

# FAIPAR





# FAIPAR

A Faipari Tudományos Egyesület mint  
a MTESZ tagegyesületének lapja

Főszerkesztő:

RÓKA PÁL

Felelős szerkesztő:

JÁSZAI KÁROLY

Felelős kiadó:

SOLT SÁNDOR

Szerkesztőbizottság:

Barlai Ervin, Bozsó László,  
Ezsiás Pálné, Juhász István,  
Kardos László, Lázár László,  
Lonkai János, Somogyi László,  
Stróbl Kálmán, Szabó Dénes,  
Szvetkó Nándor

Előfizetési ára számonként 6,— Ft

Megjelenik évenként hatszor

Szerkesztőség címe:

V.. Reáltanoda u. 13—15. Telefon: 187-573

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<i>Кароль Силаши</i> : Клееные деревянные конструкции .....	193
<i>Габор Колошвари</i> : Клейка дерева в высокочастотном электрическом силовом поле ....	210
<i>Аляк М. Фишкен</i> : Главнейшие характеристики непрерывной формирования .....	218
<i>Габор Далоча</i> : К вопросу сушки деревянных материалов .....	221
<i>Ференц Капитань</i> : Проблемы пополнения квалифицированными рабочим в мебельной промышленности .....	231
<i>Паль Юхас</i> : Несколько слов об уходе рамных лесопилок .....	233
<i>Тамаш Ведреш</i> : Новое фабричное изделие нашего отечественного машиностроения деревообрабатывающей промышленности: 18 шпиндельная полуавтоматическая машина серийного сверла .....	235
<i>Н. Гельмезив</i> : Проблема приготовления инженеров и техников лесной промышленности в Румынии .....	236

## TARTALOM

	Oldal
<i>Szilassy Károly</i> : Ragasztott faszerkezetek ..	193
<i>ifj. Kolosváry Gábor</i> : Faragásztás nagyfrekvenciás elektromos erőterben .....	210
<i>Alec M. Fischen</i> : A folyamatos formálás főbb jellegzetességei a forgácsolóiparban	218
<i>Dalocsa Gábor</i> : A faanyagok szárítási kérdéseihöz .....	221
<i>Kapitány Ferenc</i> : A szakmunkás utánpótlás problémái a bútoriparban .....	231
<i>Juhász Pál</i> : Néhány szó a keretfűrészek karbantartásáról .....	233
<i>Vedres Tamás</i> : Hazai faipari gépgyártásunk új gyártmánya, a 18 orsós félautomata sorozatfűrő gép .....	235
<i>N. Ghelmeziv</i> : Faipari mérnök- és technikus-káderek előkészítésének problémája ..	236
Faipari műszaki továbbképző előadások ..	238
Mi újság a hazai faiparban .....	239

## INHALT

	Seite
<i>K. Szilassy</i> : Verleimte Holzkonstruktionen .....	193
<i>G. Kolosváry</i> : Durchleimen von Holz im elektrischen Hochfrequenzfeld .....	210
<i>A. M. Fischen</i> : Hauptmerkmale der Fließverformung in der Holzspanplattenfabrikation ....	218
<i>G. Dalocsa</i> : Zu den Trocknungsproblemen von Holz .....	221
<i>F. Kapitány</i> : Fragen des Facharbeiternachwuchses in der Möbelindustrie .....	231
<i>P. Juhász</i> : Einiges über die Instandhaltung von Gattersägen .....	233
<i>T. Vedres</i> : Neues Produkt unseres heimischen Holzverarbeitungsmaschinenbaues: eine 18-spindelige halbautomatische Gruppenbohrmaschine .....	235
<i>N. Ghelmeziv</i> : Problem der Erziehung von Ingenieuren und Techniker für die Holzindustrie in Rumänien .....	236



## Ragasztott faszerkezetek

SZILASSY KÁROLY

Beszámoló a Faipari Kutató Intézetben folytatott vizsgálatokról

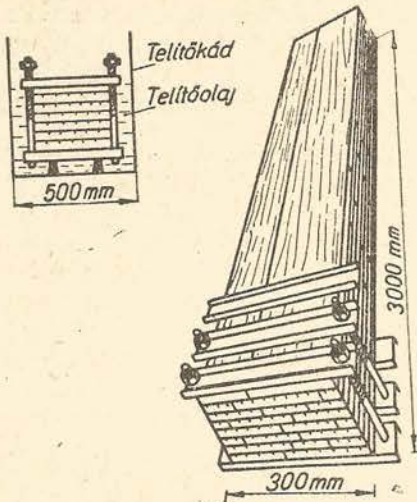
### 1. Mi az oka a műfák, ragasztott faszerkezetek országszerte emelkedő gyártásának és alkalmazásának?

A műszaki tudományok rohamos fejlődése és annak eredményei lehetővé tették egyrészt új iparágak keletkezését a faipar keretén belül is — mint például a farost- és forgácslemezgyártást — másrészt általában az ipari üzemeknek korszerűsítését és ezáltal kapacitásuk minőségi, valamint mennyiségi vonalon való gyorsabb feljutását az egyes árukban mutatkozó szükséglet arányában. Az ipari fontos alapanyagok felhasználása — szén, vas, fa, nyersolaj stb. — emiatt rendkívül megnövekedett. Azonban a faipar területén a kitermelésre került erdők faanyaga nem fedezte a szükségletet, így rövidesen fahiány mutatkozott, különösen nagyméretű épületfa, gerenda, vasúti talpfa, váltófa, hídfa árukban. Ennek következtében a faanyaggal való szükségszerű takarékoságon kívül időszerűvé lett a különféle fahulladékoknak és „osztályon aluli“ fűrészárúknak, sőt egyes növényi rostos anyagoknak felhasználása is, ún. műfa gyártására, amit az illetékes kutató intézetek és intézmények eredményei tettek főképpen lehetővé. Amíg azonban a farostlemez és forgácslap gyártása gyorsan felfejlődött és azoknak pl. defibrátoros, Bartrev stb. új eljárásokkal történő előállítására már teljesen gazdaságosnak mutatkozik, addig a ragasztott faszerkezetek alkalmazása és elterjedése — nyilván a nagyobb műszaki kockázat miatt — 1950. évig csak lassú ütemben volt tapasztalható. A növekvő fahiány, az időközben szerzett kielégítő tapasztalati eredmények, a műgyantaragasztók minőségi fejlődése, a gazdasági szükségszerűség és végül a nagyméretű mérnöki faszerkezetek egyes műszaki követelményei indokolták és lehetővé tették a ragasztott faszerkezeteknek most már szélesebb körben való alkalmazását nemcsak a fában szegény, de még a nagy erdőterületekkel rendelkező országokban is.

A FAO 1955. évi kiadványa szerint a világ 1954. évre vonatkozó rönkfa termelése 1430 millió m<sup>3</sup>-t tett ki, amelyből az ipar 811 millió m<sup>3</sup>-t használt fel. Ez utóbbi mennyiségnek 63%-át azaz 515 millió m<sup>3</sup>-t fűrészelt fa, ragasztott lemez és furnir, továbbá váltófa, talpfa készítésével

foglalkozó faipari üzemek használták fel, míg 37%-át azaz 296 millió m<sup>3</sup>-t egyéb ipari célra (papírfa, bányafa stb.) dolgozták fel. Az építőiparon kívül a vasút egyik legnagyobb felhasználója és fogyasztója a faanyagnak, ami a Holz-Zentralblatt 1954. febr. 20-i számában megjelent közlemény alábbi adataiból is kitűnik: eszerint a világ sínhálózata kb. 1 250 000 km, amihez szükséges talpfa és talp 2,5—3 milliárd darabra becsülhető. A beépített talpfának átlag 5%-a kerül évenként felújításra, ami évenként 125—150 millió darab talpfát jelent és amelyben netto 13—15 millió m<sup>3</sup> faanyag van. Mivel külföldi adatok szerint 1 m<sup>3</sup> rönkfából átlag 0,55 m<sup>3</sup> faanyagot kitevő fűrészelt talpfa készül, így az évi talpfapótláshoz szükséges rönkfaanyag mennyisége kb. 25—30 millió m<sup>3</sup>. Átlag km-ként 1200—1400 db talpfát építenek be a vasútvonalakba, de 1500—2000 db/km talpfát tartalmazó vasútvonalak is vannak. Európában 550 000 km-t tesz ki a vasútvonal hossza, amelybe 680 millió db talpfát, 16 millió db vasbetontalpat, 78 millió db acéltalpat építettek be. A beépített talpaknak Európában 2—3%-a vasbetonból, kb. 10%-a acélból és cca 87%-a fából készült. A cikk megemlíti, mint érdekes tünetet, hogy Angliában és Belgiumban úgyszólván teljesen fatalpakat alkalmaznak, annak ellenére, hogy a két ország fában szegény, míg beton és acélananyag relatíve bőven áll rendelkezésre. Ennek oka a faanyagnak világviszonylatban aránylag még mindig olcsóbb ára, azonkívül és főképpen a talpfának jó tulajdonságai, szemben a vasbeton talpaknak rossz tulajdonságaival. A talpfa nagy előnyét biztosítja a betontalpakokkal ellentétben annak jó rugalmassága, aránylag könnyű súlya, a dinamikus terhelésekkel szemben kellő rugalmas ellenállása, a rossz elektromos vezetőképessége stb. Üzembiztonsági szempontból még előnye, hogy talpfákon a négy sínkötőcsavar által kifejtett sínlekötés szilárdsága 33 000 kg, míg az acélbetontalpaknál 2 db csavar köti le a sín, amely csak kb. 14 000 kg kötőszilárdságot jelent az Internationaler Holzmarkt 1954. május havi számában Novák szerző által megjelent közlemény alapján. Meg kell még említeni, hogy egy Nyugatnémet Vasút Társaság ismertetése szerint a beépített vasbeton





1. ábra. „Impercol“ eljárással készült ragasztott talpfa

talpak a vasúti pálya kanyarulataiban a nyomtávolságnál méretdifferenciát okoztak. Ezért minden negyedik, illetve ötödik vasbetontalpat talpfával cseréltek ki. Magyarországi viszonylatban az időállósági okokból védőoldatokkal telített talpfa felhasználási időtartama telített bükkfa esetében gyakorlatilag 18—26 év, telített tölgyfa esetében 20—32 év. A szórás nagy, mivel a fa inhomogén anyag és sok tényező befolyásolja a felhasználási idejét. Ha a talpfa felhasználási idejét 25 évre vesszük, úgy évenként átlag 4%-át kell pótolni. Ezen adatokból is kiszámítható, hogy pl. 10 000 km hosszú vasútvonal esetében, — amely km-ként átlag pl. 1400 db beépített talpfát alkalmaz — az évenként kicserélésre kerülő talpfamennyiség 560 000 darabot tesz ki. Ennek netto faanyagtartalma 60—65 000 m<sup>3</sup>, az ehhez szükséges rönkfamennyiség tehát kb. 120—150 000 m<sup>3</sup>. A talpfapótlás nem lineárisan történik.

Abban az esetben, ha a nyersanyagbázis, vagy műszaki és közgazdasági okok miatt acéllemezekből, vagy vasbetonból készült talpak kellő mennyiségben való alkalmazása és utánpótlása nehézségekbe ütközik, talpfák és váltófák beszerezhető mennyisége pedig nem elégséges, akkor lép előtérbe a hiányzó talpfamennyiség részbeni pótlása céljából a ragasztott talpfák alkalmazásának kérdése. Különösen áll ez a váltótalpfákra, amelyek mindezideig nem pótolhatók vasbetonaljakkal. A talpfa készítésére alkalmas méretű rönkfamennyiség csökkenése okozta azt, hogy sok országban kisméretű faanyagokból összeragasztott talpfák készítésével és azoknak kísérleti szakaszokba való beépítésével kezdtek foglalkozni.

## 2. A ragasztott faszerkezetek : épületelemek, lapok, ívek, talpfa, váltófa alkalmazásának helyzetképe külföldön és belföldön

Németországban már 1938. óta foglalkoznak a ragasztott talpfa kérdésével. Az első kísérleteket Dietrich és Dr. Bäseler végezték karbamidalapú műgyantával, amelyek azonban nem váltak be. Később melamin és fenol-formaldehid alapú műgyantát alkalmaztak, azonban nyilván a műgyanták mi-

nősége és a ragasztási technológia nem eléggé kifejlett volta miatt, az így készült ragasztott talpfák nem adtak kielégítő eredményeket, amint ezt Kollmann 1952-ben közzétett ismertetéséből tudjuk. Azonban a kísérletek továbbfolytak, úgy hogy a Holzindustrie 1953. szeptember 1-i számában megjelent ismertetés szerint nyolcretegű ragasztott talpfát is gyártottak 21 mm vastag gyalult erdeifenyő-deszkákból, melyeknek alsó felében 5×5 mm keresztmetszetű vajatokat képeztek ki. A pallókat ún. „plasztocal“ nevű műgyantával ragasztották. A dinamikus terhelési, illetve fárasztási kísérletek eredményesek voltak. Ragasztott talpfakészítő üzemekkel rendelkeznek.

Lengyelországban már kb. 10 év óta foglalkoznak ragasztott talpfák kísérleti gyártásával. Egy leírásuk szerint ők is a 6—8 rétegű 20—25 mm vastag gyalult deszkaanyagból állították elő a ragasztott talpfát rétegenként 5×5 mm-es vajatokat alkalmazva a falemezbe. Az egyes rétegeket szélességi és hosszoldással képezték ki. A ragasztott talpfát nyitott kádakban levő keretprésekre tették és úgy préselték, miközben a kádat telítőolajjal töltötték meg, amelynek hőfoka 95—98 C° volt. A telítőolaj az 5×5 mm keresztmetszetű csatornákon keresztül a fa belsőjét is átjárta és a műgyanta lekötéséhez szükséges hőfokot ezáltal biztosította. Ez a „Impercol“ eljárás azonban körülményes, mert a keretpréseket gyakran kell utána sorítani a telítési, illetve a préselési idő alatt, ami még villanymotorral működő beszorító kulcsokkal is nehézkes és az ezzel foglalkozó munkásokat a telítőolaj gőzétől alig lehet megvédeni (1. ábra).

Franciaországban kazeinnel, valamint kazein és bauxitcement együttes alkalmazásával továbbá egyes műgyantaféleségekkel készítették kísérletképpen ragasztott talpfákat, a kísérleti eredményeket azonban nem ismerjük. Az 1955-ben Franciaországban járt magyar vasúti delegáció sem tudott erre vonatkozólag megfelelő adatokat szerezni. Nyilvánvaló, hogy Franciaország a gyarmataiból származó nagytömegű rönkfaanyaggal rendelkezik, úgy, hogy a FAO 1954. évi kimutatása szerint nemcsak a talpfa szükségletét tudja fedezni, hanem nagymennyiségű talpfát exportált. Azonban vasbeton talpak gyártásával Franciaországban foglalkoznak és a vasúti vonalak egy részében, ahol kísérletképpen nagy távolságokon összehegesztett síneket fektettek le, ott alkalmazzák azokat.

Csehszlovákiában 1950. év óta kezdtek foglalkozni a ragasztott talpfa kérdésével. Jellemző, hogy ott a Csehszlovák Akadémia is bekapcsolódott az ezzel kapcsolatos problémák megoldásába, a faipari és egyéb kutató intézetek útján s 1954-ben már hosszabb kísérleti szakaszok voltak, amelyekben az ellenőrző vizsgálatok szerint a beépített ragasztott talpfák a követelményeknek megfeleltek. Ragasztószerül ők is fenol-formaldehid és rezorcin alapú műgyanta modifikációkat alkalmaztak.

A Szovjetunióban a faellátottság szempontjából, mint egyik leggazdagabb országban természé-



tesen a ragasztott talpfa kérdése nem volt elsőrendű feladat, ennek ellenére foglalkoznak a ragasztott talpfa alkalmazásával és már 5—7 éves beépített kísérleti szakaszaik is vannak.

A felsorolt országok, továbbá Anglia, Svédország, Svájc a ragasztott faszerkezetek vonalán már nagy haladást mutatnak; ugyanis ragasztott faszerkezeteket úgy belföldi, mint exportra való felhasználásra iparszerűleg és mindinkább növekvő mennyiségben készítenek. Meg kell említeni, hogy a ragasztott faszerkezeteket először Svájcban az ún. Hetzer-féle tető- és hídszerkezeteknél alkalmazták kb. 50 évvel ezelőtt. A ragasztóanyag kazein volt. Ezen ragasztott szerkezetek tehát már kb. 40—50 év óta vannak használatban és Campredon megállapítása szerint is még mindig megfelelnek a követelményeknek. Nyilván az időjárás viszontagságai ellen víztaszítóanyaggal kezelték azokat, ami azért is szükséges volt, mert a kazein, mint ismeretes nem eléggé vízálló ragasztást ad.

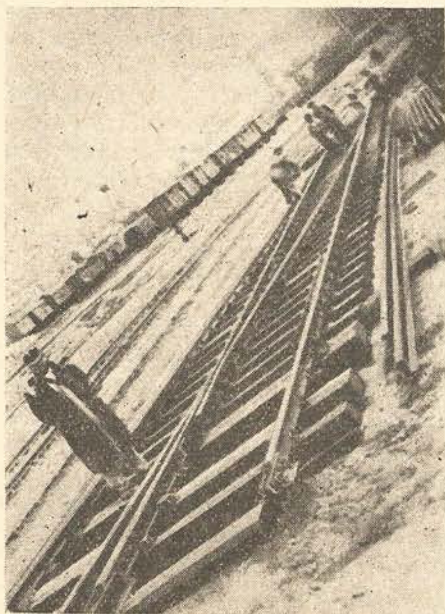
Magyarországon a Vasúti Tudományos Kutató Intézet 1951. évben kezdte tanulmányozni a talpfaragasztás kérdéseit. Az erre alakult bizottság tagjai 1952. év végéig főképpen irodalmi adatokat dolgoztak fel. Az Akadémia műszaki Osztályának Faipari Szakbizottsága kezdeményezésére a Faipari Kutató Intézet 1953. év január 1-től vette fel kutatási témának. A Vasúti Tudományos Kutató Intézettel kooperálva 1953. év végén a két kutató intézet beszámolt az Akadémiai Szakbizottságnak az első év eredményeiről, amelynek folyamán a laboratóriumi kísérleteken kívül már 28 db normálméretű, részben telített talpfaragasztási kísérletet is végzett, melynek eredményei indokoltá tették a kutatómunka folytatását. Az 1954. év folyamán eljutottunk a kezdeti fázis kísérletekhez és kb. 140 db normálméretű talpfát, valamint váltófát állítottunk elő. Ezeket a ragasztott talpfákat mégegyszer telítették és utána kísérleti szakaszokba építette be a MÁV. Miután az eredmények kielégítőek voltak, 1955.

és 1956. években kísérleti fázis szinten már nagyobb mennyiségű talpfát és váltófát, hídfát készítettünk ragasztás útján III—IV. osztályú, továbbá osztályon aluli és ún. „hasznos hulladék” jelzésű faanyagokból. A 2. fényképen az általunk készített ragasztott talpfáknak vasúti pályába való beépítése látható. Beépítés előtt az 1955—1956. években készült ragasztott talpfákat és váltófákat a ragasztás után szabványos telítőoldattal konzerválták és kísérleti szakaszokba építették be. Ezen kísérleti szakaszok állandó vizsgálata folyamatban van. A beépített ragasztott talpfák mindezideig az atmoszferikus behatásokat és a dinamikus terheléseket az ellenőrző vizsgálatok alapján jól tűrték. A továbbiak folyamán még összegyűjtendő tapasztalati eredmények döntik el a ragasztott talpfának gyakorlati alkalmazását és ezzel kapcsolatban, amennyiben szükségesnek mutatkozik a ragasztóanyagok további kifinomítását.

### 3. A ragasztott talpfa, váltófa gyártására vonatkozó kísérletek és vizsgálatok

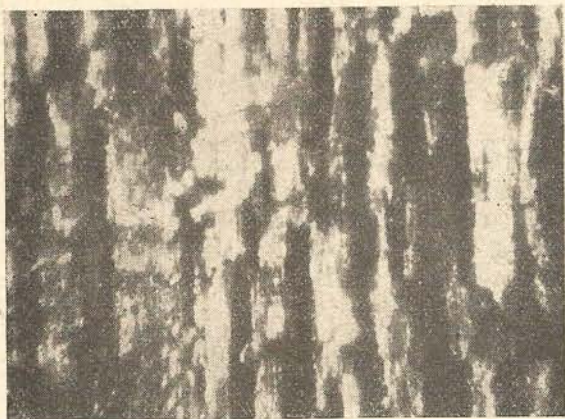
#### 3/a Szilárdtsági vizsgálatok

A ragasztott faszerkezetekkel, de különösen a ragasztott talpfával, váltófával szemben a felhasználó ipar olyan követelményeket támaszt, mint a ragasztatlan faanyaggal is. Ebből a szempontból a ragasztott tetőszerkezetek előnyösebb helyzetben vannak, miután nincsenek hosszabb ideig tartó dinamikus terheléseknek kitéve, azon felül az időjárás viszontagságai ellen védve vannak. Ennek következtében az alkalmazásukkal járó műszaki kockázat is jóval kisebb, mint a ragasztott talpfa, váltófa esetében. Továbbá a fenti okok miatt a ragasztott épületszerkezetek épületelemek, ívek összeragasztásához sokkal több műgyantaféleség használható és alkalmas, mint a talpfa-váltófa készítéséhez. Ez utóbbi célra előzetes kísérleteink alapján (a rendelkezésünkre álló kevés műgyantaféleségből) csupán 3 féle típus látszott alkalmasnak felhasználásra: a fenolm. p. krezol-rezorcin és ennek modifikációi. Az általunk alkalmazott és másfél évig tartó Campredon-féle időállósági vizsgálatok is ezt igazolták. A talpfaragasztási célra alkalmazható műgyantának hőálló-, fagyálló-, főzésálló-, nedvességet tűró- és a dinamikus terheléseknek jól ellenállónak kell lenni. Ilyen minőségű ragasztóanyag nem állott rendelkezésünkre, ezért a Faipari Kutató Intézet kutatóinak volt a feladata azt a szükséges mennyiségben kísérletek útján előállítani. Kutatásainknak erre vonatkozó részét mellőznünk kell — mert az külön tanulmány tárgyát képezi — csupán azt kívánatos megemlíteni, hogy a lehetőségig összehangoltuk a műgyantának a kívánalmak szerint szükségesnek vélt tulajdonságait, amelyeknek egy része egymással ellentétes hatásban nyilvánul meg (ragasztószilárdság, rugalmasság stb.). A műgyanta készítésénél a keletkező reakciókat a fentiek tekintetbe vételével bizonyos mértékig három irányban lehet módosítani, amit a kísérleteinknél hasznosítottunk. De tekintetbe kellett azt is venni, hogy az irodalmi adatok és a



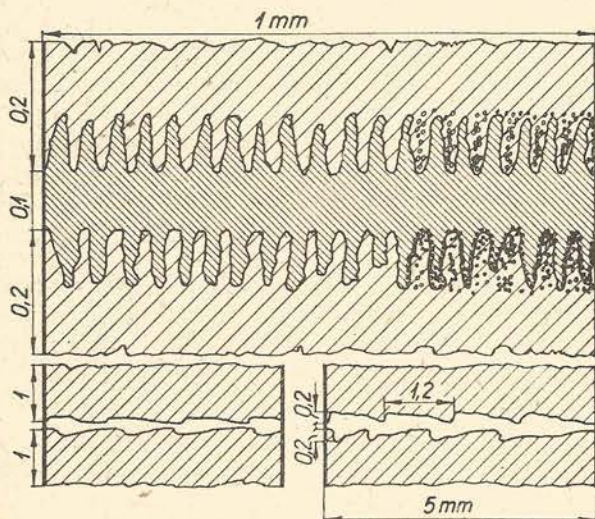
2. ábra. Ragasztott vasúti talpfák beépítése





3. ábra. Gyalult tölgydeszka felületének képe. A hosszirányban látható tracheák és más repedések által kialakult árkoktság jól kivehető. (80×)

kísérleteink szerint is elérhető ragasztó szilárdsági értékek, a valóságban jóval alacsonyabbak a számítottnál, mivel azt a műgyanta rideg tulajdonsága és a műgyanta lekötésekor benne felgyülemelő belső feszültségek lerontják. A műgyantában ugyanis a nagy aggregátumok között „laza” helyek vannak, amelyeket „kásaszerű” konzisztenciájú anyagmolekulák tömege tölt ki. Ezen területeken kisebb nagyságrendű kohéziós erők működnek. Viszont a feszültségi koncentrációk éppen ezeken a „laza” helyeken összegeződnek és az itt működő kohéziós erőket legyőzve a műgyanta anyagának törését, vagy szakadását idézik elő. Módunkban volt elérni, hogy a műgyanta készítése alkalmával a kívánt változások keletkezzenek a műgyanta anyagában, amely folyamatokhoz a műgyanta készítésénél, illetve felhasználásánál alkalmazott lágyítók, felmelegítési idők, edzők és egyes társítóanyagoknak a kísérletek útján megállapított legalkalmasabb mennyiségi fokozatait használtuk fel. Így elérhető volt, hogy a műgyanta rugalmassága és egyidejűleg ragasztószilárdsági értéke a követelményeknek a lehetőségig (bizonyos határok között) megfeleljen. Meg kell jegyezni, hogy a talpfaragáshoz alkalmas műgyanta birtoká-

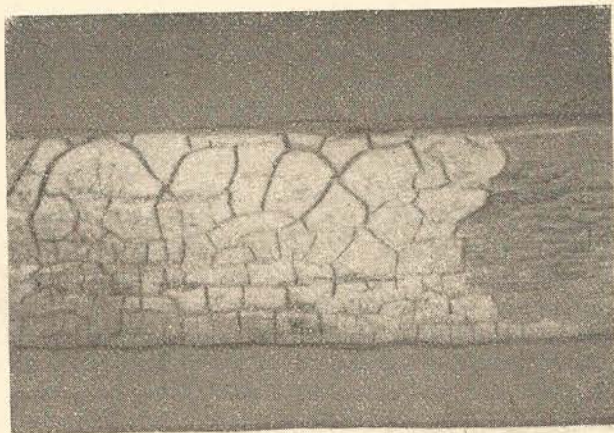


4. ábra. Gyalult fafelület mikroszkópikus képe. A felületen látható a telítőlajszennyeződés és a kezelt felületnek az olajtól való megtisztított rétege

ban még nem lehet biztosan állítani, hogy a vele ragasztott fa a követelményeknek is teljesen meg fog felelni. Ennek ugyanis még sok feltétele van, melyek ismeretében a tanulmányaink és kutatásaink alapján az alábbi megállapításokat tehetjük:

a) A fának porozitásánál fogva nemcsak külső, hanem belső felszíne (felülete) is van, amely szintén résztvesz a felületre felvitt oldott állapotban levő ragasztószert adszorpciójában.

b) A gyalult felület mikroszkópikus nagytásban nézve erősen árkolt és repedezett képet mutat (3—4. ábrák), amelynek egyenetlenségét a folyékony műgyanta viszkozitásának és az oldószernak megfelelően nagyrészt kitölti. A műgyanta rezit, vagy másképpen „C” állapotba, azaz olvashatatlan és oldhatatlan módosulatba kerülve, mint szilárd fázis ezekbe a hézagokba mintegy megkapaszkodik, a felülethez pedig erősen odatapad.



5. ábra. Karbamid típusú műgyantával 2 mm vastag rétegben ragasztott bükkfa próbatest ragasztási felületének törési képe a szilárdsági vizsgálat után. Jól látható az összeropadott műgyanta réteg

c) Az oxidált fafelület a tapadást a legtöbb esetben csökkenti, ezért gyalulással eltávolítandó.

d) A telítőlaj, vagy más közbülső fázis zavarja a tiszta felületet és a műgyantaréteg között az adszorpciós és adhéziós erők kedvező kialakulását. Bizonyos telítőlaj alkalmazása esetén rendelkezünk olyan műgyantával, amely az ilyen olajos felületre is kellő erővel tapad, de még ez esetben is a felületről a túlzott olajréteget (amit kézzel, vagy törőruhával is érzékeltetni lehet) el kell távolítani (4. ábra).

e) Fapor, olaj, vagy más fázis anyagrészecskéit lehetőség szerint a műgyantától függően, amelyet alkalmazunk, el kell távolítani részben oldószerekkel, vagy a felület legyalulásával.

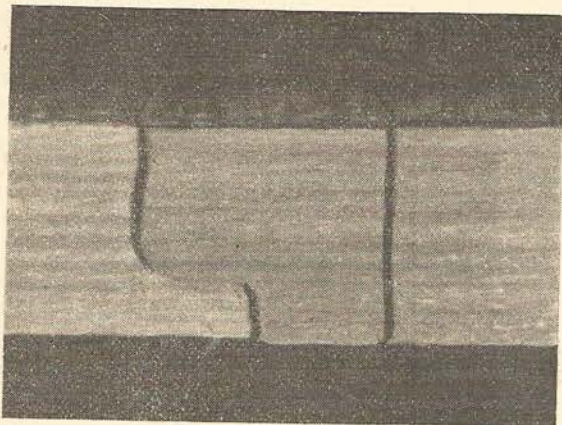
f) A ragasztóanyag olyan komponensekből készítenőd, vagy abba olyan vegyianyagokat kell bevenni, hogy az a fafelület polaritásának megfelelően maximális kötést, valamint maximális adszorpciót és adhéziót létesítsen.

g) Tapasztalataink is igazolták a szakirodalomban is közölt azon megállapításokat, hogy a vékony enyhártya elégséges és jó ragasztást



ad. Ugyanis a vastag enyvhártában a belső feszültségek a gyanta lekötése után sokkal nagyobbak, mint a vékony enyvhártában, ami az enyvkötés ragasztószilárdsági értékeit csökkenti (lásd 5—6. ábrát). Az általunk alkalmazott műgyanták esetében 0,05—0,2 mm vastag enyvhártya jó, illetve kielégítő kötést biztosított.

h) Az irodalomból ismeretes, hogy a műgyanták saját szilárdsági értékeiből a ragasztási felületek szilárdsági értékeire lineárisan következtetni nem lehet. Ugyanis a ragasztott falemezek között levő ún. fugákban helyetfoglaló műgyanta vastagságától és a benne levő zárványoktól, gázbuborékoktól stb. függően belső feszültségek keletkeznek, amelyek lerontják a műgyanta makromolekulái között működő kohéziós erők nagyságát. Ennek következtében a ragasztott fafelületen létrejövő, azaz a fa felület és a műgyanta határos molekulái között kialakuló adhéziós erő, sok esetben nagyobb nagyságrendű felületegységenként, mint a műgyanta makromolekulákat összekötő kohéziós erő. A vastagabb (0,3—2 mm) műgyanta-



6. ábra. Rezorcín műgyantával 2 mm vastag rétegben ragasztott bükkfa próbatést ragasztási felületének törési képe a szilárdsági vizsgálat után. Jól látható a műgyantaréteg két helyen bekövetkezett törése. Egyben mutatja a rezorcín műgyantának még ily vastag rétegben való alkalmazása esetén is nagyobb adhéziós és kohéziós képességeit

réteg a zsugorodása miatt erősen összeropedezik az alkalmazott műgyantától függő mértékben — ha csak nincs benne lágyítószer — és a ragasztott fa ragasztószilárdsági értékei ennek következtében csökkennek (7. ábra).

Egyes műgyanta modifikációk pl. fenol-metaparakrezol-rezorcín műgyanta 0,2—0,3 mm rétegben is még általában kielégítő ragasztószilárdsági értéket ad, bizonyos mennyiségű társítóanyagok alkalmazása esetén. Ugyanis egyes modifikációkban alkalmazva a fenti műgyanta típust, a ragasztási felületen (fugában) a raganyagban keletkező belső feszültségek kisebbek, illetve a harántirányú kagylós törések jóval kevesebbek, vagy sok esetben nem is következnek be (8. ábra).

i) A műgyanta előállítási technológiája, továbbá a ragasztási technológiának szigorú betartása a műgyanta alkalmazásakor egyik fontos



7. ábra. Gyalult bükkfa próbatést fenol műgyantával 0,3 mm vastagon ragasztva. A raganyagban harántirányú kagylóstörések láthatók. A ragasztási felület 80-szoros nagyítású és a rostszáliránnyal párhuzamos részben sugármetszetű felületet mutat

feltétele a minőségi áru készítésének. Különösen az alább felsorolt követelményeket kell betartani:

Állandó és egyenletes présnyomás a lekötési idő alatt, az alkalmazott műgyantától és fafajtól függően.

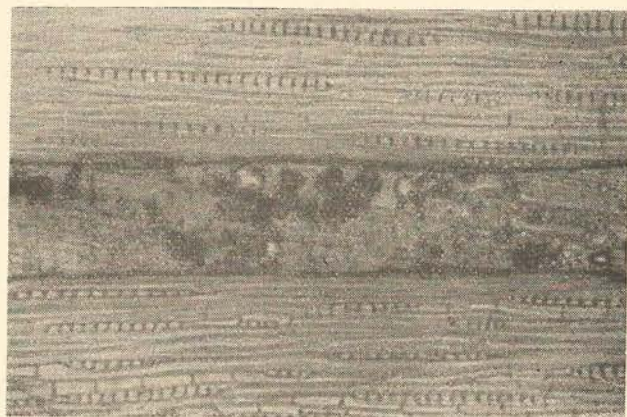
A műgyanta rezit állapotba való módosulását biztosító hőfok, ami az alkalmazott műgyanta és az alkalmazott préselési idő függvénye.

A ragasztott falapok vastagságától és a műgyantaféleségtől függő préselési idő.

Az alkalmazott műgyantától, préselési időtől, hőfoktól stb. és a megkívánt dinamikus-statiszti szilárdsági értékektől függően felhasználható edző mennyisége.

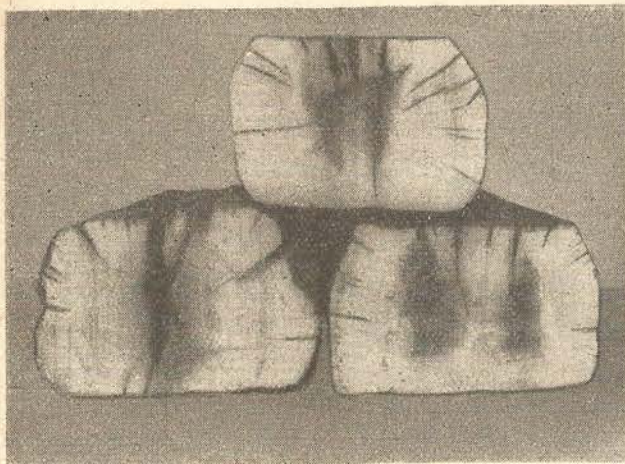
Az előzőleg megtisztított, vagy felületileg kezelt ragasztási felületre felvitt ragasztószer mennyisége, viszkozitása, a műgyantától és edzőtől függően a felvitel ideje, valamint a felvitel és a préselés kezdete közötti idő volumene.

A ragasztott felületek mechanikailag helyes kialakítása (egysíkba gyalulás, tökéletes illeszkedés).



8. ábra. Telítellen tölgytálya próbatést gyalult ragasztási felülete 80-szoros nagyítású hosszszelvényben. A próbatést fenol-rezorcín modifikált műgyantával volt ragasztva. A műgyanta rétegben gázbuborékok és az alkalmazott edzőből kivált kristályok láthatók, ennek ellenére a műgyantaréteg nem ropedezett





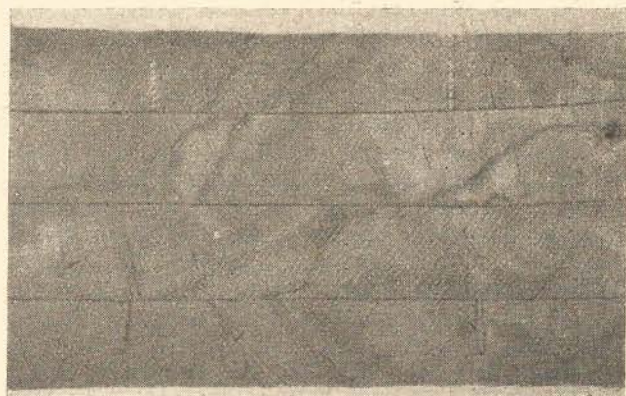
9. ábra

Természetesen mennél több darabból kell a ragasztott talpfát összeállítani és ragasztani, annál munkaigényesebb a talpfa és annál több ragasztóanyag szükséges, mennél több m<sup>2</sup>-t tesz ki az összeragasztandó faelemek, (falapok) illesztési felülete. Viszont mennél több darabból van összeragasztva a talpfa, illetve mennél több rétegből áll, annak műfajjellege annál inkább megnövekszik. Ennek szélső értéke akkor jelentkezne pl., ha a talpfát teljesen 1 mm vastag és műgyantával átítatott falemezekből, azaz furnírlapokból állítanák össze. Ez esetben a fajsúlya cca 1,1—1,26-ranő és a műfa minden jellegzetességét mutatja, de ugyanakkor a ragasztott felületek összege már 214 m<sup>2</sup> lenne, ami 12—20 kg műgyantát igényelne talpfánként. Ilyen kivitelű talpfák gyártási költsége igen magas összeget tesz ki, ezzel szemben a műfa minden előnyével rendelkezik. Azonban sínösszekötő hevedereket már készítenek ily rétegezetszerű és műgyantával átítatott, magas nyomáson préselt lemezekből. Eddigi kísérleti adatok szerint a normálméretű talpfára vonatkozólag 2—18 db-ból álló és 2—7 rétegű normálméretű talpfák, valamint a váltótalpfakkal kapcsolatban 4—24 db-ból álló és 2—7 rétegezetszerű váltófák készítése mutatkozik célszerűnek. De készítettünk néhány sorozat különleges profilú ragasztott talpfát is, melyek 30—80 db egymással összeragasztott falemezből állottak, ami azt mutatja, hogy ragasztás útján új és takarékos profilú talpfák előállításának nincsen akadálya. Továbbá a vasúti pályából kivett használt talpfák, különösen tölgytalpfák regenerálása, illetve újrabedolgozása is lehetséges a korródeált és összeropedezett részek eltávolításával. A fenti ábra mutatja (9. ábra), hogy egy 20 éves használt telített tölgytalpfa milyen korróziót szenvedett a sínkötőcsavarok környékén. Látható, hogy a telítőanyag csak a külső felületeken és a repedéseken tudott a sejtszövetekbe benyomulni. Egyes pásztákban a rostszál hosszanti irányába is behúzódott a telítőanyag. A világoszürke foltok a sínkötőcsavarok környékén a cersav és a vas kémiai reakciója folytán keletkező cersavas vasvegyület kékes-fekete elszíneződését mutatják.

### 3/b Talpfa próbatetek zsugorodási és dagadási vizsgálata

Az 1 : 5 méretarányban kisebbitett ragasztott próbatetekon kívül eredeti méretű normál keresztmetszetű, és többretegű ragasztott bükk-, tölgy-, csertalpfa-próbatetek zsugorodás-dagadási vizsgálatát is elvégeztük, mert arra a múlt évek folyamán beindított félüzemi kísérletekkel kapcsolatban szükségünk volt. Tudnunk kellett ugyanis, hogy a szélső esetekben a ragasztott felületek ragasztószilárdsága milyen mértékben áll ellent a zsugorodást okozó beszáradás és dagadást okozó vízfelvétel által kialakuló belső feszültségek hatásának. Az alkalmazott módszer a következő műveletekből állott:

1. A *bükktalpfa* vizsgálatához készítettünk 2 db normál keresztmetszetű és 50 cm hosszú talpfa-próbatetet, amelyet fenol-metaparakrezol műgyantával ragasztottunk négyretegű kiképzéssel. Az egyik próbatetet a ragasztás után 1 napig víz alatt áztattuk 20°-on, majd forróvízben 18 órán át főztük (100 C°-on). A másik próbatetet kátránytelítőolajban (vízmentes) 18 órán át főztük 140—160 C°-on. A kísérlet után megvizsgáltuk a ragasztási felületeket és azon semmi elváltozást nem észleltünk. A mellékelt (10. sz.) fénykép mutatja a vízben főzés utáni ragasztott felületeket. A vízben főtt talpfa-próbatetet kiszárítottuk és 2 hónap múlva újra megvizsgáltuk, amikor is a beszáradás következtében a próbatet egyes rétegeiben sugárirányú repedések keletkeztek a zsugorodás folytán létrejött belső feszültségek eredményeképpen. Ezen feszültségek kihatottak a ragasztott felületek síkjára is, de mivel a ragasztott felület ellen tudott állni a belső feszítőerőnek, így a következő ragasztott lamellán folytatódott a repedés a falemez bélsugár irányában. Tehát a repedések a ragasztási felületen a lamellák sugárirányainak találkozási (törési) pontjában irányt változtattak. Jól mutatja ezt a mellékelt 11. sz. fénykép, az ott feltüntetett 1, 2, 3, 4, 5. számjelzésű helyeken. A zsugorodás-dagadás mértékét a 15. számú kép tünteti fel. A faanyag az igen nagy belső feszültségek következtében



10. ábra. Négyretegű bükkfa ragasztott próbatet 26 × 16 cm keresztmetszetben, fenol-m. p. rezol műgyantával ragasztva. A ragasztott felületek 18 órai vízbenfőzés után is még teljesen épek maradtak és a felületen csak kis hajszálrepedések mutatkoznak

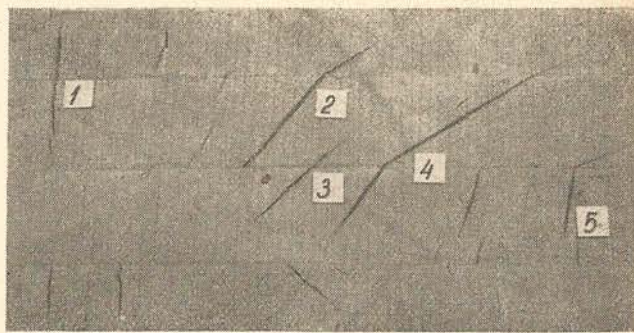


sugárirányban erősen összeropedezett és a repedéseken a kátrányolajban való főzéskor beivódott bitumen-kátrányolaj a zsugorodás által keletkező nyomás következtében a felületre kitudult. Három ragasztott rétegen egyáltalán nem látható a felületre került olaj, ami a ragasztott felületek tartóságát és zsugorodással szemben való ellenállását mutatja.

A ragasztott bükkfalpfa-próbatestnek térfogati dagadása 18 órás vízbenfőzés után 17,7% kezdeti és 52,1% kísérlet utáni bruttó víztartalmú fokok között +9,5%-ot, a térfogati zsugorodása pedig a kátrányolajban 18 órán át 140—170 °C között való főzés után 17,7% kezdeti és 0—3% kísérlet utáni víztartalom között -6,4%-ot tett ki a próbatesteknek a kísérlet megkezdése előtt mért köbtartalmához viszonyítva. A vizsgálat beindításakor lemért próbatest 2280 g súlyú és 17,7% (= 404 g víz) kezdeti víztartalmi fokú volt és a vízben 18 órán át (= 2 nap á 9 óra) való főzés alatt további 1640 g vizet vett fel és így 3920 g súlyú lett, ami megfelel a próbatestnek a kísérlet megkezdésekor mért súlyához viszonyítva 72%-os súlytöbbletnek. Tehát a ragasztott négyrétegű kiképzéssel elkészített 24×10×13 cm méretű bükkfalpfa-próbatest eredeti abszolút vízmentes súlyának azaz 1876 g-nak a 110%-át kitevő vizet tartalmazott a vízbenfőzés után.

A négyrétegű ragasztott bükkfalpfából az előző fejezetben tárgyalt próbatesttel azonos méretű és (közel) azonos szöveti szerkezetű, továbbá azonos víztartalmi fokú leszabott másik próbatest a 18 órán át kátrányolajban 140—160 °C-on való főzés után 3080 g súlyú lett, ami eredeti abszolút vízmentes súlyához, azaz 1876 g-hoz viszonyítva 1204 g súlytöbbletnek felel meg. Tehát a fa kerekén 1200 g kátrányolajat vett fel, miután feltehető, hogy a benne volt kémiai kötött víz — azaz a rosttelítettségi fok alatti víztartalom, amely mint abszorbeált ún. higroszkópos víz van jelen — vízgőz alakban közel teljesen elpárolgott a huzamosan tartó és 140—170 °C-on kátrányolajban való főzési idő alatt. Sőt a közölt hőfokon a fa egyes alapanyagai, mint pl. a hemicellulóz, a ligninnek poliszacharidokhoz kötött részlege, egyes inkrusztáló anyagok is részleges bomlást (lebontást) szenvedtek s a keletkező gázalakú termékek túlnyomórészt eltávoztak. Ezen behatásokat tekintetbe véve a kátrányolaj felvétel a fa kezdeti vízmentes súlya 64,2%-ának mondható.

Meg kell jegyezni, hogy a kettős Rűpping-eljárással szabvány szerint telített 1 m<sup>3</sup> bükkfalpfa — amely a telítés előtt átlag 650—700 kg súlyú és 15—25% közötti víztartalmi fokkal rendelkezik — előírt kőszénkátrányolaj felvétele 180 kg-ot tesz ki. Ez az olajmennyiség a bükkfalpfa telítés előtti vízmentes súlyának 31,6%-a. Esetünkben tehát a ragasztott bükkfalpfa próbatest nyomás alkalmazása nélkül kerekén kétszer annyi telítőolajat vett fel súlyegységre számítva, mint a kettős Rűpping-eljárással szabványosan telített normálméretű bükkfalpfa. A telítési célra legalkalmasabbnak kiválasztott bükkfalpfa-próbatestnek kátrányolajjal való erős telítését és a



11. ábra. Négyrétegű ragasztott bükkfalpfa próbatest 26×16 cm  $\square$  kétnapon át történt forróvízben való főzés és ezt követően 2 hónapon keresztül szárítás (szikkasztás) után. A belső feszültségek folytán a képen számmal megjelölt helyeken nagyobb repedések keletkeztek, melyeket azonban a ragasztott felület károsodás nélkül felvett, azaz nem ment széjjel. A feszültségek a következő farétegnél annak rostsugárirányában továbbterjedtek.

vízben való huzamos ideig tartó főzését azért alkalmazzuk, hogy megállapíthassuk a fában keletkező belső feszültségeknek, továbbá a húr- és sugárirányú zsugorodás-dagadás okozta méretváltozásnak maximális hatását a ragasztási síkra, illetve az összeragasztott felületekre.

Az ismertetett tapasztalati értékek részben eltérnek a Mörath-féle zsugorodás-dagadási grafikonok egyes adataitól, vagy a Krippel által közölt átlagos zsugorodási-dagadási értékszámtól. Ez az eltérés várható is volt az alábbi okok miatt:

a) A fa termelési helyének adottságai befolyást gyakorolnak a fa szöveti szerkezetére és ott elváltozásokat okoznak, ami kihat a fa egyes tulajdonságaira, így pl. a zsugorodás-dagadás nagyságrendjére is.

b) A négyrétegű ragasztott talpfa-próbatesteknek a 8—12 kg/cm<sup>2</sup> nyomással és 110—130 °C-on való préselése, ezt követően a vízben és kátrányolajban történt főzése változásokat okozott a fa szöveti szerkezetében (a sejtek falában és a sejtlumen térfogati méretében), ami a fa belső feszültségeinek egyensúlyát megzavarta és módosította.

c) Teljesen érvényesült a ragasztási felületeken (síkokban) levő és a falemezhez nagy adszorpciós és adhéziós erővel tapadó műgyantaretegnek fékező hatása a fa húr- és sugárirányú vonalasság kiterjedésére (zsugorodás-dagadás), továbbá a fában eredetileg már meglévő húzó- és nyomófeszültségekre, végül a fa plasztikus deformációjára.

A közölt behatások és különösen a c) pontban foglaltaknak eredményeit a 10—18 számú fényképek mutatják, melyeken látható az összeragasztott rétegeknek különböző méretbeli változása a zsugorodás-dagadás következtében, (15., 16. ábra) és a fa belső feszültségei által okozott repedések a farostok között, míg ezzel szemben a ragasztási síkok, illetve az összeragasztott felületek épségben maradtak.

Négyrétegű tölgyfalpfa-próbatest 26×16×50 cm mérethben és fenol-rezorcín műgyanta modifikációval (90 : 10) ragasztva.

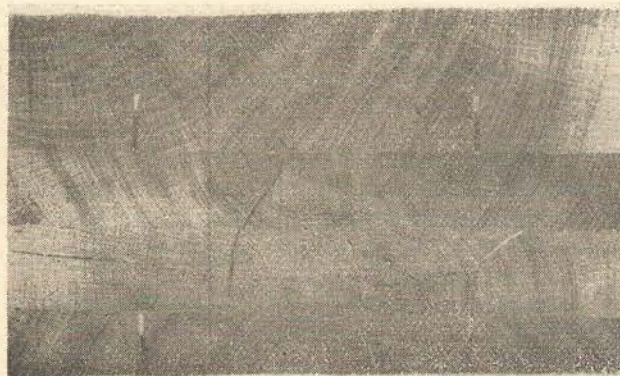
Az egyik próbatestet egy napon át vízben



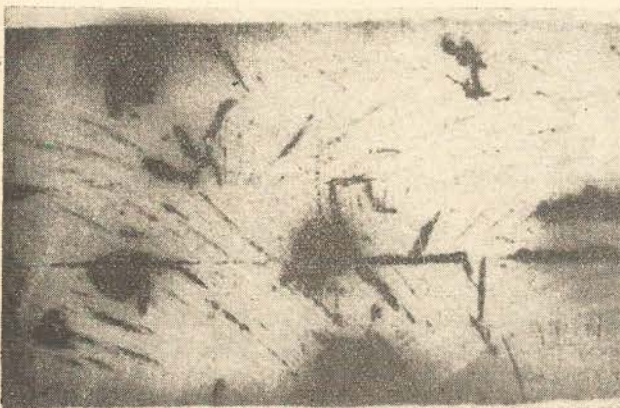


12. ábra. Négyrétegű ragasztott tölgytálpfa próbatest  $26 \times 16$  cm keresztmetszeti mérettel 18 órán át történt vízbenfőzés után. A ragasztási felületek teljesen épek maradtak

áztattuk  $20^\circ$ -on, majd utána forróvízben 2 napon át főztük  $100^\circ$ -on. A másik próbatestet telítőkátrányolajban áztattuk 1 napon keresztül, ezt követőleg telítőkátrányolajban főztük egy napon át (18 óra)  $140$ – $160^\circ$ -on. A vízben való főzés után 7 napig szikkasztottuk és utána alaposan megvizsgáltuk a ragasztott felületeket, amelyek

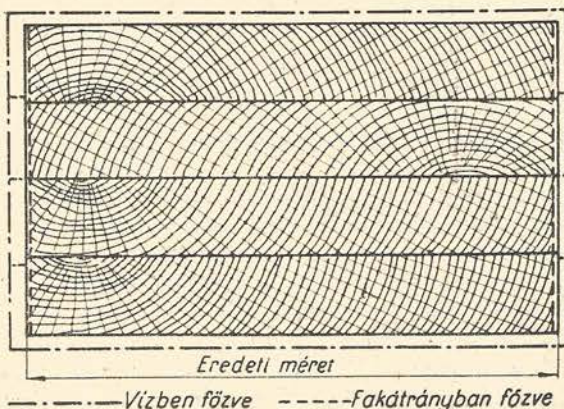


13. ábra. 30 napon át szikkasztott, ragasztott tölgytálpfa vízbenfőzés után, berepedezett állapotban



14. ábra. Négyrétegű ragasztott tölgytálpfapróbatest  $16 \times 26$  cm  $\varnothing$ -ben. A próbatest 2 napon át  $140$ – $160^\circ$ -u kátrányolaj-bitumenben lett főzve. Egy hónap után a zsugorodás miatt a belső feszültségek tovább fejlődtek és nagytömegű sugárirányú összeropaszottság keletkezett, amelyeken a rostba felszívódott kátrányolaj egy része kiszivárgott

azonban teljes épségben megmaradtak. Raganyag-  
elválás nem volt észlelhető, annak ellenére, hogy  
készakarva úgy mint a bükk-próbatesteknél is  
az egyes lamellákat aránylag kedvezőtlen évgyűrű-  
irányban rétegeltük egymás fölé. A között 12.,  
16. sz. fénykép mutatja a forróvízben való főzés  
utáni keresztmetszet állapotát. A próbatestet  
további szikkasztásnak vetettük alá és 2 hónap  
múlva újra átvizsgáltuk. Ekkor már a próbatest  
keresztmetszetén repedések keletkeztek a zsugorodás  
folytán az összeragasztott lemezek sugár-  
irányában. Azonban a ragasztási felületek ellen-  
állóknak bizonyultak és a belső feszültségeket  
károsodás nélkül felvették anélkül, hogy a ra-  
gasztási felület szétvált volna. A belső feszültsé-  
gek átterjedtek az egyes ragasztott lamellákra  
anélkül, hogy a ragasztóanyagban elváltozás tör-  
tént volna. A mellékelt 13. sz. fénykép mutatja a  
tölgyfapróbatest keresztmetszeti felületét a sugár-  
irányú repedésekkel. A másik tölgyfapróbatestet  
a kátrányolajban való főzés után 1 hét múlva  
újra megvizsgáltuk, amikor is a zsugorodás kö-  
vetkeztében fellépő belső feszültségek kifejlődése  
folytán az egyes ragasztott rétegekben tömeges  
sugárirányú repedéseket figyeltünk meg, amelye-  
ken át a fába szívódott telítőolaj a belső nyomás  
következtében a felületre szivárgott ki. A ragasz-  
tási felületek 90%-ban itt is teljesen épek marad-  
tak és csak egy kis területen volt látható a szál-  
hagyásos elválás, amely befelé a ragasztási felü-  
letben már nem folytatódott. A próbatest  
keresztmetszetét feltüntető 14. fényképet kö-  
zöljük. A ragasztott tölgytálpfa próbatestnek,  
melynek kezdeti víztartalmi foka  $16,5\%$  volt, a  
18 órás vízbenfőzés után mért térfogati dagadása  
 $+7,2\%$ -ot mutatott, míg a térfogati zsugorodása  
a bitumenes kátrányolajban való főzés követke-  
ztében  $-5,6\%$ -ot ért el. A próbatest a vízbenfőzés  
alatt 940 g vizet vett fel, ami megfelel  $35\%$ -nak.  
Figyelmet érdemel, hogy kátrányolajban  $140$ –  
 $160^\circ$ -on történt főzés után 295 g kátrány-  
olajfelvételt tapasztaltunk, ami az eredeti víz-  
mentes súlynak  $12,1\%$ -a. Ennek oka, hogy a  
tölgyfa vízszállító és szilárdító sejtjeinek egy része  
tele van thyllisekkel, amelyek a kátrányolajnak  
a farostokba, illetve a faszettekbe való behatolá-  
sát és áthatolását igen nagymértékben megakadá-



15. ábra. Négyrétegű  $26 \times 16$  cm  $\varnothing$  méretű bükkfapfa próbatest zsugorodás-dagadási méretváltozása



lyozzák. Ismeretes, hogy pl. a kettős Rűpping-eljárással kőszénkátrányolajjal telített 15—25% kezdeti nedvességtartalmú tölgytalpfa a telítés után köbméterenként 60 kg telítőolajat tartalmaz átlagosan, ami megfelel a tölgytalpfa abszolút száraz állapotra vonatkoztatott átlagos súlya 10—15%-ának. Ezt tekintetbe véve a ragasztott tölgyfalpfa próbatestnek 12,1% értéket mutató telítőolajfelvétele teljesen kielégítő volt. A ragasztott tölgytalpfa próbatest zsugorodása-dagadásával és plasztikus deformációjával összefüggő belső feszültségeket a ragasztási síkban fekvő műgyantaréteg eredményesen lefékezte és a ragasztási felület ép maradt, (a 12, 13, 14. számú fényképeken látható.) Ugyanazon okok miatt, melyeket a bükkfa próbatesteknél az előző fejezetben már ismertettünk.

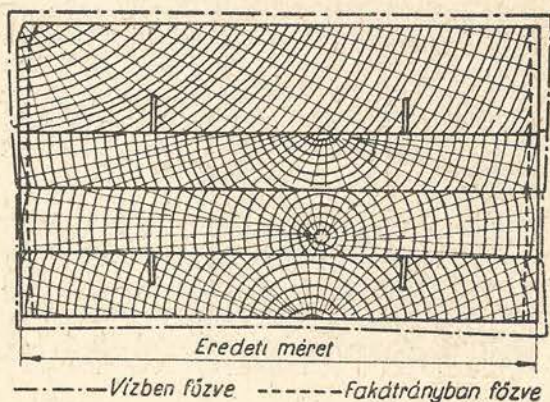
Meg kell említeni, hogy a fa alakváltozását okozó tényezők:

a) az élőfa körkeresztmetszetének külső részeiben (szíjács) levő nagy húzó- és a belső részeiben (geszt) uralkodó nagy nyomófeszültségek, melyek a fa kivágása és fűrészárúnak való feldolgozása után is a faanyagban nagyrészt bentmaradnak,

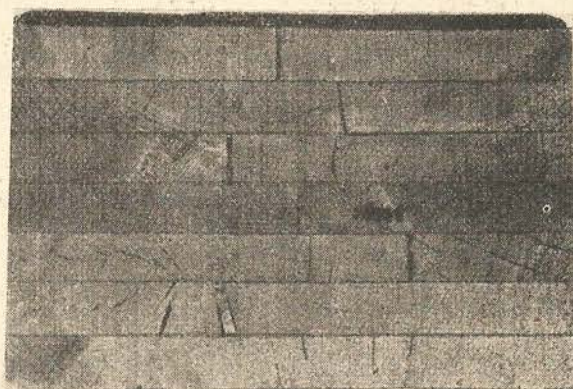
b) a fa zsugorodása-dagadása alkalmával mutató különböző nagyságrendű és irányú belső feszültségek.

A b) pont alatt jelzett állapotnak oka, hogy a sejtfalak intermicelláris üregeibe felszívódott víz folytán a cellulóznak kevésbé orientált makromolekula-láncai között hidrogénkötések létesülnek. Tehát az érdekelt cellulózláncok között vízmolekulák helyezkednek el, és ennek folyamán a cellulózláncok egymástól eltávolodnak, ami végső fokon a fa dagadásában nyilvánul meg. A fa kiszáritásakor az ily módon felvett, azaz „kémiaiilag”, kötött víz is eltávozik, aminek következtében a cellulózláncmolekulák közelebb kerülnek egymáshoz, ami a fa vonalas-, illetve térfogatosságszűkülésében mutatkozik meg. (Langmuir). Ezt a hipotézist elfogadva az adszorpció kémiai folyamatnak tekinthető, amit a fa hiszterézis tulajdonsága is megerősít. A fának radiális irányban való zsugorodását a bélsugarak (nyalábok) bizonyos mértékig csökkentik. A fa dagadásának mértékére pedig a fa strukturális és egyéb (fajtabeli) tulajdonságain kívül nagy befolyást gyakorol a fa rostjai közé felszívódott folyadék dielektromos állandója. Ha ez nagy, mint pl. a víz esetében, úgy a fa dagadása is maximális értéket mutat. De más folyadék is pl. benzol kátrányolaj stb. szintén okoznak — habár kisebbfokú 0,3—4% térfogat-százalékos dagadást. A 24. ábrán jól látható a szabványos telítőolajjal tartósított bükkfalpfa keresztmetszetén a farostokba felszívódott kátrányolajnak is (a vizen kívül) alakváltozást eredményező hatása a fa húr- és sugárirányú méreteire. A fa alakváltozása mégis a zsugorodási folyamatoknál a legnagyobb és nagyságrendje a fa hiszterézis tulajdonságai s annak mértéke szerint változik.

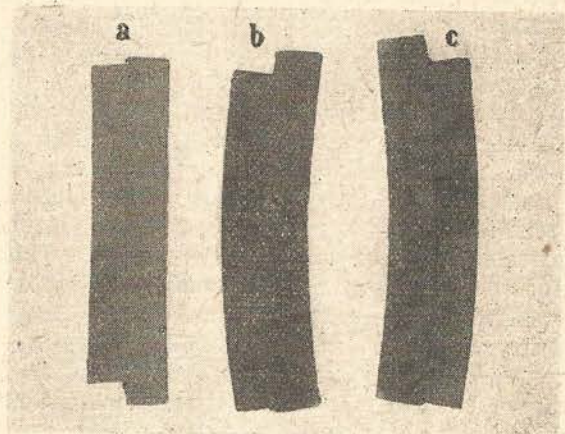
Négyrétegű ragasztott cserfapróbatest  $26 \times 16 \times 50$  cm méretben és hétrétegű elrendezésben



16. ábra. Négyrétegű  $26 \times 16$  tölgytalpfa próbatest zsugorodás-dagadási méretváltozása



17. ábra. Hétrétegű ragasztott cserfapróbatest 18 órán át való főzés után kiszáritva. A felületen a kísérlet után 12 hónapra is csak kisebbfokú repedések láthatók, ezzel szemben nagyobb mértékű homorú alakú deformálódás következett be a szélességi és magassági méret irányában

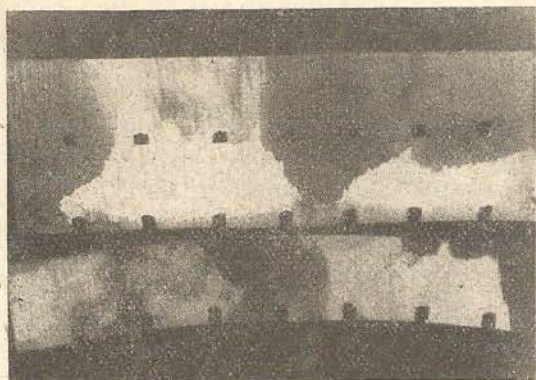


18. ábra. Ragasztott fenyőpróbatest vízben főzés utáni alakváltozása

fenol-rezorcín műgyanta modifikációval (90:10) ragasztva.

Az egyik próbatestet vízben áztattuk 24 órán át  $20^\circ$ -on, majd utána forró vízben főztük 18 órán át  $100^\circ$ -on. A másik cserfa-próbatestet telítőolajban főztük 18 órán át  $160^\circ$ -on. A ragasztott hétrétegű cserfa próbatest az igénybevételt igen jól bírta, a ragasztott felületek semmi





19. ábra. Bemart csatornákkal kiképezett ragasztott és ragasztatlan talpfapróbatest keresztmetszeti képe a nedvesítési-száritási kezelés után. A ragasztatlan próbatest ív alakban elgörbült, a ragasztott próbatesten ellenben semmi deformálódás nem észlelhető

károsodást nem szenvedtek annak ellenére, hogy a dagadás igen nagy mértékű volt, valamint a zsugorodás is. A közölt 17. fénykép mutatja a próbatestet a vizsgálat után.

A fanyag a telítőolajban való főzés után sugárirányban összeroppedezett, de a ragasztott felületek itt is épek maradtak. A ragasztott cserfa-próbatest vízbenfőzés után mérve 1450 g vizet vett fel, ami a vízmentes eredeti súlyához viszonyítva 50,6%-ot tesz ki. A másik cserfa-próbatest kátrányolajban-bitumenben 160°-on főzve 2 napi állás után 428 g súllyal kisebb, mint a kezdeti (főzés előtti) állapotban mért súlya, ami 18 % súlycsökkentést jelent. A cserfa-próbatest vízbenfőzés után mért térfogatnövekedése + 6,9%-ot mutatott, míg a telítőolajban 160°-on főzve a bekövetkezett térfogati zsugorodás -3,4%-ot tett ki.

Végeztünk még kísérleteket abból a célból is, hogy vízben való főzés után hogy viselkedik a ragasztott felület, ha az összeragasztott próbatest ívalakban kénytelen meggörbülni. A ragasztandó próbatesteket úgy állítottuk össze, hogy ez az elgörbülés bekövetkezzék. A mellékelt 18. sz. fénykép a) jelű képe mutatja a ragasztott fenyőpróbatestet főzés előtt, míg a b) és a c) jelű képek a főzés után egy héttel, illetve egy hónappal való állapotot tüntetik fel. A képeken jól látható a meggörbült próbatest ragasztási felülete, amely semmi raganyagelválást, vagy sérülést nem mutat, mivel a ragasztáshoz felhasznált fenol-m. p. krezol-rezorein modifikált műgyanta követni tudta a faanyagának ív alakban történő elhajlását és fel tudta venni a zsugorodás-dagadás következtében keletkezett feszültségváltozásokat.

A fent közölt zsugorodás-dagadási kísérletek eredményei azt igazolják, hogy az alkalmazott fenol-mp. krezol és rezorein alapanyagú műgyantával ragasztott próbatestek a megkívánt követelményeknek jól megfelelnek, tehát az alkalmazott műgyanták a félüzemi talpfa kísérleti ragasztásokhoz felhasználhatók és alkalmasak.

Azonban a fa inhomogén struktúrája különösen cserfa, továbbá álgesztes bükk esetében az átlagosnál nagyobb belső feszültségeket eredményezhet a fa zsugorodása-dagadása alkalmával a

talpfa telítésénél és a préselésénél. Ezért még oly kísérletet is végeztünk, amelynél a normál-méretű talpfa 26 cm széles ragasztási felületét 16%-kal csökkentettük, oly módon, hogy lemezként 7 db egyenként 6×5 mm nagyságú bemart csatornával képeztük ki a lapokat. Az így ragasztott és ragasztatlan normál keresztmetszetű talpfa-próbatesteket ragasztás után először vízben áztattuk 1 napon át 25 C°-on, majd megszáritottuk 65 C°-on 45% relatív levegőnedvességtartalom mellett. Az így kezelt próbatesteket hónapokon át figyeltük, hogy milyen deformációt szenvednek. A ragasztott próbatesteken elgörbülés, kajsulás nem következett be, ellenben a ragasztatlan próbatest ív alakban erősen meghajlott (19. ábra). Természetesen mindkét típusú próbatestet azonos körülmények között tartottuk. A fenti kísérlet igazolta, hogy a ragasztott felület felvette és kiegyenlítette a vetemedést okozó feszültségi erőket.

A dinamikus terhelésekre vonatkozó vizsgálatokat az ÉTI laboratóriumában végeztettük el a „pulzátor“ fásasztógépen. A normál-méretű 3 db ragasztott bükk-tölgytalpfa folytatólagos fásasztási kísérlete 6 hónapot vett igénybe. Az első próbatest 7 690 000, a második próbatest 5 400 000 a harmadik próbatest pedig 4 500 000 pulzálást bírt el, amely után a talpfa tönkrement, de a ragasztási felület ép maradt. A pulzálás frekvenciája 500, majd 250 1/perc 0,2 tonna kezdeti és 13 tonna maximális terhelési fokozatokkal. A fásasztási kísérlet után az I. számú ragasztott talpfa még 15,2 tonna a 2-es számú talpfa pedig 16,6 tonna statikus terhelést bírt ki.

Beiktattunk egy sorozat időállósági vizsgálatot is, melyet a Vasúti Tudományos Kutató Intézet dolgozott ki, a közreműködésünkkel. A kísérletet 300 db 1 : 5 méretre kisebbített telítetlen és telített, illetve ragasztatlan és ragasztott erdeifenyő, bükk, tölgy, cserfa próbatestekkel végeztük el. Az eljárás 6 ciklusból állott, ciklusonként hét igénybevétellel, a következő módon :

A talpfa próbatestet 22 óráig 20 C°-ú és 3% ammoniákat tartalmazó vízben áztattuk, utána 22 órán át 60—65 C°-on szárítottuk, 45—90% relatív levegő nedvességtartalom mellett. Ezt követően 22 órán keresztül újra 20 C°-ú víz alatt tároltuk, majd 22 órán át -40 C° hőmérsékleten fagyasztottuk. Az összefagyott ragasztott talpfa-próbatesteket újra 20°-os vízben áztattuk 22 órán át és utána 65 C°-on szárítottuk 45—70% relatív levegő páratartalom mellett 22 órán keresztül. Végezetül 22 óra ideig vízben áztattuk, ezt követően 2 órán át szikkasztottuk. A vizsgálat beindításakor és minden ciklus után a legjobb, legépebbnek maradt próbatestekből fanemenként és ragasztott, valamint ragasztatlan módosulatokból 5—5 db-ot hajlítószilárdságra levizsgáltuk. Az időállósági vizsgálat eredménye a következő volt :

A különböző behatásokat legjobban az erdeifenyő, legrosszabbul a cserfa tudta elviselni. A legkisebb vízfelvételt az erdeifenyőnél, a legtöbbet a cserfánál tapasztaltunk a víz alatti tárolás után. A hajlítószilárdsági értékek a leírt igény-



bevételek miatt a ragasztott erdeifenyő próbatesteknél 10%-kal, a ragasztatlan erdeifenyő próbatesteknél 23%-kal csökkentek. Ennek oka az volt, hogy a faanyag szöveti hibáit a négyrétegű lemez kiképzéssel egyenletesen elosztottuk, tehát a négyrétegű ragasztott erdeifenyő próbatesteknél kritikus keresztmetszetű csomópontok azonban nem alakultak ki. Ezzel szemben a ragasztott bükkfapróbatesteknél 20%-kal, a ragasztott tölgyfánál 6%-kal, a ragasztott cserfánál pedig 27%-kal csökkentek a hajlítószilárdsági értékek, viszonyítva ugyanazon fánem ragasztatlan próbatesteinél is bekövetkezett hajlítószilárdság csökkenéshez. A berepedeztettség és a deformálódás legkisebb mértékben az erdeifenyő, közepesen a tölgy, erősebben a bükk és legnagyobb fokban a cserfa ragasztott és ragasztatlan próbatesteken következett be.

A telített és ragasztott próbatestek már 20—50%-kal jobban bírták a kísérleti behatásokat, mint a telítetlen (különösen a deformálódással és a repedékenységgel kapcsolatban). Így a telített és ragasztott bükkfapróbatestekből az elsőosztályba soroltak 829—982 a II. osztályúak 710—830, a III. osztályba soroltak 583 kg/cm<sup>2</sup> hajlítószilárdsági értéket mutattak az időállósági kísérletsorozat végén. A telített és ragasztott tölgyfapróbatestek viszont az I. osztályúak 905—1012, a II. osztályúak 560—1020, a III. osztályba soroltak 490—900 kg szélső értékek közötti hajlítószilárdságot értek el. A szórás azért is nagy, mert a telített próbatestek sötét elszíneződése folytán szemrevételezéssel a belső strukturális hibák még kevésbé ismerhetők fel, mint a telítetlen próbatestek esetében.



20. ábra. Bükkfapróbatestnek mod. fenol-rezorcín mügyantával ragasztott felületrészlete. A sima, sötét felületen („a” terület) a lekötött mügyanta nem érintkezett a szembenlevő fajfelülettel, ezzel szemben a „b” területen rostszakadás látható, mert tartós kötés létesült a két összeragasztott falapon. A hajlítószilárdsági érték 1220 kg/cm<sup>2</sup> volt

Természetesen a leírt zsugorodási-dagadási, időállósági és fárasztási vizsgálatokat túlnyomórészt azután végeztük el, amikor már előzőleg több mint 4000 db különböző profilú és rétegezetséggű ragasztott talpfa próbatesteknek hajlító-, nyíró-, húzó-, szakító-, (ragasztószilárdsági) és ütőtörő munka szilárdsági eredményei, továbbá a mügyanta kísérletek és azoknak elemzési adatai a további vizsgálatokat indokoltá tették. A statikus szilárdsági vizsgálatoknál tapasztalt átlagértékeket az alábbi „A” táblázatban foglaltuk össze.

A fa inhomogenitása miatt a szilárdsági adatoknak széles skálája van, noha a ragasztott próbatestek szilárdsági adatai 10—30%-kal kevésbé szórnak a ragasztatlan próbatestekhez viszonyítva. Ebből a szempontból is nagyon fontos követelmény a ragasztási technológia pontos betartása. Jól igazolja ezt a mellékelt 20. sz. fénykép,

Ragasztott talpfa próbatestek szilárdsági adatai

„A” táblázat

Ragasztott talpfa próbatest	Hajl. szil. kg/cm <sup>2</sup>		Nyíró. szil. kg/cm <sup>2</sup>		Rag. szil.* kg/cm <sup>2</sup>		Ragasztó szil.* kg/cm <sup>2</sup>	Ütőtörő m.		
	I—II. o.	III. o.	I—II. o.	III. o.	I—II. o.	III. o.		I—II. o.	III. o.	
Bükk	Telítetlen	900—1270	650—850	95—120 74—112	67—91	97—145 86—123	75—98	40—21	0,98—0,7 (1,1)	0,46—0,77,
	Telített	829—982 710—1098	583—760	75—110 55—96	42—70	75—118 65—88	60—84	16—31	—	—
Tölgy	Telítetlen	850—1150	700—850	90—145 71—116	66—94	90—135 67—98	61—90	25—45	0,8—1,08 (1,3)	0,46—0,78
	Telített	905—1012 560—1020	490—900	80—110 58—94	50—85	85—120	60—85	21—29 (34)	—	—
Cser	Telítetlen	810—1370 650—931	450—830	90—126	70—85	104—130 85—110	70—93	20—41	0,67—0,98 (1,06)	0,53—0,85
	Telített	800—1200 730—960	670—900	85—100	60—80	82—105	62—88	18—26	—	—
Erdei fenyő	Telítetlen	510—740 430—600	350—480	56—73 35—50	28—40	55—76 42—70	35—65	12—28	0,5—0,76	0,35—0,58
	Telített	532—670 380—560	320—500	48—65 30—45	22—35	40—70	30—50	—	—	—
Bükk ragasztás nélkül	Telítetlen	815—1400	670—750			* húzással		* szakítással		
	Telített	—	—	51—118 125—143	(rosttal párhuzamosan) (rostra merőlegesen)					
Telítetlen tölgy ragasztás nélkül	—	—	38—110 180—238	(rosttal párhuzamosan) (rostra merőlegesen)						

Fajsúlyok: Telítetlen bükk 0,735—0,772. Telített bükk: 0,732—0,836. Telítetlen tölgy: 0,738—0,807. Telítetlen cser 0,761—0,818. Telítetlen erdei fenyő: 0,392—0,435.

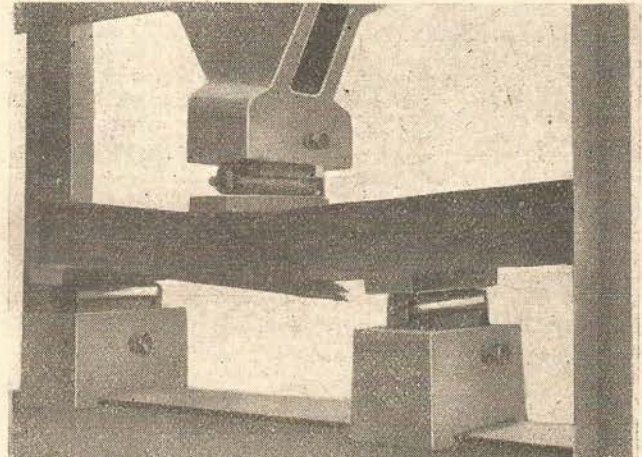


amely mutatja, hogy a jól előkezelt és tiszta-felületű falapokon az egyenletesen rávitt műgyantaréteg ellenére a fényképen fekete sávval feltüntetett „a” jelzésű területen nem létesült szilárdsági kötés, ott a műgyanta — noha időben lekötött —, de fényes felületű volt. A hiba abból származott, hogy a már eredetileg megvetemedett falapot az egyengető gyalugépen felületesen munkálták meg, úgy, hogy az *egysíkba gyalulás nem volt kielégítő*, ezért az illesztésnél a két falap az „a” területen nem fedte egymást, mivel közöttük hézag volt, amit a préselésnél alkalmazott csökkentett présnyomás (5—6 kg/cm<sup>2</sup>) sem tudott eltüntetni. Ahol a két összeragasztott lap pontosan fedte egymást hézag nélkül, ott tartós ragasztó szilárdság alakult ki, mert a műgyanta réteg mindkét falap felületéhez jól lekötött. Ezért a fa rostjai a hajlítószilárdsági vizsgálatoknál ezeken a helyeken szétszakadtak. (A fényképen „b” terület mutatja a szétszakadt farost felületet.) Meg kell jegyezni, hogy az egysíkba gyalulás kisebb hibáit ki lehet küszöbölni, ha a rosszul gyalult fapelületet finom fogazatú (a szabványos kés szélességére számítva legalább 24 fogú) borzoló-rovátkoló gyalúval megmunkáljuk. A tölgyfa esetében, továbbá egyes keményfák ún. tükrévágású felületeinél jó síkbagyulás esetén is célszerű a felületnek a közölt szerszámmal való megmunkálása a deszkafelület hosszirányában és arra 45° szög alatti ferde irányban. Természetesen a képződött faport alaposan el kell távolítani a felületről. Fenyő-, bükk- és egyes keményfaféleségeknél a 8. sz. nagyon durva csiszolópapír, vagy csiszolóvászon alkalmazása is megfelelő a kissé felborzolt felület kialakítása céljából. A képződött faport és csiszolóport a felületről el kell távolítani.

A leírt vizsgálatok eredményeiből is következtetni lehet arra, hogy minél vékonyabb és mennél több falemezből állítjuk össze a ragasztott talpfát, relatíve annál kisebbek lemezenként és annál egyenletesebben osztódnak el a fában a belső feszültségek, melyek atmoszferikus és egyéb külső behatásokra, továbbá dinamikus terhelésekre keletkeznek. A termelési költségek ezzel szemben a több műgyantafogyasztás és a fa növekedő megmunkálási idejének arányában emelkednek. A termelési költségek csökkentése, továbbá kis

átmérőjű (20—26 cm  $\varnothing$ ) rönkökből kikerült és gyakran rövid, 13×16, 10×15, 8×25 cm és ezekhez hasonló keresztmetszetű gerendák, pallók felhasználása céljából — az Akadémiai Faipari Szakbizottság véleményével egyezően — több sorozat ragasztott talpfát készítettünk 2—3 rétegű, horizontális és vertikális ragasztófelülettel kiképzett kivitelben. A 21. ábra ilyen két-rétegű, 8 cm vastag lapokból álló telített és ragasztott normálméretű bükk-talpfát mutat a hajlítószilárdsági vizsgálat után. A felér foltok — telítetlenül maradt farészek, a sarokból hiányzó rész — pedig a hajlítószilárdsági vizsgálatkor szakadt ki a talpfából. A ragasztott felület (a—b jelzés) elválást nem szenvedett.

A hajlító és ragasztószilárdsági értékek az általunk ragasztott kétrétegű talpfák esetében a laboratóriumunkban és az ÉTI laboratóriumában megajtett szilárdsági vizsgálatok alapján a követelményeknek megfeleltek. A 22. ábra az ÉTI laboratóriumában levizsgált kétrétegű telített és

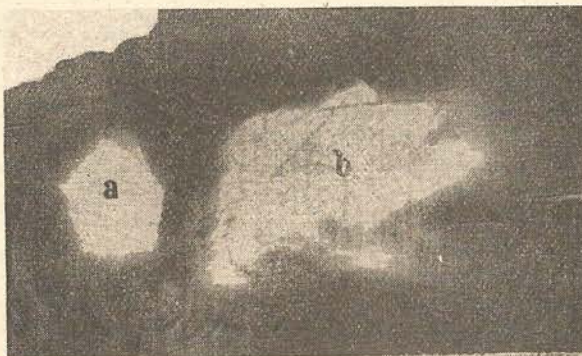


22. ábra. Kétrétegű telített és műgyantával ragasztott bükk-talpfá törési képe

fenol-metaprakrezol műgyantával ragasztott bükk-talpfát ábrázol hajlítószilárdság vizsgálat közben. Látható a húzott övezetben bekövetkezett törés és az épségben maradt ragasztási felület. A talpfá 32,7 tonna erőnél tört el, a hajlítószilárdsági értékek 805 kg/cm<sup>2</sup> volt.

Felhasználhatók ragasztott talpfá gyártásához az 1,2—2 m rövid és 13×16, 16×25 [1], továbbá ezen méretekhez közelálló nagyságú gerendák is ékesapos, vagy más a 28—30. ábrák szerint kivitelezett hosszoldások alkalmazásával. A 23. sz. fénykép tüntet fel egy ékesapos hosszoldású ragasztott, telített tölgygerendát, hajlítószilárdság vizsgálat közben. A törőerőt a ragasztott terület közepére koncentráltuk. A szakadás a húzott övezet szélső rostjaiban következett be. A ragasztási felület ép maradt. A ragasztott fa 673 kg/cm<sup>2</sup> hajlítószilárdsági értéket ért el.

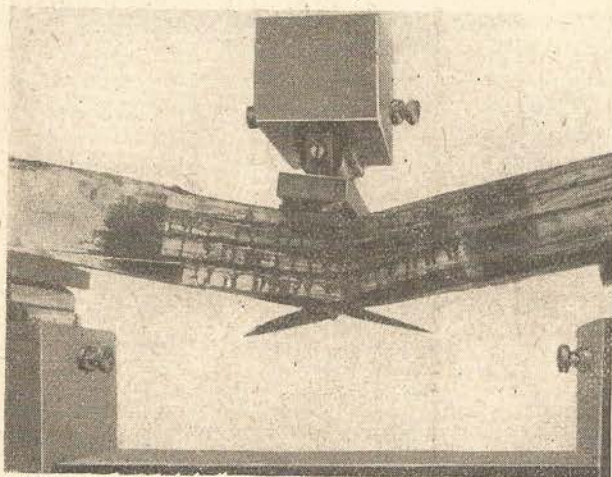
A kísérleti tapasztalataink alapján és külföldi szakirodalmi adatok ismeretében azonban figyelembe kellett venni, hogy a 4—5 cm-nél vastagabb falapokban fellépő belső feszültségek



21. ábra. Kétrétegű telített ragasztott bükk-talpfá keresztmetszete. A ragasztási felületet a—b jelzésű vonal mutatja

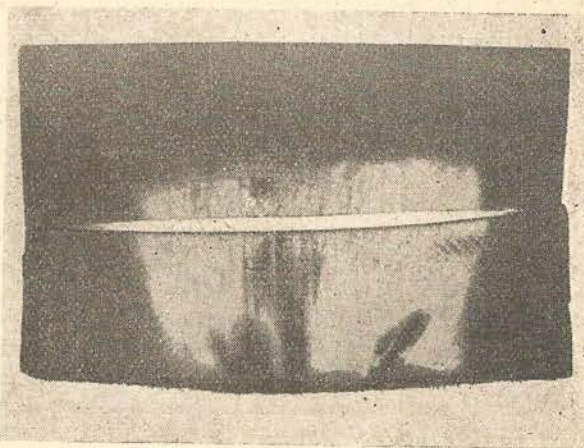


néha jóval túlhaladhatják a műgyantaréteg által huzamosan elviselhető  $10\text{--}12\text{ kg/mm}^2$  hajlító- és  $3,0\text{--}4,5\text{ kg/mm}^2$  húzószilárdság tapasztalati értéket is, amit már a ragasztási felület nehezen bír el, különösen, ha egyidejűleg hatalmas dinamikus terheléseknek is ki van téve. Ilyen esetre vonatkozik a 24 ábra, amely kétrétegű telített és ragasztott normálméretű bükkfalpfa keresztmetszetét tünteti fel a hajlítószilárdsági vizsgálat után. A fa  $815\text{ kg/cm}^2$  hajlítószilárdsági értéket mutatott. A törés a húzott övezetben történt, de a semleges zónába eső ragasztási felület helyenként szélhagyásos ragelválással, illetve attól 2 mm-el mélyebb síkban felszakadt. Az alsó húzott falap a törés után átlag 6 mm magasságú ívben elhajlott. A ragasztott talpfa-próbatest elgörbülése 3 hónap alatt  $11\text{--}13\text{ mm}$  ívmagasságig fokozódott. A fényképen látható fehér folt a telítetlen faanyag részlege, míg a fekete színeződés a jól áttelített területeket mutatja. Az átitatott farészekben a rostnyalábok üregeit és a sejtek lumenét részben kitöltő telítőolajnak a sejtfalakba szivárgása a farészek dagadását okozta. Ezzel szemben a



23. ábra. Ékesapos hosszoldású telített és ragasztott tölgyfagerenda törési képe

talpfa belsejében levő telítetlenül maradt helyeken a  $98\text{--}100\text{ }^\circ\text{C}$  hőmérsékleten tartott fa viztartalmának csökkenése a sejtek falában nagyobb fokú zsugorodást idézett elő. Ezen térfogati változások a telítőeljárás folyamán hatásukban csak növekedtek, mivel akkor a faanyag  $10\text{--}12\text{ atm}$ . nyomásnak, ezt követően 60 mm higanyoszlopnak megfelelő vácuumnak, egyidejűleg  $98\text{--}100\text{ }^\circ\text{C}$ -ra történő hőfokemelkedésnek és utána  $15\text{--}20\text{ }^\circ\text{C}$ -ra való lehűtésnek van ismételten kitéve. Ezen belső feszültségkülönbségeket a műgyantaréteg kötőereje (adhéziós, adszorpciós és kohéziós erők) veszi fel és egyenlíti ki a legtöbb sikerrel — különben a ragasztott talpfa a telítés után szétesne. A fényképen látható ragasztott talpfa is kibírta a telítőeljárással járó igénybevételt a telítőeljárást követő (3 hónapi pihentetés utáni) hajlítószilárdsági vizsgálatkor bekövetkezett törésig. Ekkor a belső feszültségi erők a törésig igénybevett területeken a zsugorodás-dagadás okozta térfogatos méretváltozásoknak engedve (mivel a farostok,



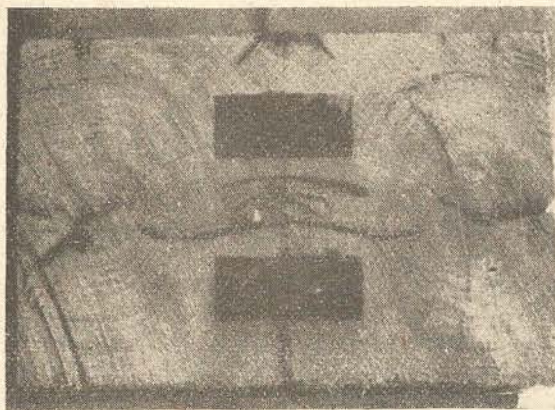
24. ábra. Kétrétegű telített és ragasztott normálméretű bükkfalpfa keresztmetszete a hajlítószilárdsági vizsgálat után. A nagyfokú belső feszültségek az alsó falemez ív alakú deformálódását okozták

a ragasztási sík közelében azzal párhuzamosan szétszakadtak) felszabadultak és a falap ívalakú elgörbülését (homorú, teknőalakú felületet képezve) idéztek elő.

Az előző fejezetekben már ismertettük, hogy a fa ívalakú deformálódását eredményező túlfeszültségeket sok esetben még a  $15\text{--}20\%$ -kal csökkentett ragasztási felülettel bíró ragasztott talpfa is károsodás nélkül felveszi, ha eléggé rugalmas tulajdonságú, de amellet nagy adhéziós képességű műgyantával ragasztottuk azt. Tehát a műgyantának a fa alakváltozását bizonyos határig követni kell tudni, illetve az alakváltozással járó belső feszültségeket fel kell venni, amint ezt az állapotot a 18, 19. ábrákon már bemutattuk. De elméleti és kísérleti adatok kiértékelésével számolni kell azzal, hogy esetenként vastag lapokból álló, csavarodott rostszállafutású és erősen excentrikus évgyűrűvel bíró fáknál — a létesített ragasztószilárdság nem elegendő a deformálódás kajszulás-felületi elválás megakadályozására. Tehát azt növelni kell legalább is a kritikusabb, illetve a terhelésre erősebben igénybevett helyeken, facsapoknak, hézagléceknek a beragasztása útján. Ennek többféle kivitelezését a 25., 26., 34. ábrák mutatják.

A talpfa telítésénél, vagy a ragasztott talpfa préselésénél gyakran előforduló túlfeszültségek, illetve az ennek következtében létesült deformációknak lehetőségig való kiegyenlítésére a biztonság céljából úgy járunk el, hogy a ragasztási síkon a ragasztandó falemez szélességétől függően  $1\text{--}2\text{--}3$  db egymással párhuzamosan futó hornyot marunk be a talpfa teljes hosszában. Ezekbe a hornyokba pontosan illeszkedő hézagléceket ragasztunk. Az ÉTI laboratóriumában végzett hajlítószilárdsági vizsgálatok a Faipari Kutató Intézetben végzett kísérletekkel egyezően igazolták e módszer helyességét. A 25. ábrán bemutatott vertikális ragasztású síkkal ellátott talpfa a belső feszültségeket a ragasztási síkban könnyen felvette és a ragasztási sík ép maradt, mert a 2 db hosszanti bemart vájatba beragasztott lécekkel megerősített ragasztási fe-

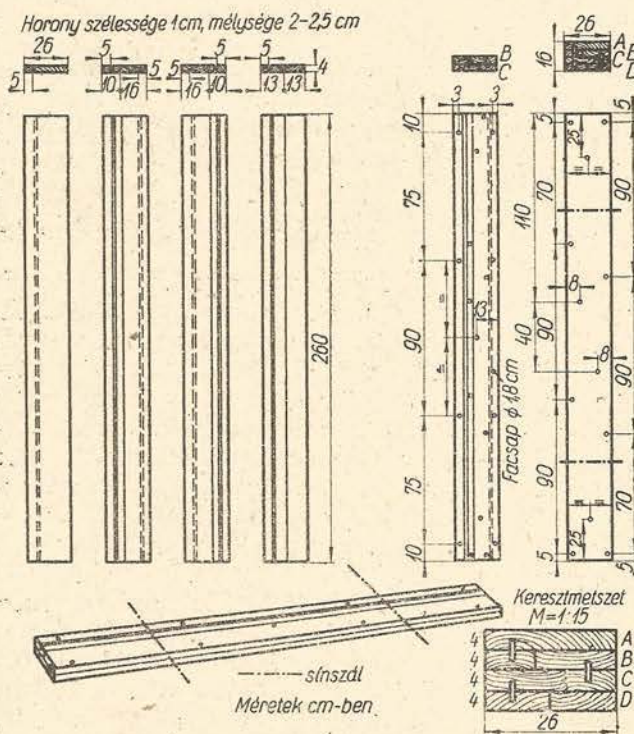




25. ábra. Kétrétegű vertikális síkban ragasztott cser-  
talpfa a ragasztási síkra merőlegesen a fa hosszirányában  
bemart hornyokkal, melyekbe telített hézagléceket ragasz-  
tottunk

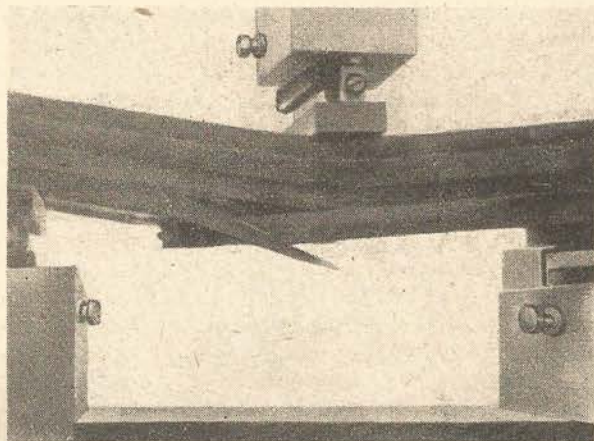
ület megnövekedése a műgyantában is jelent-  
kező túlfeszültségeket károsodás, azaz a ragasz-  
tott felület szétválása nélkül kompenzálni tudta.  
A zsugorodás okozta feszültségek így repedé-  
sek képzésében egyenlítődték ki, amely repe-  
dések a fa bélsugar irányában történtek a ragasz-  
tási felület síkjába való áttérjedés nélkül (l. a  
25. ábrát).

Ragasztott váltótalpfák gyártása esetén kü-  
lönösen ajánlatos a 35 mm-nél vastagabb lemezekbe  
hosszirányban hornyot bemarni és abba hézag-  
léceket ragasztani, melynek kivitelezését a 26. ábra  
mutatja. Továbbá az előző fejezetben közöltek  
indokolják a 18—22 mm körátmérőjű és 16 cm  
hosszú méretű gyertyán, tölgy, akác stb. fából  
készült beragasztott csapoknak, vagy pedig 1800—



26. ábra. Négyrétegű ragasztott talpfa illesztési rajza az  
alkalmazott csapokkal és hézaglécekkel.

2700 kg/cm<sup>2</sup> hajlító- húzószilárdságú műfából  
esztergált 10—14 mm körátmérőjű beragasztott  
csapoknak alkalmazását is, normálméretű talp-  
fánként 6—8 db-ot számítva. A beragasztott  
hézaglécek, csapok alkalmazása tehát egy biz-  
tonsági koefficiens jelent, amely a fa inhomogeni-  
tása miatt gyakran szükséges. A hézaglécek fa-  
anyaga célszerű, ha azonos a talpfa anyagával.  
A jól beragasztott és jól kötő betétlemez a ragasztott  
talpfa hajlító- és nyírószilárdsági értékeit nem  
csökkenti, sőt kismértékben — elhelyezésétől és a  
fa minőségétől függően — emeli. Közepes minőségű  
III. osztályú, de nem korródeált szövetű faanyag-  
ból szakzerű válogatás, összeillesztés és a fa-  
hibáknak (csomók, repedések) egyenletes elosz-  
tása útján 750—1100 kg/cm<sup>2</sup> hajlítószilárdságú ra-



27. ábra. Ragasztott és telített négyrétegű bükkfalpfa  
törési képe. A törés a húzott övezet szélső lemezében követ-  
kezett be, a ragasztási felület épségben maradt

gasztott és telített talpfát lehet készíteni négy-  
rétegű, rétegenként 4 cm vastagságú és összesen  
8—12 db-ból álló kivitelben. Ilyen típusú ragasz-  
tott és telített négyrétegű bükkfalpfa törési képe  
látható a 27. ábrán. A talpfa 3 db vertikálisan  
elhelyezett hézagléceket tartalmaz, a 26. fényképen  
látható kivitelezésben. A talpfa 33,6 tonnánál  
tört el és hajlítószilárdsági értéke 1098 kg/cm<sup>2</sup>  
volt. A ragasztási felület a hajlítószilárdsági viz-  
gálat után is mindenütt ép maradt.

#### 4. A kísérletek eredményeinek kihatása a ragasztott talpfa technológiájára

A közölt vizsgálatok eredményeit felhasználva  
elkészítettük a ragasztott vasúti talpfa közép-  
üzemi szinten való gyártási technológiáját, melyet  
nagy terjedelmére való tekintettel helyszűke  
miatt itt nem közölhetünk. A kísérletek fontosabb  
tapasztalati eredményeit azonban — amelyek  
ragasztott talpfán kívül általában minden ra-  
gasztott faszerkezetre is vonatkoznak — célszerű-  
nek tartjuk felsorolni az alábbiak szerint:

a) A hosszoldásokat fésűsfogazású, rálapolt,  
ferdehornyos, ékesapos, vagy fecskefarkú fakötésű  
módszer szerint végezzük, melyeknek típusait a  
28—30. ábrák mutatják.

b) A hossz- és szélességi toldásokat úgy



helyezzük el, hogy azok ne kerüljenek egymás fölé a farétegekben. Tehát a falemezek téglakötésben fogják egymást, amint ez a 26. ábrán látható.

c) Nyíró igénybevételeknek erősen kitett csomópontokban (pl. vasúti talpfánál a sínszál alatti részben) hosszoldást ne alkalmazzunk.

d) A többrétegű ragasztott gerenda húzott övezetébe lehetőleg csomómentes, sűrű évgyűrűjú egészséges falopokat tegyünk, míg a nyomott övezetbe csomós, de egészséges falop is megfelel. A semleges zónába ritkább szövétű, füledés- és korróziómentes III. osztályú fát is beépíthetünk.

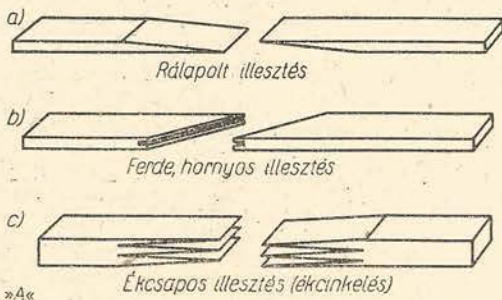
e) A ragasztási műveletet pormentes, jól szellőzhető 15–20 C°-ra temperált helyiségben végezzük.

f) Nagyon ügyelni kell arra, hogy préselés közben a présnyomás 20%-nál nagyobb értékkel ne csökkenjen le, mert különben a ragasztószilárdsági érték nem lesz kielégítő a fluktuáló présnyomásváltozások miatt. Ajánlatos 12–24 cm vastag ragasztott gerendák esetében a présnyomást 90–150 percig ugyanazon nyomási szinten tartani (préselési hőfok 95–140 C° fenol-mp. krezol gyantánál).

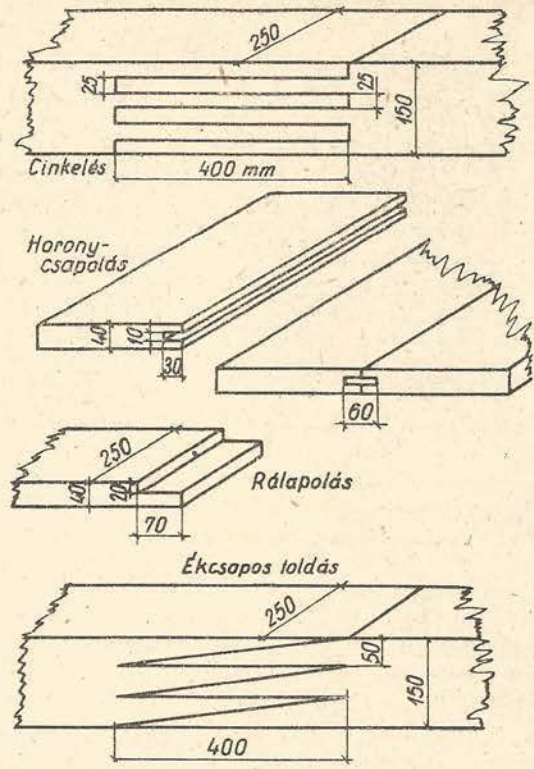
g) Hidegen kötő műgyantával történt ragasztás esetén a présnyomást a műgyanta fajtájától függően legalább 12 órán át nem szabad megváltoztatni, mert a műgyanta lassú kondenzációs — polimerizációs folyamat annak lekötési idejét, illetve teljes kikeményedését meghosszabbítja, aminek következtében a megengedett idő előtti présnyomásváltozás a ragasztott felületek szétválását eredményezheti. A hidegenkötő műgyantával ragasztott talpfák, vagy gerendák a préselés után 15–20 C°-ra temperált és kb. 60–75% relatív páratartalmú kondicionáló helyiségben kell tartani, továbbá ezen idő alatt szilárdsági igénybevételeknek nem szabad kitenni, 6–7 napon át.

h) Amennyiben használt faanyag is feldolgozásra kerül, úgy annak nem korrodált részeit — mielőtt ragasztott talpfába vagy gerendába építenék be — szilárdsági és farostszöveti vizsgálatnak kell alávetni mintavétel útján. Szem előtt kell tartani, hogy fülledt, korhadt faanyagot nem szabad ragasztott faszervezetekhez felhasználni. Továbbá 550 kg/cm<sup>2</sup> hajlítószilárdságot el nem érő bükk- tölgygerenda, vagy 300 kg/cm<sup>2</sup> hajlítószilárdság alatti értékű fenyőpalló sem ajánlható ragasztott talpfá, vagy faszervezethez való bedolgozásra.

i) A ragasztási felület 1 m<sup>2</sup>-ére fanemek és a

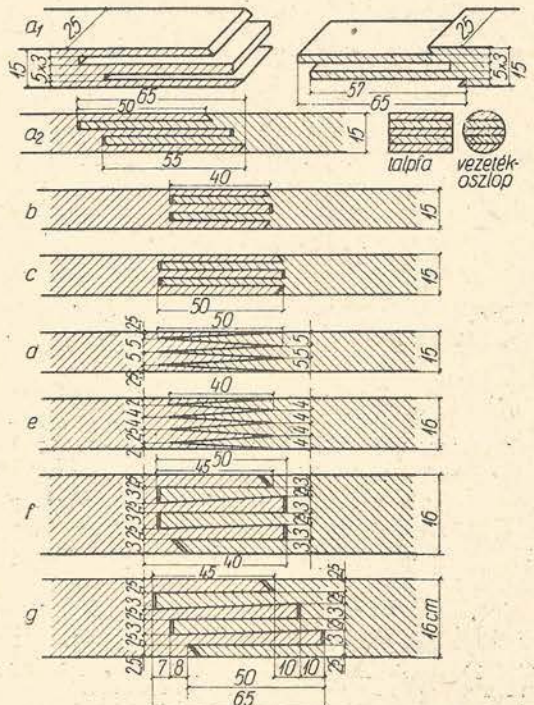


28. ábra. Hossztoldások „A” csoportbeli változatai



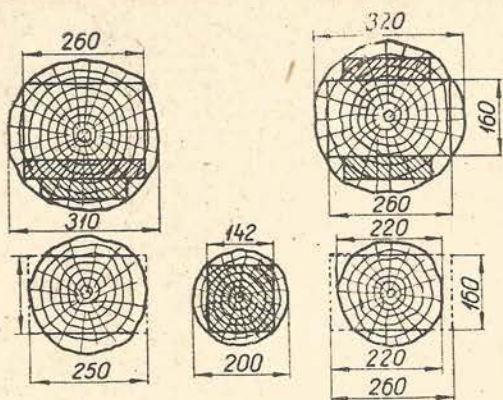
29. ábra. Hossztoldások és fakötési módok „B” csoportbeli változata

fafelület megmunkálása szerint fenol-m. p. krezol-rezorcín modifikált műgyantákból 170–250 g szükséges, melynek szárazanyagtartalma 68–76% között van. Legalkalmasabb edző fenolgyantáknál paratoluolszulfonsav, vagy naphténszulfonsav, rezorcinyanta esetében paraformaldehid. Sósav és egyéb maró edzők nem jók, mert erősen korrodálják a fa alapanyagait: a cellulózt és a ligninnek különösen polisacharidos vegyületeit.

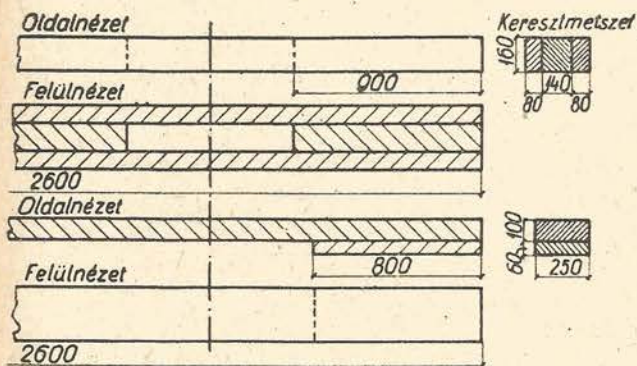


30. ábra. Hossztoldások és illesztések „C” csoportbeli változata

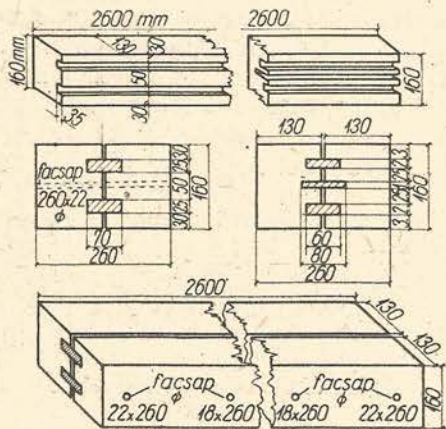




31. ábra. Ragasztott talpfák céljára kinyerhető palló 20—32 cm átmérőjű rönkökből a fűrészelt talpja keresztmetszeti profilján kívül



32. ábra. Takarékos profilú mankós és szekrényes ragasztott talpfák elvi kivitelezési rajza.



33. ábra. 20 cm átméretű rönkből, vagy selejtes talptárból hornyokkal és betételezésekkel kialakított ragasztott talpfa

j) Törekedni kell arra, hogy maximális ragasztószilárdság alakuljon ki a ragasztási felületeken, továbbá a fa zsugorodása dagadása által okozott belső feszültségi erőknek a ragasztási felületre ható összetevői ott a lehető legkisebb mértékben érvényesüljenek. Ezt a célt nagyon elősegíti:

j/1. Ha az összeragasztandó falapok rostszálirányai a ragasztási síkban egymással párhuzamosan futnak, ezzel szemben, ha azok a ragasztási síkban, vagy arra merőlegesen egymással 90° szöget alkotnak, úgy a legkisebb az elérhető ragasztószilárdság (a maximálisnak kb. 20—30 %-a.)

j/2. Az összeragasztandó falemezeket a lehetőségig úgy helyezzük egymásra, hogy a ragasztási síkban az alsólap évgyűrűinek a domború felületei a felsőlap évgyűrűinek homorú felületeivel érintkezzenek, amint ezt a 19. és 24. ábrákon láthatjuk. Ilyen elrendezésben ugyanis az összeragasztandó fának a rosttelítettség alatti víztartalmi fokával arányos zsugorodással-dagadással járó méret- és alakváltozási különbsége még aránylag egyértelmű, illetve azoknak megjelenési formája relatíve nem nagyon kedvezőtlen a ragasztási felületen kialakuló ragasztószilárdság szempontjából.

j/3. A síkba gyalult ragasztási felületnek durva (pl. 8. sz.) csiszolópapírral, vagy csiszolóvászonnal való megmunkálása kézi úton, vagy csiszológép segítségével sokszor előnyös, különösen tölgyfa, cserfa, kőrisfa esetében. A finom felborzolását a felületnek sűrű fogazatú borzoló (rovátkoló) gyaluval is el lehet érni. A fenti megmunkálásnál keletkező faport és csiszolóport a felületről tökéletesen el kell távolítani, mert különben a falapra rávitt műgyantaragasztó nem létesít tartós és szilárd kötést az összeragasztandó falemez felületével, mivel a felületre tapadt fapor mint közbülső fázis ezt részben megakadályozza.

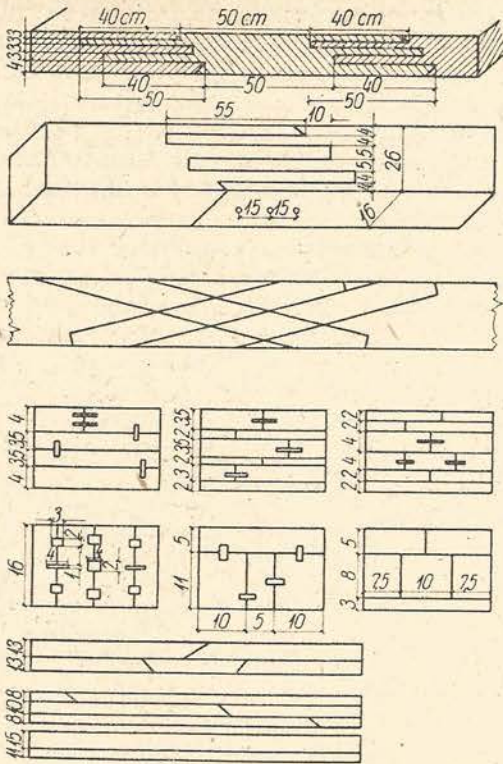
k) Biztonság okáért célszerű, ha a számított ragasztási felületet a lehetőség szerint 10—20%-kal nagyobbra vesszük pl. hornyolással. Így ugyanis gyakorlatilag kiküszöbölhetjük a sok komponens által befolyásolt ragasztószilárdságnak kisebb hiányosságait. Így pl. a 20. ábrán látható hibás ragasztású terület ellenére a próbatestnek 1220 kg/cm<sup>2</sup> hajlítószilárdsági értéke volt. A teljes ragasztási hosszának a hézagos (hibás ragasztású) felület csak annak 1/5-ét tette ki, ami kb 14%-ot jelent. A ragasztási felület a számított szükséges ragasztási felületnél ez esetben is kb. 14%-kal volt magasabb, így tehát a felületnél tapasztalt ezen % alatti hiányosság a felület ragasztószilárdsági értékét számottevően nem befolyásolta. Ennek következtében az összeragasztott falemez a ragasztófelület károsodása nélkül kibírta a fa törését okozó terhelést. Ez annyit jelent, hogy a próbatestet a ragasztási felületre vonatkoztatva legalább 14%-os túlbiztonsággal ragasztottuk össze, ami gyakorlatilag szükséges is.

### 5. A ragasztott talpfa gazdaságossága\*

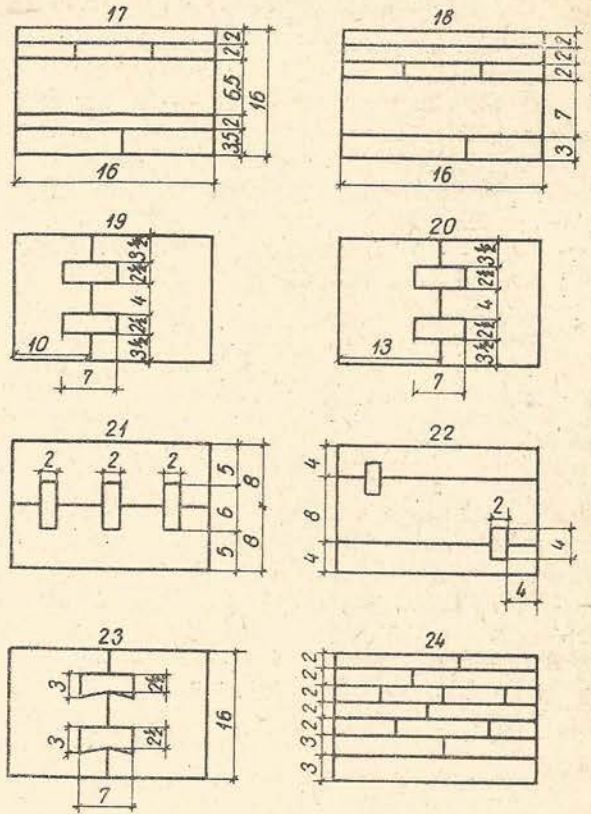
Ezt a kérdést nemzetgazdasági és vasútpolitikai szempontból kell megvizsgálni. Ha a vasútnak nem áll rendelkezésre a szükséges mennyiségű és hazai termelésből, vagy import útján származó talpfa, továbbá azt acél és beton-talpakokkal sem tudja pótolni, úgy indokolt ragasztott vasúti talpfák alkalmazása, ha az a követelményeknek megfelel. Különösen ragasztott váltótalpfák használata jöhet szóba, mert azok vasbetonaljakkal sem pótolhatók. A ragasztott vasúti talpfa munkaigényesebb, mint a ragasztatlan és

\* Megjegyzés: Az építőipari ragasztott faszerkezetekre vonatkozó gazdasági adatokat, szerző a „Magyar Építőipar” 1956. évi 8. számában már közölte.

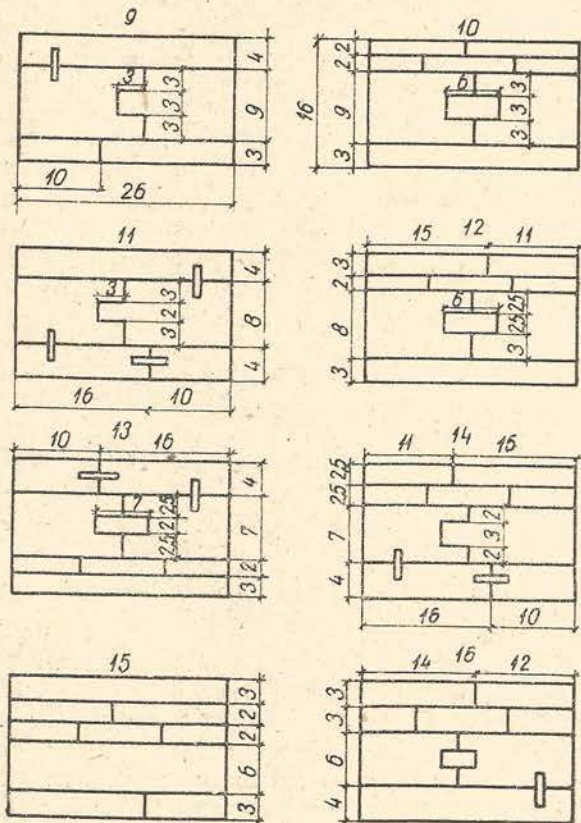




34. ábra. Fésűs fogazású összelapolással ragasztott váltófa, parkettás illesztésű, továbbá 2—6 rétegű ragasztott talpfák keresztmetszeti rajza



36. ábra. Többrétegű, téglakötésű elrendezésű hornyolt és betétlemezű kivitelezéssel készített ragasztott talpfa keresztmetszeti képe. (17—24. számú változat)



35. ábra. Többrétegű, téglakötésű elrendezésű hornyolt és betétlemezű kivitelezésű ragasztott talpfa keresztmetszeti képe. (9—10 sz. változat)

a műgyanta ragasztó + oldószer költsége is terheli. Ennek ellenére előállítási ára pl. 1 m<sup>3</sup> ragasztott váltófának legalább 10—15%-kal alacsonyabbnak kell lenni a fűrészelt és ragasztatlan váltófa áránál. Ez a megállapítás folyamatos működésű korszerű faipari gépekkel és préssel felszerelt középüzemre vonatkozik. De létjogosultsága van a ragasztott faszerkezetek előállításával foglalkozó kisüzemnek is, ha mint üzemrészleg egy fűrésztelep, vagy telítőüzem stb. keretében és annak területén működik. Így a rezi és szállítási, továbbá adminisztrációs költségek 50—70%-kal csökkenthetők.

A ragasztott vasúti talpfa alacsonyabb termelői árának oka a felhasználható III. osztályú és osztályon aluli faanyag, fűrészüzemi hasznos hulladéknak relatíve alacsony ára, továbbá a vasúti pályából kikerült talpfák egészséges részeinek és egyéb a telítésnél vagy az átvételnél alaki és más fahiba miatt kiselejtezett talpfaanyagok leértékelt átvételi áron való felhasználása. A 31. ábra mutatja a 26—32 cm átmérőjű rönkökből a kifűrészelt talpfával egyidejűleg termelődő szelvénytelen deszkaanyag, valamint a 20—25 cm átmérőjű rönkökből kitermelhető gerendák és pallók keresztmetszetét, amely méretek mind alkalmasak ragasztott talpfa, váltófa, hídfa, vagy egyéb ragasztott faszerkezet készítésére. Továbbá takarékos profilú ragasztott talpfák is előállíthatók, melyeknél számottevő faanyagcsökkentés lehetséges. A 32. ábrán mankós és szekrényes kivitelezésű takarékos profilú ragasztott talpfák elvi rajza látható. Egy m<sup>3</sup> ragasztott vasúti-



talpfa, vagy váltófa anyagszükséglete átlag 1,4—1,6 m<sup>3</sup> fa, szélezett III. osztályú fűrészáruból, vagy nem korrodeált és nagyobb méretű hasznos fahulladékból, míg osztályon aluli — csak súlyban mért és elszámolt — „mezőgazdasági fa“, továbbá használt talpfákból kikerülő nem korrodeált farészek felhasználása esetén 1,7—2,4 m<sup>3</sup> szükséges. Ez utóbbi faanyagok egységára a szokásos 1 m<sup>3</sup> — 8 q átszámítási kulccsal számolva átlag fele a III. osztályú szélezett bükk-, tölgykőrís-faárúnak.

Miután több, mint 30 különféle összeállítású talpfaprofil készítettünk és azok az előzetes vizsgálatoknak megfelelően felhasználásra kerültek, statisztikai tapasztalati adatok begyűjtése céljából, így lehetséges sokféle méretű faanyagnak relatíve nem nagy veszteséggel való felhasználása. A 33—36. sz. fényképek mutatják a felsorolt különféle faanyagokból készült, vertikális és horizontális síkokban ragasztott 2—6 rétegű, 2—24 db-ból álló talpfák rajzát keresztmetszeti és axonometrikus ábrázolásban.

A 34—36. ábrákon feltüntetett talpfaprofilok egy része nagyon munkaigényes és azoknak a

kivitelezésére csak osztályon aluli és nagyon variabilis vastagsági, valamint hossz mérettel bíró faanyag esetében kerülhet sor. Tapasztalataink alapján és a teljesség kedvéért tartottuk szükségesnek ezen talpfaprofiloknak prototípusként való elkészítését 1—10 m<sup>3</sup> mennyiségben a technológiai adatok kimunkálása és a helyes technológia megállapítása céljából.

Ezen tanulmány feladata volt az olvasót tájékoztatni a ragasztott vasútitalpfa gyártási technológiájával kapcsolatosan mindazokról a kémiai, szilárdsági, továbbá műgyanta és fatechnológiai vizsgálatokról, melyeket a Faipari Kutató Intézetben a témával megbízott kutató és munkatársai eddig végeztek. A közölt adatok és kutatási eredmények általában felhasználhatók és érvényesek az építőipari ragasztott faszerkezetek valamint ragasztott cölöpök, vezetékoszlopok esetében is. A vasútüzemi szempontból szükséges kutatói feladatok ellátása a Vasúti Tudományos Intézet keretében történt és történik, melyeknek a múlt években elért eredményeit a Faipar 1956. évi 3. számában Nagy József és Lengyel László tud. kutatók ismertették.



# Faragasztás nagyfrekvenciás elektromos erőterben

III. KOLOSVÁRY GÁBOR

Beszámolónk a legkorszerűbb faragasztási móddal, a nagyfrekvenciás műgyantás faragasztással foglalkozik.

A nagyfrekvenciás dielektromos melegítést az iparilag fejlett országokban immár 20 éve alkalmazzák a faragasztásánál [1]. Magyarországon elsőnek a Faipari Kutató Intézet kezdett foglalkozni a kérdéssel, s ha csekély létszámmal is, de állandóan folyik a kutatómunka, melyet jelenleg szerző irányít. 1956-ban már sor kerülhetett — Magyarországon első ízben — üzemi méretekben végzett ragasztásokra is, az Újpesti Rádiószekrénygyárban. Mindezen eredmények mellett, hazánk e téren igen el van maradva. Éppen ezért szükségesnek látjuk, a szakfolyóiratok nyilvánosságát is felhasználva, felhívni a faipar mérnökeinek figyelmét az új eljárásra. Igyekezünk a nagyfrekvenciás faragasztást több oldalról megvilágítani, rámutatva az eljárás előnyei mellett annak nehézségeire is.

A beszámoló a következő részekre oszlik:

1. A dielektromos melegítés elmélete, különös tekintettel a fa anyagára.

2. A ragasztóanyag és annak dielektromos tulajdonságai.

3. A dielektromos melegítés alkalmazása a faiparban.

4. A ragasztások során betartandó biztonsági és egészségügyi rendszabályok.

5. Összefoglaló.

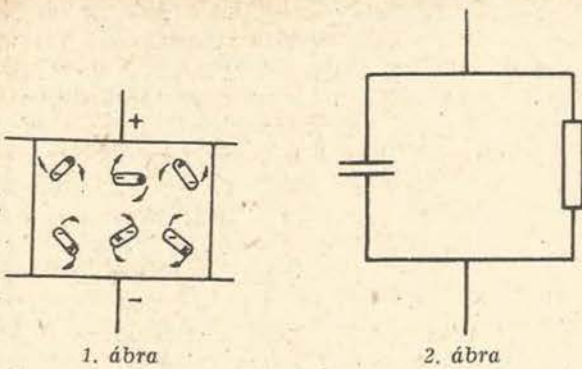
6. Irodalom.

## 1. A dielektromos melegítés elmélete, különös tekintettel a fa anyagára

Helyezzünk el egy kondenzátor két fegyverzete közé valamely szigetelő anyagot. Ha a kondenzátor lemezei között feszültségkülönbséget hozunk létre, a lapok között elektromos erőter alakul ki. Ennek hatására a szigetelő anyag molekuláiban a pozitív és negatív elektromosság súlypontja eltávolodik egymástól, illetve ha már eleve nem esett egybe a két töltés súlypontja, (poláris molekulák) úgy ezek dipolus momentuma megnő. (dipolus momentum = a pozitív és negatív elektromosság súlypontjában elhelyezkedő töltések nagysága és a köztük levő távolság szorzata.) A töltésleoldódás következtében a molekula deformációt szenved, ha pedig már eleve rendelkezett dipolus momentummal, a külső elektromos erőter a deformáció előidézésén kívül irányítani is igyekszik a molekulákat és azok az elektromos tér irányában polaritásuknak megfelelően beállani igyekeznek [2] (1. ábra).

Ha a kondenzátor lemezei között levő erőter iránya megváltozik, a polarizációs jelenségek ellentétes irányba játszódnak le. A töltések elmozdítására és a dipol molekulák átfordítására munka fordítódik, mely a dielektrikumban, mint fejlődő hő jelentkezik. Világos, hogy minél gyakrabban változik az elektromos erőter iránya, annál nagyobb lesz az időegység alatt fejlődő melegmennyiség. Az esetben, ha a dielektrikumban szabad ionok is vannak, azok a nagyfrekvenciás áram periódusának megfelelően rezgéseket





1. ábra

2. ábra

végeznek, mely rezgés kifelé ugyancsak hő alakjában észlelhető [10]. Számottevő hőeffektusra csak nagy rezgésszámú áramok alkalmazása esetén számíthatunk.

A hő tehát magában a dielektrikumban keletkezik és így a melegítés jellege alapvetően különbözik a külső hőforrással való melegítéstől. Esetünkben a dielektrikumot a fa és a ragasztóanyag rendszere alkotja.

Elektromos szempontból a melegítendő anyagot, a hozzátartozó elektródákkal, mint egy veszteséges kondenzátort tekinthetjük, vagyis úgy, mint ha egy tökéletes, veszteségmentes kondenzátort egy ellenállással kapcsolunk volna párhuzamosan (2. ábra).

Ez utóbbi képviseli a melegítendő anyagban fellépő veszteségeket. Ha a melegítendő anyagból egy 1 cm oldalhosszúságú kockát veszünk és ennek két szembenlevő lapját látjuk el fegyverzetekkel, akkor egy elemi kondenzátort kapunk, melynek veszteségeit az anyagállandókból levezethetjük.

A képzelt elemi kondenzátor kapacitása

$$C = 8,85 \cdot 10^{-14} \cdot \epsilon = K_1 \cdot \epsilon \text{ Farad} \quad (1)$$

Ellenállása pedig:

$$R = \frac{1}{\sigma} \quad (2)$$

ahol

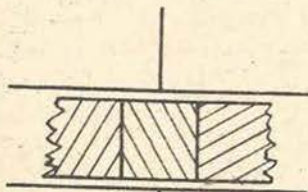
$\epsilon$  = a kocka anyagának relatív (vakuumra vonatkoztatott) dielektromos állandója,  
 $\sigma$  = a kocka anyagának vezetőképessége.

A melegítendő dielektrikum 1 cm<sup>3</sup>-ében hővé átalakuló energia nagyságát a következő összefüggés adja:

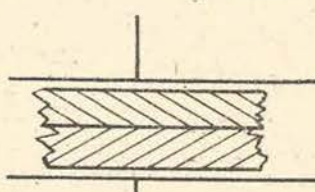
$$N^* = \frac{V^2}{2\pi f \cdot C \cdot 10^6} \cdot \text{tg } \delta \quad (3)$$

ahol

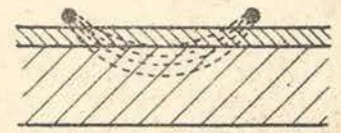
$V$  = az elektródák közötti térerősség  
 V/cm-ben,



3. ábra



4. ábra



5. ábra

$f$  = a nagyfrekvenciás áram frekvenciája  
 Mhz-ben,

$C$  = a kondenzátor kapacitása Faradban,  
 tg  $\delta$  = a dielektrikum veszteségi tényezője.

$C$  helyébe (1)-et helyettesítve, s a műveleteket elvégezve, a következő összefüggést nyerjük:

$$N = 5,56 \cdot 10^{-7} \cdot V^2 \cdot f \cdot \epsilon \cdot \text{tg } \delta \text{ Watt/cm}^3 \quad (4)$$

E képlet tekinthető a dielektromos melegítés alapképletének [3], [4], [5], [6], [7], [8].

Az anyag felmelegedésének sebességét a következő képlet adja meg:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{N\eta t}{4,18 \cdot \gamma \cdot c} \quad (5)$$

ahol

$N$  = a térfogat egységben keletkező melegmennyiség,

$\eta t$  = a felmelegítési folyamat hőmérsékleti hatásfoka (hővesztés a környezet felé),

$\gamma$  = fajsúly g/cm<sup>3</sup>-ben,

$c$  = fajhő cal/g-ben.

A ragasztandó objektumba betáplált energiamennyiség megoszlása a ragasztó és a fa között nagymértékben függ az elektródák, a fa és a ragasztóanyag kölcsönös helyzetétől, továbbá a fa és a ragasztóanyag dielektromos állandójától és veszteségi tényezőjétől. Nyilvánvaló, hogy a melegítés annál gazdaságosabb, minél nagyobb hányada fordítódik a betáplált energiának a ragasztóanyag és mennél kevesebb a fa felmelegítésére. Az elektródák elhelyezése szempontjából 3 fő esetet különböztetünk meg:

a) *Párhuzamos elrendezés.* Az elektródák úgy vannak elrendezve, hogy az elektromos erővonalak iránya megegyezik a ragasztóréteg irányával. Ezzel az elrendezéssel valósítható meg az ún. szelektív melegítés (3. ábra).

b) *Merőleges elrendezés.* Az elektródák elhelyezése olyan, hogy az elektromos erővonalak iránya merőleges a ragasztási felületre (4. ábra).

c) *Szórási mezőben való melegítés.* Egyes esetekben, pl. ha a melegítendő objektum nem helyezhető el a két elektróda között, alkalmazzuk az ún. szórási mezőben való melegítést. Ez esetben mindkét elektróda a melegítendő test egyazon oldalán foglal helyet. Az erővonalak a két elektródát ívszerűen kötik össze, miközben áthaladnak a melegítendő tárgy felületi rétegein is és a ragasztóréteget felmelegítik (5. ábra). Nézzük meg, hogy a fa illetve a ragasztóréteg térfogategységében abszorbeált energiamennyiségek milyen arányban állanak egymással a különböző elektróda elrendezéseknél.

Vizsgáljuk meg először a párhuzamos melegítés esetét. A fa és a ragasztórétegben egyenletes



télerősséget feltételezve, az energiaeloszlás az egyes rétegek térfogategységében a dielektromos állandó és veszteségi szög szorzatával arányos:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{5,56 \cdot 10^{-7} \cdot V^2 \cdot f \cdot \epsilon_2 \cdot \operatorname{tg} \delta_2}{5,56 \cdot 10^{-7} \cdot V^2 \cdot f \cdot \epsilon_1 \cdot \operatorname{tg} \delta_1} = \frac{\epsilon_2 \cdot \operatorname{tg} \delta_2}{\epsilon_1 \cdot \operatorname{tg} \delta_1} \quad (6)$$

ahol  $V$  és  $f$  jelentése azonos a (3) képletben megadottakkal,

$\epsilon_1$  = a fa dielektromos állandójával,  
 $\operatorname{tg} \delta_1$  = a fa veszteségi szögével,  
 $\epsilon_2$  = a ragasztóanyag dielektromos állandójával,  
 $\operatorname{tg} \delta_2$  = a ragasztóanyag veszteségi szögével.  
 $N_2$  = A ragasztóréteg térfogategységében keletkező melegmennyiség.  
 $N_1$  = A fa térfogategységében keletkező melegmennyiség.

$$\frac{N_2}{N_1} \text{ értéke számszerűen } \frac{0,7 \cdot 25}{0,05 \cdot 4} = 87,5 \quad (7)$$

Merőleges elektróda elrendezés esetén a képletet az alábbiakban vezetjük le: Legyen a két ragasztandó faréteg vastagsága egyaránt  $d_1$ , a ragasztóanyag réteg vastagsága pedig  $d_2$ . Az elektrosztatikából ismert összefüggés szerint, ha a két elektródán  $U$  feszültség van, akkor az egyes rétegekben fellépő feszültségkülönbség az alábbi módon írható fel: A feszültség a farétegben:

$$U_1 = \frac{U}{\frac{d_1}{\epsilon_1} \left( \frac{2d_1}{\epsilon_1} + \frac{d_2}{\epsilon_2} \right)} \quad (8)$$

A feszültség a ragasztórétegben

$$U_2 = \frac{U}{\frac{d_2}{\epsilon_2} \left( \frac{2d_1}{\epsilon_1} + \frac{d_2}{\epsilon_2} \right)} \quad (9)$$

Ebből a télerősség a farétegben

$$H_1 = \frac{U_1}{d_1} = \frac{U}{\epsilon_1 \left( \frac{2d_1}{\epsilon_1} + \frac{d_2}{\epsilon_2} \right)} = \text{Volt/cm} \quad (10)$$

A télerősség a ragasztórétegben

$$H_2 = \frac{U_2}{d_2} = \frac{U}{\epsilon_2 \left( \frac{2d_1}{\epsilon_1} + \frac{d_2}{\epsilon_2} \right)} = \text{Volt/cm} \quad (11)$$

Az egyes rétegek  $1 \text{ cm}^3$ -ében hővé átalakuló energia, mint azt az előzőekben láttuk, a rétegekben uralkodó télerősségek négyzetével arányosak.

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{K \cdot H_2^2 \cdot \epsilon_2 \cdot \operatorname{tg} \delta_2}{K \cdot H_1^2 \cdot \epsilon_1 \cdot \operatorname{tg} \delta_1} = \frac{\frac{U^2}{\epsilon_2^2 \left( \frac{2d_1}{\epsilon_1} + \frac{d_2}{\epsilon_2} \right)^2}}{\frac{U^2}{\epsilon_1^2 \left( \frac{2d_1}{\epsilon_1} + \frac{d_2}{\epsilon_2} \right)^2}} = \frac{\epsilon_2 \cdot \operatorname{tg} \delta_2}{\epsilon_1 \cdot \operatorname{tg} \delta_1} \quad (12)$$

Ezek az összefüggések az anyagok térfogategységében abszorbeált energiák viszonyát fejezik ki. Számértékileg

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{4 \cdot 0,7}{25 \cdot 0,05} = 2,24 \quad (13)$$

A számszerű értékek kiszámításánál átlagos tulajdonságú fát és ragasztóanyagot vettünk alapul. A dielektromos állandót fánál 4-nek, ragasztóanyagnál 25-nek, a veszteségi tényezőit fánál 0,05-nek, a ragasztóanyagnál 0,7-nek vettük. Láthatjuk a képletekből, hogy a párhuzamos elrendezés esetén a betáplált energiának jóval nagyobb hányada fordítódik a ragasztóanyag felmelegítésére, mint a merőleges elrendezésnél, vagyis párhuzamos melegítés esetén főleg a ragasztóréteg melegszik fel, a másik esetben viszont a fa is számottevően felmelegszik. *Ezért ahol csak lehet, törekedni kell a párhuzamos elrendezés minél tökéletesebb megvalósítására.*

## 2. A ragasztóanyag és annak dielektromos tulajdonságai

A nagyfrekvenciás faragászáshoz használandó ragasztóanyag több speciális követelménynek kell, hogy megfeleljen. Más szóval a faiparban használatos ragasztóanyagok közül nem mindegyik alkalmas nagyfrekvenciás ragasztás céljára. Ha tökéletes eredményt akarunk elérni a ragasztások során, olyan ragasztóanyagra van szükség, mely a nagyfrekvenciás ragasztás speciális követelményeit kielégíti. E helyen ezeket a követelményeket ismertetjük.

a) A dielektromos állandó és a veszteségi szög nagyságával szemben támasztott követelmények.

Az 1. pontban két képlet (6) (12) megadja, hogy miképpen függ a ragasztóanyag és a fa dielektromos jellemzőitől az az arány, mely kifejezi, hogy a ragasztandó tárgyba betáplált energia hogyan oszlik meg a ragasztóréteg és a fa között.

Nyilván arra kell törekednünk, hogy a  $\frac{N_2}{N_1}$  tört értéke minél nagyobb legyen, vagyis a ragasztóréteg térfogategységében minél több energia abszorbeálódjék a fa térfogategységében abszorbeált energiához képest. A tört értékét kifejeztük a fa és a ragasztóanyag dielektromos tényezőivel. A kifejezés más-más alakot ölt az elektróda és a ragasztóréteg helyzetétől függően. A képletek szerint merőleges melegítés esetén olyan ragasztóanyagot kell használnunk, melynek dielektromos állandója kicsiny, viszont veszteségi szöge minél nagyobb. Párhuzamos melegítésnél a dielektromos állandónak és a veszteségi szögnek egyaránt nagy-nak kell lenni ahhoz, hogy a tört értéke nagy legyen. Ebből következik, hogy elektromos szempontból az elektródák helyzetétől függően változnak a ragasztóanyag dielektromos állandójával szemben támasztott követelmények. Míg ugyanis a veszteségszög értékét bármely ragasztási feladatról is legyen szó, mindig növelni, addig a dielektromos állandót párhuzamos melegítésnél növelni, merőleges melegítésnél pedig csökkenteni lenne célszerű.

b) A ragasztóanyag kötési hőfokával és a kötési idővel szemben támasztott követelmények.

Határozzuk meg először, mit is értünk kötési hőfokon, illetve kötési időn. A faragástókat (az ún. filmenyv kivételével) folyékony halmazállapot-



ban kenik fel a fafelületre, majd a bekent felületeket egymáshoz szorítják addig, míg a folyékony raganyag szilárd halmazállapotú kemény anyaggá nem válik. A kikeményedést több ok idézheti elő. Pl. a ragasztóanyag felmelegítése, vegyszer hozzáadása, a két eljárás együttes alkalmazása, emulzió alakjában felvitt ragasztóanyagnál az emulzió koagulálása, (pl. P.V.A. ragasztó) oldatban felvitt ragasztónál az oldószer eltávolítása következtében a ragasztó beszáradása, (pl. bőrenyv), stb.

A nagyfrekvenciás faragasztás céljára hőre keményedő műgyantákat alkalmazunk. E ragasztók készítése során a kiindulási monomerekből melegítés hatására polikondenzációs termékek jönnek létre. Mikor a termék a megfelelő polikondenzációs fokot elérte, lehűtéssel, esetleg a pH megváltoztatásával a reakció sebességét annyira lecsökkentik, hogy az elkészült műgyanta hónapokig megőrzi kenhető állapotát.

A ragasztás során közölt hő hatására a polikondenzációs reakció sebessége erősen megnövekszik, illetve új reakciók indulnak meg és a folyékony ragasztó bizonyos idő alatt szilárd kötőanyaggá alakul. A ragasztóanyag lekötéséhez szükséges időt kötési időnek, az alkalmazott hőfokot pedig kötési hőfoknak nevezzük.

A ragasztás előtt egyes ragasztóanyagokba segédanyagokat kevernek. Ennek célja egyrészt a tökéletes kikeményedéshez szükséges reakciókomponens bevitele (pl. paraformaldehid rezorcinalapú műgyanták esetén), másrészt a kikeményedés során lejátszódó folyamat gyorsítása és megfelelő irányba terelése (pl. ammoniumklorid, sósav, szerves szulfónsavak stb.). Egyes esetekben a katalizátor mennyiségének fokozása útján elérhetjük azt, hogy a ragasztó néhány óra alatt már szobahőmérsékleten is leköt. Adott ragasztó esetén a tökéletes kikeményedéshez szükséges kötési idő a hőmérséklet emelkedésével igen rohamosan csökken. Mivel a nagyfrekvenciás melegítéshez szükséges elektromos energia drága, a kötési időnek minél kisebbnek kell lenni. A kötési időt csökkenteni lehet a ragasztási hőmérséklet emelésével, továbbá a kötési folyamat sebességét gyorsító segédanyagok adagolásával [9]. Mindkét lehetőségnek azonban határai vannak.

A ragasztási hőmérséklet nem emelhető 100° fölé, a következő okok miatt:

A ragasztásoknál használt fa mindig tartalmaz több-kevesebb nedvességet. Az ilyen vizet tartalmazó fát nagyfrekvenciás úton melegítve azt tapasztaljuk, hogy a fa hőmérséklete a betáplált energiától függően bizonyos sebességgel egyenesen emelkedik. Minél magasabb azonban a fa hőmérséklete, a benne levő víz párolgása annál intenzívebb lesz és a betáplált energiának egyre kisebb része fordítódik a fa felmelegítésére és egyre több a víz elpárologtatására. 100° fölé megindul a fa nedveinek forrása s a fa hőmérsékletének emelkedése hirtelen lelassul és mindaddig nem emelkedik számottevően, míg a víz a fából teljesen el nem távozott. Megjegyezzük, hogy a kapillár kondenzáció és a fa nedveinek forráspont

emelkedése következtében a fában levő folyadék forráspontja néhány fokkal meghaladja a 100°-ot. Tekintve, hogy a falemezek között levő ragasztóréteg igen vékony, annak hőmérséklete különösen merőleges irányú melegítés esetén nem haladhatja meg számottevően a szomszédos farétegek hőmérsékletét. Ezért ha a ragasztót 100° fölé akarjuk melegíteni, a melegítés időtartama aránytalanul megnövekszik, mivel meg kell várunk, amíg a fában levő összes nedvesség el nem párolgott.

További hátrány 100° fölötti ragasztásnál, hogy a fa a ragasztás alatt teljesen kiszárad. A présből kivéve a nedves levegőn lassan beáll a hygroszkópos egyensúly, minek során rostirányától függően különböző mértékben megduzzad és a ragasztott elemekben alakváltozások, belső feszültségek jönnek létre.

A kikeményedési folyamatot gyorsító katalizátorból sem adagolhatunk tetszés szerinti mennyiséget, mert túl adagolás esetén a kikeményedés olyan gyorsan megy végbe, hogy a ragasztó már szobahőmérsékleten, a prés záródása előtt, esetleg már a kenés alatt elveszti folyékony jellegét, ami a ragasztás lefolytatását lehetetlenné teszi.

Az eddig elmondottakat a következőkben foglalhatjuk össze:

Szükséges, hogy a ragasztóanyag a katalizátor bekeverése után szobahőmérsékleten még 1—2 óráig keverhető állapotban maradjon, továbbá 90—100 C° között a lehető legrövidebb idő alatt kikeményedjék. Pontosabban megfogalmazva, a katalizátorral bekevert gyanta kikeményedési folyamatának sebességi állandója 30 C°-on alul (max. munkahely hőmérséklet) alacsony legyen, 30 C°-on felül pedig minél rohamosabban emelkedjék.

Itt említjük meg a nagyfrekvenciás melegítés alkalmazásának egy érdekes és az irodalomban kevésbé ismert esetét, ahol ragasztóanyagként nem hőre keményedő műgyantát, hanem állati eredetű bőr- vagy csontenyvet használunk. Ugyanis, az állati eredetű nyvek meleg hatására nem keményednek meg, hanem éppen ellenkezőleg meglágyulnak és gél állapotból folyékony szol állapotba mennek át. Ezért első pillanatban a nagyfrekvenciás melegítés alkalmazása paradoxonnak tűnik.

Az állati eredetű nyveknek nagyfrekvenciás melegítésnél való alkalmazására ezideig a külföldi irodalomban csak egy helyen találtunk utalást [8]. Kutatómunkánk során az Újpesti Rádiószekrénygyárban egyéb ragasztók mellett a glutin-nyvet is kipróbáltuk rádiókávék nagyfrekvenciás erőterben való sorozat ragasztásánál. A glutin-nyvet a következő megfontolások alapján alkalmazzuk nagyfrekvenciás faragasztásnál.

A ragasztásokhoz vizes enyvoldatot készítünk és pedig a szokottnál nagyobb sűrűségben. Felkenjük az összeragasztandó felületekre, majd azokat egymásra rakva, a présbe helyezzük. A sűrűbb enyv felkenés után rövidesen megkocsonyosodik a felületeken, ez azonban a jelen esetben nem baj. A prés záródása után bekapcsoljuk a



nagyfrekvenciás áramot. A meleg hatására az enyv-kocsonya a ragasztási fugákban ismét higan folyó lesz és tökéletesen elhelyezkedik a felületek között, a fölösleges mennyiség pedig a fugákból kinyomódik. A további melegítés hatására az enyvoldatból víz távozik el, miáltal annak szárazanyag-tartalma emelkedik. Meghatározott idő után kikapcsoljuk a nagyfrekvenciás áramot és a ragasztandó objektumot présbe szorítva lehűlni hagyjuk.

Az eljárás előnyei a hideg úton végzett glutininyves ragasztással szemben:

A présbentartás és a pihentetés ideje lényegesen, 1/5—1/10-ére lerövidül, mivel a magas szárazanyag-tartalmu enyv hamarabb szárad ki és éri el véleges szilárdságát. Az enyvező helyiséget nem szükséges oly megre felfűteni, mint egyébként szokásos, mivel az enyv megdermedése a présberakás előtt itt nem befolyásolja károsan a ragasztás minőségét.

### 3. Dielektromos melegítés alkalmazása a faiparban

Mindjárt a kérdés tárgyalása elején leszögezzük, hogy a nagyfrekvenciás melegítés a faiparban előforduló ragasztási feladatoknak csak egy részénél alkalmazható gazdaságosan. Amilyen helytelen lenne a nagyfrekvenciás ragasztást, mint sehol sem kifizetődő drága eljárást emlegetni, épp oly helytelen lenne arról beszélni, hogy a nagyfrekvenciás melegítés a faiparban használatos egyéb melegítési eljárásokat teljesen ki fogja szorítani, legalább is a jelenlegi energiaárakat figyelembevéve.

A nagyfrekvenciás melegítés előnyeit egyéb melegítési eljárásokkal szemben a következőkben látjuk:

a) A meleg magában a melegítendő anyagban keletkezik, tehát nem kívülről terjed befelé, hanem a fa egész tömege egyenletesen melegszik.

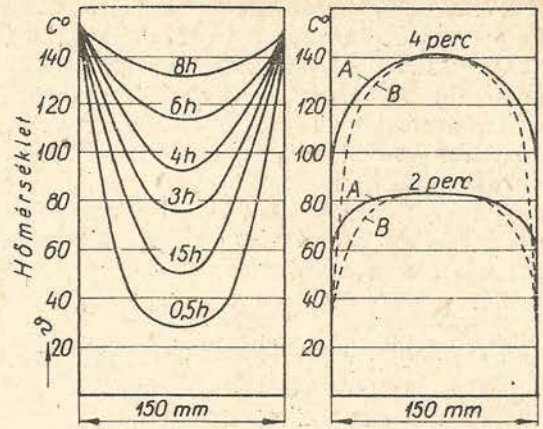
b) A felmelegedés sebessége igen gyors.

c) A hőfejlődés nagy mértékben koncentrálható a melegítendő objektum egyes részeire, pl. csak a ragasztási felületekre.

d) Olyan speciális ragasztási feladatok vihetők keresztül segítségével, melyek más módon nem, vagy csak sokkal költségesebben oldhatók meg.

e) A melegítésre felhasználandó energia pontosan adagolható. A következőkben soravesszük az egyes előnyöket:

a) Az egyenletes felmelegedés előnye legjobban vastag faelemek ragasztásánál mutatkozik meg. Tegyük fel, hogy 5 db 3 cm vastag palló összeragasztását akarjuk elérni. Helyezzük be az ötrétegű 15 cm vastag tömböt először gőzzel 150°-ig felfűtött préslapok közé. Ez esetben a fa kívülről, vezetés útján melegszik fel. Ez a melegedés, tekintve a fa rossz hővezető voltát, igen lassú. Amíg például a legbelső részek hőmérséklete 6 óra múlva is csak mintegy 100°, addig a legkülső rétegek már néhány perc múlva átveszik a préslapok hőfokát. E lassú hőátadási folyamat következtében az ilyen vastag darabok melegítése igen



6. ábra

hosszúra nyúlik. A külső rétegeket a hosszantartó magas hőmérséklet erősen igénybeveszi és a túlzott kiszáradás következtében megrepedeznek.

Nagyfrekvenciás melegítés alkalmazása esetén, mivel a meleg magában a fában keletkezik, annak egész tömege egyenletesen melegszik fel. Csupán a külső rétegek hőmérséklete lesz néhány fokkal alacsonyabb, a felületi lehűlés következtében. Ezt a felületi lehűlést azonban hőszigeteléssel lényegesen csökkenthetjük. Az itt elmondottakat jól szemlélteti A. Goldsteinnek immár klasszikussá váló 2 diagramja (6. ábra). Kitűnik az ábrából, hogy a nagyfrekvenciás melegítés előnye a hővezetési melegítéssel szemben annál inkább kidomborodik, minél vastagabb a melegítendő fa.

Vizsgáljuk meg az ellenkező esetet is. Vegyünk mind vékonyabb és vékonyabb faanyagot és vizsgáljuk meg a fa teljes keresztmetszetének a kívánt hőfokra való felmelegítéséhez szükséges időt mind a nagyfrekvenciás, mind a hővezetési melegítés esetén. Nagyfrekvenciás generátorunkat beállítjuk úgy, hogy a felmelegítési idő minden vastagság esetén az optimális, mondjuk 2 perc legyen.

Hővezetési melegítés esetén azt tapasztaljuk, hogy fokozatosan vékonyítva a ragasztandó falemezt, a melegítéshez szükséges idő mind rövidebb lesz és elérünk egy bizonyos rétegvastagságot, ahol már gőzfűtésű présekkel is fel tudjuk 2 perc alatt melegíteni a falemez belsejét a kívánt hőfokra. Mivel pedig a gőzüzemű, vagy elektromos fűtőtestek beszerzési ára, üzemeltetése lényegesen olcsóbb a nagyfrekvenciás berendezés beszerzési áránál és üzemeltetésénél, bizonyos rétegvastagságon alul, ha egyéb ok nem szól mellette, a nagyfrekvenciás melegítés alkalmazása nem indokolt. Természetesen, ha mód van arra, hogy több vékony lemezt egyszerre tegyünk présbe, a vékony lemezek úgy viselkednek, mint az összes vastagságuknak megfelelő fatömb, vagyis ez esetben ismét előnyösen alkalmazhatunk nagyfrekvenciás melegítést.

A kritikus vastagság számszerű értéke függ a használt ragasztóanyag lekötésénél alkalmazni kívánt hőfoktól, a ragasztóanyag optimális kötési idejétől, az illető fafaj hőmérsékleti koefficiensétől, fajhőjétől, sűrűségétől, továbbá a ragasztandó



objektum felépítésétől. E legutóbbi tényező megvilágítására szolgáljon a következő két példa:

Ha egy 3 cm vastag falemez két oldalát akarjuk 0,5 mm vastag furnérral színelni, s a ragasztóanyag kötési hőfoka  $90^\circ$ , akkor elegendő, ha a falemez hőfoka fél mm mélységben eléri a  $90^\circ$ -ot és nem szükséges, sőt egyenesen felesleges a 3 cm vastag fa egész tömegét felmelegíteni  $90^\circ$ -ra. Mivel pedig a nagyfrekvenciás melegítés esetén a fatömbnek legkevésbé éppen a szélei melegsznek fel, a fenti esetben a melegítés jobban és olcsóbban megoldható gőzüzemű fűtőtestekkel, melyek első sorban a felületi rétegeket melegítik fel.

Ezzel szemben áll a második eset.

Ha például 2 db másfél cm vastag lapból

$$t = t_1(t_0 - t_1) \frac{4}{\pi} \left[ \sin \frac{\pi x}{d} e^{-\frac{\pi^2 a^2 p}{d^2}} + \frac{1}{3} \sin \frac{3\pi x}{d} e^{-\frac{9\pi^2 a^2 p}{d^2}} + \frac{1}{5} \sin \frac{5\pi x}{d} e^{-\frac{25\pi^2 a^2 p}{d^2}} + \dots \right] \quad (14)$$

ahol

- $t$  = az  $X$  pont keresett hőmérséklete,
- $t_1$  = a préslapok hőmérséklete,
- $t_0$  = a fa hőmérséklete melegítés kezdetekor,
- $x$  = a  $X$  pont távolsága a melegítendő felülettől,
- $p$  = a melegítés kezdetétől eltelt idő,
- $d$  = a falemez vastagsága,
- $a$  = a fa melegvezető képessége, mely összetevődik a hőmérsékleti koefficiensből ( $\lambda$ ), a fajhőből, ( $c$ ) és a fajsúlyból ( $R$ ) a következő összefüggés szerint:

$$a = \frac{\lambda}{cR} \text{ m}^2/\text{óra}$$

Megjegyezzük, hogy az összefüggés, egyszerűség kedvéért, a melegítés közbeni hővesztéseket nem veszi figyelembe. Láthatjuk, hogy valamely belső pont hőmérséklete a fa fizikai állandóin és a melegítés időtartamán kívül csupán a préslapok hőmérsékletétől és a kiindulási hőmérséklettől függ. A fa fizikai állandói és kiindulási hőmérséklete adva vannak és így a présidő rövidítésére, illetve az elérendő hőfok növelésére csupán egyetlen út, a préslapok hőmérsékletének emelése kínálkozik. Ennek azonban határt szab az a körülmény, hogy a fa  $200^\circ$  körül már bomlani kezd, ami a ragasztott tömb külső rétegeinek szilárdságcsökkenéséhez vezetne. Így egy bizonyos vastagságú fa belsejét egy meghatározott hőmérsékletre nem tudjuk gyorsabban felmelegíteni, mint ahogy a (14) képletből kiszámíthatjuk az esetben, ha a préslap hőmérsékletét a maximális  $200^\circ$ -ra emeljük.

Egészen más a helyzet a nagyfrekvenciás dielektromos melegítés esetén. Itt a felmelegítés sebességét (4), (5) képletek alapján a következő összefüggés fejezi ki:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{5,56 \cdot 10^{-7} \cdot V^2 \cdot f \cdot \epsilon \cdot \text{tg } \delta \cdot \eta f}{4,18 \cdot \gamma \cdot c}$$

(A betűk értelmezését a (3), illetve (5) képletek után már megadtuk.)

Láthatjuk, hogy a felmelegedés sebessége ismét függ a fa fizikai állandóitól, továbbá az elektródák közötti térerősség négyzetétől és a nagyfrekvenciás áram frekvenciájától.

akarunk összeragasztani egy 3 cm vastag tömböt, akkor nagyfrekvenciás melegítést kell alkalmazni, mivel itt, éppen ellenkezőleg az előbbi esettel, a középső zóna hőmérsékletének kell elérnie a  $90^\circ$ -ot.

b) A ragasztóanyag felmelegítési sebességének gyorsítása. E fontos kérdés tanulmányozása végett vizsgáljuk meg, mitől függ a fa felmelegedési sebessége, a klasszikus kontakt melegítés és a nagyfrekvenciás dielektromos melegítés esetén.

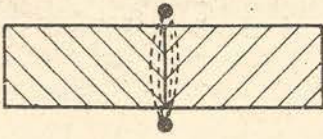
Kontakt melegítést alkalmazva, a melegített falemez egyik tetszőleges  $X$  pontjának hőmérsékletét J. D. Mac. Lean a következő összefüggéssel írja le: (11)

Mivel a fa fizikai állandói ismét adottak, a felmelegítés sebességét a térerősség és a frekvencia növelésével emelhetjük. A gyakorlatban a leggyorsabb az elektródákra adott feszültség emelése a térerősséget növelni. Ennek határt szab ugyan a melegítendő anyag elektromos átütő szilárdsága, azonban ez a határfeszültség már olyan rövid melegítési időket eredményez, amire rendszerint nincs is már szükség.

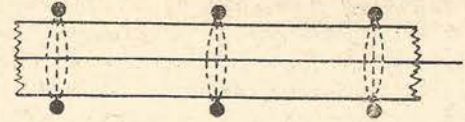
Olyan üzemekben, ahol a ragasztás, annak hosszú ideje következtében, szűk keresztmetszetet képez, nagy jelentősége van a ragasztási idő lerövidítésének. Mivel a ragasztás ideje a generátortól függ, ha szükséges lerövidíthető akár 30–40 másodpercere is, megfelelő teljesítményű generátor beállításával. 30 másodpercnél rövidebb ragasztási időt azonban, a ragasztóanyag esetleges károsodása miatt, alkalmazni nem célszerű.

Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a gyors ragasztási időkben rejlő előny csak akkor használható ki tökéletesen, ha nagyfrekvenciás generátort megfelelő kapacitási és korszerű pl. pneumatikus présszel szereljük fel. A generátor gazdaságos kihasználása érdekében szükséges, hogy az több részt szolgáljon ki. Mihelyt egy melegítési folyamat befejeződött, a generátor rövid idő alatt átkapcsolandó a következő présszerszámban levő elektródákra, mialatt az előtte melegített présből megkezdhető a leragasztott anyag kivétele. A generátort ugyanis, noha a melegítés szüneteiben nem fogyaszt sok áramot, még sem célszerű üresen járatni, mivel adó- és egyenirányító csövei továbbra is fűtés alatt állnak és így élettartamukba az az idő is beleszámít, amikor a nagyfrekvenciás áram ki van kapcsolva. A présszerszámoknak tehát gyorsan kell dolgozni, hogy a befogás és kivétel rövid idő alatt menjen végbe. Így, ha az anyag présbefogása, majd a melegítés után a présből való kiszedése addig tart, míg maga a melegítés, elérhetjük azt az ideális állapotot, hogy a generátor üres járatú ideje egy-egy melegítés között csak a tápvezeték átkapcsolási idejére korlátozódik és a folyamatos üzemhez csupán 3 présszerszám szükséges. Az elsőbe a befogás, a másodikban a melegítés, a harmadikból pedig a kiszedés történik.





7. ábra



8. ábra

Az esetben, ha a présbefogás és kivétel igen rövid idő alatt megy végbe, elegendő egy prés alkalmazása is. Ez esetben az üres járatí idő a présbefogás, illetve a kivétel ideje lesz, mivel a tápvezeték átkapcsolási ideje elmarad.

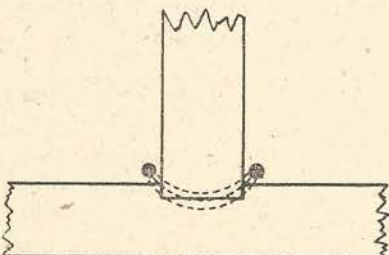
c) A nagyfrekvenciás melegítés harmadik előnye mint láttuk az, hogy a meleggé átalakuló energia a ragasztandó objektum bizonyos részeire koncentrálható. Ez gyakorlatilag azt jelenti, mód van arra, hogy csupán a ragasztási fuga és azok közvetlen környezete melegedjék fel, míg az attól távolabb eső farészek hidegen maradnak és így energiát nem fogyasztanak.

Világítsuk meg a kérdést egy példával. Két lecezt akarunk egymással összeragasztani. Ez esetben, ha a rúdalakúra kiképzett elektródákat a ragasztási élek mentén helyezük el, az erővonalak a ragasztórétegben és annak közvetlen környezetében futnak le (7. ábra). Világos, hogy ez esetben az energiafelhasználás csak töredéke annak, ami a fa teljes tömegének felmelegítéséhez szükséges lenne. Ezért, ahol csak lehetséges, törekedni kell az ilyen típusú melegítés alkalmazására.

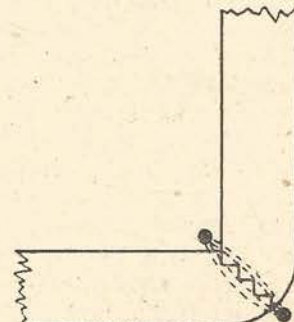
d) A nagyfrekvenciás ragasztás további előnye, hogy egyes különleges ragasztási feladatok oldhatók meg alkalmazásával. Példaképpen, anélkül hogy teljességre törekednénk, ismertetünk néhány ilyen lehetőséget.

Feladatunk legyen például két vékonyabb falemeznek lapjával egymáshoz való ragasztása. Ez esetben az összeszorított lemezek két oldalára egy-egy rácsszerűen kiképzett elektródát helyezünk. A rácsnak megfelelően, a ragasztóréteg csak bizonyos pontokon fog kikeményedni és kötést létesíteni a lemezek között. E kötés azonban már elég szilárd ahhoz, hogy a két lemez a présből kivehető legyen. A kibakelizált vonalak közötti ragasztóréteg ezután szobahőmérsékleten egy-két nap alatt szintén leköt és a ragasztás eléri végleges szilárdságát (8. ábra).

Olyan esetekben, ahol bonyolult formák ragasztásáról van szó, sokszor nem tervezhető olyan hőprés, amivel a ragasztás könnyen kivitelezhető lenne. Megfelelően kiképzett elektródákkal azonban a probléma áthidalható. Példának az alábbi két illesztést mutatjuk be (9. és 10. ábra).



9. ábra



10. ábra

Egyes faipari üzemekben, pl. az Újpesti Rádiószekrénygyárban igen sokféle ragasztási feladat fordul elő, és az egyes feladatok az aránylag kis darabszámú szériák miatt gyakran változnak. Ilyen esetekben a gyárnak még hidegen történő enyvezés esetén is komoly költséget jelent az új sablonok állandó elkészítése. Meleg ragasztás esetén gőzzel, vagy elektromossággal fűtött présformák beszerzése még sokkal költségesebb és azok nem is használhatók ki teljesen, mivel többnyire már jóval elhasználódásuk előtt egy új présforma üzembeállítása feleslegessé teszi a régi számszámot.

A nagyfrekvenciás melegítésnél azonban a prészszerzőm fából és műanyagból készíthető el, melegítő elektródák gyanánt pedig alumíniumlemez, vagy cső használható. Ezek a számszámok a gőzfűtésű vassablonok előállításának töredékéből készíthetők el, azonkívül a gyorsabb ragasztási idők miatt, adott napi leragasztandó alkatrész mellett, jóval kevesebb szükséges belőlük.

e) Végül előnyt jelent még a nagyfrekvenciás melegítésnél az is, hogy a melegítéshez szükséges energiát szolgáltató elektromos áram egy-egy gomb egyszerű lenyomása útján be- illetve kikapcsolható. Kontakt melegítést alkalmazva, az anyag melegedése a présbehelyezéssel kezdődik és lehűtéséhez a présből ki kell venni. A nagyfrekvenciás ragasztásnál viszont a melegítést bármikor abba lehet hagyni, illetve újra meg lehet indítani. Ennek szüksége különösen kísérleti ragasztásoknál merülhet fel.

#### 4. A ragasztások során betartandó biztonsági és egészségügyi rendszabályok

A nagyfrekvenciás műgyantás ragasztásoknál két típusú baleseti veszéllyel kell számolni:

- Vegyi ártalmak a ragasztóanyag részéről.
- Elektromos ártalmak a generátor és az elektródák részéről.

a) A vegyi ártalmak megelőzésénél gondot kell fordítani arra, hogy a ragasztóként használt műgyanta ne kerüljön közvetlen érintkezésbe a dolgozók bőrével. Feltétlen szükséges és elengedhetetlen a ragasztó felhordását végző dol-



gőzök gumikesztyűvel való ellátása. Különösen a fenol és fenolhomologtartalmú műgyanták veszélyesek. A velük szemben mutatott érzékenység, tapasztalataink szerint, változó. Egyes kevésbé érzékeny egyének huzamosabb ideig minden látható károsodás nélkül dolgoznak gumikesztyű nélkül fenolos műgyantákkal, mások bőrén viszont már néhány pernyi érintkezés után viszkető foltok jelentek meg. Az ilyen kiütések igen lassan gyógyulnak és ha a szervezet mérgezése nem szűnik meg, idült bőrbántalmakká fajulhatnak. A fenolos komponenseket nem tartalmazó karbamid-formaldehid alapú műgyanták kiütéseket ugyan nem okoznak, de szabad formaldehid-tartalmuk miatt a vele érintkező bőrt cserzetté, repedezetté teszik, ami kiinduló pontja lehet egyéb fertőzésnek. Ezért e gyantáknál is szükséges a gumikesztyű használata. További veszélyt jelent a melegítés során a műgyantákból eltávozó formalin, fenol stb. gőz. Ezek ellen a prés fölött elhelyezett, kellően méretezett elszívóberendezéssel kell védekezni. Mindenesetre az így keletkező gőzök mennyisége csekélyebb, mint amennyi a klaszikus melegítési módszerek alkalmazása mellett fejlődik, tekintve, hogy a melegítési idő az ott alkalmazott időnek csupán töredéke.

b) Az elektromos természetű bántalmak elleni védekezés lényege az érintésvédelem biztosítása. Nagyfrekvenciás melegítőberendezésekben található áramnemek közül a következők a legfontosabbak:

1. 380 esetleg 220 Volt feszültségű 50 periódusú váltóáram. Érintése erős áramütést, egyes esetekben halált okozhat.

2. 2000—10 000 Volt feszültségű 50 periódusú váltóáram. Előbbinél veszélyesebb.

3. 2000—10 000 Volt feszültségű egyenáram. Érintése igen veszélyes, csaknem minden esetben halálos.

4. Rádiófrekvenciás áram. Nagyfrekvenciás áram folyik a generátor belső terében helyetfoglaló egyes elemeken kívül, a munkadarabot közrefogó elektródákban és az azokhoz vezető tápvezetékekben. A nagyfrekvenciás áram alatt álló vezeték érintése áramütést nem okoz, egyrészt mivel a nagyfrekvenciás áram csupán a test felszínén halad (skin effektus), másrészt az ilyen áram pólusainak igen szapora váltakozása következtében az élő szervezet szövetnedveiben számottevő elektrolitikus bomlás nem jöhet létre.

A nagyfrekvenciás áram alatt álló vezetők érintése még sem célszerű, mivel laza érintés esetén (a véletlen érintések legtöbbször ilyenek) a test és a fém között nagy ellenállás alakul ki s ott erős helyi felmelegedés jön létre, mely a test felszínén mély és nehezen gyógyuló égési sebeket okoz.

Szólnunk kell még a nagyfrekvenciás erőter

hatásáról. Az áram alatt álló elektródák és tápvezetékek alakjuktól és elrendezésüktől függően több-kevesebb energiát sugároznak környezetükbe. Az erőter intenzitása a berendezéstől távolodva rohamosan, a távolság négyzetével fordított arányban, csökken. Az eddigi megfigyelések szerint az ilyen erőternek az emberi szervezetre semmiféle káros hatása nincs. Ebből eredő megbetegedésről az irodalomban nem találtunk említést.

## 5. Összefoglalás

A cikk ismerteti a nagyfrekvenciás dielektromos melegítés során lejátszódó molekuláris jelenségeket, majd levezeti a fában hővé átalakuló energia képletét. Ezekután foglalkozik az elektródák, a fa és a ragasztóréteg kölcsönös helyzetével, tárgyalva az egyes fő esetekben az energia eloszlását a ragasztó és a fa között. Az elméleti alapok tisztázása után sorra veszi a műanyag ragasztókkal szemben támasztott fizikai és kémiai követelményeket, majd foglalkozik a glutininyv alkalmazásával nagyfrekvenciás ragasztásoknál. Ezután a dielektromos melegítésnek a faiparban való alkalmazásáról van szó. Sorra veszi az új eljárás előnyeit és példákon keresztül mutatja be, hol célszerű azt alkalmazni. Végezetül a nagyfrekvenciás műgyantás ragasztás alkalmazása során betartandó biztonsági és egészségügyi rendszabályokat foglalja össze.

## IRODALOM

- [1] *Karl Sandweg*: 20 Jahre Hochfrequenz-Holzverleimung, Holz als Roh- und Werkstoff 1957. ápr. 174. old.
- [2] *Erdei—Grúz Tibor—Schay Géza*: Elméleti fizikai kémia. I. kötet 194. old.
- [3] *F. Kollmann*: Hochfrequenztechnik bei der Holzverarbeitung. Holz-Zentralblatt 1954. ápr. 24. 54. old.
- [4] *Jan Stofko*: Dielektrickým ohrevom k vyššej mechanizácii nábytkárskeho priemyslu. Drevo 1956. 11. 189. old.
- [5] *Karl Egner—Helmuth Brünning*: Einflüsse auf die Aushärtungsgeschwindigkeit von Leimverbindungen in hochfrequenten Kondensatorfeld. Holz als Roh- und Werkstoff 1954. 9. 334. old.
- [6] *J. Simonda*: Vysokofrekvenčni ohrev silnych vrstev nevodivých materialu. Drevo 1955. okt. 228. old.
- [7] *A. Jean Bosset*: Le chauffage par haute fréquence dans l'industrie du bois. Électricité 1953. nov., 221. old.
- [8] *N. N. Gej.—Z. M. Szpitkovszkij*: Primenenije tokov viszkovoj esaszteti pri fanerovanij i szkleivanij detalej. Derevopererabativa jusesaja promislenoszt 1955. 6. sz.
- [9] *Kolosváry Gábor*: Adatok a karbamid-formaldehid ragasztó anyagok fizikájához. és kémiájához. Magyar Kémikusok Lapja 1956. szept.
- [10] *G. Henry—Bézy*: Le chauffage haute-fréquence. Paris 1948. 16. old.
- [11] *Leopold Vorreiter*: Holztechnologisches Handbuch, Wien, 1949. 185. old.



# A folyamatos formálás főbb jellegzetességei a forgácslapgyártásban

ALEC M. FISKEN

(Második közlemény a FAO/ECE műfalemez-konferencia anyagából)\*

## Összefoglalás

A formálás a forgácslap gyártására vonatkoztatva azt jelenti, hogy forgácsok, kötőszerek és más adalékanyagok ömlesztett keveréke összeálló paplanná változik át, amely a hő és présnyomás hatására préselt durva lapokká tömöríthető. A formálás folyamatosága megkívánja, hogy mind a forgács adagolása, mind az alátétlapok (terítőlemezek) vagy a szállítóeszköz mozgása folyamatos és egyforma ütemű legyen.

A folyamatos formálás szakasza a következő lényegbevágó műveleteket öleli fel: a forgácsok egyenletes áramlásának biztosítására az anyag pontos adagolása az időegységre számított súlyban megadva; terítés vagy töltés, az időegységre számított súly átszámítása négyzetméterre, a forgácsok elrendeződése a termék jellegének biztosítására; tömörítés vagy előpréselés a paplan megszilárdítására a további kezelés és a paplan vastagságának csökkentése végett, amely kihat a hőprés nagyságára és árára; végül szükség esetén a paplan szétदारabolása, hogy a végtelen hosszú szalag egyedi lapokban a többnyílásos présbe adagolható legyen.

Az ellenőrző berendezések, amelyek a folyamatos formáló módszereknél alkalmazásra kerülnek, — habár azok bonyolultabbak, mint a szakaszos formálásnál alkalmazottak, — könnyen beszerezhetők és ezek a termelőüzemekben eredményeseknek bizonyultak.

Bár a folyamatos formálás bármilyen termelőképeségű üzem számára alkalmas, ennek a módszernek a szakaszos vagy félfolyamatos eljárásokkal szembeni előnyei különösen akkor domborodnak ki, amikor a gyártás lineáris sebessége növekedik.

Nem lennének egészen pontosak, ha azt állítanánk, hogy a formálás művelete kulcsa a forgácslap jó gyártásának, miután minden egyes művelet, kezdve a forgácsok előállításától egészen a végső osztályozásig lényeges feltétel ahhoz, hogy kielégítő termék jöjjön létre.

Mindazonáltal fennáll az a tény, hogy a formálás eszköz ahhoz, hogy az ömlesztett forgácskeverékből lap képződjék és mint ilyen a forgácslap gyártásával foglalkozó tervezők és üzemi műszakiak részéről a legnagyobb erőfeszítést igényli.

A forgácslap folyamatos formálása, úgy ahogy ezt a kérdést a jelen értekezés tárgyalja, kiterjed forgácsok, kötőszerek és esetleg más adalékanyagok ömlesztett keverékének összeálló paplanná történő átalakítására, amely paplan hő- és présnyomás hatására forgácslappá keményedik ki.

A szakaszos vagy félfolyamatos eljárással ellentétben a valódi folyamatos eljárásnál feltétel, hogy a formálandó forgács adagolása egyenletes legyen az ugyancsak egyenletes ütemben haladó

alátétlapokra — vagy más szállítóeszközre. Ez az ütem a gyártásfolyamat lineáris sebességének üteme, amelyet ha megszorozunk a formálóberendezés szélességével megkapjuk az üzem gyártási kapacitását időegységre vonatkoztatott felületben kifejezve. A szakaszos formálásnak rendszerint ismertetőjele, hogy az alátétlap vagy szállítóeszköz egy-egy lap forgácsainak keverése vagy terítése alatt mozdulatlan, míg a félfolyamatos formálást az alátétlapok folyamatos mozgása jellemzi, amikor is az egyes alátétlapok között térköz van és a forgács terítése az alátétlapok elindítása és leállításának tekintetében szakaszos jellegű.

Folyamatos formálásról csak az esetben lehet beszélni, ha mind az alátétlapok mozgása, mind a forgács áramlása az üzem működése alatt megszakítás nélkül történik.

Azokban a forgácslapüzemekben, amelyek a folyamatos melegpréselést mozgó szalag, vagy az extruderes (kisajtoló) módszer segítségével eszközölik, a folyamatos formálás ezen eljárásnak nélkülözhetetlen követelménye. Emellett számos lemezpréselési műveletnél a folyamatos formálást a présnek automatikus vagy félautomatikus töltésével és kiürítésével kombinálva alkalmazzák. Ennélfogva azoknak az alapműveleteknek megvizsgálása, melyeknek összessége képezi a folyamatos formálás és elősajtolás szakaszát, lényegbevágóan fontos az ipar számára annak mai helyzetében.

Bármilyen formálási módszer összhangban kell hogy legyen az üzem kielégítő átfogó működésével oly módon, hogy a következő feltételek megvalósítását biztosítsa: a termék egyforma és kielégítő minősége; előre megjósolható gyártásteljesítmény, minimális üzemi holtidők; a termékek változatossága és végül megfelelő technológiai ellenőrzés. E kívánalmak szempontjából a folyamatos formálás más eljárásokkal kedvező módon hasonlítható össze.

Az eljárás meghatározása értelmében a folyamatos formálás minden egyes lapnál egyforma minőséget biztosít, minthogy e lapok egy végtelen szalag szétदारabolt termékei. A gyártási ütem fenntartása a folyamatos formálásnál rendszerint nem probléma. Bár elméleti szemszögből nézve számos szakaszos eljárás alkalmazása esetén is el lehet érni kielégítő gyártási ütemet, az üzemi gyakorlati követelmények azt mutatják, hogy az ütem fokozódásával a folyamatos formálás mindinkább vonzóbb hatásúvá válik, minthogy a szakaszos eljárásnál jelentkező nehézségek az átlagos sebesség vagy — mint jelen esetben — a gyártás lineáris sebességének négyzetével megsokszorozódnak.

Az ütem lineáris fokozódásával a folyamatos formálás ugyanígy kedvező az üzem működésének megbízhatósága szempontjából is, amelyet a tényleges és a megtervezett idő százalékos arányának megállapításával becsülnek fel.

\* Weyerhaeuser Timber Company, Tacoma, Washington. USA.



A különböző választékú termékek előállítására az üzem jellegének rugalmassága folytán a folyamatos formálásnál ugyancsak könnyen biztosítható. Mindazonáltal gondos tervezésre és megfelelően kivitelezett gépi berendezésre van szükség, minthogy a különleges lapszerkezetek, főleg pedig a heterogén összetételű lapok a kisméretű forgácsok vagy a nagy szeletelt forgácsok számára különleges adagolóberendezéseket igényelnek és alacsony gyártási költségek esetén bonyolultabb szerkezetű lapok előállítása szempontjából a szakaszos eljárás kedvezőbb lehet. A munkafolyamatok ellenőrzésére szolgáló berendezések, hála a gép- és műszergyárak leleményességének, csaknem az összes formálási eljárásokhoz hozzálakíthatók, azonban az aránylag nagy lineáris sebességgel működő nagyüzemekben ismét megnyilvánul az ellenőrzésnek könnyű volta, amely a folyamatos formálási eljárás velejárója.

Az előző szakaszban a szerző kísérletet tett ezen értekezés területének, a folyamatos formálásnak, mint üzemszakasznak meghatározására és reámutatott az eljárás szükségességére, valamint alkalmazhatóságára. Most már illő közelebbről vizsgálat tárgyává tenni azokat az alapvető műveleteket, amelyek a forgácspaplan folyamatos terítése közben végbemennek, amíg a paplan alkalmas arra, hogy durva forgácslappá tömörüljön.

A folyamatos formálásnak ezek az alapvető műveletei a következők:

1. Pontos adagolás.
2. Terítés és a prés megtöltése.
3. A forgácsok elrendeződése (orientációja).
4. Tömörítés vagy előpréselés.
5. Szükség esetén a paplan szétदारabolása.

Valamely adott berendezésben a fenti műveletek egyedi sajátosságát némileg elhomályosíthatják azok a mechanikai sajátosságok, amelyek lehetővé teszik, hogy az alapvető műveleteket egyetlen gépegység végezze el. Mindazonáltal minden egyes művelet lényegbevágóan fontos és ezért azokkal a jelen értekezés külön-külön foglalkozik.

### Pontos adagolás

A forgácskeverék pontos adagolása feltételezi a forgácsok ellenőrizhető áramlásának megállapítását az időegységre vonatkoztatott súlyban kifejezve. Miután a folyamatos formálás meghatározása magában foglalja az ütem fogalmát, az eljárás kezdeti lépcsőfokát a forgács áramlása képezi. A súly alapvető tényező, minthogy az egyforma termékminőség biztosítása céljából minden egyes lapnak azonos anyagsúllyal kell bírnia. Azonban az esetben, ha megfelelő átszámítási tényezők állnak rendelkezésre, nincs szükség az anyag tényleges mérésére. E célra igen gyakran a térfogatot használják fel, és ha a térfogatsúly és a nedvességtartalom ismeretesek és ellenőrizhetők, az időegységre vetített térfogatsúly teljesen kielégítő tulajdonság az ellenőrzés céljából. Akármilyen tulajdonság méréséről legyen szó, az időegységre vetített súly minden esetben alapvető fontosságú az adagolás szempontjából.

### Terítés és a prés megtöltése

Ha már egyszer az áramlást időegységre vetített súlyban megállapították, szükség van az adagolt áramló keverék terítésének keresztvitelére.

A folyamatnak ez a lépcsőfoka alapján véve az időegységre vetített állandó súlynak átszámítása időegységnyi területi egységre vetített állandó súlyra. Az adagolás fokát elfogadva az időtényező kiesik és a probléma a négyzetméterre vagy más területi egységre vetített állandó súly megállapítására egyszerűsödik le. Ez az átszámítás a forgácslapgyártásban rendszerint úgy történik, hogy az adagolt áramló forgácskeveréket alátétlappra terítik, amely megközelíti a kész forgácslap méreteit.

A terítésre kerülő anyag súlyának összegét a lap megkívánt végső vastagsága és térfogatsúlya határozza meg. A gyakorlatban a mérés számára sűrűn alkalmazzák a köbméteregységre vonatkoztatott térfogatot, minthogy a területi egységre vetített anyagsúly pontos mérése az alátétlapon körülményes és ezért ezt az eljárást a szokásos üzemi lehetőségek mellett mellőzik. Megint csak megállapítható, hogy amennyiben a térfogatsúly és a nedvességtartalom ismeretesek és ellenőrizhetők, fenti célra a térfogat tökéletesen elegendő tényezőnek tekinthető.

A terítés művelete közvetlenül az alátétlappal vagy kisegítő szalagra történő lerakás útján megy végbe. Az utóbbi eljárás kiküszöböli azokat az egyenlőtlenégeket, amelyek hajlított vagy fogazott alátétlapok alkalmazása esetén bekövetkezhetnek, amikor is az alátétlap felülete a térfogatmérés alapjául szolgál. A területi egységre vonatkoztatott állandó súly elérésének mechanikai részletei kívül esnek ennek az értekezésnek keretein, azonban meg kell említeni, hogy az adagolás és terítés műveletei sok üzemben össze vannak kapcsolva avégett, hogy az időegységnyi területegységre vonatkoztatott állandósúly az időegységnyi köbméteregységre vonatkoztatott térfogatra, mint a rendszer ellenőrizhető tényezőjére alapozva, biztosítható legyen.

### A forgácsok elrendeződése (orientáció)

Ezzel a kérdéssel is foglalkozni kell, minthogy a formálás alatt az elrendeződés akár véletlen, akár tervszerű módon, de bekövetkezik. A legtöbb üzem nem fordít különösebb gondot a forgács elrendeződésére. A forgács elrendeződése a részecskék geometriájából ered, amely az adagolást és terítést magában foglaló mechanikai műveletekkel párosul.

A forgács elrendeződésének a lapok tulajdonságaira gyakorolt kihatása jelentős és még akkor is, ha az üzem nem gyakorol a tekintetben ellenőrzést; bárminemű üzemi változás, amely megváltoztatja a forgácsok elrendeződését, maga után vonja a lap minőségének észrevehető megváltozását. A folyamatos eljárás lehetőséget nyújt a forgácsok elrendeződésének bizonyos határokon belüli szabályozására és lelkiismeretes üzemi dolgozó bizo-



nyára meg fogja vizsgálni ezzel kapcsolatban a lehetőségeket.

A folyamatos formálás során a fentiekkel összekapcsolódva felléphet a forgácsok elkülönülése is, vagyis a finom forgácsoknak a lap alapfelületeire történő vándorlása, ami együttjár a kiegyensúlyozatlan panelanyag későbbi esetleges vetemedésével. E probléma megoldása nagyrészen a formálást megelőző műveletek — úgymint a forgács méret ellenőrzése és a keverék tömörsége — megfelelő ellenőrzésében rejlik. Bármiféle folyamatos formálási módszert azonban úgy kell kialakítani, hogy a megkívánt műveletek végbenetele során a forgács elkülönülése minimális legyen.

A fenti műveletek folytán létrejön a forgácspaplan vázszerkezete. Ennél a pontnál már kialakultak a készlap jellemzői, illetve tulajdonságai. Bár a folyamatos formálás szakaszának további műveletei megengedik a lapok tulajdonságainak bizonyos kisebbmértű módosítását, azonban e műveletek elvégzésére elsőkön az üzem gyakorlati mechanikai működése szempontjából van szükség.

### Tömörítés vagy előpréselés

Az első ilyen lépcsőfok az előpréselés vagy tömörítés. A forgácslapgyártásban talán nincs még egy művelet, amelynek tekintetében a gépi berendezéseknek olyan széleskörű választéka állna rendelkezésre, mint az előpréselés. E lépcsőfoknak a mechanikája nem képezi ennek az értekezésnek tárgyát, szerencsére azonban a használatban álló számos gép úgy van megszerkesztve, hogy lehetővé teszik a kívánt eredmény biztosítását, azaz a laza és némileg labilis felépítésű paplannak előformált durva lappá való kialakulását, amely alkalmas a mechanikai továbbkezelésre és vastagságban már annyira tömör, hogy bevihető a tulajdonképpeni tömörítő melegprés tükörsíma étázsába.

Az előpréselésnél nincs szükség túlnagy présnyomásra és ezért a térfogatsúly aránylag alacsony költségek mellett jelentősen fokozható. A lapok vastagságának ezt követő csökkenése lehetővé teszi kevésbé költséges végső tömörítőprés alkalmazását, miután a tükörsíma préslapok száma és a teljes présdugattyúhossz csökkenthető. Folyamatos préselés esetében az előprés kisebb beszeríté szöveget vagy rövidebb bemeneteli részt igényel. A tömörítés révén azonkívül elegendő szilárdságú paplan keletkezik, amely alkalmas a modern préstöltőberendezésben történő kezelésre anélkül, hogy nagyobb mennyiségű forgács lazulna fel, illetve a paplan struktúrájában valamilyen zavar állana be.

A fentiekén kívül az előpréselés további előnye, hogy erős élek képzése folytán minimális az élek eltávolításánál, illetve a készlap éleiből előállított gyengébb minőségű lapoknál fellépő anyagvesztés. Az élek jó kialakítását bizonyos formában mindenütt gyakorolják, minthogy anélkül az anyag kisajtolódása következne be, ami

viszont az élekből kiindulón csaknem bizonyosan maga után vonná a térfogatsúly csökkenését.

Említés teendő még annak lehetőségéről is, hogy a forgács elrendeződése a tömörítés alatt keresztülvihető. Az ezzel kapcsolatban alkalmazott eljárás ebben a helyzetben igen fontos, mint-hogy az az irány, amelyben a tömörítő présnyomást alkalmazzák, bizonyos mértékben megváltoztathatja a forgács elrendeződését. Ennélfogva jól teszi minden olyan üzem, amely az előpréselési eljárást megváltoztatni szándékozik, ha a kiszemelt gép megvásárlása előtt tanulmányozza az ilyen tervezett változtatásnak a forgács elrendeződésére való esetleges kihatását.

### A paplan szét darabolásának művelete

A folyamatos formálási eljárás végső lépcsőfoka, amikor többetázos prés alkalmazása esetén a paplanszalagot egyedi paplanokra darabolják szét. Ez a művelet az alátétlapok előrehaladásával egybehangolt mozgású bonyolult vágóberendezések által, vagy pedig oly módon megy végbe, hogy a feszültség alatt álló paplan egyszerűen széttöredezik. A feszültséget a vezető alátétlapnak az azt követő lappal kapcsolatos felgyorsításával idézik elő. Ez a szét darabolási művelet csak az esetben kielégítő, ha annak hatására a paplan végei nem okoznak valamilyen minőségrontást a készlapban, illetve, ha nem képződik túlnagy keresztirányú szélezési eselék.

Heterogén összetételű vagy háromrétegű rétegelt típusú forgácslapok is előállíthatók folyamatos eljárással. Ebben az esetben azonban, ami a forgácsoknak az alátétlapokra való terítését illeti, minden egyes réteget külön formálási művelet keretében kell kezelni. Az előpréselési szakasz elhelyezése vagy több rétegű lapszerkezetek gyártása esetén több előpréselési szakasz kívánatos-sága a rétegek természetétől és az üzem fizikai elrendeződésétől függ.

A folyamatos eljárással kapcsolatban természetesen különféle problémák merülnek fel. A legtöbb nehézség nem az eljárás netáni hiányosságai-ból, hanem inkább a folyamatos formálás elméletétől való eltérésekből ered. Az egyik általános probléma abból a gyakorlatból származik, hogy alátétlapokat, illetve szállítópréslemezeket használnak, jóllehet azok folyamatosan mozognak. Ha a szállítóközeg valóban egy végtelen szalag lenne, egy elméletileg tökéletes paplandarabolóberendezés elejétől végig egyforma paplanokat várna szét.

A gyakorlatban azonban az a helyzet, hogy az alátétlapok rendszerint egy mozgó préslapsort, nem pedig egy végtelen szalagot képeznek és az alátétlapok csatlakozási pontjainál a forgácslapok bizonyos egyenlőtlensége tapasztalható. A gondos tervezés és óvatos munka mellett azonban ez a probléma minimumra csökkenthető és azt elfogadható határok között lehet tartani.

A folyamatos formálás közvetlenül a számára tervezett technológiai ellenőrzést igényli. Szakaszos eljárásnál minden egyes paplant külön ellenőriznek, míg a folyamatos módszernél a teljes műveletsorozat állandó ellenőrzésére van szükség.



Az olyan ellenőrző berendezések, amelyek érzékelni képesek a megválasztott szabványoktól való eltéréseket és ahol korrigáló rendszabályok alkalmazhatók, mielőtt az esetleges változatok az előre meghatározott szinteket túllépnék, mind jól felhasználhatók a folyamatos formálásnál.

Ilyen ellenőrző eljárások rendelkezésre állanak és azok használhatósága a gyakorlatban bebizonyosodott.

A fenti értekezés leírja a folyamatos formálás

fő jellegzetességeit, úgy ahogy azok a forgácslapgyártásban jelentkeznek, miközben a hangsúlyt a különleges felszerelés helyett inkább a szóhajvő alapvető műveletekre fekteti. A folyamatos eljárás a kívánt műveletek keresztülvitelére igen alkalmas és nagyobb üzemekben, ahol a gyártás viszonylag magas lineáris ütemű, más módszerekkel összehasonlítva valóban nagy előnyöket mutat.

Fordította:

*Dr. Forgács Károly*



# A faanyagok szárítási kérdéseihöz

DALÓCSA GÁBOR

„A tudományt előbbre vinni, újjal gazdagítani lehetetlen a múlt tudományos örökségének elcsajátítása nélkül.“

M. N. Rutkevics

## Bevezetés

Az utóbbi évek folyamán hazánkban a faipar is — nagyobbarányú beruházások nélkül — jelentős és gyors fejlődést ért el a termelés növelése területén. A termelés növekedése viszont arányosan növeli a szárazfa iránti szükségletet s így a fejlődéssel járó nehézségek — ismervé hazánk faellátási viszonyait — ma mindinkább a száraz faanyaggal való ellátás területén jelentkeznek.

A nedves faanyag, valamint a minőségi gyártás tehát egyre sürgetőbbé veti fel a gyártó vállalatok megfelelően műszerezett korszerű szárítóberendezésekkel és szárítási technológiai előírásokkal való ellátásának kérdését. Iparágak szintjén történtek ugyan intézkedések, melyek a feldolgozásra kerülő faanyag természetes és mesterséges szárítását elősegítették (egyes szárítókamrák építése, vagy átalakítása stb.) azonban ez a probléma megfelelően napjainkig nem oldódott meg.

Jelenleg ott tartunk, hogy azoknak a minőségi követelményeknek, melyeket szabványaink, vagy műszaki előírások előírnak, a vállalatok egyre nehezebben tudnak eleget tenni a faanyagok szárítási lehetőségeinek hiánya és ezért a meg nem engedetten magas nedvességtartalom miatt. Egyre több a jogszerű kifogás termékeinkkel szemben, amelynek jelentős része a száraz faanyag hiányára, illetve a mesterséges szárítás hiányosságaira vezethető vissza.

Elmondhatjuk tehát, hogy azok a törekvések, melyek az elmúlt évek folyamán arra irányultak, hogy a faiparban a természetes és mesterséges faanyagszárítás elméletét és gyakorlatát egybekapcsolják, továbbá, hogy biztosítsák a feldolgozó üzemek szárazfával történő ellátásához szükséges szárítókapacitást, valamint a jelenleg üzemeltetett mesterséges faszárítóknál a megfelelő szárítástechnika alkalmazását, nem vezettek a kívánt eredményre.

Ahhoz tehát, hogy a faanyagszárítás területén további eredményeket tudjunk elérni, elsősorban

fontos a tudomány és a gyakorlat szorosabb egységének a megteremtése, mert a tudomány hivatott a szárítási gyakorlat fejlődése során felmerülő kérdéseknek részletes feltárására, azok összefüggéseinek megkeresésére és az eredményeknek gyakorlati hasznosítására.

Jelen tanulmányban azt a célt tűztük magunk elé, hogy a faanyag szárítás elmélete területén néhány kérdést megvizsgáljunk és kevésbé hozzáférhető adatokat közöljünk az üzemi szárítással foglalkozó dolgozók részére, és ugyanakkor a hazai szárítási irodalom teljességét akarjuk elősegíteni.

A tanulmányban két kérdésesoporttal fogunk foglalkozni :

- I. A víz mozgása a fában, szárítás folyamán.
- II. A természetes szárítás kérdése a faiparban.

## I. A víz mozgása a fában

### I. A szabad felületről történő párolgás elmélete

A felületről történő párolgás elméletének ismerete a faanyagok természetes és mesterséges szárításánál nagy fontossággal bír, mert a felületeken kilépő nedvesség párolgási intenzitásának meghatározása nélkül nem tudjuk meghatározni sem a párolgás előidézésének szükséges hőmennyiséget, sem a párolgási hő szállítására az időegységre vonatkoztatott levegő mennyiséget.

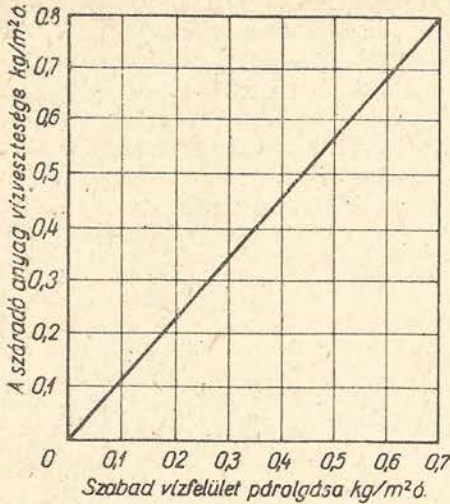
Szükséges a párolgás elméletének ismerete azért is, mert a különböző rendszerű szárítások folyamán a nedves anyagból történő víz-kilépés, valamint a víznek az anyagban történő mozgására vonatkozóan az alábbi törvényszerű megállapítások fennállnak :

a) Az a vízmennyiség, melyet a nedves anyagból szárítás folyamán elvonunk, párolgás útján távozik. A párolgó felület a párolgáshoz szükséges hőt a vele érintkező levegőből veszi és a keletkezett gőzöket levegőtömegnek adja át.

b) A párolgás, illetve a víznek gőzfázisba való állapotváltozása minden alkalommal csak a szárítandó anyag felületén történik.

c) A párolgó felület folyadéktáplálása az anyag belsejéből a felület felé történő folyadékmozgás útján történik.





1. ábra

d) A keletkező gőzöket a felület közeléből el kell távolítani.

Számos kísérlet bizonyítja, hogy a szárítandó anyag felületéről történő szárítás mennyiségére vonatkoztatott törvényszerűségek azonos jellegűek, mint a szabad vízfelületen kilépő elpárolgás törvényszerűségei. E törvényszerűségek között lineáris összefüggés van, melyet a megállapításainknál és számításainknál, mint korrekciós tényezőt az 1. ábra érték összefüggéseinek alapján figyelembe kell venni.

Ezért a felületről történő párolgás meghatározásánál a szabad felület párolgásának törvényszerűségeit kell vizsgálni és vonatkoztatni az általunk megváltoztatott faanyag szárítási viszonyokra.

A párolgás mint ismeretes diffúziós jelenség, mely a folyadék és gőzfázis érintkezési felületén határretegben megy végbe.

A párolgás intenzitása arányos a koncentrációkülönbséggel, amely helyett azonban egyszerűbb ha a parciális nyomások különbségével dolgozunk.

**Páryanomás** (parciális nyomás). A levegőben levő vízgőznyomást páryanomásnak ( $e$ ) nevezük, melynek értéke mm-ben kifejezve az a nyomás, melyet a gőz fajsúlymérő akkor mutatna, ha arra csupán a vízgőz hatna. A páryanomás nagysága függ a levegőben levő vízgőztől és a hőmérséklettől: ( $T = t + 273,16$  C°.) Amíg a levegő nem telített, állapotváltozás szempontjából az általános gáztörvényt követi.

**Telítettségi nyomás.** A víz feletti egyensúly esetén uralkodó nyomás az úgynevezett telítettségi páryanomás ( $\bar{E}$ ), mely elsősorban a hőmérséklettől függ. A telítettségi páryanomásnak ( $\bar{E}$ ) a hőmérséklettől való függésére O. Tetens állított fel tapasztalati képletet, mely szerint a telítettségi páryanomás log értéke :

$$\log \bar{E} = \frac{a \cdot t}{t + b} = C$$

A képletben

$\bar{E}$  = a telített páryanomás (H mm-ben)

$t$  = a levegő hőmérséklete (C°)

$a, b, c$  = állandók.

Az állandók értékét vízre és jégre az alábbi táblázat tartalmazza.

Állandók	Vízre	Jégre
a	7,5	9,5
b	273,3	265,5
c	0,6609	0,6609

Ha a telítettségi páryanomást és a hőmérséklet változást függvényben ábrázoljuk (lásd: 2. ábra) úgy azt láthatjuk, hogy az egyensúlyi nyomást kifejező függvénygörbe két részre osztja ( $t - \bar{E}$ ) síkot. Egyensúlyi állapotot csak a görbe pontjai fejeznek ki, míg a többi pont nem egyensúlyi állapotot ábrázol. Ezzel a megfontolással megkaptuk a párolgás lehetőségeinek feltételeit, mely szerint *szabad víz felület csak akkor párolgathat, ha a levegőben levő vízgőz parciális nyomása kisebb, mint az illető hőmérséklethez tartozó telítettségi páryanomás.* Azért ha a páryanomás egyenlő a telítettségi páryanomás értékével, a levegő relatív nedvessége 100%, így az több gőzt felvenni már nem képes.

Ha a víz felületi határretege telítve van vízgőzökkel és a nyomás egyenlő az adott hőmérséklethez tartozó telítettségi páryanomás ( $\bar{E}$ ) értékével, akkor a feszültségkülönbség = a telítettségi páryanomás és a levegő mindenkor parciális nyomásának ( $e$ ) különbségével ( $\bar{E} - e$ ).

A levegővel érintkező egységnyi vízfelületről az időegység alatt elpárolgó víztömeg és a páryanomás hiány ( $\bar{E} - e$ ) közötti összefüggést, mely szerint a vízgőz a kisebb feszültségi hely felé mozog — Dalton törvénye fejezi ki, mely szerint

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\delta(\bar{E} - e)}{b}$$

ahol

$v$  = a víztömeg,

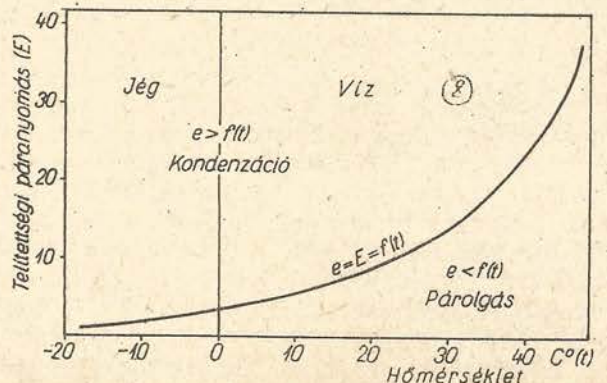
$t$  = az idő,

$b$  = barometrikus nyomás,

$\delta$  = a levegő mozgásától függő párolgási együttható.

A levegő mozgás állapota a párolgást lényegesen befolyásolja. Tekintettel arra, hogy a levegő mozgás háromféle lehet — teljes szélesend, lamináris és turbulens légáramlás — így a párolgás értéke ennek megfelelően változik.

A párolgás értékének számítására különböző



2. ábra



levegő áramlások esetén Yamamoto és Ogiwara az alábbi képleteket dolgozta ki:

A párolgás értéke csendes levegőben párolgás esetén.

$$V' = 0,298 (F_{tw} - f')$$

Lamináris levegő áramlás esetén.

$$V' = 0,925 u \left( \frac{u \cdot x}{\partial} \right) - 0,5 (F_{tw} - f')$$

Turbulens áramlás esetén.

$$V' = 0,036 u \left( \frac{u \cdot x}{\partial} \right) - 0,2 (F_{tw} - f')$$

ahol a képletekben:

$V'$  = a párolgás értéke (g/cm<sup>2</sup> sec)

$F_{tw}$  = a páratartalom a víz felületén (a víz felületi hőmérsékletéhez tartozó páratelítettség (cm<sup>3</sup>))

$f'$  = a levegő páratartalma,

$u$  = a levegő áramlási sebessége,

$x$  = a felület hossza,

$\partial$  = kinematikai sűrűlási együttható, melynek értékeit cm<sup>2</sup>/sec-ban az alábbi táblázat tartalmazza.

$t$	Száraz levegő	Nedves levegő
0	0,129	0,129
10	0,139	0,140
20	0,149	0,150
30	0,159	0,162
40	0,170	0,174

Abból a törvényszerűségből kiindulva, hogy a gőz a kisebb feszültségi hely felé mozog s intenzitása a feszültség különbséggel arányosan változik, a szabad vízfelületekről történő párolgás mennyiségének meghatározása tekintetében majdnem minden kutató véleménye egyezik abban, hogy az elpárolgó vízmennyiség egyenesen arányos a párányomás hiánnyal.

Megállapítjuk tehát, hogy a vízfelület minden olyan esetben párolog, ha a környező levegő párányomása a vízfelület párányomásánál kisebb értéket mutat.

Igaz, hogy a párányomás hiány vagy ami szintén ezt fejezi ki, a koncentráció különbség hatására a párolgás megindul, azonban ez a folyamat nem akadálytalanul folyik le, mert az egész párolgási folyamat közben termodiffúzióval és a határretegben a gőz és a levegő morális keveredésével bonyolódik.

Ez a hatás azért érvényesül, mivel a párolgás következtében a párolgóvíz felett egy gőzréteg keletkezik. A párolgó felület felett kialakult gőzrétegben azonban nemcsak a koncentráció grádiense változik a párolgó víz hőfokának megfelelő telítettgőz állapotról a környező levegőben levő vízgőz koncentrációjáig, hanem a hőmérséklet is változik a párolgó víz hőfokától — mely egyenlő a nedves hőmérő által mutatott hőfok értékével, melynél a parciális nyomás pedig a nedves hőmérő mutatta hőmérsékletéhez tartozó telítettgőz nyomásával egyenlő a környező levegő hőfokáig. Mindkét változás lineáris. A levegő mozgását ezért a párolgási folyamat és a hőmérsékleti különbség is előidézi, mely a párolgást bizonyos fókig gyorsítja.

Az a megállapítás, hogy az anyag felületi hőmérséklete egyenlő a nedves hőmérő hőmérsékletével nagy jelentőségű a szárításnál. Ez ugyanis azt fejezi ki, hogy a melegbordozó közeg — a környező levegő, amely telítetlen — hőmérséklete mindig nagyobb, mint a száradó anyag felületi hőmérséklete.

Ha megismertük a víznek a fához való kapcsolatát, a felületekről történő párolgás és a szárítóközeg tulajdonságait, akkor ahhoz, hogy a helyes szárítási módot megválasszuk, hogy a legjobb szárító rendszereket és a szárítók helyes gyakorlati vezetését biztosítsuk, ismerni kell a faanyagban levő és különféleképpen kötött víznek a vízleadási mechanizmusát is.

A teljesség érdekében néhány szóval megemlítjük az élőfánál lezajló vízszállítási folyamatot is, mivel elsősorban itt kerül a fa a vízzel kapcsolatba.

## 2. Az élőfában levő víz mozgása

Az élőfában a víz mozgás szempontjából egy körfolyamatot végez, mely körfolyamat a gyökér és levélzet között a fa úgynevezett edényhálózatán (trachea és tracheida sejtek összessége) keresztül bonyolódik le. Az egyes sejtek közötti oldalirányú vízszállítást pedig a vermes és egyszerű gödörkék segítségével végzi. A vermes gödörke a két szomszédos sejttel között foglal helyet, de soha sem alkot olyan nyílást, mely a két sejtüreg összekötését szolgálná, csak mint „szelep“ a vizet és a benne oldott megfelelő tápanyagot eresztí át.

Az élő fa vízszállítási mechanizmusának csak egyes fázisait ismerjük, de magát az egész körfolyamatot nem. Az olyan elméletek mint a kohéziós vízszállítási elmélet, valamint a kapilláris erőkkel történő vízszállítási elmélet, az egyes kutatók munkája eredményeként (Strassburger, Dixon) ma már bebizonyosodott, hogy nem fogadhatók el.

Ennek ellenére a fa élő állapotban nagy tömegű vizet mozgat, mert a fa és víz súlyarányai csaknem 1:1 arányban állanak.

## 3. A döntött fa vízmozgása

A döntött fából való vízpárologtatás kevésbé hatásos, mint a gyökéren való szárítás, mert a döntésnél az ágak egy része eltörik, ezáltal a nedvességelpárolgást a korona és levélzet rosszabb helyzete folytán csak kisebb mértékben biztosítja.

Mivel az így történt párolgás folyamán a faanyag szabad vízének csak egy részét veszti el, a nedvesség mozgása a szabad felületről történő vízpárologás törvényszerűsége alapján megy végbe.

Az egész szárítási mód csak olyan fáknál alkalmazható, amelyek a gombatámadás veszélyének kevésbé vannak kitéve.

## 4. A víz mozgása a fában a szárítás folyamán

A száradás végső soron a faanyag felületén történik, ezért a nedvességnek a fatest belső pontjairól a felületekbe kell jutni. Azon az úton



— de egyéb mozgásban is — melyen keresztül a faanyag belsejéből a víz a felületre jut, a nedvesség mozgása folyadék vagy gőz halmazállapotban történik. Azonban mindkét esetben — mint arra már a szabad víz felületének párolgásánál rámutattunk — a mozgás a magasabb gőznyomás felől az alacsonyabb gőznyomás felé történik. A faanyagban a nedvességmozgás jellegét és sebességét a faanyag és nedvesség kapcsolatának módja (szabad és kötött víz), a faanyag nedvességvezető-képessége, a faanyag és a levegő higroszkópikus egyensúlya, a meleg levegővel való szárítás esetén pedig a hőmérsékleti grádiens is befolyásolja. A nedvességvándorlást lényegesen befolyásolja a hővándorlás is, illetve a két áramlás között teljes analógia áll fenn, ezért a melegvándorlás nedves anyagokban közvetlenül összefügg a nedvesség helyváltoztatásával s ez a két egyidejűleg lezajló folyamat kölcsönösen hat egymásra és szét nem választhatók.

Ahhoz, hogy a nedvességmozgást a fánál részleteiben is elemezhesük, fel kell sorolni azokat a fizikai hatóerőket, melyek a víz mozgását a faanyagban előidézik. Ismeretes, hogy a száradás s ezzel egyidejűleg a víz mozgása a fában a hőmérsékletemeléssel — ezzel a relatív légnedvesség csökkenéssel — a kapilláris erők és a diffúziók hatására következnek be.

#### Kapilláris erők

Lényegében húzó erők, melyek a vizet a szűk kapillárisok felé igyekeznek terhelni, azon fizikai törvényszerűség alapján, hogy a kapilláris csövecskékben kialakuló felső meniszkuszok a nehézségi erő hatásával ellentétes húzóhatást fejtenek ki.

A kapillárisok felett a gőz nyomása alacsonyabb, mint a folyadékfelszín gőznyomása. A kapilláris erők okozzák, hogy a víz a nedves (folyadékkal telt) anyag belsejében is áramlik. A kapillárisok két végén levő meniszkuszok által kifejtett erők, ha egyéb erők nem hatnak rájuk igyekeznek egyensúlyi helyzetet tartani, ezért ha a hőmérséklet hatására a kapilláris egyik végén gőz képződés következtében a víz párologni kezd, a csökkenő meniszkusz a húzó erők hatása által szívott vizet mindig kiegyenlíti.

#### Diffúzió jelenség

A diffúziós jelenség abban áll, hogy a nedvesség a nagyobb nedvtartalmú helyről a kisebb nedvtartalmú hely felé áramlik. A diffúzió hatás a szárítás folyamán lényegében a hőmozgást fokozza. A diffúzió hatás eredményeként jöhet létre a fa szabad vizének a sejtfalakon és a hozzátapadó adszorpcióval kötött molekulányi vastag vízrétegen keresztül történő áthatolása. Maga a diffúzió és a diffundáló anyag áramlási sebessége a fában levő hely és idő függvénye s ezért már csak egy parciális differenciál egyenlettel fejezhető ki, melyben az anyagállandók is — melyek lényegében nem is állandók — a szárítás folyamán állandóan változtatják értéküket. A diffúzió sebessége a hőmérséklet emelésével nő, a folyadék viszkozitása viszont csökken.

A faanyag nedvességmozgása tekintetében mind a kapilláris, mind a diffúziós erőkkel mozgott nedvességvándorlás fennállhat. A nedvességáramlás intenzitása (sebessége) viszont arányos a nedvesség grádienssel, vagy a nedvesség koncentrációval és a hőmérsékleti grádienssel. Matematikailag kifejezve:

$$i = -k (\Delta W + \delta \Delta t)$$

ahol

$k$  = a nedvességvezető képességű együttható,

$W$  = a nedvesség koncentrációja az anyagban,

$\delta$  = a hőmérséklet grádiens együtthatója,

$t$  = a hőmérséklet.

A nedvesség vezetés együtthatójának ( $k$ ) dimenziója:  $\text{cm}^2/\text{sec}$ .

Az egyik legnehezebb feladat, s egyben legfontosabb, a nedvességvezetési együttható megállapítása, különösen az olyan inhomogén szöveti szerkezetű anyagoknál, mint a fa, melynél a nedvességvezetés anizotrópiájával is találkozunk. A fa ugyanis sokkal jobban vezeti a nedvességet a rostok irányában, mint arra merőlegesen.

A fa nedvességvezető képességét igen sokan tanulmányozták, azonban a különböző kutatói munkák teljesen eltérő eredményeket mutattak ki a nedvességvezető képességet befolyásoló jellemző összefüggésére. Különösen a fa nedvességének a befolyása az, mely hosszú ideig nyitott kérdés volt. Az utóbbi időkig nem volt ismeretes a fánál a rosttelítettségű határ feletti nedvességtartalom befolyásának számszerű értéke a nedvességvezető képességi együtthatóra.

P. Sz. Szergovszkij érdeme, hogy kutatásai során bebizonyította, hogy a rosttelítettségű határ felett a nedvességtartalom grádiense nem határozza meg a fában a nedvességáramlás intenzitását. A rosttelítettségű határ felett tehát a nedvességvezetési együttható, melyet a nedvesség grádiens hatására végbemenő nedvességáramlás intenzitása jellemez, elveszti fizikai jelentőségét. A fa nedvességvezetési együtthatóját ezért csak a rosttelítettségű határ alatt kell vizsgálni.

A szárítás folyamán azonban az összes nedvesség, mely a fából eltávozik, a felületen lép a levegőbe, mely felület egy zónája lényegében a rosttelítettségű pont alatt van. Éppen ezért a szárítási idő kiszámítása szempontjából a nedvességvezetési együttható értékét ismerni kell a rosttelítettségű pont felett és alatt is.

A fa nedvességvezetési együtthatóját az alábbi tényezők befolyásolják:

a) a fa nedvességtartalma,

b) a fa hőmérséklete,

c) a fa térfogatsúlya és a víz mozgás áramlási iránya.

#### a) A fa nedvességtartalmának befolyásolása

Kísérletek során megállapították, hogy teljesen azonos körülmények között a 22—24% nedvességtartalmú fának van a maximális nedvességvezető képessége. Ettől a víztartalmi százaléktól úgy a nagyobb, mint a kisebb értékek felé csökken a nedvességvezetés, a gyakorlati számí-



tásoknál 7—8% nedvességtartalomtól a rosttelítettségi határig a nedvességvezetési együtthatót közel állandónak tekintjük.

b) *A fa hőmérsékletének befolyása*

A fa hőmérséklete igen nagy befolyással van a nedvességvezető képességi együtthatóra. Az együttható értéke megnő a hőmérséklet növekedésének hatására, aminek az a magyarázata, hogy a hőmérséklet emelése a diffúziót növeli, míg a cseppfolyós víznél a viszkozitást csökkenti. Az alábbi 3. számú diagramon bemutatjuk Egner vizsgálatai alapján a nedvességvezetési együttható változását a hőmérséklettől és a fa víztartalmától függően. Bár a kutató megállapításait igen erősen bírálták (Szergovszkij) azonban az a véleményem, hogy a két hatás jellege — ha szám szerint nem is helyes értékekkel — a diagramból jól érzékelhető.

c) *Térfogatsúly és a vízmozgás áramlási irányának befolyása*

A nedvességvezetési együttható nem függ a fajtától, azt csupán a fa térfogatsúlya befolyásolja. Minél nagyobb a szárítandó faanyag térfogatsúlya, annál kisebb a nedvességvezetési együttható. A térfogatsúly és a nedvességáramlás irányának függvényében a hőmérsékletvezetési együttható változását az alábbi 4. ábrán láthatjuk.

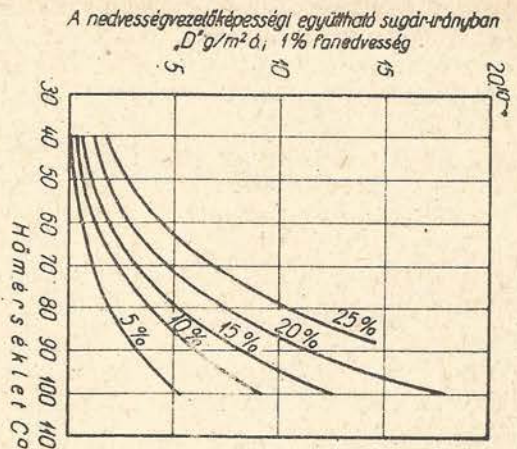
Szükséges néhány szóval megemlékezni a termikus nedvességvezető képességről is, mivel az a szárításnál érezteti hatását.

A szárításkor ugyanis a hő az anyagban a felületről az anyag belseje felé áramlik, s ennek következménye, hogy a felülethez közel levő kapillárisokban levő víz felett a gőz-nyomás nagyobb lesz, mint a fa közepén. A nyomás kiegyenlítődés hatására ezért a folyadék a felületről az anyag belseje felé igyekszik áramlani. Az anyagnak azt a sajátosságát, hogy ezt az áramlást milyen mértékben teszi lehetővé, termikus vezetőképességnek nevezzük. A termikus vezetőképesség és a nedvességvezető-képesség két ellentétes hatásnak a kifejezői. A termikus vezetőképességnek alacsony hőfoknál (100 C° alatt) azonban nincs különösebb gyakorlati jelentősége, ezért elhanyagolhatjuk.

*A nedvességmozgás jellege a rosttelítettségi határ alatti nedvességtartalom esetén a fa szárítása folyamán*

Rosttelítettségi határ alatt a nedvességmozgást egyrészt a vízgőz diffúziója a sejtfallal szabad mikrokapillárisaiban és sejttöregeiben, másrészt a sejtfallal nedvességgel kitöltött részében a folyadékra ható kapilláris erők idézik elő.

A felületről történő párolgás elméleténél meghatároztuk, hogy a vízgőz diffúzió sebessége a levegő és a fában levő vízgőz nyomásától függ, mely nyomás a rosttelítettségi határ alatt a fa nedvességtartalmának a függvénye. Ezért a vízgőz áramlási sebessége arányos a nedvességtar-



3. ábra

talommal, illetve az anyagban levő nedvesség koncentrációjával. A folyadék áramlási sebességét a kapillárisokban fellépő feszültségek határozzák meg, mely szintén a nedvességtartalom fokával arányos. A rosttelítettségi határ alatt a nedvességáramlás sűrűségének összege az alábbi differenciál egyenlettel jellemezhető:

$$i = -D \frac{dw}{dx} \text{ (gramm/cm}^2 \text{ sec)}$$

ahol

$w$  = a nedvesség koncentrációja a fában ( $\text{g/cm}^2$ ),

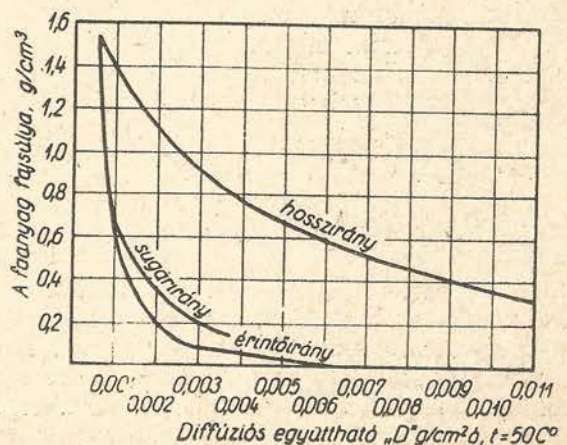
$x$  = a test nedvességáramlási irányának koordináta pontja (cm),

$D$  = a nedvességvezető-képességi együttható ( $\text{cm}^2/\text{sec}$ ) figyelembe véve a fában a nedvességmozgást mind gőz, mind folyadék alakjában.

1. a folyadéknak azt a mennyiségét, amely a test belsejében időegység alatt a felületegységen át halad a folyadék áramlási sűrűségének hívjuk.

A nedvességtartalom csökkenésével a folyadék áramlási sebessége is csökken és ezzel egyidejűleg nő a gőz áramlási sebessége.

A gőzdiffúzió sebessége az anyag felületéről a határretegen keresztül a környező közegbe, az anyag felületén levő ( $pa$ ) és a környező levegőben levő ( $pg$ ) gőz parciális nyomása különbségének a



4. ábra



szabadvíz felületről történő párolgáshoz hasonlóan az alábbi egyenlet szerint történik:

$$\frac{dM}{dT} = B(p_a - p_g) S,$$

ahol

$B$  = a nedves anyag szárításánál a folyadék-párolgási tényező,  
 $S$  = a párolgási felület.

Mivel az időegységben a felületre vezetett és onnan a környező levegőbe diffundált nedvesség-mennyiség egyenlő egymással, a kg/órában mért szárítási sebességet megkapjuk, ha a nedvesség-áramlás sűrűségét a teljes felületre vonatkozóan behelyettesítjük az alábbi képletbe:

$$\frac{dM}{dT} = -k(\Delta w + \delta \Delta t) s - B(p_a - p_g) S.$$

A szárítás sebességét %/órában az alábbiak szerint számolhatjuk:

$$\begin{aligned} \frac{dW}{dT} &= \frac{dM}{dT} \cdot \frac{100}{G_{sz}} = \\ &= -K(\Delta w + t) \frac{100s}{G_{sz}} = B(p_a - p_g) \frac{100s}{G_{sz}}. \end{aligned}$$

Így a száradási sebességet a határrétegben a kezdeti gőzdiffúzió sebessége vagy a nedvességnek az anyagfelületre történő vándorlásának sebessége alapján lehet meghatározni.

A rosttelítettségi határ alatt a fának levegőn történő száradási folyamata meghatározható — a szilárd testek száradására is érvényes — a nedvességvezető-képesség és a nedvességcsere differenciál egyenleteivel.

$$\begin{aligned} -\frac{DM}{dz} &= F \cdot D \cdot \frac{dw}{dx} \\ \frac{dM}{dz} &= F \cdot \beta (W_t - W_e) \end{aligned}$$

Az egyenletekben:

$$\frac{dM}{dz} = \text{a nedvesség áramlási sebessége (g/sec),}$$

$F$  = a nedvesség áramlási irányára a test merőleges keresztmetszetének felülete ( $\text{cm}^2$ ),

$\beta$  = a nedvességcsere együtthatója ( $\text{cm/sec}$ ),

$W_1$  = a nedvesség koncentrációja az anyag felületén ( $\text{g/cm}^3$ ),

$W_e$  = a légállapotnak megfelelő egyensúlyi nedvességtartalom ( $\text{g/cm}^3$ ).

A fenti differenciál egyenletek megoldása a faanyag száradási sebességére és időtartamára — a kezdeti és határértékektől függően — egész sor megközelítőleg pontos egyenletet eredményez.

*A nedvességmozgás jellege a rosttelítettségi határ feletti nedvességtartalom esetén a fa szárításánál*

A rosttelítettségi határ felett, amikor a fa teljes vastagságában szabad vizet is tartalmaz, a nedvességáramlás sebessége nem függ a nedvességtartalom fokától. Itt lényegében a külső erők (hidrostatikai, piezometrikus nyomás különbségek) hatására történik a nedvességáramlás, mégpedig anélkül, hogy ezáltal nedvességcsökkenés követ-

kezne be, ugyanis a sejtfalakban a kötött víz mozgása a valóságban a nedvességcsökkenés hatására következik be, míg a szabadvíz mozgásához ez nem szükséges.

A szárítás folyamán végbemenő nedvességmozgás a rosttelítettségi határ felett feltételezi a felületi és belső rétegek között fellépő kapilláris nyomáskülönbséget, mely akkor lép fel, ha a felületi réteg nedvességtartalma a rosttelítettségi határ értékei alá esik. Ez azt jelenti, hogy a teljes keresztmetszetben történő diffúziós vízmozgás csak akkor kezdődhet meg, ha a felületi réteg nedvességtartalma már a rosttelítettségi határ alatt van.

A szárítás folyamán ez a levegő nedvessége következtében gyakorlatilag azonnal bekövetkezik, ennek hatására fellépő kapilláris nyomáskülönbség a szabad vizet a fa belsejéből a felületre kényszeríti áramolni, ahol az elpárolog a levegőben.

A kapillárisok által szállított vízmozgás mechanizmusának alapja, hogy a kapillárisok a felületen történő száradással egyidejűleg bekövetkezett zsugorodás következtében eszkettennek. A kapillárisok a test felülete felé forduló kúpos alakot öltenek és a folyadék az ilyen kapillárisokban a test felszíne felé fog vándorolni.

A fánál a szabad víz párolgási felülete a fa vastagsága irányában fokozatosan elmélyül, felosztja a szárítandó faanyag keresztmetszetének felületét párolgás szempontjából, diffúziós és kapilláris zónákra. A két zóna közötti határ azonban — a fa anizotróp szerkezetének következtében — a szárítás folyamán elmosódik, ezáltal a szabad víz párolgási felülete átalakul a szabad víz párolgási zónájára.

A nedvességáramlás sűrűsége a kapilláris zónában a kapilláris nyomás különbségétől és a fa kapilláris átteresztő képességétől — melynek nagyságát általában a fa faj határozza meg — függ.

A rosttelítettségi határ felett a fa szárításának folyamán — tekintettel a nedvességmozgás különbségére — már nem két (mint a rosttelítettségi határ alatt) hanem három differenciál egyenlettel lehet meghatározni. A harmadik differenciál egyenlet a szabad víz párolgási zónája kapilláris átteresztő képességének matematikai egyenlete:

$$-\frac{dM}{dz} = F \cdot K \cdot \frac{dp}{dx}$$

Ha a szabad víz már elpárologott, a kötött víz párolgásánál a  $(ph)$  érték kisebb lesz, mint az ugyanazon hőmérsékletre tartozó gőz nyomása. Ez azt jelenti, hogy a higroszkópikus nedvesség elpárologtatásánál a mozgott nedvesség mennyisége és intenzitása csökken, vagy más szóval a száradás sebessége csökken.

Csökken a hőmérséklet különbség is a levegő és a száradó felületek hőmérséklete között, melynek következménye, hogy a száradó felület hőmérséklete növekszik. Következésképpen:

a) csökken a száradás sebessége,

b) a felület hőmérséklete növekszik.



### Összefoglalva

A faanyagban levő nedvesség a rosttelítettségi határ felett a szárítás folyamán folyadék alakjában — a kapilláris erők hatására — vándorol. A nedvességtartalom csökkentésének hatására — a diffúziós hatás eredményeként — gőz alakban történő nedvességvándorlás nő és a rosttelítettségi határ alatt lényegében a nedvesség gőz alakjában vándorol. A párolgási felületet nem tekinthetjük azonosnak a faanyag geometriai felületével, mert az bizonyos mélységig az anyag belsejére is kiterjed, mint azt a szabadvíz párolgási felületének elmélyülése biztosítja.

## II. A természetes faanyagszárítás

### 1. A természetes vagy légszárítás

A faanyagok természetes szárítása igen régóta ismeretes. Alapját a faanyag higroszkóposága, az atmoszférikus levegő határtalan nedvességnyelő képessége, valamint a levegő hő és nedvességszállító tulajdonságának felhasználása képezi.

#### A természetes szárítás jelentősége és előnyei

A légszárítást mintegy kiegészíti a mesterséges szárítás. Ott, ahol a megfelelő törzskészletek rendelkezésre állnak, ahol a szárító kapacitás nem fedezi előnedves állapotból való szárítás esetén a feldolgozáshoz szükséges száraz faanyag mennyiséget, a természetes szárításnak igen nagy jelentősége van. A légszárításnál történő 1% vízvesztésre ráfordított munkaerő és energia költség a mesterséges szárításhoz viszonyítva lényegesen kisebb. Előnye még a természetes szárításnak, hogy az anyag elhelyezésére csak egyes esetekben van szükség különleges módon elkészített raktárakra, hogy a szárításra kerülő faanyagot megfelelően el tudjuk helyezni. A természetes szárítás az idő függvényében igen hosszú folyamatot képvisel és ez a hosszú szárítási idő, valamint az ez alatt bekövetkezett paraméter változások előnyösen hatnak a szárítandó anyagra, ezáltal a sejtkepződés viszonylag kevesebb, továbbá a faanyagnál az úgynevezett hiszterézis területet csökkenteni tudjuk.

#### A természetes szárítás hátrányai

A természetes szárításnál mint legnagyobb hátrányt elsősorban kell megemlítenünk, hogy légszáraz állapotnál ( $u_1 = 15-18\%$ ) alacsonyabb nedvességet még többévi tárolás után sem tudunk elérni, ezért a feldolgozásra kerülő faanyagokat mesterséges szárítással is tovább kell szárítani. Egyes esetekben (pl. a kaptafaanyagoknál) különleges raktárberendezést és igen nagy munkaerőfelhasználást igényel, tekintettel az előreszárt anyagok szükséges szakszerű tárolására és raktározására. Maga a természetes szárítás hosszú idő után tud csak — az előírt célra megfelelő — légszáraz állapotú faanyagot biztosítani, ezért igen nagy készletek felhalmozását és nagy összegű forgóalap lekötését teszi szükségessé.

Igen nagy hátránya még a természetes szárításnak, hogy

a) a száradási sebesség lassú, ezért a faanyag különösen szakszerűtlen kezelés következtében ki van téve a gombatámadás veszélyének.

b) a szárítást végző szárítóközeg paramétereinek megváltoztatására nincs befolyásunk és így az az időjárás függvénye, és végül

c) a legutóbbi időnkig nem volt tudományosan megalapozva a természetes szárítás folyamata és technológiája és azt még ma is csak kevesen ismerik és alkalmazzák.

### A légszárítás tényezői

Ha a nedves faanyagot a természetes levegő hatásának tesszük ki, úgy az a szabad felületről történő párolgás törvényszerűsége és a levegő párafellevő képessége — ami a levegő paramétereinek megváltoztatásának függvénye — alapján a nedvességtartalmának egy részét képes elpárologtatni. A száradás (elpárologás) sebessége a levegő hőmérsékletének, nedvességtartalmának és hőmozgásának — amik egyébként a légszárítás tényezői — a függvénye, ezért a száradás egyenletességét, a szárítási folyamat meggyorsítását csak igen különleges és költséges módszerekkel és technológiával tudjuk csak biztosítani.

Éppen ezért, hogy a természetes szárítás optimális lehetőségét a helyi adottságoknak megfelelően megvizsgáljuk, a szárítás egyes tényezőit budapesti viszonylatban 10 év (1945—54) meteorológiai adatai alapján megvizsgáljuk hogy abból következtetést tudjunk le.

#### a) A hőmérséklet alakulása ( $C^\circ$ ) Budapesten havonként az elmúlt 10 év átlagos értékei alapján

A hőmérséklet havonkénti alakulását Budapesten az 1. táblázat és a 10 éves átlag, valamint a maximum és minimum értékeket az 5. diagramon láthatjuk.

A táblázatból és a diagramról leolvashatjuk, hogy a hőmérséklet alakulása mennyire az időjárás és az évszakok függvénye, melyre a szárítás szempontjából nem tudunk hatást gyakorolni. Az egész hőmérséklet változásokat csak a levegő páratartalmának ismeretében tudjuk felhasználni.

#### b) A levegő relatív nedvességének alakulása (%) Budapesten havonként az elmúlt 10 év átlagos értékei alapján

A relatív nedvesség havonkénti alakulását a 2. táblázat a 10 éves átlag, valamint a maximum és minimum értékeket 6. diagramon láthatjuk.

A relatív nedvesség alakulása — mint a hőmérséklet függvénye — igen értékes útmutatást ad a természetes szárításhoz, mert a levegő telítettsége szabja meg a párafelvétel mértékét.

A táblázatból és a diagramból láthatjuk, hogy a relatív nedvesség maximális és minimális értékei havonként 48—88% között, míg az átlagos értékek 57,2—84,9% között változnak. A faanyag higroszkópikus egyensúlya folytán ez a változás szabja meg a hőmérséklet függvényében az adott szárításnál a fa kiegyenlítő nedvességét, illetve a „szárítási potenciált”. Az átlagos értékek



1. táblázat

A hőmérséklet alakulása (°C) Budapesten havonként az elmúlt 10 év (1945—1954) átlagos értékei alapján

Év	Hó	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Évi átlag
1945.		3,5	2,0	6,9	12,4	18,5	21,2	22,7	21,5	17,2	10,7	6,5	1,6	11,4
1946.		2,8	2,7	7,4	14,5	19,2	21,4	23,9	23,2	18,8	7,9	6,0	0,2	11,8
1947.		5,7	1,9	6,6	14,1	18,3	21,5	23,8	22,5	21,0	10,1	7,0	2,6	11,7
1948.		4,2	1,1	7,3	13,9	18,5	19,0	20,3	21,7	18,5	12,3	4,3	2,5	11,5
1949.		1,8	2,7	4,5	13,7	18,0	18,8	21,8	20,8	18,7	12,5	7,5	3,5	12,0
1950.		2,2	1,8	8,1	12,5	19,0	21,9	24,4	22,7	17,6	9,9	6,1	3,7	12,1
1951.		2,8	4,1	6,3	12,4	16,6	20,8	22,4	22,9	18,6	10,2	8,2	2,2	12,3
1952.		1,2	1,5	2,8	15,1	15,8	20,5	24,2	24,0	15,7	10,6	4,6	0,8	11,4
1953.		1,3	2,4	6,8	12,5	15,7	20,5	23,0	19,9	18,3	12,8	4,5	1,0	11,6
1954.		4,8	4,5	6,8	9,3	16,3	21,7	19,9	21,4	18,5	11,0	5,1	3,9	10,4
Max.		4,2	4,1	7,4	15,1	19,2	21,9	24,4	24,0	21,0	12,8	7,5	3,9	12,3
10 év átlag		0,7	1,3	6,3	12,8	17,5	20,7	22,5	22,0	18,3	10,8	5,9	1,6	11,6
Min.		5,7	4,5	2,8	9,3	15,7	18,8	19,9	19,9	15,7	7,9	4,5	2,5	10,4

alapján megrajzoltuk az egyes havi átlagértékekhez tartozó kiegyenlítő fanedvesség értékeit, mely a 7. sz. diagramon látható. A diagramról leolvashatjuk, hogy a 10 éves átlagos kiegyenlítő fanedvesség 12,8%-nak felel meg, melyet azonban a gyakorlatban a különböző tényezők együttes hatása miatt nem tudunk elérni. Ugyanakkor az elérhető fanedvesség a különböző hónapokban 10,4—18,8% között ingadozik.

Ezekből az adatokból az alábbi következtetéseket tudjuk levonni:

1. A hőmérséklet és a relatív nedvesség 10 évi átlagos alakulása, valamint a hozzátartozó kiegyenlítő fanedvesség azt mutatja, hogy a legkedvezőbb esetben sem tudunk 10,4%-nál alacsonyabb nedvességtartalmú száraz faanyagot kapni.

2. A szárítóközeg paramétereinek ingadozása, valamint az ezzel egyidejűleg bekövetkező fanedvesség ingadozása a szárítandó anyagban hol dagadást, hol zsugorodást és ezzel a hiszterézis területének csökkenését idézi elő. A fának ez a mozgása előnyösen hat a fa tulajdonságaira.

3. Ha élőnedves vagy megközelítőleg élőnedves faanyagot teszünk ki a természetes szárítás hatásának és ugyanakkor nem gondoskodunk

megfelelő védelemről, az igen nagy szárítási potenciál következtében, a száradó felületeken bekövetkező sejtösszeroppanás megakadályozza a további száradást és ezzel az egész folyamatot lassítja, és ugyanakkor káros hajszárededéseket idéz elő.

Még egy érdekes adatot tudunk megkapni, hogyha a hőmérséklet és relatív nedvesség értékeit egy megfelelően választott diagramban ábrázoljuk. Lásd: 8. diagram.

A diagramból leolvashatjuk azt a tartományt, ahol az intenzív természetes szárítás lefolyhat. Ugyanis a két görbe metszéspontjai által bezárt terület az ahol a természetes szárítás gyakorlatilag eredményesen bekövetkezik. A diagram tehát azt mutatja, hogy eredményes, gyors, természetes szárítást március közepétől szeptember közepéig alkalmazhatunk. Az egyéb időszakokban a párolgási intenzitás alacsony értéke miatt a száradás igen lassú.

c) A levegő mozgása (szélsebesség alakulása) (mp) Budapesten havonként az elmúlt 10 év átlagos értékei alapján

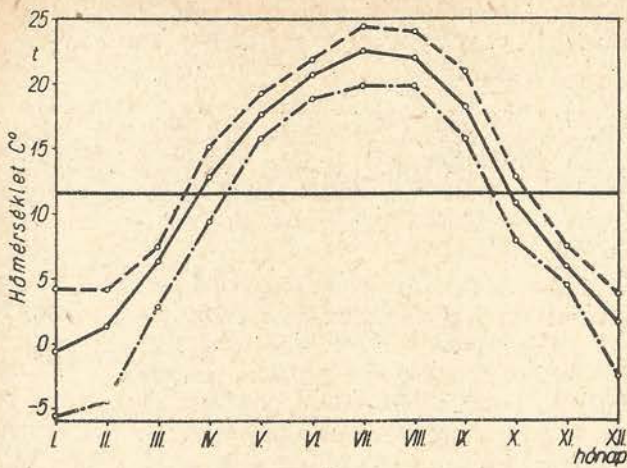
Mivel a légáramlás változása a természetes szárítást nagymértékben befolyásolja, megvizsgáltuk, hogyan alakult Budapesten a szélsebesség

2. táblázat

A relatív nedvesség alakulása havonként Budapesten az elmúlt 10 év (1945—1954) átlagos értékei alapján %-ban

v	Hó	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Évi átlag
1945.		—	—	70	57	59	57	59	58	64	75	86	86	—
1946.		77	72	66	49	61	60	54	55	60	69	87	83	66
1947.		82	84	73	56	54	59	55	48	53	59	77	81	65
1948.		84	72	58	58	57	64	64	59	62	71	82	86	68
1949.		79	67	58	51	60	54	58	58	64	71	86	82	66
1950.		77	80	61	65	57	51	51	54	63	72	82	88	67
1951.		80	81	74	61	64	65	58	64	69	69	80	84	71
1952.		82	79	67	58	62	59	48	53	69	79	86	88	70
1953.		80	74	53	58	65	71	63	64	64	74	77	84	69
1954.		82	81	78	65	66	70	67	59	65	76	84	87	73
Max.		84	84	78	65	66	71	67	64	69	79	87	88	73
10 évi átlag		80,3	78,4	65,8	57,8	60,4	61,0	57,8	57,2	63,3	71,5	82,7	84,0	68,3
Min.		77	72	53	51	57	51	48	48	53	59	77	81	65





5. ábra

10 év átlagos értékei alapján. A kapott értékeket a 3. táblázat tartalmazza. A táblázatból láthatjuk — ha a jelen pillanatban eltekintünk attól, hogy a légszárításra elkészített máglyában a levegő mozgása a fenti értékekkel nem egyező —, hogy az átlagos szélesebbégi értékek a szárítás szempontjából megfelelőek.

Még egy a légszárítás szempontjából fontos tényezőt akarunk itt megemlíteni és ez pedig az uralkodó szélirány. A szélirány ugyanis a levegő mozgásirányát szabja meg, ezért fontos, hogy a máglyáinkat úgy rakásoljuk, hogy a szárításra kerülő anyagokat a szél lehetőleg teljes hosszában érje. A vizsgálat azt mutatta, hogy a 10 év alatt előforduló leggyakoribb szélirány Budapesten északnyugati és nyugati szél, mely megállapítást véleményünk szerint helyes, ha a máglyák és a rakásolások elkészítésénél figyelembe vesszük.

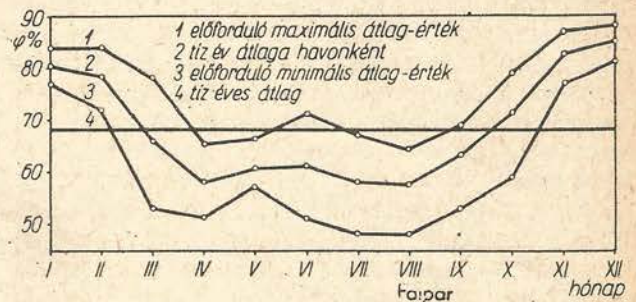
*A természetes szárítás problémája, különös tekintettel a kaptafagyártásra*

A faipari szakemberek közül sokan ha a természetes szárítás kérdését vizsgálják, azt a megállapítást vonják le, hogy az szükséges és anélkül megfelelő minőségű faanyagot a feldolgozás számára nem lehet biztosítani. Az első látszatra, általános szemléletre úgy néz ki, hogy ez a meg-

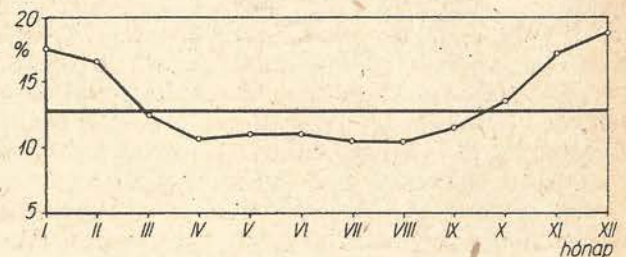
állapítás igaz, de ha mélyebben vizsgáljuk a kérdést — ugyanakkor figyelembe vesszük a hazai faellátottságunk fokozódó nehézségeit, mely előbb-utóbb a légszáraz állapotig történő természetes szárítást a legminimálisabbra fogja csökkenteni — azt kell megállapítani, hogy a természetes szárítás helyetti új utakat kell keresni.

Nem akarom azt kétségbe vonni, hogy ott, ahol a megfelelő törzskészletek rendelkezésre állnak (pl. Szovjetunió), a természetes szárításnak nincs nagy jelentősége, de nálunk a természetes szárítás kikapcsolásának kérdése sürgetően fog felvetődni, ezért ezt néhány szóval meg kívánom említeni.

Ha pl. a kaptafaanyagoknál a természetes szárítást vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy az előnyei ellenére is megfelelő intézkedések megtétele után megszüntethető. Ez a megállapítás talán első olvasásra valótlannak hangzik, de az alábbiakban ismertetni akarom, hogy nem is olyan valótlan ez és valószínű el fog jönni az idő, amikor ezt a kérdést megvalósítják.



6. ábra



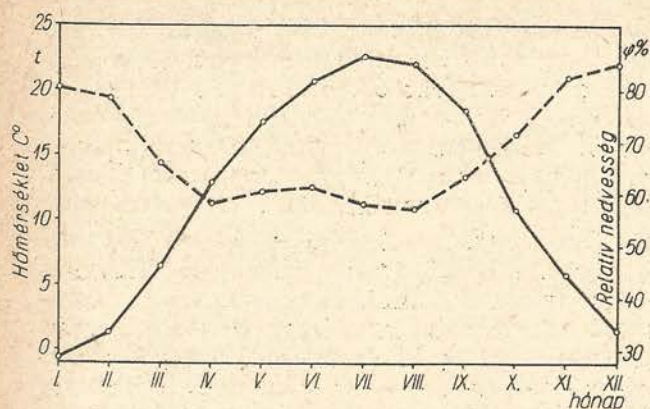
7. ábra

A szélesebbesség m/mp alakulása Budapesten havonként az elmúlt 10 év (1945—1954) átlagos értékei alapján

3. táblázat

Év	Hó												Évi átlag
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
1945.	—	—	—	—	1,1	1,2	0,8	1,5	1,5	1,6	0,9	1,5	—
1946.	1,5	3,4	1,8	1,9	1,9	2,2	2,2	2,2	1,9	1,8	1,4	1,4	1,9
1947.	1,8	1,8	2,3	2,5	1,7	2,4	2,2	2,4	1,6	1,7	2,4	2,2	2,1
1948.	1,8	2,5	2,8	2,5	2,1	2,8	2,2	2,2	1,7	1,6	1,6	1,1	2,1
1949.	2,0	2,5	2,5	2,6	1,8	2,8	2,6	2,0	1,1	1,2	1,7	1,9	2,1
1950.	1,7	1,9	1,9	2,0	1,7	2,0	2,1	1,9	2,2	2,6	2,6	1,7	2,0
1951.	2,5	2,2	2,6	2,7	2,6	2,5	2,4	1,8	1,9	1,4	2,3	2,4	2,3
1952.	2,8	3,5	2,5	1,7	2,8	2,9	2,2	2,3	2,8	2,4	2,6	1,7	2,5
1953.	2,6	3,4	2,8	2,2	2,5	2,0	2,5	2,3	2,3	1,5	1,9	1,4	2,3
1954.	2,3	1,4	1,6	2,7	2,5	2,1	2,8	2,4	2,2	2,0	2,0	2,6	2,2
Max.	2,8	3,5	2,8	2,7	2,8	2,9	2,8	2,4	2,8	2,6	2,6	2,6	2,5
10 évi átlag	2,13	2,52	2,3	2,3	2,07	2,29	2,2	2,1	1,92	1,78	1,94	1,79	2,16
Min.	1,5	1,8	1,6	1,7	1,1	1,2	0,8	1,5	1,1	1,5	0,9	1,1	1,9





8. ábra

Mi a természetes szárítás legnagyobb előnye? Erre a kérdésre sokan a gazdaságossággal és a minőségjavítással válaszolnak. Én így fogalmazom meg a választ: *fanemesítés*, — mely a minőségjavítást mint olyant természetesen feltételezi.

Ezt a kérdést azonban mélyebben kell megvizsgálni, hogy a véleményem kifejtéséhez. Miért van szükség a fanemesítésre? Ismeretes, hogy a faanyag a felszeletelés után vetemedik, zsugorodik stb. Ennek oka, melyet mindenki jól ismer, a *higroszkópikus* tulajdonsága és kiegyenlítetlen belső feszültsége. A kérdés elsődleges megoldásának titka tehát a *fa higroszkópos tulajdonságában* keresendő. Ismeretes, hogy a faanyagok zsugorodása és dagadása ugyanazon körülmények között is nem ugyanazon görbe mentén megy végbe és a két görbe különbsége (adszorpció-deszorpció) a hiszterézis. Minél kisebb a hiszterézis területe, annál jobb minőségű faanyaggal van dolgunk. A hiszterézis területének csökkentését lényegében eddig a természetes szárítás végezte nekünk, természetesen szabályozás nélkül. A csökkentés folyamatának hatása, hogy a természetes szárításnak kitett fa a levegő paramétereinek változásának hatására veszít nedvességéből, majd a rosttelítettségi határ alatt elkezd zsugorodni. A zsugorodás azonban nem folyamatosan, egy lineáris egyenes mentén következik be, hanem úgy, ahogyan a levegő paramétereinek változnak, a fa is követi a változást, így a vízvesztés hatására zsugorodik, illetve vízfelvétel esetén dagad. Ez a „játék” egy-egy periódusban mindig más és más görbén folyik le, ezáltal a görbék által leírt terület egyre inkább csökken, ugyanakkor a fának a rostjai a mozgás következtében „kifáradnak” és később a levegő nedvesség-

tartalom változásának hatására már nem olyan erőteljesen reagálnak, vagyis minőségjavító folyamat játszódik le.

Ez csak az egyik oldal. A másik igen fontos az a tény, hogy a faanyag a szárítás folyamán csak a rosttelítettségi határ alatt zsugorodik, így a vízvesztés a rosttelítettségi pontig minden veszély — kivétel a gombatámadás — nélkül történik.

Ez a vízvesztés a természetes szárítás hatása alatt időben igen hosszú és szabályozatlan. Ha tehát figyelembe vesszük azt, hogy az átlagosan 24—32% nedvesség, mely hazai fánknál a rosttelítettségi határ, illetve a légszáraz állapotig — ami a kaptafaanyagoknál kb. 18% — minden veszély nélkül mi hosszú időn át szárítunk, ugyanakkor a veszélyes 10—20% nedvességet rövid idő alatt kívánjuk mesterséges szárítással elérni, ez azt a feltevést teszi szükségessé, nem lehet-e a természetes szárítás helyett a nedvességet mesterséges úton eltávolítani. (Erre vonatkozóan külföldön kis daraboknál, mint pl. a centrifugális faanyagszárítók, történtek is kísérletek.) Ez bár növelné bizonyos mértékig a mesterséges szárítás idejét, de lényeges törzskészlet és forgóeszköz felszabadítást tenne lehetővé.

A harmadik kérdés, melyet a természetes szárításnál mindig figyelembe kell venni, hogy a kezdeti időben fennálló nagy szárítási potenciál bizonyos mértékig mint minőségrontó szerepel. Ez a látszólagos előny, igen nagy hibák forrása lehet, mert elkerülhetetlenül előidézi a felületi kérgesedést, mely azután a további szárítási sebességet csökkenti, másrészt elősegíti az egyenlőtlen száradást, ami a belső feszültségek előidézésének a száradás után első forrása.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

1. A. Viliere: Faanyagszárítás. Páris 1952.
2. A. V. Likov: A szárítás elmélete, Moszkva 1952.
3. A Meteorológiai Intézet kiadványai 1945—1954. év.
4. Bartók Pál: Szárítás.
5. C. N. Gorsin: A fatelepek és máglya mikroklímája. Moszkva 1950.
6. Faludi Ferenc: A nedves levegő fizikája.
7. F. Kollmann: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe II. Band.
8. George Pana: Faanyagok szárítása.
10. Salamon Marián: A fa természetes és mesterséges szárítása.
11. Számos külföldi folyóirat szárításra vonatkozó cikke.
12. Ubell Károly: A szabad vízfelület párolgása.



## A szakmunkás utánpótlás problémái a bútortiparban

KAPITÁNY FERENC

Ha a szakmunkás utánpótlás problémáival akarunk részleteiben foglalkozni, akkor véleményem szerint két főcsoporton belül kell a kérdést tárgyalni. Az egyik a mennyiségi képzés, a másik a minőségi.

A kettő szorosan összefügg, de szerintem külön szükséges tárgyalni a problémákat, mert ezekkel a szerveknek külön-külön kell foglalkozni.

Ha a szakmunkás utánpótlást a mennyiségi oldaláról vizsgáljuk, akkor azt látjuk, hogy a legfontosabb tennivaló a bútortipar népgazdasági fejlesztése és az utánpótlás közötti összhang megteremtése.

Az utóbbi évek egyik legsúlyosabb hibájának tartom, hogy az ipari tanulók számát minden alaposabb tanulmányozás nélkül állapították meg a különböző szervek. Természetesen ehhez a hibához hozzájárult az is, hogy évek óta vajdúdik a kérdés azon, hogy az iparitanduló-kérdés kinek a jogkörébe tartozik (MTH. Kip. Min. vagy az üzem stb.).

Ez az állapot lehetett okozója aztán annak, hogy olyan fiatalok is asztalosipari tanulók lettek, akiknek egyáltalán nem volt szándékuk, mert ahová szerettek volna menni, ott már betelt a felvételi szám, viszont közölték velük, hogy asztalosok még lehetnek.

Volt olyan idő, mikor a tanulónak jelentkező fiatal csak egy bizonyos szakmára vették fel és ha történetesen asztalos akart lenni az illető, akkor is vasesztergályos vagy valami más lehetett és fordítva; hiába akart — teszem fel — a fiatal fiú műszerész lenni: közölték vele, hogy csak asztalos lehet.

Azért fordultak elő ilyen hibák, mert nem volt meg az a szerv, amelyik megfelelően tanulmányozta volna, hogy melyik szakmának mennyi utánpótlásra van szüksége. Mert ha például valamelyik ipar pillanatnyi létszám zavarában kért meggondolatlanul nagyszámú tanulót, ezzel elszívta más szakmák elől a jelentkezőket.

Hiba volt az is, hogy az üzemeknek nem volt módjuk az utánpótlásba bekapcsolódni oly módon, hogy saját maguk is, ismerve távlati terveiket és a rendelkezésükre álló szakmunkásokat; segítségére lehettek volna a felettes hatóságoknak. Nagyon helyes az a rendelkezés, mely újabban lehetővé teszi azt, hogy az üzemek maguk gondoskodhatnak tanuló utánpótlásról, mert ha ez most a kezdetnél jelent is kisebb-nagyobb nehézséget, de jövő évre feltétlenül éreztetni fogja jó hatását.

A bútortiparban iparitanuló-utánpótlás mennyiségi kérdéseinek megoldásával kapcsolatban javaslom, hogy a Munkaügyi Minisztérium illetékes szerve végezzen kutatásokat, hogy a bútortipar dolgozóinak hány százaléka van abban az előregedett korban, amelyben számítani lehet, hogy az elkövetkező öt évben kilép a szakmából (nyugdíj, elhalálozás stb.). Mérjen fel minden

szakmai területet: MÁV, Hajógyárak, helyi- ipar, magán-kisipar, úgy Budapesten, mint vidéken, hogy a faipar egésze mennyi szakmunkás utánpótlást igényel, s ennek alapján készítse el tervét, mely szerint évente hány ipari tanulóra van szükség.

Figyelembe kell venni a szakmunkás utánpótlásnál fennálló természetes lemorzsolódást, amit tapasztalatom szerint 8—10%-os. A minőségi-képzés problémáival kapcsolatban elsősorban meg kell említenem, hogy igen helyes intézkedés volt az, amikor elrendelték a tanulódíjra három évre való felemelést. Továbbá az, hogy a három évből a tanuló egy évet központi tanintézetben tölt el, s a hátralevő két évet annál az üzemnél, amelyik tulajdonképpen tanulónak felvette.

Nagyon helyes az, hogy a tanulók mind az Intézetben, mind az üzemben egy állandó oktatómester felügyelete alatt tanulják a szakmát. De hogy ezzel az oktatási formával jó eredményt tudjunk elérni, az is szükséges, hogy az oktatómesterek szakmai tudása állandóan fejlődjön és különösen fontos, hogy az összes mesterek úgy az üzemiek, mint az intézetiék, egy egységes elv szerint oktassanak.

Ne fordulhasson elő például olyan eset, hogy az egyik mester a bútortipar összeállításánál, ha méretigazításra van szükség, úgy oktatja a tanulót, hogy a köldökesapnál reszeljen le, addig a másik mester azt kívánja, hogy a lyukból vésson ki. Végeredményben mind a két módszer célhoz vezet, de a két módszer között az a különbség, hogy amíg az egyik rossz, addig a másik jó. Ilyen példákat sorolhatnék még sokat a bútortiparban, de ezzel is csak az volt a célfő, hogy felhívjam a figyelmet: mennyire fontos az egyöntetű oktatás. Fontosnak tartom: az intézeti és üzemi oktatók között szorosabb kapcsolatot kell teremteni. Ezalatt azt értem, hogy az intézeti oktató, aki tulajdonképpen egy év alatt előkészíti az üzemi továbbképzésre a tanulót és ez idő alatt egyszer sem látogat üzemet tanulóival együtt, akkor nem tudja helyesen előkészíteni a reábitott tanulót a további feladatokra, mert ami az üzemben tegnap még jó és korszerű volt, az ma már elavult lehet. Ha az üzemi oktatók nem látogatják időnként az intézetet, akkor el sem tudják képzelni, milyen feladatokkal kell megküzdeniük.

Ezek a kölcsönös látogatások mindkét félnek csak hasznára lehetnek. Egyetérttek az oktatásnak azzal a formájával, hogy az intézetben töltött egy év alatt, egy előre meghatározott terv, tematika alapján oktatják a tanulókat szerszámismeretből a szerszám kezelésén keresztül, fokozatosan, a mind fontosabb műveletekig. De ezt a módszert nem tartom helyesnek az üzemben tanulónál azért, mert nem minden tanuló egyforma képességű és ebben az időszakban (2—3-ik év) helyesebb az, ha a tanulók különböző



munkán dolgoznak, ahol kifejleszthetik különböző képességeiket. Feltétlenül húzó hatása van már az ilyen korban, ha mondjuk tíz tanuló közül kettő különlegesen szép munkadarabot képesek készíteni és nincsenek megkötvé azzal, hogy nekik is ugyanazt kell készíteni, mint a többieknek. Ezek a tanulók szabadon fejleszthetik tudásukat, képességüket és a többiek előtt példának lehet őket állítani, azonkívül így jobban meg is szeretik szakmájukat.

Megjegyzem, hogy ezzel kapcsolatban nem érték egyet azokkal, akik azt az oktatási formát vallják helyesnek, hogy a tanuló egy bizonyos időben sorozatmunkán, teljesítményben dolgozzon a szakmunkások között. Nem helyes, mert az a tanuló ott nem tanul a szakmából semmit, csak betanul egy részmunkát, magát a szakma egészét nem látja, nem tanulja meg. Elvonja a figyelmét a tanulásról a pénzkeresés lehetősége; az az igyekezete, hogy minél többet teljesítsen és ezzel minél többet keressen. A tanulót nem erre kell ebben az időben nevelni, hanem arra, hogy megtanulja a szakma lehetőleg minden oldalát és ezen keresztül érje majd el azt, mikor sor kerül arra, hogy teljesítményben mint univerzális szakmunkás, akármilyen területen a legtöbbet tudjon keresni. A bútorasztalosság olyan szakma, amely ha el is érte a gépesítés által azt a legfelsőbb fokot, hogy teljesen szalagrendszer szerint készítik a bútort, akkor nagymértékben lesz szükség részmunkásokra, de teljesen univerzális bútorasztalos szakmunkásra is. Gondoljunk csak arra, ha nem lennének, vagy csak igen kevés lenne az univerzális szakmunkás, akkor ki lenne alkalmas arra, hogy egyedi, styl, vagy prototípus-bútordarabokat készítsen. De szerintem a bútorigarban a művezető is csak akkor lehet jó művezető, ha

univerzális tudású és megfelelő szakmai gyakorlattal rendelkezik az elméleti tudás mellett. Az elmúlt évek tapasztalatai is azt mutatják, hogy a folyamatos termelésű bútorgyártásnál, kisiparban tanult szakmunkásokkal eredményesebben lehet dolgozni, mint azokkal, akik nagy vállalatoknál tanultak.

Ez a tény is bizonyítja, hogy szükséges a tanulót univerzális szakmunkássá nevelni, mert belőle lehet jó szalag-, vagy részmunkás, de szalagmunkásokból nem lesz soha jó univerzális szakmunkás.

Mindezekkel együtt még nem zárult le a szakmunkás utánpótlás kérdése, mert amikor a fiatal tanuló felszabadul és magára lesz hagyva, akkor ezeknek nagy része elkallódik, elvész az ipar számára, vagy egyoldalú tudású asztalos lesz belőle.

Ezért fontosnak tartom, hogy az oktató intézetek, vagy a Munkaügyi Minisztérium valamely szerve megtalálja annak a módját, hogy a fiatal szakmunkások felszabadulásuk után is megtartsanak kapcsolataikat az intézettel egy bizonyos ideig. Ez jó lenne azért is, mert az intézet tapasztalatokat szerezhetne további munkájának javításához azon keresztül, hogy figyelemmel kísérené az általa oktatott tanulók további fejlődését. Ez a kapcsolat jó lenne azért is, mert az intézet nagyobb hozzáértéssel tudná kiválogatni azokat a fiatalokat, akik rátermettségük-nél, igyekezetüknél fogva alkalmasak a továbbtanulásra, hogy fejlesztve tudásukat, később jó vezető is válhassék belőlük.

Úgy érzem, hogy az itt közölt észrevételeimmel az annyira fontos szakmunkás-utánpótlás egyes problémáinak megoldását elősegítem.



# *KÜLFÖLDRE SZÓLÓ ELŐFIZETÉSEKET*

a **FAIPAR** című lapra felvesz a Kultúra Könyv-  
és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat Hírlapexport Osztálya:

**BUDAPEST, VI., NÉPKÖZTÁRSASÁG ÚTJA 23.,**

továbbá minden nagyobb forgalmú budapesti és vidéki postahivatal



## Néhány szó a keretfűrészek karbantartásáról

JUHÁSZ PÁL

E lapban előttem már több szakembernek jelent meg cikke e tárgyban. Ezért ezeket részben felújítani és hosszú pályámon szerzett tapasztalattal kiegészíteni kívánom. Rövid cikkemet a ténylegesen TMK-val foglalkozók, valamint a keretfűrészek, illetve azok kisegítő gépein dolgozó munkatársaimnak szántam.

Annak érdekében, hogy a szocialista társadalmunk tulajdonát képező gépeinken minőségileg is a legjobb termékeket állítsuk elő, feltétlenül szükséges a TMK pontos végrehajtása. Kiváló tudósok és szakemberek mind arra a meggyőződésre jutottak, hogy egy-egy gépegység életében — a gép üzembeállításától a gép teljes elavulásáig, ami bizony 20—30 évet tesz ki — csak a pontos, tervszerűen elkészített javítási és karbantartási tervek hozhatják meg a kívánt eredményt. Nem helyes az a tervezési mód, amely az év elején kizárólag arra szorítkozik, hogy látszatra elkészíti egy-egy évre a TMK tervet.

A TMK tervek többféle módon készíthetők el. Lássunk erre üzemi példákat:

Kiss János főmechanikus végigmegy az üzemben a karbantartó részleg vezetőjével és ott szemrevételezéssel megállapítja, hogy a III. sz. keretfűrészgép összes csúszórészei ki vannak kopva. Bizonytalan a keretfűrész üzembiztonsága, csökkent a teljesítménye és emelkedett a termelt áru selejtszázaléka.

Nagy Péter főmechanikus megállapítja, hogy üzemben a II. sz. keretfűrészgép — jóllehet csökkent a teljesítőképessége — még jó állapotban van és a vágás minősége is megfelelő.

Milyen következtetések vonhatók le ezekből a megállapításokból?

Igaz, hogy a III. sz. keretfűrészgépet a fentebb említett és felsorolt hibák miatt sürgősen nagyjavításba kell venni, de viszont, ha elővesszük az említett gép nyilvántartási lapját (ha van ilyen, sajnos sok helyen nincs), abból kitéjük, hogy a szóban forgó III. sz. keretfűrész egy éve lett nagyjavítva, viszont a II. sz. keretfűrészgép 2 éve és az még aránylagosan jó. Most, ha keressük az okokat egymással szembeállítva — hiszen mindkét gép azonos műszak mellett dolgozik — akkor a II. sz. keretfűrésznek a nagyjavítástól számított üzemórája kétszeres, mint a III. sz. keretfűrészé, tehát az üzemeltetési idő összehasonlítása a II. sz. javára billent. Menjünk tovább: a III. sz. keretfűrészgép lapját vizsgálva, megtalálható a gép egy év előtti nagyjavításának időpontja. De azt már hiába keressük, hogy a vállalat megbízásából ki vette át műszakilag, a megkívánt bemérések alapján, a szóban forgó gépet. Még arról sincs semmiféle feljegyzés, hogy melyik brigád végezte a nagyjavítási munkát.

Igy további elemzés szükséges.

Súlyos hiba, hogy amikor a karbantartó műhely vezetője a szóban forgó gépet üzembeállította, a nagyjavítás után nem jelölt ki olyan szakembert a vállalaton belül, aki a megkövetelt

beméréseket ellenőrizte volna. Előfordul az is, hogy egyrészt igen gyakran csak rövid idő áll a javításnál rendelkezésre, másrészt nem áll rendelkezésre minden esetben a javításhoz szükséges megfelelő anyag, pl. a raktáron elfekvő 60 mm  $\varnothing$  köracél nem megfelelő, mivel az csak 45 kg-os szakítószilárdságú.

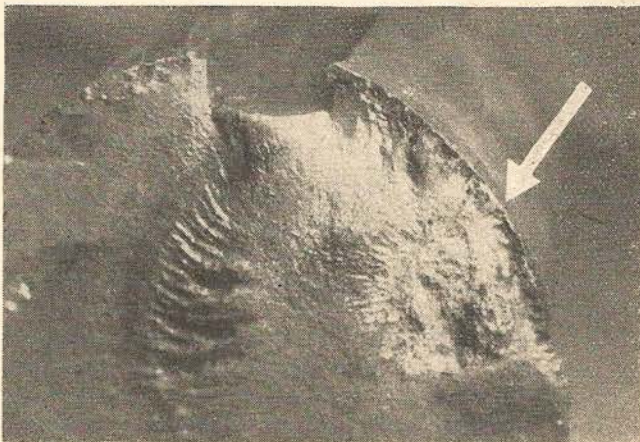
Gyakran előfordul, hogy a főgépész vagy főmechanikus már eleve nem vállal felelősséget a javításért. Az esetek túlnyomó részében ezt a javított gép műszaki átadásakor jegyzőkönyvileg is leszögezi. Ezt az aggályt a gép rövid üzemeltetése azután igazolja is, — a szóban forgó anyag nem bírja a terhelést és idő előtt tönkremegy, tehát azt eredményezte a helytelen — önköltség rovására menő — takarékoság, hogy mégis csak meg kellett vásárolni a kívánt minőségű anyagot és a javítást újból el kellett végezni.

Induljunk ki most olyan példából, hogy a szóban forgó II. és III. sz. keretfűrészgépet ugyanaz a javítóbrigád javította és a javító részleg vezetőjének, valamint a javítóbrigád tagjainak állítása szerint a III. sz. keretfűrészgép javításánál ugyanolyan jó minőségű anyagot építettek be és ugyanolyan pontossággal végezték el a javítást, mint a már 2 éve működő és mindig viszonylagosan jókarban levő II. sz. keretfűrészgépnél. Ilyen esetekben a vizsgálatokat más irányban kell folytatni.

Legelőször a keretfűrészek felvágott fajták összehasonlítását kell elvégezni. Ez vagy pozitív, vagy negatív eredményt hozhat.

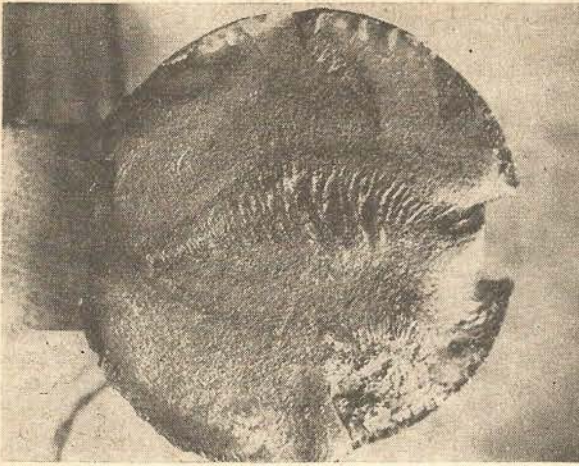
Másodsor a gépeken dolgozók munkamódszerét kell megfigyelni. E tekintetben igen nagy eltérések lehetnek.

Gondos gépkezelésnél követelmény, hogy a segédkeretesek a műszak befejezése után a gépet letakarítva, tisztán adják át a váltóbrigádnak, a váltó brigád pedig a gépet szintén gondosan letakarítva és a beakasztott fűrészpengéket kiszedve és a köszörűműhelybe beszállítva, hagyja el az üzemet. A brigádok kötelesek üzemkezdet előtt a



1. ábra





2. ábra

gépet pontosan átvizsgálni és a csúszórészeket leolajozni, ha netán valahol valami rendelleneséget tapasztaltak, pl. a csavarlazulás stb., azokról azonnal jelentést adni a karbantartó részleg vezetőjének, aki a hibákat kijavíttatja.

A gatteros köteles az aznapra való fűrészlapokat az átvételnél ellenőrizni. (Helyes-e a fűrészfogak terpesztése stb.). Mikor ez megtörtént, meg kell néznie az előírt szelvény méret-beosztást és elő kell készítenie a megfelelő szelvény méretek betétfáit, tolmércével ellenőrizni utóbbiak méret-pontosságát. Közben a segédkeretesnek elő kell készítenie a kengyeleket és ezután a fűrészlapok keretbe való berakása következik. Amikor ezzel a művelettel végeztek, be kell függőzni a szélső, majd a középső pengéket, be kell állítani a pengék elődülését, majd el kell végezni a fűrészpengék teljes kifeszítését, rögzítve az oldal feszítőcsavarokat, végül be kell mérni a  $\Sigma v$ -t. Ujból elvégezve a keret vágásra való előkészítésének ellenőrzését, meg kell indítani a keretfűrész. Az első rönk felvágása után ellenőrizni kell a szabványárak méret-pontosságát három helyen (két végén és közepén). A gép leállításánál óvatosan kell fékezni, mivel a gép lassú fékezése esetén a feszítőerők a minimálisra csökkennek.

A példában említett III. sz. keretfűrész kezelése nem volt ilyen gondos. Ugyanis, a következők voltak megállapíthatók:

1. A keretfűrészgépet műszakonként nem takarították le, csak hetenként egyszer, akkor is felületesen. Ebből adódott, hogy a csúszórészeket naponta nem olajozták le, sőt a központi olajozó által olajozott fűrészkeret vezetőlécek olajkiömlő nyílásait a felhalmozott fűrészpor és liszt elzárta, ennek következtében a szóban forgó csúszófelület erősen felmelegedett és ezért üzem közben többször le kellett állni.

2. A fűrészlapok átvételénél a brigádvezető (gatteros) sohasem vette át személyesen a kösörűstől a fűrészlapokat, a megbízott átvevő pedig rendszeresen elhanyagolta a mérési ellenőrzést. Ezt a hanyagságot felismerte a kösörűs és visszavetélte vele. A fűrészlapoknál a megengedett 0,6 mm-es

terpesztés helyett 10,2—1,2 mm-ig terjedő terpesztés is volt, ami kihatással volt mind a gépre, mind a felfűrészelt szelvényáru minőségére. Elhanyagolták a fűrészlapok beakasztásánál a szükséges pontossági méréseket. Ezekből a hiányosságokból adódott azután, hogy a  $\Sigma v$  alsó és felső pontja között 15 mm-es eltérések is voltak, úgyszintén a függőleges síkban is voltak eltérések, valamint előfordultak még 10 mm-es oldaleltérések is. Természetesen ezen súlyos hibák következménye volt, hogy a gépből kikerülő szelvényáru között véletlenül sem volt pontos méretű szelvényáru. Pl. volt olyan colos deszka, amelynek vastagsága három helyen mérve a következő volt: 24, 39, 27.

Mindez megmagyarázza a példában felvett III. sz. keretfűrészgép idő előtti elhasználódását és pontatlan munkáját.

Láttam olyan keretfűrészkezelőt, aki az üzemközi leállításnál gatterét rendkívül gyorsan állította le, vagyis a fékezés maximumát vette igénybe. A gép javítási lapját vizsgálva megállapítható volt, hogy az említett gépnél gyakran törik a fűrészlapkeret felső meghajtócsapja és állandóan szítál a keret. A legutóbbi törés után azután a főgéppéssel bemérték a keretfűrészgép alsó lendítőkerék meghajtócsapjait, hogy pontosan szemben fekszenek-e? A mérésnél kitűnt, hogy a lendítőkerék, amely nincs féktuskóval felszerelve, forgási irányban 5 mm-t előre van, vagyis ezen az oldalon a hajtókar előbb ért a felső holtpontra, ami a keret nagymérvű szítálásához vezetett, később pedig a csaptöréshez.

Más üzemekben tartott vizsgálatoknál feltűnt, hogy egy ugyanazon keretfűrészgépénél sűrű egymásutánban voltak főtengelytörések. A vizsgálat és a mellékelt fényképek arra engednek következtetni, hogy nem csak anyaghiba volt, hanem — amint látható — a törést siettetette az erős fékezés következtében beállott csavarás. (Lásd 1—2. képet.)

Összegezve az előbbi hibákat, mind TMK, mind üzembiztonság szempontjából, a következő feltételek betartása szükséges:

1. Minden termelő- és segédgépről géplap vezetendő. Pontosán beírandó a gép fajtája, gyártmánya, teljesítménye, üzembeállításának ideje, javítási ciklus időtartama, a közbeeső szerkezeti kis-, közép- és generáljavítási idő, a szerkezeti vizsgálatot végző egyén neve, beosztása, ideje. A generáljavításnál szükséges feltüntetni, hogy ki végezte a műszaki átvételt és pontossági ellenőrzést.

2. Az éves TMK terv kiinduló pontja mindig a géplapokon feltüntetett ciklusidő betartása legyen, függetlenül a gép állapotától. Ennek alapján egyeztetendő a tervosztállyal, hogy az éves termelési terv összhangban van-e a TMK tervvel, amit végső fokon a főmérnök hagy jóvá.

3. A vállalatok igazgatói, illetve telepek vezetői, kötelezően írják elő a gépek műszakonkénti tisztítását, a csúszórészek olajozását és zsírozását, az üzembiztonság ellenőrzését, értve ez



alatt az esetleg laza csavarok és anyák meghuzását, központi olajozás működését.

4. Szükséges, hogy a gépcsarnok üzemvezetője minden fűrészlapcserénél ellenőrző mérést végezzen ( $\Sigma v$  és szelvényméretek pontosak-e).

5. A vállalatok igazgatóinak, főmérnökeinek, telepvezetőinek fel kell számolniuk azt a téves nézetet, hogy a TMK csak szükséges valami és csak a tervteljesítés a fontos. Ez részben igaz is,

de csak akkor, ha a termeléshez szükséges gépek kifogástalanul karban vannak tartva.

Cikkemben elsősorban a TMK dolgozóinak és a keretfűrészeseeknek kívántam tapasztalataimat átadni. Egyben felhívom a figyelmet a Faipari Kutató Intézet most megjelent „Fűrészipari gépek mozgástana“ című, 1957. évi 2. sz. közleményére, amely részletesen foglalkozik a fenti problémákkal.



# Hazai faipari gépgyártásunk új gyártmánya a 18 orsós félautomata sorozatfúró gép

VEDRES TAMÁS

A fafeldolgozó ipar, különösen a bútorgyárak, régóta nélkülözik a sorozatfúró gépeket. Bútorgyáraink megnövekedett termelése parancsolólag írta elő egy korszerű sorozatfúrógép elkészítését és üzembe állítását.

A bútorszerkezetek köldökesappal történő összeerősítésének gyártása magas követelményeket támaszt a csaplyuk fúrásával szemben, és ezek a követelmények két csoportra oszthatók:

1. A megmunkálás pontosságával kapcsolatos követelmények.

2. A gép gazdaságos működtetésével kapcsolatos követelmények, melyekhez hozzátartozik a rövid átállási és beállítási idő, mellékidők csökkentése, üzembiztos működés stb.

Tehát az 1-ső pont kielégítéséhez a gépnek biztosítani kell a fúratok egymástól való koordinális távolságának és a fúratok bázis felülettől való távolságának minimális tűrését (0,1 mm.)

A 2-es pont kielégítése többretű feladat, tekintve, hogy a gyakran változó sorozatok megmunkálási ideje rövid, így a gép gazdaságos üzemeltetésénél döntő a csekély átállási idő, másrészt magánál a rövid gépi főidőnél fontos a mellékidők csökkentése.

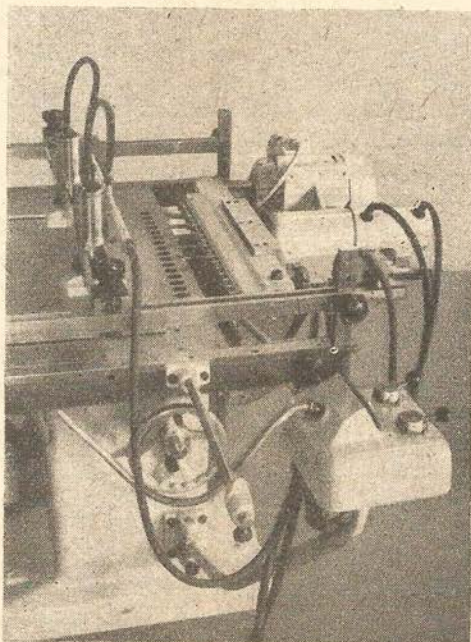
A fenti követelmények szem előtt tartásával tervezték meg a 18 orsós sorozatfúrógépet, melynek immár hosszabb idejű próbaüzemeltetése bizonyítja a gép korszerűségét.

A gép működésének leírása:

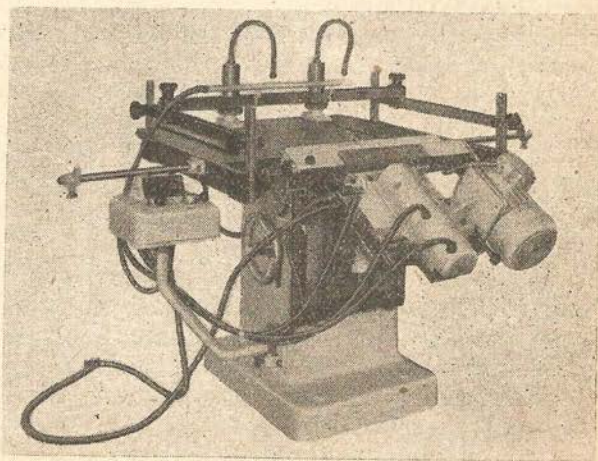
A sorozatfúrógép 18 db kötött 32 mm-es tengelytávolságú fúróorsóval dolgozik, tehát a furattávolság minden esetben 32 mm többszöröse lehet. A fúrók elhelyezkedése látható az 1. ábrán, mikor a gép vízszintes fúrásra van beállítva. A fúróorsók menettel csatlakoznak a golyóscsapágyazású orsókhoz, melynek hajtási rendszerre zárt, olajjal feltöltött házban forog. A fúróorsó szekrényt közvetlenül villamosmotor hajtja meg.

A fúróorsószekrény egy kézikerék segítségével  $0^\circ$  és  $90^\circ$  között tetszőszerinti szögbe állítható. Ferde beállítását mutatja a 2. ábra míg a fúrószekrény függőleges beállása a 3-as ábrán látható.

A munkadarabok leszorítása, valamint a

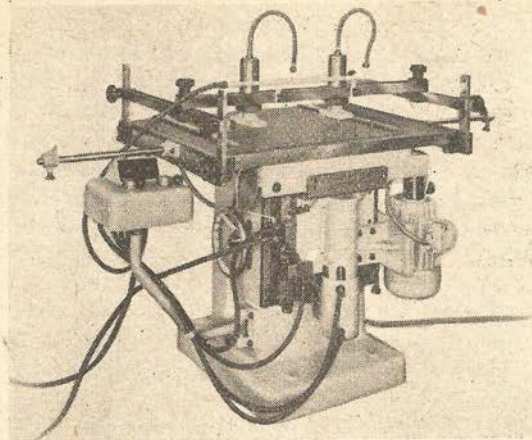


1. ábra



2. ábra





3. ábra

fúrószekrény előtolása levegővel történik. A le-szorító léghengerek az asztal felett bármely síkba beállíthatók, míg a különböző vastagságú munka-

darabok leszorítása miatt, a hengereket tartó keretrendszer függőleges irányban állítható.

A sorozatfűrőgép kezelése a gép oldalára felépített vezérlő szekrényről történik. E szekrényről lehet kapcsolni a fűrőorsót hajtó motort, valamint a szorító és előtoló léghengereket is.

A gép igen szellemesen van automatizálva. A fúrási mélységet egy noniusz beosztású csavarral állítjuk be 0,3 mm pontossággal. A fűrőszekrény a beállított mélység elérésekor automatikusan kiinduló helyzetébe tér vissza, s közben a munkadarabot szorító hengerekből a levegőt szabadon engedi. A gép kezelőjének tehát a munkadarab koordinata vonalzókhöz való ütköztetése után csak be kell kapcsolni a gépet, mert a gép, a fúrás megkezdése után automatikusan működik.

A gép prototípusa 1957 nyarán készült el a Könnyűipari Gépgyárban, és azóta az Angyal-földi Bútorgyárban dolgozik próbaüzemeltetésen. A 18 orsós félautomata sorozatfűrőgép sorozatgyártása 1958-ban indul meg a fenti gyárban.



# Faipari mérnök- és technikuskáderek előkészítésének problémája Romániában\*

Prof. N. GHELMEZÍV

Az utóbbi évtizedekben a faipar hatalmas fejlődésen ment keresztül és ami az alap- és segédanyagokat, a technológiát, a szerszámokat, a termékek választékolását és az integrális gyártási folyamatok megszervezését illeti, számos újítást vezetett be.

Romániában az utolsó évtized folyamán a faipar alapvető változásokon ment keresztül, melyek eredményeként ez a múltban előregedett és más iparágak mellett elmaradt ipar aktív szervezetté alakult át, ma már sokoldalú módon járul hozzá a tömegek szükségleteinek kielégítéséhez. E fejlődés során a főbb célokat a következők képezték: a régi gyárak korszerűsítése és új modern gyárak létesítése, a bükki használatának fokozása, ésszerű technológiai eljárások alkalmazása, amelyek biztosítják a faanyag nagyobb megbecsülését, a munkatermelékenység emelése és a munkaviszonyok megjavítása, valamint minőségileg és árban megfelelő legkülönbélebb termékek előállítására. Különösen jelentős a kész fatermékek és azon belül elsősorban a bútorgyártásnak a kézműves jellegű termelésből ipari termeléssé történt átalakulása.

Faiparunk további erőteljes fejlesztése érdekében nálunk még sok a tennivaló. A második öt éves terv által előírt faipari feladatok egyike kiváltképpen a bükki intenzívebb felhasználása kiváló minőségű félgyártmányok és késztermékek gyártásánál, az új technikának valamennyi vállalatnál történő bevezetése; a

munkatermelékenység növelése és az önköltség csökkentése. Ez jelenti a termelőkapacitás teljesebb kihasználását, a meglévő szerszámok, gépek és berendezések tökéletesítését, jobb technológiai eljárások, fejlettebb munkamódszerek alkalmazását, a gyártási folyamatok teljes gépesítését és automatizálását, a sorozati gyártás megszervezésének kiterjesztését a vállalatok specializálása által vagy legalábbis egyes technológiai vonalakon, stb. Amikor megállapíthatjuk, hogy e célok közül egyeseket sikerült már megvalósítani, nem szabad elfeledkezni azokról a legújabb lehetőségekről sem, amelyeket az atomenergiának a faiparban való hasznosítása jelenthet. Ilyen körülmények között a termelési nehézségek leküzdése, valamint az új létesítmények üzembeállítása intenzív és felsőbbrendű szellemi munkát, végrehajtást és ellenőrzést igényel a jól felkészült technikuskáderek részéről, akiknek fel kell készülniök arra, hogy a faipar e fejlődésfolyamatának bármelyik pillanatában sokoldalúan és hatékonyan avatkozzanak a dolgokba.

A technikus- és mérnökkáderek előkészítése a faipar számára bonyolult és nehéz feladat, amely az oktatással veszi kezdetét, nyilvánvalóan már a középiskolában, azután folytatódik az üzemekben, a szakmai képzettséget növelni hivatott tanfolyamokkal. E probléma megoldásában a Mérnökök és Technikusok Tudományos Egyesületére (A. S. I. T.) az a feladat vár, hogy tevékenyen közreműködjön, minthogy

\* Industria Lemnului, 1956. dec. sz. 503—504. old.



közvetlenül fel tudja mérni a termelési nehézségeket tagjain keresztül és össze tudja fogni azok tapasztalatait, valamint a termelési helyeken született elgondolásaikat.

A középiskolai és liceumi előkészítés megjavításának, az egyetem előtti 11 éves oktatásnak (helyesnek látszik ennek esetleg 12 évre való kiterjesztését fontolóra venni) azt kellene eredményeznie a mérnök káderek számára, hogy a felső műszaki oktatásban részesülni óhajtó jelölt, birtokában legyen a matematika, fizika, kémia és a természettudományok alapismereteinek és hogy a lehető legnagyobb általános műveltséggel rendelkezzen, amelyből a későbbi nehézségek idején bizton meríthet. Különös fontossággal bír, hogy a jelölt a középiskolában alaposan elsajátítsa a fontosabb idegen nyelveket, amelyek révén könnyebb lesz számára a legszélesebb körű tudományos és műszaki dokumentáció közvetlen megismerése.

A felsőfokú oktatás szakosítása akkor jó, ha nem lépi túl azt a határt, amely biztosítja a mérnökök politechnikai felkészültségét, számukra nagyobb látókört s műszaki problémáik megoldásához megfelelő munkamódszerek kialakításának, továbbá a műszaki szemlélet elsajátításának lehetőségeit nyújtja és előmozdítja a kezdeményezés szellemét. A műszaki káderek kiképzésének azonban a monoteknikai, illetve a csak iskolai szakosítás alapjain túlmenően szűkebb területre kell irányulnia.

Mintogy a fa mechanikai megmunkálásának technikája ezen anyag, valamint a segédanyagok tulajdonságainak, továbbá a mechanikának, fizikának és szilárdságtannak ismeretén, valamint az erdőhasználattal és műveléssel kapcsolatos kielégítő tudáson alapszik, kívánatos, hogy az oktatás ezeken a területeken megadja a hallgatóknak a szükséges ismereteket. Kiváltképpen fontos, hogy a hallgatók megfelelő gazdasági ismeretekre tegyenek szert abból a célból, hogy a jövő mérnöke a termelési problémák megoldásában a műszaki szempontokkal együtt a gazdaságiakat is figyelembe tudja venni. A középiskola által adott megfelelő előkészítés és felvételi vizsgák alapján válogathatók ki a jó hallgatók a felsőfokú tanintézetek számára és így nincs szükség egy előkészítő évre, amely az utóbbi években szerzett tapasztalatok szerint különben sem hozta magával a várt eredményeket.

A technikus- és mérnökkaderek iskolai kiképzése igen sok problémát vet fel a tanfolyamok színvonalával és anyagával, a laboratóriumi munkával, a termelési gyakorlattal, a diplomaterv elkészítésével, az intézeti tananyaggal stb. kapcsolatban. A mérnöki káderek felsőfokú kiképzésének további eszköze az aspirantúra. Ezzel kapcsolatban szüksége mutatkozik annak, hogy lehetőségek nyíljanak a faipari tudomány aspiránsai számára azáltal, hogy az Oktatásügyi Minisztérium pontosan

megállapítsa azokat a tudományágakat, amelyek területén aspirantúrára kilátás van.

Az oktatásügy megszervezésének problémáiban fontos szerepet tölthet be a Mérnökök és Technikusok Tudományos Egyesülete, a termelésben újonnan foglalkoztatott káderek magatartásának, valamint hibáinak megfigyeléséből leszűrt eredmények értékelésével, továbbá a mérnökök és technikusok iskola utáni kiképzésének problémáiban. Ily módon tevékenyen hozzájárulhat a műszaki káderek alaposabb kiképzéséhez.

Az új mérnökök gyakorlati továbbképzése szempontjából jól bevált a kötelező termelési gyakorlat intézménye, amely egyben a specializálódás kezdetét is jelenti. Bár ez a kötelező gyakorlat igen hasznos, nem hisszük, hogy megfelelő eredményeket von maga után, hacsak az erre a célra kiválasztott speciális üzemekben nincs jól megszervezve és ellenőrizve, ahol megfelelő feltételek állnak rendelkezésére a magasabb színvonal elsajátítására és ahol vannak olyan technikus- és mérnökkaderek, akik nem sajnálják azt az időt, amelyet az érdeklődéstől átfűtött új mérnökök bevezetésére és ellenőrzésére kell fordítaniok. Ez a kötelező termelési gyakorlat még jobb eredményekkel járna, ha a tanintézetek hallgatóit is időről-időre az üzemekben az elsajátított ismeretekből vizsgáztatnák és azokat a speciális témákkal, illetőleg konferenciákkal vagy előadásokkal egészítenék ki.

A mérnökök igazi specializálódása a termelésben következik be, miután néhány évi munkálkodás után a fiatal mérnök bizonyos speciális munkaterületen dolgozván ömaga, vagy esetleg vezetője tudja eldönteni, vajon képes lesz-e jó eredményeket elérni bizonyos meghatározott irányban. Nem szabad azonban, hogy a specializálódás az egyéni kezdeményezésnek és lehetőségeknek mintegy függvénye legyen, hanem csak a termelés érdekei lehetnek e szempontból döntőek. Ezt a specializálódást különleges tanfolyamok és munkák kell, hogy elősegítsék, amelyeket kiválasztott megfelelő káderek tartanak, illetve vezetnek be az oktatásban és termelésben és amelyeket tanintézetek, tudományos kutató- és tervezőintézetek és kiválasztott üzemek mellett szerveznek meg a specializálódás természeté szerint. Ily specializálódási területek gyanánt elsősorban a következők jönnek tekintetbe: a fűrészáru termelése (fenyő, bükk, tölgy), a fa szárítása és gőzölése, furnér-, enyvezettlemezes és panelgyártás, a ládagyártás, a bútorgyártás (korpusz- és hajlított bútor), sportcikk és hangszerek készítése, a hajó- és repülőgépgyártás stb. Forgácsológépek üzembeállítása folytán a specializálódás természetesen erre az új iparágra is kiterjed. Ezekben a tanfolyamokon kívül, figyelembe véve egyrészt, hogy a faipar felsőkadereinek szakoktatása Romániában csak 1948-ban való-



sult meg, másrésről tekintettel a faipar területén rohamos gyorsasággal bevezetésre kerülő új technológiákra, valamennyi műszaki káder számára szükség van oly tanfolyamokra, amelyek a mérnökök és technikusok ismereteinek felfrissítését és műszaki és tudományos színvonaluk emelését célozzák.

Speciális és ismert felfrissítő tanfolyamok megfelelő színvonalon való megszervezése csupán az Oktatásügyi Minisztérium, a Faipari Minisztérium és a Mérnökök és Technikusok Tudományos Egyesületének szoros együttműködésével képzelhető el. E tanfolyamok tematikájának fel kell ölelnie valamennyi fentemlített szakterületet. Az orvosok már rendeztek hasonló tanfolyamokat és így figyelembe lehetne venni az ott szerzett tapasztalatokat. Az ilyen tanfolyamokon való részvételnek és a megfelelő vizsgák letételének ki kell hatniok a besorolásra és a fizetésre.

A Mérnökök és Technikusok Tudományos Egyesületének módjában áll megismertetnie a

mérnökökkel és technikusokkal szűkebb szakterületük újdonságait, valamint a határos területek problémáit és pedig konferenciák rendezése vagy dokumentációs referátumok által. Tagjai szakmai színvonalának emeléséhez az Egyesület szakfolyóiratok kiadásával is hozzájárulhat, amelyek többek között tartalmazzanak egy oly rovatot is, ahol az olvasók választ kapnak műszaki jellegű kérdéseikre.

A műszaki felsőkáderek kiképzésének nagy és nemes tevékenységében igen fontos feladatok hárulnak az Egyesületre, amely azok megvalósítására minden kellekkel rendelkezik. E tevékenységével az Egyesület hatalmas támogatást nyújt a faipar korszerűsítésére abból a célból, hogy annak termelékenysége növelhető, az önköltség csökkenthető és a termékeinek minősége emelhető legyen és ezek folytán a dolgozók szükségletei minél nagyobb mértékben kielégítést nyerjenek.

Fordította:

*Dr. Forgács Károly*



# Faipari műszaki továbbképző előadások

Egyesületünk a Faipari Kutató Intézettel karöltve előadás sorozatot indít a faipari műszakiak továbbképzésére.

Az előadás célja kettős: egyrészt pótolni óhajtja az elmaradt mérnöktovábbképző előadásokat, másrészt a Faipari Kutató Intézetet a nagy nyilvánosság előtt számol be munkájáról, ami kétségtelenül előbbre viszi a faipar műszaki fejlesztését, mert közvetlenül értesülnek a hallgatók a legújabb kutatási eredményekről.

1957. év második felében Egyesületünk és a Kutató Intézet között történt megállapodás szerint tehát az alábbi előadásokra hívjuk meg az érdeklődőket:

*1. A fa ragasztásának elméleti és gyakorlati vonatkozásai.*

Nagyszilárdságot igénylő faszervezetek ragasztása.

Előadó: Szilassy Károly osztályvezető, Faipari Kutató Intézet.

Előadás ideje: f. év október hó 21, hétfő.

Az előadás rövid kivonata:

a) A ragasztószilárdság értékét befolyásoló tényezők.

b) Ragasztásra használt műgyantákkal szemben támasztott követelmények a ragasztott faszervezetek statikus-dinamikus terhelésének és atmoszférikus behatások függvényében.

c) A ragasztás szilárdsági, fársztási, időállósági és mikroszkopikus vizsgálatának ismertetése.

d) Ragasztott vasúti talpfák, váltótalpfák, vezetékoszlopok, gerendák technológiája és vizsgálata.

e) Ragasztott faszervezeteket gyártó üzem rentabilitásának irányelvei.

*2. A nagyfrekvenciás faragasztás hazai tapasztalatai.*

Előadó: Kolosváry Gábor tudományos munkatárs, Faipari Kutató Intézet.

Előadás ideje: f. év november hó 11, hétfő.

Az előadás rövid kivonata:

a) A nagyfrekvenciás melegítés fogalma, az eljárás gépi berendezései.

b) A melegítést befolyásoló tényezők, a fa és a ragasztóréteg dielektromos tulajdonságai, az elektródák, a fa és a ragasztóréteg egymáshoz viszonyított helyzetének befolyása.

c) Nagyfrekvenciás ragasztás alkalmazási lehetőségei a faiparban.

d) Eddig végzett kísérletek és próbagyártások tapasztalatai, a folyamatos termelés során előadódó problémák.

e) A nagyfrekvenciás ragasztásnál használt FAKI műgyanta tulajdonságai és használata.

f) Az eljárás során betartandó biztonsági és egészségügyi rendszabályok.

*3. Forgácslapok hygroszkópos tulajdonságai, az elvégzett vizsgálatok során szerzett tapasztalatok, hazai és import forgácslapok esetében.*

Előadó: Lázár László tudományos munkatárs, Faipari Kutató Intézet.

Előadás ideje: f. év november hó 25, hétfő.

Az előadás rövid kivonata:

a) A fa hygroszkópos tulajdonsága, annak vizsgálati módszere.

b) Forgácslapok hygroszkópos tulajdonságainak meghatározására vonatkozó vizsgálati módszer, alkalmazott eljárás ismertetése.

c) A mérés során szerzett tapasztalatok és megállapítások.



d) A forgácslapok nedvességtartalmának befolyása az anyag jellemző tulajdonságaira.

4. *A karbamid műgyanta enyvezet-lemez gyártásánál való felhasználása, üzemi használatban szerzett tapasztalatok.*

Előadó: Hamar Károly tudományos munkatárs. Faipari Kutató Intézet.

Előadás ideje: f. év december hó 9, hétfő.

Az előadás rövid kivonata:

a) A karbamid műgyanta kémiai és fizikai tulajdonságainak ismertetése.

b) A műgyanta előnyei az eddig használt glutinenyv, véralbumin és kazein ragasztóanyagokkal szemben.

c) A műgyanta összehasonlítása a fenolalapú műgyantaragasztókkal szemben.

d) A műgyanta ipari bevezetése során szerzett tapasztalatok és megállapítások.

e) Összehasonlítás az eddigi ragasztóanyagokkal minőségi és gazdasági szempontból.

f) Nyersanyagellátás kérdései.

g) A bevezetésnél előállított nehézségek, fajlagos műgyantaszükséglet csökkentése, aktív és passzív töltőanyagok használata, habosítási eljárások.

Az 1958. év első felében tartandó előadások programját lapunk későbbi számában ismeretjük, amely a farost és forgácslemez felhasználásának problémáit öleli fel.

Az előadások egyesületünk székházában (Bp. V. Reáltanoda u. 13—15) lesznek megtartva.



# Mi újság a hazai faiparban

## FKC jelű karbamidmúgyanta ipari bevezetése

A Furnír és Lemezműveknél a karbamid-típusú múgyantaragasztók bevezetésére folytatott kísérletet a Faipari Kutató Intézet. A kísérletek sikerrel jártak és a nagyüzemi termelés már folyik. Az eddigi eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a Faipari Kutató Intézet által kidolgozott FKC jelű karbamid múgyantaragasztó, melyet a Kőbányai Műanyaggyár gyárt, jó ragasztást biztosít. A tapasztalatok azt mutatják, hogy még a technológiai fegyelmet kell megerősíteni főleg a múgyanta előállításánál, hogy biztosítani tudjuk a zökkenőmentes termelést. A Faipari Kutató Intézet további feladatának tekinti a karbamidmúgyantaragasztó folyamatos bevezetését a többi faipari üzembe is.

*Hamar Károly*

## Farost és forgácslap megmunkálása

A hazai fafeldolgozó iparban ma még sok gondot okoz a farost és forgácslap megmunkálása. Bár néhány üzemben találkozunk már a fenti anyagok megmunkálására alkalmas szerszámokkal, azonban ezen próbálkozások még nem jelentik az új anyagokkal kapcsolatos megmunkálási problémák megoldását.

A Faipari Kutató Intézetben folyamatban vannak azok a kísérletek, amelyek tisztázní fogják

- a) milyen összetételű keményfémekkel
  - b) milyen forgácsolási szöggel kialakított késekkel
  - c) milyen előtolás mellett és
  - d) milyen szerszámsebességgel
- munkálhatók meg a leggazdaságosabban a minőségi követelmények betartása mellett — a hazai és külföldi faforgácslapok.

\*

A hazai forgácslap gyártástechnológiájának megalapozására a Faipari Kutató Intézet Kísérleti Üzemében már hosszabb idő óta folynak kísérletek. Az eddig legyártott kb. 1000 m<sup>3</sup> forgácslap

fenol alapú múgyanta kötőanyaggal készült. Az így legyártott lapokból — a kötőanyag kellemetlen szaga miatt — készült bútorigipari termékek a lakásban kellemetlen szagot árasztanak. A Faipari Kutató Intézet elhatározta, hogy a jövőben karbamid alapú kötőanyaggal fogja a további kísérleti gyártást folytatni, s így az elkészült lapok szagtalanok lesznek. Az áttéréssel kapcsolatos üzemi átépítések befejezéshez közelednek, ami lehetővé teszi, hogy a bútorigipari üzemek már ez évben elkészíthessék a hazai gyártmányú karbamid alapú kötőanyaggal ragasztott faforgácslapokból a prototípusaikat.

Az eddig legyártott mennyiséget a fafeldolgozó ipar az alábbi megoszlás szerint próbálta ki:

Járműipar.....	15%
Építőipar.....	37%
Bútorigipar.....	48%

*Lázár László*

## Az Újpesti Asztalosárugyárban

Az üzem egész területén folyik az építkezés, a szerelés. Az üzem udvara olyan, mint egy ostromlott város, amely lövészárkokkal van tele. Nagyon megnehezíti az anyagmozgatást, a közlekedést, a készáru kiszállítást. De az üzem dolgozói örömmel hidalják át a pillanatnyi nehézségeket, mert tudják, hogy az eredmény az ország legnagyobb, a legkorszerűbben berendezett bútorgyára lesz. Az üzemépület egy része már felújítva, nagyobbítva van, de a teljes átadás csak 1958. év végén lesz. Az üzemépületek mellett az első szociális épület kész, a fürdő és öltöző átadása már megtörtént. Ezen keresztül dolgozóink tiszta, tágas öltözőhöz és fürdőhöz jutottak, ami bizony az építkezés miatt kb. 2 évig csak igen mostoha körülmények között volt biztosítva.

Most folyik az üzem egyik legnagyobb gépi berendezésének, a kb. 30 tonna súlyú hidraulikus prés szerelése. Ez a prés a bútorigiparban még egyedülálló, s hivatva van a bútoralkatrészek furnírozásánál a régi elavult glutin enyvvvel való



ragasztás helyett a műgyantaragasztás bevezetésére.

A prés főbb műszaki adatai a következők:  
 lapméret: 2300 × 1300 mm  
 lapok száma: 16 db  
 maú. nyomás: 25 kg/cm<sup>2</sup> (teljes lapfelületen)  
 hőmérséklet: 160 C°-ig.

A nyomás és hőmérséklet beállításáról automatikus vezérlés gondoskodik. Előreláthatólag a szerelés október közepéig befejeződik és akkor megkezdhetjük a kísérleti ragasztásokat. Ragasztásra pillanatnyilag a Kábel és Műanyaggyár által gyártott karbamid alapanyagú filmet fogunk felhasználni.

Milyen eredményeket várunk a hidraulikus préstől?

Először is, mint legfontosabbat azt, hogy a glutinenyv helyett műgyantaragasztást tudunk bevezetni.

Másodszor a furnírozás utáni pihentetési időt nagymértékben lecsökkentjük és mivel nedveséget nem viszünk a felületekre, minőségjavulást is várunk a hidraulikus prés beállításától.

Harmadszor a ragasztás területén kapacitás növelést, ami kiküszöböli a furnírozás területén jelenleg szükséges több műszakot.

Negyedszer dolgozóink szempontjából kényelmesebb, tisztább, egészségesebb munkakörülményt.

Reméljük, hogy a legközelebbi számunkban már be tudunk számolni a hidraulikus présen végzett kísérleti ragasztás eredményeiről is.

*Lele Dezső*

### A DM tiplihúzó automatáról

A tiplihúzó gép szerkezeti megoldása nem a legcélszerűbb, itt először is gondolok a késfejre, melyen 3 kés van elhelyezve és külön-külön kell állítani, ha vastagabb, vagy vékonyabb tiplit akarunk készíteni. Szerintem, ha a késeket egyöntetűen egy csavar mozgatásával egyszerre lehetne állítani, sokkal pontosabban és gyorsabban lehetne a késfejet beállítani.

A késfejen kívül még nem a legjobb a szakaszos, illetve a hajtókaros előtolás sem, mert nem minden esetben szükséges a tiplik méretre való vágása.

Ha azonos hosszúságú tiplit gyártunk, akkor a gép teljesítménye erősen csökken a szakaszos előtolás miatt.

A gép teljesítménye 13—46 db tipli percenként. A tiplik hossza 25—100 mm-ig terjed.

Mindezek mellett vannak a gépek előnyei is.

Előnye, hogy már 25 cm hosszúságú anyagot is lehet rajta gömbölyíteni, valamint a gépen van recéző is, tehát a tiplik már teljesen készen recézve, méretre vágva, fózolva jönnek ki a gépből.

Szerintem, ha a gépen megoldjuk az előtolás folyamatosságát, akkor a gép nagyon hasznosan ki tudja venni a részét a technológia fejlesztésében.

*Lukács Vince*  
 Szék- és Faárgyár

### DOKUMENTFILM BEMUTATÁSA faforgácslapok gyártásáról és felhasználásáról

Nagy érdeklődés mellett került bemutatásra szeptember 24-én, 25-én és 27-én a „*Bezwingen des Holzes*“ (Győzedelmeskedés a fa felett) című nyugatnémet színes hangosfilm a Faipari Tudományos Egyesület Reáltanoda utcai helyiségében. A „TRIANGEL“ faforgácslap gyár (Hclzwerkstoff G. m. b. H., Hamburg) a berlini UFA-FILM társaság rendezésében készítette a filmet, mely valóban ízelítőt adott a faforgácslapok modern nagyüzemi gyártásáról és felhasználásáról.

Mint a „LIGNIMPEX“ Külkereskedelmi Vállalat kiküldöttje, legutóbb nyugatnémetországi utam alkalmával megbeszélést folytattam a „TRIANGEL“ faforgácslapgyár vezetőivel és megállapodtunk abban, hogy a faforgácslap gyártásával és felhasználásával foglalkozó filmet Budapesten is bemutatják. Így érkezett el a film Moszkva, Varsó, Posnan, Prága, Berlin és számos nyugatnémetországi város után hozzánk is.

Az egyes filmelőadások után a „TRIANGEL“ gyár cégvezetője, Hermann Schultz válaszolt a feltett szakmai kérdésekre.

Mi tette időszerűvé ennek a filmnek a bemutatását a hazai szakközönség előtt? Elsősorban az, hogy bútórész és hajóépítő iparunk a kezdeti nehézségek leküzdése után mind nagyobb mértékben tért át a faforgácslapok felhasználására, továbbá beruházóink és műszaki vezetőink jövőbeni terveik megvalósításánál hasznos szolgálatot tehet a film megtekintése.

Tudnunk kell azt is, hogy a faforgácslapok gyártási kapacitása Nyugatnémetországban rendkívül nagy. 1953-ban az európai termelés 130 000 köbméter volt. Ennek a mennyiségnek majdnem a felét Nyugatnémetország gyártotta. 1956-ban az európai termelés már 730 000 köbméter. Ebből 300 000 köbméter esik Nyugatnémetországra. Jelentős mennyiséget gyártott Anglia és Svájc is, míg Franciaország, Belgium és Hollandia elsősorban a lennek forgácslapokra való feldolgozását tűzték ki célul. Az 1956. évi amerikai és kanadai együttes termelés kb. 300 000 köbméterre becsülik. A szak-sajtó véleménye szerint az 1957/58. évi össztermelés el fogja már érni kb. a 3 millió köbméter évi mennyiséget.

Ebből a röviden vázolt fejlődési folyamatból az állapítható meg, hogy a modern nagyüzemi faforgácslap gyártással nemcsak egy új szakasz nyílik a fának ipari feldolgozása területén, hanem — amennyire előre látható — a feldolgozás technikájában egy bizonyos alapvető változás vette kezdetét. Ennek az új technikának a leglényegesebb jellemzője, hogy a fának műgyantával való kapcsolása révén gyengébb minőségű, nem teljes értékű fának a hasznos alkalmazását teszi lehetővé. E fának hulladékmentes felhasználásával gazdaságos gépi eljárás útján igen alkalmas, kiváló technikai és megmunkálási tulajdonságokkal rendelkező műfaanyag állítható elő. Ennek a fejlődésnek nagy gazdasági jelentősége abban áll, hogy a faforgácslapok gyártása révén az erdő- és fagazdaság eredményes kihasználása nagy lépést tett előre.

Ezeket a tapasztalatokat szűrhattük le a bemutatott dokument-filmmel kapcsolatban és szeretnénk, ha a bemutatott film, amely rövidesen elindul vidéki körútjára is, elérné azt a célt, hogy felkeltse az érdeklődést az új iránt. Arra törekszünk, hogy hasonló tárgykörben újabb filmet mutassunk be a nagyszámú érdeklődő szakmai közönségnek.

*Forró Pál*



---

---

F A I P A R

Felelős szerkesztő: Jászai Károly. — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450 — Felelős kiadó: Solt Sándor

Megjelent : 1250 példányban — Előfizetés : a Posta Központi Hírlap Iroda Vállalatnál, Budapest V. József nádor tér 1. Telefon : 180-850

Megjelenik évente hatszor. — Előfizetési díjak 36,— Ft (egész évre.) Egyes szám ára 6.— Ft — Csekkszámlaszám : 61.252.



# Megjelent!

**Csákány Sándor és Lugosi Armand:**

## **Tervszerű megelőző karbantartás a faiparban**

A könyv előljáróban a különböző TMK-rendszerek és módszerek összehasonlító értékelése alapján javasolja a legcélszerűbbet, ismerteti a TMK célszerű szervezeti felépítését és működését. Legfontosabb része az egyes faipari gépek (fűrészek, gyalugépek, marógépek, csiszológépek, fúrógépek, esztergák, szárítók) tervszerű megelőző karbantartásának részletes ismertetése. Befejezésül foglalkozik a TMK szervezet műhelyeivel és raktáraival, a javítómunkák megszervezésével, a TMK tervezésével, a rendszer gazdaságosságával és az ügyvitel ismertetésével.

**176 oldal**

**1 melléklet**

**Ára fűzve 18.50 Ft**

A könyv beszerezhető, illetve megrendelhető  
az **Állami Könyvterjesztő Vállalat** könyvesboltjaiban





# Megjelent!

**dr. Czeglédi-Jankó Géza:**

## FORGÁCSLAPOK — FORGÁCSMŰFA

A könyv az új faipari anyag iránt érdeklődőket részletesen megismerteti a forgácsműfával, a forgácslapok fajtáival, azok tulajdonságaival, módszereivel, a forgácsműfa gazdasági jelentőségével, a különböző forgácslapok és idomdarabok gyártásához használt berendezésekkel, a gyártási folyamattal, valamint a különböző forgácslapok felhasználási területével. Ismerteti a forgácslapok felhasználási lehetőségeit a bútoriparban, az építőiparban, burkoló és szerkezeti anyagként a hajó- és vagonépítésben, a mezőgazdasági gépgyártásban stb.

Száznál több ábra teszi szemléltetővé az anyagot. Különös érdeme a könyvnek, hogy a külföldi eredmények ismertetése mellett útmutatást ad a hazai anyag-lehetőségek és gyártási lehetőségek felkutatásához.

Konkrét útmutatásokat ad arra nézve, hogyan lehet forgácslapokat kisipari módszerekkel, kis beruházásokkal gyártani.

164 oldal

13 melléklet

Ára fűzve: 18,— Ft

*A könyv beszerezhető, illetve megrendelhető*

az **Állami Könyvterjesztő Vállalat** könyvesboltjaiban

Szakkönyvesbolt : *Könnnyűipari Könyvesbolt, VII., Baross tér 22*