

FAIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

FAIPARI KUTATÁSOK

1961. 1. szám



MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ

FAIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

FAIPARI KUTATÁSOK

1961. 1. SZÁM

MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ
BUDAPEST 1962

© Mezőgazdasági Kiadó, 1962.

Mezőgazdasági Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat
Felelős kiadó a Mezőgazdasági Kiadó igazgatója
Felelős szerkesztő Barlai Ervin
Műszaki szerkesztő Straub János

x

Megjelent 600 példányban, 26, 5 (A/5) iv terjedelemben, 187 ábrával

- F-1908 -

x

Készült Rotaprint eljárással az MSZ 5601-59 és 5602-55 szabványok szerint

x

61-6393 - Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest

HAZAI REZGÓNYÁRAK ÉS TERMETES NYÁRAK QUANTITATIV
XYLOTÓMIAI VIZSGÁLATA*

dr. Filló Zoltán
tudományos munkatárs

A kutatás célja a Tudományos Akadémia által a faanyagkutatósi terv során elfogadott hazai nyárfajaink kémiai, technológiai és anatómiai vizsgálatával kapcsolatban - anatómiai szempontból - két nyárfaj szöveti szerkezetének tanulmányozása, annak tisztázása végett, hogy található-e összefüggés az anatómiai jelleg, illetve ipari felhasználhatóság között.

A kutatás célja kettős:

a/ Kidolgozni azt a megfelelő kvantitatív xylotómiai vizsgálati módszert, mely a komplex vizsgálatok rendszerébe szerves egészsként beilleszthető.

b/ A legmegfelelőbbnek talált anatómiai bélyegek alapján határozott következtetések megadása ipari vonatkozásban.

Az akadémiai faanyagkutatósi terv során a hazai nyárok közül komplex feldolgozásra került öt faj: *Populus alba* L., *P. nigra* L., *P. tremula* L., *P. robusta* C.K.Schneid. és *P. canadensis* Münch. termőhelyi, növényföldrajzi, s egyéb tényezők figyelembevételével. A soproni Erdőmérnöki Főiskola Fatechnológiai Tanszéke által hét tájegységről begyűjtött fenti nyárok 34 törzsének anatómiai feldolgozásából - az összes szükséges mikroszkópos preparátumok elkészítése mellett egy tájegységről begyűjtött 3 rezgőnyár-törzs részletes anatómiai vizsgálatát elvégeztük 1954-55. év folyamán. Ezzel egyidejűleg az E.L.T.E. Alkalmazott Növénytan és Szövetfejlődéstan Intézete a fehér-, fekete- és kanadai nyárokra vonatkozó anatómiai vizsgálatokat végezte el.

* 1955. évben végzett kutatás

Az 1954-55-ben követett metodikát a Magyar Tudományos Akadémia VI. Osztálya jóváhagyásával módosítottuk. Jelen dolgozatban egy sopronkövesdi, illetve egy guthi *P. tremula*, egy orosz és egy királytelki *P. robusta* törzs kvantitatív xylotómiai vizsgálatáról számolunk be, és összefoglaljuk a rezgőnyárákra vonatkozó vizsgálati eredményeket.

METODIKA

A kiválasztott nyártörzsekből a soproni Fastechnológiai Tanszék 3 m magasságban kb. 10 cm vastagságú korongokat vágott ki, s ebből a huzásfa-nyomásfa irányából egy-egy hasábot küldött meg anatómiai vizsgálatra. E hasábokból 3x3x2 cm-es kockákat alakítottunk ki a huzásfából, egymásutáni összefüggésben a bétől a kéregig, s ezeket dolgoztuk fel mikrotechnikailag: kereszt- és mindkét irányu hosszmetaszeteket készítettünk minden kockából. A metaszeteket Leitz 1300 típusú "Universal" mikrotommal 10-15 μ vastagságban készítettük. A metaszeteket malahitzölddel történt megfestés után kanadabalzsamban állandósítottuk. A szilárdító és vizszállító elemek finomabb vizsgálata céljából évgűrűnként rostmacerátumokat készítettünk, és ezeket hasonlóan festettük meg, mint a metaszeteket.

A mikroszkópos vizsgálatokat Leitz "Ortholux" mikroszkópon Leitz-féle hatarsós integrációs asztallal az alábbiak szerint végeztük el:

I. MÉRÉSEK

A/ A mintahasáb gyalult és csiszolt keresztmetaszet-felületén

1. Évgűrűk számának és ezzel a fatest korának megállapítása.
2. Évgűrűszélesség meghatározása a mintahasáb leghosszabb, illetve legrövidebb rádiusza mentén "Leitz Brinell"-mikroszkóppal.
3. Összefüggés megállapítása a helyi évi csapadékmennyiség és a huzásfa-nyomásfa irányában mért évgűrűk szélességei között.

B/ Keresztmetszeti preparátumokon

1. Magános tracheák, ikerpórusok, pórus-sugarak és pórus-csoportok.
 - a/ száma 1 mm^2 -en, évgyűrűként, pásztánként /korai és kései/; $5-5 \text{ mm}^2$ -ben a magános edények és ikerpórusok, 3-as, 4-es, 5-ös pórus-sugarak, illetve csoportok mennyisége; az első 12 évgyűrű mindegyikében, majd minden harmadik évgyűrűben;
 - b/ sugár- és hurirányu méreteinek meghatározása fiatalabb és idősebb korban a korai és kései pásztában 5 évenként. /1, 5, 10, 15 stb. éves korban az évgyűrű korai és kései pásztájában 5-5 elemet lemérni sugár és hurirányban./
2. Vizszállító- szilárdító terület és bélsugármennyiség tömegarányának megállapítása évgyűrűként, pásztánként, integrálófeltét segítségével. E mérések alapján megállapítandó a korai és kései pászták viszonya. /Évgyűrűként $5-5 45^\circ$ szögű pásztázás a trachea, rost, rostfal-lumen és bélsugárra vonatkozóan./
3. Farostok és lumenük átmérője sugár- és hurirányban. /Minden harmadik évgyűrű korai és kései pásztájában $5-5$ rostnak, illetve ezek lumenének sugár- és hurirányu mérése./
4. Bélsugárgyakorosság megállapítása az évgyűrűhatár $2 \times 5 \text{ mm}$ -es szakaszán belül.

C/ Sugárirányu metszeteken

1. Bélsugársejtek hossza, magassága, ezek aránya, illetve a szegélysejtsorok száma fiatalabb és idősebb korban. /Megállapítandó minden 5. évben egy szélesebb bélsugárban az egymás alatt következő öt bélsugárparenchima-sejt hossza, magassága és a bélsugarat szegélyező szegélysejtsorok mennyisége./

D/ Húrirányu preparátumokon

1. Belsőgyógyakoriság meghatározása 1 mm^2 -re vonatkoztatva, egyidejűleg a legmagasabb és átlagos magasságu bősugár meghatározása. /Összeszámlálándó 1 mm^2 -en található összes bősugár; a mm^2 jobb és alsó oldala felől azok a bősugarak is, melyek csak részben látszódnak./

E/ Macerátumok vizsgálata

1. Trachea-tagok, illetve
2. farostok átlagos hosszmeretének megállapítása. /Az első 12 évgyűrű mindegyikéből, majd minden harmadik évgyűrűből vett macerátumból az edénytagok hosszának megállapítása 10-10 mérés, a rostoknál évgyűrűnként 50-50 mérés alapján./

II. MEGFIGYELÉSEK

1. Edények elrendeződésmódja, áttörése, vastagodása, tartalmi anyagának megfigyelése; vermek elrendeződése, alakja; veremnyílás alakja.
2. Farostok gödörkéinek alakja, elhelyezkedése.
3. Bősugárszerkezet; a szegélysejtsorok száma fiatal és idős korban; a bősugárparenchima-sejtek gödörkézettsége.
4. Hosszparenchima-sejtek elrendeződése.

A vizsgálatba vont négy nyár mintahasáb jelsése:

A két P. tremula: SKI és GUI /Sopronkövesd, illetve Guth/.

A két P. robusta: ORI és KRII /Oros és Királytelek/. /Az alábbiakban többször említett nyártörzs alatt mindig a mintahasáb értendő./

MIKROSZKÓPOS VIZSGÁLATOK

A gyakorlati faanatómia eleinte különböző fák fatestének szöveti leírásával foglalkozott. Uttörő munkásságot végeztek e téren Nördlinger és Wiesner. Nördlinger az 1860-as években faanatómiai atlaszt, majd a fa műszaki tulajdonságaival foglalkozó munkát adott ki. J. v. Wiesner "A növényvilág nyersanyagai" címen a fák anatómiájával kapcsolatban végzett egyéni és idegen vizsgálatok nagy összefoglalását adta. Rajtuk kívül számos fafajmeghatározó, egyes földrészek fafajainak anatómiai leírását tartalmazó, valamint iparilag fontos fafajok monografikus feldolgozását adó munka jelent meg, mind külföldi, mind hazai vonatkozásban. A mikroszkóp és a vizsgálati módszerek tökéletesedése során ez várható is volt, hiszen egyre nagyobb lehetőség nyílt és nyílik arra, hogy az anatómiai bélyegek és az egyes fafajok technológiai tulajdonságai közti összefüggéseket felderítsék. Egyre nyilvánvalóbbá vált a faanatómia gyakorlati fontossága, a fának erdőben való termelése tekintetében is.

A gyakorlati anatómia, az ipar részére is fontos eredményeit a mehnységi faanatómia, a kvantitatív xylotómia útján éri el. Hazai vonatkozásban fel kell említsük e területen Tuzson J., Kövesi P., Benkovic K., Török B. és Szalai I.-Varga M. munkáit, illetve dolgozatait, kik a vörösfenyőn, akác, lucfenyőn, illetve kőrísen végeztek kvantitatív xylotómiai vizsgálatokat.

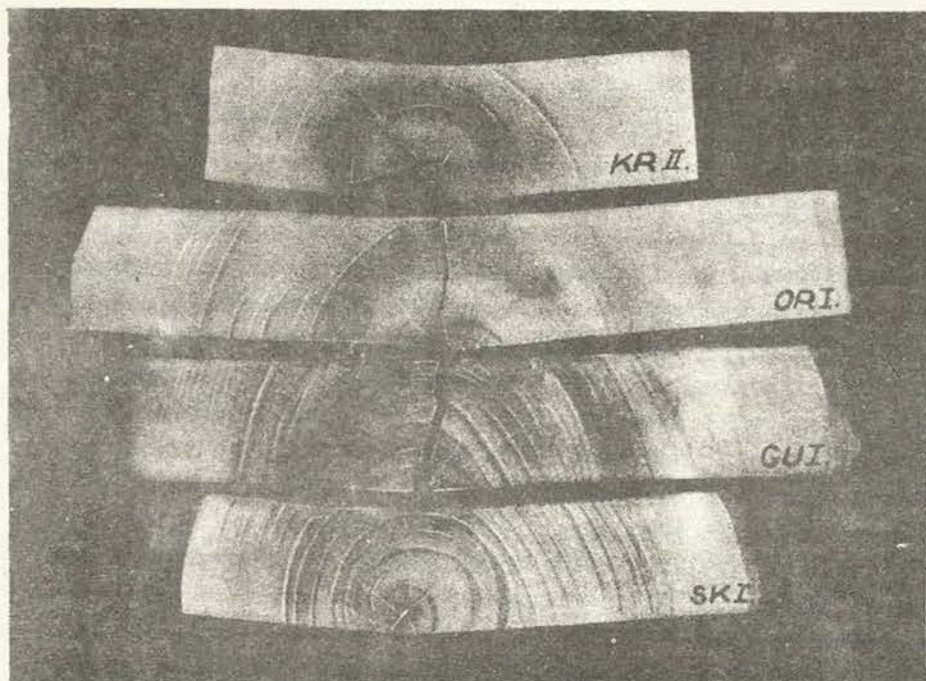
Jelen vizsgálatainkban a különböző tájegységekről származó nyár-mintaanyagok szöveti inhomogenitásának összehasonlítása végett feltüntetjük a heterogenitás-indexeket, mind a vízszállító-, szilárdító- és bélsugárelemeknél, mind az össz-indexek átlagértékénél.

ad I.A/1

A vizsgálatba vont nyártörzsek kora különböző volt. Az SKI és GUI jelű törzs 38 éves, míg az ORI és KRII 14, illetve 10 éves. /Mind a négy hasáb keresztmetszeti csiszolt felületéről készített felvételt az 1. ábrán mutatjuk be./

ad I.A/2

Az évgyűrűk szélességét a husásfa-nyomásfa irányában mértük a leghosszabb, illetve legrövidebb rádiuss mentén. A kapott átlageredmények alapján a két idősebb törzsnék /SKI, GUI/ jól felismer-

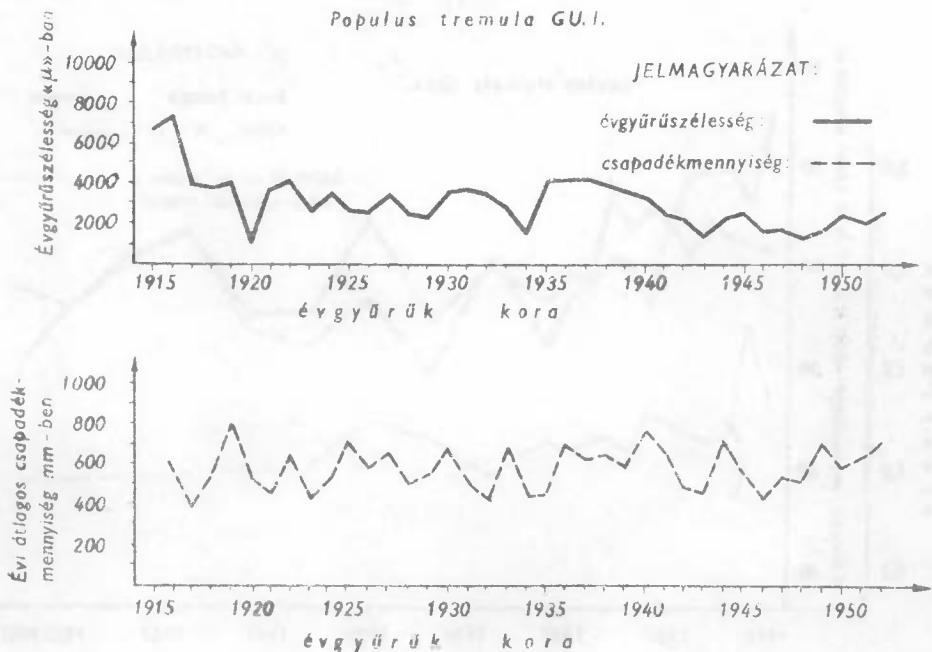


1. ábra
Vizsgált nyárfaminták

hetően jelentkezik az a törvényszerűség, hogy a fiatalabb évgyűrűktől az idősebbek felé az évgyűrűszélesség - egy-két maximumtól eltekintve - általában egyre növekszik. E két törzs évgyűrűszélességei közel megegyezők, bár a törzsek tájegységileg távolfekvő vidékről származnak. A P.robusta törzsek évgyűrűszélesség-értékei igen szélsőséges ingadozást mutatnak.

ad I.A/3

Az évgyűrűszélességek értékeit, a nyártörzsek lelőhelyeinek évi csapadékmennyiségeivel párhuzamosan, grafikonokban ábrázoltuk. A grafikonok azt mutatták - ha nem is teljes hosszukban -, hogy az évgyűrűszélesség függ az évi csapadékmennyiségtől is. Így látjuk ezt pl. a GUI törzs esetében /2. ábra/, ahol az 1923-as, 1934-es, 1943-as csapadékminimumoknak megfelelően évgyűrűminimumokat találunk.

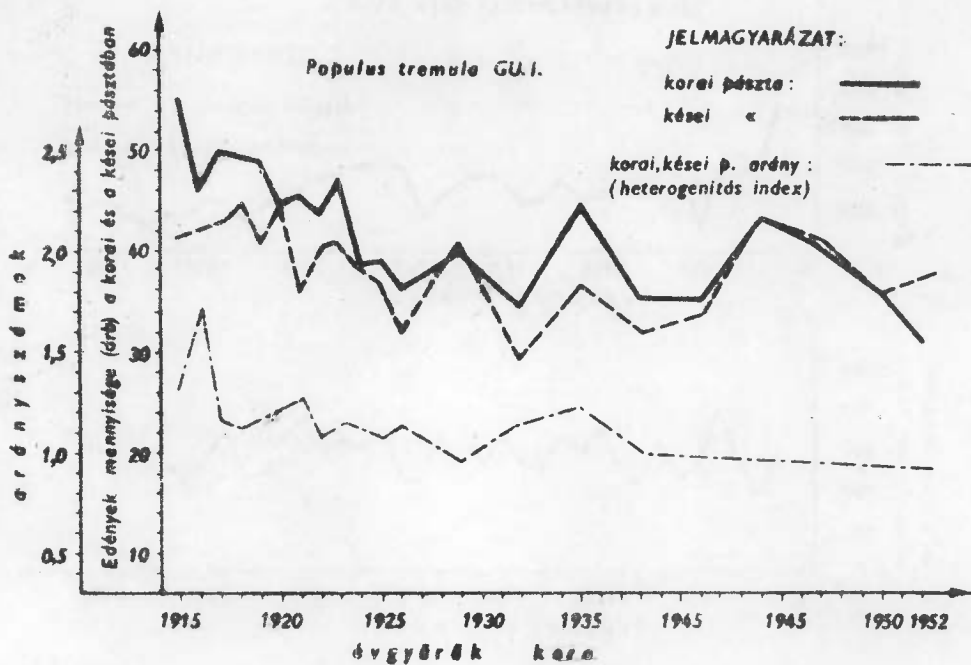


2. ábra

Évgyűrűszélesség és az évi csapadékmennyiség eloszlása

ad I.B/1a

Az egységnyi területen előforduló magános edények mennyiségét törzsenként, évgyűrűnként - mind a korai, mind a kései pásztaban - ötszörös ismétléssel mért adatok alapján állapítottuk meg. A kapott eredményeket, valamint ezek /korai-kései pásztaban/ mennyiségi arányát grafikonban ábrázoltuk, mind a négy törzshez vonatkozóan. A kapott értékek alapján megállapítottuk, hogy a tracheák évgyűrűnkénti mennyiségi eloszlására vonatkozó, s az előző ilyen irányú vizsgálatoknál is tapasztalt törvényszerűség, mely szerint a magános tracheák mennyisége a kéregtől a bél felé állandóan növekszik, jelen esetben is megfigyelhető. Különösen szépen mutatkozik ez a GUI törzsnél /lásd 3. ábra/. Ez a törzs egyébként tracheaeloszlás szempontjából nem olyan heterogén, mint a sopronkövesdi *P. tremula* törzs, illetve mint a két *P. robusta* törzs.



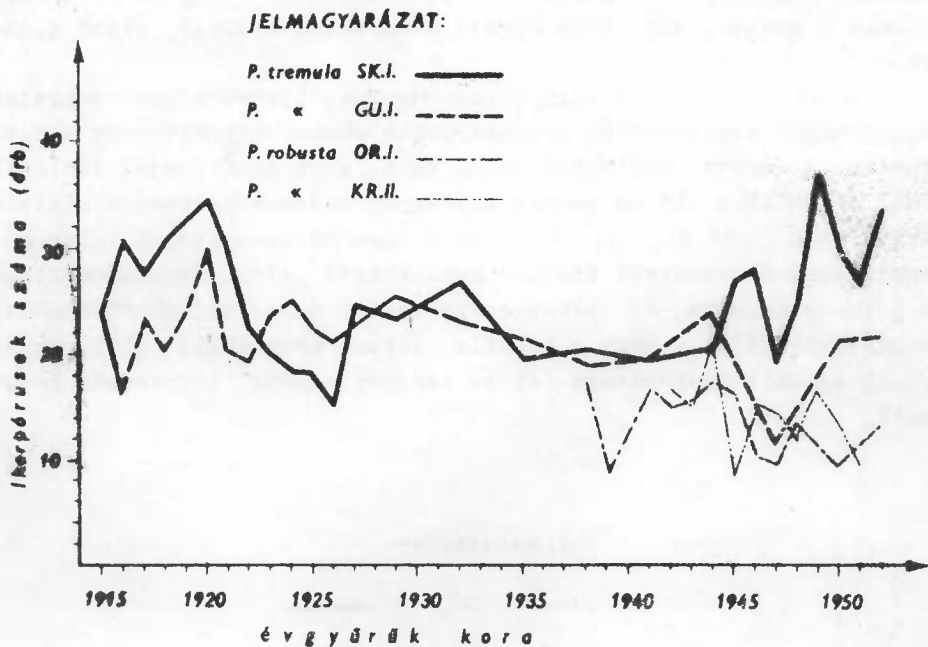
3. ábra

Tracheák mennyisége a korai és kései pásztában 1 mm^2 -en és azok mennyiségi aránya

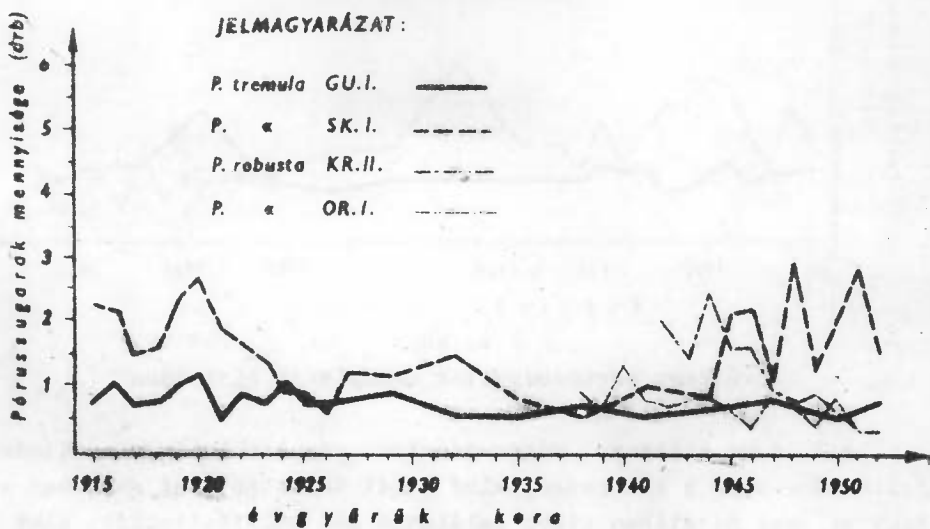
Az előző nyárvizsgálatoknál ide vonatkozóan tapasztalt jelenséget, hogy a magános tracheák mennyisége a kései pásztában általában nagyobb, mint a koraiában, jelen vizsgálatainkban inkább fordított viszonylatban találtuk, főleg a GUI, illetve KR11 törzseknél. Tehát előbbi megállapítás törvénytzerűen nem mondható ki.

A magános tracheák mennyisége mm^2 -ként a két *P. tremula* törzsnél átlagosan jóval nagyobb, mint a *P. robusta* törzseknél: 30-50, illetve 14-28. /Itt jegyzem meg, hogy az előző vizsgálatainkban a három marcali rezgőnyár törzsnél ugyanilyen értékeket kaptunk a tracheamennyiségre vonatkozóan./

Az egységnyi területen előforduló ikerpórusok mennyiségi meghatározását hasonlóképpen végeztük, mint a tracheáknál. Az egyes törzsekre évyűrűnként kapott mennyiségi átlagértékeket grafikonokban ábrázoltuk. Ezek alapján megállapítható, hogy az ikerpórusok mennyisége a két rezgőnyár törzsnél évyűrűnként át-



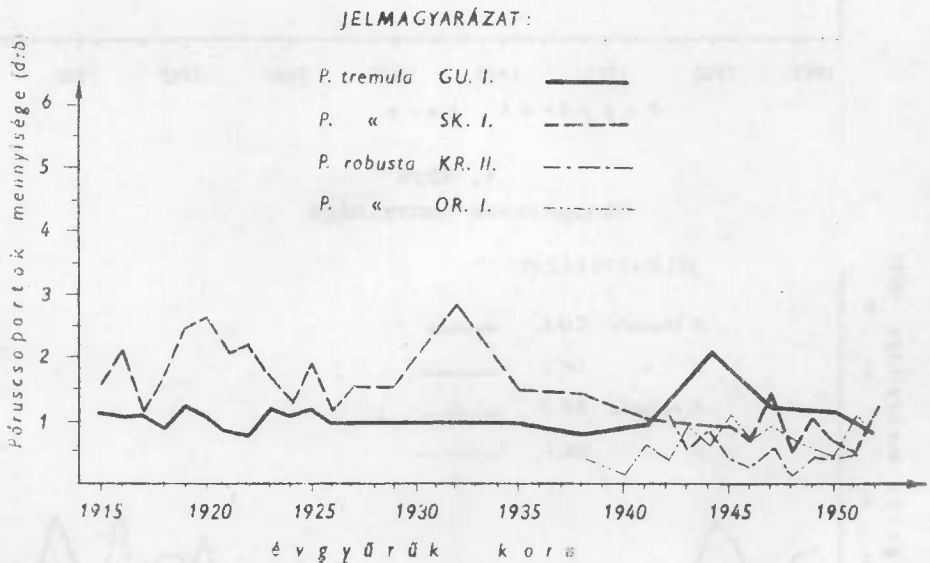
4. ábra
Ikerpórusok mennyisége



5. ábra
3-6 tagu pórusugarak mennyiségi eloszlása

lagosan nagyobb, mint a két természetes nyárnál. Átlag 20-25 körüli értékű a rezgő-, míg 10-18 körüli a természetes nyárnál. /lásd 4. ábra./

A 3, 4, 5 és 6 tagu pórus-sugarak, illetve pórus-csoportok mennyiségét évgyűrűnként meghatároztuk minden egyes törzsre vonatkozóan. A kapott értékeket az 5. és 6. ábra grafikonjai tüntetik fel. A grafikon minden pontja egy-egy törzsre vonatkozó megfelelő évgyűrűben talált 3, 4, 5 és 6 tagu pórus-sugár, illetve póruscsoport összesített átlagos mennyiségét jelzi. Összehasonlítva a pórus-sugarakra és pórus-csoportokra vonatkozó grafikonokat, megállapíthatjuk, hogy a kétféle típusu tracheális előfordulás közel egyenlő gyakoriságu és az ikerpórusokénál többszörte kevesebb.



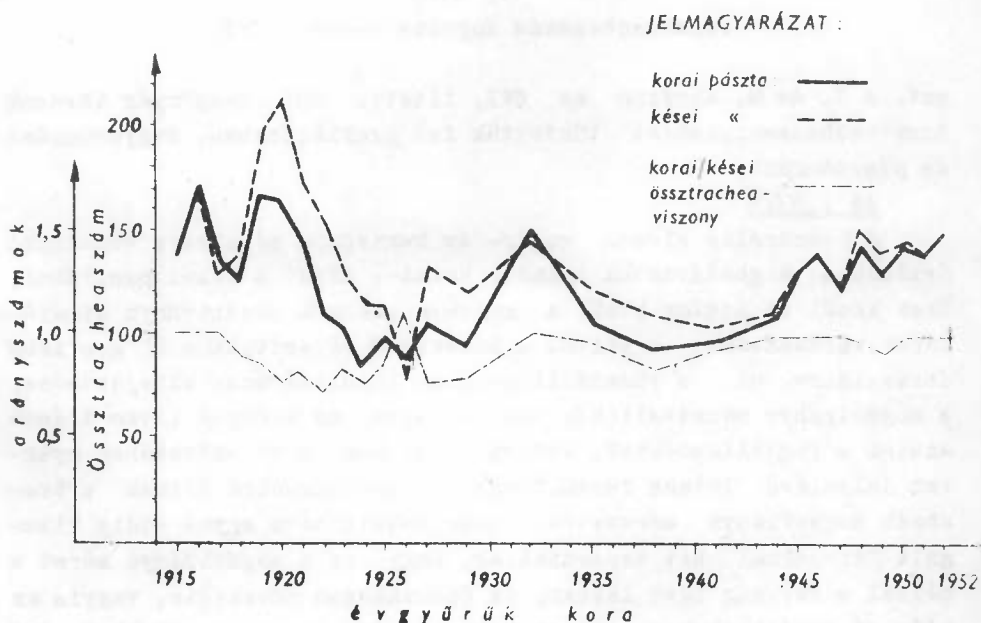
3-6 tagu póruscsoportok mennyiségi eloszlása

A 3, 4 és többtagu pórus-sugarak pásztánkénti eloszlására jellemző - mind a két rezgő, mind a két természetes nyár esetében -, hogy az őszi pásztában több található az említettékből, mint a tavasziban. A pórus-csoportok pásztánkénti mennyisége tekintetében más a helyzet, mint a pórus-sugaraknál. A póruscsoportok ui.

nagyobb mennyiségben találhatók a tavaszifában, mind az őszi-
 fában. Ez mind a rezgő-, mind a természetes nyártörzsekre is vonatko-
 zik. Az előző nyárvizsgálatoknál a marcali három rezgőnyár törzs-
 re vonatkoztatott az a megállapítás, hogy a pórus-sugarak és cso-
 portok mennyisége a bétől a kéregig állandóan csökken, nem vo-
 natkoztatható a jelenleg vizsgált egyik nyártörzsrre sem.

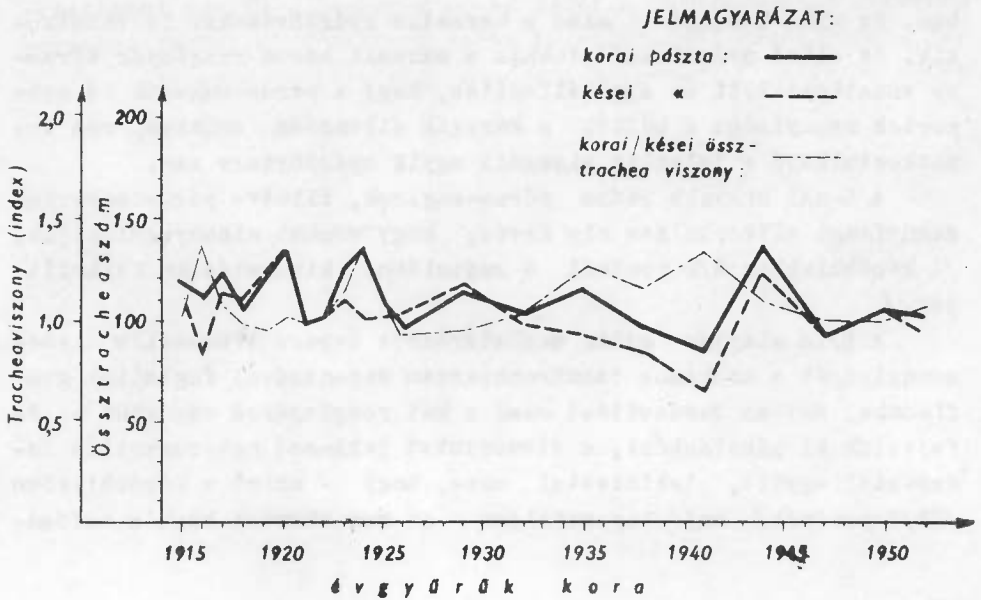
A 6-nál nagyobb számú pórus-sugarak, illetve póruscsoportok
 mennyiségi előfordulása oly kevés, hogy azokat elhanyagolhatjuk.
 /A későbbiekben B/2 pontnál a százalékos kimutatásban felemlit-
 jük./

A B/1a alapján eddig meghatározott összes tracheális elemek
 mennyiségét a szokásos össztracheaszám megadásával foglaltuk gra-
 fikonba. Ezt az összesítést csak a két rezgőnyárra végeztük el és
 fejeztük ki pásztánként, a viszonyukat jellemző heterogenitás in-
 dex-szel együtt, tekintettel arra, hogy - amint a későbbiekben
 /IB/2 pontnál/ majd tapasztaljuk - ez nem tükrözi hűen a valósá-



7. ábra

Össztracheaszám *Populus tremula* SKI.



8. ábra

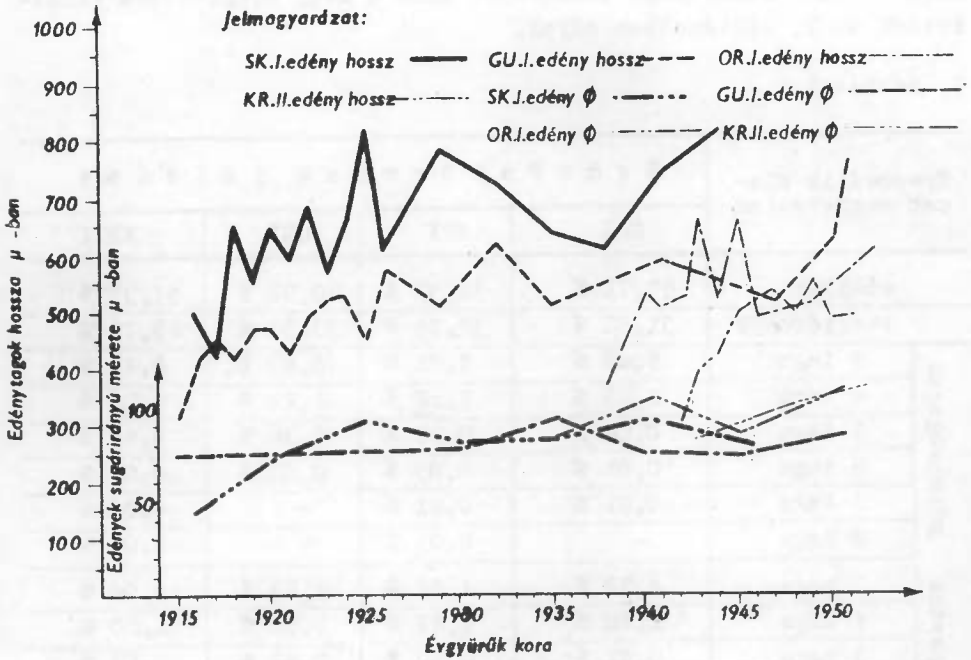
Össztracheaszám *Populus tremula* GUI.

got. A 7. és 8. ábrákon az SKI, illetve GUI rezgőnyár törzsek össztracheamennyiségét tüntettük fel grafikonokban, évvgyűrűnként és pásztánként.

ad I. B/1b

A tracheális elemek sugár- és hurirányu méreteire vonatkozó értékeket meghatároztuk mind a korai-, mind a kései pásztában. Ezek közül az adatok közül a magános edények sugárirányu átmérőjének változásait - a bél-től a kéregig - választottuk ki grafikus ábrázolásra, ui. a visszallítóelemek lapultságának kifejezésére, a sugárirányu méretváltozás kimutatására, az edények ilyen irányu adatai a legjellemzőbbek. Ismert tény, hogy a fa szövetében gyakran jelenlévő latens feszültségek összefüggésben állnak a tracheák sugárirányu méreteivel. Erre vonatkozóan egyes eddig vizsgált fafajoknál azt tapasztalták, hogy ez a sugárirányu méret a bél-től a kéregig igen lassan, de fokozatosan növekedik, vagyis az edények sugárirányban a kéreg felé haladva egyre lapultabbak. Ezt a jelenleg vizsgált négy nyártörzs közül az SKI rezgőnyár törzs

esetében tapasztaltuk. A többi három törzsnél - kisebb ingadozással - az edények lapultsága az egész törzsön belül közel megegyezőnek vehető. /9. ábra./ A tracheák sugárirányú méreteinek ábrá-



9. ábra

Edények átlagos sugárirányú átmérője és hossza

zolásával egyidejűleg ugyanezen grafikonon az E/l pont alatti, az edénytagok hosszára mint másik dimenzionális alakváltozásra vonatkozó méréseinket is rögzítettük. A trachea-tagok átlagos évgyűrűnkénti hosszát az egyes évgyűrűkből készített macerátumok alapján 10-10 különböző méretű edénytag hosszát átlagából vettük. A kapott eredményeket az évgyűrűk függvényében ábrázoltuk /lásd 9. ábra/. A grafikonok alapján megállapíthatjuk, hogy az edénytagok hossza a beltől a kéregig növekedik, különösen az első 10-12 évben, míg a fajra jellemző méretet el nem éri. /Ez különösen jól megfigyelhető a vizsgált két rezgőnyártörzsnél, s így találtuk ezt a régebben vizsgált 3 marcali rezgőnyár törzsnél is./ Az edénytagok hossza a rezgőnyáraknál 300-800 μ , a természetes nyáraknál 350-650 μ közötti értékű.

A visszaillesítõ- és szilárdító terület tömegarányának ismertetésével kapcsolatban elõször a visszaillesítõelemek elõfordulási gyakoriságát kell meghatározni. Az I.B/1 pont alapján meghatározott, idevonatkozó adatok szerint a tracheális elemek egymáshoz viszonyított mennyiségi jelenlétét mind a négy nyártörzshez vonatkozóan az 1. táblázatban adjuk.

1. táblázat

Tracheális elemek megnevezése		Nyártörzsek jelzése			
		GUI	SKI	ORI	KRII
edények		55,71 %	50,33 %	50,92 %	54,31 %
ikerpórusok		31,32 %	32,96 %	33,50 %	29,79 %
pórusugarak	3 tagu	5,08 %	7,01 %	6,83 %	8,43 %
	4 tagu	1,59 %	1,52 %	1,22 %	2,08 %
	5 tagu	0,02 %	0,25 %	0,38 %	0,54 %
	6 tagu	0,01 %	0,05 %	0,06 %	0,08 %
	7 tagu	0,01 %	0,01 %	-	0,04 %
	8 tagu	-	0,01 %	-	0,02 %
póruscsoportok	3 tagu	4,39 %	4,86 %	4,63 %	3,00 %
	4 tagu	1,40 %	2,26 %	1,86 %	1,20 %
	5 tagu	0,37 %	0,50 %	0,42 %	0,27 %
	6 tagu	0,07 %	0,21 %	0,10 %	0,16 %
	7 tagu	0,02 %	0,02 %	0,05 %	0,06 %
	8 tagu	0,01 %	0,01 %	0,03 %	0,02 %

Az 1. táblázat alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgálatba vont rezgõ- és természetes nyártörzseknél a tracheális elemek közül legnagyobb százalékban magános edények és ikerpórusok találhatóak; az elõbbieket nagyobb számban, míg az ikerpórusok kb. 2/3-dal kisebb mennyiségben. A pórusugarak és csoportok közül legtöbb a háromtagu pórusugár, illetve póruscsoport. Jólal kevesebb a négytagu pórusugár és csoport, míg az öt és ennél többtagu tracheális elem csak igen kis százalékban fordul elõ a fatestben.

Az integrációs feltét segítségével minden egyes évgyűrűben - mind a korai, mind a kései pásztában - mikroszkópos méréssel megállapítottuk a tracheális elemek, rostok, bélsugarak százalékos mennyiségét és a rostokra vonatkozóan a sejtfa - sejtüreg /lumen/ viszonyt, százalékos kiértékelésben.

Vegyük elsőnek a visszallítószövet eloszlását. A visszallítóelemek pásztánkénti eloszlását átlagolva, a mikroszkópos mérések közben kapott minimális, illetve maximális értékeket a 2. táblázatba foglaltuk /2. táblázat/.

2. táblázat

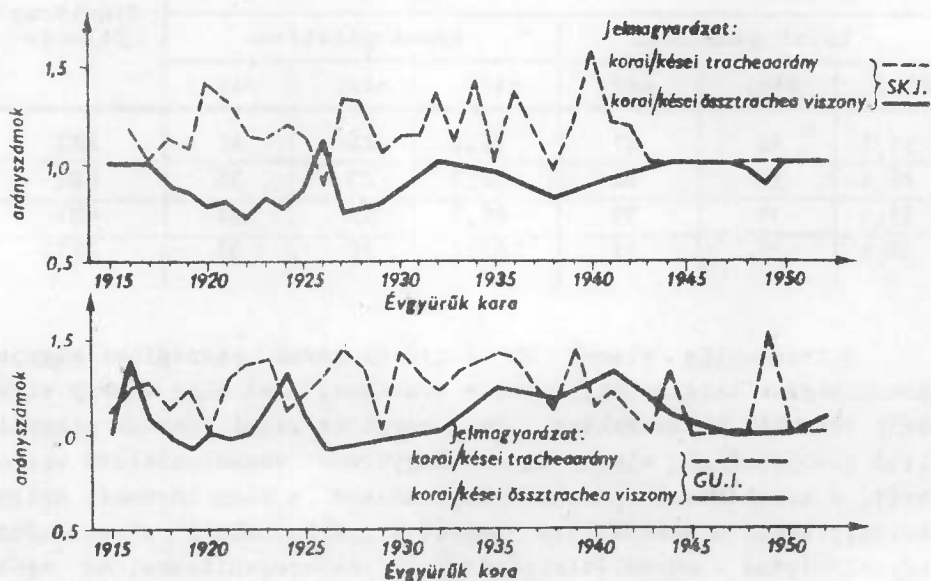
Visszállítószövet, az össz-szövethez viszonyított % -ban						Nyártörzs jelzése
korai pásztában			kései pásztában			
átl.	min.	max.	átl.	min.	max.	
39,2	31	47	36,0	26	47	SKI
36,4	32	42	30,3	23	36	GUI
33,4	30	39	28,1	25	34	ORI
33,4	26	39	28,8	25	33	KRII

A tracheális elemek az évgyűrűk korai pásztáiban nagyobb mennyiségben találhatóak, mint a késeiben. Ezt mind a négy vizsgált törzsnél tapasztaltuk. Ha a korai és kései pászták visszallító területeinek minden egyes évgyűrűre vonatkoztatott viszonyát, a korai/kései pászta-arányt nézzük a négy törzsnél külön-külön, akkor a visszallító szövet évgyűrűn belüli eloszlásának egyenlőségére - egyenlőtlenségére, a heterogenitásra, az egész törzsrre vonatkozóan pedig a korai, illetve kései pásztákban kapott értékek átlagának viszonyából kapunk adatokat.

SKI 39,2/36 = 1,088
 GUI 36,4/30,3 = 1,201
 ORI 33,4/28,1 = 1,188
 KRII 33,4/28,8 = 1,159

A tracheális elemek eloszlása szempontjából tehát az SKI törzs szövete a négy törzs közül a legkevésbé heterogén, míg leg-heterogénebb ilyen tekintetben a GUI törzs.

Visszatekintve a I.B/1a pontban említett össztracheaszám feltüntetésekre /7. és 8. ábra/, az ott látható grafikonokat egy-bevetjük a vizszállítószövet integrációs asztallal mért százalékos szövetmennyiségi eloszlásával; pontosabban a korai/kései pásztaarányokat, a heterogenitási indexet feltüntető grafikonokkal /10. ábra/. A grafikonoknak egybevágóknak, vagy közel meg-



10. ábra

Össztracheaviszony és tracheális vizszállítóterület pásztaarány összehasonlítása SKI és GUI törzsnél

egyezőknek kell lenni. Tekintve, hogy az össztracheaszám-viszony mind az SKI, mind a GUI törzsnél nagyon eltér az integrációs méréseredmények viszonzszámaitól, ezért az össztracheaszám és viszony a vizszállítóterület évgyűrűn, illetve törzson belüli el-

oszlásának, s ezzel ilyen szempontból a fatest inhomogenitásának megbízható feltüntetésére nem alkalmas.

A szilárdítószövet százalékos mennyiségi jelenlétére vonatkozóan méréseink eredményeit grafikonokba, illetve táblázatba /3. sz. táblázat/ foglaltuk. /A grafikonok közül a GUI rezgőnyár törzsre vonatkozó adatokat közöljük /11. ábra/.

3. táblázat

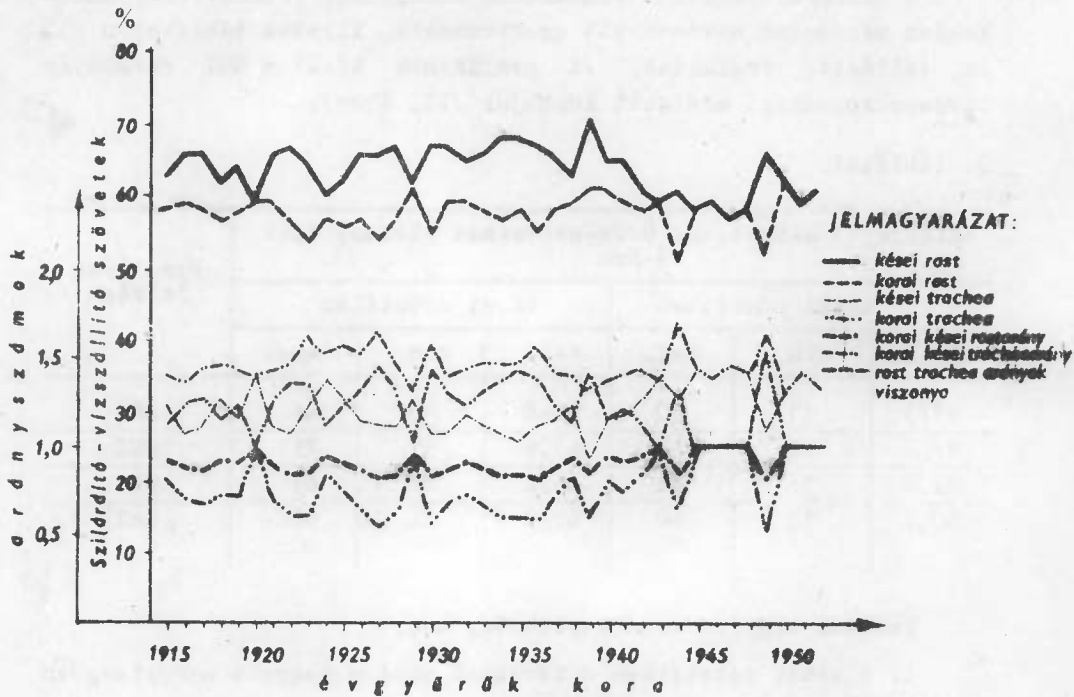
Szilárdító szövet, az össz-szövethez viszonyított % -ban						Nyártörzs jelzése
korai pásztában			kései pásztában			
átl.	min.	max.	átl.	min.	max.	
53,3	45	60	56,8	45	64	SKI
57,7	51	62	63,6	57	71	GUI
59,8	56	64	66,1	61	69	ORI
60,1	55	68	65,8	61	68	KRII

Fentiek alapján megállapítható, hogy:

1. a kései pásztákban a farostok mindig nagyobb mennyiségben találhatóak, mint a tavaszifában,
2. nagyobb mennyiségű a farost a természetes nyártörzsekben,
3. a farostra vonatkozó heterogenitás-index: SKI = 0,938, GUI = 2,907, ORI = 0,904, KRII = 0,913.

A vizsgálatba vont nyártörzsek közül szilárdítószövet-eloszlás tekintetében tehát a legkevésbé heterogén az SKI törzs, s a legheterogénebb az ORI törzs.

A szilárdítószövet évgyűrűnkénti mennyiségi eloszlásán kívül jellemző adat a szöveti heterogenitás kiértékelhetősége szempontjából még a szilárdítószövetre vonatkozó rostfal-lumen mennyiség, illetve ezek viszonyainak pásztánkénti alakulása is. Számos adat alapján megállapítottuk, a jelenleg vizsgált mind a négy nyártörzsre vonatkozóan a sejtfal-sejttüreg viszonyt. Mint az várható is, általában mindig nagyobb mennyiségű a kései sejtfal, illetve a korai sejttüreg, míg kevesebb a korai sejtfal és a sejttüreg.



11. ábra

Szilárdító-vizszállítószövetek és azok aránya a GUI nyár-törzsénél

üreg, ha a sejtfalakat és a sejtlumeneket pásztánként hasonlítjuk össze.

Mind a négy nyártörzsénél az effektív rostfalmennyiségre vonatkozóan az átlag, minimum és maximum adatokat külön táblázatba foglaltuk /lásd 4. táblázat/, hogy az átlagok közti kisebb vagy nagyobb különbségekből a leghomogénebb, illetve legheterogénebb nyártörzsre következtethessünk. U1. a szilárdítóelemek pásztánkénti százalékos sejtfalmennyiségének egymáshoz viszonyított /korai/kései/ nagyobb különbsége a szöveti heterogenitást fokozza, a kisebb pedig csökkenti. Ilyen értelemben tehát a rostokon belüli sejtfal-lumen elkülönítéssel kapott pásztakülönbségek eredményei /4. táblázat 7. oszlop/ is alátámasztják a szilárdító-

4. táblázat

Sejtfal mennyisége a szilárdító szöveten belül a sejtlumenhez viszonyított %-ban						Korai és kései pászták kül. %	Nyártörzsek jelzése
korai pásztában			kései pásztában				
átl.	min.	max.	átl.	min.	max.		
68,4	60	80	70,4	60	78	2,0	SKI
61,0	52	67	64,8	57	69	3,8	GUI
55,3	51	61	58,7	55	68	3,1	ORI
59,2	55	65	61,3	58	67	2,1	KRII

szövettel, mint egységgel kapcsolatos előbbi megállapításainkat, vagyis azt, hogy szilárdítószövet-eloszlás tekintetében a leghomogénebb törzs az SKI nyártörzs, ui. e törzsnél /4. táblázat 7. rovat szerint/ legkisebb /2,0/ a sejtfalmennyiség átlagos ingadozása az évgyűrűkön belül.

A bélsugarak mennyiségét integrációsfeltét segítségével minden egyes évgyűrűben pásztánként ugyanagy határoztuk meg, mint az előző két szövetét. Erre vonatkozó adatainkat az alábbi /5./ táblázatba foglaltuk.

5. táblázat

Bélsugarak mennyisége, az összszövethez viszonyított %-ban						Nyártörzsek jelzése
korai pásztában			kései pásztában			
átl.	min.	max.	átl.	min.	max.	
7,5	6	10	7,8	7	10	SKI
5,9	5	7	6,1	5	7	GUI
6,8	4	6	5,9	5	7	ORI
6,5	6	7	6,4	6	7	KRII

A bélsugarak, mint a fentiekből láthatjuk, aránylag kis százalékban találhatóak a fatestben. A bélsugarak évgyűrűn belüli,

illetve az egész fatesten belüli eloszlására vonatkozó heterogenitás-index törzsenként:

SKI = 0,961,
 GUI = 0,967,
 ORI = 0,152,
 KRII = 1,015.

Szöveti homogenitás-heterogenitás szempontjából eddig a nyá-
 rak fatestében jelenlévő mind a három szövettípust elemeztük, il-
 letve külön-külön megállapítottuk a heterogenitási indexeket. Te-
 kintve, hogy a három szövettípus mennyiségi jelenléte itt a nyá-
 raknál az egész fatestnek mondhatni 100 %-át teszi ki - nem szá-
 mitva azt az igen elenyésző/legfeljebb néhány tized százalékot
 meghaladó mennyiségű/ terminális parenchimat -, feltételezésünk
 szerint a visszaillesztő, szilárdító és bélsugárparenchima szövetek-
 re kapott heterogenitási indexek összegezéséből, átlagából az
 egész fatestre, mint komplexumra nézve a heterogenitás értékjel-
 zőjét kapnánk meg /6. táblázat/.

6. táblázat

Nyártörzs jelzése	Heterogenitási index				σ nyo.
	vizszállí- tó	szilárdí- tó	bélsugár	össz- szöveti	
SKI	1,088	0,938	0,961	0,995	429
GUI	1,201	0,907	0,967	1,025	474
ORI	1,188	0,904	1,152	1,081	316
KRII	1,159	0,913	1,015	1,029	281

Az előzőek szerint tehát a vizsgált négy nyártörzs közül
 össz-szövetileg a leghomogénebb az SKI rezgőnyár-törzs, leghete-
 rogénebb az ORI természetes nyártörzs.

A hazai nyárákra vonatkozóan, a kémiai és szövettani vizsgá-
 latokkal egyidejűleg végzett fizikai és mechanikai vizsgálatok
 eredményeiről dr. Pallay Nándor egyetemi tanár, az Erdőmérnöki
 Főiskola Közleményei 1957. 2. számában számolt be. A vizsgálatok-
 ból a mechanikai tulajdonságok közül csak az eddig közölt nyomó-

szilárdsági értékeket emelem ki, párhuzambaállítás végett az általunk vizsgált nyártörzsekre vonatkozó heterogenitási indexekkel /7. táblázat/.

7. táblázat

	Nyár - törzsek			
	GUI	SKI	ORI	KRII
σ nyo. nyomószilárdság	474	429	316	281
össz-szöveti heterogenitási index	1,025	0,995	1,081	1,029
térfogatsúly	0,598	0,500	0,465	0,441

A 7. táblázatból kiolvasható az a tény, hogy az összheterogenitás index-értékei többé-kevésbé követik a nyomószilárdsági értékeket: a két rezgőnyár törzs /GUI, SKI/ indexe áll legközelebb az I-hez; e két törzs nyomószilárdsági értéke σ nyo. nagyobb, mint a két természetesnyárnál kapott érték. /A többi szilárdságvizsgálati eredmények is - ilyen összehasonlításban - ugyanerre az eredményre vezettek. Tekintettel arra, hogy e mechanikai vizsgálatok publikálva még nincsenek, az ezekkel kapcsolatos részletes összehasonlítást mellőztük. /

Elfogadhatónak tartjuk tehát azt a feltételezésünket, hogy a fentiek szerint meghatározott összheterogenitási indexből két vagy több fatörzs összehasonlításánál az átlagos szilárdsági érték kisebb vagy nagyobb voltára következtetni lehet. A szöveti vizsgálatokat azonban nemcsak a húzásfában, hanem a nyomásfában is el kell végezni, és e két szövetrész összetevéséből kell megadni az összheterogenitást, mert a húzásfa szövetanalízise egymágában nem nyújt teljesen kielégítő támpontot a szöveti inhomogenitás eldöntésére.

ad I.B/3

A szilárdítóelemek - jelen esetben a farostok - keresztmetszeti-, sugár-, illetve hurirányu méreteit határoztuk meg 5-5 roston mért adatok átlagából. Ezek alapján megállapítottuk, hogy:

a/ a rostok sugárirányu átmérője általában 16-25 μ között ingadozik, kivétel a KRII törzs, ahol ez az érték 13-21 μ .

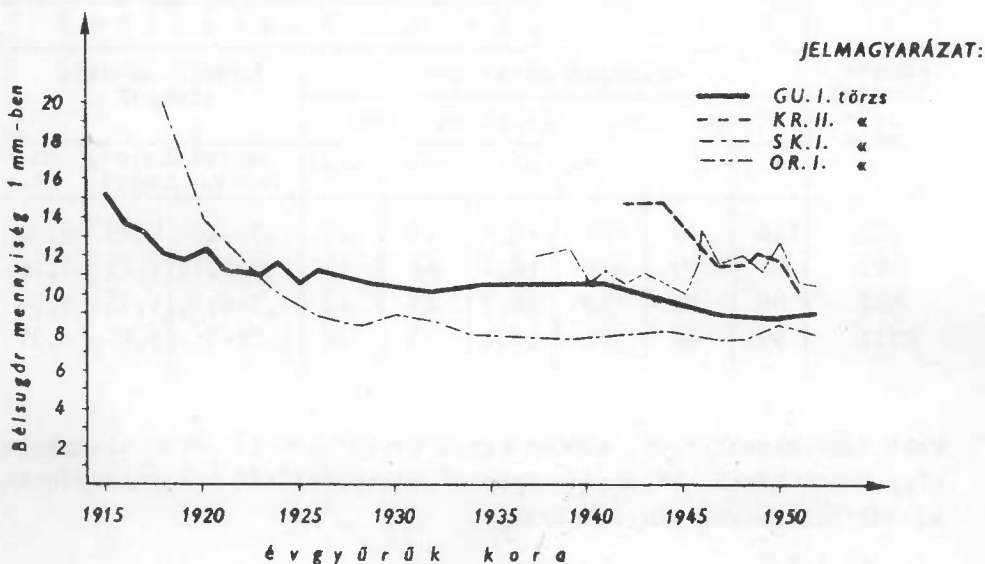
b/ Az az előző rezgőnyár vizsgálatainkkal kapcsolatos megfigyelés, hogy a rostok sugárirányu átmérője a béltől a kéreg felé kis mértékben, de állandóan növekedik, e vizsgálataink adataiból nem tűnik ki olyan jól. Ennek oka abban keresendő, hogy helyesebben járunk el, ha minden évgyűrűre vonatkozóan és nagyobb számban végzünk méréseket.

c/ A korai és kései rost-, illetve lumenátmérők közti parallelitás legszebben a GUI törzs adatain mutatkozik, amiből arra lehet következtetni, hogy rostszerkezeti szempontból ez a törzs a leghomogénebb.

ad I.B/4

A bélsugárgyakoriság meghatározására a nyártörzsek minden második évgyűrűjében, az évgyűrűhatár közelében, kétszer 5 mm-es szakaszon belül, végeztük méréseinket. A kapott eredmények átlagértékeit a 12. ábra grafikonjaiban tüntetjük fel. Ezek alapján a jelenleg vizsgált négy nyártörzsnél - mint a multkori három rezgőnyárnál is - a bélsugárgyakoriság a béltől a kéreg felé egy darabig /kb. 10-12 évig/ erősen csökken, majd ez az érték kisebb ingadozásokkal többé-kevésbé állandó jellegű marad, vagy igen kis mértékben csökken.

A két P. tremula törzsnél ez az 1 mm-re vonatkoztatott érték a fa fiatalabb éveiben 11-nél jóval magasabb, a későbbiekben 8-10 között mozog, míg a két P. robusta törzsnél 10-13 közti értékű.



12. ábra
Bélsugárgyakoriság a keresztmetszeten

ad I.C/1

A bélsugársejtek morfológiájával kapcsolatban is végeztünk mikroszkópos méréseket. A fatest évyűrűin áthaladó bélsugársejtek hossz-, illetve magassági abszolút méretein kívül a hossz/magasság arányszámainak változását is vizsgáltuk a bétől a kéregig. Mérési eredményeinket az alábbi táblázatban mutatjuk be. /8. táblázat./ A bélsugár szövetein belül a bétől a kéregig bekövetkező morfológiai változások szélső értékeinek különbségei - a hossz/magasság arányok ingadozási nagysága - jelzik a bélsugár szöveti inhomogenitását. A táblázatból megállapítható, hogy a bélsugár-parenchimasejtek átlagos abszolút magasságai mind a négy törzsnél igen minimális eltéréssel megegyeznek, míg hosszmeretei igen eltérőek /68-116 μ /, még ugyanazon falon belül is.

Hogy a vizsgált négy törzs közül bélsugárszerkezet szempontjából melyik törzs a leghomogénebb, a fenti táblázat 9. rovatából tudjuk megállapítani: a hossz/szélesség viszonyok ingadozását

8. táblázat

Nyár- törzsek jel- zése	Bélsugárparenchima-sejtek								
	abszolút méretei						hossz/magasság arányai		
	hossz μ -ban			magasság μ -ban					
	átl.	min.	max.	átl.	min.	max.	szélső értékei	ingad. magys.	át- laga
SKI	116	37	189	18,7	13	22	2,75-10	7,25	6,01
GUI	68	33	136	18,2	15	22	1,5-7,75	6,25	3,75
ORI	90	81	119	18,7	15	22	3,7-6,25	2,55	4,73
KRII	98	48	176	19,1	15	22	2,75-8,0	5,25	4,97

kell összehasonlítani minden egyes nyártörzsnél. Ezek alapján a négy törzs közül bélsugárszerkezet szempontjából a leghomogénebb az ORI jelű természetesnyár törzs.

ad I,D/1

A négy nyártörzs további fajjellemző bélyegéhez jutottunk a hurmetszetek 1 mm^2 területére vonatkoztatott bélsugársűrűségek meghatározásával. A kapott adatok alapján a két *P. tremula* törzsnél a mm^2 -re vonatkoztatott bélsugársűrűség - nem számítva az első 8-10 évvyrüt - átlagosan 29-38 között váltakozik. Közel megegyező ez az érték az előző rezgőnyár-vizsgálatok hasonló adataival. A *P. robusta* törzsek egyikére - az ORI törzsrre vonatkozóan - a bélsugársűrűség átlaga egyezik a rezgőnyárakéval, a másik törzsnél viszont ezek az értékek 40-52 között ingadoznak.

A sejtekben kifejezett átlagos és maximális magasságu bélsugarakat is meghatároztuk. Erre vonatkozó eredményeink:

	GUI	SKI	ORI	KRII
Átlagos magasság	14	12	15	17
Maximális magasság	27	42	56	61

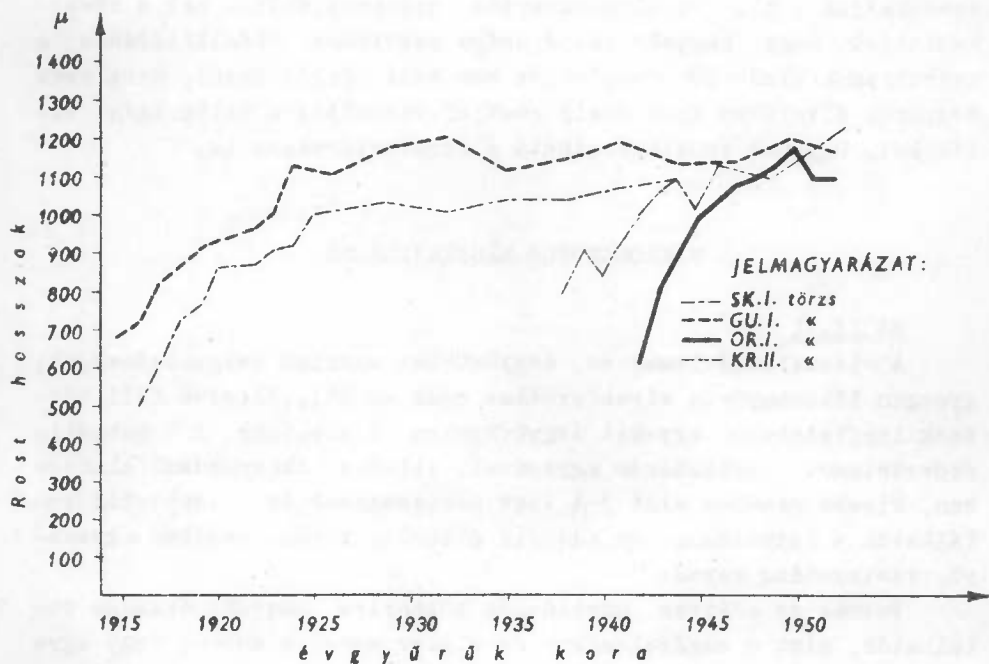
Fenti adatokat az előző rezgőnyáraknál talált idevonatkozó adatokkal összehasonlítva: a jelenleg vizsgált két rezgőnyártörzsnél a bélsugarak sejtekben kifejezett átlagos és maximális magassága jóval kisebb.

ad I.E/1

A tracheatagok hosszmeretével kapcsolatos vizsgálatokat I.B/lb alatt a tracheák egyéb morfológiai adataival kapcsolatban már említettük.

ad I.E/2

A rosthosszúságok évgyűrűnkénti meghatározása végett a két rezgőnyárnál a macerátumokból évgyűrűnként 100-100 rostot, míg a két természetesnyárnál 50-50-et mértünk meg. Mérési eredményeink átlagértékeit a 13. ábra grafikonjain tüntettük fel. Ezek alapján megállapíthatjuk, hogy:



13. ábra

Farostok hosszmeretei

a/ a rostok hosszmerete a bélből a kéreg felé növekedik. A növekedés két szakaszra osztható /miként a tracheatagoknál is láttuk/: egy erősebb megnyulású szakaszra /a fatest bélből számi-

tott kb. 10-12 évgyűrűje/ és egy lassu hossznövekedési, mondhatni állandósult szakaszra /a fatest 10-12 évesnél idősebb évgyűrűi/. Ez utóbbi pontos megállapítására, hogy valóban egy igen lassu rosthossznövekedésről van-e szó az évgyűrűk mennyiségi növekedésével párhuzamosan, azt a jelenleg vizsgált nyártörzseknel jóval idősebb törzsek vizsgálata döntené el.

b/ A rostok átlagos hossza a fiatalabb korban 500-1000 μ között, idősebb korban 1000-tól 1500 μ között változik.

A GUI rezgőnyárnál a rostok átlagos hossza valamivel nagyobb, mint az SKI-nél. Részben ezért mutatott fel jobb szilárdsági értékeket a GUI törzs, mint az SKI.

Ha a fenti eredményeket nézzük ipari vonatkozásban, azonnal levonhatjuk - pl. rostlemezgyártás szempontjából - azt a következtetést, hogy nagyobb szilárdságu rostlemez előállításához a nyártörzsek első 10 évgyűrűjét nem kell feldolgozni, mert ezen évgyűrűk általában igen rövid rostjai lerontják a szilárdsági értékeket. Ugyanez vonatkoztatható a furnérgyártásra is.

MIKROSZKÓPOS MEGFIGYELÉSEK

ad II./1

A szállítóelemek az évgyűrűkben szórta helyezkednek el; gyengén likacsgyűrűs elrendeződést csak az SKI, illetve KRII törzsek legfiatalabb egy-két évgyűrűjében észleltünk. A tracheális szövetelemek legtöbbször egyesével, illetve ikerpórusok alakjában, kisebb részben mint 3-4 tagu pórusugarak és -csoportok találhatóak a fatestben. Az edények áttörése minden esetben egyszerű, vastagodása vermes.

Vermek az edények hurolalán többnyire nagyobb számban találhatóak, mint a sugárolalón, és olykor annyira sűrűn, hogy egymást szögletesre nyomják. Elrendeződésük a hurolalón majdnem mindig alternált.

A vermek alakja - főleg a fiatalabb évgyűrűkben - tojásdad, néha kör, ritkán szögletes. A veremnyílás alakja tulnyomóan erősen nyult ellipszis, olykor közel kör alaku, soha sem átérő nyílásu.

Az edényekben igen gyakoriak a tömösejtek - mind a négy nyártörzsben - kiváltképpen a GUI, illetve ORI törzsek belsőbb évgyűrűiben. Ezen évgyűrűk szövetét gombafonalak hálózzák be. A hifák főleg az edényekben és a bélsugárparenchimában találhatók. /A vizsgálatba vont mintaanyagok eléggé fülledt állapotban kerültek feldolgozásra./

ad II./2

A farostok mindkét végükön kihegyesedők, igen ritkán röviden elágazóak, aránylag vékonyfalúak /a két P. robustánál vékonyabb a rostfal, mint a két rezgőnyárnál/. Gödörkéinek alakja vékony hasitékszerű. A hasiték iránya csaknem mindig párhuzamos a rost hossz tengelyével; ritkán /KR II törzsnél/ kis szögben elhajlik tőle.

ad II./3

A bélsugarak egyrétegűek, heterogének. A szegélysejt-sorok száma általában egy vagy kettő, még a fiatalabb évgyűrűkben is. Igen ritkán - a vizsgált négy nyártörzs közül csak egy esetben, a GUI 1940-es évgyűrűjében - háromsorosan is előfordultak.

A parenchimasejtek falai egyszerű gödörkések. A keresztvezési mezők gödörkéi nagyok, s főleg a szögletsejtekben láthatók: a P. tremulánál 2-3 sorban, a P. robustánál 3-4, esetleg 5 sorban is.

ad II./4

A hosszparenchimasejtek terminálisan találhatóak mind a négy törzsnél: legtöbb esetben egyrétegűek, de kétrétegben is gyakran láthatók az évgyűrűhatárokon. A rostiránnyal párhuzamos összefüggő láncokat alkotnak. Ez a lánc ritkán szakad meg néhány sejt-hosszon át.

ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgáltuk öt *Populus tremula* és két *P. robusta* nyártörzs anatómiai szerkezetét. A vizsgálatok alapján az alábbi megállapításokat tesszük:

1. Az évgyűrűszélességek mind az öt *P. tremulánál*, illetve a két *P. robustánál* a béltől a kéreg felé általában csökkennek.
2. Tracheális elemekkel kapcsolatban:
 - A. A magános edények mennyisége:
 - a/ A béltől a kéreg felé, kis mértékben, de állandóan csökken

b/ mm^2 -re vonatkoztatva igen ingadozó. Pl. a rezgőnyár törzseknél: MAI-III	15-30
SKI és GUI	30-50
termetes nyárok	14-28

Az átlagos sugárirányu átmérőjük, illetve az edénytagok átlagos hossza a bétől a kéregig állandóan növekedik. A hosszsméret a rezgőnyáraknál: 300-930 μ
a természetes nyáraknál: 350-650 μ közötti értékű.

B. Ikerpórusok mennyisége:

a/ A magános edények felénél valamivel több /mind a két nyárfajnál/;

b/ mm^2 -re vonatkoztatva közel megegyező mennyiségű a marcali három rezgőnyár törzsnél /MAI-III/ és a két P.robusta törzsnél: 10-20, illetve 14-26, míg jóval több az SKI és GUI-nél: 16-34.

C. A pórusugarak és póruscsoportok, melyek közül főleg a három-és négytaguak a gyakoribbak, a tracheális elemeknek 13-16 %-át teszik ki mind a két fajnál. A pórusugarak az évgyűrűk későbbi pásztáiban gyakoribbak, mint a koraiak; a póruscsoportok viszont a korai pásztákban találhatók gyakrabban, mint az őszifában.

3. Szilárdítóelemekkel kapcsolatban:

A. A rostok hosszsméret növekedése kétszakaszos:

a/ egy gyorsabb /az első 10-12 évgyűrű/ hosszsméretnövekedési szakasz, míg a rost a fajjellemző átlagos hosszúságot eléri, és

b/ egy lassu ütemű, mondhatni többé-kevésbé állandósult hosszsmnövekedési szakasz, a 10-12 évnél idősebb évgyűrűk szakasza, melyen belül a rosthosszúság átlaga kisebb ingadozásokkal általában lassan növekedik.

A vizsgált rezgő- és természetesnyáraknál az első szakaszban a rostok átlagos hossza 500-1000 μ , 10-12 év alatt nő, míg ezután időskben, idősebb korban 1000-1300 μ között ingadozik. A guthi rezgőnyárnál kb. 10 %-kal nagyobb rosthosszértékeket találtunk, mint a többi rezgőnyárnál.

B. A kései pásztákban a farostok nagyobb mennyiségben találhatóak mindig, mint a tavaszifában.

4. Belső sugarakkal kapcsolatban:

a/ A bélsugárgyakorosság, illetve a területegységre vonatkoztatott bélsugársűrűség a béltől a kéreg felé kb. 10-12 évig erősen csökken, majd többé-kevésbé állandó értékű marad.

b/ A sejtekben kifejezett bélsugármagasság átlagértékei GUI és SKI-nél jóval kisebbek, mint az előző rezgőnyárraknál, amiből arra lehet következtetni, hogy az SKI, illetve GUI törzsek kevésbé repedékenyek, mint a marcali P. tremula törzsek.

c/ A bélsugársejtek átlagos abszolutmagasságai minimális eltéréssel megegyeznek, míg hosszmeretei - még egyeden belül is - igen eltérők.

d/ A bélsugárparenchima-sejtek megnyultsága - a hossz/magasságarány - a béltől a kéreg felé növekedik.

5. Szövetféleségek százalékos eloszlása tekintetében:

a/ Szilárdítószövet a két nyárfaj közül nagyobb mennyiségben a P. robusta fatestében fordul elő.

b/ Nagyobb mennyiségű visszaillesztő-szövet viszont a jelenleg vizsgált két rezgőnyárról található.

c/ A bélsugarak szövete az előző két szövethez képest csekély, az összszövetnek mintegy 6-8 %-a.

d/ A K.H.Meyer-Uhlenriednek 1957-ben a P. robusta-ra vonatkozó vizsgálati adataival szemben, mi részben eléggé eltérő eredményeket kaptunk. Összehasonlítva saját adatainkat Meyer-Uhlenried évtájak szerinti adatainak átlagával:

Szövetféleségek	Meyer-Uhl.	Saját
farost %	62,0	62,7
visszáll.ter.%.	24,5	30,6
bélsugarak %	13,5	6,7

A P. robusta-nál általuk törvényszerűségnek vett fenti adatokat hazai viszonylatban nem fogadhatjuk el. A szilárdítóterületre vonatkozó adatok egyeznek, de a másik két szövetmennyiségre vonatkozóak erősen különböznek egymástól. /Ez várható is volt, tekintettel arra, hogy ők igen fiatal - 4-6 éves - P. robusta tör-

zseket vizsgáltak, amelyekben a szövetelemek még nem érték el fajjellemző méreteiket, illetve mennyiségeiket.

6. Szöveti, illetve összeszöveti inhomogenitás és az ebből levezethető következtetés.

A fatest szövetei közül főleg a szilárdító- és visszaillesztő szövetet, ezenkívül még a bélsugár szövetét - az évgyűrűn belüli eloszlást illetően - célszerű külön-külön, vagy összesítve szemlélni. Egyenkénti vizsgálattal a pásztaikon belüli mennyiségi jelenlétek viszonyából az egyedi szöveti heterogenitás indexét, a három szövetre vonatkozó indexekből pedig az összeszöveti inhomogenitás értékét kapjuk meg. Ez utóbbi megállapítása azért is fontos, mert ez az indexérték a fatest mechanikai szilárdsági értékeivel párhuzamban áll; ui. két vagy több fatest szövetanalíziséknél kapott indexértékek összehasonlításával az átlagos szilárdsági értékek kisebb vagy nagyobb voltára következtetni lehet.

IRODALOM

1. Greguss, P.: A Középeurópai lomblevelű fák és cserjék meghatározása szövettani alapon. Az Országos Magyar Természettudományi Múzeum Kiadása, Budapest, 1945.
2. Hiller, W.: Das Bestimmen von Hölzern nach mikroskopischen Merkmalen. 1922-23.
3. Huber, Br.: Mikroskopische Untersuchung von Hölzern. In: Freund, H: Handbuch der Mikroskopie in der Technik, Frankfurt am Main, 1950. V/1. 81-152.
4. Jaccard, P.: Mikroskopische Holzstruktur- und Holzbestimmung. 1936.
5. Liese, W., und K.H. Mayer - Uhlenried: Zur quantitativen Bestimmung der verschiedenen Zellarten im Holz. Zeitschr.f. wiss.Mikroskopie 1957. 63.269.
6. Meyer, K.H. - Uhlenried: Holzanatomische Untersuchungen an der Pappel. Holzforschung. 11, 5/6. 150-157.
7. Pallay, N.: A magyarországi termőhelyeken nőtt nyárfajok műszaki tulajdonságai. - Az Erdőmérnöki Főiskola Közlem. 2. 1957.

8. Sanio, C.: Vergleichende Untersuchungen ü.d. Elementarorgane d. Holzkörpers, 1863.
9. Sárkány S., - J. Stieber - Z. Filló: Investigations on the Wood of Hungarian Populus Species by Means of Quantitative xylotomy. Ann. Univ. Sci. Budapestensis de Rol. Eötv. nom.Sect.Biol.1957. 1.
10. Solereeder, H.: Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dicotyledones. München, 1885.
11. Trendelenburg, R. - H. Mayer - Wegelin: Das Holz als Rohstoff 2. Auflage, München, 1955.

A FORGÁCSLAPOK HAJLÍTÓSZILÁRDSÁGI ÉRTÉKEINEK VIZSGÁLATA
A PRÓBATESTEK SZÉLESSÉGEITŐL FÜGGŐEN*

Dalocsa Gábor
a műszaki tudományok kandidátusa

A fa különböző mechanikai tulajdonságainak vizsgálata a hazai faipari műszaki gyakorlatban, napjainkig alapvetően a Hooke törvényre van alapozva, s nem mindig veszik figyelembe a faanyagok felépítésének sajátos voltát. Ha megnézzük a magyar és külföldi favizsgálatra vonatkozó szabványokat, azok csaknem azokkal a matematikai összefüggésekkel számolnak, melyek a homogén anyagokra érvényesek és ezért nem, vagy csak igen hiányosan veszik figyelembe a faanyagok inhomogénitásából származó körülményeket és a fa anizotropiájának befolyását sem. Nem jobb a helyzet a fahelyettesítő anyagok területén sem, ahol is a kérdés egyáltalán nem rendezett, alapvető kutatási munkával alá nem támasztott, így a kapott eredmények sok esetben nem tükrözik a valóságot, és nem is összehasonlíthatók. Ugyanakkor a gyártmányoknál a megkívánt szerkezeti biztonságot csak akkor lehet biztosítani, ha a tervező előre ismeri a használat közben ébredő feszültségeket, terheléseket és ismeri a felhasználandó anyag egyes tulajdonságait, valamint pontos szilárdsági értékek jellemzőit.

Jelenleg még több nehézséggel találkozunk, ugyanis:

a/ nem ismerjük a forgácslapokból készült szerkezetekre és gyártmányokra ható erőhatások következtében ébredő feszültségek pontos képét statikus és dinamikus terhelésnél,

b/ az összetettebb kérdésekben csak az elméleti szilárdságtan izotrop testekre levezetett bonyolult matematikai rész megoldásai állnak rendelkezésünkre.

* 1959. évben végzett kutatás

c/ a különböző fa és fahelyettesítő anyagokra ismert szilárdsági jellemzők csak nagyszámu mérési adatok középértékeként vehetők figyelembe, melyektől való bizonyos eltérésekkel kell számolnunk.

Gazdasági kérdések is felmerülnek a vizsgálatnál, mert:

a/ szükséges, hogy a felhasznált anyag mennyisége minél kisebb, vagyis a gyártmány egységére jutó anyagrafordítás minél olcsóbb legyen,

b/ nem szabad figyelmen kívül hagyni az egyes gyártástechnológiai és gépi adottságok - egyszóval a gyárthatóság - szempontjait sem.

A fahelyettesítő anyagokból készült szerkezeteknél a gazdaságosság és biztonság ellentétes előjellel hatnak, ha azonban ismerjük a feszültségek pontos megoszlását és a még megengedett feszültségek értékét, úgy a szükséges biztonságra tudunk méretezni, ami az anyaghányad csökkenését teszi lehetővé.

E célból vizsgálat tárgyává tettük a hajlítószilárdság változásának a különböző tényezőktől függő megállapítását a hazai gyártmányu faforgácslapoknál, hogy az új szabványtervezet kidolgozásánál a kapott eredmények felhasználhatók legyenek.

I. A FELADAT MEGHATÁROZÁSA

Ismeretes, hogy a homogén eloszlásu anyagok keresztmetszetében a terhelésre ébredő hajlítószilárdsági / σ_{haj} / értéket a

$$\sigma_{haj} = \frac{M}{J} e \quad \text{kg/cm}^2 \quad /1./$$

összefüggés határozza meg. Ezen összefüggésben

M - a hajlító nyomaték értéke kg/cm,

J - a keresztmetszet másodrendű nyomatéka cm⁴,

e - a szélső szál távolsága a semleges száltól, cm.

A faanyagok hajlítószilárdsági vizsgálataihoz is a fenti összefüggést használják kisebb átalakítással. A gyakorlati számításokhoz használt összefüggés

$$\sigma_{haj} = \frac{3 P l}{2 a h^2} \quad \text{kg/cm}^2 \quad /2/$$

ahol

- P - a terhelési erő maximális értéke kg,
 l - az alátámasztási távolság cm,
 a - a próbatest anyagának szélessége cm,
 h - a próbatest vastagsága cm.

Összehasonlítva az /1/ és /2/ összefüggéseket, az alábbi látszólagos különbségeket találjuk: az /1/ összefüggés számlálójában szereplő \underline{M} egyenlő a /2/ összefüggés számlálójában lévő $\underline{P.l}$ mennyiséggel, mely mennyiségek a hajlító nyomatékok mértékét fejezik ki. Az /1/ összefüggésből ha kifejezzük a keresztmetszeti tényezőt $\frac{J}{e} = K$, ugy derékszögű négyszög esetében azt kapjuk, hogy a /2/ összefüggéstől az /1/ kifejezés már csak az együtthatók értékével különbözik, vagyis lényegében a két összefüggés teljesen azonos elven épül fel. Az együtthatók értékét is megkapjuk, ha a két végén megtámasztott rudtartó, közepén koncentrált erővel terhelt sémára felírjuk a hajlító nyomaték értékét. A hajlító nyomaték értéke ekkor $M = \frac{P.l}{4}$, melyet ha behelyettesítünk az /1/ egyenletbe, továbbá a szükséges átalakításokat elvégezzük, pontosan a /2/ egyenletet kapjuk, s ezzel bizonyítjuk azt a tényt, hogy a faanyagokra is a homogén anyagokra érvényes összefüggéseket használjuk fel a terhelés hatására ébredő feszültségek meghatározására.

Ezen összefüggésekkel kell meghatározni az ébredő feszültségeket a magyar szabványok szerint is, mint pl. az MSZ 6786-52 "Faanyagok szilárdsági vizsgálata", az MSZ 13358-54 "Butorlap és különleges rétegezt falemezek vizsgálata", az MSZ 13336-53 "A forgácslapok és a forgácslapból készült idomok vizsgálata." Ugyanezt az összefüggést javasolja használni az MSZ 13336-M "Forgácslapok vizsgálata" kidolgozás alatt lévő szabványtervezet is.

Nyilvánvaló azonban, hogy a fenti összefüggésekkel számított értékek nem tükrözik a fa- és forgácslap-féleségek hajlítószilárdságának tényleges értékét, mert a nevezett anyagok szerkezeti felépítéséből adódó tényezőket ezen összefüggések nem tartalmazzák. Igaz, összehasonlítási alapként a kapott eredményeket fel lehet használni, ha csak azt akarjuk ismerni, hogy az azonos körülmények

között vizsgált anyagoknál, /A/ és /B/, az /A/ mennyivel szilárdabb vagy gyengébb a /B/-nél, de fontosabb szerkesztési konstrukciós számításoknál ezen adatok használata igen nagy meglepetéseket okozhat.

A hiányosság tehát kettős:

a/ a faanyagok hajlítószilárdsági értékeit a plasztikus-deformáció határán túl is, azokkal az összefüggésekkel számítják, melyet a homogén anyagokra vezettek le, így nem veszik figyelembe a fa anizotrop /ortogonál-izotrop/ tulajdonságát,

b/ a faforgácslapoknál a szilárdsági jellemzőket ugyanazzal a metodikával állapítjuk meg, melyet a természetes állapotú faanyagokra elfogadtunk, holott a faforgácslapot mint transversál izotrop anyagot kell vizsgálnunk.

A feladat tehát annak a megállapítása, hogy forgácslapok esetében hogyan tudnánk olyan összefüggést találni, mely figyelembe veszi a különböző tényezőket, és biztosítja a reális feszültségek meghatározását és az egyértelmű összehasonlítási alapot.

Ha a forgácslapot mint szerkezeti anyagot vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy az egyesíti magában a kiinduló alapanyagok /fa, mügyanta/ fiziko-mechanikai sajátosságait, de ez a megállapítás csak az anyag elemi részeire vonatkozik. Ha gondolatban kiemelünk egy végtelen kis hasábot a vizsgált lap térfogatából, akkor azt vizsgálhatjuk, mint fát vagy mint mügyantát, a statisztikai valószínűség eloszlás alapján történő gyakorisággal. Abban az esetben, ha fáról van szó, az döntően anizotróp tulajdonságu, ha viszont mügyanta a vizsgált rész, azt mint amorf anyagot tudjuk szemlélni. Annak szükségessége, hogy fát vagy mügyantát kell-e vizsgálni, a két komponens jelenlévő arányainak előfordulási lehetőségétől függ. Így ha az összetétel $92 + 8 \%$, a várható gyakoriságnál ezt kell figyelembe venni. Ez persze a kész lapban már nem egészen így van. A változást elsősorban a termikus behatások, majd másodsorban a kialakult mügyanta-térhálózat, valamint az anyag egymás közötti adhéziója befolyásolja. Ha most már szerkezeti anyagnak tekintjük a forgácslapot, úgy azt találjuk, hogy itt már csak két irányban van változás fiziko-mechanikai tulajdonságokban: egyik a tömörítés iránya, a másik a tömörítés irányára merőleges irány. Ez az állapot a transversál-izotrop anyagokra jellemző, vagyis itt az anyagok tulajdonságai lényegében már csak

két irányban változnak. A további finomítás azt eredményezi, hogy a préselési irányra merőlegesen az egyes tulajdonságok még változhatnak, a forgácslap, - mely lehet egy vagy több rétegű - szerkezeti felépítéséből kifolyólag. Az alkalmazásnál ilyen mélységben ma még nem vizsgálják a lapokat, de azoknak szerkezeti felépítésére vonatkozóan igen érdekes adatokat tudunk kapni, ha ezt a változást valamilyen közvetett tényező változásán keresztül figyelembe vesszük összehasonlítás céljából. Újabb kísérletek azt bizonyítják, hogy a lapokon belül egyes tulajdonságok valószínű megoszlása igen szabálytalan, és nem követ semmiféle valószínű gyakorisági törvényszerűséget. Mégis feltételezhető, hogy a fiziko-mechanikai tulajdonságok eloszlása a természetes nemezelődés következtében létrejövő adhézió, a műgyantával elért pontragasztás és térhálózat kialakulása, a technológiai folyamat függvénye elsősorban. Ha ezeket a folyamatokat részleteiben is ismerjük és szabályozási lehetőségeit kézben tartjuk, úgy olyan faforgácslapokat tudunk majd előállítani, melyek a támasztott követelményeknek minden tekintetben megfelelnek. Hiba volna azonban a fentiek alapján azt feltételezni, hogy a gyakoriság valamilyen ismert törvényszerűség szerint fog változni. Erre csak a több évi minőségellenőrzési tapasztalat fog majd adatokat szolgáltatni, ha ugyan erről egyáltalán szó lehet. Az azonban már bizonyított, hogy a fahelyettesítő anyagoknál elsősorban és főleg a tömörítés mértékével szabályozhatjuk a különböző fiziko-mechanikai tulajdonságokat. Így egészen valószínű, hogy a különféle faforgácslapok tekintetében végeredményben azok a gyártási eljárások fognak felülkerekedni, amelyek a térfogatsúlyt, szilárdságot és a vastagsági dagadási képességet tekintve, a lehető leghomogénebb szerkezetű lapot biztosítják.

II. A KISÉRLETI ADATOK ISMERTETÉSE

Annak érdekében, hogy tisztázzuk a próbatestek szélességének befolyását a hajlítószilárdság értékére, különböző vastagságú faforgácslapokból készítettünk próbatesteket 2, 4, 6, 8, 10 cm szélességben. A próbatestek mind egy lapból lettek kialakítva, hogy az egyneműséget /homogenitást/ lehetőleg biztosítsuk. Ilyen próbatestek kialakításánál, amennyiben azok szélessége nincs befo-

lyással a hajlítoszilárdságra, azonos vastagságnál, azonos értékű vagy közel állandó kell, hogy legyen - megengedhető szóráshatárok között - a hajlítoszilárdság értéke, vagyis érvényes az alábbi egyenlőség:

$$\tilde{\sigma}_{V/2} = \tilde{\sigma}_{V/4} = \tilde{\sigma}_{V/6} = \tilde{\sigma}_{V/8} = \tilde{\sigma}_{V/10} \quad \text{II/1}$$

A próbatestek vastagságának megválasztásánál figyelembe vettük a hazai faforgácslap gyártmányokat, s ennek megfelelően 0,95, 1,9, 2,0, 2,6 cm átlag vastagságokkal dolgoztunk. Elvileg a faforgácslap vastagsága sem befolyásolhatja az azonos körülmények között készített forgácslapoknál a hajlítoszilárdsági értéket, így felírhatjuk a következő egyenlőséget is:

$$\tilde{\sigma}_{0,95/sz} = \tilde{\sigma}_{1,9/sz} = \tilde{\sigma}_{2,0/sz} = \tilde{\sigma}_{2,6/sz} \quad \text{II/2}$$

A kísérletek folyamán először az alátámasztási közt állandónak /24 cm/ vettük fel. Így, ha az alátámasztás /L/ és a próbatestek vastagságának /h/ viszonyát vizsgáljuk, azt kapjuk, hogy:

$$\left(\frac{L}{h}\right)_{0,95} = 25,2; \quad \left(\frac{L}{h}\right)_{1,9} = 12,6; \quad \left(\frac{L}{h}\right)_{2,0} = 12,0; \quad \left(\frac{L}{h}\right)_{2,6} = 9,25$$

Később azonban vizsgáltuk az azonos vastagságú próbatestek szilárdságának függőségét, különböző alátámasztási távolságokon, nevezetesen:

$$\left(\frac{L}{h}\right)_{0,95} = 12,2; \quad \left(\frac{L}{h}\right)_{1,9} = 5,75$$

A kísérletek során kapott számszerű értékeket az 1. táblázat tartalmazza. A táblázatból látható, hogy a próbatestek szélessége jelentős befolyást gyakorol a hajlítoszilárdság értékére, melyet jelenleg az I/2 összefüggéssel számoltunk, vagyis a korábban felírt egyenlőség nem áll fenn, és helyette írhatjuk az alábbi egyenlőtlenséget:

$$\tilde{\sigma}_{V/2} < \tilde{\sigma}_{V/4} < \tilde{\sigma}_{V/6} < \tilde{\sigma}_{V/8} \leq \tilde{\sigma}_{V/10} \quad \text{II/3}$$

Vizsgáljuk meg, milyen mértékű a hajlítoszilárdság változása a 2 és 10 cm szélességű faforgácslapoknál. Ahhoz, hogy összehasonlítsuk a két különböző szélességgel készült próbatest hajlítoszilárdságának növekedését, a valószínűségszámítás alapján meg kell határozni az un. viszonyító koefficiens $/Q/$ értékét, vagy más szóval azt, hogy a két vizsgált érték szignifikáns-e vagy sem. Ha a $/Q/$ értéke > 3 , úgy a vizsgált szélesség között szignifikancia van, tehát lényeges eltérés tapasztalható, ha azonban a $/Q/ \leq 3$, vagyis szignifikancia nincs, úgy a hajlítoszilárdsági értékkülönbség beletartozik a normális szóráseloszlás által tartalmazott halmazértékbe, és ennek következtében nincs különbség a két vizsgált szélesség hajlítoszilárdsági értékei között. A szignifikancia létezésének kimutatását az alábbi összefüggéssel végezzük el:

$$Q_{n/m} = \frac{\bar{\sigma}_n - \bar{\sigma}_m}{\sqrt{\frac{\sigma_n^2}{m_n} + \frac{\sigma_m^2}{m_m}}}; \quad \text{II/4}$$

Ezen összefüggéssel a 0,95 cm vastagságú faforgácslapnál 2-10 cm szélesség között a hajlítoszilárdság változása

$$Q_{10/2} = \frac{225 - 172}{\sqrt{5,30^2 + 8,05^2}} = \frac{53}{9,6} = 5,51$$

vagyis a $/Q/ > 3$, tehát szignifikancia van, ezért lényeges szilárdsági változással kell számolnunk. A változás %-os értékét megkapjuk,

$$\frac{53}{172} \times 100 = 30,8 \%$$

Az 1,9, 2,-, 2,6 cm vastagságú lapoknál a $/Q_{n/m}/$ megfelelő értékei, valamint a %-os változás értéke az alábbi:

Lapvastagság cm	$/Q_{n/m}/$	%-os eltérés
1,9	6,43	37,2
2,- +	/3,08/	21,- %
2,6	6,15	43,4

+ szélesség 8 cm.

1. táblázat

Sor- szám	Az anyag megnevezése	A próbatestek						Hajlító- szilárd- ság ér- téke σ_{haj} kg/cm ²	Statisztikai jellemzők				A pró- bates- tek szá- ma
		méretei cm			térfogat- súlya ρ /cm ³	nedves- ség tar- talma W %	rugalmas- sági mo- dulusa E/kg/cm ²		$\pm \sigma$ kg/cm ²	$\pm m$ kg/cm	V %	P %	
		hossz L	szél- n	vast. h									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Háromrétegű faforgácslap fenyőlapka borítással	30	2	0,95	0,730	7,65	24,800	172	44	8,05	26,5	4,68	30
2			4		0,777	7,03	28,700	203	48	8,75	25,6	4,31	30
3			6		0,770	7,21	28,000	215	39	7,15	18,2	3,31	30
4			8		0,774	7,54	26,100	230	32	5,85	13,9	2,54	30
5			10		0,760	7,82	28,800	225	29	5,50	12,9	2,35	30
6	Háromrétegű faforgácslap aprófenyő borítással	30	2	1,9	0,694	6,93	24,000	118	31	5,66	26,3	4,80	30
7			4		0,699	7,16	24,700	137	31	5,66	22,6	4,14	30
8			6		0,701	7,90	23,900	152	25	4,57	16,4	3,04	30
9			8		0,697	7,10	22,000	157	22	4,05	14,0	2,58	30
10			10		0,719	7,41	24,100	162	21	3,84	12,9	2,37	30
11	Háromrétegű faforgácslap aprófenyő borítással	30	2	2,0	0,623	7,36	18,400	109	25	6,45	22,9	5,91	15
12			4		0,623	7,28	17,800	119	22	5,69	18,5	4,80	15
13			6		0,641	7,35	20,300	128	24	6,18	10,6	4,83	15
14			8		0,645	7,51	18,500	132	15	3,87	11,3	2,94	15
15			10		0,642	7,54	17,800	129	14	3,62	10,9	2,80	15
16	Három rétegű faforgácslap aprófenyő borítással	30	2	2,6	0,589	7,93	11,700	83	25	4,57	30,4	5,51	30
17			4		0,598	7,64	12,800	94	21	3,84	22,4	4,09	30
18			6		0,615	7,56	16,700	115	15	2,74	13,1	2,38	30
19			8		0,617	7,81	12,200	120	16	2,92	12,3	2,43	30
20			10		0,616	7,19	13,000	119	14	3,62	11,7	3,04	15

Mint látható a szélesség változásától a hajlítónyomaték mintegy 20-40 %-os változást szenved, vagyis a szélesség növekedésével a hajlítószilárdság értéke növekszik. Ez a változás azal magyarázható, hogy a keskenyebb próbatestekben az ébredő feszültségek kiegyenlítődésének statisztikai valószínűsége kisebb, mint a szélesebbeknél. Ezt egyébként az adatok statisztikai jellemzői is /1. táblázat/ mutatják. Ha vizsgáljuk a \underline{y} értékének változását, úgy azt láthatjuk, hogy annak értéke a szélesség növekedésével csökken, vagyis a szilárdsági értékek ezen próbatestek csoportjában sokkal egységesebben oszlanak meg. Ez arra is felvilágosítást ad, hogy a vizsgálatoknál a szélesebb próbatestből kevesebb mennyiségre van szükség.

Miután a mennyiségi változás fennállását kimutattuk, határozzuk meg a változás törvényszerűségét. A hajlítónyomaték /független változó/ valószínű értékváltozása és a próbatestek szélessége /függő változó/ közötti összefüggést Csebisev által ajánlott megfelelő fokú korellációs egyenletekkel határozhatjuk meg.

A Csebisev-féle sor tagjait megkapjuk

$$f(x) = \frac{\sum y_j}{n} + \frac{\sum y_j \Psi_1(x_j)}{\sum \Psi_1^2(x_j)} \Psi_1(x) + \frac{\sum y_j \Psi_2(x_j)}{\sum \Psi_2^2(x_j)} \Psi_2(x) + \dots +$$

II/5

$$+ \frac{\sum y_j \Psi_\lambda(x_j)}{\sum \Psi_\lambda^2(x_j)} \Psi_\lambda(x) \quad \text{kifejezéssel, vagy egyszerűbb alakban}$$

$$f(x) = K_0 + K_1 \Psi_1(x) + K_2 \Psi_2(x) + \dots + K_\lambda \Psi_\lambda(x) \quad \text{II/6}$$

sorral történő helyettesítéssel.

Ebben az összefüggésben Ψ_λ melletti minden egyes K_λ együttható az y_j /független változó/ és a megfelelő $\Psi_\lambda(x)$ függvény szorzatainak összege osztva a $\Psi_\lambda(x)$ értékek négyzetösszegével, s ugyanakkor a sor kezdő tagja az adott n számú értékek átlaga. Attól függően, hogy milyen pontossággal kívánjuk meghatározni az összefüggést, szükséges a megfigyelt és az egyenlettel számított sorok közötti eltérések különbségét figyelemmel követni. Amikor minimum az összehasonlított két n_1 - n_2 fokú függvény közötti különbség, akkor közelíti meg pontosabban a görbe a kísérleti megfigyelések során megkapott értékeket.

A végzett kísérletek során kapott hajlítószilárdsági értékek változása a próbatestek szélességétől az egyes faforgácslap vastagságokhoz /az 1. táblázat adatai alapján/ az alábbi össze-függéseket kaptuk:

A 0,95 cm lapvastagság esetén

$$\sigma_{haj} = 134,6 + 42,8 x - 4,92 x^2 \quad \text{II/7}$$

A 1,9 cm lapvastagság esetén

$$\sigma_{haj} = 91,8 + 27,1 x - 2,72 x^2 \quad \text{II/8}$$

A 2,0 cm lapvastagság esetén

$$\sigma_{haj} = 92,2 + 18,5 x - 2,20 x^2 \quad \text{II/9}$$

A 2,6 cm lapvastagság esetén

$$\sigma_{haj} = 56,9 + 26,9 x - 2,85 x^2 \quad \text{II/10}$$

Az így meghatározott függvény - kapcsolatokat analitikusan vizsgálva keressük a független változó maximális értékét, vagyis ahol a lapszélességtől függően a legnagyobb hajlítószilárdsági értéket kapjuk. E célból a felsorolási sorrendben differenciáljuk a II/7-II/10 kifejezéseket.

Kapjuk:

$$\sigma_{haj}(0,95) = 42,8 - 9,84 x$$

$$\sigma_{haj}(1,9) = 27,1 - 5,44 x \quad \text{II/11}$$

$$\sigma_{haj}(2,0) = 18,5 - 4,40 x$$

$$\sigma_{haj}(2,6) = 26,9 - 5,70 x$$

A maximális hajlítószilárdsági értéket kapjuk, ha a II/11 kifejezés értékét 0-val tesszük egyenlővé, és megkeressük a független változó értékét. A független változó értéke a lapvastagság növekedésével sorrendben

$$x(0,95) = 4,35$$

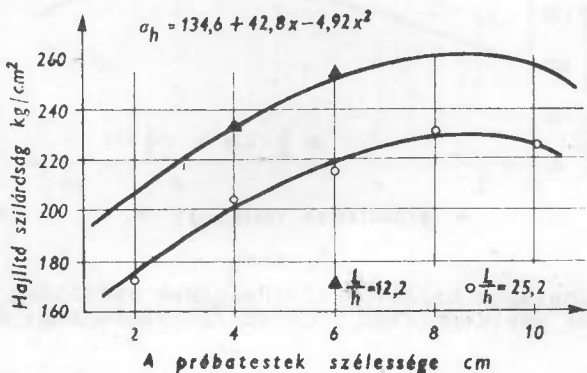
$$x(1,9) = 5,-$$

$$x(2,0) = 4,20$$

$$x(2,6) = 4,70$$

Ismerve az x és a közötti, már korábban közölt kapcsolatot, a 0,95 cm vastagságú lapoknál 8,70 cm, az 1,9 cm-nél 10 cm, a 2,-cm-nél 8,4 cm és a 2,6 cm-nél 9,4 cm próbatest szélességénél találjuk a maximális hajlítószilárdság valószínű értékét. Megállapíthatjuk tehát, hogy a próbatestek szélességének növelésével a hajlítószilárdsági értékre 8-10 cm szélesséig növekvő értékeket kapunk, így az összehasonlításnál a próbatestek szélessége nem hagyható figyelmen kívül.

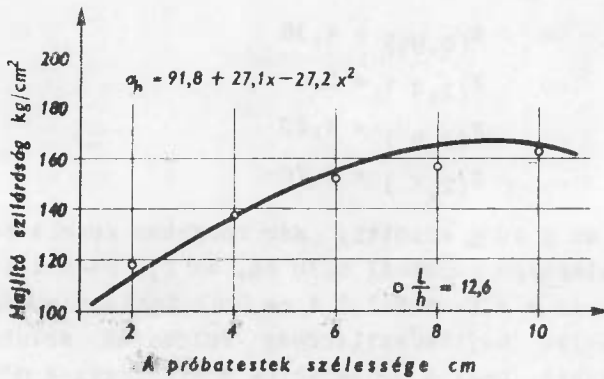
Az így meghatározott összefüggések alapján a hajlítószilárdság értékei változásának törvényszerűségeit az 1-4. ábrákon világosan láthatjuk.



1. ábra

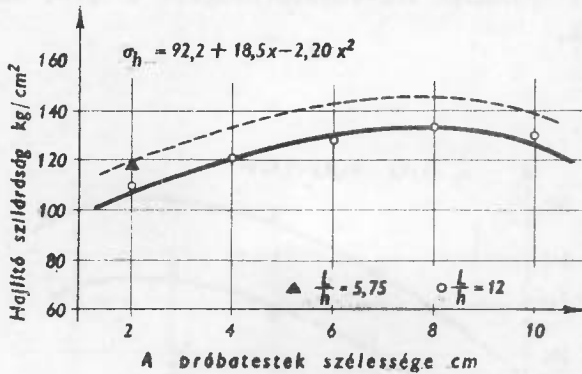
A forgácslapok hajlítószilárdságának változása a próbatestek szélességétől függően/lapvastagság: 0,95 cm/

Az 1. táblázat adataiból meghatározhatjuk a faforgácslapok hajlítószilárdságának változását, a lap térfogatsúlyának függvényében. A kapott értékek megoszlása az 5. ábrán látható. A való-



2. ábra

A forgácslapok hajlítószilárdságának változása a próbatetek szélességétől függően /lapvastagság 1,9 cm/



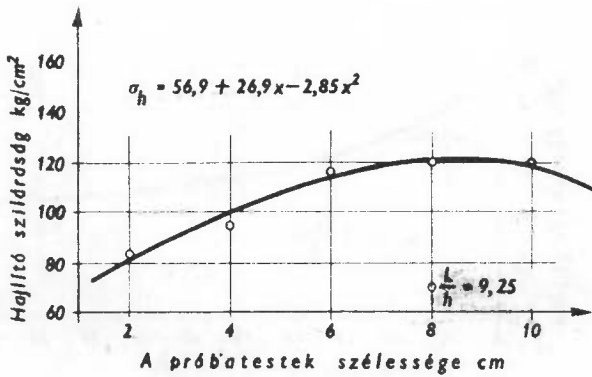
3. ábra

A forgácslapok hajlítószilárdságának változása a próbatetek szélességétől függően /lapvastagság: 2,0 cm/

szinű eloszlását az értékeknek egy parabolikus görbével lehet kifejezni, melynek az egyenlete

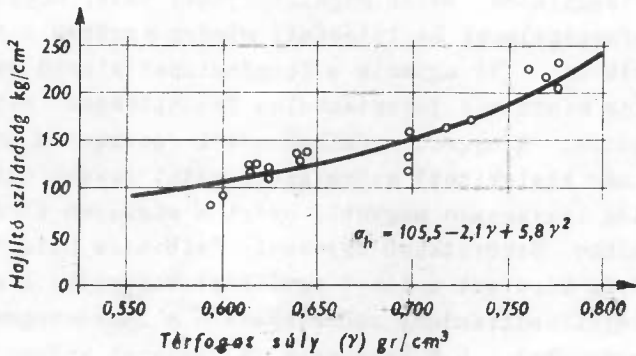
$$\sigma_{haj} = 105,5 - 2,1 \gamma + 5,8 \gamma^2 \quad \text{II/12}$$

Ugyanigy a 6. ábrán látható az 1. táblázat adataiból összeállított hajlítószilárdsági értékek változása a lapvastagság



4. ábra

A forgácslapok hajlítószilárdságának változása a próbatestek szélességétől függően /lapvastagság: 2,6 cm/



5. ábra

A forgácslapok hajlítószilárdságának változása a lap térfogatsúlyának függvényében

függvényében. A változás mértéke analitikusan egy hiperbolikus összefüggéssel fejezhető ki. Az összefüggés alapja:

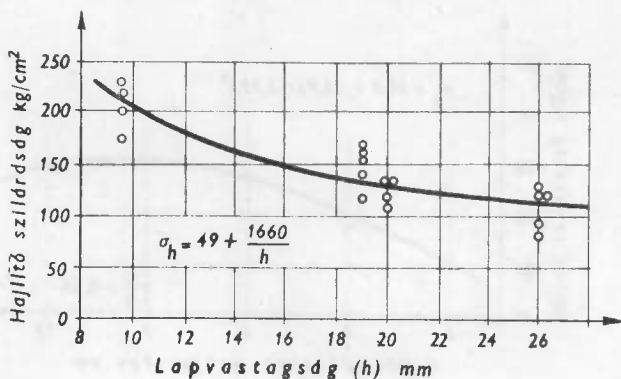
$$\sigma_{haj} = 49 + \frac{1660}{h} \quad \text{II/13}$$

ahol h - lapvastagság mm-ben.

Megállapítható tehát, hogy a II/2 alatt felírt összefüggés nem áll fenn, és helyette írhatjuk az alábbi

$$\sigma_{0,95/SZ} > \sigma_{1,9/SZ} > \sigma_{2,0/SZ} > \sigma_{2,6/SZ} \quad \text{II/14}$$

egyenlőtlenséget.



5. ábra

A forgácslapok hajlítószilárdságának változása a lapvastagság függvényében

A vizsgálatok során megállapítható volt, hogy a kezdeti törés a faforgácslapok hajlításánál minden esetben a húzott zónában következik be. Itt ugyanis a forgácslapot alkotó szemcsék, a kis ellenállás miatt már jelentéktelen feszültségek mellett elcsuszának egymáson. A nyomott zónában ezzel szemben a tömörítés által egyszer már kialakított szövetszerkezetet tovább sűrítjük, így az ellenállás lényegesen nagyobb, ezért a végleges törés, csak a húzott zónában bekövetkező egyensúly felbomlás hatására következik be. A törés képe ezt a tényt egyébként világosan bizonyítja.

A hajlítószilárdság csökkenését - a lapvastagság növekedésének függvényében - G.M.Svarcman /4/ szovjet kutató is kimutatta, bár az összefüggése különböző lapszerkezetű forgácslapokra nem eléggé egyértelmű. A változások okát nem magyarázza meg, így kénytelenek vagyunk a részletesebb elemzéstől eltekinteni. Annait azonban meg kívánunk jegyezni, hogy a két mennyiség változása közötti összefüggésre itt is hiperbola alakú görbéket kaptak, melyek kísérleti eredményeink szerint is inkább megközelítik a valóságban bekövetkező szilárdsági értékek változását.

A faforgácslap mint szerkezeti anyag igen sok változatban készülhet, így az összehasonlító alap kiválasztásánál igen gondosan kell eljárni. Lényegében két kiinduló alapanyagból gyártott faforgácslapot különböztetünk meg: gépi hulladék faforgácsból és célforgácsból előállítottakat. A hulladék faforgácsból készített

forgácslap fiziko-mechanikai tulajdonságai azonos technológia mellett is csökkent értékűek, és ez a csökkenés a különböző tényezőktől függően eléri a 20-80 %-ot. Természetesen a hajlítószilárdság értékeit csak a faforgácslap típus megjelölésével szabad megadni. Az általunk vizsgált lapok gyártás közben keletkező hulladék faforgácsból készültek, így az egyes szilárdsági jellemzők értékelésekor ezen ténytet figyelembe kell venni.

Összehasonlítva az általunk kapott értékeket, megállapíthatjuk, hogy az adataink megegyeznek az idevonatkozó irodalmi adatokkal, ugyanis a σ_{haj} értéke hulladék faforgácsból készített forgácslapok esetén /1/ $0,500 \text{ g/cm}^3$ térfogatsúly esetén $\sigma_{haj} = 100 \text{ kg/cm}^2$ és a $0,750 \text{ gr/cm}^3$ -nél a σ_{haj} értéke $200-210 \text{ kg/cm}^2$, míg az általunk készített és vizsgált lapok ugyanezen térfogat intervallumban $100-230 \text{ kg/cm}^2$ között változnak. Az általunk kapott adatoknál a térfogatsúly függvényében a hajlítószilárdság emelkedése intenzívebb, és ezt a változást valószínűleg az eltérő gyártástechnológiai folyamat eredményezi, de ugyanakkor ez a jellemző értékváltozás törvényszerűségét nem befolyásolja.

A próbatestek alátámasztási távolsága is a külföldi szakirodalmi adatok közlése alapján /1, 5/ befolyást gyakorol a próbatestek hajlítószilárdsági értékeire. Kísérleteket végeztünk az alátámasztási távolság befolyásának értékelése érdekében, és azt tapasztaltuk, hogy az alátámasztási távolság növekedésével a hajlítószilárdság értékei számszerűleg csökkennek. A 2,4 és 6 cm szélességű /2 és 0,95 cm vastagságú/ azonos próbatesteken összehasonlító méréseket végeztünk, és a kísérlet során kapott eredmények is igazolták a korábbi megállapításokat /lásd 2. táblázatot/.

2. táblázat

A mért értékek statisztikai jellemzői / \bar{x} /	A próbatetek szélessége cm					
	2		4		6	
	alátámasztás távolsága cm					
	24	11,5	24	11,5	24	11,5
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
σ_{haj} kg/cm ²	109	117	203	235	215	254
$\pm \sigma$ kg/cm ²	25	25	48	29	39	37
$\pm m$ kg/cm ²	6,45	6,45	8,75	7,50	7,15	9,45
V %	22,9	23,5	23,6	12,4	18,2	14,6
P %	5,91	5,5	4,31	3,2	3,31	3,72

Próbatetek vastagsága m

2,0

0,95

/ \bar{x} / Megjegyzés: A táblázat függőleges 2, 4, 6 sorai megegyeznek az 1. táblázat vízszintes 2, 3, 11 sorainak adataival. A függőleges 3, 5, 7 sorok adatainál a vizsgált próbatetek száma 15 db volt.

Bár a 2 cm szélességű próbatetek esetében nem lényeges az eltérés mértéke, azonban a 4 és 6 cm szélességnél az eltérések már %-osan is kimutathatók. Összehasonlítva a kapott eredményeket a szignifikancia értékére kapjuk:

$$Q_{(4)} = \frac{235 - 203}{\sqrt{8,75^2 + 7,50^2}} = \frac{32}{11} = 2,9$$

$$Q_{(6)} = \frac{254 - 215}{\sqrt{7,15^2 + 9,45^2}} = \frac{39}{11,9} = 3,3$$

Vagyis az első esetben szignifikancia nincs, ezért az Ágy számított eltérés /15,8 %/ valószínűleg a szórás határokon belül marad, így a próbatestek gyakorlatilag azonos szilárdságuaknak tekinthetők. A második esetben azonban a 18,2 %-os eltérés már valóban létező különbséget mutat. Az eredmények ismerete már arról is tanuskodik, hogy a különböző hajlítoszilárdsági adatok összehasonlításánál az alátámasztási köz távolságainak rögzítése és egyeztetése elengedhetetlen feltétel. Ez is bizonyíték arra, hogy az összehasonlítással különböző szilárdsági értékeknek csak az azonos feltételek mellett levizsgált próbatesteknél lehetséges, ezért figyelembe kell venni, hogy a próbatesteknél a vastagság, szélesség, az alátámasztási köz, a nedvességtartalom, struktúra, térfogatsúly, stb. közel azonos legyen. Éppen ezért nem helyesek a faforgácslap szabványtervezet /MSZ 6784/ előírásai, mert ilyen vonatkozásban nem egyértelműen osztályozzák a faforgácslapokkal szemben támasztott minőségi követelményeket.

A Faipari Kutató Intézet kísérleti telepén termelt faforgácslapok minőségét a statisztikai minőségellenőrzés módszereivel hosszabb idő óta figyelik. A hajlítoszilárdsági érték változásának vizsgálatát minden faforgácstípusra hetenként, 3-10 cm széles próbatestekre egyaránt elvégzik, ezáltal ma összehasonlítás céljából nagy mennyiségű adathalmaz áll rendelkezésre. A 3. táblázatban összeállítottunk 8 csoport méréséből kapott hajlítoszilárdsági értékeket. Minden csoport értéke 9 mérés átlaga. A kapott adatok csak %-os összehasonlítás célját szolgálhatják, mert más és más strukturájú és technológiával készített anyagból lettek vizsgálva, azonban ilyen szempontból igen jól mutatja az álltalunk is kimutatott, a két vizsgálandó szélesség közötti eltérés tényét és értékét.

3. táblázat

Sor- szám	Faforgács- lap vas- tagság cm.	Faforgácslap-széles- ség cm		%os el- térés
		3	10	
		Hajlító szilárdság		
1.	2.	3.	4.	5.
1	19	128	166	30
2	19	187	255	36
3	19	177	248	40
4	19	187	229	22
5	22	140	145	4
6	19	115	155	35
7	22	118	137	16
8	19	219	232	6

Látható, hogy a hajlítószilárdság értéke 4-40 % intervallum-
ban változik és átlagban 24,9 %. A mi vizsgálataink során is ha-
sonló értékeket kaptunk, ami azok maradéktalan valószínűségét bi-
zonyítja.

III. ELMÉLETI VONATKOZÁSÚ KÉRDÉSEK

A klasszikus szilárdságtanból ismeretes, hogy hajlítás ese-
tén a húzott és nyomott zónának megfelelően a szálak nyulása, il-
letve rövidülése ϵ egyenesen arányos a semleges száltól mért
távolsággal, vagyis

$$\epsilon = \frac{z}{\rho} \quad \text{III/1}$$

ahol Z - a vizsgált szál távolsága a semleges száltól,
 ρ - a semleges szál görbületi sugara.

Ezen összefüggést érvényesnek tekintjük a faforgácslapok
hajlítása esetén is, a plasztikus deformáció határáig. Így a
plasztikus deformáció határáig a terheléskor ébredő normális fe-

szűtségek kifejezhetők a viszonylagos deformáció segítségével, ezért írhatjuk:

$$\tilde{\sigma} = \pm \frac{Z}{S} E \quad \text{III/2}$$

E - rugalmassági modulus.

Figyelembe kell azonban venni, hogy a normális feszültségeken kívül a hajlításkor a semleges szálban csuszatófeszültség / τ / ébred, mely a próbatestek szélességének függvényében jelentős értéket érhet el. Éppen ezért a statikus hajlítás esetén a próbatest szilárdságát a húzó- és nyomófeszültségek, valamint a semleges szálban ébredő csuszatófeszültség értékei határozzák meg.

A faforgácslap hajlítószilárdsági viszonyainál a próbatestek igénybevételének tekintetében nem azonosak az ébredő feszültségek viszonyai, mint a természetes faanyagoknál. A faforgácslapoknál a húzott és nyomott zóna megoszlása a keresztmetszetben nem szimmetrikus, így az ébredő feszültségek értékei is változóak. A faforgácslapok esetében - így a NOVOPÁN típusu lapoknál is - az ébredő átlagos nyomófeszültség értéke nagyobb, mint a húzófeszültség. Ez a tény arra mutat, hogy a természetes faanyaghoz viszonyítva a hajlításkor ébredő feszültségi arányok fordítottak, vagyis

$$\frac{\tilde{\sigma}_{fa \text{ húzó}}}{\tilde{\sigma}_{fa \text{ nyomó}}} \neq \frac{\tilde{\sigma}_{for. \text{ húzó}}}{\tilde{\sigma}_{for. \text{ nyomó}}} \quad \text{III/3}$$

pontosabban fogalmazva, amíg a

$$\frac{\tilde{\sigma}_{fa \text{ húzó}}}{\tilde{\sigma}_{fa \text{ nyomó}}} > 1 \quad \text{III/4}$$

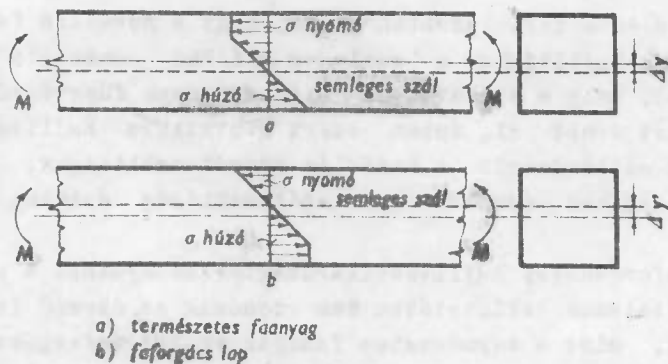
addig a

$$\frac{\tilde{\sigma}_{for. \text{ húzó}}}{\tilde{\sigma}_{for. \text{ nyomó}}} < 1 \quad \text{III/5}$$

Ebből következik, hogy a hajlításkor ébredő feszültségek viszonyai is más értékeket képviselnek. Ugyanis amíg a természetes faanyagoknál a hajlításkor a keresztmetszetben elhelyezkedő sem-

leges szál a huzott zóna irányába tolódik el, addig a faforgácslapok esetében a semleges szál a nyomott zóna irányába helyezkedik el, szükségszerűen.

Ezt a 7. ábrán mutatjuk be szemléltetően.



7. ábra

A semleges szál eltolódásának sematikus ábrázolása

Ezt a tényt több szempontból kell kihangsúlyozni:

a/ az összes szilárdsági értékeket a faforgácslapokra is ugyanazokkal az összefüggésekkel számolják, amit a természetes faanyagokra korábban - jobb híján - elfogadtak.

b/ a faforgácslap anizotropikus tulajdonságát kifejező összefüggések egészen más alakot vesznek fel, mint a természetes faanyagok /a fa ortogonál-izotrop, a faforgácslap transversál-izotrop/.

c/ a valóságban a terhelés hatására ébredő normális húzó- és nyomófeszültségek mértéke fordítottan arányos a természetes faanyaghoz viszonyítva, továbbá a faforgácslapoknál a csusztatófészültségek hatása jobban érvényesül, mint a természetes faanyagoknál.

Felmerül tehát a pontosabb összefüggések megállapításának szükségessége. Ezen összefüggést kifejezhetjük $\frac{\sigma_{for, huzó}}{\sigma_{for, nyomó}}$ hányados értékének korrigálásával, ha a nagyszámu kísérletek alapján kapott eredményt - mely szerint a fenti hányados értéke kisebb, mint 1/ - elfogadjuk kiinduló adatnak.

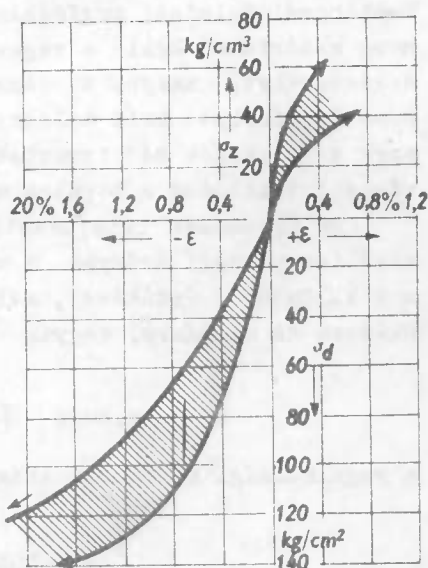
A faforgácslapok különböző ellenállása húzásra és nyomásra a 8. ábrából is világosan látható, melyet az /5/ irodalomból vettünk át.

Ugyancsak itt megtalálható az az adat is, mely szerint a kb. azonos térfogatsulyu faforgácslapoknál a húzószilárdság a lapképzéshez viszonyítva párhuzamosan 39,6 - 164 kg/cm², a nyomószilárdság pedig ugyanezen irányban 84-197 kg/cm² között változik. Így a szilárdsági értéket kifejező viszony 0,47-0,83 között változik. Ugyanez a szerző /5/ a hajlítószilárdsági érték változására a 0,505-0,780 g/cm³ térfogatsulyok mellett 98-374 kg/cm² értéket kapott. A mi eredményeink összehasonlítása ezen adatokkal igen bizonytalan eredményt ad, ugyanis ebben az esetben nem ismerjük a vizsgálati körülményeket. Viszont a semleges szálnak a nyomott zóna irányában történő elmozdulását ezen adatok is világosan bizonyítják.

Így a forgácslapok esetében a húzó-és nyomószilárdság változásának értékét a már korábban közölt /6/ összefüggésekkel lehet értelemszerűen kifejezni, mely összefüggés figyelembe veszi a húzó- és nyomószilárdsági arányok közötti viszonyt.

$$\sigma_{\text{nyomó}} = \frac{M}{\mu W}; \quad \sigma_{\text{húzó}} = \mu \sigma_{\text{nyomó}} \quad \text{III/6}$$

A kapott eredmények alapján a semleges szál elhelyezkedése már számítható, és azután a hajlítószilárdság pontosabb értéke is meghatározható.



8. ábra

A fajlagos megnnyulás mértéke, húzás és nyomás esetén, faforgácslapoknál

Az is megállapított tény, hogy a huzott és nyomott zónákban az ébredő feszültség igen aránytalanul oszlik meg, s ezáltal a helyes értékek nem minden esetben adnak felvilágosítást a tulajdonképpeni feladat megfogalmazásáról. Ehhez még igen sok tudományos kísérletet kell elvégezni, és pontosan rögzíteni azokat az eredményeket, melyek a vizsgálat során jelentkeznek, és pontos összefüggéseket kell találni az egyes változók között. Ha pedig ezek a jellemzők már ismertek, akkor meg tudjuk határozni a szükséges intézkedést a további minőségjavítás érdekében.

De ugyancsak kifejezhetők a faforgácslapok hajlításakor fellépő feszültségi arányok, a vizsgált anyag rugalmassági modulusának különböző értékével, mely mint ismeretes, szintén nem azonos huzásra és nyomásra, vagyis

$$E_{\text{for.huzó}} \neq E_{\text{for.nyomó}} \quad \text{III/7}$$

a rugalmassági modulusok arányainak kifejezésével kapjuk, hogy

$$\frac{E_{\text{for.huzó}}}{E_{\text{for.nyomó}}} < 1 \quad \text{III/8}$$

mely a faanyaghoz viszonyítva, láthatjuk szintén fordítottan arányos.

Ezen megfontolás alapján az ébredő hajlító-feszültségeket / σ_{haj} / meghatározhatjuk az alábbi összefüggéssel /levezetés mellőzve/

$$\sigma_{\text{haj}} = \frac{3M}{bh^2} \left(1 + \sqrt{\frac{E h.}{E ny.}} \right) \quad \text{III/9}$$

Vagy ha átalakítjuk az összefüggést, a szokásos terhelés alapján kapjuk, hogy

$$\sigma_{\text{haj}} = \frac{0.75 Pl}{b \cdot h^2} \left(1 + \sqrt{\frac{E h.}{E ny.}} \right) \quad \text{III/10}$$

ahol a felhasznált jelölések:

- $E_{\text{for huzó}}$ - a faforgácslap rugalmassági modulusa huzásra
- $E_{\text{for nyomó}}$ - a faforgácslap rugalmassági modulusa nyomásra

- M - a hajlítónyomaték = $\frac{Pl}{4}$
 P - a terhelő erő
 l - az alátámasztási köz
 b - a próbatest szélessége
 h - a próbatest vastagsága.

Ugyancsak nem veszik figyelembe az eddigi számítási módszerek, hogy hajlítás esetén a semleges szálban jelentős csuszatófeszültségek ébrednek. A faforgácslap viszont csak kismértékben tud ellenállni a csuszatófeszültségeknek, tekintettel arra, hogy a természetes filcelődése az anyagoknak /adhézió/, továbbá a műgyantaragasztó kapcsán kialakult térhálózat csak amorf anyagszerkezetet biztosít, így a kötések igen kis erőhatásra már elcsuszának egymáson.

Ha vizsgáljuk a próbatestek szélességének befolyását az ébredő csuszatófeszültségek nagysága tekintetében, úgy azt találjuk, hogy minél szélesebb a próbatest, vagyis minél nagyobb értékű a Sz/h viszony, annál nagyobb az ébredő feszültség. A csuszatófeszültségek nagyságát a

$$\tau = \alpha \frac{3V}{2F}$$

III/11

összefüggéssel határozhatjuk meg, ahol

- V - nyíróerő
 F - vizsgált keresztmetszet
 α - a Sz/h viszonytól függő szorzó, melynek értéke

Sz/h	0,5	1	2	4
	1,033	1,126	1,396	1,988

- Sz - a próbatest szélessége
 h - a próbatest vastagsága

A csuszatófeszültségek eloszlása a keresztmetszetben egy másodfoku függvénygörbe szerint változik, és a semleges szálban éri el a maximális értéket.

Kiszámoltuk a 2 és 10 cm széles próbatesteknél a csuszatófeszültségeknek a hajlítószilárdságra gyakorolt %-os hatását, és

est tapasztaltuk, hogy az első esetben 5, míg a másodikban 33 % a befolyás értéke. Nyilvánvaló tehát, hogy 10 cm széles próbatestek esetében ez az érték nem hagyható figyelmen kívül. Annál is inkább szükséges ezt megemlíteni, mert a csuszatófeszültség %-os értékénél jobban rávilágít a lényegre, ha azok számszerű értékeit vizsgáljuk. Ugyanis a 10 cm széles próbatesteknél az ébredő csuszatófeszültségek mintegy 45-50 kg/cm² nagyságot érnek el, mely, mint az a forgácslapok nyírószilárdsági értékeiből látható /12-32 kg/cm²/, már a csuszatófeszültség határértékével azonos. Nyilvánvaló tehát, hogy a 10 cm széles lapoknál a törést elsődlegesen a csuszatófeszültségek okozzák, és a hajlítósilárdsági értékek csak másodlagosan értékelhetők.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az eddig végzett vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a feszültségi viszonyok ismerete igen fontos a faforgácslapok szilárdságtani tanulmányozása esetében is. Éppen ezért szükséges figyelembe venni az alábbiakat:

1. A próbatestek szélessége a hajlítósilárdság számszerű értékeire jelentős befolyást gyakorol. A 3 és 10 cm szélességű próbatestek között hajlítósilárdsági értékkülönbséggént - azonos anyagok esetén - 20-40 %-os eltérés is mutatkozhat.

2. Az ébredő hajlítófeszültség mellett a szélesebb próbatesteknél a csuszatófeszültségeket is figyelembe kell venni, mert azok értéke sok esetben eléri, sőt meghaladja a megengedett csuszatófeszültségek határát.

3. A faforgácslapok hajlítósilárdsági értékei a lapvastagságtól függően is változnak. Ez a változás analitikailag egy hiperbolikus függvénnyel fejezhető ki.

4. A próbatestek szélességének befolyását a hajlítósilárdságra a faforgácslap vastagságától függetlenül analitikusan egy parabolával lehet kifejezni, mely törvényszerűség független az alátámasztási köz változtatásától.

5. A faforgácslapokat vizsgálhatjuk úgy, mint transversál-izotróp anyagot, szemben a fa ortogonál-izotróp viselkedésével.

6. Az egyes szilárdási értékek pontosabb ismerete érdekében figyelembe kell venni a faforgácslapok különböző rugalmassági modulusát és feszültségi értékét húzásra, nyomásra.

7. Véleményünk szerint a további kísérletek folytatása feltétlenül szükséges, ugyanakkor végleges, megnyugtató értékeket csak a roncsolásmentes faanyag-vizsgálat bevezetése után várhatunk.

IRODALOM

1. Производство и primenyenije dreveszno-sztruzsecsnüh plit za rubezsom. Moszkva, 1958.
2. Huhrjánszkij: Procsnoszty dreveszinü, Moszkva, 1955.
3. Kollman, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe , Berlin, 1951-1955.
4. Svarcman G.: Forgácslapgyártás megszervezése és technológiája, Derevoobralatüvájusava promüszlenoszty . 1956.3.
5. Winter H. - W. Frenn : Ein Beitrag zu den Prüfverfahren für die Kennzeichnung der Eigenschaften von Holzspanplatten. Holz als Roh- und Werkstoff. 1954. 9.
6. Dalocsa, G.: A csapos kötéseken ébredő feszültségekről. FA-IPAR, 1958. 8, 7.

A CSER VIZÁTERESZTŐKÉPESSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSÁVAL KAPCSO-
LATOS VIZSGÁLATOK, VALAMINT A FENTIEK ALAPJÁN VÉGZETT
CSER- ÉS TÖLGYHORDÓK VIZDIFFUZIÓS VIZSGÁLATAI*

dr. Filló Zoltán
tudományos munkatárs

A vizsgálatok célja a cser-fatest vízfelvevő- és vízáteresz-
tőképességének meghatározása a különböző anatómiai irányokban,
főleg sugár- és hurirányban. Ezzel egyidejűleg sugár- és hurirá-
nyu dongalécekből készült cser- és tölgyhordók vízfelvevő- és
vizáteresztőképessége közti különbség megállapítása.

BEVEZETÉS

A faanyagban a víz háromféle állapotban lehet jelen:

- a/ mint vegyileg kötött víz a faanyag vegyi összetételében,
- b/ kolloidális víz formájában a sejtfal ligninszerkezetében
kötve,
- c/ mint szabad vagy kapilláris víz a sejtüregekben.

Az utolsó állapotú víz a legkevésbé tartós formájú, mert
külső, mechanikai erővel mozgásba hozható. Az élőfánál ez a víz-
mozgás az alapja a vízcsereinek: a talajoldatnak a levelekig tör-
ténő áramlása, mozgása. Ezt a mozgást - mint Maximov /1948/ pon-
tosan kimutatta - a két végmozgató, a gyökérnyomás és a párolog-
tató lombkorona szívóereje tartja állandóan fenn. A párologtató
lombkorona szívóerejének kihasználásával, ahogyan ezt pontosan
kimutatták /D.N.Lektorszkij 1950/, festéket, vizesoldatu védősze-
reket lehet bevinni a faanyagba. A folyadékoknak rostirányban
aránylag gyorsabb mozgási lehetőségét a fatelitéseknél felhasz-

* 1958-1959. években végzett kutatás

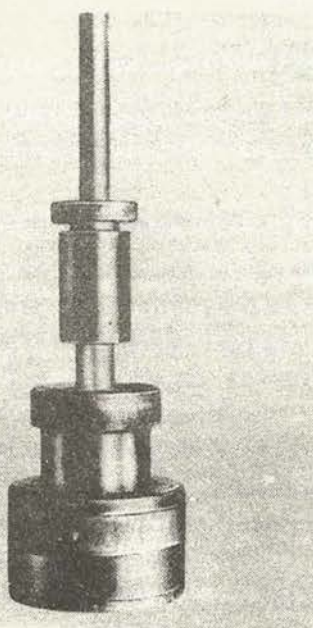
nálják. A folyadékok behatolása a faanyagba bármely külső erő /nyomás, stb./ hatására kizárólag csak a sejttüregeken, edényeken, sejtközötti és gyantajáratokon. valamint a bélsugarakon át történhet.

METODIKA

Jelen vizsgálatainkban a cser fatestének harántirányú vízfellevő- és vízáteresztőképességét figyeltük meg. Tekintve, hogy a faanyag folyadékfellevő-, illetve továbbvezető-képessége a faanyag strukturális irányaitól függően változik, megfigyeléseinket ennek megfelelően a három anatómiai irány közül a sugár-, és hur-irányra vonatkozóan külön-külön végeztük el. A vízáteresztőképesség vizsgálatakor alkalmazott felszerelések közül a legmegfelelőbbnek találtuk a Bazsenov szovjet kutató által is hasonló vizsgálatokhoz alkalmazott speciális készüléket. /1., 2. ábra./ Négy

db ilyen készüléket készítettünk. A vizsgálatokhoz 43 és 46 mm átmérőjű, 5 mm, illetve 35 mm vastagságú mintakorongokat esztergáltunk ki, mind a három anatómiai iránynak megfelelően. Ezek egy részét exsikkátorokban 25 %-os, másik részét 15 %-os relatív nedvességre leszáritottuk, és ott tároltuk.

A készülékbe tett famintára "T" környező hőmérséklet és φ viszonylagos nedvesség mellett "h" konstans magasságu viszoszlop nyomása nehezedik. Ilyen feltétel mellett a faanyagba behatoló vízmennyiség, részben a mintadarab nedvességtartalmának, Q_w , növelésére fordítódik, részben elpárolog a mintadarab alsó felületén keresztül a környezetbe Q_φ , vagyis:



1. ábra

A fa vízáteresztőképességének meghatározására szolgáló eszköz /diffúziós készülék/. Kb. 1:2

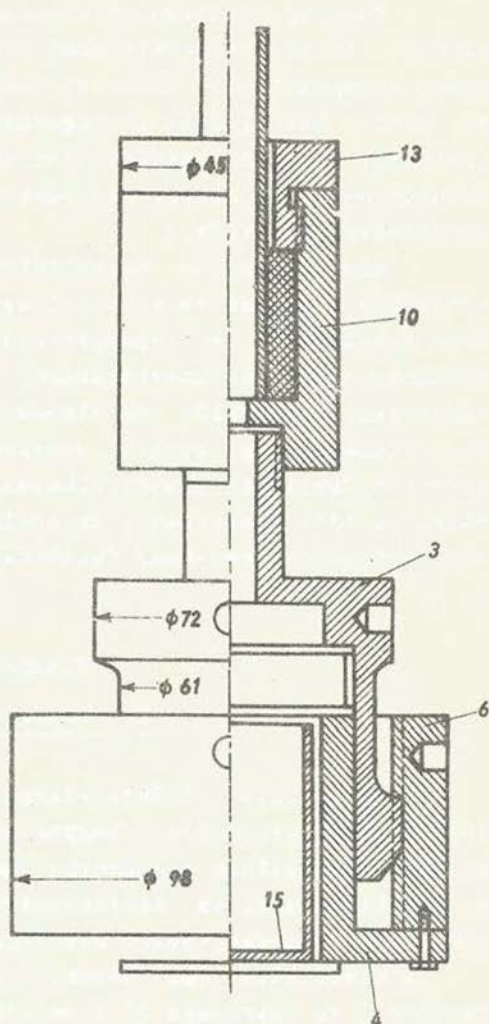
$$Q = Q_w + Q_m$$

Fenti egyenletet "t" idővel differenciálva

$$\frac{dQ}{dT} = \frac{dQ_w}{dt} + \frac{dQ_m}{dt}$$

Ha bármely fenti egyenletből két tag ismeretes, akkor a harmadik ismeretlen meghatározható. A kísérleti berendezés összeállításakor pontosan ügyeltünk, hogy a vízvesztésüket kiküszöböljük, és e feltétel betartásáról az egyenlet alapján meg is győződöttünk: méréseket végeztünk az egyenlet mindhárom tagjára vonatkozóan.

A próbatestek vízzel való érintkezését 1 m-es hidrosztatikus nyomás alkalmazásával érték el. A nyomást a vizsgálat tartama alatt azonos szinten tartottuk, a vizoszlop csökkenésének megfelelően a víz-szint felületére adagolt olaj hozzáadásával. A vízáteresztőképesség vizsgálatának fontossága és eredményessége erősen függ még attól, hogy a vizoszlop hőfoka és a levegőnedvesség állandósága milyen pontossággal tartható be. Az állandó hőmérsékletet és levegőnedvesség-tartalmat sajnos megfelelő helyiség, illetve felszerelés hiányában nem tudtuk tökéletesen biztosítani. Így pl. a hőmérséklet, az évszakoknak meg-



2. ábra

Az 1. ábrán feltüntetett készülék keresztmetszete. 3, 4, 6, 10, 13 = acélból készített egyedi részek

felelően az egész év viszonylatában 12 C° és 21 C° között, a levegő nedvességtartalma pedig 72 % és 82 % között ingadozott.

A faanyag vízáteresztőképességének az egyes anatómiai irányokban történő vizsgálatához feltétlenül szükséges a másik két irány kikapcsolása. Ezt azzal értük el, hogy mind a sugárfelületű, mind a hurfelületű korongoknál az oldalfelületeket /hengerpálástokat/ vizálló burokkal vontuk be. A bevonatot a korongoknak olvadáspont fölé melegített paraffin és viasz oldatában való hengerítésével képeztük.

A mintaanyagokon keresztülhatolt víz mennyiségének megállapításához a súlymérés és az elhasznált víztérfogatadat felhasználása mutatkozott a legmegfelelőbbnek. A vizsgálatba vont cser mintakorongok vízfelhasználásáról naponta vezetett adatok felhasználásával a víznyelő- és átteresztőképesség /felvett és átdiffundált vízmennyiség/ görbéit szerkesztettük meg. Az elnevezést először N.N.Csulickij /1934/ alkalmazta, a grafikonokon az abszcisszára az időt /napokban/, az ordinátára a próbatest által felvett víz térfogatát /cm³-ben/ feltüntetve.

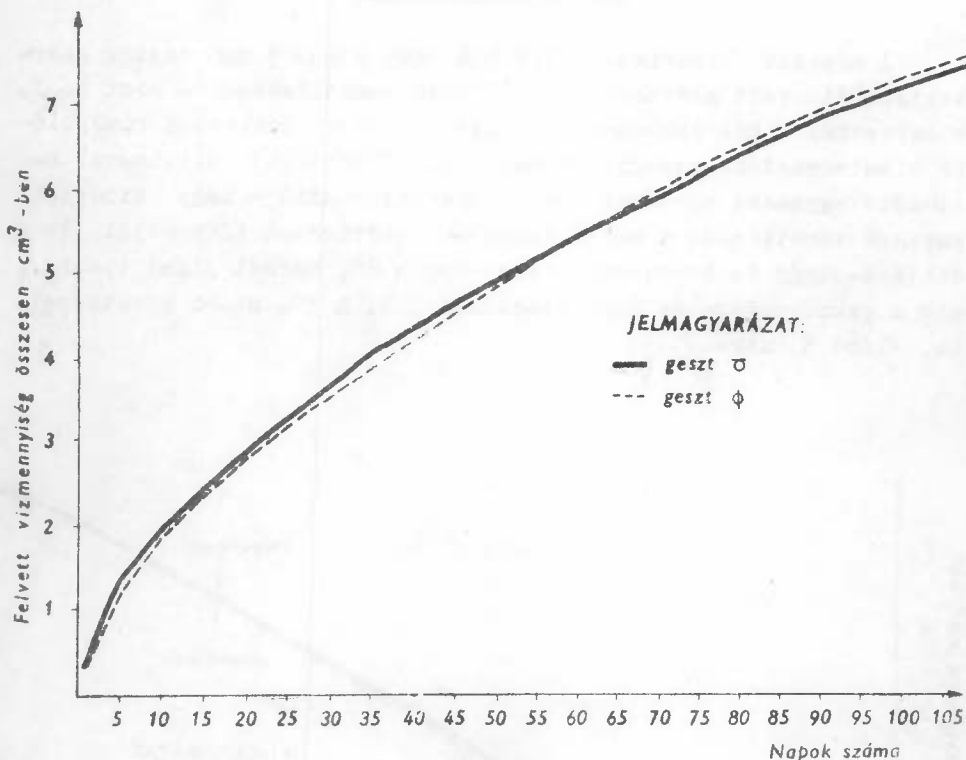
VIZSGÁLATOK

I. Kísérletsorozat

Az első ilyen irányú vizsgálataink főleg az eljárás helyességének megfigyelésére, begyakorlására és a befolyásoló tényezők módosító hatásainak a gyakorlatban való kiküszöbölésére, valamint a súlyellenőrzési és térfogatmérési rendszerek megválasztására, gyakorlati végrehajtására szorítottak.

A kísérletbe vont három, 5 mm vastag cser-mintadarab közül kettővel, az egyformán 25 % relatív nedvességtartalmu sugár-, illetve hurirányu cser-geszt korongokkal sikerült akadálymentesen végigvinni a kísérletet a metodikában ismertettek alapján. A napi felvett, illetve átengedett vízmennyiségek adataiból megszerkesztettük az egyes mintadarabokra vonatkozóan a víznyelő- és vízáteresztőképesség görbéjét /3. ábra/.

/Megjegyezni kívánjuk, hogy az idevonatkozó összes vizsgálatokat elsősorban a hur- és sugárirányu vízáteresztőképesség közti különbség felderítése, pontosabban a hordógyártásban a



3. ábra

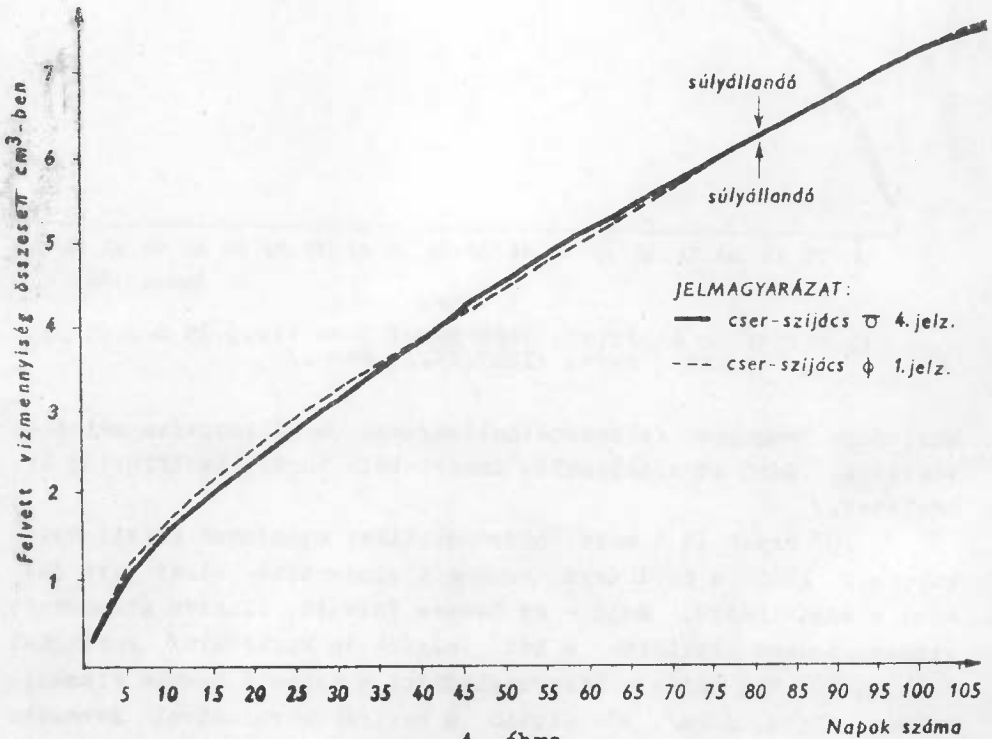
I. Diffúziós kísérlet. Cser-geszt 5 mm vtg., 25 %
/netto/ nedv. /1957.IX.3. és 4./

hurirányú dongaléc felhasználhatóságának megállapítása céljából végeztük. Lásd az alábbiakban ismertetett hordó-vízdiffúziós kísérletet./

A 107 napon át 1 m-es hidrosztatikai nyomásnak kitett cserkorongok közül a hurirányú korong eleinte több vizet vett fel, mint a sugárirányú, majd - az összes felvett, illetve átengedett vízmennyiséget tekintve a két /sugar- és hurirányú/ korongnál - kb. a 60. nap táján - kiegyenlítődött a felvett összes vízmennyiség /3.sz. ábra/. Sőt ezután a hurirányú valamivel kevesebb napi vízmennyiséget engedett át, mint a sugárirányú. /Meg kell jegyezni, hogy a kísérletet egész folyamata alatt a legrövidebb időre sem szakítottuk meg./

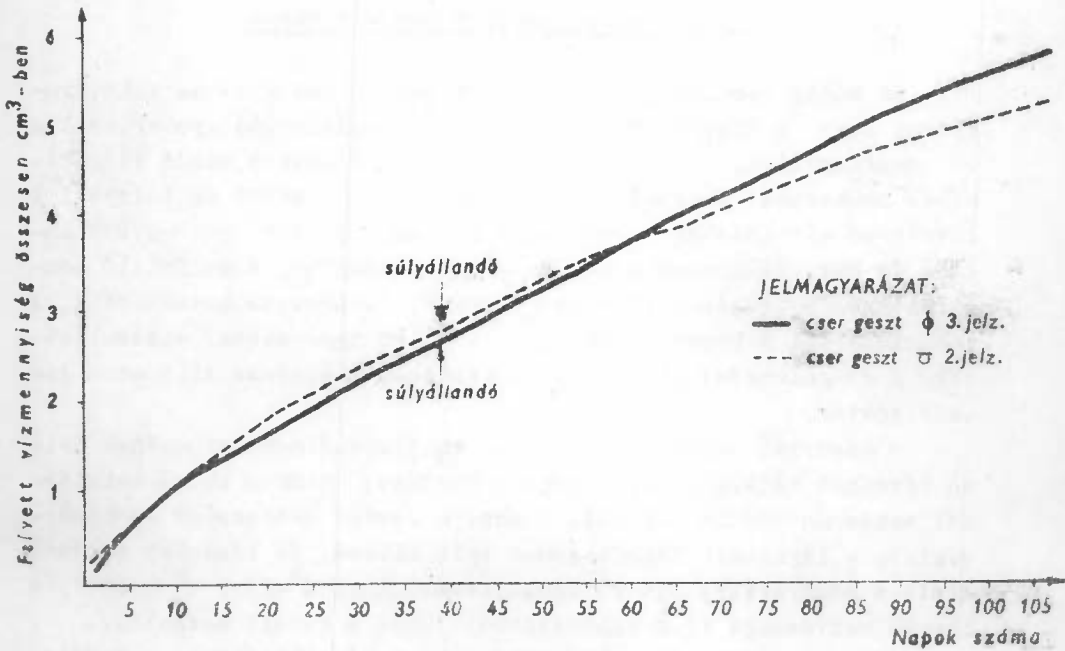
II. Kísérletsorozat

A második kísérleti szériában két darab 5 mm vastag cser-szijácsból vett mintakorong, illetve ismétlésként - mint az I. kísérletnél - két cser-geszt sugár - illetve hurkorong viznyelő- és vízáteresztőképességét vizsgáltuk. E kísérlet alkalmával hetenként egyszeri méréssel megállapítottuk mind a négy kísérleti anyagra vonatkozóan a súlyállandóság elérésének időpontját. Ez a szijács-sugár és hurkorongok esetében a 80. napnál /lásd 4. ábra/, míg a geszt-sugár- és hurkorongoknál kb. a 40. napon következett be. /lásd 5. ábra./



4. ábra

II. Diffúziós kísérlet, 1958. I. 27. - V. 21. 5 mm vtg.
15 % /netto/ nedves cser-szijács Ø. Ugyancsak 5 mm vtg.
25 % /netto/ nedves cser-szijács Ø



5. ábra

II. Diffúziós kísérlet. 1958. I. 27.- II. 3. 5 mm vtg.
 25 % /netto/ nedves cseszeszt φ. 5 mm vtg. 25 % /netto/
 to/ nedves cseszeszt □

Mint a szijácsból vett mintakorongok vízáteresztőképességi grafikonjaiból /4. ábra/ látjuk, a hur- és sugárirányú vízáteresztőképesség között itt sincs nagy különbség, bár mennyiségileg több vizet enged át, mindkét próbatest, mint a megfelelő, de gesztből vett mintakorong. A cseszeszt anyagu, 5 mm vastag sugár- és hurirányú korongok megegyező és ugyanolyan kis eltérést mutatnak vízáteresztőképesség tekintetében, mint az első kísérlet két ugyanilyen korongja. /3. ábra./ /Az 5. ábrán feltüntetett 2-es jelzésű geszt-hur mintakorongnál kb. az 58. naptól kezdődő kissé erőteljesebb elhajlása a grafikonnak a sugárirányú minta grafikonjától, annak következménye, hogy a 2-es jelzésű anyag vízfogyasztás-leolvasásakor a mikropipettában finom dugulás következett be, amiről csak a kísérlet végén szereztünk tudomást./ Egyébként az említett görbe másik része többé-kevésbé közel megegyezően haladt volna a sugárirányú minta görbéjével.

III. Hordók vízdifúziós kísérlete

Az eddig ismerttetett kísérletek indítottak arra az elhatározásra, hogy a vízáteresztőképesség különbözőségét gyakorlatilag is megfigyeljük. E célból 6 db, kb. 15 l űrméretű hordó készítéséhez szükséges dongalécet válogattunk ki cserből és tölgyből a következő elosztásban: cser-szijács sugár- és hur, cser-geszt sugár- és hur, tölgy-geszt sugár- és hurirányban. A megfelelő dongaléceknél a sugár-, illetve hurirányt szigorúan betartottuk. A dongalécekből a hordócskákat /13-14 l-es űrméretben/ elkészítettük. A dongaléceket előzetesen a szokásos légszáraz állapotra le-
száritották.

A kísérlet helyéül Intézetünk kondicionáló-helyiségének belső térségét választottuk, ahol a hordókat minden külső behatástól mentesen tudtuk tartani, s ahol a levegő nedvessége és hőmérséklete a legkisebb ingadozásmak volt kitéve. /A kísérlet tartama alatt a hőmérséklet $3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ingadozással $19,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $15,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ között, a levegő nedvessége 12 % ingadozással 70-82 % között mozgott./

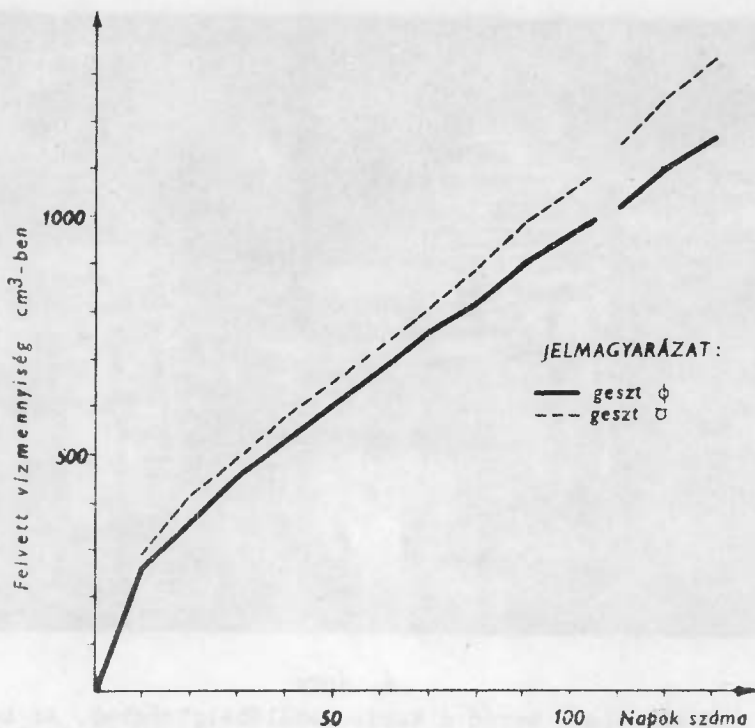
A hordócskákhoz két kivezetőnyílást készítettünk: a fedőlapon és az oldalán. A dongalécek illeszkedési helyeit a fenéken és az oldal-léceken kívülről műgyantával vékonyan bekentük, hogy az esetleges pontatlan illesztések miatti víz-szivárgást, mint zavaró körülményt, a kísérletből kikapcsoljuk; ezzel elértük azt, hogy a víz csak a fa szövetén átdiffundálva távozhasson el. A köldöknyílásba jól záró gumidugóba üvegcsövet illesztettünk, és ezen végeztük a vízszintleolvasást. Az üvegcsőre egy másik üvegcsövet huztunk, és kettőjük közé igen finom beosztású skálát helyeztünk, majd az utóbbi cső mindkét végét jól leparaffinoztuk. A hordó fedőlapnyílásába egy gumidugóba illesztett, hajlított üvegcsövet helyeztünk a víz párolgása s vakuum-keletkezés ellen. Az így felszerelt /6. ábra/ hordók nedvességét, súlyát, a kísérlet kezdetén lemértük, majd mindegyikbe kb. 1. l vizet töltöttünk, s a vízszint állását feljegyeztük. Ezután mindennap a vízszint állását azonos időben leolvastuk, s az átengedett vizet időnként megfelelő mennyiséggel pótoltuk. A kísérlet közben kétizben végeztünk súlymérést. A kísérlet befejeztével került sor mind a hat hordóra vonatkozóan a skálafokoknak megfelelő vízszintemelkedés meghatározására, cm^3 -re átszámítva. Ezekből az adatokból határoztuk meg



6. ábra

A 6 kísérleti hordó a kondicionálóhelyiségben. Az 1-es és 2-es jelzésű cser szijács sugár- és hurhordó felületén erős penészgomba település látható

a naponta leolvasott vízszintcsökkenésnek megfelelő vízmennyiséget cm^3 -ben. A kapott értékeket grafikonon ábrázoltuk: az abszcisszán a napok számát, az ordinátán a felvett összes vízmennyiséget cm^3 -ben feltüntetve. A cser-szijács hordóknál ezt nem tettük meg, tekintettel arra, hogy ezek a fatest szövetén igen nagymennyiségű vizet engedtek át. /A 7. ábrán a cser-geszt sugár- és hurhordók vízáteresztőképességére vonatkozó adatokat, a 8. ábrán a tölgy-geszt sugár- és hurhordókra vonatkozó adatokat tüntettük fel grafikonokban, a sugár- illetve hurirányú vízáteresztő képesség közti különbséget összehasonlítva. / A cser-geszt hur-, illetve tölgy-geszt sugár hordóknál kezdetben - az első 8 napon - a köldökdgugó tökéletlen zárása miatt vízszivárgás állott elő, így ezeknél csak annak megszüntetésével vehettük figyelembe a napi vízfelvevőképességet. Ezért a grafikon ezeknél a 9. napon kezdő-



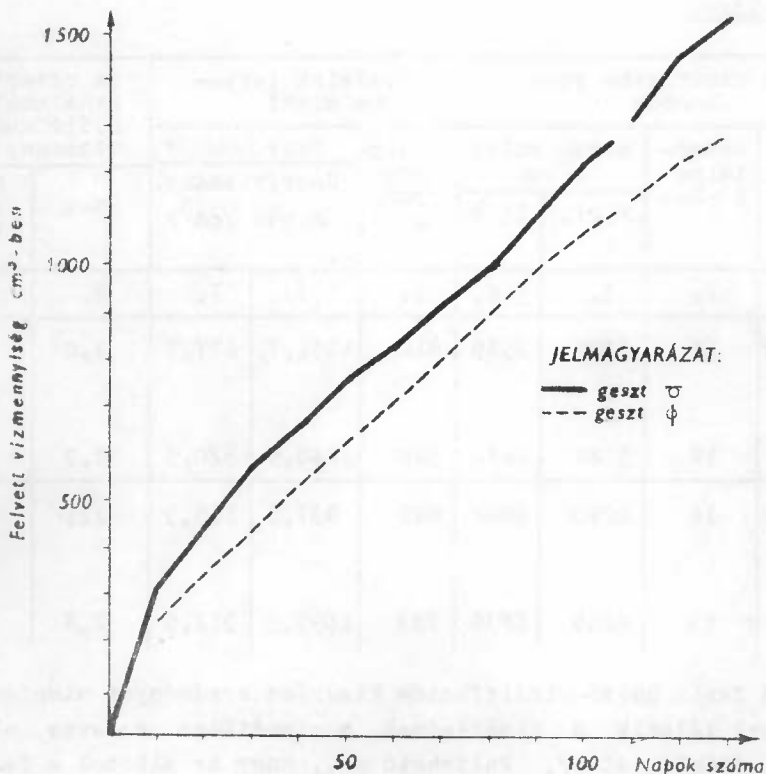
7. ábra

Cser vízfelvételi grafikon. /Hordó-diffúziós kísérlet./

dik. /Mint a 7., illetve 8. ábrákból láthatjuk mind a cser-, mind a tölgyhordóknál a kísérlet tartama alatt felvett, illetve a fa szövetén átengedett összes vízmennyiség között elég csekély különbség van./ A grafikonokban kb. a 108. nap táján látható megszakítás azért van, mert két napra kiürítettük a vizet a hordókból, hogy azután ismét megtöltve megfigyelhessük a vízfelvévését, illetve vízátbocsátás mértékét. Erre az alábbiakban még visszatérünk. Tulajdonképpen e megszakítással a kísérletet befejeztük, a összehasonlító számításaink is e napig terjednek.

Hogy az egész kísérletre vonatkozó adatokat szemléltetőbbé tegyük, az 1. táblázatban rövid összefoglalást adunk.

Az 1. táblázat 8. és 9. rovata alapján megállapítható, hogy a hur- és sugárirányú dongalécekből készült hordók vízáteresztőképessége közötti különbség igen minimális: a tölgnél 0,3 %,



8. ábra

Tölgy vízfelvételi grafikon. /Hordó-diffúziós kísérlet./

a csernél 1,3 % az úrtartalomhoz viszonyítva. Ezenkívül az is megállapítható, hogy a cser sugárirányú hordó vízáteresztőképessége jóval alacsonyabb értékű a tölgy sugár-hordó vízáteresztőképességénél. Mint már az előbbieken jeleztük, a kísérletet a 108. napon két napra megszakítottuk, a hordókból a vizet kiöntöttük, s két nap után ismét megtöltöttük vízzel. Ezután közel 30 napon át ismét megfigyeltük a víztárcsátás ütemét. Mint a 7. és 8. ábrák grafikonjaiból jól láthatjuk a grafikon-megszakadás után, a vízfelvevés üteme egy darabig növekszik, majd egyenletessé lesz. A hurirányú hordóknál a görbéknek a kezdeti /vízelnyelési/, görbevonallu szakasza meredekebb, mint a sugárirányúé. Ez indokolt is, mert hurirányban a vízfelvevőképesség lassabban csökkenő intenzitású, mint sugárirányban.

1. táblázat

A kísérletbe vont hordók				Kísérlet tartama alatt			Az ürtartalomra vonatkoztatott átdiffundált vízmennyiség	
anya- ga	ürtar- talma l -ben	nettó sulya g-ban		suly- gya- rap. g.	felv. átdiff. Össz.vizmeny. g-ban /cm ³ /		% -a	hurirá- nyu többle- te %
		X.27.	II.9					
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
sugár tölgy geszt hur	14	5705	6519	814	1091,7	277,7	2,0	0,3 %
	14	5742	6642	928	1248,5	320,5	2,3	
sugár cser geszt hur	14	6040	6882	842	997,5	155,5	1,1	1,3 %
	13	6055	6838	783	1095,5	312,5	2,4	

A fenti hordó-vizdiffúziós kísérlet eredményei alapján kívánatosnak látszik a kísérletnek megisméltése szeszese oldattal /bor, pálinka, stb./. Feltehető ul., hogy az alkohol a fa szövetének micelláris hézagain /eltekintve a szövetelemek rostirányu vezetésétől/ másképpen, gyorsabban diffundál át, mint a víz.

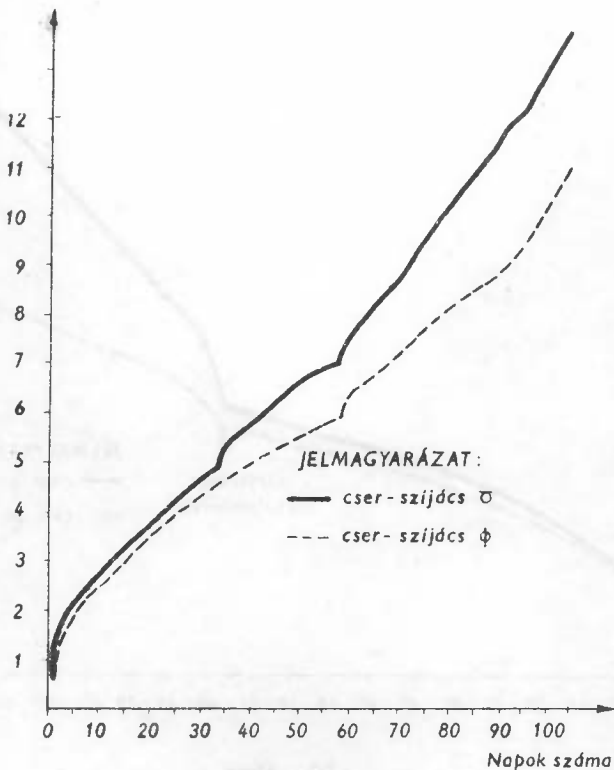
IV. Vizdiffúziós kísérlet

E kísérletek alkalmával az alábbi mintakorongok vizelnyelő, illetve vízáteresztőképességét vizegáltuk:

a/ 2 db 15 % /netto/ nedvességü 5 mm vastag cser-szijács, sugár és hur /9. ábra/

b/ 2 db 25 % /netto/ nedvességü 35 mm vastag cser-geszt, sugár és hur /10. ábra/

c/ 2 db 15 % /netto/ nedvességü 35 mm vastag cser-geszt, sugár és hur /11. ábra/.

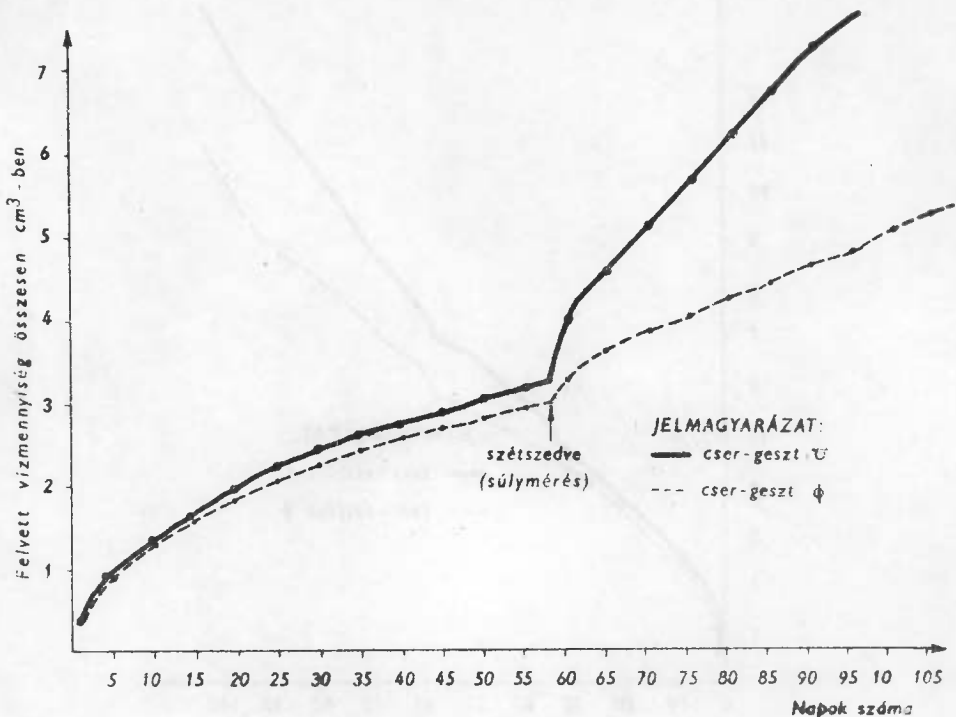


9. ábra

III. Diffúziós kísérlet. 1958. V.21 - IX.4-ig.
 5 mm vtg. 15 % /netto/ nedves cser-szijács Ø
 5 mm vtg. 15 % /netto/ nedves cser-szijács φ

Mielőtt a fenti vizsgálatok ismertetésére rátérnénk, a vízáteresztőképességi vizsgálatok I. és II.szériájában megfigyeltre vonatkozóan, valamint a jelen vizsgálatokkal kapcsolatban, a vízáteresztőképességet meghatározó mutatószámokat kell megállapítanunk.

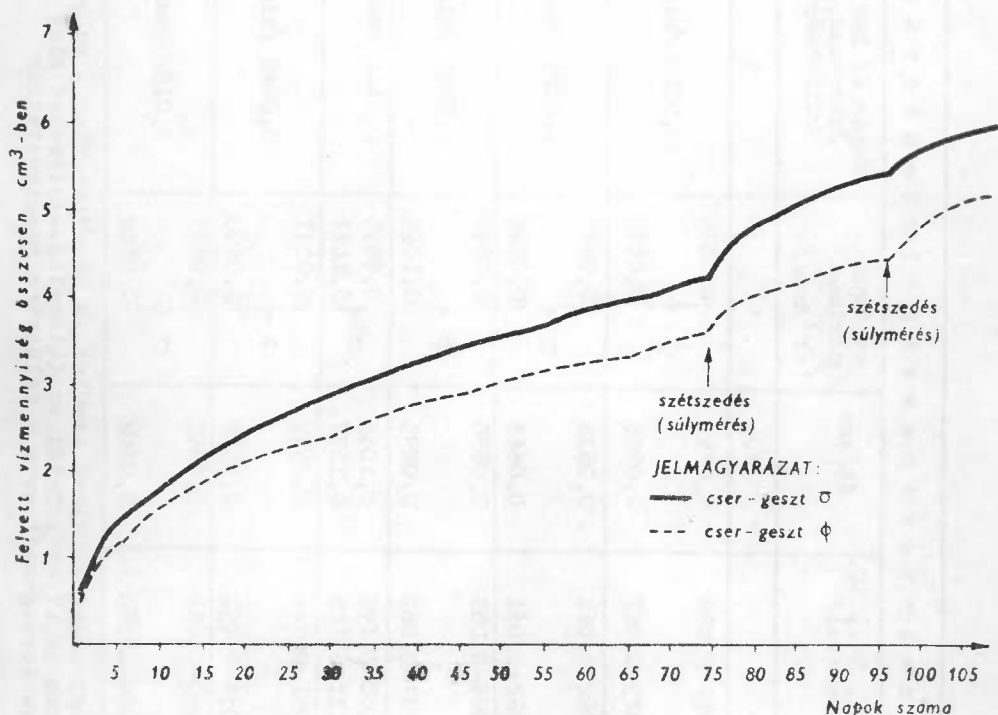
Azt tudjuk, hogy egy adott méretű mintaanyagra vonatkozóan a vízáteresztőképesség jellemzője, mutatószáma az a vízmennyiség /cm³-ben, g-ban/ lesz, mely a mintaanyagon állandósult állapotban egy nap alatt áthatol. Ezt az értéket, vagyis a vízáteresztőképessé-



10. ábra

III. Diffúziós-kísérlet. 1958.V.21 - IX. 4.-ig
 35 mm vtg. 25 % /netto/ nedves cser-geszt ϕ ,
 35 mm vtg. 25 % /netto/ nedves cser-geszt U

ség intenzitását cm^3/nap , a grafikonból úgy kapjuk, hogy a görbe egyenesvonalu szakasa hajlás-szögének a vízszinteshez viszonyított tangensét vesszük. Tekintve, hogy jelen kísérleteinkben a vízáteresztőképesség görbéinek egyenesvonalu szakasa nem egyenes /a vizsgálatok elején már említett objektív akadályok miatt/, viszont a megegyező kísérleti anyagok vizsgálati eredményeinek összehasonlítása céljából egy megközelítőleg megfelelő összehasonlító alap szükséges, ezért az összes vízáteresztőképességi grafikonokban a vízáteresztőképesség intenzitását úgy határoztuk meg, hogy a 40., 50., 60. és 70. napra vonatkozó intenzitás-értékek átlagát vettük.



11. ábra

III. Diffúziós kísérlet 1958. IX. 15-1599. I. 25.
 35 mm vtg. 15 % /netto/ nedves cser-geszt Ø,
 35 mm vtg. 15 % /netto/ nedves cser-geszt φ

Az alábbi 2. táblázatban foglaltuk össze a fentiek alapján kapott eredményeket. A táblázatban még külön rovatban /4. rovat/ feltüntettük a minimális és maximális intenzitás-értékeket, mind a sugár-, mind a hurirányu próbatestekre vonatkozóan, valamint /5. rovat/ a sugár- és hurirányu próbatestek közti intenzitás érték-különbségeket.

ad a/ A két 5 mm vastag szijács-mintakorong vízáteresztőképességét tekintve /10. ábra/ - összehasonlításban a 4. ábra ugyanilyen faanyagával - megállapítható, hogy a jelenleg vizsgált szijácskorongok vízfelvévés, illetve átbocsátás szempontjából nem

2. táblázat

Anyagjelzés /ábraszám/	V i z á t e r e s z t ő k é p e s s é g - i n t e n z i t á s *			
	cm ³ /nap /a 40., 50., 60. és 70. nap adatai/	átlaga	minimum- maximum /cm ³ /nap/	sugár és hur közötti /min.-max./ különbség
1.	2.	3.	4.	5.
sugár ϕ 5 mm-es geszt /25 %/ hur σ 3.á.	0,107-0,098-0,092-0,088 0,115-0,10-0,0925-0,087	0,0957 0,0986	ϕ { 0,0635 0,0957	0,0010 /min/
" " 5.á. ϕ σ	0,066-0,065-0,062-0,061 0,069-0,066-0,062-0,061	0,0635 0,0645	σ { 0,0645 0,0986	0,0029 /max/
5 mm szijács 4.á. /15-25 %/ ϕ σ	0,097-0,091-0,086-0,082 0,097-0,092-0,087-0,082	0,0890 0,0895	ϕ { 0,0890 0,1065	0,0005 /min/
" " 9.á. /15 %/ ϕ σ	0,122-0,109-0,100-0,095 0,135-0,120-0,111-0,105	0,1065 0,1177	σ { 0,0895 0,1177	0,0112 /max/
35 mm geszt 10.á. /25 %/ ϕ σ	0,065-0,057-0,051-0,046 0,069-0,061-0,056-0,052	0,0547 0,0595	ϕ { 0,0547 0,0600	0,0048 /min/
" " 11.á. /15 %/ ϕ σ	0,071-0,062-0,055-0,052 0,082-0,073-0,066-0,060	0,0600 0,0702	σ { 0,0595 0,0702	0,0102 /max/

* Megjegyzés: A diffúzió szempontjából számításbajóvó terület /a készülékekben a szorítógyűrűn belüli terület/ összesen 10,17 cm². Tehát az intenzitás-értékeket mind az 5 mm, mind a 35 mm vastagságu korongoknál erre a felületre vonatkoztattuk

mutatnak fel olyan közel megegyező értéket, mint a 4. ábrában feltüntetett két ugyanilyen mintaanyag. Főleg a hurirányu koron-
gok mutatnak nagy különbséget /2. táblázat 5. rovat, 4. tétel/.
Ez azzal magyarázható, hogy olyan kis területen is, mint a kis
mintakorong effektív vízzel érintkező felülete, a bélsugárelosz-
lás nagy eltéréseket mutathat, más szóval, bélsugárelosztás szem-
pontjából a csernél feltehetően nagy a heterogenitás. /A cser fa-
testének mikro-strukturájára vonatkozóan kvantitatív xylotómiai
adataink nincsenek. Ilyen irányu vizsgálatok az ELTE Alkalmazott
Növénytani Intézetében, illetve részben nálunk folyamatban vannak;
a vizsgálati eredmények alapján majd választ kaphatunk a fenti
megállapításra vonatkozóan./

ad b,c/ A 35 mm-es vastagságú cser geszt-mintakorongok közül
a 25 % nedvességűek /11. ábra/ vízáteresztőképessége a legalacso-
nyabb értékű /0,05-0,06 cm³/nap/ a vizsgált összes mintakorongok-
nál talált értékek között és így kisebb értékű, mint a 15 % ned-
vességű korongoké. A bélsugársszöveti heterogenitás hatása itt is
jól szembetűnik /12. ábra, illetve 2. táblázat, 5. rovat, 6. té-
tel/, a sugár- és hurirányu vízáteresztőképesség között itt is
elég nagy /0,0102 cm³/nap/ különbség van.

ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálatokat végeztünk a sugár- és hurirányu vízfelvevő- és
vízáteresztőképesség megállapítására:

1. 5 mm vastag cser szíjács- és geszt-, valamint
2. 35 mm vastag cser geszt-mintakorongokra és
3. 13-14 l-es cser szíjács- és geszt-, illetve tölgy sugár
és hurirányu dongalécekből készült hordókra vonatkozóan /a lécek
vastagsága a köldökűgőnél 12 mm, az oldallécek végeinél 25 mm/.

A. A cser mintakorongokkal végzett megfigyelésekkel kapcsol-
latban megállapítottuk, hogy

1. a sugárirányu vízáteresztőképességek között igen kis,
2. a hurirányu vízáteresztőképességek között viszont ál-
talanban nagyobb eltérések vannak.
3. Összehasonlítva a sugár- és hurirányu vízáteresztőké-
pességet:

- a/ a vékonyabb /5 mm-es/ - mind a szijács, mind a hur - próbatestek között nagyobb különbségek vannak,
- b/ a 35 mm-es vastagságu mintakorongok között kisebb különbség van vízáteresztőképesség tekintetében,
- c/ Vízáteresztőképességek /10,17 cm² felületre vonatkoztatva/ a vizsgálatba vont mintakorongoknál:

	sugár	hur
5 mm-es cser szijács:	0,09-0,10	0,09-0,12 cm ³ /nap
5 " " geszt :	0,06-0,09	0,06-0,10 cm ³ /nap
35 " " geszt :	0,05-0,06	0,06-0,07 cm ³ /nap

B. A cser és tölgyhordók vízáteresztőképességével kapcsolatban megállapítottuk, hogy

- a/ a tölgy sugár- és hurirányu dongalécekből készített hordók vízáteresztőképessége között igen kis - 0,03 % - eltérés van,
- b/ legkisebb mértékű a vízáteresztés a cser-geszt sugárhordónál, úrtartalomra vonatkoztatva 1,1 %.

IRODALOM

1. Bashenow, W. A.: Die Flüssigkeitsdurchlässigkeit von Holz und ihre praktische Anwendung. Berlin, 1956.
2. Trendelenburg, K.: Das Holz als Rohstoff. Lehmann, 1939.
3. Tschulitzki, N. N.: Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit und der Wasseraufnahme verschiedener Holzarten. Cagi, 1932.

Barlai Ervin
igazgató helyettes

I. ELŐZMÉNYEK

A cédrusimport csökkentése végett 1953-ban felmerült annak a szükségessége, hogy az akác nemesítési eljárását alkalmazzuk az iróngyártás alapanyagát képező hárs és éger fűrészárura is. A kutatás céljaul azt tűztük ki, hogy a két fafaj tulajdonságait az iróngyártásnál megkívánt szintre állítsuk be, amit termikus eljárással a fa anyagának megfelelő lágyításával véltünk elérni. A végzett kísérletek sikerrel jártak, az eljárást az írószeripar átvette, s jó eredménnyel alkalmazta.

II. ELMÉLETI MEGGONDOLÁSOK

A fanemesítésnek termikus módszere a fa anyagában vegyi elváltozásokat okoz, melyeket röviden az alábbiakban lehet összefoglalni:

A hőhatás következtében a fában lévő lignint és más inkruztáló anyagokat oxidációs folyamatnak tesszük ki. Ha a hőt vizgőzzel közvetítjük, akkor a fa hygroszkópos anyagainak /lignin, xylan, cserzőanyagok, hangyasav, ecetsav stb./ egy része kilugozódik. Ezek a vegyi folyamatok változtatják meg a fa fizikai és mechanikai tulajdonságait, és a termikus behatás intenzitásával, valamint időtartamával az említett tulajdonságok a kívánt mértékre szabályozhatók.

Ami a nemesített fa színét illeti, az tapasztalat szerint nagymértékben a csersavtartalomtól függ. Az éger csersavtartalma irodalmi adatok szerint /Koloc/ 2,5 %, míg a hársé oly csekély,

★ 1954-1956. években végzett kutatás

hogy általában nem mutatják ki. Ez okozza a nemkívánatos elszineződést. Ennek elhárítására a kísérleteket úgy végeztük, hogy az éger fájából 100 C° alatti hőmérsékleten az oxidációs folyamat beindikálását megelőzően, áramló gőzzel a cserzőanyagokat igyekeztünk legalább részben kilugozni, és ily módon enyhébb színhatást elérni.

A kísérletek az elméleti kérdések tisztázására nem terjedtek ki, hanem csak az eljárás ipari felhasználhatóságára szorítkoztak.

III. A KISÉRLET LEFOLYTATÁSA

A kísérleteket a Faipari Kutató Intézet erre a célra alkalmas berendezésében végeztük el, amely gőzkazánból és hőmérővel, valamint regisztráló gőznyomásmérővel felszerelt gőztartályból áll. A kísérlethez 60 mm vastag, 15-20 cm széles és 1 m hosszú éger és hárs fűrészárut használtunk, melyet nemesítés után szalagfűrészben dolgoztunk fel irónlapkákká. Ezek mérete 6 x 60 x 190 mm.

Összesen 29 szériát nemesítettünk az 1. táblázat szerinti hőmérsékleten /nyomás/ és időtartammal:

1. táblázat

Nyomás at	Hőmérsék- let C°	Időtartam óra		
		felmelegítés	hőkezelés	lehűtés
0,5	110,8	6	9-27	3
1,0	119,6	6	9-27	3
1,5	126,8	6	9-21	3
2,0	132,9	6	9-15	3
2,5	139,2	6	9-12	3

A felmelegítést egyenletes hőemeléssel végeztük 6 órán át, a hőkezelés időtartama alatt a hőmérsékletet minimális ingadozásokkal tartottuk, a lehűlést szintén egyenletes hőcsökkenéssel 3 óra alatt végeztük szobahőmérsékletig /kb. 20 C°/.

A lágyulás mértékét nyomószilárdsági vizsgálatokkal állapítottuk meg.

IV. A KISÉRLETEK EREDMÉNYEI

A 29 széria kiértékelt eredményeit 9-12^h hőkezelési időtartamra /melyet 6^h felmelegítési és 3^h lehütési időszak egészített ki/ a 2. táblázat tünteti fel:

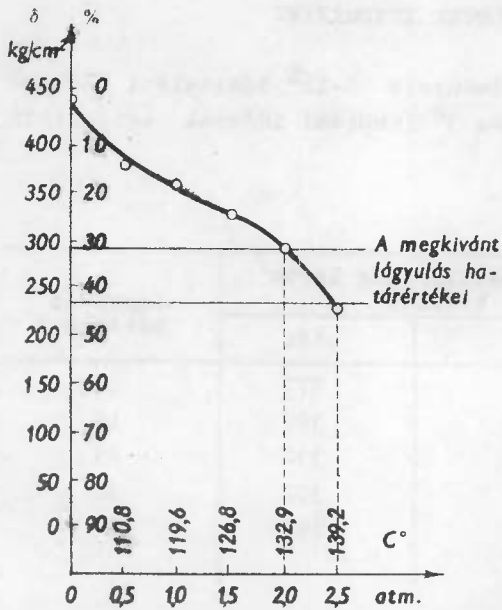
2. táblázat

Nyomás atn.	Hőmérs. C ^o	Nyomószilárdság kg/cm ² kezelés		Lágyulás mértéke %
		előtt	után	
0,5	110,8	440	377	14
1	119,6	440	362	18
1,5	126,8	440	332	25
2	132,9	440	302	31
2,5	139,2	440	247	44

A hőkezelés időtartamának meghosszabbítása már nem vezetett a lágyulás mértékének lényeges változásához /13-27^h között 4,1 %/, ezért a 9-12^h közötti időtartam mellett kellett állást foglalni.

A cédrus nyomószilárdsága 300-350 kg/cm². A kísérletek azonban különösen az égerfa nemesítésével kapcsolatban ahhoz a megállapításhoz vezettek, hogy a halmozott bélsugarak miatt az égert nagyobb mértékben kell lágyítani. Ezért az Iroszergyár Vállalatnak azt ajánlottuk, hogy a lágyítást 133-140 C^o közötti hőmérséklettel 9-12^h időtartamok át végezze, hat órás felmelegítéssel, és 3 órás lehütéssel. Az így kezelt éger nyomószilárdsága 250-300 kg/cm², tehát lágyabb a cédrusénál. A szín megjavítása céljából pedig az eddigi 3^h hosszú felmelegítési periodust 6^h-ra szükséges meghosszabbítani.

Az ajánlott eljárást az 1. és 2. grafikon szemlélteti:



1. ábra

Éger és hárs nemesítése. A lágylás mértéke, a hőhatás függvényében, 9-12 reakció időtartam alatt

ÖSSZEFOGLALÁS

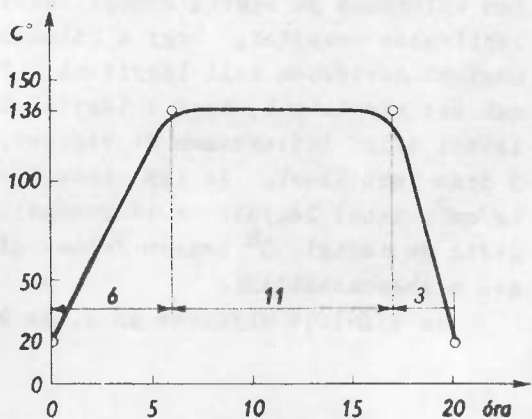
Az iróngyártáshoz a gyárak külföldről importált faanyagot használtak fel, éspedig: afrikai cédrust és kaliforniai incens cédrust. Ezek a fafélések nehezen szerezhetők be és áruk magas. Beszerzésük mégis szükséges volt, mert hazai faféléseink nem voltak alkalmasak jóminőségű irónok gyártására. -

V. AZ ELJÁRÁS GAZDASÁGOSSÁGA

Az eljárás gazdaságosságát az alábbi tényezők biztosítják:

- a/ a cédrusfa import feleslegessé vált,
- b/ a nemesített hárs és éger irónnak minőségi javulása és az ebből folyó exportlehetőség,
- c/ pácfesték-megtakarítás
- d/ az eljárás olcsósága.

A tényezők összhatásaképpen népgazdaságunk javára évente a "müccdrus"-ból készült irónok belföldi és külföldi forgalombahozatala révén számottevő gazdasági eredmény mutatkozik.



2. ábra

Éger és hársfa nemesítése. A lágylás sematikus termikus görbéje

A jóminőségű irónfától ui. azt kívánjuk, hogy jól faragható legyen, ilyen tulajdonsággal pedig csak a megfelelően lágy fák rendelkeznek. Hazai fafajaink közül a hárs és éger közelítik meg leginkább ezt a követelményt, azonban még ezek a fafélések is túl kemények ahhoz, hogy belőlük jóminőségű irónt lehessen gyártani.

Az eljárás az éger és hárs fájának termikus behatással történő lágyítását valósítja meg. Termikus behatással a fában lévő lignint és más inkrusztáló anyagokat destruktív folyamatnak veti alá, és a fa higroszkópos anyagainak egy részét kilugozza.- Ezek a vegyi folyamatok megváltoztatják a fa fizikai- és mechanikai tulajdonságait, csökkentik a fa nedvszívóképességét és szilárdságát. Az így kezelt fa szilárdsága 40 %-kal csökkenthető. A fa lágy, könnyen faragható és alaktartó lesz, és ezáltal teljes mértékben alkalmas az import cédrusfélések pótlására.- Színe a cédruséhoz hasonló.

Az eljárást az írószeriparunk megvalósította, és bevezetése óta a költséges cédrusimport teljes mértékben feleslegessé vált.

Az eljárás 1957. május 3-án 10-73-1922. sz. alatt szabadalmaztatva.

VI. ÜZEMI BEVEZETÉS

A javasolt módon nemesített éger és hárs lapkákból az Írószergyár próbagyártásokat végzett, melyek jó eredménnyel jártak. Ebből kifolyólag az eljárást gyakorlati alkalmazásba vételre az iparnak átadtuk. A nagyüzemi gyártás 1956. január hó 1. óta folyamatosan megy.

KUTATÁSOK A FOLYAMATOS TERMELÉS BEVEZETÉSÉVEL KAPCSOLA-
TOS FELTÉTELEK TISZTÁZÁSÁRA A LOMBOSFÁT FELDOLGOZÓ FÜ-
RÉSZIPARBAN*

Barlai Ervin
igazgató helyettes

Ebben a tanulmányban kizárólag a lombosfát feldolgozó fűrészüzemek egyes kérdéseivel foglalkozunk, egyrészt azért, mert hazai fűrésziparunk tulnyomórészen lombfarönköket dolgoz fel, másrészt pedig, mert a fenyőrönköket feldolgozó fűrészüzemek termelési folyamata sokkal inkább tisztázottnak mondható.

I. BEVEZETÉS

A fejlődés a fűrészipart, különösképpen a termelékenység fokozása terén olyan feladatok elé állítja, melyeknek megvalósításához nem elegendő pusztán a kihozatal és teljesítmény további fokozása. Az etéren fennálló lehetőségeket már tulnyomórészen kimerítettük. Új munkamódszer bevezetése szükséges, át kell állítsuk a fűrészipar termelését a jelenlegi szakaszos termelésről a folyamatos termelésre. Ennek következtében a kézi és gépi munka ezidőszerint igen kedvezőtlen aránya lényegesen meg fog javulni. Ez a módszer a legalkalmasabb a termelékenység emelésére. A folyamatos termelés bevezetésével együttjáró gépesítés egyben előfeltétele a továbbfejlődésnek az automatizálás felé.

Hogy a folyamatos termelés a lombosfát feldolgozó fűrésziparban mindezideig nem terjedt el, annak oka az, hogy a rendelkezésre álló rönkmennyiség viszonylag kevés, emiatt a gépesítés nem mindig gazdaságos. A gyártásprofil pedig rendkívül sokrétű. Adottságaink következtében ugyyszólván minden üzemünk többféle fafajt és sokféle választékot termel.

* 1954-1957. években végzett kutatás.

Felmerül a kérdés, hogy a kedvezőtlen körülmények ellenére megvalósítható-e gazdaságosan a lombos-fűrészáru folyamatos termelése. A Faipari Kutató Intézet, külső üzemi munkatársak bevonásával, vizsgálat tárgyává tette ezt a kérdést, és a kutatómunka alapján erre ad választ ez a tanulmány.

II. A FOLYAMATOS TERMELÉS FELTÉTELEI

Az idevonatkozó megállapítások szerint a folyamatos termelésre való áttérés a következő feltételektől függ:

1. Lehetőleg egységes gyártásprofil.
2. A műveleti sorrendiség állandósítása és a gépeknek a műveleti sorrend szerinti elhelyezése.
3. Az anyag folyamatos átadhatósága egyik műveleti helyről a másokra anélkül, hogy az anyag a műveleti helyek között megtorlódjék, vagyis: a szükségszerű termelési folyamatoknak megfelelő szalagok kialakítása.
4. A műveleti helyek szinkronizálása.

Megállapítható, hogy lombos fűrészáru termelése terén a feltételek igen kedvezőtlenek. Az egységes gyártásprofil nem valószínűsíthető meg, a műveleti sorrendiség nem eléggé tisztázott, továbbá az egyes műveleti helyeken biztosított kapacitások szinkronizálása a faanyag inhomogenitása miatt rendkívül nehéz.

A feltételek részletes elemzése azonban azt az eredményt adja, hogy a feladat mégis megoldható.

ad 1. A lombosfát feldolgozó fűrésziparban ugyyszólván minden fűrész többféle fafajt és választékot dolgoz fel és - ami a helyzetet még nehezíti - a legtöbb fűrészüzem a lombosrönkök mellett kis mennyiségben fenyőrönköket is kénytelen fűrészelni, holott a fenyőfűrészáru-termelésnek műveleti sorrendje és a technológiája egészen más, mint a lombosfűrészárué. Ilyen esetben az egy időegységben /azonos műszakban/ termelt választékok számára külön-külön szalagokat kell felállítani. Közös szalagra legfeljebb olyan különböző választékok irányíthatók, amelyeknek műveleti sorrendisége teljes mértékben megegyező. A folyamatos termelés bevezetésekor tehát azt a megoldást kell választani, amely a termelést választékonként tulnyomórészen külön szalagokkal biztosítja.

ad 2. A műveleti sorrendiséget illetően meg kellett állapítani, hogy a fűrésziparban használt műveleti sorrendiség korántsem tisztázott és üzemenként sokszor változó. Egyes műveletek a termelésben a termelt választéknak csak igen kis százalékánál fordulnak elő, és a minőséget csak gyakorlatilag elhanyagolható mértékben javítják. Az ilyen műveleteket el lehet hanyagolni, mert ezek beépítése a szalagba rendszerint nem mutatkozik gazdaságosnak.

ad 3. Az anyag folyamatos átadhatósága egyik műveleti helyről a másikra hengersorokkal és kereszttranszportőrökkel megoldható. Ha az anyag az egyes műveleti helyek között kartávolságra /maximum 1,5 m/ helyezhető le, külön szalag beépítése nem szükséges. Ezt a megoldást különösen ott lehet alkalmazni, ahol helyszűke miatt az anyagmozgató-berendezés elhelyezése akadályokba ütközik. A közbenső anyagmozgató berendezésekkel érhető el a kézi és gépi munka arányának lényeges eltolódása a gépi munka javára, mert a kézzel végzett műveletelemek nagyrésze az anyagmozgató-berendezésekre adható át, ami jelentősen emeli a munka termelékenységét és csökkenti az önköltséget.

ad 4. A közbenső anyagmozgatás gépesítése mellett szükséges, hogy a gyártásműveleteket szinkronban végezzük, különben a folyamatos termelésben súlyos zavarok állhatnak elő, ha pl. a beépített anyagmozgató berendezéseket a felhalmozott anyag elborítja. A szinkronizálás azonkívül a gépkapacitások egyenletes kihasználását eredményezi, ami szintén emeli a termelékenységet és csökkenti az önköltséget. A termelés szinkronizálása tekintetében azonban nehézséget okoz, hogy a fa heterogén anyag, aminek az a következménye, hogy a termelési folyamatban az egyes választékok /pl. parkettafriz, donga/ gyakorisága az időegységben nem konstans. Ezt a nehézséget úgy lehet áthidalni, hogy a szükséges helyeken akkora közbenső tároló helyeket iktatunk be, melyek az egyes választékok mennyiségi hullámzását kiegyenlítik.

A fennálló nehézségeket tehát műszaki megoldásokkal jól át lehet hidalni.

III. A SZINKRONIZÁLT FOLYAMATOS TERMELÉS ELŐKÉSZÍTÉSE /METODIKA/

A szinkronizált folyamatos termelés előkészítése nem könnyű feladat és a termelési folyamat beható tanulmányozását teszi szükségessé.

1. Meg kell állapítani, hogy a termelésben az egyes választékok időegységre vonatkoztatva /pl. egy műszak alatt/ milyen arányban fordulnak elő, vagyis meg kell határozni a választék gyakoriságát. Iparági szinten a választékok megoszlását az egész iparágra vonatkozóan a tervszámok tükrözik, azonban a tervszámok nem adnak arra felvilágosítást, hogy a termeléskor a választékok adott időegységben milyen mennyiségben jelentkeznek az egyes műveleti helyeken. Meg kell állapítani tehát azt is, hogy az egyes választékok milyen műveleti sorrendiséget követnek, és egy-egy műveleti helyre egyazon időegységben az anyag hány százaléka került, továbbá, hogy a feltételezett időegység alatt a feldolgozott anyag a műveletet végző gépek kapacitásának hány százalékát veszi igénybe.

2. A műveleti helyek /gépek/ kapacitása műszaki normák alapján állapítható meg, tehát az időegységben megmunkálható anyagmennyiséggel fejezhető ki.

3. A műveleteket műveletelemekre kell felbontani, a művelet-elemeket pedig kézi és gépi műveletelemek szerint csoportosítani. Kézi műveletelemekként csak azokat a műveletelemeket kell besorolni, melyeket a folyamatos termelésben az anyagmozgató-berendezések, hengersorok, keresztlánc továbbítók fognak átvenni. Így megállapítható az egyes műveleti helyeken várható eltolódás a gépi és kézimunka aránya között, ami egyben a folyamatos termelés gazdaságosságának legfőbb mutatószáma.

4. Az előforduló választékok időegységre vonatkoztatott gyakoriságának, és a műveletelemekre felbontott műveleti időtartamok megállapítása után kerül sor a szinkronogramok megszerkesztésére.

Először meg kell választani az ütemidőt. Ütemidő alatt azt az időegységet értjük, melyet valamennyi műveleti helyre vonatkoztatva az egyes műveleti helyek teljesítményének mérésére használunk fel. A termelés akkor szinkronizált, ha az egyes műveleti

helyekre kerülő anyagmennyiség egy vagy több géppel azonos ütemidő alatt dolgozható fel, és a gépek kapacitása jól kihasználható. Célyszerű ütemidőnek 60'-et választani, mert a fűrészipari termelésnek ez az ütemidő felel meg leginkább. Az ütemidő alatt termelt választékmennyiségnek számítása ebben az esetben a keretfűrész óraterjesztménye alapján történhet.

Figyelembe kell venni, hogy a termelés szinkronizálása még homogén anyagok feldolgozása esetén sem lehetséges olyan mértékben, hogy valamennyi műveleti helyre kerülő anyag feldolgozása egyes műveleti helyeken az ütemidőtől /esetleg $\pm 10-15\%$ -kal/ el ne térjen. Heterogén anyagok feldolgozása esetében mint amilyen a fa, különösképpen számolni kell ezzel a jelenséggel, mert a keretekhez beadott rönkökben olyan időközi minőségi különbségek adódhatnak, amelyek az egyes műveleti helyekre kerülő anyagok mennyiségét termelés közben változtatják. Ez a körülmény szükségessé teszi a szinkronogramoknak szinkronsávban való tervezését. A szinkronsáv határértékeit fűrészelés esetén a fa heterogenitására való tekintettel $\pm 20\%$ -kal célszerű felvenni, vagyis a 60 perces időtől felfelé 72 percig, lefelé 48 percig való eltérés irányozható elő, mert ezt az ingadozást az emberi munkaerő időszakosan még ki tudja egyenliteni. Azokon a műveleti helyeken, ahol állandó telteljesítéssel lehet csak a szinkrontermelés feltételeinek eleget tenni, a legjobb teljesítményű dolgozókat, míg a szinkronsáv alsó felében elhelyezett műveleti helyeken az alacsonyabb teljesítményű dolgozókat kell foglalkoztatni.

A szinkrondiagramm megszerkesztése koordináta rendszerben történik. Az ordinátán a műveleti időket, a 60 perces időértéknél az ütemidőt és attól fel és lefelé $\pm 20\%$ -kal a szinkronsávhatárokat, az abszcisszán a műveleti sorrendiséget tüntetjük fel. Ebben a rendszerben megszerkeszthető, különféle választék-összetételű termelési folyamatok /variánsok/ esetére az egy-egy művelet elvégzésére fordított idődiagramm.

A tényleges helyzet felvétele után megszerkeszthető a szinkronizált állapot. Ennek érdekében az egyes műveleti helyekre anynyi anyagot kell számításba venni, amennyinek a feldolgozása szinkronsávon belül eső időtartam alatt történhet. Ezt a termelés céltudatos irányításával a gyakorlatban is meg kell, és meg lehet valósítani.

A szinkronizált állapot megtervezésekor figyelembe kell venni, hogy az egyes műveleti helyeket anyagmozgató berendezések kapcsolják össze és ezért a műveleti időkből az elmaradó kézi-műveletelemeket ki kell ejteni. Ennek következtében az átfutási idő megrövidül, ami ugyancsak lényegesen emeli a gazdaságosságot.

Végül célszerű a diagrammok jellemző mutatószámait a diagrammok mellett kimutatásban rögzíteni.

IV. A POLYAMATOS TERMELÉSHEZ SZÜKSÉGES ADATOK MEGÁLLAPÍTÁSA ÉS FELDOLGOZÁSA

1. Választékvariánsok a termelési folyamatban

Az adatok összegyűjtése céljából elsősorban azt kell megállapítani, hogy az üzem a termelést hányféle választékösszetétel szerint végzi. Ennek alapján adott esetben valamely üzem termelését 8 variánsba lehetett összesűriteni. A variánsok és azokon belül a választékok megoszlása például az 1. táblázat szerinti.

1. táblázat

Szám	Variánsok választékai	Fűrész- áru	Friz	Bánya- deszka	Talp- fa	Ba- rell	Lé- donga
I.	Fűrészáru-friz	96,34	3,66	-	-	-	-
II.	Fűrészáru-friz- barell	66,33	4,85	-	-	28,82	-
III.	Fűrészáru-friz- barell-bánya- deszka	61,51	7,11	7,85	-	23,53	-
IV.	Fűrészáru-friz- talpfa	40,49	11,35	-	48,16	-	-
V.	Fűrészáru-friz- lédonga	56,81	5,56	-	-	-	37,63
VI.	Fűrészáru-friz- bányadeszka	17,89	9,26	72,85	-	-	-
VII.	Bányadeszka-friz	-	15,95	84,05	-	-	-
VIII.	Fűrészáru-friz- barell-bánya- deszka-lédonga	11,10	5,13	6,19	-	15,34	62,24

Az üzem rendelkezésére álló rönkmennyiségeket az egyes variánsok szerint az alábbi százalékban dolgozta fel és ezzel érte el a választékok tervszámainak teljesítését: /2. táblázat/

2. táblázat

Variáns-szám	Variánsok választékai	Feldolgozási %
I.	Fűrészáru-friz	24,42
II.	Fűrészáru-friz-barell	5,56
III.	Fűrészáru-friz-barell-bányadeszka	20,52
IV.	Fűrészáru-friz-talpf	13,90
V.	Fűrészáru-friz-lédonga	5,00
VI.	Fűrészáru-friz-bányadeszka	15,00
VII.	Bányadeszka-friz	12,78
VIII.	Fűrészáru-friz-barell-bányadeszka-lédonga	<u>2,82</u>
		100,00 %

A gyakorisági értékek megállapítására az alábbi fafajokat és rönkméreteket használták fel, melyeket az üzem a rönkvastagságokhoz alakítva általában a 3. táblázatban közölt pengebeosztásokkal fűrészelt fel. A gyakorisági értékek megállapítása 256 m³ szelvényáru felvételével történt. /3. táblázat/

3. táblázat

Variáns	Pengebeosztás	Fafaj	Rönk Ø	Felvett mennyiség m ³
I.	R/26 6/50 R/26	tölgy	45-50	36,815
II.	R/27 2/32 1/50 3/23 1/50 2/32 R/27	bükk	45-50	35,790
III.	R/27 1/50 1/70 3/23 1/70 1/50 2/27	bükk	35-40	55,720
IV.	R/27 1/155 R/27	bükk	30-35	31,702
V.	R/26 1/50 3/40 1/50 R/26	tölgy	30-35	33,060
VI.	tele 26	cser	20-25	22,614
VII.	tele 23	tölgy	20-25	18,573
VIII.	R/27 1/40 1/23 1/40 R/27	bükk	20-25	<u>22,182</u>
		Összesen		256,456 m ³

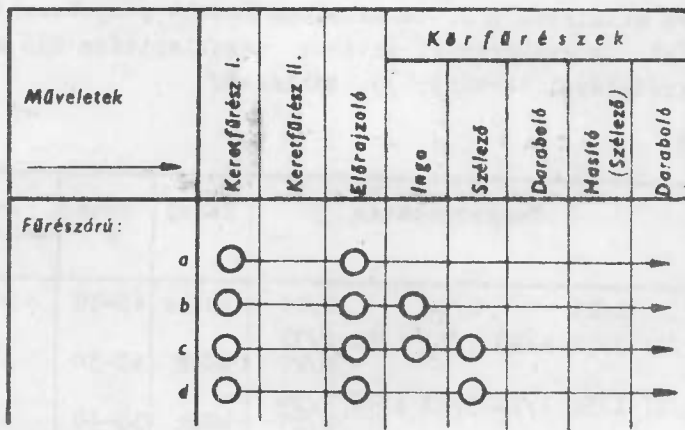
Ezekután meg kell határozni az egyes választékok termelésénél alkalmazható műveleti sorrendiséget, az egyes variánsokon belül a választékok előfordulási arányát, valamint a műveleti helyekre vonatkoztatott kézi és gépi műveletelemekre bontott termelési időegységeket.

2. Műveleti sorrendiség

A lombosfa fűrészipari termelésben előforduló leggyakoribb választékok: a fűrészáru, talpfa, friz, donga, /ipari- és lé/ és a bányadeszka.

A/ Fűrészárutermelés műveleti sorrendje

A fűrészárutermelés műveleti sorrendjét az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra

Az ábra szerint a szélezetlen lombosfűrészáru négyféle műveleti sorrenddel készülhet. E műveleti sorrendek közül az a/ műveleti sorrendnek a gyakorisága a felmérések szerint a legmagasabb /mintegy 92 %/, b/ műveleti sorrend gyakorisága rendszerint alacsony /4,6 %/. A gyakorisági értékek arra figyelmeztetnek, hogy a

termelésben a minőségi szempontokat nem érvényesítjük eléggé. Ellenőrző kísérletek kapcsán ui. a b/ műveleti sorrend gyakorisága lényegesen emelkedett /egyos esetekben, pl. cserfűrészszeléskor 45 %-ig/. Az a/ műveleti sorrend gyakorisága ennek megfelelően csökkent.

A c/ és d/ műveleti sorrendet az iparban általában nem alkalmazzák. A legtöbb fűrészüzemünk berendezése nem is teszi lehetővé a műveleti sorrendek betartását, mert a keretfűrészről a fűrészszárut csak rendkívül körülményes úton lehet a szélezőre juttatni. Ezekre a műveleti sorrendiségekre akkor van szükség, ha pl. béléltvágtott /egyoldalt szélezett/ fűrészszárut termelünk, ami főleg a bélrepedések megelőzése végett vastagabb méretű pallók és széles pallók termelésekor kívánatos, és ha pl. a fűrészszáruról korhadt szijácsot kívánunk eltávolítani.

A felvett gyakorisági értékek alapján megállapítható volt, hogy a d/ műveleti sorrend elhagyható, mert a termelésben elenyészően csekély %-ban /0,6 %/ fordul elő. A c/ műveleti sorrendről ellenben szükséges gondoskodni azért is, mert ez a műveleti sorrend megegyezik a dongatermelés műveleti sorrendjével, lehetőség van tehát arra, hogy a kapacitás esetleges hiányát a dongatermeléssel variálva egyenlítsük ki.

A szélezetlen lombosfűrészszáru termelés sohasem jelentkezik tiszta profilban, mert mintegy 3,7 %-át az anyagnak minden körülmények között friznek termelik.

Adott esetben a fűrészszáru termelés a jelenlegi technológiába a következőképpen oszlik meg:

Szélezetlen fűrészszáru				
a/	műveleti	sorrend	szerint	91,80 %
b/	"	"	"	4,54 %
c/	"	"	"	3,66 %

A gyakorisági adatokat természetesen minden üzem saját viszonyainak megfelelően kell megállapítani.

B. Talpfatermelés műveleti sorrendje

A talpfatermelés üzeinkben fűrészszáruval és frizzel együtt fordul elő a termelésben. Műveleti sorrendisége a 2. ábra szerint alakul.

Műveletek	Keretfűrész I.	Keretfűrész II.	Előrajzoló	Körfűrészek				
				Inga	Szélező	Daraboló	Hasító (Szélező)	Daraboló
Választékok								
Talpfa								
a	○	○						→
b	○				○			→

2. ábra

A termelésben a közösen jelentkező választékok %-os megoszlása felméréskor:

Talpfa	a/ műveleti sorrend szerint				48,16 %
Fűrészá.	a/ " " " "			38,595	
	b/ " " " "			<u>1,895</u>	40,49 %
Friz	a/ " " " "				11,35 %

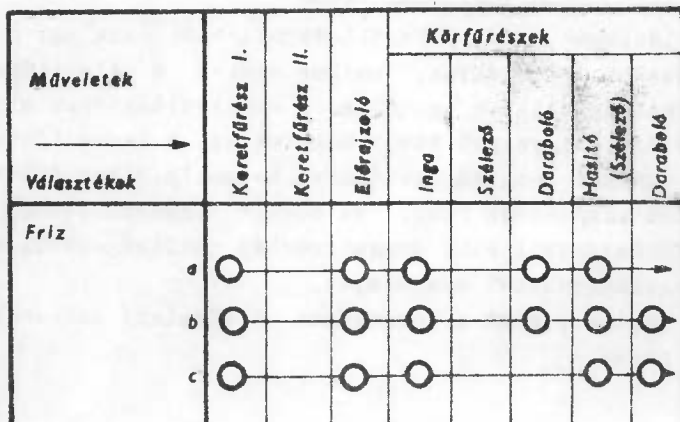
Az üzemek berendezésükhöz és a feldolgozott rönkanyag minőségéhez mérten alkalmazzák az a/ illetve b/ műveleti sorrendet.

C. Friztermelés műveleti sorrendje

A friztermelés mindig más választékkal közösen történik.

Nem tisztázott a friztermelés műveleti sorrendisége. A használatos műveleti sorrendiségeket a 3. ábrán tüntettük fel.

Az iparban mind a három eljárás használatos, egyelőre még nem volt megállapítható, hogy melyik az előnyösebb. A b/ műveleti sorrendnél az utolsó művelet elvégzésére oly ritkán kerül sor, hogy azt kapcsolni kell a szélezés műveletével, egyébként az utolsó művelet nem szinkronizálható. Csak akkor fordul elő, ha valamely friz végén berepedés, vagy ágcsomó van, melyet az utolsó művelettel el kell távolítani.



3. ábra

A friztermelés előforduló gyakorisági értékeit variánsoként a 4. táblázatban közöljük. A friztermelés minden variánsnál a c/ műveleti sorrend szerint történt.

4. táblázat

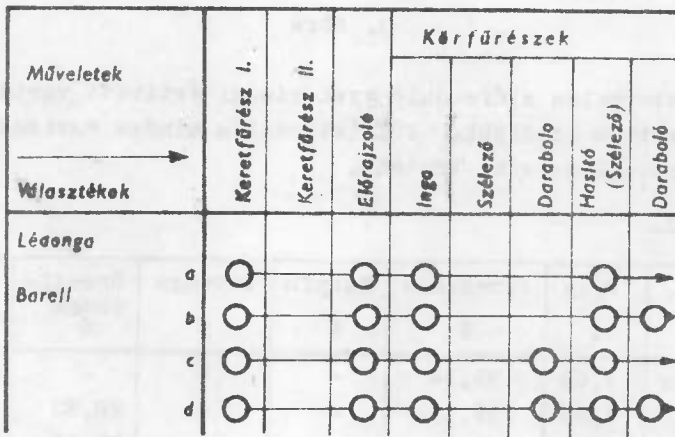
	Friz %	Fűrészáru %	Talpfa %	Lédonga %	Barell- donga %	Bánya- deszka %
I. variáns	3,66	96,34	-	-	-	-
II. "	4,85	66,33	-	-	28,82	-
III. "	7,11	61,51	-	-	23,53	7,85
IV. "	11,35	40,49	48,16	-	-	-
V. "	5,56	56,81	-	37,63	-	-
VI. "	9,26	17,89	-	-	-	72,85
VII. "	15,95	-	-	-	-	84,05
VIII. "	5,13	11,10	-	62,24	15,34	6,19

A gyakorisági számok azt mutatják, hogy a friztermelés viszonylagosan a legmagasabb %-ban bányadeszka-termeléskor, legalacsonyabb %-ban pedig fűrészáru-termeléskor folyt.

D. A dongatermelés műveleti sorrendje

Ugy a lédonga-, mint a barell-termelésnél csak azt a technológiai módozatot vizsgáltuk, amikor ezeket a választékokat más választékokkal együttesen termelik, a dongaválasztékok alapanyaga tehát fűrészáru. Figyelman kívül hagytuk azt a technológiát, amikor a rönk egészét dongaválasztékokra termelik, mikor tehát a dongaválasztékok alapanyaga rönk. Az eddigi tapasztalatok szerint ugyanis a fűrészáruból való dongatermelés gazdaságosabb, mert magasabb anyagkihasználást eredményez.

Ugy a barell-, mint a lédonganak a műveleti sorrendisége az alábbi /4. ábra/.



4. ábra

A rajzból kitűnik, hogy úgy a lé-, mint a barelldonga alapanyaga az ingafűrészeken keletkezik, az előrajzoló bejelölése alapján, mert az ingafűrészig a műveleti sorrend megegyezik a fűrészáruéval. Miután az ingán az anyagot dongahosszokra darabolják, a következő műveleti sorrend az a/ és b/ műveleti sorrend szerint a szélezés, ahol a ledarabolt dongaanyagot a szabványokban előírt szélességre vágják. A szélezés után azokat a dongákat, amelyeknek pl. a végén valamilyen hiba /éggöcs, vagy berepedés/ van, körfűrészeken ismét utána darabolják. A helyzet itt is ugyanaz, mint a

friztermelésnél; az utolsó művelet oly kis %-ban fordul elő, hogy ezt a műveletet a szélezéssel együtt egy dolgozóval lehet elvégezteni.

A c/ és d/ műveleti sorrend akkor szükséges, ha az inga többszörös dongahosszakat darabol.

A dongatermelés felvett gyakorisági értékeit az 5. táblázat szemlélteti. A termelés a b/ műveleti sorrend szerint történt.

5. táblázat

	Lédonga %	Barell- donga %	Fűrész- áru %	Friz %	Bánya- széldeszka %
II. variáns	-	28,82	66,33	4,85	-
III. "	-	23,53	61,51	7,11	7,85
V. "	37,63	-	56,81	5,56	-
VIII. "	62,24	15,34	11,10	5,13	6,19

E. Bányaszéldeszka műveleti sorrendje

A bányaszéldeszkat soha nem termelik tisztán, mert a bányaszéldeszka méreteken aluli anyagból melléktermékként frizt gyártanak, vagy a sokfűrészesség elkerülése végett a bányaszéldeszka termelését más méretekkel társítják.

Műveleti sorrendje kétféle:

Az alapanyagot az ingán darabolják/ a/ műveleti sorrend/, s amennyiben 61 cm-nél szélesebb, akkor a második művelettel hasítják / b/ műveleti sorrend/. A bányaszéldeszka műveleti sorrendjét az 5. ábra, a gyakorisági értékeit pedig a 6. táblázat tünteti fel.

6. táblázat

	Bánya széldeszka %	Fűrészáru %	Friz %	Lédonga, %	Barell- donga %
III. variáns	7,85	61,51	7,11	-	23,53
VI. "	72,85	17,89	9,26	-	-
VII. "	84,05	-	15,95	-	-
VIII. "	6,19	11,10	5,13	62,24	15,34

Műveletek → Választékok	Keretfűrész I.	Keretfűrész II.	Előrajzoló	Körfűrészek				
				Inga	Szélésző	Daraboló	Hasító (Szélező)	Daraboló
B. deszka	○		○	○				→
	○		○	○	○			→

5. ábra

3. Műszaki teljesítményegységek és elemek

A gépek kihasználási fokának megállapítása végett pontosan meg kell állapítani a művelethelyek műszaki teljesítményét.

A teljesítményidőt műveleti elemekre kell bontani, annak megállapítása céljából, hogy a szinkronban termelő fűrészüzemekben a gépeknek műveleti sorrendiségben való elhelyezése és szállítóberendezésekkel történt összekapcsolása után a műveleti idő hány százaléka fog kiesni a kéziműveletek gépesítése következtében.

A számításokhoz felhasznált teljesítményidőket /I/, melyeket a szinkronizált termelési folyamatokra is meghatároztuk, variánsokként és műveleti helyenként a 7-20. táblázatokban tüntettük fel.

4. Termelési diagrammok

A felvett adatok alapján megszerkeszthetők variánsokként a szakaszos termelés diagrammjai, melyek a termelési folyamat állapotát tükrözik. A diagrammok rendszerint azt bizonyítják, hogy az egyes műveleti helyek nem termelnek egymással összhangban, és ennek következtében az üzemekben sok esetben a termelékenység rovására a gépkapacitások kihasználatlanok. A kihasználatlan gépkapa-

citások időegyenértékei $/I_v = \text{idővesztés}/$ a diagrammok alapján variánsenként megállapíthatók, ha a műveleti helyeken jelentkező, tényleges műveleti-időértékeket gépenként levonjuk 60 percből /az ütemidőből/, és az így kiszámított különbségeket összegezzük.

7. táblázat

Bányadeszkehasítás körfűrészén

Sor-szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. Szakaszos term.-ben	Kézi	Gépi
					műveletelemek	
					átadva a hengersorokra	szinkronizált term.időegys.
1.	Anyagot hoz	140/1	0,0500	7,000	7,000	
2.	Anyagot feltesz	420/1	0,0460	19,320	19,320	
3.	Igazít, kezd	502/1	0,0303	15,211		15,211
4.	Hasít	502/1	0,0657	32,981		32,981
5.	Visszahuz	82/1	0,0576	4,723		4,723
6.	Forgat	32/1	0,0300	0,960		0,960
7.	Anyagért megy	140/1	0,0500	7,000	7,000	
	I/1000 fm			87,195	33,320	53,875
	2+3 % = 5 %			4,360	1,666	2,694
	I/1000 fm			91,555	34,986	56,569 perc

Gépesíthető munkaidő: 38,21 %

8. táblázat

Ipari dongatermelés körfűrészén

Sor-szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi	Gépi
					műveletelemek	
					átadva a hengersorokra	szinkronizált term.időegys.
1.	Anyagot hoz	82/1	0,0500	4,100	4,100	
2.	Anyagot felvesz	326/1	0,0412	13,431	13,431	
3.	Igazít, kezd	1137/1	0,0303	34,451		34,451
4.	Hasít	988/1	0,0524	51,771		51,771
5.	Visszahuz	717/1	0,0515	36,926		36,926
6.	Forgat	237/1	0,0270	6,399		6,399
7.	Fordít 90°	149/1	0,0270	4,023		4,023
8.	Darabol	149/1	0,0201	2,995		2,995
9.	Anyagért megy	82/1	0,0500	4,100	4,100	
	I/m ³			158,196	21,631	136,565
	2+3 %			7,910	1,081	6,829
	I/m ³			166,106	22,712	143,394 perc

Gépesíthető munkaidő: 13,67 %

9. táblázat

Friz hasítás /Vegyes hulladékból/

Sor- szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi		Gépi	
					műveletelemek			
					átadva a hen- gersorokra		szinkronizált term.időegys.	
1.	Anyagot gépre tesz	652/1	0,0450	26,406		26,406		
2.	Igazít, kezd	752/1	0,0303	22,786				22,786
3.	Szélez	752/1	0,0504	37,900				37,900
4.	Hasít vezető- léc mellett	1684/1	0,0504	84,874				84,874
5.	Fordít, anya- got vizsgál	752/1	0,0250	18,800				18,800
6.	Visszahuz	1684/1	0,0518	87,231				87,231
7.	Vezetőt igazít	686/1	0,0400	27,440				27,440
Kocsi ki- és beto- lás fűrészpör és hulladékkihordás, pengecsere								
		9,7 %		29,626		29,626		
		I/a		335,063		56,032		279,031
		2+3		16,753		2,801		13,951
		I/m ³		351,816		58,853		292,982

Gépesíthető munkaidő: 16,72 %

10. táblázat

Friz-darabolás

Sor- szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi		Gépi	
					műveletelemek			
					átadva a hen- gersorokra		szinkronizált term.időegys.	
1.	Anyagot gépre tesz	1438/1	0,0340	48,892		48,892		
2.	Igazít, kezd	1403/1	0,0300	42,090				42,090
3.	Darabol	4460/1	0,0294	131,124				131,124
4.	Anyagot vizsgál	1403/1	0,0210	29,463				29,463
5.	Tovább dob	1200/1	0,0210	25,200		25,200		
Kocsi ki- és beto- lás fűrészpör és hulladékkihordás, pengecsere								
		7,6 %		21,034		21,034		
		I/a		297,803		95,126		202,677
		2+3		14,890		4,756		10,124
		I/m ³		312,693		99,882		212,811 perc

Gépesíthető munkaidő: 31,94 %

11. táblázat

Lédongatermelés

Sor- szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi	Gépi
					műveletelemek	
					átadva a hen- gersorokra	szinkronizált term.időegys.
1.	Anyagot hoz	47/1	0,0500	2,350	2,350	
2.	Anyagot fel- tesz	187/1	0,0412	7,704	7,704	
3.	Igazít, kezd	653/1	0,0303	19,786		19,786
4.	Hasít	568/1	0,2950	16,756		16,756
5.	Visszahuz	482/1	0,0515	21,218		21,218
6.	Forgat	136/1	0,0270	3,672		3,672
7.	Fordít 90°	85/1	0,0270	2,295		2,295
8.	Darabol	85/1	0,0201	1,708		1,708
9.	Anyagért megy	47/1	0,0500	2,350	2,350	
		I/a		77,839	12,404	65,435
		2+3 %		3,891	0,620	3,271
		1/m ³		81,730	13,024	68,706 perc

Gépesíthető munkaidő: 15,93 %

12. táblázat

Ingán-darabolás Fűrészáru-friz termeléskor

Sor- szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi	Gépi
					műveletelemek	
					átadva a hen- gersorokra	szinkronizált term.időegys.
1.	Anyagot fel- vesz	49/1	0,1382	6,7718	6,7718	
2.	Daraboláshoz igazít, kezd	187/1	0,0310	5,7970		5,7970
3.	Darabol	187/1	0,0276	5,1612		5,1612
4.	Áthuz	147/1	0,0640	9,4080		9,4080
5.	Letesz	93/1	0,0325	3,0225	3,0225	
6.	Letesz,el- visz	93/1	0,1025	9,5325	9,5325	
		I/a		39,6930	19,3268	20,3662
		2+3 %		1,9846	0,9663	1,0183
		1/m ³		41,6776	20,2931	21,3845 perc

Gépesíthető munkaidő: 48,69 %

13. táblázat

Ingán darabolás Fűrészáru-friz-barell

Sor- szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi	Gépi
					műveletelemek	
					átadva a hen- gergőrokra	szinkronizált term.időegys.
1.	Anyagot fel- vesz, feltesz	125/1	0,1382	17,275	17,275	
2.	Daraboláshoz igazít, kezd	394/1	0,0310	12,214		12,214
3.	Darabol	394/1	0,0275	10,874		10,874
4.	Áthuz	312/1	0,0640	19,968		19,968
5.	Letesz	269/1	0,0325	8,742	8,742	
6.	Elvisz, letesz	67/1	0,1025	6,867	6,867	
		I/a		75,940	32,884	43,056
		2+3 %		3,797	1,644	2,155
		I/m ³		79,737	34,527	45,211 perc

Gépesíthető munkaidő: 43,30 %

14. táblázat

Ingán darabolás Fűrészáru-friz-barell-bányadeszka
termeléskor

Sor- szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi	Gépi
					műveletelemek	
					átadva a hen- gersőrokra	szinkronizált term.időegys.
1.	Anyagot fel- vesz, feltesz	82/1	0,1382	11,332	11,332	
2.	Daraboláshoz igazít, kezd	260/1	0,0310	8,060		8,860
3.	Darabol	260/1	0,0276	7,176		7,176
4.	Áthuz	206/1	0,0640	13,184		13,184
5.	Letesz	177/1	0,0325	5,752	5,752	
6.	Elvisz, le- tesz	44/1	0,1025	4,510	4,510	
		I/a		50,014	21,594	28,420
		2+3 %		2,500	1,079	1,421
		I/m ³		52,514	22,673	29,841 perc

Gépesíthető munkaidő: 43,16 %

5. táblázat

Ingán-darabolás Fűrészáru-friz-talpa termeléskor

Sor- szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi	Gépi
					műveletelemek	
					átadva a hen- gersorokra	szinkronizált term.időegys.
1.	Anyagot fel- vesz, feltesz	36/1	0,1382	4,975	4,975	
2.	Daraboláshoz igazít, kezd	138/1	0,0310	4,278		4,278
3.	Darabol	138/1	0,0276	3,808		3,808
4.	Áthuz	108/1	0,0640	6,912		6,912
5.	Letesz	69/1	0,0325	2,242	2,242	
6.	Elvisz, le- tesz	69/1	0,1025	7,072		
	I/a			29,287	14,289	14,998
	2+3 %			1,464	0,714	0,749
	I/m ³			30,761	15,003	15,747 perc

Gépesíthető munkaidő: 48,77 %

6. táblázat

Ingán-darabolás Fűrészáru-friz-lédonga termeléskor
/b = donga/

Sor- szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi	Gépi
					műveletelemek	
					átadva a hen- gersorokra	szinkronizált term.időegys.
1.	Anyagot fel- vesz, feltesz	68/1	0,1382	9,397	9,397	
1/b	- " -	61/1	0,1909	11,644	11,644	
2.	Daraboláshoz igazít, kezd	259/1	0,0310	8,029		8,029
2/b	- " -	265/1	0,0323	8,559		8,559
3.	Darabol	259/1	0,0276	7,148		7,148
3/b	- " -	265/1	0,0568	15,052		15,052
4.	Áthuz	203/1	0,0610	12,383		12,383
4/b	- " -	275/1	0,0640	17,600		17,600
5.	Letesz	166/1	0,0325	5,395	5,395	
6.	Elvisz, letesz	86/1	0,1025	8,815	8,815	
	I/a			104,022	35,251	68,771
	2+3 %			5,200	1,762	3,438
	I/m ³			109,222	37,013	72,209 perc

Gépesíthető munkaidő: 33,89 %

17. táblázat

Ingán darabolás Pürészáru-friz-bányadeszka termeléskor

Sor-szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi	Gépi
					műveletelemek	
					átadva a henger- sorrókra	szinkronizált term.időegys.
1.	Anyagot fel- vesz, feltesz	88/1	0,1148	10,102	10,102	
2.	Daraboláshoz kezd, igazít	269/1	0,0307	8,258		8,258
3.	Darabol	269/1	0,0271	7,289		7,289
4.	Áthuz	191/1	0,0600	11,460		11,460
5.	Letész	191/1	0,0470	8,977	8,977	
	I/a			46,086	19,079	27,007
	2+3 %			2,303	0,957	1,350
	I/m ³			48,389	20,032	28,357 perc

Gépesítési munkaidő 41,39 %

18. táblázat

Ingán darabolás Bányadeszka-friz termeléskor

Sor-szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi	Gépi
					műveletelemek	
					átadva a henger- sorrókra	szinkronizált term.időegys.
1.	Anyagot fel- vesz, feltesz	201/1	0,1148	23,074	23,074	
2.	Daraboláshoz igazít, kezd	616/1	0,0307	18,911		18,911
3.	Darabol	616/1	0,0271	16,693		16,693
4.	Áthuz	438/1	0,0600	26,280		26,280
5.	Letész	438/1	0,0470	20,586	20,586	
	I/a			105,544	43,660	61,884
	2+3 %			5,276	2,185	3,094
	I/m ³			110,820	45,843	64,978 perc

Gépesíthető munkaidő: 41,36 %

Sor- szám	E l e m	Gyak/ egys.	I/elem	I/egys. a szakaszos term.-ben	Kézi	Gépi
					műveletelemek	
					átadva a hen- gersorokra	szinkronizált term.időegys.
1.	Anyagot fel- vesz, letesz	65/1	0,1382	8,983	8,983	
1/b	- " -	61/1	0,1909	11,644	11,644	
2.	Daraboláshoz igazít, kezd	249,1	0,0310	7,719		7,719
2/b	- " -	267/1	0,0323	8,624		8,624
3.	Darabol	249/1	0,0276	6,872		6,872
3/b	- " -	267/1	0,0568	15,165		15,165
4.	Áthuz	195/1	0,0610	11,895		11,895
4/b	- " -	277/1	0,0640	17,728		17,728
5.	Letesz	160/1	0,0325	5,200	5,200	
6.	Elvisz, le- tesz	83/1	0,1025	8,507		
		I/a		102,337	34,334	68,003
		2+3 %		5,116	1,716	3,400
		I/m ³		107,453	36,050	71,403 perc

Gépesítési idő: 33,54 %

20. táblázat

Műveleti hely	Mérték- egység	T e l j e s i t m é n y i d ő		
		szakaszos	szinkronizált	%-os csökk.
		t e r m e l é s k o r		
Ingafűrész	perc/m ³	41,677	21,384	48,69
Friz szélező kf.	"	351,816	292,982	16,72
Friz darabolás	"	312,693	212,811	31,94
Bányadeszka széle- zés körfűrészén	perc/1000 fm	91,555	56,569	38,21
Ipari dongaterme- lés körfűrészén	perc/m ³	166,106	143,394	13,67
Lédongatermelés	"	81,730	68,706	15,93

$I_{v \text{ abs}} = /60-a/ + /60-b/ + /60-c/ + \dots + /60-n/$ ahol

$I_{v \text{ abs}}$ = a kihasználatlan gépkapacitás miatt előálló idővesztesség

a, b, c, ...n = az egyes műveleti helyek tényleges műveleti időtartamai.

Ugyanez az összműveleti idő %-ában

$$I_v \% = \frac{I_{v \text{ abs}}}{60 \cdot m} \cdot 100$$

ahol m = a műveleti helyek száma.

Ha a termelési folyamatban valamely műveletet több /pl. két/ gép végez, akkor az ütemidőt /60/ a gépek számával szorozni kell. Az $I_v\%$ képletben ilyen esetben mindkét gép külön műveleti helynek számít.

A variánsokként kidolgozott termelési diagramokban

Vm^3 = a műveletenkénti anyagmegoszlás m^3 -ben

K % = gépkapacitás kihasználása választékonként %-ban

k' = a gépkapacitás kihasználása az ütemidőhöz viszonyítva percben.

A 6. ábra diagramja azt bizonyítja, hogy a keretfűrész teljesítményéhez mértén valamennyi műveleti hely alacsony kihasználással dolgozik.

$$I_{v \text{ abs}} = /60-60/ + /60-15,2/ + /60-28,7/ + /60-25,6/ = 110,5$$

$$I_v \% = \frac{110,5}{60 \cdot 4} \cdot 100 = 46,0 \%$$

A 7. ábra diagramja szerint barell készítéséhez két körfűrész szükséges, a többi műveleti hely kihasználása itt is alacsony.

$$I_{v \text{ abs}} = /60-60/ + /60-21,4/ + /2 \cdot 60-11,7/ + /60-39,7/ + /60-35,4/ = 91,8$$

$$I_v \% = \frac{91,8}{60 \cdot 6} \cdot 100 = 25,5 \%$$

Különösen az inga és a bányaszéldeszka körfűrész kapacitása kihasználatlan /8. ábra/.

$$I_{v \text{ abs}} = /60-60/ + /60-19/ + /2 \cdot 60-88,5/ + /60-5,7/ + /60-56,6/ + /60-50,5/ = 139,7$$

$$I_v \% = \frac{139,7}{60 \cdot 7} \cdot 100 = 33,1 \%$$

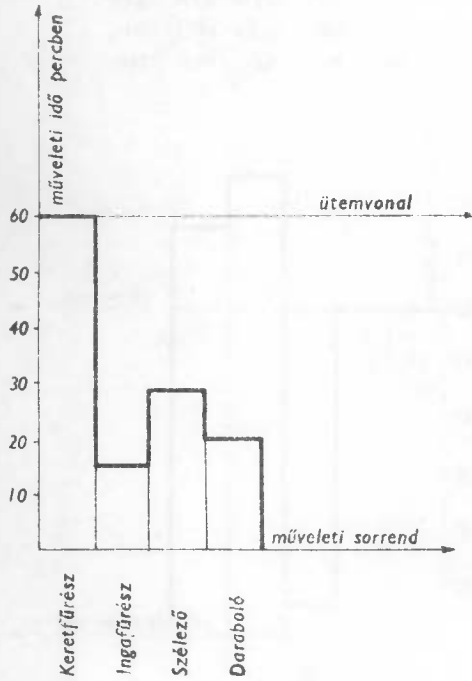
TERMELÉSI DIAGRAMM

Szakaszos termelés

I. sz. variáns

Választékok %-os megoszlása:	Fűrészdrú	96,32 %
	Friz	3,68 "
		<u>100,00 %</u>

Vm^3	2,218	0,081	0,081	0,081
K %	100	25,35	47,84	42,71
K^1	60	15,3	28,7	25,7



6. ábra

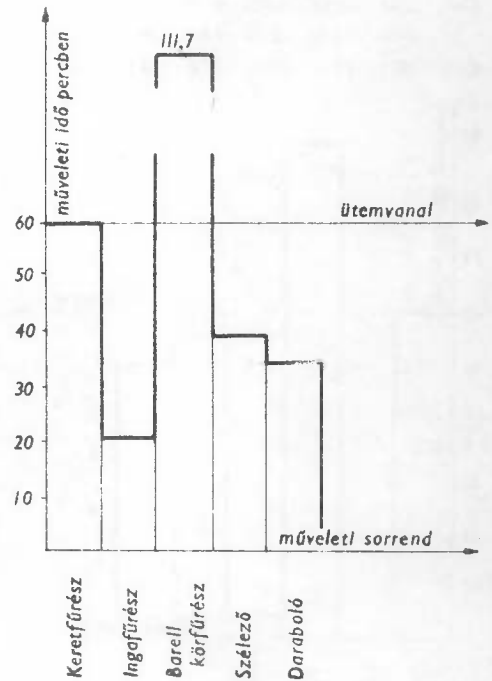
TERMELÉSI DIAGRAMM

Szakaszos termelés

II. sz. variáns

Választékok %-os megoszlása:	Fűrészdrú	66,33 %
	Friz	4,85 "
	Barell	28,82 "
		<u>100,00 %</u>

Vm^3	2,336	0,907	0,673	0,113	0,113
K %	100	35,8	186,3	66,25	59,14
K^1	60	21,4	111,7	39,7	35,4



7. ábra

A 9. ábra szerinti variánsban főleg az ingafűrész kihasználatlan. A szélező és daraboló állandóan igen magas /140,1 és 125 %/ túlterheléssel dolgozik, ezért ezekre a helyekre 2 - 2 körfűrész kell beállítani, ami viszont már kapacitás felesleget jelent.

$$I_{v \text{ abs}} = /60-60/ + /60-6.5/ + /2.60-84/ + /2.60-75/ = 134,5'$$

$$I_v \% = \frac{134,5}{60 \cdot 6} \cdot 100 = 37,4 \%$$

TERMELÉSI DIAGRAMM

Szakaszos termelés

III. sz. variáns

Fűrészdrú	61,65 %
Friz	7,11 "
Barell	23,53 "
8 deszka	7,85 "
	100,00 %

Választékok %-os megoszlása:

V m ³	2,265	0,923	0,533	0,77	0,161	0,161
K %	100	31,66	14,75	9,64	94,4	84,2
K'	60	19	88,5	57,8	56,6	56,5

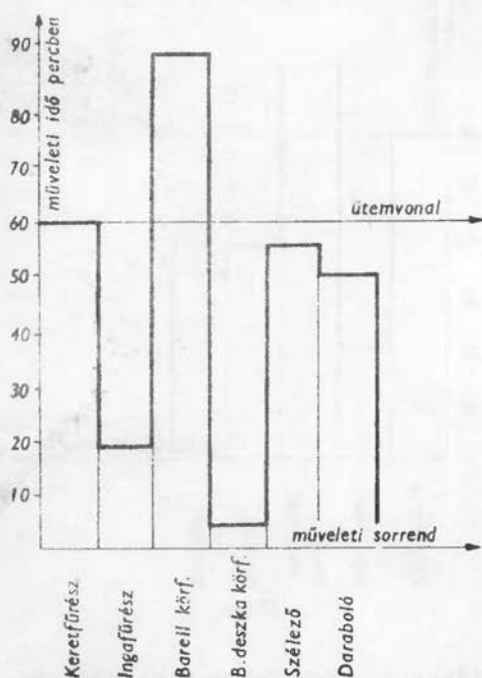
TERMELÉSI DIAGRAMM

Szakaszos termelés

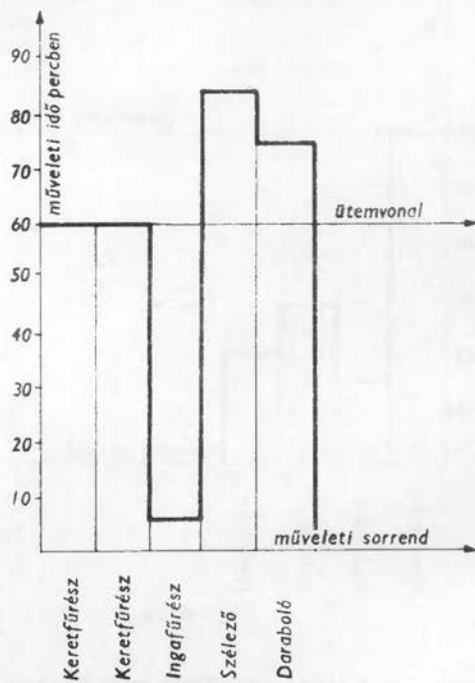
IV. sz. variáns

Fűrészdrú	40,49 %
Friz	11,35 "
Talpfa	48,16 "
	100,00 %

V m ³	2,113	1,017	0,279	0,239	0,239
K %	100	100	10,84	140,1	125
K'	60	60	6,5	84,0	75,0



8. ábra



9. ábra

A 10. ábra szerinti variánsban az inga kihasználása alacsony, a többi műveleti hely elfogadható.

$$I_{V \text{ abs}} = /60-60/ + /60-22,2/ + /60-72,8/ + /60-46,6/ + /60-41,4/ = 57,2'$$

$$I_V \% = \frac{57,2}{60,5} \cdot 100 = 19,1 \%$$

TERMELESI DIAGRAMM

Szakaszos termelés

V. sz. variáns

Fűrészdrú 56,81 %

Választékok %-os megoszlása: Friz 5,56 "

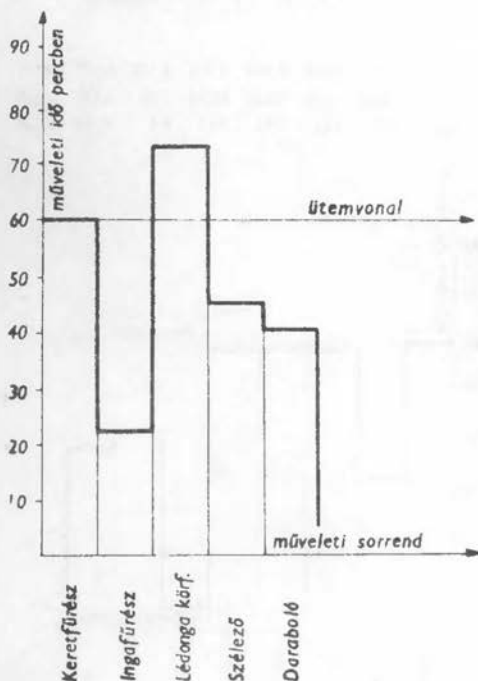
Lédonga 37,63 "

100,00 %

V m³ 2,370 1,083 0,891 0,132 0,132

K % 100 37,00 121,36 77,39 69,09

K' 60 22,2 72,3 48,4 41,4



10. ábra

TERMELESI DIAGRAMM

Szakaszos termelés

VI. sz. variáns

Fűrészdrú 17,89 %

Választékok %-os megoszlása: B. deszka 72,85 "

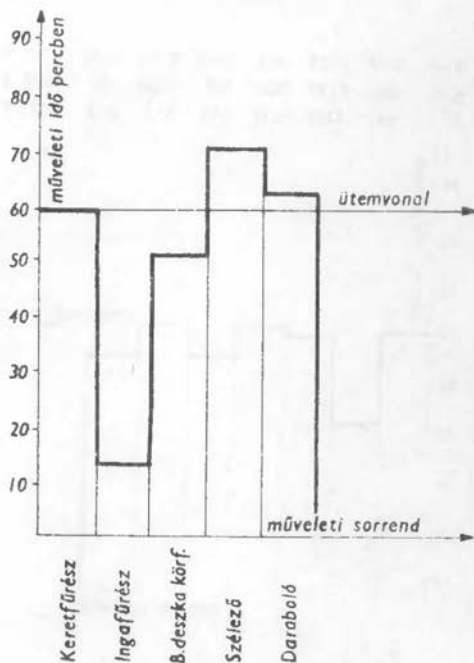
Friz 9,26 "

100,00 %

V m³ 2,180 1,823 1,588 0,201 0,201

K % 100 23,95 86,54 117,8 105,2

K' 60 14,3 51,9 70,7 63,1



11. ábra

A termelésben ismét az inga kihasználatlan /11. ábra/. A szélezőre a legjobb teljesítményű dolgozót kell állítani.

$$I_{v \text{ abs}} = /60-60/ + /60-14,3/ + /60-51,9/ + /60-63,1/ = 40,0'$$

$$I_v \% = \frac{40,0}{60,5} \cdot 100 = 13,3 \%$$

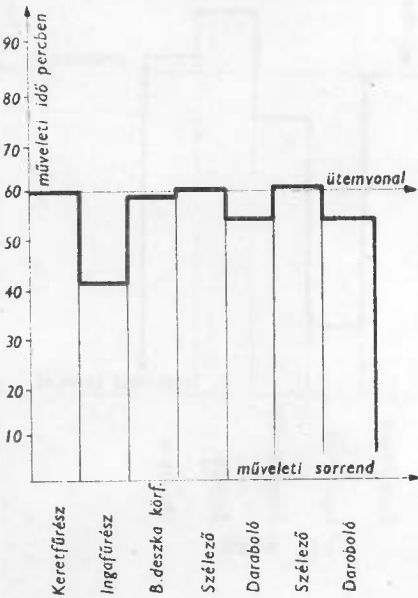
TERMELÉSI DIAGRAMM

Szakaszos termelés
VII. sz. variáns

Választékok %-os megoszlása:

B. deszka	84,05 %
Friz	15,95 "
	100,00 %

$V m^3$	2,158	2,158	1,813	0,172	0,172	0,172	0,172
K %	100	66,82	98,80	101	90,02	101	90,02
K'	60	40,09	59,22	60,5	54,5	60,5	54,0



12. ábra

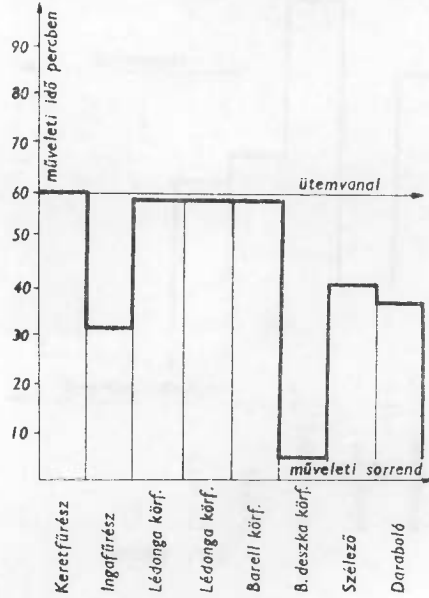
TERMELÉSI DIAGRAMM

Szakaszos termelés
VIII. sz. variáns

Választékok %-os megoszlása:

Fűrészrúd	11,10 %
Friz	5,13 "
Barcell	15,34 "
Lédonga	62,74 "
B. deszka	6,19 "
	100,00 %

$V m^3$	2,325	2,090	0,723	0,723	0,356	0,143	0,119	0,119
K %	100	54,25	98,55	98,55	98,55	7,79	69,77	62,28
K'	60	32,5	59,1	59,1	59,1	4,6	41,08	37,3



13. ábra

A 12. ábra szerinti termelési folyamat elfogadható, ezt az alacsony I_V érték is igazolja.

$$I_V \text{ abs} = \frac{1}{60-60} + \frac{1}{60-40,09} + \frac{1}{60-59,2} + \frac{1}{2 \cdot 60-121} + \frac{1}{2 \cdot 60-108} = 31,7'$$

$$I_V \% = \frac{31,7}{60,7} \cdot 100 = 7,5 \%$$

A 13. ábra szerinti variánsban több műveleti hely is kihasználatlan, ezt a magas I_v érték tükrözi.

$$I_v \text{ abs} = /60-60/ + /60-32,5/ + /2.60-118,2/ + /60-59,1/ + /60-4,6/ + /60-41,8/ + /60-37,3/ = 126,5'$$

$$I_v \% = \frac{126,5}{60,8} \cdot 100 = 26,4 \%$$

Az $I_v \text{ abs}$ és $I_v \%$ értékekkel a variánsok termelési folyamatai jól kiértékelhetők. Ha a diagrammokat valamennyi variánsra megszerkesztjük, akkor pl. a 21. táblázat szerinti sorrendiség állapítható meg, /amely az üzemek műszaki berendezése és technológiája szerint változó/.

21. táblázat

V a r i á n s			
Száma	V á l a s z t é k o k	$I_v \text{ abs}$	$I_v \%$
VII.	Bányaszéldeszka-friz	31,7	7,5
VI.	Fűrészáru-friz-bányadeszka	40,0	13,3
V.	Fűrészáru-friz-lédonga	57,2	19,1
II.	Fűrészáru-friz-barell	91,8	25,5
VIII.	Fűrészáru-friz-barell-bányadeszka-lédonga	126,5	26,4
III.	Fűrészáru-friz-barell-bányadeszka	139,7	33,1
IV.	Fűrészáru-friz-talpfa	134,5	37,4
I.	Fűrészáru-friz	110,5	46,0

Az I_v értékek tehát jól mutatják, hogy a termelési folyamat melyike közelíti meg leginkább a szinkronizált állapotot, amikor

$$I_v \text{ abs} = I_v \% = 0$$

vagyis nincs veszteséigidő. Egyben azt is mutatják, hogy a fűrésziparban a szakaszos termelésre a magas I_v értékek /időveszteségek/ jellemzőek.

Szinkronizált termelési folyamatok ábrázolásai

Ezekután megszerkesztettük a lombos fűrészáru termelés szinkronizált elméleti szinkron diagrammjait.

Ha a szakaszos termelésben:

t = az ütemidő = 60' = constans

v = az ütemidő alatt termelhető anyagmennyiség műveleti helyenként.

t_1 = a műveleti helyen rendelkezésre álló anyagmennyiség tényleges megmunkálási ideje.

v_1 = a műveleti helyen ténylegesen feldolgozott anyagmennyiség,

akkor $t - t_1$ a kapacitás veszteség és $v - v_1$ a műveleti helyen hiányzó anyagmennyiség ahhoz, hogy a műveleti hely teljes kapacitással dolgozzék.

Szinkrontermelésben elméletileg:

$t = t_1$ és

$v = v_1$

Ezek szerint műveleti helyenként ki kell számítani:

1. a kihasználatlan műveleti időt = $t - t_1$

2. az ennek megfelelő hiányzó anyagmennyiséget = $v - v_1$

A t_1 és a v_1 adatokat gyakorisági mérésekkel állapíthatjuk meg. /A felhasznált adatokat a 6-13 ábrákon, a szakaszos termelési diagrammok tartalmazzák./

Miután a $t = \text{konstans} = 60'$ a v értéket az alábbi képlet fejezi ki:

$$v = \frac{t \cdot v_1}{t_1}$$

A műveleti helyre irányítandó többletanyag pedig $v - v_1$.

A felhasznált t_1 értékek azonban eltérnek a szakaszos termelésben használt értékektől, mert a szakaszos termelésben $t_1 \text{ sz} = t_k + t_g$, ahol $t_1 \text{ sz}$ a műveleti helyen megmunkált anyagmennyiség megmunkálási ideje, a szakaszos termelésben, t_k a kéziműveletelemek összege, t_g a gépi műveletelemek összege.

Folyamatos termelésben a t_k műveletelemek az anyagmozgató berendezések /hengersorok, kereszttoábbító/ veszik át, ezért a folyamatos termelésben

$$t_{1f} = t_g = /t_{1sz} - t_k/$$

ahol t_{1f} a műveleti helyen megmunkált anyagmennyiség megmunkálási ideje a folyamatos termelésben. Ezért a $v = \frac{t \cdot v_1}{t_{1f}}$ képletet a folyamatos termelés szinkronogramjainak kiszámításához az alábbi értékekkel kell használni:

$$v = \frac{t \cdot v_1}{t_{1f}}$$

A kiegyenlítést a tervben előírt választékarányok szemelőtt tartásával szinkronsávon belül /60' \pm 20 %/ kell eszközölni. Ezért fenti képletben a t értéket gyakorlatilag már nem tekinthetjük konstanstnak, hanem

$$t = 60' \pm 20 \%$$

A t_{1sz} és t_{1f} időtartamok alapján készülnek az időelemzések, melyekben a műveleti időtartamot választék egységre vonatkoztatják. Ezzel szemben a szinkronogramokban ezek az értékek az ütemidőre, /tágabb értelemben a szinkronsávra/ vonatkoznak. Pl. a II. variáns "ingafűrész" műveleti helyére vonatkoztatva:

$$t = 60' \pm 20 \%$$

$$v_1 = 0,907 \text{ m}^3$$

$$t_f = 21,4 - 8,7 = 12,7$$

$$v = \frac{60 \cdot 0,907}{12,7} = 4,28 \text{ m}^3/60$$

Ez a mennyiség jóval több, mint amennyit ütemidő alatt a ke-retfűrész termel /2,336 m³ szelvényáru/. Tehát az ingafűrész a fűrészáru ingázásával nem szinkronizálható, kihasználatlan kapacitással dolgozik, mert t_{1f} értékkel számolva fűrészáruból az ingára mindössze 1,480 m³ kerül, aminek ingázásához 20,7' kell és ez 34,53 % kihasználást jelent /7. és 15. ábra/.

Ilyen esetekben egy másik műveleti hely megegyező műveletével kell a hiányzó kapacitást kiegyenlíteni. Ezt a megoldást tünteti fel a II. variáns szinkronizált termelési diagramja, ahol a darabolást $0,198 \text{ m}^3$ mennyiségre beállítva, annak ideje /az ingán/ $47,8$ percet vesz igénybe. Ha ezt a két műveletet az ingával végeztetjük, akkor az inga terhelése $114,16 \%$ és $68,5'$ /16. ábra/. $47,8'$ alatt az inga a teljesítménymérések alapján $0,198 \text{ m}^3$ -t darabol s ez a fűrészáru ingázással együttesen $1,678 \text{ m}^3$ anyagot tesz ki.

Művelet-összevonással tehát a termelési folyamat jól szinkronizálható.

Az egyes variánsok %-os választék-megoszlására támpontul szolgálhat a kifűrészelt szelvények területének %-os aránya az összszelvényterülethez képest. Lényegesen megkönnyíti az ilyen számításokat, ha az üzem a Feldmann-Sapiró-rendszer szerint akasztja be a keretfűrészbe a pengéket, mert ebben az esetben az egyes mezőnyök %-os megoszlása fűrészárukihozatalban jó tájékoztatást nyújt a fűrészáru megoszlására. Ezt a 22. táblázat szemlélteti.

22. táblázat Fűrészáru megoszlása a Feldmann-Sapiró mezőnyökben

Mezőny száma	Mezőny szélessége	Termelt fűrészáru részaránya	
		a kihozatalban %	a fűrészáru termelésben %
I.	0,43d	43,00	60,4
II+II.	0,14d+0,14d	19,90	27,9
III+III.	0,1d+ 0,1d	8,30	11,7
	Összesen:	71,2 %	100.0 %

A kihozatalt $0,9$ -es alaki tényezővel számoltuk.

A már ábrázolt termelési folyamatok /6. és 13. ábra/ szinkronogramjait a 14-28. ábrák mutatják be.

Az I. variáns jól szinkronizálható műveleti hely összevonása nélkül /14. ábra/.

$$I_{\text{v abs}} = /60-60/ + /60-60/ + /60-54,9/ + /60-66,5/ = -1,4'$$

$$I_{\text{v}} \% = \frac{-1,4}{60,4} \cdot 100 = - 0,6 \%$$

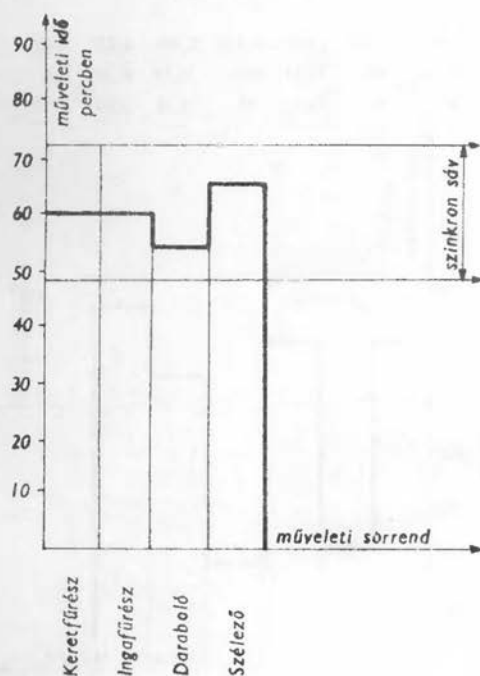
TERMELÉSI DIAGRAMM

Szinkronizált termelés

I. sz. variáns

Választékok %-os megoszlása: Fűrészdrú 89,77 %
Friz $\frac{1,023}{100,00}$ %

$V m^3$	2,218	0,714	0,227	0,227
K %	100	100	91,53	110
K'	60	60	54,9	66,5



14. ábra

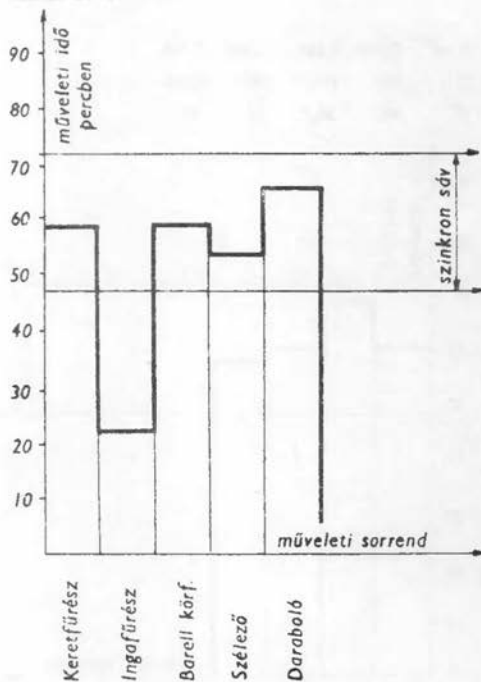
TERMELÉSI DIAGRAMM

Szinkronizált termelés

II. sz. variáns

Választékok %-os megoszlása: Fűrészdrú 72,91 %
Friz 9,71 %
Barell $\frac{17,38}{100,00}$ %

$V m^3$	2,336	1,480	0,406	0,227	0,227
K %	100	34,53	100	91,5	110
K'	60	20,7	60	54,9	66,5



15. ábra

Ez a variáns tehát ütemvonal feletti átlagos teljesítménnyel dolgozik. /Erre mutat az I_v értékek negatív jellege/.

A II. számú variánsnál az inga az adott keret-teljesítmény mellett szinkronsávon alul dolgozik /15. ábra/. Ebben az esetben

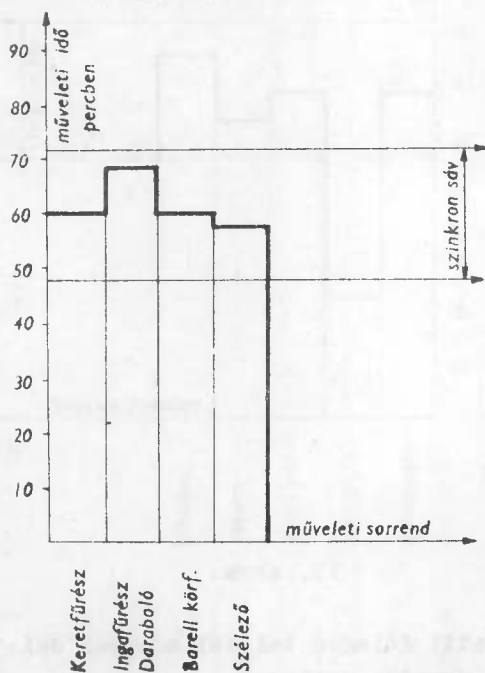
$$I_{v \text{ abs}} = /60-60/ + /60-20,7/ + /60-60/ + /60-54,9/ + /60-66,5/ = 37,9'$$

$$I_v \% = \frac{37,9}{60,5} \cdot 100 = 12,6 \%$$

TERMELÉSI DIAGRAMM
Teljes mértékben szinkronizált termelés
II. sz. variáns

Választékok %-os megoszlása:	Fűrészdrú	74,15 %
	Friz	8,47 "
	Barell	17,38 "
		100,00 %

$V m^3$	2,336	1,668	0,406	0,198
K %	100	114,16	100	96,66
K'	60	68,5	60	58

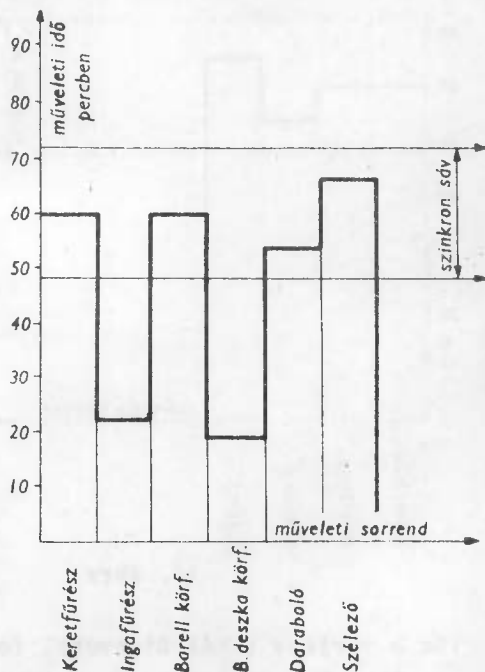


16. ábra

TERMELÉSI DIAGRAMM
Szinkronizált termelés
III. sz. variáns

Választékok %-os megoszlása:	Fűrészdrú	29,78 %
	Barell	17,96 "
	B. deszka	42,24 "
	Friz	10,02 "
		100,00 %

$V m^3$	2,265	1,927	0,407	0,956	0,227	0,227
K %	100	37,54	100	32,14	91,53	110
K'	60	22,5	60	19,78	54,9	66,5



17. ábra

Ha azonban a darabolás műveletét az ingára terheljük /16. ábra/, akkor minden műveleti hely szinkronizálható és jobb I_v értéket kapunk.

TERMELÉSI DIAGRAM

Teljes mértékben szinkronizált: termelés

III. sz. variáns

Választékok %-os megoszlása:		Fűrészdrú	
Barell	17,96 %	32,34 %	
B. deszka	42,20 %		
Fritz	7,50 %		
	100,00 %		

TERMELÉSI DIAGRAM

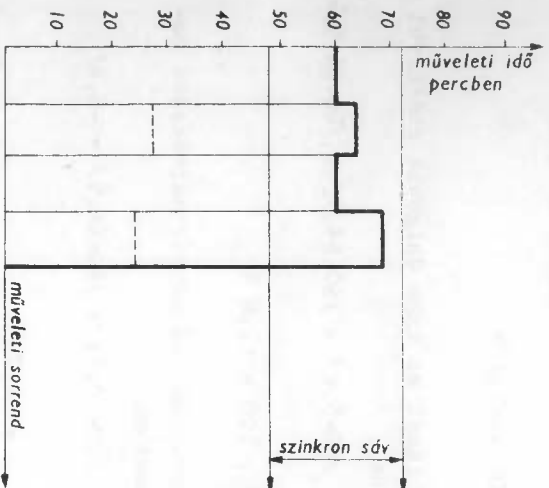
Szinkronizált: termelés

IV. sz. variáns

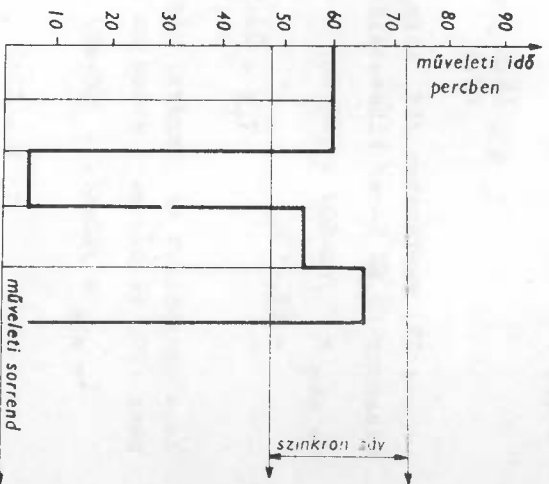
Választékok %-os megoszlása:		Fűrészdrú	
Talpfa	48,14 %	41,12 %	
Fritz	10,74 %		
	100,00 %		

V m ³	2,265	1,899	0,407	1,126
K %	100	105,33	100	115
K'	60	63,2	60	69

V m ³	2,113	1,017	0,435	0,227	0,227
K %	100	100	8,68	91,53	110
K'	60	60	5,2	54,9	66,5



18. ábra



19. ábra

$$I_V \text{ abs} = /60-60/ + /60-68,5/ + /60-60/ + /60-58/ = -6,5'$$

$$I_V \% = \frac{-6,5}{60,4} \cdot 100 = -2,7 \%$$

Biz a termelés tehát műveletösszeszerelés esetén az ütemvonal felett!
Átlagos teljesítménnyel végezhető.

A III. variánsban az inga és bányadeszka körfűrész szinkron-sávon alul dolgozik /17. ábra/.

$$I_v \text{ abs} = /60-60/ + /60-22,5/ + /60-60/ + /60-19,3/ + /60-54,9/ + \\ + /60-66,5/ = 76,8'$$

$$I_v \% = \frac{76,8}{60,6} \cdot 100 = 21,3 \%$$

Ha a műveleti helyeket áthelyezzük és a darabolást az ingára, a bányadeszkaszélézést pedig a szélezőre terheljük, ebben az esetben igen jó szinkronértékeket kapunk /18. ábra/.

$$I_v \text{ abs} = /60-60/ + /60-63,2/ + /60-60/ + /60-69/ = -12,2'$$

$$I_v \% = \frac{12,2}{60,4} \cdot 100 = -5,1 \%$$

A IV. variánsban /19. ábra/ ismét az inga dolgozik rendkívül alacsony /3,68 %-os/ kihasználással.

$$I_v \text{ abs} = /60-60/ + /60-60/ + /60-5,2/ + /60-54,9/ + /60-66,5/ = \\ = 53,4'$$

$$I_v \% = \frac{53,4}{60,5} \cdot 100 = 17,8 \%$$

Ha a darabolást az ingával végeztetjük, jó szinkronértékeket kapunk /20. ábra/, mert ebben az esetben

$$I_v \text{ abs} = /60-60/ + /60-60/ + /60-60,1/ + /60-66,5/ = -6,6'$$

$$I_v \% = \frac{-6,6}{60,4} \cdot 100 = -2,7 \%$$

Ennél a variánsnál is ütemvonal feletti átlagteljesítménnyel találkozunk.

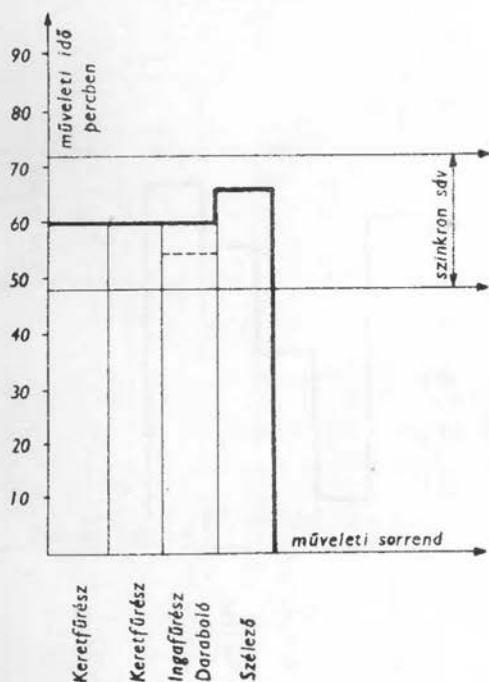
TERMELÉSI DIAGRAMM

Teljes mértékben szinkronizált termelés

IV. sz. variáns

	Fűrészdrú	41,12 %
Választékok %-os megoszlása:	Talpfa	48,14 "
	Friz	10,74 "
		<u>100,00 %</u>

Vm ³	2,113	1,017	0,562	0,227
K %	100	100	100,1	110
K'	60	60	60,1	66,5



20. ábra

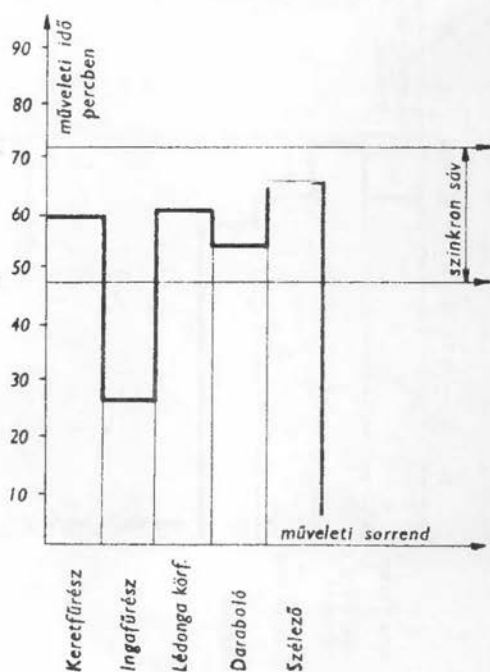
TERMELÉSI DIAGRAMM

Szinkronizált termelés

V. sz. variáns

	Fűrészdrú	52,84 %
Választékok %-os megoszlása:	Lédonga	37,59 "
	Friz	9,57 "
		<u>100,00 %</u>

Vm ³	2,370	1,971	0,891	0,227	0,227
K %	100	44,29	102	91,53	110
K'	60	26,5	61,2	54,9	66,5



21. ábra

A 21. ábra szerint ismét az inga dolgozik alacsony kihasználással.

$$I_{\nabla \text{ abs}} = /60-60/ + /60-26,5/ + /60-61,2/ + /60-54,9/ + /60-66,5/ = 30,9'$$

$$I_{\nabla} \% = \frac{30,9}{60,5} \cdot 100 = 10,3 \%$$

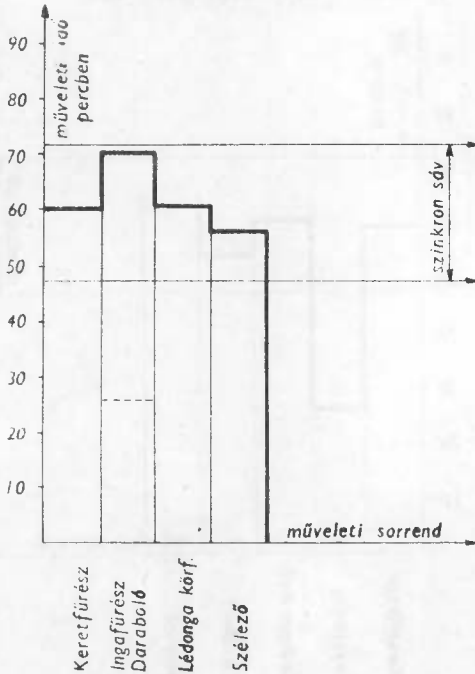
TERMELÉSI DIAGRAMM

Teljes mértékben szinkronizált termelés

V. sz. variáns

	Fűrészdrú	54,23 %
Választékok %-os megoszlása:	Lédonga	37,59 "
	Friz	<u>8,18 "</u>
		-100,00 %

Vm^3	2,370	1,921	0,891	0,194
$K\%$	100	116,83	102	96
K'	60	70,1	61,2	57



22. ábra

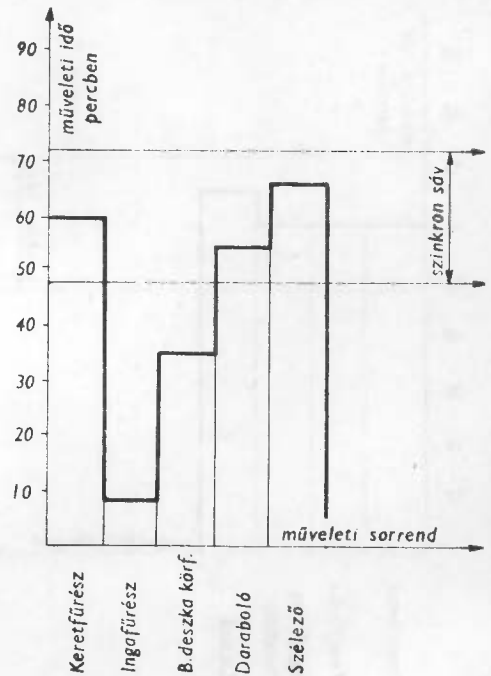
TERMELÉSI DIAGRAMM

Szinkronizált termelés

VI. sz. variáns

	Fűrészdrú	8,71 %
Választékok %-os megoszlása:	B. deszka	80,88 "
	Friz	<u>10,41 "</u>
		100,00 %

Vm^3	2,180	1,858	1,763	0,227	0,227
$K\%$	100	14,26	59,36	91,53	110
K'	60	8,5	35,6	54,9	66,5



23. ábra

Ha a darabolást az ingával végzetetjük, kialakul a szinkron-diagramm /22. ábra/.

$$I_v \text{ abs} = /60-60/ + /60-70,1/ + /60-61,2/ + /60-57/ = -8,3'$$

$$I_v \% = \frac{-8,3}{60,4} \cdot 100 = -3,4 \%$$

Ismét ütemvonal feletti átlagteljesítménnyel találkozunk.

TERMELESI DIAGRAMM

Teljes mértékben szinkronizált termelés

VI. sz. variáns

Fűrészárú	9,40 %
B. deszka	80,80 "
Friz	9,72 "
	<u>100,00 %</u>

V_{mp}^3	2,180	2,070	1,763	0,212
$K\%$	100	100	59,36	103,5
K'	60	60	35,6	62,1

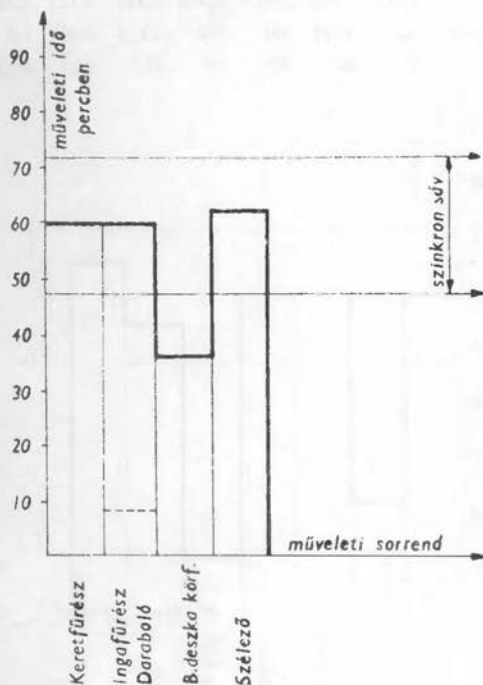
TERMELESI DIAGRAMM

Szinkronizált termelés

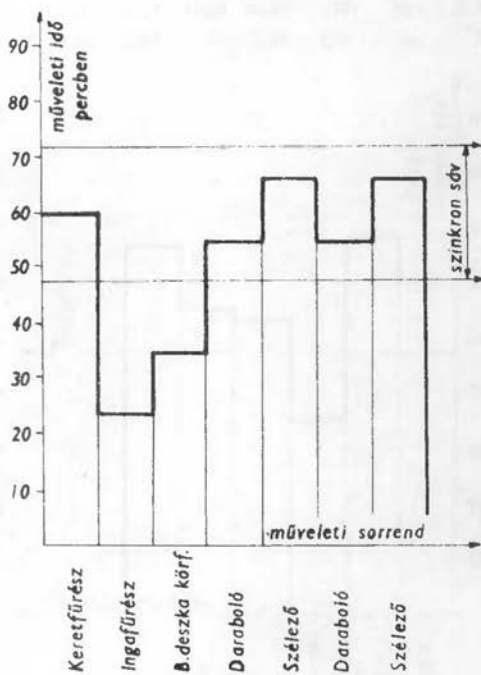
VII. sz. variáns

Vdlasztékok %-os megoszlása:	B deszka	78,97 %
	Friz	<u>21,03 "</u>
		100,00 %

V_{m}^3	2,158	2,158	1,704	0,227	0,227	0,227	0,227
$K\%$	100	39,17	57,33	91,53	110	91,53	110
K'	60	23,5	34,4	54,9	66,5	54,9	66,5



24. ábra



25. ábra

A VI. variánsban /23. ábra/ az inga és a bányadeszka körfűrész szinkronsáv alatt dolgoznak.

$$I_{v \text{ abs}} = /60-60/ + /60-8,5/ + /60-35,6/ + /60-54,9/ + /60-66,5/ = 74,5'$$

$$I_v \% = \frac{74,5}{60,5} \cdot 100 = 24,8 \%$$

TERMELÉSI DIAGRAMM
Teljes mértékben szinkronizált termelés
VII. sz. variáns

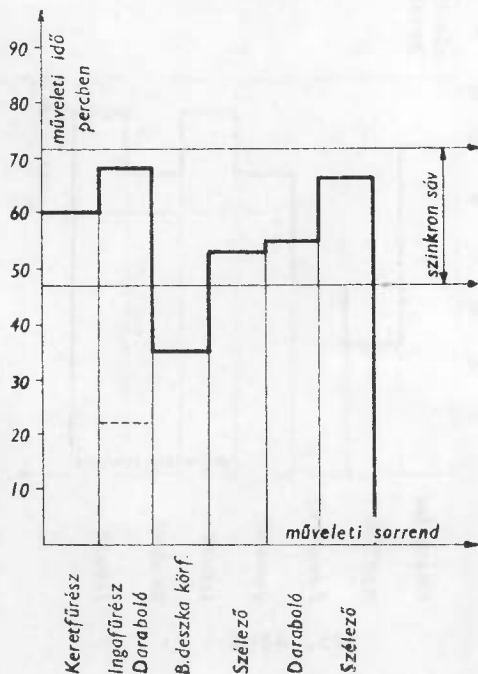
Választékok %-os megoszlása:	B. deszka	80,86 %
	Friz	19,14 %
		100,00 %

Vm ³	2,158	2,344	1,745	0,186	0,227	0,227
K %	100	114,1	58,66	90,66	91,53	110
K'	60	68,5	35,2	54,4	54,9	66,5

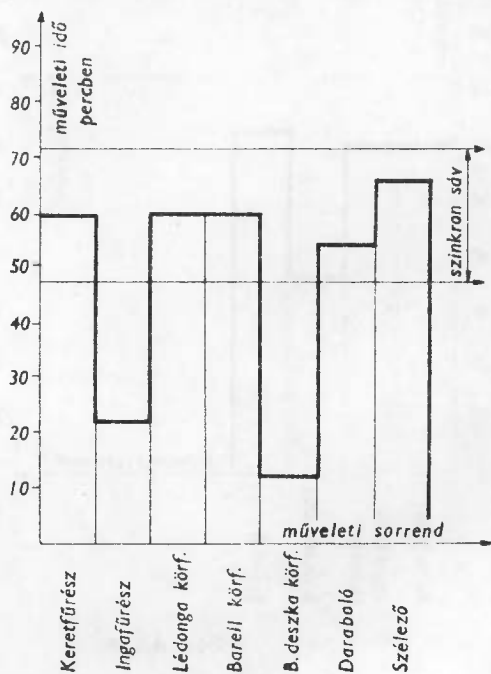
TERMELÉSI DIAGRAMM
Szinkronizált termelés
VIII. sz. variáns

Lédonga	37,59 %
Fűrészdrú	8,36 %
Barell	17,46 %
B. deszka	26,83 %
Friz	9,76 %
	100,00 %

Vm ³	2,325	2,223	0,874	0,406	0,624	0,227	0,227
K %	100	37,40	100	100	20,36	91,53	110
K'	60	22,4	60	60	12,2	54,9	66,5



26. ábra



27. ábra

Ráterhelve a darabolást az ingára csak a bányadeszka körfűrész marad szinkronsáv alatt /59,36 %, ami elméletileg elfogadható, de figyelmeztet arra, hogy ennek a variánsnak az alkalmazása nem kívánatos /24. ábra/.

$$I_{\nabla \text{ abs}} = /60-60/ + /60-60/ + /60-35,6/ + /60-62,1/ = 22,3'$$

$$I_{\nabla} \% = \frac{22,3}{60,4} \cdot 100 = 9,3 \%$$

Mind az inga, mind a bányadeszkekörfűrész szinkronsáv alatt dolgoznak a 25. ábra szerinti variánsban.

$$I_{\nabla \text{ abs}} = /60-60/ + /60-23,5/ + /60-34,4/ + /2,60-109,8/ + /2,60 - 133/ = 59,3'$$

$$I_{\nabla} \% = \frac{59,3}{60,7} \cdot 100 = 14,1 \%$$

Az inga a darabolás ráterhelésével szinkronba hozható /26. ábra/. A bányaszéledeszka körfűrész ezután is szinkronsáv alatt marad.

$$I_{\nabla \text{ abs}} = /60-60/ + /60-69,5/ + /60-35,2/ + /60-54,4/ + /60-54,9/ + /60-66,5/ = 20,5'$$

$$I_{\nabla} \% = \frac{20,5}{60,6} \cdot 100 = 5,7 \%$$

A 27. ábra szerint ismét az inga és bányadeszkekörfűrész maradt szinkron alatt.

$$I_{\nabla \text{ abs}} = /60-60/ + /60-22,4/ + /60-60/ + /60-60/ + /60-12,2/ + /60-54,9/ + /60-66,5/ = 84,0'$$

$$I_{\nabla} \% = \frac{84,0}{60,7} \cdot 100 = 20,0 \%$$

De az ingának a darabolása, a szélezőnek a bányadeszkaszélezéssel történt összevonása igen jó szinkronogramot ad /28. ábra/.

$$I_{\nabla \text{ abs}} = /60-60/ + /60-67,3/ + /60-60/ + /60-60/ + /60-66,7/ = -14'$$

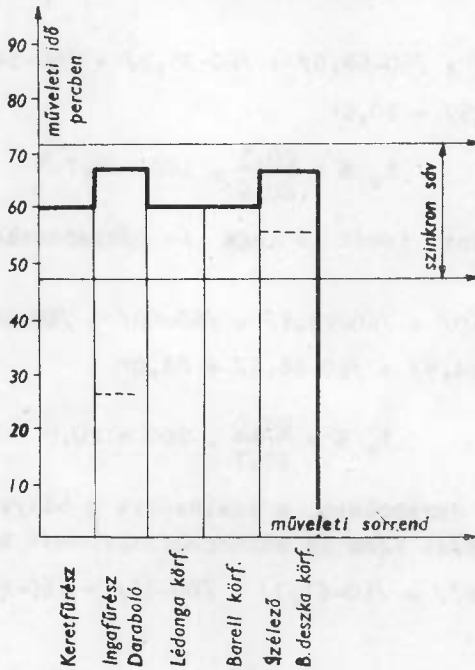
$$I_{\nabla} \% = \frac{-14}{60,5} \cdot 100 = -4,6 \%$$

Ez a variáns is ütemvonal feletti átlagteljesítménnyel dolgozik.

TERMELÉSI DIAGRAMM
Teljes mértékben szinkronizált termelés
VIII. sz. variáns

	Fűrészárú	10,12 %
Választékok %-os megoszlása:	Lédonga	37,59 "
	Barell	17,46 "
	B.deszka	26,83 "
	Friz	<u>8,00 "</u>
		100,00 %

Vm^3	2,325	2,409	0,874	0,406	0,810
$K \%$	100	112,1	100	100	111,1
K'	60	67,3	60	60	66,7



28. ábra

Összehasonlítva a szakaszos és folyamatos termelést, az I_v mutatószámának alapján a feldolgozott esetre a 23. táblázat szerinti különbségeket kapjuk.

23. táblázat

Szám	Variáns	I_v értéke ^x				Megtakarított idő	
		szakaszos		szinkronizált		perc	%
		perc	%	perc	%		
IV.	Fűrészáru- friz-talpfá	134,5	37,4	-6,6	-2,7	141,1	47,1
I.	Fűrészáru- friz	110,5	46,0	-1,4	-0,6	111,9	46,6
III.	Fűrészáru- friz-barell- bányadeszka	139,7	33,1	-12,2	-5,1	151,9	42,2
VIII.	Fűrészáru- friz-barell- bányadeszka- lédonga	126,5	26,4	-14,0	-4,6	140,5	29,3
II.	Fűrészáru- friz-barell	91,8	25,5	-6,5	-2,7	98,3	27,3
V.	Fűrészáru- friz-lédonga	57,2	19,1	-8,3	-3,4	65,5	21,8
VI.	Fűrészáru- friz-bányad.	40,0	13,3	22,3	9,3	17,7	5,9
VII.	Bányadeszka- friz	31,7	7,5	20,5	5,7	11,2	2,7

x /- I_v érték = a szalag ütemidő felett /túlteljesítéssel/ dolgozik. A táblázat szerint a IV. variánsnál mutatkozik a legnagyobb és a VII. variánsnál a legkisebb időmegtakarítás.

Ha az időmegtakarításokat az átfutási időkre vonatkoztatva választékonként részarányosan kiszámítjuk, a termelékenységben a 24. táblázat szerinti javulás várható, vagyis a termelékenység 29,95 %-kal üzemi körülmények között 20-25 %-kal javul.

A szinkronizált folyamatos termelés tehát a termelékenység önyeges javulását eredményezi.

24. táblázat

Választék	Választék részaránya a termelésben	Műveletek	Létszám	Műveleti idő	Szakaszos termelés			Szinkronizált termelésben	Különbség			Megjegyzés
					átfutási idő	létszám	műveleti idő		átfutási idő	perc	%	
1. Fűrész- áru	60	Keretf. inga	5 3	35' 23'	175 14 189	4 1	35' 14'	140 3 143	46	24,3	14,98	20%- ban
2. Friz	6,2	Keretf. inga szélező darabol	5 3 2 2	35' 23' 352' 314'	175 69 704 628 1576	4 1 1 1	35' 14' 241' 295'	140 14 241 293 688	888	56,3	3,49	
3. Bányá- deszka	25,2	Keretf. inga szélező	5 2 2	35' 58' 33'	175 116 33 224	4 1 1	35' 49' 20'	140 49 10 199	125	58,5	8,66	50 %- ban
4. Ipari donga	1,7	Keretf. inga szélező	5 2 2	35 23 166	175 46 332 552	4 1 1	35 14 148	140 14 148 302	251	45,3	0,77	
5. Lédonga	2,4	Keret inga szélező	5 2 2	35 23 82	175 46 164 385	4 1 1	35 14 69	140 14 69 223	162	42,1	1,01	
6. Talpfa	7,2	keret	5	87	435 435	4	87	348 348	87	20,0	1,44	

A termelékenység javul: 29,95 %-kal
 Üzemi körülmények között 20-25 %-kal

V. A LOMBOSPÁT FELDOLGOZÓ FÜRÉSZÜZEMEK TECHNOLOGIAI ALAPELVEI A SZINKRONIZÁLT FOLYAMATOS TERMELÉSRE TEKINTETTEL

Az eddig tett megállapítások csak abban az esetben érvényesíthetők, ha megfelelő technikai berendezések állanak rendelkezésre. A lombospát feldolgozó fűrészüzemek tervezésekor tehát biztosítani kell a folyamatos termelés bevezetésének műszaki feltételeit. Szükségesnek mutatkozik az ilyen fűrész-üzem tipustervének kialakítása. Ebben a tanulmányban azonban csak az alapelvek tisztázására szorítkoznak.

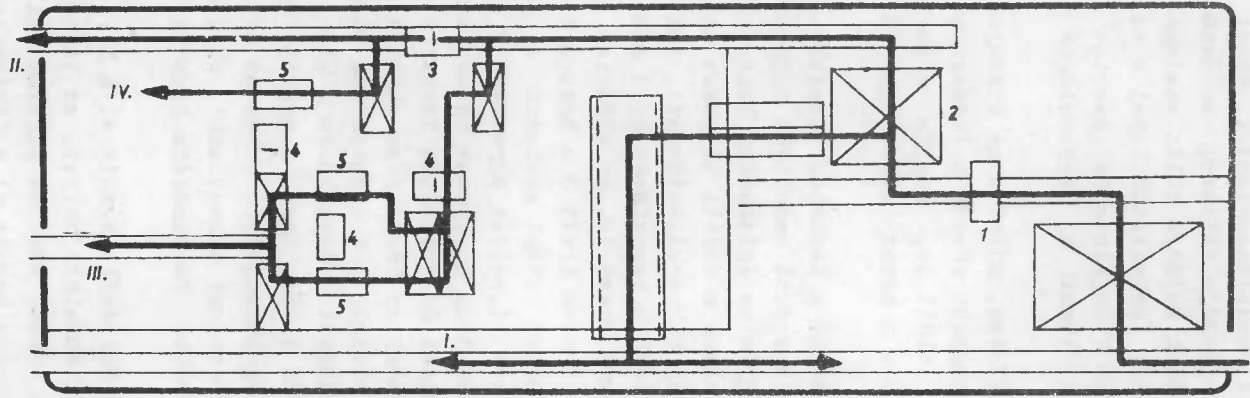
Nyilvánvaló, hogy a termelést végző gépeket a műveletek sorrendjében kell elhelyezni, mégpedig olyképpen, hogy azok anyagmozgató berendezésekkel legyenek összekapcsolhatók. Mivel azonban az egyes választékok műveleti sorrendje változó, az azonos műveleti sorrendet igénylő választékok számára külön szalagokat kell kialakítani. A szalagokat ott kell leágasztani, ahol a választék-alapanyag képződik. Ilyen módon vizsgálataink szerint a lombos fűrészáru termelésére legcélszerűbbnek a négyszalagos rendszer mutatkozik /29. és 30. ábra/.

Első műveleti hely a keretfűrész, második az előrajzolás.

Az előrajzoló az anyag legnagyobb részét a fűrészárutermelés a/ műveleti sorrendje szerint jelöli be, vagyis a szélezetlen lombos fűrészáru tekintélyes %-a a keret után megmunkálást már nem igényel.

Ezt a nagymennyiségű fűrészárut a termelés további folyamataiba beengedni nem szabad, mert egyrészt rendkívül meghosszabbítja a fűrészcsarnok méreteit, vagyis az építkezési költségeket jelentősen felemeli, másrészt az egyes műveleti helyeken áthaladva, igen nagymértékben rontja a gépek kihasználhatóságát, tehát magas I_v értékeket eredményez. Ha például a keretfűrészben 3 m-es rönköt fűrészselnek, a beakasztott pengék száma 11, az előtolás percenként 1 m, akkor a keretfűrészben 3 perc alatt 3 m hosszú rönk megy át. Ez a 3 m-es hossz a keretfűrész utáni szalagon a 10 szelvény következtében már 30 m-t tesz ki, melyet ugyancsak 3 perc alatt kell a szalagról továbbítani, hogy torlódást ne okozzon. Ha pedig a szalagba a következő műveleti helyet, pl. az ingafűrészbe építik, ez annyit fog jelenteni, hogy az ingafűrész alatt áthaladó, 10 db szelvényáruból az inga mindössze 1-2 darabon fog vágást végezni, ami az inga kihasználhatóságát eleve 10-20 % körül rögzíti. Ez a megfontolás szükségessé tette, hogy a második műveleti helyet, az előrajzoló asztalt megcsapoljuk és onnan az a/ műveleti sorrend szerint készülő fűrészárut közvetlenül eltávolítsuk anélkül, hogy ez a termelés további folyamatába bekerüljön. Így alakult ki az I. szalag.

Ugyancsak az előrajzolás helyéről ágazik el a II. szalag, mely magában foglalja a harmadik műveleti helyet, az ingafűrészét. Itt megy át a fűrészárúnak az a része, amelyet ingázni kell és ez a rész a II. szalagon továbbhaladva hagyja el a fűrészcsarnokot,

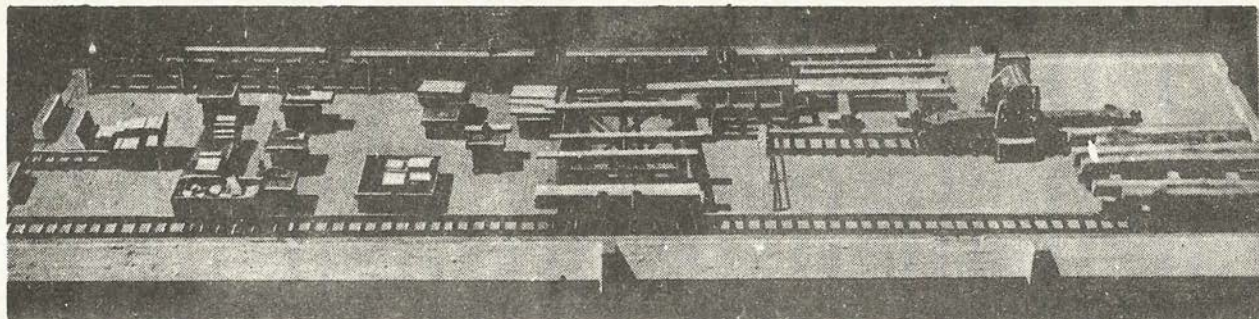


JELMAGYARÁZAT:

- | | |
|----------------|--------------------------|
| 1. Keretfűrész | 4. Daraboló |
| 2. Előrajzoló | 5. Szélező (Hasító) |
| 3. Ingafűrész | I, II, III, IV. Szalagok |

29. ábra

Folyamatos termelésre beállított egykeretes frész alapvázlata



30. ábra
A 29. ábra modellje

a b/ műveleti sorrendu szerint /keretfűrész + inga/. Ugyanakkor, azonban az előrajzoló munkájának a realizálása is az ingafűrészben történik, mert az ingafűrész vágja ki a fűrészáruból, mint alapanyagból a friz, donga és esetleg egyéb választékok termelésére való anyagot. Következésképpen az ingafűrész mellől szükséges leágaztatni a III. és IV. szalagot. Ezek közül a III. szalag első-sorban friztermelésre való, míg a IV. szalag végezheti a dongatermelést, fenyőfűrészáru termeléskor pedig a fenyőszélezést. Erre a szalagra irányítható a bányaszélezőnek az a része, amely az ingázás után kettéhasítandó. A III. és IV. szalag kiképzése úgy történt, hogy a gépeket kartávolságra helyeztük el. Szalagnak számít ugyanis a gépek kartávolságra való elhelyezése is. Ha a hely nem teszi lehetővé, a szalag beépítése esetleg mellőzhető.

Az így kialakított fűrészüzem alkalmasnak látszik arra, hogy a hazai lombos-fűrészipar sokrétű feladatainak eleget tehessen. Alkalmasnak látszik továbbá arra is, hogy azzal szükség szerint kisebb mennyiségben fenyőfűrészárut is lehessen termelni.

A folyamatos termelés technológiája az ilyen fűrészüzemben a következő:

Az I. variáns esetében, mikor fűrészárut és frizt kell termelni, csak az I., II. és III. szalag működik. Az egyes műveleti helyekre irányítandó mennyiségeket, melyeket a szinkrondiagramm tüntet fel, helyes pengebeosztással lehet biztosítani.

A III. variáns /fűrészáru-bányadeszka-barell-friz/ esetén ugyancsak mind a négy szalag működik, az összes darabolási munkát az ingafűrész végzi.

A IV. variáns /fűrészáru-talpfa-friz/ esetén a talpfa prizmákat az I. szalagon távolítják el, azonban visszafelé szállítják és ismét leraktározzák a keretfűrész előtt. A fűrészárut és a frizt a II. és III. szalag dolgozza fel.

A visszavágásnál a kész talpfa az I. szalagon át távozik, az oldalanyag a II. majd a III. szalagra kerül, aszerint, hogy fűrészáru, vagy friz lesz belőle. Görbe talpfák visszavágása kényes művelet, a csekély gyakoriságra való tekintettel, a IV. szalag szélező körfűrészén történhet. A talpfát tulnyomó részben egyenes rönkből kell termelni.

Az V. variáns /fűrészáru-lédonga-friz/ esetén valamennyi szalag működik.

A VI. variáns /fűrészáru-bányadeszka-friz/ esetén szintén valamennyi szalag dolgozik, a keskeny bányasszéldeszka az ingázás után közvetlenül hagyja el a II. szalagon a csarnokot, a széles bányadeszkat pedig a IV. szalag szélső körfűrészén vágják ketté.

A VII. variáns /bányadeszka-friz/ esetén csak a II., III. és IV. szalag működik, a bányadeszka a VI. variánsnál leírt technológia szerint készül.

A VIII. variáns /lédonga-fűrészáru-barell-bányadeszkafriz-együttes termelése/ valamennyi szalagot igénybeveszi.

Fenyőfűrészáru-termelés esetén, ha a termelés prizmázással történik a prizmák az I. szalagra kerülnek és azokat visszafelé szállítják a csarnokból. Az oldalanyag a II. szalagon kerül ingázásra és azután a IV. szalagon szélezésre. Ebben az esetben az ingafűrész mellett lévő dongatároló asztalt 2 m-rel el kell húzni, a csarnok hossz tengelyére merőleges irányban, hogy a szélezőnek helyet csináljunk. Ugy az ingánál, mint a szélezésnél keletkező fenyőhulladékot a III. és IV. szalag dolgozhatja fel apró választékká. Amennyiben fenyőfriz készül, az a III. szalagra kerül, ha pedig a szélezési hulladékból rövid lécet, vagy karót termelünk ki, ezek a IV. szalagon készülhetnek el a III. szalag egyik szélező körfűrészével szinkronizálva.

Visszavágáskor a kész fűrészáru az I. szalagon át hagyja el a csarnokot, az oldalanyag feldolgozása pedig a prizmázásnál leírt módon történik.

Ha a termelés élesvágással történik, az I. szalag nem működik, hanem valamennyi fűrészáru a II. szalagra kerül. A túlságosan sudarlós deszkákat szélezés előtt az ingán rövidíteni kell. A szélezés a IV. szalagon történhet. Ha a kapacitás nem volna elegendő, szinkronba állítható a III. szalag szélező körfűrész is.

Az oldalanyag feldolgozása ugyanugy történhet, mint prizmázáskor.

A szinkrontermelés legfontosabb műveleti helye az előrajzolás. Innen történik a termelés irányítása. Miután a fa heterogén anyag és egyes rönkökön belül is nagy minőségi különbségek adódhatnak, az egyes szalagok termelésében is időszakos hullámzások fognak bekövetkezni. Ha a hullámzások nem lépik túl a szinkronsavok határait, akkor a termelés rendben fog menni. Ha ellenben, túllépik, akkor a termelést irányítani kell olyan értelemben, hogy

az esetleg túlterhelt szalagot időszakosan tehermentesítjük, vagy megfordítva, ha valamely szalagon anyaghiány lép fel, oda több anyagot irányítunk. A termelésnek ilyen irányítása is az előrajzoló feladata, és a szinkronban való termelés sikere igen nagy mértékben attól függ, hogy az előrajzolást végző dolgozó mennyiben képes feladatának megfelelni. Ezért az ilyen fűrészüzemben kívánatos, hogy az előrajzoló legalább művezetői rangban lévő dolgozó legyen, aki egyben a fűrészcsarnoki művezető helyettese.

A fűrésziparban általában a keretfűrész mellett és mögötte levő gépekből álló termelési egységben 12-14 fizikai dolgozó dolgozik. A szinkronban való termelés lehetővé teszi, hogy ezt a létszámot lényegesen csökkenteni lehessen, mert a folyamatos termelésben abban az esetben is, ha mind a négy szalag működik, előreláthatólag mindössze 8 fizikai dolgozó vesz részt. Ezek elhelyezkedése a következő:

keretfűrész mellett	2 fő
előrajzoló	1 "
inga	1 "
III. szalag daraboló körfűrész	1 "
III. " szélező "	2 "
IV. " " "	1 "

A III. szalag 2-es szélező körfűrészre tartalékgép, a két szélező között beállított daraboló körfűrész külön kezelőt nem kap, mert csak a végükön hibás frizek lerövidítésére való, / b/ művelet/ az pedig rendkívül kis százalékban fordul elő. A minden 15-20 darab után adódó 1 db berepedt, vagy a végén ágcso-mós frizt az ott dolgozó munkás a daraboló körfűrész lapjára helyezheti, s amikor néhány darab összegyűlt, a körfűrész időszako-san beindíthatja és a javítást elvégezheti. A szélező körfűrész melletti daraboló körfűrész szintén csak időszakonként fog dolgozni, külön gépkezelő beállítása nem szükséges.

Nem szerepelnek a létszámban a friz-osztályozók, miután a friz osztályozása az anyagtér feladatai közé tartozik.

Az előzetes tanulmányból arra lehet következtetni, hogy a négyszalagos rendszer az összes termelési feladatok folyamatos végzését lehetővé teszi.

Többkeretes fűrészekben ugyanezek az elvek érvényesíthetők. A többkeretes fűrész úgy kell felfogni, mint amelyik több egyke-

retes üzemegységből jön létre. Ilyen esetben lehetővé válik a választékok elhatároltabb profilrozása és ennek következtében az egyes üzemegységekben a szalagok számának esetleges csökkentése.

VI. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A fűrészipar a termelékenységet csak abban az esetben tudhatja tovább fokozni, ha új munkamódszerre tér át. Az anyagkihasználás további fokozása mind nagyobb mértékben munkaigényessé fog válni és ezért a termelékenységet, illetve az önköltséget nem fogja már lényegesen javítani.

Világszerte megfigyelhető, hogy az ipar mindenütt áttér a folyamatos termelésre, mert ez a termelési módszer egyrészt rendkívüli módon emelheti a termelékenységet, másrészt közbelső lépésnek tekinthető az automatizálás felé. A fűrészipar gyártási folyamata teljes mértékben szakaszos jellegű. A szakaszos termelésnek az a következménye, hogy a gépi- és kézi műveletek aránya rendkívül kedvezőtlen, a belső anyagmozgatáshoz szükséges munkaidő nagyrészt az egyes műveletek gépi munkaidejéhez kapcsolva jelentkezik. Ha a műveleti helyek időegységeit kézi és gépi műveleti elemekre bontjuk, következtetni lehet arra, hogy a folyamatos termelésre való átállás az átfutási időt mennyivel rövidíti. Az egyes műveleti helyeknek gépi anyagmozgató berendezésekkel való összekapcsolása lényegesen javítja a gépek kapacitásának kihasználási fokát. Végső fokon a belső anyagmozgatás gépesítése, és az egyes műveleti helyek gépkapacitásának jobb kihasználása adja a sokkal jobb gazdasági eredményt.

A folyamatos gyártás azonban csak abban az esetben sikerülhet, ha az egyes műveleti helyek kapacitását összehangoljuk, egyébként a szalagokon anyagtorlódás következik be, ami a további gyártást lehetetleníti, vagy anyagihiány mutatkozik, ami a gépkihasználást rontja. Ennek elkerülése végett a folyamatos gyártás biztosítására szinkronogramokat kell készíteni, és a termelést ezek alapján irányítani.

Folyamatos gyártás bevezetésének szükségszerű előmunkálatai:

a/ Műveleti sorrend megállapítása választékonként.

b/ A műveletek műszaki idejének megállapítása, műveletelemekre való bontás útján.

c/ A műveletelemek csoportosítása kézi- és gépi műveletelemekre.

d/ Az anyagmozgató berendezésekre áthárítható kézi műveletek kiemelése a műszaki időkből.

e/ A termelési folyamatok ábrázolása diagramokkal.

f/ A kézi műveletelemekkel redukált műszaki időelemek alapján a termelési folyamatnak a szinkronsávba való behelyezése, illetve annak megállapítása, hogy a szalagban elhelyezett gépek kapacitása a szinkronsávba essék.

g/ A folyamatos gyártásra alkalmas üzemtypus elvi kialakítása és a technológia tisztázása.

A kutatás egész sor olyan megállapítást eredményezett, melyet a folyamatos gyártás bevezetésekor figyelembe kell venni. Ezek az alábbiak:

1. A lombosfűrészáru folyamatos termelése a kedvezőtlen feltételek ellenére is megoldható.

2. A sokféle választék egyidejű termelése miatt legalább négy szalag kiképzése szükséges.

3. A termelés szinkronizálása szükségessé teszi az előrajzolás műveletének általános bevezetését. Az előrajzoló egyúttal a termelés irányítója.

4. A keretfűrészről kikerülő és további megmunkálást nem igénylő fűrészárut nem szabad a termelés folyamatába beengedni, mert növeli a beruházási költségeket és rontja a gépek kihasználásának lehetőségét. Ezért az előrajzolásztalt elosztó szalagnak kell értelmezni s innen kell indítani az I. szalagot, a már kész fűrészáru lecsapolására.

5. Ugyancsak az előrajzoló asztalról indul a II. szalag, mely az ingafűrész tartalmazza.

6. Az ingafűrészről képződik a friz és a donga alapanyaga, tehát innen kell indítani a III. szalagot a friz-, és a IV. szalagot a dongatermelés részére.

7. A III. és IV. szalag elé közbenső tárolóasztalokat kell tenni, mert a fa heterogén anyag, és az odairányuló mennyiségek termelés közben hullámszanak.

8. Az I., továbbá a III. és IV. szalagok teljesítőképessége egymással fordított arányban áll. Ha a keretfűrész teljesítménye növekszik, a többletfűrészárut az I. szalag csapolja le, miután a III. és IV. szalag terhelhetősége korlátozott. Ebben az esetben a termelés összmenyiségéhez viszonyítva a friz és dongaválasztékok %-os aránya csökken, vagy a III. és IV. szalagban további gépso-
rok /daraboló, szélező/ beállítása szükséges.

9. A III. és IV. szalag maximális kapacitása a választékon-
kénti tervteljesítés műszaki bázisa.

10. A termelés folyamatosságának biztosítása céljából a műve-
leteket szinkronizálni kell és meg kell szerkeszteni a különféle
termelési folyamatok szinkronogramjait.

11. A folyamatos termelés az átfutási időket csökkenteni s en-
nek megfelelően 20-25 %-kal növeli a fűrészcsarnok termelékenysé-
gét.

12. A folyamatos termelés meghatározott technológia betartá-
sát teszi szükségessé, mert a műveleti sorrend betartására és az
egy-egy művelet elvégzésére az anyag belső mozgása kényszeríti az
üzemet. Ezért a folyamatos termelés egyben a minőségi termelés
biztosítója.

A folyamatos termelés bevezetésének felvételeivel és a vár-
ható gazdasági eredménnyel kapcsolatban végzett vizsgálatok ahhoz
a meggyőződéshez vezettek, hogy a folyamatos gyártás bevezetését
a lombosfát feldolgozó fűrésziparban a legfontosabb műszaki fej-
lesztési feladatnak kell tekinteni.

Lázár László
osztály vezető

I. BEVEZETÉS

A forgácslapok minőségét a préselés nagymértékben befolyásolja. Ezért a Faipari Kutató Intézet behatóan foglalkozott a préselés folyamatának tudományos vizsgálatával. Ez a tanulmány, tekintettel a kérdés közérdeklő voltára, az ezzel kapcsolatos kutatásokat kivonatossan ismerteti.

A forgácalapgyártás egyik legfontosabb művelete a préselés, mert ezalatt megy át a forgácsanyag azokon a fiziko-mechanikai és kémiai folyamatokon, amelyek következtében végleges alakot öltve kész lappá formálódik. Azonban a préseléskor használatos tényezők amelyek a fiziko-mechanikai és kémiai folyamatokat befolyásolják, nagyjára empirikus alapokon nyugszanak. Tudományosan megalapozott présdiagrammal tudomásunk szerint az ipar nem rendelkezik.

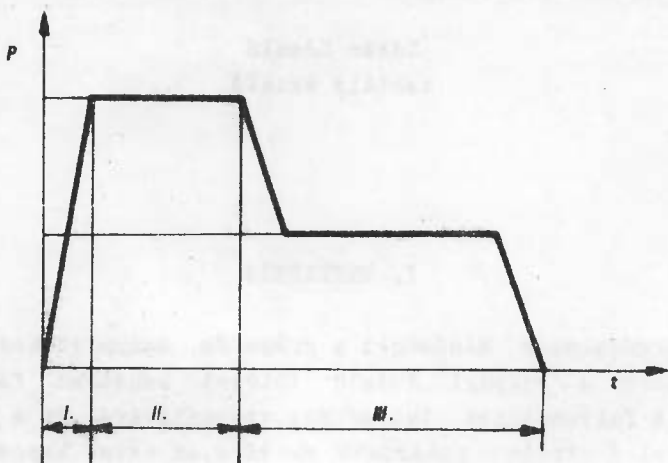
Az 1. ábrából láthatóan a gyakorlati életben használt présdiagram alapvetően három szakaszból tevődik össze.

Az első szakaszban préselik a forgácslapot a megkívánt vastagsági méretre. Ez a szakasz egyben meghatározza a lap tömörségét, ill. térfogatsúlyát. Időtartama elsősorban a prés mechanikai teljesítményétől függ. Az első szakaszban fiziko-kémiaiilag a következő feltételek elégitendők ki:

a/ Az első szakasz időtartama be kell fejeződjék mielőtt az anyag felmelegedne és a műgyanta térhálózat kialakulása megkezdődne, egyébként a térhálózat a mechanikus behatásra szétroncsolódik.

b/ A lapot vastagsági méretre kell préselni, mielőtt felületein nagyobb nedvességcsökkenés következne be, mert csak így biz-

* 1958-1959. években végzett kutatás.



1. ábra
Présdiagram

tosítható a lapok felületének kellő simasága. Ennek az az oka, hogy a fa nedves állapotban jobban vezethető keresztül a maradandó alakváltozáson, mint száraz állapotban.

c/ Rövidnek kell lennie ennek a periódusnak azért is, hogy a forgácsoláson összenyomásakor lehetőleg dinamikus hatások érvényesüljenek és ennek következtében a lap tömörsége a felületi rétegekben nagyobb legyen. Csak rövid prészárási idővel érhető el "páncélosított" felületi rétegek.

A második szakaszban megy végbe a műgyanta-térhálózat kialakulása, a műgyanta és a fa közötti adhéziós erők ebben a szakaszban jutnak érvényre.

Az adhéziós erőkkel szemben két más erőcsoport hat. Az egyik a relaxáció, a másik a lap nedvességtartalma miatt a hőhatás következtében képződő gőzfeszültség okozta erő, mely a relaxációval egyértelmű és összegeződik.

A második szakaszban alkalmazott fajlagos nyomás elsősorban a fafaj és az elérendő forgácsolási-térfogatsúly függvénye. A nyomás értékénél a fafajt illetően döntő szerepet játszik a pórus térfogat, amely a felhasznált faanyag térfogatsúlyával fordítottan arányos, továbbá a fa nyomószilárdsága, mely a térfogatsúllyal egyenesen arányos. A gyakorlatban a puha- és a keményfából készí-

tett forgácslapok préseléséhez használt fajlagos nyomóerők között cm^2 -ként alig mutatkozik 5-8 kg különbség.

Az alkalmazott nyomás értékénél döntő szerepet játszik még az elérendő térfogatsúly a forgács alakisági tényezője is, mert ez határozza meg, egyrészt az alkalmazott fafaj tömörítésének mértékét, valamint a ragasztandó felület nagyságát. Az alkalmazott nyomással kell biztosítani legkedvezőbb ragasztási feltételeket, főleg a ragasztási hézagok /fugák/ kellő vékonysága tekintetében. Az említett tényezőkön kívül még más befolyásoló tényezők is ismeretesek /pl. a nedvesség/, azonban ezek szerepe lényegesen kisebb a szükséges fajlagos nyomás kialakításában.

A második szakaszban fellépő erők viszonyából következik, hogy a második szakasz akkor fejezhető be, amikor az adhézió már ugyyszólván teljes értékű és ezzel szemben a relaxációs erők, valamint a gőzfeszültség okozta erők már csökkent értékűek. Az adhéziós erőknek és a lapra ható présnyomásnak nagyobbaknak kell lenniük a relaxációs és gőzfeszültségből származó erők összegénél, egyébként a ragasztás roncsolódást szenved. Kísérleteinkben a gőzfeszültség okozta erőkre a lap belső hőmérsékletéből következtettünk.

A harmadik szakasz feladata a méretre formált és megkötött lap kiszáritása a szükséges végnedvességre.

Ebben a szakaszban kell feloldani a még meglévő gőzfeszültségeket anélkül, hogy azok a ragasztásban roncsolódásokat okozzanak. Ennek a módszere a nyomáscsökkentése. A szakasz időtartamát empirikusan jól meg lehet állapítani a lap végnedvességéből, melyet kísérleteinkben 8 %-ra állítottunk be, mert legtöbbször ez a nedvességtartalom felelt meg a felhasználáskor beálló higroszkópos egyensulynak.

Vitatható ebben a szakaszban az alkalmazandó nyomás értéke, mely behatóbb elméleti kutatást igényel. Feltételezhető, hogy a nyomás akkor helyes, ha a lap belső hőmérséklete nem haladja meg lényegesen a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, mert ez azt bizonyítja, hogy az alkalmazott nyomás nem hátráltatja a képződött gőzök folyamatos távozását.

Feltételeztük továbbá, hogy ebben a szakaszban alkalmazott nyomás akkor helyes, ha a vizgőzök távozása nem okoz a lapon belül roncsolásokat és ezért a nyomás helyességére a lapok szilárdsági értékéből is következtettünk.

A préselés alatt alkalmazott préshőmérsékletet, határértéken belül, a használt műgyanta kémiai tulajdonságai és az elérendő présidő determinálják, értéke empirikusan állapítható meg a lap szilárdságából. A magasabb hőmérsékleti értékekhez rövidebb présidők tartoznak, egyazon végnedvességet feltételezve, és megfordítva. A hőmérséklet tehát a préselés időtartamára és a végnedvességre is kihat.

II. AZ ELVÉGZETT KISÉRLETEK ISMERTETÉSE

Fent vázolt elgondolások alapján vizsgálat tárgyává tettük a préselés egyes szakaszaiban a legnagyobb befolyást gyakorló tényezőket: nevezetesen a nedvességmegoszlást, a préslap hőmérsékletét, valamint a fajlagos nyomást, és ezen belül vizsgáltuk:

1. A lap szilárdsági értékeit a nedvességtartalom függvényében, mely alkalommal a borítóforgács nedvességtartalmát variáltuk az un. gőzlikéses eljárás tapasztalataira támaszkodva.
2. A lapok szilárdsági értékeit a préshőmérséklet függvényében.
3. A lapok belső hófokát a nedvesség és a nyomásciklus változás függvényében.
4. A lapok végnedvességét és szilárdságát a présidő függvényében a II. és III. szakasz időtartamát variálva, és megfigyeltük a lapok borító és középrészeinek a vízvesztését.
5. Az I. szakasz fajlagos nyomásértékének változását a tömörítés a nedvesség és a zárási idő függvényében.

A. Nedvességtartalom

A laborkísérleteket két sorozatban folytattuk le, nagy /jele N/ és kis /jele K/ sorozatban.

Borítóforgácsként korongbaltán szeletelt lapkás nyárforgácsot használtunk fel, melyek vastagsága kb. 0,2-0,5 mm, felületük pedig 0,5-4,0 cm² között változott. A forgács nedvességtartalma

szeletelés után kb. 30-40 %. Szeletelés, majd rostálás után a forgácsot kb. 12 % nedvességtartalomra szárították le az üzemi szárítóban. Az így nyert forgácsot légmentesen zárható dobozokban tároltuk. Belső forgácsként asztalos - üzemi hulladékforgácsot használtunk fel, 6-8 % nedvességtartalommal. A borító- és középső-forgács aránya 1:3 a forgácsok atrószulára számítva. A laborki-sérleteknél az "N" sorozatban a borítóforgács nedvességtartalmát 10-15-25-35-45-55 %-ra állítottuk be.

A "K" sorozatban pedig a fedőforgács nedvességtartalma 5-10 és 15 %-ra volt beállítva. A forgácsokat a megfelelő nedvességtar-talomra utánnedvesítéssel állítottuk be. A nedvesség mérését gyorsmérleggen infralámpával végeztük. A nedvességtartalom mérése-skor azt tapasztaltuk, hogy az első mérés - mikor még a mérlegtá-nyér hideg volt - a többi méréshez viszonyítva egytized gramm el-térést mutatott.

A fentiek alapján az első mérést nem vettük figyelembe. A mérendő forgács nedvességtartalmát úgy számítottuk ki, hogy le-szárítottuk súlyállandóra 105 C^o-on, majd a

$$N = \frac{G_n - G_s}{G_s} \cdot 100 \%$$

képlet segítségével megállapítottuk a nettó nedvességtartalmat. A két sorozat variációját az 1. és 2. táblázat tartalmazza. A for-gács előirt nedvességtartalmának beállításához szükséges számítá-sok elvégzése után a nedvesítéshez kiszámított víz mennyiségéhez minden esetben 20 %-os veszteséget számoltunk, melynek alapján a kapott nedvességi értékek az ellenőrzés után az előirtnek felel-tek meg. A forgács nedvesítése szekunder levegős porlasztással történt. A porlasztólevegő nyomása 4 att. körül mozgott. A por-lasztás után a nedvesített forgácsanyagot kézzel összekevertük, majd egy fedett hordóban tároltuk. Az "N" sorozatban a forgács nedvesítése mindig a feldolgozás előtt 24 órával történt. A "K" sorozatban pedig a forgácsot közvetlenül a feldolgozás előtt ned-vesítettük.

A kötőanyag a borítóforgácsnál a forgács nedvességét kb. 11 %-kal növeli 45 %-os víztartalmu műgyantaragasztó esetében. Közép-ső forgácsnál a nedvességtartalom növekedése kb. 2,5 %. A kísér-

letek elvégzéséhez kötőanyagként az aminoplasztok csoportjába tartozó karbamid-formaldehid típusu műgyantát használtuk fel. A gyanta vízben oldható, viszkozus, folyékony halmazállapotú ragasztóanyag, amely karbamidból és formaldehidből készül polikondenzáció útján. A labor-kísérletekhez felhasznált kötőanyagot egy 100 literes kisméretű duplikátorral állítottuk elő. A kötőanyagot vákuum desztillációval sűrítettük be. A besűrített kötőanyag szárazanyag-tartalma 60-62 %, viszkozitása pedig 700-800 cP volt.

A kötőanyaggal kapcsolatos észrevételek:

a ragasztások előtt mindennap megvizsgáltuk a kötőanyag viszkozitását és szárazanyag-tartalmát. A mérési adatok megmutatták, hogy a kötőanyag 24 órás állás után 50 cP-t sűrűsödik. Ennek következtében minden második nap változtattunk a kötőanyag paraméterein. A kötőanyag paramétereinek beállításakor azt tapasztaltuk, hogy a víz gyors bekeverésénél apró buborékok keletkeznek, amelyek a viszkozitás értékét meghamisítják.

Az edzővel kapcsolatos észrevételek:

Edzőként vízben oldott ammóniumkloridot használtunk. Az edzőt közvetlen a beszórás előtt adagoltuk a kötőanyaghoz. Az "N" sorozatban 0,2 - 0,3 %-os, a "K" sorozatban 0,1 %-os edzővel dolgoztunk. Hidegben tárolva ezzel a mennyiségű edzővel a kikeményedés kb. 24 óra elteltével következik be. Az edző tökéletes elkeverése a kötőanyaggal csak minimum 5 perces keveréssel volt biztosítható. A rövidebb ideig történő keverés szálasodáshoz vezetett.

B/ Hőfok

A kísérletekben alkalmazott hőmérséklet az "N" sorozatban 140-160-180, a "K" sorozatban 130-135-140-145-150 és 155 °C volt.

A préslapok hőfokát elektromos hőmérsékletszabályozó segítségével tartottuk a megfelelő hőmérsékleten. A hőmérsékletszabályozó ejtőkengyeles megoldású, ± 2 %-os hőfokszórással működik. A préselendő lapokat mindig a hőfok csúcserékénél raktuk be. A hőfok a préselés időtartama alatt nem maradt meg a beállított értéken, hanem az a 2. ábra szerint csökkent, majd fokozatosan ismét emelkedett.

Összesítő a nagysorozat /N/ variációjáról

Térfogatsúly: 750 ± 20/szám

Kötőanyagtartalom: 10 % btto

Lapvastagság: 10 mm:12 % ntto

1. táblázat

Jelzés	Hőfok	Forgácsanyag nedvessége		Átlag	Présidő perc							
		borító	közép		6	10	14	18	22	26	30	34
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
N ₁	140	28,0		20,5								
N ₂		34,5	17,5	23,5	6	10	14	18	22	26	30	34
N ₃		42,0		25,9								
N ₄		50,0		28,5								
N ₅	160	28,0		20,5								
N ₆		34,5	17,5	23,5	6	10	14	18	22	26	30	34
N ₇		42,0		25,9								
N ₈		50,0		28,5								
N ₉	180	28,0		20,5								
N ₁₀		34,5	17,5	23,5	6	10	14	18	22	26	30	34
N ₁₁		42,0		25,9								
N ₁₂		50,0		28,5								
N ₁₃	140	26,2	8,0	14,15								
N ₁₄		22,3	12,75	16,20	6	10	14					
N ₁₅		22,3	17,50	19,50								
N ₁₆		30,0	17,50	21,00								
N ₁₇	160	26,2	8,0	14,15								
N ₁₈			8,00	12,90	6	10	14					
N ₁₉		22,3										
N ₁₉		22,3	12,75	16,20								
N ₂₀	180	26,2	8,0	14,15								
N ₂₁		22,3	12,75	16,20	6	10	14					

Összesítő a kissorozat /K/ variációjáról

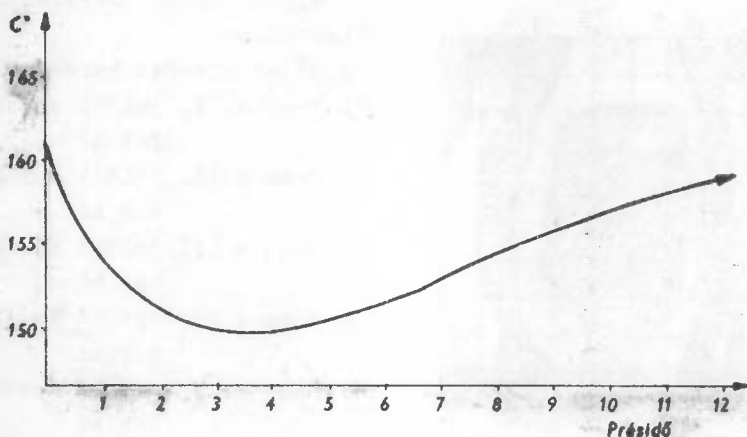
Térfogatsúly: $750 \pm 20/sz$

Kötőanyag: 10 % bruttó

Lapvastagság: 10 mm 12 % ntto

2. táblázat

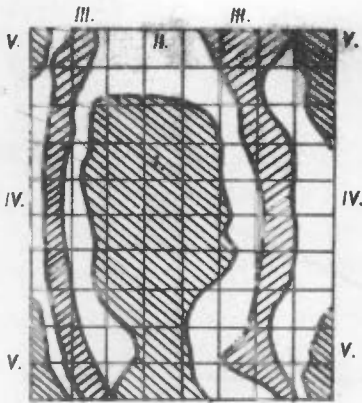
Jelzés	Hőfok °C	Forgácsselegy nedvesség %		Átlag %	Présidő perc		
		borító	közép		6	10	14
1	2	3	4	5	6	7	8
K ₁	130	24,7	17,5	20,0	6	10	14
K ₂		26,2		20,5			
K ₃		28,0		21,0			
K ₄	135	24,7	17,5	20,0	6	10	14
K ₅		26,2		20,5			
K ₆		28,0		21,0			
K ₇	140	24,7	17,5	20,0	6	10	14
K ₈		26,2		20,5			
K ₉		28,0		21,0			
K ₁₀	145	24,7	17,5	20,0	6	10	14
K ₁₁		26,2		20,5			
K ₁₂		28,5		21,0			
K ₁₃	150	24,7	17,5	20,0	6	10	14
K ₁₄		26,2		20,5			
K ₁₅		28,0		21,0			
K ₁₆	155	24,7	17,5	20,0	6	10	14
K ₁₇		26,2		20,5			
K ₁₈		28,0		21,0			



2. ábra

Hőmérsékletváltozás a présidő függvényében

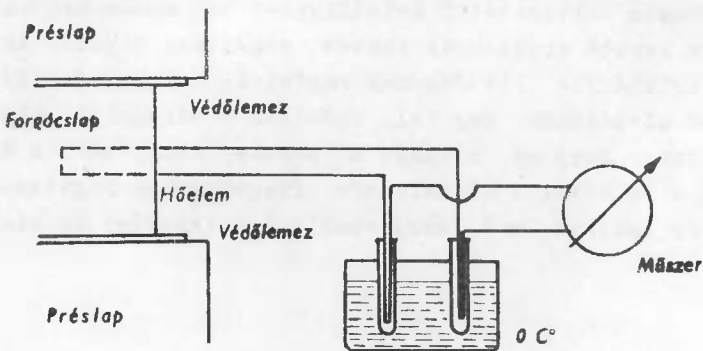
A laboratóriumi prés-fűtőlap hőmérséklet-eloszlásának megállapítására külön vizsgálatot végeztünk. A vizsgálatokat olvadó kristályokkal és színváltós festékekkel végeztük el. Az olvadó kristályokat és színváltós festékeket úgy kellett megválasztani, hogy olvadáspont ill. színváltás 100 C° felett és 200 C° alatt legyen, mert a hőfokregiszter skálabeosztása $100\text{--}2000\text{ C}^{\circ}$ -ig terjed. A fentiek végett acid-acetilo szalicilikum kristályport használtunk, melynek olvadáspontja 136 C° . A vizsgálatokat a hőprés alsó préslapján végeztük a következőképpen: a hideg préslapot a fentemlitett kristályporral egyenletes vastagságban beszórtuk. Az egyenletesen elterített kristályport $5 \times 5\text{ cm}$ -es négyzetekre osztottuk a kapott eredmények pontos rögzítése végett. Amikor a műszer a kristályok olvadásának megfelelő hőfokot mutatja, a préslapon az olvadásnak meg kell indulni. A vizsgálat alatt azt tapasztaltuk, hogy az olvadás a préslap közepétől a szélek felé terjed. A foltokat a hőemelkedés függvényében rögzítettük. 4 C° emelkedés mellett, a 3. ábra szerinti melegedési teületeket kaptuk.



3. ábra
Préslap-hőmérséklet
megoszlása

széle közötti hőfokkülönbség $12\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A laborkísérletek elvégzésekor thermóelemek segítségével vizsgáltuk a forgácsolapok közepében lefolyó hőmérséklet-változásokat a préselés ideje alatt. A próbatesteket a szokásos módon előkészítettük azzal a különbséggel, hogy kötőanyag helyett csak a kötőanyagban lévő víz mennyiségét permeteztük úgy a borító-, mint a középső forgácsra. Az elkészített lapra elhelyeztük a hőelemet, /vaskonstantán/ úgy, hogy /egy vezetősín segítségével/ a hőelem forrasztási pontja lehetőleg lapközepre kerüljön. A hőelemet a 4. ábra szerint kapcsoltuk a hőmérsékletet jelző műszerre.



4. ábra
Belső hőfokmérés sémája

Az egyes mezők olvadáspontjának felsorolása:

- 122 $^{\circ}\text{C}$ az olvadás kezdete
- 124 "-on az I. jelölt mezők olvadtak ki
- 128 "-on a II. jelölt mezők olvadtak ki
- 131 "-on a III. jelölt mezők olvadtak ki
- 136 "-on a IV. jelölt mezők olvadtak ki
- 142 "-on az V. jelölt mezők olvadtak ki

A fenti ábrából látható, hogy a préslapon a felmelegedés után közvetlenül a lap közepe és két

A forgácslapból kivezetett hőelem mindkét szárát egy-egy olajjal telt kémcsőbe helyeztük. A kémcsövek egy olvadó jéggel telt edénybe voltak téve, hogy "0" C^o hőmérsékleten legyenek. A kémcsőből a hőelemet a műszer két pólusára vezettük.

C. Végnedvesség-présidő

Végnedvességnek nevezzük azt a nedvességtartalmat, amire a préselést követő 24 órán belül a forgácslap beáll, a környező légállapotnak megfelelően. Ez a nedvességtartalom átlagban 7-9 % között változott. A forgácslapok végnedvességét a próbatestek súlyállandóra való leszárításából számítottuk ki.

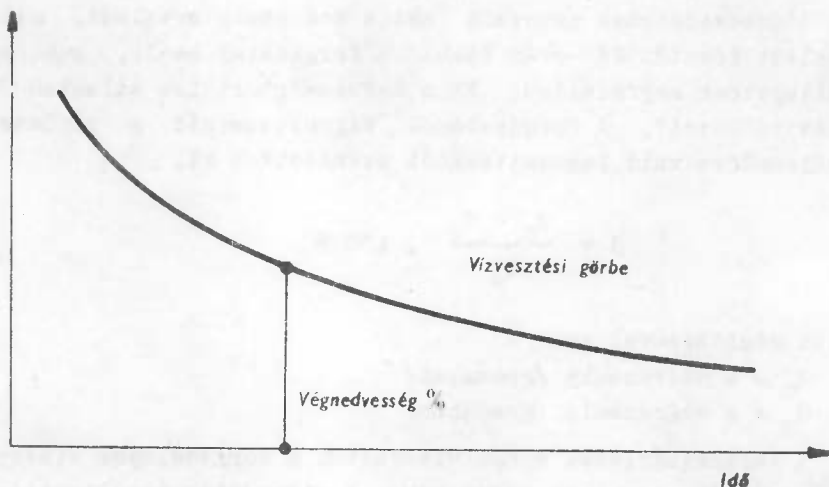
$$N = \frac{G_n - G_s}{G_s} \cdot 100 \%$$

képlet segítségével ahol a

G_n = a nedvessúly /grammban/

G_s = a szárazsúly /grammban/

A laborkísérletek során vizsgáltuk a forgácslapok vízvesztését a présidő egyes szakaszaiban. A vízvesztés megállapításához azonos recepturával elkészítettünk 6 forgácslapot. A lapokat mielőtt a meleg présbe helyeztük volna lemértük a védőlapokkal együtt. A 6 lapot 2 perces emelkedési présidőkkel préseltük le. /2-12 perc/. Az egyes présidők leteltével a présből kivett lapokat ismét lemértük. Az eredeti súlyból és a préselés utáni súlyból megállapítottuk a lapok vízvesztését. A kiszámított értékeket grafikonra felhordva az 5. ábrán feltüntetett vízvesztési görbét kaptuk. Présidőnek azt az időközt nevezzük, amely a préslapok teljes záródásától a préslapok teljes nyitásáig terjed. A laborkísérletekben az "N" sorozat esetében 6-10-14-18-22-26-30 és 34, a "K" sorozatnál pedig 6-10-14 perces présidőket alkalmaztunk. A présidőt az "N" sorozatnál egy elektromos jelzőórával, a "K" sorozatnál pedig egy stopperórával mértük. Az elektromos jelzőórával a mérés következőképpen történt: a jelzőórát a présidőnek megfelelő időre állítottuk be, 1 perc hozzáadásával a prészivattyú bekapcsolásakor, /az 1 perc kb. a prészárási időnek felel meg/ és a piros lámpa kigyulladásakor nyitottuk ki a szelepeket. A "K" sorozatnál a mérések hasonlóképpen történtek, azzal a különbséggel



5. ábra
Végnedvesség jellege

gel, hogy a présidőt nem jelzőlámpás órával, hanem stopperrel mértük. A prészárási idő stopperrel mért adatok szerint 0,9-1,1 perc között változott.

Lapvastagság:

A kísérleti lapok szerkezete 3 rétegű volt. A lap vastagsága 10 és 19, valamint 22 mm volt.

C. Félüzemi kísérletek

a/ A kísérleti berendezés ismertetése.

Félüzemi kísérleteket egy Siempelkamp & Co típusu hegesztett keretszerkezetű 6 dugattyus, / \varnothing 185 mm/ 6 emeletes 600 tonnás hőprésen végeztük el. A préslapok mérete 2300 x 1280 mm, átlagos záródási sebessége kb. 370-380 mm/perc 6 lap esetében. A prészivatyuval elérhető legmagasabb nyomás 300 att. A préslapok fűtése

gőzzel történik. A prés fajlagos felületi nyomása 21 kg/cm^2 . A prészárási idő 1-1,5 perc. A hőprés szivattyutelepe áll egy 5 lépcsős turbószivattyúból - mely a forgácsoló felütközéséig működik - és két dugattyús szivattyúból, melyek a paplanok összenyomását végzik.

A kívánt nyomást szabályozószeleppel állítottuk be. Az előírt nedvességtartalomra leszárított forgácsot egy szakaszos működésű üzemi keverőben keverik össze a kötőanyaggal. A két keverő /borító- és középsőforgácsoló/ teljesítménye 300 kg/óra a kötőanyag kiszórása 1 sec alatt $13-20 \text{ g. /2,5-4,0 att. között/}$. A keverés időtartama 6 perc, ebből 3 perc a porlasztásra, 3 perc pedig az utókeverésre esik. A keverőlapátok megoldása karos rendszerű, a keverőelemek kerületi sebessége kb. $1,5 \text{ m/mp}$. A kötőanyag porlasztását a laborkísérletekhez hasonlóan Kovács-féle fuvókával végeztük.

A kötőanyaggal összekevert forgácsot egy $213 \times 1160 \text{ mm}$ -es terítőkeretben terítik el. A terítést kézzel végzik a következő módon: a terítőasztalra ráhelyezik az alsó védőlapot, majd ráteszik a terítőkeretet, ebben elterítik a fedőforgács felét. Utána elterítik a belső forgácsot, majd erre ráterítik a fedőforgács másik felét. Az elterített forgácsoló vastagsága kb. 14 cm . A félüzemi kísérletekben alkalmazott előprés állványszerű. Az erőátvitel 2 csigakerék segítségével történik függőlegesen elhelyezett orsóra. A meghajtó villanymotor teljesítmény 15 HP . Az előprés fajlagos felületi nyomása kb. 1 kg/cm^2 . Az előprésen összepréselt forgácsoló vastagsága kb. 9 cm .

b/ Nedvesítés

A félüzemi kísérletekben borító forgácsnak nyár lapkás és un. aprófenyő forgácsot alkalmaztunk. A nyár lapkás borítóforgács vastagsága $0,4-0,6 \text{ mm}$, felületük pedig kb. $0,06-0,2 \text{ cm}^2$ volt. Az aprófenyő fedőforgácsot asztalosüzemi hulladékforgácsból állítottuk elő rostálás útján. Erre a célra a 10 mm -es rostán áthulló és a 22 mm -en fennmaradó forgácsot alkalmaztuk. A félüzemi kísérletekben a borítóforgács nedvességtartalmát $5-10-12-15-17 \%$ -ra a közép-forgácsét pedig $5-8-12 \%$ -ra állítottuk be. Kötőanyagként a félüzemi kísérletekben is karbamid-formaldehid típusú műgyantát alkalmaztunk $1:2$ molarányu oldatban kondenzálva. A műgyantát egy 1000 literes duplikátorban állítottuk elő. A kötőanyaghoz töltő-

anyagként 15-25 %-os mennyiségben láblisztet adagoltunk. Az így előállított kötőanyag 39-41 % mügyanta szárazanyagtartalmu viszkózitása pedig 500 cP.

c/ Hőfok

A laboratóriumi kísérletek alapján a félüzemi kísérletekben a préslapok hőfokát $160 \pm 4 \text{ C}^\circ$ értékre állítottuk be. Az előírt 160 C° -os hőmérséklet egyenletes tartását a gőznyomás ingadozása akadályozta. Az összefüggések keresésekor a forgácspaplanok berakásánál jelentkező kezdeti hőfokot vettük figyelembe. A hőmérséklet a préselés időtartama alatt a laborkísérletekhez hasonlóan változik.

d/ Végnedvesség-présidő

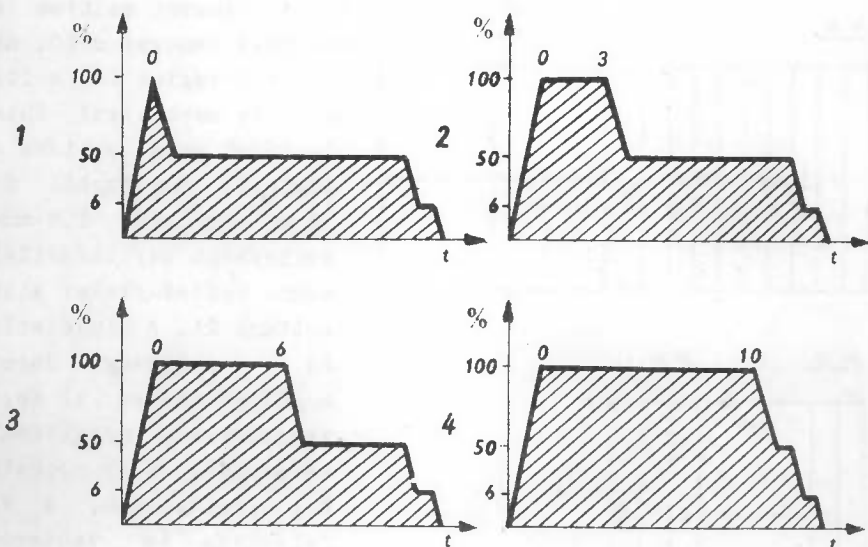
A félüzemi kísérletekben a kísérleti lapok végnedvessége kb. 7-8 %-ra lett beállítva, mert ez a nedvességtartalom felel meg a felhasználásnál beálló higroszkópikus egyensulynak. A kísérletek során 6-12-16-18 és 20 perces présidőket alkalmaztunk.

e/ Lapvastagság

A félüzemi kísérletekben 10-19 és 22 mm-es lapvastagságot alkalmaztunk.

f/ Nyomásvariációk

A kísérletek során a 6. ábra szerinti nyomásvariációkat alkalmaztuk.



6. ábra
Nyomásvariációk

D. A fizikai és mechanikai tulajdonságok mérésének is-
mertetése

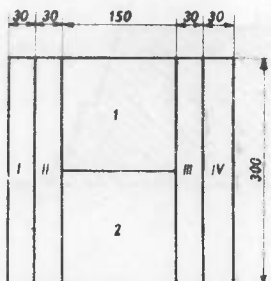
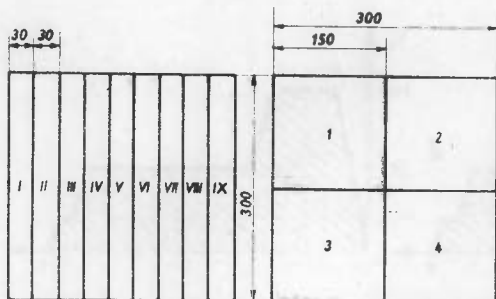
a/ Próbatétel-vétel

A laborkísérletek során készített forgácslapokból a próbatéteket kétféle módon vettük ki. Az első esetben a lapokból csak a hajlítószilárdság megállapítására vettünk ki próbatéteket. /7. ábra/ Ebben az esetben a vízfelszívás és vastagsági dagadás megállapítására hasonló technológiai tényezőkkel készült lapokból alakítottunk ki próbatéteket /8. ábra/.

A másik esetben egy lapból vágunk ki úgy a hajlítószilárdság, mint a vízfelszívás és vastagsági dagadás megállapításához szükséges próbatéteket /9. ábra/.

Az "N" sorozatban a hajlítószilárdság változásával hasonlítottuk össze az egyes tényezők hatását.

A "K" sorozatban a hajlítószilárdságon kívül a vízfelszívás és a vastagsági dagadás értékeit is vizsgáltuk /9. ábra/.



7-,8-,9. ábra
Próbatest-vétel

A félüzemi szinten készített lapokat a 10. ábra szerint vágtuk fel a fizikai és mechanikai tulajdonságok megállapítása érdekében. Egy lapból 9 db 30 mm és 6 db, 100 mm-es szélességű hajlítoszilárdsági próbatesteket alakítottunk ki. A vízfelszívás és a vastagsági dagadás megállapítására 12 db, a végnedvesség megállapítására pedig 6 db próbatestet készítettünk. A vízfelszívás és vastagsági dagadás, valamint a végnedvesség megállapítására kialakított próbatestek 150 x 150 mm-esek voltak.

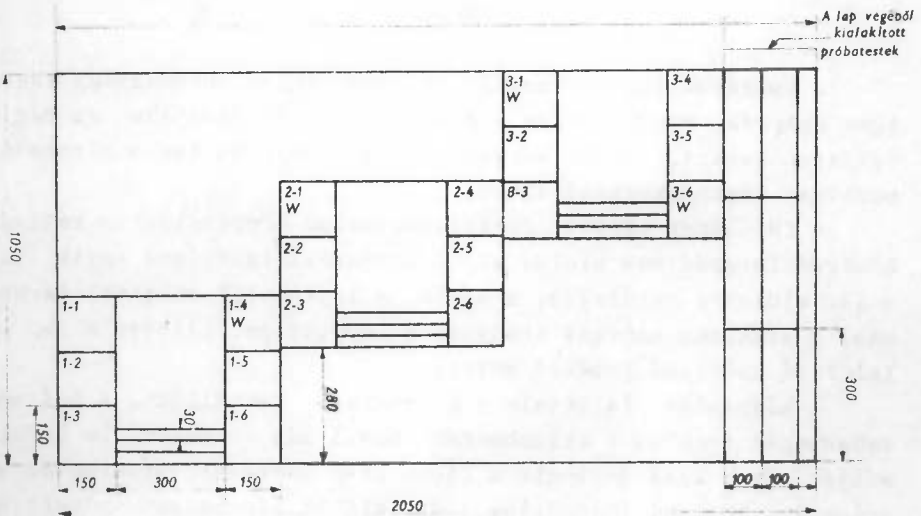
b/ Térfogatsúly

Az egyes lapok térfogatsúlyát a vastagsági dagadás és vízfelszívás megállapítására kivágott próbatestek térfogatsúlyának átlaga adta. Az egyes próbatestek térfogatsúlyát a próbatestek térfogatának és súlyának összevetéséből számítottuk ki a

$$\gamma = \frac{G}{V} \text{ képlettel.}$$

c/ Hajlítoszilárdság

A hajlítoszilárdság megállapításához kétféle próbatestet alakítottunk ki a vizsgált lapból, 30 és 100 mm szélességben. A 30 mm-es szélesség a régi üzemi szabvány előírásainak megfelelő méret. A 100 mm-es szélesség új üzemi szabvány, melynél figyelembe vettük a DIN szabvány egyes előírásait. A 30 mm-es próbatesteket egy Amsler gyártmányu, a 100 mm-es próbatesteket pedig egy magyar gyártmányu anyagvizsgálógépen vizsgáltuk. A hajlítási alátámasztás mindkét esetben 24 cm volt. A 100 mm széles próbatestek



10. ábra
Teljesen felvágott lapból kialakított próbatetek

alkalmazása azért vált szükségessé - szemben a 30 mm-es próbatetekkel, - mert egyöntetűbb értékeket adnak. A kapott szilárdsági értékeket összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy 100 mm széles próbateteknél átlag 20-40 %-kal jobb szilárdsági értékeket kaptunk.

A hajlítószilárdsági értékeket a

$$\sigma_H = \frac{P \cdot 36}{sz \cdot v^2}$$

képlettel számítottuk ki.

d/ Vízfelszívás és vastagsági dagadás

A vízfelszívás és vastagsági dagadás megállapítása laponként 12 db 150 x 150 mm-es próbatesteket használtunk fel. /Ezeket a próbatesteket használtuk fel a térfogatsúly megállapításánál is./ A vízfelszívás, valamint a vastagsági dagadás értékeit a száraz és félórai áztatás utáni nedves súly ill. vastagsági méret különbségének százalékával fejeztük ki az eredeti méretre vonatkoztatva.

III. A FORGÁCSSELEGY NEDVESSÉGTARTALMÁNAK SZEREPE A PRÉSELÉSBEN

A forgácsselegy-nedvesség /továbbiakban: nedvesség/ szerepe igen komplex, ennek hatása a kikeményedés folyamatában ma még nem teljesen ismert. Ezzel szemben a nedvesség hatása a hővezetésre pontosan meghatározható érték.

A fűtőlapok közötti forgácspaplanban hőpréseléskor kétirányú hőmérsékletgrádiens alakul ki. A hőmérsékletgrádiens egyik iránya a lapfelületre merőleges, a másik a lapfelület síkjával párhuzamos. A grádiens mindkét irányban a lap közepe, illetve a lap szélei felé csökkenő értéket mutat.

A hőáramlás feltétele a hőgrádiens fennállása. A hőáramlás sebességét azonban a különbségen kívül más tényezők is befolyásolják. Ezek közé tartozik a fában lévő nedvességtartalom és a fa préselés közbeni tömörülése. Míg előbbi lényegesen növeli a fa hővezető képességét, az utóbbi a hőáramlás sebességére csak kis mértékben hat.

A felületi forgácsokban lévő nedvesség a prés zárása után gyorsan gőzzé válik. Ennek következtében előző tényezők mellett még gőznyomás grádiens is keletkezik, - mindkét irányban, - aminek hatására a vízgőz a lap közepe ill. széle felé áramlik. Ily módon a hőáramlás a felsorolt tényezők együttes hatásaként jön létre, miközben az egyes tényezők is állandóan változnak.

A magasabb nedvességtartalom feltehetően nagyobb gőznyomást okoz, amelynek következtében a gőz - a gyors tömörödés ellenére is - gyorsabban halad a lapközép ill. a lapszélek felé, mint alacsony nedvességtartalom esetén.

Miután a képződött vízgőz nagyrésze a lapból kilépett a gőznyomás és a hozzátartozó hőmérséklet viszonylagos csökkenése következik be. A vízgőznek az előbbieken vázolt gyors mozgása jelentősen befolyásolja a forgácspaplan átmelegedését. A préselés befejezésekor a fellépő "robbanások" elkerülése végett lényeges, hogy a lapban lévő gőznyomás feszítő ereje kisebb legyen a mügyanta kötési szilárdságánál, s ezért a préselés befejezése előtt nyomáscsökkentéssel elő kell segíteni a felesleges gőz mennyiség eltávolítását.

A forgácsselegy nedvessége két részből tevődik össze, éspedig a forgácsban lévő fanedvességből és a kötőanyaggal felhordott nedvességből.

A forgácsselegy nedvességének optimális értéke, a borító- és középforgács közötti nedvességkülönbség, is egyike a legvitatottabb kérdéseknek. A forgácsselegy nedvességének minimális értékre /8-12 %/ történő beállítása abból az elgondolásból történt, hogy minél kevesebb hőmennyiséggel lehessen a víz elgőzölögtetését elvégezni. Azonban már régen felismerték, hogy a víz - a lapok borító rétegében feldusítva, - a legolcsóbb eszköz arra, hogy a lapok szilárdságát és felületi tulajdonságait megjavítsák és a présidőt lerövidítsék.

Bár ismeretesek az egyes kutatók által vizsgált nedvességértékek, azonban ezek igen sok ellentmondást tartalmaznak. Az ellentétes megállapításokra tekintettel célszerűnek látszott megvizsgálni, az optimális nedvességviszonyokat, és különösen azt, hogy a borítóforgács nedvességének emelésével milyen mértékben javíthatók a forgácslap tulajdonságai.

a/ A nedvesség hatása a zárási időre /1. ábra I. szakasz/

A forgácsselegy nedvessége a hővezetési tényező ill. a hőátadás sebességének értékén keresztül körülhatárolja a prés zárási idejét. Attól függően, hogy a forgácsselegy milyen nedvességtartalmu és ez hogyan oszlik meg a borító és középső rétegekben, jelentős eltéréseket lehet tapasztalni a hőátadás sebességében. A mügyanta kötése lényegében már 60 C^o-on kezdődik és 100 C^o-on végbemegy. E hőfok határértékek elérésének ideje tehát egyik meghatározója annak az időnek, amely alatt a tömörítésnek végbe kell menni, egyébként roncsolódás következik be a mügyanta kötésének szilárdságában. A magasabb nedvességértékeknél a mért felmelegedési időket a 3. táblázat tartalmazza.

Összefüggés a felmelegedési idő, a nedvesség és a lapvastagság között

3. táblázat

Sor- szám	Forgácsselegy-nedvesség %			Felmelegedési idő 100°C-ra/p	Lapvastagság mm	Megjegyzés
	borító	közép	átlag			
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.	26,2	8,7	14,15	2,10	10 mm	160°C-on = 750 kg/m ³
2.	26,2	17,5	20,50	2,23		
3.	17,5	8,0	11,60	1,86		
4.	17,5	17,5	17,50	2,24		
5.	26,2	8,0	14,15	3,23	19 mm	"-"
6.	26,2	17,5	20,50	4,48		
7.	17,5	8,0	11,60	2,96		
8.	17,5	17,5	17,50	3,35		
9.	15,0	15,0	-	5,50	19 mm	Kollman adata 130 C°-on = =600kg/m ³
10.	25,0	25,0	-	5,00		
11.	25,0	15,0	-	4,00		
12.	15,0	9,0	-	5,50	19 mm	O.M.Strik- le adata 143°C-on =650kg/m ³
13.	18,0	9,0	-	4,60		
14.	24,0	6,0	-	3,30		
15.	30,0	6,0	-	2,40		

A 3. táblázat adataiból megállapítható, hogy a 10 mm vastagságú forgácslapok esetén a tömörítésnek /prészárásnak/ 160 C° prérshőfok mellett a megadott forgácsselegy-nedvesség esetében 2,1 percnél rövidebb idő alatt /átlagot véve/, míg a 19 mm lapvastagságnál 3,5 percnél rövidebb idő alatt kell bekövetkeznie ahhoz, hogy a mügyanta kikeményedése a prés zárása után, ill. a forgácspaplan tömörítése után következzen be. Hogy ezeket az időmértékeket a prérshőfok hogyan befolyásolja, arra később térünk rá.

A 3. táblázatból megállapítható még, hogy ugyanazon lapvastagságon belül a forgácsselegy átlagnedvességének emelkedése a felmelegedési időt általában megnöveli. Különleges nedvesítési eljárásoknál /mint pl. préselés előtt a forgácsapplan felületére történő vízpermetezéssel/ azonban az átlagnedvesség emelése ellenére is lehet a felmelegedési időt csökkenteni.

A forgácsselegy nedvessége a zárási időt a fajlagos összesenyomási erő megváltoztatásával is befolyásolja, mert a nedvesség növekedésével csökken a forgácsapplan tömörítéséhez szükséges erő. Ezáltal - azonos teljesítmény mellett - nő a zárás sebessége. A nedvesség és a nyomóerő összefüggésére Dalocsa Gábor végzett méréseket, és a térfogatsúlyt is figyelembevéve az alábbi arányokat kapta /7-8 %-t 1-nek véve/.

Nedvesség %	Térfogatsúly kg/m ³		
	700	600	500
7- 8	1,00	1,00	1,00
15-17	0,65	0,74	0,66
23-25	0,38	0,44	0,30

Az adatokból látható, hogy a nedvesség háromszoros emelkedése a nyomóerőt kb. 1/3-ára csökkenti.

b/ A nedvesség hatása a kötési szilárdságra /1. ábra II. szakasz/.

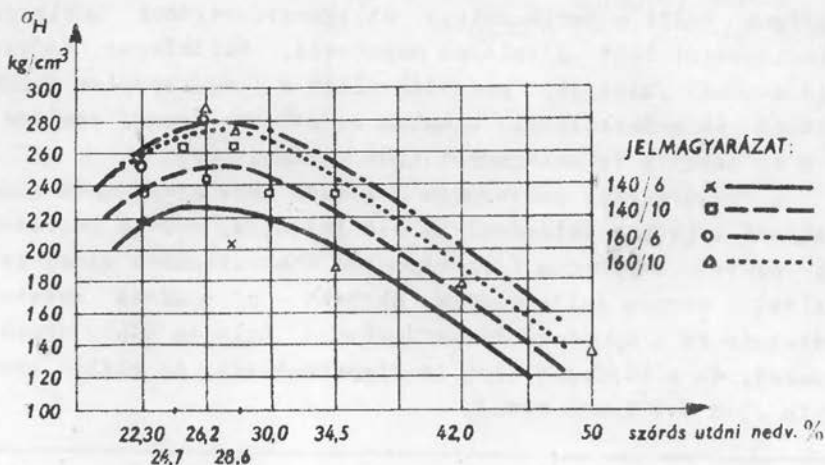
E tényező vizsgálatára a kész lapok hajlítoszilárdságát vetjük alapul.

Az elvégzett nagyszámu kísérlet tételes adatait helyszüke miatt ez alkalommal nem közölhetjük, de a 11. és 12. ábrák jól szemléltetik az összefüggéseket. A diagrammokból megállapítható, hogy a 20,5 %-os átlagnedvességű lapok környezetében kaptuk az optimális szilárdságot. Az optimális érték borítóforgácsnál 24,7-28,6 % között, középforgácsnál 12,5-17,5 % között volt. A laboratóriumban elért értékek félüzemi szinten is reprodukálhatók voltak. A kísérletekkel kapott optimális nedvességtartalom helyességét az alábbi elméleti számítás is alátámasztja.

A lap átmelegedéséhez szükséges hőmennyiséget /Q/ a

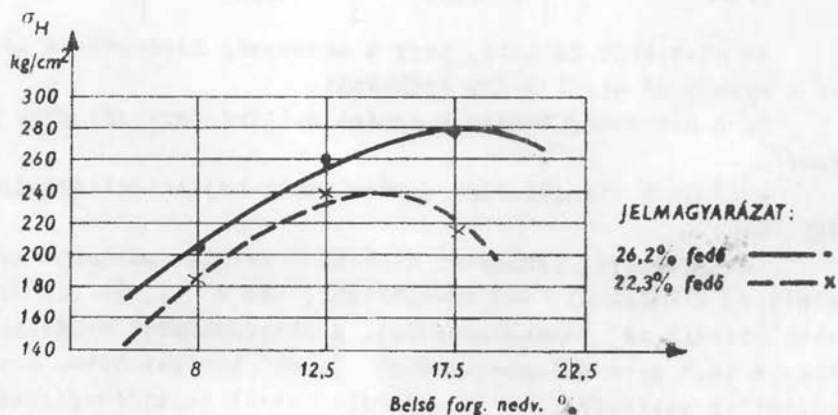
$$Q = G \cdot c \cdot (t_1 - t_2) /$$

képlet alapján számíthatjuk, ahol a



11. ábra

A borítóforgács nedvességének hatása a hajlítószilárdságra



12. ábra

A belsőforgács nedvességének hatása a hajlítószilárdságra

G = a forgácsselegy súlya /kg

c = az anyag fajhője kcal/kg /nedves forgácsot alapulvéve,
W.Kull szerint/

$t_1 - t_2$ = a hőfok különbség C°.

A kísérleteknél alkalmazott receptura és egyéb tényezők adatait behelyettesítve kapjuk

$$Q = 1,10 \cdot 0,488 \cdot /120-20/ = 49,40 \text{ Kcal}$$

a forgácskegely átmelegedéséhez szükséges hőmennyiséget feltételezve, hogy az átmelegedéshez szükséges hőmennyiséget a lapban lévő vízmennyiség végzi el.

A felmelegedéshez szükséges vizgőz $/U_1/$

$$U_1 = \frac{49,40}{537} = 0,0925 \text{ kg}$$

A 8 + 3 = 11 %-os végnedvességhez szükséges vízmennyiség $/U_2/$

$$U_2 = G_0 \cdot W$$

ahol:

G_0 = a forgácskegely atró súlya /kg/

W = a forgácslap végnedvesség %-a a présből történő kivételkor

$$U_2 = 0,920 \cdot 0,11 = 0,101 \text{ kg}$$

A forgácskegelyben szükséges összes vízmennyiség %

$$W_0 = \frac{U_1 + U_2}{G - /g + U_2/} = \frac{0,0925 + 0,101}{1,10 - /0,08 + 0,10/} = \frac{0,193}{0,92} = 0,212 = 21,2 \%$$

ahol:

g = kötőanyag atró súlya /kg /

U_2 = a forgácsban lévő nedvesség /kg/

Az elvégzett kísérletek alapján megállapítható volt, hogy a nedvességnek igen jelentős a hatása a kötés szilárdságára, nemcsak az átlagot illetően, hanem a lapon belüli megoszlását illetően is.

Ezen hatás vizsgálata csak a présidő függvényében lehetséges, miután a különböző nedvességtartalmu forgácslapok más és más présidő mellett adják az optimális szilárdságot. Ebből az is következik, hogy az egyes nedvességértékek összehasonlításánál a kész forgácslapoknak kb. azonos végnedvességgel kell rendelkezniük.

Az elvégzett vizsgálatokból megállapítható, hogy a préréshőfok és a forgácsseleg nedvesség szorosan együtttható tényezők. A nedvességtartalom és a prérésidő egy bizonyos határig a szilárdságot egyes arányban, a hőfok és a prérésidő pedig fordított arányban változtatják.

c/ A forgácsseleg és a kész lapok nedvességtartalma közti összefüggések /1. ábra, III.szakasz/.

A forgácsseleg nedvessége alapvetően meghatározza a prérésidő függvényében a kész lapok végnedvességét. Az egyes forgácsseleg-átlagnedvességek mellett a 4. táblázatban és a 13. ábrán közölt nedvességi értéket kaptuk.

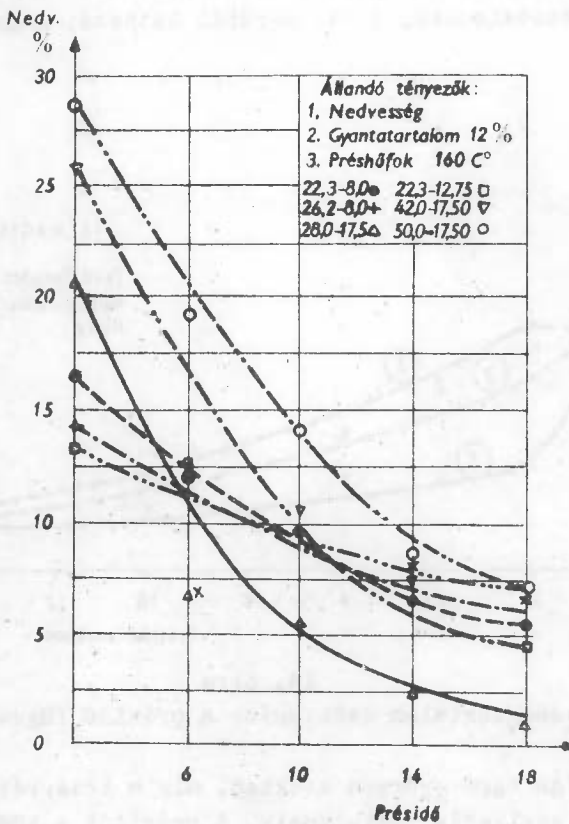
Összefüggés a prérésidő és a végnedvesség értékei között

4. táblázat

Hőfok: C = 160 C°

Sor- szám	Forgácsseleg- nedvesség		Lapátlag- nedvesség %	Végnedvesség prérésidő perc			
	fedő	belső		6,0	10,0	14,0	18,0
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1.	22,3	8,00	12,90	12,0	9,5	8,5	9,0
2.	26,2	8,00	14,15	9,0	8,0	7,5	7,0
3.	22,3	12,70	16,20	12,5	9,0	6,5	5,5
4.	28,0	17,50	21,00	9,5	5,5	2,5	1,0
5.	42,0	17,50	25,90	-	10,5	7,5	4,5
6.	50,0	17,50	28,50	19,0	14,0	12,0	7,0

A 4. táblázat értékeiből látható, hogy az átlagnedvességen belül a borító és középrétegek nedvességének milyen jelentős szerepe van a végnedvesség alakulásában. Ez igen élesen mutatkozik a 12,90 és 14,15, valamint 16,20 és 21,00 átlagnedvességek esetében, ahol a magasabb átlagnedvességekhez a nagyobb nedvességgradiens miatt gyorsabb vízvesztés tartozik. Ez a jelenség a félüzemgyártásban is megmutatkozott, ahol a 16,8 és 21,7 % átlagnedvesség lapok 5,5 - 6,5 %-os, a 12,8 és 20,3 % átlagnedvességű lapok pedig 6,5 - 7,5 %-os végnedvességet mutattak, 24^h állásidő után. A kísérletek folyamán az is kitűnt, hogy a lapok lehűlésük közben



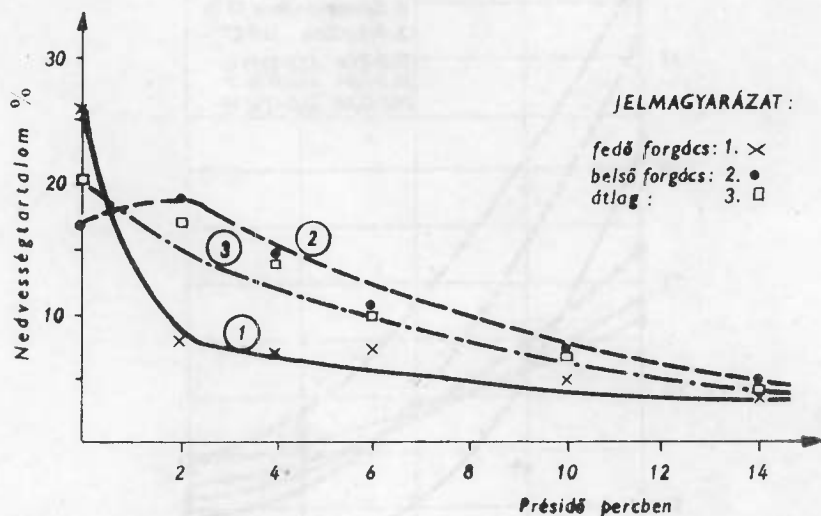
13. ábra

A forgácslapok végnedvessége a présidő és forgácsnedvesség függvényében

még 2-3 % nedvességet leadnak. Ezt figyelembevéve a szárítási szakaszt úgy kell beállítani, hogy a présből kivett lapok /a 7-8 %-os végnedvességet alapulvéve /9,5-11,5 % nedvességet tartalmazzanak. A 4. táblázat adatai szerint a legrövidebb présidőnél /6 percnél/ ezt az értéket a 28,0 - 17,5 % nedvességtartalmu forgácskelet adta.

A végnedvesség vizsgálatánál nem érdektelen a borító és belső réteg vízvesztésének vizsgálata. Ez ugyanis felvilágosítást ad a préshőfok befolyására az egyes rétegekben, s ezen keresztül ki-

jelölhető az optimális kötési szilárdságot biztosító nedvesség és présidő. A borító és középréteg vízvesztésére elvégzett méréseket a 14. ábra tartalmazza. A 14. ábrából látható, hogy a borítófor-



14. ábra

Nedvességtartalom csökkenése a présidő függvényében

gács nedvessége igen gyorsan csökken, míg a középrétegben kezdetben bizonyos emelkedés mutatkozik. A présidőt a középréteg nedvessége határozza meg. Amint az a 14 % alá esik a kikeményedés a kísérletek folyamán lényegében befejeződött.

A vízvesztés tehát a préshőfoktól függően kijelöli azt a présidőt, amely biztosítja a szükséges végnedvességet.

IV. A PRÉSHŐFOK VIZSGÁLATA

Ha két fűtött préslappal forgácspaplant préselünk, a hőmérsékletkülönbség hatására a meleg a forgácspaplan belseje felé áramlik. A préslapok hőfokának értékétől függően a forgácspaplan átmelegedése történhet:

1. kizárólag hővezetéssel
2. az elpárolgatatott víz gőzének lekondenzálásával.

Miután a forgácsoló minden esetben nedvességet is tartalmaz, az átmelegedés e két formája gyakorlatilag együtt jelentkezik. A hővezetéssel történő felmelegedés idejének kiszámítására W.Kull elmélete szolgál, mely szerint a felmelegedési idő négy részletből tevődik össze:

- a/ a hőmérséklet-grádiens kialakulásához szükséges idő t_1 /
- b/ a műgyanta kötéséhez szükséges hőfok elérésének ideje t_2 /
- c/ a forgácsolóban lévő többletnedvesség elpárolgatatásának ideje t_3 /
- d/ a kötőanyag kikeményedésének ideje t_4 /

$$T = \frac{3 S \lambda \cdot v_u}{\lambda} \cdot \left\{ C \left[\frac{1}{2} + \ln(\sigma_h - \sigma_a) - \ln(\sigma_n - \sigma_q) \right] + C_v \frac{u \cdot n^2}{(\sigma_n - \sigma_v)(1 + u)} \right\} + t_4 \quad (\text{sec})$$

ahol:

- s = a paplan vastagsága cm
- v_u = az anyag térfogatsúlya g/cm
- λ = a forgácsoló hővezetőképessége kcal m C° h
- C = a faanyag fajhője kcal/kg
- σ_h = a préslap hőfoka C°
- σ_a = a préselt forgácsoló felületének hőfoka
- σ_g = a kikeményedéshez szükséges hőfok C°
- σ_v = a párolgási hőfok C°
- C_v = az elgőzöltetési hő kcal/kg
- u = a nedvességtartalom %
- n = az elgőzöltetett vízmennyiség %

Ha a képlet alapján kiszámítjuk egy 10 mm-es vastagságú forgácsoló préseléséhez szükséges időt, 18 % lapnedvesség, 8 % végnedvesség 600 kg/m³ térfogatsúly és 140 C° préshőfok mellett, a kapott présidő 14,58 perc. /Ebben az időben 5,8 perc kikeményedé-

si idő szerepel./ Ezzel szemben, ha a forgácsseleg nedvességét a fentieknek megfelelően úgy állítjuk be, hogy a borítórétegben magasabb értékű legyen, mint a középrétegben s ezáltal az átmelegedés a keletkező gőzzel történhet, a szóban lévő présidő gyakorlatilag 6 percre csökken. E két időérték az átmelegedés két formája közötti sebességkülönbséget jól érzékelteti.

Az elpárologatott víz gőzének kondenzálása útján történő átmelegedés elméletét Fahrni és Klauditz fektették le s a présidő számítására vonatkozó munkát G. Rackwitz végezte el. Ezzel a módszerrel az előbbinél lényegesen rövidebb idő alatt lehet a préslapok közötti forgácspaplant felmelegíteni.

G. Rackwitz munkája alapján a présidő az alábbi képlettel számítható:

$$T = k \left[1,87 - U_a - 9,3 \right] \left[\frac{2d}{20} \right]^{1,75}$$

ahol:

k faktor

140 C° = 1

160 " = 0,75

180 " = 0,55

U_a = kezdeti nedvesség %

2d = lapvastagság mm

G. Rackwitz képletével 10 mm vastag, 20 %-os átlagnedvességű lapnál 160 C°-on 5,72 perces présidőt kapunk. G. Rackwitz képletével számított időérték jól közelíti a gyakorlatilag kialakult értékeket. De ez a képlet sem tartalmazza az összes befolyásoló tényezőt /pl. térfogatsúly/. A képletben szereplő "k" faktor a prés-hőfok változásának hatását is kifejezi, mely szerint a magasabb hőfok az átmelegedést lényegesen meggyorsítja.

Minden esetre G. Rackwitz képlete is igazolja, hogy az átmelegedésnél csak a hővezetésre épített számítások nem vezetnek ki-elégítő eredményre.

Míg a hővezetésre épített elmélet alapján arra törekedtek, hogy mennél kevesebb vizet kelljen elpárologatni, a gyakorlatban rájöttek arra, hogy a vízmennyiség növelése a forgácspaplan felületi rétegében, - a legolcsóbb eszköz arra, hogy a kész lapok

szilárdságát és felületi tulajdonságait megjavítsák, és az átmelegedést meggyorsítsák.

a/ A prérshőfok hatása a zárási időre /1. ábra I.szakasz/.

A prérshőfok hatása nagymértékben függ a nedvességtől, de a prérshőfok emelkedése önmagában is csökkenti /és megfordítva/ a felmelegedési időt. A 100 C^o-ra történő felmelegedési időtartam változásokat a 140^o, 160^o és 180^o C-os présfűtőlapok mellett az 5. táblázatban foglaltuk össze.

A felmelegedési idő különböző hőfokon

5. táblázat

Sor- szám	Forgácskelegy-nedvesség %		Hőfok C ^o	Relatív felm. idő 100 ^o C-% eléréséig	Lapvas- tagság mm
	borító	közép			
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.			140	1,00	
2.	26,2	8,00	160	0,94	10 mm
3.			180	0,59	
4.			140	1,00`	
5.	26,2	10,8	160	0,78	10 mm
6.			180	0,59	
7.			140	1,00	
8.	26,2	17,5	160	0,82	10 mm
9.			180	0,58	

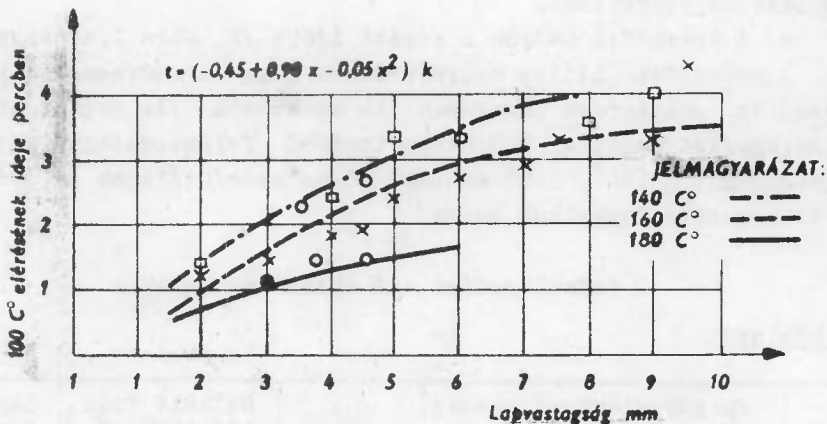
Az 5. táblázatból megállapítható, hogy az arány az alábbi értékű:

$$140 : 160 : 180 : C^o$$

$$1 : 0,88 : 0,63 : /k \text{ tényező}/$$

A lapvastagság növekedésével a felmelegedési idő közel lineárisan növekszik, a prérshőfok emelkedésével pedig csökken.

A prérshőfok és a lapvastagság függvényében a felmelegedési idő az alábbi empirikus képlettel számítható /lásd 15. ábrát/.



15. ábra

Összefüggés a lapvastagsági méretek és a felmelegedési idő között

$$T = k / -0,45 + 0,90 x - 0,05 x^2 /$$

ahol:

T = a 100 °C eléréséhez szükséges idő 14,5 - 20,5 % átlagos nedvességet alapulvéve

k = a hőfoktól függő korekciós tényező 140 : 160 : 180, 1 : 0,88 : 0,63

x = a mérés helyének távolsága a felülettől mm-ben; ha a mérés lapközépen történik, akkor $x = \frac{1}{2}$ lapvastagság

A képletben szereplő "k" tényező a hőfok hatását a zárási időre is kifejezi, vagyis ha 140 °C helyett 180 °C hőfokot alkalmazunk, a zárási időnek kb. 40 %-kal kell rövidebbnek lennie.

Ha figyelembe vesszük az egyes préshőfokoknál, hogy a műgyanta kikeményedése már 60 °C elérésénél megkezdődik, az alkalmazott préshőfoktól függően célszerű a zárási időt további 30-50 %-al csökkenteni, vagyis: a zárási idő a nedvesség vizsgálatokor 160 °C-ra kapott átlagos 2,0 ill, 3,5 perc helyett

	140 C ^o -on	1,13 perc alatt		
10 mm-nél	160 "	1,00 "	"	"
	180 "	0,75 "	"	"
	140 C ^o -on	2,76 perc alatt		
19 mm-nél	160 "	2,45 "	"	"
	180 "	1,84 "	"	"

kell bekövetkezzen, 14,5 - 20,5 % átlagos nedvességű forgácsseleg esetén.

b/ A prérshófok hatása a kikeményedés körülményeire /1. ábra II. szakasz/

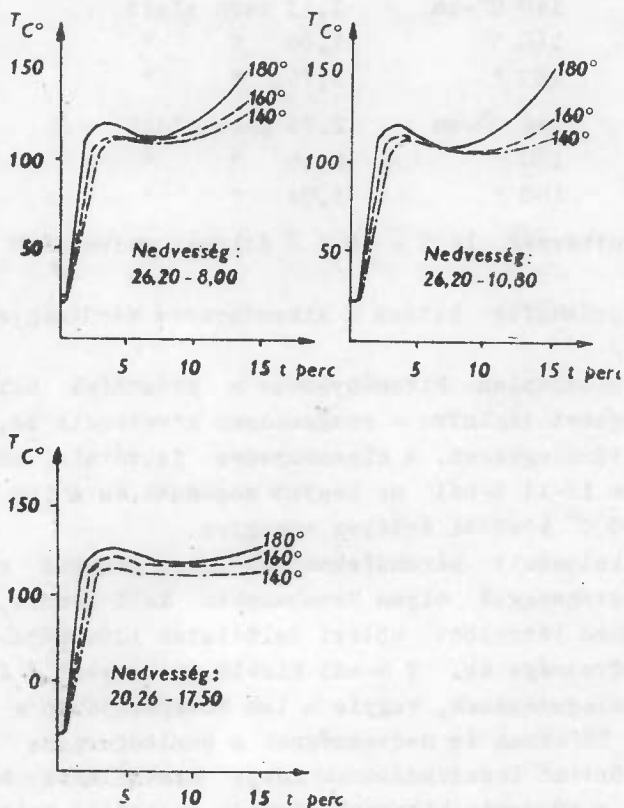
A forgácspaplan kikeményedése a prérshófok hatására - az egyes rétegeket tekintve - szakaszosan következik be, leggyorsabban a borítórétegekben. A kikeményedés feltétele, hogy a nedvességtartalom 12-14 %-nál ne legyen magasabb, és a lap belső hőmérséklete 100 C^o közötti értéken mozogjon.

Az alkalmazott prérshófoknak az egyes rétegek nedvességével és a lapvastagsággal olyan összhangban kell lennie, hogy a lap középsíkjában létrejött kötési feltételek időpontjában a borítóforgács nedvessége kb. 7 %-nál kisebb ne legyen. A forgácspaplan teljes átmelegedésének, vagyis a lap középsíkjában a ragasztáshoz szükséges hőfoknak és nedvességnek a borítóforgács kb. 7 % nedvességre történő leszáradásának ideje alatt kell bekövetkeznie ahhoz, hogy a műgyanta kikeményedésének optimális feltételei a középrétegben biztosítottak legyenek és a borítórétegben a kialakult kötési szilárdság ne szenvedjen károsodást.

A forgácsseleg átmelegítési folyamatában az elmondottak alapján megkülönböztetjük:

a/ az első fázist, amelyben a forgácsseleg borítórétegeinek részbeni leszáradása közben a lap középsíkjában 100 C^o hőfok és 14 % alatti nedvesség alakul ki. Eközben a műgyanta kikeményedik:

b/ a második fázist, amelyben a forgácsselegben lévő fölösleges víz elpárologtatása történik meg. A szóban lévő két fázis egymástól élesen nem választható el, miután a vázolt folyamat a forgácspaplan egyes rétegeiben nem azonos időben következik be. Az első fázis a lap középsíkja felé történő vizgőz áramoltatása révén, továbbá az alkalmazott prérshófok emelésével gyorsítható.

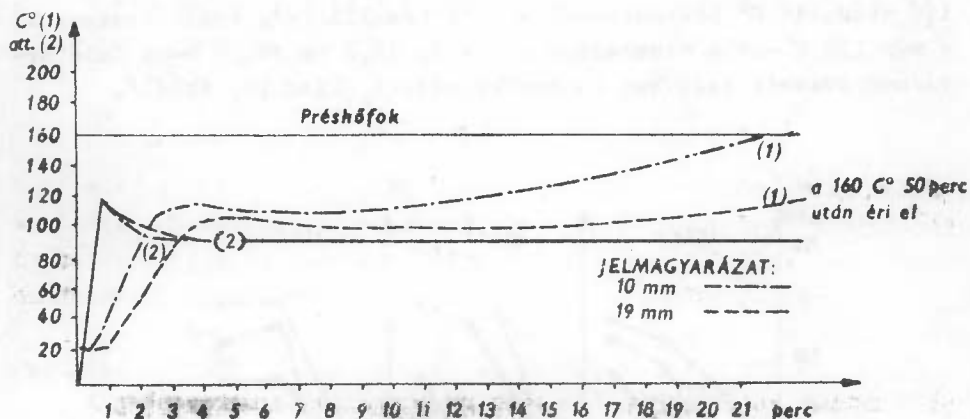


16. ábra

A préshőfok hatása a forgácslap belső hőfokára

A forgácspaplan középsikjában a hőfok alakulására kapott értékeket a 16. ábra szemlélteti. Az ábrából kitűnik, hogy a présidő emelkedésével némileg a forgácspaplan belső hőfoka is emelkedik. Csaknem valamennyi görbén megfigyelhető, hogy a kezdeti csúcserő után a hőfokban visszaesés következik be. Ennek valószínű oka az, hogy a forgácslap belsejében egy meghatározott értékű gőznyomás létrejötté után /amikor a gőznyomás értéke nagyobb a kiáramlást akadályozó ellenállásnál/ a nedves gőz kezd intenzíven a lap belsejéből eltávozni. / A forgácslap középrészében jelenlévő gőznyomásra a méréseknél kapott 100 C° -nál magasabb / 100 C° - 126 C° / hőfok is utal. /

A kezdeti csúcserték után a lap belső hőfoka fokozatosan lassu ütemben csökken, s az átlagos nedvességtartalom 3,5 - 4,5 % alá esik, majd ismét lassu ütemben emelkedik, Az alkalmazott préshőfoktól függően a 10 mm vastag lapok belső rétegei 21-23 perc alatt 19 mm vastag lapok belső rétegei pedig 48-50 perc alatt érik el a préslap hőfokát, /lásd 17. ábrát, ahol a présnyomás jellegét is feltüntettük /2/, a relaxációs erőket is figyelembevéve./ A kötés szilárdságára vonatkozó méréseink adataiból



17. ábra

A forgácsolópaplan belső hőfokának alakulása 10 és 19 mm-es lapoknál

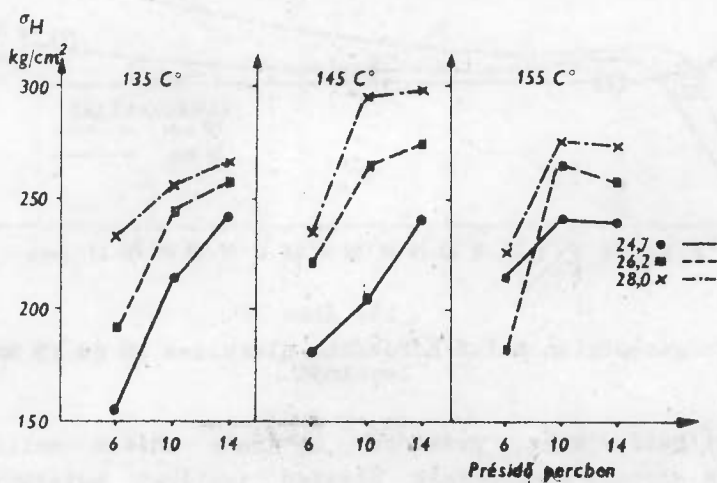
megállapítható, hogy a préshőfok hatása a kötési szilárdságra csak 6-14 percnél alacsonyabb présidő esetében mutatható ki. Ugyanis a préshőfok, a lapnedvesség és a présidő összhangja biztosítja, az optimális kötési feltételeket, alacsony présidőnél az optimális kötési feltételek csak magasabb préshőfokérték alkalmazásával érhetők el.

A préselési hőmérséklet vizsgálata alapján 6-14 perces présidőknél megállapítható bizonyos hajlítószilárdság emelkedés 160 C°-ig, majd ismét csökkenés az alábbiak szerint:

140 C°	271,0 kg/cm ²
160 "	286,2 "
180 "	249,8 "

A mérési adatok azt mutatják, hogy 10 percnél magasabb présidőknél az alkalmazott préshőfok - a vizsgált nedvességtartományban - nem mutat jelentős befolyást a kötési szilárdságra. Mégis magasabb présidőknél a préshőfok szerepe a 20,5 %-on felüli átlagnedvességű lapoknál abban mutatkozik meg, hogy magasabb kötési szilárdság alacsonyabb préshőfokon érhető el.

Ez a tény azzal magyarázható, hogy egy bizonyos présidő után a forgácspaplan borítórétegének nedvessége 3,5 - 4,5 %-ra csökken, a borítórétegek a termikus hatás következtében roncsolódnak, s ez rontja a már kialakult kötési szilárdságot a 10 perces présidő után. 145 C° préshőfoknál a hajlítószilárdság kezd visszaesni, s már 155 C°-on a visszaesés a 24,7, 26,2 és 28,00 %-os fedőforgács-nedvesség esetében is bekövetkezett /lásd 18. ábrát/.



18. ábra

A kötési szilárdság alakulása a különböző présidőknél a préshőfok függvényében

A kísérletek alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy a préshőfok emelése csak a présidő rövidítése szempontjából jelentős tényező, a kötési szilárdságra gyakorolt befolyása 10 ill. 12 percen felüli présidőknél gyakorlatilag elhanyagolható.

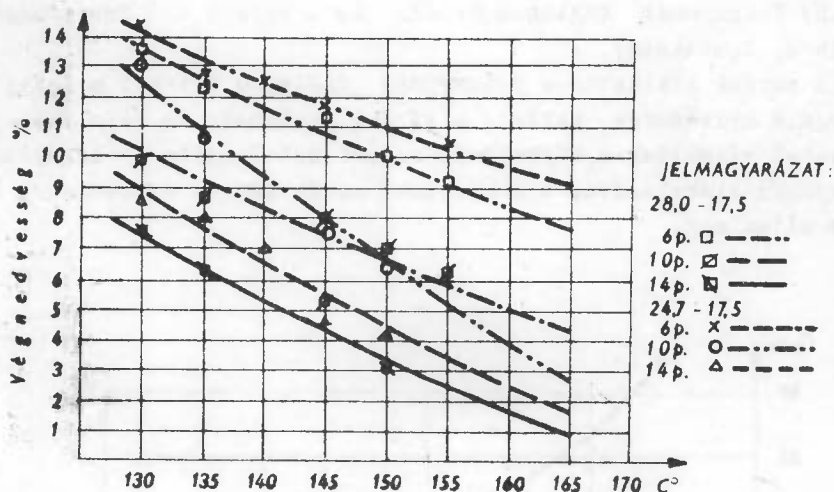
Megállapítható továbbá, hogy a magasabb préshőfok /160 C°/ présidő /6-12 perc/ és a nedvesség megfelelő beállítása mellett

nem csökkenti a kész lapok szilárdsági értékeit, sőt egyes esetekben a 160 C^o hőfok környezetében optimális kötési szilárdság érhető el.

c/ A prэшőfok hatása a prэшidőre, illetve a lapok végnedvességére. /1. ábra, III. szakasz/

A forgácsselegy nedvességtartalma mellett az alkalmazott prэш hőfoktól is függ /az idő függvényében/ a kész lapok végnedvessége. Míg a nedvességtartalom a lapok végnedvességét exponenciálisan befolyásolja, addig az alkalmazott prэш hőfok befolyása lineáris.

A prэш hőfok és a végnedvesség vizsgálataira vonatkozó értékeket a 19. ábra tartalmazza.



19. ábra

Összefüggés a fűtőlap hőfoka és a végnedvesség között

A 19. ábrából látható, hogy 10 C^o prэш hőfok változás /azonos prэшidőknél/ 1,5 - 2,5 %-kal változtatja meg a kész forgácslapok végnedvességét a lap lehülése után. Ha a hőfok és a prэшidő hatását azonosítjuk azt látjuk, hogy 10 C^o prэш hőfok 2-2,6 perc prэшidővel egyenértékű, azonos végnedvességet feltételezve. Ha tehát a prэш hőfokot 20 C^o-kal emeljük, kb. 4 perccel csökken a prэшidő.

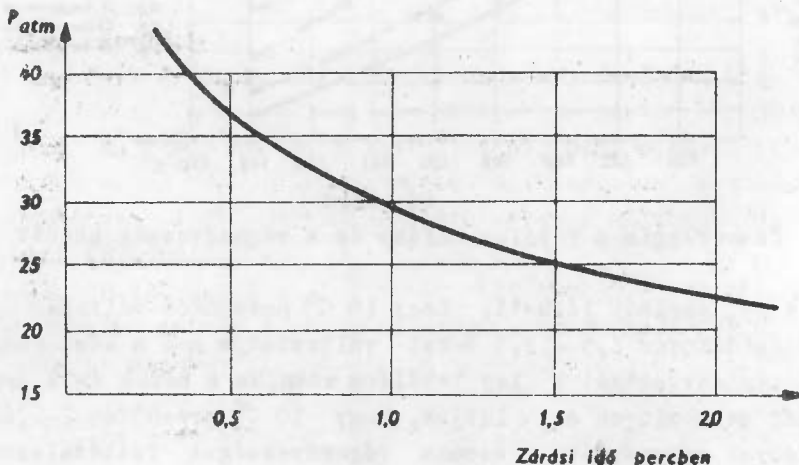
V. A PRÉSNYOMÁS VIZSGÁLATA

A ragasztás létrejötte meghatározott nyomásértéket feltételez, mely alkalmas arra, hogy a ragasztandó felületek között tartós kapcsolat jözhessen létre.

A préselésnél alkalmazott nyomás szerepe kettős: egyrészt a préselendő anyagot a végső méretre alakítja, másrészt megakadályozza a fellazulást a mügyanta kikeményedéséig, és ezáltal biztosítja a ragasztás feltételeit. A présnyomás hatására /a forgácspaplan egyes forgácsdarabkáinak megfelelő tömörödése után/ kialakul egyidejűleg a kész termék végleges térfogatsúlya is. A kész termék térfogatsúlya tehát meghatározza a tömöríthetőség mértékét a fafaj és nedvesség figyelembevételével és egyben a tömörítéshez szükséges fajlagos nyomás értékét is.

a/ Présnyomás fajlagos értéke és a zárási idő összefüggése /1. ábra, I. szakasz/.

A zárási ciklusban a présnyomás fajlagos értékét a fafaj és a forgács nedvessége mellett a zárási sebesség is befolyásolja. Méréseket végeztünk a különböző zárási sebességeknél a fajlagos présnyomás alakulására, s a mérések során kapott értékeket a 20. ábrán adjuk meg.



20. ábra

A zárási nyomás a zárási idő függvényében

A 20. ábrán közölt görbe azt mutatja, hogy az összefüggés hiperbolikus és a 0,3 és 3 perces présidőtartományon belül jól közelíthető, a

$$p = /36,2 - 10,7 \cdot x + 1,4 \cdot x^2/ K U$$

összefüggéssel,

ahol:

az $U =$ a nedvességtől függő tényező

$$U = 18,85 \text{ \%-os átlagnedvességnél} = 1,00$$

$$15,65 \text{ \%-os átlagnedvességnél} = 1,32$$

$K =$ a térfogatsúlytól függő tényező

$$650 \text{ kg/m}^3 = 0,66$$

$$750 \text{ " } = 1,00$$

$$850 \text{ " } = 1,57$$

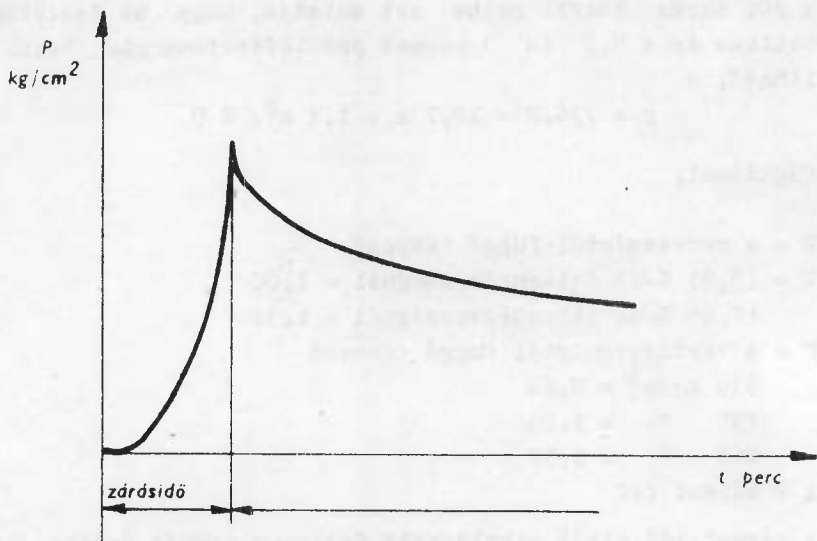
$x =$ zárási idő

A zárási idő alatt alkalmazott fajlagos nyomás értéke /amely a zárási sebességgel összefüggő érték /a borítóréteg tömörödését is befolyásolja. A nagy kezdeti nyomás magas felületi tömörséget eredményez, s ennek megfelelően a középrész tömörsége alacsonyabb.

b/ A présnyomás hatása a kötés szilárdságára /1. ábra, II. szakasz/

A présnyomás elsődleges szerepe a forgácspaplan tömörítésénél jelentkezik. A préselés szakaszában az alkalmazott présnyomással elsősorban a forgácspaplan végleges vastagsági méretét biztosítják.

A préselés zárás utáni szakaszában az alkalmazott fajlagos nyomásnak a forgács tömörítésénél fellépő relaxációs erőket kell legyőzni. A relaxációs erők jellegére végzett mérések azt mutatják, hogy az összefüggés hiperbolikus. Gyakorlatilag ez azt jelenti, hogy a prés zárása után az összetömörített forgácspaplanra ható nyomás az idő függvényében egy meghatározott ideig csökken, vagyis az anyag még a prés záródása után is mozgásban van. A 21. ábrán mutatjuk be a présnyomás változását az idő függvényében. A préselésnél alkalmazott fajlagos nyomás ciklusa - a forgácsanyag nedvességétől függően - befolyásolja a kész forgácslap szerkezetét azáltal, hogy az egyes rétegek /a nyomásciklustól függően/ különböző térfogatsúlyra tömörülnek. Erre vonatkozóan O.M. Strickler végzett méréseket.



21. ábra

Forgácslap préseléskor a nyomásváltozás jellege

A présnyomás befolyást gyakorol a lap felmelegedési idejére is.

Érdekes volt megfigyelni, hogy a forgácspaplan a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletet gyorsabban éri el, ha a présnyomást a zárás után azonnal visszaengedjük. A jelenség oka az, hogy a nyomás visszaengedésekor a relaxációs erők érvényesülése következtében a lap középső szerkezete lazábbá válik, s így a vizgőz áramlása meggyorsulhat. Ezt a feltevést alátámasztja O.M.Strickler kutatómunkája is, aki a különböző térfogatsúlyokon mért felmelegedési időknél azt tapasztalta, hogy alacsonyabb térfogatsúly esetén a hőmérséklet gyorsabban emelkedett.

A mérések folyamán megfigyelhető volt, hogy a lap belsejében a hőfok általában magasabb, mint a lapfelülethez közelebb eső rétegekben. Ez a különbség azonban a préselés ideje alatt megváltozik, amint a nedvesség értéke kb. 4 % alá csökken.

Miután a gyakorlatban a forgácslapokat a vastagsági ütközőkig préselik és ezáltal tartják a kívánt vastagságon, a prés ciklus alatt vizsgálatokat végeztünk, félüzemi szinten, hogy a nyo-

más variálása milyen mértékben befolyásolja a kész lapok fizikai mechanikai tulajdonságait /lásd 6. ábra/.

A vizsgálatok alapján megállapítható volt, /a hajlítószi-
lárdtság értékeit alapulvéve/, hogy a legjobb eredményt a 6 perces
présciklusnál kaptuk, ahol az átlag szilárdság 193 kg/cm^2 volt.

A 3 perces présciklus, a 6 perceshez közel azonos értéket
adott, míg a legrosszabb a 0 perces présciklus, ahol az átlag
 166 kg/cm^2 volt.

A kész lapok vízfelszívását vizsgálva a szilárdsághoz ha-
sonló következtetések vonhatók le.

A kész lapok végnedvességére lényeges befolyást nem gyako-
roltak az egyes présciklusok.

Az alkalmazott présciklusok esetében a legszembetűnőbb elté-
rés a kész lapok térfogatsúlyában jelentkezett. Míg 0 perces
présciklusnál 645 kg/m^3 átlagot, a 6 perces présciklusnál 684
 kg/m^3 átlagot kaptunk azonos receptura alapján. Ezt a különbséget
elsősorban az egyes ciklusok következtében előállott lapvastagsá-
gi méretváltozások okozták.

c/ A présnyomás hatása a kész lapok végnedvességére /1. áb-
ra, III. szakasz/.

A préseléskor alkalmazott fajlagos nyomásnak nincs kihatása
a végnedvességre. Ez abból állapítható meg, hogy a különböző nyo-
másértékeknél a kész lapok végnedvessége közel azonos értéket
adott.

Feltételezhető, hogy a préselésnek ebben a szakaszában az
alkalmazott nyomásnak csupán a gőzfeszültség okozta ellenálláso-
kat kell ellensúlyozni, így ez az érték kb. $5-6 \text{ kg/cm}^2$ -t nem kell,
hogy meghaladja. Feladata lehet továbbá, ebben a periódusban az
alkalmazott nyomásnak a ragasztás feltételeit biztosítani a lap
középsíkjában, miután a gőz lekondenzálása után a kikeményedés
legkésőbb itt megy végbe.

VI. A KUTATÁSI EREDMÉNYEK ALAPJÁN MEGÁLLAPÍTHATÓ DIAGRAMM

A kutatás kapcsán tett megállapítások lehetővé teszik, hogy
az egyes befolyásoló tényezők jellegét, értékét és nagyságrendü-
ségét figyelembevéve olyan presdiagrammot lehessen javasolni, mely
feltehetően a legjobb készlap-tulajdonságokat biztosítja.

A présdiagramm megszerkesztés három szakaszban történt, miután az eredmények értékelését is szakaszonként végeztük el.

Külön présdiagrammot szerkesztettünk a 10 mm vastag és a 19 mm vastag lapok préseléséhez, miután a lapon belül végbemenő nedvességváltozások a vizsgálatok szerint nagymértékben függenek a kész lap vastagságától és nagymértékben befolyásolják a préselés időtartamát.

A közölt présdiagrammok meghatározott nedvességtartalmu forgácscelegyre vonatkoznak, a nedvességtartalmakat az előírt optimális készlap tulajdonságok alapján állítottuk be, és pedig a borítórétegben 24,0 - 28,0 %, a középrészben 12,5 - 17,5 % értékben.

A felhasznált forgácsanyag fenyő középrész és nyár borítóforgács volt, és pedig a középrész asztalosüzemi hulladékforgács. Célforgács esetén Kaluditz kutatásai szerint a kész lap szilárdsági eredményei mintegy 100 %-kal magasabbak lehetnek.

A tömörítés $680-750 \text{ kg/m}^3$ térfogatsulyra történt, amikor is a II. szakaszban $19-21 \text{ kg/cm}^2$ fajlagos nyomás volt szükséges.

Az alkalmazott nyomást azért is adtuk meg %-os értékben, mert a fajlagos nyomás más fafaj és más térfogatsuly esetében változtatható, de az arányok véleményünk szerint akkor is fennállnak.

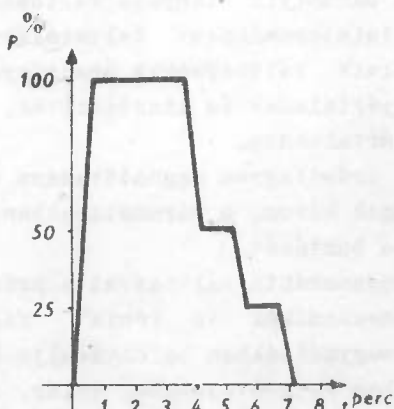
A felhasznált kötőanyag karbamid mügyanta, kb. 60 % szárazanyag tartalommal: a 19 mm-es lapokban bruttó 8 %, a 10 mm-es lapokban pedig bruttó 10 %-os adagolással.

A vizsgálatok alapján megállapítható optimális paramétereket a 22. ábra szemlélteti.

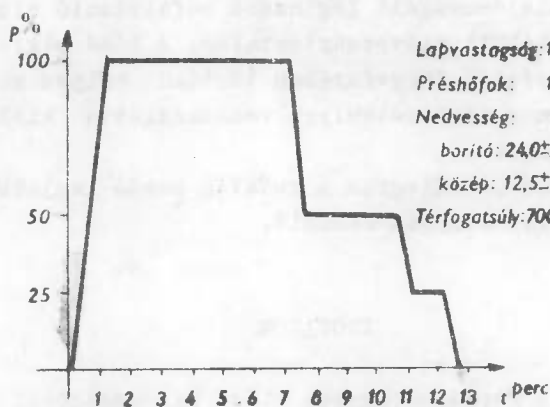
A megadott értékeknél feltűnő, hogy a prészárási időt /0,65 perc és 1,2 perc/ a vizsgálati eredményekhez mérten kb. 50 %-kal csökkentettük. Erre az szolgáltatott okot, hogy a vizsgálatokban a méréseket a lap középrészében végeztük, viszont a présdiagrammnál figyelembe vettük, hogy a borítórétegben a kikeményedés jóval gyorsabban következik be.

A II. és III. szakasz időtartam-egységben 0,5 perccel figyelembe vettük a nyomás leengedéséhez szükséges időtartamokat is. Ezek az egyes szakaszokra vonatkozó részidőkben tehát bentfoglaltatnak.

A III. szakasz lépcsőzetes nyomás leeresztését a présnek ebben a szakaszban történő gyakorlatiasabb kezelhetősége érdekében állapítottuk meg.



Lapvastagság: 10 mm
 Préshőfok: $160 \pm 4 \text{ C}^\circ$
 Nedvesség:
 borító: $24,0 \pm 28,0 \%$
 közép: $12,5 \pm 17,5 \%$
 Térfogatsúly: $700 \pm 50 \text{ kg/m}^3$



Lapvastagság: 19 mm
 Préshőfok: $160 \pm 4 \text{ C}^\circ$
 Nedvesség:
 borító: $24,0 \pm 28,0 \%$
 közép: $12,5 \pm 17,5 \%$
 Térfogatsúly: $700 \pm 50 \text{ kg/m}^3$

22. ábra

Présdiagram 10 és 19 mm vastagságú forgácslapokra

A leírt présdiagramokat félüzemi szinten is kipróbáltuk, s azok a laboreredményeket igazolták.

ÖSSZEFOGLALÁS

1. A préseléskor alkalmazott paraméterek nagymértékben hozzájárulnak a kész forgácslapok fiziko-mechanikai tulajdonságainak a kialakításához.

2. E paraméterek csak egymással összefüggésben komplex módszerrel vizsgálhatók, mert bármelyik tényező változása kihat a többire is azonos készlap tulajdonságokat feltételezve. A kölcsönhatások rendkívül bonyolult változásokat eredményeznek, amelyek nem minden esetben egyértelműek és tisztázottak. Ezeket a kutatás részletes leírása tartalmazza.

3. A legeredményesebb présdiagram meghatározása szükségessé teszi a préselés időtartamának három, a paraméterekben is egymástól eltérő jellegű szakaszra bontását.

4. A paraméterek szakaszonkénti változásai a préselés alatt a lapon végbemenő fiziko-mechanikai és kémiai változásokkal függnek össze. Ezeket igen nagymértékben befolyásolja a lapon belüli átlagos nedvességtartalom és nedvességmegoszlás.

5. A lap tulajdonságait leginkább befolyásoló elsődleges tényezők: a lapon belüli nedvességtartalom, a hőmérséklet és a nyomás. Ezeknek a présidő függvényében történő helyes megállapítása révén közel azonos térfogatsulyra vonatkoztatva kialakítható az optimális présdiagram.

6. A javasolt présdiagram a kutatás során legjobb eredményeket adó paraméterek alapján készült.

IRODALOM

1. Kollmann F.: A forgácsleegyben lévő nedvességbeli különbségek befolyása a forgácslap tulajdonságára. Holz als Roh- und Werkstoff. 1957.
2. Fahrni F.: A forgácslapok préselése nedves, vagy a felületen benedvesített borítóforgácsok esetében. Holz als Roh- und Werkstoff. 1956.
3. Strickler O.M.: A présciklusok és a nedvességtartalom hatása a Douglasfenyő lapos forgácslapokkal készített forgácslap tulajdonságaira. Forest Product, 1959.
4. Kull W.: Párhuzamos felületű anyagok melegítése fűtőlapon készített. Holz als Roh- und Werkstoff. 1954.

5. Keylwerth R.: A külső rétegek nedvesítési eljárása három réte-
gű forgácslapok előállítására. Holz als Roh- und
Werkstoff. 1959.
6. Dalocsa G.: A kender pozdorja alakísági stb. vizsgálatai. Kut.
Int. Zárójelentés.

FAIPARI PRÉSGÉPEK NYOMÁSÁNAK ÉS HŐMÉRSÉKLETÉNEK AUTOMA-
TIKUS SZABÁLYOZÁSA*

Ruska László
tudományos munkatárs

BEVEZETÉS

Az iparban közismert annak a feladatnak a megoldása, hogy a különböző rendeltetésű présgépek préslapjai közötti nyomásértéket, ugyisintén a lapok hőmérsékletét állandónak biztosítsuk.

A présnyomásra vonatkozólag a következőket mondhatjuk: A gép tömitései /legyen az hidraulikus, vagy pneumatikus/ nem teljesen tökéletesek. Emiatt mindig tapasztalható több-kevesebb átszivárgás. Ez utóbbi következménye természetesen a préslapnyomás állandó csökkenése.

A fenti jelenség káros hatásai kiváltképpen a faipari présműveleteknél mutatkoznak, ahol a ragasztás /pl. rétegelt lemezeknél, forgácslapoknál/ jobbra hőre keményedő műgyantával történik. Ez utóbbi a felfűtött préslapok melege hatására jut el a folyékony "A" fázisból, a gumyszerű "B" állapoton keresztül, a szilárd "C" fázisba.

Ha a préslapnyomás jelentősebb csökkenése a "B" állapotban következik be, akkor a kocsonyásodásig kondenzált műgyanta szét szakad, és az ismételt összenyomás ellenére sem tud már egyesülni. Következésképpen a műgyanta az alsó és felső lemezen /vagy a forgácslap egyes rétegeiben/ külön-külön fog megszilárdulni anélkül, hogy a ragasztandó anyagot összefogta volna.

Es a jelenség a faipari présműveleteknél természetesen nem engedhető meg, elsősorban a préstermékekre vonatkozó minőségi előírások miatt.

* 1958-1959. években végzett kutatás.

A préskezelőnek tehát az a feladata, hogy a nyomásmérő műszereket állandóan figyelje, és a nyomásnak a megadott értékre való esése után indítsa be a prés-szivattyút, amelyet a névleges értékre való beállítás után le kell állítania.

Ebben a fejezetben egy olyan műszerkomplexumot fogunk ismertetni, amely a préskezelő helyett automatikusan végzi el a szükséges értelmű korrigálást.

A fent említett követelmények természetesen a hőfokstabilizálásra is érvényesek, minthogy a műgyantával történő ragasztási műveleteknél a préselési idő és a hőmérséklet szorosan összefüggenek egymással. Valamely t_1 ideig tartó présidő maga mellé rendel egy $T_1^{\circ}\text{C}$ préshőmérsékletet. Amennyiben az utóbbi pl. az alsó tűréshatár alá esik, a ragasztóanyag kondenzálódása nem tökéletes, ami a termék kedvezőtlen szilárdsági viszonyaiban érezteti hatását.

E hátrányos következmény megelőzésénél szintén nem támaszkodhatunk az ember kézi erejével történő, megfelelő értelmű beavatkozására, hanem egy olyan automatikus berendezésről kell gondoskodnunk, amely az általunk előre beállított hőmérsékletnél a fűtőenergiát lekapcsolja, majd a megengedett alsó tűréshatáron azt a gépegységre adja.

A fejezet következő részeiben az említett két paraméter szabályozásának elméletével és gyakorlati alkalmazásával fogunk foglalkozni, és a könnyebb tárgyalhatóság céljából különválasztjuk a nyomás és a hőmérséklet szabályozására vonatkozó megfontolásokat.

1. FAIPARI PRÉSGÉPEK LAPNYOMÁSÁNAK ELEKTROMOS UTON TÖRTÉNŐ AUTOMATIKUS SZABÁLYOZÁSA

A présgépek elektromos szabályozó berendezéseit általában mérőelemek szerint csoportosítjuk. Így megkülönböztetünk:

a/ ellenállás-manométeres,

b/ piezoelektromos,

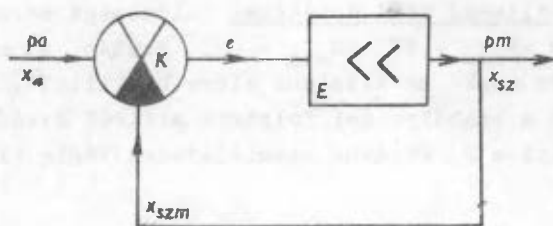
c/ magnetoelasztikus,

d/ kontaktmanométeres

érzékelő szervvel rendelkező szabályozó rendszereket.

Mind a négy rendszer megegyezik abban, hogy annak egy eleme, az un. különbségképző a szabályozni kívánt lapnyomás mért értékét egy - a préskezelő által - beállított értékkel összehasonlítja, és a megfelelően felerősített jelkülönbség a beavatkozó szervnek ad parancsot adott értelmű beavatkozásra.

Vizsgáljuk meg közelebbről ezt a zárt hatásláncu szabályozási folyamatot egy blokkvázlaton keresztül /1. ábra/.



1. ábra

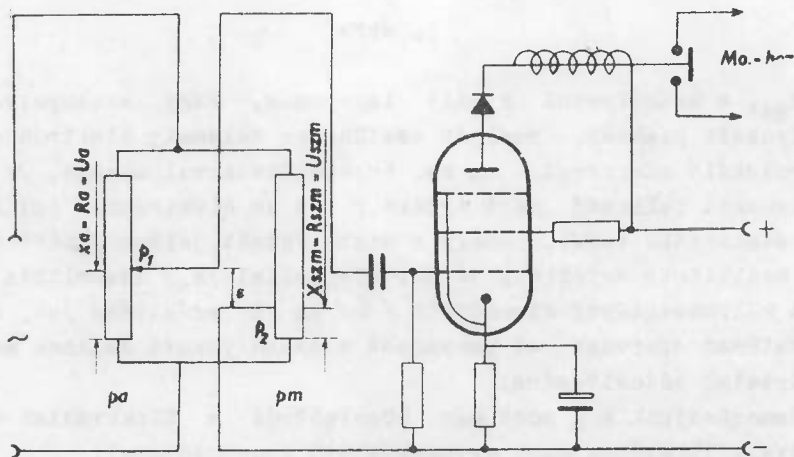
x_{BZ} , a szabályozni kívánt lapnyomás, vagy szaknyelven: a szabályozott szakasz, amelyet esetünkben valamely elektromos jelet produkáló műszerrel, az un. érzékelőszervvel mérünk. $/x_{BZ}$, a szabályozott jellemző mért értéke./ Ez az elektromos jel a "K" különbségképzőbe kerül, amely a szabályozott jellemző mért értékét a beállított értékkel, az un. alapjellel $/x_a/$ hasonlítja össze. A különbségképző kimenőjele $/\epsilon/$ az "E" erősítőbe jut, amely a beavatkozó szervnek ad parancsot a szabályozott szakasz megfelelő értelmű módosítására.

Ismertedjünk meg most már közelebbről a blokkvázlat egyes elemeivel, illetőleg azok egymásközötti kapcsolatával.

Valamely szabályozási folyamat első és legfontosabb egysége az érzékelőelem, amelynek egyikét csoportosításunk szerint az ellenállás-manométer képezi. Ez a műszer voltaképpen egy manométer és egy osztóellenállás egyesítése, mikor is az osztóellenállás csuszóérintkezője a manométer mutatójával mechanikus kapcsolatban van, de úgy, hogy a potencióméter csuszóérintkezőjének a manométer mutatójára gyakorolt terhelése gyakorlatilag elhanyagolható.

Érzékelő szervünk tehát az adott nem villamos mennyiséget /nyomásváltozás/ villamosjellé /elektromos ellenállásváltozás/ alakította át, amely a különbségképzőben azonos dimenzióju jel-

lel, tehát elektromos ellenállással kerül összehasonlításra. Megfelelő elektromos kapcsolással a nyomás esésekor fellépő ellenállás-különbséget $/x_a - x_{szm} = R_a - R_{szm}/$ feszültség-különbséggé alakítjuk, amelyet egy elektronikus erősítőbe juttatunk. Az erősítő utolsó eleme egy relé, amely az alapjelnek és a szabályozott jellemző mért értékének megengedett különbségekor behúz, és kontaktusaival zárja a szivattyu motorindítójának áramkörét. A szivattyu, a beavatkozó szerv üzembelép, következésképpen a présalapnyomás, a szabályozott szakasz nyomása emelkedik, amíg az alapjel és a szabályozott jellemző mért értékének különbsége zérussá nem válik $/x_a - x_{szm} = R_a - R_{szm} = kU_a - kU_{szm} = 0/$. Ezután a nyomás ismét csökkenni fog, de csak az általunk előre beállított, alsó tűrés-határig, ahonnan a szabályozási folyamat előlről kezdődik. A körfolyamat egyébként a 2. ábrával szemléletesen végig kísérhető. /2. ábra/.



2. ábra

A $/P_a/$ beállító- és a $/P_m/$ mérőpotencióméter rajz szerinti állásában $/\mathcal{E}/$ a nyomáskülönbségnek megfelelő ellenállás-, illetve feszültségkülönbség a pentoda vezérlőrácsára kerül, amely az elektroncső anódáramát az $/R_L/$ relé behúzóáramára emeli fel. Következésképpen a tápszivattyu indít, a nyomás emelkedik, $/\mathcal{E}/$ csökken. $\mathcal{E} = 0$ esetén $p_1 = p_2$, az anódáram a relé oldóáramára esik, leold és a tápszivattyu leáll. Ezután a nyomás a tömitési

hibák miatt csökken, de csak p_2 -ig, ahonnan a szabályozási folyamat előlről kezdődik.

Megjegyezni kívánjuk, hogy a kapcsolási rajzban csak egyfokozatu erősítőt vettünk fel a működési elv könnyebb érthetősége céljából. Valójában - a tűréshatár igényeinek megfelelően - két vagy több elektroncsőre van szükség.

Térjünk rá ezután a piezoelektromos érzékelőszervvel működő szabályozó rendszer tárgyalására.

Ismeretes, hogy ha bizonyos kristályok /pl. a kvarc/ villamos tengelyükkel párhuzamos, vagy arra merőleges irányú erőhatás alatt állnak, akkor a villamos tengelyre merőleges felületeken villamos töltések lépnek fel. A töltések nagysága az erőhatással arányos, előjelük pedig az erő irányának megfelelő. A kristályfelületen fellépő töltést az alábbi egyenlettel fejezhetjük ki:

$$Q = AP$$

ahol Q a villamos töltés Coulomb-ban, A a piezoelektromos modulus Coulomb/kg-, P a terhelés, kg dimenzióval.

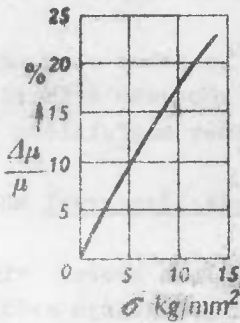
A $Q = UC$ egyenletből C -t kifejezve és Q helyébe a fenti összefüggést behelyettesítve, a kristályfelületekkel érintkező, Farad-ban dimenzionált kondenzátor elektrodái között fellépő elektromos feszültség Volt-ban:

$$U = \frac{AP}{C}$$

Az érzékelt jel $/x_{szm}/$ tehát feszültség, így az alapjelnek $/x_a/$ is annak kell lennie.

Az $/E/$ jelkülönbség az előbb ismertetett módon kerül erősítésre, illetőleg a beavatkozó szerv felépítése és működése is teljesen azonos, így tehát nem tárgyaljuk.

A magnetoelasztikus mérőelemekkel kapcsolatban a következő megfontolásokból kell kiindulnunk. Minden ferromágneses anyag hiszterézisgörbéjének alakja, vagyis a permeabilitás a benne lévő mechanikai feszültségtől függ. A permeabilitás relatív változásának a fajlagos igénybevételtől való függését a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra

Ha tehát valamely ferromágneses anyag-
ra/permalloy/, mint légrés nélküli vasmagra
rézhuzalt tekercselünk, akkor az így kikép-
zett indukciós tekercs, vagyis az érzé-
kelőelem inductivitása a permeabilitás, il-
letőleg a vasmagban fellépő mechanikai fe-
szültség függvénye.

Az inductivitás mérése váltóáramu hid-
dal történik, mikor is a szabályozott jel-
lemző /lapnyomás/ elektromosan érzékelt,
mért értéke a diagonálisban jelentkezik. Az
alapjel beállítása magában a hidban is
történhet, ilyenkor az egyik hidág egy kg/cm²-ben kalibrált, vál-
toztatható indukciós tekercs. Ebben az esetben a diagonális fe-
szültségkülönbség a különbségképző elem kimenőjele. Ez utóbbinak
felerősítése, továbbá a szabályozás mechanizmusa az előzőekhez
hasonló.

A mérőelemek utolsó csoportjába a kontaktmanométer tartozik.

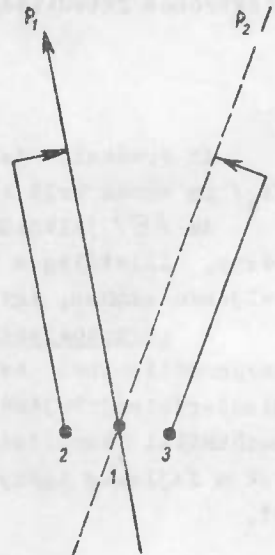
Ez a műszer, mint nevéből is kitűnik, a manométer adott ál-
lásainál elektromos kontaktust létesít, amely megfelelő segédbe-
rendezéssel a beavatkozó szervre hat.

A műszer elvi vázlatja a 4. ábrán lát-
ható.

A nyomásnak p_1 -re való esésénél a mu-
tató /2/ kapoccsal létesít rövidzárt. En-
nek hatására megfelelő relérendszer gon-
doskodik a tápszivattyu üzembehelyezésé-
ről.

Következésképpen a nyomás emelkedik,
de csak p_2 értékig, mikor is a mutató /3/
kapoccsal kerül érintkezésbe. Ennek hatá-
sára a relérendszer megfelelő tagja a sziv-
vattyu motorindítóját leoldja, és az /1-3/
kontakt megszakadása ellenére a szivattyu
csak /1-2/ pontok zárásával lép újra üzem-
be.

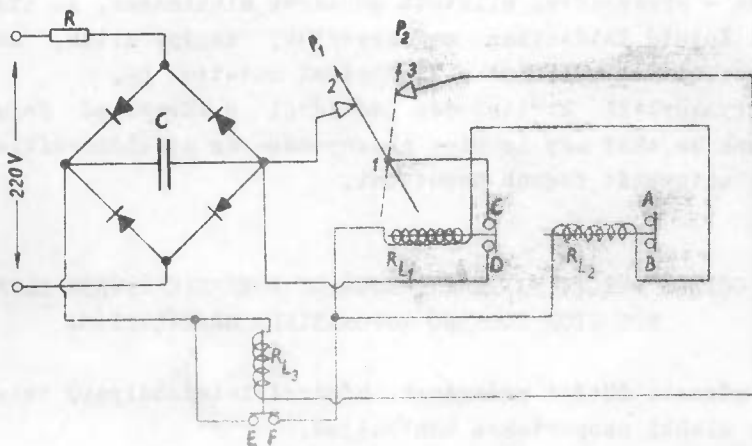
A kontaktmanométeres szabályozással
kapcsolatban megjegyezzük, hogy a Faipari



4. ábra

Kutató Intézetben a szabályozó műszert elméletileg megterveztük, gyakorlatilag kiviteleztek és több helyen sikeresen alkalmaztuk. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a műszer időállósága, stabilitása és megbízhatósága kielégítő, így célszerűnek látjuk a műszer közelebbi adatait és működési elvét ismertetni.

Az automata kapcsolási vázlatát az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra

Működése a következő:

p_1 nyomásértéknél /1-2/ zárva vannak, R_{L1} ; R_{L2} behuznak, R_{L1} /C-D/ kontaktusai zárják /1-2/ pontokat, R_{L2} /A-B/ kontaktusai pedig a tápmotor mágneskapcsolójának áramkörét, a motor indít. Ennek következtében a nyomás növekszik, nem szakad meg /1-2/, mert azt /C-D/ zárja, de csak addig, amíg a nyomás p_2 -re nem emelkedik, mert ekkor /1-3/ zárásával bekapcsol R_{L3} . Ennek /E-F/ kapcsolai megszakadnak, aminek következtében R_{L1} és R_{L2} elengednek, a motor leáll. Minthogy /C-D/ megszakadásával R_{L3} áramköre is szakad, az elenged és /E-F/ pontokat ismét zárja. Eközben a nyomás csökken, majd p_1 -re való esés után a folyamat előlről kezdődik.

A műszer a fent említett előnyökön kívül még elenyésző fogyasztásával, de főként egyszerűségével tűnik ki. Egy kontaktmanométer és néhány kapcsolási elem /relék, szelencellák, ellenállások/ segítségével könnyen megépíthető, üzembehelyezése és karbantartása pedig minimális szakértelmet igényel.

Összefoglalva, a faipari présgépek nyomásszabályozó műszereire vonatkozólag megállapíthatjuk, hogy a négy szabályozó csak az érzékelés módjában különbözik egymástól. Kivitelezés és felhasználás szempontjából a kontaktmanométeres megoldás mutatkozik legcélszerűbbnek, ennek nagy hátránya azonban, hogy a távvezérlés, de még inkább a távmérés kérdéseit nem képes megoldani. Erre kizárólag a kapacitív-, az induktív-, illetőleg az elektromos, ellenállás - érzékelővel ellátott műszerek alkalmasak. Az utóbbit a Faipari Kutató Intézetben megterveztük, megépítettük, amelynek leegyszerűsített vázlatát a 2. ábrával mutattuk be.

A gyakorlati kivitelezés módjáról a következő fejezetben számolunk be, ahol egy komplex présnyomás- és préshőmérséklet szabályozó automatát fogunk bemutatni.

2. GŐZZEL FÜTÖTT FAIPARI PRÉSGÉPEK HŐMÉRSÉKLETÉNEK ELEKTROMOS UTON TÖRTÉNŐ AUTOMATIKUS SZABÁLYOZÁSA

A gőzzel fűtött présgépek hőmérsékletszabályozó berendezéseit az alábbi csoportokra bonthatjuk.

- a/ Közvetlen működésű szabályozórendszerek
- b/ Pneumatikus szabályozórendszerek
- c/ Hidraulikus szabályozórendszerek
- d/ Elektropneumatikus és elektrohidraulikus szabályozórendszerek
- e/ Elektromosan vezérelt szabályozórendszerek.

Ebben a fejezetben csak a 2/e pontban leírt, elektromos szabályozórendszerekkel fogunk foglalkozni.

A hőmérsékletszabályozó automaták tulajdonképpeni feladata az - amennyiben a gépegység fűtése gőzenergiával történik -, hogy az előzetesen beállított hőfok elérésekor a gőzbeömlést megszüntessék, illetve a hőmérsékletnek az alsó tűrészatárra való esésekor a gőzáram utját szabadabbá tegyék. A beavatkozószerv tehát egy gőzszelep, amely esetünkben elektromotor segítségével zár, illetve nyit.

A vezérlőrendszereket illetőleg az alábbi villamos megoldások ismeretesek.

- I. Elektroncsővel vezérelt gőzszelep szabályozórendszerek.
- II. Milltac rendszerű pillanatkapcsolóval vezérelt rendszerek
- III. Elektromágneses fogasívvel működtetett szabályozórendszerek.
- IV. Hőkioldóval működtetett szabályozórendszerek
- V. Elektromechanikus, kontaktrendszerű gőzszelep szabályozórendszerek.

A 2/II-III-IV. megoldások a gyakorlatban nem terjedtek el, így azoknak ismertetését mellőzzük.

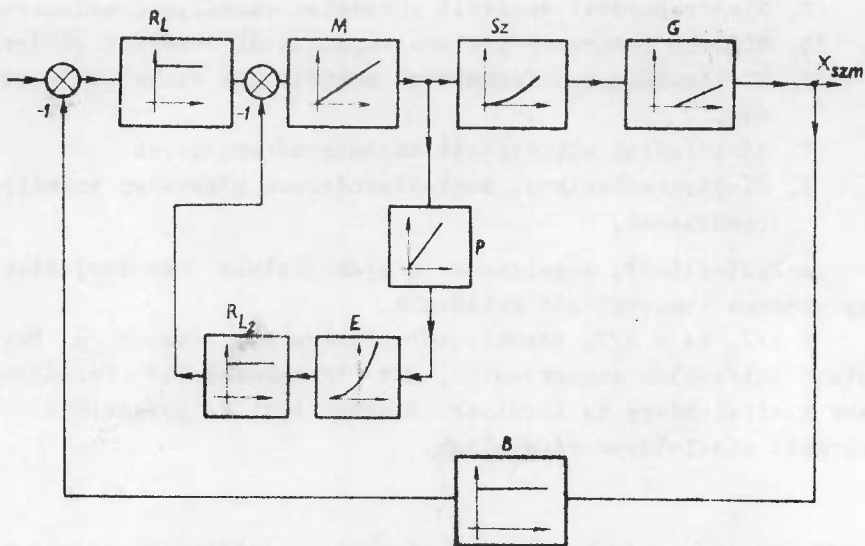
A 2/I. és a 2/V. szabályozórendszereket viszont a Faipari Kutató Intézetben megterveztük, sőt "deszkamodell" formájában - ezek kivitelezésre is kerültek. Ezeknek elvi és gyakorlati felépítését részletesen tárgyaljuk.

2/I. Elektroncsővel vezérelt gőzszelep szabályozórendszerek

Az elektronikus vezérlőmű feladata az, hogy a gőzszelep csapjával mechanikusan kapcsolatba hozott szervomotor forgásirányát a szabályozás momentumának megfelelően változtassa meg, illetve a szelep kielégítő zárása, vagy nyitása esetén a szervomotort állítsa le.

A teljes szabályozási folyamat a 6. ábrán látható blokk-sémával követhető.

A szabályozott jellemző mért értéke $\alpha_{szm}^{\circ}\text{C}$ egy bimetalhőmérőt /B/ működtet, amelynek kontaktusai a felső hőmérséklet-határ elérésekor zárják R_{II} erősítő-relé áramkörét, amely behuz és érintkezőivel /M/ motort pozitív forgásirányba hozza. A vele mechanikusan kapcsolatban lévő szelep /Sz/ a gőznyílást elzárja, tehát a szabályozott szakasz hőmérséklete csökken. A szelep tengelyéhez egy pontencióméter /P/ csatlakozik közvetlenül, amely az elektroncső /E/ előfeszültségét negatív irányba tolja el. Ennek hatására a cső anódárama esik, ami szélső értékben az anódköri relé leoldásához vezet. Következésképpen /M/ motor áramköre szakad, tehát leáll. A szelep és a potencióméter tengelye olyan módon vannak összekapcsolva, hogy a szelep zárásával egyidejűleg a cső előfeszültsége, /P/ potencióméter elfordulásával, az alsó szélső értékre esik.



6. ábra

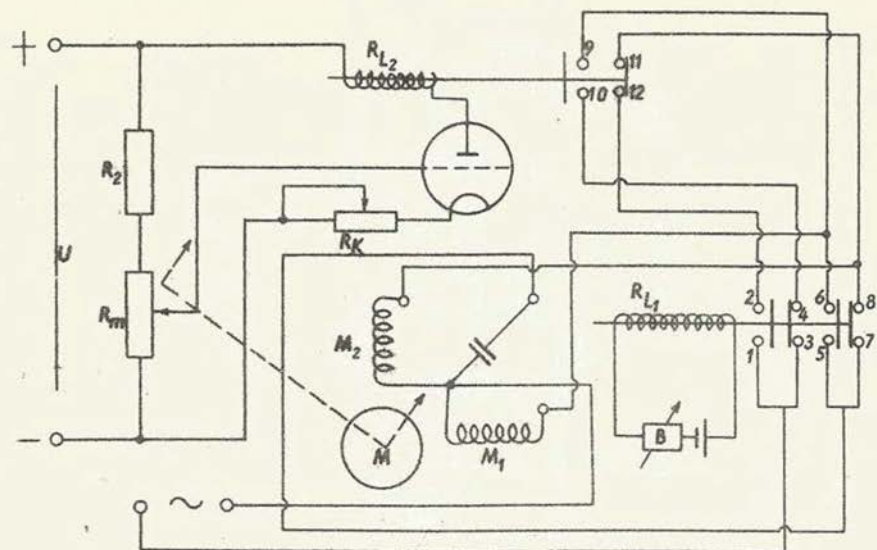
A hőmérséklet csökkenésével a /B/ bimetal érintkezői megszakadnak, / R_{L1} / relé elenged, ezáltal záródnak a motor negatív forgásirányát biztosító érintkezők, a szelep nyit, a gép hőmérséklete a gőzbeáramlás következtében emelkedik. A gőzszelep nyitásával egyidejűleg azonban az elektroncső előfeszültsége is növekszik, majd a pozitív szélső értékben / R_{L2} behuzóárama/ a relé behuz, így az /M/ motor ismét leáll.

A rendszer villamos kapcsolási vázлата a 7. ábrán látható, ahonnan a forgásirányváltóztatás kapcsolástechnikája könnyen megérthető.

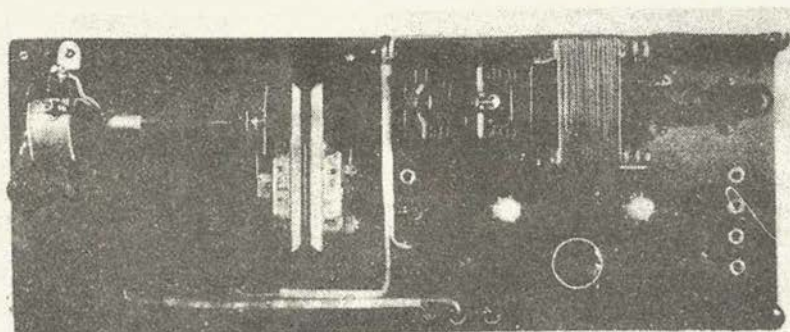
Eszerint /B/ bimetal jelenleg / R_{L1} / áramkörét feloldotta, az elengedve tart, /M/ motor / M_1 / tekercse feszültséget kapott /negatív forgásirány/, aminek következtében az elektroncső előfeszültsége megnövekedett, / R_{L2} / behuzott és megszakította / M_1 / áramkörét. A rendszer pillanatnyilag nyugalomban van, a gőzszelep nyitva, a szabályozott szakasz hőmérséklete emelkedik.

A műszerkomplexum modelljét egyébként a 8. ábra szemlélteti.

A kép baloldalán látható a /P/ potencióméter és az irányváltós /M/ motor. A szelepet, amely a potencióméter tengelyével van kapcsolatban, a modell nem tartalmazza. Az ábra jobb oldalán



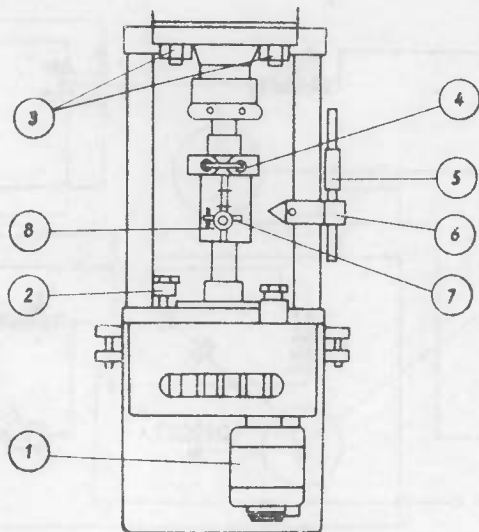
7. ábra



8. ábra

R_{L1} / és R_{L2} / , továbbá az elektroncsövek, kapcsolók, beszábo-
 zók, jelzőlámpák és a csatlakozási hüvelyek láthatók.

A modell baloldali részét, a szervomechanizmus gyakorlati
 felépítését a 9. és 10. ábrák szemléltetik.



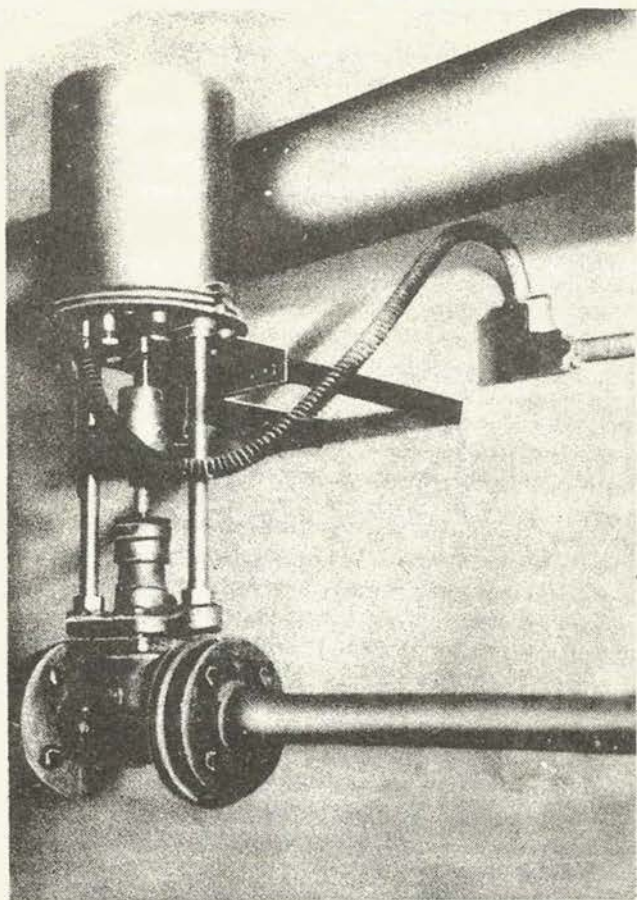
9. ábra

A szervorendszer főbb elemei a következők:

1. vezetőrés
2. kéziszabályozást szolgáló túske
3. biztosítószeg
4. irányváltós szelepmotor
5. zsirzó
6. vezetőcsavar
7. rögzítőcsavarok
8. pozíciójelző

Megjegyezni kívánjuk, hogy az ismertetett szabályozórendszer nem tartalmaz "rugalmas visszavezetést", ami esetleg túlszabályozásokat eredményezhet, különösen nagyobb teljesítményű hőprések-nél.

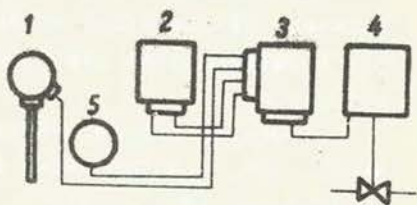
Rugalmas visszavezetéssel a rendszer mintegy előrefigyelmeztetést kap a megfelelő értelmű beavatkozás befejezésére, hogy a tehetetlenségből adódó túlszabályozási jelenségeket elkerüljük. Erre mutat példát a 11. ábrán látható blokk-vázlat.



10. ábra

Az egyes blokkok jelentése
a következő:

1. hőérzékelő
2. rugalmas visszavezetés
3. differenciál-relé
4. motorszelep
5. alapjelbeállító

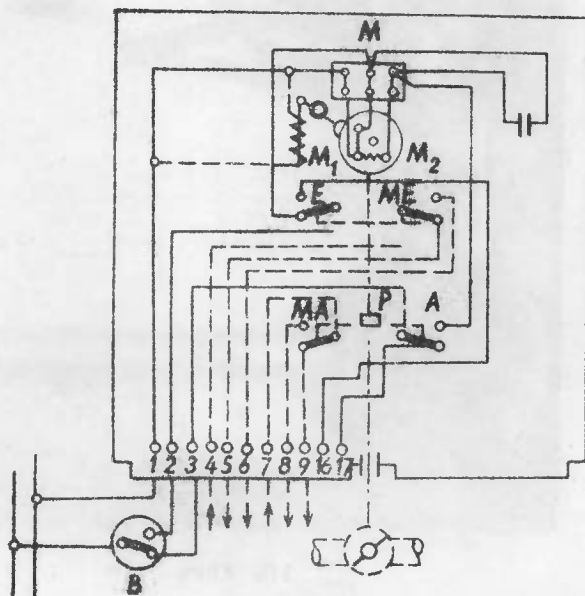


11. ábra

2/V. Elektromechanikus, kontaktrendszerű gőzszelepszabályozó rendszerek

A szabályozó, mint a nevéből is következik, elektroncsöveket nem tartalmaz, az irányváltás, illetőleg a szervomotor megfelelő idejű ki- és bekapcsolása ütközőkontaktusok segítségével történik.

Kövessük a rendszer működését a 12. ábráról.



12. ábra

Amennyiben a /B/ bimetal /0-2/ állásba kerül, /M/ motor /M₁/ tekercse /E/ kapcsoló révén feszültséget kap, tehát a motor negatív forgásirányban lép üzembe. A szelep nyit, a prés hőmérséklete emelkedik.

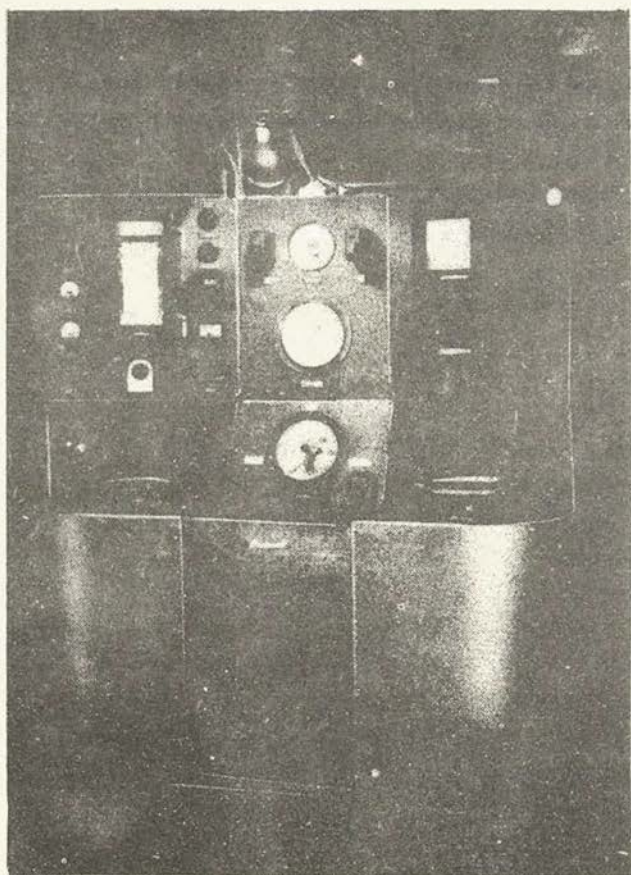
A szelep teljes nyitásakor /P/ perem /E/ és /HE/ kapcsolókat átbillenti, a motor tehát leáll. Előzetesen azonban /P/ perem távolodásával /HA/ és /A/ is átkapcsoltak, így tehát a motor már az ellentétes, pozitív forgásirányra van előkészítve.

A hőmérséklet emelkedésének hatására /B/ /O-3/-ra fog útkapcsolni, aminek hatására az előbb leírt folyamat teljesen hasonlóan, de ellentétes irányban fog lezajlani.

Az ábrán látható, nyilakkal ellátott kapcsok a szelepszár pozíciójának jelzőlámpákkal történő helyzetmegítélésére szolgálnak.

A Faipari Kutató Intézetben a fent ismertetett elektromechanikus gőzszelepszabályozót építettük meg, amelyet a nyomásszabályozó műszerkomplexummal egy kezelő szekrényben foglaltunk össze. Ilyen módon a műszerszekrény faipari présgépek nyomásának és hőmérsékletének elektromos úton történő szabályozására, továbbá mérésére, illetve regisztrálására alkalmas.

Az említett műszerszekrényt a 13. ábrán mutatjuk be.



13. ábra

A kép baloldalán láthatók a nyomás-alapjel beállítók, a hőfokregiszter, a pozíciót jelző lámpák, átkapcsolók, indítógombok, továbbá az elektronikus szabályozó ellenőrzését szolgáló alaplmszerek, középpütt a potencióméter-manométer, a gőznyomásmérő és a kontaktmanométer, jobboldalon pedig a nyomásregiszter, illetőleg a szivattyumotorok indítógombjai.

Mint látható a nyomás szabályozására két műszerkomplexumot, kontakt-, és potencióméter-manométeres szabályozórendszert építettünk be. Ennek célja, hogy az egyenlőre még megfigyelés alatt álló elektronikus berendezés meghibásodása esetén a gép szabályozásának zavartalansága a kontakt-rendszerrel biztosítva legyen.

IRODALOM

- Frigyes A.: Elektrotechnika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1951.
Barta I.: Rádiókészülékek és erősítők. Tankönyvkiadó. Budapest, 1956.
Ruska L.: Egyszerű átkapcsolórendszerek kontaktmanométerhez. Magyar Fizikai Folyóirat, 1959. 7.

A NAGYFREKVENCIÁS MŰGYANTÁS FARAGASZTÁS ÉS AZ ELSŐ HAZAI
TAPASZTALATOK*

ifj. Kolosváry Gábor
tudományos főmunkatárs

BEVEZETÉS

Közleményünk célja, a nagyfrekvenciás műgyantás faragasztással kapcsolatban végzett hazai kísérletek ismertetése.

A technika gyorsütemű fejlődése megköveteli, hogy a nagyfrekvenciás műgyantás faragasztást hazánk minden olyan faipari üzemében bevezessék, ahol ennek az eljárásnak alkalmazása önköltségcsökkentést és minőségjavulást eredményez. Ennek azonban előfeltétele, hogy a magyar faipar mérnökei ismerjék a nagyfrekvenciás ragasztás lényegét és alkalmazásának lehetőségeit.

Közleményünkben közreadjuk a Faipari Kutató Intézetben e téren végzett kutatómunkánk érdekesebb eredményeit, továbbá az e téren szerzett gyakorlati tapasztalatokat, melyeket a Faipari Kutató Intézet kutatás-programjának megvalósítása során az Ujpesti Rádiószekrénygyárban szereztünk. Ezen a helyen mondunk köszönetet az Ujpesti Rádiószekrénygyár műszaki vezetőinek, akik segítőkészségükkel és a kutatómunkába való bekapcsolódásukkal lehetővé tették, hogy az első Magyarországi nagyfrekvenciás ragasztóüzem 2 db 5 kw-os generátorral már 1957. óta üzemszerűen termel.

I. A NAGYFREKVENCIÁS MELEGÍTÉS ELMÉLETE

Mindenekelőtt határozzuk meg, mit is értünk nagyfrekvenciás műgyantás faragasztás alatt.

Ennél a ragasztási módnál a ragasztó hőre keményedő szintetikus műanyag, mit folyékony állapotban viszünk fel az összera-

* 1955-1958. években végzett kutatás

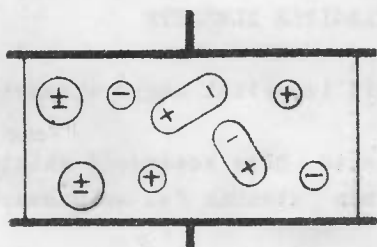
gasztandó felületre. A ragasztó megkeményedéséhez szükséges hőfokot azáltal érjük el, hogy a ragasztandó objektumot nagyfrekvenciás elektromos erőtér hatásának tesszük ki. Az erőtér hatására a fában és a ragasztóanyagban meleg fejlődik, a ragasztóanyag megkeményedik és maradandó kötést létesít a két felület között. A melegítés elvileg hasonló az orvosi gyakorlatban alkalmazott diathermiás melegítéshez.

A nagyfrekvenciás melegítésnek két fajtája használatos. Az egyik az indukciós, a másik a dielektromos melegítés. Míg az első esetben az elektromosan jól vezető anyagokat /fémeket/ a bennük indukálódó örvényáramok melegítik fel, addig a második esetben szigetelőanyagokat melegítünk fel, a bennük létrejövő dielektromos veszteségek útján. Mivel a fa és a használatos ragasztóanyagok a szigetelők közé tartoznak, felmelegítésükre a dielektromos melegítés használatos. A továbbiakban csupán a nagyfrekvenciás dielektromos melegítés elméletét és gyakorlati alkalmazását fogjuk tárgyalni.

A dielektromos melegítés lényegének megértéséhez az alábbi megfontolás vezet:

Ha egy kondenzátor két fegyverzete közé valamilyen szigetelőanyagot helyezünk /1. ábra/, és a lemezek között feszültségkülönbséget hozunk létre, a lapok között elektromos erőtér alakul ki. Ennek hatására a szigetelőanyag molekuláiban a pozitív és negatív elektromosság súlypontja eltávolodik egymástól, illetve ha már eleve nem esett egybe a két töltés súlypontja, úgy ezek dipólus momentuma megnő. Az ilyen molekulákat, ahol a pozitív és negatív töltés súlypontja egymástól bizonyos meghatározott távolságra van, poláris molekuláknak nevezzük. Dipólus momentum alatt pedig a pozitív és negatív elektromosság súlypontjában elhelyez-

kedő töltések nagysága és a köztük lévő távolság szorzatát értjük. A töltés eltolódás következtében a molekulák deformációt szenvednek, ha pedig már eleve rendelkeztek dipólus momentummal, a külső elektromos erőtér a deformáció előidézésén kívül irányítani is igyekszik a molekulákat, és azok az elektromos tér irányába beállani igyekeznek, azaz po-



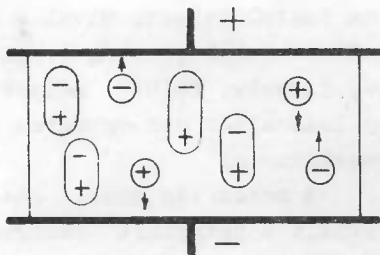
1. ábra

zitiv végükkel a negatív, negatív végükkel pedig a pozitív fegyverzet felé fognak fordulni.

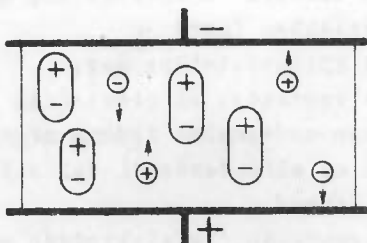
Az esetben, ha a dielektrikumban szabad ionok is vannak, azok a nagyfrekvenciás áram periodusának megfelelően rezgéseket végeznek /2. ábra/.

Ha a kondenzátor lemezei között lévő erőtér iránya megváltozik, a polarizációs jelenségek ellentétes irányban játszódnak le /3. ábra/.

A töltések elmozdítása és a dipol-molekulák átfordítása csak munka útján lehetséges, mely a dielektrikumban mint fejlődő hő jelentkezik. Világos, hogy minél gyakrabban változik az elektromos erőtér iránya, annál nagyobb lesz az időegység alatt fejlődő melegmennyiség.



2. ábra



3. ábra

Számottevő hőeffektusra tehát 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.

A melegítendő dielektrikum 1 cm^3 -ében hővé átalakuló energia nagyságát a következő összefüggés adja:

$$N = 5,56 \cdot 10^{-7} \cdot V^2 \cdot f \cdot \xi \cdot \text{tg } \delta \text{ W/cm}^3$$

ahol:

V = az elektródák közötti térerősség V/cm-ben

f = a nagyfrekvenciás áram frekvenciája MHz-ben

ϵ = a dielektrikum vákuumra vonatkoztatott dielektromos állandója

$\operatorname{tg} \delta$ = a dielektrikum veszteségi tényezője.

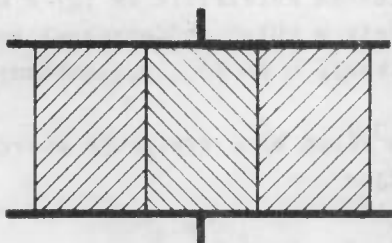
Nagyfrekvenciás faragasztás esetén az elektródák között fából és ragasztóanyagból felépített rétegelte szerkezetű dielektrikum foglal helyet. Mivel a fának és a ragasztóanyagnak mások azok a fizikai tulajdonságai /dielektromos állandó, veszteségi tényező, fajszuly, fajhő/ melyek a felmelegedés sebességét megszabják, nyilvánvalóan nem egyforma gyorsan fog felmelegedni a fa és a ragasztóanyag.

A melegítés annál gazdaságosabb, minél nagyobb hányada fordítódik a betáplált energiának a ragasztóanyag és minél kevesebb a fa felmelegítésére. Ahhoz azonban, hogy ezt az arányt kiszámíthassuk, nem elég ismerni a fa és a ragasztóanyag említett fizikai állandóit, hanem ismernünk kell a fa, a ragasztóanyagréteg és az elektródák kölcsönös térbeli helyzetét is, mivel az energia eloszlása ettől nagymértékben függ.

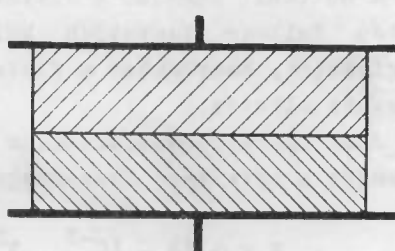
Három fő esetet különböztetünk meg:

1. Párhuzamos elrendezés. Az elektródák úgy vannak elhelyezve, hogy az elektromos erővonalak iránya megegyezik a ragasztóréteg irányával. Ezzel az elrendezéssel valósítható meg az ún. szelektív melegítés /4. ábra/.

2. Merőleges elrendezés. Az elektródák elhelyezése következtében az elektromos erővonalak iránya merőleges a ragasztási felületre /5. ábra/.



4. ábra



5. ábra

3. 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. Ez erővonalak a két elektródát ivszerűen kötik össze, miközben áthaladnak a melegítendő tárgy felületi rétegein is és a ragasztóréteget felmelegítik /6. ábra/.

Nézzük meg, hogy a fa, illetve a ragasztóréteg térfogategységében abszorbeált energiamennyiségek milyen arányban állanak egymással a különböző elektróda elrendezéseknél.



6. ábra

Vizsgáljuk meg először a párhuzamos melegítés esetét.

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{\epsilon_2 \cdot t_g \cdot \delta_2}{\epsilon_1 \cdot t_g \cdot \delta_1}$$

ahol:

- ϵ_1 = a fa dielektromos állandójával
- $\text{tg } \delta_1$ = a fa veszteségi szögével
- ϵ_2 = a ragasztóanyag dielektromos állandójával
- $\text{tg } \delta_2$ = a ragasztóanyag veszteségi szögével
- N_2 = a ragasztóréteg térfogategységében keletkező melegmennyiséggel.
- N_1 = a fa térfogategységében keletkező melegmennyiséggel.

$$\frac{N_2}{N_1}$$

értéke átlagos dielektromos tulajdonságu fát és ragasztóanyagot véve alapul

$$\frac{25 \cdot 0,7}{4 \cdot 0,05} = 87,5$$

Merőleges elektróda elrendezés esetén:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{\epsilon_1 \cdot \text{tg } \delta_2}{\epsilon_2 \cdot \text{tg } \delta_1}$$

Számértékileg:

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

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.

II. A RAGASZTÁSOKNÁL FELHASZNÁLT FAANYAG

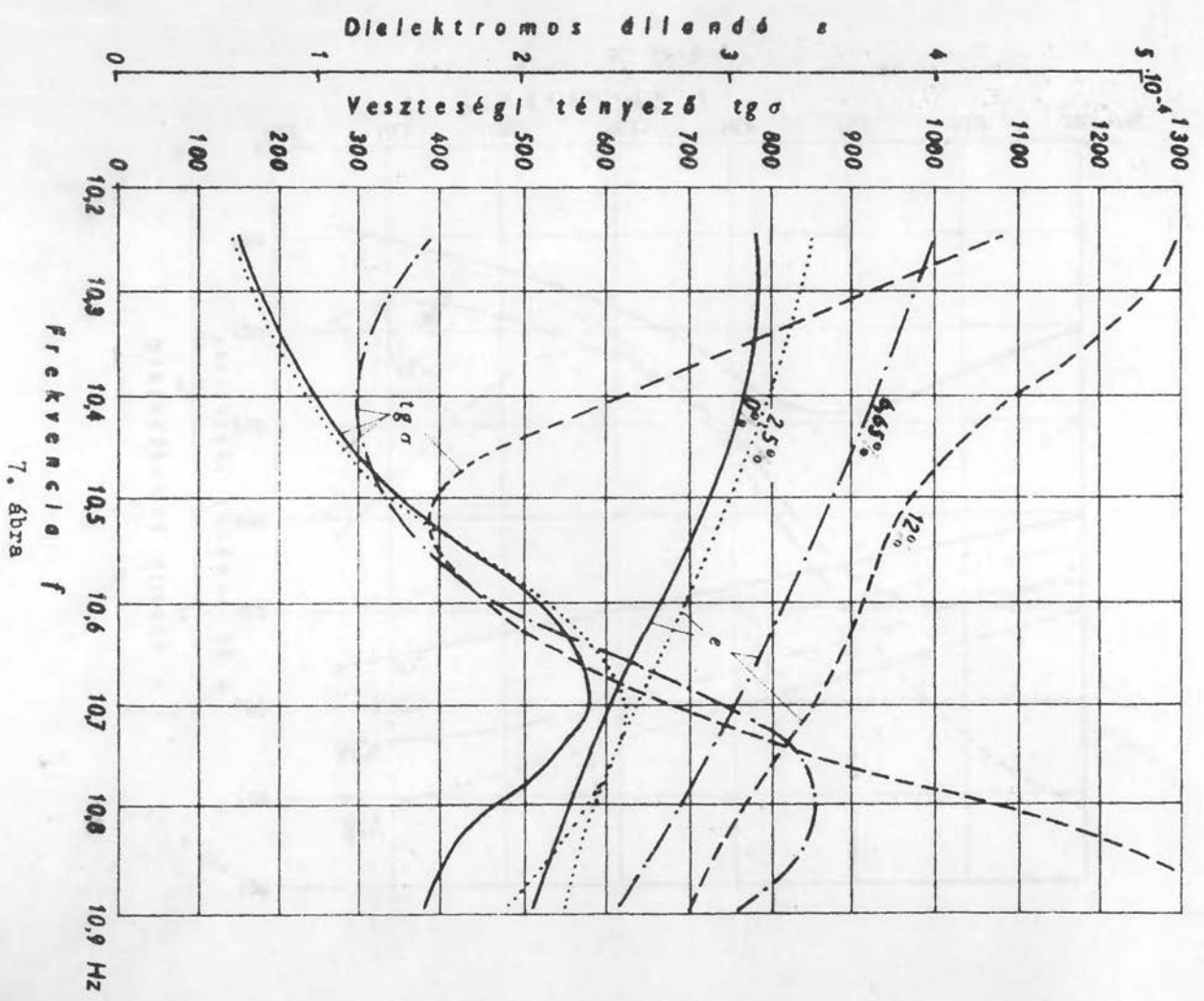
Ebben a fejezetben megvizsgáljuk, mitől függnek a fa dielektromos tulajdonságai. Az adatokat, mivel megfelelő mérőműszerrel nem rendelkezünk, az irodalomban található szakközleményekből merítettük. A 7. és 8. ábrák a dielektromos állandó és a veszteségi szög változását mutatják a frekvencia függvényében, különböző nedvességtartalmu bükkfa esetében. Az első rajzon az erővonalak a fa rostjaival párhuzamosak, a második esetben erre merőlegesek.

A 9. ábrán a dielektromos állandó és a fanedvesség közötti összefüggést látjuk, 2 MHz-frekvencián.

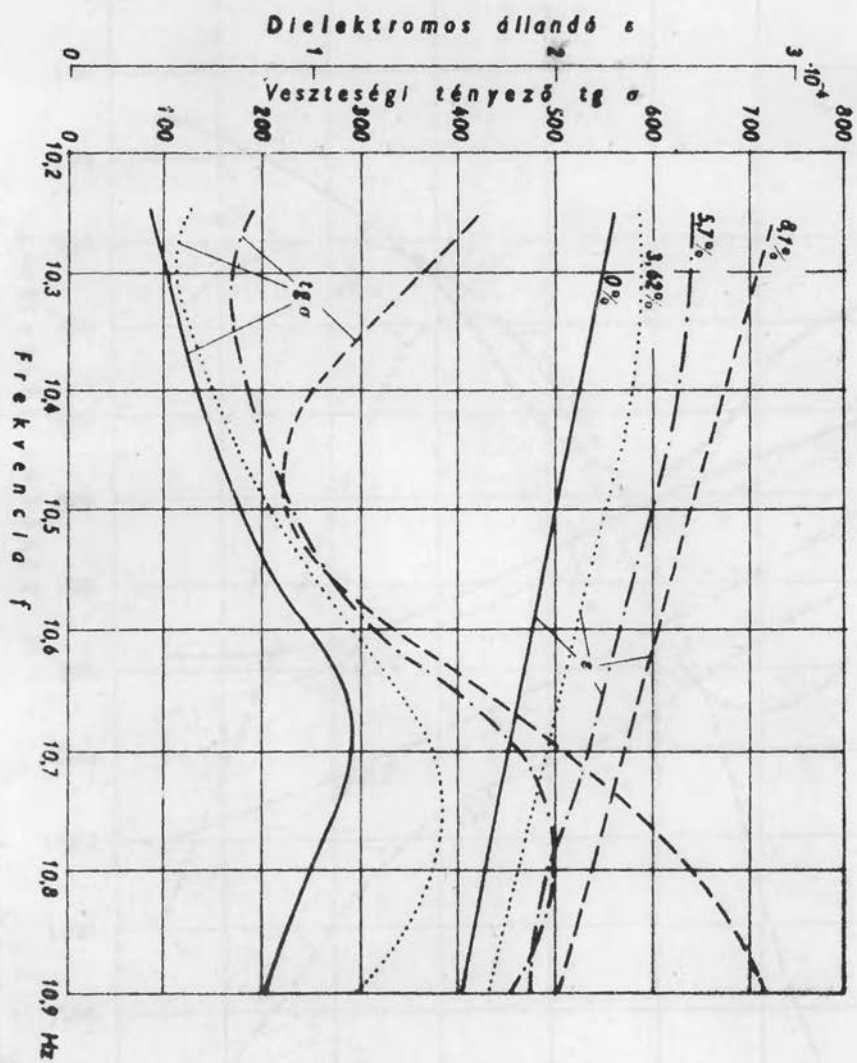
A 10. ábrán bemutatjuk, hogyan változik a dielektromos állandó a fa fajsúlyától függően különböző nedvességtartalom mellett.

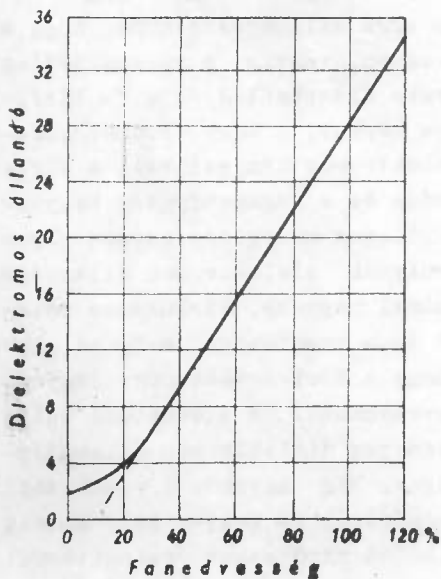
A dielektromos állandó a hőmérséklettől is függ. Ezt szemlélteti a 11. ábra.

A fenti összefüggések ismerete azért szükséges, mivel a fának néhány fizikai jellemzője /hőmérséklet, nedvességtartalom/ a dielektromos melegítés folyamán megváltozik, ez a fenti összefüggések értelmében maga után vonja a dielektromos állandó és a veszteségi tényező megváltozását, ami viszont a generátor külső munkakörének elhangolódásához vezet, miáltal a felmelegedés sebessége erősen lelassul. Ezenkívül a fenti összefüggések ismerete esetén ki tudjuk számítani, hogy a fában lévő inhomogenitások a melegítés során milyen mértékben befolyásolják a melegítés egyenletességét.



7. ábra
Frekvencia f





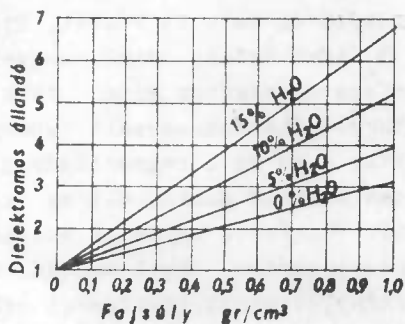
9. ábra

III. A RAGASZTÓANYAG ÉS ANNAK TULAJDONSÁGAI

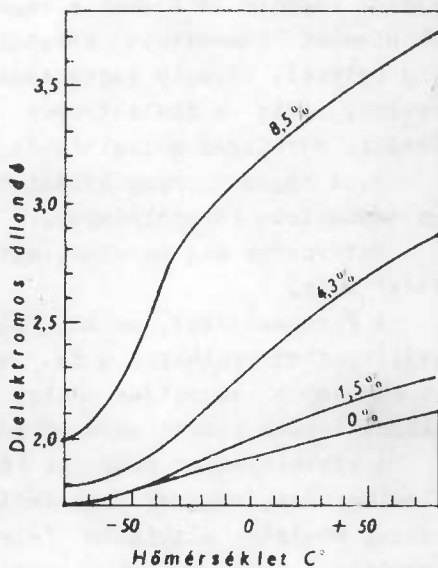
A nagyfrekvenciás faragasztáshoz használandó ragasztóanyag több, speciális követelménynek kell megfeleljen. Mászóval a faiparban használatos ragasztóanyagok közül nem mindegyik alkalmas nagyfrekvenciás ragasztás céljára. Ha tökéletes eredményt akarunk elérni a ragasztások során, olyan ragasztóanyagra van szükség, mely a nagyfrekvenciás ragasztás speciális követelményeit kielégíti. Ezeket a követelményeket fogjuk most ismertetni.

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

A közölt képletek megadják, miképpen függ a ragasztóanyag és a fa dielektromos jellemzőitől az az arány, mely kifejezi, hogy a



10. ábra



11. ábra

ragasztandó tárgyba betáplált energia hogyan oszlik meg a ragasztóréteg és a fa között. Nyilván arra kell törekednünk, hogy a N_2/N_1 tört értéke minél nagyobb legyen, vagyis a ragasztóréteg térfogategységében minél több energia absorbeálódjék a fa térfogategységében absorbeált 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 használni, melynek dielektromos állandója kicsiny, viszont veszteségi szöge minél nagyobb. Párhuzamos melegítésnél a dielektromos állandónak és a veszteségi szögnek egyaránt nagynak 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 veszteségi szög értékét, bármely ragasztási feladatról is legyen szó, mindig növelni, addig a dielektromos állandót párhuzamos melegítésnél növelni, merőleges melegítésnél pedig csökkenteni lenne célszerű.

2. A ragasztóanyag kötési hőfokával és a kötési idővel szemben támasztott követelmények.

Határozzuk meg először, mit is értünk kötési hőfokon, illetve kötési időn.

A faragasztókat, az un. filmenyv kivételével, folyékony halmazállapotban kenik fel a fa felületére, majd a bekent felületet egymáshoz szoritják addig, míg a folyékony ragasztó szilárd halmazállapotú kemény anyaggá nem válik.

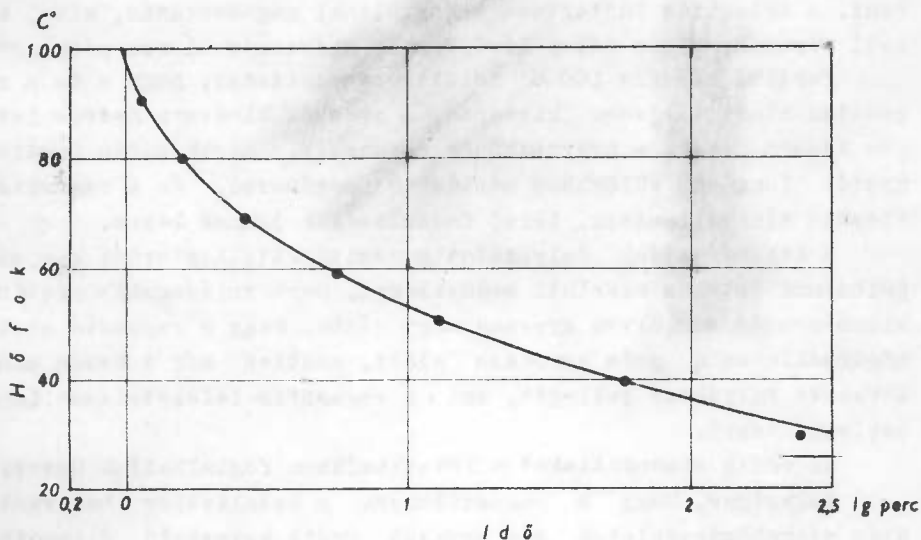
A kikeményedést több ok idézheti elő. Pl. a ragasztóanyag felmelegítése, vegyszer hozzáadása, a két eljárás együttes alkalmazása, emulzió alakjában felvitt ragasztóanyagnál az emulzió koagulálása /pl. polivinilacetát ragasztó/, oldatban felvitt ragasztónál az oldószer eltávolítása következtében a ragasztó beszáradása /pl. bőrenyv/ stb.

A nagyfrekvenciás faragasztás céljára hőre keményedő műgyantákat alkalmazunk. E ragasztók készítése során a kiindulási monomerekből melegítés hatása alatt polikondenzációs termékek jönnek létre. Mikor a termék a megfelelő polikondenzációs fokot elérte, lehűtéssel, esetleg a pH megváltoztatásával a reakció sebességét annyira lecsökkentjük, hogy az elkészült műgyanta hónapokig megőrizi 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 át. A ragasztóanyag lekötéséhez szükséges időt kötési időnek, az alkalmazott hőfokot pedig kötési hőfoknak nevezük.

A ragasztás előtt egyes ragasztóanyagokba segédanyagokat kevernek. Ennek célja egyrészt a tökéletes kikeményedéshez szükséges reakció-komponens bevitele /pl. paraformaldehid a rezocin alapú műgyanták esetén/, másrészt a kikeményedés során lejátszódó folyamat gyorsítása és megfelelő irányba terelése /pl. ammonium-klorid, sósav, szerves szulfonsavak 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 /12. ábra/.



12. ábra

Mivel a nagyfrekvenciás melegítéshez szükséges elektromos energia drága, a kötési időnek minél rövidebbnek kell lenni. A kötési időt csökkenteni lehet a ragasztási hőmérséklet emelésé-

vel, továbbá a kötési folyamat sebességét gyorsító segédanyagok adagolásával. Mindkét lehetőségnek azonban határai vannak.

A ragasztási hőmérsékletet nem célszerű $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé emelni a következő okok miatt. A ragasztásoknál használt fa mindig tartalmaz több-kevesebb nedvességet. Az ilyen vizet tartalmazó fát nagyfrekvenciás uton melegítve azt tapasztaljuk, hogy a fa hőmérséklete a betáplált energiától függően bizonyos sebességgel egyenletesen emelkedik.

Minél magasabb azonban a fa hőmérséklete, a benne lévő víz párolgása annál intenzívebb lesz, és a betáplált energiának egyre kisebb része fordítódik a fa felmelegítésére és egyre több a víz elpárologtatására. $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölött megindul a fa nedveinek forrása, a fa hőmérsékletének emelkedése hirtelen lelassul és mindaddig nem is emelkedik számottevően, míg a víz a fából teljesen el nem távozott. Tekintve, hogy a falemezek között lévő ragasztóréteg igen vékony, annak hőmérséklete különösen merőleges irányu melegítés esetén nem haladhatja meg számottevően a szomszédos farétegek hőmérsékletét. Ezért, ha a ragasztót $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé akarjuk melegíteni, a melegítés időtartama aránytalanul megnövekszik, mivel meg kell várnunk, amíg a fában lévő összes nedvesség el nem párologott.

További hátrány $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölötti ragasztásnál, hogy a fa a ragasztás alatt teljesen kiszárad. A présből kivéve a nedves levegőn lassan beáll a higroszkópos 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 tuladagolás esetén a kikeményedés már olyan gyorsan megy végbe, hogy a ragasztó 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 egy-két óráig keverhető állapotban maradjon, továbbá $90\text{--}100\text{ }^{\circ}\text{C}$ között a lehető legrövidebb idő alatt kikeményedjék. Pontosabban megfogalmazva, a katalizátorral bekevert gyanta kikeményedési folyamatának sebességi állandója $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on alul /maximális munkahely-hőmérséklet/ alacsony legyen, $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on felül pedig minél rohamosabban emelkedjék.

IV. AZ ALKALMAZOTT RAGASZTÓANYAG KIVÁLASZTÁSA

Ezek a követelmények a karbamid típusu gyantáknál általában megvannak. A fenol - fenolhomolog gyanták közül pedig az intézet által kidolgozott FAKI A ragasztó felel meg a célnak. Ez utóbbinak meghatároztuk a dielektromos állandóját és veszteségi szögét is. A dielektromos állandót $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 18-nak, $\text{tg } \delta$ -t pedig 1,17-nek találtuk. A méréseket General Radio típusú nagyfrekvenciás mérőhiddal végeztük. A kapott értékek közül a dielektromos állandó kevesebb, $\text{tg } \delta$ pedig nagyobb a nagyfrekvenciás ragasztáshoz használt ragasztók átlagos hasonló értékeinél. A mért adatokból azt a következtetést vontuk le, hogy a FAKI A ragasztó főleg merőleges elektróda elrendezésnél használható előnyösen.

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 enyvek meleg hatására nem keményednek meg, hanem ellenkezőleg, meglágyulnak és gél állapotból folyékony szől állapotba mennek át. Ezért első pillanatban a nagyfrekvenciás melegítés alkalmazása paradoxonnak tűnik.

A glutinenyvet a következő megfontolások alapján alkalmazzuk a nagyfrekvenciás faragasztásnál. A ragasztáshoz zselatinnal feljavított, a szokottnál nagyobb sűrűségű enyvoldatot készítünk. Felkenjük az összeragasztandó felületre, majd azokat egymásra rakva, a présbe helyezzük. A sűrűbb enyv, felkenés után rövidesen megkocsonyásodik 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 felesleges mennyiség pedig a fugákból kinyomódik. A további melegítés hatására az enyvoldatból víz távozik el, miáltal annak szárazanyagtartalma emelkedik. Meghatározott idő után kikapcsoljuk a nagyfrekvenciás áramot és a ragasztandó objektumot présbe szorítva lehűlni hagyjuk. Ekkor az enyv ismét megdermed.

Az eljárás előnyei a hideg uton végzett glutinenyves ragasztással szemben a következők. A présben tartás és pihentetés ideje lényegesen lerövidül, mivel a magas szárazanyagtartalmu enyv hama-

rabb szárad ki és éri el végleges szilárdságát. Az enyvezőhelyiséget nem szükséges oly melegre felfűteni, mint egyébként szokás, mivel a présberakás előtt az enyv megdermedése itt nem befolyásolja károsan a ragasztás szilárdságát.

IV. A NAGYFREKVENCIÁS MŰGYANTÁS RAGASZTÁS 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, legálábbis a jelenlegi energia árakat figyelembe véve.

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 nagymértékben 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 sorra vesszük 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 C°-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 pl. a legbelső részek hőmérséklete 6 óra múlva is csak mintegy 100 C°, addig a legkülső rétegek már néhány perc múlva átveszik a préslapok hőfokát. E lassu hőátadási folyamat következtében

az ilyen vastag darabok melegítése igen hosszúra nyúlik. A külső rétegeket a hosszantartó magas hőmérséklet erősen igénybe veszi és túlzott kiszáradás következtében megrepedeznek.

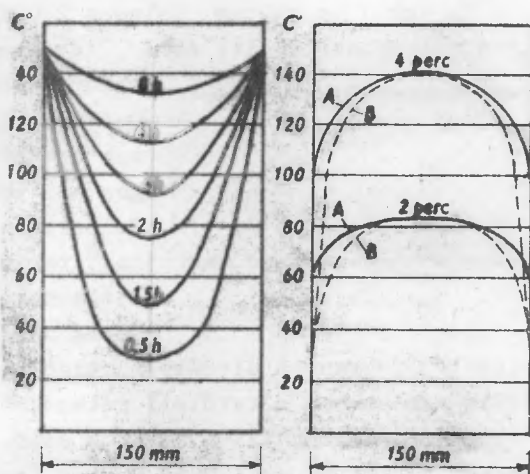
Nagyfrekvenciás melegítés alkalmazása esetén, mivel a meleg magában a fában keletkezik, annak egész tömege egyenletesen melegszik fel. Csupán a külső rétegek hőmérséklete lesz néhány fokkal alacsonyabb a felületi lehűlés következtében. Ezt a felületi lehűlést azonban hőszigeteléssel lényegesen csökkenthetjük.

Az itt elmondottakat jól szemlélteti Goldsteinnek immár klasszikussá vált két diagramja /13. 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 nézzük 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 vastagsága esetén 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 melegíteni két perc alatt a falemez belsejét a kívánt hőfokra. Mivel pedig a gőzüzemű vagy elektromos fűtőtestek beszerzési ára és üzemeltetése lényegesen olcsóbb a nagyfrekvenciás berendezés beszerzési áránál és üzemeltetésénél, bizonyos rétegvastagságon alul, ha egyéb ok nem szól mellette, a nagyfrekvenciás melegítés alkalmazása nem

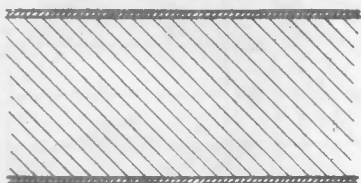


13. ábra

indokolt. Természetesen, ha mód van arra, hogy több vékony lemezt egyszerre tegyünk a 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 koeficiensétől, fajhőjétől, sűrűségétől, továbbá a ragasztandó objektum felépítésétől. Ez utóbbi tényező megvilágítására szolgáljon a következő két példa.

Ha egy 3 cm vastag falemez 2 oldalát akarjuk 0,5 mm vastag furnirral szinelni /14. ábra/, s a ragasztóanyag kötési hőfoka $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, akkor elegendő, ha a falemez hőfoka 0,5 mm mélységben eléri a $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot és nem szükséges, sőt egyenesen felesleges a 3 cm vastag fa egész tömegét felmelegíteni $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra. Mivel pedig a nagyfrekvenciás melegítés esetén a fatömbnek legkevésbé éppen a szélei melegszenek fel, a fenti esetben a

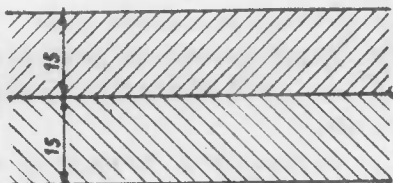


14. ábra

melegítés jobban és olcsóbban megoldható gőzüzemi fűtőtestekkel, melyek elsősorban a felületi rétegeket melegítik fel.

Ezzel szemben áll a második eset.

Ha pl. kettő db 1,5 cm vastag lapból akarunk összeragasztani egy 3 cm vastag tömböt /15. ábra/, akkor nagyfrekvenciás melegítést kell alkalmazni, mivel itt éppen ellenkezőleg az előbbi esettel, a középső zóna hőmérsékletének kell elérnie a $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot.



15. ábra

b/ A ragasztóanyag felmelegedési sebességének gyorsítása.

E fontos kérdés tanulmányozása végett vizsgáljuk meg, mitől függ a fa felmelegedési sebessége, a klasszikus kontaktmelegítés és a nagyfrekvenciás dielektromos melegítés esetén.

Kontaktmelegítést alkalmazva a melegített falemez egyik tet-szöleges X pontjának hőmérsékletét J.D.Mac.Lean a következő összefüggéssel írja le.

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

ahol

- t = az X pont keresett hőmérséklete
- t₁ = a préslapok hőmérséklete
- t₀ = a fa hőmérséklete a melegítés kezdetekor
- x = az 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 /λ/ a fajhőből /c/, és a faj-súlyból /R/ a következő összefüggés szerint:

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

Megjegyezzük, hogy az összefüggés, egyszerűség kedvéért, a melegítés közbeni hőveszteségeket 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 állandóin és kiindulási hőmérséklete adva vannak és így a présidő rövidítésére, ill. az elérhető hőfok növelésére csupán egyetlen út, a préslapok hőmérsékletének emelése kínálkozik. Ennek azonban határt szab az a körülmény, hogy a fa 200 C° körül már bomlani kezd, ami a ragasztott tömb külső rétegeinek szilárdság-csökkenéséhez vezet. Így egy bizonyos vastagságu fa belsejét egy meghatározott hőmérsékletre nem tudjuk gyorsabban felmelegíteni, mint ahogy az előbbi képletből kiszámíthatjuk az esetben, ha a préslapok hőmérsékletét a maximális 200 C°-ra emeljük.

Egészen más a helyzet a nagyfrekvenciás dielektromos melegítés esetén. Itt a felmelegedés sebességét a következő összefüggés fejezi ki.

$$\frac{dT}{dt} = \frac{5,56 \cdot 10^{-7} \cdot v^2 \cdot f \cdot \epsilon \cdot \tau \cdot d \cdot \eta \cdot t}{4,18 \cdot \rho \cdot c}$$

A betűk értelmezését az I. fejezetben, a képletek után már megadtuk.

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

Mivel a fizikai állandói ismét adottak, a felmelegítés sebességét a térerősség és a frekvencia növelésével emelhetjük. A gyakorlatban a legegyszerűbb az elektródára adott feszültség emelésével a térerősséget növelni. Ennek határt szab ugyan a melegítendő anyag elektromos átütő szilárdsága, azonban ez a határ feszültség már oly rövid melegítési időket eredményez, amire rendszerint nincs is már szükség.

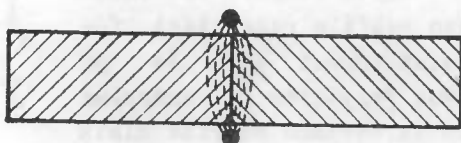
Olyan üzemekben, ahol a ragasztás /annak hosszú ideje következtében/ szűk keresztmetszetet képez, nagy jelentősége van a ragasztási idő lerövidítésének. Mivel a ragasztás ideje a generátortól függ, ha szükséges, lerövidíthető akár 30-40 msádopercre is, megfelelő teljesítményű generátor beállításával.

Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a gyors ragasztási időkből rejlő előny csak akkor használható ki tökéletesen, ha a nagyfrekvenciás generátort megfelelő kapacitású és korszerű, pl. pneumatikus présekkel szereljük fel. A generátor gazdaságos kihasználása érdekében szükséges, hogy az több prést szolgáljon ki. Mihelyt egy melegítési folyamat befejeződött, a generátor rövid idő alatt átkapcsolandó a következő présszerszámban lévő elektródákra, mielőtt az előtte melegített présből megkezdhető a leragasztott anyag kivétele. A generátort ugyanis, noha a melegítés szünetében nem fogyaszt sok áramot, mégsem célszerű üresen járni, mivel adó és egyenirányító csövei továbbra is fűtés alatt állanak és így élettartamukban 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 prés-

ből való kiszedése addig tart, míg maga a melegítés, elérhetjük azt az ideális állapotot, hogy a generátor üres járata ideje egy-egy melegítés között csak a tápvezeték átkapcsolási idejére korlátozódik és a folyamatos üzemhez csupán 3 prészerszám szükséges. Az elsőbe a befogás, a másodikban a melegítés, a harmadikból pedig a kiszedés történik. Az esetben, ha a présbefogás és kivétel igen rövid idő alatt megy végbe, elegendő egy prés alkalmazása is. Ez esetben az üres járatidő 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 közvetlen környezete melegedjék fel, míg az attól távolabb eső farészek hidegen maradnak és így energiát nem fogyasztanak.

Világítsuk meg a kérdést, egy példával. Két lécet akarunk egymással összeragasztani. Ez esetben ha a rudalakura kiképzett elektródákat a ragasztási él mentén helyezük el, az erővonalak a ragasztórétegben sűrűsödni fognak /16. ábra/.

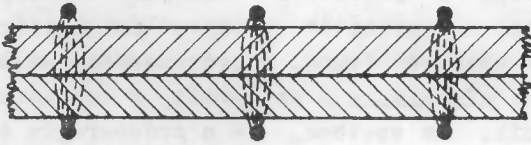


16. ábra

Világos, hogy ebben az esetben az energia felhasználása 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 lehetőséget.

Feladatunk legyen pl. 2 vékonyabb falemezek lapjával való egymáshoz ragasztása. Ez esetben az összeszorított lemezek két oldalára egy-egy rácsszerűen kiképzett elektródát helyezünk. A rácsnak megfelelően a ragasztóréteg csak bizonyos pontokon fog



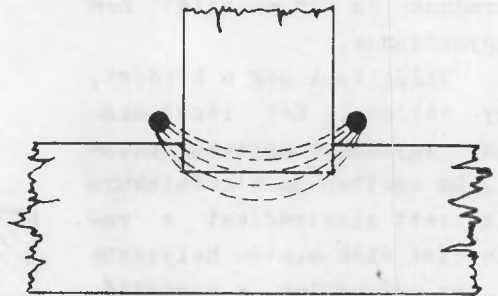
17. ábra

kikeményedni és kötést létesíteni a lemezek között /17. ábra/.

E kötés azonban már elég szilárd ahhoz, hogy a két lemez a présből kivethető legyen. A kibakelizált vonalak közötti

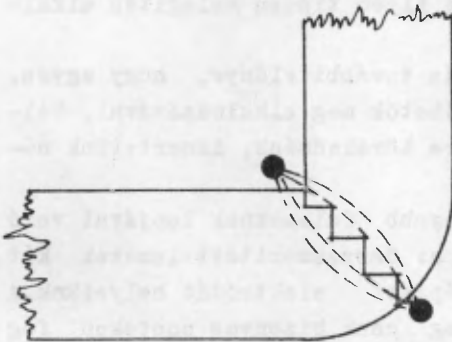
ragasztóréteg ezután szobahőmérsékleten egy-két nap alatt szintén leköt és a ragasztás eléri végleges szilárdságát. Olyan esetekben, ahol bonyolult formák ragasztásáról van szó, sokszor nem tervezhető olyan hőprés, amivel a ragasztás könnyen kivitelezhető lenne. Megfelelően kiképzett elektródákkal azonban a probléma áthidalható. Példának két illesztést mutatunk be /18., 19. ábra/.

Egyes faipari üzemekben igen sokféle ragasztási folyamat fordul elő és az egyes feladatok az aránylag kis darabszámú szériák miatt gyakran változnak. Ilyen esetekben a gyárnak, még hidegen



18. ábra

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 üzembe állítása feleslegessé teszi a régi szerzőt.



19. ábra

A nagyfrekvenciás melegítésnél azonban a prészszerzőt

fából és műanyagból készíthető el, melegítő elektródák gyanánt pedig alumíniumlemez vagy cső használható. Ezek a szerszámok a gőzfűtésű vassablonok előállítására töredékéből készíthetők el, azonkívül a gyorsabb ragasztási idők miatt adott napi le-
ragasztandó 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. Kontaktmelegítést alkalmazva, az anyag melege-
dése a présbe helyezéssel kezdődik és lehűtéséhez a présből ki kell venni.

Nagyfrekvenciás ragasztásnál viszont a melegítést bármikor abba lehet hagyni, ill. újra meg lehet indítani. Ennek szüksége különösen kísérleti ragasztásoknál merülhet fel.

VI. KISÉRLETI BERENDEZÉSEINK ISMERTETÉSE, ELMÉLETI JEL- LEGŰ VIZSGÁLATOK

Mielőtt a tulajdonképpeni kísérletek ismertetését elkezde-
nénk, ismertetjük a rendelkezésre álló berendezést és a hozzátar-
tozó műszereket.

A Faipari Kutató Intézetben végzett kísérleteknél nagyfrek-
venciás áramforrásul egy Tesla GU 5 generátor szolgált. Ennek
fontosabb műszaki adatai a következők:

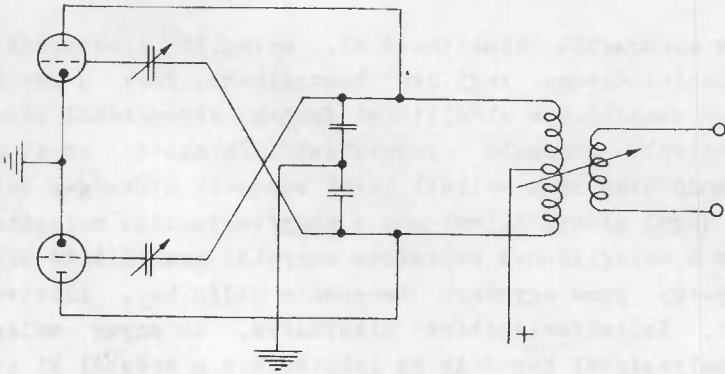
üzemi frekvencia	18 MHz
hálózatból felvett teljesítmény	
teljes terhelésnél	8 kW
nagyfrekvenciás kimenő teljesítmény	3,5 kW
dielektromos fűtőteljesítmény max.	50 kal/perc
nagyfrekvenciás feszültség	3000-7000 volt

Az egyenirányító rész 4 db Graetz-kapcsolású, higanygőz-
egyenirányítócsővel működik.

A nagyfrekvenciás rész öngerjesztésű push-pull rendszerben
kapcsolt 2 db adócsővel van ellátva.

A kimenő kör földszimmetrikus.

A visszacsatolás folyamatosan szabályozható.



20. ábra

A nagyfrekvenciás kimenő-teljesítmény a kimenő transzformátor átkötésével szakaszosan, továbbá forgótelerccsel folyamatosan szabályozható.

Kapcsolási rajzának leegyszerűsített sémáját a 20. ábrán, fényképét a 21. ábrán láthatjuk.

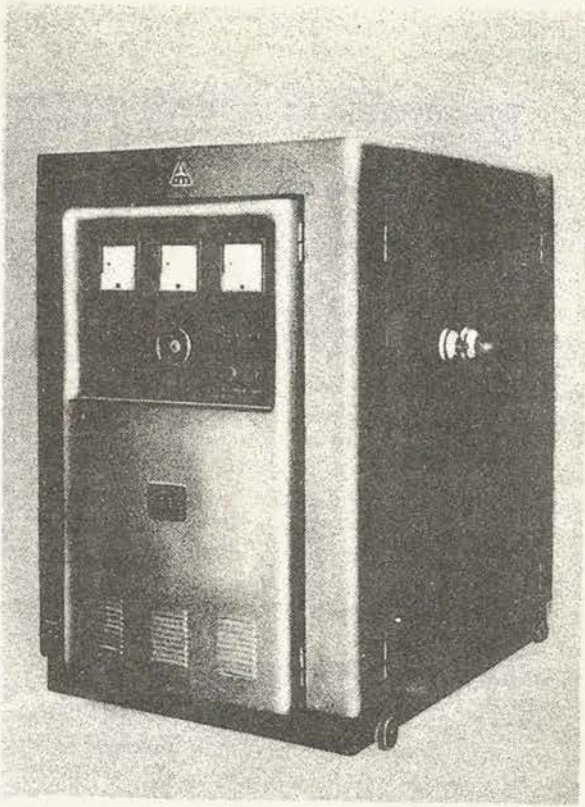
Az üzemesítési kísérleteket a gyár DG 5-ös magyar gyártmányú generátorával végeztük. Kapcsolási sémája a 22. ábrán, fényképe a 23. ábrán látható.

Ennek a generátornak a műszaki jellemzői a következők:

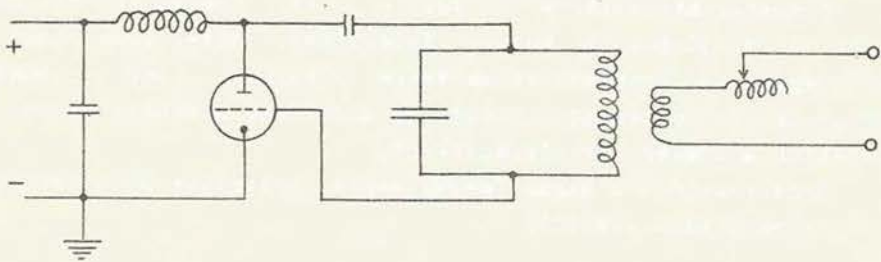
Üzemi frekvencia	7 és 9 mHz
hálózathálból felvett teljesítmény	13 kW
maximális nagyfrekvenciás kimenő teljesítmény rövid igénybevételnél	5 kW
tartós - " -	4 kW
nagyfrekvenciás feszültség max.	7 kW
visszacsatolás folytonosan szabályozható.	

A nagyfrekvenciás vezetékben folyó áram feszültségét és intenzitását speciális műszerekkel mértük. A nagyfrekvenciás voltmérővel állapítottuk meg, hogy az egyes elektródák között a feszültség különböző helyeken mennyire állandó. A felmelegedés mértéke ugyanis a térorósság négyzetével arányos, ami viszont az elektródák közötti feszültségkülönbségtől függ.

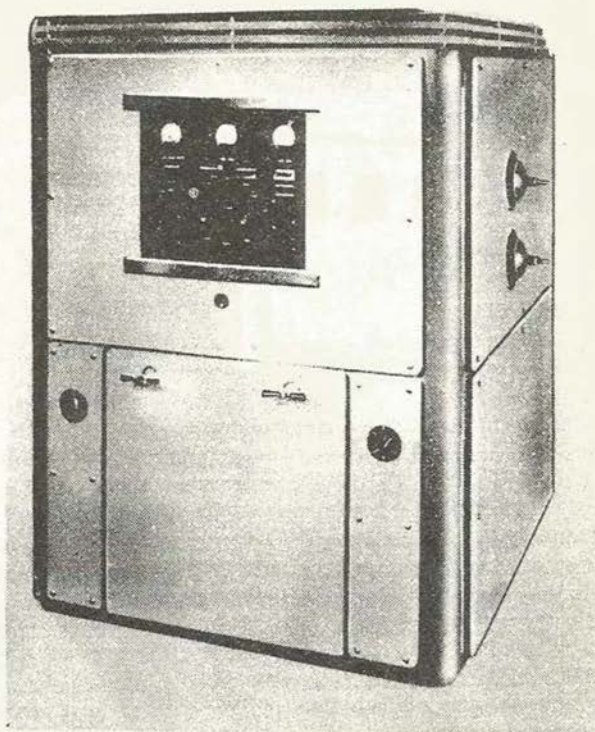
A nagyfrekvenciás vezeték méretezéséhez pedig szükségünk volt az azokban folyó áram erősségének megmérésére. Ezeket a méréseket a nagyfrekvenciás ampermérővel végeztük.



21. ábra



22. ábra



23. ábra

Feszültség mérésére egy Rhode und Schwarz gyártmányu UDH 10331 típusu nagyfeszültségű, nagyfrekvenciás voltmérőt használtunk /24. ábra/.

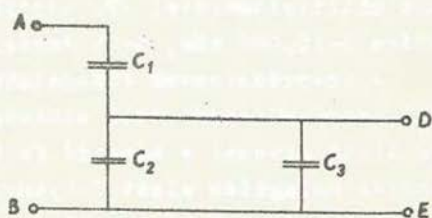
E műszer méréshatára 200 volt - 50 kV. frekvenciatartománya pedig 50 kHz-30 Mhz. E műszer felépítése, mivel igen nagy feszültségek és frekvenciák mérésére alkalmas, eltér a szokásos voltmérők felépítésétől. Ezért az alábbiakban néhány szóval ismertetjük a műszer elvi felépítését.

Mindenekelőtt a magas feszültséget kapacitív uton osztjuk a a 25. ábra sémája szerint.

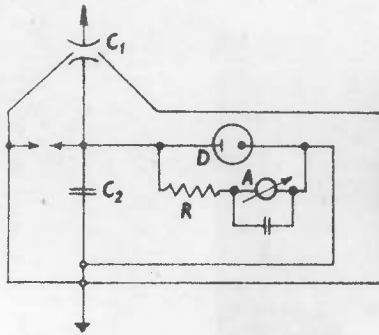


24. ábra

Az A és B pontok között lévő magas feszültség C_1 és C_2 kondenzátorokon keresztül esik oly módon, hogy a feszültség nagy része C_1 -én, egy kis töredéke pedig C_2 és C_3 kondenzátorokon esik. A D és E pontok között így előállott feszültséget nagyfrekvenciás csővoltagelemzővel mérjük. Az ábrán C_1 jelenti a nagyfeszültségű, C_2 a kisfeszültségű feszültségosztó kondenzátorokat, C_3 pedig a csővoltagelemző és a vezetékek kapacitását.



25. ábra



26. ábra

tük. E műszer elvi felépítését a 27. ábrán, fényképét a 28. ábrán láthatjuk.

A nagyfrekvenciás vezetéket, melyben mérni akarjuk az átfolyó áram intenzitását, átvezetjük az indukciós tekercs középpontjára, annak síkjára merőlegesen. Az átfolyó áram hatására a tekercsben áram indukálódik, mely a tekercs végpontjaira kötött két vörösréz-tuskó /b/ között kifeszített vékony huzalban /C/hővé alakul.

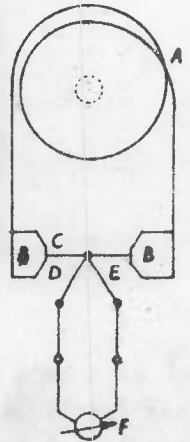
A vékony kis huzal hőmérséklete nyilvánvalóan arányos a tekercsben indukálódott árammal, az viszont a tekercs belsejébe behelyezett nagyfrekvenciás vezetéken átfolyó áram intenzitásával.

A C huzal hőfokát termoelemmel mérjük /DE/. A termoelektromos erőt árnyékolt dobozban elhelyezett millivoltmérővel /F/ mérjük. A műszer mérési határa 2-15,000 kHz, 5-25 Amper.

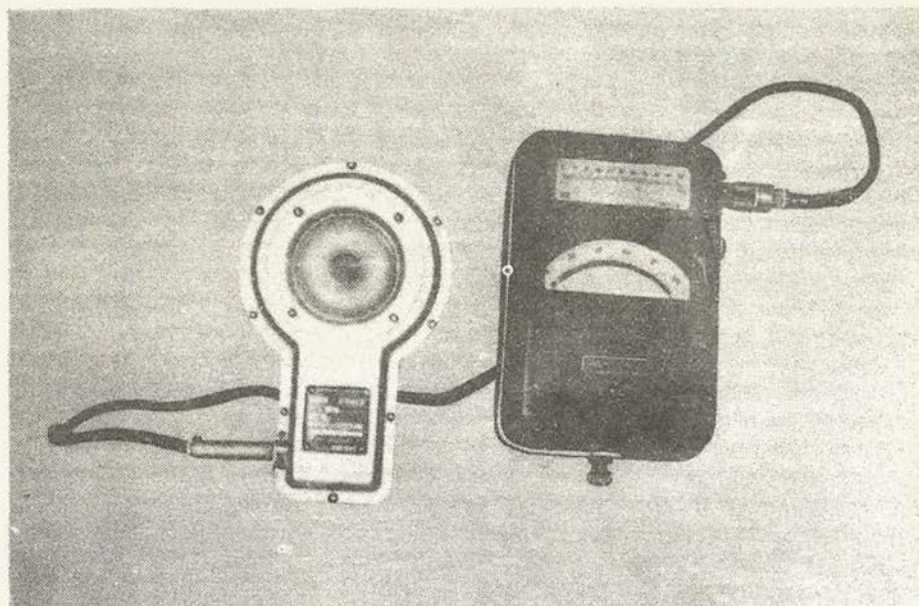
A fa-próbatestek vizsgálatánál olyan hőmérsékletmérő-műszerre volt szükségünk, melynek érzékelő része rövid idő alatt átveszi a mérendő fa hőmérsékletét, továbbá a nagyfrekvenciás melegítés alatt folyamatosan üzemeltethető. Erre a célra, a rendelkezésre álló lehetőségeket figyelembe véve hőmérsékletmérő-berendezést terveztünk és készítettünk. A mérendő fába, a szükséges helyeken lyukakat furtunk, ahova vékony 0,2 mm-es huzalból felépített vaskonstantán termoelemeket helyeztünk. Az esetben, ha a mérőhelyek hőmérsékletére külön-külön szükségünk volt, átkapcsolóval kapcsoltuk rá az egyes termó-elemeket a le-

Magának a műszernek teljes elvi kapcsolását a 26. ábrán láthatjuk. C_1 és C_2 jelentését fentebb megadtuk. R előtétellenállást, D a cső-voltmérő diodáját, A a mikroampermértelt jelenti, melyen a vizsgált feszültséget közvetlenül leolvashatjuk.

A nagyfrekvenciás vezetékekben, pl. a tápvezetékben folyó áram intenzitását ugyancsak speciális, Hartmann Braun gyártmányu ampermérővel mér-



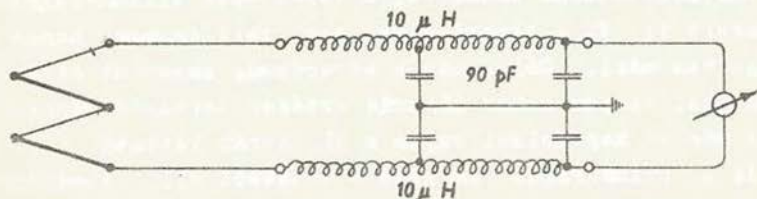
27. ábra



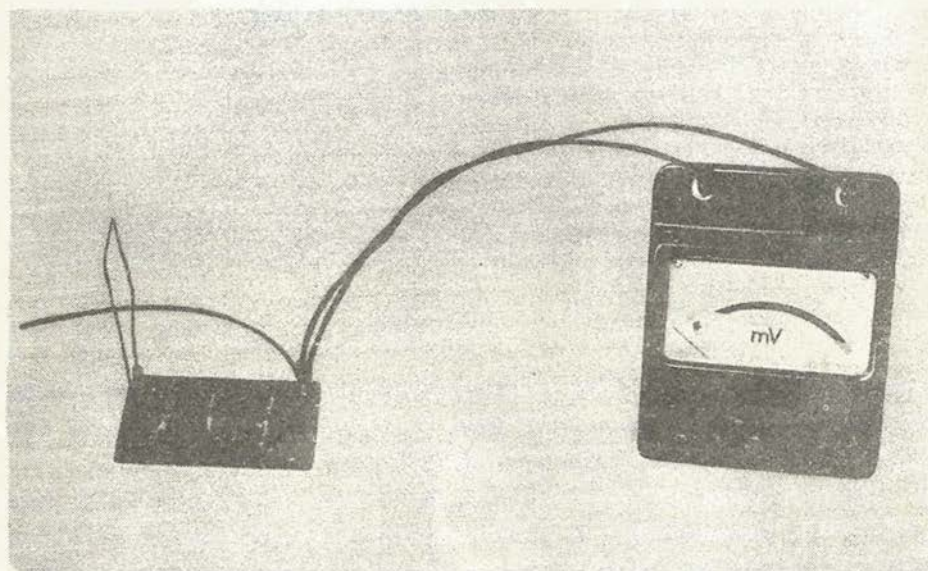
28. ábra

olvasó műszerre. Ha csak átlagértékeket kívántunk mérni, a termoelemeket sorba kapcsoltuk, majd a leolvasott hőmérsékleti értékeket elosztottuk a mérőhelyek számával.

Ez a mérési módszer szükségessé tette egy szűrőegység beépítését, mely megakadályozta, hogy nagyfrekvenciás áram a millivoltmérőbe bekerüljön és azt tönkre tegye. A hőmérsékletmérő-berendezés kapcsolási rajzát a 29. ábrán, fényképét a 30. ábrán mutatjuk be.



29. ábra



30. ábra

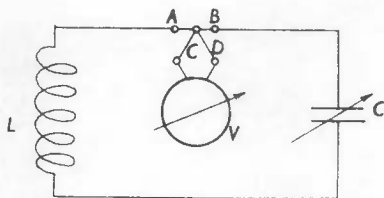
Amint látjuk, a szűrőegység megfelelően méretezett önindukciókból és kapacitásokból áll.

Szerkesztettünk ezenkívül a térerősség állandóságát ellenőrző műszert is. Ez a térerősséget nem Volt/cm-ben, hanem önkényes egységekben méri. Célja nem a térerősség abszolút értékének meghatározása, csupán annak állandó értéken tartását könnyíti meg.

A műszer kapcsolási rajza a 31. ábrán látható.

Az I önindukciós tekercs 5 menetből áll. Átmérője 50 mm. A menetek egymástól való távolsága 7 mm. A tekercs anyaga 3 mm át-

mérőjü vörösréz huzal. A C változtatható kapacitású légszigetelésű kondenzátor kapacitása 300 pF. Az L és C elemekből álló rezgőkörben folyó áram keresztül halad az A és B pontok között kifeszített ellenállás huzalon. Az áram hatására a huzal felmelegszik. A meleg hatására a huzalra forrasztott termoelem /C,D/ két végpontja között feszültségkülönbség jön létre, mely egy érzékeny Deprez műszerrel mérhető.



31. ábra

Használatkor a készüléket a generátor közelében kell elhelyezni, majd az L - C rezgőkört C értékének változtatásával rá kell hangolni a generátor frekvenciájára. A helyes beállítást a voltmérő maximális kitérése jelzi.

A voltmérővel mért feszültség arányos az A-B ellenálláshuzal hőmérsékletével, ez viszont a rezgőkörben folyó áram intenzitásával, ill. az L tekercs két végpontján előállított feszültségkülönbséggel arányos. Ez pedig ugyancsak arányos a készülék környezetében uralkodó térerősséggel. Így a készülék voltmérőjének megfigyelése útján következtethetünk a térerősség állandóságára ill. változására.

A kísérletekhez használt faanyag nedvességét Siemens és Halske gyártmányu elektromos fanedvességmérővel mértük. Ennek a készüléknek áramforrása 4,5 V-os zseblámpaelem. A 4,5 V-os egyenáramot egy vibrátor váltóárammá alakítja át, melyet egy transzformátor kb. 300 V-ra transzformál fel.

Mérés alkalmával az egyenirányított nagyfeszültségű áram keresztülhalad a mérendő fán, és a készülékkel lemérhető a kérdéses fa ellenállása, mely annak nedvességtartalmával arányos. A műszer skálája a speciális elektromos kapcsolat révén úgy van megszerkesztve, hogy rajta közvetlenül leolvasható a fa nedvességtartalma %-okban, 0-25 %-ig, ill. egy átkapcsoló elfordítása után 25-100 %-ig /32. ábra/.

Az elektródák között és körül bizonyos térerősség jelenlétét szigetelőnyélre szerelt különféle glimm-lámpákkal indikáltuk. A glimm-lámpát az elektródákhoz közelítve, egy bizonyos, jól definiált távolságnál az üvegburában lévő gáz világitani kezd. Az a



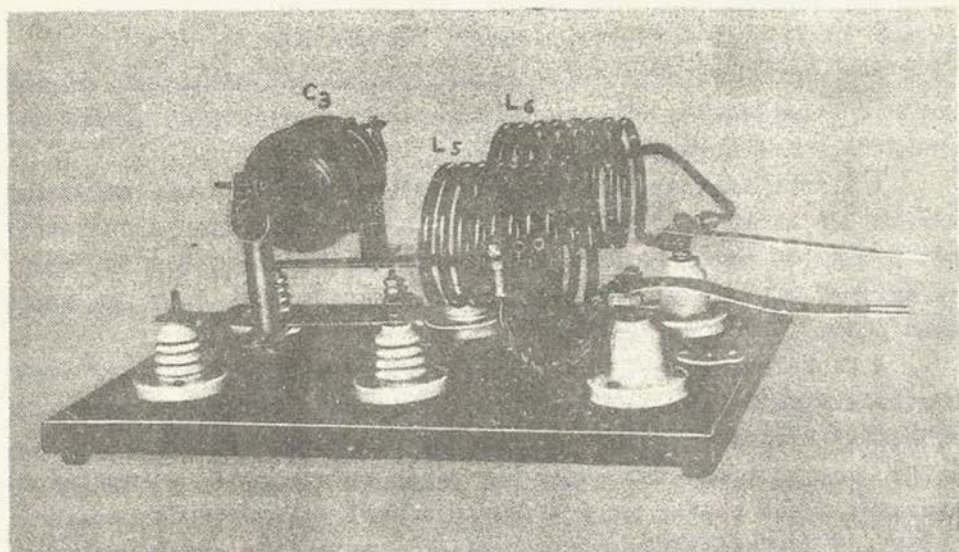
32. ábra

térerősség, amelynél a glimm-lámpa felvillan, a lámpa gáztöltésétől függ. Ha pl. egy glimm-lámpa, mely hálózatra kapcsolva V volt-nál gyújt és elektródáinak távolsága d cm, elektromos térbe helyezve $H = V/d$ térerősségnél gyullad. Így különféle töltésű lámpákkal meghatározhatók az egyenlő térerősségű helyek és tanulmányozható az elektródák között kialakuló térerősség térbeli eloszlása.

A melegítő elektróda-rendszerek hangolásához kapacitásból és változtatható önindukciójú tekercsből álló segédberendezést terveztünk és készítettünk.

A készülék elemeit keményfa lapra szerelt harangszigetelők tartják /33. ábra/.

Kapacitásként a C_3 -al jelölt 100 pF-es vákuumkondenzátor szolgál. A kondenzátor szükség szerint más kapacitású kondenzátorral kicserélhető. Az önindukció, mely a képen L_5 és L_6 betűkkel van jelölve, 65 mm \varnothing -jű magon készült 5 mm \varnothing -jű vörösréz-cső-



33. ábra

ből áll. Menetszáma 8, menetemelkedése 10 mm. Nagysága leágazásokkal szakaszosan szabályozható. A készülék működésének elvét és felhasználási területét a VII. fejezet c/ pontjában ismertetjük.

VII. AZ ÜZEMI KISÉRLETEKET MEGELŐZŐ LABORATÓRIUMI KISÉRLETEK

Itt foglaljuk össze azt a kutatómunkát, melyet a Faipari Kutató Intézet helyiségeiben végeztünk. A kísérleteket a következőképpen csoportosítjuk:

- a/ faanyagok felmelegítése nagyfrekvenciás erőterben,
- b/ műszerek tervezése és készítése,
- c/ néhány elektródarendszer behangolása.

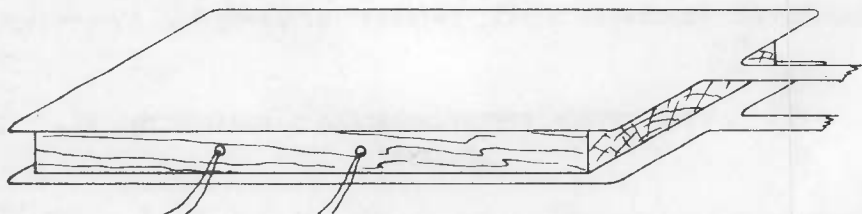
a/ Faanyagok felmelegítése nagyfrekvenciás erőterben

A kísérletek célja annak megállapítása volt, hogy állandó és egyenletes nagyfrekvenciás energiaközlés esetén a melegített faanyag hőmérséklete hogyan változik az időben. A kapott eredmények fontos adatokat szolgáltatottak a ragasztóanyag kiválasztásához és az egész melegítési folyamat lefolyásának megértéséhez. Különböző

nedvességtartalmu fák felmelegítési görbéit vizsgálva megállapítottuk, hogy azok a fanedvességtől függően más-más lefutásuak. A jelenség pontos felderítésére kísérletsorozatot végeztünk, melynek során a felmelegedés külső körülményeit állandó értéken tartottuk, csupán a fanedvességet változtattuk.

A vizsgálatokhoz bükkfa-próbatesteket használtunk, melyeknek mérete 520 x 120 x 30 mm volt. A melegítő elektróda a próbatest két 120 x 520 mm-es lapjára volt helyezve. Mérete 150 x 550 mm. A melegítési kísérletek során az anódfeszültség 5000 Volt, az anódáram pedig 0,37 Amper volt.

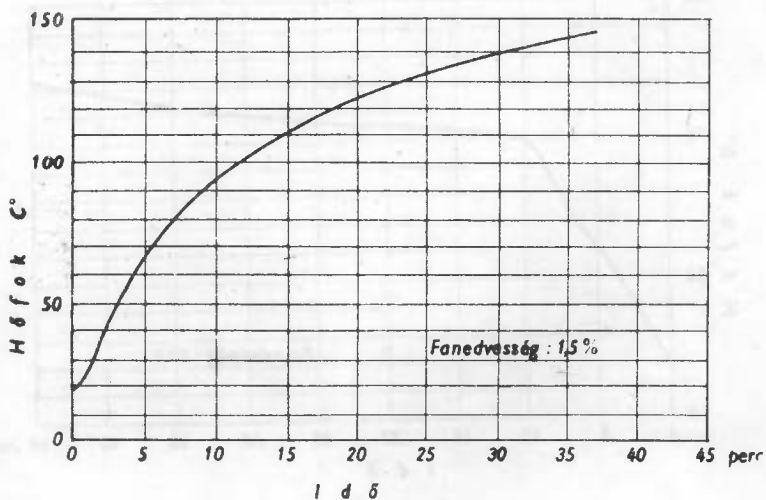
A fa felmelegedését az V. fejezetben leírt saját tervezésű hőmérsékletmérő berendezéssel mértük, két különböző ponton, a próbatest középvonalában. A termoelempár sorba kapcsolásával elértük, hogy a termoelektromos erő mérésére szolgáló m voltmérő, mindjárt a két mérési hely hőmérsékletének átlagértékét mutatta. A próbatest hőmérsékletének emelkedését a melegítés alatt folyamatosan mértük. A 34. ábrán láthatjuk a próbatest, az elektródák és a termoelemek elrendezését.



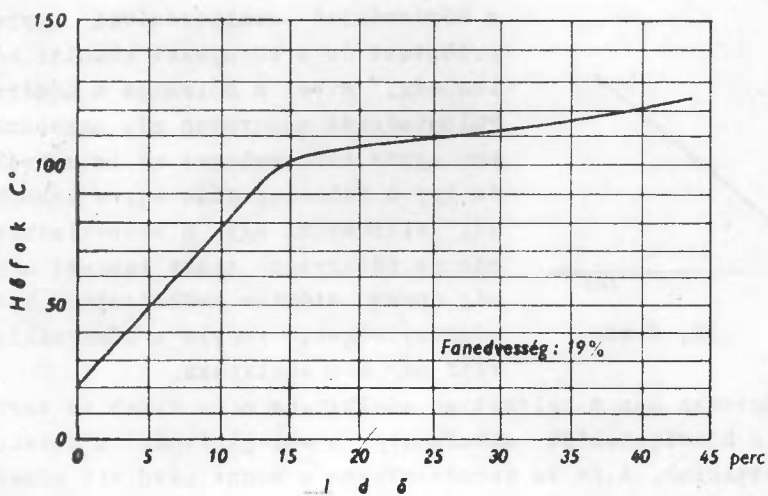
34. ábra

A felvett nagyszámu görbéből kiválasztottunk 3 jellegzetes alakot. Ezeket mutatjuk be a 35., 36. és 37. ábrákon.

Vegyük sorra az egyes ábrákat. A 35. ábrán egy gyakorlatilag vízmentes fa felmelegedési görbéjét láthatjuk. A görbe monoton emelkedik, benne törés nincsen. A hőmérséklet emelkedésének sebessége azonban magasabb hőmérsékleten egyre lassabb lesz és látványosan határérték felé tart. A hőmérséklet emelkedésének a fokozatos lassulása annak ellenére, hogy az időegység alatt a próbatesttel közölt energia nem változott, a környezet felé történő

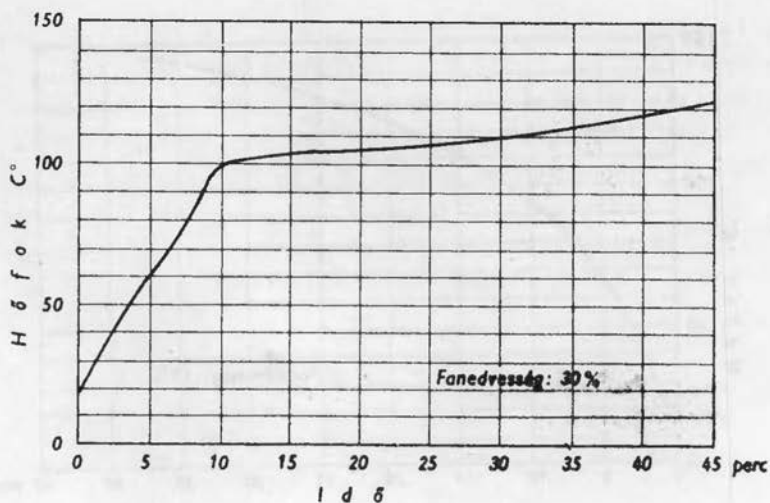


35. ábra

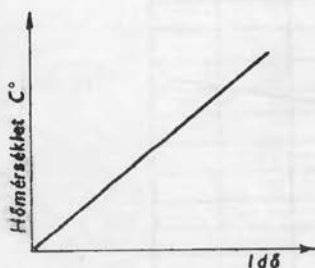


36. ábra

hővesztésnek tulajdonítható. Ha ugyanis a próbatestet a környezet felé tökéletesen szigeteltük volna, annak hőmérséklete lineárisan emelkednék mindaddig, míg a fában a hő okozta bomlási folyamatok meg nem indulnak /38. ábra/.



37. ábra



38. ábra

Tökéletlen szigetelés esetén azonban a hőmérséklet emelkedésével egyre nő a próbatest és a környezet közötti hőfokkülönbség. Mivel a hőleadás a hőmérsékletkülönbséggel arányosan nő, magasabb hőfokon egyre több meleget ad le a próbatest, és így a felmelegedése egyre lassabb. Végül elérhetünk egy hőmérséklethez, ahol már az időegység alatt leadott hőmennyiség éppen eléri a próbatestbe betáplált hőmennyiséget, vagyis a hőmérséklet tovább már nem emelkedik.

Egészen más a helyzet az esetben, ha a fa vizet is tartalmaz. Ideális hőszigetelést alkalmazva a melegítésnél a következőket tapasztalnánk. A fa és természetesen a benne lévő víz hőmérséklete a melegítés kezdeti szakaszán itt is lineárisan emelkedik. 100 C°-on azonban megindul a fában lévő víz forrása. Ekkor a felmelegedés hirtelen megáll. A forrásban lévő víz hőmérséklete ugyanis /1 atm. nyomáson/ mindig 100 C° és a vele közölt hő nem hőmérsékletének emelésére, hanem elpárolgztatására fordítódik. Természetesen a fát átitató 100 C°-os víz megakadályozza, hogy maga a fa-

anyag is számottevően $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé emelkedjék. Mihelyt a fában lévő összes víz elpárolgott, a próbatesttel folyamatosan közölt energia ismét a /most már vízmentes/ fa felmelegítésére fordítódik és annak hőmérséklete tovább emelkedik, mégpedig a kezdeti emelkedésnél rohamosabban. Ennek oka az, hogy a fa fajhője kevesebb, mint a vízé, vagyis egységnyi hőmennyiség egységnyi súlyú vízmentes fát magasabb hőmérsékletre melegít fel, mint ugyanolyan súlyú vizet, illetve vizet tartalmazó fát. Egy ilyen idealizált hőfokgörbét láthatunk a 39. ábrán.

A valóságban természetesen a görbe lefutása nem ilyen. A fa inhomogén volta, a víz és a fa kölcsönhatása /kolloid jelenségek/, a környezet felé történő hővesztés és egyéb nehezen ellenőrizhető változások miatt a ténylegesen felvett görbe az idealizált típustól eltér /36., 37. ábra/.

b/ Műszerek és berendezések tervezése és készítése.

Kutatómunkánk során az alábbi műszereket és berendezéseket terveztük meg és készítettük el.

Hőmérsékletmérő készülék, melynek segítségével lehetővé vált a nagyfrekvenciás áram bekapcsolása után is a hőmérséklet folyamatos mérése. Térerősségmérő műszer. Térerősségindikáló jelzőlámpa. Hangoló berendezés munkadarabok hangolására. Ezeket a műszereket az előzőekben már tárgyaltuk.

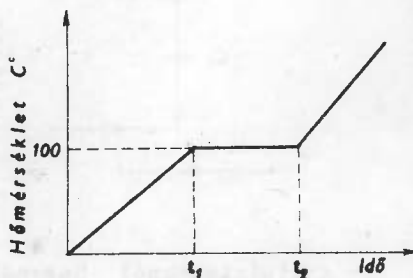
c/ Néhány elektródarendszer behangolása

Kutatómunkánknak ebben a részében néhány egyszerű elektródarendszer hangolását végeztük el, a kérdés tanulmányozása és a szükséges gyakorlat megszerzése céljából.

A kísérletek ismertetése előtt röviden foglalkozunk a behangolás elméletével.

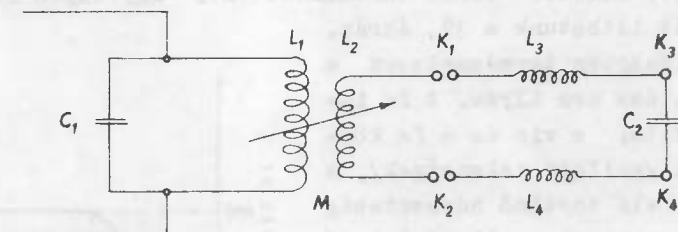
Az elektródarendszereket elkészültük után, az energiát szolgáltató generátorral elektromosan össze kell hangolni, hogy a maximális melegítő hatást elérhessük.

Evégből tanulmányoztuk a melegítés hatásossága és a munkadarab behangolása közötti összefüggést.



39. ábra

Nagyfrekvenciás berendezésekben az energiát csaknem kivétel nélkül rezonanciára hangolt körök segítségével szállítjuk egyik helyről a másikra. Lényeges energiakivétel hangolatlan körökkel csak kivételes esetekben lehetséges. A rádiófrekvenciás generátor energiája is egy rezgőkörben, az oszcillátorcső anódrezgőkörében áll rendelkezésünkre / L_1-C_1 , 40. ábra/.



40. ábra

A kísérleteknél használt generátorban az energiát induktív uton egy nagyfrekvenciás transzformátorral csatoljuk ki / L_1-L_2 /. Azt a feszültséget, melyet a generátor L_2 csatolótekercsén létre tudunk hozni, az L_1 és L_2 között létrehozható csatolás, illetve kölcsönös indukció nagysága M , és L_1 -ben folyó áram szabja meg. M értéke L_1 és L_2 geometriai méreteiből és kölcsönös helyzetétől függ. Az L_1 rezgőköri tekercsben folyó áram a kapcsain fellépő nagyfrekvenciás feszültségtől függ. Végeredményben a K_1 és K_2 kapcsokon létrehozható feszültség az anódfeszültség és az anódkör felépítésének a függvénye, de mindenesetre korlátolt értékű.

K_3 és K_4 a melegítő fegyverzetek kapcsait jelenti. Hatásos, és gyors melegítést azonban csak akkor tudunk elérni, ha a K_3 és K_4 kapcsok között a megkívánt feszültséget létre tudjuk hozni. Az L_3 és L_4 -el jelölt önindukciók a generátor kapcsai és a befogószerszám kapcsai között lévő összekötő vezetékek önindukcióit jelentik. A munkaáramkör tehát egy soros rezgőkört képez, amelyik L_2 , L_3 és L_4 önindukciókból és C_2 kondenzátorból áll. Rezonanciában van a rezgőkör, ha az induktív reaktanciák összege egyenlő a kapacitív reaktanciával, vagyis ha

$$j\omega /L_2 + L_3 + L_4/ + \frac{1}{C j \omega} = 0$$

ahol:

$$j = \sqrt{-1}$$

ω = körfrekvencia,

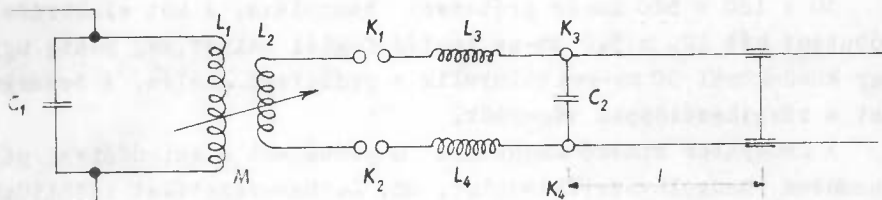
L = önindukció,

C = kapacitás.

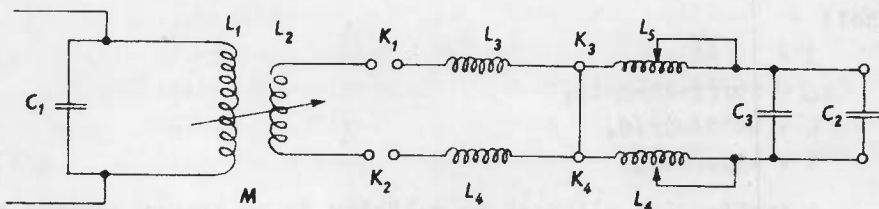
A reaktanciák eltűnnek és a körben folyó áramot egyedül a K_1 és K_2 kapcsokon létrehozott feszültség és a kör veszteségi ellenállásai szabják meg. Mint az előzőekben már kifejtettük, a befo-gószerszám fegyverzeteti a ragasztandó anyaggal, mint dielektri-kummal, veszteséges kondenzátort képez, amely ekvivalens egy ideá-lis veszteségmentes kondenzátorral és egy ezzel paralel kapcsolt ohmikus ellenállással. Vesztesége van még ezeken kívül minden ve-zetékdarabnak, amelyikben áram folyik, de megfelelő méretezés mellett ez a veszteség az előbbiekhöz képest elhanyagolható.

Ahhoz, hogy energiát tudjunk kivenni, rezonanciára kell han-golni a külső rezgőkört. Tegyük fel, hogy egy nagyméretű, vékony, tehát nagykapacitású munkadarabot kell behangolni, melynek kapacitása nagyobb, mint amelyik a csatolótekerccs és a bekötővezeték önindukciójával rezonanciában van. Ekkor a hangoláshoz, mint se-gédberendezést, egy rövidre zárt $\frac{\lambda}{4}$ -nél rövidebb Lecher-vezetéket használunk, melyet a munkadarabbal paralel kötünk (λ = hullámhossz) / 41. ábra/. Az ilyen vezeték ugyanis egy változtatható nagyságú önindukciós tekerccsel egyenértékű. Ez C_2 kondenzátor kapcsain paralel kapcsolódik az L_2 , L_3 és L_4 önindukcióval és a hosszának változtatásával beállítható úgy, hogy a kör rezonanciá-ban lesz a C_2 kondenzátorral.

Ha a munkadarab kisméretű és vastag, C_2 értéke kicsiny lesz. Ekkor a rezonanciát vagy C_2 növelésével (C_2 -vel paralel kapcsolunk egy vakuum kondenzátort C_3 / vagy az L_3 és L_4 tekerccsekkel sorbakapcsolt változtatható önindukciókkal L_6 L_5 /, esetleg mind-



41. ábra



42. ábra

kettő együttes alkalmazásával érhetjük el /42.ábra, 33.fénykép/.

A rezonancia pontos beállításához folytonosan változtatható elemre van szükség.

Rezonancia esetén a körben folyó áram erősen megnő és ennek következtében megnőnek a feszültségek is. Ha ugyanis egy C Farad kapacitású kondenzátoron I Amper erősségű áram folyik keresztül és az áram frekvenciája f, akkor a kondenzátoron fellépő feszültség

$$E = I \frac{l}{2 \pi f c}$$

Természetesen a kondenzátorral paralel képzelt R veszteségi ellenálláson is ez a feszültség keletkezik.

Az ellenállásban meleggé átalakult energia pedig

$$E = \frac{E^2}{R}$$

A külső kör rezonanciára hangolása után tehát a csatolást az oszcillátor rezgőköre és a külső kör között úgy kell beállítani, hogy a külső körben akkora áram folyjék, amelyik a munkakondenzátoron, illetve az ezzel paralel kapcsolva képzelt ellenálláson a generátor beállításának megfelelő energiafogyasztást eredményez. Ezt a folyamatot nevezik a generátor illesztésének.

30 x 120 x 520 mm-es próbatest hangolása. A két elektróda a próbatest két 120 x 520 mm-es lapján foglal helyet, még pedig úgy, hogy köröskörül 30 mm-rel túlnyulik a próbatest szélén. A behangolást a következőképpen végeztük.

A generátor kimenő kapcsaira a próbatest elektródáival párhuzamosan hangolóvezetékcsontot, un. Lecher-vezetékét kötöttünk. A hangolóvezetékcsont csuszó érintkezőjének mozgatásával megke-

restük az anódáram maximumát, majd a csuszóérintkezőt rögzítve, a csatolókeret kezelőgombját addig forgattuk a nagyobb számok felé, míg az anódáram a rácsáram tizszeresével lett egyenlő. A hangolási kísérleteket mindig a legkisebb anódfeszültséggel, 3000 volt-tal kezdtük s csak fokozatosan emeltük magasabb értékre. A próbatest melegítésénél természetesen a behangolt állapot megváltozik, mivel a próbatest kapacitását többek között meghatározó dielektromos állandó változik a hőmérséklet változásával.

Ezt a melegítés közbeni kisebb elhangolódást a csatoló tekerecs óvatos mozzgatásával kompenzáltuk.

A 30 x 150 x 150 és a 20 x 150 x 150 mm-es próbatest behangolásához igénybevettük a VI. fejezet végén leirt hangolóberendezést. Ennek felszerelése után a generátor visszacsatoló kondenzátorának és csatoló keretének változtatásával a kétféle próbatest hangolását kielégítően el tudtuk végezni.

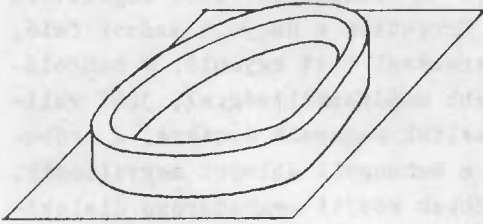
A különféle próbatestek behangolásánál szerzett tapasztalatokat az üzemi ragasztások céljára tervezett elektróda-rendszerek hangolásánál jól fel tudtuk használni. Ezeket a kísérleteket már nem az Intézetben, hanem a helyszínen, a Rádiószekrénygyár DG 5-ös generátorán végeztük. Az itt végzett munkát megkönnyítette a DG 5-ös generátorba, a kimenő körbe beépített változtatható önindukciójú tekerecs.

VIII. ELEKTRODARENDSZEREK TERVEZÉSE, GYAKORLATI TAPASZTALATOK

Az alábbiakban ismertetjük, az irodalmi adatgyűjtés és elméleti vizsgálatok gyakorlati realizálását, néhány elektrodarendszert, melyet a kísérleteink során terveztünk és próbáltunk ki.

A. Elektródarendszer rétegelt lemezülésnek székülés kávához való ragasztására

A székülékáka téglalap keresztmetszetű fagyűrű, melyre rétegelt lemezt ragasztanak /43. ábra/. Metszetét a 44. ábrán láthatjuk. A ragasztási feladat gyors elvégzésére terveztük meg az alább ismertetendő elektróda-rendszereket. Ezek a következők:

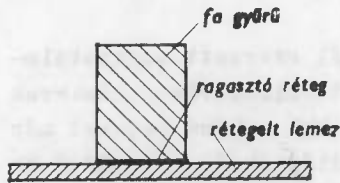


43. ábra

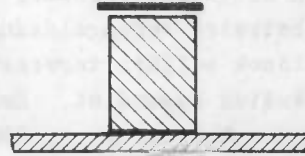
Előnye, hogy könnyen kivitelezhető, egyenletes meleget biztosít, kezelése egyszerű.

1. A két összeragasztandó-elemet felülről és alulról, egy-egy elektróda közé szorítjuk /45. ábra/.

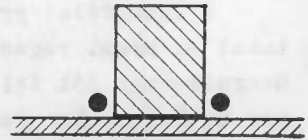
Ez elrendezés hátránya, hogy mivel a merőleges elrendezés elve van megvalósítva, a betáplált energiának csak kicsiny tört része fordítódik a ragasztóanyag felmelegítésére.



44. ábra



45. ábra

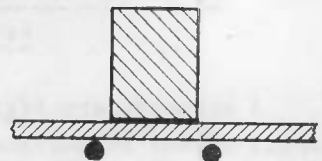


46. ábra

2. Párhuzamos melegítés. Az elektródák anyaga vastag huzal vagy cső. Mint a 46. ábrán láthatjuk, az elektródák közvetlen a ragasztási fuga két oldalán helyezkednek el.

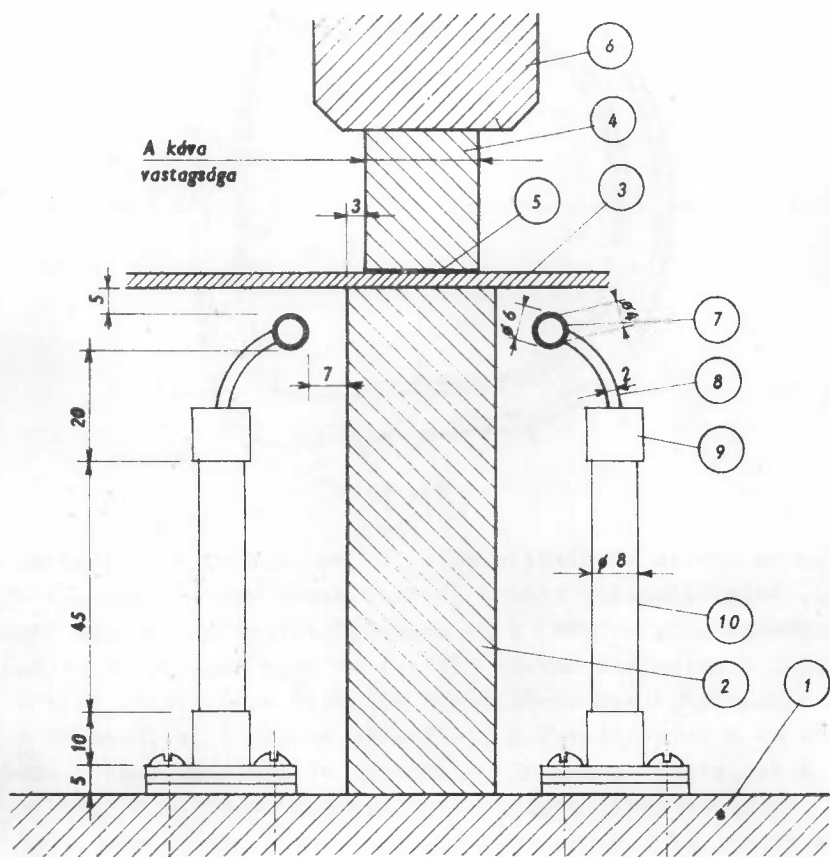
Előnye ennek az elrendezésnek, hogy csaknem tökéletesen megvalósítja a párhuzamos melegítés ideális esetét, azaz ragasztáskor ugyszólván csak a ragasztási felületen levő ragasztó melegszik fel. Fajlagos energiafogyasztása csekély. Egyedüli hátránya, mely miatt használatát nem tartjuk célszerűnek, hogy melegítéskor a ragasztási fugából kinyomódó ragasztó rövidre zárhatja az elektródákat és elektromos kisülést okozhat, ezenkívül a beszennyezett elektródák tisztítása is körülményes.

3. Legkedvezőbbnek találtuk azt az elrendezést, melynek vázlatát a 47. ábrán láthatjuk. Itt tulajdonképpen a szórási mezőben való melegítés elve van megvalósítva. Energia hatásfoka kissé kedvezőtlenebb, mint a 2. pontban leírt



47. ábra

elrendezésnél, azonban a fa nagyrésze itt is hidegen marad, s a ragasztórétegen kívül csupán az elektródák közötti rétegelt lemez melegszik fel kissé. Előnye viszont, hogy az elektródák beszenyveződésének veszélye teljesen ki van zárva. Ezt az elrendezést fogjuk tehát részletesebben ismertetni.

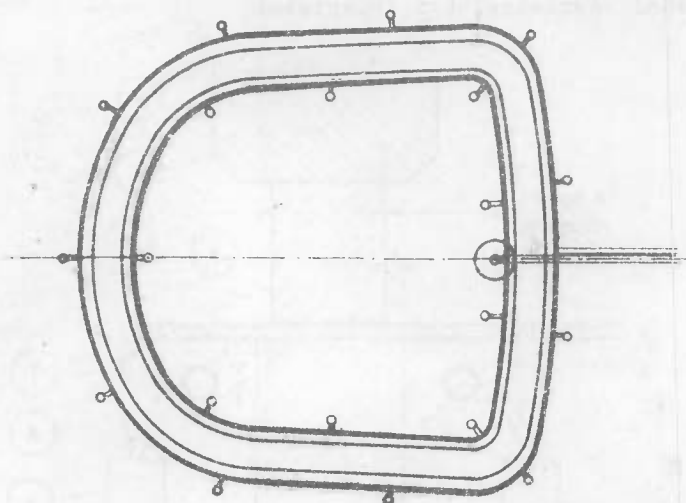


48. ábra

Az elektródarendszert rézcsövek alkotják, melyek a káva kerete mentén körbefutnak. Ezek elhelyezését a 48. ábra szemlélteti. Az egész elektródarendszer az 1-el jelzett alapon nyugszik. Az alap anyaga tetszőleges. Erre van ráerősítve a káva keretének megfelelő alakú gyűrű /2/. Anyaga rétegelt fa /deltafa/. Ezen nyugszik a rétegelt lemez /3/, melyre a káva kerete van ragasztva.

A ragasztási felületet 5-tel jelöltük. A szükséges nyomást nyomógyűrű /6/ biztosítja. A nyomás mértéke 8 kg/cm^2 .

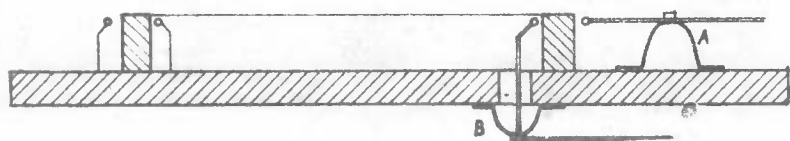
Az elektróda 1 mm falvastagságú, 6 mm külső átmérőjű vörösrézcső /7/. A csőhöz bizonyos távolságban /lásd 49. ábra/ ivalaku



49. ábra

2 x 10 mm méretű vörösrézlemezke /8/ van keményforrasztással erősítve, mely ugyancsak kemény forrasztással csatlakozik egy vörösrézakupához /9/, melybe 8 mm átmérőjű szigetelő rud van ragasztva /10/. A szigetelő anyaga "Elisolit" vagy "Kalit". Ragasztóanyagként "Araldit", vagy egyéb olyan ragasztó szolgálhat, mely a vörösréz és a szigetelőanyag felületén egyaránt jó tapadást biztosít. A szigetelő rud alul ugyancsak vörösrézcsapokban végződik, mely kemény forrasztással fémlemezhez van rögzítve. E lemez azután csavarokkal az alaphoz erősíthető. A lemez és az alap közé tett alátétekkel az elektróda függőleges irányba emelhető, vagy súlylészthető. Az elektródákon, a ráforrasztott lemezen és a kupakon sehol sem lehetnek sarkok, vagy élek. Az összes ilyen helyeket le kell gömbölyíteni úgy, hogy a minimális görbületi sugár 0,7 mm legyen.

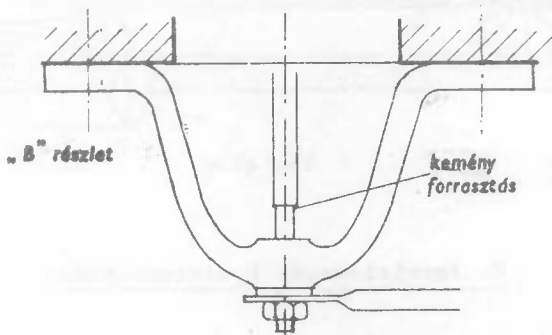
A két elektróda egy-egy zárt gyűrűt képez. A gyűrű zárását ugyancsak keményforrasztás biztosítja. Az elektródák levezetőrudjának elhelyezését, melyeknek anyaga az elektródákéval azonos,



50. ábra

szemléltetik a 49. és 50. ábrák, melyek a készüléket felülről, illetve oldalról mutatják.

A belső gyűrű vezetőke az alapba furt 40 mm átmérőjű lyuk középvonalán keresztül hagyja el a készüléket. A lyuk szájára egy "Elizolit" vagy "Kalit"-harang van csavarozva, mely biztosítja a tápvezeték rögzítését /51. ábra/.

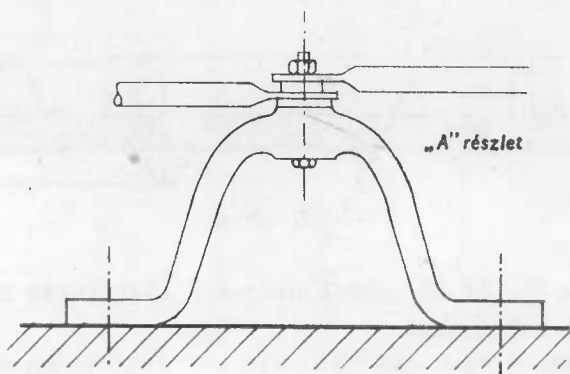


51. ábra

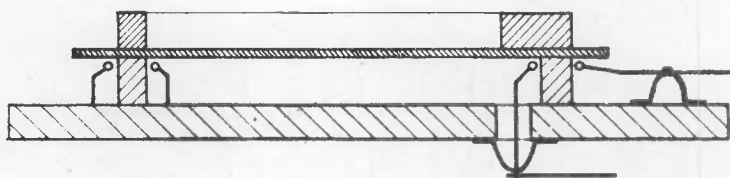
A külső gyűrű tápvezetékét egy, az alaphoz csavarozott ugyan-csak "Elizolit" vagy "Kalit"-harang tartja /52. ábra/.

Az egyenletes melegítés szempontjából fontos, hogy az elektrodák alkotta két gyűrű közötti távolság köröskörül egyenlő legyen. Mivel a káva első része a többi részénél szélesebb, itt a káva teste tulnyulik a belső elektródán /53. ábra/.

Ezen a helyen a ragasztó nem köt le teljesen a melegítés alatt. Ez azonban nem hátrányos, mert a lekötött rész biztosan fogja a lemezt a káva gyűrűjéhez, úgy, hogy az a présből kivehető és a le nem kötött ragasztó tárolás közben néhány óra alatt megkeményedik.



52. ábra



53. ábra

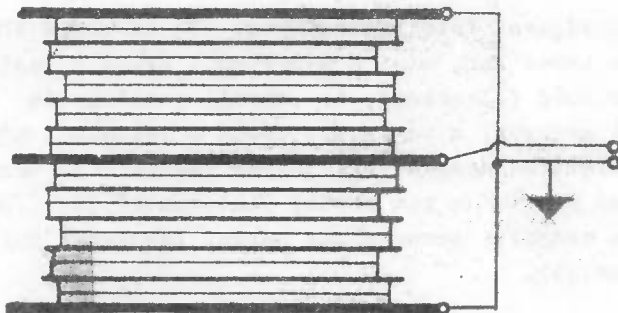
B. Furnirlemezek összeragasztása

Feladatunk volt egy-egy 25 x 125 mm méretű 0,5 mm vastag furnirlemez összeragasztása.

A lemezeket nem egyenként, hanem csoportosan melegítettük, mégpedig egyszerre 56 darabot. Így a melegítés végén 28 db két-rétegű lemezt nyertünk. A melegítés alkalmával a merőleges melegítés elve szerint ragasztottunk. A lemezeket a következőképpen rendeztük el.

Az összeragasztandó furnirokat egymásra fektettük és egy-egy elektródát helyeztünk el a lemezcsoomag alján és tetején, egyet pedig a lemezcsoomag közepén. Az alsó és felső elektródákat rövidre zártuk. Ezek képezték a hideg, földelt elektródát, míg a belső volt a meleg elektróda /54. ábra/.

Ezeket a kísérleteket nem a már részletesen leírt Tesla, hanem magyar gyártmányú DG 5-ös generátorral végeztük.



54. ábra

A lemezcsomagban lévő lemezeket egymástól alumíniumlemezekkel izoláltuk. Ezek alkalmazását a következő indokok alapján tartottuk célszerűnek.

1. A lemezek ekvipotenciális felületeket képeznek a ragasztott lemezek között és elősegítik az egyenletes elektromos tér kialakulását.

2. Jó hővezető és így az egész ragasztás alatt a faanyag egyenletes felmelegítését elősegíti.

3. A ragasztott furnírlemezeken gyakran átnyomódó ragasztóanyag révén a lemezek minduntalan összeragadnak. Az alumíniumlemezeknél ez a veszély nem áll fenn.

Melegítés közben vaskonstantán hőelemmel mértük a ragasztott lemezek hőmérsékletét, és pedig a melegítés egyenletességének ellenőrzése céljából öt helyen. Az öt hely a furnírcsikok hosszában egyenletesen volt elosztva. A sorozatkísérletek tanulsága szerint a hőmérséklet az egyes lemezek mentén nem állandó, hanem 7-10 °C-os eltérést mutat. Ennek oka véleményünk szerint a ragasztandó lemezek anyagának inhomogén volta, továbbá a présnyomás egyenletlensége. Prés gyanánt ugyanis kézi csavarorsós asztalos bak szolgált. Nyilvánvaló azonban, hogy a bakban lévő 8 csavarorsót nem lehet teljesen egyenletesen meghuzni, minek következtében a lemezcsomag egyik fele jobban tömörül, mint a másik.

Az ilyen és hasonló típusu nagyfrekvenciás melegítésnél gondosan ügyelni kell arra, hogy a középső elektróda által elválasztott két lemezcsomag teljesen egyforma vastag és egyenlő legyen. Két különböző vastag kötegben a kialakult térerősség ugyanis a

köteg vastagságával fordítva arányos. Ha az egyik kötegben feleszámú olyan lemez van, mint a másokban, akkor a vastagabb rétegben a térerősség feleakkora, és mivel a melegedés a térerősség négyzetével arányos, a vastagabb réteg a vékonynál négyszer hosszabb idő alatt melegszik fel. Ilyen eset elő is fordult, amikor is a középső elektróda nem került pontosan középre. Ennek eredményeképpen a nagyobb lemezcsomag sokkal lassabban melegedett fel, mint a vékonyabb.

C. Rádiókáva palástján sarkok kiképzése

A probléma a rádiószerkenygyártásban merült fel, lényege a következő.

Kétoldalon színelt rétegelt lemezt a rádiókáva lekerakitett sarkainak megfelelő ivben meg kell hajlítani és ebben a helyzetben rögzíteni.

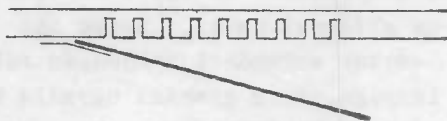
E hajlítási műveletet a rádiószerkenygyárban az ún. befésüléses módszerrel végzik. A rétegelt lemezt először a sarok leendő belső felének megfelelő oldalon keresztirányban több helyen befürészelik, "befésülik" /55. ábra/.



55. ábra

Ezután a befésült hely fölé furnirlemezt erősítenek ragasztópapírcsikkel /56. ábra/. Ezután a furnirlemezt és a befürészelt felületet ragasztóval bekenve sablonba szorítják /57. ábra/.

Az alábbiakban ismertetjük, hogy milyen uton, és milyen nehézségeket leküzdve jutottunk el odáig, amíg a nagyfrekvenciás sarokragasztást üzemszerűen beindíthattuk. Első kísérleteinknél azokat a rétegelt lemezeket



56. ábra

használtuk fel, melyeket az előbbieken leirt módon nagyfrekvenciás áram segítségével FAKI A ragasztóval csináltunk. Befogó sablon gyanánt a glutinenyves ragasztásnál használt sablon szolgált, melynek belső felületét alumíniumlemezsel vontuk be. E két lemez kondenzátort alkot, melyek között a ragasztandó sarok képezi a

dielektrikumot. A kávapaláston két ragasztandó sarok van. A két sarkot egy munkafolyamattal ragasztottuk, mégpedig úgy, hogy a két munkakondenzátort párhuzamosan kapcsoljuk /58. ábra/.

A későbbiek során olyan típust is ragasztottunk, amelyen 4 sarok volt. Ezeket ugyancsak párhuzamosan kapcsoljuk. Természetesen ez esetben a generátor behangolása a fenti esettől eltérő volt.

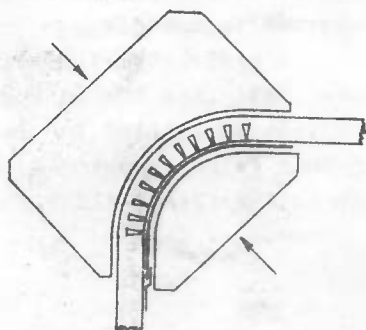
Az első sarokragasztásoknál a generátor behangolása után az elektródák nagyságát és pontos elhelyezését kellett kikísérleteznünk. Megállapítottuk, hogy az elektródák széleinek kb. 2 mm-rel kell túlni a furnirlemez szélén. Ugyanis az elektródák legszélén az elektromos erőter szóródása folytán a melegítőhatás csökken.

Általános szabályként kimondhatjuk, hogy célszerű az elektróda méretét annival nagyobbra venni a ragasztandó anyag méreteinél, amennyi a ragasztandó anyag vastagsága. Pl. ha ez a vastagság 2 cm, az elektródának is

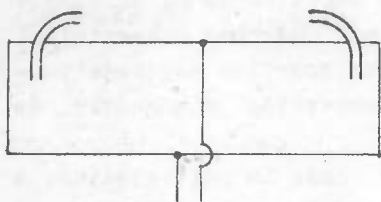
2 cm-rel kell körökörrül túlni a ragasztandó anyagon.

Soronkövetkező feladatként meg kellett állapítanunk, megoldható-e a nagyfrekvenciás sarokragasztás olyan rétegelt lemezek felhasználásával, melyek nem mügyantával, hanem glutinennyvvel vannak szinelve. Ezideig nyitott kérdés volt ugyanis, hogy a mügyantás nagyfrekvenciás ragasztás kombinálható-e glutinennyves ragasztással, vagyis a glutinennyvvel ragasztott elemeket tovább ragasztva nagyfrekvenciás árammal, a melegítés alkalmával nem puhul-e fel annyira a glutinennyvréteg, ami már veszélyezteti a ragasztás jószágát.

E kísérletek sikere elé a rádiószekrénygyár igen nagy várokozással tekintett. Kedvező eredmény esetén ugyanis a sarokragasztás munkafolyamata nem függ a sarokragasztásnál használt ragasztó-



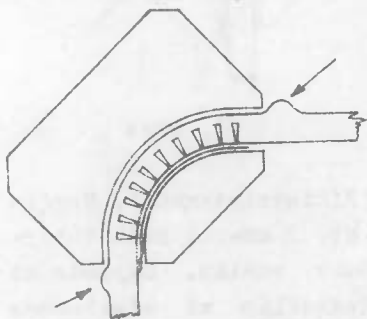
57. ábra



58. ábra

tól és az esetben is folytatható, ha a siklapokat hidegen glutin-
enyvvel ragasztják.

A kísérletek kezdetén mindjárt jelentkezett az első nehézség. Melegítés közben ugyanis a szinfulnér alatti enyvréteg meglágyult és a külső felületen, a sablon széle mellett, a meglazult fulnér felpuposodott és hosszú hurka alakú szűcs jött létre /59. ábrán a nyíllal jelölt rész/.



59. ábra

E jelenség műgyantával készült rétegelt lemez esetén természetesen nem lép fel, mivel a FAKI A ragasztó hőre nem lágyul.

A nehézségeket leküzdendő, megnagyobbítottuk a külső szorítópolát anélkül azonban, hogy a külső elektróda méretét növeltük volna. Így a kávasarkok külső szinfulnerezott felülete ott is kapott szorítást, ahol az elektróda közvetlenül már nem melegítette.

Ez az ún. hideg szorítás megakadályozta, hogy a melegítés alatt felpuhult enyvréteg elengedjen és szűcs jöjjön létre.

A szűcsök keletkezésének egy másik okát is megfigyeltük. A külső szinfulnér, mint ismeretes, darabokból van összeállítva. A fulnérleszabó műhely technológiája szerint a szinfulnerezás egyik fugája egybeesett a külső elektróda egyik szélével. Ez a fuga melegítés közben gyakran szétnyílt és kiindulása volt nagyobb szűcsöknek. Magyarazata az, hogy a befésült rétegelt lemezt kívülről borító szinfulnérban a hajlítás során huzófeszültségek lépnek fel, és mivel meleg hatására a szinfulnér az alatta lévő lemezhez rögzítő enyv megpuhul, a fulnérlemez elcsuszlik. A hibát kiküszöbölendő utasítottuk a fulnérleszabó műhelyt, hogy a szóbanforgó fulnérlemezt mintegy 2-3 cm-rel hosszabbra vágják. Így annak vége tulnyult a sablonon és a tulnyult rész alatt az enyv már nem puhult fel és így a fulnér elcsuszlása nem következhetett be.

Szűcsöt okoz még az is, hogy a külső sablon gyakran csak nehezen fejthető le melegítés után a sarokról és lefejtés közben felszakad, illetve fellazul a szinfulnér. Különösen az esetben gyakori a sablon felragadása, ha a szinfulnérban a glutinenyv erősen átütött. Ezt megelőzendő a felragadt sablont oldalirányu

ütéssel választottuk le a sarokról és kerültük a furnér felületére merőleges irányu feszegetést. Célszerű ezenkívül a sablonok belső oldalát faggyuval vagy egyéb olyan anyaggal bekenni, amely megnehezíti a sablon felragadását.

A színfurnér alatti rétegek felpuhulásának azonban előnyös oldala is van. A glutinennyvvel való hideg ragasztás alkalmazásánál ugyanis a sarok külső felületén a színfurnér a fésülésnek megfelelő csikozottságot mutat ragasztás után. Ennek oka, hogy a furnér felülete, bármilyen sűrű is a sarok befésülése, nem tökéletes hengerpalást, hanem sokszögletű, továbbá az, hogy a megtört helyeken a furnérrétegben feszültségek támadnak, melyek a farostok fényvisszaverő képességét csekély mértékben megváltoztatják. Ez a csikozottság eddig megakadályozta, hogy a befésülési módszerrel készült sarkokat, olyan tipushoz alkalmazzanak, ahol a sarkok a káva felső részén, szembetűnő helyen vannak.

A csikok teljesen eltűnnek a nagyfrekvenciás ragasztással készült sarkoknál. A meleg hatására felpuhult fa- és enyvrétegben ugyanis a sablon nyomása alatt feloldódnak a feszültségek és a színfurnér felülete tökéletesen követni tudja a külső sablon ivelt felületét. Így olyan kávatípusok is készíthetők a befésüléssel módszerrel, ahol a kávanak mind a négy, tehát a felfelé néző sarka is ivelt. Ezt a típust egyébként csak úgy lehetett volna elkészíteni, ha a sarkokat külön megmunkált fadarab beiktatásával állítottuk volna elő, ami az önköltséget emelte volna.

Szólnunk kell még a felvitt ragasztóanyag mennyiségéről is a felvitel módjáról. A kísérletek kezdetén a befésült felületen meglehetősen bőven kentük szét a raganyagot. Ennek feleslege a felkenés, illetve a sablonok szorítása alkalmával behatolt a befésülések fugáiba. Mivel a fugák iránya megegyezett a nagyfrekvenciás erővonalak irányával, az áram bekapcsolásakor a ragasztóanyag elsősorban itt melegedett fel és nem a furnér alatt. Ez az az al kellemetlen következménnyel járt, hogy a fugákban már rég lekötött a raganyag, mikor a furnér alatt még folyékony volt. A melegítést azonban addig kell folytatni, míg a furnér alatt is leköt a ragasztó. A hosszú melegítés alatt a fugákban lévő raganyag tulmelegedett, ami annak elszénesedését, illetve az elpárolgó oldószer /aceton/ gőz meggyulladását vonta maga után. Ez be is következett a kísérletek alatt többször is. Az ellene való védekezésnek két módját állapítottuk meg.

1. A ragasztóanyagot olyan vékonyan kell kenni, hogy a sablonba való szorítás után lehetőleg semmi ragasztóanyag ne nyomódjék be a befésülések fugába.

2. A melegítési időket gondosan be kell tartani és a minimumra redukálni, hogy a fugába esetleg mégis bekerült ragasztó ne melegeghessék túl.

A két előírást betartva, a ragasztás simán keresztülvihető, szenesedés és az oldószer meggyulladásra csak szórványosan fordul elő. Hátrányos viszont az, hogy a fugából hiányzik az őket kitöltő ragasztó, ami az elkészült sarok szilárdságát némileg csökkenti.

Mint alábbiakban látni fogjuk, egy másféle elektróda elrendezésénél ezek a nehézségek nem lépnek fel.

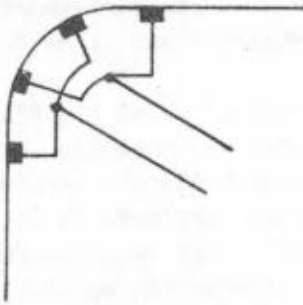
Noha a szücsök számát a megengedett maximum alá csökkentettük, tovább folytattuk a kutatást a még szórványosan előforduló szücsösödés teljes leküzdésére. Mint megállapítottuk, a szücsösödést az teszi lehetővé, hogy a falemez felmelegedése folytán a külső színfurnér alatti enyvréteg felpuhul.

Tökéletes védelmet nyernék a szücsösödés ellen akkor, ha az ivelt sarkok külső fele csak annyira melegednék fel, amennyi a csikok megszüntetésére elég, azonban az enyv a színfurnér alatt még nem puhulna fel annyira, hogy ragasztószilárdsága számottevő mértékben csökkenne. A sarkok belső fele viszont minél magasabb hőfokra melegedjék fel, hogy a ragasztó rövid idő alatt lekössön.

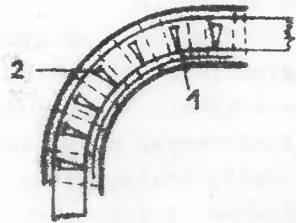
A fenti, látszólag egymásnak ellentmondó követelményeket ki-elégítendő, új elektróda rendszert terveztünk, mely az elektromos teret úgy alakítja ki, hogy a meleg fejlődés a sarok belső felére koncentrálódjék. A lemezalakú elektródák helyett keskeny szalag-elektrodákat választottunk, melyeket a belső sablonba építettük be. A négy elektróda közül az első és harmadik, továbbá a második és negyedik paralel kapcsolásban csatlakozott a generátorhoz vezető tápvezetékbe /60. ábra/.

A rácyszerűen elrendezett elektródák előnyét a lemezelektrodákkal szemben a következőkben látjuk.

A sarok belső oldalán lévő furnér alatti ragasztórétegre vonatkoztatva a szórásai mezőben való melegítés elvét valósítottuk meg, ezért a melegítési idő lényegesen lerövidül. Ezt közlelebbről a 61. és 62. ábrákon szemléltetjük.



60. ábra

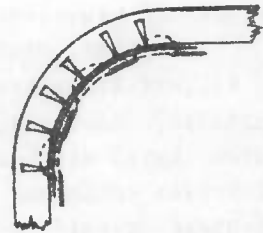


61. ábra

A 61. ábrán a lemezes elektróda elrendezés látható. Itt az erővonalak a két elektródára merőlegesen szelik át a kávasarok hajlított lemezét. Ez esetben a nagyfrekvenciás áram bekapcsolása után a 2. számmal jelölt helyeken a befésülés által keletkezett résekben a ragasztóanyag sokkal hamarabb melegszik fel és köt le, mint az 1-gyel jelölt helyeken a furnérréteg alatt. Ennek káros következményeit már ismerjük.

A 62. ábrán az eset az előbbinek a fordítottja. Az elektromos erőter ugyanis úgy alakul ki, hogy az erővonalak közel párhuzamosak a furnér alatti és merőlegesek a fugákban lévő ragasztóréteggel. Vagyis melegítés alkalmával először a furnér alatti réteg köt le, a befésülési hézagokban lévő ragasztó csak később. Ezt azonban már nem is szükséges bevárni. A melegítést meg lehet szüntetni már akkor, mikor a furnir alatti ragasztó lekötött, mert a sarok már akkor alaktartó és a sablon levehető róla.

A befésülés által keletkezett hézagokban lévő még folyékony műgyanta pedig állás közben, szobahőmérsékleten lassan leköt, és a sarok néhány óra múlva eléri végleges szilárdságát. Világos most már az előny. Az elektromos erőteret lényegesen rövidebb ideig kell bekapcsolva tartani ahhoz, hogy a sarokról a sablonok levehetőek legyenek. Az elkészült sarok pedig masszívabb lesz, mivel a



62. ábra

bővebb ragasztófelvitel következtében a rések mindenütt megtelnek ragasztóval. Megjegyezzük, hogy a rácselektrodákkal végzett sarokragasztások céljára bőven elegendő egy 2 kW teljesítményű generátor is.

Ezzel az elektróda elrendezéssel, mivel itt főleg a sarkok belső fele melegszik fel, a szücsösödés veszélye nagymértékben lecsökken. További előnye az új elektróda elrendezésnek, hogy a glutinenyves ragasztásnál is használt egyszerű kivitelű sablonok csekély átalakítással alkalmasakká válnak nagyfrekvenciás melegítésre. A lemezelektrodák alkalmazása esetén ugyanis a nagyfelületű elektróda és a faszablon összedolgozása nagy pontosságot kívánó munka, másrészt a külső szorítópofokat az előzőekben ismertetett ún. hidegszorítás miatt lényegesen nagyobbra kell méretezni, mint rácisos elektróda alkalmazása esetén. Mivel a külső szorítópofoa üzemkőzben nem melegszik fel, nem szükséges azt hőálló réteggel fából készíteni.

Hasonlóan, mint a másik fajta elektródaberendezésnél, itt is ki kellett kísérletezni az elektródák pontos elhelyezését. Ugy találtuk, hogy a két legzsélső elektróda 3-4 mm-el érjen túl a sarok belső oldalára ragasztott furnércsik szélén, a másik két elektróda pedig úgy legyen elhelyezve, hogy az elektródák közötti távolság egyenlő legyen. A kísérletek során előfordult, hogy az elektróda a részére készített vályuból a sablon levételekor kitépődött. Ezért később az alumíniumcsíkokat nem lapjával, hanem élével süllyesztettük be a belső sablon felületébe.

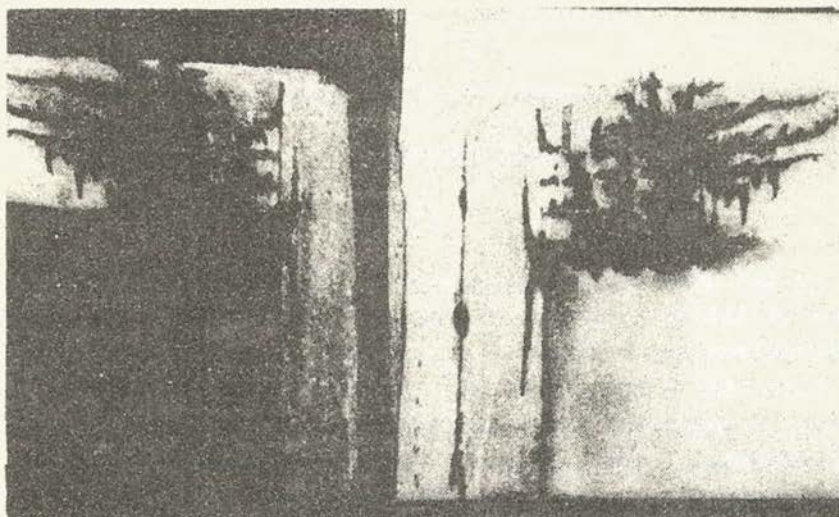
Megemlítünk még egy olyan kellemetlen jelenséget, mely a sarokragasztási kísérletek egész tartama alatt mindkét fajta elektródánál több ízben jelentkezett. Ez a jelenség az elektromos iv keletkezésének a veszélye.

Átivelés ott jön létre, ahol a melegítő fegyverzetek közé helyezett anyag elektromos szilárdsága kisebb, mint az azon a helyen létrejövő villamos térerősség. A térerősség növekedésének vagy az elektromos szilárdság csökkenésének okai a következők lehetnek:

- a/ a ragasztandó anyag elvékonyodása,
- b/ az elektródákon keletkező kis görbületi sugaru felületrészek,
- c/ az elektróda felületére ragadt fémhulladék.

d/ a fában repedések vannak, melyekbe a ragasztó behatolt, esetleg át is szivárgott a fán.

A le nem kötött ragasztó elég jó vezető és az elektródákat rövidre zárja. Az átívelés helyén, a faanyag gyorsan elszenesedik, s a keletkezett szénréteg tovább segíti fenntartani a jelenséget /63. ábra/.

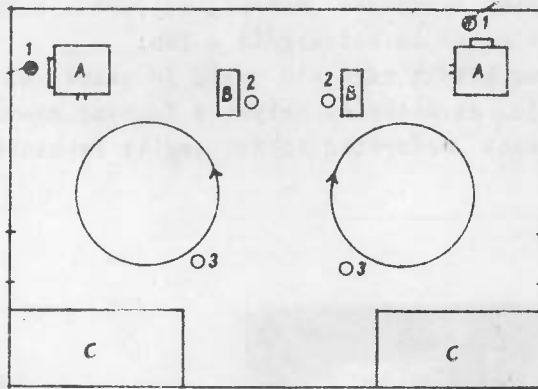


63. ábra

Az elektródákat fémszöggel, csavarral nem szabad felerősíteni, mert ezek felületén, különösen a hegyen, a térerősség túllépi az átütési szilárdságot. Ajánlatos az elektródákat a befogószerszám faanyagába beragasztani. Erre a célra előnyösen használhatók az Araldit típusu epoxi műanyagok.

D. Az egyik üzmrész ismertetése, ahol a nagyfrekvenciás ragasztás bevezetést nyert

Az üzmrész egy helyiségből áll, melynek két sarkában van elhelyezve egy-egy DG 5-ös típusu 5 kW-os dielektromos generátor /64. ábra A/.



● Szakmunkás
○ Betanított segéd munkás

64. ábra

A két generátort a helyiség légterétől üvegfal zárja el, egyrészt az illetékteleneknek a generátor közelébe való jutásának megakadályozása, másrészt a por elleni védelem céljából. Az utóbbi ellen védi a generátort még egy erős vászonból készült takaró, mellyel a generátor használaton kívül le van fedve. A generátor borítólemezei lakattal vannak lezárva, melyhez csak a kijelölt személyeknek van kulcsuk /65. fénykép/.

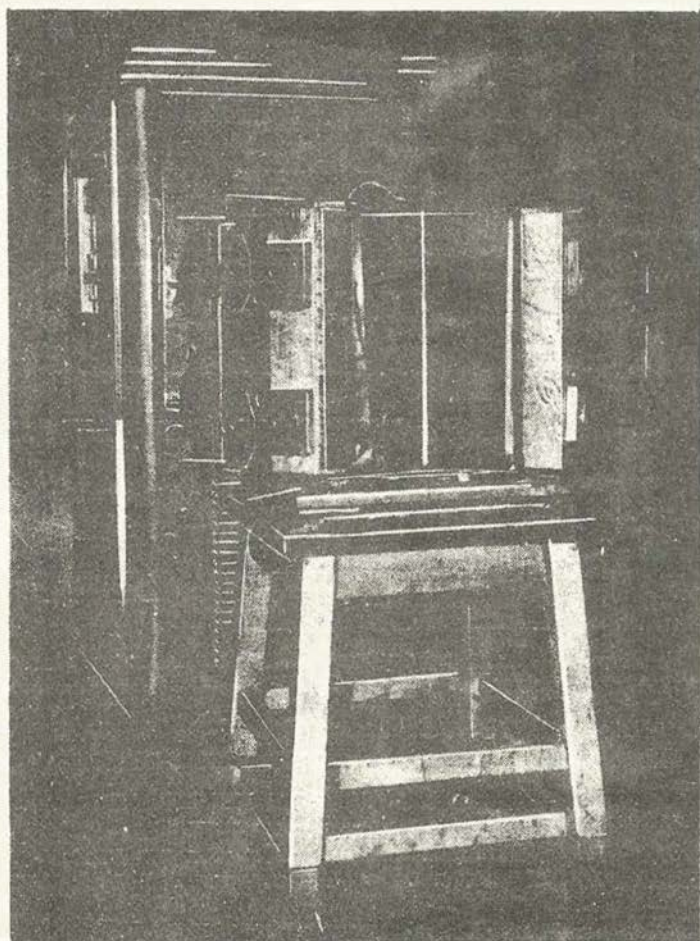
A generátor oldalán, az elektródák kivezetésénél, lecsukható védőrácsok vannak, melyek a melegítő elektródákat és a tápvezetékeket burkolják, a nagyfrekvenciás áram bekapcsolásának idejére. Ezáltal megelőzhetők azok a balesetek, melyek az áram alatt lévő elektródák érintésétől származhatnak /66. kép/.

A sablon legömbölyített sarkába vannak besüllyesztve a hosszú rud alakú elektródák /67. fénykép/.

Az elektródák anyaga alumínium. Vörösréz a célnak még jobban megfelelt volna, nehéz beszerezhetősége miatt azonban alumíniumot alkalmaztunk. A generátor tápvezetéke 3 cm széles, 2 mm vastag alumínium szalag, mely fémcsipeszben végződik, amit az elektródákat összekötő alumínium lemezekre lehet csiptetni.

A ragasztás a következőképpen történik:

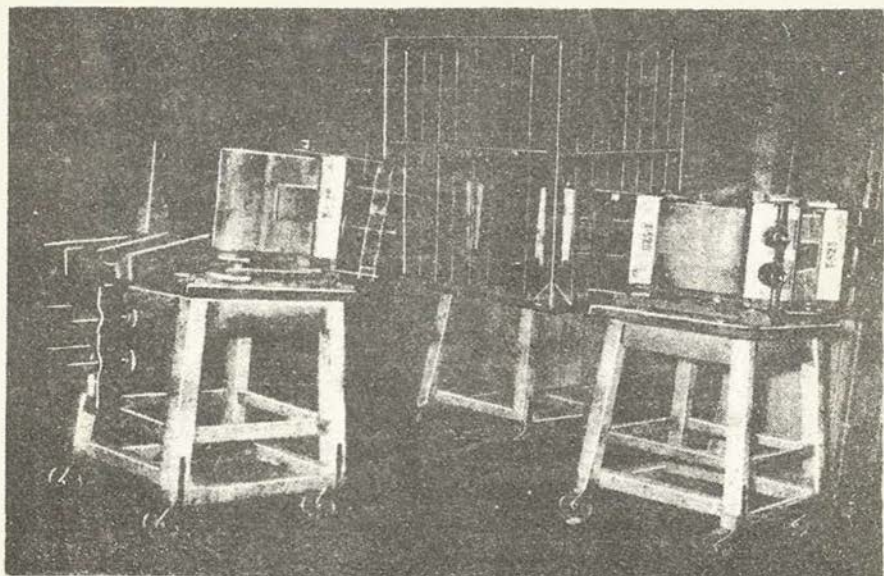
A B-vel jelölt munkaasztalnál /lásd 64. ábra/ történik az előre elkészített, méretre vágott és befésült rétegezt lemezek



65. ábra

ragasztóval való bekenése. Ezután a sablont hordozó 1-es számú kocsit a 64. ábrán megjelölt körpályán mentén a generátorhoz gurítják és a generátor tápvezetékét a sablon elektródarendszeréhez csatlakoztatják.

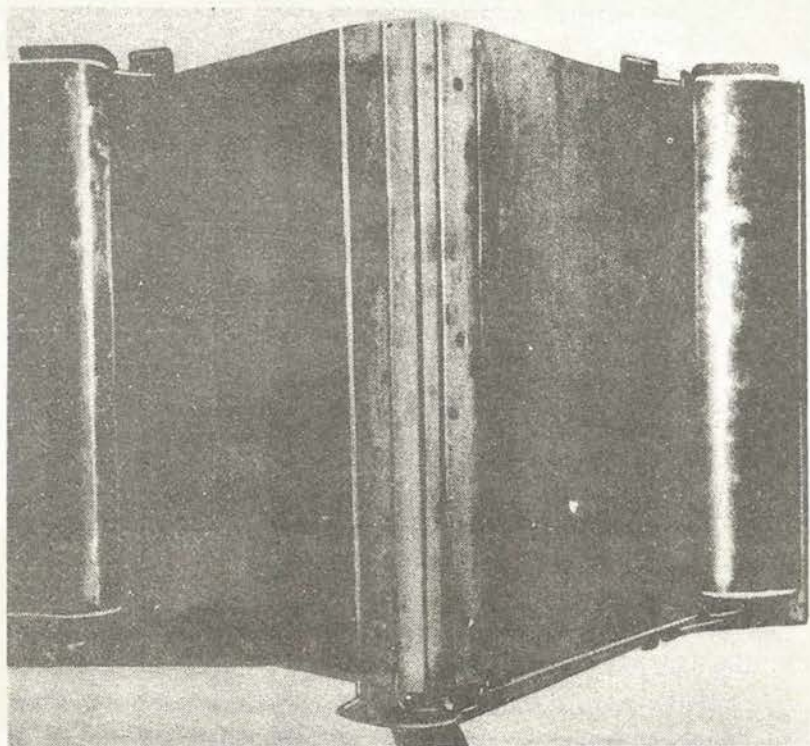
Ezután a generátort kezelő dolgozó, miután meggyőződött az elektródák helyes elhelyezéséről, s miután lebecsátotta a védőrácsot, bekapcsolja a nagyfrekvenciás áramot. A melegítés ideje a terem és a sablon hőfokától függően 100-120 másodperc.



66. ábra

Az elektródarendszerre nem adják rá azonnal a teljes teljesítményt, hanem a kicsatoló tekercs állításával fokozatosan emelik a maximális értékre. A teljes teljesítmény azonnali bekapcsolása tapasztalatunk szerint a ragasztó erős felhabzását és a ragasztás gyengülését vonta maga után.

Az előre beállított melegítési idő leteltével a generátorba beépített automata a nagyfrekvenciás áramot kikapcsolja. Ezután a generátor kezelője lekapcsolja a tápvezetéket a prészserszámról, majd a 3. számmal jelölt dolgozó az 1-es számú kocsi a rajta levő prészserszámmal tovább gurítja a körpályán. Ezután a következő magra felteszik a ragasztóval bekent következő palástot, majd az így felszerelt 2-es sz. kocsi a generátorhoz gurítják és megkezdődik annak a melegítése. Ez alatt az 1-es sz. kocsi félre van állítva az un. pihentetés végett. A nagyfrekvenciás melegítés 100-120 másodperce alatt ugyanis a ragasztó még nem kötött le teljesen. A felmelegedett anyag azonban csak lassan hül le és az 5 percig tartó pihentetés elegendő arra, hogy a ragasztó annyira lekössön, hogy a kávé a sablonról levehető legyen. Mikor a második kocsin levő anyag melegítése is megtörtént a 3-al jelölt dol-



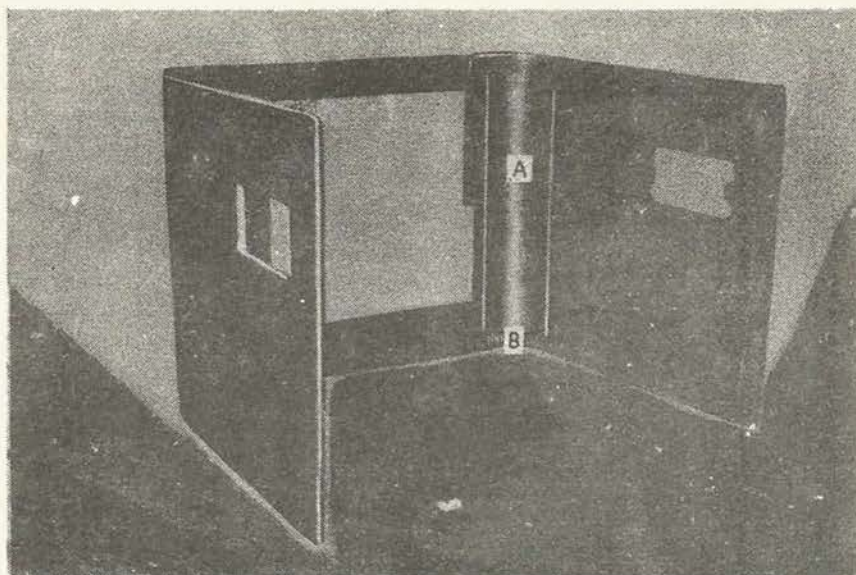
67. ábra

gozó azt elhuzza a generátortól és az 1-es kocsit továbbítja a B munkaasztal felé, ahol közben a következő melegítendő anyag befo-gása történik a 3-as számú sablonra. Ezután az 1-es sablonról a megragadt palástot leszedik és a munkaterem C helyén raktározzák.

A teremnek ugyanebben a részében vannak előkészítve a ra-gasztandó rétegelt lemezek is. A 68. ábrán ezeket látjuk.

A lemezeken pedig egy, éppen a sablonról leemelt kávapalást látszik. Jól megfigyelhető a sarok belső felületére ragasztott nyár-furnér /A/, valamint az alóla kilátszó befésült rész /B/.

Amint a leírottakból kitűnik, a kocsik a rajtuk levő sablo-nokkal körpályán mozognak. Amíg az egyik sablonban melegszik az anyag, a másikban pihen, a harmadikról pedig a leragasztott anyag leemelése, illetve a ragasztandó anyag beszorítása történik. A ko-csik, a rajtuk levő kávékkal 5 percenként mozdulnak tovább.



68. ábra

Ez alatt az idő alatt a generátor 2 percig van üzemben, 3 percig pedig üresjáratban.

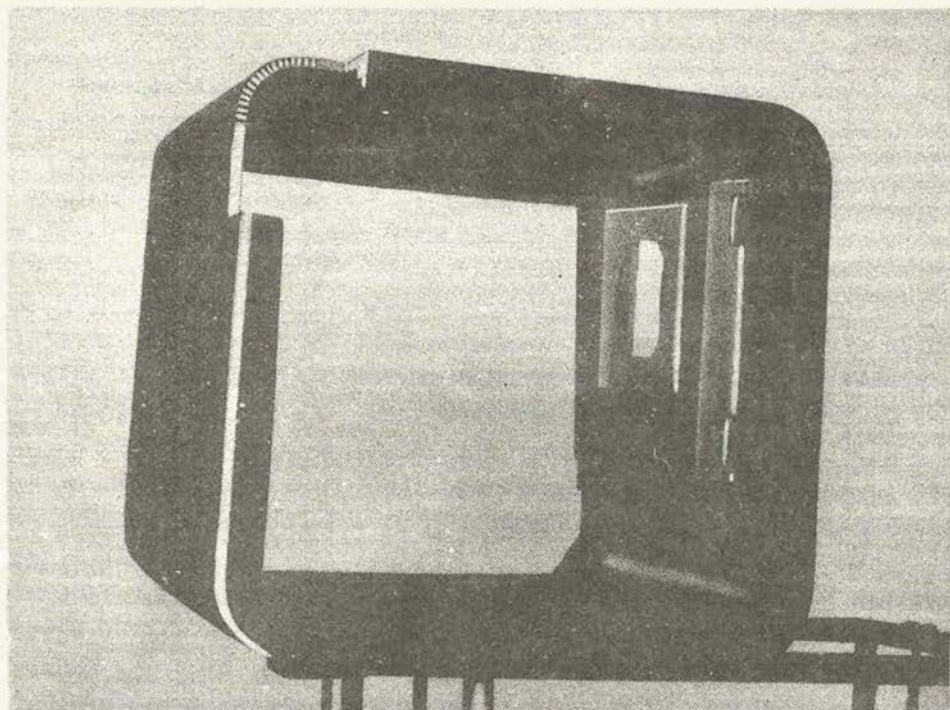
A 2 perces melegítési idő alatt fogyasztása kb. 0,4 kW óra a 3 perces üresjárat alatt pedig 0,05 kW óra. Összesen: 4,05 kW óra.

Az adócső hűtésére ez idő alatt fogyasztott víz mennyisége kb. 25 l.

Három kocsi helyett többet, 4-5-öt is lehet alkalmazni. A megoldás előnye, hogy a káva kétszer, háromszor annyi ideig pihenhet melegítés után, ami viszont megengedi a melegítési idő további lerövidítését.

A 69. ábrán bemutatunk egy televíziós kávéát a felületkezelés előtti állapotban, mely a fenti eljárás szerint készült. Egy sarka le van vágva, hogy a ragasztott sarok felépítése megfigyelhető legyen.

Végezetül megjegyezzük, hogy az itt ismertetett üzembrész korántsem tekinthető egy modern nagyfrekvenciás üzem prototípusának. Felszerelésénél nem volt meg az anyagi lehetősége annak, hogy modern, pneumatikus prészserszámokat állítsunk be, hanem meg kellett maradni a kissé átalakított régi, glutinenyves ragasztásokhoz használt kézi szerszámok mellett. Az elektródákat azonban ugy



69. ábra

terveztük, hogy azok beépíthetők egy gépi meghajtású automatizált présbe is. Egy ilyen automatikus, sűrített levegővel dolgozó présszerszám segítségével a generátor a mostaninál jobban kihasználható, és a termelt áru minősége javítható.

A FAKI A és FKC 3 ragasztók használatánál betartandó előírások ismertetése.

FAKI A: a ragasztó tárolása jól záró vas- vagy üvegedényben hűvös helyen történik. A ragasztó mindaddig használható, míg minősége megfelel az ismertetett követelményeknek. Ha azonban bármely tulajdonsága eltér a megadott értékektől, felhasználni nem szabad. A felhasználhatósági idő szakszerű tárolás esetén általában 6 hónap.

A műszak megkezdése előtt annyi műgyantát kell a tárolóedényből kivenni, amennyi a műszak végéig előreláthatólag elfogy. A ragasztó bekeverésére szolgáló edénybe ebből a mennyiségből any-

nyit kell kivenni, amennyi 1 órai munkához elegendő. Ehhez a mennyiséghez közvetlen felhasználás előtt hozzákeverjük a katalizátort. Ez paratoluolszulfonsav vizes oldata, mely 3 súlyrész paratoluolszulfonsavmonohidrát + 1 súlyrész víz elegyítése útján készül. A katalizátor mennyisége minden 100 súlyrész mügyantához, 16 térfogatrész paratoluolszulfonsavoldat. /Ez a mennyiség megfelel kb. 14,5 % paratoluolszulfonsavnak./ A katalizátor gondos elkeverése után azonnal el kell kezdeni a ragasztást. A katalizátorral bekevert gyanta a környezet hőfokától függően lassan sűrűsödik. Bizonyos idő múlva viszkozitása annyira megnő, hogy felkenésre alkalmatlanná válik. Törekedni kell arra, hogy ez idő alatt a katalizátorral bekevert gyantamennyiség elfogyjon. Az egyszer már besűrűsödött gyanta ragasztásra többé már nem használható. Ha a bekevert mennyiség nem fogy el, annak mennyiségét csökkenteni kell, vagy a katalizátor mennyiségét kell leszállítani. Ez utóbbi azonban kevésbé célszerű megoldás, mert a lecsökkentett mennyiség hatására lassabban fog megkötni. A katalizátor mennyiségét minden esetben 12 % fölött kell megválasztani. A ragasztás megfelelő minőségének biztosítása érdekében az alkalmazott fa nedvességtartalma nem haladhatja meg a 16 %-ot. Mindazon dolgozók, akiknek bőre a ragasztóval való munka közben azzal érintkezésbe kerülhet, gumi keztyűvel és megfelelő védőruhával látandók el.

A fent elmondottak értelem szerint érvényesek az FKC 3 ragasztóra is. Ennek ragasztásra kész összetétele a következő: 100 súlyrész FKC 3 + 30 sr rbzsliszt + 10 sr 25 %-os NH_4Cl oldat. Ennél a gyantánál a katalizátorral szembeni érzékenység az egyes fázeteknél nagyobb ingadozásokat mutat, mint a FAKI A ragasztónál, ezért az adagolt NH_4Cl mennyiségében is nagyobb eltérések engedhetők meg. A szükséges mennyiséget minden új adagnál kis próbákkal kell megállapítani.

E. A ragasztások során betartandó biztonsági és egészségügyi rendszabályok

Nagyfrekvenciás mügyantás ragasztáskor két típusú baleseti veszéllyel kell számolni:

- a/ vegyi ártalmak a ragasztóanyagok részéről,
- b/ elektromos ártalmak a generátor és az elektródák részéről

a/ A vegyi ártalmak megelőzése céljából gondot kell fordítani arra, hogy a ragasztóként használt műgyanta ne kerüljön közvetlen érintkezésbe a dolgozók bőrével. Feltétlen szükséges, és elengedhetetlen a ragasztó felhordását végző dolgozókat gumikeztyűvel ellátni. Különösen a fenol- és fenolhomolog-tartalmu műgyanták veszélyesek. A velük szemben mutatkozó érzékenység tapasztalataink szerint változó. Egyes kevésbé érzékeny egyének huzamosabb ideig, minden látható károsodás nélkül dolgoznak gumikeztyű nélkül fenolos műgyantákkal, mások bőrén viszont már néhány percnyi érintkezés után viszkető foltok jelennek 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 alapu műgyanták kiütéseket ugyan nem okoznak, de szabad formaldehidtartalmuk miatt a vele érintkező bőrt cserzetté, repedezetté teszik, ami kiinduló pontja lehet egyéb fertőzésnek. Ezért e gyantáknál is szükséges a gumikeztyű használata. További veszélyt jelent a melegítés során a műgyantákból eltávozó formaldehid-, fenol-, stb. gőz. Ezek ellen a prés felett elhelyezett kellően méretezett elszívóberendezéssel kell védekeznünk. Mindenesetre az így keletkező gőzök mennyisége csekélyebb, mint amennyi a klasszikus melegítési módszerek alkalmazása mellett fejlődik, tekintve, hogy a melegítési idő az ott alkalmazott időnek csupán tört része.

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

1. 220-380 V feszültségű, 50 periodusu váltóáram. Érintése erős áramütést, egyes esetekben halált okoz.

2. 2000-10 000 V feszültségű 50 periodusu váltóáram. Előbbinél veszélyesebb.

3. 2000-10 000 V feszültségű egyenáram. Az azonos feszültségű váltóáramnál veszélyesebb.

4. Rádiófrekvenciás áram. Nagyfrekvenciás áram folyik a generátor belső terében helyet foglaló egyes elemeken kívül, a munkadarabot közrefogó elektródákban és az azokhoz vezető tápvezetékben. A nagyfrekvenciás áram alatt álló vezeték érintése áram-

ütést nem okoz, egyrészt, mivel a nagyfrekvenciás áram csupán a felszínen halad /skin-effektus/, másrészt az ilyen áram pólusainak igen szapora váltakozása következtében az élő szervezet szövetnedveiben számottevő elektrolitikus bomlás nem jöhet létre. Nagyfrekvenciás áram alatt álló vezeték érintése mégsem 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 erőtér hatásáról. Az áram alatt álló elektródák és tápvezetékek alakjuktól és elrendezésüktől függően több-kevesebb energiát sugároznak környezetükbe. Az erőtér intenzitása a berendezéstől távolodva rohamosan, a távolság négyzetével fordított arányban csökken. Az eddigi megfigyelések szerint az ilyen erőtérnek az emberi szervezetre semmiféle káros hatása nincs. Ebből eredő megbetegedésről az irodalomban nem találtunk említést.

FORGÁCSLAPOK GOMBAÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATAI*

Bálint Gyula
tudományos munkatárs

A fában gazdag, sőt a fát exportáló országokban is mindinkább növekvő mértékben gyártják a fát helyettesítő anyagokat, a forgácslapot és farostlemezt. Ezek előállítására - mint ismeretes - nagy gyárakat létesítettek, ahol mindinkább fejlődő technológiával gyártják a legkülönbözőbb alkalmazási területeken felhasználásra kerülő műfaanyagokat és ezek között az igen kedvező műszaki tulajdonságu forgácslapokat.

Hazai vonatkozásban a forgácslapok előállítása és alkalmazása - súlyos faellátási helyzetünket tekintve - még döntőbb jelentőségű. Kihatása jelentősen befolyásolhatja külkereskedelmi mérlegünk nagyságrendileg második legnagyobb értékét, a faimport súlyos teherterét.

A kutatással eddig nem tisztázott kérdésre, a forgácslapok gombaállóságára és a gombaállóság összehasonlító kiértékelésére kívántunk választ adni.

Ha számbavesszük a rendelkezésre álló külföldi szakirodalmat - a megjelent könyveket, brosúrákat, a legkülönbözőbb nyelven megjelent folyóiratokat, azt látjuk, hogy a faforgácslapok gomba és rovarállósági vizsgálatával Wilhelm Klaudivitz, Irmagard Stolley, W. Gittel, és N. Gehring foglalkotak eddig.

Az Institut für Holzforschung an der Technischen Hochschule, Braunschweig, által kiadott publikációkban fenti nevek annak feltüntetésével szerepelnek, hogy munkájukban nevezett intézetet a Forest Products Institute-Department of Forestry, Pretoria /Kelet-Afrika/, a Deutsche Materialprüfungsanstalt, Berlin-Dahlem és a Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, Braunschweig nagymértékben támogatták. Ezt úgy értelmezzük, hogy a kutatások lényegében az Institut für Holzforschung an der Technischen Hochschule keretében. W. Klaudivitz vezetésével történtek, és ezek a kutatási eredmények állnak rendelkezésre.

* 1959. évben végzett kutatás

Nincs adatunk arra vonatkozóan, hogy a FO /Food and Agricultural Organization of the United Nations/ 1957. január havába Genfben tervezett és megtartott konferenciáján, - amelyen Magyarország is képviseltette magát - a forgácslapok tartósságának kérdését érintették volna. Madas András beszámolója megerősíti azt a feltevésünket, hogy a mykológiai vizsgálatok - ebben a vonatkozásban - még újszerűek és nem eléggé átfogóak voltak ahhoz, hogy a FAO és az Európai Gazdasági Bizottság a lemezek minőségének kérdését, egyes speciális szakterületét is tárgyalja. Madas András beszámolójában külön kitér arra is, a "fejlődést növelő kutatási igények" közé sorolja "a lemezek minőségének javítása", majd "különbözőféle lemezek szilárdsági és fizikai tulajdonságainak javítása", megjelölésű kutatásokat. Utalva Klauditz és Stolley kísérleteire nem kétséges, hogy a forgácslapok építő-, burkoló-, hajó-, vendéglátóipari, stb. alkalmazása a viszonylag új műanyag tulajdonságainak, műszaki felhasználhatóságának vizsgálatát - különösen a fában szegény országokban - a technológiai vizsgálatok homlokterébe állította.

Külföldön a mykológiai vizsgálatokat lucfenyő-forgácsból 8 g kötőanyag /per 100 g/faforgács/ hozzáadásával készült forgácslapokra folytatták le. A forgácslapok térfogatsúlya 0,8 g/cm³ volt.

A "normál" forgácslapok gombaállósági vizsgálatát

fenol típusu kötőanyag esetében *Coniophora cerebella*

Poria vaporaria

karbamid típusu kötőanyag esetében *Poria vaporaria*

Merulius lacrimans

Coniophora cerebella

gombafajokkal végezték el, a DIN DVM 2176 előírásait követve. E szabvány a faanyagvédőszeres mykocid hatásának vizsgálatára vonatkozik. Ugy véljük tehát, hogy az Institut für Holzforschung an der Technischen Hochschule, Braunschweig, által végzett kutatások keretében azért alkalmazták a szabvány előírásait irányadóknak, mert a kötőanyagokat, nevezetesen a fenol és karbamid típusu műgyanták szerepének vizsgálatát tüzték ki feladatuk.

Az eredmény fenol típusu kötőanyag esetében:

Coniophora cerebellával végzett kísérleteknél 22 %

Poria vaporariával végzett kísérleteknél 11 %

Karbamid típusu kötőanyag esetében:

Poria vaporariával végzett kísérleteknél 5 %

Merulius lacrimanssal végzett kísérletnél	39 %
Coniophora cerebellával végzett kísérletnél	54 %

súlyvesztéséget, tehát anyagromlást mutatott.

A kísérlet technikai lehetőségeinek számbavételével igyekeztünk vizsgálatainkat mind a rész-, mind pedig a végeredményeket tekintve a legmesszebbmőlkig kiterjeszteni. Ennek érdekében a következő metodikát alkalmaztuk.

TÖRZSKULTURÁK LÉTESÍTÉSE

Annak felismerésében, hogy a forgácslapokat főként nem szabadba kiépítve, hanem épületek, építmények belsejében, belső teretek kiképzésére, padlózati faanyag pótlására, továbbá butorgyártáshoz nyersanyagként alkalmazzák, a házi kéreggombát *Poria vaporiata*t és a könnyező házigombát *Merulius lacrimans*t használtuk fel biológiai ágensül.

A törzskulturák morfológiai bélyegeit makró- és mikroszkópos vizsgálattal ellenőriztük.

MESTERSÉGES MODIFIKÁLT TENYÉSZET LÉTESÍTÉSE

A vizsgálatok lefolytatásához a friss, erősen virulens tenyészetek biztosítására modifikált szintetikus táptalajt készítettünk. Az agar-agar + malátakivonat táptalajhoz bakteriológiai peptont adagoltunk.

Különös tekintettel voltunk a sterilitás fenntartására.

STERILITÁS FENNTARTÁSA

Ennek keretében a táptalajba különféle penészgátló szereket vittünk be olyan kiválasztásban és mennyiségben, hogy a tenyészetek tisztasága a vizsgálati idő alatt biztosítva legyen. A táptalajon kívül a sterilizáláshoz tartozik az oltószekrény fertőtlenítése, a kémcsövek és később a Kolle-féle edények papirdugóinak lelángolása, a laboratórium padozatának, műszereinek, beépített

felszerelési tárgyainak vegyi csírátlantítása, és nem utolsó sorban a Kolle-féle edényekbe beöntött modifikált mesterséges táptalaj autoklávban magas hőfokon való tartása.

A kísérleti kockák szárítása és lelángolása külön feladatként szerepelt.

ÁTOLTÁSOK VÉGZÉSE

Átoltásokat először a kémcsövekbe, majd a Kolle-féle edényekbe kell elvégezni annyiszor, ahányszor a gombatenyészet életképessége és sterilitása /alacsonyabbrendű gomba spóráival való fertőzöttsége/ ezt megkívánta.

Az átoltásokat előzőleg fertőtlenített oltószekrényben végeztük.

PRÓBATESTEK

A próbatesteket a kísérleti üzem által megjelölt különféle fafajok forgácsaiból és különböző kötőanyaggal készült forgácslapokból 25 x 15 x 50 mm nagyságban alakították ki. Ellenőrső próbatestnek azonos méretű erdei-fenyő szifjácsából készült, kékesedés, tehát előfertőzés nélküli famintákat használtunk. A kontroll-próbatestek megállapíthatóan simára gyalultak voltak és szöveti rendellenességet nem mutattak.

KONDITIONÁLÁS

A betelepítés után a Kolle-féle edényeket a rész- és a végső eredményeknek megfelelően 1-4 hónapig termosztátban tartottuk. A levegő hőmérsékletét naponként, a relatív nedvességtartalmat pedig szűrőpróbaszerűen ellenőriztük.

A kondicionálás a vizsgálat alá vont biológiai ágensek táplálkozás-életteni szempontjából legmegfelelőbb hőmérséklet és légnedvesség beállításával és fenntartásával történt.

A VIZSGÁLAT KIÉRTÉKELÉSE

A különböző szabványokban, így a hazai, valamint a STAS szabványban megadott, ún. "körömbehatolási" próbát nem tartottuk célunknak megfelelőnek. Ez az eljárás nem biztosít határozott előírást a kiértékelés végrehajtására, felfogásunk szerint a "körömbehatolási próba" labilis, konkrét mérési lehetőséget nem tesz lehetővé.

A metodikánkban tehát a vizsgálat kiértékeléséhez a fa anyagból táplálkozó gomba hatásának eredményét, a fa lebontása után a forgácslap, illetve kontroll-próbatestek százalékos súlyvesztésének megállapítását terveztük be.

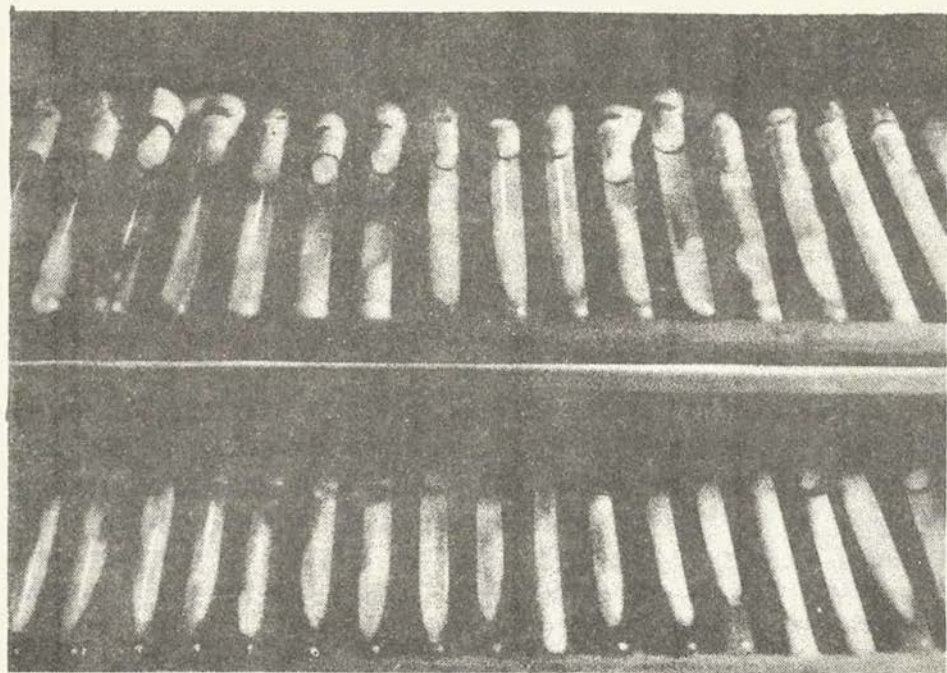
Az eddig publikált vizsgálatok /Klauditz, Stolley, Gittel és Gehring/ a forgácslapokba bevitt kötőanyag hatására vonatkoztak. A vizsgálatokhoz alkalmazott DIN DVM 2176 sz. szabvány, eredeti címe alapján - "Prüfung von Holzschutzmitteln, Mykologische Kurzprüfung /Klötzchen Verfahren"/-fel kell tételeznünk a vizsgálatokat abban a felfogásban végezték, hogy a kötőanyagok gombákkal szembeni magatartása állapítandó meg.

Mi nem így fogtuk fel a feladatot. A forgácslapokat mint ilyet vettük figyelembe, tehát azt kívántuk megvizsgálni, hogy a kísérleti üzemben előállított, különféle fafajból készült, különböző tömörségű, porozitású és természetesen más-másféle kötőanyagbázison gyártott forgácslapok - mint műfaanyagok "in situ" - a fapusztító gombákkal szemben milyen mértékű ellenállást tanúsítanak.

A kötőanyagok esetleges mykocid hatásának vizsgálata történhetett volna más eljárással, forgácsok, préselés, stb. nélkül is.

Ezért alkalmaztuk inkább a MSZ 13.369-53 számú "A fa tartóságának vizsgálata mikroszkópiai úton" című szabvány előírásait.

A vizsgálat lefolytatása a következőképpen történt. A 9-501. sz. téma metodikájának jóváhagyása után 1959 február havában a mykológiai laboratórium állandó törzstenyészetéből kémcsövekben új átoltásokat végeztünk /l. ábra/. Az átoltásokat e zárójelentésben "A kutatások metodikája" c. fejezetben megadott eljárás szerint folytattuk le.



1. ábra
Kémcsövekbe átoltott gombafonalak

Táptalajt az MSZ 13.369-53. számú szabvány szerint

30 g agar-agar

50 g malátakivonat 8 %-os

920 ml deszt. víz

összetételben készítettük el.

PEPTON ALKALMAZÁSA

A mesterséges táptalaját modifikáltuk azzal, hogy a tápérték növelése céljából 920 ml deszt. vízre számítva 0,5 g bakteriológiai peptonat adagoltunk.

A növényi és állati fehérje enzimatis lebonrásából származó pepton a gombakulturák fejlődését kedvezően befolyásolta. Az átoltás után a tenyészetek rövidebb idő alatt megeredtek, majd a

mycélium fejlődése is rohamosabb volt. Ezzel szemben a pepton elősegítette a penészgombák megtelepedését.

PENÉSZGÁTLÓSZERREKKEL FOLYTATOTT KISÉRLETEK ÉS AZOK EREDMÉNYEI

A sterilizáláshoz különféle anyagok hatásosságát is megfigyeltük. Ennek során kerültek alkalmazásra:

- a/ Timol /p-metilizopropilfenol/
- b/ Trichothyriaceen /antibiotikum/
- c/ Cetilpiridiniumbromid /Sterogenol/

Fenti anyagokkal kapcsolatosan a következő megfigyeléseinkről számolunk be.

Timol /p-metilizopropilfenol/ mint fenolszármazék baktericid hatású anyag, gyógyszerül is használják.

A növénykórtani laboratóriumi vizsgálatoknál penészgombák ellen is alkalmazzák. A fertőtlenítő, de nem maró hatású, vízben alig oldódó, szintelen, fűszerszagu kristályokból a szakirodalomban leírt "parányi darabka" nem mutatott gátló hatást. Nagyobb kristály viszont a táptalajra helyezett oltódarabkák megeredését, illetve mycélium képzését gátolta.

Arra a megfigyelésre jutottunk, hogy célravezetőbb a vízben, esetleg a gombák által képzett savanyu közegben oldódó anyag használata. Laboratóriumi kísérletek végzésekor fontos a pontos, egyöntetű eredmény biztosítása. Ez a Timol esetében nem volt elérhető, illetve a gátló hatás elérése külön és hosszabb vizsgáldást igényelt volna, különösen a felhasznált Timol-kristály nagyságára, tehát a gátló hatás bekövetkezésének körülményeire, továbbá a penészgombákkal szembeni fungicid hatás és a kémiai összetétel közötti összefüggésekre vonatkozóan. Ezek felismerésében tértünk rá a trichothyriaceen, mint antibiotikum kísérleti alkalmazására.

Trichothyriaceen nevű konidiumos gombát mint fejlődés folyamatában kevésbé ismert gombafajt rendszertanilag a Fungi imperfecti közé sorolhatjuk. Mesterséges táptalajra átoltott, majd centrifugálással megtisztított táptalajból csontszén hozzáadásával izolált antibiotikumot rendszerint valamely alifás egyértékű alkohollal /pl. butilalkohollal/ leoldják. Megfagyasztva, 1 üres

térben a vizet elpárologtatva megkapják a poralaku antibiotikumot. Ennek oldatát alkalmaztuk kutatásaink során. A kísérleti mennyiséget a Phylaxia Állami Oltóanyagtermelő Intézet fermentáló osztálya bocsátotta rendelkezésünkre.

Az antibiotikum táptalajba való adagolása 2, illetve 3 mg mennyiségben történt Kolle edényenként.

A Trichothyriaceen mint penészgombák elleni antibiotikum ebben az adagolásban nem bizonyult megfelelőnek. Pár napra az átoltás után a kulturák sterilitása megszűnt. Ezen antibiotikummal 1-40 mg/l adagolásban célszerű lett volna a kísérleteket folytatni, de a témára fordítható idő szükségessé tette, hogy bizonytalan - bár érdekesnek és célszerűnek ígérkeső - kísérletek kiszélesítése helyett rövidebb idő alatt lefolytatható, más anyag vizsgálatát indítsuk be.

Igy került sorra a cetilpiridiniumbromid elnevezésű anyag, melyet tudomásunk szerint először a tejsavbaktériumok /Bakterium-acidi lactici/ ellen alkalmaztak sikeresen. A penészgátlószertül kísérletileg alkalmazott cetilpiridiniumbromid egy brómozott alifás vegyület. Kétféle minőségben gyártják. Egyik sötétbarna színű, technikai minőségű töményoldat, a másik pedig az előző anyag tiszta vizszerű, alkoholos oldata, mely a kereskedelemben "Sterogenol" néven kerül forgalomba.

Az anyag gátlóhatását 2-5 o/oo, továbbá 1-2 %-os koncentrációban vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy 2 o/oo-os koncentrációval már a penészgombák ellen védekezhetünk, és ebben a töménységben még a Sterogenol nem veszélyeztetni magasabbrendű fapusztító-gombák fejlődését, bár a Merulius lacrimans érzékenysége észrevehető volt. 5 o/oo-os oldat a Merulius tenyészetek kifejlődését már mintegy 50 %-ban gátolta.

A kísérlet eredményeként a továbbiak során a táptalajt 2 o/oo-es, a mykológiai laboratórium felszerelési tárgyait, levegőjét és padlózataát esetenként 1 %-os melegvizes oldatával fertőtlenítettük. Ezzel a gombakulturák sterilitásának a kérdését megoldottuk.

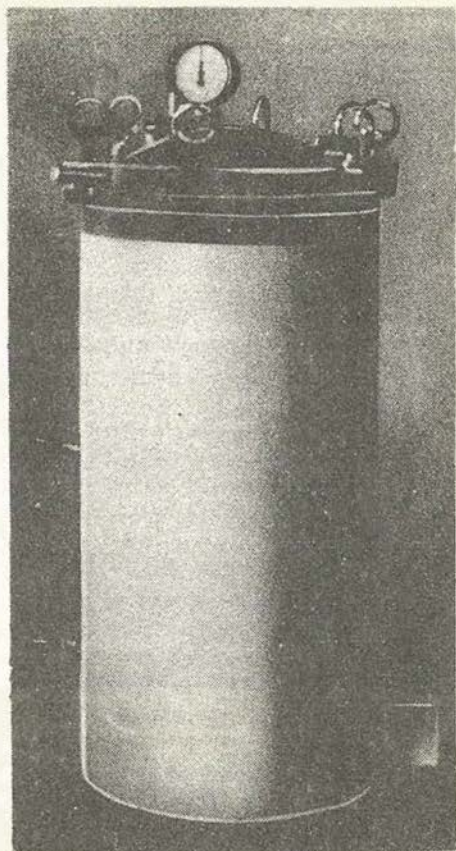
A sterilizáláshoz tartozott a vakuum alkalmazása. Minden egyes esetben 1,2 - 1,3 atm mellett /120 C^o-on/ 20 percen át a módifikált szintetikus táptalajt még külön sterilizáltuk /2. ábra/.

KONDITIONÁLÁS

A Kolle-féle edénybe történt átoltások után az optimális hőmérséklet és légnedvesség biztosítása céljából a tenyésztő edényeket termosztátba helyeztük /3. ábra/. Külön gondoskodtunk a *Poria vaporaria* és külön a *Merulius lacrimans* fejlődését legjobban elősegítő hőmérséklet biztosításáról, és azt naponként ellenőriztük. A termosztátban a relatív légnedvességi állapotot ugyancsak figyelemmel kísértük.

Az így biztosított optimális fejlődési lehetőség mellett az oltóképletek a peptonnal módifikált táptalajon hamarosan fejlődésnek indultak /4. ábra/. A fejlődést nap mint nap ellenőriztük egyrészt a tenyészet virulenciája, másrészt pedig az esetleges fertőződés miatt.

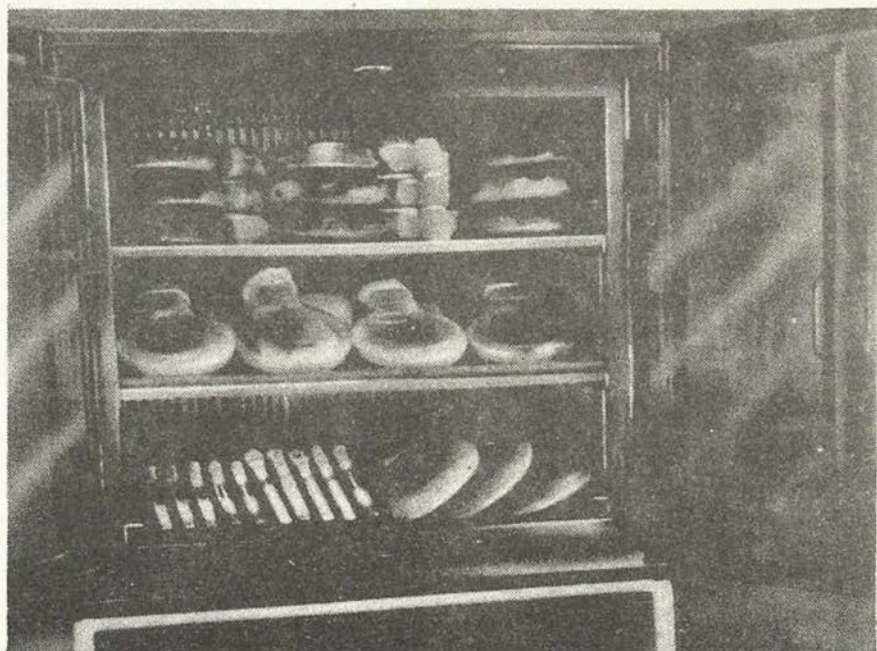
A fejlődés a második hét után fokozódik, a mycélium növekedése, a fonalszövetek szálas-tömöttsége az ellenőrzések



2. ábra

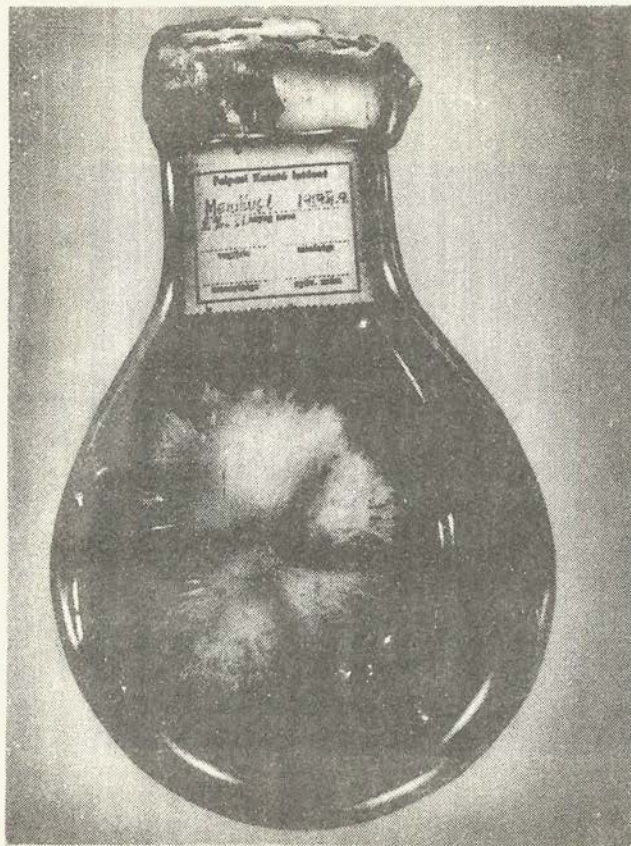
A mykológiai laboratórium
sterilizátora

során jól érzékelhető /5. ábra/.



3. ábra

Termosztátban elhelyezett tenyésztő edények, és a primer átváltásokat tartalmazó kémcsövek



4. ábra

Kémcsőből Kolla-féle edénybe átvitt
gombafonalzat kezdeti fejlődése



5. ábra

A mesterséges tenyészet teljes
kifejlődési állapotban

PRÓBATESTEK BEHELYEZÉSE A TENYÉSZŐDÉNYBE

Megfelelő számú és feltétlen steril, különböző gombafajtenyészetek biztosítása után minden vizsgálat végrehajtásához két-két próbatestet készítettünk. Az egyiket a vizsgálandó forgácslapból, a másikat eredelfenyőből összehasonlítás céljából.

A téglalakú próbatestek mérete:

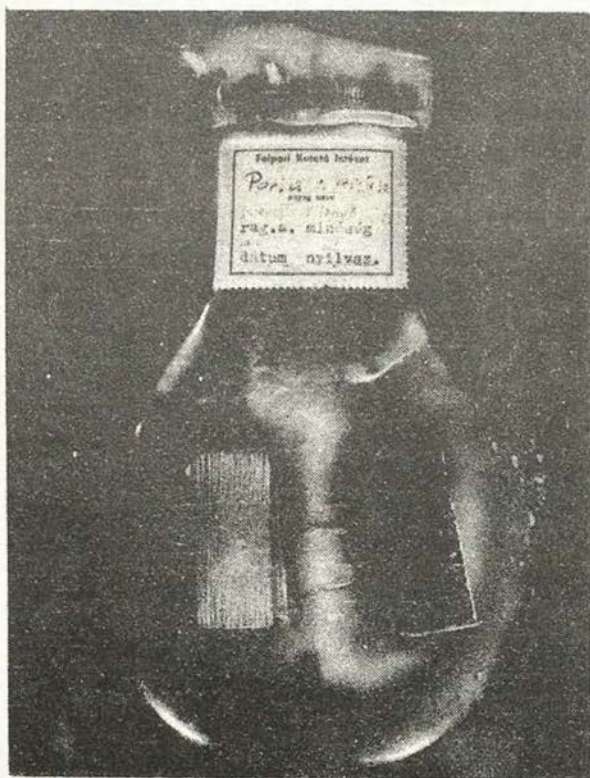
20 x 25 x 15 mm \pm 0,2 mm mérettűréssel.

A vizsgálandó forgácslapokra - fafajt tekintve - a kísérleti üzem a következő adatokat adta:

fenyő belső - nyár borítás

nyár belső - nyár borítás

fenyő belső - fenyő borítás



6. ábra

Próbatestek a gombával fertőzött táptalajon

A különböző fajokból származó forgácsokhoz xylenol vagy karbamid típusu raganyagot alkalmaztak.

A próhatesteket a tenyészedénybe való helyezésük előtt 80 C°-on állandó sulyig szárítottuk, majd exsikkátorban való lehűlésük után a téglalakú próbatesteket minden oldalukon - a csiramentesség érdekében - nyílt láng felett áthúztuk /lelángoltuk/. A lelángolás pörkölődés nélkül történt. A méréseket 0,01 g pontossággal végeztük.

Közvetlenül ezután helyeztük be a tenyészedénybe. A próbatesteket lapjukra fordítva helyeztük be a gombával fertőzött táptalajra úgy, hogy azok egymással ne érintkezzenek /6. ábra/.

KONDICIONÁLÁS FENNTARTÁSA

Az optimális, illetve közel optimális hőmérséklet biztosítása céljából helyeztük el a tenyészedényeket.

A *Poria vaporaria* tenyészeteket termosztátba állítottuk be, + 20 C° hőmérséklet állandósításával.

A *Merulius lacrimans* fertőzésének kitett próbatesteket tartalmazó tenyészedényeket + 18-20 C° hőmérsékleten, szobahőmérsékleten tartottuk.

A kísérletek alatt a kondicionálás problémáját úgy oldottuk meg, hogy pl. július 15-én és 22-én, amikor a laboratórium levegője + 28-26 C° hőmérsékletű volt, a padlózat hidegvizsel való többszöri felmosásával hűtöttük a helyiség levegőjét.

Amikor ez is kevésnek bizonyult /pl. július 24-én/, akkor a tenyészedényeket a naponta többször hidegvizsel hűtött padlózatra fektettük. Ezzel elértük, hogy a *Merulius lacrimans* - mint biológiai ágens - fejlődésének folyamatosságát és ezzel a fertőzés állandóságát, a cellulóz lebontását biztosítottuk.

A FORGÁCSLAPOK TARTÓSSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

A maratási idő alatt megfigyelhető volt, hogy a xylenol alapú forgácslapok kötőanyaga a ráterjedt mycéliumot sárgásbarnára elszínezte. A foltképződés később nagyobbodott a forgácslap próbatest környékén /7. ábra/. A xylenol kötőanyagu forgácslapból



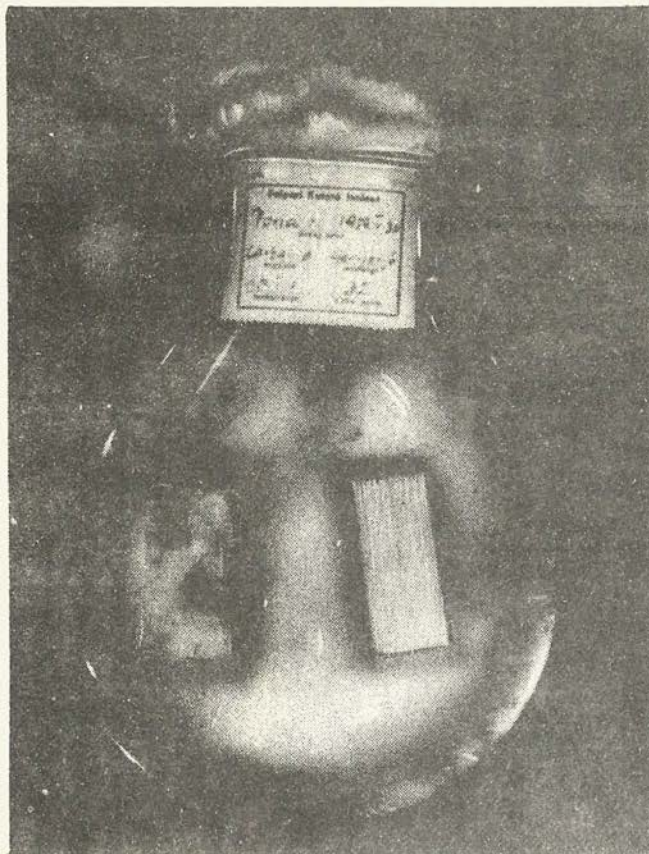
7. ábra

A xylenol-alapu forgácslap körül a gombafonalszat sárgásbarna lesz, mely foltosodás később erősbödik

kioldódó anyag a gomba ráterjedését jelentős mértékben korlátozta. Olyan esetben, ha a xylenolból kioldódott anyag, illetve a szabad fenol, továbbá a fenolhomológok okozta foltosodás áttért az ellenőrző próbatest környékére, a gomba fejlődése az irányban is gátolt volt.

Ezt egyébként valamennyi diagramm érzékelteti.

A karbamid bázisu forgácslapok fertőzési kísérletekor a gomba - az első időszakban, mintegy három nappal a próbatesteknek a fertőzött táptalajra történt ráhelyezése után - némileg elszínesődött, fejlődése átmenetileg csökkent. 2-3 hét múlva a gomba fejlődésében észlelt stagnálás megszűnt, a fonalszövedék rohamos



8. ábra

A gombafonalszövedék átterjedt mind a forgácslapra, mind az ellenőrző próbatestre



9. ábra

A gomba sűrű, szálás szövedéket képzett, a próbatesteket majdnem láthatatlanná tette

fejlődésnek indult; napok alatt áttért mind a forgácslap, mind pedig az ellenőrző próbatestekre/8. ábra/.

Ezeket dusan belepve, továbbfejlődve a tenyésző edény belsejében olyan sűrű, szálás szövédéket képezett, hogy a próbatesteket majdnem láthatatlanná tette /9. ábra/.

A gombatörzsek virulenciája a sorozatvizsgálatok során eltérést mutatott. Ez a naponkénti növekedés arányaiban, tehát a mycéliumképződés időtartamában jutott kifejezésre. Legdöntőbb azonban ugyanazon gombafajnak ugyanazon idő alatt bekövetkezett korrodeáló hatása volt. Így a második sorozat /VIII.átoltás/ erőteljesebb törzset adott, annak ellenére, hogy ugyanazon gombafajt, ugyanazon modifikált mesterséges táptalajra oltottuk át, s mint megállapítottuk, három hónap alatt 3,2 %-kal nagyobb súlyvesztést eredményezett a próbatestek faanyagában, mint pl. az első sorozatbeli törzsek négy hónap alatt.

A maratási kísérletek időtartama négy hónap volt. A kellő áttekintés érdekében kívánatosnak tartottuk, hogy megnézzük a közbenső idő eredményeit is. A sterilitás biztosítása ennek lehe-



10. ábra

Fertőzés előtt és 2 havi Merulius-fertőzés után

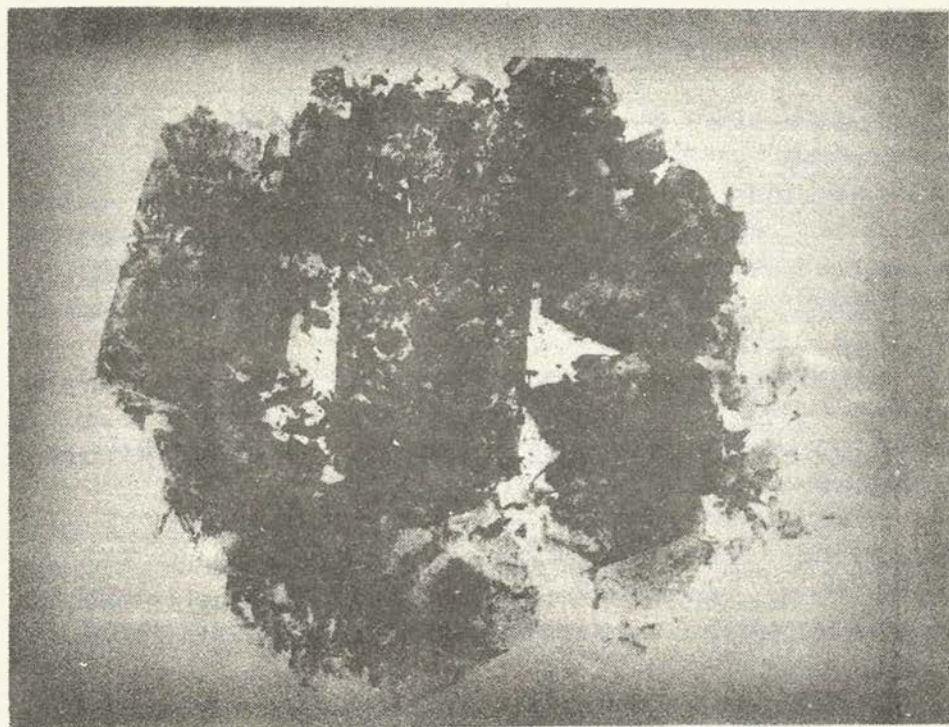
tőségeit erősen csökkentette. Így különböző időtartamu, 1, 2, 3 hónapos vizsgálatokat is beindítottunk.

A ráhelyezés állapotát és 2 hónapi fertőzés hatását a 10. ábrával szemléltetjük.

A vizsgálati idő lejártá után mind a forgácsanyag, mind pedig a fenyő /ellenőrző/ próbatesteket a tenyészőüvegekből kiszedtük. A kiszedett próbatesteket, illetve azok ma-

radványait a lehetőséghez képest a gombafonalszövédéktől megtisztítottuk és szárítószekrénybe helyeztük. A hőmérsékletet + 80 C^o-ra állítottuk be.

A *Merulius lacrimans* fertőzésének négy hónapon át kitett forgácslapokban a gomba olyan mérvű korróziót okozott, hogy azok a tenyészőedényben érintésre szétestek. Kivételük tehát nehézségbe ütközött, egyes esetben pedig alig sikerült, mert általában a karbamid alapú forgácslapok - megfogás alatt szétestek /11. ábra/.



11. ábra

Karbamid-alapú forgácslap pusztulása négy hónapi *Merulius*-fertőzés hatására

A próbatetek százalékos súlyvesztését $/P_v/$ a következő képlet szerint számítottuk ki:

$$S_v = \frac{G_k - G_v}{G_k} 100$$

S_v = százalékos súlyvesztés

G_k = a kezdeti súly g-ban

G_v = a végleges súly g-ban

A vizsgálatok mennyiségi megoszlása	
Átoltások száma kémcsőben összesen	322 eset
Átoltások száma Kolle-féle edényben összesen	287 eset
Vizsgálatok biológiai ágensekkel összesen	118 eset
Kiértékelt vizsgálat összesen	75 eset

A BIOLÓGIAI ÁGENSEK FEJLŐDÉSÉVEL ÉS KORRÓZIÓ ELŐREHALADÁSÁVAL KAPCSOLATOS MEGFIGYELÉSEK

Karbamid alapú forgácslapok *Merulius lacrimans*-sal való fertőzése esetén a próbatesteket - a fertőzött táptalajra történt ráhelyezése után kb. egy hétre - a gomba fonalszövedéke szabad szemmel alig észrevehetően behálózta /8. ábra eredeti fényképe szerint/. Az ellenőrző próbatestre a gomba mycéliumának ráterjedése intenzívebb volt. A forgácslap-próbatest felületén és környékén sárga elszíneződés mutatkozott.

Penészképződés az ellenőrző fenyőpróbatesteken a vizsgálatok megkezdése után kb. 1 hónap múlva lépett fel. *Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum* nyalábjait ismertük fel. Ez esetben kénytelenek voltunk a vizsgálatokat megismételni.

A tenyésztési idő során az ellenőrző próbatestek feltűnően megduzzadtak. 130 C° hőmérsékleten, két napi szárítás után sem nyerték vissza korábbi alakjukat, ezért a Kolle-féle edényből csak vésővel történt szétdarabolásuk után, darabokban tudtuk kiszedni.

A forgácslapok alapanyagát, vagy alapanyagait képező fafaj, illetve azok különbözősége észrevehető különbséget a gomba elterjedése szempontjából nem mutatott. A fenyő, nyár, illetve ezek variálása a gomba fejlődését észrevehetően nem gátolta.

Karbamid alapú forgácslapok *Poria vaporária*-val való fertőzése esetén a kondicionálás kérdése leegyszerűsödött. A biológiai ágens fejlődése fokozatos. Penészképződés ugyancsak megfigyelhető. A tenyésztet tisztaságát veszélyeztető és a vizsgálatok során fellépő gombafajok ebben az esetben is *Aspergillus* és *Penicillium* sp.-ek voltak.

Xylenol alapú forgácslapok *Merulius lacrimans*-sal való marataása során a próbatesteknek a mesterséges táptalajra való ráhe-

lyezése idejétől számított 3-4 nap múltán a forgácslap-próbates-
tek körül barna-sötétbarna foltok képződnek. A forgácslap-próba-
testek fertőződése a foltosodást mutató helyeken megszűnt. Fel-
tétélezhető, hogy a savanyu kémhatású táptalaj, a gombák légzése
közben termelt oxálsav, valamint a gombák enzimatisus és hidro-
lizáló hatására a xylenolban oxidációs, illetve redukciós folya-
matot indít meg. Ez kátránynak, vagy kátránytermékeknek a tápta-
lajra jutását eredményezi, ami mykocid hatást vált ki. Ez a fel-
tétélezés plauzibilisnek látszik. További kémiai vizsgálatok len-
nének hivatva a xylenol alapu forgácslapokból kiváló anyagokat
qualitativ elemzéssel és quantitativ megállapítással meghatároz-
ni. Ezzel a xylenol alapu forgácslapoknak a fapusztító gombákkal
szembeni ellenállása is konkrétizálható lenne.

Xylenol alapu forgácslapok *Poria vaporariával* történt mara-
tási vizsgálata során a penészedés jelentősebb volt. Póleg az el-
lenőrző próbatestek penészedése mutatkozott meg, de ez mégsem te-
kinthető fajlagos tünetnek.

A *Poria vaporaria* fejlődését is rendkívül nagymértékben gá-
tolta a xylenol, mint kötőanyag.

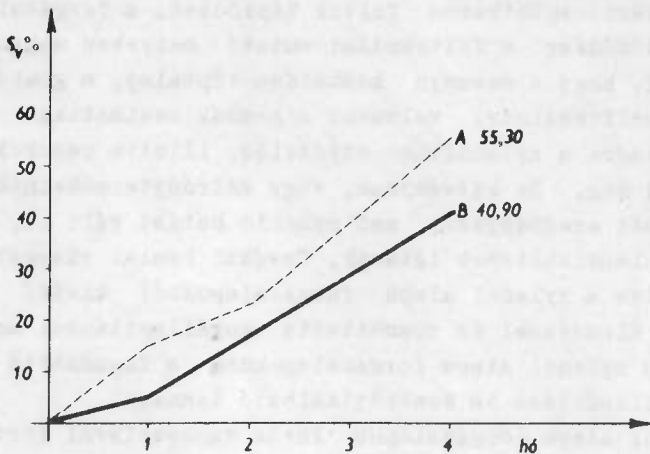
A VIZSGÁLATOK KIÉRTÉKELÉSE

Karbamid alapu fenyő belső - nyár borításu forgácslap gom-
baállósági vizsgálata *Merulius lacrimans* tenyésztettel:

Kísérleti idő:	4 hónap
átlag súlyvesztesség	40,90 %
1 havi részeredmény	5,39 %
ellenőrző próbatest súlytesztessége	55,30 %

/12. ábra/.

A gomba nagy intenzitással ráterjed a karbamiddal ragasztott
prototipusra. Kisebb, átmeneti gátlóhatás a forgácslap körül - az
első időben képződött sárga, foltosan elszíneződött területen -
észlelhető volt. A kontrollerdarab megtámadottsága ez idő alatt na-
gyobb mérvű volt. A gátlóhatás 2-3 héten keresztül volt megfi-
gyelhető. A gátlóhatás megszűnése után a gomba rohamos fejlődésnek
indult. Nemsokára a Kolle-féle edény tartalmát a gombafonalszöve-
dek befedte.



12. ábra

Forgácslap - ellenőrző próbatest összehasonlítása. A = ellenőrző próbatest /erdei fenyő szijácsa/ B = fenyő belső, nyár borításu, karbamid-alapu forgácslap Merulius l. tenyésztete

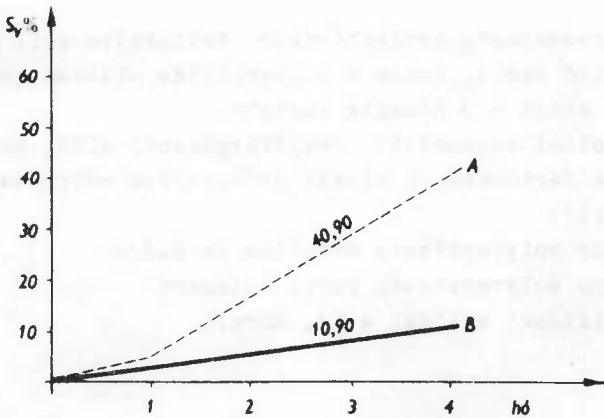
Xylenol alapu fenyő belső - nyár borításu forgácslap gombaállósági vizsgálata Merulius lacrimans tenyészettel:

Kísérleti idő:	4 hónap
átlagos súlyvesztés	10,90 %
1 havi részeredmény	2,43 %
ellenőrző próbatest súlyvesztése	26,58 %
ellenőrző próbatest egy havi súlyvesztés részeredménye	9,70 %

A karbamid és xylenol alapu forgácslapok gombaállóságának összehasonlítása /13. ábra/.

E vizsgálat kiértékelésekor rá kell mutatnunk, hogy a xylenol hosszabb időn át távoltartó hatást fejtett ki. Később a gomba lassabb terjedéssel elérte a kontroll-próbatestet. Ennek bekövetkezése után friss és természetes /cellulóz/ tápanyaghoz jutva a tenyészet némileg felerősödött. Ennek arányában tudta korródeálni a forgácslap próbatestet.

Karbamid alapu fenyő belső - nyár borításu forgácslap gombaállósági vizsgálata Poria vaporaria mesterséges tenyészetével:



13. ábra

B = xylenol-alapu forgácslap

Kísérleti idő:	4 hónap
átlagos súlyveszteség	14,75 %
ellenőrző próbatest súlyvesztesége	4,94 %

Külön vizsgálat alá vontuk ebben az esetben a tenyészet életképességét a forgácslap megtámadottságának, tehát a bekövetkezett súlyveszteség arányában.

Ennek alapján 3 hónapig tartó kísérlet eredménye azt mutatja, hogy a súlyveszteség a 2. sorozatban történt vizsgálatnál 16,15 % volt.

Arány

4 hónap után	14,75 %
3 hónap után /2. sorozat/	16,15 %

Az ellenőrző próbatest maratása is a gombatenyészetek virulenciájának különbözőségét mutatja a következő feltűnő értékekkel /13.ábra/.

Arány

4 hónap után	4,94 %
3 hónap után /2. sorozat/	8,14 %

Xylenol alapu fenyő belső - nyár borítású forgácslap gombaállósági vizsgálata *Poria vaporaria* tenyésztettel:

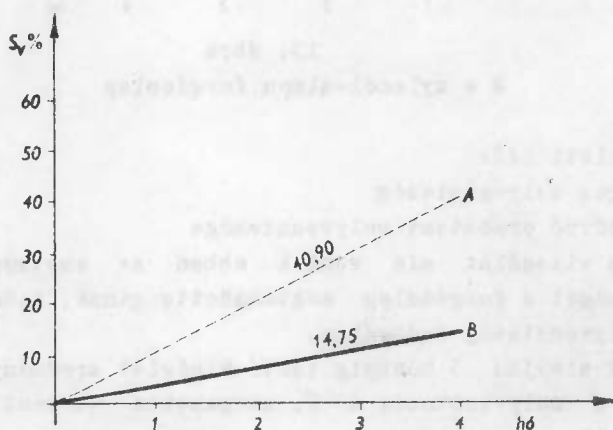
Kísérleti idő:	3 hónap
átlagos súlyveszteség	10,65 %
ellenőrző próbatest súlyvesztesége	5,98 %

A súlyveszteség értékelésekor tekintetbe kell venni, hogy a kísérleti idő nem 4, hanem - a sterilitás biztosítására fordított többletidő miatt - 3 hónapig tartott.

Xylenollal ragasztott, fenyőforgácsból álló, *Merulius* és *Poria* sp.-nek fertőzésének kitett próbatestek súlyveszteségei:

Kísérleti idő:	4 hónap
átlagos súlyveszteség <i>Merulius</i> hatására	7,16 %
átlagos súlyveszteség <i>Poria</i> hatására	2,53 %

Összehasonlításul szolgál a 13. ábra.



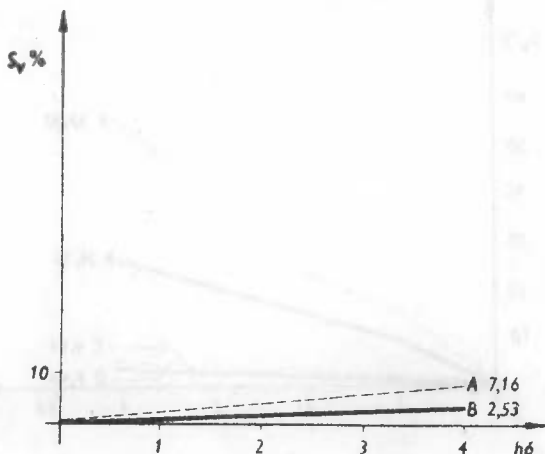
14. ábra

A = *Merulius lacrimans* fertőzésének hatása
 B = *Poria vaporaria* fertőzésének hatása

Mint kitűnik, a xylenollal ragasztott forgácslapokat a könnyező házigomba *Merulius lacrimans* agresszívebben támadja, mint a házi kéreggomba *Poria vaporaria*. A támadás intenzitásában természetesen szerepet játszhat a gombák virulenciájának mértéke is.

Xylenol és karbamid műgyanták fertőzésgátló tulajdonságaira vonatkozó tapasztalatok az adott kutatás lefolytatása kapcsán és az erdei fenyő /szijács/ ellenőrző próbatest korrózióját illetően /14. ábra/.

Kísérleti idő:	4 hónap
A. karbamid műgyanta alkalmazása <i>Merulius</i> 1. fertőzés esetén	55,30 %



15. ábra

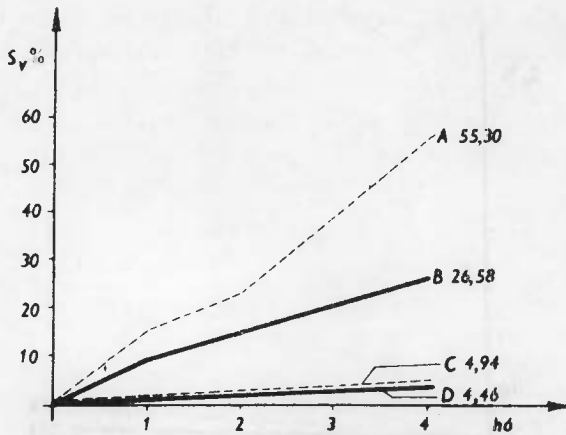
A = *Merulius lacrimans* által okozott súlyvesztés
 B = *Poria vaporaria* által okozott súlyvesztés

B. xylenol mügyanta alkalmazása <i>Merulius l.</i> fertőzése esetén	26,58 %
C. karbamid mügyanta alkalmazása <i>Poria v.</i> fertőzése esetén	4,49 %
D. xylenol mügyanta alkalmazása <i>Poria v.</i> fertőzése esetén	4,46 %

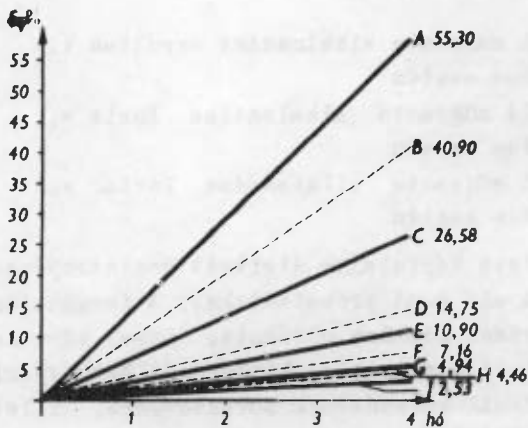
A mesterséges táptalajra átoltott gombatenyészetekre helyeztük a vizsgálat alá vont próbatesteket. A forgácslapok kötőanyaga hidrolízis folytán némileg oldódott. Ennek következtében a mügyanta a táptalajt elszínezte, kémhatását befolyásolva kihatással volt a gomba fonalszövetének növekedésére, illetve a cellulóz lebontás bekövetkezésének idejére és arányaira.

Kutatásunk teljességét szolgálva megfigyeltük a mügyanták fertőzésgátló tulajdonságai között észlelhető különbséget. Ezt szemlélteti a 15. ábra, melynek adatai alapján meggyőződhetünk az alkalmazott kétféle kötőanyag fertőzésgátló tulajdonságainak mértékéről, egyben - a virulencia kérdését nem érintve - a két gombafaj korróziós hatása közötti különbségről is.

A lefolytatott vizsgálatok eredményeit a 16. összehasonlító ábrával mutatjuk be. A diagramm valamennyi variációt feltünteti



16. ábra
A műgyanták fertőzésgátló tulajdonságai



17. ábra
Összehasonlító ábra

mind a forgácslapokhoz felhasznált fafaj, kötőanyag és a fertőző ágens tekintetében.

A = Kontroll-próbatest súlyvesztése karbamid alapú Merulius 1. fertőzött forgácslap mellett 55,30%

B = Karbamid alapu, fenyő belső - nyár borítá- su forgácslap Merulius 1. fertőzés esetén	40,90 %
C = Kontroll-próbatest súlyvesztesége xylenol alapú forgácslap Merulius 1. fertőzött forgácslap mellett	26,58 %
D = Karbamid alapu fenyő belső - nyár boritá- su forgácslap Merulius 1. fertőzés esetén	14,75 %
E = Xylenol alapu fenyő belső - nyár boritá- su forgácslap Merulius 1. fertőzés esetén	10,90 %
F = Xylenol alapu tiszta fenyőforgács Merulius 1. fertőzés esetén	7,16 %
G = Kontroll-próbatest súlyvesztesége karbamid alapú Poria v.-val fertőzött forgácslap mellett	4,49 %
H = Kontroll próbatest súlyvesztesége xylenol alapú Poria v.-val fertőzött forgácslap	4,49 %
I = Xylenol alapu tiszta fenyőforgácslap Poria v. fertőzés esetén	2,53 %

Az ábra jól áttekinthetővé teszi, hogy ha karbamid alapú forgácslapot helyeztünk Merulius lacrimans tenyésztetre, úgy az ellenőrző próbatest súlyvesztesége igen magas volt, tehát a karbamid inkább elősegíti, mint gátolja a gombák terjedését.

Ennek ellenkezője áll a xylenol alapú forgácslapok esetében. A xylenol tehát gátolja a gombák növekedését.

IRODALOM

- Bálint Gy.: Beépített faanyagok korhadása és védelme. 1956.
- Bavendamm, W.: Erkennen, Nachweis und Kultur der holzfärbenden, und holzzerstörenden Pilze. Handb. Biol. Arbeitsmeth. 1936. 12,2. 1075-1085.
- Husz B.: Növénybetegségeket okozó konidiumos gombák meghatározása és rendszere. Budapest, 1951.
- Klauditz W. und. Stolley I.: Holzschutz bei Holzfäser- und Holzspanplatten. Bericht der Tagung des Arbeitsausschusses der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung. 1949. 30.

- Klauditz W. és Stolley I.: Versuche zur Herstellung pilz- und termitenfester Holzfasertafeln. 1950.
- Liese J.: Physiologie der holzerstörenden Pilze, 1951.
- Madas A.: A farost- és forgácslemezyártás problémái a genfi konferencia tükrében. Faipar, 1957. 3.
- Rabanus, A.: Die toximetrische Prüfung von Holzkonservierungsmitteln Angew. Bot. 1931. 13. 352-371.
- Szabó, K.: Fenolszármazékok fungicid hatása. Annales Historico - Naturales Musei Natinalis Hungarici, 1955. Tomus VI.
- Richards, G.A.: Laboratory methods for evaluating wood preservatives: preliminary comparison of agar soil culture techniques using impregnated wood blocks Proc. Amer. Wood Preserv. Assoc., 1947.

Barlai Ervin
igazgató helyettes

A termelői árrendszerről, gazdaságvezetésünk egyik legfontosabb pilléréről egyre több szó esik. A megjegyzések rendszerint a következő négy kérdés köré csoportosulnak:

1. Termelői árrendszerünk némely népgazdasági ágban nem az anyaggal való takarékosagra, hanem anyagpazarlásra ösztönöz. Ez is egyik oka, hogy sok területen az alapanyagtermelés fejlesztésére irányuló nagy erőfeszítéseink és elért eredményeink ellenére is anyagiánnyal küzdünk.

2. Termelői árrendszerünk hiányossága megnehezíti, hogy megítéljük, mely termékek termelése, mely termelési ágak fejlesztése gazdaságos, illetve gazdaságtalan a népgazdaság szempontjából. Ez a fogyatékoság különösen súlyosan kidomborodik az exportcikkek termelési feladatok megállapításakor, és az importanyagok hazai pótlásával kapcsolatos kérdések vizsgálatakor.

3. Termelői árrendszerünk hibái megnehezítik, hogy megállapítsuk, valamely termékfajta termelésének növelési lehetőségei közül népgazdasági szempontból melyik a legkedvezőbb, vagy hogy adott viszonyok közt melyik egy-egy termék termelésének a népgazdaságilag legkedvezőbb technológiája.

4. Termelői árrendszerünk egyes esetekben azt is akadályozza, hogy a gazdasági vezetők, a vállalati szakemberek megtanulják a szocialista gazdálkodás módszereit, hiszen éppen azt nem biztosítja, amit Sztálin a gazdasági tevékenység abc-jének nevezett: a jövedelmezőség mérlegelésének lehetőségét. A mostani termelői árrendszer olykor a népgazdasági károkat a gazdasági vezetők szempontjából eredménynek, a népgazdasági eredményeket pedig az ő szempontjukból kárnak tünteti föl.

1953-1955. években végzett kutatás.
Megjelent a Közgazdasági Szemle 1955. évi 1. számában

Ezért hasznos és érdekes, ha elemezzük a fűrésziparunk termelésében legnagyobb mennyiségben előforduló lombfafűrészárak termelői árrendszerét, s megkíséreljük, hogy az elemzés révén népgazdaságunk szempontjából esetleg hasznos következtetésekre jussunk.

A TERMELŐI ÁRRENDSZER HATÁSA AZ ANYAGMEGTAKARÍTÁSRA

A mostani termelői árrendszerben a lombfafűrészáru árának megállapítása a vállalati önköltségre épül, a termelési költségek összetétele pedig a következő: $a + b = \delta$ / a = anyagköltség, b = munkabéreköltség, δ = önköltség/.

Ha az egyenletbe behelyettesítjük 1 m^3 fűrészáru termelési költségeinek számszerű értékeit, az eredmény $419,25 + 92,41 = 511,66$.

Ha a munkabéreköltséget 100-nak tekintjük, akkor a béreköltség és az anyagköltség arány $b:a = 100 : 453$.

Eszerint ha a vállalat 1 százalékos anyagköltségcsökkentés útján 4,19 forinttal /tehát 419,25-ről 415,06-ra/ akarja csökkenteni az anyagköltséget, akkor csak legföljebb 4,53 százalékkal /4,19 forinttal/ több munkabért fordíthat erre a célra, mert különben az önköltség emelkedik. /Az önköltség az első esetben: $419,25 + 92,41 = 511,66$, a második esetben / $419,25 - 4,19$ / + / $92,41 + 4,19$ / = 511,66/.

De az anyagkihasználás 1 %-os javításához nem elég 4,19 forint pótlólagos béreköltség, mert ez csak 53 percnyi munkaidő béreköltségének felel meg.

Ismeretes, hogy fűrészelés közben a keretfűrészbe beakasztott fűrészlapok, a nagy megterhelés miatt elmozdulhatnak. Márpedig a fűrészlapok pontos beállításától függ a termelt fűrészáru vastagsági méreteinek pontossága és a fűrészelt felületek egyenletessége. Az elmozdulás méreteltérést és "görbe vágást", vagyis selejtet okoz. Ennek következtében a fűrész például 100 m^3 rönkből nem 68 m^3 , hanem csak 67 m^3 fűrészárut termel, tehát az anyagkihasználás romlik. Pedig megvan a lehetőség, hogy az anyagkihasználás ne romoljon, hanem ellenkezőleg, javuljon. Például az üzem esetenként 100 m^3 rönkből $69-70 \text{ m}^3$ fűrészárut is termelhet, ha különös szak-

értelemmel és gondossággal végzi a fűrészlapok előkészítését és beakasztását, továbbá, ha a beakasztott fűrészlapok beosztásának leginkább megfelelő átmérőjű rönköket válogat össze. De ha a keletfűrész görbén vág, s emiatt a fűrészlapokat ki kell cserélni, akkor legalább 120 percnyi munkaidő-"vesztés" /6 dolgozó/20-20 perc/ keletkezik. Ez több, mint a pótlólagosan felhasználható 53 perc, tehát a pengecsere növeli az önköltséget. Az üzem inkább görbe, hiányos méretű fűrészárut /selejtet/ termel, hiszen a bérköltség és az anyagköltség mostani aránya nem ösztönzi az anyagtakarékosság szempontjait is érvényesítő technológia alkalmazására.

Ha úgy alakítanánk át a termelői árrendszerünket,* hogy a fűrészárúkat árát a kiskereskedelmi árakból visszafelé számolt rönkárak alapján számítanánk, akkor a fűrészárútermelés a következő összefüggés szerint alakulna: $a+b = \delta$, vagyis $1.607 + 92,40 = 1.699,40$, a bérköltség és az anyagköltség aránya pedig $b : a = 100 : 1.737$ lenne.

Ebben az esetben, ha 1 % /16,07 forint/ anyagköltséget akarunk megtakarítani, akkor ebből a célból 17,37 %-kal /16,07 forinttal/ növelhetjük a munkabért az önköltség emelkedése nélkül. Az üzem ezzel a pótlólagos munkabéreköltséggel /16,07 forint/m³/ már valóban csökkentheti az anyagköltséget, tehát vátér az anyagtakarítást biztosító technológiai eljárások alkalmazására. Ez az összeg ugyanis 203 perc munkaidő bérköltségének felel meg, vagyis többnek, mint az előző példában kimutatott 120 perc munkaidőszükséglet.

Ha az üzem a béralappal való takarékoskodásra törekszik, akkor a bércsökkentés forintösszegének megfelelő értékű anyagot pazarolhat el anélkül, hogy önköltsége növekednék. A mostani összefüggésben 10 százalékos munkabérmegtakarítás esetén /ha $b + a = 92,41 + 419,25 + 511,66$, akkor /92,41-9,24/ + /419,25 + 9,24/ = 83,71 + 428,49 = 511,66, az anyagköltség 2,2 %-kal növekedhet.

Ha a fűrészüzem például 1,47 m³ rönkből termel 1 m³ fűrészárut, akkor a rönkár /223 forint/m³/ 327,80 forinttal szerepel az anyagköltségben /a többi a penge-, az olaj- stb. költség/ 10 %-os /9,24 forintos/ munkabércsökkentés esetén a felhasznált rönkmeny-

* 1955 január 1-től néhány kísérleti üzemben meghonosítottuk az átalakított termelői árrendszert.

nyiséget az üzem $1,502 \text{ m}^3$ -re növelheti, mert ennek ára /334,95 forint/, 2,2 %-kal több, mint az $1,47 \text{ m}^3$ ára. A rönkre jutó pazarlás 7,21 forint. Pengére, olajra stb. még elköltheti az ezekre jutó anyagköltség /91,44 forint/ 2,2 %-át, 2,03 forintot. Eszerint az anyagköltség 9,24 forinttal növekedhet, s ez megfelel a munkabéreköltség 10 %-ának.

Ellenben az előző példában említett 1,607 forintos anyagköltséggel /b + a = $92,4 + 1,607 = 1699,4$ / számolva, 10 %-os /9,24 forintos/ bérmegtakarítás esetén az anyagköltség csak 0,56 %-kal /9,00 forint/ növekedhet; az üzem 1 m^3 fűrészáru termelésének rönkszükségletét $1,470 \text{ m}^3$ -ról csak $1,475 \text{ m}^3$ -re növelheti, mert különben az önköltség emelkedik.

10 %-os munkabérmegtakarítás az első esetben 2,2 %-os, a második esetben pedig 0,56 %-os anyagpazarlást tesz lehetővé az önköltség változása nélkül.

A TERMELŐI ÁRRENDSZER HATÁSA A MINŐSÉGRE

A mostani termelői árrendszerben a fűrészáru minőségi osztályai közt átlagosan 70 forint a különbség. Ez 14 óra és 54 perc munkaidő béreköltsége. Tehát ha a vállalat a minőség javítása útján 70 forinttal akarja növelni a termelési értéket, akkor erre legföljebb 14 óra és 54 perc munkaidő - többletet fordíthat /419,25 + 92,41 = 511,66 II. osztályu fűrészáru és $419,25 + /92,41 + 70/ = 511,66 + 70 = 581,66$ I. osztályu fűrészáru.

A kiskereskedelmi árrendszerben a fűrészáruk minőségi osztályai közt lévő különbség átlagosan 530 forint, tehát a vállalat 70 forintos munkabéreköltség - többlettel a pótlólagos kiadásnak /70.- Ft/ több mint hatszorosát / $530 - 70 = 460$ / látná viszont a termelési értékben /mert $1,607 + 92,4 = 1.699,4$ II. osztályu fűrészáru, és $1,607 + /92,5 + 70/ + /530 - 70/ = 1769,5 + 460 = 2,229,5$ I. osztályu fűrészáru/.

A vállalatnak ebben az esetben érdeke, hogy rátérjen a minőségi termelésre.

A mostani árrendszer nem ösztönöz a minőség javítására. Ezt mi sem bizonyítja jobban, mint hogy a fűrészelt rönkök minőségi mutatója /átlagosan 1,9/ jobb, mint a termelt fűrészáru minőségi mutatója /átlagosan 2,4/.

A b:a arány /a munkabéreköltség és az anyagköltség aránya/ megszabja az üzem által alkalmazott technológiai eljárást. A b:a arány azonban üzemenként és termésfajtánként különböző. Minden b:a arányhoz egy olyan technológia tartozik, amelynek alkalmazása esetén az önköltség a legkisebb, de csak egy olyan b:a arány van, amely optimális technológia esetén a legkisebb önköltséget biztosítja.

A mostani termelői árrendszerünkben a helytelen b:a arány miatt

a/ anyagmegtakarítás legnagyobb részét csak önköltségnöveléssel érhető el, mert az anyagköltség olyan csekély, hogy a csökkentéssel elért megtakarítás nem fedezi az anyagmegtakarításhoz szükséges pótlólagos béreköltséget.

b/ a beralapmegtakarítás viszonylag nagy anyagpazarlás esetén is önköltségcsökkenést eredményez;

c/ a vállalatnak "előnyösebb", ha a minőség javítása helyett inkább a termelés mennyiségi növelését szorgalmazza;

d/ optimális technológia alkalmazása esetén növekszik az önköltség. A legkisebb önköltséget rossz technológia alkalmazásával lehet elérni.

Összefoglalva: mai faipari árrendszerünk anyagpazarlást okoz. Ennek pedig legfontosabb oka a béreköltség és az anyagköltség torz aránya. Ezt igazolja a külföldi és a belföldi faárak díszparitása is: 1 m^3 gömbfa megtakarítását üzemeink 200-250 forinttal számítják, pedig 1 m^3 gömbfa ennél jóval nagyobb vállalati önköltségű termék exportja ellenében importálható, s gömbfából importra szorulunk. De a mostani árrendszer folytán üzemeink nem érzékelik ezt.

A LOMBFA TERMELŐI ÁRRENDSZERÉNEK SZERKEZETE

1. Erdészet. A tervezett rönkárak a kitermelés tervezett vállalati önköltségével egyenlők. Ez az önköltség javarészt béreköltségből adódik, mert az erdészet mai termelési árrendszerében a tőár elcsúszkád, ugyanis az élőfa termelési költségei irreálisan kis önköltséghányadot alkotnak. A tőár 19,30 forint, de ez is eltűnik a vállalati veszteségben, pedig az élőfatermelés reális vállalati önköltsége a 19,30 forintnak többszöröse. Azoknak a

költségeknek, amelyeket 80-100 éven át erdeink élőfaállományára fordítottunk, ki kellene fejeződniük a termelői árrendszerben is. A tőár nem szorítkozhat csak a kitermelés költségeire. A termelési értéknek és a kitermelés vállalati önköltségének egyenlőnek kellene lennie: csak a kitermelés folyamatában mutatkozó ingadozásokból keletkezik néhány százalékos nyereség vagy veszteség.

2. A fűrészipar önköltségi áron veszi az erdészettől a rönköket /kitermelési netto ár + átlagos szállítási költség/. A termelt fűrészáru legnagyobb részét a Fűrészáru és Faanyag Nagykereskedelmi Vállalat kapja. A fűrészipar árainak egy része /a fűrészáru, a donga ára/ 17-30 % forgalmi adót tartalmaz, más része /a friz, a talpfa, a bányaszéldeszka ára/ egyenlő az önköltséggel. A tervezett netto termelési érték itt is egyenlő a tervezett önköltséggel, s ehhez képest a termelési tényezők ingadozásától függően 2 % az eltérés.

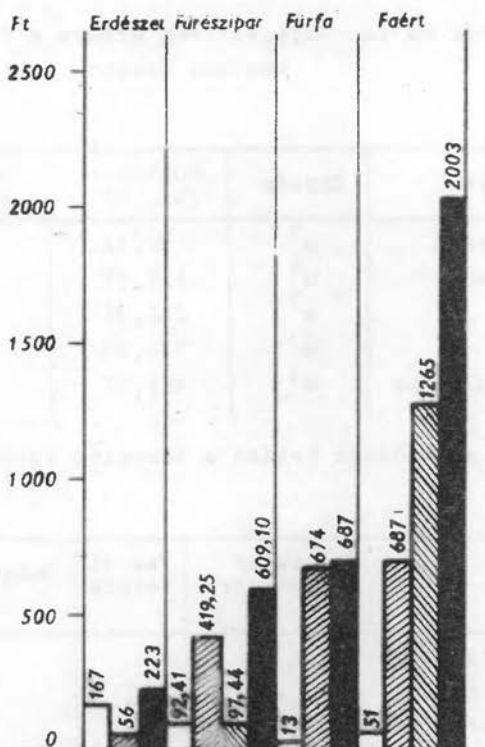
3. A Fűrészáru és Faanyag Nagykereskedelmi Vállalat a fűrészüzemekről átvett termékek árát átlagos fuvarköltséggel /65 Ft/m³/ és 2 % kezelési költséggel növeli, amikor bruttó nagykereskedői áron számláz a kiskereskedelmi szervezeteknek /a Fűrészáru és Épületfa Értékesítő vagy a Tüzelőszer- és Építőanyagértékesítő Vállalatnak/.

4. A Fűrészáru és Épületfa Értékesítő Vállalat és a Tüzelőszer- és Építőanyagértékesítő Vállalat a bruttó nagykereskedelmi árhoz 7 %-ot ad hozzá a kezelési költségek fedezésére. Így alakul ki a közületi fogyasztói ár. Magánfogyasztóknak az említett vállalatok árkiegyenlítést is felszámítanak: ez termékfajtánként változó: 1005-1457 Ft/m³ súlyozott átlagértékben 1.265 Ft/m³.

Ez az árrendszer tehát helytelenebb, mint termelői árrendszerünk általában, mert nem tartalmazza az erdőgazdasági termelési költségek jelentős részét: az élőfatermelés költségeit.

Vitatható, hogy helyese-e a fűrésziparban az a termelői árrendszer, amely csak a termelés vállalati költségeit tartalmazza, s nem helyesebb-e, ha a társadalmi tiszta jövedelem ott realizálódik, ahol termelik, vagyis, ha az árarányok megközelítik a társadalmilag szükséges munkaráfordítások arányait.

A fűrészipar azonban nem csak fűrészárut termel, hanem vasuti talpfát, dongát, parkettfrizt és kis mennyiségű butorlécet is. A termelés mennyiségi megoszlása a szükségleteknek és a lehe-



JELMAGYARÁZAT:

- Munkabéreköltség (b)
- ▨ Anyagköltség (a) (illetve vételdr)
- ▩ Forgalmiadó (f)
- Termelési érték (é) (illetve eladási dr)

1. ábra

Érvényes árrendszer /1 m³ fűrészáru/

tőségeknek megfelelően az egész termelés százalékában általában a következő:

lombosfűrészáru	63 %
vasuti talpfa	15 %
donga	10 %
parkettfriz	12 %

Az egész mennyiség hulladékának feldolgozása 1,5 %

A munkabér és az anyagköltség aránya a fűrésziparban a mostani árakon

1. táblázat

Megnevezés	Egység	Munkabér /b/ Ft.	Anyagköltség /a/ Ft	b:a
Lombos fűrészáru	m ³	92,41	419,25	100:453
Vasuti talpfa	m ³	110,77	465,81	100:412
Donga	m ³	241,37	640,43	100:265
Parkettfriz	m ³	332,72	691,86	100:208
Hulladékfeldolgozás	m ³	471,51	739,74	100:157

Az árrendszer hatása a termelés technológiájára

2. táblázat

	Lombos fűrészáru	Vasuti talpfa	Donga	Parkett- friz	Hulladék feldolgozás
1 %-os anyagköltség-csökkentésre fordítható munkabér forintban	4,19	4,56	6,40	6,91	7,49
Az élő munka százaléklékában	4,53	4,12	2,65	2,08	1,57
10 %-os munkabércsökkentéssel az önköltség emelése nélkül lehetséges anyagpazarlás a felhasznált anyag százaléklékában	2,20	4,81	3,77	2,42	6,35

Az 1. és 2. táblázat szerinti számok világosan megmagyarázzák, miért nem termelnek a fűrészüzemek anyagmegtakarítást biztosító technológiával, s miért törekszenek elsősorban beralapmegtakarításra, miért nem fordítanak elég gondot a minőség javítására.

AZ ÜZEMGAZDASÁGI HELYZET AZ ÁRRENDSZER ÁTALAKÍTÁSA ESETÉN

Árrendszerünk átalakításának az volna a célja, hogy a termeléssel arányos nyereség /állami akkumuláció/ a termelés helyén jelentkezzen. Ezt elérhetnénk, ha a mai árrendszerben a FAÉRT-nél realizált árlefedezési hányadot /átlagosan 1.265 forint/m³/ a bérköltségek arányában elosztanánk a termelési-helyek közt. Az így átalakított termelői árrendszer a következő előnyökkel járna.

a/ Ős: Önözne az anyagmegtakarítást biztosító technológiai eljárások alkalmazására, mert az üzem köbméterenkint 512.- Ft helyett 1.700 Ft-tal számolná a termelt fűrészárut.

b/ Megszüntetné azt az állapotot, hogy hazánkban, amelynek viszonylag csekély az élófakészlete és kevés az érdeje, a vállalatok közti elszámolás alapjául szolgáló faárak kisebbek, mint bármelyik szomszédos országban. Ezért ütközik akadályba a fát helyettesítő anyagok felhasználása, ezért nem terjed el például a betonvezetékoszlop, a beton-sinpáralj használata, mert a faszervezetek látszanak a leggazdaságosabbaknak, pedig valójában nem ez az igazság. Reális árak esetén kiderülne, hogy a fafelhasználás kevésbé gazdaságos, mint például a vasbeton alkalmazása.

Ez idő szerint azonban a 2.60 m hosszúságú tölgyfa ára 56.- Ft, a szabványos beton-sinpáralj pedig 65,10 Ft-ba, az előfeszített beton-sinpáralj 104.10 Ft-ba kerül. Nem csoda, ha nem terjed el a betonsinpáralj használata.

c/ Biztosítaná, hogy a nyereség a termelés helyén és a termelés arányában jelentkezzen.

d/ Megszüntetné az üzem és a népgazdaság érdekei közt mutatkozó látszólagos ellentétet.

e/ Lehetővé tenné a reális önköltségszámítást.

Természetesen az új árrendszer meghonosításakor egyéb változtatásokkal is számolnunk kell.

a/ Az árrendszer átalakításával párhuzamosan bizonyos változtatásokra volna szükség bér-, beralapellenőrzési és prémiumrendszerünkben, hogy ezek ne akadályozzák a helyes technológiára való áttérést. /Például keretfűrészkezelőink bérét most csak a felfűrészelt gömbfamennyiség alapján állapítjuk meg. Emiatt a fűrészüzemek legfontosabb munkaeszközét kezelő dolgozók közvetlenül nem érdekeltek sem az anyag jó kihasználásában, sem a termelt fűrészáru jó minőségében, sőt a bérrendszer inkább anyagpazarlásra ösztönzi őket./

b/ Át kellene dolgozni mai technológiai utasításaink jelentős részét. /Például: legtöbb keretfűrészünk 20-30 éves. Új korukban ezeket a keretfűrészeket műszakilag meghatározott előtolásra méretezték. Azóta romlott a keretfűrészek műszaki állapota, technológiai utasításainkban mégis nagyobb előtolásokat szabunk meg. Ez a technológiai utasítás ellentmond a minőségi követelményeknek.

c/ Változtatnunk kellene tervezési módszerünkön, hogy ezzel is biztosítsuk az új árrendszer anyagmegtakarításra ösztönző hatását. /Például, ha a vállalat rátér a hulladékfeldolgozásra, amelyben - a nagy bérhányad miatt - kicsi a termelékenység, akkor a vállalati termelékenység csökken. A hulladékfeldolgozás népgazdasági szempontból elsőrendű érdek, a vállalatnak azonban hátrányos./

Az átalakított árrendszer a 2. ábra szerint ábrázolható grafikusán.

Az árrendszer üzemgazdasági jellemzői

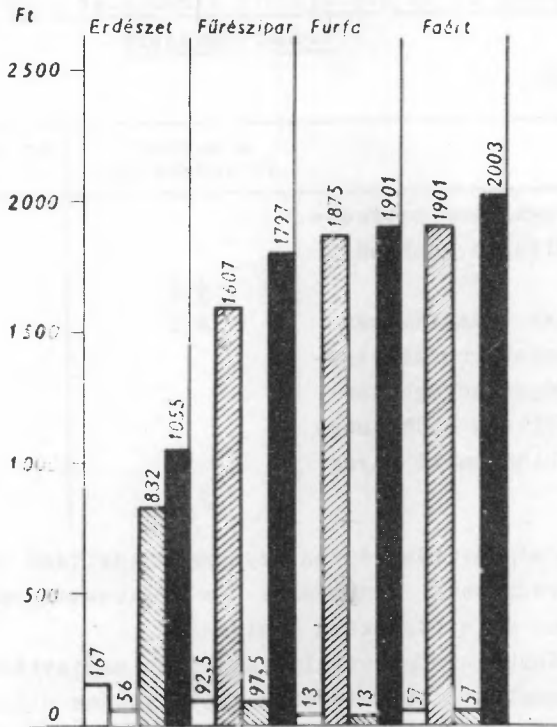
3. táblázat

Megnevezés	Egység	Munkabér /b/	Anyagköltség /a/	b:a
Lombos fűrészáru	m ³	92,50	1,607	100:1737
Vasuti talpfa	m ³	110,77	1,674	100:1511
Donga	m ³	241,27	2,958	100:1226
Parkettfriz	m ³	332,72	2,722	100: 818
Hulladékfeldolgozás	m ³	471,51	3,201	100: 679

Az árrendszer hatása a termelés technológiájára

4. táblázat

	Lombos fűrész áru	Vasuti talpfa	Donga	Parkett- friz	Hulladék- feldolgo- zás
1 % anyagköltségcsök- kentésre fordítható munkabér, forintban	16,07	16,74	29,58	27,22	32,01
Az élómunka, százalé- kában	17,37	15,11	12,26	8,18	6,79
10 %-os munkabércsök- kentéssel lehetséges anyagpazarlás az ön- költség emelése nél- kül a felhasznált anyag százalékában	0,57	0,66	0,81	1,22	1,47



JELMAGYARÁJ

- Munkabérlés (b)
- A jóköltség (a) (illetve vételár)
- Forgalmi költség (f)
- Termelési érték (é) (illetve árték)

2. ábra

A nyereség helyes elosztásával képezett árrendszer /1 m³ fűrészáru/

Nyilvánvaló, hogy a 4. táblázat megoldása sokkal inkább előmozdítaná a kívánatos üzemgazdasági helyzet elérését, mint a mostani árrendszer.

A mostani és az átalakított árrendszer hatása a termelés
technológiájára

5. táblázat

	A mostani árrendszerben	Az átalakított ár- rendszerben
1 %-os anyagköltségcsökken- tésre fordítható munkabér forintban	4,2	16,07
Az élő munka százalékában	4,5	17,37
10 %-os munkabércsökkentés- sel lehetséges anyagpazar- lás az önköltség csökkenése nélkül a felhasznált anyag %-ában	2,2	0,57

A minőségjavítást és az anyagmegtakarítást biztosító legfontosabb fűrészüzemi munkanemek: a rönkosztályozás, a fűrészáru osztályozása és a fűrészáru máglyázása.

A fűrészüzem rönkosztályozás után megjavíthatja a fajlagos anyagkihasználást, a fűrészáru osztályozása útján kedvezően alakíthatja a termék minőségének mutatóját, a fűrészáru máglyázásával pedig mérsékelheti az anyag tárolásával kapcsolatos károkat. Ha a fűrészüzem ezekkel a munkanemekkel egy százaléknyi anyagköltséget akar megtakarítani az önköltség emelkedése nélkül, akkor az 1 m³ fűrészáru termeléséhez szükséges rönkosztályozásra a mostani árrendszerben 3,4 percet, az átalakított árrendszerben 13 percet, a fűrészáru osztályozására 1,7 perc helyett 6,6 percet, fűrészárumáglyázásra pedig 4,5 perc helyett 17,4 percet fordíthat.

AZ ÁTALAKITOTT ÁRRENDSZER ALKALMAZÁSÁVAL ELÉRHETŐ EREDMÉNYEK

Az átalakított árrendszer hatására a fűrésziparban ugyanannyi rönkmennyiségből több és jobb minőségű készárut lehetne termelni.

A Faipari Kutató Intézet két évig foglalkozott a fajlagos anyagnormák tudományos módszerekkel való megállapításával, s egy évig tartó üzemi kísérletekkel ellenőrizte eredményeit. Az Inté-

zet eredményei és tapasztalatai szerint a termelés mutatószámai a mai műszaki és egyéb adottságokkal, megfelelő munkabérialap esetén a 6., 7., és 8. táblázat szerint javulnának.

6. táblázat

	A termék minőségi mutatójának javulása	Az anyagkihasználás javulása	A munkabérr-többlet
Fűrészáru	0,4	2	20 Ft/m ³
Talpfa	0,5	3	30 Ft/m ³
Donga	-	2	40 Ft/m ³
Friz	0,6	3	60 Ft/m ³
Hulladék	-	2,5	55 Ft/m ³

7. táblázat

100 m ³ rönk feldolgozásának alakulása	A mostani árrendszerben %, m ³	Az átalakított árrendszerben % m ³
63 m ³ rönkből	68,8 fűrészáru = 43,34	70,8 fr.áru = 44,60
15 m ³ "	69 talpfa = 10,35	72 talpfa = 10,80
10 m ³ "	32 donga = 3,20	34 donga = 3,40
12 m ³ "	41,5 friz = 4,98	44,5 friz = 5,34
Hulladékfeldolgozás	1,5 = 1,50	4 = 4,--
	Összesen: 63,37	68,18

8. táblázat

	A 100 m ³ rönkből termelt többlet	
	m ³	Ft
Fűrészáru	1,26	2,293
Talpfa	0,45	870
Donga	0,20	640
Friz	0,36	1,164
Hulladékfeldolgozás	2,50	9,180
Összesen:	4,77	14,147

A táblázatok szerinti termelési értéknövekedéshez szükséges munkabértöbblet:

63 m ³ rönkből fűrészárutermeléshez	á 20.- Ft	1,260.- Ft
15 m ³ rönkből talpfatermeléshez	á 30.- Ft	450.- Ft
10 m ³ rönkből dongatermeléshez	á 40.- Ft	400.- Ft
12 m ³ rönkből friztermeléshez	á 60.- Ft	720.- Ft
100 m ³ rönk hulladékának feldolgozásához	á 55.- Ft	5,500.- Ft
	<u>Összesen:</u>	<u>8,330.- Ft</u>

Ha a termelési értéknövekedésből levonjuk a munkabértöbbletet /14,147.- Ft - 8,330.- Ft/, a jobb anyagkihasználás révén nyert termelési értéknövekedés: 5,817.- Ft/100 m³. Mivel a fűrészipar 1954-ben 345.000 m³ lombfarönköt dolgoz fel, ez a többlet 20 126 820.- Ft. A termékben mutatkozó többlet pedig /100 m³-ként 4,77 m³/ összesen 16,504 m³. Ezt a mennyiséget most külföldről kell importálnunk.

A 16,504 m³ termék értéke importvonatkozásban jóval nagyobb, mint a termeléséhez felhasznált mintegy 29 millió forint munkabértöbblet /100 köbméterenként 8.330.- Ft/. /A kép azonban még nem teljes, mert csak a lombfűrészáru feldolgozását mutatja meg. A fűrészipar feldolgoz tekintélyes mennyiségű fenyőrönköt is, továbbá a lemezipar is készít lombfarönkből lemezárut. Ezekben az iparágakban az átalakított árrendszer révén bizonyára hasonló eredményeket érhetnénk el./

A mostani árrendszerben csak veszteséggel termelhetnénk ezt a szelvényárutöbbletet, mert a mai áron a termelési értéknövekedés 100 m³-enkint:

1,26 m ³ fűrészáru	á 540.- Ft =	680.- Ft.
0,45 m ³ talpfa	á 600.- Ft =	270.- Ft.
0,20 m ³ donga	á 880.- Ft =	176.- Ft.
0,36 m ³ friz	á 1,060.- Ft =	382.- Ft.
2,50 m ³ hulladék	á 1,210.- Ft =	<u>3.025.- Ft.</u>
	Összesen:	4,533.- Ft.

Ez az eredmény azonban, mint az előbb láttuk, csak 8,330.-Ft munkabértöbblettel érhető el, tehát a veszteség 3,797.- Ft/100 m³; az 1954-ben feldolgozott egész gömbfamenyiségre vetítve pedig 13 137 620.- Ft. A mostani árakon a 29 millió forint bérköltség ellenében nem sokmillió devizaforint-megtakarítás, hanem veszteség keletkezik. Ezenkívül látszólag romlik a vállalati önköltség, s csökken a termelékenység.

Az átalakított árrendszer javitaná a felhasználói ipar anyagnormáit is. Nem hunyhatunk szemet afölött sem, hogy a legutóbbi időben a felhasználói ipar /a butoripar, a vagon- és hajóépítőipar, az épületasztalosipar stb./ fajlagos anyagfelhasználási normái jelentősen /20-40 %-kal/ emelkedtek. Ez pedig a felhasznált fűrészáru minőségének romlása miatt következett be. Különösen a méretek állandósága és a felület simasága tekintetében fordulnak elő hibák. Például a 48 mm vastagságú fűrészárúk közt gyakran találhatók 44-52 mm-es darabok, sőt előfordul, hogy ugyanannak, a fűrészáru-darabnak az egyik vége 46 mm, a másik 50 mm. A felület gyakran hullámos, durva megmunkálású. A felhasználó iparnak a fűrészáru felületeiből sima és sík felületeket kell készítenie. Minél egyenlőtlenebb a fűrészáru mérete, s minél durvább a felülete, annál több gyalulási veszteséggel jár a megmunkálása.

Ez a kérdés külön tanulmányt érdemel. E cikk csak azt kívánta bebizonyítani, hogy ha a fűrésziparban anyagmegtakarítást akarunk elérni, akkor gondosan kell tanulmányoznunk termelői árrendszerünk hatását, s úgy kell alakítanunk ezt az árrendszert, hogy az anyaggal való takarékoskodás az üzemek szempontjából is előnyös, ne pedig hátrányos legyen.

TARTALOM

	Oldal
dr. Filló Zoltán: Hazai rezgőnyárok és természetes nyárok quantitativ xylotomiai vizsgálata...	3
dr. Dalocsa Gábor: A forgácslapok hajlítószilárdsági értékeinek vizsgálata a próbatestek szélességeitől függően	35
dr. Filló Zoltán - A cser vizáteresztőképességének meghatározásával kapcsolatos vizsgál- latok, valamint a fentiek alapján végzett cser- és tölgyhordók vízdif- fúziós vizsgálatai	61
Barlai Ervin: Fanemesítés thermikus eljárással/ki- vonatos közlemény/	79
Barlai Ervin: Kutatások a folyamatos termelés be- vezetésével kapcsolatos feltételek tisztázására a lombosfát feldolgozó fűrésziparban	85
Lászar László: Kutatások a forgácslapok hőpréselé- sével kapcsolatban	137
Ruska László: Faipari présgépek nyomásának és hő- mérsékletének automatikus szabályo- zása	181
ifj. Kolosváry Gábor: A nagyfrekvenciás műgyantás fa- ragasztás és az első hazai tapaszta- latok	197
Bálint Gyula: Forgácslapok gombaállósági vizsgá- latai	259
Barlai Ervin: Termelői árrendszerünk néhány prob- lémája a faiparban	285

С о д е р ж а н и е

	<u>стр.</u>
1. <u>д-р Золтан Филло</u> : Качественное ксилотомическое изучение осины и тополя объемистого в Венгрии	3
2. <u>д-р Габор Далоча</u> : Изучение показателей сопротивления изгибания стружковых плит в зависимости от ширины пробных тел	35
3. <u>д-р Золтан Филло</u> : Испытания, связанные с определением водопроницаемости дуба бургундского, далее вододиффузионное изучение бургундского дуба и дуба, проведенные на основании вышеуведенных	61
4. <u>Эрвин Барлаи</u> : Ублагораживание древесины термическим способом. /Сокращенный доклад./	79
5. <u>Эрвин Барлаи</u> : Испытания по изучению условий внедрения безостановочной работы в пилзаводах, перерабатывающих листовенную древесину	85
6. <u>Ласло Лазар</u> : Испытания в связи с горячим прессованием стружковых плит	137
7. <u>Ласло Рушка</u> : Автоматическая регуляция давления и температуры лесопромышленных прессов	181
8. <u>Габор Колошвари</u> : Клейка древесины искусственной смолой при высокой частоте и первые отечественные опыты	197
9. <u>Люда Балинт</u> : Изучение грибоустойчивости стружковых плит	259
10. <u>Эрвин Барлаи</u> : Некоторые проблемы венгерской производственной системы цен в лесопромышленности	285

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1. DR. FILÓ, ZOLTÁN:	Quantitative xylotomische Untersuchung an einheimischen Aspen und an Populus 'robusta	3
2. DR. DALOCSA, GÁBOR:	Untersuchung der Biegefestigkeitswerte von Spanplatten in Beziehung zur Breite der Probekörper	35
3. DR. FILÓ, ZOLTÁN:	Untersuchungen zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit des Zerreichenholzes, sowie Wasserdiffusions - Untersuchungen an Zerreichen- und Eichenholz auf Grund der ersteren Ergebnisse...	61
4. BARLAI, ERVIN:	Holzveredelung mit thermischen Verfahren /Mitteilung in Auszug/	79
5. BARLAI, ERVIN:	Forschungen zur Klärung der Voraussetzungen für die Einführung einer kontinuierlichen Produktion in den laubholzverarbeitenden Sägeindustrie	85
6. LÁZÁR, LÁSZLÓ:	Forschungen bezüglich der Anwendung des Heisspressverfahrens an Spanplatten	137
7. RUSKA, LÁSZLÓ:	Automatische Druck- und Temperaturregelung bei holzwirtschaftlichen Pressmaschinen	181
8. KOLOSVÁRY, GÁBOR:	Die ersten ungarischen Erfahrungen mit Hochfrequenz - Kunstharzklebverfahren	197
9. BÁLINT, GYULA:	Untersuchung der Pilzresistenz der Spanplatten	259
10. BARLAI, ERVIN:	Einige Probleme des Produktionspreissystems in der Holzindustrie	285

TABLE OF CONTENTS

1. ZOLTÁN FILO DR.:	Quantitative and xylotomic testing of native aspen and of Populus "robusta"	3
2. GÁBOR DALOCSA DR.:	Tests of values of the bending strenght of chipboard dependent on the width of test pieces.....	35
3. ZOLTÁN FILO DR.:	Tests concerning the defining of the permeability of Turkey oak and of water diffusion tests of Turkey oak and oak /Quercus sessiliflora et pedunculata/ on the above mensioned basis	61
4. ERVIN BARLAI:	Thermic procedures of timber improvement. /Extract/	79
5. ERVIN BARLAI:	Researches concerning the conditions for the introduction of continuous production in the sawing industry of hardwood.....	85
6. LÁSZLÓ LÁZÁR:	Researches on hot pressed chipboards	137
7. LÁSZLÓ RUSKA:	Automatic regulators of pressure and temperature of timber presses	181
8. GÁBOR KOLOSVÁRY:	High-frequency gluing of wood with synthetic resin and its first home uses	197
9. GYULA BÁLINT:	Tests on the decay-resistance of chipboards	259
10. ERVIN BARLAI:	Our production price system in the timber industry and its problems	285