõikajal kasutada laoruumi ülesseatud pen-delsaag (joon. 79) laudade tükeldamiseks ja servamissaag (joon. 80) nende servamiseks ning lõhkisaagimiseks.

juurdelõikajaks ja materjali välja- vilunud mööbelsepp, mitte kunagi



Joon. 80. Servamissaag tarbepuidu laoruumis.

VII peatükk.

Puidu keemiline töötlemine.

Sellest hoolimata, et puit on tähtsamaid ehitusmaterjale ja et tuhandete aastate vältel ta oli ka kõige tähtsam põletis, on metsadega üsna hooltult ümber käidud. Metsa kasutamine sündis ebaratsionaalselt, sest kasutamata jäid igasugused jäägid, nagu oksad, laastud, saepuru, kännud jne. Metsa kasutamisel saadi tooteid vaid $\frac{1}{10}$ väärtusega sellest, mis oleks võimalik olnud saada. Puitu saab täielikult ära kasutada ainult siis, kui abiks võtta keemiat.

Puidukeemia ajalooline areng. Öieti hakati puitu hindama sellest ajast, kui leiti, et puit on tähtsamaid keemilisi lähteaineid. Puidukeemia areng algas puidusöe tootmisel tekkiva äädikhappe tööstusliku kasutamisega, mille juures kõrvalproduktina saadi metüülalkoholi (puidupiiritust) ja atsetooni. Need kolm ainet on praegu keemiatööstuses väga suure tähtsusega ja moodustavad lähteaine rea teiste ainete valmistamisel. Kuiv destilleerimine on praegugi veel tähtsamaid puidu keemilise töötlemise viise. Siiski algab puidu ülemaailmne tähtsus toorainena alles sellest ajast, mil õpiti puidust valmistama tselluloosi. See oli aastal 1854, kui Watt ja Burgess Ameerikas said patendi oma talitusviisile tselluloosi valmistamiseks puidust. Selle viisi järgi keedeti peenestatud puit seebikivilahuses rõhu all suurtes rauast nõudes, mis vabastas tselluloosi muudest puidus leiduvatest ainetest. Sellest ajast peale ei möödunud peaaegu ühtegi kuudki, ilma et oleks välja mõeldud uusi menetlusi, konstrueeritud uusi masinaid ja ehitatud uusi vabrikuid. Märksa väiksema tähtsusega on hiljem leiutatud puidu ümbertöötamise viisid, nagu puidu hüdrolüüs ja kändude ekstrahimine lahustusainetega.

Puidu kuiv destilleerimine toimub erilistes kateldes — retortides. Retorid soojendatakse kuni 270° -ni. Umbes sellest temperatuurist alates ei vajata enam välispidist sooja, sest alanud keemiline protsess tekitab ise sooja ja reaktsioon selle tõttu jätkub iseenesest lõpuni. Toimuva keemilise

protsessi tagajärjel laguneb puit. Retordist 170⁰ juures väljub vesi, umbes 170⁰ ja 270⁰ vahel väljuvad vesised vedelad ained (nn. tõrvavesi) ja rohkesti gaase. Umbes 270—400⁰-ni saadakse retordist venivat ainet (tõrva). Harilikult lõpetatakse destilleerimine 400—430⁰ juures. Retorti jääb peale destilleerimist süsi, mis aga sisaldab veel tõrvaineid. Kui tahetakse saada puhast sütt, siis kuumutatakse seda eri riistas veel 700—800⁰-ni. Olgu siinkohal tähendatud, et nüüdsel ajal tarvitatakse puidusütt peale masinate kütmise veel mitmesugusteks muudekski otstarveteks, nagu kergesti lenduvate lahustusainete kinnipüüdmiseks, gaaside ja vedelike puhastamiseks, gaaside kinnipüüdmiseks gaasikaitsemaskides, laevakerede kaitseks, gaasimootorite põletiseks jne.

Puidu kuiva destilleerimise saaduste hulk ja iseloom olenevad täiel määral tarvitatud puidust ja destilleerimistemperatuurist. Lehtpuidu kuival destilleerimisel vastuvõtunõus kogutud destillaat (aetis) eraldub peale mõneajalist seismist kaheks kihiks, milledest pealmist nimetatakse tõrva-veeks, alumist tõrvaks. Okaspuidu aetis seevastu võib eralduda ka kolmeks kihiks, milledest pealmine on kerge õli, milles on tärpentini, keskel jällegi tõrvavesi ja all puidutõrv.

Tõrvavesi sisaldab tähtsamate ainetena äädikhapet, puidupiiritust, atsetooni ja vähemal määral veel väga mitmesuguseid aineid, nagu äädikhappe metüületrit, allüülalkoholi, atsetaldehyüdi, fenoole, püridiini, tõrvaineid, eriti fenoolisarnaseid ühendeid, nagu kreosoot jne.

Tõrvaveest toodetakse peamiselt kolme ainet: äädikhapet, metüülalkoholi ja atsetooni. Need on, nagu juba öeldud, keemiatööstuses väga suure tähtsusega. Lähtudes neist ainetest valmistatakse formaliini, äädikeetrit, kunstlikku indigot, ka muid värvaineid jne. Ka meie tuntud arstimite — aspiriini, fenatsetiini, antipüriini, samuti metall- ja tsapoonlakkide valmistamine ei oleks mõeldav ilma nende põhiaineteta. Alles butüülatsetaadi saamine puidust võimaldas nn. pritslakkide valmistamist ja sellega osalt moodsat autotki, mis tänapäev ilma säärase lakk-katteta ei oleks kujuteldav.

Väikestes tärpentini- ja tõrvatööstustes visatakse erandifult tõrvavesi ära, millega aga hävitatakse aastate jooksul suuri väärtusi.

Tõkati (kooretõrv) ja puidutõrv sisaldavad samuti suure hulga mitmesuguseid aineid, millest olgu nimetatud bensool, toluool, ksülool, naftaliin, fenool, kresool ja kreosoot. Tõkati ja puidutõrva töötlemisel piirdatakse harilikult destilleerimisega. Lehtpuidu destilleerimisel saadakse: 1) kerge tõrvaõli. See on helekollane vee peal ujuv õli, mis koosneb kergemaist süsivesinikest, mille hulka kuuluvad juba mainitud bensool, toluool jt. See kerge õli leiab rohket tarvitamist lahutusainena.

2) Teine destilleerimise saadus on raske tõrvaõli, mis on eelmisest paksem ja veest raskem. Seda tarvitatakse masinaõliks ja küttematerjaliks. Temast on ka võimalik eraldada kreosooti.

Okaspuidu destilleerimisel saadakse kergeõlina tärpentini (nn. kännutärpentini ja raskeõlina tõrva). Kahjuks ei ole meie parimateski tärpentiniõlides küllaldasel määral aineid (a-pineeni jt.), mis on väärtuslikeks lähteaineteks kunstliku kampri ja kunstliku kautšuki valmistamisel. Selle tõttu jääb meie tärpentiniõlile esialgu piiratud tarvitamisvõimalus lahustusainena, lakitööstuses jne. Õeldu kehtib nii puidu kuival destilleerimisel kui ka mõnel muul viisil meie okaspuidust või selle vaigust saadud tärpentiniõlide kohta

Jääk, mis peale tõrvaõlide destilleerimist üle jääb, on pigi, mida tarvitatakse laevade pigitamiseks, käsitöös, lakkide valmistamiseks jne.

Tselluloosi valmistamine. Põhimõtteliselt on tselluloosi valmistamine jäänud samasuguseks, kui see oli juba esimese patendivõtu ajal. Puit, mis sisaldab umbes 50—60% tselluloosi, 22—30% ligniini, puiduvaiku ja nn. puidukummit, tuleb tselluloosi saamiseks vabastada loeteldud kõrvalainetest. Selleks on tööstuslikult tarvilusel kolm menetlust. Kõige vanem neist on puitaine töötlemine naatriumleelise (seebikivi) abil. Puitu keedetakse rõhu all pikemat aega leelises, mis lahustab ligniini ja teised kõrvalained, vabastades puhta tselluloosi. Saadud tselluloosipudrust eraldatakse leelist sisaldav lahus, mis kuivaks aurutatakse, põletatakse ja lubja abil uuesti seebikiviks üle viiakse. Teise menetlusena esineb nn. sulfaat-menetlus. See on õieti sama eespool kirjeldatud valmistusviis parandatud ja täiendatud kujul. Siin tarvitatakse seebikivi asemel naatriumsulfiidi (Na_2S) ja -sulfaati (Na_2SO_4). Kolmas, nn. sulfit-menetlus, kasutab tselluloosi vabastamiseks kõrvalainetest kaltsiumsulfiti (CaSO_3) ja väävlishappe (H_2SO_3) lahust, nn. „sulfileelist“.

Tselluloosi valmistamiseks tarvitatakse meelsamini kuusepuitu, kuna männipuit on liiga vaigurikas ja lehtpuit liiga kallis. Sulfaatmenetluse puhul on kasutatav ka männipuit ja muud odavamad puiduliigid. See ongi peamiseks põhjuseks, miks meie uus tselluloosivabrik rajati sellele menetlusele. Praegu tehakse kogu maailmas katseid uute menetluste leidmiseks, püüdes tselluloosi valmistada külmal teel ja ilma rõhuta.

Tselluloosi valmistamisel saadavad kõrvalained. Sulfittselluloosi valmistamisel saadud jääkide ärakasutamine on väga tähtis probleem. Need jäägid sisaldavad mitmesuguseid suhkrutaolisi aineid, äädikhapet, parkhappeid, vaikusid jne., kuid nende ratsionaalne ärakasuta-

mine on praegugi veel lõplikult lahendamata ülesanne. Küll valmistatakse nendest lahustest piiritust, parkaineid naha parkimiseks, kleepimisvahendeid jt., kuid siiski ei ole suudetud nende täiusliku ära kasutamise küsimust lõplikult lahendada.

Sulfaattselluloosi valmistamisel saadavatest kõrvalainetest nimetatagu tärpentiiniõli ja vedelat vaiku. Vedela vaigu destilleerimisel saadakse nn. tallõli ja pigi. Viimast kasutatakse teede ehitusmaterjalina, trükimustana ja tärpentinilahuses nn. tallõli-värnitsana. Tallõli on väärtuslik kõrvalprodukt, kuigi ta halb lõhn ja tume värv, mida raske on täielikult kõrvaldada, tekivad tema tarvitamisel teatavaid raskusi. Seda vaiguainetest ja rasvahapetest koosnevat õli kasutatakse peamiselt seepide valmistamiseks koos teiste rasvadega.

Lõpuks võiks veel mainida, et tselluloosi leeliselahustest saadakse vaniliini, mis kunstliku maitseainena on hästi tuntud.

Tselluloosi kasutamise võimalusi on õige rohkesti. Tselluloosist valmistatakse teatavasti paberit ja lõhkeaineid. Nitrotselluloosist ja kampsist saadakse kõigile tuntud tselluloide. Tähtsamaid tselluloosisaadusi on aga kunstiidid, mille valmistamine on alles oma arengu alguses.

Kunstiidid. Põhimõtte puidust saadava kunstiidi valmistamisel on järgmine: tselluloos lahustatakse mõnes sobivas lahustusaines; see lahus pressitakse läbi väga peenikeste avade, mille läbimõõt on ainult mõned sajandikud millimeetrid, ja sel teel saadud peenikesed niidid viiakse siis vastavate keemiliste ainete abil mittelahustuvasse olekusse.

Kunstiidi valmistamisel tarvitatakse toormaterjaliks tselluloosi. Kunstiidil ei ole keemilises mõttes midagi ühist loomuliku ussisiidiga. Sellele vaatamata evib kunstiid niidi füüsilise saamise mõttes, samuti mitmesuguste väliste omaduste ja kasutamise poolest niipalju sarnasust loomuliku siidiga, et nimetus „kunstiid“ on täiesti põhjendatud. Oma tugeva läike poolest kunstiid isegi ületab tunduvalt loomuliku siidi, kuna ta vastupidavuses ja tugevuses ning seda iseäranis märjas või niiskes olekus loomulikust siidist taha jääb. Uute ja paremate valmistusviiside tarvituselevõtmisega ja praeguste viiside täiendamisega on seda kunstiidi puudumit ka tunduvalt parandatud. Kunstiidi toodang näitab pidevat tõusu, ületades mitmekordselt loomuliku siidi toodangu. Isegi maad, mis olid igivanad loomuliku siidi tootlejad, nagu Jaapan, on arendanud oma kunstiiditööstuse.

Kunstiiditööstuse ajalooline areng. Harva on mingis tööstuses saavutatud tagajärg esialgseid lootusi niivõrd ületanud kui siin, harva ka on tööstused saavutanud esimeste katsetamis- ja võitlusaastate järel niisuguseid hiilgavaid tagajärgi ja nii suurt kasu kui kunstiidi-

vabrikud, millede suur enamik ka praegu veel seisab kõrgel tasuvuse astmel.

Uuemate uurimiste kohaselt leidub kunstkiudainete valmistamise idee esimest korda ühes inglase Robert Hook'i töös aastast 1665, ilma et tal mingeid tegelikke katsetulemusi oleks kasutada olnud.

Alles aastal 1884, s. o. 200 aastat hiljem, leiutati esimene tööstuslikult rakendatav menetlus kunstiidi valmistamiseks. Leiutati nimelt tselluloosnitraatsiidi valmistamise viis, kus tselluloos nitraadilahusena (kolloodium) pressiti läbi väga peenikeste avade (düüside) ja kalgastanud kiud keriti lõngaks.

Aastal 1890 leiutati uus kunstiidi valmistamise viis, mille juures oli alglahuseks tselluloosi lahus vaseoksüüd ammoniaagis (vaseoksüüdi lahus ammoniaagis).

Peaaegu samal ajal (1891. a.) tuli eelmainitud menetlustele juurde veel kolmas võistleja, nn. viskoossiidi näol. Viskoossiid valmistati vesilahusest, mis saadi alkaalitselluloosi reageerimisel väävelsüsinikuga. Seda menetlust on pidevalt täiendatud ja arendatud kuni meie päevini.

Aastal 1911 hakati tootma veel nn. atsetaatsiidi.

Praegu valmistatakse suurtööstuslikus ulatuses kunstiidi kõigil neljal ülalnimetatud viisil, ja vastavalt valmistusviisile nimetatakse saadusi: tselluloosnitraatsiidiks (kolloodiumsiid), vaseoksüüd ammoniaaksiidiks, viskoossiidiks ja tselluloosatsetaatsiidiks. Vahe vaseoksüüd-ammoniaaksiidi ja viskoossiidi vahel on peaaesjalikult alglahuse erinevuses, kuna valmis kiud keemilise koosseisu poolest mõlemal juhul kujutavad enestest hüdratiseeritud tselluloosi. Tselluloosatsetaatsiidi puhul ja tselluloosnitraatsiidi puhul on aga teisiti: siin koosneb ka valmissiid muutumatutest tselluloosiestristest. Lähteainena leiab puuvillast saadav tselluloos kasutamist peaaesjalikult puuvilla jätiste näol või puittselluloosina. Valik, kumba lähteainet tarvitada, oleneb kunstiidi valmistamise viisist ja eriti valmistamise töökäigust. Nõnda tarvitatakse puittselluloosi peaaesjalikult viskoossiidi valmistamisel, kuna aga nitreerimisel, atsetüleerimisel ja vaseammoniaak-viisi puhul eelistatakse enamasti puuvilla. Aja jooksul on üksikute viiside järgi valmistatud kunstiidi koguste protsentuaalne vaherkord funduvalt muutunud.

Praegu toodetakse kõige rohkem viskoossiidi (rohkem kui 80%), kuna kolloodiumsiidi, vasesiidi ja atsetaatsiidi valmistus on jäänud tagaplaanile.

Kui võrrelda kunstiidi toodangut loomuliku siidi toodanguga, näeme, et alles 1922. a. oli esimene aasta, kus kunstiidi toodang ületas loomuliku siidi toodangu. Sellest peale on kunstiidi produktsiooni tõus püsinud ja praegu ületab ta loomuliku siidi toodangu mitmekordselt.

Peale esimest imperialistlikku maailmasõda on kunstiidi tööstuse toodang pidevalt kasvanud ja produktiooni andmed ületavad omaaegsete pioneeride ja uurijate kõige roosilisemad unistused. Ka tarvitamise mõttes on kunstiid ikka uusi ja uusi alasid vallutanud ja omaduste poolest läheb väga loomulikule siidile ning on kujunenud viimasele tugevaks võistlejaks.

Siiski, vaatamata kunstiiditoodangu suurusele, moodustab kunstiid ainult umbes 3% kogu tekstiilkiudainete hulgast. Siit selgub, millised suured arenemis- ja laienemisvõimalused seisavad kunstiiditööstusel veel ees.

Tselluloosvill on samuti valmistatud tselluloosist ja seega tema algaine on puit, eriti haavapuit. Kunstvilla saamiseks pressitakse ümbertöötatud vedel ja veniv tselluloosimass, nn. „ketruslahus“, läbi peente aukudega metallplaadi, millest välja venivad kunstvilla kiud. Et kunstvilla valmistamise menetlus on peaaegu sama kui kunstiidil, siis on kunstvill ka välimuselt kunstiidi sarnane. Tselluloosvilla on müügil väga paljudes sortides ja eri nimetuste all.

Tselluloosvill jätab puhta ja valgeks pleegitatud lambavilla mulje. Kiud on 4—10 cm pikkused ja lambavilla peensusega. Palja silmaga ei saa tselluloosvilla lambavillast eraldada, ta on ainult suurema läikega ja peensuselt väga ühtlaste kiududega.

Mikroskoobi all on aga igasugust kunstvilla lambavillast väga kerge eraldada. Tselluloosvill, nagu iga teinegi kunstvill, ei oma soomuseksi, nagu lambavill. Villa soomusekesed on aga need, mis annavad lambavillale erilise omaduse — koheduse, mis võimaldab kergesti pehmet ja lõtva lõnga kedrata. Tehnika on viimasel ajal niivõrd edenenud, et tselluloosvillal on püütud isegi neid loomulikke villasoomuseid järele aimata. Selleks on lõngakiud korgitõmbaja taoliselt keerdu aetud, millega on saavutatud umbes neid omadusi, mida annavad lambavillale soomusekesed. Tselluloosvilla tugevus ületab kuivalt isegi lambavilla tugevuse. Märjalt venib kunstvill rohkem kui vill ja katkeb kergesti, eriti nõrgestab tselluloosvilla higi. Üldiselt tarvitatakse tselluloosvilla segatult lambavillaga.

Kunstvill annab värvida niisama hästi kui lambavill, kuigi teda tuleb värvida eraldi ja erivärvidega.

Paber saadakse vees hõljuvaist jahvatatud kiududest võrgul vildistamise ja sellele järgneva pressimise ning kuivatamise teel. Kiududele lisatakse harilikult liimi, täiteaineseid ja värvi. Läänud sajandi alguseni valmistati paberit kaltsudest.

Trükkimise, eriti ajakirjanduse tõhus areng põhjustas suurt nõudmist paberi järele, mida kaltsude tagavarad ei suutnud katta. Nii tekkis mõte

kaltse asendada teiste kiudainetega, ja tähelepanu pöörati nende suurimale tagavarale — puidule. Esimese aseainena leiutati puitpapp — mehaaniliselt kiududeks jahvatatud puit; see osutus väga odavaks materjaliks, kuid ei suutnud kaltse täiesti asendada, sest ebaelastsed puitunud kiud ei anna küllalt tugevat paberit. Puitpappi võib seetõttu tarvitada ainult lisa- ehk täiteainesena (praegune ajalehepaber sisaldab teda üle 70%). Tugeva koe saamiseks oli vaja puidu kiud elastseks muuta, ja see õnnestus tselluloosi valmistamise viiside leiutamiseega.

Paberi toorainese valmistamine seisneb tselluloosikiudude paljastamises ligniini kõrvaldamise teel. Viimast ei kõrvaldata täielikult, sest sellega käib käsikäes kiudude tugevuse vähenemine ja tselluloosi osaline lagunemine. Ainult eriotstarveteks, näit. pleegitud paberite või kunstiidi tooraineseks, valmistatakse õige väikese ligniinisaldavusega tselluloosi, mis on eriti pehme, valge ja vastupidav valguse mõjule. Puitpapi lisandusega paberite jaoks vajatakse aga tugevate kiududega tselluloosi, mis pärast ligniini täielik kõrvaldamine oleks mõttetu, sest puitpapp sisaldab niikuinii palju ligniini.

Ligniini kõrvaldatakse eriliste lahuste abil, keetes puitlaaste kinnistes kateldes rõhu all. Nn. sulfaat-menetlusel valmistatakse keetmise lahus naatriumsulfaadist ehk Glaubrisoolast. Sulfaattselluloosi tooraineseks on harilikult männipuit, kuid sama eduga võib tarvitada kuuske. Valget tselluloosi valmistatakse sel viisil harvemini kui sulfit-menetluse järgi; rohkem valmistatakse sel viisil pooltoorest, pruunivärvilist, kuid väga tugevat kaupana. tugevpaberi jaoks; selle valmistamiseks tarvitatakse tihti suurte metsatööstuste jäänuseid (eriti Rootsis). Sulfit-menetluse järgi kasutatakse ligniini lahustajana väävlishapet, tööstusetooraineseks (samuti kui puitpapi valmistamisel) vaiguvaest okaspuitu, eriti kuuske. Lehtpuupuitu (haava, lõunamaadel papli) tarvitatakse ainult okaspuidu puudumisel, sest nende kiud on viimaste omadest umbes kolm korda lühemad, mille tõttu nendest ei saa küllalt tugevat paberit.

Valge paberi valmistamiseks peab puit olema piinlikult puhas. Meie oludes kooritakse puit harilikult juba metsas, kuid propsi pealmine kiht muutub seismisel tumedaks ja see eemaldatakse käsitsi või koorimis- masinatega.

Paremate paberisortide valmistamiseks pleegitatakse tselluloosi kloorlubjaga (harvem kloorveega). Pleegitamisel ligniin osalt hapendub, osalt liitub klooriga ja moodustab lahustuvad ühendid, mis veega välja pestakse. Kloori kalliduse tõttu pleegitatakse ainult pehmeid (vähese ligniinisaldavusega) tselluloosisorte. Pleegitamist tuleb sooritada väga ettevaatlikult, et tselluloos üleliigse kloori mõjul ei laguneks.

Enne paberipooa valmistamist tuleb mitmesugused kiulised pooltoorained üksteisega soovitavas vahekorras segada, neile lisada täiteaineseid, värvi ja liimi; enne segamist tuleb kiudaineid jahvatada.

Kuigi kiudainete jahvatamist teostatakse edukalt juba sajandeid, ei ole veel lõplikult selgitatud seejuures toimuvad protsessid.

Et saada pehmemat, siledamat, mitteläbipaistvat ja trükkimisvärvi hästi imavat paberit, lisatakse segule täiteaineseid — peenelt jahvatatud mineraalaineid — peamiselt kaoliini (portselansavi), ka kipsi, barüüti, talki ja kriiti. Need lisandid peavad olema väga puhtad, valged ja peeneeralised (liiv ja jämedamad terakesed tekitavad mulgukesi). Nende täiteainete lisamine teeb ka paberi valgemaks, kuid vähendab tema tugevust.

Värvust antakse paberile aniliinvärvainete lahustega. Valgetelegi paberisortidele lisatakse värvi (harilikult sinist), sest kiudainetel üksi on kollakas värvus. Värv- ja täiteainete lisamine tselluloosile, samuti tselluloosi segamine muude kiudainetega, toimub tavaliselt ja h v a t a m i s m a s i n a t e s.

Vee- ning findikindlate paberite valmistamiseks liimitakse jahvatatud tselluloos kampoli ja seebikivi vesilahusega. Eriti tugevasti liimitakse kirjutuspabereid, sest tint ei tohi neist läbi tungida ega neil laiali voolata.

Sileduse saavutamiseks lastakse paber kalandrist läbi. See koosneb mitmest malm- ja papp-silindrist, mille laagrid on püstsuunas liikuvad, nii et ülemised silindrid suruvad oma raskusega alumistele. Üks alumisi silindreid on ühendatud mootoriga; teised pöörlevad hõõrdejõul ja mõjuvad nagu triikraud nende vahel kiirusega kuni 300 m/min. libisevale paberile.

Mõned paberisordid töödeldakse veel üle, näit. kaetakse vahaga või mõjutatakse väävelhappega (asepärgamendi saamiseks).

Peale trüki- ja kirjutuspaberiks kasutamise on paber praegusel ajal ka tähtis ehitusmaterjal. Ta tuleb tarvitusele pappidena, tapetitena või lihtsalt ehituspaberina põrandates ja mitmekihilistes seintes. Paberi ülesanne on siin õhuvoolu takistamine ja seinte soojapidavuse tõstmiseks õhkvahede moodustamine. Paberi õhukindlust ja vastupidavust tõstab immutamine sellekohase ainega, nagu seda on tõrv.

Ligniini kasutamisest. Väljapestud ligniin heidetakse meie tselluloositehastes koos pesuveega reotorustikku. See aine nõuab veel palju uurimist, et täpselt teada saada tema seesmist ehitust ja omadusi ning ühes sellega võimalusi leida selle paremaks kasutamiseks.

Ligniinihuseid võib nideainena kasutada purulise kütteaine briketimisel, teetolmu nidumiseks, liivast metalli-valuvormide tegemisel, liimide valmistamisel jne. Siiski on tema kasutamisevõimalused neil aladel võrdlemisi piiratud.

Muudest ligniiniga koos väljapestavatest ainetest võiks mainida suhkrut. Seda saab kasutada eriliste seente abil, mis suhkrul alkoholiks ja pärmiks muudavad.

Neid kasutamisevõimalusi aga pole kerge rakendada, sest nad kõik vajavad veel põhjalikke uurimisi ja kaalumisi. Seni aga voolab meil iga päev üle saja tonni ligniini tselluloositööstuste reoveega välja, saastates jõgesid ja randu.

Hüdrolüüs. Puit, eriti selle mehaanilise ümbertöötamise jäägid, nagu saepuru, laastud jt., keedetakse rõhu all lahjendatud hapetega. Nagu juba öeldud, on puidus ligi 22 kuni 30% ligniini; ülejäänud osa laseb ennast hapete mõjul üle viia suhkruks. Sel teel saadakse umbes 4%-lisi suhkrulahuseid, millest käärimise teel valmistatakse piiritust või kasvatatakse pärm, mida kasutatakse väärtusliku jõusöödana loomadele. Ka valmistatakse suhkrulahusest puhast viinamarjasuhkrut.

Juba esimese imperialistliku maailmasõja ajal kasutati puidu suhkrustamist süsivesikute ja alkoholi valmistamiseks. Menetlus aga oli niivõrd ebatulus, et valmistamisest loobuti otsekohe pärast rahu sõlmimist. Uusim ajal on puidu suhkrustamise menetlust säärasel määral parandatud, et puidusuhkru toodang on tõusnud mitmekordseks.

Reaktsioonianum täidetakse saepuru, hõvli-laastude või peenendatud puiduga. Puit keedetakse läbi ja töödeldakse teda lahjendatud happega ning tõstetakse reaktsiooni temperatuur vähehaaval kuni 190⁰ C. Selle menetluse kasutamisel on tarvitatud happe hulk niivõrd väike, et selle võib kõhklemata lasta kaotsi minna. Reaktsioonianumast väljalastav vedelik vabastatakse rõhu alt, jahutatakse, hape neutraliseeritakse kriidi ja kustutatud lubjaga ja seejuures tekkiv kips kõrvaldatakse filterpresside abil.

Saadud suhkrulahus kääratakse alkoholiks või kasutatakse lämmastikku ja fosforit sisaldavate toitesoolade juurdelisamisel pärm kasvatamiseks. Mitmesugused pärmid paljunevad säärases suhkrulahuses nii kiiresti, et alkoholine käärimine vaevalt jõuab toimuda. Saadud pärm on loomaseot, mis sisaldab kõrgeväärtuslikku valku, on vitamiinirikas ning hästi seeditav. Need omadused on eriti tähtsad noorkarjale.

Igal aastal lähevad metsamaterjali ümbertöötamisel metsades ja tehastes suured hulgad puitu kaotsi, lastakse kändudel metsas kõduneda ja põletatakse puitu kütteks. Seega saadakse kätte ainult osa neist väärtusist, mida puidu keemiline töötlemine meile suudaks anda. Muidugi on palju lihtsam aastast aastasse kaotaminevaid väärtusi tähele panemata jätta, kuid

see on rahvamajanduse raiskamine. Puidu ümbertöötamisel mööbiks saame kaupu 15-kordses väärtuses toormaterjali algväärtusest, trükipaberina 18-kordses, kirjutuspaberina 32-kordses ja vineerina 28-kordses väärtuses. Kunstsiidiks töötlemisel saaksime aga puidu ümber töötada saaduseks, mille väärtus on 1000 korda suurem algaine omast. Nii on puidu keemilisel töötlemisel kaudselt teostunud vanade alkeemikute unelm, kes tahtsid alaväärtuslikust aimest keemilisel teel kulda valmistada.

Puidu väätistamine

Väätistamine on puidu keemiline töötlemine, mille eesmärk on puidu omaduste muutmiseks. Väätistamine toimub kõrge temperatuuril ja kõrge rõhul. Väätistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks. Väätistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks. Väätistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks.

Väätistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks. Väätistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks. Väätistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks.

Väätistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks. Väätistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks. Väätistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks.

Vineeri valmistamine

Vineeri valmistamine on puidu keemiline töötlemine, mille eesmärk on puidu omaduste muutmiseks. Vineeri valmistamine toimub kõrge temperatuuril ja kõrge rõhul. Vineeri valmistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks.

Vineeri valmistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks. Vineeri valmistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks. Vineeri valmistamine toimub puidu keemilise lagunemise tulemusel, mille käigus puidu keemilised ühendid lagunevad lihtsateks ühenditeks.

VIII peatükk.

Puidu vääristamine.

Vaatamata puidu kõigile häile omadusile on tal siiski rida puudusi, nagu nõrk löiketugevus, tundlikkus vee vastu, mitteühtlane siseehitus jne., mis tema tarvitamist suuresti piiravad. Tülikaim puidu halbadest omadustest on kahtlemata puidu kokkukuivamine ja paisumine niiskuse mõjul, eriti aga seesuguse paisumise ebaühtlus. Nagu juba eespool nägime, on paisumine piki kiudu suuresti erinev paisumisest risti kiudu. Viimane on omakorda erinev tüve radiaal- ja tangentsiaalsuunas. Need puidu omadused tingivadki asjaolu, et laudadest kokkuliimitud suuremapinnalised esemed ei püsi õhuolustiku (temperatuuri, niiskuse) muutudes tasapinnalistena.

Teiseks suureks puidu puuduseks on tema väga erinevad mehaanilised omadused (tõmbetugevus, surutugevus jne.) piki ja risti kiudu.

Aja jooksul on püütud puidu puudusi igasuguste abinõudega parandada, vähemalt leevendada, ja sel teel puitu vääristada ning seega tema kasutamiskõlblikkust tõsta.

Kõige enam levinud vääristatud puit on kahtlemata vineerplaat ja mitmesugused plokkplaadid. Nende juures on paisumine ja ebaühtlane tõmbetugevus kahes suunas väga suurel määral leevendatud.

Vineeri valmistamine.

Vineeriks nimetatakse õhukest puidulehte, mis on saadud puitpaku lõikamise teel suure hoovliterataolise terariistaga.

Tarvitatav puit. Vineeri võib lõigata peaaegu kõigist puiduliikidest. Praktiliselt kasutatakse vineerplaatide valmistamiseks meil peamiselt kaske ja leppa. Mänd, saar jne. leiavad kasutamist ainult eriotstarveteks. Lõuna-Euroopas, kus puuduvad kasemetsad, tarvitatakse selleks väga palju pööki.

Parim plaat saadakse kasevineerist, kuna kasepuut on pika kiuga ja suure tõmbetugevusega. Ka laseb ta end hästi liimida. Samuti annab pöök korraliku vineeri, kuigi ta halvemuseks on suur tangentsiaalne paisumine.

Pakkude tehnilised tingimused. Vineerpuiduks valitud tüvede langeamise aeg algab sügisel septembri lõpul ja kestab kuni kevadeni, mahla tulekuni. Maharaiatud ja okstest laasitud kasepakud peavad vastama järgmistele tingimustele: pakud peavad olema täies koore: terved, sirged, ilma kasvuvigadeta ja oksteta. Lubatud on üksikud terved oksad, mitte jämedamad kui 5 sentimeetrit, vähene ühepoolne kõverus ja pakkude otste keskkohas olev kõva punane süda teatud suuruses.

Pakkude konservimine. Et metsamaterjaliga varustamine on hooajaline, vineerilõikus aga pidev, tuleb hooajal pakkude aastatarvidus kokku osta ja kuni vineeriks lõikamiseni mädanemise ja seente eest kaitsta.

Selleks kasutatakse leotustiike, kuhu pakud uputatakse ja kus nad vee all olles aastate kaupa tarvitamiskõlvulistena püsivad.

Kogemused näitavad siiski, et nn. „leotatud pakust“ lõigatud vineerid on veidi rabedamad ja mitte nii hästi lihvitavad kui värskest puidust saadud vineer.

Vineeripakkude ettevalmistamine. Laoplatssidelt või tiikidest vabrikusse veetud pakud lähevad kõigepealt järkumisele: pakud lõigatakse suurte sõõrsaagide abil vineerplaatide standardpikkustele vastavaiks nottideks.

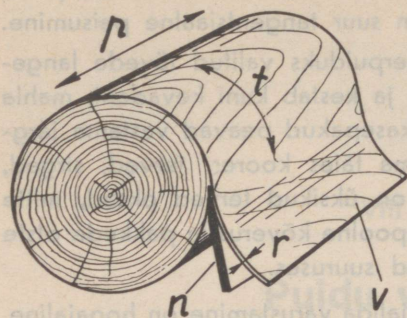
Edasi oleneb tootmisprotsessi käik puiduliigist. Osa puiduliike (mänd, tamm, saar jne.) ei lase endid külmas olekus hästi vineeriks lõigata. Et säärast puitu pehmemaks ja elastsemaks muuta, tuleb pakke enne vineeriks lõikamist soojendada.

Nottide keetmine. Nottide soojendamine sünnib nn. keetmise teel. Pakud asetatakse selleks ehitatud betoonist või raudplekist kaevudesse, kus neile kuum vesi peale juhitakse. Vee temperatuur hoitakse 60—70° C kuuma aurujoa abil. Seega mingisugust keemist sõna tõsisel mõttes ei teki.

Teine, tehnoloogiliselt eelistatavam viis on vee soojendamine torudest küttepatareide abil, milles voolab aur või kuum vesi. Sel kombel soojeneb puit ühtlasemalt kui eespool kirjeldatud kaevudes, kus võib tekkida otsene kontakt puidu ja kuuma auru vahel. Keetmise aeg oleneb puidust ja kõigub 10—30 tunni vahel.

Talvel külmanud kasenottide soojendamiseks enne vineerilõikust kasutab meie kodumaa vineeritööstus nn. „kuuma vihma“ menetlust. Pärast saagimist raamvagonetidele laotud pakud paigutatakse erilisse ruumi kuuma vee sõelade alla kuni ülessulamiseni ja viiakse sealt otse vineeri-

pinkide juurde. Selle menetluse suur paremus on see, et mitmekordsed pakkude ümberfõstmised ja vagonetidesse laadimised jäävad ära.

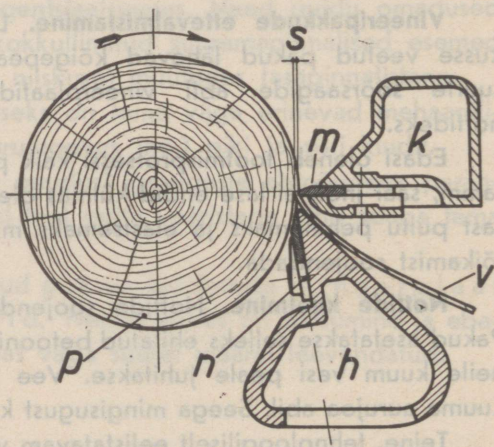


Joon. 81. Ringkoorimise põhimõte. p — pikisuund ehk piki kiudu, t — tangentsiaalsuund, r — radiaalsuund, n — nuga, v — vineer.

90% kogu lõigatavast vineerist toimub koorimise teel, siis peatume pikemalt sellel menetlusel.

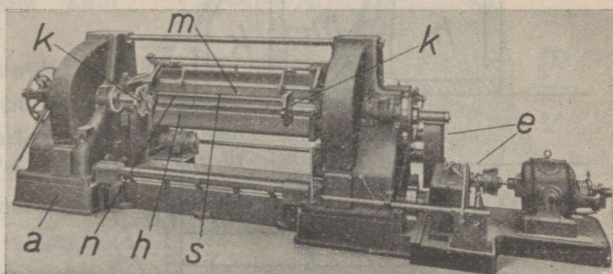
Ringkoorimise ehk freimise menetlus (joon. 81). Koorrest puhastatud noft kinnitatakse vineeripinki kahe tugeva käpa (joon. 83-k) vahele, umbes nagu freitav ese freipinki. Käppade kaudu antakse nofile tiirlev liikumine ümber oma pikitelje. Seepeale surutakse vastu noffi lõikenuga n , mille lõikeserv on paralleelne paku teljega (joon. 82 ja 83).

Et vineer tuleks alati täpses paksuses ja ilma pragudega, selleks surutakse puit enne tera alla sattumist suruliistuga m veidi kokku. Suruliistu ja tera vaheline pilu reguleeritakse umbes kolmveerandile soovitud vineeri paksusest. Nüüd kinnitatakse suruliist tera suhtes ja antakse kogu plokiile ühtlane ettenihe tiirleva paku telje suunas. Lõigatav vineer liigub laia kangana masinast välja.



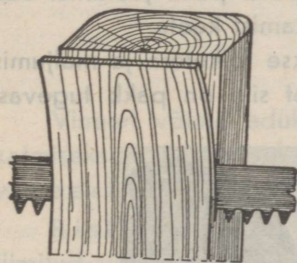
Joon. 82. Vineeri lõikamine ringkoorimise menetluse järgi. Nuga n ühes suruliistuga m surutakse vastu noffi p , mis tiirleb ümber pikitelje. Joonisel tähendavad: s — pilu noa ja suruliistu vahel, k — suruliistu hoidja, h — noahoidja, v — vineer.

Vineeri paksuse määrab loomulikult tera- ja suruliistu ettenihke kiirus: mida kiiremini läheneb tera paku teljele, seda paksem tuleb vineer, ja vastupidi. Moodsate vineeripinkide abil on võimalik valmistada 400—800 eri paksuses vineeri 0,1 ja 10 mm vahel, vastavalt hammasrataste kombinatsioone valides. Parim lõikamiskiirus (s. o. masinast väljuva vineerikanga kiirus) oleneb lõigatavast puidust, kõikides 0,6—1,5 m/sek. vahel. Uuemal masinail on olemas seadised, mis hoiavad lõikamiskiiruse püsivana igasuguse paku läbimõõdu juures ja samuti automaatselt valivad sobiva lõikenurga.

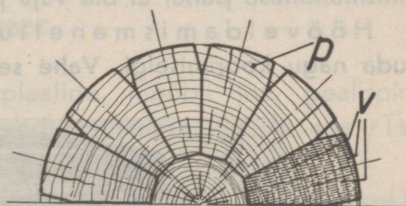


Joon. 83. Moodsad ringkoorimispink. k — käpad noti tiirlema panemiseks, n — nuga, m — suruliist, h — noahoidja, s — pilu, a — masinaalus, e — käigukast.

Joonis 83 kujutab moodsat ringkoorimispinki. Nagu näha, on masin konstrueeritud vägagi raskena, mis on tingimata tarvilik, kui soovitakse saada korralikku vineeri. Igasugused võimalikud deformatsioonid ja värisdamised masinas mõjuksid lõigatava vineeri headusele halvasti. Selliseid



Joon. 84. Saagimisenetlusel saadav vineer.



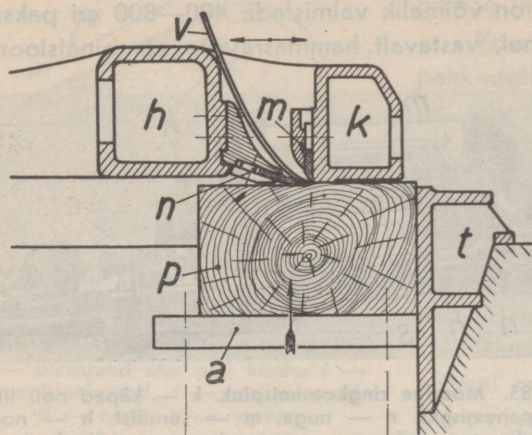
Joon. 85. Paku saagimine nottideks radiaal- (peegel-) vineeri saamiseks, p — nott, v — vineer.

masinaid ehitatakse mitmesuguses suuruses, suurimad neist lõikavad notte, millede pikkus on kuni 4,5 m ja läbimõõt 2 m.

Masinast tulev vineerikangas läheb vineerikäärde vahele, kus ta sobivaks pikkuseks lõigatakse ja sorditakse. Sellele järgneb vineeri kuivatamine.

Saagimis- ja hõõveldamisenetlused. Kooritud vineeri puuduseks on tema liiga jämedajooneline süüe, mis tuleb sellest, et koorimisel lõigatakse peaaegu aastaringide suunas. Seega sobib kooritud vineer ainult lihtsate

plaatide valmistamiseks, mitte aga välispindade katmiseks. Vääriskatust katevineerid valmistatakse seepärast teisel teel.

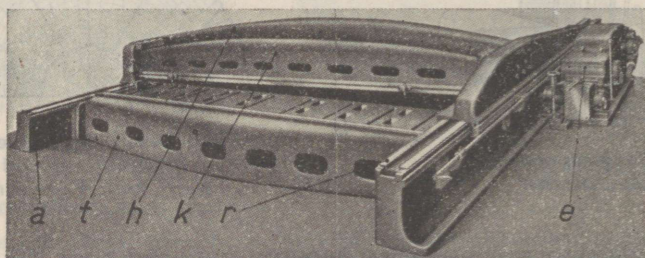


Joon. 86. Vineeri-höövvelmasina printsip. nuga — n ja suruliist m liiguvad höövliina üle noti p, mis iga laastu järel alusleua a poolt tõstetuna kerkib ühe vineeripaksuse võrra. h — noahoidja, k — suruliistu hoidja, t — tugiraam, v — vineer.

Esimeseks viisiks on siin saagimine (joon. 84). Paku küljest saetakse vineer kas erilise sõõrsaega või erilisel saekaatril. Väikseim vineeri paksus on siinjuures 0,8—1 mm. On selge, et siin on paku ärakasutamine äärmiselt väike, sest sae paksus on vähemalt 1,3 mm. Seega saab pakust rohkem saepuru kui vineeri. Siiski kasutatakse seda menetlust, sest see võimaldab saada eriti hinnatud radiaallõikes vineere (nn. peegelvineere).

Joonis 85 näitab, kuidas selleks otstarbeks peab paku jaotama. Saagimismenetluse puhul ei ole vaja puitu enne lõikamist keeta.

Hööveldamismenetlusesel tarvitatakse lõiketera ja muljumisrauda nagu koorimiselgi. Vahe seisneb selles, et siin on pakk tugevasti

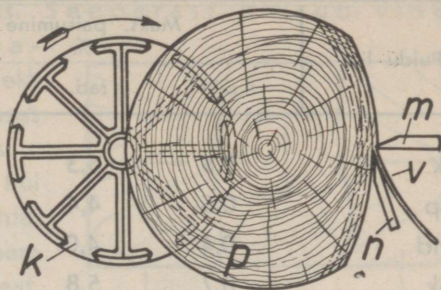


Joon. 87. Moodne vineerihöövvel. a — masinaalus, t — noti tugi, k — muljumisrauda hoidja, r — juhtroobas, e — käigukast, h — noahoidja.

alusplaadi külge kinnitatud ja tera koos suruliistuga liigub höövliina üle paku, eemaldades vineeri laia laastuna (joon. 86). Vineeri paksust reguleeritakse 0,1—10 mm-ni paku tõstmisega iga vineeri võtmise järel.

Normaalselt lõikab masin 8—12 vineeri minutis. Nii valmistatud vineerid on algul tangentsiaal-, paku keskosas radiaal- (peegel-) ja lõpuks jällegi tangentsiaallõikes. Joonis 87 toob ühe moodsa vineeri-höövelpingi, mis võib lõigata kuni 5,1 m pikkusi pakke.

Lõpuks mainime veel lühidalt, et ka ringkoorimispingil on võimalik vastava lisaseadise abil valmistada vineere, mis sarnlevad hõõveldatud vineeridega. Pakk kinnitatakse eriti selleks valmistatud käppade külge tiirlemiselje suhtes eksstsentriliselt. Nagu jooniselt 88 näha, tekivad sellise lõikamisviisi puhul peaaegu tangentsiaal-lõikes vineerid.



Joon. 88. Noti koorimine eksstsentriliselt, ilusama süüde saamiseks. k — käpp, p — noft, n — nuga, m — suruliist, v — vineer.

Üldiselt tuntakse ringkoorimise menetlusel saadud vineeri freivineerina, saagimismenetlusel saadud vineeri saevineerina ja hõõveldamismenetlusel saadud vineeri noavineerina.

Ristvineer.

Vineeri võime edukalt kasutada plaatide, mööbli jne. pealispinna katmiseks ja ilustamiseks. Tähtsaim vineeri kasutamise viis on aga ristvineeri ehk vineerplaatide valmistamine.

Ristvineeriks nimetame plaati, mis saadud erisuunaliselt kokku liimitud vineerlehtedest.

Nagu juba II peafükis nägime, on puidu mehaanilised omadused piki ja risti kiudu väga erinevad. Kui vaatleme alltoodud tabelit, näeme, et olenevalt kiudude suunast võib puidu paisumine erineda keskmiselt rohkem kui kümnekordselt ja puidu tõmbetugevus rohkem kui kolmekümnekordselt.

Ka oleneb puidu paisumine väga suurel määral veel niiskusesisaldusest. Tegelikult saavutab puit paisumismaksimumi juba umbes 30% niiskuse juures, arvestatud puidu kuivkaalust. Joonisel 89 on toodud männipuidu paisumine %-des (märjast mõõtest), olenevalt niiskusest.

Tabel. Puidu paisumine %-des (märjast mööfest) ja tõmbetugevus (15% niiskuse juures).

Puidu liik	Maks. paisumine α %			Tõmbetugevus kg/cm ²	
	α piki	α rad.	α tang.	piki kiudu $\sigma_{ }$	Risti kiudu σ_{\perp}
Kask	0,6	5,3	7,8	1370	70
Lepp	0,5	4,4	7,3	—	20
Mänd	0,4	4,0	7,7	1040	30
Pöök	0,7	5,8	11,8	1350	70

Selle nähtuse seletus on järgmine: Niiskust saades imab kuiv puit algul vee oma rakkude seintesse, millest tekibki paisumine (vt. II peatükk). Kui aga rakkude seinad on niiskusest küllastunud, siis ei saa paisumist enam tekkida, sest

juurdetulev vesi jääb rakuõõnetesse. Absoluutse kuivuse ja küllastuspunkti vahel on paisumine enam-vähem proportsionaalne niiskusega, nagu näitab joon. 89.

Puidu ebäühtlase paisumise kui ka ebäühtlase tõmbetugevuse saame suuremalt osalt kaotada sel teel, et vineerlehed üksteise peale risti asetatult kokku liimime (joon. 90).

Sel viisil on näiteks kolmekordsel vineerplaadil keskmise kihi lehe laiuse suunas paisumine takistatud

Joon. 89. Männipuidu paisumine α protsentides, olenevalt niiskuseprotsendist n . Paisumine piki kiudu — α_p , risti kiudu tangentsiaalsuunas — α_t ja risti kiudu radiaalsuunas — α_r .

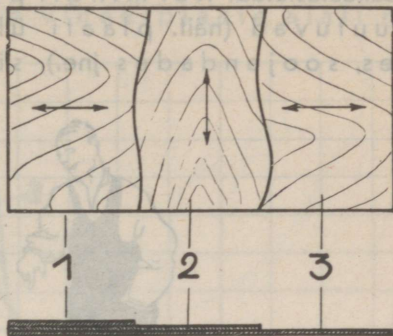
kahe välimise kihi pikuti paisumisega. Võrreldes tabelis toodud vastavaid α väärtusi, leiame, et näiteks kasevineeril on paisumine 7,8%-lt kahane-

nud praktiliselt 0,6%-le. Samal kombel piirab keskmine vineer kahe välisvineeri tangentsiaalselt (laiuse suunas) paisumist.

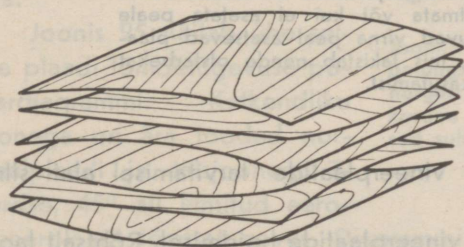
Ainult plaadi paksuse suunas (radiaalses suunas — vt. joon. 81) ei ole midagi, mis paisumist takistaks. Seepärast paisub vineerplaad paksuses täpselt nagu tavalinegi puit. Õnneks ei ole see puudus tegelikkuses (mööblite jne. juures) kuigi tülikas.

Sama on kehtiv ka enam kui kolmekordsete vineerplaatide kohta. Üldiselt võib ütelda, et mida enam vineerikihte, seda püsivam on plaat.

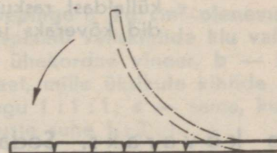
Plaadi tarindamisel tuleb arvestada veel ühte: pakust kooritud vineer püüab alati tagasi võtta kuju, mis tal oli pakus, s. o. ennast kõveraks tõmmata. Selge on, et vineeri tasapinnaliseks plaadiks liimides tekitab vineeri sisemisel poolel (paku suhtes) tõmbepinged, välisel poolel aga surupinged. Seepärast — et plaat „seisaks“, tuleb plaadi keskkohtal ühekaugusel olevate vineeride (nn. vastavate vineeride) samanimelised pooled alati vastastikku asetada. Näiteks toob joonis 91 6-kordse



Joon. 90. Ristvineerplaadi farvitamise printsiip. Nooled näitavad kiudude suundi. Keskmise kihi tung tangentsiaalselt paisuda on taandatud väliskihi pikipaisumisele.



Joon. 91. Normaalse kuuekordse ristvineerplaadi tarindus.



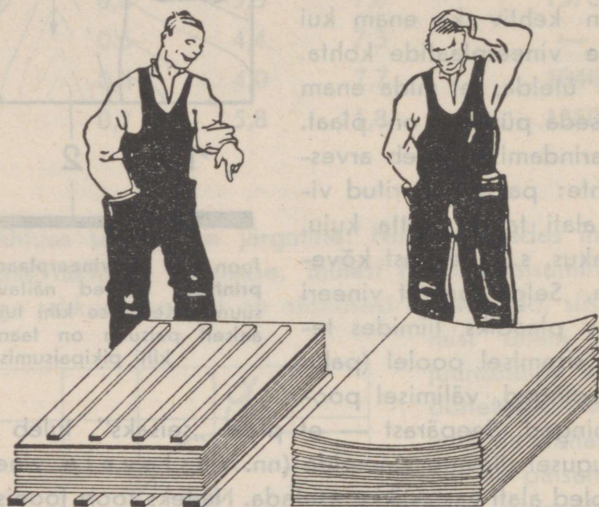
Joon. 92. Pakust kooritud vineeri sirgeks tõmmates tekitab „pahemal“ poolel tõmbepinged ja nende tagajärjel praod.

plaadi teoreetilise tarinduse. Samal põhjusel peavad vastavad vineerikihid alati olema ühepaksused.

Praktiliselt tekitab vineeri sirgestõmbamisel seesmisel poolel tõmbepingete tõttu praod (joon. 92), mille tagajärjel väheneb vineeri püü kõve-

raks tõmbuda. Seetõttu liimitakse tihti väiksemapinnalisi plaate ilma ülal-
toodud nõudest kinni pidamata.

Nagu eelnevast näha, takistavad vineerikihid üksteist paisumast. Selle
tagajärjel tekivad neis sisemised pinged, mis kogu plaadi kohta on
tasakaalustatud. Kui mingil põhjusel pinged ühes vineeris
muutuvad (näit. plaati ühelt poolt värvides, niisuta-
des, soojendades jne.), siis kaob tasakaal ja plaat tõm-



Joon. 93. Õige ja vale vineerplaatide hoidmine. Jättes
vineerplaatide virna katmata või kui ei asetata peale
küllaldast raskust, tõmbuvad virna peal asetsevad plaa-
did kõveraks ja kaardu, mis takistab nende otstarbekat
kasutamist.

bub kõveraks. Seda tuleb vineerplaatide tarvitamisel alati silmas
pidada.

Sama tuleb silmas pidada ka vineerplaatide hoidmisel. Rõhksalt laotud
plaatide virn olgu pealt alati kaetud kas paksema vineerplaadiga, plekk-
tahvliga, isoleerplaadiga jne., mis takistaks pealmiste plaatide liigset kui-
vamist või niiskumist. Kui plaadid on pealt kaitsmata, tõmbuvad pealmised
plaadid kuivades kõveraks (joon. 93).

Parandatud mehaanilised omadused. Mehaanilistest omadustest on
vineerplaadi juures parandatud peamiselt tõmbetugevus. Võrreldes loo-
muliku puiduga on mitmekihilisel ristvineerplaadil tõmbetugevus igas suu-
nas palju ühtlasem.

Joonis 94 toob tõmbetugevuse väärtuse olenevalt pingete nurgast välisvineeride kiu suunaga (kolmekordsel plaadil). Nagu joonis näitab, omab vineerplaadi tarindus siin teatavat tähtsust: parim vineerikihtide pakuse vahekord tugevuse ühtluse mõttes on 1:2:1. Igal juhul aga esineb alati suur tõmbetugevuse langus 45° juures.

Seepärast tuleb tarvitada vineerplaate alati nii, et suuremad pinged langeksid välisvineeri kiu suunda.

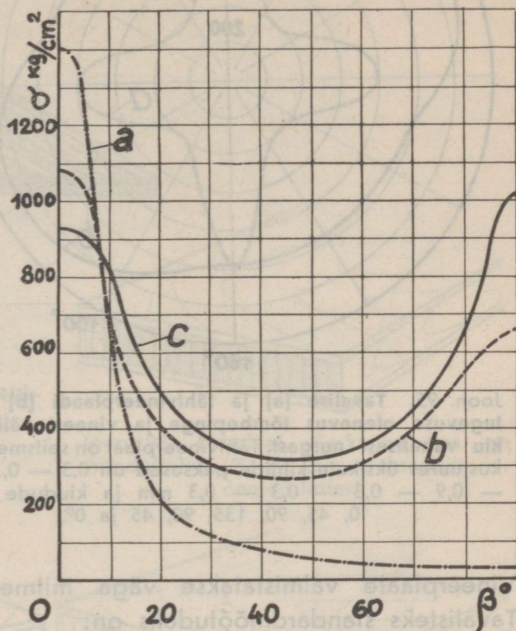
Seda nõuet on väga tihti võimalik täita. Kuid esineb siiski tarindeid — eriti lennuki-ehitusel —, kus pinged on kõigis suundades enam-vähem ühesugused.

Tähtvineer. Ökonoomseimaks materjali kasutamiseks neil juhtumel on loodud nn. tähtvineerplaat, millel tõmbetugevus on igas suunas enam-vähem ühtlane. See plaat liimitakse nii, et üksikute vineeride kiud asetatakse üksteise suhtes 45° või koguni 30° alla.

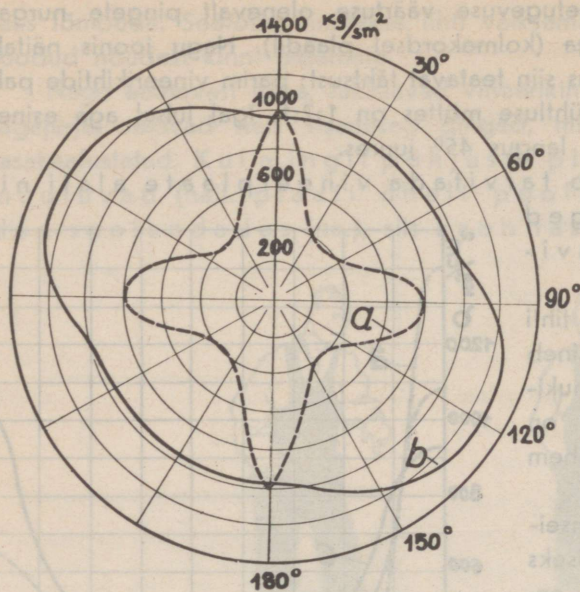
Joonis 95 näitab ühe sellise plaadi tõmbetugevuse polardiagrammi. Katkendliku joonega on ära toodud normaalplaadi ja täisjoonega 7-kordse, 45° all liimitud arovineerplaadi tõmbetugevus. Diagrammi vaadates selgub otsekohe sellise plaadi suur paremus, võrreldes normaalse plaadiga. Hinnalt on aga need plaadid keerulise valmistusviisi ja valmistamisel tekkivate suurte jäänuste tõttu väga kallid.

Kaal. Mis puutub vineerplaatide kaalusse, siis ei ole siin võimalik anda mingit täpset valemit selle arvutamiseks, sest kaalu mõjutavate tegurite arv on suur. Umbkaudse väärtuse kasevineerplaadi ruutmeetri kaalust annab järgmine valem:

$$K = 0,7 + 0,75 \cdot s,$$



Joon. 94. Tõmbepinge σ kg/cm² olenevus tõmbetungi ja vineerplaadi väliskihide kiu vahelisest nurgast β . a — ühekordne vineer, b — kolmekordne vineerplaat, mille üksikute kihtide pakused suhtuvad nagu 1 : 1 : 1; c — sama, kui pakuste suhe 1 : 2 : 1.



Joon. 95. Tavalise [a] ja tähtvineerplaadi [b] tõmbe-
fugevuse olenevus tõmbepeuge ja vineeri väliskihitide
kiu vahelisest nurgast. Tähtvineerplaat on seitsmekordne,
kusjuures üksikute kihitde paksused on 0,3 — 0,3 — 0,3
— 0,9 — 0,3 — 0,3 — 0,3 mm ja kiudude suunad
0, 45, 90, 135, 90, 45 ja 0°.

Vineerplaate valmistatakse väga mitmesugustes mõõtudes ja sortides. Tavalisteks standardmõõtudeks on:

paksused: 3, 4, 4,5, 6, 8, 9 ja 12 mm; lubatud kõikumine $\pm 10\%$, aga mitte üle $\pm 0,5$ mm;

suurused: 84 × 84, 127 × 127,
152 × 152, 183 × 127, 213 ×
152 cm.

Kvaliteedilt jaotatakse vineer-
plaadid järgmistesse sortidesse:

I sort. Esikülj täiesti puhas
ja hele, tagaküljel lubatud mõned
väikesed oksakohad.

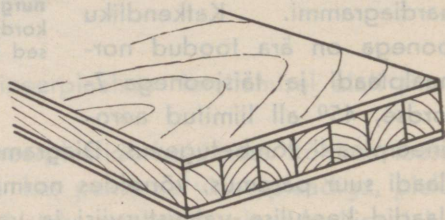
II sort. Esiküljel üksikud
väga väikesed oksakohad või ko-
hati väga nõrgalt märgatavad erinevused värvis, tagaküljel mõned väike-
sed oksakohad.

kus K on ühe ruut-
meetri kaal kg-des ja
s — plaadi paksus
mm-tes.

Muidugi on
kaal väga suurel mää-
ral plaadi niiskusest.
Ülaltoodud valem on
kehtiv 8—12% niis-
kuse juures.

**Soojustehnilised
omadused.** Soojusteh-
niliselt on vineerplaat
ligikaudu võrdne pui-
duga. Plaadina seinal
asudes takistab vi-
neer aga tuule läbi-
puhumist tunduvalt
tõhusamalt kui laud
või palk.

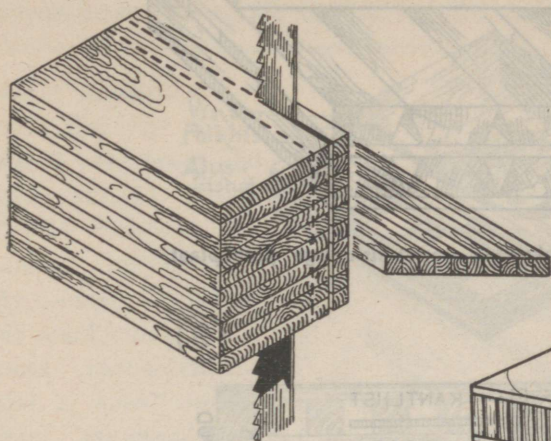
**Vineerplaatide
mõõdud ja kvaliteet.**



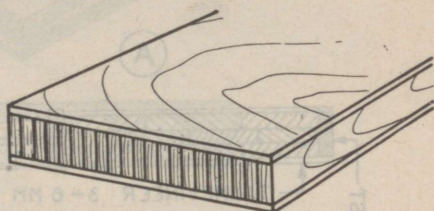
Joon. 96. Plokkplaadi normaalfarindus.
Liistude paisumine on tõkestatud välis-
vineeri abil.

II A sort. Mõned väikesed oksad plaadi mõlemal küljel, kusjuures aga plaadi üldine välimus jätab puhta mulje.

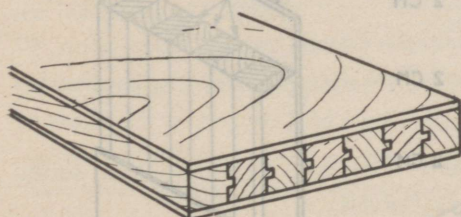
II A sort tapitud. Kõik vineeride oksakohad on välja lõigatud ja asendatud puhta vineeritükiga. Plaat on lihvitud ja jätab puhta mulje.



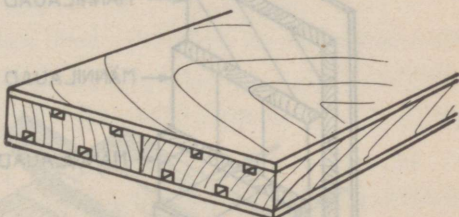
Joon. 97. Plokkplaadi liistude väljasaagimine kokkuliimitud laudadest.



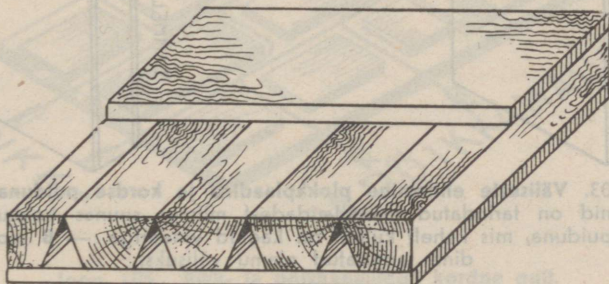
Joon. 98. Lattiplaat. Keskmine osa on moodustatud 9—10 mm paksustest vineeriliistudest.



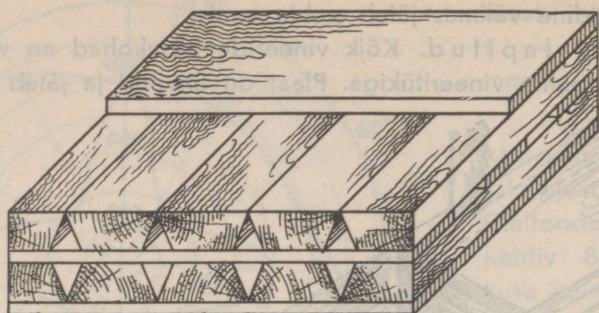
Joon. 99. Patenditud plokkplaadi farindus. Plaadi liistud on varustatud tappidega.



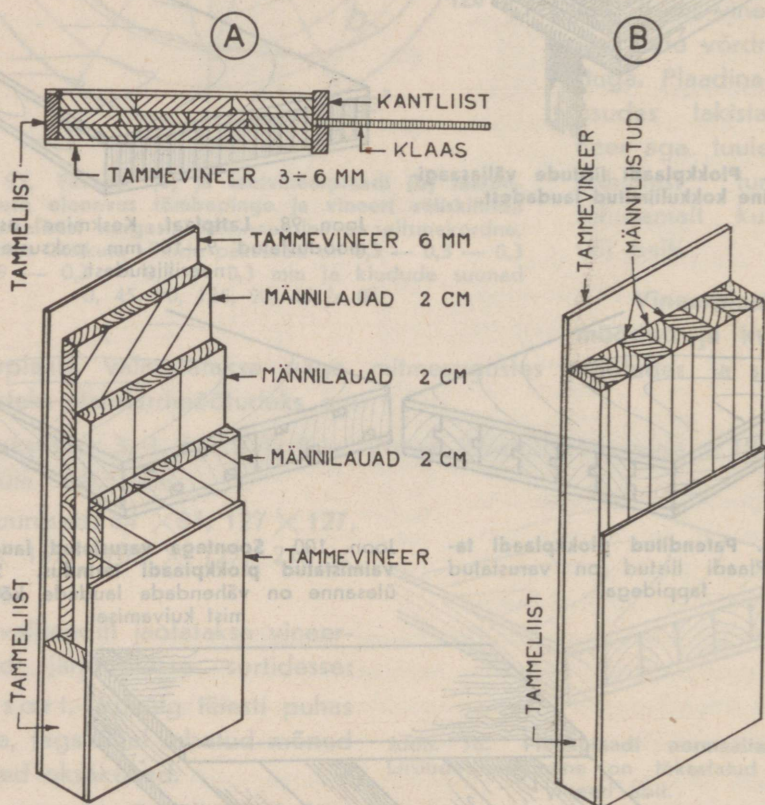
Joon. 100. Soontega varustatud laudadest valmistatud plokkplaadi farindus. Soonte ülesanne on vähendada laudade kõverdumist kuivamisel.



Joon. 101. Trapetsliistudega plokkplaat.



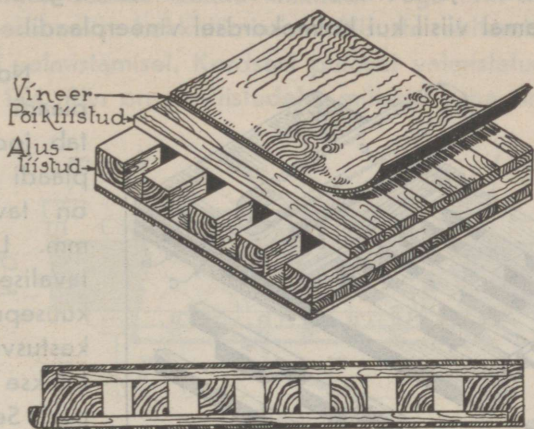
Joon. 102. Kahekordne trapetsliistudega plokkiplaat.



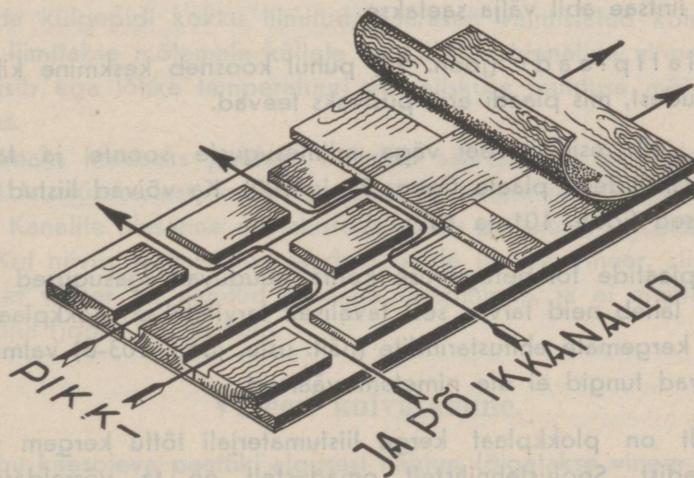
Joon. 103. Välisuste ehitamine plokkiplaadina ja kordse puiduna. A — ukseraamid on tarindatud männilaudadest mitmes suunas kokkuliimitud kordse puiduna, mis kahelt küljelt on kaetud vineeriga. — B plokkiplaadina tarindatud elamu välisukseks.

II B sort. Mõlemal küljel mõned oksakohad — enamikus kinnised oksad; äärtel on lubatud ka väikesed lõhed.

III sort. Oksad mõlemal küljel, aga veidi suuremal arvul kui sort II B puhul.



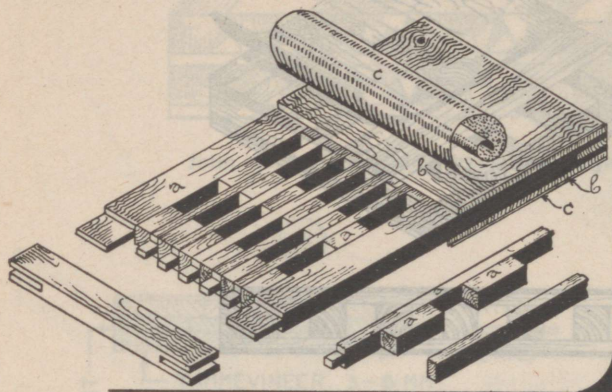
Joon. 104. Liistudele liimitud kordsest puidust mööbli ukse valmistamine.



Joon. 105. Pikk- ja põikkanallifega kordne puit.

Plokkplaat.

Plokkplaat on moodustatud üksteise külge liimitud väikese põiklõikega liistudest, mis mõlemalt poolt on kaetud tõkestusvineeriga. Loomulikult ristuvad liistude ja mõlema vineerikihi kiud. Pingete tasakaal saavutatakse täpselt samal viisil kui kolmekordsel vineerplaadil.



Joon. 106. Kordne puit liistude vahel asetsevate klosidega (a).

Normaalse plokkplaadi tarindust kujutab joonis 96. Plokkplaadi liistude laius on tavaliselt 13—20 mm. Liistud tehakse tavaliselt männi- või kuusepuidust, kuna tõkestusvineeriks kasutatakse kaska ja leppa. Seejuures peab tõkestusvineer olema küllalt tugev, et takistada liistude paisumist. Katsed on näidanud, et sobivaks vineeri paksuseks on umbes $\frac{1}{5}$ liistu paksusest. Liistud valmistatakse joon. 97 näidatud viisil, kus hästi kuivatatud lauad liimitakse lapiti kokku ja siis saekaatri või lintsaie abil välja saetakse.

Nn. lattplaadi (joon. 98) puhul koosneb keskmine kiht serviti vineeriliistudest, mis plaadi eriti püsivaks teevad.

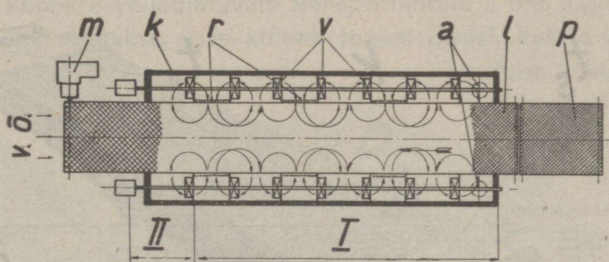
Peale selle esineb veel väga mitmesuguste soonte ja tappidega varustatud liistudega plaate (joon. 99 ja 100). Ka võivad liistud olla trapsikujulised (joon. 101 ja 102).

Plokkplaatide tõmbetugevuse kohta puuduvad igasugused andmed, ja vaevalt läheb neid tarvis, sest tavaliselt tarvitatakse plokkplaatide ainult mööbli ja kergemate ehitustarindite (näit. uste, joon. 103-B) valmistamisel, kus esinevad tungid ei ole nimetamisväärsed.

Kaalult on plokkplaat kerge liistumaterjali tõttu kergem vastavast täispuitplaadist. Soojustehniliselt omadustelt on ta võrreldav vineerplaadiga.

Kordne puit.

Kordseks puiduks nimetatakse säärast materjali, kus puidule ühtlase paisumise kui ka ühtlase tugevuse andmiseks on laudad või liistud mitmekihilistena mitmes suunas kokku liimitud. Väga tihti kasutatakse säärast laudade mitmesuunalist kokkuliimimist välisuste ehitamisel (joon. 103-A) kui ka mööbli valmistamisel. Kordsest puidust valmistatud kapiukse lõiget kujutab joon. 104. Siin on alusliistudele, millede vahe on veidi kitsam kui



Joon. 107. Tunnelkuivati skeem. Suur nool näitab vineeride liikumise suunda, väikesed — kuivatamisõhu liikumise suundi. I — kuivatamissoon, II — jahutamissoon, v. õ. — värsket õhu juurdevool, m — transportlindi mootor ja käigukast, k — kuivati korpus, r — radiaatorpatareid, v — propellerventilaatorid, a — avaus niiske õhu väljajuhtimiseks, l — transportlint, p — transportlindi pikendus.

liistu paksus, kahele poole ristisuunas liimitud kitsad lauaribad, mis on omakorda külgepidi kokku liimitud. Sääraselt valmistatud kolmekordsele puidule liimitakse mõlemale küljele veel kallimahhinaline vineer, mis seal hästi püsib ega lõhke temperatuuri või niiskuse muutuse mõjul tavalises olukorras.

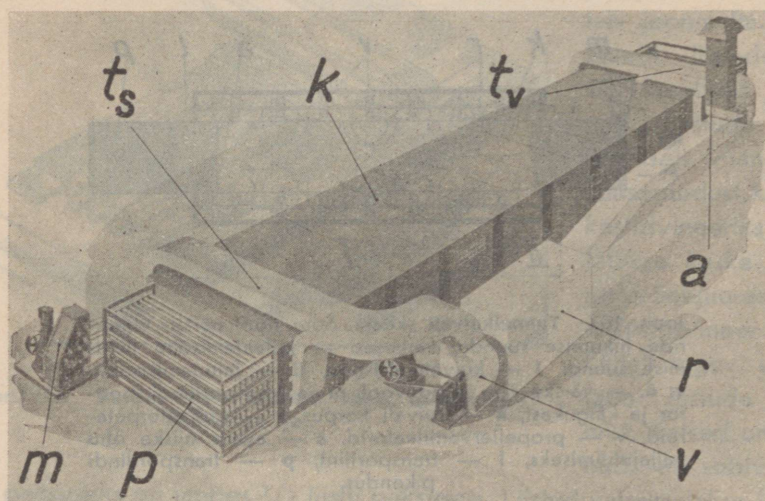
Parimaks kordseks puiduks loetakse säärast, mis on kokku liimitud üksikuist lauatükikestest, kusjuures laudade vahele jäetakse piki- ja põikkanalid. Kanalite ülesanne on takistada puidu paisumise ja kokkukuivamise jõudu. Kui niiviisi valmistatud laudplaatidele liimida vineer, siis võib olla kindel, et vineer on liimitud püsivale tasapinnale, ja ei muutu temperatuuri mõjul (joon. 105 ja 106).

Vineeri kuivatamine.

Nagu käesoleva peatüki algusest nähtus, lõigatakse vineer kas toorest või koguni leotatud pakkudest. Seetõttu on värskest lõigatud vineeri niiskusesisaldus ka väga suur: 30—110% kuivkaalust.

Kuivatamise ülesandeks on liigse niiskuse (mis üle 8—10%) eemaldamine vineerist, esiteks selleks, et kaitsta vineeri rikundumise (seente) eest, ja teiseks selleks, et võimaldada ümberöötamisprotsessi korralikku jätkamist.

Tänapäeval toimub vineeride kuivatamine peagu eranditult nn. „kunstliku kuivatamise“ teel, s. o. kuivatamine viiakse läbi kinnises ruumis, kus temperatuur ja õhuniiskus on hõlpsasti reguleeritavad. Seejuures võib



Joon. 108. Vaade valtsidega tunnelkuivatife. *m* — mootor ja käigukast tiirleva liikumise andmiseks valtsidele, *p* — valtsipaari, *k* — kuivatikorpust, *r* — radiaatorpatareid, *v* — ventilator, *t_v* — forustik kuuma õhu juhtimiseks kuivatisse, *t_s* — forustik niiske ja jahtunud õhu väljajuhtimiseks kuivatist, *a* — avaus osa niiske õhu väljalaskmiseks.

vineer paigal seista või liikuda erilise transportseadise abil läbi kuivatusruumi. Esimesel juhul on meil tegemist nn. kuivatustaredega, teisel — tunnelkuivatitega.

Tared vineeride kuivatamiseks on suured, riulitega varustatud ruumid, millede kütmine toimub tavaliselt auruga radiaatorpatareid abil. Nõutav õhuniiskus saavutatakse märga auru taresse juhtides. Moodsamais taredes kuumendatakse ja niisutatakse õhk parajalt juba väljaspool taret, nn. kliimaseadises, ja juhatakse alles siis tarre.

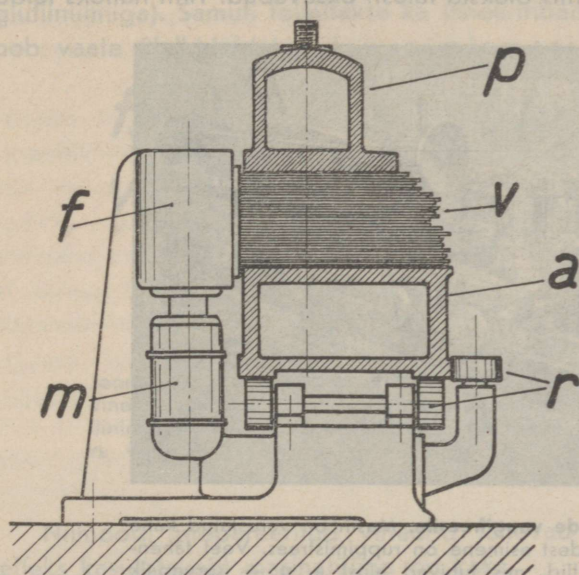
Kuivatamiseks laotakse vineer riulitele või riputatakse pesupulki meenutavate klambrite abil tare lae alla. Temperatuur valitakse võrdlemisi madal, tavaliselt mitte üle 40° C, 60—70% õhuniiskuse juures, ja hoolitse-

takse korraliku õhuvahetuse eest. Suurte auramispindade tõttu väikese pak-
suse korral areneb kuivatamine kiiresti: 12—24 tunni jooksul.

Tunnelkuivatid on märksa suurema läbilaskevõimega kui fared. Mär-
jad vineerid juhitakse läbi kuivati kas traatvõrgust transportlindi või fiirle-
vate valtsipaaride abil. Kuivatamine toimub kuuma õhuga (kuni 160° C),
mis masinas vineerile vastu juhitakse.

Joonis 107 toob transportlindiga tunnelkuivati skeemi. Vineer aset-
takse kuivati kerest k väljaulatuva transportlindile l, mis liigub noole suu-
nas. Värske õhk imetakse sisse kuivati teisest otsast, kus ta algul jahutab

juba kuivi vineere
(tsoon II), siis läbi ra-
diaatorpatareide r ju-
hitult kuumeneb, vi-
neere kuivatab, uues-
ti kuumeneb jne.
(tsoon I), kuni lõpuks
läbi avade a kuivatist
välja juhitakse. Kogu
see õhuringvool teki-
tatakse ventilaatorite
v abil.



Joon. 109. **Vuugifrees.** Vineerid v asetatakse alusele a, mis liigub rullidel r, mööda freesist f, mis väljaulatavad vineeri servad maha lõikab; p — survepalk vineeride paigalhoidmiseks; m — mootor.

seal vastu vineeridele, ja siis läbi torude t_v osalt välja, osalt radiaatorpata-
reisse tagasi, sealt edasi kuivatisse jne.

Kuivatamise aeg tunnelkuivatis on väga lühike: 10—12 minutit, olene-
des nii vineeri paksusest ja niiskusest kui ka kuivatussõu temperatuurist ja
niiskusest.

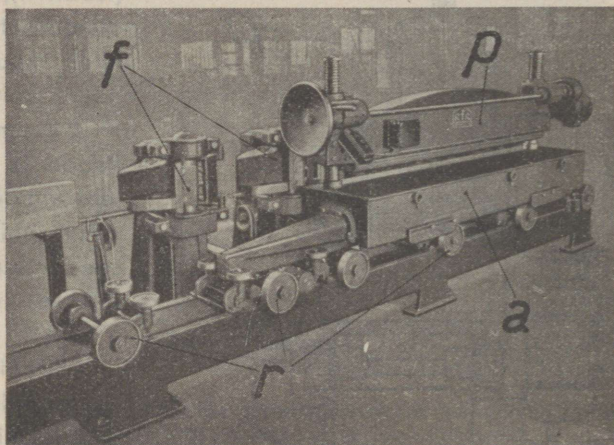
Lõpuks mainime veel v a a k u m - k u i v a t e i d, kus madaldatud õhu-
survega ruumi asetatud vineerid kuivatatakse üsna madalas temperatuuris.
(Teatavasti langeb vee keemispunkt õhusurve alanedes.) Niiviisi kuivatatud

vineerid on väga siledad ja elastsed ning rikkumata puidukiuga. Kahjuks on see kuivatamisviis nii kallis, et teda praktiliselt kasutatakse ainult vääriskuidust vineeride kuivatamiseks.

Pärast kuivatamist sortitakse vineerid uuesti ja pannakse siis teatavaks ajaks lattu seisma — „vajuma“.

Vineeride vuukimine ja tappimine.

Oksad vineeris vähendavad vineerplaadi tugevust ja ilu. Kahjuks aga leidub väga harva pakke, mis oleksid täiesti oksavabad. Tihti näiteks leidub



Joon. 110. Vaade vuugifreesile. Masin on varustatud kahe freesiga *f*, milledest esimene on ruppimisfrees. Veel tähtsavad: *r* — rullid, mis juhivad alust *a*, *p* — survepalk vineeride paigaldamiseks.

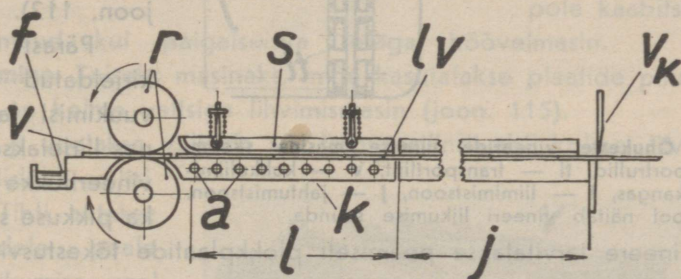
pakke, millel on ainult üks suurem oks, olles muidu päris puhtad. Ringkoorimisel saadud vineeris esineb see oksakoht igale tiirule vastava vineeripikkuse järel uuesti. Muidu puhas vineer kaotaks niisuguse oksa tõttu palju oma väärtusest. Vuukimismenetluse siht on niisugustel juhtudel vineeri väärtust päästa. Seda saavutatakse sel teel, et oksakoht lõigatakse kitsaste ribadena üle kogu vineeri laiuse välja. Allesjäänud puhta vineeri ribadid serv servaga kokku liimides moodustatakse uus vineer, mis on okstest täiesti puhas ja mis plaatideks liimituna viimaste tugevust oluliselt ei vähenda.

Okslike ribadega väljaereldamine toimub otsekohe pärast vineeri lõikamist. Pärast kuivatamist tuleb puhaste vineeriribade kokkuliimitavad servad ümber lõigata, nii et nad oleksid täiesti sirged ja risti vineeri-

pinnaga. Vastasel korral ei oleks liimitud koht — vuuk — küllalt tugev. Ümberlõikamine toimub selleks konstrueeritud masinaga (joon. 109).

Vuugitavad vineerid asetatakse pakis alusele a, kus nad hoitakse paigal surumispalgi p abil. Vineerid asetatakse nii, et nende ebaühtlased, mahafreesitavad servad ulatuksid üle aluseserva. Alus liigub elektrimootori jõul horisontaalseil roobastel r, möödudes vertikaalse teljega freesist f, mis väljaulatuvad vineeriservad maha lõikab. Kui freesi kiirus, terade arv ja ettenihe on sobivalt valitud, siis on saavutatud löige väga puhas ja ühtlane.

Enne masinast vabastamist vööbatakse freesitud pind nahaliimiga (glutiinliimiga). Samuti toimitakse ka vineeriribade teise servaga. Joon. 110 toob vaate ülalkirjeldatud freesimismasinale.



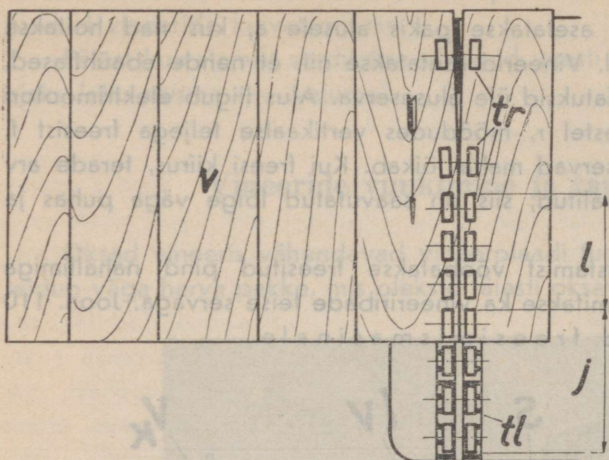
Joon. 111. Paksemate vineeride liitmise masina skeem. v — vineer, vuugi liimimiseks rullide r vahele asetatud, f — formaliinõu, s — surveplaat, k — kütteplaat, a — aurutorud, vk — vineerikäär, lv — kokkuliimitud vineerkangas, l — liimimistsoon, j — jahtumistsoon.

Niimoodi prepareeritud vineerid lähevad vuugiliimimisele. Selleks kasutatavaid masinatüüpe on kaks.

Esimeses, mis sobib peamiselt paksude, üle 1,5 mm vineeride liitmiseks, toimub liimimine kogu vuugi ulatuses korraga. Joonis 111 toob skemaatilise löike ühest niisugusest masinast.

Vineeri liimine serv kastetakse 2—4%-lisse formaliinilahusesse, mille tagajärjel kuivanud liim pehmeneb ja hiljem liimimisel veekindla ühenduse annab. Seepeale lükatakse vineer, liimine serv ees, rullipaaride r vahele, mis vineeri edasi veavad, kuni ta liimine esiserv eelmise vineeri tagaservaga kokku puutub. Surveplaat s, pidurdades eelmise vineeri liikumist, tekitab liimitavate servade vahel vajalikku survet. See surve koos auruga köetava kütteplaadi k toimega on küllaldane, et liim servade vahel neoks. Liimimise tsoonile l järgneb jahtumise tsoon j ja lõpuks vineerikäär vk, mis kokkuliimitud vineerikanga standardpikkusteks lõikab.

Risti kiudu edasisurumist rullide poolt suudavad taluda ainult paksemad vineerid. Seepärast on õhemate vineeride liitmiseks masin, kus vineeri



Joon. 112. Õhukeste vineeride liitmise masina skeem. *tr* — transportrullid, *tl* — transportlint, *v* — kokkuliimitud vineerikangas, *l* — liimimissoon, *j* — jahtumistsoon. Nool näitab vineeri liikumise suunda.

liidetud vineere tarvitatakse peamiselt plakkplaatide tõkestusvineerideks.

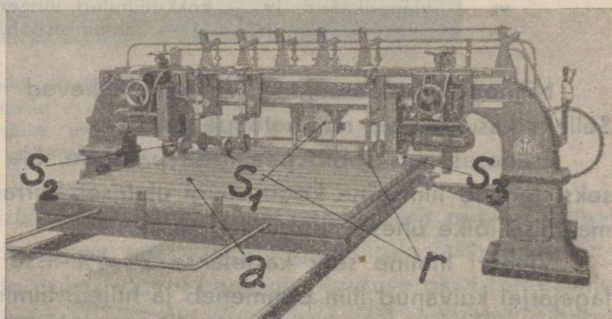
Teine viis oksliku vineeri vääristamiseks on **tappimine**. Kuivatatud vineeridel lüüakse oksakohad välja, kasutades selleks väikest käsirauda.

Auk, mis on ellipsikujuline, sest suurem osa oksi vineeris evib seda kuju, täidetakse sama raua abil puhtast vineerist lõõdnud nn. korgiga, mille servad vööbatakse tavalise tiseriliimiga.

Plaatide viimistlemine. Liimipressist tulnud plaadid (vt. järgmine peatükk) saetakse formaati pakis, 10—25 plaati korruga. Suuremate plaatide, eriti aga plakkplaatide saagimiseks kasutatakse joon. 113 kujutatud saagi. Plaadid asetatakse pakis alusele *a* ja saetakse kõigepealt sae *s*₁ abil esimene ots sirgeks, siis alust edasi

edasiliikumine toimub piki kiudu, ja liimimine toimub järelikult mitte korruga üle terve vuugi, vaid järk-järgult koos vineeri edasiliikumisega. Liimimiseks vajalist survet saavutatakse esimeste transportrullide veidi villu asetamisega (vt. joon. 112).

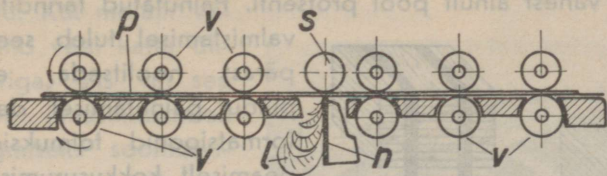
Pärast eespool kirjeldatud vineeride vuukimist laiuse suunas liidetakse üksikuid vineeritükke omavahel ka pikkuse suunas. Nii



Joon. 113. Raske plaadisaag. *s*₁ — sõrsaag plaadi otste saagimiseks, *s*₂ ja *s*₃ — sõrsaed plaadi külgede saagimiseks, *r* — rullid plaadi paigalhoidmiseks, *a* — alus.

lükates saagide s_2 ja s_3 abil mõlemad küljed ja lõpuks s_1 abil tagumine ots. Plaadid hoitakse paigal rullide r abil. Niisuguseil masinail võib saagida kuni 3×6 m suuri plaate.

Pärast saagimist lähevad plaadid hõõveldamisele või lihvimisele.



Joon. 114. Kaabitsemismasina põhimõte. Plaat p veetakse valtside v abil kaabitsemisnoa n ette, mis löikab üliõhukese laastu l . Valts s takistab vineeri noa kohal üles kerkimast.

Hõõveldamine

(kaabitsemine). Joon. 114 toob kaabitsemis-
masina skeemi.

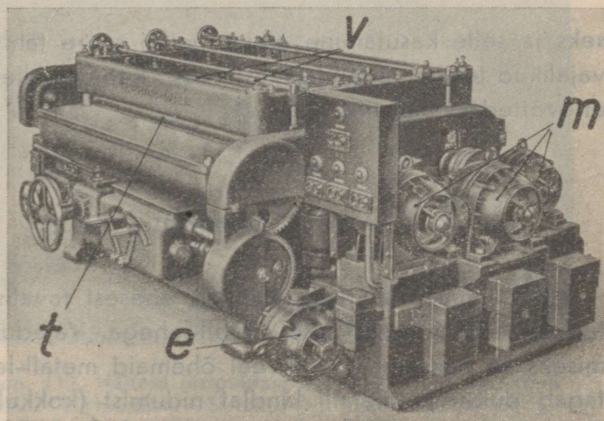
Plaat veetakse valtside v abil üle noa n , mis löikab plaadilt üliõhukese laastu l . Nagu sellest näha, pole kaabitsemismasin

midagi muud kui paigalseisva teraga hõõvelmasin.

Lihvimine. Teiseks masinaks, mida kasutatakse plaatide pinna viimistlemiseks, on kolme valtsiga lihvimismasin (joon. 115).

Plaat p veetakse valtside või transportlindi abil kolme, liivapaberiga kaetud tiirleva valtsi alt läbi. Tihti antakse lihv-valtsidele peale tiirleva liikumise veel edasi-tagasi liikumine telje suunas, et lihvimise headust tõsta. Paberid valitakse esimesele jämeda, teisele keskmise ja kolmandale peene liivaga (näit. nr. 80, 100 ja 120).

Lihvimisele järgnevad sortimine, tembeldamine ja pakkimine.

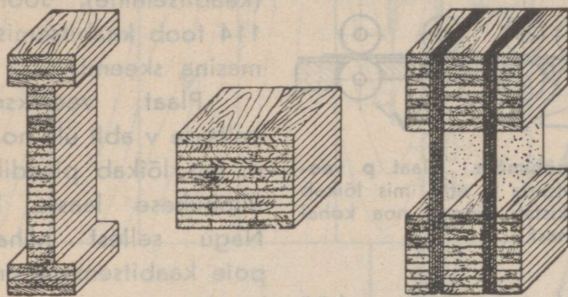


Joon. 115. Vaade moodsale kolme valtsiga lihvimis-
masinale. v — liivapaberiga kaetud lihvimisvaltsid, t —
transportvaltsid, m — lihvimisvaltside mootorid, e —
transportvaltside mootor.

Liistpuit.

Ehitistes vääristame puitu veel sel teel, et üksikud lauad (lamellid, liistud) kokku liimime soovitava põiklõikega, suurusega ja kujuga tarindiks

(vt. joonis 116). Et puit end hästi painutada annab, eriti kui ta on aurutatud, siis saame sel teel ehitada ka kõveraid talasid ja võlve, nagu neid näeme joonisel 117 toodud näidetes. Aurutatud puit laseb end kokku suruda kuni 20% (ühe viiendiku võrra) ilma purunemata; venitada laseb ta end aga väga vähe, vahest ainult pool protsenti. Painutatud tarindite



Joon. 116. Liistpuit-talade ja -võlvide kujusid ristlõikes. Et sellised tarindid on ehitatud õhukestest laudadest, võime neid teha iga vajalise kõverusega. Üksikud laudad on tavaliselt neotud liimiga, harvemil juhtudel ka naeltega.

valmistamisel tuleb seepärast hoolitseda, et puidu painutamisel deformatsioonid toimuksid peamiselt kokkusurumise teel. Liimideks võib — vastavalt otstarbele — kasutada kõiki liimiliike; üldiselt aga tuleb eelistada niiskusekindlaid.

Liistpuit-ehitusviis võimaldab head puidu kasutamist ilusate ja otstarbekate tarindite ehitamiseks ja selle kasutamine oleks meilgi suure tähtsusega, sest meil on kõik vajalikud toormaterjalid omast käest. Kahjuks alles puuduvad meil vastavad

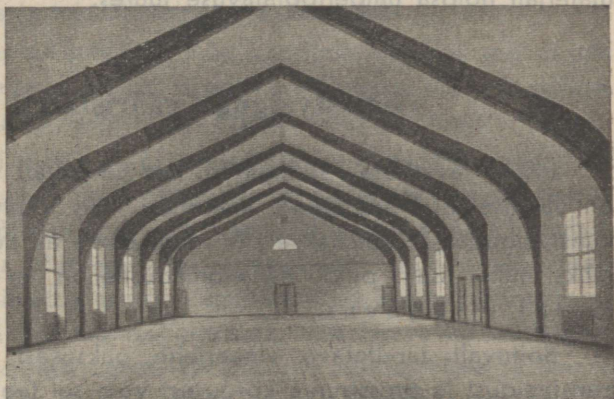
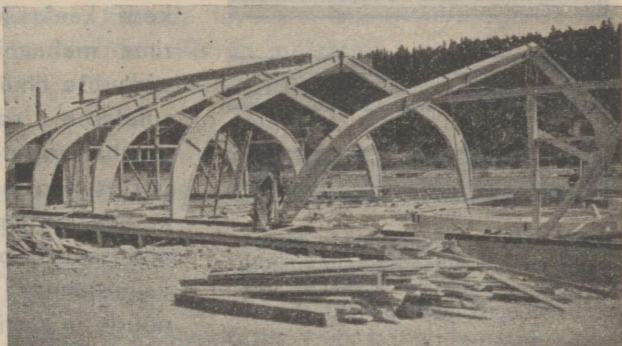
Soomusvineer.

Soomusvineer kujutab enesest tavalist ristvineeri, mis on kaetud 0,4—0,5 mm paksuse metall-lehega. Vajaduse korral kasutatakse katmiseks ka paksemaid või veel õhemaid metall-lehti. Eriline veekindel liim tagab puidu ja metalli kindlat nidumist (kokkuliitumist). Neid töötatakse ümber koos, s. o. saetakse, puuritakse, stantsitakse, freesitakse ja lõigatakse. Vineerplaadid kaetakse metall-lehega vajaduse kohaselt kas ühelt või mõlemalt küljelt, samuti valmistatakse plaate keskel asetseva metall-lehega. Metall-leht võib olla mitmesugune: mustplekk, tsingitud plekk, tsingist, seatinast, vasest, pronksist, valgevasest, alumiiniumist ja mitmesuguse koostisega kergemetallidest. Soomusvineeri servade tarindusi näeme joonisel 118.

Soomusvineeris ühinevad puidu suur elastsus metalli suurema tugevusega. Vastandina paljale puitvineerile soomusvineer ei murdu, lõhene

ega killune nii kergesti. Vastandina paljale metallile talub ta paremini lööke. Mõlemalt poolt plekiga kaetud soomusvineer on väga suurel määral mõlgikindel, samuti on tal suurem painde- ja murdetugevus. Metallikate on heaks pinnakaitseks, eeskätt niiskuse ja mehaaniliste vigastuste vastu. Kui metalli välpind veel katta õlivärviga, siis on see hästi ilmastikukindel. Järgmiseks soomusvineeri paremuseks on see, et ta põrutuste ja võnkumiste mõjul nii tugevasti ei kumise kui paljas plekk. Eriti kohane on soomusvineer seal, kus välispind peab olema metallist, seejuures aga soojajuhtivus ei tohi olla suur. Soomusvineeri soojajuhtivus on ligikaudselt niisama väike kui tavalisel vineeril, peale selle sisemine puitvooder hoiab ära higistamise.

Soomusvineeri ümbertöötamine toimub põhimõtteliselt samuti kui tavalisel vineerilgi, s. o. teda lõigatakse harilikkude metalli- ja puidusaagidega, kusjuures tuleb eelistada väiksehambalisi lintsaage. 3—5 mm paksum, ühelt küljelt soomustatud vineeri saab lõigata plekikäaridega. Ümmargusi auke puuritakse harilikkude spiraalpuuridega. Aukude väljastamiseks ei ole mingeid raskusi, ainult puhtate aukude saamiseks peab plekiga kaetud külg olema allpool. Naelutada saab teda hõlpsasti. Peale selle laseb soomusvineer end hästi painutada, väikeste paksuste



Joon. 117. Näiteid liistpuidust ehitistest. Ülal: laohoone ehitus. Liistpuidust võlvitalad on maas valmis painutatud. Joonis kujutab võlvitalade püstiajamist. All: liistpuidust sillustega võimla.

puhul kuni täisnurgani. Metalliga kaetud külg peab seejuures olema väljaspool.

Soomusvineer on otstarbekohane paljudes tehnikaharudes. Raadioasjanduses ta on eriti sobiv liikuvate



saatjate ja vastuvõtjate ehitamisel; väikese kaalu juures annab ta siin suurima mehaanilise tugevuse ja vastupidavuse ilmastiku mõjudele. Veel kasutatakse soomusvineeri elektriliste jahutuskappide ehitamisel ja paljudes teistes tööstusharudes, nagu veokite kerde ehitamisel, vagunite- ja laevaehituses, hoonete uste ja paneelide valmistamisel, mitmesuguste transportnõude ja kastide valmistamisel ja üldse

Joon. 118. Soomustatud vineer. Joonis näitab mitmesuguseid vineeriservade tarindamise võimalusi soomusvineeri puhul.

igal pool, kus nõutakse võimalikult suuremat tugevust kerge kaalu ja materjali hõlpsa ümbertöötatavuse juures.

Kunstvaiguga vääristatud vineer.

Lisaks tavalisele ristvineerile, mis tunduvat vääristab puidu omadusi, on viimasel ajal arendatud meneflusi, kus puitvineerlehed immutatakse kunstvaiguga ja pressitakse siis suure surve all kõvaks ja tugevaks materjaliks, millel lisaks puidu häile omadusile on metalli kõvadus ja metalli tugevus.

Sõltuvalt tarvitatava vineerlehe paksusest, immutuseks tarvitatavast kunstvaigust ja pressisurve kõrgusest võib sel teel valmistada väga mitmesuguste omadustega materjali. Üldiselt on uus materjal, nn. bakeliit- ehk õilisvineer, sarnane ristvineeriga, ainult et nide- ja immutusaaineks on kunstvaik ja et pressisurve võib olla niivõrd suur, et ta puidurakud kokku muljub. Vineerlehtede kiustiku suund võetakse vastavalt ülesandele. Kui on tähtis eriti suur vastupanu tõmbele ja paindele, siis on kõik kihid samasuunalised. Kui tähtis on vastupanu nihkele ja survele, siis asetatakse kiud vaheldumisi ristisuunas, nagu tavalises ristvineeriski. Kui aga tähtis on suur tugevus igas suunas, siis pannakse kiud vahelduvates kihtides 45° nurga all.

Bakeliitvineerlehe paksus on tavaliselt 3 mm ja kõige tavalisem puit on kask. Pressisurve võib tõusta kuni 200 atmosfäärini. Sellise surve all

surutakse puit kokku umbes pooleni oma algmahust. Kõrgemat survet pole mõtet tarvitada, sest puit end enam koomale suruda ei lase.

Mida ohtram kunstvaiguisaldus, seda kõvem on materjal. Kuid tuleb ikka silmas pidada, et puit annab sitkust ja vaik haprust, nii et koos vaiguisalduse tõusuga tõuseb ka haprus.

Bakeliitvineeri saab ümber töötada tavalistel suure kiirusega töötavalatel puidumasinatel või ka pinkidel, mis on määratud pehme terase lõikamiseks. Kinnitusvahenditeks võib kasutada neete ja puidu- kui ka metallikruvisid. Naela tagumiseks on ta aga liiga kõva ja tihe. Kruvivinte võib bakeliitvineerisse teha nii seesmisi kui välimisi.

Puidu käsitööriistad pole uue materjali, s. o. bakeliitvineeri jaoks soodsad, sest need nürinevad liiga kiiresti.

Suur rakendusväli bakeliitvineerile on lennukite ehitus. Ka elektriseadmeteks on tal laiad rakendamisvõimalused, olles hea elektri isolaator, tugev, ilmastikukindel ja põline. Masinaehituses võib bakeliitvineeri kasutada mürata töötavate hammasrataste valmistamiseks, piduri voodrites, köierataste valmistamiseks ja tekstiilmasinade üksikosadeks.

Esimest korda ajaloos on tehnikal nüüd kasutada materjal, mis ei juhi elektrit, ei roostetu, ei karda seenetust ja on homogeenne, püsiv ja põline. Laiemad tarvitamiselevõtu võimalused on praegu veel uurimisel.

Huvitav on siinkohal märkida, et vaatamata võistlusele metalliga on puit endiselt laialdaselt tarvitusel lennukite propellerite valmistamisel. Sama diameetri juures võib puitpropelleri teha laiema kui metalli puhul. Valmistamine on lihtne ja võrdlemisi kiire. Propelleri rumm on tavaliselt surutud kasevineerist ja tiivad kuusest. Valmisvoolitud ja kontrollitud propeller kaetakse plastilise atsetaat-tselluloosiga, mis surve all asetatakse puidu kiustiku vahele ja mis annab propellerile sileda, kõva ja libeda välispinna.

Metallpuit.

Metalliga läbiimmutatud puit ehk nn. metallpuit on tavalisest puidust 2—3 korda kõvem, olenedes peamiselt immutusmetalli kõvadusest. Metalliga immutatav puit olgu täiesti kuiv. Immutamiseks asetatakse puit suure rõhu all madala sulamistäpiga vedelasse metallisulamisse. See läbi surutakse vedel metall, olenevalt survest, mõne minuti jooksul kõigisse puidu urvetesse. Immutusmetallidena kasutatakse peamiselt tina, tsinki ja mitmesuguseid sulameid. Saadav materjal on hoopis teissuguste

omadustega kui tavaline puit. Muutub kõigepealt mahukaal, mis võib tõusta kuni 5,0-ni. Samuti tõuseb surutugevus. Ka tulekindlus on metallpuidul suur. Võib märkida, et metallpuit ei põle, vaid söestub suures kuumuses leegita.

Soojusjuhtivus piki kiudu on 10 korda suurem kui risti kiudu. Tavalisel puidul on see vahekord 2:1.

Metallpuitu kasutatakse peamiselt masinate laagrimaterjalina.

Kiudplaat.

Kiudplaat on tehtud peentest puidu või mõne muu taimaine kiududest. Selleks tuleb puit peenendada kas jahvatamise teel, keemilisel teel või auru abil lõhestamisega. Auru abil lõhestamiseks asetatakse puidu-puru kateldesse aururõhke alla. Aur tungib läbi rakkude seinte nende sisse. Nüüd alandatakse välimine aururõhke järsult, mistõttu rakkudes olev aur peaaegu plahvatamisi paisub ja rakud peenteks kiududeks lõhub.

Saadud peened kiud pressitakse siis kerge mahukaaluga plaatideks. Peente, õhuga täidetud urvete tõttu on selline plaat hea soojapidaja. Keskmiselt on plaadi soojapidavus kaks kuni kaks ja pool korda parem kui puidul, s. o. 13-millimeetrine plaat on niisama hea kui 25—35-millimeetrine puitplank.

Meie oludes on kergele kiudplaadile (insuliit, ensoniit ja masoniit) suureks võistlejaks pilliroog- ja TEP-plaat: need on krohvitatavad, taluvad niiskust paremini ja tulevad odavamad.

Peale kergete kiudplaatide võib valmistada raskemaidki — isegi nii tugevaid ja tihedaid, et neid saab kasutada näiteks põrandakattena (kõvad masoniitplaadid). Selline plaat on kõva, vastupidav ja võistleb edukalt ristvineeriga.

Puitvillplaat.

Puitvillplaat (joon. 119) valmistatakse puitvillast (õhukestest laastudest) ja tsemendist. Tsement ja mitmesugused kemikaalid neovad ja kivistavad puitvilla tugevaks, vastupidavaks ja tuldõkestavaks, seejuures aga väga soojapidavaks ja kergeks ehitusplaadiks. Meil valmistatakse ja turustatakse puitvillplaate TEP-plaatide nime all. Nõukogude Liidus tuntakse puitvillplaate fibroliit-plaatidena; välismaal nimetatakse neid herakliidiks, lignoliidiks jne.

Puitvillplaat (TEP) on eriti hinnatav just tema suure soojapidavuse tõttu, mis on keskmiselt kaks korda parem kui puidul. Näiteks on 5 cm paksune puitvillplaat sama soojapidavusega kui 10 cm paksune puitsein.

Et puitvillplaatides on puitmaterjal tsemendi ja vastavate kemikaalide abil täielikult kivistunud, on puitvillplaadid täiesti tuldfökestavad, võiks öelda tulekindlad.

Välismaal kasutatakse puitvillplaate ka vaheseinte, lagede jne. kõlakindluse tõstmiseks. Näiteks on 10 cm paksune puitvillplaatidest vahesein



Joon. 119. TEP-plaadi korekiudne kiviköva pind loomulikus suuruses.

sama kõlakindlusega kui 25 cm paksune tellismüür. Peale selle vähendab puitvillplaat oma suure helineelavuse tõttu ruumide kõlavust ja kaja, tõstab koolides, teatrites, kinodes, loengusaalides jne. kõne arusaadavust ja selgust ning muusikaliste ettekannete helipuhtust.

Nagu on näidanud tegelikud kogemused kui ka vastavad laboratoorsed uurimised, on puitvillplaat ilmastiku-, seente- ja putukakindel. Et puitvillplaadil peale selle on veel hea soojapidavus ja tulekindlus, on ta sobivaim materjal puitvälisseinte vooderdamiseks.

Puitvillplaate krohvatakse nagu tavalist müüri. Plaadi korekiudne kiviköva pind on ülihea krohvialus (joon. 119) ja krohv hakkab plaadi külge tugevalt krohvimate tarvitamatagi.

Saepuru vääristamise võimalustest.

Saepuru on kõige rohkemal määral järelejäävaid puidujäätmeid. Seda tekib igal pool, kus puitu saame; saagimine aga on tavalisim puidu lõikamise viis. Saepuru võib tarvitada vaheseinte ja lagede täitmiseks segatuna kipsiga, lubjaga ja liivaga. Lujja, tsementi või kipsi lisame selleks, et saepuru muuta tugevamaks aineseks, mis ei vaju ega põle leegina. Seinte täidis tehakse harilikult mahuvahekorras: 1 lujja + 1 kipsi + 35 saepuru. Laetäidistel on tavaliseks lisandiks liiv. See kõik on aga võrdlemisi piiratud tarvitamisala; seepärast tavalisim saepuru kasutamine on küttekoldes. Paberi valmistamiseks ta kahjuks ei kõlba, sest puidu kiud on liiga peeneks purustatud.

Kas ei saaks saepurust midagi väärtuslikumat? Selle küsimuse kallal on teadlased palju pead murdnud ja on saanud õige huvitavaid tulemusi. Eriti väärib tähelepanu saepuru kasutamine bakeliiditaolise tiheda ja kõva massi saamiseks.

Ligniini, millest oli juttu eespool, annab end muuta eriliseks kunstvaiguks. See on puhtal kujul küll väga habras, kuid ta haprust saab parandada kiuliste lisandite abil. Et aga tselluloosi kiud on just hea lisand seks otstarbeks, siis on meil saepurus, mis koosneb 60% tselluloosist ja 28% ligniinist, mõlemad vajalikud toorained olemas.

Saepuru ümbertöötamiseks väärtuslikuks kunstvaiguks keedetakse seda kõrge surve all lahjas väävelhappe- või aniliinilahuses. Sel teel tekivast vedelikust saab furfurooli, suhkrut ja alkoholi. Järelejääv must puru tuleb peenendada ja meil ongi käes materjal, mis kõrge surve all laseb end vormida igasugusteks asjadeks nagu bakeliitki. Saadud aines on pigimust, laseb end lihvida, värvida, lakkida ja emailida. Ka võib temasse valmistamisel sisse pressida igasuguseid muid kiude, vineeri ja ilustisi. Lisades massile enne pressimist furfurooli, võime saaduse omadusi soovikohaselt muuta, et saada aimest, mis vastaks otstarbele. Igal juhul on lõppsaadus kõvem ja tugevam kui algaines, puit, millest ta on tehtud.

Ka mööblitööstuses tarvitata v n n. kunstpuit on valmistatud puidujäätmeist, nagu saepurust, hõövlilaastudest, viilipurust jne. Peeneks jahvatatud puit leotatakse läbi mingi kleepainega (liim, vesiklaas, kampol, veri jne.) ning pressitakse kuumade metallplaatide vahel hüdraulilise pressi abil õhukeseks lauaks, mida nimetatakse kunstpuiduks.

Kleepainele mingit värvainet juurde segades võidakse niiviisi valmistada ka värvilist kunstpuitu, millist tarvitatakse mööblite kaunistamisel, siseehitistes seinte kattedeks, vaheseinteks jne.

Kunstpuit ei pakata ega kõmmeldu ja on niisama hästi ümbertöötatav, värvitav, peitsitav ning poleeritav kui tavalinegi puit. Kunstpuitu kasutatakse isegi luksusasjade valmistamiseks ja pildi- ning peegliiraamideks.

Samal viisil pressitakse puidupulbrist ka mööbli liiste, ornamente ja mitmesuguseid muid kaunistisi, ning puitmosaiike, mis väliselt on sama- väärised tavaliste puidulõiketöödega.

Ka põrandakatteid valmistatakse saepurust. Mainitud põrandad on üldiselt tuntud ksüloliidi nimetuse all. Reklaami nimetusena on rohkem tuntud sõna „Fama“. Ksüloliit valmistatakse saepurust, lisades sideainena juurde magneesiiti (MgO) koos kloormagneesiumi ($MgCl_2$) lahusega. Ühe liitri magneesiidi kohta võetakse keskmiselt 1 liiter kloormagneesiumi lahust erikaaluga 1,16, mis vastab umbes 0,33 kg veevabale või 0,70 kg kristallisele $MgCl_2$ -le. Ta ühineb magneesidiga valgeks tahkeks ühendiks (Mg_2OCl_2), mis põhjustab massi nidestumist. Seda nideainet nimetatakse tema leiutaja järgi Sorel-tsemendiks.

Ühe liitri magneesiidi kohta võetakse 2—6 liitrit saepuru. Värvaineks lisatakse puhtaid värvimuldasiid 5—20% magneesiidi kaalust. Saepuru veekindlaks tegemiseks immutatakse teda linaõliga, karboliineumiga või muude õlide ja vaikudega. Kui immutamist ei toimetata, tuleb tarvitada niisket saepuru, muidu imbub kloormagneesiumi lahus kõik saepurusse ja mass ei kivistu.

Massi valmistamiseks segatakse magneesiit kõigepealt värvimullaga, siis lisatakse täiteained ja viimasena kloormagneesiumi lahus. Saadud taignakujuline mass pressitakse vormidesse või laotatakse põrandale. Ta kõvastub 24—36 tunni jooksul, kuid kivistumine lõpeb alles 1—2 nädala pärast. Saadud mass on kerge, ei sütti, on hõõveldatav, freitav ja naelutatav ja on võrdlemisi hea soojuse- ja kõlaisolaator. Nende omaduste tõttu ta ongi sobiv põrandakatteks, ehitusplaadiks, seinakatteks, lauplaadiks jne.

Ksüloliitpõrand tehakse tavaliselt kahes kihis: alumine kiht on jämedamateraalne ja pealmine peeneteraalne ning kõvemast segust. Kumbki kiht on vähemalt 1 cm paks. Tavalisemaks ksüloliidi koostiseks on: 1) **A l u s k i h t**: magneesiiti 6 liitrit ehk 4,5 kg; saepuru 15 liitrit ehk 2,5 kg (kuivalt); karboliineumi 2 liitrit ehk 1,8 kg ja kloormagneesiumi lahust (erik. 1,16) 5,5 liitrit ehk 1,75 kg (veevaba $MgCl_2$). 2) **P e a l i s k i h t**: magneesiiti 6 liitrit ehk 4,5 kg; puidujahu 12 liitrit ehk 1,7 kg; värvimulda 0,6—2 liitrit ehk 0,5—1,5 kg; talki 1 liiter ehk 0,75 kg; immutusõli 2 liitrit ehk 1,8 kg ja kloormagneesiumi lahust (erik. 1,16) 6 liitrit ehk 2 kg (veevaba $MgCl_2$).

IX peatükk.

Liimid ja liimimine.

Liimimist puutosade ühendamisel kasutati varemalt ainult mööbli ja muude vähemtähtsate tööde puhul. Tänapäeval on aga liimid ja liimimis-tehnika arenenud niikaugemale, et liime tarvitatakse ka ehitustehnikas mitmesuguste ehitustarindite, nagu suurte sildekaugustega puittalade ja puitvõlvide valmistamisel. Ka mitmesuguste vineerplaatide, plokkplaatide jne. valmistamist saab teostada vaid liimide abil.

Liime on väga palju liike. Tuntuimad neist on: loomsed liimid, tärkliisliimid, kaseinliimid, albumiinliimid ja kunstvaigud.

Mööblitööstuses tarvitatakse peamiselt kahte sorti loomset liimi: 1) nahaliim, mida saadakse suuremalt jaolt toorest loomanahast (millest ka nimetus), 2) kondiliim, mida saadakse kontidest. Praegusel ajal pole nende kahe sordi vahel enam kindlat vahet. Vabrikud lasevad harilikult turule liimi, mis on mõlemate sortide segu. Ka võltsitakse tihti kaupa, pakkudes nahaliimi asemel kondiliimi. Teisest küljest võib hea ja asjatundliku valmistamise korral ka kontidest kui odavamast toorainest valmistada niisama head liimi kui nahastki. Vahet teha naha- ja kondiliimi vahel on raske, tihti isegi võimatu.

Liimi valmistamine on ala, mis nõuab palju praktilisi kui ka teoreetilisi teadmisi. Seepärast on võistluse tõttu hea ja odava liimi valmistamise retseptid ettevõtete saladused. Üldiselt peetakse aga nahaliimi paremaks. Eriti head liimi toodetakse pühvli- ja härjanahast.

Liimi saak, samuti ka tema headus, oleneb suuresti tarvitatud toorainetest. Saak kõigub 10—50% piirides.

Kõik loomade sidekoed sisaldavad peamiselt ühte valgu sorti — kollageeni. See ei lahustu vees. Kuid keetmisel veega ja lahjendatud hape- tega kollageen laguneb ja tekib lihtsam munavalge — glutiin. Glutiin on juba vees lahustuv ja moodustabki nahaliimi peasa. Kondiliim sisaldab peale glutiini veel üht munavalge sorti, nn. kondriini.

Kogu liimivalmistamise tehing seisneb järelikult selles, et looma kudes leiduvad ja vees lahustumatud munavalged muudetakse vees lahustu-

vaks. Teistel käsitsustel, nagu pleegitamisel jne., on eesmärgiks teha liimi ostjale vastuvõetavaks ja kohandada teda teatud eriotstarbeks (hele tiseriliim).

Nahaliimi tooraineks kõlbavad kõik looma keha sidekuderikkamad osad, nagu nahk, kõrvad, saba, sooned, jalad jne. Ka kõik parkimiseks kõlbmatud nahaosad ja -jätted (koivad, saba, sõrad, sarved) leiavad liimi valmistamisel tarvitamist. Seks asetatakse nimetatud toorained tihti uuendatavasse lubjaveette ligunema, mis kestab 10—40 päeva, olenedes naha sordist ja paksusest. Leotamise

otstarve on: 1) seebistada rasv ja 2) kõrvaldada nahast need ained, mis liimi ei anna.

Pleekimise otstarbel lisatakse lubjaveele kloorlupja. Selle järel uhutakse nahad pesemistrumlis veega põhjalikult puhtaks ning lõpuks kuivatatakse



Joon. 120. Tavaline kondiliimi-tahvel.

takse võimalikult kiiresti (mädanemise hädaoht!). Nii ettevalmistatud nahka nimetatakse toorliimiks, millest siis keetmise teel, kui vees lahustumata valgud muudetakse lahustuvaks, saadakse mööbelsepa-liim. Keetmisel tekkinud liimilahust ei või aga kaua kõrges temperatuuris hoida, sest glutiin kui valkaine laguneb kergesti ja liim kaotab palju oma nidumisvõimest. See pärast tuleb tekkinud liimilahus tihti välja lasta ja keetmist jätkata uue veega, kuni tooresainest veel liimi tekib. Saadud liimilahustest aurutatakse vesi vaakuumis madalas temperatuuris 20—30%-ni, puhastatakse mitmel viisil ja lastakse vormidesse, kus ta jahtudes tardub. Tardunud massist lõigatakse parajad tahvlid, mida harilikult kuivatatakse võrgul välisõhus kui ka kunstliku soojusega (võrgujäljed tahvlil). Kuivatatus peab toimuma võimalikult kiiresti, sest liim läheb niiskelt bakterite mõjul kiiresti mädanema.

Kondiliim. Liimi valmistamisel kontidest puhastatakse need esmalt kõigest külgeäänud lihast ja kõrvalaineist. Purustusvaltside abil peenendatud kondid vabastatakse rasvast kas keetmisega, aurutamisega või lahustajatega (bensiin). Rasvast vabu konte keedetakse suletud katlas auruga suurema surve all ja kõrgemas temperatuuris. Kontides olev valk laguneb selle tagajärjel ja muutub vees lahustuvaks. Edaspidine liimilahuse käsitlemine on sarnane nahaliimi omaga. Kondiliim on harilikult heledam ja väiksema nidumisvõimega kui nahaliim.

Peale tahvlite (näit. 15 × 7 cm joon. 120) lastakse liimi müügile ka pulbrina, mis tihtipeale leiab eelistamist oma kiirema lahustuvuse tõttu.

vees. Kuid kerge võltsimishädaohu tõttu pole see tarvitajaskonnas üldist poolehoidu leidnud.

Kaseiinliim on tüüpilisim külmlüim, s. o. külmal tarvitatav liim. Kaseiini tarvitamine liimi valmistamiseks põhineb ta omadusel moodustada leeliste mõjul venivaid ja aja jooksul iseenesest tarduvaid lahuseid. Mõjurina kasutatakse kustutatud lupja koos mõne naatronleelist sisaldava ainega, nagu vesiklaas, sooda, booraks jm., mõnikord ka ammoniaaki. Kuiv valmistis on müügil külmlüimi nimetuse all. Selle tarvitamine on äärmiselt lihtne. Tuleb vaid külmlüimi segada efekirjutatud veehulgaga, enamasti 2—3 osa külma vett ühe osa külmlüimi-pulbri kohta. Vesi valatakse juurde järk-järgult, et vältida tompude tekkimist. 10 minuti jooksul on kaseiin sulanud ja liim tarvitamisvalmis. Külmlüimi-valmististe koostised kõiguvad järgmistes piirides: kaseiini 50—60%, kustutatud lupja 20—30%, muid aineid 10%, niiskust 10%. Suuremad tarvitajad valmistavad liimi ise koha peal. Et kord tardunud liimi enam kasutada ei saa, tuleb valmistada ainult samaks korraks vajalik hulk.

Kaseiini või kohupiimapulbrit saadakse lehmapiimast, milles teda leidub 2—4,5%. Hea kaseiin on helekollakat värvi, maheda lõhnaga, ei sisalda rasvaolluseid üle 2% ja on peaaegu happevaba. Õhukuiv kaseiin sisaldab 10—12% niiskust. Soodsaim terasuurus on 1—1½ mm.

Lubi peab olema rasvane ja sisaldama vöörolluseid alla 1½%. Kui liimi valmistatakse koha peal, tarvitatakse naatronleelist vesiklaasi kujul. Külmlüimi-pulbrites leidub see sooda, booraksi või naatrium-sulfaadi näol.

Liimi koostisest olenevad selle omadused:

1) **Tardumisaeg.** Selleks loetakse aeg, mis kulub liimi valmisaamisest kuni tardumise alguseni. Üleminek tardunud olekusse on õige pikaldane ja aeglustub veelgi, kui:

a) liim sisaldab vähe naatronleelist ja lupja (harilik tardumiskestus on 5—12 t., kuid võib valmistada mitu päeva vedelana seisvaid liime);

b) on võetud rohkem vett, s. o. liim on vedelam;

c) temperatuur on madalam (suvel, kui liimi temperatuur tõuseb kuni 20—22° C, lahustub kaseiin kiiremini ja tursub põhjalikumalt, mistõttu liim tuleb venivam ja tardub kiiremini);

d) liimis on soolasisi, mis mõjuvad tardumist aeglustavalt, nagu vase-sulfaat, karbamiid jt.

2) **Veekindlus.** Liim on veekindel, kui sellega kokkuliimitud esemed võib asetada nii külma kui ka kuuma vette küllalt pikaks ajaks, et puit veega läbi imbuks, ilma et liimitud ühenduskohtadel ilmneks tunnus-

märke algavast lahtiminemisest. Tisleriliim ei ole veekindel, sest ta tursub vees. Lubja ja kaseiini ühend on vees peaaegu lahustumatu. Ta imbub pikapeale küll veega, kuid ei pehmene. Seetõttu on ainult lubjaga valmistatud liim kõige veekindlam. Naatronleelise ühend kaseiiniga on vees osaliselt lahustuv, kuid evib selle eest feisi väärtuslikke omadusi: kaseiin sulab täielikumalt ja tekib venivam liim, mis paremini puidukiudude vahele tungib. Tarvituselolevad kaseiinliimid on segud naatron- ja lubi-kaseiinist. Nad on kõrgel määral veekindlad ja rahuldavad isegi lennuki-ehitusel ülesseatavaid nõudeid. Kaseiinliimiga valmistatud maalrivärve saab nende veekindluse tõttu tarvitada majade värvimiseks.

Kõrvalise kasutoova nähtusena liimi tardumisel tekivad lubjaühendid teiste liimi koostisse kuuluvate lisanditega: vesiklaasi, sooda või naatrium-sulfaadiga, millistel ühenditel on suur veekindlus, kõvadus ja nidumisvõime. Kui liimitud esemeid tuleb hiljem saagida või hõõveldada, siis tööriistad nüristuvad nende lisandite esinemise puhul rutemini.

Vasesoolad, nagu vasekloriid ja -sulfaat, võetuna 2—3% kaseiini hulgast, mõjuvad seni seletamatul viisil kaseiinile, fõstes liimi veekindlust.

3) **Tõmbe tugevus.** Kaseiinliim on niisama tugev kui tisleriliim. Kahe lapiti kokkuliimitud lauafüki lahtirebimisel sageli katkevad enne puidukiud kui liim. Täie tugevuse omandavad liimitud esemed alles 10—14 päeva pärast.

Kaseiinliimi võib tarvitada kõikideks puidutöödeks, välja arvatud värviliste väärtpuiduliikide liimimiseks, sest ta rikub nende värvi. Leelis tekitab nendes leiduva tanniiniga pruune plekke. Liiga kõrge leelisesisaldusega liim võib ka puidukiudusid pehastada.

Kokkuliimimiseks kaetakse liimitavad pinnad kõva pintsli abil õhukese liimikorruga, pannakse kokku ja hoitakse pressi all kuni 5 tundi, mille jooksul liim täiesti kuivab.

Lahtiselt tardub liim 5—12 tunni jooksul, olenevalt koosseisust. Liimiga kaetud esemed võivad enne kokkupanemist lühemat aega ilma kahjata õhu käes seista. Sellega on antud puidutööstustele võimalus tööjaotuse paremaks korraldamiseks kui tisleriliimiga töötamisel. Hõlpus tarvitamine, veekindlus ja odavus kindlustavad kaseiinliimile suurt kasutamist puidutööstuses.

Nagu ülalfoodust selgub, võivad kaseiinliimi koostis ja tema omadused olla kaunis erinevad. Igal tarvitajal tuleb mõnede katsete läbi leida tema oludes sobivaim liim. Alljärgnevalt on toodud mõned näited liimi-koostistest:

1) Kaseiini	kaaluosa	100	ja vett	kaaluosa	220—230
Lupja		20—30	" "		100
Vesiklaasi (erik. 1,4)		70			
Vasekloriidi		2—3	" "		30—50

Kaseiin segatakse efekkirjutatud veehulgaga, kuni vesi on täiesti sisse imbunud (ca. 20 min.). Lisatakse juurde lubjapiim; tekivad pehmed tom- bud, mis aga kaovad segamisel, 5 min. pärast lisandatakse vesiklaas, mis põhjustab otsekohe segu paksuksminemist. Kui liim läheb liiga paksuks, lisatakse vett juurde soovitud venivuseni. Viimasena lisatakse vasekloriid või -sulfaat. Liim on kohe tarvitamiskõlvuline.

2) Kaseiini	100	kaaluosa.
Lupja	80	"
Vesiklaasi	20	"
Ammoniaaki	8	"
Vett	200	"
3) Kaseiini	100	kaaluosa.
Lupja	20	"
Booraksit	2	"
Soodat	4	"
Vett	500	"
4) Kaseiini	100	kaaluosa.
Booraksit	7	"
Ammoniaaki	50	"
Denaturaati	30	"
Vett	350	"

Kaseiinliimide tarvitamine on õige vana. Vanim liimitoode, millist aja- loolise uurimise järgi üldse tarvitati, on nimelt kaseiinliim. Juba aasta- tuhandete eest tarvitasid vanad egiptlased seda liimimisvahendit puidu liimimiseks. Teaduslik uurimine on kindlaks teinud, et tolleaegsete mumi- apausärkide, ehetekastikeste ja mööblite valmistamisel tarvitati kaseiinliime. Uuematel kaevamistel on neis tarbeesemeis liimimine enamalt jaolt heas olukorras. Materjalide kaseiinühendid on aastatuhandete jooksul hästi säi- linud, vaatamata ajahambale.

Albumiinliime või verealbumiinliime tarvitatakse tavalistel liimimis- töödel väga harva. Albumiinliim valmistatakse kas munavalgust või vere-

fibriinist saadud seerumist. Toormaterjaliks on tapamajadest saadav loomaveri, mis sisaldab umbes 8% albumiine. Veri kuivatatakse aurutamise teel, kusjuures kuivatustemperatuur peab olema madalam kui albumiinide kalgendumise ehk koaguleerumise punkt (umbes 70⁰ C).

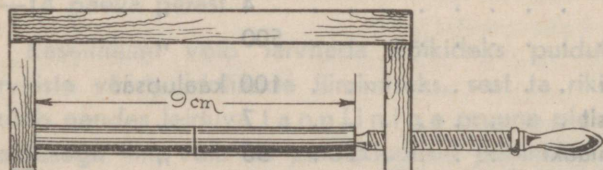
Müügil on albumiinliim ebakorrapärase väliskujuga lehekestena, millede värv on helepunane kuni tumepruun. Tarvitamisel segatakse albumiin lubja ja ammoniaagiga. Tarvitatakse peamiselt vineeritööstustes ja ehitustööstustes.

Liimide teimimine.

Et loomse liimi niduvust kindlaks teha, tuleb tähelepanu juhtida järgmistele tundemärkidele:

Hea loomne liim on helepruuni värvi, vastupidav murdumisele ja annab klaasselge läikiva, kuid pragudeta pinna. Hea liim ainult paisub vees, imedes seda endasse, ega hakka enne sulama kui 40—50-kraadise soojusega vees.

Et liimi põhiaineks on munavalge, mis kergesti bakterite mõjul laguneb ja on mädanemisele vastuvõtlik, siis võib liimi headust osalt kindlaks teha ka tema lõhna järgi. Selleks on vaja liimitükikest veidi niisutada. Kui siis liimil ei ole mingisugust mädalõhna, on liim hea. See on eriti tähtis juhtumil, kui ostetud liim on kauemat aega niiskes laos seisnud.



Joon. 121. Liimi teimimise proovikeha valmistamine.

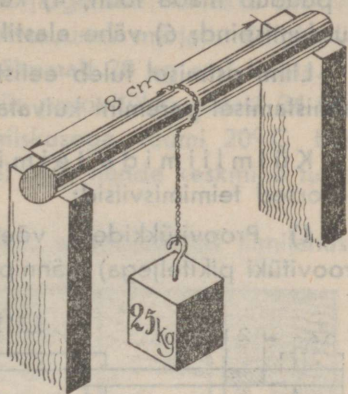
Kui on tegemist mitme liimisordi teimimisega, siis tehakse seda järgmiselt: sulatatakse kõik liimisordid võrdses hulgas vees (näit. $\frac{1}{3}$ l) ja teimitakse nende nidumisvõimet ühesugusel puidusordil.

Mööbelsepad teimivad liimide nidumisvõimet tavaliselt järgmiselt:

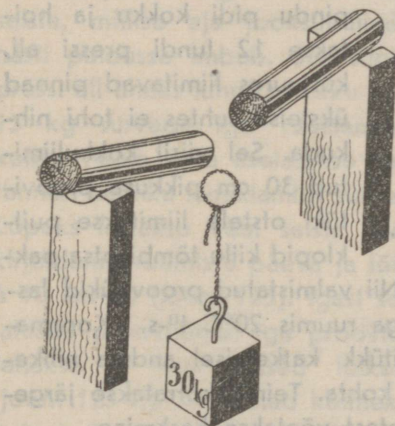
Võetakse ümmargused, kuid hästi kuivast kasepuidust pulgakesed, 10 mm läbimõõduga ja 90 mm pikad, mis täpse ja puhta lõikega keskpäigast poolitatakse ja siis uuesti põikotstega pikuti kokku liimitakse (joon. 121).

Selle järel lastakse kokkuliimitud pulgakesed soojas ruumis 72 tundi kuivada ja asetatakse need üksikult niimoodi, et nad otsadega toetuksid

mingile alusele (joon. 122). Nüüd kinnitatakse pulgakese kokkuliimitud kohale nõoriga 25 kg raskus, millele iga 5 minuti järel veel 1 kg juurde lisatakse. Kuni murdumise silmapilguni peaks hea liim vähemalt suutma kanda 30 kg (joon. 123). Kui säärane teim on hästi õnnestunud, siis kinnitab see liimi tugevust. Puidu otseti kokkuliimimisel tohib see murduda ainult kokkuliimimise kohalt, ilma üksikuid kiudosakesi lahti kiskumata. Kui prooviks võetud lauaseri rööbiti puidu kiudu kokku liimida, nagu seda praktilises töös tehakse, siis võib kokkuliimitud koha murdumisel kindlaks teha ainult puidu tihedust ja vastupidavust, mitte aga liimi tugevust. Ainult halvasordilise liimi puhul ja asjatundmatul liimimisel võib liimimise liitjoon murduda siledalt. On aga liim hea ja liimimine nõuetele vastavalt hästi teostatud, siis peab murre minema mööda puitu ja mitte mööda liimi. Mida pehmema



Joon. 122. Proovikeha koormamine.



Joon. 123. Koorem, mille all liimühend järele annab, näitab liimühendi tugevust.

koega puit, seda suuremad osad kistakse lahti. Seepärast tulebki liimi tugevuse teimimist teostada kõvakoelise puiduga. Otseti (pikuti) puidu kokkuliimimisega murdub liim ja mitte puidu kiud.

Sellised teimimised pole praktikas alati läbiviidavad ja on pealegi aega raiskavad. Seepärast kasutatakse loomse liimi tugevuse proovimiseks teisi võtteid, mis viivad rutem sihile. Üks neist võtetest seisneb liimi vee sisseimemise kindlakstegemises.

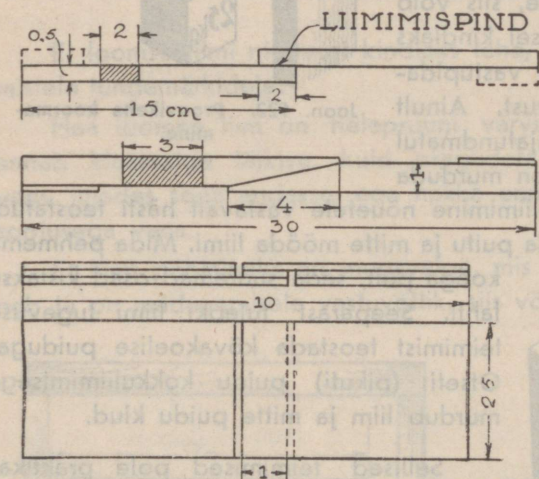
Liim hoitakse 24 tunni jooksul 15^o C vees. Ta peab endasse võimalikult palju vett imema, kuid ta ei tohi sealjuures sulada ja laguneda ka mitte sel puhul, kui ta peaks vette kauem ligunema jääma kui 24 tundi. Vesi, milles liim ligunes, ei tohi omada mäda haisu, vaid peab olema meeldiva lõhnaga. Head liimisordid imevad endasse sulatamisel palju vett ja nõuavad enam sulatusveft.

Heal loomisel liimil on järgmised tunnused: 1) hele ja läbipaistev värv (kondiliim); nahaliim on tumedam; 2) puuduvad laigud ja põiekeseid; 3) puudub mäda lõhn; 4) kuiv ja vastupidav murdumisele; 5) klaaskõva murdumispind; 6) vähe elastiline, kuid mitte habras.

Liimi ostmisel tuleb eelistada õhukesti tükke paksudele, sest need on valmistamisel paremini kuivatatud.

Külmliidide teimimiseks on kujunenud alljärgnevad laboratoorsed teimimisviisid:

1) Proovitükkideks võetakse sirgekiulised (puidukiud paralleelselt proovitüki pikiteljega) männipuidu liistud, 3 cm laiad ja 1 cm paksud, teritatakse nende üks ots ühest küljest kiilutaoliselt 1:4, kusjuures kiilu terav ots risti lõigatakse (joon. 124).



Joon. 124. Proovikehad kaseinliimide teimimiseks.

teritatakse nende üks ots ühest küljest kiilutaoliselt 1:4, kusjuures kiilu terav ots risti lõigatakse (joon. 124). Kaldpindadele määratakse liimilahus nii, et ei jääks katmata kohta ega õhumulle. Selle järel seatakse liistud kahekaupa liimitud pindu pidi kokku ja hoitakse 12 tundi pressi all, kusjuures liimitavad pinnad üksteise suhtes ei tohi nihkuda. Sel viisil kokkuliimitud 30 cm pikkuse proovitüki otstele liimitakse puitklopid kiilu tõmbi otsa paksuselt, mille võrra teine pool on kõrgem. Nii valmistatud proovitükid lastakse 6 päeva seista 60%-se õhuniiskusega ruumis 20°C t⁰-s. Koormamisel tõmbe peale peab selline proovitükk katkemisel andma nihketugevust vähemalt 55 kg ruutsentimeetri kohta. Teima korratatakse järgmööda viie proovitükiga ja saadud andmetest võetakse keskmine.

2) Männipuidust tehakse kümme 15 sentimeetri pikkust liistu, mis on 0,5 cm paksud ja 2 cm laiad. Need liimitakse kahekaupa otsapidi 2 cm pikkuselt vaheliti niiviisi kokku, et tekib 4 ruutsentimeetrine ühenduspind. Nii kokkuliimitud liistud pannakse pressi vahele ja lastakse 3—4 päeva kuivada. Selle järel teimitakse liistud tõmbamise abil. See toimub tõmbeaparaadiga või viimase puudumisel nii, et lisatakse proovikeha ühte otsa pikkamööda niipalju raskust, kuni liimispind läheb koost lahti. Siinjuures

võib oodata 40—50-kilost nihketugevust ühe cm^2 kohta (joon. 124). Tagajärjeks tuleb võtta viie proovikeha tõmbel saadud keskmine tugevus.

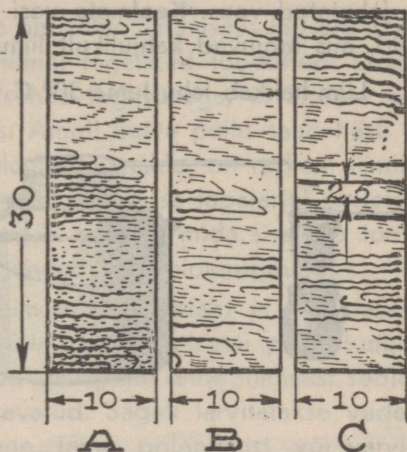
Liimi tugevust määrjas olukorras teimitakse järgmiselt: lastakse proovitükid 24 tundi vees liguneda ja rebitakse otsesuunas märjalt. Kõigi viie proovi keskmine vastupidavus peab andma vähemalt 20 kg cm^2 kohta.

Vees püsivuse määramiseks asetatakse viis proovitükki pärast 24-tunnist vees leotamist 48 tunniks 60%-se õhuniiskusega ruumi 20°C t⁰-s. Nii viisi ettevalmistatud proovitükkide rebimisel olgu nende keskmine tugevus vähemalt $20 \text{ kg ruutsentimeetri}$ kohta.

Nihketugevust teimitakse järgmiselt: eelkirjeldatud liimilahuse abil liimitakse 0,5 kuni 1 mm paksused ja 30 cm servapikkusega kasevineerist ruudud ristamisi kokku, nii et keskmine vineeri kiudude suund oleks perpendikulaarne välistega. Vineerid määratakse pintsliga abil hoolega liimilahusega üle, keskmine mõlemalt poolt ja äärmised ühelt poolt, ja asetatakse liimitud pindadega vastamisi üksteise peale ning lastakse 5 minutit seista, millise aja jooksul liimilahus hästi puidusse imub. Siis surutakse pressi all üheks tunniks kokku 12 kuni 15 kg survega iga ruutsentimeetri kohta. Peale seda asetatakse nad 24 tunniks hariliku liimiklambri surve alla.

Lõpuks lastakse veel seista eespool kirjeldatud ruumis 6 päeva ja lõigatakse siis risti kiududele kolmeks ribaks \AA 10 cm lai (joon. 125). Igast sellisest ribast lõigatakse piki kiudu 2,5 cm laiused proovitükid. Iga proovitüki keskkohal 10 mm kaugusel üksteisest tehakse 1 mm laiused lõiked, üks ühele ja teine teisele poole (joon. 125-C), nii et nad kolmekordsest vineerist lõikaksid läbi kaks, kuna kolmas jääks puutumata. Siis jääb teimimiseks $2,5 \text{ cm}^2$ suurune liimispind. Nüüd võetakse neist proovitükkidest kümme ja rebitakse tõmbemasinal katki, kusjuures need proovitükid, mis rebenesid puidu osas (mitte liimipinnas) eraldatakse. Liimispinnas rebenenute keskmine nihketugevus peab olema kuivalt vähemalt $20 \text{ kg ruutsentimeetri}$ kohta.

Nihketugevust määrjas olekus määratakse samasuguste proovitükki-dega, mille mõlemad otsad (millistest rebimisel kinni haaratakse) lühikeseks ajaks sula parafiini sisse kastetakse, ja siis asetatakse terve tükk



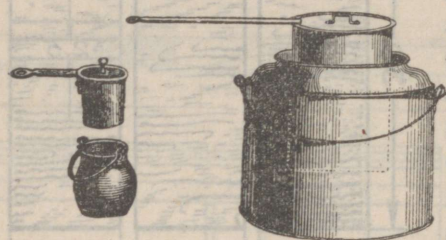
Joon. 125. Proovikehad liimi nihketugevuse teimimiseks.

48 tunniks vette ligunema. Peale ligunemist kuivatatakse liigvesi filterpaberiga, otsad puhastatakse parafiinist ja asutakse otsekohe rebimisele. Ka siin eraldatakse need proovitükid, mis rebenesid puidu kohalt. Nihketugevus märjalt peab olema vähemalt 7,5 kg ruutsentimeetri kohta.

Liimimine.

Loomsete liimide lahustamine või pehmendamine toimugu keedetud ja jahutatud vees. Keetmata vesi sisaldab enam soolasid ja mineraaloluluseid, mis mõjuvad kahjulikult liimi tugevusele.

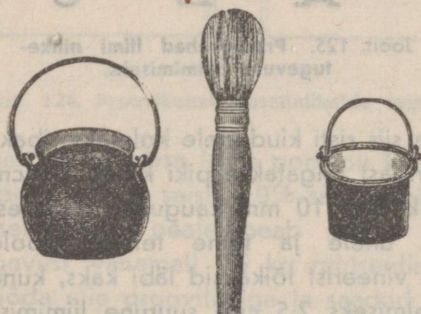
Liim hakkab lahustuma 30° C vees ja kaotab oma niduvuse 100° C t^o-s



pikaajalise keetmise tagajärjel. Parimaks liimi lahustamise temperatuuriks on 50—60° C, milles liim muutub täiesti vedelaks. Kõrgemat temperatuuri keetmisel pole soovitatav anda, sest muna-valge laguneb kõrgemas temperatuuris.

Liimi lahustamist teostatakse erilises topelseintega metallanumas. Tuleleek või kuumus puudutab ainult välisanumat, kuna siseanum, kus asetseb liim, on ümbritsetud kuuma veega. Liim ei tohi kunagi põhja kinni kõrbedada. Seega kaotab ta täiesti oma nidumisjõu ja muutub tarvitamiseks kõlbmatuks.

Parimaks liimianuma valmistamise materjaliks on punane vask, mis hästi soojust juhhib (joon. 126).



Joon. 126. Loomsete liimide lahustamise anumad.

Liimi võib lahustada ainult soojendades. Keeta ei või liimi kunagi. Ka ei tohi liimi liiga kaua kuumendada, sest liim kaotab sellega palju tugevusest. Sedasama esineb ka siis, kui liimi liiga tihti soojendatakse. Liim kaotab keetmise kui ka mitmekordsete soojendamiste tagajärjel kuni 50%

oma tugevusest, odavad liimisordid aga veel enam. Seda algnõuet liimimisel peaks igaüks teadma. Kuid siiski leidub paljusid, kes igakordsel vee juurdelisamisel liimi uuesti läbi keedavad, olles kindlad, et igakordsel vee juurdelisamisel peab liim hästi „läbi keema“, et ta seguneks juurdelisatud veega. See on väär vaade. Liimi võib ainult lahustada ja kuumendada 67 kraadini, mitte keeta.

Lahustatud liim tuleb alal hoida hangunud kujul ja tema tagavara ei tohi olla suurem, kui seda tarvidus nõuab, sest lahustatud liimis siginevad väga kiiresti bakterid, eriti niiskes kohas. Liim hakkab hallitama ja mädanema ning muutub tarvitamiseks kõlbmatuks.

Loomsete liimidega liimimine. Üldse on raske liimimiseks täpseid näpunäiteid anda. Seda näitavad kõige paremini tegelikud töövõtted. Eeskätt tuleb rõhku panna sellele, et liim oleks hea tugevusega, et liimitav puit oleks kuiv ja et liimimine õieti teostuks. Ainult kuiva puitu saab hästi liimida. Märka või toorest puitu, mis sisaldab puumahlu, on raskem liimida, sest kokkuliimitud puiduosad kisivad endid kuivamise tagajärjel üksteisest lahti. See on tingitud sellest, et liim kardab niiskust, mida sisaldab toores puit (mädanemise hädaoht) ja mis nõrgendab liimi nidumisjõudu.

Puidu otseti liimimiseks tehakse liim hästi vedelaks ja immutatakse sellega puidu otspinda. Et liimilahus hästi sügavasti otseti puitu tungiks, peab ta olema võimalikult vedel. On soovitatav puitu enne liimimist soojendada, et puidu poorid oleksid hästi avatud. Sageli tarvitatakse vedelat liimi selleks, et täita puidu poore enne tema poleerimist või värviga katmist.

Näpunäiteid liimimisel:

- 1) Kokkuliimitavad pinnad sobigu teineteisele hästi ja tihedalt, nii et üleliigne liim, mis pole puidu pooridesse tunginud, sealt välja surutaks.
- 2) Kokkuliimitavad tööesemed olgu hästi kuivad ja neid hoitagu alal kuivas paigas. Liimneotised toore ja mitte küllalt kuiva puiduga või puiduga, mis paigutatud niiskesse kohta, ei suuda kunagi olla head ja vastupidavad. Ei ole puit küllalt kuiv, muutub sellega ühenduses ka liim niiskeks ja kaotab ühtlasi oma tugevuse.
- 3) Kui kokkuliimitud osad peavad kaua väljas õhu käes püsima, tuleb nad katta õlivärviga, et kaitsta neid niiskuse sissetungimise eest, või jälle tarvitada liimi, mis on niiskusele vastupidav.

Kõva ja pehme puidu liimimine. Liimimisel peab tähele panema nii puidu kõvadust kui ka tihedust. Puiduliigid jaotatakse: kõvaks, keskmiseks ja pehmeks.

Kõvad:

Pirnipuu.	Saar.
Vaher.	Jalakas.
Pöök.	Tamm.

Keskised:

Kask.	Seeder.
Pihlakas.	Sarapuu.
Õunapuu.	Mahagonipuu.

Pehmed:

Pärn.	Mänd.
Haab.	Kuusk.
Lepp.	Nulg.

Puiduosade kokkuliimimisel tungib liim puidu pooridesse, nidudes niitkudedega üksteise vastu surutud puiduosi. Paksult liimitud puiduosade vahele jäänud liimikiht ainult vähendab tugevust niiskuse ja temperatuuri mõjudel. Tihedate puidusortide kokkuliimimisel jääb liim püsima hõõveldatud tasapinnale, sest ta kude on niivõrd tihe, et ta liimi sisse ei võta.



Joon. 127. Liigse liimi kraapraud.

Kuid ka siin ei tohi olla liimikord paks, mis vähendaks niduvust. Seepärast — mida tihedam ja kõvem puit, seda tugevam ja püdelam olgu liim. On aga liim tugev, siis võib ka kõva ja tiheda puidu

puhul vedelamat liimi kasutada. Pehme ja hõredapoorilise puidu kokkuliimimisel võib kasutada vedelamat liimi. Üldse peab aga nii pehmekui ka kõvapinnaliste puitude kokkuliimimisel tähele panema kõigepealt seda, et liimitavad lauaservad ja pinnad oleksid hästi hõõveldatud (õgven-datud), et nad vastastikku hästi liituksid.

Tihedakoeliste puitude kokkuliimimisel hõõveldatakse enne liimimist kokkuliimitavad pinnad hammashõõvliga krobedaks (hambuliseks), et võimaldada liimil paremini krobedaks tehtud pindadesse tungida. Pindade hambuliseks hõõveldamist kasutatakse suurte tasapindade kokkuliimimisel, eriti aga vineerimisel. Õhukeste laudade servapidi kokkuliimimisel ei tarvitse pinda enne liimimist hammastada, eriti veel siis, kui on tegemist pehme puiduga. Laudade servapidi hammastamine jätab järele praokesed ja jäljed.

Alati tuleb silmas pidada, et üleliigne liim pindade vahel ainult takistab head kokkuliimimist. Seepärast olgu liim valmistatud selles paksuses, mis vastab antud puidu sordile ja valmistatava töö iseloomule. Kõik üleliigne liim tuleb k r a a p r a u a (joon. 127) abil kõrvaldada.

Liimimine mehaaniliste abinõudega. Mööblitööstuse mehaniseerimisega on viimasel ajal ka liimimine vastavate masinate abil kergeks ja käepäraseks tehtud. Praegu on olemas väga mitmesuguseid masinaid, mis kannavad liimi puidupinnale ühtlaselt ja kiiresti ning seega soodustavad eriti suurte pindade vineerimist. Samuti on ilmunud masinaturule ka hiiglapressid auru abil ettesoojendatud survepindadega, mis hüdraulilise survega pidevalt, kiiresti ja kindlalt liimitavad pinnad suruvad kinni. Ka serviti laudade liimimiseks on tarindatud vastavad liimilaotamismasinaid ja pressid, mille abil liimitavate lauaservade kokkusurumine on hoopis lihtsam ja kergem kui seni tarvitatud mitmesuguste klambrite, kiilude ja pitskruvide abil käsitsi. Loefeldud masinate ja abinõudega töötamine on kiire ja kindel ega äpardu kunagi. Ka liimi soojendamine ja segamine toimub nüüd moodsates liimiköökides, mis on varustatud puidujätete ning saepuru kestvalt küdevate pliitidega; viimased on täiesti tuleohutud ega vaja alatist järelevalvet ja teenimist. Liimipoti pesad on siin täiesti kinnised, kas kuuma õhuga või auruga soojendatavad, nii et siit töökotta ei pääse auru, mis niisutaks töökojas õhku ja seega põhjustaks töötamisel olevate esemete paisumist.

Vineeride liimimine.

Vineerplaatide liimide valmistamise ja omaduste kohta on aja jooksul tekkinud millegipärast legende. Räägitakse salajastest retseptidest jne. Tegelikult leidub igas puidutehnoloogiat käsitlevas teoses mitu head liimiresepti. Raskus hea liimi valmistamisel seisneb tegelikult selles, et nii kaseiin kui ka albumiin — milledest peamiselt vineeriliime valmistatakse — oma päritolu tõttu loomariigis on väga muutuva koosseisuga ja nidumisjõuga. Seepärast asub iga suurema vineerivabriku juures keemialaboratoorium, kus õpetatud keemikud alati uusi toormaterjalide saadetsi analüüsivad ja vastavalt analüüsi tulemustele liimide koosseisu muudavad.

Teine legend käib vineerplaadi-liimi veekindluse kohta. Sellekohase kokkuleppe järgi loetakse liimimist v e e k i n d l a k s, kui pärast 96-tunnist ligunemist külmas vees liimimistugevus ei lange alla 15 kg liimispinna ruutsentimeetri kohta. Neile tingimustele vastavad ainult kunstvaik-liimiga liimitud plaadid.

Tavaline vineerplaat aga (kaseiini, albumiini või mõlema seguga liimitud) on ainult niiskusekindel: pärast 48-tunnist ligunemist külmases vees ei tohi ta liimimistugevus langeda alla $7,5 \text{ kg/cm}^2$. Pikemaajalise niiskes ruumis (või väljas, lageda taeva all) viibimise järel langeb tavalise plaadi liimimistugevus praktiliselt nullini.

Nagu juba tähendatud, kasutatakse vineerplaatide liimimiseks peamiselt kolme liiki liime: kaseiinliime ja verealbumiin-liime tavaliste plaatide jaoks ja kunstvaik-liime — eriotstarbega plaatide jaoks. Väga tihti tarvitatakse ka kaseiini ja albumiini segu.

Vineeride liimimiseks valmistatakse nii kasein- kui ka verealbumiinliim üldjoontes järgmiselt:

Pulbrikujuline liimaine asetatakse vette ja lastakse 1—2 tundi liguneda, mille jooksul ta paisub. Siis lisatakse veel lupja ja lõpuks veel täiteaineid, milleks on peamiselt puidujahu. Segamiseks kasutatakse eriti selleks otstarbeks ehitatud masinsegisteid. Valmis kaseiinliim on kollakasvalge, umbes meepaksune vedelik, mis tarvitamiskõlvulisena püsib väga lühikest aega — 2—4 tundi. Albumiinliim on tumepruun, veidi kallerduv, tihedat vahtu meenutav mass, mis nidumisvõimelisena püsib 24 tundi, madalas temperatuuris rohkemgi.

Joon. 128. Liimivalts. v — soontega varustatud valtsid, k — liimiküna, a — alusraam.

Ülalkirjeldatud liimide vineeridele kandmiseks kasutatakse nn. liimivaltsi (joon. 128).

Kaks teineteise peal tiirlevat valtsi, milledest alumine ulatub liimiga täidetud kolusse, on varustatud 1—1,5 mm sügavuste ja umbes ühelaiuste soontega. Kuiv vineer lükatakse ülalkirjeldatud valtside vahelt läbi, kusjuures soontes asetsev liim jääb vineerile, teda mõlemalt poolt ühtlaselt kattes. Liimiga kaetud vineer asetatakse näiteks kolmekordse plaadi saamiseks kahe kuiva vineeri vahele ja siis koos nendega liimimispressi.

Nidumiseks on olulised kõigil liimidel kolm tegurit: temperatuur, rõhuline liimimispinnale ja aeg, mille jooksul kaks esimest tegurit mõjuvad. Kaseiinist valmistatud liimid neovad hästi juba 20° C t⁰-s. Seepärast tuntakse neid üldiselt „külma liimi“ nimetuse all. Vajalik surve on madal,

6—8 kg liimispinna ruutsentimeetri kohta, neostumiseks vajalik aeg umbes 2 tundi. Surve ja aja pikendamine ei paranda praktiliselt liimühendi tugevust, küll aga mõjub selleks tugevasti kaasa puidu korralik kuivatamine enne liimimist. Temperatuuri tõstes on võimalik neostumise aega kuni 10 minutini lühendada.

Puhtad või kaseiiniga segatud albumiiniimid nõuavad nidumiseks temperatuuri 100—150° C, olenevalt koosseisust. Pressimise aeg koosneb ajast, mis on vaja selleks, et kuumus tungiks kuni pressitava vineeripaki keskkohani (tavaliselt arvestatakse iga millimeetri läbistamiseks 1 minut), ja teiseks neostumise ajast sõna tõsisel mõttes. Tavaliselt kõigub pressimise aeg 3—10 minuti vahel. Surve valitakse seejuures võrdlemisi kõrge: 15—20 kg/cm².

Viimasel ajal esirinda kerkinud kunstvaikliimid on nidumisomadustelt eeskujulikud, täiesti veekindlad (isegi leotamisel keevas vees), kuid kahjuks väga kallid. Seepärast kasutatakse neid ainult eriti karmidele nõuetele vastavate plaatide liimimiseks, näit. lennukiehituseks määratud plaatides.

Bakeliitliimid tulevad sageli müügile rullides, kus liim on kantud õige õhukese, 0,1 mm paksuse paberi mõlemale küljele. Liimimisel tuleb liimikile asetada vineeride vahele ja nendega koos kuumutuspressi.

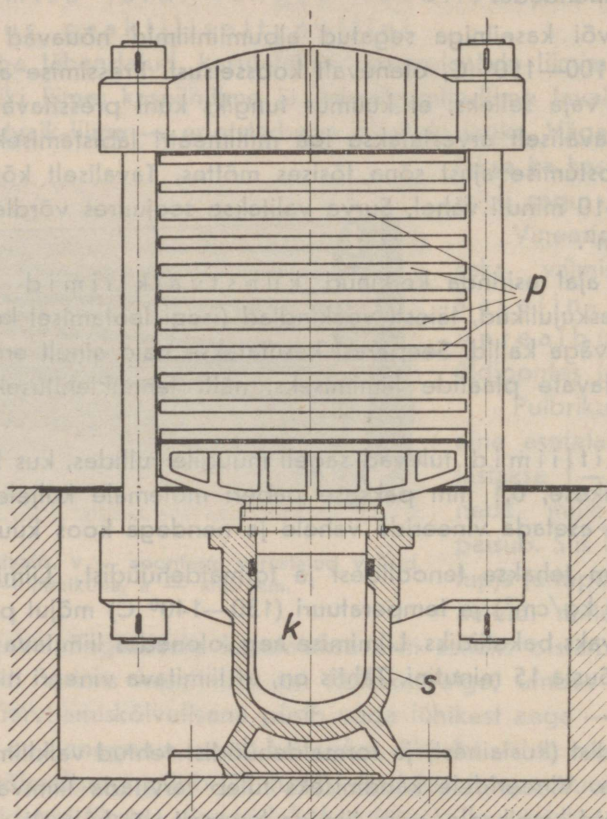
Bakeliitliim tehakse fenoolidest ja formaldehüüdist. Liimimise juures surve (15—20 kg/cm²) ja temperatuuri (130—140° C) mõjul polümiseerub see aine püsivaks bakeliidiks. Liimimise aeg, olenedes liimitava eseme paksusest, võib tõusta 15 minutini. Tähtis on, et liimitava vineeri niiskus ei laneks alla 5%.

Karbamiidist (kusiainest) ja formaldehüüdist tehtud vaikliimid on müügil vedelikuna. Vineeridele kandmiseks tuleb tarvitada liimivaltsi. Lisades liimile vastavaid kemikaale, võib liimida kuumalt või külmal.

Liimipressid. Nagu ülaltoodust nähtub, vajavad liimid sobivaid välistingimusi: teatavat temperatuuri ja rõhumist. Nende saavutamiseks kasutatakse hüdraulilisi presse, mis on varustatud auruga köetavate plaatidega. Joon. 129 toob skemaatilise vaate niisugusele pressile.

Joonisel on toodud press avatud olekus. Liimitavad vineerid asetatakse auruga köetavate plaatide p vahele ja avatakse silindri s ventiil. Erilise pumba toimel surutakse vesi silindrisse, kolb k liigub üles ja surub plaadid ühes vineeridega kokku. Soovitud aja järel avatakse välisvoolu-ventiil, press avaneb, liimitud plaadid võetakse välja, uued vineerid lükatakse sisse jne.

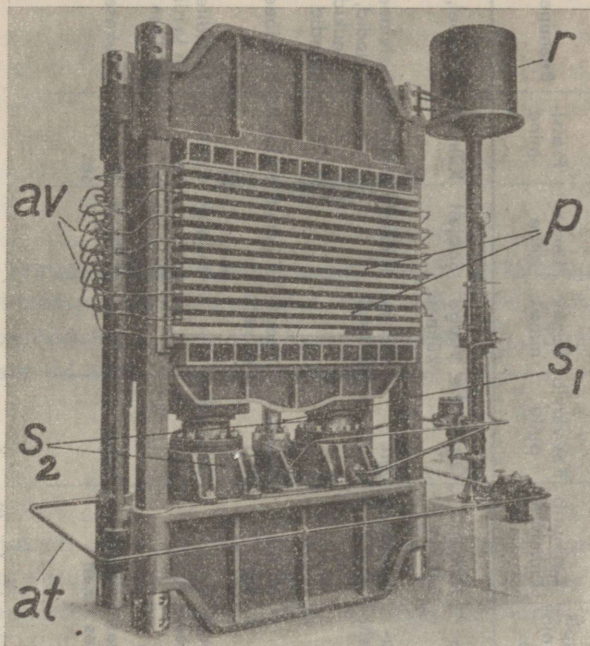
Nagu joonisel 130 näha, ehitatakse liimimispressid väga massiivsetena. Pole huvitusest märkida, et näiteks 2×2 m suure plaadi pressimiseks erirõhumisega 20 kg/cm^2 peab pressi survekolb arendama tungi, mille suurus oleks 800 000 kg, s. o. 800 tonni.



Joon. 129. Hüdraulilise liimipressi skeem. p — auruga köetavad massiivterasest plaadid, k — kolb, s — silinder.

Märjal liimimisel kaetakse vineerid otsekohe pärast lõikust liimiga ja pressitakse kuumade plaatide vahel. Selle menetluse paremuseks on kõigepealt kuivatamiskulude kokkuhoid. Peale selle ei saa vineerid plaadiks liimitult kokku kuivada, vaid jäävad mõõdetesse, mis neil oli märjalt. Sel teel saavutatud sääst on nimetamisväärne, näiteks kasepuidu juures peaaegu 8% plaadipinnast. Teiselt poolt tekivad samal põhjusel plaadis

väga tugevad sisemised pinged, mis praktiliselt omavahel kunagi ei tasakaalustu ja mille tagajärjel plaat ei püsi tasapinnalisena. Lisaks sellele tekivad nende pingete tagajärjel tihti vineerides praod.



Joon. 130. Vaade raskele hüdraulilisele liimimispressile.
 r — reservuaar survevaba täitevee jaoks, s₁ — sulgemissilinder, s₂ — survesilindrid, at — aurutorustik, av — elastised auruvoolikud, p — auruga köetavad plaadid.

Puiduliimide üldomadused.

Eespoolkirjeldatud liimiliikidel on häid ja halbu külgi. Kõigil on headus suuresti piasjadestki valmistamisviisis, mida harilikult saladuses hoitakse. Alljärgnevas tabelis on toodud lühike kokkuvõtte liimide omadustest, mis on liimitarvitaja seisukohalt olulised:

Puiduliimide omadusi.

Liimi liik	Mis kujul müügil	Tugevus	Tardumine	Vastupidavus niiskuses	Kas nürbib lõiketera	Kas värvib puitu	Segamine	Laotamine	Pressimine	Peamine tarvitusala
Loomsed liimid	Müügil kuivalt ²	Väga tugev ¹	Kiire	Ei pea vastu	Möödu-kalt	Õige vähe	Veega külmalt	Soojalt	Külmalt	Mööbel, ristvineer
Kaseiin- ja taimeproteiinliimid	Müügil kuiva pulbrina; võib valmistada ise ²	Väga tugev ¹	Kiire	Möödu-kalt vastu-pidav	Tunduvalt	Jah	Veega külmalt	Külmalt	Külmalt	Ristvineer, vineer-plaadid, autokered, lennukid, ehitustarindid
Tärklisliim	Müügil kuiva pulbrina	Tugev ¹	Aeglane kuni kiire	Ei pea vastu	Möödu-kalt	Möödu-kalt	Veega soojalt	Külmalt	Külmalt	Ristvineer, mööbel
Fenoolid ja muud sünteetilised vaigud	Harilikult paberitaolise rullkan-gana või lehena	Tugev ¹	—	Peab vastu niiskuses	Jaa	Õige vähe	—	Külmalt	Kuumu-ses	Tarindites, kus tugevus ja niiskuskindlus on väga olulised
Verealbumiin	Tuleb ise valmistada kohe enne tarvitamist	Tugev ¹	Kiire	Peab vastu niiskuses	Möödu-kalt	Vähe	—	Külmalt	Kuumu-ses	Õhukesed plaadid

¹ Tugevus on alati olenev liimi headusest ja tarvitamise hoolikusest.

² Headust saab teimida proovituki liimimisega.

X peafükk.

Puuliigid.

Üldiselt jagunevad puud kahte rühma: okas- ja lehtpuudeks, milledest esimesi tarvitatakse peaaesjalikult ehitusmaterjalina, kuna teisi kasutatakse rohkem mööblitööstuses. Viimaste hulka kuuluvad ka kõige haruldasemad ning hinnalisemad sise- ja välismaa puud.

Okaspuud.

Okaspuud on igihaljad puud. Neist saadakse peale väärtusliku ehitusmaterjali veel kasulikke aineid õlide ja vaigu näol, milledest aetakse suurel määral tärpentiinõlisid, kampolit, pigi ja tõrva. Ka nende okkaid kasutatakse mitmel viisil.

Eriti suur tarvitamisvõimalus on männiokastel, milledest Ameerika juba kauemat aega suurel hulgal valmistatakse õlisid ja ekstrakte, peamiselt raviotstarveteks. Õliajamise järest eraldatakse vaik keemilisel teel: ülejäänud kiud pestakse, kuivatatakse ja vanutatakse puuvillataoliseks pehmeks valgeks aineks, mida tarvitatakse patjade ja mööbli pehme osa — polstri — valmistamiseks. See okasvill hoiab eneses kaua peene aroomatse lõhna ja temas ei sigine kunagi parasiite, mispärast ta on eriti soodus sõjavägedele patjade valmistamiseks. Okasvillast kedratatakse ka lõnga riiete ja sukkade kudumiseks. Kuid kõige väärtuslikum okasmetsa saadus on ikkagi puu ise.

Tarvitatavam puu okasmetsas on

Mänd (*Pinus silvestris*). Ta kasvab igasugustel pinnastel, kõige paremini aga värskel ja sügaval liivamaal. Siin sirgub ta kuni 35 m kõrguseks ja mõnikord üle meetri jämedaks sirgetüveliseks, tihedaks, seega parimaks tarbemänniks.

Männi puu on kaunis tihe, maltsosa kollakas- või punakasvalge, lüliosa kollakaspunane või pruun, õhu käes tumenev, sirge kiudehitusega ja

seetõttu kergesti lõhastatav, kuid hoolimata sellest on ta okaspuudest kõige tugevam, eriti paindele, välja arvatud väga vaigused männid, mis on haprad. Kuigi mänd pole haruldaselt tugev tõmbele ja väändeale, tarvatakse teda siiski võllideks, peaasjalikult seepärast, et ta on kerge ja kestev.

Kõrge vaigusisaldus teeb männi küll kestmaks, on aga puidu tegelikul tarvitamisel mõnikord segav, sest et vaik soojuse mõjul puidu pinnale välja tuleb ja kleepub. Vastuabinõuna tarvitatakse küll liimi- ja värnitsavärve, kuid ka see ei anna alati soovitud tagajärgi. Ka männile omane vaigulõhn keelab seda puitu mõnesuguseks otstarbeks vääriliselt hindamast; nii ei või valmistada männist köögimööblit, nagu toidukappe, lauja kummutisahtleid jm., sest mõnedele toiduainetele, nagu võile, piimale jne., jääb vaigulõhn külge.

Mände tarvitatakse peaasjalikult ehitustööl seinapalkideks, põrandaja laetaladeks ning -laudadeks, maja vooderlaudadeks, usteks, akendeks jne.; mööblitööstuses valmistatakse temast lihtsamat, ka vineeritud



Joon. 131. Harilik mänd (*Pinus sylvestris*). 1 — emasõis; 2 — isasõis; 3 — valminud käbi; 4 — avanenud käbi; 5 — emasõis kahekordses suuruses; 6—10 — käbi soomused; 11—12 — seeme ja seemne tiib; 13 — isasõis; 14, 15 — tühjad tolmutoidid; 16—17 — tolmuterad; 18 — tõuse; 19 — okkapaar; 20 — okkad ristlõikes.

mööblit. Männi kändudest aetakse tõrva ja ta peenikestest painduvatest juurtest punutakse korve ja korvmööblit. Treimistööstuses peetakse paremaks peenekiulist ja tihedat mändi, mis on tugevam, kõvem, vähem niiskust sisaldav ja seetõttu kestmav. Männi pakkadest treitakse tubaka- ja nõelatoose.

- Männi niiskusesisaldus toorelt maltsosas 55%;
- kahanevus kuivamisel radiaalsuunas 3—4%;
- vaigusisaldus tüves kuni 4% (vanades kändudes kuni 25%);
- mahukaal toorelt 0,73, õhukuivalt — 0,52;
- eluiga 400—500 aastat;
- meil raieküps 100—120-aastasena.

Tuntakse kahte liiki mände: nõmme- ja rabamände. Viimase puitaine on valkjaskollane, laia toimega, kore ja vähe vastupidav, mispärast tal tarbepuiduna ei ole suurt väärtust.

Seedrimänd (*Pinus cembra*) on Alpi ja Karpaadi mägedes ning Siberis, ka Saksamaal Baieris kasvav sileda hõbehalli, kuni hall-pruuni koorega okaspuu (okkad viiekaupa kimbus).

Tarbepuiduna on ta peene toimega, kerge, vetruv, hästi lõhastatav, hõõveldatav, lõigatav ning poleeritav ja teda kasutatakse seepärast mööblin- ning puidulõiketööstustes kui väärtus- likumat tarbematerjali, samuti ka puit- anumateks ja tema kestuse ning hästi lõhastatavuse tõttu katusepilbasteks ning sindliteks. Peale selle kasutatakse teda veel klaverite, pianiinode jm. kõlapõhjaks ja ka pliiatsipuiduks.

Mahukaal õhukuivalt 0,44;
eluga kuni 350 aastat.

Kuusk (*Picea excelsa*) on meie klii- mas rohkem levinud kui mänd, sest ta esineb puhtkuuse- ja segametsas, kus- juures põhja- ja lõunapoolne kasvu- piir ei ulatu nii kaugele kui männil. Paremail kasvukohtadel leidub meil kuni 45 m kõrgeid kuuski.

Kuuse puitaine on roosakasvalge, laiade koredade aastarõngastega, kau- nis okslik ja pinnuline, võtab sileda pinna ainult päri kiude hõõveldades.

Üldiselt on kuusk pehme, tundu- valt nõrgem kui mänd, eriti väände- le ja tõmbele, kaunis vetruv, kuid habras. Vähesese vaigusisalduse tõttu läheb ta niiskes õhus kergesti mädanema; kuivas säilib hästi.

Et kuuske tema nõrkadest tehnilistest omadustest hoolimata siiski mööblitööstuses tarvitatakse (vineeritud mööbel ja odavam kaup), siis pea- miselt seepärast, et ta on odavam ning kergem kui mänd ja ei kõmmeldu ega pakatu nii kergesti, ka neob teda liim paremini kui teisi vaigusemaid okaspuite.

Treimistööstuses tarvitatakse kuuske väga vähe. Kuuse pahad on küll väga ilusa kiudehitusega, kuid neid on harva leida.



Joon. 132. Harilik kuusk (*Picea excelsa*). 1 — oks isasõitega; 2 — emasõis; 3 — kabi; 4, 5, 6 — käbisoomused; 7 — seeme; 8 — tolmuks; 9 — okas; 10—11 — tõusmed; 12 — kuusetäi poolt tekitatud pahk.

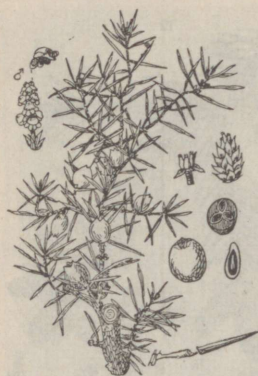
Ehitustööstuses tarvitatakse kuuske tema kerguse tõttu seinapalkideks ja lae- ning põrandalaudadeks, sest ta seisab kaua valge. Põrandasse peab kuuselauad asetama säsiPOOLtega (parem pool) allapoole (vastu tala), sest et nad sealtpoolt kergesti pindu annavad, mis tihti peergudena laua küljest eralduvad.

Esimese järgu tarbepuiduna esineb kuusk puidust veeanumate tööstuses, sest ta on kergesti lõhastatav, ei vetti ruttu ega eralda vaiku ja seisab kaua valge ning ilus. Mõistagi vastab neile omadustele ainult sirge ja korrapärase toimega tihe puit, kuna keerakas, ränikas ja kisklik kuusk on anumatööstuses täiesti kõlbmatu.

Kuusest valmistatakse toobreid, tünne, ämbreid, vanne, kappasid jne. ning kuuse okstest neile vitsu.

Kuuski tarvitatakse väga palju ka paberitööstuses, eriti noori kuuski, sest nad on pikema kiuga, vähese vaigusisaldusega ja paremini pleegitavad kui teised okaspuidu liigid.

Teiste puiduliikidega täiesti asendamatu on kuusk oma hea kõla (resonantsi) tõttu muusika-riistade tööstuses, seepärast valmistatakse temast ka klaverite ja teiste keelpillide kõlapõhju ning orelivilesid. Kõige otsitavamad on selles suhtes mäestiku kuused, mis on muutumatus maapinna- ning valguseludes kasvanud ja on seetõttu oksteta, õiged ning



Joon. 133. **Harilik kadakas** (*Juniperus communis*). — isasõis; paremal — emasõis ja õisik, vilja ristlõik, vili, seemne pikilõik.

ühtlaste aastarõngastega.

Kuuse niiskusesisaldus toorelt välisosas 60%;

puidu vaigusisaldus kuni 1,0%;

kahanevus kuivamisel radiaalsuunas 3—4%;

mahukaal toorelt 0,74, õhukuivalt — 0,47;

eluiga 300—400 aastat;

raieküps 80—100-aastasena.

Kadakas (*Juniperus communis*) esineb suuremalt jaolt põõsaskasvuna, harvem suurte puudena, mispärast teda mööblitööstuses vähe tarvitatakse.

Ta on iseloomustava lõhnaga, kollakasvalge maltsosaga ja kollakaspruuni lülisosaga, punakate joontega, tihe, sitke ja raskelt lõhastatav, kuid hästi treitav, hõõveldatav ja poleeritav puit, mispärast teda peenmööbli- ja puidulõiketööstustes rohkesti tarvitatakse. Oma tiheduse tõttu ei võta kadakas niiskust sisse ja ei paisu ega pakata, mispärast temast valmistatakse lähkreid, pütte, lusikaid jm. väikesi asju. Ka ei anna kadakas kunagi

väärmaiku. Pakklikest juurtest ja tüvedest valmistatakse aiameöblit ja noortest sirgetest tüvedest jalutuskeppe ning piitsavarsi, kuna õige peenikesest viitstest punutakse kartuli- ja muid korve.

Kadaka marjadest valmistatakse nn. kadakaõli.

Mahukaal õhukuivalt 0,62.

Euroopa nulg (*Abies pectinata*) kasvab Kesk- ja Lõuna-Euroopas ja erineb harilikust kuusest okaste ning koore poolest. Okkad on tal karedad, tumerohelised ja seisavad kahel pool oksa. Igaühel neist on ülemine külg tasapindne, kuna alumisel leiduvad kaks valget, veidi õõnsat pikitriipu. Koor on sile, hall, heleda läikega.

Nulg kuulub pehmete, väga vetruvate ning kergesti lõhastatavate puitude liiki. Päri kiudu hõõveldades võtab ta ülsileda pinna; on hästi poleeritav ja liimiga paremini neotav kui ükski teine okaspuit, mis pärast teda mööblitööstuses kõrgelt hinnatakse, eriti koolutatud mööbli jaoks. Ehituspuiduna on ta halvem kui kuusk.

Juurtel leiduvad tihti tumekollased pahad, mis on otsitavad treimistööstuses.

Niiskusesisaldus toorelt välisosas 67%;

puidu vaigusisaldus alla 1%;

kahanevus kuivamisel radiaalsuunas 3,8%;

mahukaal toorelt 1,0, õhukuivalt 0,45;

eluiga 500—600 aastat;

parim raieiga 100—150 aastat.

Siberi nulu (*Abies sibirica*) okkad on pehmed helerohelised, alumisel küljel nõrga helesinaka triibuga; nad kasvavad poolringis ümber oksa, kuna oksa alumine külg on okastest vaba. Koor on läikiv-hall ja sile.

Siberi nulg on samade tehniliste omadustega kui tavaline nulg ja teda tarvitatakse tööstuses samal määral.



Joon. 134. **Euroopa nulg** (*Abies pectinata*). 1 — oks isasõitega; 2 — oks emasõitega; 3 — oks valminud käbiga; 4 — isasõisik; 5—6 — tolmukas; 7 — okka alumine külg õhulõhede reaga; 8 — okka läbilõik; 9 — seemnesoomus seemnepungadega; 10 — seemnesoomus valminud seemnetega; 11 — seemnesoomuse väline külg ja katesoomus; 12 — seeme; 13 — idutaim.

Lehis (*Larix europaea* ja *Larix sibirica*) kasvab Kesk-Euroopa mäestikudes ja Siberis; tema pehmed okkataolised lehed langevad talveks maha. Lehis on üks tugevamatest, eriti paindele ja survele, ning vaigurikkamatest okaspuitudest Euroopas.

Ta on laiade tihedate aastarõngastega ning selgelt eristuva malts-puiduga, keskmise kõvadusega, vähe vetruv, kuid sitke ning hästi lõhastatav ja poleeritav puit. Teda tarvitatakse laevaehituses mastideks ja vooderlaudadeks, peaaesjalikult aga vesiehitistes, kus ta aeg-ajalt isegi kõveneb ja mõnedel juhtumitel on kestnud üle 1000 aasta. Lihtsamateks töödeks tarvitatakse teda ka mööbli- ja treimistööstuses.

Halbadeks omadusteks on kalduvus kaardumisele ning kõmmeldumisele.

Niiskusesisaldus toorelt 45—60%; kahanevus kuivamisel radiaalsuunas 3,3%;

puidu vaigusisaldus kuni 2%; mahukaal toorelt 0,76, õhukuivalt 0,59;

eluiga 400 aastat;

parim raieiga 100—150 aastat.

Jugapuu (*Taxus baccata*) on 6—8 m kõrgune punaste marjadega puu, kasvab Põhja-Aafrikas, Lääne-Aasias ja ka Euroopas. Meil Eestis on ta hääbumas; leidub veel ainult Hiiumaal, Saaremaal ja Pärnumaal (Audrus) (kuni 15 cm läbimõõdus ja kuni 7 m kõrge). Eriti suureks puuks (kuni 20 m kõrguseks) sirgub ta Kaukaasia mägedes.

Jugapuu puit on väga kestev, tihe, kõva, vetruv ja painduv; raskelt ümbertöötatav, kuid hästi poleeritav ja tal on üli-ilus pind. Tema malts-puit-vöö on kitsas, kollakat värvi; lülipuit on punakaspruun. Kui jugapuitu peale raiumist mõni kuu vees leotatakse, siis omandab ta kriiskava värvi. Tema tähelepanuväärne kestuse tõttu nimetatakse jugapuitu ka mädanemata puiduks.

Jugapuu puit on väga kestev, tihe, kõva, vetruv ja painduv; raskelt ümbertöötatav, kuid hästi poleeritav ja tal on üli-ilus pind. Tema malts-puit-vöö on kitsas, kollakat värvi; lülipuit on punakaspruun. Kui jugapuitu peale raiumist mõni kuu vees leotatakse, siis omandab ta kriiskava värvi. Tema tähelepanuväärne kestuse tõttu nimetatakse jugapuitu ka mädanemata puiduks.



Joon. 135. Euroopa lehtmänd (*Larix europaea*). 1 — oks (ülal pikkvõrse, allpool lühivõrse); 2 — oks isas- (♂) ja emasõitega (♀) (kõbidega); 3 — isasõied; 4, 5, 6 — tolmukad; 7—8 seemne katesoomus; 9 — seemnesoomus; 10 — valminud käbi; 11—13 — käbisoomused; 14 — seeme; 15 — lühivõrse pikilõik; 16 — oks.

Jugapuitu tarvitatakse kunsttööstuses lõikematerjalina ja mustaks peitsitult — mustpuidu (eebenipuidu) aseainena. Jugapuidu pahad on väga peen ja otsitud materjal.

Masinaehituses valmistatakse jugapuidust hammasrataste hambaid. Treimistööstuses tarvitatakse teda noapeade, tööriistade käepidemete, puidust kruvide ja muude asjade treimiseks, milledest nõutakse erilist vastupidavust ja kestust.

Niiskusesisaldus toorelt 20%;

mahukaal toorelt 1,03, õhukuivalt 0,84;

kahanevus kuivamisel peaaegu null.

Elupuu (*Thuja*) kasvab Põhja-Ameerikas, Hiinas, Turkestanis ja Põhja-Aafrikas; meil kasvatatakse teda ainult parkides ilupuudena.

Puit on tal lüliasas tumekollane kuni tumepruun, heleda maltsosaga; aastarõngad selgesti märgatavad, koredad ja lainelised.

Tarbepuiduna on elupuu väga kestev, kerge, pehme, painduv ja hästi lõhastatav ning poleeritav; ei pakata ega kõmmeldu.

Elupuud tarvitatakse peaaesjalikult mööbli- ja puidulõiketööstuses, kus ta on ülihea tarbepuit. Iseäranis ilusa kirjaga on ameerika ja aafrika elupuud, milledest lõigatakse vineeri ja mida tarvitatakse ka intarsiaks.

Elupuu kodumaal hinnatakse teda kui parimat ehituspuitu.

Elupuu koorest saadakse vaiku, millist tuntakse sandaraki nimetuse all.

Mahukaal õhukuivalt 0,46.

Lehtpuud.

Lehtpuud on mitmekesisema toimega kui okaspuud, seefõttu sageli ka ilusama väljanägemisega, mispärast neid tarvitatakse rohkem mööblitööstuses. Enamtarvitatavamad neist on järgmised:

Kask (*Betula*). Tarbepuiduna väärib tähelepanu ainult arukas (*Betula verrucosa*), mis kasvab meil väga laialt; tema kodumaa ongi Euroopa. Kask on kollakas- kuni punakasvalge, tihe (aastarõngad ja säsiikiired vaevalt märgatavad), kõva, kaunis vetruv, noorelt painduv, kuid vanalt habras, halvasti lõhastatav ning hõõveldatav puit. Sitkem ja tugevam kasvab ta mägedes. Kasvuajal sisaldab kask palju vett ning läheb seepärast tihti juba kasvuajal mädanema. Langetatult kuivab ta väga visalt



Joon. 136. Jugapuu (*Taxus baccata*). a — oks emasõitega; b — emasõis; c — oks isasõitega; d — isasõis; e — oks seemnetega; f — seemne ja seemnerüü pikilõik; g — lehe ristlõik.

ja kahaneb seejuures tugevasti (5—6%). Tarbepuiduna säilib ta kuivas õhus hästi, kuid niiskuses paisub tugevasti ja hakkab kergesti mädanema. Ebasoodsate tehniliste omaduste pärast tarvitatakse teda mööblitööstuses vähe, ainult lihtsama mööbli ja mõningate tööriistade (tööpingid, hõõvli-pakud jne.) valmistamiseks. Painutamistööstuses aga on ta väga hea materjal.

Põllumajanduses tarvitatakse kaske tarbepuiduna väga laialt. Siin valmistatakse temast põllu-tööriistade ja -masinate osi, rege-sid, vankreid, rangi- ning sadula-puid jne. Kasest valmistatakse ka saapaliiste ning -tikke ja spordi-riistu.

Peaasjalikult aga läheb kask vineeri lõikamiseks, millena teda siis meeleldi tarvitatakse mööbli vineerimiseks. Eriti kõrgelt hinna-takse mööblitööstuses m a a r j a -k a s k e. Viimane on kõvem ja sitkem kui harilik kask, punakas-kollast värvi, väga keerulise kiudehitusega ja seetõttu üli-ilusa kirjaga, milles seisnebki tema peaväärtus.

Treimistööstuses tarvitatakse kõiki kaseliike, kusjuures pare-maks peetakse kisklikku puitu, enam jällegi maarjakaske ja kase-pahku, millest treitakse tööriistade käepidemeid, sulpäid, piipe ja väikse-maid ilusaju.

Kase alaliikidest hinnatakse mööblitööstuses üle kõige ameerika kaske, mille puifaine on väga ilusa kirjaga ja kuld kollase värvinguga.

Kase niiskusesisaldus toorelt 42%;

kahanevus kuivamisel radiaalsuunas kuni 6%;

mahukaal toorelt 0,94, õhukuivalt 0,65;

eluiga kuni 150 aastat;

meil raieküps 50—70-aastasena.



Joon. 137. Arukask (*Betula verrucosa*). 1 — oks isas- ja emasõitega; 2 — lehis oks vilja- ja isasurvaga; 3—6 — isasõis; 7—10 — emasõis; 11—12 — viljakatesoomused; 13 — tiibvili; 14 — oks pungadega ja isasurvaga; 15 — 3-aastase oksa ristlõik.

Pärn (*Tilia*). Pärnasid tuntakse kahte liiki: harilik pärn (*Tilia parvifolia*) — punakas- või kollakasvalge puiduga, ja suureleheline pärn (*Tilia grandifolia*) — valge kuni helehalli puiduga. Tehnilise väärtuse poolest on nad mõlemad ühesugused.

Pärn on väga pehme ja kerge, kuid tiheda ning ühtlase toimega, painduv ja kergesti lõhastatav puit; pakatab vähe, kahaneb aga kuivades tunduvalt (6—7%). Kuivas kohas on ta kaunis kestev ja väga vastupidav, kuid

niiskes õhus läheb ruttu mädanema. Hõõveldamisel võtab pärn sileda pinna, kuid nõuab sealjuures teravat hõõvliit.

Mööblitööstuses tarvitatakse teda meeeldi kast- ja köögimööblikuks, eriti aga intarsiaks ja puitlõigeteks (kunstmööblitööstuses), sest ta on väga tihe ning pehme ega pudene lõigates. Oma tiheduse tõttu on pärn värvi-läbitungimatu ning seepärast halvasti värvitav, kuid hästi kullatav.

Treimistööstuses tarvitatakse teda puitnõude (kausside jne.) treimiseks, kuigi ta pole hästi treifav. Ka valmistatakse pärnast puitanumaid, eriti mee jaoks. Pärna koorest ehk niinest tehakse roguskit; pärna pakud lähevad vineeri lõikamiseks ja ka paberi valmistamiseks.

Pärna niiskusesisaldus toorelt 46—56%; kahanevus kuivamisel radiaalsuunas 5,5%; mahukaal toorelt 0,74, õhukuivalt 0,53; eluiga kuni 1000 aastat; meil raieküps 60—80-aastasena.

Lepp (*Alnus*). Tarbepuiduna tarvitatakse sangleppa (*Alnus glutinosa*), mis kasvab suureks (kuni 30 m kõrgeks) puuks. Ta on punakasvalget kuni kollakaspunast värvi, laiade säsiikiirtega, mis pikilõikes jooksevad tumedate läikivate triipudena.

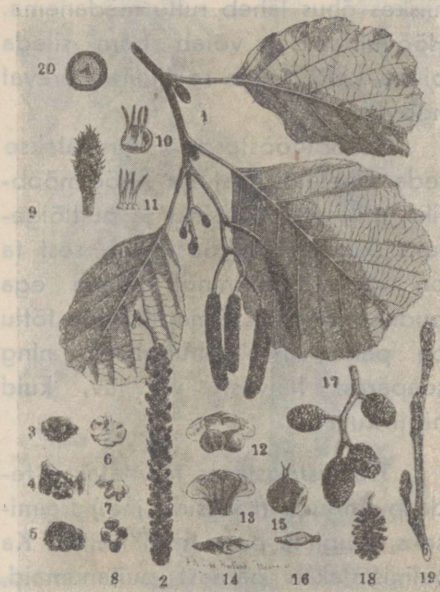
Sanglepp on peene kiudehitusega, pehme, väikese kandejõuga, kuid kaunis vetruv, kergesti lõhastatav ning hästi ümbertöötatav ja poleeritav



Joon. 138. Harilik pärn (*Tilia parvifolia*).
1 — õitsev oks; 2—6 — õis; 7 — vili;
8 — vili pikilõikes; 9 — seeme pikilõikes;
10 — pungad; 11 — tõuse.

puut; ta pakatab ja kõmmeldub vähe, kuid läheb kergesti mädanema. Sanglepp on hästi värvitav ning peitsitav ja temaga võib imiteerida paljusid kallispuid, nagu mustpuud (eebenipuu), pähklipuud, mahagonipuid, palisandrit jne. Sanglepast järeletehtud pähklipuud on isegi asjatundjail raske eraldada loomulikust.

Sangleppa tarvitatakse mööblitööstuses odavamaks, ka vineeritud mööbluks. Temast valmistatakse ka puitanumaid, nagu pütte ja võitünne,



Joon. 139. **Sanglepp** (*Alnus glutinosa*).
 1 — oks isas- ja emasõitega; 2—8 — isasõis (urb) ja selle osad; 9—11 — emasõis (käbi) ja selle osad; 12—14 — käbisoomused; 15—16 — seeme; 17 — valminud käbid; 18 — avanenud käbi; 19 — võrse pungadega; 20 — oksa rist-
 lõik.

rohuks ja raiutakse kütteks hagude näol.

Haab (*Populus tremula*) on rohekashalli koorega, ümmarate lehtedega kõrge ja sirgetüveline puu. Tarbepuiduna on ta kerge, pehme, sirgekiuline, valget kuni kollakat värvi, sitkem kui kask, kergesti lõhastatav ning kuivas õhus kaunis kaua kestav puut; niiskuses läheb ta ruttu mädanema.

Haaba tarvitatakse suuremalt jaolt ehitusmaterjalina, külmade hoonete, nagu heinaküünide, kuuride jne. ehitamisel ning sarikateks, katuselattideks, sindliteks ja katusepilbasteks (viimased poole paksemad kui männist), sest

sest ta ei anna väärmaiku; ta laseb aga kergesti vett läbi ja muutub seepärast ruttu mustaks. Parem on ses suhtes valgelepp. Metallitööstuses valmistatakse lepast valamismudeleid, sest ta on kerge ja ei pakata ega kõmmeldu. Vees on lepp kestvam kui kuival, seepärast tarvitatakse teda vesiehitiste juures kui ka pumba- ning veetorudena.

Lepa niiskusesisaldus toorelt 41%;

kahanevus kuivamisel radiaalsuunas 4,4%;

mahukaal toorelt 0,81, õhukuivalt 0,53;

eluiga kuni 150 aastat;

meil raieküps 50—70-aastasena.

Valgelepp (*Alnus incana*) on samade omadustega kui sangleppki. Ta kasvab aga harva jämedaks (üle 5 tolli läbimõõdus), mispärast ta kui tarbepuut ei tule vaatlusele. Et valgelepp rikkalikult võrsu, siis nimetatakse teda metsamajanduses umb-

ta on kerge ja odav ning peale vihma kuivab jälle kiiresti. Haab on otsitud materjal sarja-, mati-, külimitu-, võikarpide, siirupivaatide jne. kerede ning lumelabidate ja suuskade valmistamisel, sest ta on hästi kerge ja libe.

Masinaehituses tarvitatakse haaba tema sitkuse tõttu pidurikloppideks.

Suurimad haava tarvitajad on aga tikuvabrikud, kus temast valmistatakse tuletikke ning tikutoose, ja paberivabrikud, kus tervelt $\frac{1}{3}$ kõigest paberimassist langeb haava arvele.

Meil on ta millegipärast paberipuiduna vähetarvitav.

Treimistööstuses tarvitatakse haaba puukausside, -taldrikute, -lusikate, värtnate jne. treimiseks.

Haava juurtel kasvavad toreda kirjaga hästi värvitavad pahad. Neid tarvitatakse treimistööstuses.

Ka valmistatakse haavast puitnarmast pakkimiseks.

Haava niiskusesisaldus toorelt 43%;

kahanevus kuivamisel radiaal-suunas 3%;

mahukaal toorelt 0,85, õhukuivalt 0,46;

eluiga 120 aastat;

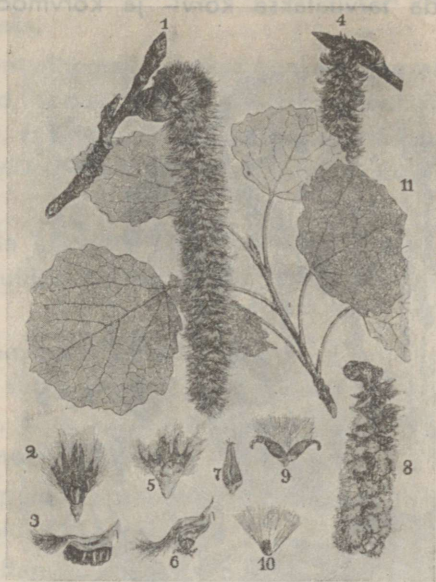
meil raieküps 50—70-aastasena.

Pappel (*Populus*). Puit on pehme, sitke, sirge kiudehitusega, hästi lõhastatav, kuid kaunis kore; ei pakata ega kõmmeldu. Mööblitööstuses tarvitatakse teda vähe. Pappel läheb suuremalt jaolt paberivabrikutele; jämedamateist tüvedest valmistatakse pakk-kastide jaoks vineeri. Pappelid jagunevad väga paljudesse liikidesse, milledest kõik on peaaegu ühesuguste tehniliste omadustega; nad erinevad üksteisest ainult puitainevärvilt. Nendest tähelepanuväärsemad on:

hõbepappel (*Populus alba*) — malsosa valge, lüliosa nõrgalt kollakaspruun;

itaalia pappel (püramiidpappel, *Populus pyramidalis*) — sama värvi puitainega;

mustpappel (*Populus nigra*) — malsosa valge, lüliosa heleda pruun; kännu otsas kuivatatult väga kõva ja hästi poleeritav.



Joon. 140. Haab (*Populus tremula*). 1 — õitsev isasurb; 2—3 — isasõis; 4 — emasurb; 5—6 — emasõis; 7—9 — villi ja selle asetuse; 10 — seeme; 11 — lehis oks.

Paju (*Salix*) on kerge, pehme ja painduv puu. Tema paljudest (umbes 200) liikidest tarvitatakse:

hõbepaju (*Salix alba*) — kasvab kuni 25 m kõrgeks ja 100 a. vanaks, teda tarvitatakse metsavaesemais maakohtades ka ehitusmaterjaliks;

vesipaju (*Salix amygdalina*) — kõige parem loogapuu;

korvpaju (*Salix viminalis*) — paindub hästi ja seisab kaua valge; teda tarvitatakse korvi- ja korvmööbli punumiseks ning tünnivitsadeks.

Kõvade lehtpuude liiki kuuluvad järgmised puud.

Tamm (*Quercus*) on kõige tusedam, tugevam ja kestmam Euroopa lehtpuu. Tammi on umbes 200 liiki. Euroopas tuntakse peaaesjalikult kahte liiki tammi, mis on peaaegu ühesuguste tehniliste omadustega:

harilik ehk **suvitamm** (*Quercus pedunculata*) ja **talitamm** (*Quercus sessiliflora*).

Suvitammel on lehed sügavate väljalõigetega ja liituvad südamekujuliselt lühikese lehevarrega; tõrud on pikad, rullitaolised ja pika varrega. Suvitamm valmib varem kui talitamm, on aga seejuures pehmem, hapram ega anna kergesti siledat pinda. Teda tarvitatakse rohkem ehitustöödeks.

Talitammel on lehed pika varre otsas; üleminek lehelt varrele on

Joon. 141. **Harilik tamm** (*Quercus pedunculata*). 1 — oks õitega; 2 — oks tõrudega; 3 — isasurb; 4—5 — tolmu-pesad; 6—7 — emasõied; 8 — pungad.

pidev. Tõrud väikesed, veidi koonilised ja väga lühikese varre otsas. Talitamm lehtib kevadel 10—15 päeva hiljem kui suvitamm ja kasvab paremini kõrgel maapinnal (mägedes), peaaesjalikult Leedu NSV-s, end. Poola maa-alal, Saksamaal ja Ungaris.

Puit on raske, veidi koreda toimega, kuid kõva ja sitke ning hästi lõhastatav; seepärast tarvitatakse teda rohkem mööbli- ja lõiketöödeks. Värvilt, toimelt (struktuurilt) ja tugevusest on tamm väga mitmesugune. Lülipuidu värv kõigub tal valkjaskollasest kuni punakaspruunini. Aastarõngad on selgelt märgatavad, kusjuures kevadpuit on väga kore; maltspuit on

kiitsas (10—60 mm) ja tarvitamiseks kõlbmatu, sest ta koitub kergesti. Säsi-kiired on laiad, heledad ja neid on väga palju; puidu radiaal-lõikes esinevad nad heledate läikivate laikudena ja tangentsiaal-lõikes samasuguste, mõne cm pikkuste triipudena, mis annavad puidule toreda kirja. Tamm sisaldab rikkalikult parkainet (tanniini), mispärast ta ka peale raiumist kohe hästi tumeneb ja rauda sisaldavas vees muutub mustaks ning kivi-kõvaks, nii et teda siis sageli tarvitatakse mustpuu aseainena. Ka raudosadega püsivalt kokku puutudes muutub ta mustaks.

Tarbepuiduna on tamm, kui ta on vähemalt kaheksa kuni kümme aastat hästi tuulutatud ruumis kuivatatud, väga kõva, tihe, vastupidav, sitke ning võrdlemisi vetruv ja kestev puit, sealjuures on ta kergesti lõhestatav, kuid halvasti hõõveldataf ja poleeritav; ka pakatab ja kõmmeldub ta kergesti.

Oma väga mitmekesiste ja heade tehniliste omaduste tõttu on tamm otsitav tarbepuit peaaegu kõigil puidutööstusaladel. Teda tarvitatakse järgmisteks otstarveteks:

ehitustöös — majade, laevade, vagunite, veskite, sildade jne. ehituseks, kus ta on kõva, kestev ja suure kandejõuga; vesiehitistes võib tamme tarvitada kohe peale raiumist, s. o. toorelt, sest et ta vees aegamööda aina kõveneb ja kestab peaaegu igavesti;

masinaehituses — kõigi puidust osade valmistamiseks, millelt nõutakse erilist kõvadust, vastupidavust ja kestust;

tõldsepatööstuses — rattarummude ja -kodarate valmistamiseks ning rattapöidade painutamiseks;

aamise patööstuses — ankrute, vaatide ja muude puitanumate valmistamiseks;

mööblitööstuses ja siseehitistes — seinte ja lagede katmiseks, parkettpõrandateks, kõiksuguseks mööbliks (ainult lülipuitu), eriti aga kabinetide ja söögitubade sisseseadeiks; tänapäev tema kalliduse tõttu enamasti vineeri näol odavamast puidust valmistatud mööbli vineerimiseks.

Treimistööstuses on otsitavad ainult tamme pahad, kuna tüvi ise on pudev, kore ja auklik ning halvasti poleeritav, seega väikeste asjade freimiseks ebapraktiline.

Tamme koor, milles sisaldub kõige rohkem (kuni 21%) parkainet, läheb parkimistööstusele ja keemiavabrikutesse parkaine ekstrakti valmistamiseks; tema tõrusid tarvitatakse aga kohvi valmistamiseks ja ka sigade toitmiseks.

Tamme valikul tarbepuiduks tuleb tähelepanu juhtida laiadele, koredatele aastarõngastele, milledes sügispuut on hästi välja arenenud ja oma

paksuseinaliste tugirakkudega annab puidule erilise kõvaduse, nii et see terariistadega on vaevalt ümbertöötatav. Kitsaste aastarõngastega tamm, millel kevad- ja sügispuit aastarõngas ühepaksused, on pehmem, kuigi ta näib olevat tihedam. Üldse tõuseb tamme väärtus tema vanadusega.

Tamm armastab head maapinda ja palju valgust, kuna ta halval maapinnal ja varjus sirgub palju väiksema väärtusega puuks.

Tamme maltspuidu niiskusesisaldus toorelt 40%;
kahanevus kuivamisel radiaalsuunas 4,0%;
mahukaal õhukuivalt 0,69, toorelt 1,0;
eluga 800—1500 aastat;
meil raieküps 80—150-aastasena.

Välismaa tammeliikidest, mis peaaegu kõik on väiksema väärtusega kui Euroopa puud, on nimetamisväärsamad:

ameerika valgetamm (*Quercus alba*) — kasvab Põhja-Ameerikas, valge koorega helepruun puit, mille pahad on eriti otsitud treimistööstuses;

ameerika punane tamm (*Quercus rubra*) — kasvab Põhja-Ameerikas; mööblitööstuses on tuntud hea tarbepuiduna, kuid on raskesti ümbertöötatav;

kivitamm (*Quercus ilex*) — igihaljas Lõuna-Euroopa puu, tumepruun, väga tiheda, kõva ja raske ning raskesti ümbertöötatava puiduga;

korgitamm (*Quercus suber*) — Lõuna-Prantsusmaal, Hispaanias ja Portugalis, ka Põhja-Aafrikas kasvav igihaljas puu, raskesti ümbertöötatava puiduga ja vähese kestusega, seepärast tööstuses vähetarvitatav; tema koorest valmistatakse korki.

Parimad tammed kasvavad Venemaal Dnepri ja Pripeti jõe orgudes.

Saar (*Fraxinus excelsior*) on painduvaim ja sitkeim lehtpuu Euroopas. Et teda aga vähe leidub, siis on tema tarvitamisalad piiratud peaaegu ainult painutus- ja mööblitööstusega.

Saar kasvab kuni 5 jalga läbimõõdus jämedaks. Maltsoa on kollakasvalge, lüliosa tumehalli kuni pruuni värvi ja läikiva puiduga. Tarbepuiduna on saar üsna kõva ja vastupidav, äärmiselt vetruv ning sitke; peale mahasaagimist peab teda kohe koorima, sest et ta ruttu hallitab ja tohletab ning kaotab seeläbi oma parimad omadused — tugevuse, vetruvuse ja läike. Saare kunstlikul kuivatusel tuleb olla äärmiselt ettevaatlik, sest parimat tarbepuitu, millelt nõutakse erilist sitkust ja vetruvust, tuleb kuivatada loomulikul teel õhu käes.

Saar on ilusa kirjaga, kergesti lõhastatav ja hästi poleeritav puit ning teda tarvitatakse seepärast mööblitööstuses, eriti Lõuna-Euroopas esinevat õissaart (*Fraxinus ornus*), peenmööbli valmistamisel kui ka vineerina. Trei-

mistööstuses farvitatakse suurel määral saare pahku, mida tuntakse kahte sorti:

1) punakaspruunid pahad, mis on eriti hinnas, sest neist võib valmistada väga keni töid;

2) valged pahad, millede õrn, kohvipruuni helgiga põhitoon on tiheidalt üle külvatud pruun-hallide pisaratega. Keemilisel teel võib neile pahkadele väga mitmesuguseid värve anda. Valgeid pahku ei või tarvitusele võtta enne kahte aastat peale raiumist.

Saar on suurepärane tarbepuit vankritööstuses, kus temast valmistatakse vankrikeresid, rattapöidi, -rumme ning -kodaraid, reejalaseid ja looki; samuti on ta tähtis masinaehituses, kus temast valmistatakse kõik puitvedrud.

Et ta on sitke ning paindub ega eralda pindu, siis tarvitatakse teda suurel määral spordiriistade, trepikäsi puude, piljardi- ning jalutuskeppide, aerude, pinkide ja mitmesuguste tööriistade käepidemete valmistamiseks ning paatide ja süstade ehitamiseks.

Saare maltspuidu niiskusesisaldus toorelt 40%; kahanevus kuivamisel radiaalsuunas 4—6%; mahukaal õhukuivalt 0,72, toorelt 0,92; eluiga 200 aastat; raieküpsus meil 60—80 aastat.

Jalakas (*Ulmus montana*) ja **künapuu** (*Ulmus effusa*) on väga lähedalt sugulased. Nende kodumaa on Euroopa ja Aasia. Meil on neid metsades vähe leida, sest väärtusliku puidu tõttu on neid rohkesti hävitatud.



Joon. 143. Harilik jalakas (*Ulmus montana*). 1 — õitsev oks; 2 — oks lehtede ja viljaga.



Joon. 142. Harilik saar (*Fraxinus excelsior*). a — leht; b — õitsev oks; c — õis; d — vilj.

Jalakas on krobelse koore ja pikerguste muna-kujuliste lehtedega, punakaspruuni lülipuiduga puu, tumedate jooneliste täppidega; maltspuit on kollakas. Ta on samade, ainult veidi nõrgemate tehniliste omadustega kui saar, kuid raskesti lõhastatav ja väga vastupidav tõukude kallaletungile ning temperatuuri muutusele; kuivatada tuleb teda aga ettevaatlikult, sest et ta kergesti pakatab.

Jalakat tarvitatakse samadel aladel kui saart, kuid vähemal määral mööblitööstuses, sest ta on halvasti poleeritav; treimistööstuses hinnatakse teda kallilt.

Temast treitakse mööbljalgu, vokivärtnaid, tööriistade käepidemeid, puidukruvisid ja -mutreid. Eriti sitke ja vintske on künnapuu, seega parim tarbepuit tõldsepatööstuses, kus temast valmistatakse vankrikeresid, rattarumme, -pöidi ja -kodaraid ning kõige paremaid looki; edasi tarvitatakse teda masinaehituses pidurikloppideks ja muudeks masinaosadeks, mis töötavad hõõrumise peale. Jalakat tarvitatakse ka vesiehitustes, sest vees on ta kestmam kui õhus.

Jalaka niiskusesisaldus toorelt 44%;
kahanevus kuivamisel radiaalsuunas 4,6%;
mahukaal õhukuivalt 0,68, toorelt 0,95;
eluiga 300—400 aastat;
raieküpsus meil 100—120 aastat.

Vaher (*Acer*) on puhtvalge kuni elevandiluu-kollakas, väga ilusa kirjaga ja siidiläikega, tihe, kõva, üsna sitke ning vetruv ja hästi lõhastatav puit; ta ei kõmmeldu ega pakata. Säsikiired, mida tal on väga palju, on läikiv-heledad; need annavadki puidule tema ilusa kirja.

Oma tiheduse tõttu on vaher hästi poleeritav, sealjuures ka kergesti ümbertöötatav puit, mis pärast teda mööblitööstuses laialt tarvitatakse. Eriti otsitud on kisklikud ja pahklikud vahtrad, mis turule tulevad ka linnusilma-vahtra aseainena ning milledega on kerge marmorit imiteerida.

Vaher on ka õhukeste piidena väga vastupidav, nii et temast valmistatakse linaharju, kangasugasid, kamme jne.

Et meie vahtrad on suuremalt jaolt peenikesed, siis tarvitatakse neid peajasjalikult hõõvliipakkude, tööriistade käepidemete, lusikate, saapatikude jne. valmistamiseks.

Vahtra niiskusesisaldus toorelt 40%;
kahanevus kuivamisel radiaalsuunas 3,0%;
mahukaal toorelt 0,94, õhukuivalt 0,63;
eluiga 200 aastat;
parim raieiga 60—80 aastat.

Paljudest vahtra liikidest olgu nimetatud:

m ä e v a h e r (*Acer pseudoplatanus*), mis kasvab jämedate ja ühevärviliste tüvedena Kesk-Euroopa mäestikes. Teda tarvitatakse peale mööblitööstuse veel muusikariistade tööstuses, keelpillide kaanteks ja puitvilede treimiseks;

s u h k r u v a h e r (*Acer saccharinum*) — pärit Põhja-Ameerikast, väga hele, peaaegu valge, älliilusa kirjaga puu. Temast lõigatud vineer on tuntud „linnusilma“ nimetuse all.

Treimistööstuses hinnatakse teda kõrgesti tema ilusa kirja tõttu.

Kastanipuu (*Castanea vulgaris*) esineb meil ilupuuna. Metsadena kasvab ta Lõuna-Euroopas ja Põhja-Ameerikas. Ta on parkainerikas puu. Värvi- lilt sarnleb ta tammega; kitsas kollakasvalge või pruunikashall maltspuit ja hele- kuni tumepuuni lüliosa säsi kiired on kitsad, mistõttu nad ei anna sellist kirja kui tammel.

Tarbepuiduna on kastanipuu tihe, vetruv, kergesti lõhastatav, hästi poleeritav ning väga kauakestev. Teda tarvitatakse mööblitööstuses parema mööbli valmistamiseks ja ka koolutatud mööbluks. Kastanipuu juured kasvavad suurepärase kirjaga pahku, mida treimistööstuses kõrgelt hinnatakse. Tüvepuitu aga tarvitatakse treimistööstuses vähe.

Kastani niiskusesisaldus toorelt 35%;
kahanevus kuivamisel radiaalsuunas 5,8%;
mahukaal toorelt 0,90, õhukuivalt 0,66;

Harilik hobukastan (*Aesculus hyppocastanum*) kasvab Kreekamaal, Pürenee mäestikust ja ka Aasias. Puit on kerge, pehme, sealjuures üsna tihe, hästi lõhastatav ning poleeritav ja ilusa kirjaga.

Teda tarvitatakse mööbli-, puidulõike- ja treimistööstuses.

Ameerika hobukastan on samaväärne euroopa kastaniga, kuid väga kergesti pakatav ja kõmmelduv ning nõuab seepärast äärmiselt ettevaatlikku kuivatamist.

Pöök (*Fagus sylvatica*) — kasvab Lõuna- ja Kesk-Euroopas, ka Lõuna-Skandinaavias ja NSVL lääneosas. Pöök on kõrge tüve (kuni 40 meetrit kõrge ja kuni 1 m läbimõõdus jäme) ja paksu tiheda ladvaga puu.

Puit on kollakaspunane, vanemalt punakaspruuni värvi.

Tarbepuiduna on ta kõva ja raske, kergesti murduv ning lõhastatav, tugevasti pakatav ja kõmmelduv ning halvasti poleeritav, sealjuures aga igas suunas ühevõrra hästi hõõveldatav ja treitav puit. Tema halvaks omaduseks on see, et ta kergesti ussibab. Ummarpuiduna koore all seistes tohletab ta juba 4—5 kuu jooksul peale langetamist, mispärast tema laudadeks saagimisega ja kuivatamisega peab ruttama.

Niiskusesisaldus toorelt 39%;
mahukaal toorelt 0,96, õhukuivalt 0,73;
parim raieiga 70 aastat.

Harilik karpinus (*Carpinus betulus*) — kasvab enamasti pöögimetsas pöõgi saatjana, vahel esineb ka puistuna. Puit on valget värvi, laineliste aastarõngastega, mis annavad puidule omapärase kirja.



Joon. 144. **Kastanipuu** (*Castanea vesca*). a — emasõis; b — vili; c — seeme.

Tarbepuiduna on karpinus väga kõva, tihe ja sitke, ei murdu, lõhastu ega pakata kergesti, kõmmeldub aga siiski üsna tugevasti; ka on ta vähe kestev, eriti vees, kus ta varsti hakkab mädanema. Saagimise ja kuivatamisega tuleb samuti rutata. Hõõveldamisel võtab ta sileda läikiva pinna ning on hästi peitsitav ja poleeritav.

Tähelepanuväärt kõvaduse tõttu on tal tarbepuiduna masinaehituses esimese järgu tähtsus hammasrataste hammaste, laagripusside, puidust kruvide jne. valmistamisel, millelt nõutakse tugevat vastupidavust survele ja hõõrumisele.

Mahukaal toorelt 1,08, õhukuivalt 0,82.

Pähklipuu (*Juglans*) kasvab Euroopas. Kasvukoha järgi liigitatakse teda prantsuse, kreeka, rumeenia, türgi ja vene-kaukaasia pähklipuuks.

Lülipuit on värvilt punakashall kuni tumepruun (heledama malts-puiduga), ühtlase toimega, keskmise kõvadusega, väga sitke ja painduv ning hästi poleeritav; korralikult kuivatatult on ta kauakestev, ei pakata ega kõmmeldu. Lõuna-Euroopas kasvav pähklipuu on üldiselt tumedavärvilisem ja kõvem kui põhja pool esinev, kus ta kasvab ainult ilupuuna.

Pähklipuud tarvitatakse tema ilusa kirja ning värvi tõttu iseäranis rohkesti mööblitööstuses, eriti peenmööbliks; peajaslikult aga valmistatakse temast vineeri. Mööblitööstuses hinnatakse iseäranis musta ameerika pähklipuud, mida sisse veetakse Põhja-Ameerikast. Ta kasvab 30 m kõrgeks ja kuni 2,5 m läbimõõdus jämedaks. See puit on palju paremini poleeritav ja ümbertöötatav kui prantsuse ja kaukaasia omad ning tihedama värviga. Treimistööstuses tarvitatakse teda mööblikaunististe ja muude väiksemate iluasjade treimiseks, eriti juurpuitu ja üli-ilusa kirjaga paku. Pähklipuud tarvitatakse ka lennuasjanduses, nimelt lennukitele propellerite valmistamiseks.



Joon. 145. Harilik pöökpuu (*Fagus sylvatica*). 1 — oks isasurbadega; 2 — isasõis; 3 — tolmukas; 4 — emasõis; 5 — emakas; 6 — avatud emakas, sees seemnepungad; 7 — emaka ristlõik; 8 — avanev vili; 9 — avanemata vili; 10 — seemne läbilõik; 11 — oks pun-gadega; 12 — õiepung.

Et aga pähklipuu on sageli õöntüveline ja väga laia, tarvitamiseks kõlbmatu maltspuit-vööga, siis on tema tarvitamine selle tõttu piiratud, ning võrdlemisi kallis.

Pähklipuu koorest, lehtedest ja pähklikoortest valmistatakse värve ning peitse (pähklipeitse).

Pähkli sisu on väga toitev ja sellest valmistatakse väärtuslikke rasvu ning õlisid, toorelt — kompotti.

Mahukaal toorelt 0,92, õhukuivalt 0,68;

kahanevus kuivamisel radiaalsuunas kuni 5,4%.

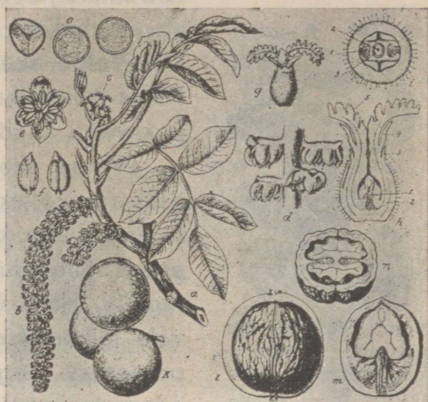
Pihlakas (*Sorbus aucuparia*) kasvab teisejärgulise puuna kuni 15 m kõrgeks. Lülipuit on hallikaspruun, tihe, sitke ja kõva, ülihästi poleeritav ning ümbertöötatav.

Pihlakat tarvitatakse mööblitööstuses, hõõvli-pakkudeks, tööriistade käepidemeks jne., millistena ta on väga vastupidav ja sitke, samuti ka puidulõike- ja treimistööstuses, kus temast valmistatakse rattarumme, -kodaraid jne.

Mahukaal õhukuivalt 0,66; eluiga 100—150 aastat.



Joon. 147. **Pihlakad.** 1-a — hariliku pihlaka (*Sorbus aucuparia*) oks viljadega; 1-b — osa õisikust; 1-c — vilja läbilõik; 2-a — tuhkpihlaka (*S. aria*) õisik; 2-b — oks viljadega; 3-a — *S. torminalis*'e oks õisikuga; 3-b — õie läbilõik; 3-c — oks viljadega.



Joon. 146. **Kreeka pähklipuu** (*Juglans regia*). a — oks lehtede ja õitega; b — urb isasõitega; c — emasõied; d — isasõied; e — isasõis pealtvaates; f — tolmukotid; g — emasõis; h — emaka pikilõik; i — sigimiku ristlõik; k — viljad; l — luuvili pärast viljakatte kõrvaldamist; m — tuuma pikilõik; n — tuuma ristlõik.

Toomingas (*Prunus padus*) on väga painduv ja üsna kõva puit. Temast koolutatakse looki; peenematest tüvedest valmistatakse sarjapõhju ja puitanumatele vitsu. Mööblitööstuses tarvitatakse teda vähe.

Mahukaal toorelt 0,80, õhukuivalt 0,60.

Sirel (*Syringa*) on malsosas kollakasvalge, ja lülisosas violettpruun, tihe, kõva ja vetruv puit. Ta on igas suunas hästi hõõveldatav ja treitav. Nõrga salpeetrihappesega peitsimisel annab ilusa punakasvalge tooni.

Et sired esineb peajasjalikult põõsaskasvuna, siis tuleb ta tarvitusele enamasti intarsia-, puulõike- ning treimistööstuses, kus ta on väärtuslik tarbematerjal väikeste iluasjade valmistamiseks.

Mahukaat õhukuivalt 0,86.

Valge akaatsia (*Robinia pseudoacacia*) on pärit Põhja-Ameerikast; teda kasvatatakse nüüd ka Euroopas väga laialt; meil aga ainult üksikute ilupuudena.

Valge akaatsia on maltsosas kollakasvalge, lüliosas aga kollakat kuni oliivrohekat pruuni värvi, sirgekiuline, väga kõva, tihe ning kestav puit, ei pakata ega kõmmeldu ning pole ilmastiku mõjudele üldse tundlik. Hästi ümbertöötatav ainult toorelt, kuna kuuivale lõikeriistad vaevalt peale hakkavad. Ta on hästi poleeritav ning seepärast treimistööstuses otsitud puit iluasjade valmistamiseks. Ka treitakse akaatsiast puitkruvisid. Mööblitööstuses tarvitatakse teda enamasti massiivsete asjade valmistamiseks.

Mahukaal toorelt 0,87, õhukuivalt 0,77.

Pukspuu (*Buxus sempervirens*) on väike madal puu väikeste igihaljaste lehtedega, kasvab peajasjalikult Kaukaasias Mutsa mere ääres, kus ta ka nn. kaukaasia palmi nimetuse all turule tuleb.

Pukspuu puit on hele- või tumekollane, eriti peene toimega, äärmiselt kõva, tihe, vetruv ja kauakestev, kuid halvasti lõhastatav ning keskmiselt kõmmelduv, seevastu aga hästi ümbertöötatav ning poleeritav.

Tüve tüükapoolne osa, eriti aga juurepuit, on üli-ilusa kirjaga, mille tõttu ta on otsitud ja hinnaline tarbepuit kunstlõike- ning intarsiatöödeks ja vineerina mööblitööstuses. Treimistööstuses tarvitatakse pukspuud mitmesuguste tarbe- ja iluasjade ning mõnesuguste puhkpillide kui ka optikariistade valmistamiseks.

Mahukaal toorelt 1,23, õhukuivalt 0,95;

kahanevus kuivamisel radiaalsuunas kuni 10,2%

Kukerpuu (*Berberis vulgaris*) — kõvade ning väga teravate, umbes 1,5 sentimeetri pikkuste okastega ja hapude, söödavate punaste marjadega põõsaspuu, üli-ilusa safrankollase ning kaunis tiheda puitainega.

Et ta ei kasva kuigi jämedaks, siis tarvitatakse teda ainult luksusasjade katmiseks (vineerimiseks) ja treimistööstuses väiksemate iluasjade treimiseks.



Joon. 148. **Harilik pukspuu** (*Buxus sempervirens*). a — isasõis; b — emasõis; c — emaka pikilõik; d — seemne pikilõik.



Joon. 149. **Harilik kukerpuu** (*Berberis vulgaris*). a — õitsev oks; b — viljakandev oks; c — õis.

Kuslapuu (*Lonicera xylosteum*) — 1,5—3 meetri kõrgune kollakasvalgete õite, punaste, oksele ajavate marjadega ja kõva, tiheda ning vetruva puitainega põõsas. Teda tarvitatakse treimistöötuses ja mujal väiksemate asjade, nagu kangasugade, rehapulkade ning kalameeste võrgukäbade valmistamiseks.

Paakspuu (*Rhamnus frangula*) — valgete õite ja punaste mürgiste marjadega põõsaspuu, kasvab Keska ja Põhja-Euroopas, ka Siberis. Ta on pehme, kerge ja hästi lõhastatav, kuid habras puit, kitsa maltspuitvõõga ning kollakaspunase lülipuiduga. Temast valmistatakse vihmavarju- ning jalutuskeppe ja ka puuanumatele vitsu. Paakspuu süsi on püssirohutöötuses üks parimaid. Koorest valmistatakse värvi ja arstirohtu nahaiguste vastu.

Mahukaal õhukuivalt 0,57—0,61.

Sarapuu (*Corylus avellana*) kasvab harilikult põõsana; teda leidub ka 4—5 meetri kõrguste puudena. Puit on nõrgalt punakasvalge, heledate säsiikiirtega ning selgesti märgatavate, veidi lainjate aastarõngastega, pehmeõitu, vähekestev, kuid tihe ja üsna vetruv. Temast valmistatakse jalutuskeppe, haamrivarsi, puitanumatele vitsu ja treimistöötuses väiksemaid asju. Suuremaid tüvesid — neid leidub harva — tarvitatakse ka mööblitöötuses. Sarapuu juured on ilusa kirjaga ja hästi peitsitavad ning poleeritavad, seega parim treimismaterjal. Sarapuu sütt tarvitatakse püssirohutöötuses ja ka joonestamissoeks. Meil raiutakse teda küttepuiduks hagude näol, kus ta oma kütteväärtuselt ligineb tammele.

Sarapuu mahukaal õhukuivalt 0,57—0,62.



Joon. 151. **Sarapuu** (*Corylus avellana*). Vasakul oks õitega (emasõied pungataolised, all ka üksikult; isasõied urbadena); paremal üksik isasõis.



Joon. 150. **Harilik kuslapuu** (*Lonicera xylosteum*). a — õitsev oks; b — paarisõied; c — viljadega (marjadega) oks.

Viljapuud.

Viljapuud on treimis- kui ka mööblitöötuses hinnatavad oma keerulise kiudehituse ja ilusa värvi poolest. Tähtsamad neist on järgmised.

Õunapuu (*Pirus malus*) puit on malsosas punakasvalge, lülisosa aga punakaspruun, tumepruunide joontega, tihe ja kõva ning hästi poleeritav,

kuid halvasti lõhastatav. Et ta kergesti kõmmeldub ning pakatab, siis tuleb teda aeglaselt kuivatada.

Õunapuu puit on väga hea tarbematerjal puidulõike- ja treimistööstuses. Temast valmistatakse ka kõige paremad puitlusikad ning muud majapidamisriistad.



Joon. 152. Aedpirn
Villiams'i jõulupirn.

Mahukaal toorelt 1,1, õhukuivalt 0,70;
kahanevus kuivamisel radiaalsuunas kuni 7,4%.
Pirnipuu (*Pirus commanis*) kasvab metsikult Lõuna-Euroopas, Ees-Aasias ja Siberis.

Pirnipuu puit on noorelt kollakasvalge, vanalt hele punakaspruun, väga tihe, kõva ja vetruv, ilma märgatavate aastarõngasteta; ta ei pakata ega kõmmeldu ning on hästi ümbertöötatav ja poleeritav, kuid kahaneb kuivamisel üsna tublisti ja ussitab kergesti. Kui pirnipuu puitu kauemat aega vees leotada või läbi aurutada, muutub ta märksa kõvemaks ja tumedavärviliseks, nii et temaga kerge on imiteerida mustpuud; läbipeitsitult tarvitataksegi teda mustpuu aseainena. Oma ilusa kirja tõttu on ta väga otsitud ja hinnaline puit mööbli- ja ka treimistööstuses. Temast valmistatakse ka joonestamisriistu, nagu joonlaudu, kolmnurki jne., üldse asju, mis peavad olema sirgete ja täpsete piirjoontega (kontuuridega), pindadega ning nurkadega.

Mahukaal toorelt 1,0, õhukuivalt 0,69;
kahanevus kuivamisel kuni 6,25%.

Ploomipuu (*Prunus domestica*) kodumaa on Euroopa ja Aasia. Tema puit on tihe, kõva, väga raskesti lõhastatav, kuid hästi hõõveldatav. Pakatab aga üsna, tugevasti, mispärast teda tuleb ettevaatlikult kuivatada ja lõhastatult alal hoida.

Ploomipuu on punakaspruuni lülipuiduga, mis tihti on ka mitmevärviline ning tumedate joontega; maltspuit on aga punakasvalge ja kitsas. Ilusa kirja ja värvi ning oma hea poleeritavuse tõttu on ta otsitud puit mööblitööstuses; ta kasvab aga kahjuks harva üle 20 cm läbimõõdus jämedaks; seepärast tarvitatakse teda rohkem treimis- ja puidulõiketööstuses.

Mahukaal toorelt 1,0, õhukuivalt 0,79;
kahanevus kuivamisel radiaalsuunas kuni 5,2%.

Kirsipuu (visnapuu, *Prunus cerosus*) kasvab madala puuna kuni 6 m kõrgeks. Maltsoosa on tal kitsas ja punakasvalge, lüliosa kollakaspruun, ilu-



Joon. 153. Aed-ploomipuu
Kuninganna Viktoria.

sate joonte ja triipudega. Peale kestvat keetmist lubjavees omandab ta ilusa punase värvi ning sarnleb siis väga eht-punapuuga.

Kirsipuu puit on väga tihe, kõva ning kestev, üsna painduv, hästi lõhastatav ja kergesti ümbertöötatav ning peitsitav — seega esimese järgu mööblipuit. Kirsipuu ei kasva aga kuigi jämedaks ja hakkab kõrgemas vanuses seest mädanema; seepärast tarvitatakse teda ainult väiksemate asjade (toolide) valmistamiseks ning vineeri lõikamiseks. Peenemaid tüvesid (3 cm läbimõõduga) tarvitatakse jalutuskeppideks. Treimis- ning harjätööstuses on ta otsitav puit.

Mahukaal toorelt 0,75, õhukuivalt 0,67;

kahanevus kuivamisel radiaalsuunas kuni 6,9%.

Kirsside alaperekonnast väärivad tähelepanu murel (*Prunus avium*) ja ameerika mustkirss, mis kõik on otsitavad mööbli- kui ka treimistööstuses. Viimane, s. o. mustkirss, on tumedavärviline ja tumeneb aja jookul ning sarnleb lõpuks mahagoniga; ka peitsitakse teda mustpuu sarnaseks.

Väärispuud.

Peale Euroopas kasvavate puude tarvitatakse mööblitööstuses veel troopikamaade puid, peasjalikult nende loomuliku värvi, ilusa kirja ning muude tähelepanuväärsete tehniliste omaduste tõttu. Neid veetakse Euroopasse ümmarguste pakkudena ja ka paksemate plankudena ning lõigatakse siin tarviduse järgi kas laudadeks või vineeriks. Nende harulduse tõttu Euroopas nimetatakse neid v ä ä r i s p u u d e k s.

Tähtsamad neist on järgmised.

Seedrid. Seedripuudeks nimetatakse väga paljusid okas- kui ka mõningaid lehtpuid troopikamaailt. Kõik nad on väga tiheda ning ühtlase toimega, hästi lõhastatavad ja enamasti pehme ning kergesti ümbertöötatava, tumekollaka kuni punakaspruuni ja healõhnalise puiduga, mis ei pakata ega kõmmeldu ning on kauakestev.

Neid tarvitatakse mööbli- ja treimistööstuses luksusasjade valmistamiseks ning pliitfabrikuis pliitpuiduks. Nende kodumaal aga on nad esimese järgu ehitus- ja laevaehituspuidud.

Paljudest seedripuudest loetakse eht-seedriteks ainult kolme, mis nende harulduse tõttu Euroopas on vähetarvitatavad:

Need on:

1) Liibanoni seeder (*Cedrus libani*) — punaka malsosa ja kollakaspruuni lüliosaga ning vaigurikka puiduga; esineb Väike-Aasias ja Süürias ning kasvab väga vanaks. Praegu on neid veel väga vähe järele jäänud, nende vanust arvatakse kuni 3000 aastani.

2) Hõbeseeder (*Cedrus atlantica*) — koredavõitu, helepruuni lüli- ja punakasvalge malspuiduga. Ta on tähelepanuväärt oma kõvaduse ja kestuse poolest.



Joon. 154. **Seedrid.** A — Himaalaja seeder (*Cedrus deodora*). 1 — oks isasõiega; 2 — tolmukas; B — Liibanoni seeder (*Cedrus libani*). 1 — oks isasõiega; 2 — tolmukas; 3 — noor käbi; 4 — kate- ja viljasoomus; 5 — käbi; 6 — viljasoomus seemnega; 7 — seemne pikilõik; 8 — idu; 9 — seemne ristlõik.

3) India seeder (*Cedrus deodara*) — punakaspruuni, vaiguse lüli- ja valkja malspuiduga; ei pakata ega kõmmeldu. Tema kodumaal tarvitatakse teda peaaegu ainult ehituspuiduks.

Kõik teised seedri nime all esinevad puud pole seedrid; nad on viimasega ainult sarnas-

sed. Nende hulka kuuluvad elupuud, kadaka- ning küpressipuu liigid.

Tähelepanuväärsem neist on:

4) Virgiinia kadakas (*Juniperus virginiana*) — kollaka malsosaga ja sinakaspunase kuni roosa lüliosaga, aroomiline. Ta on väga peene toimega, kerge ja hästi lõhastatav, lõigatav ning poleeritav, mispärast teda tarvitatakse meil peasjalikult pliiaatsipuiduks. Tema kodumaal aga on ta hea tarbepuit mööbli- ja aamitööstuses.

Mahukaal õhukuivalt 0,33.

Punapuude hulka kuuluvad:

Fernambuk ehk eht-punapuu (*Caesalpinia echinata*) — kasvab Brasiilias. Tema puit on pruunikaskollane (õhu käes muutub punaseks kuni violetiks), väga kõva ja raske, kuid hästi lõhastatav ja poleeritav. Teda tarvitatakse kunstmööblitööstuses vineerina ja intarsiaks. Ka treimistööstuses tarvitatakse teda suurel määral. Eht-punapuu on enamasti ikka okslik ja keerulise kiudehitusega ning pikilõikes triibuline.

Mahukaal õhukuivalt 0,81—0,94.

Lihf-punapu u nime all veetakse sisse seedrit Antilli saartelt. Temast valmistatakse sigarikaste ja muid sellesarnaseid väiksemaid asju.

Ebenipuu (mustpuu) nimetuse all esineb terve rida tumedavärvilisi ja kõvu ning raskesti ümbertöötavaid puiduliike. Neist kõige väärtuslikum on Ida-Indias, Tseilonil ja Madagaskaril kasvav e b e n i p u u (*Diospyrus ebenum*). Ta on sügav-musta lüliosaga, ühtlase ning tiheda ja hästi poleeritava puiduga. Tarvitusele tuleb ainult must lülipuit, kuna heledamat (kolakat) maltspuitu ei tarvitata, kuigi ta on väga kõva. Müügile tuleb mustpuit ümmarguste, kuni 2 meetri pikkuste pakkudena, milledeft maltspuit on juba eraldatud.

Mahukaal tooreft 1,5, õhukuivalt 1,26;
kahanevus kuivamisel radiaalsuunas kuni 4,0%.

Mahagonipuu. Mahagonipuid on mitut liiki. Nad kasvavad Kesk-Ameerikas, Aafrikas ja Austraalias. Oma värvilt, toimelt ja ka omadustelt on nad väga mitmesugused, olenedes kasvukohast. Kõige väärtuslikumaks peetakse Lääne-India ja ka Kuuba mahagonipuud (eht-mahagoni, Swietenia mahagoni), mis on tooreft kollakaspunane, hiljem kuni tumepruun (tumeneb valguse ja õhu mõjul), üsna kõva ja raske puit; ei ussita iialgi. Mida vanem puit, seda kõvem, kestvam, tumedavärvilisem ning ilusam ta on.

Mahagonipuud tarvitatakse väga laialt, nii massiivselt kui ka vineerina, mööbli- ja muusikariistade tööstuses ning siseehitistes. Ka puidulõike-tööstuses on ta otsitud tarbepuit. Mahagonist valmistatakse parimad tööriistad, masinaosad, lennumasinatc propellerid jne.

Mahukaal tooreft 1,2, õhukuivalt 0,81;
kahanevus kuivamisel radiaalsuunas kuni 1,8%.

Palisandripuu (*Jacaranda*) kasvab Brasiilias, Ida-Indias ja Madagaskaril. Ta lüliosaga on kasvukoha järgi hele- kuni tumeviolett (valguse ja õhu käes tumeneb), mõnikord ka violett-pruuni värvi; puit on väga kõva ja raske, äärmiselt raskesti lõhastatav, peaaegu habras ja halvasti ümbertöötatav, heledate joontega; ümbertöötamisel lõhnab kannikeste järgi.

Teda tarvitatakse enamasti vineerina mööbli- ja muusikariistade tööstuses. Eriti hinnatakse palisandrit intarsia-, kunst- ja peenmööbli- kui ka treimistööstuses. Mõningaid alaliike nimetatakse ka roosi- ja kuningapuudeks.

Mahukaal õhukuivalt 0,9.

Roosipuu nimetuse all tuntakse mitmesuguseid puuliike Brasiiliast, Austraaliast, Indiast, ka Kuuba ning Jamaika saarelt ja Itaaliast. Kasvukoha järgi liigitatakse neid järgmiselt:

brasilia ehk eht-roosipuu (*Physocalymma scaberrimum*) — heleroosa, tumepunaste triipudega, kõva ja raske (upub vees), hästi lõhastatava ning poleeritava, läiketa ja lõhnata puiduga; teda tarvitatakse luksusmööbli valmistamiseks ja intarsiaks;

aafrika roosipuu — helepunase, tumedate triipudega puiduga;

kreeka roosipuu — kollakashalli, pruuni joonelise puiduga;

korallipuu — pärit Indiast ja Aafrikast; ta on tumepunast värvi, läikiv ja väga peente säikiirtega, kõva, tihe ning hästi lõhastatav; omandab poleerides peegelsileda pinna.

Kahanevus kuivamisel 4,5%.

Üldiselt on kõik roosipuud väga ilusa kirjaga, värvilt purpur- kuni roosipunased, ka pruunid, vaheldumisi tumedate ja heledate triipude ning joonekestega, kõvad, rasked, kuid hästi lõhastatavad, ümbertöötavad ning poleeritavad.

Neid tarvitatakse meeeldi luksusmööbli valmistamiseks ja intarsiaks kui ka kunst-treimistööstuses mitmesuguste iluasjade treimiseks.

Roosipuude mahukaal õhukuivalt 0,75—1,1.

Akaatsia nimetuse all tuntakse paljusid troopikamaade puid, milledest on tähelepanuväärt

austraalia mustakaatsia (*Acacia melanoxylon*) — peenkiuline, ilusa kirjaga, tihe, sitke ja väga kestev puit; hästi ümbertöötatav ning poleeritav ja seepärast mööblitööstuses väga otsitav.

Temast saadakse ka vaiku, mis on tuntud kummiaraabikumi nimetuse all.

Akaatsia nimetust kannab ka meil kasvav valgeakaatsia (*Robinia pseudoacacia*), kuigi ta ei kuulu eht-akaatsiate liiki (vt. lk. 198).

Küpressipuu (*Cupressus sempervirens*) — Lõuna-Euroopas, peamiselt Vahemeremaal kasvatatud kolonnikujuline igihaljas okaspuu, malsosad kollakas- kuni punakasvalge ja lüliasas kollakaspruun, terava omapärase aromaatse lõhnaga.

Tugevuse, kestuse ning kergesti ümbertöötatavuse tõttu tarvitatakse seda puitu tema kodumaal laevaehituses ja ka puitanumate valmistamiseks, meil luksusmööbliks.

Jaapani küpress (*Chamaecyparis obtusa*) on suurepärase roosakas- punase lüli- ja kollakasvalge maltspuiduga. Tema puit on väga kestev.

Aromaatse lõhna ning peene kiudehituse tõttu valmistatakse temast tuntud jaapani iluasju ning luksusmööblit, kus talle saab anda peegelsileda ning siidiläikega pinna.

Mahukaal õhukuivalt 0,41.

Eriti kõvadest ja vastupidavatest välismaade puudest on nimetamisväärt järgmised.

Bongosi- ehk raudpuu (kuningapuu) (*Lophira alata*) — kasvab Aafrikas, kust teda suurel hulgal Euroopasse veetakse. Tugevuse poolest (tõmbele ja survele) võib raudpuu võistelda pehme rauaga. Ka on ta väga raske ja kauakestev ega karda tõuke. Värvilt on ta lüliosa tume punakaspruun, kitsaste heledamate triipudega; maltspuit heledam, kuni kollakas. Teda tarvitatakse tööriistade (puitvasarad, hõõvliplikud jne.) valmistamiseks kui ka põrandateks ja masinalaagriteks.

Mahukaal õhukuivalt 1,07;

kahanevus kuivamisel radiaalsuunas kuni 4,9%.

Raudpuu nimetuse all leidub sageli müügil muid, välimuselt temaga sarnaseid, s. o. tihedaid, kõvu, raskeid ja tumedavärvilisi Aafrika ja India puid, nagu:

aafrika grenadillipuu (senegali eebenipuu, *Brya ebenus*)

— kitsa heleda maltosaga ja must-

pruuni lüliosa, väga tiheda (vaevalt märgatava toimega), kõva, kuid hapra puiduga. Mõningad grenadillipuud on väga meeldiva (roosi) lõhnaga, mispärast neid meeleldi tarvitatakse kunstmööbli- ja treimistööstuses ning mitmesuguste ilusjade kui ka puhkpillide valmistamiseks;

tekapuu ehk Ida-India tamm (*Tectona grandis*) — väga aeglaselt kasvav pruun-kollast värvi, kõva, tihe, vetruv ning parkhappe-rikas troopikamaa puu.

Mahukaal õhukuivalt 0,67.

Kvajakk (*Quajacum officinale*) on kõigist puuliikidest raskeim; ta kasvab Antilli saartel ja Floridas. Kvajakipuu puit on helekollase maltosaga



Joon. 155. Küpressid (*Cupressus sempervirens*).

ja oliiv- kuni must-rohelise lüliosaga (rohekate triipudega), väga kõva ning lõhastamatu. Teda tarvitatakse kunstmööbli- ja treimistööstuses, masinaehituses hammasrataste hammasteks, rihmaseibideks ja laagriteks jne.

Mahukaal õhukuivalt kuni 1,35;

kahanevus kuivamisel radiaalsuunas kuni 7,5%.

Eukalüpt (*Eucalyptus*) on Austraalia lehtpuu, kasvab kuni 100 m kõrgeks ja kuni 6,5 m läbimõõdus jämedaks. Neid on umbes 140 eri liiki. Eukalüpti puit on punakaspruuni värvi, ühtlase toimega, väga tugev ja kestev. Teda tarvitatakse vesiehitistes ja ka tänavparketi valmistamiseks. Ta sisaldab väga rikkalikult mitmesuguseid eeterlikke õlisid, mida tarvitatakse arstirohtude valmistamiseks.

Mahukaal õhukuivalt 0,7—1,1;

eluiga 5000 aastat.

Bambus (*Bambusa aurundinacea*) on pilliroo-taoline, seest õõnes, kõrreliste sugukonda kuuluv taim ja on lähedane troopikamaadel kasvavatele palmipuudele; ta kasvab väga kiiresti (40—60 päeva jooksul 25 m kõrguseks). Tema kodumaal tarvitatakse teda tema kerguse ja tugevuse (tugevuselt ligineb terasele) tõftu majade ning sildade ehituseks, veetorudeks jne.; meil ainult luksusmööbli (toolide jne.), iluasjade, raadioantenni mastide ja spordivahendite valmistamiseks.

Mahukaal õhukuivalt 0,40.

Troopikamaail kasvavad palmipuud kuuluvad üheiduleheliste klassi ja erinevad teistest puudest selle poolest, et neil ei ole aastarõngaid ega säskiiri ja tüvi ei hargne. Nad on keskelt äärmiselt koredad või koguni tühjad; mida rohkem koore poole, seda tihedamaks ja kõvemaks nad muutuvad. Palmist treitakse jalutus- ja vihmavarjukeppe, sullepäid ja muid väiksemaid iluasju.

XI peatükk.

Tabelid.

- Tabel I. Tähtsamate puiduliikide üldomadused.
- Tabel II. Tähtsamate puiduliikide tehnilised omadused.
- Tabel III. Tollimõõtude võrdlus meetrimõõtudega.
- Tabel IV. Palkide kantmeetrite tabel.
- Tabel V. Maurachi ümmarguste palkide kantjala tabel.
- Tabel VI. Saematerjalide mahu arvutamine.
- Tabel VII. Ümmarpuidu kasutamismäära arvutamine.
- Tabel VIII. Brinellkõvaduse määramine.

Tabel I. Tähtsamate puiduliikide üldomadused.

14 Puit tarbematerjalina.	Puidu liik	Värv		Mahukaal g/cm ³		Kahanevus toorest olekust täieliku kuivamiseni %				Soojajuhtivus kcal/mh ⁰ C risti kiudu
		Maltspuit ehk välispuit	Lülipuit ehk sisepuit	Kuiv (niiskust 0%)	Õhukuiv (niiskust 15%)	Piki-suunas	Radiaal-suunas	Tangent-siaal-suunas	Mahus	
	Akaatsia (<i>Robinia pseudoacacia</i>) .	kollakasvalge	kuni pruun	0,73	0,77	—	4,4	6,9	—	—
	Arukask (<i>Betula verrucosa</i>) . . .	valkjas	kollakas kuni pruunikas	0,61	0,65	0,6	5,3	7,8	14,2	—
	Bongosi (<i>Lophira alata</i>)	kollakas	sügav-punakaspruun	1,00	1,07	—	—	—	—	—
	Eukalüpt (<i>Eucalyptus</i>)	hele kuni	pruunikas	0,87	0,90	—	—	—	—	—
	Jalakas (<i>Ulmus montana</i>)	kollakas	punakaspruun	0,64	0,68	0,3	4,6	8,3	13,8	—
	Kastan (<i>Castanea vulgaris</i>) . . .	määrdunud valge	hele kuni tumepruun	0,59	0,66	0,6	5,8	6,4	11,6	—
	Kuusk (<i>Picea excelsa</i>)	valge, mals tuhkim	läikiv, kollakas,	0,43	0,47	0,3	3,6	7,8	12,0	0,066—0,09
	Lehis (<i>Larix europaea</i>)	kollakasvalge	punakaspruun	0,55	0,59	0,3	3,3	7,8	11,8	—
	Mahagoni (<i>Swietenia mahagoni</i>) .	kollakas-punane	punakaspruun	0,55	0,60	0,3	3,2	5,1	8,9	0,12
	Mänd (<i>Pinus silvestris</i>)	kollakas- või punakasvalge	kollakas-punane kuni pruun	0,49	0,52	0,4	4,0	7,7	12,4	0,12
	Nulg (<i>Abies pectinata</i>)	kollakas kuni	punakas-valge	0,41	0,45	0,1	3,8	7,6	11,7	0,092—0,112
	Paju (Hõbepaju. <i>Salix alba</i>) . . .	valge	pruunpunane	0,52	0,56	0,5	3,9	6,8	11,5	—
	Pappel (Mustpappel. <i>Populus nigra</i>)	valge kuni kollakasvalge	helepruun	0,41	0,45	0,3	5,2	8,3	14,3	0,147—0,162
	Pähklipuu (<i>Juglans</i>)	punakashall	tuhmpruun kuni mustpruun	0,64	0,68	0,5	5,4	7,5	13,9	0,091
	Pärn (<i>Tilia parvifolia</i>)	puitt valkjas, või punakasvalge	kollakas	0,49	0,53	0,3	5,5	9,1	15,5	—
	Pöök (<i>Fagus silvatica</i>)	kollakas-punane kuni punakaspruun	kollakas	0,69	0,73	0,3	5,8	11,8	17,6	—
	Saar (<i>Fraxinus excelsior</i>)	kollakasvalge	tumehall kuni pruun	0,68	0,72	0,2	5,0	8,0	13,6	—
	Sanglepp (<i>Alnus glutinosa</i>)	punakasvalge kuni kollakas-punane	kuni	0,49	0,53	0,5	4,4	7,3	12,6	—
	Tamm (<i>Quercus pedunculata</i>) . .	kollakasvalge	punakaspruun	0,65	0,69	0,4	4,0	7,8	12,6	0,11 —0,17
	Teka (<i>Tectona grandis</i>)	helepruun	kollakaspruun	0,63	0,67	0,6	3,0	5,8	9,7	0,14 —0,17
	Vaher (Mäevaher, <i>Acer pseudo-platanus</i>)	kollakasvalge		0,59	0,63	0,5	3,0	8,0	11,8	0,137—0,156

Tabel II. Tähtsamate puiduliikide tehnilised omadused.

Puidu liik	Suru- tugevus kg/cm ²	Tõmbetugevus kg/cm ²		Painde- tugevus kg/cm ²	Elastsus- moodul kg/cm ²	Nihke- tugevus kiudude suunas kg/cm ²	Brinellkõvadus kg/mm ²	
		Piki kiudu	Risli kiudu				H	H ⊥
Akaatsia (<i>Robinia pseudoacacia</i>) . . .	590	1480	43	1200	136 000	160	—	—
Arukask (<i>Betula verrucosa</i>)	430	1370	70	1250	165 000	120	—	—
Bongosi (<i>Lophira alata</i>)	930	2170	—	1950	240 000	—	—	—
Eukalüpt (<i>Eucalyptus paniculata</i>) . . .	670	1330	—	1100	186 000	150	—	—
Jalakas (<i>Ulmus montana</i>)	410	800	39	720	110 000	70	—	—
Kastan (<i>Castanea vulgaris</i>)	530	—	—	—	—	—	—	—
Kuusk (<i>Picea excelsa</i>)	430	900	27	660	110 000	67	3,2	1,2
Lehis (<i>Larix europaea</i>)	530	1070	23	840	120 000	90	5,3	1,9
Mahagoni (<i>Swietenia mahagoni</i>)	490	—	70	1100	135 000	—	—	—
Mänd (<i>Pinus silvestris</i>)	470	1040	30	870	120 000	100	4,0	1,9
Nulg (<i>Abies pectinata</i>)	400	840	23	620	110 000	51	—	—
Paju (Hõbepaju, <i>Salix alba</i>)	280	640	—	640	72 000	70	3,5	1,6
Pappel (Mustpappel, <i>Populus nigra</i>) . . .	300	770	—	550	88 000	50	—	—
Pähklipuu (<i>Juglans</i>)	580	1000	35	1190	125 000	—	7,0	—
Pärn (<i>Tilia parvifolia</i>)	440	850	—	900	74 000	45	—	—
Pöök (<i>Fagus silvatica</i>)	530	1350	70	1050	160 000	80	7,2	3,4
Saar (<i>Fraxinus excelsior</i>)	480	1040	70	1020	120 000	—	6,5	—
Sanglepp (<i>Alnus glutinosa</i>)	400	—	20	850	77 000	45	3,8	1,7
Tamm (<i>Quercus pedunculata</i>)	520	900	40	880	117 000	110	—	—
Teka (<i>Tectona grandis</i>)	630	1190	90	1190	130 000	—	—	—
Vaher (Mäevaher, <i>Acer pseudoplatanus</i>)	490	820	—	950	94 000	90	—	—

Tabel III. Tollimõõtude võrdlus meetrimõõtudega.

1. Pikkusmõõdud:

Sülda	Jalga	Tolli	Meetrit	Deetsimeetrit	Sentimeetrit	Milli-meetrit
1	7	84	2,134	21,34	213,4	2134
0,1429	1	12	0,3048	3,048	30,48	304,8
0,0119	0,0833	1	0,0254	0,254	2,54	25,4
0,4687	3,2810	39,37	1	10	100	1000
0,0469	0,3280	3,937	0,1	1	10	100
0,0047	0,0328	0,394	0,01	0,1	1	10
—	0,0033	0,0394	0,001	0,01	0,1	1

2. Ruutmõõdud:

1	49	7056	4,552	455,2	45 521	—
0,0205	1	144	0,093	9,297	929,7	—
—	0,0069	1	0,0006	0,0646	6,46	646
0,2197	10,76	1550	1	100	10 000	—
0,0022	0,1076	15,5	0,01	100	100	10 000
—	0,0011	0,155	0,0001	0,01	1	100
—	—	0,0016	—	0,0001	0,01	1

3. Kuupmõõdud:

1	343	—	9,712	9 712	—	—
0,0029	1	1 728	0,0283	28,31	28 310	—
—	0,0006	1	—	0,0164	16,4	16 387
0,103	35,32	—	1	1 000	—	—
0,0001	0,0353	61,03	0,001	1	1 000	—
—	—	0,061	—	0,001	1	1 000
—	—	—	—	—	0,001	1

Tabel IV. Palkide kantmeetrite tabel.

Palkide pikkus meetrites.

Läbimõõt cm	1	1,50	2	2,50	3	3,50	4	4,50	5	5,50	6	6,50	7	7,50	8	8,50	9	9,50	10
10	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
11	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10
12	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12
13	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13
14	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15
15	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
16	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
17	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23
18	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,25
19	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28
20	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31
21	0,03	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,31	0,33	0,35
22	0,04	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38
23	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42
24	0,05	0,07	0,09	0,11	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,36	0,39	0,41	0,43	0,45
25	0,05	0,07	0,10	0,12	0,15	0,17	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,49

Tabeli kasutamise: Mitu tihumeetrit sisaldab palk, mille pikkus = 6 m ja jämedus 25 cm? Esimesest lahtrist (cm) otsime arvu 25, läheme horisontaalrida mööda paremale ja 12. lahtrist (6 m) leiame arvu 0,29; järelikult antud palk sisaldab 0,29 fm. (tihumeetrit) puitu.

Tabel V. Maurachi ümmarguste palkide kantjala tabel.
(Väljavõte.)

Pikkus jalgades	Ladva läbimõõd tollides						Pikkus jalgades	
	7"	8"	9"	10"	11"	12"		13"
	K a n t j a l a d							
7	2,0	2,8	3,4	4,0	5,0	6,0	7,0	7
9	2,6	3,4	4,3	5,7	6,5	7,8	9,2	9
12	3,7	4,7	5,9	7,3	8,9	10,6	12,5	12
15	4,8	6,1	7,7	9,4	11,4	13,5	15,8	15
18	6,0	7,6	9,5	11,6	13,9	16,5	19,4	18
21	7,2	9,1	11,4	13,9	16,7	19,7	23,0	21
25	9,1	11,4	14,1	17,1	20,4	24,0	28,0	25
30	11,6	14,4	17,7	21,4	25,4	29,8	34,6	30
35	14,3	17,7	21,6	25,9	30,7	35,9	41,5	35

Tabeli kasutamine: Mitu kantjalga sisaldab palk, mille pikkus = 25 jalga ja jämedus 9"? Esimesest lahtrist otsime arvu 25 ja läheme horisontaalrida mööda paremale, kus kolmandas lahtris (9") leiame arvu 14,1. Seega antud palgi ruumala = 14,1 kantjalga.

Tabel VI. Saematerjalide

Laua või prussi paksus		L a u a v õ i p r u s s i					
		3	3½	4	5	6	7
		L a u a v õ i p r u s s i					
		76	89	102	127	152	178
		Ühe meetri pikkuse laua või					
Tolli	mm						
½	13	0,00097	0,00116	0,00129	0,00161	0,00194	0,00226
¾	19	0,00145	0,00169	0,00194	0,00242	0,00290	0,00339
1	25	0,00194	0,00226	0,00258	0,00323	0,00387	0,00452
1¼	32	0,00242	0,00282	0,00322	0,00404	0,00484	0,00565
1½	38	0,00290	0,00339	0,00387	0,00484	0,00581	0,00677
2	51	0,00387	0,00452	0,00516	0,00645	0,00774	0,00903
2½	63	0,00484	0,00565	0,00645	0,00806	0,00968	0,01129
3	76	0,00581	0,00677	0,00774	0,00968	0,01161	0,01355
3½	80		0,00792	0,00903	0,01130	0,01356	0,01582
4	102			0,01032	0,01290	0,01548	0,01806
5	127				0,01613	0,01935	0,02258
6	152					0,02323	0,02710
7	178						0,03161
8	203						
9	229						
10	254						
11	279						

Tabeli kasutamine. Meil on näiteks 283 jooksvat meetrit $1 \times 5''$ laudu. Tahame mää püstreast leiame, et ühe meetri pikkuse $1 \times 5''$ laua puitmass on $= 0,914$ tihumeetrit.

Tabel VII. Linnapõhja kasvatamisel (K) 1 meetri pikkuse ja mitmesuguse lauda kõrgusega saadud saagimise tulemused mitmesuguse paksusega.

Laudade paksus (K)		Laudade laius (K)		Laudade pikkus (K)		Laudade arv	
mm	cm	mm	cm	mm	cm	üks	üks
laius tollides							
8	9	10	11	12	Laua või prussi paksus		
laius millimeetrites							
203	229	254	279	305			
prussi puitmass tihumeetrites (m³)						Tolli	mm
0,00258	0,00280	0,00322	0,00354	0,00387	½	13	
0,00387	0,00435	0,00484	0,00532	0,00580	¾	19	
0,00516	0,00581	0,00645	0,00710	0,00774	1	25	
0,00645	0,00726	0,00807	0,00887	0,00968	1¼	32	
0,00774	0,00871	0,00968	0,01065	0,01161	1½	38	
0,01032	0,01161	0,01290	0,01419	0,01548	2	51	
0,01290	0,01452	0,01613	0,01774	0,01935	2½	63	
0,01548	0,01742	0,01935	0,02129	0,02323	3	76	
0,01808	0,02032	0,02260	0,02482	0,02720	3½	80	
0,02065	0,02323	0,02581	0,02839	0,03097	4	102	
0,02581	0,02903	0,03226	0,03548	0,03871	5	127	
0,03097	0,03484	0,03871	0,04258	0,04645	6	152	
0,03613	0,04065	0,04516	0,04968	0,05419	7	178	
0,04129	0,04645	0,05161	0,05677	0,06194	8	203	
	0,05226	0,05806	0,06387	0,06968	9	229	
		0,06452	0,07097	0,07742	10	254	
			0,07806	0,08516	11	279	
				0,09290	12	305	

rata mainitud laudade mahu tihumeetrites. Tabeli kolmandast röhtrast ja neljandast 0,00323 tihumeetrit (kantmeetrit). Korrutades leitud arvu 283-ga, saame $0,00323 \times 283 =$

Tabel VII. Ummarpuidu kasutamismäär (K) 5 meetri pikkuste ja mitmesuguse jämedusega pakkude saagimisel laudadeks mitmesuguses paksuses.

Paku läbimõõt (d) cm	Laudade arv tk.	Kasutamismäär (K) laudadeks		Paku läbimõõt (d) cm	Laudade arv tk.	Kasutamismäär (K) laudadeks	
		servamata %	servatud %			servamata %	servatud %
10 mm paksused lauad.				24 mm paksused lauad.			
20	11	60	50	22	6	70	60
24	13	60	51	25	7	70	60
27	15	60	54	27	8	74	65
31	18	63	55	31	9	74	66
				33	10	76	69
				36	11	76	70
12 mm paksused lauad.				30 mm paksused lauad.			
20	10	65	54	39	12	77	70
24	12	65	56	26	6	70	63
27	14	67	58	28	7	74	67
31	16	67	59	32	8	77	69
15 mm paksused lauad.				35 mm paksused lauad.			
20	8	67	55	36	9	78	70
24	10	68	58	29	10	78	73
27	12	70	60	26	6	70	64
31	14	71	64	29	6	74	66
18 mm paksused lauad.				40 mm paksused plangud.			
20	7	67	56	33	7	77	70
24	8	66	56	36	8	78	71
26	9	67	58	40	9	80	73
27	10	71	61	26	4	70	56
29	11	73	64	30	5	76	61
31	12	73	65	34	6	80	64
20 mm paksused lauad.				45 mm paksused plangud.			
20	6	66	56	38	7	81	67
23	7	67	56	29	4	72	57
24	8	70	60	33	5	77	63
27	9	70	62	37	6	80	66
29	10	73	64	42	7	83	70
31	11	74	66				

Tabel VIII. Brinellkõvaduse määramine.

Kui $D = 10 \text{ mm}$ = teraskuuli läbimõõt,

P = kuuli koormus ja

d = sissesurutud kuuli läbi tekitatud pinna läbimõõt (mm), siis Brinell-
kõvadus H (kg/mm^2) määratakse valemi järgi:

$$H = \frac{2 P}{\pi \cdot D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Väga pehme puidu puhul $P = 10 \text{ kg}$		Normaalse puidu puhul $P = 50 \text{ kg}$		Väga kõva puidu puhul $P = 100 \text{ kg}$	
d mm	H	d mm	H	d mm	H
4,8	0,52	7,2	1,04	6,2	2,96
4,6	0,57	7,0	1,11	6,0	3,15
4,4	0,62	6,8	1,19	5,8	3,43
4,2	0,69	6,6	1,28	5,6	3,71
4,0	0,76	6,4	1,38	5,4	4,02
3,8	0,85	6,2	1,48	5,2	4,37
3,6	0,95	6,0	1,59	5,0	4,75
3,4	1,07	5,8	1,72	4,8	5,19
3,2	1,21	5,6	1,86	4,6	5,68
3,0	1,38	5,4	2,01	4,4	6,24
2,8	1,59	5,2	2,18	4,2	6,88
2,6	1,85	5,0	2,38	4,0	7,62
2,4	2,18	4,8	2,59	3,8	8,49
2,2	2,60	4,6	2,84	3,6	9,50
2,0	3,15	4,4	3,12	3,4	10,68
1,8	3,91	4,2	3,44	3,2	12,10
		4,0	3,81	3,0	13,84
		3,8	4,24	2,8	15,92
		3,6	4,75	2,6	18,51
		3,4	5,34	2,4	21,80
		3,2	6,05	2,2	25,99
		3,0	6,92		
		2,8	7,96		

SISUREGISTER

aastarõngad 15, 22
 akaatsia 198, 204
 albumiinliim 165, 174
 arukask 185, 186

bakeliifliim 175
 bakeliitvineer 154
 balsa 31
 bambus 206
 bongosipuu 205
 buforalv 49
 bulldogralv 49

dermatosoom 19
 destilleerimine 120
 dokimardikas 82

eebenipuu 203
 ehituspalk 94
 ekki 30
 elastsusmoodul 46
 elektriliinipost 96
 elupuu 185
 epiteelrakud 23
 eukalüpt 206

fama 159
 fernambuk 202
 fibrill 18

haab 188
 haavapakud 98
 haigused 62
 halkus 53
 hammasralv 49
 hapnik 14

hilispuit 15
 hobukastan 195
 hõbepaju 190
 hõbepappel 189
 hõbeseeder 202
 hüdrolüüs 128

immutamine 75
 immutussoolad 76
 immutusõlid 75
 infiltraadid 19

jalakas 193
 jugapuu 184
 juhkude 18
 juhtrakud 20, 21
 juurdelõikamine 118
 juured 13
 juurtemädanik 70

kaardumine 38
 kadakas 182
 kahanemine 34
 kaksiktüvi 65
 kamberkuivati 115
 kambium 14, 15
 kandejõud 46
 kantpalk 94
 karbamiid 175
 karpinus 195
 kaseiinliim 163
 kasepakud 97
 kask 185
 kastanipuu 195
 kasvamine 16
 kasvuvead 62
 keerdkasv 63

keldriseen 73
 kestus 61
 kevadpuut 15
 kiri 60
 kirsipuu 200
 kisklikkus 63
 kiudplaat 156
 koed 18
 kondiliim 161, 162
 konservimine 75
 kolmnurkladu 110
 koobaspoorid 21
 koor 13, 16
 kooreüraskid 82
 koorimine 132
 korallipuu 204
 korp 16
 korvipaju 190
 kreosootõli 75
 küsloliit 159
 kuivatamine 113, 145
 kukerpuu 198
 kuningapuu 203
 kunstpuut 158
 kunstiid 123
 kunstvaikliim 175
 kunstvill 125
 kuslapuu 199
 kuupjalg 104
 kuupsüld 104
 kuusk 181
 kvajak 31, 205
 kömmeldumine 37
 kõvadus 38
 kõverkask 62
 külmlim 163
 künnapuu 193
 küpressipuu 204

220

leppapuu 98
 lepp 187
 ligniin 18, 127
 lihvimine 151
 liimid 161
 liimimine 170, 173
 liipripakk 96
 liistpuut 151
 liiftala 51
 läige 61
 lõhandikud 103
 lõhastatavus 52
 lõhn 61
 lülipuit 16, 23

maarjakask 186
 mahagonipuu 203
 maht 107
 mahukaal 30, 31
 majaseen 71, 72
 majasikk 85, 86
 maltspuit 15, 23
 maltsüraskid 82
 maksus 105
 marrastused 66
 metallpuut 155
 mitsell 19
 murel 201
 mustpappel 189
 mädanemine 67
 mäevaher 194
 mänd 179
 mõõtmimine 108

nahaliim 161
 nihketugevus 47, 48, 49
 niin 13
 niiskus 32
 niiskusemõõtja 32, 33, ?
 noavineer 135
 nulg 183
 nõtketugevus 44, 48

okaspuut 19
 okaspuud 179
 okasralv 49
 okslikkus 64
 osmoos 36, 77

algmaterjalid 12, 22
 alumiinium 162, 174
 alusmaterjalid 186
 bakterid 172
 bakterivastane 134
 balsa 31
 bambus 205
 bõngapuu 203
 puutõlv 49
 puutõlvipuit 49
 demokraatlik 19
 destillatsioon 120
 dokumendid 82
 eepid 203
 ehitusmaterjalid 94
 ehitus 30
 elavus 46
 elektrolüüs 96
 elu 182
 epiteelkude 23
 eukariotid 206
 tamm 159
 tammepuit 203
 tihedus 18
 haav 188
 haavapuit 98
 haigused 62
 haigus 23
 hammaste 49
 haiguste 14

paakspuu 199
 paber 125
 pahklikkus 65
 paindetugevus 41, 42, 43
 painutatavus 53
 paisumine 37
 paju 190
 pakatamine 35
 palisandripuu 203
 palk 94
 palm 206
 pappel 30, 189
 parenhüümikude 18
 parenhüümtrakud 23, 25
 peegelvineer 133
 pendelsaag 118
 pihlakas 197
 pind 95
 pirnipuu 200
 plank 96
 plokkpalk 94
 plokkplaat 144
 ploomipuu 200
 poolpalk 95
 poorid 20, 21
 propsid 97
 pruss 94
 puidukaitse 87
 puidukeemia 120
 puidurakk 16, 17
 puidutõrv 121
 puit 16
 puitmass 105
 puitvillplaat 156
 pukspuu 198
 punamädanik 70
 punapuu 202
 putukad 82
 puuliigid 179
 puukoi 83
 puukoor 13
 puutüvi 13
 pähklipuu 196
 päikesenergia 14
 pärn 187
 põhitugevus 43, 45
 põlevkiviõli 75
 pöök 195

radiaalkiired 22
 raieaeg 91
 rakk 16, 17
 ralvad 49, 50
 ralvühend 50, 51
 rasvapuu 27
 raudpuu 205
 riit 111
 ringkõõrimine 132
 ringlõhed 65
 rippturvik 47
 ristvineer 135
 roosipuu 203, 204
 ruumimeeter 104
 rõngaskõõrimine 91
 rõngasralv 49
 Rüping'i menetlus 74
 saagimisviisid 98
 saar 192
 saepakk 105
 saepalk 94
 saepuru 158
 saevineer 135
 salvestuskude 18
 salvestusrakud 19
 sanglepp 187
 sarapuu 199
 sarvoks 64
 seedrid 201
 seedrimänd 181
 seemned 68, 69, 70
 servamissaag 119
 sindlipakud 97
 siniseen 71
 sirel 197
 sisseraided 66
 soojajuhtivus 54, 55, 56
 soojapidavus 54, 55, 56, 140, 157
 soomusvineer 152
 sooned 24
 sortimistingimused 100
 suhkruvahter 194
 suhkur 128
 sulfaatpuud 96
 supler 104
 surutugevus 43, 47
 suvitamm 190
 säsi 17, 22

