

FAIPARI KUTATÓ INTÉZET  
KÖZLEMÉNYEI



FAIPARI  
KUTATÁSOK

FAIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

# FAIPARI KUTATÁSOK

1967. 1—2. szám

*Fedélábra: Mohácsi Farostlemezgyár  
Felületkezelő Üzem  
Foto: MTI. Bojkor József*

BUDAPEST, 1967

*Főszerkesztő:*

**DR. SOMKÚTI ELEMÉR**

*Felelős szerkesztő:*

**BARLAY ERVIN**

*Szerkesztőbizottság:*

**ERDÉLYI GYÖRGY**

*(fűrészes-lemesipari technológia és favédelem)*

**FÜRJES JÁNOS**

*(gépezítés és automatizálás)*

**GULYÁS KISS ERNŐ**

*(műfa technológia)*

**LELE DEZSŐ**

*(bútoripari technológia)*

**DR. SZABÓ KÁROLY**

*(közgazdaság)*

© *Faipari Kutató Intézet, 1967*

Megjelent a Mezőgazdasági Könyvkiadó gondozásában

Felelős kiadó a Faipari Kutató Intézet igazgatója

Felelős szerkesztő dr. Somkúti Elemér

Műszaki szerkesztő Dubovay Lajos

Nyomásra engedélyezve 1967. XII. 28-án

Megjelent 400 példányban  $32\frac{1}{2}$  (A/5) ív + 4 oldal tábla terjedelemben, 152 ábrával

Készült az MSZ 5601—59 és 5602—55 szabványok szerint

Mg 1023—a—6700

67. 8404 Bács-Kiskun megyei Nyomda Vállalat, Kecskemét

## ELŐSZÓ

DR. SOMKÜTI ELEMÉR

okl. erdőmérnök, a mezőgazdasági tudományok (erdészet) kandidátusa, igazgató

A Faipari Kutató Intézet munkája — a cellulóz- és papíriparon kívül — átfogja a faipar valamennyi ágazatának kutatási kérdéseit, s mint ilyen a hazai faipari kutatás legfőbb letéteményese. Aki veszi a fáradságot és átnézi az Intézet immár hét éve, évről évre megjelenő kiadványait, a „Faipari Kutatások”-at, az nyomon követheti a legutóbbi évek korántsem lassú ütemű fejlődését. E fejlődést kedvezően befolyásolta Pártunk és Kormányunk részéről többször is kifejezésre juttatott — a tudomány szerepével kapcsolatos — azon felismerés, hogy a tudomány közvetlen termelő erő, nélkülözhetetlen eszköze a termelés fokozásának.

A mai élet minden területének hallatlan ütemű fejlődése új megvilágításba helyezi feladatainkat is, sok vonatkozásban pedig módosítja a jövő fejlesztéssel kapcsolatos korábbi elképzeléseket. Elegendő, ha utalunk az 1968. január 1-ével bevezetésre kerülő új gazdasági mechanizmus egész népgazdaságunkat érintő kihatásaira, a faipart illetően arra, hogy a hazai fa nyersanyag bázis és fafeldolgozó kapacitás közötti összhang megteremtése az egyes faipari ágazatok gyors fejlesztését, jelentős bővítését követeli meg. Intézeti vonatkozásban ezekből levonható következtetés csak az lehet: felkészülni a kutatási feladatok mennyiségének növelésére, úgy azonban, hogy ez a minőség, a következtetések tudományos megalapozottsága tekintetében egy időben ugrásszerű javulással párosuljon és maximális mértékben kielégítse a gyakorlat igényeit is.

Ezen célok elérése megköveteli, hogy mindenekelőtt felkutassuk a belső tartalékokat; különösen nagy gondot fordítsunk az új kutatási feladatok kiválasztására, a már elhatározott témák konkrét feladataira vonatkozó metodikák sokoldalú megvitatására, a témakollektívák és a téma vezetésével megbízott kutató kiválasztására, a menetközbeni ellenőrzésre, konzultációra.

Ma még korántsem mondható el, hogy az irodalomban, illetve az Intézetben belül korábbi kutatások révén felhalmozott ismeretanyagot kellő hatásfokkal hasznosítjuk új feladatok megoldásában, jöllehet ennek révén a kutatásra fordított idő nem egy esetben lényegesen csökkenthető lenne.

Nem ritkán a már ismert feladat konkrét, körülhatárolt megfogalmazása okoz nehézséget, pedig ettől is függ, hogy mennyiben lehet a feladatot főlegesen idő- és energiárfordítás nélkül elvégezni.

Kutatómunkánkban nem mindig vagyunk elég rugalmasak a tekintetben, hogy a menetközben szükségtelenné vált vizsgálatokat ne folytassuk le, illetve az eredménytelennek mutatókat időben abbahagyjuk. Ezekből is bizonyos többletidő származik, ami más, hasznos kutatásra fordítva növelhetné eredményeinket.

Feladataink közé kell soroljuk fiatal mérnökeink, technikusaink sokoldalú tovább-



képzését — önálló részfeladatok segítségével — önképzésük szorgalmazása mellett.

Bizonyos értelemben belső tartaléknak minősül a KGST országok társintézeteivel kiépülőben levő szorosabb együttműködés, az ennek révén megszerezhető ismeretanyag jobb határfokon történő hasznosítása a vállalatok, üzemek felé.

Belső tartaléknak tekintjük a most új köntösben megjelenő „Faipari Kutatások” ellenében több mint 40 országból kapott cserekiadványok irodalmi feldolgozása révén adódó lehetőségeket is.

A külső feltételeket illetően — figyelemmel az Intézet súlyponti helyzetére a hazai faipari kutatás vonatkozásában — számolunk Intézetünk létszáma és az anyagi források jelentős bővítésével. Az 1967. évben befejezésre kerülő új székház révén a jelenlegi elhelyezési nehézségek lényegesen csökkenthetők lesznek, mód nyílik az értékes laboratóriumi felszerelések és eszközök jobb határfokú üzemeltetésére is.

Bízunk abban, hogy a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50. évfordulóját új munkasikerekkel köszöntjük.

Szeretnénk elérni, hogy azok, akik e kiadványon keresztül ismerkednek meg munkánkkal, egyre teljesebb képet kapjanak tevékenységünkről, mind több hasznosítható kutatási eredményt cserébe, a dolgozatok áttanulmányozására fordított fáradozásaikért.

**ÚJ TECHNOLÓGIÁK KUTATÁSA**

**A MECHANIKAI-TECHNOLÓGIAI  
MŰFA- ÉS BŰTOROSZTÁLY KÖZLEMÉNYEI**

**KERETFŰRÉSSZEL ÉS RÖNKVÁGÓ  
SZALAGFŰRÉSSZEL DOLGOZÓ  
KEMÉNY LOMBOS FŰRÉSZÜZEMEK  
TECHNOLÓGIÁJÁNAK GAZDASÁGI  
ÖSSZEHASONLÍTÁSA**

(Témaszám: 33.10.01.01)

DR. PETRI LÁSZLÓ

okl. faipari mérnök, okl. közgazdász, tudományos munkatárs

**BEVEZETŐ**

Hazánk összes ipari fa felhasználásából az 1964. évi adatok szerint mintegy 950 000 m<sup>3</sup>-t tesz ki a fenyő fűrészáru és 177 000 m<sup>3</sup>-t a lombos fűrészáru felhasználás. Az utóbbi számadat nem foglalja magában a donga, parkettaléc és a többi kisebb méretű, lombos fából készült választékokat. A fenyő fűrészárúnak kb. 20%-át állítjuk elő idehaza, főleg import eredetű rönkből, míg kb. 80%-át mint fenyő fűrészárut importáljuk.

A lombos fűrészárut túlnyomórészt hazai eredetű nyersanyagból állítjuk elő, csak kis része (38 000 m<sup>3</sup>) származik importból, ill. importált rönkből.

A hazai termelésű rönkök mintegy 10%-a fenyő rönk. A lombos rönkből 45%-ot képvisel a tölgy és bükk fafaj.

A hazai fűrészipari termelés az utóbbi években, keménylombos fafajok feldolgozása terén, nagyságrendileg az 1. táblázat szerint alakult.

Fenti számadatokból az következik, hogy a tölgy fűrészipari termékek mennyisége kb. 60 000 m<sup>3</sup>-re, a bükk fűrészipari termékeké 40—50 000 m<sup>3</sup>-re tehető évente.

A fenyő fűrészáru ára világi piaci árszinten kb. fele a tölgy és bükk fűrészáru árának, így magától értetődő a követelmény, hogy a rendelkezésre álló hazai lombos nyersanyagból — figyelembe véve a szükségleteket — a lehető legjobb kihozattalal jó minőségű fűrészárut, ill. fűrészipari terméket állítsunk elő.

Hazánkban a magasabb anyagkihozatal és a jobb minőség elérése érdekében az elmúlt két évtized alatt számos kutatás és üzemi kísérlet történt, amelyek a tapasztalatok szerint jó eredménnyel zárultak. Természetesen valamennyi kísérlet a keretfűrész üzemi technológia keretein belül maradt, mivel a lombos fafajok fűrészipari feldolgozása hagyományosan keretfűrészszel történik. Az utóbbi években merült fel annak a gondolata, hogy viszonyainkat figyelembe véve nem volna-e célszerű a lombos fafajú rönkök feldolgozásánál önkiszalagfűrészeket alkalmazni.

1. táblázat

Választék	Rönk (ezer m <sup>3</sup> )	Termék (ezer m <sup>3</sup> )
Tölgy fűrészáru	48,5	33,6
Tölgy parkettaléc	37,3	14,9
Tölgy donga	17,1	7,0
Tölgy talpfa	4,2	3,1
	<u>107,1</u>	<u>58,6</u>
Bükk fűrészáru	47,9	36,0
Bükk parkettaléc	8,3	4,0
Bükk donga	5,6	2,9
	<u>61,8</u>	<u>42,9</u>

A nemzetközi irodalom rendkívül széles körben foglalkozik a rönkfeldolgozó szalagfűrészek alkalmazásának kérdésével, nem egy helyen vita formájában.

Az irodalmi adatok szerint a rönkvágó szalagfűrészek alkalmazása kemény lombos anyagok feldolgozásánál — a szükséges műszaki feltételeket biztosítva — mennyiségi és minőségi kihozatal növelésével jár együtt. A korszerű, megnövelt előtolású rönkszalagfűrészek adott rönkméretén felül teljesítőképesség szempontjából is versenyképesek a keretfűrészekkel, ezért az említett előnyök mellett a teljesítményénél sem mutatkozhat számottevő hátrány a keretfűrészekkel szemben.

A bevezető számadatok nagyságrendjéből, valamint a különböző fafajú fűrészipari rönkök méreteiből következik, hogy a vizsgálatok során a rönkszalagfűrészek alkalmazásának kérdését célszerű leszűkíteni a hazai keménylombos fafajokra. A kérdés vizsgálatánál feltétlenül szem előtt kell tartani a hazai alapanyag adottságait és a szükséglet mértékét és minőségét, de figyelembe kell venni a távlati szükségletek alakulását is. Az 1980. évig várható szükséglet növekedése a fenyő fűrészáránál 50%, a lombos fűrészáránál 80%-ra becsülhető. Figyelembe véve a nyár fűrészáru jövőbeni fokozottabb felhasználását is, a szükségletek növekedése a kemény lombos fűrészárunknál várhatóan 50—80% között lesz. A probléma sokrétűsége a kutatásokban megköveteli a hatótényezők (műszaki és gazdasági) együttes vizsgálatát, amelyek felderítése után kerülhet sor a tényezők súlyozása mellett a kérdés megválaszolására. A kutatások előkészítése során mérlegelni kell azt, hogy a hatótényezők széles skálájából melyeket szükséges vizsgálni és melyek elemzésétől kell eltekinteni.

*Összefoglalva a kutatások célkitűzését:*

megállapítandó, hogy a hazai kemény lombos rönkök feldolgozásánál milyen mértékben, milyen műszaki és gazdasági khatások mellett és milyen módszerekkel alkalmazhatók a rönkfeldolgozó szalagfűrészek.

A vizsgálatokat összehasonlítás formájában folytattuk le.

Az 1. fejezetben a keret- és rönkszalagfűrész-gépekre és azok fő jellegzetességeire vonatkozólag adunk áttekintést.

A 2. fejezetben részletes vizsgálatok keretében elemezzük a két megmunkáló gép teljesítményét mind elvonatkoztatva, mind az üzemeltetési technológia keretében és összefoglaljuk a rönkszalagfűrészek alkalmazásának egyéb khatásait.

A 3. fejezetben a javasolható technológiai variációt ismertetjük.

Végül a 4. fejezetben összehasonlító gazdasági számításokat végzünk a keret- és a rönkszalagfűrész-gépekkel történő rönkfeldolgozásra.

## 1. A KERET- ÉS RÖNKFELDOLGOZÓ SZALAGFÜRÉSZGÉPEK

### ÁLTALÁNOS ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

A fejezet célja, hogy a kétfajta gépi berendezés között párhuzamot vonva rögzítsük az alapvető különbségeket.

**1.1** Összefoglaló ismertetés a keretfűrészről és fejlődésük irányáról.

A keretfűrészgép (a kézi fűrész munkáját utánozva) egy keretszerkezetbe feszített fűrész-sorozatból álló forgácsológép, amely alternatív főmozgását egy lendítőkerekes forgattyúműről kapja, miközben a mozgására merőlegesen a behúzó-előtolóhengerek által továbbított anyagot egy időben több szelvényre fűrészeli. A szerszámkeret végzi az alternáló főmozgást, a felfűrészkelendő faanyag (rönk) a mellékmozgást.

A magyar fűrészipar alapgépekként úgyszólván kizárólag keretfűrész gépeket

alkalmaz. Működésük szempontjából igen sokfajta keretfűrészes ismeretes, így osztályozásuk is több szempont alapján történik:

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| — A keret mozgásiránya      | — Az előtoló hengerek száma            |
| — A szerszámsebesség        | — A főtengely elhelyezése              |
| — A főtengely fordulatszáma | — A hajtórudak száma                   |
| — A keretnyílás (bőség)     | — A felhasználás különböző szempontjai |
| — Az előtolás fajtája       | stb. szerint                           |

Szerkezetileg a keretfűrészgép a keret- és mozgatóberendezésén kívül az előtolás fajtája szerint változó előtolóművet, az előhajlást szabályozó művet, valamint korszerűségétől függően közlőmű és fékberendezést, távvezérlésű előtoló szabályozó művet, az előtolóhengerek hidraulikus, ill. pneumatikus emelőszerkezetét, távvezérelhető pengeosztás állító berendezést stb. tartalmaz. A keretfűrészes a faipari szereszközök között a legbonyolultabb gépek közé tartozik, azonban a különböző típusok szerkezeti felépítésére, műszaki adataira, üzemeltetésére és karbantartására vonatkozóan számos hazai és külföldi irodalmi adat áll rendelkezésre. Ezek ismertetésétől eltekintünk s csupán a gépkonstrukciók fejlődési irányának vázolására szorítkozunk.

A keretfűrészgépek fejlődési és építési irányzataira vonatkozólag az Intézet korábbi kutatásai alapján rögzíthető, hogy az európai gyártású keretfűrészek négy csoportra oszthatók:

- angolszász gyártmányú keretfűrészek;
- a szocialista országokban gyártott keretfűrészek;
- nyugat-európai keretfűrészek;
- az északi országokban gyártott keretfűrészek.

Hazánkban a nyugat-európai gyártmányú (nyugatnémet, osztrák, svájci) keretfűrészgépek a legismertebbek. Az egyes típusok fejlődését a fordulatszám és így a szerszámsebesség növelése, továbbá a hajtómotorok teljesítményének emelése jellemzi.

Az észak-európai gyártmányú keretfűrészek között a legtöbb típus szerszámsebessége eléri a 6—7 m/mp-et, s a motorteljesítmény, gépsúly és a mechanizáltság foka ezeket a gépeket világszínvonalra emeli.

A gépek általában a keret üzemi üzemi döntésére és a pengeosztás üresjáratban történő állítására szolgáló mechanizmussal, valamint hidraulikus vagy pneumatikus hengeremelő berendezéssel vannak ellátva.

Az előbb említetteken túlmenően mind a nyugat-európai, mind a skandináv államok által gyártott keretfűrészekre jellemző a rönk beadagolás és a szelvényeltávolítás műveletének maximális gépesítése. A különböző rendszerű félautomata rönkbefogó kocsik és szelvényáru-eltávolító berendezések teszik lehetővé a fűrészek teljesítőképességének jó kihasználását.

A korszerű keretfűrészek jellemzésére a 2. táblázatban közöljük néhány típus főbb műszaki adatait.

## 1.2 Rönkfeldolgozó szalagfűrészek és fejlődésük ismertetése.

A rönkvágó szalagfűrészgépek mint a rönkfeldolgozás alapgépei a magyar fűrésziparban kevésbé ismertek. Szélesebb körű elterjedésük világviszonylatban is később kezdődött meg, mint a keretfűrészeké, az utóbbi évtizedekben azonban Európa-szerte fokozódott az érdeklődés a rönkszalagfűrészek alkalmazása iránt.

A rönkvágó szalagfűrészgépek folytonos főmozgású gépek, amelyeknek két, egymástól kötött távolságra elhelyezett 1000—2000 mm  $\varnothing$ -jú tárcsáján egy végtelenített fűrészszalag mozog, miközben az előtolómű által továbbított nyersanyagból

2. táblázat

Keretfűrész típus	Keretnyílás mm	Lökethossz mm	Szerszám- sebesség m/mp	Motor teljesítmény LE	Önsúly t
E 22/22 (Esterer)	560	600	6,6	125	13
HD 22 (Linek)	560	500	7,0	125—150	11
260/80 (Söderhamns)	500	700	8,4	120	12
SS 45/H4E (Esterer)	450	400	5,0	45—60	8

szelvényeket fűrész ki. A szerszámgépnél tehát a fűrészszalag végzi a főmozgást a felfűrészelt nyersanyag pedig a mellémozgást.

Működés szempontjából a rönkfeldolgozó szalagfűrészeket csoportosítani lehet:

- a fűrészszalag mozgási iránya szerint (függőleges, vízszintes);
- a tárcsaátmérők szerint (kisméretű, közepes, nagyméretű);
- a fűrészszalag fogazottsága (egyoldalt, kétoldalt fogazott);
- az előtolás szerint (kézi, gépi, mechanikus, hidraulikus, pneumatikus);
- az előtoló szerkezet szerint (kézi és gépi szános, gépi könnyű- és nehézkocsi, behúzóhengeres stb.);

— rönkbefogás, megtámasztás szerint (szán kézi megtámasztással, szán gépi befogással, könnyű koci beverőkapcsokkal, könnyű és nehéz koci mechanikus, hidraulikus és pneumatikus befogással);

Az egészen korszerű rönk szalagfűrészeknél a rönkbeadás, rönkforgatás, befogás, a lefűrészelt szelvény, ill. a maradék szelvény eltávolítása, a koci visszafutás vezérlése, a fűrészszalag feszességének ellenőrzése, helyesbítése, az előtolás, a vágásmélység, a szalagvezető állítása elektrohidraulikus, vagy elektro-pneumatikus úton történik.

A rönkvágó szalagfűrészgépek kevésbé bonyolultak, mint a keretfűrészek, bonyolultsági csoportjuk II—IV., az általános javítás munkaóra szükséglete 150—300 óra. Természetesen a legkorszerűbb és teljes automatizmussal működő gépek munkaóra szükséglete ennél nagyobb. A rönkvágó szalagfűrészgépek működésére a tárcsák — a fűrészszalag folyamatos mozgását biztosító — egyszerű körforgása jellemző, amely a szerszámgép lényegesen kisebb dinamikus igénybevételét eredményezi, így élettartama viszonylag hosszabb és alapozásával szemben különleges követelmények nincsenek.

A rönkfeldolgozásra alkalmas szalagfűrészek konstrukciós szempontból az elmúlt évtizedekben főleg a következő irányban fejlődtek:

— az előtolási sebesség fokozása, amelyet nem annyira a szerszámsebesség fokozásával, mint a megfelelő szerszám- és alkalmazási technikával, valamint karbantartással, továbbá a hajtómotorok teljesítményének fokozásával értek el;

— a rönkök beadagolásával, befogásával és forgatásával járó műveletek gépesítése, amely az emberi erő kiküszöbölése mellett a nagy tömegű és súlyú rönkök mozgásával kapcsolatos időtartamokat is csökkenti;

— a szelvények eltávolításának gépesítése, amely ugyancsak az előző pontban vázolt célkitűzéseket valósítja meg.

Az előtolási sebesség fokozása kézenfekvő törekvés, viszont az utóbbi — a segédberendezések fejlesztését célzó — irányzat azért különösen fontos, mivel a rönkadagolás, a szelvények eltávolítása és a koci visszafutás ideje alatt forgácsoló munka nem folyik.

Meg kell említenünk a közelmúlt évek nagy jelentőségű kísérleteit az ún. „oda-



vissza" fűrészelő (kétoldalt fogazott) szalagfűrészrel, amelynek fűrész-szalagja két oldalon fogazott, így a kocsivisszafutás, mint üresjárat kiesik. *Kloepfer* (München) tudósítása szerint (4) egy franciaországi, teljesen modern, 2 db oda-vissza vágó rönkszalagfűrészrel felszerelt fűrészüzem átlagosan 22 cm Ø-jű, 2 m hosszú erdeifenyő nyersanyagot, 7 fő munkással, két műszakban, napi 95,5 m<sup>3</sup> rönk (napi 1250 db rönk) teljesítménnyel dolgoz fel 18—27 mm vastag deszkákká. Az üzem teljesen gépesített.

A tudósítással szemben olyan értesülések is vannak, amelyek nem mindenben támasztják alá a kezdeti sikereket, mely szerint az ilyen rendszerű gép alacsony munkaidőkihasználással és sűrű felújítási tevékenység mellett működik.

**1.3** A keret- és rönkfeldolgozó szalagfűrész fő jellegzetességeinek összevetése, az alkalmazási lehetőségek meghatározása.

**1.31** A keret- és rönkszalagfűrészek összehasonlítása során a kétféle termelőbe-rendezést, *mint szerszámgépet* vizsgálva, a következőket rögzíthetjük:

— A keretfűrészrel történő rönkmegmunkálásnak hazánkban nagy múltja van, mind a kutatások, mind a gyakorlati munka területén. Megállapítható azonban, hogy a rönkszalagfűrész alkalmazása és technológiája területén igen kevés ismeretek azok az eredmények, amelyeket külföldön a keménylombos faanyagok feldolgozásánál elérték és a közfelfogás nélkülözi azt a felismerést, hogy a szerszámgép fejlesztés területén a rönkszalagfűrészek gyártása szempontjából nagyobb a perspektíva, mint az korábban várható volt. Komoly eredményeket értek el a szerszámszebeségek és az előtolás növelése, a két oldalon fogazott fűrészszalagok alkalmazása és a rönkszalagfűrészelés műveleteinek automatizálása területén.

— Szerkezetileg és kinematikailag a keretfűrész bonyolultabb, mint a szalagfűrész, így élettartama kisebb és javítása több időt vesz igénybe.

— A keretfűrész működése közben fellépő dinamikus és tömegezők a szerszámgép beépítésénél — a szalagfűrészekkel ellentétben — több követelményt támasztanak.

— A fűrész-szerszámok tekintetében a keretfűrészlapok élettartama nagyobb a fűrészszalagokénál és kevesebb karbantartást igényel mind a gyakoriság, mind pedig a karbantartás műveletei szempontjából.

— A szakirodalomból egyöntetűen leszűrhető az, hogy a szalagfűrészek kezelése és karbantartása — szemben a keretfűrészekkel — nagyobb szakképzettséget igényel.

— A rönkszalagfűrész alkalmazása a kész termékre vetítve kisebb fajlagos energia felhasználással jár.

**1.32** A rönkszalagfűrészek *technológiai alkalmazásával* kapcsolatban a szakirodalom alapján a következő megállapítások és következtetések tehetők:

— A szalagfűrész alkalmazásukat tekintve nem célgépek, hanem szerkezetük és működésük lehetővé teszi azok többfeladatú használatát (pl. ugyanazon rönkszalagfűrész típus alkalmazható gömbfa szelvényekké történő feldolgozására futókocsival, de alkalmazható vastag szelvények továbbhasítására behúzó-hengeres előtolással is).

— A rönkszalagfűrész alkalmazásának legjelentősebb tényezője, hogy a vágandó szelvények vastagságát üzemelés közben a feldolgozandó faanyag méreteinek, minőségének megfelelően vágásonként lehet változtatni. Ez lehetőséget jelent az anyagkihozatal és a késztermék minőségének jelentős javítására.

— A rönkszalagfűrész alkalmazása a forgácsolás szempontjából jelentősen el-

tér a keretfűrészekétől, mivel itt a szerszámsebesség ( $> 40$  m/mp) közel tízszerese a keretfűrészekének (4—7 m/mp). Ez nagymértékben hozzájárul a finomabb vágásfelület kialakításához, amely a késztermék minőségének javulásával jár együtt.

— A rönkszalagfűrészeknél alkalmazott fűrészszalagok vastagsága és így a résbőség lényegesen kisebb, mint a keretfűrész-pengéké, így az effektív anyagkihozatal 1—1,5%-kal nagyobb lehet.

— A fűrészszalagok gyakrabban cserélendők, mint a keretfűrészlapok, azonban ezek cseréje kb.  $\frac{1}{3}$  időt vesz igénybe, mint a keretfűrészeknél a pengeosztás változtatása, vagy a pengék cseréje.

— A rönkszalagfűrészek alkalmazása lényegesen egyszerűbb rönkelőkészítést igényel, mivel itt a vastagságonkénti (5 cm-enkénti) osztályozás nem szükséges. Ez lehetőséget ad a rönktéri technológiai terület csökkentésére, így a nagyobb gépesítésre, valamint növeli e műveleti helyen a munka termelékenységét.

— A rönkszalagfűrész alkalmazásával követelményként jár együtt egy magasabbfokú művelet- és munkaszervezés megvalósítása, mert kielégítő teljesítmény, ill. időkihasználás csak így érhető el.

## 2. A KERET- ÉS A RÖNKFELDOLGOZÓ SZALAGFÜRÉSZEK ELEMZŐ ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

**2.1** A keret- és a rönkfeldolgozó szalagfűrészgépek összehasonlító teljesítményvizsgálata.

A két fűrészipari alapgép teljesítményeinek összehasonlításánál megfelelő rendszeresség nélkül érvényes következtetések rögzítése kivihetetlen, mivel a teljesítményeket számtalan függvénykapcsolat befolyásolja. A befolyásoló tényezők tömege a következőképpen rendszerezhető:

*a munka tárgya* (fafaj, rönkméret, rönkalakítás, nedvességtartalom stb.);

*a munka eszköze* (a megmunkálógépek jellege, főbb méretei, konstrukciós színvonal, szerszámsebessége, szerszámtechnikája és technológiája stb.);

*a munkavégzés módja* (a kiszolgálás módja és technikai színvonala, a feldolgozás módszerei és munkaszervezése, a vágásmód és termelési program);

Az összehasonlító teljesítményvizsgálatokat a kérdés bonyolultsága miatt három szinten folytatjuk le:

a teljesítményre ható főbb tényezők elméleti vizsgálata;

a teljesítmény-alakulás számításokkal történő összehasonlítása;

az üzemeltetési technológia hatásai a számított teljesítményekre.

Fentiekhez képest a teljesítmény alakulására az egyes vizsgálati szinteken kiható tényezők körének mérlegelésére, leszűkítésére vagy megkötésére van szükség, sőt egyes esetekben indokolt bizonyos absztrakciók feltételezése is.

Az előbb vázolt fogalmkörökbe tartozó tényezők közül — tekintettel a téma célkitűzésére — célszerűen az alábbi tényezőket már most rögzítjük:

a) A munka tárgyával kapcsolatban:

— fafaj: bükk

— a rönk nedvességtartalma: rosttelítettség felett

— a rönk alakítása: szabályos, hengeres

b) a munka eszköze szempontjából:

— keretfűrészgép: nagy fordulatszámú ( $n > 300$ ), közepes, 4—5 m/mp szerszámsebességű, 20—60 cm  $\varnothing$ -jú rönk felfűrészelésére alkalmas kifogástalan állapotú gép, előírászerű, karbantartott szerszámokkal és tartozékokkal

e) A munkavégzés módja szempontjából mindkét gépnél feltételezzük, hogy a kieső idők (üzemszüneti és veszteségidők) a számításoknál alkalmazott mértéknél nem nagyobbak. A vizsgálat szintjei keretében sor kerül

— a két gépre különbözően ható tényezők elméleti vizsgálatára (2.11 pont);  
— a két gép — alkalmazási technológiától független — teljesítményszámításaira és összehasonlítására (2.12 pont);

— a két géptípus — üzemi technológia viszonyai közötti — alkalmazási variánsainak vizsgálatára (2.13 pont).

2.11 A teljesítményt befolyásoló főbb tényezők elméleti vizsgálata.

2.111 A keretfűrészgép teljesítményének elemei.

A keretfűrészgépek elméleti és gyakorlati teljesítményének, ill. termelési kapacitásának számítási módszereivel a „Fűrészipari technológia” c. szakkönyv (3), de más irodalmi források is széles körben foglalkoznak.

A keretfűrészgép teljesítményét általában az időegység (óra) alatt feldolgozott rönkmennyiséggel ( $m^3$ ) jellemzik. Az időegység alatt feldolgozható rönkmennyiség ( $m^3/óra$ ) leegyszerűsítve:

- a feldolgozásra kerülő rönk átmérőjével
- az adott átmérőjű rönk előtolási sebességével
- az adott időtartam (munkaidő) kihasználásával

hozható összefüggésbe, feltételezve, hogy a rönkanyag a megmunkálógépből meg-  
szakítás nélkül (folytonosan) áramlik.

Az előtolási sebesség (m/perc) — igen sok egyéb (szerszámtechnikai, szerszám-  
technológiai-, faanyag- stb.) jellemző mellett — főként a közepes szerszámsebesség-  
től, a rönkben munkát végző pengék össz-vágásmagasságától és a fűrészrendő fa  
specifikus jellemzőitől (fafaj, nedvességtartalom, szöveti szerkezet stb.) függ.

Az időtartam kihasználását igen sok előforduló tényező mellett főleg a szerszám-  
cseréhez, a pengeosztás változtatásához szükséges és a kiszolgálás színvonalától  
függő üresjáratú idők csökkentik.

Az előtolási sebesség számításával történő megállapítására különböző elméletek  
mellett gyakran használják az

$$e = \frac{v_k}{10 \cdot d}, \text{ illetve } e = \frac{v_k}{10 \cdot h'}$$
 tapasztalati képleteket, ahol

- $e$  = előtolási sebesség (m/perc)
- $v_k$  = közepes szerszámsebesség (m/mp)
- $d$  = rönkátmérő (m)
- $h'$  = átlagos vágásmagasság (m)

A Fűrészipari technológia c. szakkönyv megállapítja, hogy  $e = \frac{v_k}{10 \cdot d}$  összefüggés

(Pause-képlet) üzemi átlagos viszonyok (idő- és gépkihasználás:  $k = 0,8$ ) mellett  
5—6 m/mp szerszámsebességig fenyőrönkök feldolgozása esetén reális teljesítménye-  
ket ad, annak ellenére, hogy ezek az értékek a  $\frac{v}{10 \cdot h}$  összefüggés alapján számított

előtoláshoz képest kb. 79%-ot képviselnek.

Végezetül megemlítenénk az előtolási sebesség a közepes szerszámsebességgel egyenesen,  
az össz-vágásmagassággal (a faanyagban működő fűrészpengék nyomának tényleges

hosszúságával) fordítottan arányos. Számításainkban a keretfűrész előtolási értéke-

ket az  $e = \frac{v_k}{\sum \cdot h}$  összefüggés alapján határozzuk meg.

A fűrészendő fa specifikus jellemzőit rendszerint egy — a fenyőfához viszonyított — fafaj ellenállás szorzó tényező ( $\varphi$ ) formájában veszik figyelembe. A fafaj ellenállási tényező nagyságára különböző források különböző értékeket jelölnek meg. Számításainknál bükk rönkre az előtolási értékek módosításánál, megfelelő megfontolások után  $\varphi = 0,7$  szorzótényezőt alkalmazunk.

A fűrészelés időtartama nem folytonos, mivel a munkát (a rönkadagolás szakaszosságának esetenkénti hatásán túlmenően) a szerszámcsere, technológiai és biztonsági szünetek stb. bizonyos effektív határok közé szorítják. Az időtartam kihasználás mértékét hazai tapasztalatok és külföldi példák nyomán 80%-ban határoztuk meg, így számításainkban, együttes munka- és gépidőkihasználási tényezőként  $k = 0,8$  értéket alkalmazunk.

Fentiek alapján a keretfűrészgépek rönk  $m^3$ -re vonatkoztatott teljesítménye az alábbi összefüggéssel számítható:

$$Q = \frac{v_k}{h} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \varphi \cdot k = (\text{rönk } m^3/\text{óra})$$

melyben  $\varphi = 0,7$ ;  $k = 0,8$

A keretfűrészgép „ $m^3$  rönk/óra” teljesítményének matematikai vizsgálata azt igazolja, hogy ez a teljesítmény — rönkátmérővel bizonyos arányban növekvő vágásmagasságtól, ill. csökkenő előtolástól függő — változó meredekségű egyenesekkel jellemezhető, mivel

— a rönkátmérővel változó körterület ( $F = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$  másodfokú függvény

( $y = k \cdot x^2$ ), tehát parabola;

— az ugyancsak rönkátmérővel változó előtolás ( $= e = \frac{v_k}{h}$ ), ha  $v_k = \text{konstans}$

( $y = \frac{k}{x}$ ), törtfüggvény, rendszerint eltolt helyzetű hiperbola;

— a teljesítmény ( $Q = F \cdot e$ ) a két görbe összegezésének eredményeként, a metszésponttól függő meredekségű, és a parabola szerinti origóból kiinduló egyenes.

Levezetve:

$$Q = F \cdot e = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{v_k}{h}$$

$$h \cdot d = h$$

$$Q = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \frac{v_k}{d}$$

mivel pedig  $\frac{\pi}{4}$  és  $v_k = \text{konstans}$

$$Q = k \cdot d$$

amely  $y = m \cdot x$  egyenesnek felel meg.

Ha  $d \neq h$  (vagyis több vágás esetén)

$$h = h_1 + h_2 + \dots + h_n$$

A gyakorlatban adott pengeszám esetén  $h = f(d)$ .

Pl.: a *Feldman S.* vágási elmélet alkalmazása esetén, ha az ún. vezérpengék és az azokhoz tartozó szelvény területen belüli pengék össz-vágásmagasságát  $h_1$ ,  $h_2$ , és  $h_3$ -mal jelöljük, akkor

$$h = h_1 + h_2 + h_3 = 0,43 dn_1 + 0,71 dn_2 + 0,91 dn_3$$

$$h = d (0,43 n_1 + 0,71 n_2 + 0,91 n_3)$$

$$Q = \frac{v}{10h} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{vd^2 \cdot \pi}{40h}$$

$$Q = \frac{v \cdot d^2 \cdot \pi}{40d(0,43n_1 + 0,71n_2 + 0,91n_3)} = d \frac{v\pi}{40 \cdot (0,43n_1 + 0,71n_2 + 0,91n_3)} = m \cdot x$$

tehát a keretfűrész teljesítménye a rönkátmérő lineáris függvénye.

Az előzőekben tárgyalt összefüggések mellett a gyakorlatban a keretfűrész teljesítményét rendkívüli módon befolyásolja

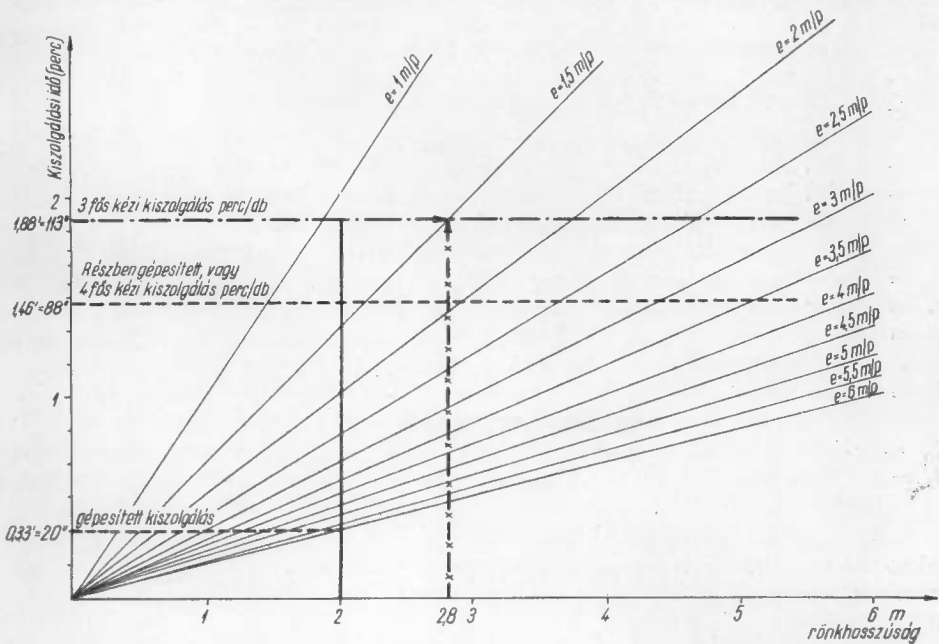
- az alkalmazható előtolás
- és a kiszolgálás időszükségletének

viszonya.

Az alapanyag beadagolásának és elszedésének szakaszossága, a kiszolgálás gyorsasága és a rönkhosszúság függvényében korlátokat támaszthat a műszakilag alkalmazható előtolással szemben.

Az alkalmazható előtolás és a kiszolgálás kapcsolatait tükrözi az 1. ábra.

Az Intézet az 55.10. kutatási téma keretében (18) 1960—61. években felméréseket végzett a keretfűrész kiszolgáló személyzet munkájára vonatkozólag. Eszerint a hazai átlagos rönkhosszúságot (2,8 m) figyelembe véve, 1,5 m/p keretfűrész átlagos



1. ábra. A kiszolgálás időszükségletének korlátozó hatása a keretfűrészgépeknél alkalmazható előtolásra

előtolási értékig a gép kiszolgálása (100% munkaidő kihasználás mellett) 3 fővel megoldható.

A 3 fővel végzett kézi kiszolgálás elfogadható darabideje: 1,8 perc/db rönk. Ezt az 1. ábrán — egy független változó tengelyével párhuzamos — egyenes (eredményvonal) jelzi. A nomogram alapján bármely rönkhosszúságra (a darabidőt ábrázoló egyenesre való felvetítéssel) meghatározható az előtolási érték, amelynek alkalmazását a darabidő még lehetővé teszi.

Hasonló módszert követve, ugyancsak intézeti méréseket alapul véve az ábrán feltüntetettük a részben gépesített (kocsimozgatás, rönkforgatás, befogás gépesítve, keretvezérlés rönkkocsiról) kiszolgálás darabidő-szükségletét ábrázoló egyenest (szaggatott vonal) is. Gyakorlatilag a keretkiszolgálás fentiek szerinti gépesítése (3 fő mellett) megfelel a 4 fővel végzett kézi kiszolgálás időszükségleti szintjének.

Ennek az új időszükségleti szintnek — különböző rönkhosszúságok esetén — az előzőnél magasabb (lehetséges) előtolási értékek (2,8 m-nél közel 2 m/perc) felelnek meg.

Végül — irodalmi adatok alapján — feltüntetettük a teljesen gépesített keretkiszolgálás időszükségletét (20 mp/db rönk) jelző szintet is, amely azonban csak közel azonos méretű fenyőrönkök feldolgozásánál érhető el folyamatos fűrészáru elszedő berendezéssel. Ez az utóbbi fejlesztési probléma lombos rönk feldolgozásánál nem tekinthető megoldottnak.

## 2.112 Rönkfeldolgozó szalagfűrészek teljesítmény elemei.

A rönkfeldolgozó szalagfűrészek teljesítménye ( $m^3/ó$ ) részben a keretfűrészekéhez hasonló tényezőktől függ:

— az előtolási sebességtől, amely a vágásmagasságon kívül függ a szerszámsebességtől (a keretfűrészről eltérően általában 30—40 m/mp) és a fűrészrendő fa specifikus jellemzőitől (keretfűrész);

— a feldolgozandó rönk átmérőjétől és hosszúságától

— az egy rönkből termelendő szelvények számától.

A teljesítményt befolyásoló tényezők nagyságrendje másként jelentkezik:

— az ún. rönkvágó szalagfűrésznel (irodalomban Blockbandsäge);

— az ún. hasító szalagfűrészgépeknél (irodalomban Trennbandsäge).

a) *A rönkvágó szalagfűrészek teljesítményelemei.* Az irodalmi források szerint az egy rönk felfűrészeléséhez szükséges idő általában:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \text{ (perc/db rönk)}$$

$t_1$  = az egy rönk felfűrészeléséhez szükséges fűrészelési munka időtartama percben;

$t_2$  = a rönkkel kapcsolatos munkaműveletek időtartama (felterhelés, forgatás, befogás, beigazítás, maradékszelvény eltávolítása) percben;

$t_3$  = a vágásonként, szelvényenként elvégzendő műveletelemek (vastagságállítás, a fűrészelt szelvény eltávolítása) egy rönkre vetített időtartama percben;

$t_4$  = a teljes rönk felfűrészelése alatti rönk-kocsi üresjárat időtartama percben,

$t_5$  = a rönk-kocsinál rövidebb rönkök esetén a rönk-kocsi szükséges túlfutásának időtartama percben.

A  $t_1$  idő (a tulajdonképpeni megmunkálási idő) az előtolás sebességétől függ. A rönk szalagfűrészeknél alkalmazandó előtolás a fafajtától, vágásmagasságtól, illetve a szerszámsebességtől és a fogalaktól, ill. annak tényezőitől függ. Végeredményben a  $t_1$  vágási idő

$$t_1 = \frac{n \cdot l}{e \cdot \varphi} = \frac{\text{vágásszám} \cdot \text{rönkhosszúság}}{\text{előtolás} \cdot \text{fafaj ellenállási tényező}}$$



A  $t_2$  idő a darab rönkönként elvégzendő egyenkénti műveletek (felterhelés, forgatás, befogás, beigazítás, maradékszelvény kidobás) időértékeinek összege, külföldi tapasztalatok szerint:

$$t_2 = 3 \text{ perc/db rönk} + 2 \text{ perc/m}^3 \text{ rönk}$$

A  $t_3$  idő az egyes szelvények vágásánál, azok számától függő (szelvénybeállítás, szelvényeltávolítás) időérték:

$$t_3 = n \cdot t \quad t = \text{a szelvényenként számítható időszükséglet}$$

$$n = \text{a szelvények száma.}$$

A  $t_4$  idő a rönkkocsi visszafutás időértékei, amelynél be kell számítani azokat az időtöbbleteket is, amelyek a kocsi megindítását és megállítást követően felmerülnek. Ezek figyelembevételével

$$t_4 = n \left( \frac{l + \Delta l}{v_{\text{kocsi}}} + t_i \right) \quad \Delta l = \text{különbség a rönk és a kocsi hossza között}$$

$$t_i = \text{indítási stb. időtöbblet}$$

Az egy rönk felfűrészeléséhez szükséges „ $T$ ” idő kiszámítása után felírható a rönkszalagfűrészek óránkénti teljesítőképességének a képlete:

$$Q = K \cdot 60 \cdot \frac{V}{T} = \text{m}^3 \text{ rönk/óra} \quad V = \text{a rönkök átlagos térfogata}$$

A „ $K$ ” tényező az együttes munka és gépidő kihasználási tényező. A rönkhasító szalagfűrészeknél a munkaidőkihasználás tényezője ( $K_1$ ) a munka kezdési, befejezési, a szervezeten és műszakilag szükséges időkieséseket, valamint a fűrészlapcsereket is számítva, irodalom szerint 0,89—0,9 értékű, míg a gépidőkihasználás ( $K_2$ ) 0,965. A két tényező együtt 0,865 időtartam kihasználási tényezőt eredményez.

Az egyéb irodalmi megállapítások is hasonlóak, de mindenképpen közös vonás az, hogy a rönkvágó szalagfűrész teljesítményének számításánál az egy darab rönk feldolgozási időszükségletéből ( $I = \text{perc/db rönk}$ ) kell kiindulni, majd ezt a db rönk/m<sup>3</sup> rönk mutatóval ( $m$ ) beszorozva az időtartamhoz viszonyítani.

$$Q = \frac{60}{I \cdot m} = \frac{60}{\Sigma l} \text{ (m}^3 \text{ óra)}$$

Hazai kísérleteinknél és számításainknál célszerűbbnek találtuk a rönkvágó szalagfűrész műveleteinek a 3. táblázatban közölt csoportosítását.

Az időértékek ilyen csoportosítás mellett néhány vágásjellemző birtokában (db rönk/m<sup>3</sup> rönk; rönkhosszúság, vágásszám; átlagos vágásmagasság) azok változása szerint vizsgálhatók.

A rönkszalagfűrész teljesítménye matematikailag vizsgálva a következők szerint jellemezhető:

$$Q = \frac{3600}{\Sigma I} = \frac{3600}{\frac{l}{2} \cdot I}$$

$$I \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

( $I = \text{egy darab rönk megmunkálási ideje}$ )  
az egyenlet rendezve

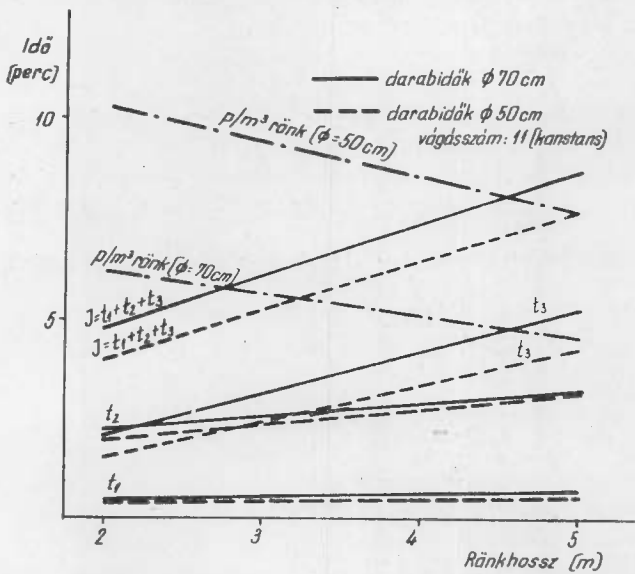
$$Q = \frac{l \cdot d^2 \cdot \pi \cdot 3600}{4 \cdot I} = d^2 \frac{l \cdot \pi \cdot 3600}{I}$$

amely megfelel  $y = a \cdot x^2$   
függvénynek, tehát a teljesítmény parabola jellegű.

3. táblázat

Műveletek	$t_1$ az egy db rönkkel	$t_2$ a vágott szel- vények szá- mával	$t_3$ a vágással (forgácsolással)
	Összefüggő időértékek		
A rönk kocsi-ra gurítása	+		
A rönk beállítása	+		
A rönk rögzítése	+		
Beállítás első vágáshoz		+	
Előtolás indítás		+	
Vágás forgácsolás			+
Szelvény eltávolítás		+	
Kocsivisszafutás		+	
Vágási vastagság (fogásmélység) állítás (második vágás)		+	
Vágási maradék szegmens kioldás és eltávolítás	+		

A teljesítmény matematikai elemzésénél rá kell mutatni arra, hogy fenti össze-  
függésben az átmérő növekedésén kívül az  $\frac{l}{I}$  viszony is jelentősen befolyásolja a  
teljesítmény nagyságát, mivel a részidők ( $I = t_1 + t_2 + t_3$ ) nagy része, így a rönkkel  
kapcsolatos idők és a szelvényenkénti idők ( $t_1 + t_2$ ) a rönkhosszúság szoros függvé-  
nyei.



2. ábra. A rönkvágó szalagfűrész műveleti részidői a  
rönkhosszúság függvényében ( $\varnothing = 50$  és  $70$  cm  
és  $11$  vágás esetében)

A rönkhosszúságnak az egyes részidőkkel való kapcsolatát jól mutatja a 2. ábra. A  $t_1$  (a rönk-  
kel kapcsolatos időráfordítás) és a  $t_2$  (a vágás-  
számtól függő időráfordítás) azonos vágásszám  
mellett alig változik a rönkhosszúsággal, amely-  
nek közvetlen hatása az, hogy az egy  $m^3$  rönkre  
eső időráfordítás a rönkhosszúság növekedésével  
fordítva arányos.

A rönkvágó szalag-  
fűrész teljesítményala-  
kulása döntően a  $t_1$  és  
 $t_2$  időeknek a  $t_3$  időhöz  
mért viszonyától függ,  
tehát törődni kell ezek  
minimumra való csök-  
kentésével. Ezt a célt ke-

ménylombos rönk feldolgozásánál a nehéz fizikai munkát igénylő műveletek gépesítésével lehet közelíteni.

b) *Hasító szalagfűrészek teljesítményelemei.* A hasító szalagfűrészek ( $\text{m}^3/\text{óra}$ ) teljesítménye függ:

- az alkalmazható előtolási sebességtől,
- a hasított (szeletelt) fűrészáru keresztmetszvényétől,

mivel ennél a szalagfűrész típusnál a műveletek végzése nem szakaszos jellegű.

A teljesítményt korlátozhatja az a körülmény, ha a szalagfűrész kiszolgálási ideje nagyobb, mint a vágási idő. Ez akkor következhet be, ha

- a hasítandó (szeletelendő) anyag túl rövid
- az alkalmazható előtolás magas értékű.

A kiszolgálási idő, az anyagmozgatás célszerű segédberendezésekkel való tökéletesítése útján csökkenthető.

## 2.12 A teljesítmények összehasonlítása számításokkal.

Az előző (2.11) fejezetben rámutattunk a két különböző gép teljesítményét befolyásoló főbb tényezőkre. A teljesítmények számításal történő összehasonlíthatósága érdekében rögzítettük

- a munka tárgyával (nyersanyag)
- a munka eszközével (gép, berendezés)
- a munkavégzés módjával (kieső idők mértéke) kapcsolatos számítási feltételeket.

### 2.121 Irodalmi tapasztalatok, üzemi kísérletek.

A szakirodalom a két fűrészipari alapgép összehasonlításával viszonylag sokat foglalkozik. Ezen belül azonban a lombosfák feldolgozásának problémakörére vonatkozóan viszonylag kevés publikáció áll rendelkezésre.

Romániában (9—12 és 22—24) a fűrészipar fejlesztési irányzatával kapcsolatos alapkutató eredményeként még 1957-ben lerögzítették, hogy a túlelű fafajok feldolgozására keretfűrészekkel, míg a tölgy és bükk fafajok feldolgozására keretfűrész helyett szalagfűrészekkel felszerelt üzemeket kell szervezni, ill. kifejleszteni. Azóta több, kizárólag szalagfűrészrel felszerelt üzem épült, amelyek a 32 cm  $\varnothing$ -n felüli bükk gömbfát dolgozzák fel. A feldolgozás két fokozatú, a rönkvágó szalagfűrész a rönk két oldalán a bélmentes szegmenseket leválasztja és a kb. 0,45 D méretű középrész szelvényekké dolgozza fel, míg a szegmenseket a hasító szalagfűrész veszik munkába. A feldolgozási rendszerrel kapcsolatban a gyakorlatban olyan tapasztalatok is felmerültek, amelyek technológiai és gazdasági vonatkozásban nem mindenben támasztják alá az eredeti elképzeléseket.

A pitesti, 8 db szalagfűrészből álló üzemük évente  $130\,000\text{ m}^3$  bükk rönköt dolgoz fel, így az egy gépre — egy napra eső rönk mennyiség ( $280\text{ nap/év}$ )  $53,5\text{ m}^3$ , amely  $3,3\text{—}4\text{ m}^3/\text{óra}$  teljesítménynek felel meg átlagosan.

Az NDK-ban is folytak vizsgálatok (25) a keret- és rönkszalagfűrészgépek lombos fűrészipari alkalmazásával kapcsolatban. A vizsgálatok eredménye az, hogy a két gép teljesítménye 42 cm  $\varnothing$ -nél egyenlődik ki, tehát teljesítmény szempontjából elméletileg csak ezen felül célszerű a szalagfűrész alkalmazása. Természetesen ezt a pontot sok egyéb tényező (munka- és gépidő-kihasználás, vágásmód stb.) módosítja. A publikáció a témakörben részletes számításokat nyújt, azonban megállapításánál 20—94 cm rönkátmértő határok között, csupán egyféle pengeosztást, ill. vágásszámot (8,9—10,9) alkalmaz és nem tárgyalja a szalagfűrész-teljesítmény rönkhosszúsággal való összefüggését. Az összehasonlítás alapját képező keretfűrész az adatokból számíthatóan 4 m/mp szerszámsebességű.

F. Kollmann a teljesítmények kiegyenlítésének pontját (25) 45 cm-ben jelöli meg, különösebb elemzés nélkül.

Az NSZK fűrésziparával kapcsolatban 1964 novemberében az ECE genfi szimpóziumán elhangzott előadás (27) megállapítja, hogy tapasztalat szerint a szalagfűrészek alkalmazásának gazdasági határa fenyőfánál 40 cm, lombos fánál 30 cm körül van, de éles határvonal nem húzható. Az NSZK-ban kb. 10 000 keretfűrész mellett 800 db rönkfeldolgozó szalagfűrész (rönkvágó és hasító) üzemel, bár ezek jelentős része a fenyőfűrésziparban (ládaiparban) működik.

Egyes északi államokban a szalagfűrészeket fenyőrönk feldolgozására általánosan használják. (7, 20)

Mivel Magyarországon a fűrésziparon kívül rönkszalagfűrészeket nagyobb számban a lágagyártó iparban (fenyő feldolgozásra) alkalmaznak, megkíséreltünk üzemi kísérletek keretében bükk rönk feldolgozásában tapasztalatokat szerezni.

*A kísérletek célkitűzése:*

- teljesítménymérés, bükk rönk
- egyenkénti teljes feldolgozásánál
- oldal szegmenseinek feldolgozásánál
- kiszolgálási részidő értékek mérése
- munkaszervezési szerszámtechnikai, technológiai tapasztalatok szerzése.

A kísérletekhez használt szalagfűrészgépeket a 4. táblázatban foglaltuk össze. A felsorolt gépek állapota, de a rendelkezésre álló szerszámok és azok karbantartása sem volt kifogástalan. Ezek mellett is megállapíthatók voltak a következők:

— bükk (lombos) rönk feldolgozására az adott gépek — az alacsony teljesítmény veszélye nélkül — nem alkalmazhatók;

— az adott rönkfeldolgozó szalagfűrészgépek teljesítőképessége csak megfelelő mechanizáltsággal, vagy ennek hiányában viszonylag nagy létszámmal, ill. munkaóra ráfordítással használható ki. A rönkadagolás, forgatás, készáruelszedés műveletei ui. rendkívül munkaigényesek; nagy mennyiségű, a nehézségi erő ellen végzett emberi munkát tesznek szükségessé;

— az oldalszegmensek feldolgozása azok súlya és alakjainak tulajdonságai miatt különleges — a zökkenőmentes anyagáramlást és behúzást biztosító — hasító szalagfűrész kíván;

4. táblázat

A szalagfűrész típusa	Jellege	Vk m/sec	Hajtó- motor (kW)	Kísérleti cél
Guiliet AADE 1100 mm Ø	Rönkvágó szalagfűrész, asztali rönkkocsival, fogaslécés előtolással	35	20	Teljes rönk- feldolgozás
Canali HBS. G. (univerzális) 1100 mm Ø	Gépi, hidraulikus előtolású szánnal  bekapcsolható behúzó- hengerral	31	15	Teljes rönkfel- dolgozás ( $l_{max} =$ 2,2 m)  Oldalszegmensek feldolgozása
Guiliet AOA 1100 mm Ø	Hasító szalagfűrész behúzóhengerral és behúzó hernyótalppal	40	18—24	Oldalszegmensek feldolgozása

— kemény lombos rönkök feldolgozására a használt gépeknél nagyobb tárcsa-  
 átmérőjű (1400—1600 mm) és teljesítményű (40—50 kW) gépek szükségesek.

A mérési eredményeket önálló részben nem tárgyaljuk; az adatokat a megfelelő  
 fejezeteknél használjuk fel.

### 2.122 Keretfűrészgép teljesítménye

A keretfűrészgép (m<sup>3</sup>/ó)  
 teljesítményének

- a rönkátmérővel
- az alkalmazható  
 előtolási sebességgel

— az időtartam mun-  
 kaidő kihasználásával  
 való összefüggését a 3.  
 ábra összetett nomo-  
 gramja mutatja az alábbi  
 feltételek mellett:

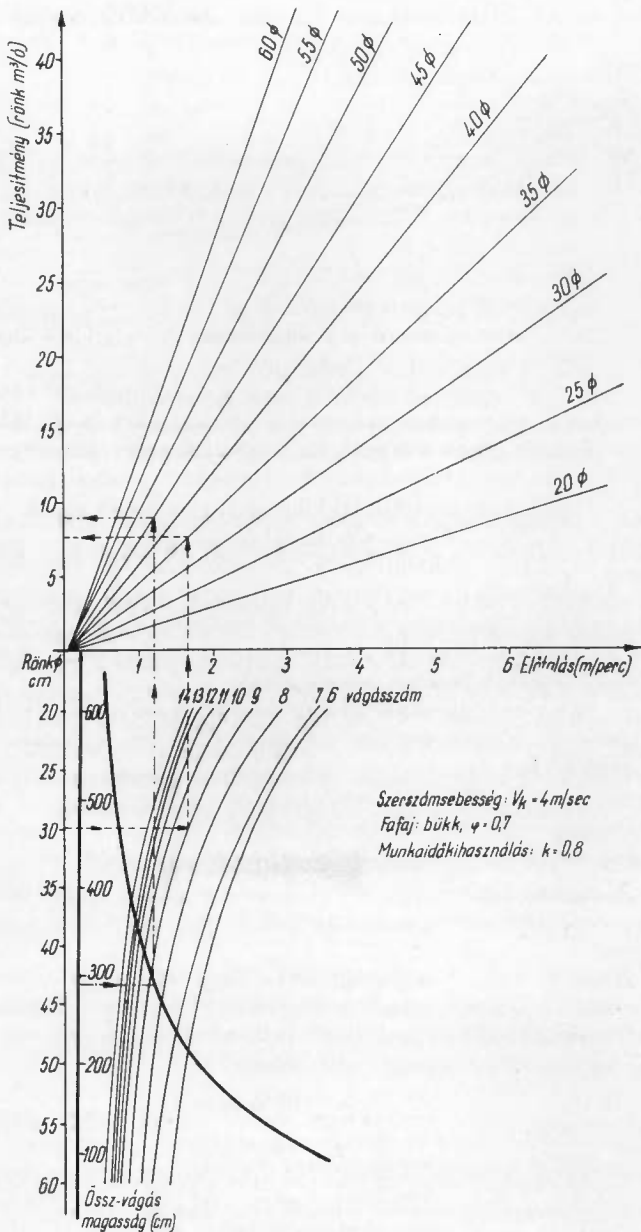
fafaj: bükk,  $\varphi = 0,7$   
 szerszámsebesség:  $v_k =$   
 $= 4$  m/mp  
 munkaidőkihasználás:  
 $k = 0,8$

A nomogram alkalmas:  
 — adott rönkátmérő  
 és vágásszám mellett al-  
 kalmazható előtolás, ill.  
 teljesítmény,

— adott vágásmagas-  
 ság mellett alkalmazható  
 előtolás, és tetszőleges  
 rönkátmérőnél jelentke-  
 ző teljesítmény meghatá-  
 rozására.

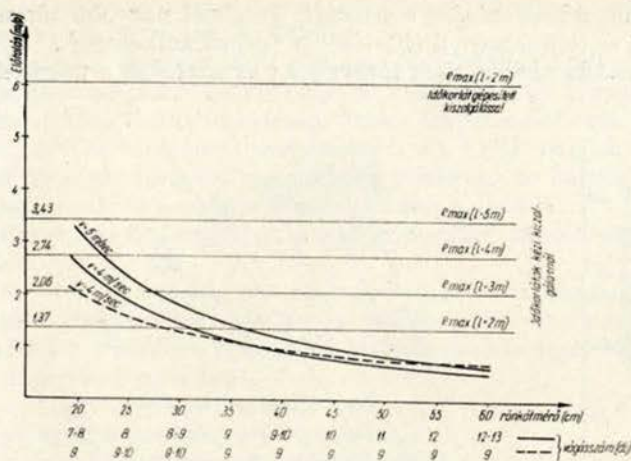
Hasonló nomogramot  
 készítettünk a  $v_k = 5$   
 m/mpszerszámsebességű  
 keretfűrész teljesítme-  
 nyének meghatározására  
 is.

A teljesítményértékek  
 a rönkhosszúságtól füg-  
 getlenek, tehát feltéte-  
 lezzük, hogy a kiszolgálás  
 nem, vagy alig korlá-  
 tozza a teljesítményt. Ha  
 ezt a problémát meg-  
 vizsgáljuk bükk rönkök  
 esetére (l. 4. ábra), megál-  
 lapíthatjuk, hogy a hazai



3. ábra. Nomogram keretfűrészek teljesítményeinek  
 kiszámítására  $v_k = 4$  m/sec mellett





4. ábra. A bükk rönkök keretfűrészén történő feldolgozásánál — a rönkméret és vágásszám függvényében — alkalmazható előtolási értékek és a rönkhosszúság korlátozó hatása különböző kiszolgálás (kézi—gépesített) mellett

nala mutatja, hogy a részben gépesített 3 fős kézi kiszolgálás az előbbinél nagyobb vágásszám (3 m átlaghosszúság) esetén még a 20 cm  $\varnothing$ -nél sem jelent korlátot.

Ezekből egyébként az a következtetés is levonható, hogy 30 cm-en felüli átmérőjű, 3 m-nél hosszabb lombosrönkök — 4—5 m/mp szerszámsebességű keretekkel történő — feldolgozásánál a csak részben gépesített kiszolgálás gyakorlatilag nem gátolja a max. teljesítmény elérését. Megjegyezzük azonban, hogy a — ma még kiterjedten alkalmazott — tiszta kézi kiszolgálás időszükséglete 35—40 cm  $\varnothing$ -ig is korlátozó hatású lehet. A  $v_k = 4$  m/mp szerszámsebességű keretfűrész teljesítménygörbéit az 5. ábra mutatja. A keretfűrész gyakorlati teljesítményeinek tartományát az eredményvonal-görbékkel határolt terület alkotja.

## 2.123 Rönkvágó szalagfűrészgép teljesítménye.

A rönkszalagfűrészek előtolási sebességének meghatározására különböző számítási eljárások ismeretesek, amelyek lényegi tartalmát a következőkben foglalhatjuk össze.

Richard Kaiser megállapította, hogy 42 m/mp szerszámsebességű rönkszalagfűrésznel 800 mm vágásmagasság és meghatározott foglaktényezők mellett az optimális előtolás 20 m/perc (1000 mm-nél tehát 16 m/perc). Ezekből az értékekből az „1 fm szerszámsebességre eső előtolás”:

$$e = \frac{16 \text{ m/perc}}{42 \text{ m/mp}} \cdot 60 = 6,3 \text{ mm/fm}$$

Ez az érték Kaiser szerint 76 mm fogosztású és 31,5 mm fogmagasságú fűrészszalag használata esetére vonatkozik. Más szerzők egybehangzó véleménye azonban az, hogy 1,6 mm vastag fűrészszalagok használata esetén ezek a foglaktényezők a gyakorlatban kockázat nélkül nem alkalmazhatók, ill. az ilyen fűrészszalagok tartósan nem üzemeltethetők.

átlaghosszúság (2,8—3 m) mellett a részben gépesített 3 fővel történő kiszolgálás

—  $v_k = 4$  m/mp-nél

20—25 cm rönk  $\varnothing$  esetén

—  $v_k = 5$  m/mp-nél

20—28 cm rönk  $\varnothing$  esetén

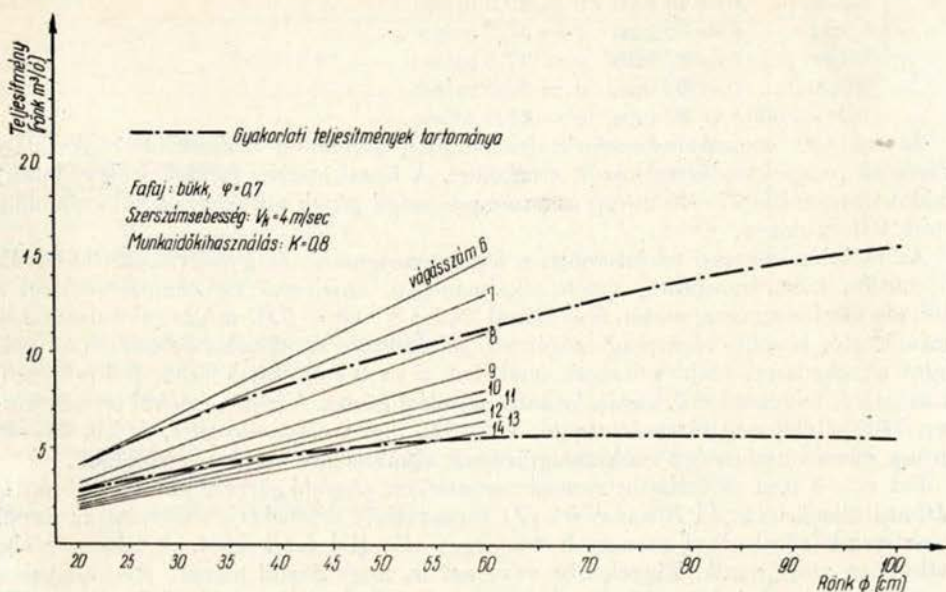
korlátozhatja a műszakilag elérhető teljesítményt 7—13 közötti, gyakorlati vágásszám mellett.

Természetesen a vágásszám változása azonos szerszámsebesség mellett is módosítja ezt a hatást, a magasabb vágásszám előtolási sebesség csökkenéssel jár.

A 4. ábra szaggatott vonala

mutatja, hogy a részben gépesített 3 fős kézi kiszolgálás az előbbinél nagyobb vágásszám (3 m átlaghosszúság) esetén még a 20 cm  $\varnothing$ -nél sem jelent korlátot.





5. ábra. Keretfűrészgép teljesítménye bükkönök feldolgozásánál a rönkátmérfő függvényében

August May, Kaiser elméletét számítással is cáfolja: (16) 42 m/mp helyett 27 m/mp szerszámsebességet és 20 m/perc helyett 12 m/perc arányosan csökkentett előtolást tételezve fel, ugyanazzal a képlettel  $e' = 7,5$  mm/fm előtolást számít ki, amely több, mint amennyit Kaiser javasolt és amely számítást a gyakorlati élet eleve cáfolja.

May szerint az előtolás meghatározásával helyesebb olyan fogosztásból kiindulni, amely a gyakorlatban már alkalmazást nyert és amely a legtöbb európai és trópusi fafajnál bevált. Ugyancsak fel kell tételezni egy olyan közepes szerszámsebességet, amely a gyakorlatban szintén biztonságosnak ítéltető és ebből duzzasztott fogaknál 1,25, terpesztett fogaknál pedig 2,5 lazulási tényezővel számítva a következő képlettel lehet előtolást számítani:

$$e = \frac{\text{fogmagasság}}{2} \cdot \frac{60 \cdot \text{szerszámsebesség}}{\text{lazulási tényező}}$$

Az előbbi képlettel, terpesztett fogak esetén az előtolás:

$$e = \frac{15 \cdot 27 \cdot 60}{2 \cdot 2,5} = 4,85 \text{ m/perc}$$

1 m vágásmagasság mellett.

Jovan Stercsevics, aki hosszabb ideig vizsgálta két terpesztett fogú fűrészszalaggal dolgozó rönkszalagfűrész munkáját, a legnagyobb igénybevétel mellett is 3 mm/fm szerszámsebességre eső előtolást tapasztalt 15 mm-es fogmélység és 1 m vágásmagasság mellett, amelyből az előtolás 4 m/perc értéke adódik.

A román irodalom (1) francia kísérleti adatokat közöl az egyes fafajoknál alkalmazandó fogosztásokról és szerszámsebességekről. Ezek:

bükk	$t = 40 \text{ mm}$	$v = 39,2 \text{ m/sec}$
kóris	$t = 32 \text{ mm}$	$v = 37,7 \text{ m/sec}$
tölgy	$t = 32 \text{ mm}$	$v = 37,5 \text{ m/sec}$
nyár	$t = 60 \text{ mm}$	$v = 32,5 \text{ m/sec}$
tülevelűek	$t = 50 \text{ mm}$	$v = 41,0 \text{ m/sec}$

Az említett szerszámsebességek összhangban vannak a korszerűbb rönkszalagfűrészek prospektusokban közölt értékeivel. A hazai lombos fafajok (tölgy, bükk) feldolgozásánál is 37—40 m/mp szerszámsebességű gépek alkalmazásával számolhatunk teljesítményt.

Az előtolás mértéke tekintetében a legbiztonságosabb és gyakorlatban is bevált 3 mm/fm szerszámsebesség érték alkalmazható, amelynek figyelembevételével a 100 cm vágásmagasság esetén fenyőfánál  $39,2 \cdot 3 \cdot 60 = 7,07 \text{ m/perc}$  előtolási érték számítható. Kisebb vágásmagasságoknál, feltételezve az előtolás sebességének arányos növekedését, majd a kapott értékeket  $\varphi = 0,7$  értékkel (bükk fafajtényező) korrigálva, felvehető a 6. ábrán látható előtolási görbe. A görbe értékei természetesen 1400—1600 mm társaátméről, 120—140 mm szalagszélességű, és kb. 35—40 m/mp szerszámsebességű rönkszalagfűrészek alkalmazása esetére érvényesek.

Ezt a —3 mm előtolás/fm szerszámsebéségen alapuló görbét, mint az ábrán is látható, ellenőriztük *F. Braunschirn* (2) tapasztalati értékeivel, valamint az üzemi kísérleteink alkalmával tapasztalt tényleges előtolási értékekkel. A három görbe jellegében megegyezik. Figyelembe véve azt is, hogy üzemi mérési eredményeink — bükk rönk vágására több szempontból is — alkalmatlan szalagfűrészek munkájára vonatkoznak, számításaink alapjául — korszerű gépeket és kifogástalan szerszámtechnikát tételezve fel — a 3 mm/fm szerszámsebességre alapozott előtolási sebességeket választjuk.

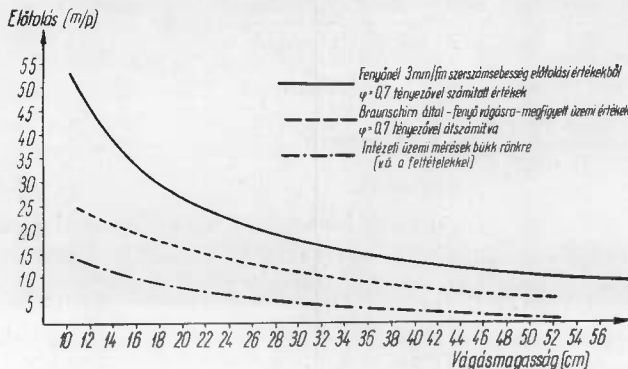
A számítási alapul elfogadott előtolási görbe egybevág a külföldi irodalomban megadott keményfa fűrészelésre vonatkozó gyakorlati értékekkel (25).

A számításoknál mechanizált kiszolgálást tételeztünk fel (5. táblázat).

Megjegyzés: üzemi kísérletek Guillet 1100 Ø, Canali 1100 Ø szalagfűrészeken.  
Mechanizált kiszolgálás Danckaert 1500 Ø gépesített rönkvágó szalagfűrészen.

A leírt követelményeknek megfelelő, rönkvágó szalagfűrész teljesítménygörbéit a rönkátmérő függvényében a 7. ábra mutatja. A teljesítményeket 2 és 5 m rönk hosszúságnál, 6—14 vágásszámra dolgoztuk ki, az alábbi feltételek mellett:

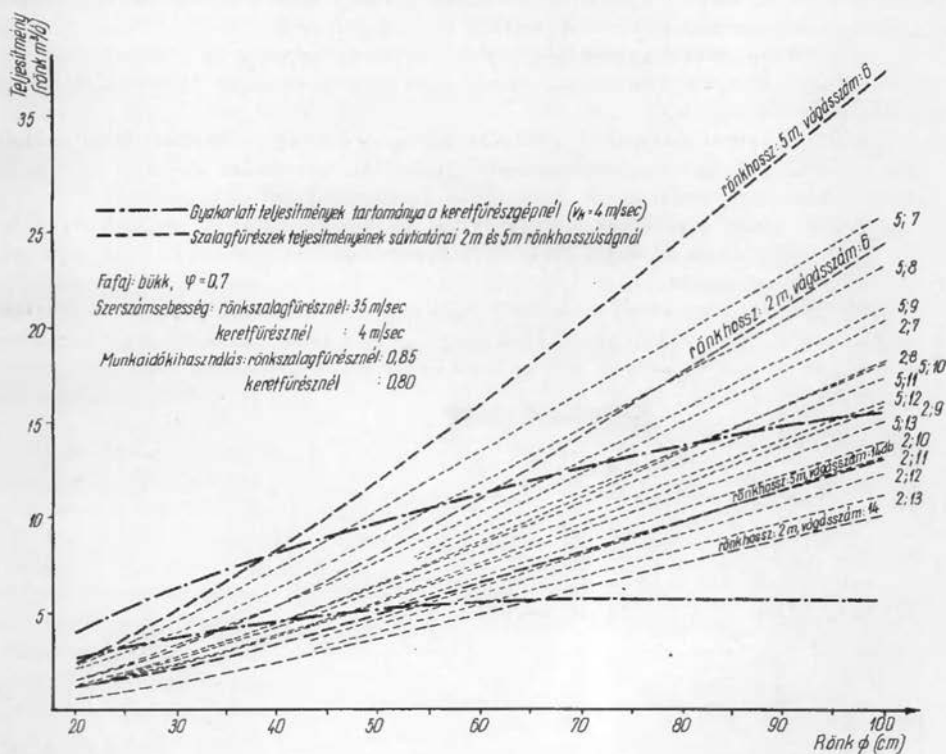
Fafaj: bükk,  $\varphi = 0,7$



6. ábra. Bükkrönkök feldolgozásánál alkalmazható előtolási értékek a vágásmagasság függvényében

5. táblázat

Részidők	Üzemi kísérletek kézi kiszolg. ideje mp/db	Mechanizált kiszolgálás ideje mp/db
Egy darab rönk feldolgozási részidői ( $t_1$ )		
Rönk kocsira gurítása	11—20	8
Rönk beállítása (forgatás)		4
Rönk rögzítése	6—21	3
Első vágáshoz beállítás		6
Vágási maradék eltávolítása	—	6
A vágott szelvényvel kapcsolatos részidők ( $t_2$ )		
Beállítás (fogásmélység, állítás)	6—12	5
Előtolás indítás	3—6	4
Szelvény eltávolítás	3—15	—
Kocsi visszafutás	8—14	5
Maradék rönk beállítás	4—10	—
Maradék rönk asztalon (kocsin) fordítás	10—17	—



7. ábra. Rönkvágó szalagfűrész teljesítménye 2 m és 5 m hosszú bükkrönk feldolgozásánál a rönkátmérő függvényében, gyakorlati keretfűrész teljesítményhatárok feltüntetésével

Szerszámsebesség:  $v_k = 39$  m/mp

Együttes gép- és munkaidő kihasználási tényező  $k = 0,85$ .

A szalagfűrész teljesítmények görbeseregébe eredményvonallal berajzoltuk a  $v_k = 4$  m/mp szerszámsebességű keretfűrészgép gyakorlati teljesítményének tartományát.

**2.124** A keret- és rönkvágó szalagfűrészgép teljesítményének gyakorlati összehasonlítása.

A 2.122 és 2.123 pontokban számítások alapján ismertettük a keretfűrészgép- és a rönkvágó szalagfűrészgép gyakorlatban is megvalósítható teljesítményeit, amelyet grafikusán görbesereg formájában ábrázoltunk. A görbesereg mindkét esetben az elképzelhető valamennyi teljesítményértéket tartalmazza. A gyakorlatban ezek közül csak egyesek érvényesülnek. A vizsgált változók közötti összefüggés nem lineáris, hanem magasabbrendű görbékét eredményez.

Voltaképpen a két alapgép gyakorlati teljesítménygörbéinek ellenkező jellege, metszéspont (vagy pontok) képződését eredményezi, amelyek a korábban idézett irodalmi adatok szerint a teljesítmények kiegyenlítődsét, illetve egyes felfogás szerint az alkalmazás alsó határát jelentik.

Így pl. R. Kloss a Holzindustrie idézett cikkében (25) (8. ábra) a kiegyenlítődséts metszéspontját lombos rönknél 42 cm-ben állapította meg. — Ez a metszéspont természetesen vándorló jellegű, mivel függvénye a pengeosztásnak, ill. vágásszám-nak, amelyet az idézett szerző

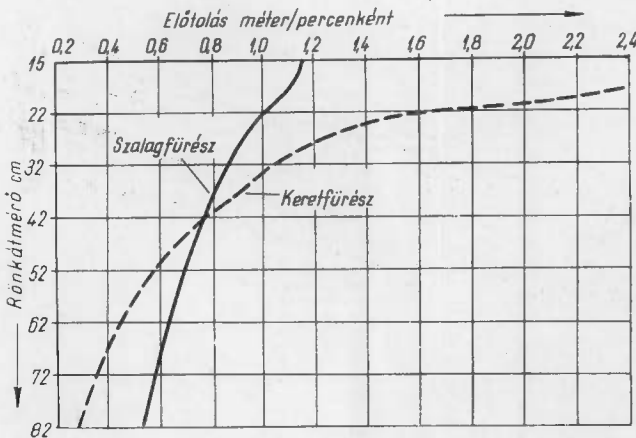
20 cm  $\varnothing$ -ig 8 vágásban

20—95 cm  $\varnothing$ -ig 9 vágásban

(kivéve a 25—35  $\varnothing$ , ahol a vágásszám 9—10) határozott meg, attól eltekintve, hogy az alapul vett keretfűrész — számíthatólag — 4 m/mp szerszámsebességű volt.

Elemzésünket — az irodalomban tapasztalható módszerekhez képest — az összehasonlításnál kiterjesztettük:

- keretfűrésznel a 4 és 5 m/mp szerszámsebességre
- a rönkvágó szalagfűrésznel a 2 és 5 m rönkhosszúságra
- és mindkét gépnél rönk  $\varnothing$ -nként, kétféle vágásszámra,



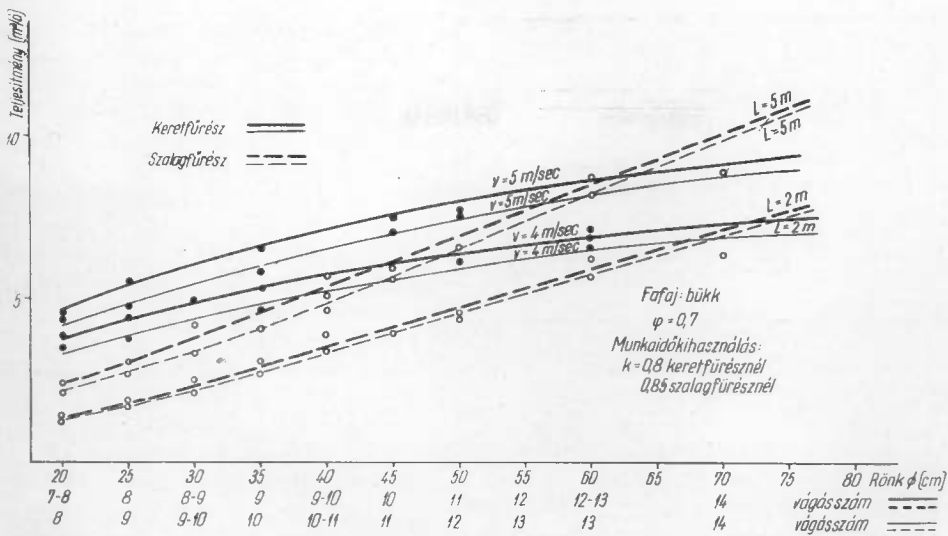
8. ábra. R. Kloss megállapítása a keret- és rönk-szalagfűrész teljesítményének kiegyenlítődsére

amelyek — a gyakorlatnak megfelelően — széles határok között (7—14 vágás) mozognak.

Az elemzés alapját képező ( $m^3/\acute{o}$ ) teljesítménygörbék a 9. ábrán található. A  $m^3/\acute{o}$  teljesítmény elemzésétől a két gép összehasonlításánál eltekintettünk, mivel a vágási program azonos.

A görbék metszéspontjai azt mutatják, hogy teljesítmény szempontjából, bükk rönk feldolgozásánál:

— a 4 m/mp szerszámsebességű keretfűrészek-



9. ábra. Keretfűrészek és rönkvágó szalagfűrészek teljesítményértékei a rönkátmérő függvényében, különböző gyakorlati vágásszámok esetén

kel szemben a rönkvágó szalagfűrészek 5 m rönkhosszúság esetén kb. 45 cm  $\phi$ -től, — míg 2 m rönkhosszúság esetén csak 70—75 cm  $\phi$ -től;

— az 5 m/mp szerszámsebességű keretfűrészekkel szemben a rönkvágó szalagfűrészek 5 m rönkhosszúság esetén 60—62 cm-től, míg 2 m rönkhosszúság esetén kb. 85—90 cm  $\phi$ -től

működik nagyobb teljesítménnyel.

A megállapítások természetesen az ismételten is rögzített (2.122 és 2.123 pont) feltételek mellett érvényesek.

A rönkvágó szalagfűrészek teljesítményei a rönkátmérőtől, a rönkhosszúságtól és a vágásszámtól függően tehát nem egy pontban egyenlítik ki a keretfűrészgépek teljesítményeit, hanem egy olyan rönkátmérő tartományban, amelynek határai 40—45 cm-től 60—80 cm  $\phi$ -ig terjednek.

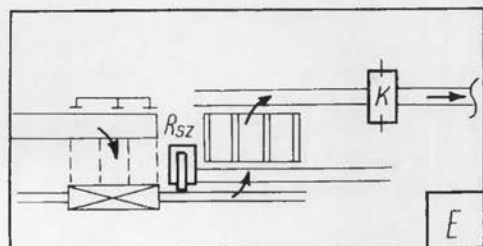
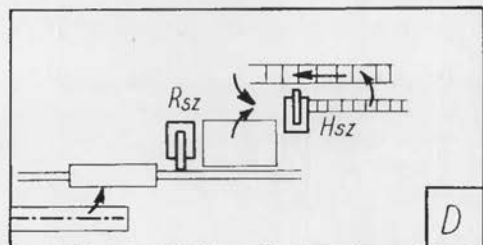
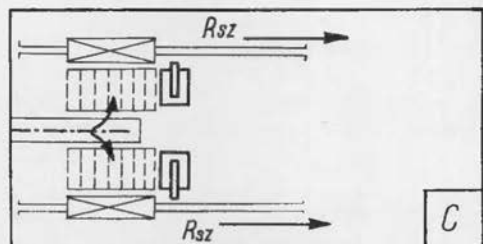
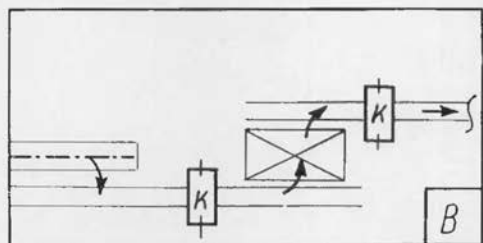
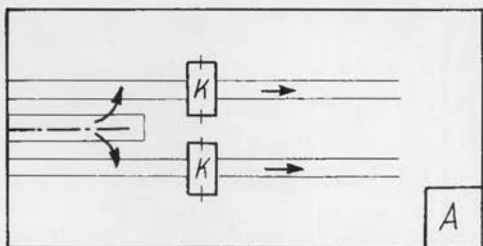
Természetesen a rönkvágó szalagfűrészek gazdaságos alkalmazhatóságának esetét nemcsak a teljesítményviszonyok döntenek el. Ezért a következőkben — az átfogó jellegű gazdasági vizsgálat előtt — meg kell vizsgálnunk, hogy az üzemeltetési technológia milyen mértékben befolyásolja ezeket, a csupán független gépekre számított értékeket.

### 2.13 Az üzemeltetési technológia hatása a gépek teljesítményére.

Az előző 2.12 pontban a két alapgép teljesítményét az üzemi technológiából kiragadva vizsgáltuk. A rönkfeldolgozó gépek üzemi viszonyok közé helyezése ezeket a teljesítményértékeket (a gépek jellegzetességének megfelelően) módosítja. A módosítás mértéke a különböző technológiai variációk teljesítmény-számításával állapítható meg.

A variációk kijelölésénél a gyakorlatban is megvalósított — vagy megvalósítható kapcsolatot feltételezve, kombinált (keret + rönkvágó szalagfűrészek) technológia számításait is elvégeztük. A felvett öt variáns sematikus vázlata a 10. ábrán található.





A számításokat variánsokként két gépre végeztük, amelyek eredményeit a 6. táblázat tartalmazza.

A közölt értékek bükk rönk feldolgozására vonatkoznak a következő alapfeltételek mellett:

— a különböző méretű rönköknél az elvégzendő azonos mechanikai (fűrészelési) munka mennyiségét az azonos nagyságú vágásmagasságokkal biztosítottuk;

— azoknál a variánsoknál, ahol a két megmunkáló gép munkája részben, vagy egészben összefügg (B és D variáció), a műveti kapcsolatokat — egyidejűség szempontjából — részletesen nem terveztük meg;

— a számításokat keretfűrész esetében a korszerű keretfűrészek felé irányuló hazai törekvéseknek megfelelően  $v_k = 5$  m/mp szerszámsebességű keretfűrészek, rönkfeldolgozó szalagfűrészgépek esetében mechanizált kiszolgálású korszerű nagyteljesítményű rönkvágó és hasító szalagfűrészek feltételezésével végeztük.

A 6. táblázat értékeit elemezve megállapíthatók a következők:

Az „A” variáns jellemzője, hogy az alapul vett  $v_k = 5$  m/mp szerszámsebességű keretfűrészek teljesítménye elvileg — a feltételezett, részben mechanizált keretkiszolgálás következtében — független a rönkhosszúságtól.

A „B” variáns  $m^3/ó$  teljesítménye alacsonyabb az élesvágásnál, mivel ugyanazon rönk két feldolgozó gépet vesz igénybe. A teljesítmény csökkenését azonban jórészt ellensúlyozza az egy feldolgozó gépre jutó kisebb vágásmagasság mellett alkalmazható magasabb előtolási érték.

A „C” variáns  $m^3/ó$  teljesítménye 2 m rönkhosszúság mellett minden esetben alacsony és az 5 m/mp szer-

10. ábra. Teljesítményszámítási variációk sematikus ábrázolása és feltételeik



## Teljesítményszámítási variációk bükrönk feldolgozásra

Variáns		A gépcsoport teljesítménye m <sup>3</sup> /órában										
Jele	alapgépei és kapcsolatok	átlagrönk esetén ∅ = 35 cm p = 9 db l = 3 m	l = 2 m					l = 5 m				
			∅ 20 p = 7—8	∅ 30 p = 8—9	∅ 40 p = 9—10	∅ 60 p = 12—13	∅ 80 p = 14	∅ 20 p = 7—8	∅ 30 p = 8—9	∅ 40 p = 9—10	∅ 60 p = 12—13	∅ 80 p = 14
A.	2 db keretfűrész élesvágás	13,18	9,17	12,33	14,27	17,12		9,17	12,33	14,27	17,12	
B.	2 db keretfűrész (1) elővágás (2) visszavágás				5,56 8,17 13,73	6,09 10,27 16,36					5,56 8,17 13,73	6,09 10,27 16,36
C.	2 db rönkvágó szalagfűrész	7,58	2,73	5,08	7,48	11,81	15,26	4,53	7,59	10,69	16,72	20,20
D.	2 db rönkfeldolgozó szalagfűrész (1) rönkvágó szf. (2) hasító szf.	2,20 9,70			1,95 12,80 14,75	3,53 18,80 22,33	5,29 19,15 24,44			3,32 12,80 16,12	5,19 18,80 23,99	7,62 19,15 26,77
E.	1 db rönkvágó szf. 1 db keretfűrész				2,43 8,17 10,60	3,39 10,27 13,66				3,86 8,17 12,03	5,05 10,27 15,32	

számsebességű keretek teljesítményét ( $m^3/ó$ ) csak 5 m rönkhosszúság és 60 cm  $\varnothing$  mellett éri el.

A „D” variáns teljesítményértékei (mivel a hasító szalagfűrésznél feltételezzük azt, hogy a kiszolgálási idők alacsonyabbak a vágási időknél) viszonylag magasak és már 40 cm  $\varnothing$ -nél is meghaladják a keretfűrész teljesítményét, míg átlag méretű rönkök (35 cm  $\varnothing$ , 3 m hosszúság) feldolgozása esetén a számítások szerint az 5 m/mp szerszámsebességű keretfűrészsel körülbelül azonos teljesítmények érhetőek el.

A bükk rönkök feldolgozására létrehozott romániai szalagfűrész üzemek ilyen vágásmóddal dolgoznak, azonban a gyakorlat ezeket a magas teljesítményeket nem támasztja alá, tehát nem tekinthetők igazoltak, különösen a hasító szalagfűrészre vonatkozólag.

Az „E” variáns  $m^3/ó$  teljesítményei a hosszabb rönköknél 10—20 %-kal magasabbak, mint a rövid rönköknél és itt meg is közelítik a keretfűrész teljesítményeit, lényegesen meghaladva (60 cm  $\varnothing$ , 5 m hosszúságot kivéve) a C variáció értékeit.

Végeredményben a variánsokra vonatkozó számítások igazolták, hogy a rönkvágó szalagfűrészek önálló és független vágási programmal történő üzemeltetése teljesítmény szempontjából előnytelen. A rönkvágó szalagfűrész munkáját azért helyesebb más megmunkálógépekkel összekapcsolni, ill. kombinálni. Ez a következtetés egyes külföldi publikációk megállapításaival (24, 25, 27) összhangban van.

## 2.2 A rönkvágó szalagfűrészek fűrészüzemi alkalmazásának egyéb kihatásai.

A rönkfeldolgozó szalagfűrészgépek fűrészüzemi alkalmazása, valamennyi műszaki és technológiai kihatásának áttekintése — annak sokrétűsége miatt — csak megfelelő rendszerben történhet.

A kihatások esetenkénti számszerű mértékére nézve hazai adatok nem állnak rendelkezésre, ezért kénytelenek vagyunk jórészt irodalmi megállapításokra támaszkodni.

A kihatások széles köre, valamint a vizsgálatok összehasonlító jellege miatt, megállapításainkat a keretfűrész technológiáktól való eltérésekre korlátozzuk.

### 2.21 Technológiai kihatások.

a) *Alapanyag kihozatal.* A rönkvágó szalagfűrész alkalmazása lehetővé teszi, hogy munka közben a vágásmód változtatásával (a rönk forgatásával) és a vágási vastagság megválasztásával jobban kövessük a természetes fa mint nyersanyag változó alakú és minőségi tulajdonságait. Ez különösen lényeges a lombos fáknál, amelyeknél az említett tulajdonságok szórása nagyobb, mint a tűlevelűeknél. A kemény lombos fák magas nemzetközi piaci értéke is alátámasztja a minőségi (érték-) és mennyiségi kihozatal fokozásának szükségességét. Ehhez a szemponthoz tartozik a rönkvágó szalagfűrészeken alkalmazott fűrészszalag szerszámok vastagságával járó magasabb anyagkihozatal. A keretfűrészknél alkalmazott 1,8—2,2 mm vastag pengék résbősége 2,9—3,4 mm között változik a rönkvágó szalagfűrész 2,4—2,8 mm-es résbőségével szemben. A fűrészlapok alkalmazásával járó mennyiségi kihozatal növekedést egyes román szerzők bükkfánál (23) 2—2,5%-ban jelölik meg, ugyanakkor más román szerzők (24) tapasztalatok alapján — mivel szerintük a fűrészszalagok résbősége a gyakorlatban 2,5—2,9 mm között van — a rönkmegtakarítást 0,5—2,5%-ra becsülik.

b) *Munkaműveletek.* A rönkvágó szalagfűrész alkalmazása feleslegessé teszi a lombos fa 5 cm-es átmérőnkénti osztályozását, mivel itt legfeljebb a teljesítmény alakulását befolyásolja a rönkök méretének változása. A rönkosztályozás átlagos munkaidő-szükséglete korábbi intézeti mérések szerint (18) pályakocsis osztályozási

mód mellett  $54 \text{ p/m}^3$  rönk osztályozó lánctranszportőr alkalmazásával  $28 \text{ p/m}^3$ . Az értékek az előrehajtás, felterhelés, szállítás osztályozott máglyahengerekre való lerakás és máglyázás műveleteire vonatkoztak, így az átmérő szerinti válogatás elhagyásából a munkaidő-ráfordítás mintegy 15—20, ill. 5—15  $\text{p/m}^3$  rönk értékkel csökkenthető.

A fűrészcarnoki munkaműveletek változását az jellemzi, hogy a korszerű segédberendezésekkel ellátott rönkvágó szalagfűrész kezelő személyzete 2 fő, míg a vele összehasonlítható korszerű, részben gépesített keretfűrész kiszolgálásához 3 fő szükséges, mivel a lombos fűrészáru folyamatos gépesített leválasztása és eltávolítása megoldatlan. A rönkvágó szalagfűrész kisebb munkaigényét támasztja alá a két technológia összehasonlításával foglalkozó irodalom (12, 25, 27) is. A rönkvágó szalagfűrész prizmázó vágásmóddal történő alkalmazása ezenfelül bizonyos mértékű (nehezen számszerűsíthető) szélező kapacitás felszabadítását, illetve nélkülözését is lehetővé teszi. Kemény lombos faanyagok termelése esetén azonban — a szélezett fűrészáru rendkívül kis mennyisége miatt — ez a kapacitás-változás a számítások során elhanyagolható.

c) *Változások az eszközökkel kapcsolatban.* Az eszközökkel kapcsolatban a technológia változása a következő főbb kihatásokkal jár. A rönktároló terület irodalmi adatok szerint (23) az osztályozás elmaradása miatt — kb. 33%-kal csökkenhet, amely a terület megtakarításán felül a rönktér koncentráltabb, és így olcsóbb gépesítést teszi lehetővé.

A fajlagos rönktéri területszükségleti mutató (bruttó)  $2.5\text{—}3 \text{ m}^2/\text{m}^3$  rönk. Feltevések szerint az osztályozási munka egyszerűsödése miatt a területszükséglet csökken és ez a rönktér — adott színvonal mellett történő — gépesítésnél a beruházás összes költségeit és így a feldolgozott  $\text{m}^3$ -re eső költségeket is csökkenti.

Irodalmi adatok (27) és hazai tapasztalatokra alapozva a rönktér gépesítése — forintra átszámítva —  $100\text{—}200 \text{ Ft/m}^3$ , az üzem nagyságától függően, amely számadatból következtetni lehet a beruházási és a folyamatos költség megtakarításának nagyságrendjére.

A fedett termelőüzemi területszükséglet szempontjából igen nehéz megállapításokat tenni, mivel a belső anyagmozgatás nagymértékben befolyásolja a megmunkálógépek területszükségletét.

Megvizsgáltuk egy 560 mm bőségű gépesített keretfűrész és egy 1500 mm  $\varnothing$ -jú rönkvágó szalagfűrész területszükségletét azonos feltételek mellett. Megállapítottuk, hogy az ugyancsak gépesített rönkvágó szalagfűrész nettó területszükséglete  $80\text{—}85 \text{ m}^2$ , a keretfűrész  $95\text{—}100 \text{ m}^2$  szükségletével szemben. Ez a fajlagos beépített területszükséglet különbség jelentős gazdasági hatással nem jár, még új üzemek létesítése esetén sem.

A munkaeszközök üzemszerű használata, kezelése tekintetében rögzíthető, hogy a rönkvágó szalagfűrészek éppen az alkalmazás révén adódó előnyök kihasználása érdekében, átlagon felüli képességű, szakképzett kezelőszemélyzetet kívánnak.

d) *A készáru minőségének alakulása.* A rönkvágó szalagfűrész alkalmazása a termékek minőségét két szempontból befolyásolja. Az egyik a rönkszalagfűrész alkalmazásával járó az a körülmény, hogy a rönkön felfűrészelésénél a művelet alatt, a gépkezelő munkásnak módjában van dönteni az alkalmazandó vágások helyét illetően. Így lehetőség nyílik a szelvényvastagság egyenkénti megválasztásával a fűrészáru átlagminőségének emelésére, szemben a keretfűrészsel, ahol a szelvényáruk vastagságát az előre beállított pengeosztás határozza meg és így csak a rönk teljes felfűrészelése után határozható meg a szelvények minősége.

Ez különösen fontos a kemény lombos nyersanyagnál, amelynek struktúrája nem

olyan homogén, mint a fenyőtáké. További előnyöket tesz lehetővé a rönkszalagfűrész alkalmazása a sugárirányú vágástechnika alkalmazásával is,

A szalagfűrész alkalmazásával kapcsolatos másik körülménye a szelvények felületi minőségének javulása. A fűrészelt felületek simasága a rönkszalagfűrész alkalmazásával jelentős mértékben javul, aminek magyarázata a fűrészszalagok nagyobb szerszámsebessége. amely átlagosan 8—10-szerese a keretfűrészlapok szerszámsebességének.

A román IPROCIL méréseket végzett a fűrészelt felület egyenetlenségeire vonatkozóan. Megállapították, hogy a fűrészszalagok alkalmazása esetén az egyenetlenségek maximálisan 0,5 mm nagyságúak, míg keretfűrész alkalmazásánál ugyanezen értékek bükkronknél 0,9—1,3 mm nagyságrendűek. Megállapították továbbá, hogy a duzzasztott fogak alkalmazása simább vágásfelületet eredményez. Fenyőanyagánál az előtolás növelésével jelentősen növekedik az egyenetlenségek mértéke. Ez utóbbi megállapítás különösen alátámasztja a rönkhasító szalagfűrészek keményfák fűrészelésénél történő alkalmazását.

A felületi simaság fokozhatóságának jelentősége különösen a továbbfeldolgozó ipar érdeke, mert csökkenti a gyalulási veszteségeket.

Nem hallgatható el az a tény, hogy a kisebb előfeszítés miatt, nagyobb vágásmagasságnál, vagy a teljesítmény ( $m^3/ó$ ) szakszerűtlen növelése következtében a rönkszalagfűrészeknél fennáll (kihajlás következtében) a ferde, ill. hullámos vágás veszélye. Megállapítható viszont, hogy a megfelelő konstrukció esetén szakszerűen élezett szerszámokkal, jól képzett személyzettel ez a hiba elkerülhető, ill. minimálisan csökkenthető.

## 2,22 Az alkalmazás segédüzemi kihatásai.

a) *Szerszám karbantartás.* A fűrészszalagok előírászerű karbantartásával kapcsolatos követelmények különböznek aszerint, hogy a fűrészelés terpesztett vagy duzzasztott fogakkal történik, de a szerszám karbantartási műveletek mindenképpen igényesebbek a keretfűrészek fűrészlapjaival kapcsolatos karbantartási munkákhoz képest (1. fejezet).

A duzzasztott fogak alkalmazása ugyan javítja a vágás minőségét, de az IPROCIL mérései szerint a vágóél tartóssága (fűrészelt  $m^2$ -ben kifejezve) fele a terpesztett fogakkal elért eredménynek, amellett hogy a duzzasztáshoz külön gép is szükséges. A kisebb éltartósság miatt a lapokat sűrűbben kell cserélni, ezért ez kihatással van a szerszám karbantartási munkai igényének növekedésén túl — a rönkvágó szalagfűrész munkaidő kihasználására is, amely irodalmi adatok szerint (3):

— duzzasztott fogú fűrészszalagok esetén  $k = 0,84—0,89$

— terpesztett fogú fűrészszalagok esetén  $k = 0,89—0,94$

A fogak duzzasztásának kedvező hatása (kisebb résbőség, felületi minőség javulása) csak a szakszerű és pontos munka esetén jelentkezik. Valószínűleg a fentiek miatt történt az, hogy a román szalagfűrész üzemekben (24) — a tervezett szerszámoktól eltérően — terpesztett fogú fűrészszalagokat alkalmaznak.

Külföldi számadatok alapján a szerszám karbantartási ideje fűrészszalagoknál 25—50%-kal több, mint a keretfűrészlapoknál.

b) *Gépkarbantartás, javítás* A rönkvágó szalagfűrészgépek ugyan kevésbé bonyolultak, mint a keretfűrészek, de gyakrabban igényelnek pontossági felülvizsgálatot. A fűrészszalag mint szerszám munkája rendkívül igénybe veszi

a szalagfűrész tárcsáit,

az alsó és felső szalagvezetőket.

A fűrészszalag és az anyagtovábbító berendezések (rönkkocsi) vágás közbeni kap-

csolatai (a koci futása a szalag pozíciójához képest) ugyancsak sűrűbb felülvizsgálatot, szükség szerint javítást kívánnak.

A rönkvágó szalagfűrészeknél a gyári előírások, valamint az irodalom (20) szerint 3000 üzemóránként szükséges a rönkvágó szalagfűrészek tárcsáinak rekondicionálása. E célból a tárcsákat különleges esztergapadon vagy gépen sablon mentén esztergálják, a tárcsák domborulatának felújítása céljából. Amennyiben ez nem történik meg, úgy a tárcsák a változó vágási ellenállás miatt vándorló fűrészszalag hatására egyenlőtlenül kopnak, így vágás közben a szerszám egyenlőtlen mozgását okozzák. Ilyen esetben akármilyen kitűnően élezett a fűrészszalag, mégis kifogásolható a vágás minősége, vagy pedig csökkenteni kell az egyébként alkalmazható előtolást.

A szalagvezetők és a rönkkocsi felülvizsgálata és javítása a szokásos ciklusidőn belül ugyancsak sűrűbben szükséges, mint a keretfűrész segédberendezéseinek felülvizsgálata és javítása.

Mind ezek alapján megállapítható, hogy a rönkvágó szalagfűrészgépek karbantartása és javítása még szakszerű kezelés mellett is nagyobb karbantartó, javító munkát igényel.

### 3. KERETFÜRÉSSZEL ÉS RÖNKVÁGÓ SZALAGFÜRÉSSZEL TÖRTÉNŐ RÖNKFELDOLGOZÁS ÖSSZEHASONLÍTÓ GAZDASÁGI ÉRTÉKELÉSE

A kétféle alapgéppel történő rönkfeldolgozás gazdasági összehasonlítását három — az előzőkben *ACE* jelű — technológiai variánsra végeztük el. A keretfűrészszel, rönkvágó szalagfűrészszel, valamint a két gép kombinált alkalmazásával végzett rönkfeldolgozás technikai és technológiai tényezőinek gazdasági értékelése célszerűen a különbözeti költségek meghatározásával történhet. A számítások során tehát figyelembe vettük mindazokat a számottevő közvetlen és közvetett költségkülönbségeket, melyek a feldolgozás során az egyes technológiai variációk közötti eltérésekből adódnak. A különbözeti költségek összevetése lehetővé teszi a fajlagos rönkfeldolgozási költségek közötti különbség — gyakorlatilag kielégítő pontosságú — meghatározását s így a várható gazdasági eredmény számszerűsítését.

Az előző fejezetekben az egyszerű összehasonlítás érdekében a teljesítmény-számításokat bükk-rönkök feldolgozásának esetére végeztük. A gazdasági értékelés során azonban — mivel a feldolgozott alapanyag értéke elsősorban a kihozatalon keresztül jelentősen befolyásolhatja a költségeket — a hazai viszonyoknak megfelelő átlagos kemény lombos fafaj megoszlást vettünk figyelembe.

#### 3.1 A számítások kiinduló adatai.

##### 3.11 } Alapanyag.

Kemény lombos rönk

tölgy 50 000 m<sup>3</sup>

bükk 50 000 m<sup>3</sup>

cser 15 000 m<sup>3</sup>

egyéb 30 000 m<sup>3</sup>

összesen: 145 000 m<sup>3</sup>

A legnagyobb hányadot kitevő tölgy- és bükk-rönkök méret- és minőségi megoszlása (7. táblázat).

7. táblázat

Minőségi osztályok	Ø szerint			hosszúság szerint	
	%	Ø cm	%	hosszúság (m)	%
Bükk I.	5	Bükk 20—40	58	2—3,5	55
Bükk II.	40	Bükk 40—60	37	3,5—5	45
Bükk III.	55	Bükk 60—	5	—	—
Tölgy I.	25	Tölgy 20—40	72	2,0—3,5	65
Tölgy II.	32	Tölgy 40—60	25	3,5—5	35
Tölgy III.	43	Tölgy 60—	3	—	—

Rönkkel kapcsolatos adatok a számításoknál:

1 m<sup>3</sup> kemény lombos rönk átlagára: 780—800 Ft/m<sup>3</sup>

Ø szerinti átlagos megoszlás: 20—40 cm 65%  
 (valamennyi fafajra) 40—60 cm 31%  
 60 cm-től 4%  
 100%

Hosszúság szerinti megoszlás

2—3,5 m 60%  
 3,5—5 m 40%

8. táblázat

Beruházott objektum	Egységár	A	C	E
		2 db keretfűrész	2 db rönkvágó szf.	1 db keret-és 1 db rönkvágó szf.
1.	2.	3.	4.	5.
<b>Keretfűrész:</b> H = 560—650 mm, v <sub>k</sub> = 5 m/sec Gép (felsz. alapoz) Befogókocsi Görgősjárat, s. berend.	500 000 130 000 130 000 <hr/> 760 000	1 520 000	—	760 000
<b>Rönkvágó szf. 1500 Ø:</b> v <sub>k</sub> = 35 m/sec Gép, vezérmű, felsz. alapozás Rönkkocsi Rönkadagoló Készáruelszedő, továbbító	1 000 000 500 000 400 000 150 000 <hr/> 2 050 000	—	4 100 000	2 050 000
<b>Segédüzem</b> (élezőműhely)		400 000	600 000	500 000
10% mint folyamatos ráford.		1 920 000 192 000	4 700 000 470 000	3 310 000 331 000

### 3.12 Késztermék.

A teljesítmény-számítások során felvett átlagos pengeosztásoknak megfelelően a termelt szelvények egyharmada deszka, egyharmada 40–50 mm vastag palló, egyharmada 50 mm-nél vastagabb palló (8., 9. táblázat).

9. táblázat

Megnevezés	A	C	E
<i>Gépek</i>			
kezelők létszáma (fő)			
Keret- és szf. vezető	2	2	2
Elszedők	4	2	3
összesen:	6	4	5
<i>Megmunkálógépek villamosenergia-szükséglete</i>			
Fűrészgép motorja kWó	(50)	(50)	
Előtolómotor kWó	(6)	(8)	
Rönkfordító kWó	—	(8)	
Egyéb segédmotor kWó	—	(10)	
(névleges) átlag	(85)	(76) 74	80

*Megjegyzés:* A zárójelben levő számok egy megmunkálógép villamos motorjainak névleges teljesítményét jelzik, míg a zárójelbe nem tett szám két megmunkálógép tényleges (átlagos) villamos energia fogyasztását jelentik, figyelembe véve, hogy a rönkvágó szalagfűrészgép meghajtó motorja csak a vágásidő kb. 30%-ában van leterhelve (10. táblázat).

10. táblázat

Megnevezés	Mérték-egység	É l e s v á g á s			Prizmavágás 40–60 cm Ø rönknél	Szegmens vágás 40–60 cm Ø rönknél
		20–40	40–60	60—		
		átmérő cm-ben				
<i>Keretfűrész</i> ( $v_k = 5$ m/mp) B = 560–650 mm	m <sup>3</sup> /ó	10,0	14,0	—	8,0	—
<i>Rönkvágó szalagfűrész</i> (Ø = 1500; $v_k = 35$ m/mp) 2–3,5 hosszú rönk esetén	m <sup>3</sup> /ó	4,5	8,0	12,0	—	2,5
3,5–5 m hosszú rönk esetén	m <sup>3</sup> /ó	6,5	12,0	17,0	—	4,0

*Megjegyzés:* Fenti értékek alapja a 6. táblázat, amelynek adatait az átlagos kemény lombos rönkre korrigáltuk és kerekítettük.

A teljesítmény értékek gépcsoportra (2 gépre) vonatkoznak (11. táblázat).



11. táblázat

## A teljesítmények átlagolása, gépcsoport évi teljesítményének megállapítása

Adatok megnevezése	Hazai keménylombos rönk megoszlása			A 2 db keretfűrész		C 2 db rönkvágó szf.		1 keretfűrész		E 1 rönkvágó szalagfűrész		
	Hossz. csop. m	Ø csoport (cm)	%	óra/m <sup>3</sup>	átlag óra/m <sup>3</sup>	óra/m <sup>3</sup>	átlag óra/m <sup>3</sup>	óra/m <sup>3</sup>	átlag óra/m <sup>3</sup>	óra/m <sup>3</sup>	átlag óra/m <sup>3</sup>	
Feldolgozási időszükséglet átlagolása	2—3,5 (60%)	Ø = 20—40	65	0,100	0,065	0,222	0,144	0,100	0,0650	—	—	
		Ø = 40—60	31	0,071	0,022		0,039		0,125 *	0,0302	0,400 *	0,0149
		Ø = 60—	4	—	—		0,003		—	—	0,0025	0,001
	3,5—5 (40%)	Ø = 20—40 Ø = 40—60 Ø = 60—	65	0,100	0,022	0,154	0,186	0,100	0,125 *	—	—	—
			31	0,071	—		0,100			—	0,250 *	0,0062
			4	—	0,087		0,059			0,128	—	0,0025
Gépcsoport átl. időszüks. ó/m <sup>3</sup>	2—5	20—80	100	—	0,087	—	0,163	—	—	0,1173	—	
Gépcsoport átl. teljesítm. m <sup>3</sup> /ó					11,50		6,13			8,531		
Összes produktív időa. óra/év	2—5	20—80	100	—	3 800		3 950			3 875		
Gépcsoport éves teljesítm. m <sup>3</sup> /év					43 700		24 214			33 058		

\*-gal jelzett időszükségletek keretfűrészeken 0,6 D prizmák vágására, rönkvágó szalagfűrészeken a rönk oldalszegmenseinek vágására vonatkoznak.

### 3.2 Különbözeti költségek kimutatása.

Mint a 3. fejezet bevezetőjében is kifejtettük, a számítások során csak azokat a költségfajtákat vizsgáltuk, amelyek keretében az egyes variánsok költség eltéréseket (különbözeteket) okozhatnak.

A 11. táblázatban a hazai kemény lombos rönk méreti megoszlását alapul véve (a feldolgozási időszükségletek súlyozásával) megállapítottuk az egyes variánsok gépcsoport teljesítményét egy évre vonatkoztatva. Valamennyi lényeges különbséget okozható költséget tehát ezekre a gépcsoportokra mutatunk ki egy évre számítva a 12. táblázatban.

A 12. táblázat összeállításánál a különbözőeti költségek egyes tételeinél a 2.11 pont adataiból indultunk ki, más tételeknél pedig már az eddigiekben is említett hatásokat a következő mértékben vettük figyelembe:

— az anyagmegtakarítást 1%-ban (irodalmi adatok szerint 2—2,5%, ill. 0,5—2,5% között)

— az osztályozás elmaradása miatti munkabér ráfordítás csökkenést 0,25 óra/m<sup>3</sup>, ill. rönk m<sup>3</sup>-enként 15 percben

— a késztermék átlagminőségének javulását pedig a termék átlagos nettó árára vetítve 2%-ban (román irodalmi adatok előkalkulálva: 5—7%, utólagos tényszámok 2—3%).

Az egyes számítási részleteket magában a 12. táblázatban, ill. az ahhoz fűzött megjegyzésekben említjük (12. táblázat).

A 12. táblázat végső sorában található az 1 m<sup>3</sup> feldolgozott rönkre eső különbözőeti költségek. Eszerint — feltételezve, hogy a kézenfekvő és minimálisan figyelembe vett gazdasági előnyöket az üzem valóban ki is használja — a kombinált vágásmód a jelenlegi hazai alapanyag-adottságok mellett is előnyösebb, mint a keretfűrész technológia.

A kombinált megmunkálási mód gazdasági előnye

— a keretfűrészgép termelékeny üzemmódjának és

— a rönkvágó szalagfűrészgép adott területen jelentkező kedvező hatásai kihasználásán alapul oly módon, hogy a nagyobb tömeget képviselő kisebb dimenziójú alapanyagot a nagyobb termelékenyséű gépre irányítja, míg a minőségi feldolgozásra alkalmas rönkök feldolgozását a rönkvágó szalagfűrészgépre irányozza elő. Így a gépcsoporton belül a szalagfűrészgép kedvező dimenziójú rönkökkel történő anyagellátásából származó eredmény-növekedés képes ellensúlyozni — még a hazai rönkmegoszlás ellenére is — a beruházás költségesebb formáját.

A tisztán rönkvágó szalagfűrészszel felszerelt gépcsoport költségei magasak, aminek két oka van:

— az eszközök lekötésének költsége két és félszerese a keretfűrészének,

— az alapanyag 65%-át kitevő 20—40 cm Ø-ű tartományban a gép igen alacsony termelékenységgel dolgozik, így az alacsony teljesítmény miatt az eszköz lekötési költsége magas szintű és ezt a viszonylag szűk területen (a rönkmennyiség 35%-ánál) jelentkező kedvező hatások csak részben ellensúlyozzák.

Amennyiben a gépcsoport, ill. technológiai variáns (E. variáns) munkájában jelentkező gazdasági eredmény nagyságát mérlegeljük, megállapítható, hogy ez az összeg az anyagkihozatal, a műveletek szervezése és a késztermék minőségének javításával felemelhető akár a háromszorosára is.

Ha azonban az eredmény nagyságrendjét az egész kemény lombos fűrésziparban nézzük, megállapítható, hogy ez az eredmény főleg a bükk- és tölgy fafajoknál érhető el és nagyságrendje — évi 100 000 m<sup>3</sup> rönköt alapul véve — 200—600 000 Ft/év között mozog. A keménylombos fűrészipari (tölgy és bükk) termékek évi összes

## 12. táblázat.

## Különbözeti költségek kimutatása a gazdasági értékeléshez (Ft-ban)

Adatok megnevezése	A 2 db keretfűrés	C 2 db rönkvágó sz.	E 1 db keretf. + 1 rvszf.
Gépcsoport teljesítménye m <sup>3</sup> /év	43 700	24 214	33 058
Produktív időalap óra/év	3 800	3 950	3 875
Névleges időalap óra/év	4 480	4 480	4 480
Rönkmegtakarítás 1% m <sup>3</sup> /év	—	242	116*
Villamosenergia alapgépekre kw/év	323 000	292 300	310 000
Munkaó. megtak. rönktéren (0,25 ó/m <sup>3</sup> ) óra/év	—	6 050	2 893**
Munkaóra ráford. gépeknél (fő × 4480 ó) óra/év	26 880	17 920	22 400
Késztermékmenny., amelynél az átl. minőség javul m <sup>3</sup>	—	5 085***	6 942***
Késztermék átlagos nettó ára Ft/m <sup>3</sup>	1 600	1 600	1 600
<i>Különbözeti költségek:</i>			
Anyagmegtakarítás (780 Ft/m <sup>3</sup> ) Ft/év	—	—188 760	— 90 480
Energiaköltség (1 Ft/kWó) Ft/év	323 000	292 300	310 000
Munkaó. megtakarítás (10,— Ft/munka- óra) Ft/év	—	— 60 500	— 28 930
Munkaó. a gépeknél (10,— Ft/munka- óra) Ft/év	268 800	179 200	224 000
Gépek leírása, lekötése Ft/év	192 000	470 000	331 000
Késztermék átlagminőségének javulása (2% = 32,— Ft) Ft/év	—	—162 720	—222 144
Összesen: Ft/év	783 800	529 520	523 446
Különbözeti költségek 1 m <sup>3</sup> rönkre vetítve Ft/m <sup>3</sup>	17,94	21,87	15,83

\*-gal jelölt anyagmegtakarítás az „E” variánsnál csak a feldolgozott rönk 35%-át érinti.

\*\*-gal jelölt munkamegtakarítás az „E” variánsnál csak a feldolgozott rönk 35%-át érinti.

\*\*\*-gal jelölt késztermék mennyiséget a rönkfelhasználás 30%-ából 70%-os kizohattal számítottuk.

ráfordítása kb. 200 millió Ft, így a várható eredmény az önköltség 0,1—0,3%-os szélső határok közötti csökkentését eredményezheti.

Az előbbiekből a lombos fűrésziparra nézve megállapítható, hogy a rönkvágó szalagfűrész általános hazai alkalmazásának problémája lezárható azzal, hogy a hazai alapanyagbázis minőségi és méreti jellemzői jelenleg gazdaságilag indokolatlanná tennék azok széles körű alkalmazását.

Ez a megállapítás nem zárja ki, hogy egyes üzemekben ahol az átlagon felüli méretű és minőségű rönkök megfelelő mennyiségben (5—10 000 m<sup>3</sup>/év) jelentkeznek, a különleges méreti és minőségi igények kielégítésére rönkvágó szalagfűrész alkalmazunk, amelynek gazdasági hatása ilyen esetben fokozottan jelentkezik.

Éppen ezért a következő fejezetben foglalkozunk a javasolható felhasználási mód ismertetésével.

#### 4. A RÖNKVÁGÓ SZALAGFŰRÉSZEK JAVASOLHATÓ FELHASZNÁLÁSI MÓDJÁNAK ISMERTETÉSE

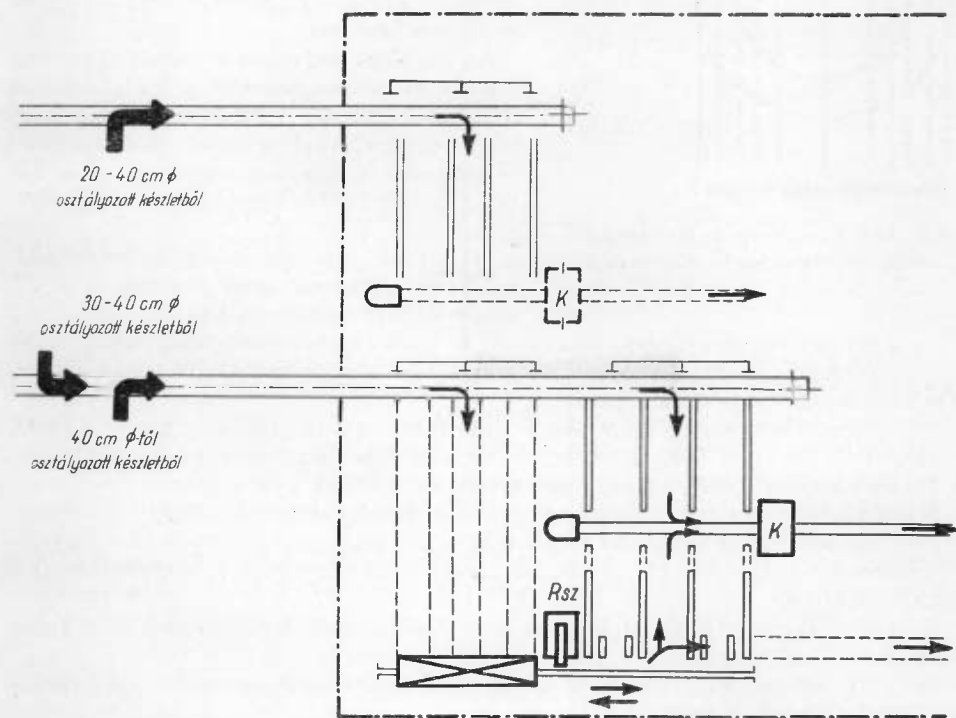
Kiindulva a 2. fejezet 2.1. és 2.2., valamint a 3. fejezet 3.2. pontjának következtéseiből megállapítható, hogy a hazai keménylombos faanyagok feldolgozásánál a rönkvágó szalagfűrész alkalmazása csak a keretfűrész mellett — kombinált üzemeltetéssel javasolható.

Számításaink szerint a korszerű rönkvágó szalagfűrész olyan keménylombos üzemekben, ahol legalább három alapgép működik, két keretfűrész + egy rönkvágó szalagfűrész összeállításban szakszerűen és a teljesítmény szempontjából is gazdaságosan üzemeltethető a következőkben ismertetett feltételek mellett:

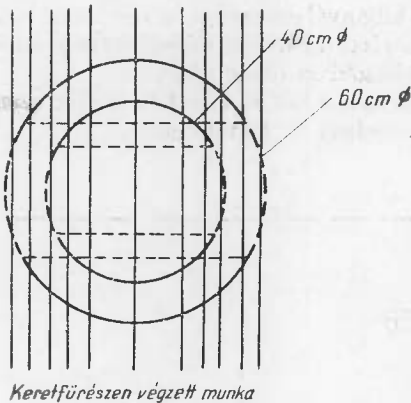
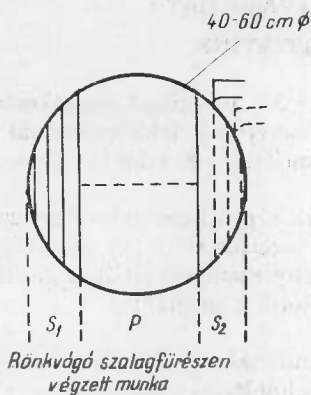
**4.1** A rönkvágó szalagfűrész — keretfűrészsel kombinált — alkalmazásának technológiai szervezése. A rönkvágó szalagfűrészgép technológiai alkalmazása — a keménylombos nyersanyag értékes — és kevésbé értékes — egyedeinek, vagy egy-egy rönkön belül az egészséges és fahibás részek különválasztásának elvére építhető.

Az alkalmazás technológiai és munkaszervezési elvei a 11. ábrán vázolt gépelrendezés esetén pl. bükk-rönk feldolgozására a következőkben rögzíthetők.

I. A 20—40 cm  $\phi$ -jú rönkök osztályozott rönktérről a kisebb méretű keretfűrészre kerülnek — változatlan keretfűrész technológia mellett — feldolgozásra.



11. ábra. Keretfűrész- és rönkvágó szalagfűrészgép kombinált alkalmazásának sematikus elrendezési vázlata



12. ábra. Keretfűrész és a rönkvágó szalagfűrész kombinált vágásmódja

- a keretfűrész pengeesere, szerszámhiba, géphibajavítás stb. miatt áll;
- különleges méreti — vagy minőségi igény (pl. donga, méretes fa stb.) kielégítésére alkalmas rönk kerül a gépre.

— a rönkvágó szalagfűrész és a keretfűrész közötti átmeneti tároló telített.

III. A 60 cm  $\varnothing$ -n felüli rönkök feldolgozása kizárólag rönkvágó szalagfűrészén a 13. ábra szerinti (vagy egyéb) vágásmódokkal történik.

A két utóbbi gépet egy magasan vezetett, két darab kidobóval ellátott lánc transzportőr táplálja 40 cm-től (adott esetben lehet 35 vagy akár 30 cm-től is) nagyobb  $\varnothing$ -jú osztályozatlan rönkkel. A kidobó kezelője fentiek szerint a behordott rönköt kétfelé irányítja:

— a 40—60 cm  $\varnothing$ -jú rövid, közepes vagy ennél gyengébb minőségű rönköt keretfűrészre;

— a 40—60 cm  $\varnothing$ -jú hosszú, jó minőségű és a 60 cm-nél nagyobb  $\varnothing$ -jú bármely minőségű rönköt a rönkvágó szalagfűrészre.

A kidobó kezelője szemmel tartja döntésénél azt is, hogy a gépek rönktároló gravitációs pályái, sőt a szalagfűrész—keretfűrész közötti transzportőr (puffer) mennyire

II. A 40—60 cm  $\varnothing$  tartomány rövid (2—3 m) rönkjei a keretfűrészén élesvágással, hosszú (4—5 m) rönkjei pedig kombinálva rönkvágó szalagfűrészén és keretfűrészén, ill. esetenként kizárólag rönkvágó szalagfűrészén kerülnek feldolgozásra az alábbi technológia és munkaszervezés mellett:

a) A keretfűrész pengeosztása a vágási programnak felel meg 40—45 cm  $\varnothing$ -jú rönkökre. Az ilyen pengeosztás mellett a keret további pengéket tartalmaz jobbra-balra a 45—60 cm  $\varnothing$  rönkből a rönkszalagfűrész által kialakított prizma vágására, illetve azok oldalanyagának feldolgozására. Ezek a pengék 40—45 cm  $\varnothing$ -jú rövid rönk élesvágásakor üresen futnak.

b) A rönkvágó szalagfűrész a keretfűrész részére prizmát vág 0,5—0,6 D méretekben, a 12. ábra szerint, a közepes vagy ennél gyengébb minőségű (II. és III. osztály) 40—60 cm  $\varnothing$ -jú hosszú (3—4—5 m) rönkökből. Az  $S_1$  zóna annyi szelvényből áll, amennyit figyelemmel a prizma ( $P$ ) vastagságára az egész rész képvisel.

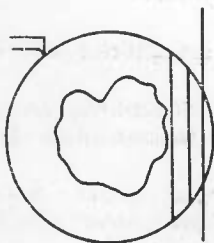
Az  $S_2$  zóna, a prizma kivágása után megmaradó szegmens, amelyet a befogókapcsok (vízszintes irányú) behúzása mellett, lehetőleg teljesen fel kell dolgozni szelvényekké! (A maradék oldalanyag segédgépeken is feldolgozható: hasító, vagy asztalos szalagfűrészén.)

c) A rönkvágó szalagfűrész teljes rönkfeldolgozást végez az egyes rönköknél a 13. ábrán látható vágásmódokkal, ha

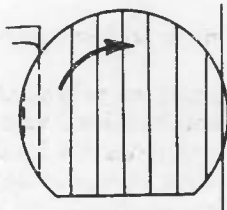
telített. Ily módon biztosítható, hogy a két gép terhelése egyenletes legyen és ezzel a munkaidő-kihasználás kedvezően alakuljon.

Megvizsgáltuk a két gép munkáját, azok összehangolása szempontjából is, a darabidők (feldolgozási időszükséglet/db/rönk) számításával.

*α. Gyengébb minőségű rönkök feldolgozása.*



*Szélező vágások a hibás részig*

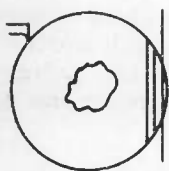


*Rönkkacsin történő fordítás után*

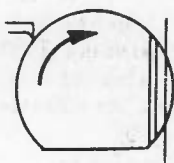


*Szegmens nagysága függ a befoghatáságtól*

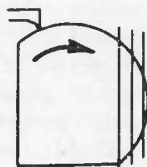
*β. Jó minőségű rönkök feldolgozása.*



*Szélező vágások felfekvésig*



*Rönk kacsin történő fordítás után*

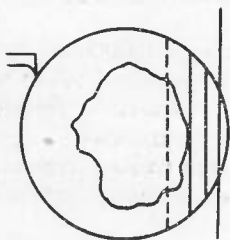


*Ismételt fordítás után*

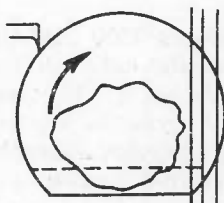


*Vissza fordítás után Maradék szegmens*

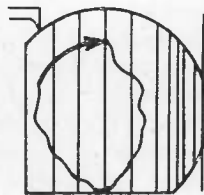
*γ. Maradékszegmens nélküli vágásmód.*



*Szélezővágások várható vastag szelvényig*



*Rönk kacsin történő fordítás után*



*Ismételt fordítás után (maradék nincs)*

13. ábra. Rönkvágó szalagfűrész általános üzemi vágásmódjai



### Darabidők keretfűrésznél

- a) 40—60 cm  $\varnothing$ -jú rönkök élesvágásnál: 2,5—5,8 perc/db  
b) 40—60 cm  $\varnothing$ -jú rönkök prizmaínak visszavágásánál: 2,8—5,0 p/db

### Darabidők a rönkvágó szalagfűrésznél

- c) 40—60 cm  $\varnothing$ -jú rönkök prizmázásánál (1 = 4—5 m) 2,3—3,5 p/db  
d) 40—60 cm  $\varnothing$ -jú rönkök teljes feldolgozásánál (1 = 4—5 m) 5,1—7,3 p/db  
e) 80 cm  $\varnothing$ -jú rönkök teljes feldolgozásánál (1 = 4—5 m) 10—11 p/db

A darabidő-szükségletek alakulásánál tapasztalható (lásd c) és b) kis eltérések a gépteljesítmények összehangolását általában nem akadályozzák.

**4.2 Kemény lombos rönkök feldolgozására alkalmas szalagfűrészek kiválasztási szempontjai.**

Kemény lombos fűrészüzemekben való alkalmazásra kerülő rönkvágó szalagfűrészgép kiválasztásánál — a szakirodalom, valamint üzemi tapasztalatok alapján — az alábbi szempontok szem előtt tartása kívánatos.

a) *Kisteljesítményű rönkvágó szalagfűrészgép.* Alkalmazási terület: 5—8000 m<sup>3</sup> keménylombos fa felvágására, amelynek java része különleges minőségi vagy méreتي igények kielégítését biztosíthatja és legalább 40—60 cm  $\varnothing$ -jú.

Javasolható géptípus: pl. Brenta Gyrca 1100 mm  $\varnothing$ -jú, beverőkapcsokkal ellátott asztali rönkkocsival. Várható teljesítmény: 1,5—4 m<sup>3</sup>/ó, átmérőtől és hosszúságtól függően.

Kezelés, segédberendezések: Gépesített adagoló berendezés gazdaságtalan, viszont egyszerű segédberendezés alkalmazása célszerű, mert nehéz fizikai munkát tesz feleslegessé és a kiszolgálás gyorsasága növeli a teljesítményt. Hasonlóan célszerű az egyrészes futókocsi (ellentétben pl. az ismert Guilliet 1100-zal, amelynek futókocsija két részes), amely mellé épített görgősor lehetővé teszi a levágott szelvény leválasztása mellett a kocsi azonnali visszafutását. Az előtolás célszerű formája az acél sodronykötéllal, csörlődobbal történő meghajtás.

Kiszolgáló személyzet 2, ill. üzemszerű termelésnél 3 fő.

b) *Rönkvágó szalagfűrészek folyamatos üzemi igénybevételre.* Alkalmazási terület: 40—80 cm, vagy ennél nagyobb átmérőjű keménylombos rönkök nagyüzemi viszonyok között (folytonos igénybevétel, több műszakban) történő feldolgozása évi 10—15 000 m<sup>3</sup> mennyiség.

A kiszolgálás színvonala: a nehéz fizikai munka termelékenyebb (rövidebb idő alatt történő) elvégzése érdekében a rönkvágó szalagfűrészeknél jelentős kiszolgálási műveletidők csökkentése érdekében — részben vezérelhető —, részben automatizált gépi kiszolgáló berendezéssel felszerelve. Kezelőszemélyzet egy, esetleg két fő. Segédberendezések: Az 1.2 pontban ismertetett rönkadagoló- és szelvényelszedő-továbbító berendezések.

Megmunkálógép: pl. „Danckaert 1500 „D” típus. Tárcsa: 1500 mm  $\varnothing$ , a felső tárcsa könnyű acélszerkezet, az alsó öntvény. Az ellenállás növekedésekor bekövetkező fordulatszám-csökkenés esetén a felső tárcsa nem törekszik a fordulatszám fenntartására, így a ferdevágás egyik oka kiküszöböltnek tekinthető.

Fűrészszalag és vezetői: az 1500 mm átmérőhöz 200 mm széles fűrészszalagot ír elő a gyártó, amelynél a nagymérvű feszítés és így a nagysebességű egyenes vágás biztosítható. A fűrészszalag felső vezetője vezérléssel állítható.

Rönkkocsi: nehéz kivitelű, mechanikus mozgatója, sebessége folyamatosan szabályozható (max. 65 m/perc), a rönkök befogása a tartókabok kapcsainak elektromechanikus mozgatója útján történik. A kapcsok vízszintes irányban vezérelt mozgatója is lehetséges. A rönkkocsi bakjai a vágás befejezése után önműködően távolod-

nak a fűrészszalagtól, így a koesi ugyancsak önműködően visszafuthat. Hajtómotok: 76 kW teljesítőképességűek.

c) *Hasító szalagfűrészgépek folyamatos üzemi igénybevételre.* Alkalmazási terület: keménylombos rönkökből vágott pallók, prizmák továbbhasítása, vagy a rönkök oldalszegmenseinek nagyüzemi feldolgozása általában deszkává.

A kiszolgálás színvonala: a hasítószalagfűrészek teljesítménye, csak akkor használható ki, ha a kiszolgálási idő kisebb, mint a gépidő. Ez a nagyobb súlyú keményfák esetében csak úgy lehetséges, ha a munkadarab géprehelyezése (elszedése) megfelelő segédberendezésekkel történik.

Segédberendezések: a segédberendezés legegyszerűbb megvalósítási formája, ha a maradákszelvény kézi visszaadagolására, ill. átmeneti tárolására görgősorok állnak rendelkezésre. — A maradékszelvény visszaadagolása visszaterhelő szalaggal is megoldható, így a gépbe való beadagolás két fővel lehetséges.

Javasolható géptípus: Bükkrönk oldalszegmenseinek feldolgozására, azok alaki (tő felőli rész szabálytalan, különböző íveltégű stb.) és fizikai (nedves bükk térfogatsúlya kb. 1000 kg/m<sup>3</sup>) tulajdonságai miatt csak erős felépítésű, megfelelő kiképzésű behúzóhengerekkel, erős szelvényvezetővel és nagy energiájú hajtómotorokkal felszerelt hasító szalagfűrészgépek alkalmasak.

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

1. Az utóbbi évtizedben a rönkfeldolgozó szalagfűrészek alkalmazásának kérdése — a szakirodalom tanúsága szerint is — Európa-szerte állandó vita tárgya.

A rönkfeldolgozó szalagfűrészek terjedését, azok fejlesztése előzte meg, amelynek keretében sor került — a fűrészelési teljesítmények emelése mellett — a teljesítmény alakulását jelentősen befolyásoló kiszolgálási műveletek gépesítésére.

A szakirodalom — a legutóbbi időkig — sokszor vita keretében ismerteti a rönkfeldolgozó szalagfűrészekkel elérhető teljesítményeket és eredményeket. Romániában még 1957—58-ban elkezdték a bükkrönköt — csaknem kizárólag — szalagfűrészszel feldolgozó fűrészüzemek kifejlesztését, melyek közül néhány már működik.

A téma, mint fejlesztési kutatás felvetését az tette indokolttá, hogy — mivel nyersanyagbázisunk nagyobbik része értékesebb keménylombos faanyag — hazai viszonyok között nem volna-e célszerű és gazdaságos — keretfűrész helyett — rönkfeldolgozó (rönkvágó-hasító) szalagfűrészgépeket alkalmazni?

2. A kutatás keretében — a szakirodalom tanulmányozása és üzemi kísérletek után — részletes analízissel feltártuk a rönkfeldolgozó szalagfűrészgépek működésének és technológiai alkalmazásának kihatásait a teljesítmények alakulásában.

A teljesítmények alakulását vizsgáltuk olyan esetekre is, amikor a keretfűrész és rönkvágó szalagfűrész kombinált technológia keretében dolgozik.

Elemeztük a rönkvágó szalagfűrész alkalmazásának gazdasági kihatásait is a keretfűrész technológiához viszonyítva, a tényleges hazai nyersanyagmegoszlását alapul véve.

3. A teljesítmények alakulásának részletes analízise lehetővé tette, hogy a hazai keménylombos anyagbázisra végzett összehasonlító gazdasági vizsgálat után megállapításokat tehesünk.

Megállapítottuk, hogy az alkalmazás előnyei tisztán rönkvágó szalagfűrészek üzemeltetése esetén nem tudják ellensúlyozni a hazai nyersanyag adottságaiból (65% 20—40 cm Ø-jű; I. osztályú rönk kevés) eredő alacsony teljesítmények kedvezőtlen hatását.

Megállapítottuk azt is, hogy a rönkvágó szalagfűrész — keretfűrészrel történő — kombinált alkalmazása, gazdasági előnyökkel járna, de ennek hatása nagyságrendben olyan csekély, hogy a rönkvágó szalagfűrészgépek hazai keménylombos rönkök feldolgozásánál történő általános alkalmazásának gondolatát a jelenlegi körülmények között el kell vetni.

Ez természetesen nem jelenti azt, hogy egyes üzemeknél kisebb teljesítményű — vagy adott esetben (pl. nagyüzemek távlati rekonstrukciója — vagy új üzem létesítése során) korszerű rönkvágó szalagfűrészgép beállítása nem járhat kiemelkedő gazdasági eredménnyel.

Feltétlenül javasolható rönkvágó szalagfűrészgép beépítése olyan üzemben, ahol nagy mennyiségű (min. 1500—2000 m<sup>3</sup>/év) dongát, vagy egyéb (kötött minőségű — és méretű) ún. méretes fát állítanak elő. Ebben az esetben a válogató (forgató) vágás következtében jelentkező mennyiségi és minőségi kihatással a termék magas értékben keresztül realizálódik és biztosítja a beruházás gazdaságosságát.

Az ilyen esetekben a tervezésnél és kivitelezésnél biztosítani kell azt, hogy a rönkvágó szalagfűrészgép és (a vele párosítható) keretfűrészgép között laza kapcsolat formájában kombinált technológia is megvalósítható legyen, mert ez a nagyobb átlagos teljesítmény és a rönkosztályozás elmaradása révén tovább növelheti a gazdasági eredményeket.

## Irodalom

1. *Sburlan, D. A.*: Fabricarea Cherestelei de rasiniasa si foioaso. Bukarest, 1957.
2. *Braunschirn, F.*: Das Sägewerk.
3. *Lugosi—Bobok—Erdélyi*: Fűrészipari technológia. Műszaki Kiadó, Budapest, 1963.
4. *Kloepfer, H. E.*: Keretfűrész vagy rönkvágó szalagfűrész? Holz-Zentralblatt, 10. szám 1962.
5. *Avermaet*: Automatizálás az európai rönkvágó szalagfűrész üzemekben. Holz-Zentralblatt, 46. 1962.
6. *Hellweger*: A teljesen automata „Primultini” (1200 mm Ø) rönkvágó szalagfűrész. Allg. Holzrundschaу, 5. 1962.
7. *Sablowski*: Keretfűrész munkájának összehasonlítása a szalagfűrészrel. Przemysl Drzewny, 9. sz. 1963.
8. *Dumitrescu*: A faipar területén végzett egyes kutatások realizálása. Lemnului, 9. 1963.
9. *Frolenko és társai*: Az előtolási sebesség automatizálása a rönkvágó szalagfűrészeken. Lemnului, 9. 1963.
10. *Iliescu*: Korszerű szállítóberendezések a rönkfeldolgozó gépeknél. Lemnului, 5. 1964.
11. *Schelarescu—Dumitrescu.*: A fűrészárutertermelő berendezések teljesítményének megállapítása. (Lemnului, 6—7. 1964.
12. *Iliescu*: A pitesti kombinát az egyik legújabb faipari kombinát. Lemnului, 8. 1964.
13. *Lugosi*: Rönkhasító szalagfűrészgépek (Faipar, 7. 1960).
14. *Lugosi*: Fűrészszalagok feszültségviszonyai és lengései. (Faipar, 10. 1961).
15. *Lugosi*: Hasítószalagfűrészek alkalmazási technológiája. (Faipar 9. 1962.)
16. *Starcevic*: J. Rönkszalag és keretfűrész teljesítmények. Holz-Zentralblatt 12. 1963.
17. *Maisenbacher, H.*: Planung, Organisation und Kalkulation in der Sägeindustrie. Stuttgart, 1963.
18. 55. 10. sz. FAKI zárójelentés. A folyamatos fűrészüzemi termelés bevezetése és a szervezéssel kapcsolatos kérdésének tisztázása. 1961.
19. 55. 09. 24. sz. FAKI zárójelentés. A műszaki normák kidolgozásának elvi és módszertani kérdései. 1962.
20. *Fredrikson, B.*: Néhány gondolat a szalagfűrészelésről Timber Journal, 1965. ápr.
21. *U. Fenzl, F.*: Sägenurichtung und Werkzeugkunde. Wieselburg, 1953.

22. *Schelarescu, V.—Dumitrescu, St.*: Consideratii asupra tehnologiei de debitare a bustenilor de fag la ferastraiele panglica. (Lemnului 10. 1964.)
23. *Iiescu, V.—Verscovschi, I.*: Aspecte ale debitarii bustenilor de foioase in viitoarele fabrici de cherestea. (Lemnului 12. 1964).
24. *Thurnibuca, E.—U. Luftschutz, O.*: In problema debitarii bustenilor de fag in gatere sau in ferastraie panglica. (Lemnului 1. 1965).
25. *N. Kloss, A.*: Kritische Betrachtung zum Einsatz von Vertikalgattersägemaschinen und Blockbandsägemaschinen in Laubholzsägewerk. (Holzindustrie, 11. és 12. 1965).
26. 33. 09. 02. 01 (e) FAKI jelentés: A fűrészipar optimális üzemnyagységának meghatározása. 1965.
27. *Fronius, K.*: Die Wirtschaftlichkeit von Gattersägewerken. ECE-Simposium, Gent, 1964. Holz Zentralblatt 1965. 36.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЗАВОДОВ, ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ТВЕРДЫЕ ЛИСТВЕННЫЕ ПОРОДЫ ДРЕВЕСИНЫ, В СЛУЧАЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПИЛОРАМ И ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ КРЯЖЕЙ

Д-Р Л. ПЕТРИ  
Научный сотрудник

Необходимость изложенных исследовательских работ была вызвана развитием и распространением в европейских лесопильных предприятиях ленточных пил и обслуживающего оборудования для переработки кряжей. Целью исследовательской работы было исследование того, когда могут быть применены в нашей стране рентабельно ленточные механические пилы для распиловки кряжей при переработке твердых лиственных пород древесины.

На основании значительных расчетных материалов, проведенный исследовательский труд раскрыл воздействия работы и технологического применения ленточной пилы для распиловки кряжей на условия производительности. Автор после этого, принимая во внимание распределение сырья в стране, рассмотрел экономические воздействия применения пилорам и ленточных пил для распиловки кряжей.

В своей работе автор делает следующие важнейшие определения:

Отечественные твердые лиственные кряжи, как правило, исключительно при переработке на ленточной пиле для распиловки кряжей, дадут неблагоприятные экономические результаты.

Комбинированное применение вместе с пилорамной пилой в свою очередь, в определенных производственных условиях — благодаря улучшению качества и количества вырабатываемого изделия — в значительной мере способно повысить рентабельность производства.

Для использования преимуществ комбинированного применения при проектировании и исполнении, следует обеспечить то, чтобы в форме неплотной связи двумя основными машинами, могла бы быть осуществлена также комбинированная технология, так как этот вариант, благодаря большей средней производительности и благодаря отмене классификации кряжей еще более может повысить результаты рентабельности.

# **COMPARATIVE ECONOMICAL EVALUATION OF THE SAWMILL PRODUCTION PROCESSING HARD BROAD LEAVED TIMBER BY FRAME SAW AND LOG BAND SAW**

**DR. L. PETRI**  
research worker

The necessity of the reported researches has been raised by the development of log band saw machines and their spread in the European sawmills. The intention of research has been to investigate when can be used economically in our country the log band saw machines for the processing of hard broad leaved timber.

The analysis carried out on basis of important calculation material has revealed the influence of log band saw machine function and technological using on the output relations. Thereafter the author has investigated the economical influence of the use of frame and log band saw taken into consideration the home raw material distribution.

In the paper the most important establishments are the following:  
the processing of home hard broad leaved logs generally and solely by log band saw would go with an unfavourable economical results.

On the other hand the combined use with the frame saw can rise significantly the rentability of the plant by the improvement of quantitative and qualitative output in given operative conditions.

In order to utilize the advantages of the combined use we have to insure in the planning and construction the possibility of a combined technology too in form of a loose relation between the two basic machines because this solution can rise further the economical results by the greater average output and missing the log grading.

## **VERGLEICHENDE ÖKONOMISCHE AUSWERTUNG DER PRODUKTION DER DAS HARTE LAUBHOLZ VERARBEITENDEN SÄGEWERKE DIE MIT GATTERSÄGEN UND MIT BANDSÄGEN ARBEITEN**

**DR. L. PETRI**  
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Das Ziel der Forschungen war die Untersuchung, ob man in unserer Heimat die Bandsägen bei der Verarbeitung des harten Laubholzmaterials ökonomisch benützen kann.

Auf dem Grund des Rechnungsmaterials wurde die Auswirkung der technologischen Verhältnisse der Bandsägen auf die Leistungsverhältnisse bestimmt. Dann machte der Verfasser Untersuchungen auf dem Gebiet der ökonomischen Auswirkungen der Anwendung der Gattersägen und Bandsägen. Der Autor machte während seiner Arbeit die folgenden Feststellungen:

Eine ausschliessliche Verarbeitung des harten Laubholzes mit den Stammholzbandsägen hätte ungünstige ökonomische Ergebnisse.

In Kombination mit einer Gattersäge kann aber zwischen bestimmten Betriebsverhältnissen die Rentabilität des Betriebes bedeutungsvoll erhöht worden.

Man muss bei der Ausführung und bei der Planung sichern, dass die kombinierte Technologie zwischen den beiden Grundmaschinen in Form einer losen Verbindung verwirklicht wäre, denn diese Lösung kann durch eine grössere Durchschnittleistung und durch das Ausbleiben der Stammholzklassifizierung die ökonomischen Ergebnisse weiter erhöhen.

# MATT FÉNYEZÉSI ELJÁRÁS MÓDOSÍTÁSA \*

(Témaszám: III/71)

TOMEK ANTALNÉ

okl. vegyész-mérnök, tudományos munkatárs

VARGYAI KORNÉLIA

technikus

## 1. BEVEZETŐ

### 1.1 A feladat meghatározása.

Megbízást kapott Intézetünk a TV kávék felületi kezelésekként alkalmazott matt fényezési eljárás korszerűsítésére. A korszerűsítés célkitűzésekként a műszaki fejlesztés általános irányvonalát — vagyis a termelékenység növelését jelölték meg. A kutatómunkával kapcsolatosan egyetlen konkrét kikötés a jelenlegi matthatás biztosítása volt.

Az előzőek alapján első lépésként felülvizsgáltuk a jelenlegi mattfényezési technológiát és a mattfényezési eljárással kapcsolatban rendelkezésünkre álló irodalmi anyagot, majd a műszaki feltételekhez igazodva meghatároztuk a technológiai módosítás irányát és tartalmát.

A kutatási program ilyen irányú összeállításánál az a szemlélet vezetett bennünket, hogy a kutatási eredmények realizálása sokkal könnyebben biztosítható, ha a módosított technológia új gépek beszerzését és gépészeti változtatásokat nem, vagy kis mértékben igényel, vagyis a felületkezelő anyagok megfelelő megválasztásán és módosításán alapszik.

### 1.2 A jelenleg alkalmazott matt fényezési technológia.

A matt fényezéshez használt anyagok:

Nitro rádiókávévalakk W 700

Cellmatt nitrolakk színtelen

Nitro-hígító

#### *Előkészítés*

A furnérozott felületet 16-os (120-as) szalagcsiszolópapírral történő csiszolás után — enyhén vizes szivaccsal törlik át, majd 12-es (150-es) szalagcsiszolópapírral újból átcsiszolják.

Ezután pácólosi művelet következik, amelynek végrehajtásával befejeződik a felület előkészítése.

#### *Lakkozás*

Egy réteg W 700-as nitrolakkal történő felületkezelés — kb. 1:1 arányban történő hígítással —, majd 20—30 perces száradási idő után újabb W 700-as nitrolakk réteggel szórják be a felületet.

A két réteg W 700-as nitrolakk után 6-os (320-as) csiszolópapírral gyengén átcsiszolják a felületet.

Ezt követően CM 11-es mattlakkal — (1:1 arányban W 700-as és CM 11-es lakk,

\* Időközben a Lakk- és Festékipari Vállalat ipari szinten megoldotta a gyártását.



valamint a keverékre 50%-os nitrohígító elegy) egy rétegben lefűjják, és 20—30 perc száradási időtartam után a mattlakkal történő felületkezelés megismétlődik.

*Anyag- és munkaidőszükséglet kimutatása m<sup>2</sup>-re vetítve*

*A n y a g*

*1. és 2. réteg nitrolakkozásához*

W 700-as nitrolakk: 185 p/m<sup>2</sup>

Nitrohígító: 185 p/m<sup>2</sup>

*3. és 4. réteg mattlakkozásához*

CM. 11. mattlakk: 130 p/m<sup>2</sup>

W 700-as nitrolakk: 130 p/m<sup>2</sup>

Nitro-hígító 260 p/m<sup>2</sup>

320-as csiszolópapír 0,1 iv/m<sup>2</sup>

*M u n k a i d ő*

A felület teljes kikészítési ideje: 29 perc/m<sup>2</sup>.

**1.3** A matt fényezés általános lehetőségei.

A bútor jellegű faipari termékek területén esztétikai szempontok miatt mind nagyobb mértékben merül fel a mattított fény és selyem fény igénye. A fa természetes struktúrája ezáltal ugyanis jobban kifejezésre jut, mint a vastag rétegű magasfényű, vagy üvegszerű poliészter lakkok esetében. A matt fényezési eljárás elterjedésének műszaki és gazdasági okai is vannak. Ebben az esetben a kisebb fényezési hibák kevésbé feltűnőek, mint a magasfényű bevonatoknál, a kisebb sérülések könnyebben javíthatók, a fajlagos bevonóanyag szükséglet és munkaidőszükséglet is kedvezőbb.

A matt fényezésű felületek kialakítására módszertani szempontból két alapvetően eltérő lehetőség áll fenn:

a) A felület bevonása normál lakkal és utólagos mechanikai mattítás.

b) A felület bevonása kémiailag módosított (mattított) lakkal, amelynél a matt hatás az adalék anyagok következménye.

**1.31** Mechanikai mattítás.

Mechanikai mattításhoz elvileg az általánosságban használt összes lakkfajta alkalmazható. Ebben az esetben a lakkfajta kiválasztása elsősorban a termékkel szembeni igényen alapszik. Mint befolyásoló tényező szerepet játszik még a munkakörülmények várható hatása is.

A mattítás műveletét, mint utóműveletet végzik különféle megoldású csiszolás formájában.

A legismertebb csiszolópapír, acélgyapot, különböző kiképzésű és anyagú kefék (lószőr, nylon), valamint paszták alkalmazása. A matthatás mértéke a választott csiszolóanyag fajtától és a csiszolás időtartamától függ.

A módszer hátránya, hogy fennáll részben az egyenlőtlen, részben a mesterségesen ható matt effektus kialakulásának veszélye. Összefüggő, vékony lakkrétegnél ugyanis a csiszolás a pórusok alsó részét nem érinti és az érintetlen helyeken a fényes lakkfelület megbontása nem következik be, és így a fény hatása változatlanul megmarad. A teljes pórust kitöltő vastag lakkrétegnél az előző hiba elmarad, viszont fátyolozottság léphet fel, ami a fa rajzolatát illetően zavarólag hat.

A csiszoló anyagok helyes megválasztásával és a befolyásoló tényezők megfelelő beállításával azonban ezek a hibalehetőségek minimálisra csökkenthetők. Gyakorlati szempontból tehát az üzemi adottságoktól és a termékkel szemben támasztott igényektől függően a mechanikai mattítás létjogosultsága nem vitatható. Említést

érdemel az is, hogy sok esetben, mint befejező műveletet, kémiai mattításnál is alkalmazzák.

### 1.32 Kémiai mattítás.

A kémiai mattítás az általánosságban használt lakkok fizikai-kémiai módosításán alapszik. Ennek megfelelően kiindulásként szükségesnek tartottuk a lakkok általános tulajdonságainak rövid összefoglalását, majd az összefoglalóra támaszkodva a mattítási lehetőségek feltárását megadni.

#### 1.321 A lakkok általános tulajdonságai.

A bútoripar és a bútorjellegű faipari termékek területén fényezési célokra használt lakkok többsége műgyanta alapú kolloid oldat. A lakk sajátságait elsősorban az alapanyag kémiai szerkezeti felépítése, a molekulák alakja és nagysága, valamint a lakkot alkotó összes komponens kölesönhatása határozza meg. Ezek a sajátságok szabják meg végül is a lakk felhasználási területét és a felhasználás módját.

A lakk komponensei közül az alapfilmképző anyag — kötőanyag — mellett igen nagy jelentősége van az alkalmazott oldószernek. Az oldás folyamán a kolloid tulajdonságú makromolekuláris anyag kezdetben duzzad, szolvatálódik és végül teljesen diszpergálódik. Ahhoz, hogy ez a folyamat végbemenjen, az oldószernek rendelkeznie kell duzzasztó és diszpergáló hatást kiváltó csoportokkal. Emellett természetesen az oldószer tartalmaz semleges hatású csoportokat is. Ha az oldószer duzzasztó és diszpergáló csoportjainak hatása érvényesül döntő mértékben, akkor tökéletes oldásról beszélünk.

A tökéletes oldás kritériumát a legkritikább esetben elégti ki egyetlen oldószer, az esetek többségében oldószer keverékek alkalmazása szükséges.

Ismeretesek fedőlakkok, amelyeknél a lakkhoz adagolt igen finom eloszlású részecskék, pigmentek takarják el a lakkozott felületet.

A kialakult film tulajdonságait a pigment részecskék nagysága, a finom és durvább részek aránya, a részecskék alakja, valamint a filmképzőanyag és a pigment mennyiségének aránya szabja meg. A felhasználási terület ismeretében az előző tényezők különböző módon állíthatók be. Pl. a bevonat fénye filmképző anyag többlettel fokozható.

A folyékony lakkokból a felhordás után a bevont felületen szilárd, ellenálló réteg alakul ki. A folyamat fizikai és kémiai úton mehet végbe. Ennek megfelelően reverzibilis és irreverzibilis filmképzés lehetséges. A tisztán fizikai, ill. kémiai filmképzés határesetnek tekinthető, a gyakorlatban számtalan átmenet fordulhat elő, így az esetek többségében a filmképzés összetett folyamat.

A lakkok minőségi jellemzői közül a viszkozitást szükséges külön kiemelni. A viszkozitási érték ugyanis a felhasználási módra gyakorolt befolyáson túlmenően a lakk alapvető tulajdonságainak is jellemzője. Műgyantáknál a viszkozitás és molekulánagyság, vagyis a makromolekulák képződési reakciója közvetlen kapcsolatban áll egymással és így a viszkozitás lényegében az anyagi sajátságok közvetlen kifejezője is.

#### 1.322 A kémiai mattítás módszerei.

A mattfényű lakkefelületek kialakítása kémiai módosítás segítségével több úton történhet. Ezek közül a következők érdemelnek említést:

a) A lakk kötőanyag és oldószer tartalmának olyan változtatása, hogy a kötőanyag tartalom az optimális kötőanyag szükséglet alatt legyen.

b) Nagy fajlagos felületű tömítőanyag alkalmazása.

c) Matt hatást kiváltó adalék anyagok adagolása.

A mattítási lehetőségek közül a kész lakkok utólagos módosítására az a) és c) módszer használható. A két eljárás közül viszont az utóbbi tekinthető kedvezőbbnek, ugyanis a kötőanyag és oldószer arányok jelzett irányú eltolása a film szilárdságának csökkenéséhez vezet. Mattító komponensként általában paraffint, különféle viaszokat, kopálokat, sellakot, nagy fajlagos felületű szervesetlen sókat, pl. alumíniumhidroxidot — stearátot használnak.

A mattító komponens megválasztása és a keverési arány megállapítása csak kísérleti úton a lakkfajta ismeretében a kívánt matt effektushoz igazodva történhet. A mattító komponens rendszerint külön műveletben elő kell készíteni, hogy a lakkban egyenletesen eloszolható állapotba kerüljön. A lakk és mattító összekeverése ugyancsak külön művelet, ahol finom elosztatást szükséges biztosítani.

#### 1.4 Kísérletek irányvonala, technológiai módosítási lehetőségek.

A technológiai módosításokat illetően a célkitűzéshez igazodva a matt fényezési technológia egyszerűsítési lehetőségeit vizsgáltuk. A technológia négyzseri szórás és 1 vagy szükség szerint 2 csiszolást ír elő.

A fentiekből egyértelműleg adódik az egyszerűsítés módja, vagyis a szórási műveletek számának csökkentése és ezáltal a termékegységre vetített munkaidő-szükséglet csökkentése.

A tervezett megoldás előfeltételei:

a) A jelenleginél magasabb szárazanyag tartalmú lakk kiválasztása, melynél kisebb rétegszámmal is felhordható a felületre a szükséges lakk mennyiség.

b) A számításba vehető lakk, ill. lakkok mattítása a kívánt matthatás biztosítása céljából.

Munkánk során az előzőek értelmében több lakkfajtaival vizsgáltuk a mattítás lehetőségeit. A kísérleteknél tekintettel voltunk arra is, hogy a kiválasztott lakkok minőség szempontjából kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkezzenek, mint a jelenlegi W 700-as nitrolakk.

## 2. A KÍSÉRLETEK MÓDSZERTANA

### 2.1 Az alkalmazott kísérleti módszerek.

#### 2.11 Kísérleti anyagok előkészítése.

A kísérlet anyagai hazai előállítású, relatíve magas szárazanyagtartalmú lakkok voltak. A lakkok tulajdonságainak ellenőrzését a műszaki előírásokban felsorolt fontosabb jellemzők meghatározása alapján végeztük. A kísérletekhez használt lakkok, eltekintve a kísérleti terméknek számító fényesen száradó poliészter laktól, ahol a jellemzők még nem előírtak, a minőségi előírásnak megfeleltek.

A lakkozásnak alávetett anyagok megválasztásánál a jelenleg használt furnérhoz igazodtunk és így a kísérletekhez részben dió furnérozású, részben rétegezett műfurnér borítású lemezeket használtunk, előzetes csiszolás után.

A lakkokat vagy eredeti, vagy módosított formában használtuk. A módosítás, az egyszerű hígítástól eltekintve a lakk matt hatását előidéző komponens előállítására, valamint a kész komponens és lakk társítására terjedt ki. A mattító komponens előállítása laboratóriumi szinten, az előállítás módjától függő, szokványos laboratóriumi módszerekkel történt. A lakk és mattítószer egyesítését erőteljes keverés mellett, esetleg melegítéssel egybekötte végeztük. Ebben a kísérleti szakaszban az összetételi arányok képviselték a kísérletek változó tényezőit.

## 2.12 Lakkozás.

A lakkozás műveletét a különböző előkészítésű lakkok felhasználásával kézi kenéssel, és kézi felhordó pisztolyos szórással végeztük. A felhordott anyag mennyiségét a kenéses kísérleteknél adott felületű (100 cm<sup>2</sup>) próbatestek kialakításával és a felületre juttatott lakkmennyiség cél szerinti bemérésével szabályoztuk. A szórásos felhordásnál a lakkfelhasználást a szórt felület súlynövekedéséből számítottuk.

Az értékeket a felhordási módtól függetlenül p/m<sup>2</sup>-ben fejeztük ki. A felhasználásra előkészített lakkok viszkozitását szükség szerint a felhordási módhoz igazodva az alapösszetételű lakk esetleges hígításával szabályoztuk. A viszkozitás mérését egy-egy esetben mérőpohár 4-gyel végeztük és az értékeket kifolyási időben (mp) adtuk meg.

## 2.13 Szárítás.

A lakkozott felületek szárítását normál hőmérsékleten, szárítóberendezés használata nélkül végeztük. A száradási idő megállapítása az MSZ 9634. szabvány szerint a porszáraz és teljesen száraz állapot meghatározásán keresztül történt. A száradási idő megadásánál tekintettel voltunk a megengedhető kisebb hőmérséklet ingadozásra és így egyedi értékek helyett értékhatárokat közlünk.

## 2.14 Mechanikai mattítás.

A kísérletek egyik részét a mechanikai mattítás képezte. A lakkfelületek előállítása ebben az esetben megegyezett a 2.1—2.3 pontban lefektetettekkel. A mattítást a lakkfelületek teljes száradása után végeztük kézi csiszolással, ill. polírozással.

## 2.2 A kísérletek kiértékelése.

A Vállalat lakkozott felületekkel szemben támasztott minőségi igényét az átadott matt fényezésű mintalap felülete képviselte.

A kísérleti lakkozás és a mintalap fényhatásának, ill. fényességének meghatározását megkíséreltük Pulfrich-féle fotométerrel, a Richter szerinti fényességszám ( $\gamma$ ), ill. a Klughardt-féle fényességszám ( $\tau$ ) mérésén keresztül elvégezni.

A fenti módszerek alkalmazásánál azonban nehézségek adódtak a lakkozott fafelületek alapszíne miatt. Furnér borítású felületnél ugyanis az azonos alapszín nem biztosítható, a mintákon belüli és minták közötti színeltérés pedig színszűrőkkel nem kompenzálható.

A fényhatás egzakt ellenőrzése helyett így szemrevételezéses összehasonlítást kényeszerűltünk alkalmazni.

Az eredmények időnkénti és végleges szemrevételezéses kiértékelését a felhasználó szakértőjének bevonásával végeztük. A felületet egybehangzó vélemény alapján fogadtuk el megfelelőnek.

## 3. ELVÉGZETT KÍSÉRLETI MUNKA ISMERTETÉSE

### 3.1 A kísérleteknél használt lakkok rövid ismertetése.

Az ismertetésnél az eddig iparilag nem használt lakkokra térünk ki.

### 3.11 Cellamin lakk szintelen.

Zselatinált lakkgyapotból, amin- és egyéb műgyantákból, valamint lágyítóból, oldószerekből álló lakk. Szárítása, azaz keményítése a lakkgyapot melletti műgyanta komponensek jelenléte miatt edző hatására megy végbe. Az edző szerves foszfát tartalmú vegyület.

A cellamin fényes, igen rugalmas és kemény filmet képez, amely fokozottabb igénybevétellel, valamint víz, alkohol, gyenge savak és lúgok hatásával szemben ellenállást mutat. A hagyományos előállítású nitrolakkot, tehát minőségi vonatkozásban felülmúlja.

A cellamin előnyös tulajdonságának tudható be a szabványos nitrolakknál 50%-kal magasabb szárazanyagtartalma is. Ezáltal ugyanis lehetővé válik a felhordott lakk rétegszámának csökkentése és így a lakkozási művelet racionalizálása.

A cellamin előkészítése edzésből és hígításból áll. Az edző ajánlott mennyisége 3 tf%. A 3 tf% edzőtartalmú lakk 1 héten belül felhasználható állapotban marad, gélesedése csak 1 hetet meghaladó állási idő után következik be. A lakk hígítása a felhordási művelet által igényelt konzisztenciára cellaminhígítóval történhet.

A cellamin az általánosságban alkalmazott felhordási módszerekkel — szórás, mártás, öntés, ecsetelés — hordható fel a fafelületre.

Szárítása a hagyományos nitrolakkhoz hasonlóan szobahőmérsékleten végezhető, a szükséges idő azonban valamivel hosszabb. A porszáraz állapot eléréséhez 20 perc helyett 30 perc, a teljes száradás eléréséhez 2 óra helyett 4 óra szükséges. A szárítási időszükséglet megnövekedése azonban technológiai szempontból jelentőséggel nem bír, ugyanis a lakk felületek csiszolása egységesen 24 óra várakozási idő beiktatását igényli.

A cellamin lakk fontosabb minőségi jellemzői:

Szárazanyag tartalom, azaz nem illóanyag	min. 45%
Kifolyási idő, 20 C°-on, mérőpohár 4-gyel,	min. 50 mp.
Gélesedési idő, 20 C°-on	a lakk 3 tf % edzővel elegyítve 1 héten belül nem gélesedhet, min. 1 kg mennyiségben.

Száradási idő, 20 C°-on max.

porszáraz,	30 perc
teljesen száraz	4 óra

### 3.12 Fényesre száradó poliészter lakk.

A fényesre száradó poliészter lakk alapanyag és felhasználási terület vonatkozásában a Flexodur E R poliészter lakkhöz áll közel. Lényeges eltérést jelent azonban a két lakk közötti alkalmazástechnikai különbség. A fényesre száradó poliészter lakkal a kikeményedés után azonnal fényes, tetszetős felületet kapunk, míg a hagyományos poliészter lakknál a felület csiszolása esztétikai szempontból mindenképpen szükséges.

A fényesre száradó poliészter lakk előkészítése, felhordása, kikeményítése a poliészter felületkezelés általános szabályai szerint történik. A munkamenet röviden vázolva a következő:

A és B komponens összekeverése

A és B komponens elegyének katalizálása,

vagy a komponensek és katalizátor összekeverése, vagy aktív alapozás alkalmazása,

*A felület szárítása, keményítése*

Katalizátorként a Flexodurnál használatos Katalith CHP 20 alkalmazható, a szokott arányban.

A kísérleteinkhez használt lakk kísérleti termék volt.

### 3.2 Kémiai mattítás kísérletei.

Mivel a cellamin lakk alkalmazásával biztosítani láttuk a felhordott lakk rétegszámának csökkentését, a kémiai mattítás alapanyagának, ill. lakk komponensének

a cellamin lakkot választottuk. Első lépésben a lakk alapvizsgálatait, majd az alapvizsgálatok eredményeit felhasználva a lakk mattítási kísérleteit végeztük el.

### 3.21 Cellamin lakk alapvizsgálatai.

#### 3.211 A viszkozitás alakulása az edzőtartalom és idő függvényében.

A cellamin lakk felhasználására vonatkozó útmutató a cellamin lakk edzését írja elő. Az ajánlott edzőmennyiség 3 tf%. Az edzővel összekevert lakk felhasználási élettartamát illetően 1 hét időtartamot garantál.

Mivel a fentiek alkalmazástechnikai szempontból igen jelentősek, vizsgálatokat végeztünk a különböző mennyiségű edzővel összekevert lakk oldatok viszkozitásának megállapítására az összekeverést követő állási idő függvényében. A kísérletek állandó tényezői a lakk minősége és hígítása (1:1 arányú), valamint az edzőtartalom (1—5%) voltak.

Változó tényezőként a viszkozitás alakulását vizsgáltuk. A vizsgálatok időtartama alatt a lakkmintákat jól záródó edényben tároltuk. A lakk csak a vizsgálat alatt érintkezett a levegővel. A tárolás alatti hőmérséklet 18—23 °C volt.

Eredményeinket az I. táblázat tartalmazza.

I. táblázat

Állási idő, nap	Viszkozitás kifolyási idő 20 °C mérőpohár 4-gyel mp				
	Edzőtartalom tf. %				
	1	2	3	4	5
0	17	17	17	18	18
1	19	19	19	19	19
3	19	20	20	20	20
4	20	20	20	20	20
5	20	20	20,5	21	21
6	20	20,5	20,5	21	21
7	20	21	21	21,5	22

Az I. táblázat alapján levonható következtetések:

a) A viszkozitási értékek alakulásánál az edzőtartalom a vizsgált határokon belül lényeges szerepet nem játszik.

b) Az 1—5% edzőtartalmú lakkok viszkozitása az állási idővel fokozatosan növekszik. A növekedés mértéke azonban olyan csekély, hogy a lakk a garantált 1 hét után is felhasználható állapotban maradt.

c) Az a) és b) pont szerint, amennyiben technológiai szempontból előnyöket jelent, az edzőtartalom 5 tf%-ig való fokozásának akadálya nincs.

#### 3.212 A száradási és gélesedési idő alakulása az edzőtartalom függvényében.

A száradás folyamata összetett, melynél a nitrocellulóz komponens száradását az oldószer párolgása, azaz fizikai folyamat idézi elő, míg az amin és egyéb komponensek kémiai reakció útján keményednek ki. A jelzett kémiai reakció sebességét, azaz az amin és egyéb komponensek kikeményedését az edzőtartalom szabályozza. A lakk száradási idejére vonatkozó vizsgálatokat tehát az előzőek értelmében úgy állítottuk be, hogy a fizikai és kémiai hatás egyaránt érvényesülni tudjon, a kísérlet a gyakorlati megoldáshoz álljon közel.



Azonos lakkfelhordás mellett (150 p/m<sup>2</sup>) vizsgáltuk a 0—5% edzőtartalmú lakk száradási idejét „porszáraz” és „teljesen száraz” vonatkozásban. A szárítást 20—22 C°-on végeztük.

A nyert eredmények közül az edző nélküli és az 1—5% edzőtartalmú lakkok átlagos száradási idejét adjuk meg. Az eredmények edzőtartalom függvényében való részletezését mellőzzük, ugyanis a határértékek közötti eltérésnek technológiai szempontból jelentősége nincs.

A 2. táblázat alapján megállapítható:

a) Az edző nélküli lakk száradási ideje lényegesen alacsonyabb, mint az edzőtartalmú lakknál kapott értékek. A jelenség azzal magyarázható, hogy edző hiányában a hígító elpárolgása után közvetlenül bekövetkezik a nitrocellulóz film kialakulása, amely során az egyéb lakk komponensek csak mint lágyítók szerepelnek. Edző adagolása esetében a lakk lassú párolgású komponensben dúsabbá válik és a lelassuló párolgást az edző hatására beinduló kémiai reakció nem képes kompenzálni.

A fenti feltételezés igazolására megvizsgáltuk az edző nélküli és edzőtartalmú lakkal kialakított felület hígítóval szembeni ellenállását, és az adott magyarázattal egybehangzóan, az edző nélküli filmfelület oldhatóságát, ill. az edzőtartalmú film oldhatatlanságát észleltük.

b) Technológiai szempontból az a) pont szerinti különbség jelentőséggel nem bír, a lakk minőségében észlelhető különbséget azonban felhasználáskor figyelembe kell venni.

### 3.213 A száradási idő alakulása a felhordott fajlagos lakkmennyiség függvényében.

A lakkozott fafelületek külső megjelenési formáját nagymértékben befolyásolja a felhordott lakk mennyisége. Mivel a száradási idő a lakkréteg vastagsától is függ, vizsgálatainkat kiterjesztettük a lakk száradási ideje és felhordott fajlagos mennyisége közötti összefüggés megállapítására. A vizsgálatot azonos minőségű és előkészítésű cellamin lakkal végeztük.

A lakk összetétele: Cellamin-cellamin hígító 1:1 arányú keveréke

Cellamin edző 3 tf %

A lakk viszkozitása, kifolyási idő: 16 mp

Száritási hőmérséklet: 20—24 C°

Relatív légnedvesség: 60%

A kísérlet eredményeit a 3. táblázatban, ill. az 1. ábrán szemléltetve adjuk meg.

#### 2. táblázat

##### Cellamin lakk száradási idejének változása

Lakk összetétel	Száradási idő perc	
	porszáraz	teljesen száraz
Edző nélküli lakk	24	41
1—5 tf% edző-tartalmú lakk	30—45	50—80

#### 3. táblázat

##### A száradási idő változása a fajlagos lakkfelvitel függvényében

Lakk mennyiség p/m <sup>2</sup>	Száradási idő, perc	
	porszáraz	teljesen száraz
50	16	28
100	23	44
150	34	61
200	40	75
250	58	100
300	62	135

A 3. táblázat és 1. ábra alapján levonható következtetések:

a) A száradási idő, porszáraz és teljesen száraz állapot relációjában egyaránt, a fajlagos lakkfelvitel emelkedésével növekszik.

b) A teljesen száraz állapotot kifejező száradási görbe meredekebb, mint a porszáraz állapotot jellemző görbe. A jelenség elméleti értelme, hogy a teljesen száraz állapotot előidéző időtartam a fajlagos felvitelt nagyobb mértékben befolyásolja, mint a porszáraz állapot eléréséhez szükséges időt.

### 3.22 Kémiai mattítás.

#### 3.221 Mattító előállítás.

A mattító komponens előállítására több kísérletet végeztünk. A kísérletek részben külön mattító adalék előállítására, részben a kész komponens és lakk megfelelő vegyítési módjának kidolgozására irányultak. A kísérleteket vázlatos formában ismertetjük:

#### *Alumínium-hidroxidos mattítás*

Az alumínium-hidroxidot alumínium-klorid oldatból nyertük nátrium-hidroxidos kicsapatással. A kicsapatást melegen végeztük. Az oldatból lehülés közben finom, pelyhes csapadék formájában alumínium-hidroxid vált ki. A szűrés és szárítás után nyert, igen finom porszerű terméket használtuk a kísérletekhez.

Az alumínium-hidroxid cellamin lakk esetében az igen kedvező diszperzitás ellenére nem adott homogén lakkot. A lakk felületén fehéres csomók formájában kiváló alumínium-hidroxidot sem utólagos bedörzsöléssel, sem a kezdeti bekeverés intenzifikálásával, ill. a keverési arány eltolásával nem tudtuk eltávolítani. Az alumínium-hidroxidos mattítás cellaminnál tehát eredményesen nem alkalmazható.

#### *Paraffinos mattítás*

A mattítót megolvasztott paraffin és lakk, megfelelő arányú összekeverésével állítottuk elő. A keletkező homályos mattító komponens azonban homogén film előállítására nem volt alkalmas. A paraffin szemcsés grízszerű formában a laktól elkülönült és homogenizálása nem volt megoldható sem a melegítés fokozásával, sem az összekeverés intenzitásának növelésével.

#### *Viaszos mattítás*

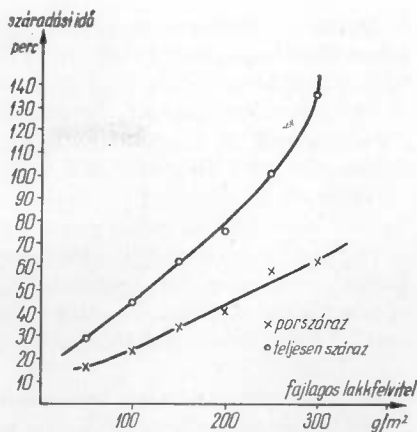
A kísérletek során a különböző viaszokból a paraffinos mattító előállításának szisztémájára állítottunk elő matthatást kifejtő adalékokat.

A munka folyamán sikerült olyan összetételű és előállítású mattító komponens készítenünk, amellyel az igényelt matthatás biztosítható. A nyert mattító komponens homogén, igen viszkózus folyadék, elegyítése a cellaminlakkal nehézség nélkül elvégezhető.

Mivel az előállítás vegyi műveletekből áll, részletes ismertetésétől eltekintünk.

### 3.222 Cellamin lakk mattítása.

Cellamin lakk mattításához csak a viaszból előállított, megfelelő minőségű mattító



1. ábra. A cellamin lakk száradási ideje és a fajlagos lakkfelvitel közötti összefüggés

komponenst (röviden mattítót) használtunk fel. A lakk és mattító elegyítését erőteljes keverés mellett végeztük. Az igényelt matthatás biztosításához szükséges mattító mennyiség megállapítására 5, 10, 15, 20% mattító hozzátét esetében vizsgáltuk a lakkréteg fényhatását. A vizsgálatoknál egységesen 150 p/m<sup>2</sup>-es lakkfelhordást alkalmaztunk. A kívánt fényhatást 10—15% mattító esetében értük el.

Az előállított mattított cellamin lakk tulajdonságai az elvégzett szűrőpróbaszerű vizsgálatok alapján alkalmazástechnikai és minőségi vonatkozásban megegyeztek a módosítás nélküli cellaminlakk tulajdonságaival (3.21 pont).

Egyedül a viszkozitási értékeknél volt észlelhető kismértékű növekedés, mely azonban a felhasználás tekintetében javasolt viszkozitási értékhatárokon belül volt. Így a mattított lakkra vonatkozóan komplett vizsgálatot nem végeztünk, szükség szerint a natúr cellaminlakk vizsgálati eredményeit vettük figyelembe.

### 3.23 A mattított lakk felhordási kísérletei.

Felhordás vonatkozásában a jelenleg alkalmazott technológiához igazodva a szórásos felhordás lehetőségeit vizsgáltuk.

A kísérleteket szívórendszerű szórópisztollyal végeztük 3,5—4,5 atm porlasztási nyomással. A helyiség klímaviszonyait a nitrolakkok általános feldolgozási irányelveihez igazodva állítottuk be. Ennek megfelelően a hőmérséklet 20—30 C°, a relatív légnedvesség 40—50% volt.

A lakkfelület kialakítását két lépésben végeztük.

Az alapréteg egységesen cellamin-cellaminhígító 1:1 arányú keveréke volt. A lakkfelvitel 100—150 p/m<sup>2</sup> között változott. A lakk viszkozitása, ill. kifolyási ideje: 18 mp volt.

A fedőréteg kialakításánál három alapvariációt vizsgáltunk:

a) Mattított cellamin (10—15% mattító tartalommal) felvitel: 100—150 p/m<sup>2</sup>; kifolyási idő: 20 mp.

b) Az ipar által használt összetételű W 700 és cellmattkeverék felvitel 100—150 p/m<sup>2</sup>; kifolyási idő 17 mp. Az ipar által használt mattított lakk hígított formában; felvitel: 50—100 p/m<sup>2</sup>; kifolyási idő 13 mp.

c) Ipari összetétel, amelynél a W 700-at cellaminnal helyettesítettük; felvitel: 100—150 p/m<sup>2</sup>; kifolyási idő: 19 mp.

Megjegyezzük, hogy a lakkfelvitelre vonatkozóan megadott értékek a tényleges felvitelnek felelnek meg, melynél a szórási veszteséget külön figyelembe kell venni.

A kísérleti mintalapok kiértékelése alapján a megfelelő fény-, ill. matthatást a következő összetételű felületi réteg esetében értük el a vállalati összetételű lakk mellett: Mattított cellamin lakk:

43 s% cellamin lakk

43 s% cellamin hígító 3 tf% edző

14 s% mattító

### 3.3 Mechanikai mattítás kísérletei.

#### 3.31 Alaplakkozás.

Az alaplakkozáshoz a Lakk- és Festékipari Vállalattól származó kísérleti előállítású fényesre száradó poliészter lakkot használtuk. A lakk katalizálása Katalith CHP20-szal történt.

Első lépésben a szükséges katalizátor mennyiség megállapítására végeztünk kísérleteket. Vizsgáltuk az 5, 10, 15 és 20%-os edzésű lakk minőségét és kikeményedési idejét. A vizsgálat szerint 15% edzővel megfelelő minőségű film állítható elő, melynél

normál hőmérsékleten a porszáraz állapot 3—4 óra alatt, a teljesen száraz állapot pedig 24 óra alatt érhető el.

A következőkben a 15% katalizátor tartalmú lakkot felvitel vonatkozásában vizsgáltuk.

A poliészteres lakkozásnál a pórusok teljes kitöltése szükséges. Így a kísérletek során meghatároztuk azt a minimális fajlagos lakk mennyiséget, amellyel ez a feltétel biztosítható.

A kísérletek eredményei szerint a szükséges fajlagos felvitel: 250—300 p/m<sup>2</sup>.

A felvitel határain belül a mennyiség a fafelület porozitásától függ.

### 3.32 Csiszolásos mattítás.

A 3.31 szerint előállított teljesen száraz állapotú 48 órát pihentetett lakk felületét kézi csiszolásnak vetettük alá.

A csiszolást 500-as csiszoló papírral, petróleummal végeztük. A csiszolt felület helyenként fátyolozottá és karcolt jellegűvé vált. Ennek kiküszöbölésére S 2785 gyártási számú polírpasztát és 500-as csiszolópor keverékével átfényeztük a felületet.

Igen tetszetős, zárt pórusú, matt hatású bevonatot sikerült így előállítanunk, amely azonban fényét és jellegét tekintve eltér az ipar jelenlegi mattított felületeitől.

### 3.4 Üzemi kísérletek.

Az üzemi kísérleteket cellamin és kémiai mattítású cellamin lakkal végeztük. A kísérletek paramétereit a laboratóriumi kísérletek eredményei és az üzemi adottságok alapján állítottuk össze. A lakkozás során üzemi termelésből származó, tehát az üzemi előkészítéshez teljesen igazodó próbatesteket használtuk. A próbatestek méretét úgy választottuk meg, hogy a szerzett tapasztalatok a kávék vonatkozásában is mértékadók legyenek.

*Kísérleti tényezők:*

Munkatér hőmérséklete:	23 C°
Munkatér relatív légnedvessége:	43%
Porlasztási nyomás:	4 atm

*Vizsgált lakkozási módok:*

I. módszer

első réteg:	1:1 arányban hígított cellamin lakk kifolyási idő: 20 mp felvitel (szórási veszteség nélkül) 150 p/m <sup>2</sup> száradási idő: üzem szerinti csiszolás: üzemi technológia szerint.
második réteg:	3.23 pont szerinti összetételű cellamin lakk, kifolyási idő: 27 mp felvitel (szórási veszteség nélkül) 150 p/m <sup>2</sup> száradási idő: üzem szerinti.

II. módszer

első réteg:	mint az I-nél.
második réteg:	Üzemi összetételű matt lakk; kifolyási idő és felvitel: üzem szerinti száradási idő: üzem szerinti

Az I. és II. lakkozási móddal készített felületek fényhatása teljes egészében meg-

egyezett. A vállalati és az Intézet által kidolgozott módszer szerint készített felületek között esztétikai különbség nem állt fenn.

Megjegyezzük, hogy a kísérleteknél a Vállalat jelenlegi mattlakkozású felületeit vettük alapul, amennyiben a matthatás fokozása kívánatos, a megadott mattító tartalom növelhető.

### 3.5 A mattított cellamin lakk költségeinek csökkentésére irányuló kísérletek.

A cellamin és mattított cellaminlakk drágább alapanyagokból készül, mint a W 700-as és cellmattból előállított jelenlegi mattlakk. A költségtényezők kedvező alakulását a rétegszám csökkentése és kisebb fajlagos lakkszükséglet folytán szándékoztunk biztosítani. Emellett azonban megkíséreltük a mattított cellamin lakk anyagköltségeit is csökkenteni. A csökkentés egyedüli lehetősége a drága cellamin hígító helyettesítése volt. Mivel a cellamin lakk nagy mennyiségű nitrocellulóz alapú komponensből áll, a nitrohígító alkalmazhatóságát vizsgáltuk. A nitrohígító felhasználása a hígító költségének mintegy 50%-os csökkentését helyezte kilátásba.

A kísérleteket a kidolgozott receptúra felhasználásával végeztük, módosítást csak a cellamin hígító nitrohígítóval történő helyettesítésével eszközöltünk. 150 p/m<sup>2</sup>-es fajlagos felvitel esetében edző nélkül és 3 tf. % edzővel egyaránt az előzőekben leírt minőségű felülethez jutottunk.

A nitrohígító hatása a száradási idő csökkenésében nyilvánult meg. A szükséges száradási idő mintegy 20—25%-kal csökkent.

A lakk felhasználási élettartamára vonatkozóan kísérleteket nem végeztünk, az egyéb eredmények alapján azonban a lakk és környezet megfelelő elszigetelése esetén, lényeges módosulás nem várható.

A cellamin hígító tartalmú lakknál az edző nélküli és edzőtartalmú lakkot illetően észlelt oldhatósági különbség nitrohígító alkalmazása esetén is fennáll. Végső soron tehát a lakk felületminősége szabályozható és eltolható, akár az ellenállóképesség fokozása, akár a javíthatóság irányába.

## 4. GAZDASÁGI KIÉRTÉKELÉS

A gazdasági kiértékelést a megoldást jelentő kémiai mattítású lakkozású eljárásra végeztük el, összehasonlítva a jelenlegi matt lakkozású eljárással. A kiértékelés alapját a lakkozású anyagok ára és a módosított felviteli eljárásból eredő csökkent költségek képezték. A munkaműveletek egyszerűsítéséből származó kapacitás növekedést és a munkaidő, valamint az átfutási idő csökkenését, nem vettük figyelembe.

A számításoknál a lakk szükségletet részben a jelenlegi anyagnormák szerint, részben a kísérleteink során megállapított optimumok alapján vettük figyelembe. A kísérleti lakkozásnál a szórásvesztést a hagyományos szórású eljárásra általánosságban elfogadott adatok alapján 50%-nak vettük.

A 4. táblázat alapján megállapítható, hogy a kidolgozott módosított eljárások alapanyag vonatkozásában egységesen lényegesen gazdaságosabbak a jelenleg alkalmazott lakkoknál. Mint utaltunk már rá, az alapanyagköltség csökkenése mellett a szórású műveletek számának csökkentése még fokozza az így is igen kedvező eredményeket. A leggazdaságosabb a B/b jelzésű lakkozású mód, amelynél a kalkulált megtakarítás 37,5%.

#### 4. táblázat

### Matlakkozás költségeinek alakulása a lakkozási eljárástól függően edzetlen (lakkal)

Jelölés	Lakkozási mód	Rétegek száma		Fajlagos bevonóanyag költség, %
		alapozó	fedő	
V	Vállalati	2	2	100
A/a	Cellamin hígító cellamin alap és vállalati fedőlakk	1	1	71,5
A/b	Cellamin hígító cellamin alap és mattított cellamin fedőlakk	1	1	74,0
B/a	Nitrohígító cellamin alap és vállalati fedőlakk	1	1	65,0
B/b	Nitrohígító cellamin alap és mattított cellamin fedőlakk	1	1	62,5

### Összefoglaló

Az iparban jelenleg alkalmazott matt fényezési eljárásnak módosítására irányuló kutatási munkában új felületkezelő anyagok bevezetésével és módosításával, ill. a mattítás kémiai és mechanikai megoldási lehetőségeivel foglalkoztunk. Alapvető célkitűzésünk a jelenlegi eljárás racionalizálása és ezáltal gazdaságosságának fokozása volt. A változt feladatokat a jelenlegi nitrolakknál 50%-kal nagyobb szárazanyagtartalmú módosított nitrolakkal oldottuk meg. Kidolgoztuk a lakk kémiai mattítását és a mattító és a lakk helyes arányát, az összekeverés módját.

A kísérletek eredményei alapján összeállított lakokkal (fedő és alap lakk) a jelenlegi négy szórás helyett kettő is elégséges.

A műveletek számának csökkentése mellett a fényezéshez használt lakkok árának s mennyiségének csökkentését is sikerült elérnünk. Az anyagköltségek kedvező alakulása a lakkozási költségeknél mintegy 37,5% megtakarítást eredményez.

### Irodalom

1. Kovács: Műanyag zsebkönyv. Műszaki Könyvkiadó, 1964.
2. Dr. Kovács, L.: Lakk- és festékipari zsebkönyv. Műszaki Könyvkiadó 1962.
3. Häckl, J.: Lakk és festék katalógus. Budapest, 1965.

## ИЗМЕНЕНИЕ СПОСОБА МАТОВОЙ ПОЛИРОВКИ

А. ТОМЕК — К. ВАРДЬАИ

Научные сотрудники

Научный труд занимается возможностями совершенствования технологического процесса так называемой «Матовой полировки» и введения новых материалов обработки поверхности.

В интересах достижения большей рентабельности изложенных способов и повышения рационализации, были проведены эксперименты по измененному нитролаку, располагающему содержанием сухого вещества более чем 50%, чем в настоящее время применяемом нитролаке. Был разработан химический способ получения матовости этого сорта лака, правильное соотношение реагента и лака и технология смешивания.

Применение грунтовочных и покровных лаков, разработанных на основании экспериментальных результатов, достаточно двухкратное распыление вместо четырехкратного распыления, требуемого существующей технологией. Наряду с сокращением числа операций было также достигнуто и сокращение количества применяемого лака. Таким образом, расходы лакирования примерно на 40% были сокращены.

Были установлены условия труда, связанные с новой технологией, были разработаны детальные предписания в отношении противопожарных правил и соблюдения прочих предписаний.

## MODIFICATION OF MAT GLOSSING METHOD

MRS. A. TOMEK and K. VARGYAY

research workers

The paper deals with the improvement of the so-called „mat glossing” technologica method, with the introducing possibility of new surface treatment materials.

In order to make more economical and more rational the known methods the tests have been carried out on modified nitrolacquer and the dry substance content of this is greater by 50% than that of the at present used nitrolacquer. It has been elaborated the chemical mat character of this kind of lacquer, the correct rate of agent and lacquer as well as the mixing technology.

Using the ground and cover lacquers set up on the basis of research results it is sufficient the twice spray instead of the present fourfold spray required by the technology. Over and above the decreasing of number of operations it has been reached also the decreasing of used lacquer quantity. In this way the cost of lacquering became less by about 40%.

It has been established the labour conditions related to the new technology, detailed prescriptions have been elaborated for the obscrance of fire-protection and other prescriptions.



## DIE ÄNDERUNG DES MATTPOLIERUNGSVERFAHRENS

FRAU ING. A. TOMEK und K. VARGYAY

wissenschaftliche Mitarbeitern

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Vervollständigung des sog. „Mattpolierungsverfahrens“ und mit den Möglichkeiten der Einführung der neuen Oberflächenbehandlungsmaterialien.

Wir machten Versuche um die bekannten Verfahren mit der Hilfe eines modifizierten Nitrolackes, dessen Trockensubstanzgehalt war um 50% grösser als der des in Gegenwart gebrauchten Nitrolackes, billiger und rationeller zu machen. Es wurde für diesen Lacksortiment seine chemische Mattität, seine Mischungstechnologie und die richtigen Verhältnisse des Lackmaterials und des Wirkungsmaterials ausgearbeitet.

Mit der Verwendung des aus dem Grund Forschungsergebnisse zusammengestellten Grundlackes und Decklackes sind genügend auch zwei Lackstreuungen anstatt der bisher gebrauchten vier Streuungen. Mit der Verminderung der Operationen vermindert sich auch die Menge des verbrauchten Lackmaterials. Auf diese Weise verminderten sich die Kosten der Lackierung um 40%.

Es wurden auch die neuen Arbeitsbedingungen der neuen Technologie festgestellt und auch neue Vorschriften für die Feuerlöschordnung ausgearbeitet.

**A POZDORJA BÚTORLAP GYÁRTÁSOKOR  
KELETKEZŐ POR  
FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE A HOMOGEN  
ÉS HÁROM RÉTEGŰ LAPGYÁRTÁSBAN**

(Témaszám: III/58)

DR. HADNAGY JÓZSEF  
okl. mérnök, tudományos munkatárs

**1. BEVEZETŐ**

A pozdorja bútorlapok — mint ismeretes — a kenderrost kinyerés közben törésre kerülő kenderszár kisebb-nagyobb méretű pozdorja anyagából készülnek.

Már a kóró törése közben is, de a további feldolgozás során még inkább, elég nagy mennyiségű igen finom törmelék és por keletkezik. A szárítás, rostálás és a csiszolásból származó por és törmelék olyan elegyet alkot, melyben egy nagyobbbrészt szögletes formájú, de közel azonos méretekkel jól dimenzionálható rész keveredik, legömbölyített alakú, egészen a gyakorlatilag mérhetetlen kisméretű szemcséket is tartalmazó résszel.

A két rész elkülönítése üzemi méretekben elég nehéz feladat, és megoldása egyelőre csak méret szerint volna keresztülvihető. Ezért a kísérletek arra irányultak, hogy egyrészt a teljes elegy felhasználása milyen eredménnyel jár, másrészt a szemcseméret szerint kifrakcionált visszamaradó rész bekeverése hogyan változtatja a kész lapok jellemzőit.

A célkitűzés szerint a feladat olyan szinten történő megoldása szükséges, hogy a kísérleti lapok műszaki jellemzői a szabványban előírt minimális követelményeknek megfeleljenek. A téma jelentősége elsősorban abban állt, hogy a pozdorjalap gyártó ipar alapanyag bázisa az igényekhez mérten korlátozott, és a belőle veszteséggént kikerülő kb. 20% por igen jelentős.

A por felhasználásának másik előnye — ami a rostosított felületű lapok előállítására mellett ma már nem olyan jelentőségű — a felületi minőség javulása. De ha figyelembe vesszük, hogy a rostosított felület előállítása elég költséges (defibrálás, szárítás), míg a por felhasználása semmi, vagy csak minimális költségtöbblettel jár (rostálás), ez az előny is kihasználható.

**2. IRODALMI ADATOK ÉS ELMÉLETI FELTEVÉSEK**

Az apróméretű frakciók és a por felhasználására vonatkozóan kizárólag a forgácslap és farostlemezyártás területén találunk adatokat. Kender pozdorja anyagnál ezzel a kérdéssel tudomásunk szerint még nem foglalkoztak. Esetünkben a farostlemezyártást figyelmen kívül hagyhatjuk, mivel ott a bekevert fűrészpor szemcsemérete az alaprostanyag egyes rostjainak méreténél nagyobb, és hatása éppen ellenkező, mint a faforgács, illetve pozdorja lapoknál.

A forgácslapoknál felhasználható apró frakció hatásával kimerítően foglalkozott W. *Klauditz*, majd az ő kísérletei nyomán hazai viszonylatban *Alpár Tibor*, a Nyugatmagyarországi Fűrészek Forgácslap Üzemének mérnöke (1). *Klauditz* kísérleteit

elsősorban a karcsúsági fok különböző értékeinek hatására vonatkozóan végezte, és kiszámította a fajlagos felület nagyságát.

Az összefüggés szerint az adódik, hogy az apróbb frakciók részarányának növekedése esetén a fajlagos felület is nő, tehát elvileg az egyes szemcsék egymáshoz kötődéséhez több kötőanyag szükséges a jó ragasztás elérése érdekében (2). Ennek következtében hosszú ideig az volt a felfogás, hogy a lapgyártásban kerülni kell az apró frakciók jelenlétét, amelyek elvonják a kötőanyagot a nagyobb szemcséktől. A gyakorlati tapasztalatok azonban megcáfolják ezt a következtetést, és bizonyos esetekben az apró frakció javította a műszaki jellemzőket. A feltételezett okok a következők:

— Az ipari keverőgépek működése elvileg nem tisztázott. Az egyes frakciók által elvont kötőanyag mennyisége nagyon nehézkesen vagy egyáltalán nem határozható meg, és így az eloszlás mértéke sem pontosan ismeretes. Ebből kifolyólag a különböző keverőgépek mellett más és más eredmények adódnak, és mindegyiknél más lesz az optimális méret és százalék arány.

— A kötőanyag felhordásának módja is erősen befolyásolja a kész lapok szilárdságát. Az egyes szemcséken kialakuló kötőanyagfilm, vagy kötőanyagpont nagyságának aránya függ a kötőanyag felhordó berendezés határfokától, és a felhordás módjától. Tehát még ugyanazon keverőgép mellett is változó ragasztás minőséget érhetünk el ugyanazon frakció méreteknél és arányoknál, attól függően, hogy az alkalmazott kötőanyagfelhordó működési paramétereit hogyan állítjuk be. Erre vonatkozóan részletes vizsgálatokat végzett intézetünkben *Arató István* pozdorjalapok esetén (3). Ezen kísérletek eredményeit jelen kutatáshoz felhasználtuk.

Feladatunkat bonyolítja, hogy a maglemezeken kívül TRIPO három rétegű lapokra is ki kell dolgoznunk a keverési arányt, ahol a bekeverés a középrétegben vagy a fedőrétegben más hatással jár. A felhordási és a frakció méretviszonyok is befolyásolják az eredményeket.

Korábbi kutatásaink, amelyek a frakció méretek befolyására vonatkoztak, már szolgáltatott némi támpontot a TRIPO lapokkal kapcsolatban, és így bizonyos határokat is szabtak a vizsgálatoknak. Annak idején megállapítottuk, hogy a karcsúsági tényező optimális értéke, legalábbis ami a Klaudivitz-féle számot illeti, pozdorja anyagra nem vonatkoztatható, az adott átlagos pozdorja méretek esetére. Így valószínűleg azok az adatok sem használhatók, melyeket *Klaudivitz* az apró frakciók részarányának befolyására talált és közölt. Eszerint bizonyos mérethatárig az apró frakció arányának növelése javítja a műszaki tulajdonságokat, míg a mérethatár közelében semleges a hatás, alatta pedig minőségromlás mutatható ki. *Alpár Tibor* kísérleteinél a kritikus méret 1,5 mm-nek adódott. Mint ismeretes, korábbi kísérleteinknél a szemcseméret alsó határa 2 mm volt, tehát lényegében a porméret felső határa alá nem mentünk, azonban a tendencia a csökkenő méretek felé javító hatást mutatott. Így feltételezhető, hogy a további méretcsökkentéssel felhasznált frakciók sem okoznak minőségromlást. Ez a körülmény is arra mutat, hogy a pozdorja anyag másként viselkedik — méret szempontjából is —, mint a forgács. A forgácsnál ugyanis a 2 mm-es méret az alsó határ, melynél még lényeges minőségváltozás nem tapasztalható.

**2.1** Tájékoztatóként és a későbbi összehasonlíthatóság kedvéért, ismertetjük azokat az adatokat, melyeket a forgácslap gyártásánál korábban tapasztaltunk. Előrebocsátva megjegyezzük, hogy csak három rétegű forgácslapokra rendelkezünk adatokkal, tehát összehasonlítás csak a TRIPO lapokkal lehetséges. Az apró forgács tartalom a három rétegű forgácslap középrésében a kész lapok hajlítószilárdságát

lényegesen nem befolyásolja. Ennek oka az, hogy a három rétegű szerkezetben a borító rétegek képviselik a hajlítással szembeni ellenállást, azaz a feszültségi diagram nagyobb területe a borító rétegekre esik. Így a belső réteg esetleges változása nincs különösebb khatással a lap hajlítószilárdságának alakulására. Ugyanakkor azonban az apró frakció következtében a belső rétegben megnövekedett fajlagos felület miatt a lapok lapleemelő-szilárdságában némi csökkenés mutatkozik.

Mint ismeretes, a pozdorjalapok lapleemelő-szilárdsága a forgácslapokénál magasabb, aminek oka a pozdorja méretviszonyaiban keresendő. Az apró frakció bevitelére a fajlagos felületet itt is növeli, azonban a nagyobb szemcsék között térkitöltőként szereplő apró frakció hatása nem látható előre. Feltételezhető, hogy különösebb hatással nincs a lapleemelő-szilárdságra sem. A homogén lapoknál hasonló feltételezéseket tehetünk. Az apró frakció tartalom ugyanis a térfogatsúly értékére van kissé növelő hatással, és az esetleges kismértékű szilárdságesökkenést a térfogatsúly kismértékű emelkedése — a szélső rétegekben — ellensúlyozni tudja.

A forgácslapoknál a fedő rétegben alkalmazott apró frakció, illetve pórtartalom hatása a szilárdságra a frakció méret függvényében változik. Az alkalmazott apró frakció méretének csökkenésével egyenes arányban csökken a lapok hajlítószilárdsága; kb. 40% apró frakció-arány esetén a hajlítószilárdság mintegy 25%-os csökkenése várható, ha a frakció méret legnagyobb százalékban 2—3 mm közötti szemcse-nagyságokat tartalmaz. Mint látható ez még egyáltalán nem por-méret, mint a mi kísérleteinknél. Ezzel szemben ha az apró frakcióban legnagyobb gyakorisággal 0,25—0,5 mm közötti por-méret dominál, akkor a hajlítószilárdságnak kb. 30%-os keverék-aránynál maximuma van. Ezen arány alatt és felett alacsonyabb szilárdsági értékeket kapunk, azonban a kontroll lapok szilárdságánál még mindig valamivel magasabbat. A kontroll lapokkal közel azonos szilárdság jelentkezik 5%-os, ill. 55%-os keverési mennyiség esetén. Természetesen a pozdorjalapoknál ilyen mennyiség vizsgálata értelmetlen, minthogy az összes por mennyisége sem több maximum 20%-nál. (Ezenfelül további veszteségek vannak a kóctalanításnál, rostálásnál.) A fedő rétegben alkalmazott apró frakció, ill. por természetesen nem hatással a lapleemelő-szilárdság értékére, mivel a leggyengébb keresztmetszet mindenképpen a lap közepén van — az alacsonyabb gyantatartalom miatt.

Az eddig elmondottakból látható, hogy a pozdorjalapok esetében valószínűleg más eredmények várhatók szilárdsági szempontból, mivel a méretek arányai, a fajlagos felületek nagyságviszonyai egészen másként alakulnak a pozdorjaszemcsék esetén, mint a forgácsoknál.

**2.2** A dagadási tulajdonságok vizsgálatánál a forgácslapoknál egyértelműen olyan eredmények adódtak, hogy az alap-forgácskeverék átlag méreténél kisebb méretű frakciók bekeverése, minden keverési arány esetén csökkenti a vastagsági dagadást. Ez érthető, ha figyelembe vesszük, hogy az apróbb méretű szemcsék a nagyok között elhelyezkedve, zártabbá teszik a felületet és így jobban ellenállnak a víz hatásának. Optimális értékeket találunk a mérettől függetlenül 30—35% bekeverési aránynál. A dagadás csökkenésének mértéke az említett optimum esetében 25 és 50% között várható.

A pozdorjalapoknál még feltevéseket sem lehet megkockáztatni az apró frakció, ill. a por hatására a dagadást illetően. A forgácslapokhoz hasonlóan itt is fennáll ugyan a nagyobb szemcsék közé ékelődő apróbb szemcsék tömítő hatása. Ezzel szemben azonban a pozdorjaszemcsék egyedileg sokkal nagyobb mértékben dagadnak, mint a forgácsdarabok és így a tömöttebb szerkezet nem biztos, hogy egyúttal kevésbé is fog dagadni. Ugyanakkor a felületi részek gyorsabb megdagadása el is zárja

bizonyos mértékig a víz útját a lap belseje felé, tehát a belső részek dagadása kisebb lesz, vagy legalábbis időben késik.

Így elképzelhető, hogy a 24 órás dagadási eredmény jobb, mint a por nélküli lapoknál. A két jelenség egymás ellen hat és egymásra hatásuk nem számítható ki. A végeredmény kialakulását ezenkívül a kész lap térfogatsúlya és a kötőanyag felhordási módja is befolyásolja.

**2.3** Ez utóbbi tényező oly mértékű hatással rendelkezik, hogy változása a por, ill. apró frakció hatásával ellenkező eredményt is okozhat. Ezért feltétlenül szükséges, hogy legalább röviden foglalkozzunk azokkal a legfontosabb tényezőkkel, amelyek figyelembevétele nélkül az egész kísérleti eredmény reprodukálhatatlan. *Arató István* vizsgálatai kimutatták, hogy a minőségi jellemzők egyrészt a kötőanyag felhordási cseppméretétől (porlasztási fok), másrészt az egyes pozdorjaszemecskének a kötőanyag-felhordó előtti elhaladásának számától (felhordási idő és keverőfordulatszám hányadosával arányos érték) függ. Ezenkívül a kötőanyag felhordási paramétereiktől függetlenül a felhordás után alkalmazott nyílt idő is befolyásolja a ragasztás jóságát. Ez utóbbit nem kell vizsgálalnunk, mert azt a prés-ciklus idő egyébként is meghatározza. A porlasztási fok és az átlagos elhaladási szám azonban döntő, mert ezek a keverő és felhordó típusától függenek.

Az említett kísérleti munka során megállapítottuk, hogy az optimális porlasztási fok az alkalmazott üzemi gyantatartalom mellett 11. Ugyanakkor az átlagos elhaladási szám célszerű értéke 6. E két érték meghatározza a kötőanyag felhordás módját. Ilyen méretű porlasztás ugyanis csak nyomás rendszerű felhordóval érhető el. Az üzemek többségében azonban forgóhengeres porlasztó működik. A keverő berendezés így nem tudja biztosítani az előírt optimális értékeket. A felmérések szerint a keverési mód által okozott minőségi különbség az üzemi eredmények átlagaira vonatkoztatva a következő:

Hajlítószilárdságnál	kb. 20%
Lapleemelő szilárdságnál	kb. 50%
Dagadásnál	kb. 25%

Ezek az adatok azt mutatják, hogy az üzem által produkált minőség felett tartalék van, amelyet a gyanta-felhordás korszerűsítésével, igen minimális költséggel realizálni lehet, ugyanakkor a jelenlegi feladat üzemi szintű bevezetéséhez is okvetlenül javítani kell a kötőanyag felhordásának módját.

A felsorolt irodalmi és kísérleti adatokból megállapíthatjuk, hogy a célkitűzésben vázolt feladatot csak gyakorlati kísérletek útján tudjuk megoldani, mivel konkrétan az adott körülményekre átültethető eredmény nem áll rendelkezésre. Az előzőekben ismertetett alapadatok és feltevések alapján, a már meglévő eredmények felhasználásával a következő kísérleti munkákat végeztük el, amelyek értékelésével kívánunk a célkitűzésben megadott problémákra feleletet adni.

### 3. AZ ELVÉGZETT KÍSÉRLETI MUNKA ISMERTETÉSE

Kutatásainknál abból a feltételezésből indultunk ki, hogy a lapgyártás során keletkező eddig felhasználhatatlan por, illetve 2 mm alatti részecskék mennyisége az összes felhasznált pozdorja mennyiségének legfeljebb 25%-a. Különböző becslést adatokból jutottunk a fenti következtetésre. Az említett 25%-ból — a felhasználást feltételezve — további kb. 5%-os elhullási veszteség származik. Így kísérleteinknél a maximális felhasználási arányt 20%-ban határoztuk meg. Tekintettel arra, hogy a

felhasználható por nemcsak pozdorjapor, hanem hozzátapadva bizonyos mennyiségben földport is tartalmaz, szükségesnek látszott a mérésekhez felhasznált alapanyagot további frakcionálásnak alávetni. Erre a célra első lépésben 1 mm lyukbőségű rostát használtunk, mellyel az irodalom alapján a porban levő optimális 1—2 mm közötti szemcséket kívántuk kiválasztani. Ez esetben a legapróbb frakcióméret (0,5—1,0 mm), valamint az e méret alatt értett por együttesen kiválasztásra került. A kirostált frakció azonban az összmennyiségnek csak 32 %-át tette ki, ami összesen 8% az össz-pozdorjára vonatkozóan.

Célszerűnek láttuk tehát kísérleteinket két irányban lefolytatni. Az első esetben csak a kirostált 1—2 mm közötti méretű frakciót használtuk fel, melyről feltételezhető volt, hogy esetleg javítja a műszaki tulajdonságokat. A második kísérletsornál a rostálatlan teljes pormennyiséget használtuk fel, úgy ahogyan azt az üzemből kaptuk. Közvetlenül meg kell jegyezni, hogy a bekeveréshez csak olyan por jöhet számításba, amely csiszolási port nem tartalmaz. Ez utóbbi ugyanis elég nagy mennyiségű szilícium-karbidot tartalmaz, ami a kész lapok megmunkálásánál a megmunkáló szerszám oly mértékű kopását okozza, hogy az ezzel járó költségek nagyobbak, mint a por felhasználása által nyújtott gazdaságossági előnyök. (Ezért is adódik a felhasználható por-mennyiség viszonylag alacsonyabbra, mert ebben a csiszolási por nincs figyelembe véve.)

Vizsgálataink további részében megkíséreltük a felhasználható por oly módon történő szétválasztását, hogy a teljes por mennyiségéből csak a földport tisztítsuk ki. Ezek a kísérletek azonban nem jártak sikerrel, annak ellenére, hogy többféle módszerrel próbáltuk a földpor különválasztását megoldani. Az eredmény az volt, hogy a földpor a pozdorjaporról összetapadt állapotban, csak nagyobb mennyiséggel együtt volt kiválasztható.

**3.1** A következőkben ismertetjük a különböző felhasználási százalékok kísérleti sorrendjét és az egyes sorozatok jelölését, a maglemezekre és a TRIPO lapokra vonatkozóan.

#### *Maglemezek*

- I. 1. Kontroll lapok. Ezekre abból a célból volt szükség, hogy a kísérleti berendezésnek az üzemi viszonyok szerint megfelelő beállítását a műszaki jellemzők által is ellenőrizzük, és konkrét összehasonlítási alapot kapjunk átlagos üzemi adatok helyett. Jelölésük: KM.
2. Magpozdorja alapanyag, 95% és 5%-ban bekevert apró frakció. Jelölésük: R5
3. 90% magpozdorja, 10% apró frakció: R10
4. 85% magpozdorja, 15% apró frakció: R15
- II. 1. 95% magpozdorja, 5% por: P5
2. 90% magpozdorja, 10% por: P10
3. 85% magpozdorja, 15% por: P15
4. 80% magpozdorja, 20% por: P20

#### *TRIPO lapok*

- I. 1. Kontroll lapok, az üzemi gyártásnak megfelelő minőségben. Jelölésük: KT.
2. Apró frakció bekeverés a belső rétegbe
  - a) 95% alapanyag, 5% apró frakció: RB5
  - b) 90% alapanyag, 10% apró frakció: RB10
  - c) 85% alapanyag, 15% apró frakció: RB15
  - d) 80% alapanyag, 20% apró frakció: RB20

3. Apró frakció bekeverés a fedő rétegekbe
  - a) 95% alapanyag, 5% apró frakció: RF 5
  - b) 90% alapanyag, 10% apró frakció: RF10
  - c) 85% alapanyag, 15% apró frakció: RF15
  - d) 80% alapanyag, 20% apró frakció: RF20

II. 1. Por bekeverése a belső rétegbe

- a) 95% alapanyag, 5% por: PB 5
- b) 90% alapanyag, 10% por: PB10

2. Por bekeverése a fedő rétegekbe

- a) 95% alapanyag, 5% por: PF 5
- b) 90% alapanyag, 10% por: PF10

3. Por bekeverése mindkét rétegbe

80% alapanyag, 10—10% a fedő- és belső rétegbe: PFB20

A felsorolt kísérleti lapoknál a százalék értékek mindig a teljes lap súlyára vonatkoznak, tehát a TRIPO lapoknál is pl. a fedő részbe kevert 5% por a teljes lapsúly 5%-át jelenti.

A továbbiakban, az egyszerűség kedvéért az előzőekben megadott jelöléseket használjuk.

**3.2** A kísérletekhez a következő technológiai paramétereket alkalmaztuk.

*Borított egyrétegű lapok*

Az újszegedi üzem technológiai adatait vettük alapul, kivéve a prés zárási időt. Térfogatsúly 650 kp/m<sup>3</sup>.

Alkalmazott gyantatartalom 7% atró/atró súly.

A leszáritott pozdorja nedvességtartalma 6—8%

Préselési hőfok 115—120 C°

Borító furnér 2 mm Okume furnér

Lapvastagság 19 mm

A furnérozáshoz felhasznált műgyanta 15% töltőanyaggal kevert; kb. 300 p/m<sup>2</sup>

Furnérozási préshőfok 110 C°, nyomás 8—10 kp/cm<sup>2</sup>.

A kész lapokat 24 óras pihentetés után vizsgáltuk.

*TRIPO lapok*

A dunaföldvári üzem technológiai adatainak figyelembevételével, azonban előpréslés alkalmazásával a térfogatsúly szórásának csökkentése érdekében Térfogatsúly 650 kp/m<sup>3</sup>

Gyantatartalom összsúlyra vonatkoztatva 11%

Rétegarány belső/fedő 60/40

Gyantatartalom a belső rétegben 7,5% atró/atró

A pozdorja anyag nedvességtartalma a belső rétegben szárítás után 4—6%, a fedő rétegben 6—8%

Préshőfok 135—140 C°

Présidő: 14 perc

Lapvastagság 16 mm csiszolás után.



#### 4. ÉRTÉKELÉSI MÓDSZEREK

Az előző pontban felsorolt kísérleti lapok száma egy-egy variációnál, a korábbi számos tapasztalati adat alapján kialakult 9—9 db volt.

Egy-egy lap mérete  $30 \times 38 \text{ cm} \times v$ , melyből a szükséges vizsgálati próbatetek mindegyike kialakítható volt. A próbatetek száma a dagadási vizsgálatoknál 18 db volt, mivel a dagadási értékek szórása a tapasztalatok szerint nagyobb, mint a szilárdsági értékéké. A vizsgálatokat a vonatkozó szabványelőírásoknak megfelelően végeztük. A mérések során nyert adatokat matematikai statisztikai módszer szerint értékeltük.

Tekintettel arra, hogy vizsgálataink csak arra vonatkoztak, hogy az adott jelenlegi technológiák mellett a por felhasználása milyen hatással van a kész lapok tulajdonságaira, más változó tényezőt nem vettünk figyelembe. Ebből következően a lapok térfogatsúlyát is állandónak vettük,  $650 \text{ kp/m}^3$  értékben.

Mint hogy a térfogatsúly pontos betartása még laboratóriumi körülmények között is lehetetlen, a mutatkozó eltéréseket korrekciós számítással küszöböltük ki. Igen nagyszámú régebbi mérés alapján rendelkezésünkre áll az egyes jellemzőknek a térfogatsúly által okozott eltérésére vonatkozó függvénykapcsolata. Ezek felhasználásával, figyelembe véve a jelenlegi vizsgálatoknál kapott abszolút értékek szintjét, valamennyi  $650 \text{ kp/m}^3$ -től eltérő térfogatsúlyú próbatest mérési eredményét  $650 \text{ kp/m}^3$ -re vonatkoztatva átszámítottuk. A statisztikus adatokat ezen átszámított értékek alapján határoztuk meg.

**4.1** Az egyes sorozatok összehasonlítását statisztikai módszerrel végeztük.

##### *Statisztikai jellemzők jelölései:*

A mért értékek matematikai átlaga .....	$\bar{X}_x$
A mért értékek szórása .....	$s_x$
Az átlag szórása (megbízhatóság) .....	$m$
Relatív szórás (variációs együttható) .....	$V$
Relatív pontosság .....	$p$

A kísérletek eredményeit a műszaki jellemzők szempontjából külön-külön értékeltük, majd a mutatkozó ellentétes hatásokból igyekeztünk kiválasztani a minőségileg legmegfelelőbb megoldást. Az átlagosan mutatkozó különbségek mellett vizsgáltuk a sorozatok relatív szórásának változását is, mivel az apró frakció bekeverése nemcsak a lapok átlagminőségét, hanem kézenfekvően a homogenitásukat is befolyásolja.

**4.2** A feladat megoldását célzó kísérletsorozatok előtt megvizsgáltuk méretek vonatkozásában a felhasznált alap pozdorjaanyagot, és a bekeverendő apró frakcióanyagot. (A poranyag tényleges méréses alakmeghatározása gyakorlatilag lehetetlen.) A mérésekhez 300 db egy mintából származó egyedi szemcsét mértünk meg, hossz- és vastagsági méret meghatározásához. A hossz- és vastagsági méretek eloszlásából, illetőleg az ebből kapott legnagyobb gyakoriságú értékek figyelembevételével számítottuk ki az átlagos leggyakoribb karesúsági tényezőt, amely a felhasznált anyagok méretére legjellemzőbb adatnak vehető.

Erre az üzemi reprodukálás érdekében volt szükség. Az eredményeknél az eloszlásdiagramok számszerű értékeit közöljük, és megadjuk az eloszlásgörbék kiegyenlített ábráit is.

A következőkben rátérünk a vizsgálatok eredményeinek részletes ismertetésére.

## 5. A KUTATÁSI ERDMÉNYEK RÉSZLETES ISMERTETÉSE

A célfeladat megoldását szolgáló kísérletsorozatok eredményeinek ismertetése előtt megadjuk az alapanyagok és a bekevert anyagok méreteloszlási adatait.

**5.1** A bekeverendő apró frakció *hosszméretének* eloszlási adatai a következők voltak 0 és 3 mm között:

0,0—1,0 mm között (szitaméret alatti)	6,3%
1,0—1,5 mm között	23,3%
1,5—2,0 mm között	33,0%
2,0—2,5 mm között	22,0%
2,5—3,0 mm között	11,0%
3 mm-nél nagyobb szemese	4,4%

Az eloszlás-diagramot az 1. ábrán mutatjuk be.

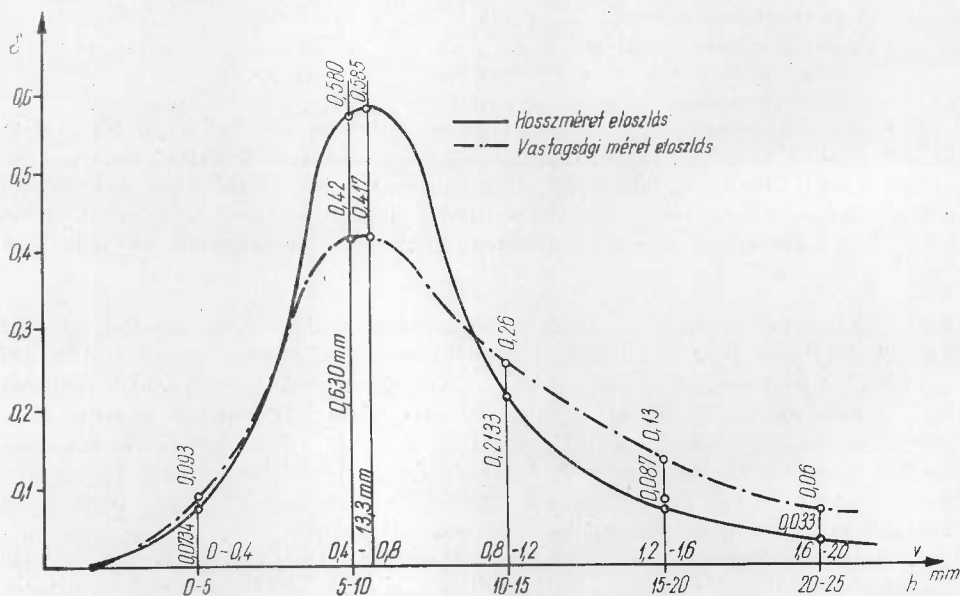
A leggyakoribb hossz méret átlag 1,65 mm.

A *vastagsági méret* eloszlásának adatai a következők:

0,0 —0,05 mm méret között	42,6%
0,05—0,10 mm méret között	34,7%
0,10—0,15 mm méret között	18,3%
0,15—0,20 mm méret között	3,4%
0,2 mm-nél vastagabb	1,0%

Az 1. ábrán látható, másik diagram világosan mutatja, hogy a méret-eloszlás inkább a Poisson-eloszlást követi, nem a Gauss-féle normált.

A leggyakoribb vastagsági átlagméret 0,022 mm. A leggyakoribb hossz- és vastagsági méretek hányadosából kapjuk a leggyakoribb átlag karesúsági tényezőt.



1. ábra. Az alapozdorja méretelosztási diagramjai

$$\lambda = \frac{1,65}{0,022} = 75$$

Ez az érték meglepően magas, ha az alábbi alap-pozdorja karcúsághoz viszonyítjuk.

A magpozdorja-méreték eloszlás-diagramjának adatai ugyanis a következők:

Hosszméret eloszlás

0,0—5,0 mm között	7,34%
5—10 mm között	58,0 %
10—15 mm között	21,33%
15—20 mm között	8,7 %
20—25 mm között	3,33%
25 mm feletti hosszúság	1,30%

Vastagsági méret eloszlás

0,0—0,4 mm között	9,3%
0,4—0,8 mm között	41,7%
0,8—1,2 mm között	26,0%
1,2—1,6 mm között	13,0%
1,6—2,0 mm között	6,0%
2 mm-nél vastagabb	4,0%

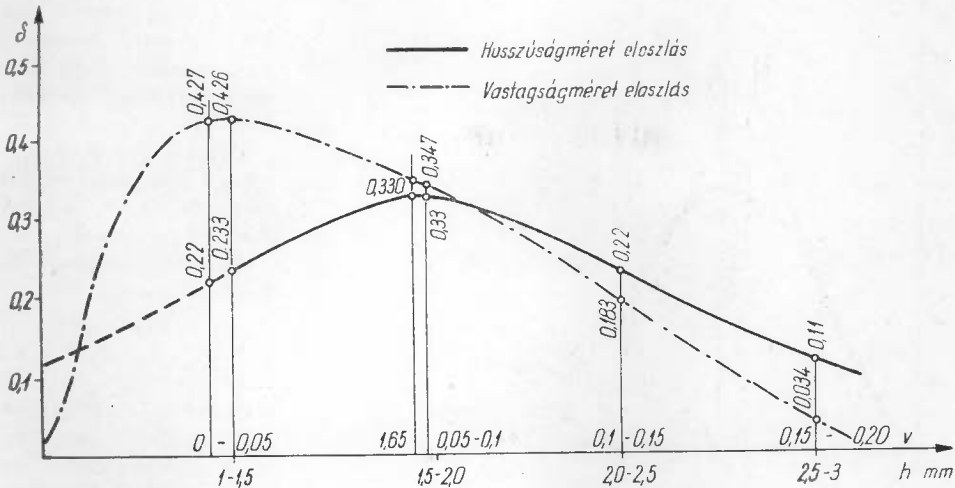
Az átlagos leggyakoribb hosszúságot a 2. ábráról leolvashatóan 13,3 mm, a leggyakoribb vastagsági átlagmérték 0,63 mm.

A leggyakoribb átlag-karcúság tehát:

$$\lambda = \frac{13,3}{0,63} = 21,1$$

Látható tehát, hogy az apró frakció karcúsági tényezője az alap-pozdorjaanyag karcúságához képest annak kb. negyed része.

A TRIPO lapok fedő rétegének méreteloszlási vizsgálatánál a következő eredményeket kaptuk.



2. ábra. Az apró frakció méretviszonyainak eloszlás-diagramja

*Hosszméret eloszlás*

0,0—3,0 mm között	26,7%
3—6 mm között	49,3%
6—9 mm között	19,6%
9—12 mm között	2,3%
12—15 mm között	1,4%
15 mm feletti hosszúság	0,7%

A leggyakoribb átlagos hosszúság 3,7 mm.

*Vastagsági méret eloszlás*

0,0—0,2 mm között	23,3%
0,2—0,4 mm között	39,0%
0,4—0,6 mm között	23,6%
0,6—0,8 mm között	7,7%
0,8—1,0 mm között	5,7%
1,0 mm vastagság feletti méret	0,7%

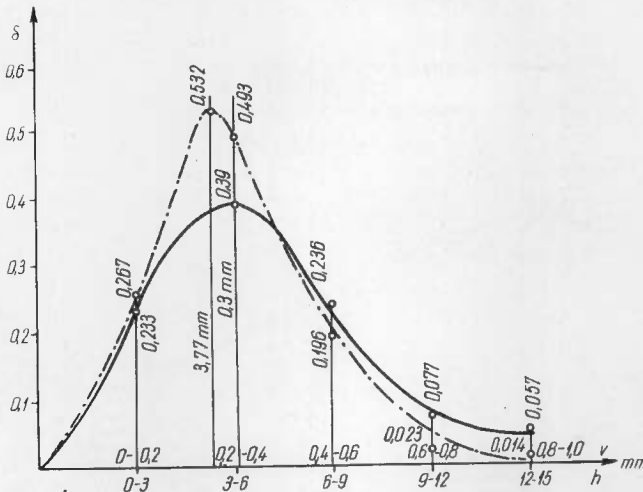
A leggyakrabban előforduló átlag vastagság 0,3 mm.

A hossz- és vastagság-eloszlás diagramjait a 3. ábrán tüntettük fel.

Az átlagos leggyakoribb méretekből a fedőpozdorja anyag átlagos karcsúsági tényezője

$$\lambda_F = \frac{3,7}{0,3} = 12,3$$

Feltűnik, hogy a legnagyobb karcsúsága az apró frakciónak van, az abszolút értékben alacsony vastagsági méretek következtében, valamint amiatt, hogy az apró frakció vastagsági mérete nem arányosan oszlik meg az átlag körül, hanem gyakoribb a vékonyabb szemcsék előfordulása. Ezzel szemben a magpozdorja karcsúsági tényezője jóval kisebb, és még ennél is kisebb a csekélyebb hosszúságú fedőanyag karcsúsága. Ebből következik, hogy a minőségi jellemzők kialakulásánál az apró frakció fajlagos felületi növekedését valószínűleg kiegyenlíti a karcsúsági tényező magasabb értéke, mind a maglemeznél, mind a TRIPO lapoknál.



3. ábra. A TRIPO lapok fedőpozdorja anyagának hossz és vastagsági méreteloszlási diagramjai

**5.2** Különböző arányú apró frakció és por bekeverésével készített lapsorozatok vizsgálati eredményeinek értékelése.

Először a borított egyrétegű lapoknál kapott eredményeket vesszük sorra és értékeljük.

Borított egyrétegű lapok eredményei

*Térfogatsúly*

Mint azt már a 3.2 pontban rögzítettük, a térfogatsúlyt 650 kp/m<sup>3</sup>-re állítottuk be valamennyi sorozatnál. Az átlagos értéktől eltérő adatokat erre korrigál-

tuk. Így a térfogatsúly eloszlására jellemző statisztikus adatokat is  $650 \text{ kp/cm}^3$  átlag figyelembevételével számítottuk, azonban a 650-es értéktől való eltérések figyelembevételével.

Számunkra valamennyi jellemző ismerete érdektelen, csupán az a kérdés, hogy a bekevert apró frakció, illetve por a térfogatsúly relatív szórását milyen mértékben befolyásolja. Ezért az összes sorozat térfogatsúlyainak a relatív szórásértékeit értékeltük az 1. táblázat alapján, melyben a statisztikus jellemzőket foglaltuk össze, külön az apró frakció és a por bekeverés különböző arányának függvényében. A hajlító és lap-leemelő szilárdsági, valamint a dagadási próbatesteknél meghatározott térfogatsúlyok szórásai közül a legnagyobbat vettük figyelembe és a táblázatban is ez szerepel.

### 1. táblázat

**Borított lapok térfogatsúlyának statisztikus jellemzői az apró frakció, illetve por-bekeverés arányának függvényében**

Sorozat jele	Statisztikus jellemzők				
	$\gamma$	s	m	v	p
Mértékegység	$\text{kp/m}^3$	$\text{kp/m}^3$	$\text{kp/m}^3$	%	%
KB	650	34,22	11,40	5,26	1,75
R5		14,7	3,40	2,26	0,52
R10		36,58	12,19	5,62	1,87
R15		38,2	12,7	5,87	1,96
P5		18,88	4,45	2,90	0,68
P10	650	22,00	7,33	3,38	1,12
P15		20,3	6,76	3,12	1,04
P20		18,64	6,21	2,86	0,95

A relatív szórások értékeit vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy az apró frakció bekeverés a lapok homogenitását nem javítja, ezzel szemben a por egyöntetűbb térfogatsúlyt eredményez, valószínűleg azért, mert a legkisebb szemcsék jól el tudnak helyezkedni a nagyobb szemcsék által hagyott kisebb üregekben is.

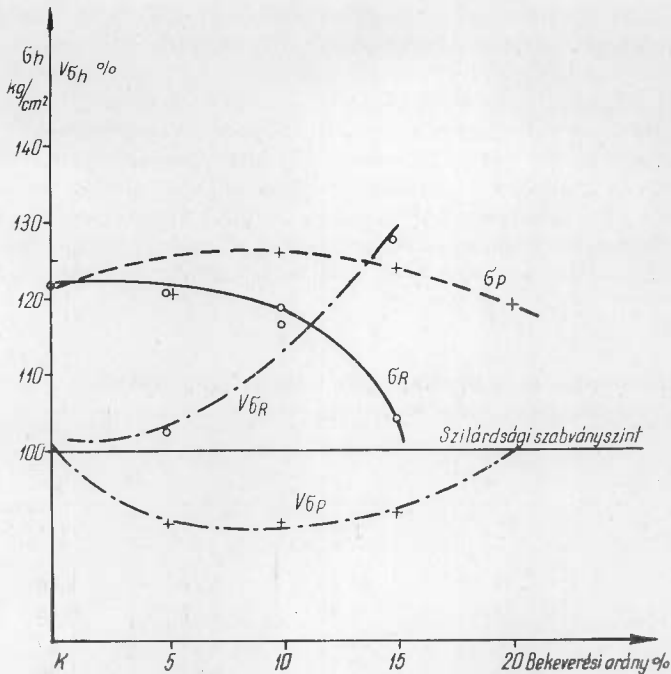
### Hajlítószilárdság

A hajlítószilárdságnak a bekeverési arányoktól függő átlagértékeit és statisztikus jellemzőit a 2. táblázat tartalmazza.

### 2. táblázat

**A hajlítószilárdság értékei és statisztikus jellemzői a keverési arányok függvényében**

Jellemzők	Mértékegység	Keverési arányok							
		apró frakció				por			
		KB	R5	R10	R15	P5	P10	P15	P20
$\sigma_h$	$\text{kp/cm}^2$	122	121	119	104	121	126	124	119
s	$\text{kp/cm}^2$	12,5	12,74	15,93	16,1	9,79	10,20	10,50	11,97
m	$\text{kp/cm}^2$	4,16	4,14	5,31	5,36	3,26	3,40	3,5	3,99
v	%	10,25	10,52	13,38	15,5	8,09	8,1	8,45	10,05
p	%	3,41	3,50	4,46	5,15	2,69	2,70	2,82	3,35



4. ábra. A hajlítoszilárdság és a hajlítószilárdság relatív szórásának változása a keverési arányok függvényében

esetén sem mutatható ki szilárdságesökkenés, ami azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló pormennyiség korlátlanul bedolgozható a maglemezekbe a szilárdság csökkenése nélkül.

Lapleemelő-szilárdság

3. táblázat

A kísérletsorozatoknál a lapleemelő szilárdsági vizsgálatokat elvégezve a következő eredményeket kaptuk

Jellemzők	Mértékegység	Keverési arányok							
		Apró frakció				Por			
		KB	R5	R10	R15	P5	P10	P15	P20
σ <sub>l</sub>	kp/cm <sup>2</sup>	6,75	7,21	7,38	7,45	6,99	7,06	6,70	6,84
s	kp/cm <sup>2</sup>	0,65	0,40	0,64	0,53	0,51	0,73	0,81	0,84
m	kp/cm <sup>2</sup>	0,21	0,13	0,21	0,18	0,17	0,24	0,27	0,28
v	%	9,62	5,54	8,67	7,10	7,29	10,33	12,10	12,88
p	%	3,11	1,80	2,84	2,42	2,43	3,39	4,03	4,09

A 3. táblázat és az 5. ábra alapján megállapítható, hogy az apró frakció bekeverése, az irodalmi adatokkal szemben (forgácslapra) a lapleemelő szilárdság kismértékű emelkedését hozza magával. Ehhez a megállapításhoz azonban feltétlenül hozzá kell fűznünk, hogy érvényessége az üzemi kötőanyag felhordás esetén vitat-

Az átlagértékeket és a relatív szórásokat a 4. ábrára rajzoltuk fel.

Az eredmények értékelése arra a megállapításra vezet, hogy az apró frakció 10%-os bekeverése még semmi változást nem okoz a hajlítoszilárdságban.

A 15%-os bekeverésnél azonban már mintegy 15%-os szilárdságesökkenés lép fel. A különbség nem véletlen, minthogy

$$t = \frac{122 - 104}{\sqrt{4,16^2 + 5,36^2}} = 2,62 > 2,5$$

tehát a különbség 98,76-nál nagyobb valószínűséggel fennáll.

A por bekeverésnél még 20% felhasználása

ható. Az általunk használt labor porlasztónak a felbontó képessége ugyanis kb. 1/50—1/100-szor jobb az üzeminél, és ez a lapleemelő-szilárdság alakulása szempontjából döntő.

A por bekeverése a lapleemelő szilárdságot lényeges mértékben nem változtatja meg, viszont erősen emeli a lapleemelő szilárdság szórását. Ez érthető, mert a por lokális elhelyezkedési szerkezete változó a lapon belül, s így a lapleemelő szilárdság erősen függ a próbadarab kivételi helyétől.

#### Vastagsági dagadás

A különböző mintaszorozatok dagadásának vizsgálati eredményeit a 4. táblázat tartalmazza.

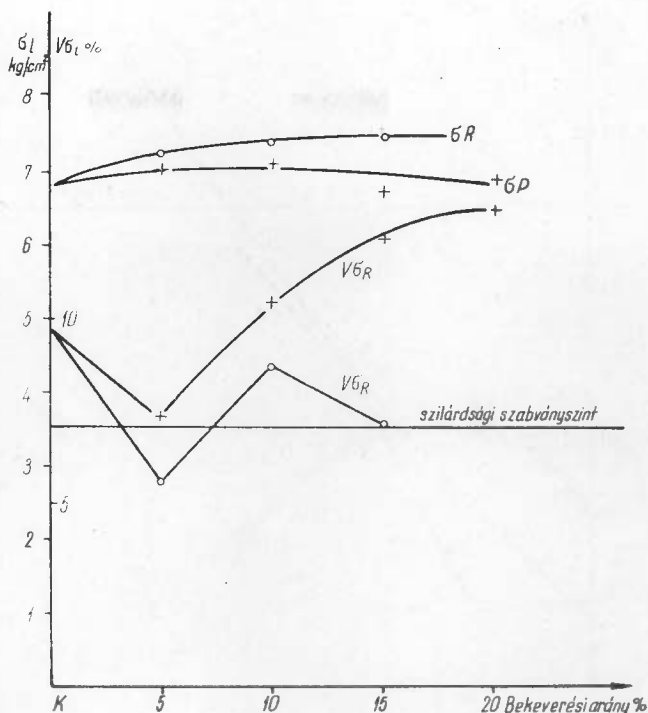
#### 4. táblázat

#### A vastagsági dagadás statisztikus jellemzői a bekeverési arányok függvényében

Jellemzők	Mértékegység	Keverési arányok							
		Apró frakció				Por			
		KB	R5	R10	R15	P5	P10	P15	P20
$\bar{d}$	%	5,81	5,52	11,4	14,8	7,40	12,3	15,6	19,9
s	%	0,89	1,29	2,30	2,50	1,75	2,44	2,40	2,45
m	%	0,21	0,30	0,54	0,59	0,41	0,57	0,56	0,57
v	%/°	15,31	23,3	20,2	16,9	23,6	19,83	15,4	12,31
p	%/°	3,61	5,43	4,73	3,98	5,54	4,63	3,6	2,86

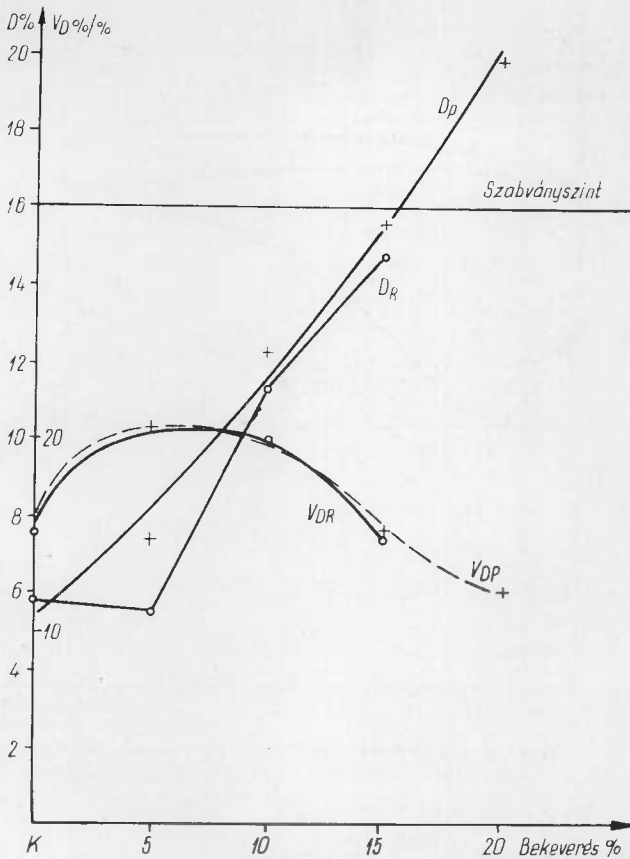
Az eredményeket értékelve láthatjuk, hogy a vastagsági dagadást igen erősen befolyásolja mind az apró frakció, mind pedig a por bekeverése. 10% arányban mindkét anyag már kb. kétszeresére növeli a dagadás mértékét. Ettől eltekintve kísérleti lapjaink dagadása még 15% bekeverésnél is alatta marad a megengedett szabvány maximumnak. Csak 20% bekeverésnél megy a megengedett érték fölé.

A dagadási értékek relatív szórásai 5 és 10% bekeverésnél némi növekedést mutatnak, azonban 15 és 20%-nál a kontroll lapokéval közel azonos szórásértékeket kaptunk.



5. ábra. A lapleemelő szilárdság és relatív szórásának változása a keverési arányok függvényében





6. ábra. A vastagsági dagadás és relatív szórásának változása a keverési arányok függvényében

megfelelő kötőanyag felhordást feltételezve, javasolható.

Ezek után rátérünk az apró frakció, illetve az összetett szemcseszerkezetű bekeverésének különböző arányaival készített TRIPO lapok vizsgálati eredményeinek részletes ismertetésére.

**5.21 TRIPO lapok.** A TRIPO lapok közép- és fedő részébe külön-külön 5-től 20% arányig bekevert apró frakcióval és 10% porral végeztünk kísérleteket (l. 3.). Az egyes jellemzőket külön-külön tárgyalva az eredmények sorrendben a következők voltak:

#### Térfogatsúly

Az összes sorozatok  $650 \text{ kp/m}^3$  térfogatsúlyra vannak átszámítva. A térfogatsúlyok lényeges szórásértékeiként a kontroll és a 4 variáció sorozataiból kiválasztott maximális értékeket vettük figyelembe, s ezeket az 5. táblázat tartalmazza.

Az 5. táblázatban közölt adatok szerint az apró frakció arányának növelése — bár látszólag homogénebb szerkezetet eredményez — gyakorlatilag mégis növeli a térfogatsúly szórását. Ez az apró frakció helyenkénti eloszláskülönbségeivel magyarázható.

Összegezve a borított egyrétegű lapok vizsgálatának eredményeit, az apró frakció, ill. por bekeverésének függvényében megállapíthatjuk, hogy a por tovább frakcionálásának nincs gyakorlati jelentősége. A kevert szemcseméretű por az apró frakcióval közel azonos hatású, a hajlítószilárdság szempontjából pedig még előnyösebb is. A bekeverhető mennyiségre vonatkozóan — az összes lap súlyára vonatkoztatott 15% bekeverése mellett — még szabványos minőségű lapok állíthatóak elő. A lapok homogenitása csak a lapleemelőszilárdság esetében mutat észrevehető változást, növekvő bekeverési arányhoz a lapleemelőszilárdság értékeinek nagyobb mértékű szórása párosul. Végeredményben maglemezek gyártásához 15% pozdorjapor felhasználása,

## 5. táblázat

**A térfogatsúly statisztikus adatai  
a legnagyobb szórású sorozatok figyelembevételével**

Lapjel	Statisztikus jellemzők				
	$\gamma$	s	m	v	D
Mértékegység	kp/m <sup>3</sup>	kp/m <sup>3</sup>	kp/m <sup>3</sup>	%	%
KT	650	11,8	3,93	1,81	0,60
RB20	650	13,74	4,58	2,11	0,70
RF15	650	18,64	6,21	2,86	0,95
PB10	650	15,34	5,11	2,36	0,78
PF10	650	12,98	4,32	1,99	0,66

*Hajlítószilárdság*

Az egyes variációkból készített lapsorozatok méréseredményeinek átlagait és statisztikus jellemzőit a 6. táblázatban foglaltuk össze.

## 6. táblázat

**TRIPO lapok hajlítószilárdságának átlagai  
és statisztikus jellemzői az apró frakció  
és por különböző bekeverési arányának függvényében**

Lapjel	Statisztikus jellemzők				
	$\sigma_h$	s	m	v	p
Mértékegység	kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>	%	%
KT	171	10,97	3,65	6,41	2,13
RB5	177	13,15	4,38	2,02	2,47
RB10	171	9,44	3,14	5,52	1,83
RB15	168	8,85	2,95	5,26	1,76
RB20	170	15,51	5,17	9,12	3,04
RF5	170	12,98	4,32	7,63	2,54
RF10	165	10,79	3,59	6,53	2,17
RF15	171	10,38	3,46	6,07	2,02
RF20	175	13,57	4,52	7,75	2,58
PB5	176	6,25	2,08	3,34	1,18
PB10	171	7,84	2,61	4,58	1,52
PF5	162	12,39	4,13	7,64	2,54
PF10	170	8,85	2,95	5,20	1,73
PFB20	162	18,88	6,29	11,65	3,88

A szilárdsági értékek átlagadatai elég szűk intervallumban változnak. Ezért szükséges megvizsgálni, hogy az eltérések szignifikánsan kimutathatók-e.

Célszerűen a legnagyobb és legkisebb átlag esetére végezzük el a szignifikancia vizsgálatot.

A legnagyobb átlag 177 kp/cm<sup>2</sup>

A legkisebb átlag 162 kp/cm<sup>2</sup>

A kontroll átlag 171 kp/cm<sup>2</sup>

$$t_1 = \frac{177-171}{\sqrt{4,38^2 + 3,65^2}} = 1,05 < 1,64$$

$$t_2 = \frac{171-162}{\sqrt{4,13 + 6,29}} = 1,20 < 1,64$$

Mindkét szélső átlagra vonatkozóan azt kaptuk, hogy az eltérés valószínűsége 80%-nál kisebb, az első esetben pedig 70%-nál is kisebb. A statisztikus hipotézisnek legalább 95%-ig megbízhatónak kell lennie. Ebben az esetben tehát az eltérés statisztikusan nem bizonyítható, ami azt jelenti, hogy a különböző mennyiségekben kevert apró frakció, illetve por 20% arányig a hajlítószilárdságot kimutatható mértékben nem befolyásolja. Ez a tény kísérleteink során a belső és a fedő rétegbe bekevert por esetére egyaránt fennáll.

A kísérlet eredménye némileg meglepő, hiszen a forgácslapra vonatkozó irodalmi adatokkal bizonyos mértékig ellentétes. Azonban ez is azt bizonyítja, hogy a pozdorjaanyag egészen más törvényszerűségeket követ, és a forgácslapnál szerzett tapasztalatok nem ültethetők át a pozdorjalapokra.

Egyébként a kapott átlagértékek mindegyike a szabványérték felett van, és a háromszoros szórásérték sem ad a megengedett 140 kp/cm<sup>2</sup>-es minimumnál alacsonyabb szilárdságot.

A szórásértékek változásait vizsgálva is azt tapasztaljuk, hogy a sorozatok növekvő bekeverési mennyiségeinek függvényében semmiféle tendencia nem mutatkozik. A relatív szórás értéke általában 5—7% között mozog és független a bevitel helyétől (fedő-belső) és mennyiségétől is. A hajlítószilárdság szempontjából tehát a TRIPO lapokkal kísérletek sikeresnek mondhatók.

#### Lapleemelő szilárdság

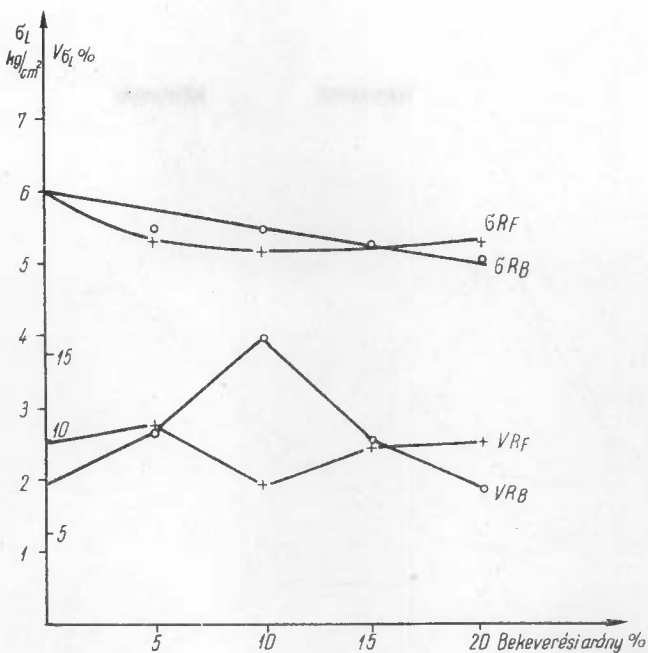
A lapleemelő szilárdsági vizsgálatok eredményeit hasonló sorrendben a hajlítószilárdsághoz a 7. táblázatban foglaljuk össze.

#### 7. táblázat

**A lapleemelő szilárdság változása a fedő és belső rétegbe kevert por és apró frakció keverési arányának függvényében**

Lapjel	Statisztikus jellemzők				
	$\sigma_1$	s	m	v	p
Mértékegység	kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>	%	%
KT	6,03	0,46	0,15	7,62	2,48
RB5	5,47	0,58	0,19	10,60	3,47
RB10	5,49	0,87	0,29	15,84	5,28
RB15	5,15	0,52	0,17	10,09	3,30
RB20	5,09	0,38	0,12	7,46	2,35
RF5	5,28	0,58	0,19	10,98	3,59
RF10	5,14	0,40	0,13	7,78	2,52
RF15	5,22	0,51	0,17	9,77	3,25
RF20	5,25	0,53	0,17	10,09	3,23
PF5	5,42	0,77	0,25	14,20	4,61
PB10	5,05	0,54	0,18	10,69	3,56
PF5	4,71	0,45	0,15	9,55	3,18
RF10	5,27	0,46	0,15	8,72	2,84
PFB20	5,17	0,28	0,09	5,41	1,74

A TRIPO lapok középrétegébe bekevert apró frakció és por a várakozásnak megfelelően csökkentette a lapok lapleemelő szilárdságát, azonban még a legalacsonyabb értékek is meghaladják a szabványban előírt minimális értékeket. A fedő rétegbe kevert apró frakció és por viszont — bár nem mutat olyan tendenciózus csökkenést — átlagosan mégis valamivel alacsonyabb lapleemelő szilárdságot okoz. Ennek magyarázata valószínűleg az, hogy a terítés és préselés folyamata alatt a fedőrétegből bizonyos mennyiségű por behull a középső rétegbe, és ez elegendő a kötőerő csökkentéséhez.

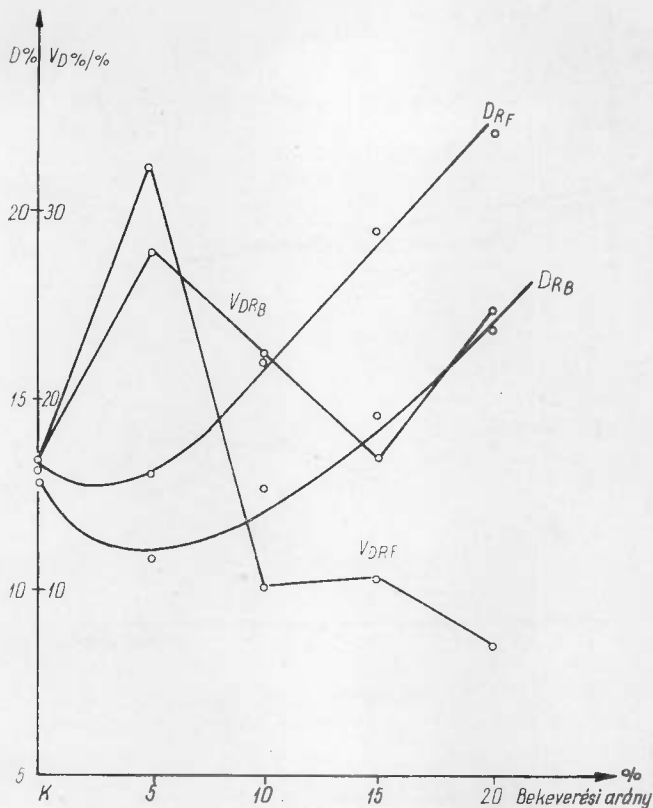


7. ábra. TRIPO-lapok lapleemelő szilárdságának és relatív szórásának változása a bekeverési arányok függvényében

8. táblázat

**A vastagsági dagadás változása  
a különböző keverési arányok függvényében.  
A vizsgálatok eredményeinek összefoglaló táblázata**

Lapjel	Statistikus jellemzők				
	d	s	m	v	p
Mértékegység	%	%	%	%/%	%/%
KT	13,1	2,21	0,52	16,87	3,96
RB5	10,8	3,01	0,71	27,87	6,57
RB10	12,6	2,80	0,66	22,22	5,23
RB15	14,5	2,44	0,57	16,82	3,93
RB20	15,9	3,92	0,92	24,65	5,78
RF5	13,0	5,20	0,99	31,3	7,61
RF10	16,0	1,61	0,38	10,06	2,37
RF15	19,4	2,03	0,48	10,46	2,47
RF20	22,0	1,53	0,36	6,95	1,64
PB5	11,3	1,72	0,40	15,22	3,53
PB10	10,4	2,18	0,51	20,57	4,90
PF5	13,5	2,97	0,70	22,00	5,18
PF10	15,6	1,86	0,44	11,92	2,82
PFB20	15,4	1,23	0,41	7,98	2,66



8. ábra. TRIPO-lapok vastagsági dagadásának és relatív szórásának változása a keverési arányok függvényében

értékeket találunk, mind az apró frakció, mind pedig a por bekeverés esetében. Abszolút értékben akkor kapunk nagyobb dagadási értéket, ha a bekeverés a fedő részbe történik. Ez megerősíti azt a feltevésünket, hogy az apró szemcsék beekelődése a nagyobbak közé — bár némi tömítő hatással jár — mégis erőteljesebb felszíni duzzadást okoz, és ezáltal a lap teljes keresztmetszetének nagyobb mérvű alakváltozásához vezet. Szabványos minőségű maradt még a kísérleti lap 15% apró frakció bekeverés után a belső rétegbe és 10% por bekeverés után a fedő rétegbe. Mivel a belső réteg portartalma inkább javító hatást mutatott, utolsó sorozatunkban a határértéket kíséreltük meg elérni 20% por bekeverésével úgy, hogy az összmenyiségre vonatkozó 10%-ot a fedő, 10%-ot pedig a belső részbe kevertünk. A kapott átlag valóban közel azonos azzal, melyet a fedőrétegbe bekevert 10% porral készített lapoknál kaptunk.

Levonhatjuk tehát azt a következtetést, hogy a kísérleteknél készített lapok vastagsági dagadás szempontjából is megfelelő eredményeket adtak, tehát a por, illetve apró frakció a TRIPO lapgyártásban is felhasználható.

A kapott eredményeket grafikusán a 7. ábrán ábráztuk.

A relatív szórások diagramja elég szeszélyesen változó, konkrét következtetések levonására nem alkalmas. Legnagyobb részük azonban a kontroll lapok relatív szórását meghaladja.

#### Vastagsági dagadás

A 8. táblázat és a 8. ábra a TRIPO lapok vastagsági dagadásának eltéréseit foglalja magában az előzőeknek megfelelő sorrendben.

A táblázat adatai világosan mutatják, hogy a dagadási érték változott a legjobban az apró frakció és por bekeverésének hatására. 5% keverési aránynál mutatkozó csökkenés megfelelő statisztikus biztonsággal nem mutatható ki. Ettől kezdve azonban a növekvő bekeverési %-oknak megfelelően tendenciózusan növekvő dagadási

## Összefoglaló

Az előzőekben részletesen ismertetett vizsgálati eredményeket szükségesnek látszik összefoglalni. A három legfontosabb — szabványban is rögzített határértékű — minőségi jellemző megfelelő szinten tartható a rendelkezésre álló por majdnem 100%-os felhasználása esetén is. A különböző variációk, melyeket a por frakcionálása, valamint a TRIPO lapoknál a külső és belső részekbe történő bekeverése által nyertünk, különböző eredményeket adtak az egyes jellemzők esetében, ezért az áttekinthetőség érdekében a legfontosabb átlagértékeket a 9. táblázatban foglaltuk össze.

A részeredmények értékelésénél kitértünk már ezen adatok elemzésére. Összefoglalásul a végkonklúziók a következőkben rögzíthetők.

A P20 és RF20 sorozatok dagadási értékének kivételével valamennyi átlagadat a szabvány előírásokat kielégíti. A szórások elemzése is arra mutat, hogy a minimumok sem rosszabbak a megkívánható legalacsonyabb értékeknél.

Mindebből következik, hogy:

— A borított pozdorjalapok gyártásánál a lapsúlyra vonatkoztatott 15% mennyiségig a minőségi jellemzők lényeges változása nélkül felhasználható a pozdorjapor.

— A TRIPO lapok gyártásánál a por bekeverése csak a dagadási hajlamra van kismértékben káros hatással. A fedő és belső rétegben egyenlő arányban elosztva az összlapsúly 20%-a por lehet, a szabványérték egyidejű megtartásával.

— A por frakcionálására nincs szükség. A kevert szemcseeloszlású por ugyanis semmivel sem szolgáltatott rosszabb eredményeket, mint a kirostált apró frakció bekeverése.

9. táblázat

A vizsgálatok eredményeinek összefoglaló táblázata

Sorozat Jele	Lap jellemzők			
	$\gamma$ kp/cm <sup>3</sup>	$\sigma_h$ kp/cm <sup>2</sup>	$\sigma_l$ kp/cm <sup>2</sup>	D %
KB	650	122	6,75	5,81
R15		104	7,45	14,84
P20		119	6,84	19,9
KT		171	6,03	13,1
RB20		170	5,09	15,9
RF20		175	5,25	22,0
PB10		171	5,05	10,4
PF10		170	5,27	15,6
PFB20		162	5,17	

## Irodalom

1. *Alpár T.—dr. Joó J.:* Az apróforgács-tartalom hatása a faforgácslapok fiziko-mechanikai tulajdonságaira. Faipar, 1965—66.
2. *Klauditz, W.—Kratz, W.:* Untersuchungen über Herstellbarkeit und Eigenschaften einfacher Holzspanformteilen.
3. *Arató I.:* Korszerű kötőanyag felhordási módszer alkalmazása pozdorjalap gyártásban.
4. *Klauditz, W.:* Zur Entwicklung und zum Stande der Holzspanplatten Herstellung. 1955. bis 1961.

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПЫЛИ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ В ХОДЕ  
ПРОИЗВОДСТВА КОСТРИКОВЫХ СТОЛЯРНЫХ ПЛИТ В ГОМОГЕННЫХ  
И ТРИПО СТОЛЯРНЫХ ПЛИТАХ**

**Д-Р Й. ХАДНАДЬ**  
Научный сотрудник

Целью исследовательской работы, изложенной в научном труде, было определение доли костриковой пыли, а также исследованию весовой пропорции примешивания, принимая во внимание из количества, могущего быть примененным.

На основании результатов наших исследований представилась возможность, как в отношении плит ТРИПО, а также гомогенных костриковых плит применение 15—20% пыли без ухудшения важнейших механических свойств. Различные варианты, которые были получены при подмешивании соответствующего количества пыли и мелкой фракции, примешиваемой в покровный и внутренний слой трехслойных плит, дали различные результаты, из которых однако ни один не был ниже минимумов, предписанных стандартом.

На основании экспериментальных результатов были разработаны также условия применения и введения в производство.

**THE USING POSSIBILITY OF POWDER ARISEN  
IN THE HARLE BLOCKBOARD PRODUCTION TO THE HOMOGENEOUS  
AND TRIPO BLOCKBOARDS**

**DR. J. HADNAGY**  
research worker

The intention of this research has been to determine the rate of utilizable harle powder as well as to establish by test the weight rate for mixing from the utilizable quantity.

On the basis of our researches it is possible to use 15—20% powder both for the TRIPO and for the homogeneous flaxboards without the deterioration of the most important properties. The different variations produced in case of board with three layers by the mixing of powder respectively of minute fraction into the cover and inner layer have given different results between that neither has been lower than the standard minimum.

On the basis of test results we have elaborated the conditions of operative use respectively introducing too.



**ANWENDUNG DES BEI DER HERSTELLUNG DER SCHÄBENPLATTEN  
ENTSTEHENDEN STAUBES ZUR HERSTELLUNG DER HOMOGENEN  
UND TRIPO TISCHLERPLATTEN**

**DR. J. HADNAGY**  
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Das Ziel der Forschung war die Bestimmung der anwendbaren Menge von Schäbenstaub und dann die Bestimmung die verhältnismässige, zur Produktion anwendbare Menge der entstandenen Staubes.

Gemäss den Ergebnissen unserer Forschungen ermöglicht wurde eine 15—20%ige Anwendung des Schäbenstaubes bei der Herstellung von homogenen und TRIPO-Platten ohne Verminderung der wichtigsten mechanischen Eigenschaften. Wir haben verschiedene Ergebnisse mit der Anwendung des Schäbenstaubes bei der Herstellung der dreischichtigen Platten bekommen und wir verwendeten kombiniert den Staub in der Deckschicht oder in der Mittelschicht. Die Ergebnisse waren nicht mindere, als das in den Normen festgestellte Minimum.

Den Versuchen nach gemäss wurden auch die Bedingungen der betrieblichen Anwendungen beziehungsweise der Einleitung ausgearbeitet.

# SZÁRÍTÁSI TECHNOLÓGIA KIDOLGOZÁSA AFROMÓZIA ÉS FINN-NYÍR FAFAJOKRA

(Témaszám: V/16)

I.ELE DEZSŐ

okl. gépészmérnök, tudományos osztályvezető

## 1. BEVEZETŐ

A Faipari Kutató Intézet megbízás alapján megvizsgálta két fafaj, az afromózia és a finn-nyír tulajdonságait ülőbútor gyártáshoz történő felhasználhatóság céljából.

Mindkét fafaj import útján kerül hazánkba és külföldi megrendelésre ülőbútorok készülnek belőle.

A megmunkálás során, de főleg a kész termékeken, az afromózia anyagból készült székeken különféle repedések keletkeztek, amelyek szárítástechnológiai hiányosságokra voltak visszavezethetők.

A két fafaj anatómiai, valamint fizikai-mechanikai tulajdonságainak vizsgálata után ezért a fent említett két fafajra részletes szárítási utasítást dolgoztunk ki.

Jelen dolgozat keretében a következő részletkérdésekre adunk választ:

- Az afromózia és a finn-nyír anatómiai tulajdonsága,
- Afromózia és finn-nyír fizikai-mechanikai tulajdonsága és összehasonlítása az eddig alkalmazott — hagyományos — fafajjal (bükk),
- A kísérleti szárítási program eredménye,
- Szárítási utasítás afromózia és finn-nyír fafajokra vonatkozóan.

## 2. AFROMÓZIA ÉS FINN-NYÍR ANATÓMIAI VIZSGÁLATA

### ÉS TULAJDONSÁGÁNAK ISMERTETÉSE IRODALMI ADATOK ALAPJÁN

#### 2.1 Afromózia

Anatómiai neve:

*Afromosia elata* Harms-Kohrodua

Kereskedelmi neve:

Korodua (Ghana)

Asamela (Elefántcsontpart)

Ején (Kamerun)

Afromózia (Gabon, Nigéria)

Elterjedése:

Nyugat-Afrika, Elefántcsontpart, Ghana, Nigéria, Kamerun és Kongó.

*Külső morfológia:* A rönk ágmentes, hasznos hosszúsága 20 m körüli, átmérője kitermeléskor nemritkán a 2 m-t is eléri. A szijács nagyon keskeny és fehér; elsárguló, a geszt a zöldessárgától sárgásbarnaig. A pórusok (tracheák) középnyagok, szórtak, s meglehetősen nagyszámúak, a pórus barázdák jól felismerhetők, ezek befolyásolják a fa rajzolatát. Külön említést érdemel, hogy a tracheák mézgával és különféle inkrusztáló anyagokkal nagymértékben eltömöttek. A bélsugarak finomak, azonban a határozottan emeletszerű elrendezés révén jól felismerhetők. A rostok vastagfalúak és közel egyenes átmérőjűek. Rendes körülmények között egye-

nes növéské, de néha a rostok egymásba fonódtak. A fatest váltakozóan csavart növéské.

*Fiziko-mechanikai tulajdonságai:* Térfogatsúly 0,70 p/cm<sup>3</sup> (15% nedvességtartalom mellett). Zsugorodási együtthatója kicsi; lassan, de jól lehet szárítani. Nagyon tartós fa. Gyors szárításnál vetemedésre és nagymérvű gyűrűs repedésre hajlamos.

*Megmunkálási sajátosságok:* Hagyományos gépi és kézi szerszámmal megmunkálható. Különösen a száraz fa a szerszám élet erősen tompítja. A nedves fa éppen úgy, mint a tölgy, a vas szerszám által elszíneződik a szerszám korróziójától. Megmunkálásánál, ahol a rostok egymásba fonódtak, feltépődnek, ami azonban a metszőszög növelésével, ill. a vágósebesség növelésével kiküszöbölhető.

*Szegezési sajátosságok:* szegezéskor hajlamos a repedésre, ezért előfúrás szükséges.

*Enyvezési sajátosságok:* kielégítően ragasztható a legtöbb ragasztóanyag típusal.

*Hajlítási sajátosságok:* tömör állapotban csak nagy sugárban lehet hajlítani, hajlításához rétegelt megoldás alkalmazható.

*Nedvesség felvétel:* jól lefolytatott szárítás után nagyon lassan veszi fel a környezet magasabb víztartalmát.

*Felhasználás:* bútór, parketta, furnér alapanyag. Közepes igénybevétel esetén a belső és külső építészetben egyaránt használható. Mint tömör fát különösen ülbútorokhoz, állványbútorokhoz, lépcsőkhöz, hajó-, híd- és kikötő építéséhez használják.

## 2.2 Finn-nyír.

Anatómiai neve:

*Betula pendula* Roth

Kereskedelmi neve:

Közönséges nyír — magyar

Bouleau Verruqueux — francia

Betulla — olasz

Birch — angol

Birke — német

Elterjedése:

Észak-Európa, Észak-Amerika (Kanada) és Szibéria.

*Külső morfológia:* A törzs 15 m-ig általában ágmentes, átmérője kitermeléskor 1 méternél nem nagyobb. A szijács és a geszt nem különbözik egymástól. Színük sárgásfehértől a vörössérgáig változik. A pórusok (tracheák) finomak, szórtak és gyakran párosával fordulnak elő. Az évgyűrű határokat gyengén jelzik a keskeny őszi pászta sávok. A rostok alakulása gyakran hullámos, átmérőjük egyenletes. A bütü-felületek gyakran vörössesbarnák, tangenciális irányú bélsugarak csak sima tükör felületeken ismerhetők fel.

*Fiziko-mechanikai tulajdonságai:* térfogatsúly 0,69 kp/cm<sup>3</sup> (15% nedvességtartalom mellett). Mérsékeltén zsugorodik. Szárításnál hajlamos a vetemedésre. Nehezen hasítható.

*Megmunkálási sajátosságok:* Minden szerszámmal könnyen és tisztán lehet megmunkálni. Jól késelhető, hámozható, könnyen pácolható és fényezhető.

*Szegezési sajátosságok:* jól szegezhető, nem repedékeny.

*Enyvezési sajátosságok:* minden faipari ragasztóanyaggal jól ragasztható.

*Hajlítási sajátosságok:* a faanyag elasztikus, szívós és jól hajlítható.

*Nedvességmozgás:* a faanyag a nedvességet könnyen felveszi és méretét változtatja.

*Felhasználás:* járművek (személy- és tehergépköcsi karosszéria), kocsik (küllök, rudak, keréktalpak), szánok, edények, kaptafák, ruhaakasztók, szagtalan hordók stb. gyártásához. A nyírfa azonban mindenekelőtt kitűnő furnér- és rétegelt lemez-, bútór- és szerkezeti anyag. Ülbútorok gyártásánál elsősorban rétegelt lemez alakjában használták, de újabban mint szerkezeti anyagot is előszeretettel alkalmazzák. Különösen kedvelt alapanyag az esztergályozott és a metszett faárukhoz.

### 3. AFROMÓZIA ÉS FINN-NYÍR

#### FIZIKAI-MECHANIKAI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA ÉS ÖSSZEHASONLÍTÁSA AZ EDDIG ALKALMAZOTT, HAGYOMÁNYOS FAFAJJAL (BÜKK)

A szilárdsági vizsgálatokat az MSZ 6786—52 előírásai szerint végeztük Amsler típusú univerzális anyagvizsgáló gépen.

A vizsgálatok céljára 3—3 db pallóból 15—15 db próbatestet készítettünk olyan elosztásban, hogy 7 db próbatesten az évgyűrűirány párhuzamos volt a terhelő erővel, 8 próbatesten pedig merőleges.

A vizsgálat alatt az anyagok nedvességtartalma általában 8—15% között volt. A szilárdsági értékeket a szabvány előírása szerint 15% nedvességtartalomra számítottuk át.

Összehasonlítás céljából külön vizsgáltuk a bükk és gőzölt bükk tulajdonságait.

Az egyes vizsgálatok összefoglaló eredményeit az 1. táblázatban, elemzését a következő fejezetben adjuk meg.

#### 3.1 Afromózia

Közepes térfogatsúlyú, igen kemény fa. Keménysége a gőzölt bükkhöz képest körülbelül másfélszeres. Többi mechanikai tulajdonságai a gőzölt bükkhöz képest átlagosan csak 70—75%-ot érnek el.

Egyes mechanikai tulajdonságai — mint például a hajlító-, ütő- és törőszilárdság — az évgyűrűkre merőleges irányban 20—30%-kal nagyobbak, mint az évgyűrűkkel párhuzamosan. Ezt a tényt különösen szerkezeti elemek kialakításánál kell figyelembe venni.

A fatest változó csavart növése miatt a szálirány gyakran szabálytalan, ami szilárdsági igénybevételeknél hátrányként jelentkezik.

Keménysége és ridegsége miatt repedésre hajlamos, ezért fúrásnál, csapszerkezetek összeépítésénél, a pontos illesztésre igen nagy gondot kell fordítani. Csavarozásnál és szegezésnél előfúrást kell alkalmazni.

Hagyományos forgácsoló szerszámokkal általában megmunkálható, de célszerű minél nagyobb vágósebességet biztosítani.

Ülőbútor gyártására alkalmas.

#### 3.2 Finn-nyír.

Közepes térfogatsúlyú, közép kemény, szívós faanyag. Mechanikai tulajdonságai a gőzölt bükkhöz képest valamivel alacsonyabbak, de ezek az eltérések a 10%-ot nem haladják meg.

Zsugorodási és dagadási együtthatója is hasonló a gőzölt bükkéhez.

Szilárdsági értékei mind az évgyűrűvel párhuzamosan, mind merőlegesen megközelítően azonosak, ezért szerkezetek kialakításánál, az évgyűrűk irányára külön figyelmet fordítani nem szükséges.

Mivel szívós anyag, csapszerkezetek összeépítésénél, csavarozásánál, szegezésnél nem okoz különösebb problémát.

Hagyományos forgácsoló szerszámokkal megmunkálható. Ülőbútor gyártására alkalmas.

## 1. táblázat

A vizsgált fafajok fizikai-mechanikai tulajdonságainak összefoglaló táblázata

Fajfaj elnevezése, (magyar név, latin név)	Térfo- gatsúly $\rho/\text{cm}^3$ $\gamma$ (abszo- lút szá- raz)	A zsugorodás együtthatója		A dagadás együtthatója		Nyomó- szilárd- ság $\text{kp}/\text{cm}^2$ $\sigma_{ny}$	Szakító szilárd- ság $\text{kp}/\text{cm}^2$ $\sigma_{sz}$	Hasító ellen- állás $\text{kp}/\text{cm}^2$ $\sigma_{has}$	Hajlító szilárd- ság $\text{kp}/\text{cm}^2$ $\sigma_H$	Ütőszilárd- ság $\text{mkg}/\text{cm}^2$ $a'$	Nyíró- szilárd- ság $\text{kp}/\text{cm}^2$ $\tau$	Ke- mény- ség $\text{kp}/\text{mm}^2$ (Brinell) $K_B$	Meg- jegy- zés
		$E_s$	$E_h$	$E_s$	$E_h$								
Afromózia ( <i>Afrormosia elata</i> Harms)	0,61	0,125	0,231	0,103	0,190	444	727	6,0	784	0,47	92	7,01	x
								5,9	965	0,74	95		xx
								5,9	880	0,61	94		xxx
Finn-nyír ( <i>Betula pendula</i> Roth)	0,60	0,228	0,305	0,214	0,370	446	960	7,6	1025	0,86	88	4,45	x
								6,6	1044	0,80	116		xx
								7,1	1075	0,83	103		xxx
Bükk ( <i>Fagus silvatica</i> )	0,72	0,206	0,343	0,223	0,499	526	1171	9,0	1039	0,76	123	4,92	x
								6,3	1040	0,87	154		xx
								7,8	1040	0,82	140		xxx
Gőzölt bükk ( <i>Fagus silvatica</i> )	0,69	0,180	0,349	0,185	0,477	516	1095	8,6	1077	1,01	111	4,64	x
								5,8	1086	0,84	134		xx
								7,1	1081	0,92	123		xxx

Megjegyzés: x a terhelés az évgyűrűk irányával párhuzamos (7 mérés átlaga)

xx a terhelés az évgyűrűk irányára merőleges (8 mérés átlaga)

xxx a 15 mérés átlagértéke

A szilárdsági értékek 15% nettó fanedvességre vannak átszámítva

#### 4. AFROMÓZIA FÜRÉSZÁRURA VONATKOZÓ KÍSÉRLETI SZÁRÍTÁSI PROGRAM ÖSSZEÁLLÍTÁSA ÉS A KÍSÉRLETI SZÁRÍTÁS EREDMÉNYÉNEK KIÉRTÉKELÉSE

A megbízó üzemben SHT 3/1 típusú programvezérlésű gyorszáritó működik. A kísérleti szárítási programot és a szárítási utasítást is erre a típusú szárítóra dolgoztuk ki.

A szárító korszerű felépítésű és működésű, megfelelő program-tárcsa elkészítésével a legkényesebb fajok szárítására is alkalmas. A program-tárcsa elkészítéséhez azonban pontosan ismerni kell a szárítandó faj anatómiai, fizikai és mechanikai tulajdonságait, mert ennek hiányában a helyes szárítási program nem alakítható ki.

Az üzemnek nem volt lehetősége részletesen elemezni az afromózia ezen tulajdonságait, így a szárító kezelési utasításnál egy 40%-os kezdő nedvességű 30 mm vastag bükkre vonatkozó programot vett figyelembe. Ez a program nem volt szinkronban a szárítandó anyag paramétereivel, már azért sem, mert ennek kezdő nedvessége 17—30% között változott. A menetközbeni ellenőrzésnél is nagy eltérések mutatkoztak a program és a tényleges adatok között. A szárítás végén a minőség ellenőrzésére készített villáspróba nagymértékű behajlást mutatott, ami nagyfokú bekérgeződést jelentett.

Az anatómiai és fizikai vizsgálatok eredményéből látjuk, hogy az afromózia rostjai vastag falúak, a kötött víz a különböző inkrusztáló anyagok miatt nehezen távozik a fatestből. A faanyag rideg, kemény, repedékeny. Zsugorodási és dagadási együtthatója kicsi, vízfelvétele lassú. Az anyag rostüregei aprók, mézgvával eltömöttek, ami az anyag száradását — közepes térfogatsúly ellenére is — nagyon megnehezíti.

Ezek alapján a kísérleti szárítási program összeállításánál a következő szempontokra voltunk figyelemmel:

- a szárítást alacsony hőfokon kell végezni,
- az  $\alpha$  szárítási fokozat értékét a lehető legkisebbnek kell választani,
- a szárítási időt ennek megfelelően kell meghatározni,
- a kiegyenlítésre különösen nagy gondot kell fordítani.

**4.1** A szárítási paraméterek meghatározása kísérleti szárításhoz.

a) *A szárító levegő hőmérséklete ( $T_{sz}$ ).* Mivel érzékeny fajafról van szó, alacsony szárítási hőmérsékletet választottunk. Az SHT kezelési utasítás alapján 30%-nál kisebb kezdő nedvességnél 58—60 °C megengedhető és ezt az értéket lassan lehet növelni a szárítás végéig, 64—66 °C-ra.

b) *Száritó levegő relatív nedvességtartalma ( $\varphi$ ).* Alacsony relatív nedvesség mellett a szárítás túl gyors, ami az afromóziánál meghibásodáshoz vezetne, ezért a szárítást magas (100%) relatív nedvességen kezdtük és csak lassan csökkentettük az első 20 órában 70%-ra, majd ezt követően 30 óra alatt 50%-ra. Ez a szárítási időt ugyan megnövelte, de biztosított egy megfelelő minőségű szárítást.

c) *A szárító levegő sebessége ( $v$ ).* Méréseink alapján a légsebesség 2,0—3,6 m/sec-nak adódott nyitott kamraajtó mellett, 30 mm vastag faanyag és 15 mm vastag hézagléc esetén a kamra elejében, ez az érték megfelelő.

d) *Száritási fokozat ( $\alpha$ ).* A szárítási fokozat a fa átlagos nedvessége ( $U$ ) és az egyenlíti fanedvesség ( $U_e$ ) hányadosát jelenti.

$$\alpha = \frac{U}{U_e}$$

Az  $\alpha$  értéke a szárítás folyamata alatt állandóan változik és azt alapvetően a faj szárítás iránti érzékenysége határozza meg. Értéke 1,2—4 között változhat. Könnyen

szárítható fafajoknál nagyobbra (pl. fenyő), kényesebb fafajoknál kisebbre kell választani. Az afromózia esetében az  $\alpha$  értéket 1,3—1,5 között célszerű tartani.

#### 4.2 Kísérleti szárítási program 30 mm vastag 20% kezdő nedvességű afromózia fafajra.

A fa szárítása három fő szakaszra bontható, úm.:

- felmelegítés, felgőzölés
- szárítás
- kiegyenlítés

a) *A felmelegítés* vastagsága centiméterenként általában 1 óra. Esetünkben a felmelegítés ideje 3 óra. A felmelegítés kezdeti szakaszában 1 órás gőzpermetezést végzünk, ezáltal biztosítjuk a kamrában a közel 100%-os relatív nedvességet.

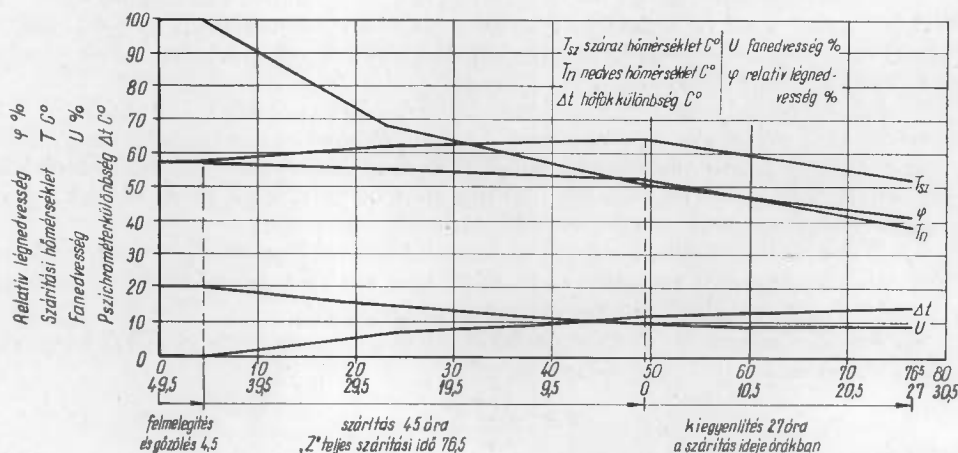
Az anyag repedékenysége miatt célszerű a felmelegítés után további felgőzölést beiktatni, amikor a felfűtési szakasz légállapot jellemzői mellett kiegyenlítjük az anyagban esetleg meglévő feszültségeket. Felgőzölési időre anyagvastagságonként 0,5 órát vettünk figyelembe, esetünkben tehát 1,5 óra.

b) *Szárítás*: tiszta szárítási idő 45 óra. A szárítás időtartama alatti paramétereket a nehezen szárítható fafajokra a szárítás kezelési utasításában megadott értékekből választottuk ki, figyelembe véve az anyag anatómiai-fizikai tulajdonságait. Ennek megfelelően a kezdeti hőmérséklet  $58\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a relatív légnedvességet közel 100%-ban választottuk meg.

A továbbiakban a hőmérséklet és a relatív nedvesség értékeket az 1. ábra szerint változtattuk.

A szárítás végén a száraz hőmérőt  $64\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra, a nedves hőmérőt  $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra kell beállítani, relatív légnedvességnek 51% felel meg. A tervezett fanedvesség 10%.

c) *Kiegyenlítés*: kiegyenlítésre anyagvastagsági mm-enként közel 1 órát vettünk figyelembe, esetünkben 27 órát. A kiegyenlítés ideje alatt a hőmérsékletet lassan kell csökkenteni  $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ , illetve  $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra. A kiegyenlítés alatt az anyag nedvességtartalmának terv szerint 8—10%-ra kell beállnia.



1. ábra. Kísérleti szárítási program 30 mm vastag 20% kezdő nedvességű afromóziára

### 4.3 A kísérleti szárítás eredményeinek ismertetése.

Az előzőekben ismertetett kísérleti program alapján próbaszárítást folytattunk a megbízó üzem SHT 3/1 típusú gyorszárítójában.

A kamra terét az anyag nem töltötte ki teljesen, mivel nem állt rendelkezésre megfelelő mennyiségű anyag. A kamra töltésfoka kb. 75% volt, a szabad részt rostlemezrel zártuk el. A farakásban 2—2 próbadarabot helyeztünk el 3 magasságban (alul, középen és felül), és mértük a nedvességsökkenést 2—2 mérési helyen, mind-egyik próbadarabon. A nedvességmérés átlag eredményei a következők voltak (2. táblázat).

2. táblázat

Próbadarabok elhelyezése szerint	Nedvesség érték %			
	berakáskor	24 óra szárítás után	48 óra szárítás után	kiszedéskor 76,5 óra szárítás után
Felső	18,7	17,3	13,4	11,8
Középső	17,4	18,7	16,4	12,7
Alsó	17,4	19,1	17,4	13,1

Ha a mérések eredményeit nézzük, azt látjuk, hogy az anyag a szárítás 1. napjában visszanedvesedett; a 2. napon 2,5% nedvességsökkenés volt tapasztalható, a 3. napon pedig 3,3%.

A szárítás végén villáspróbával ellenőriztük a szárítás minőségét, négy különböző helyről vett próbadarabon. A mérés eredménye azt mutatta, hogy az anyag bekérgesedett. A kérgesedés átlaga 8,9% volt.

Ha a nedvesség csökkenését (2. ábra) összevetjük a program görbéjével, azt látjuk, hogy a 24 óránként előírt kb. 5%-os nedvességsökkenés helyett a tényleges állapot csak 2,5—3,3% volt.

A kísérlet alapján ezért a szárítási programot a következőképpen módosítottuk:

Az 1 órás permetezési időt csökkenteni kell, csak addig szabad permetezni, amíg a nedves hőmérő a felfűtés szakaszára előírt hőfokot el nem éri.

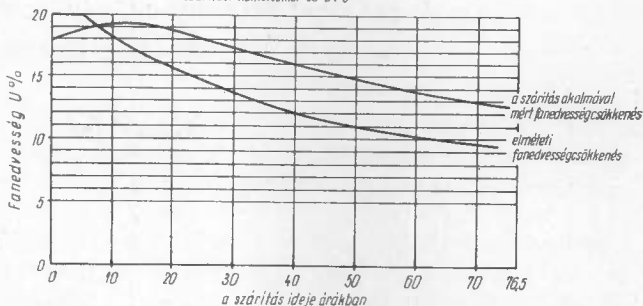
A szárítás idejét növelni kell, úgyhogy 24 óránként mindössze 2,5—3,0%-os nedvességsökkenéssel számolhatunk (30 mm vastag anyag esetén).

A kiegyenlítés alatt további nedvességsökkenésre nem lehet számítani, ehelyett a kiegyenlítés alatt kis-mértékben visszanedvesítést kell végezni.

### 4.4 Módosított szárítási program 30 mm vastag 20% kezdő nedvességű afro-móziára.

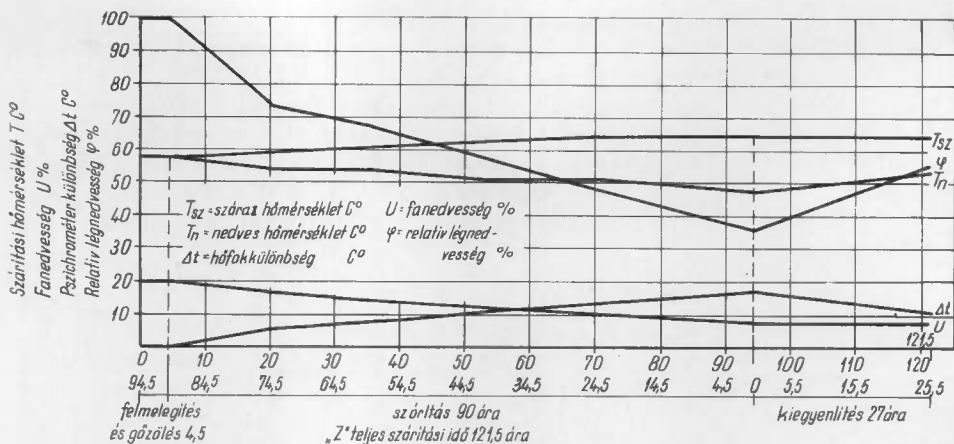
Felmelegítés, felgőzölés-időtartama 4,5 óra, hőmérséklet 58 °C, relatív légnedvesség közel 100%. Permetezést csak addig kell végezni, amíg a nedves hőmérő is eléri az 56—58 °C-ot.

A kísérleti szárítás mérései alapján  
„a” szárítási fokozat 15  
szárítási hőmérséklet 58-64 °C



2. ábra. 30 mm vastag 20% kezdő nedvességű afro-mózia nedvességsökkenési ábrája a szárítási idő függvényében





3. ábra. Módosított szárítási program 30 mm vastag 20% kezdő nedvességű afromóziára

**Szárítás:** tiszta szárítási idő 90 óra. A kezdeti hőmérséklet  $58^\circ\text{C}$ , a relatív légnedvesség az elérhető maximális érték, közel 100%.

A hőmérsékletet lassan emeljük  $59^\circ\text{C}$ -ra a szárítás 20. órájáig, a nedves hőmérsékletet pedig csökkentjük  $54^\circ\text{C}$ -ra. Ekkor a relatív légnedvesség 74%, a fanedvesség 17,5%, az egyensúlyi fanedvesség 11,7%, az  $\alpha$  értéke, 1,5.

Ezt követően a szárító paramétereit a 3. ábra szerint szabályozzuk.

A szárítási szakasz végén a hőmérsékletet 64, illetve  $47^\circ\text{C}$ -ra, kell beállítani, ami megfelel 36% relatív légnedvességnek. A fa nedvessége ekkor 8% lesz.

**Kiegyenlítés:** ideje 27 óra. A száraz hőmérsékletet a kiegyenlítés alatt  $64^\circ\text{C}$ -on tartjuk, a nedves hőmérsékletet pedig lassan emeljük fel  $53^\circ\text{C}$ -ra és így a relatív légnedvesség a kiegyenlítés végén 56%. A kiegyenlítés alatt az anyag nedvességtartalma végig 8%.

A fenti program alapján elvégzett szárításnak I. osztályú minőséget kell biztosítania, aminek ellenőrzésére végrehajtott villás próba csak 4%-nál kisebb eltérést mutathat.

A finn-nyírré kísérleti szárítást nem végeztünk, mivel az üzem a kísérlethez szükséges anyagot nem tudta rendelkezésünkre bocsátani.

## 5. ÁLTALÁNOS JELLEGŰ SZÁRÍTÁSI UTASÍTÁS

### AFROMÓZIA ÉS FINN-NYÍR FAFAJOKRA

#### 5.1 Afromózia.

Első lépésként meg kell állapítani a szárítandó faanyag jellemzőit, melyek alapján a szárítási diagram elkészíthető. Ezek a következők:

- a szárítandó faanyag vastagsága mm-ben,
- a szárítandó faanyag nedvességtartalma.

A nedvességtartalmat legalább 6 próbadarabon, 30% nedvességtartalom alatt, elektromos fanedvesség mérővel, 30% felett kiszárításos eljárással kell megállapítani.

Célszerű a műszeres mérés esetén is 1–2 db próbatesten kiszárítással is ellenőrizni a faanyag nedvességtartalmát.

Ezt követően a tiszta szárítási idő a 4. ábráról olvasható le. Pl.: 35 mm vastag,

50% kezdő nedvességű afromózia tiszta szárítási ideje 8% végnedvességig 210 óra.

A további szárítási paramétereket a 3. táblázatban foglaltuk össze:

- felmelegítés (felgőzölés) ideje,
- kiegyenlítés ideje,
- a szárítás átlagos hőmérséklete.

A példa szerinti faanyag felmelegítési (felgőzölési) 5 ideje óra, kiegyenlítési ideje 32 óra, a szárítás átlagos hőmérséklete 38—61 C° között van.

Miután megállapítottuk a szárítás paramétereit, a 3. ábra mintájára az értékeket diagramban kell ábrázolni.

A diagram alapján a program-tárcsát az SHT 3/1 típusú szárító kezelési utasítása (5.21 és 5.22 pont) szerint kell elkészíteni.

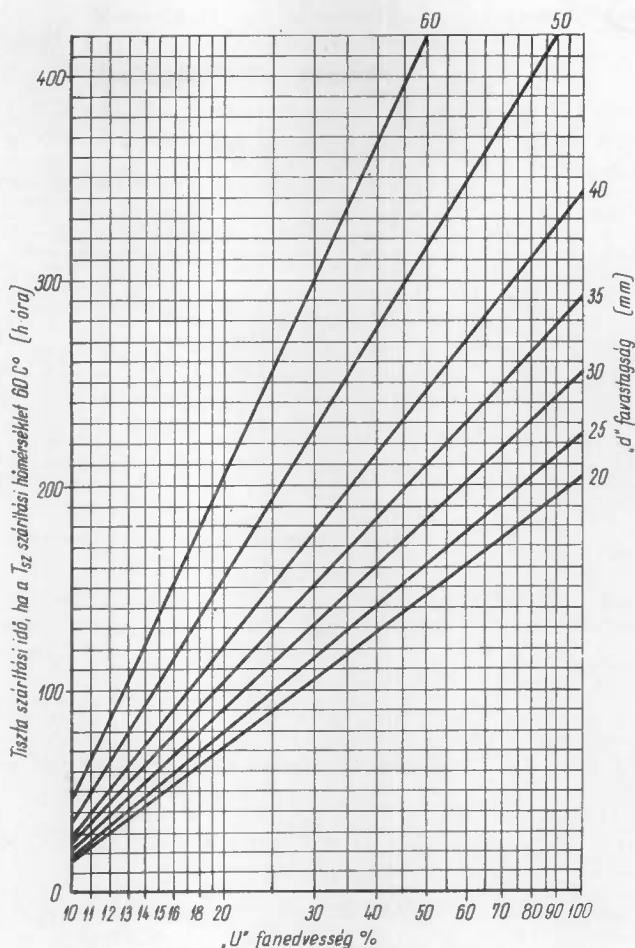
Az anyag összerakását és a szárító berakását az SHT 3/1 típusú szárító kezelési utasításának 5.4 pontjában foglaltak szerint kell elvégezni.

A jó minőségű szárítás megköveteli, hogy szárítás közben ellenőrizzük a száradás folyamatát. E célból a hat mintadarabot úgy kell elhelyezni, a farakatba, hogy azok szárítás közben könnyen hozzáférhetőek legyenek.

A mintákat a farakat kimenő oldalán helyezzük el, alul, felül és középen 2—2 darabot.

Szárítás közben ellenőrizzük a minták nedvességtartalmát és ha szükséges, a megfelelő módosításokat végrehajtjuk. A szárítás befejezése után ellenőrizzük a szárítás minőségét, a következők szerint:

- a) Villás próbadarabot kell készíteni a kergesedés ellenőrzésére.
- b) Ki kell számítani a rakomány átlagnedvességét (20 mintadarabon).
- c) Meg kell állapítani a 20 mintadarab nedvességének eltérését az előírt végnedvességhez viszonyítva. I. osztályú szárításnál  $\pm 1,5\%$ -ig, II. osztályú szárításnál  $\pm 2,5\%$ -ig, III. osztályú szárításnál  $\pm 2,5\%$ -on felül lehet az eltérés.



4. ábra. Szárítási idő meghatározása afromóziára a kezdő nedvesség és az anyagvastagság függvényében

## 3. táblázat

**Afromózia szárítási adatai SHT 3/1 típusú szárítóban  
végzett szárításkor**

Fa- vastag- ság mm	A faanyag kezdő nedvessége, %										Fel- fűtési (fel- gőzölési) idő (óra)	Ki- egyen- lítési idő (óra)
	80	70	60	50	40	35	30	25	20	15		
	kezdeti hőmérséklet 15—40 mm anyagvastagságnál (C°)											
	38	38	38	38	38	41	49	53	58	61		
szárítási időtartam 8% végnedvességre (óra)												
15	172	163	150	137	120	100	97	83	67	45	2,25	13,5
20	185	174	162	147	128,5	117	105	90	72	48	3,0	18,0
25	204	192	179	162	147	130	117,5	100	80	53,5	3,75	22,5
30	231	218	202	182,5	160	147	131	112	90	60	4,5	27,0
40	312	295	272	247	217	198	177	151	121	82	6,0	36,0
kezdeti hőmérséklet 50—80 mm anyagvastagságnál (C°)												
35	35	35	35	35	39	45	49	55	58			
szárítási időtartam 8% végnedvességre (óra)												
50	402	380	350	319	279	256	228	196	157	105	7,5	45,0
60				420	369	337	301	258	208	140	9,0	54,0
70								410	330	222	10,5	63,0
80										520	12,0	72,0

## 4. táblázat

**Finn-nyír szárítási adatai SHT 3/1 típusú szárítóban  
végzett szárításkor**

Fa- vastag- ság mm	A faanyag kezdőnedvessége %										Fel- fűtési (fel- gőzölési) idő (óra)	Ki- egyen- lítési idő (óra)
	80	70	60	55	40	35	30	25	20	15		
	kezdeti hőmérséklet 38—40 mm anyagvastagságnál (C°)											
	57	57	57	57	57	57	68	71	73	77		
szárítási időtartam végnedvességre (óra)												
15	33	31	29	26,5	23	21,5	19,5	17	13	8	1,5	5,0
20	38	35	33	30	27	24	22	18	15	11	2,0	6,0
25	45	42	39	36	32	28	26	22,5	17,5	12,5	2,5	7,0
30	53	50	47	42,5	37	34	31	27	20	15	3,0	9,0
40	73	68	64	57,4	51	47	42	36,5	28	20	4,0	12,0
kezdeti hőmérséklet 50—80 mm anyagvastagságnál (C°)												
53	53	53	53	53	53	53	53	65	70	73		
szárítási időtartam 8% végnedvességre (óra)												
50	106	100	93	85	74	67,5	61	53	43	30	5,0	15,0
60	146	137	127,5	116	102	94	84	73	58	41	5,0	18,0
70	200	187,5	175	159,5	140	128	115	100	80	56	7,0	22,0
80	312	292	271,5	250	221	204	183	157,5	127	88	8,0	25,0

d) Szárítás folyamán keletkezett repedéseket és vetemedéseket szemrevételezéssel kell megállapítani.

## 5.2 Finn-nyír.

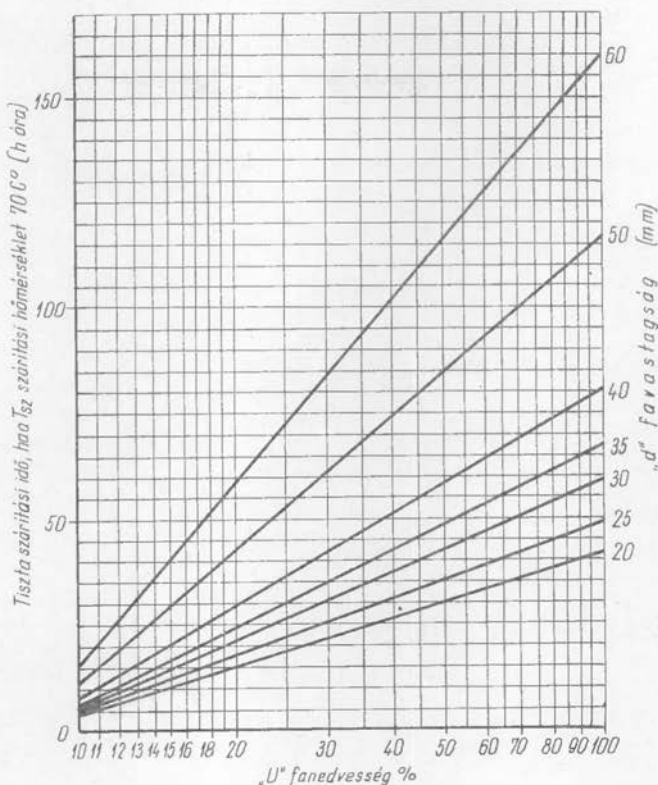
Kísérleti szárítást nem tudunk lefolytatni, ezért a finn-nyír szárítási adatait a laboratóriumi vizsgálatok és irodalmi adatok alapján dolgoztuk ki.

A szárítási program összeállításához itt is szükséges az anyag vastagságának és kezdeti nedvességtartalmának meghatározása. Ez hasonlóan történik az afromóziánál leírtakhoz.

A tiszta szárítási idő az 5. ábráról olvasható le. Pl.: 40 mm vastag, 50% kezdő nedvességtű tiszta szárítási ideje 8% végnedvességig 57,5 óra.

A 4. táblázatban foglaltuk össze a finn-nyír további szárítási adatait. A példa szerinti faanyag felmelegítési ideje 4 óra, kiegyenlítési ideje 12 óra, a szárítás átlagos hőmérséklete 57–77 °C között van.

A szárítás további folyamata megegyezik az afromóziánál leírtakkal.



5. ábra. Szárítási idő meghatározása finn-nyírrre a kezdő nedvesség és az anyagvastagság függvényében

## Összefoglaló

Az ülőbútor gyártásban a választék bővítésére a korszerű székek gyártásához a hagyományos fafajok mellett mindinkább alkalmaznak újabb hazai és exota fafajokat. Ennek keretében két fajfajt, afromóziát (*Afromosia elata* Harms) és nyírfát (*Betula pendula* Roth) vizsgáltunk meg, hogy fizikai és mechanikai tulajdonság tekintetében alkalmasak-e az ülőbútor gyártáshoz.

A vizsgálati eredmények alapján megállapítottuk, hogy mindkét fafaj megfelelő szilárdsági értékekkel és tulajdonságokkal rendelkezik ahhoz, hogy fűrészelt székek gyártásához felhasználják.

Ezt követően irodalmi adatok és kísérleti szárítás alapján kidolgoztuk a fenti fafajok szárítási technológiáját SHT-3-as típusú faszárító berendezésre.

Az afromózia szárításánál figyelembe kell venni rendkívüli keménységét és ridegségét, továbbá, hogy sejtüregei erősen eltömődöttek, ezért csak nagyon lassan, fokozott óva-

tossággal szárítható. A kidolgozott program figyelembevételével az afromózia repedésmentesen szárítható.

A nyír az eddig alkalmazott bükk, illetve gőzölt bükk szárításával szemben különleges elbírálást nem igényel. Feltétlenül szükséges azonban ennél a fafajnál is a program szerinti előírás pontos betartása, mert ellenkező esetben belső repedések keletkezhetnek.

## Irodalom

1. *Gottwald, H.*: Handelshölzer. Hamburg, 1958.
2. *Scheiber, C.*: Topenhölzer. Berlin, 1965.
3. *Wood Structural Data Sheet*: Afromosia, 32. sz. 1959.
4. *Wood*: Afromosia 27. sz. 1962.
5. *Howard, A. L.*: Timbers of the World. London, 1951.
6. *Knuchel, H.*: Holz Frankfurt am Main, 1954.
7. *Eisenmann, E.*: Kleiner Holz Trocknungskurs, Stuttgart 1956.
8. *Hildebrand, R.*: Die Schnittholztrocknung. Württemberg, 1962.
9. *Janik, W.*: Handbuch der Holz Trocknung. Leipzig, 1960.
10. *Koloc, K.*: Fafajták törzslapjai. 1954.
11. *Szöke B.—Burda F.*: Faipari szárítók kezelése. 1961.
12. 28. sz. szabvány gyűjtemény: Fűrész- és lemezipar.
13. *Szabó D.*: Faipari Kézikönyv. 1963.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ПО АФРОМОЗИЙСКИМ И ФИНСКИМ БЕРЕЗОВЫМ ВИДАМ ДРЕВЕСИНЫ

Д. ЛЕЛЕ

Зав. научным отделом

В производстве мебели для сидения главным образом с целью расширения ассортимента применяются также отечественные и ранее не применявшиеся экзотические виды древесины. Научный труд охватывает физические и механические свойства афромозии (*Afromosia elata* Harms) и северной березы (*Betula pendula* Roth) с учетом применения в производстве мебели для сидения. Обе породы древесины располагают соответствующими значениями и особенностями прочности для того, чтобы использовать их для производства стульев из пиломатериалов.

На основании литературных данных и экспериментальной сушки была разработана технология сушки вышеуказанных пород древесины сушильной установкой типа НТ—3.

При сушке древесины афромозии следует принять во внимание исключительную твердость и жесткость, далее, что полости клеток сильно заполнены, поэтому эта порода древесины подвергается сушке только очень медленно и с повышенной осторожностью. С учетом разработанной программы афромозия может быть подвергнута сушке без образования трещин.

Сушка березы не требует специальной технологии, отличающейся от до сих пор применявшейся буковой древесины и пропаренного бука.

Однако, по этой породе древесины непременно необходимо также точное соблюдение предписаний согласно программы, так как в противоположном случае могут образоваться внутренние трещины.

## ELABORATION OF A SEASONING TECHNOLOGY FOR THE AFRORMOSIA AND FINNISH BIRCH SPECIES OF TREE

D. LELE  
chief of section

In the seat furniture manufacturing — principally to expand the sortiment — in the recent years home and exotic species of tree are used too. In the paper the physical and mechanical properties of the afrormosia (*Afrormosia elata* Harms) and of northern origin birch (*Betula pendula* Roth) are analysed taking into consideration their using in the seat furniture production.

Both species of tree have satisfactory strenght values and properties to use those for the production of sawn chairs.

It had been elaborated the seasoning technology of above-mentioned species of tree for the wood seasoning equipment of SHT 3 type on the basis of literary data and experimental drying.

In the seasoning of afrormosia you have to take in consideration his extraordinary hardness and brittleness moreover that his cells cavities are very stopped and therefore may be seasoned only very slowly with great precaution. Taking account the elaborated program the afrormosia may be dried without splitting.

The seasoning of the birch does'nt require a special technology that differs from the seasoning of the so far used beech respectively steamed beech.

Yet it is unconditionally necessary also at this species of tree the observance the program prescription because otherwise inner splittings may rise.

## AUSARBEITUNG DER TROCKNUNGSTECHNOLOGIE FÜR DIE AFRORMOSIA UND DIE FINNISCHE BIRKE

D. LELE  
wissenschaftlicher Abteilungsleiter

Man verwendet neuerdings in der Sitzmöbelherstellung bisher noch nicht benützte exotische Holzsortimente. Die Forschungsarbeit beschäftigt sich mit den mechanischen Eigenschaften der Holzarten Afrormosia (*Afrormosia elata* Harms) und der nordischen Birke (*Betula pendula* Roth) mit besonderer Hinsicht auf die Verwendung dieser Holzarten in der Sitzmöbelindustrie.

Beide Holzarten haben entsprechende Festigkeitswerte und Eigenschaften sie zur Herstellung gesägter Stühle verwenden zu können.

Auf dem Grund literarischer Angaben und einer Versuchstrocknung hat man die Trocknungstechnologie der obigen Holzarten auf die Holztrocknungseinrichtung von SHT 3 Typ ausgearbeitet.

Bei der Trocknung der Afrormosia muss man ihre ausserordentliche Härte und Sprödeheit in Achtung nehmen, ferner dass ihre Zellräume sehr gestopft sind und darum kann man sie nur langsam und mit gesteigerter Vorsicht trocknen. Programmgemäss kann die Afrormosia mit Rissicherheit getrocknet werden.

Die Trocknung der Birke beansprucht keine divergente Trocknungstechnologie als die bisher angewandte Buche oder gedämpfte Buche.

Unbedingt ist es notwendig auch bei dieser Holzart die Einhaltung der Programmvorschrift, weil widrigenfalls Innenrisse entstehen können.

**FAANYAGVÉDELEM**

**A MECHANIKAI-TECHNOLÓGIAI OSZTÁLY  
KÖZLEMÉNYEI**

# FARONTÓ GOMBÁK ELLENI ÚJABB ÉRINTŐ ÉS LÉGZÉSI MÉRGEK HAZAI KIKÍSÉRLETEZÉSE

(Témaszám: 33. 12. 01. 02.)

BÁLINT GYULA  
tudományos főmunkatárs

## 1. A KUTATÁS FAANYAGVÉDELMI (SZAKTUDOMÁNYI) INDOKOLÁSA

### A) A faanyagok károsodása

A xylophag szervezetek — és ezek között elsősorban a farontó gombák — táplálkozásuk biztosítására a fa anyagát felépítő vegyületeket használják fel. A cellulóz és fapoliozánok biokémiai bontása a legtöbb gombafaj esetében alapvetően fontos, mert ez életfenntartásukat szolgálja. A szénhidrát vegyületeket támadó gombák a lignint is fokozatosan felhasználják. A nitrogénnek mint funkcionális és strukturális elemnek egyaránt nagy szerepe van még a gombák életfolyamatában. Ezt igazolja, hogy a gombák szárazanyag-súlyának 4—6%-a nitrogén.

A faanyagot a gombák szerves katalizátorokkal, az enzimekkel bontják le. A táplálkozás-élettani folyamatok — az élő szervezetekben termelődő speciális anyagok, az enzimek nélkül — egyáltalán nem, vagy csak igen kis mértékben és nagyon lassan mennének végbe.

Az enzimek protein vegyületek. Az enzim-hatás mechanizmusában az enzim és a szubsztrátum laza molekulát vagy komplexet képez és ezáltal végbemegy a reakció. Ez a reakciófolyamat a gomba életképességének, a környezet hőmérsékletének, nedvességtartalmának és a kitétség időtartamának függvényében a korhadás különböző típusában (destrukciós, korróziós, lágy-korhadás stb.) és mértékében jelentkezik.

A gombák légzése tulajdonképpen a sejtekben végbemenő oxidációs folyamat, amellyel a gombák energiát termelnek, illetve amely által energiát termelhetnek. A gombák a mai ismereteink szerint aerob szervezetek, tehát oxigén teljes hiánya esetén képtelenek fejlődni. Ismeretes, hogy a gombák és a baktériumok a legaktívabban lélegző szervezetek, ami abból is következik, hogy súlyukhoz viszonyítva a legtöbb széndioxidot termelik. Aerob lélegzésnél a szénhidrát készlet nagyrészt széndioxidra és vízre bomlik.

### B) Faanyag-védőszerek alkalmazásának rövid áttekintése

A fapusztító gombák elleni védekezés során a legnagyobb mértékű és leghosszabb ideig tartó hatást — mind a megelőző, mind pedig a megszüntető védelem esetén — a kémiai védelem alkalmazásával lehet elérni. Az elmúlt idők során a különböző országokban beindított kísérletek és anyagvizsgálatok számos fagombaölő faanyag-védőszer alkalmazását tették lehetővé. E védőszerek mint érintő és légzési mérgeként ható készítmények főbb típusokra oszthatók. Ilyenek pl. az alkáli-fluoridon és a krómsón alapuló fluor, króm, továbbá arzén hozzáadásával készített „U”, „UA” és „UU” jelű sókeverékek, amelyeket a különböző országokban különféle



elnevezés alatt (pl. Bazilit, Dohnalith, Mikrozol, Osmol, Tancas, Thanalith, Triolith, Uralit, Wolmanit, VBUS stb.) hoznak forgalomba. E védőszerek *Basilius Malenkovič* (1907) kísérletei óta ma már szinte hagyományos gombaölő-szerekként ismertek.

A klórozott fenolok ugyancsak hatásos, mintegy 40 év óta ismert faanyag-védőszerek. Számos helyen vizsgálták. A Szovjetunióban *Gorsin, Sz. N.*, Romániában *Popodopol* és *Vintila*, az USA-ban *Hatfield*, Hollandiában *Broese van Groeneu*, *Rischen van den Berge*, a Német Szövetségi Köztársaságban *Günther Becker*, Csehszlovákiában *Koukal, N.*, itthon a Faipari Kutató Intézet — végeztek vizsgálatokat különböző eljárások szerint. Santophen, Santobrit, Timbertox, Toxicol, Permasan, Woodtox, Cryptogil stb. nevű készítmények képviselik nemzetközileg is a pentaklórfenol hatóanyagú faanyag-védőszereket. Nálunk a klórozott fenolok gyártása iparilag — fenolhiányunk, illetve a fenolnak a műanyagiparban történő nagyarányú alkalmazása miatt — eddig nem indult meg. E faanyag-védőszert itthon nem gyártjuk.

A klórozott naftalin antiszeptikumok gyártása és forgalomba hozatala külföldön igen széles skálát mutat. A monoklór- és diklórnaftalin, illetve a két vegyületet együttesen tartalmazó faanyag-védőszereket alkálifluorid additív hatásával kiegészítve kísérletezték ki és alkalmazzák. Ilyen légzési mérgek pl.: Xylamon, Basilium, Witoxyl, Halowax stb. Hazailag szakkörökben jól ismert védőszer, de ma már nem új. Nálunk nem gyártják.

A szerves klórvegyületek között igen tekintélyes helyet foglalnak el a *p, p'*-diklór-difenil-triklóretán és a hexaklór-ciklohexán hatóanyagú készítmények. Ezek mint idegmérgek inszekticid hatásúak, ezért e védőszereket az áttekintés során csak megemlítjük.

A szerves réz- és cinkvegyületek között a réznaftenát és cinknaftenát ismert. Intézetünk is végzett kísérleteket a védőszer hatásosságának megállapítására, elsősorban a kertészeti felszerelések védelmi lehetőségének kutatása során. Külföldön Cuprinol, Oberox Cu. név alatt ismertek. A naftensavak mint aliciklikus naftének mono- vagy dikarbonsavai a faanyagvédelemben inkább a szabadban elhelyezett és igényesebb faválasztékok alkalmazása kapcsán jönnek számításba (pl. faépitmények színes, tet-szetősebb bevonására). *Charitschkov, Bryson, Schmith, Richards* és *Addoms* kísérletei ellenére széles körű alkalmazása külföldi viszonylatban sem állapítható meg.

Nálunk a kísérletekhez előállított naftenátok igen alacsony fémtartalmúak, aminek okát az alapanyag hiányában (réz, cink) látjuk.

A kátrány és ásványolajok konzerváló hatásának ismerete ősrégi. A kátrányok faanyagvédelmi célra való felhasználását már évszázadokkal ezelőtt (*Glauner, 1675, Eberson, 1737* stb.) javasolták. Magasépítésben az égést tápláló tulajdonságuk és szaguk miatt nem alkalmasak.

A klórvegyületek újabban igen elterjedtek.

Bórax és bórsav mykológiai vizsgálatát Intézetünk festékekbe, alapozókba diszpergálva végezte. Ez idő szerint drága és külföldről kell beszerezni.

### C) A tartósítási kísérletek célkitűzése

A jellemzőbb faanyag-védőszer típusokat nézve felmerült, hogy itthon olyan farontó-gombák elleni érintő és légzési mérget kísérletezzünk ki, amely kémiai felépítésében eltér az eddigi hagyományos védőszerektől és alkalmas a szubsztrátum megmérgezésével a gombák megtelepedését, illetve fejlődését akadályozni.

A fapusztító gombák — a különböző faválasztékok enzimatiskus bontásával oko-

zott — károsítása elleni védekezés kiszélesítése céljából nagyobb arányú irodalmi felmérést végeztünk. A kikísérletezésre kerülő faanyag-védőszer mykocid hatásának vizsgálata során alaptételünk volt olyan vegyületek keresése, amelyek a faanyag-védőszerekről szóló nemzetközi szakirodalomban nem szerepelnek.

## 2. A KÍSÉRLETI ANYAG ÉS JELLEMZŐI

E kutatás keretében a

a) vízben oldódó nátrium-dimetil-ditiokarbamát és

b) vízben nem oldódó cink-dimetil-ditiokarbamát nevű vegyületek fungisztatikus hatását vizsgáltuk.

A diszubsztituált ditiokarbaminsav sók, ellentétben a szubsztituált és mono-szubsztituált sókkal — igen stabil vegyületek. Ez a körülmény lehetővé teszi sokoldalú kémiai felhasználásukat.

Tulajdonságaikat illetően ki kell emelni, hogy ásványi savakkal elbonthatók. Ekkor aminok és széndiszulfid keletkeznek, továbbá a ditiokarbamát fémkomponensének a bontáshoz használt sav savmaradékával képzett sója.

A dimetil-ditiokarbamátok sűrűsége egynél nagyobb. Olvadáspontjuk különböző: 45—360 C° között van.

A cink-dimetil-ditiokarbamát olvadáspontja 246 C°, sűrűsége 1,66 g/ml, fehér, szagtalan, kristályos por, vízben nagyon kevésé oldódik (65 sr 1 millió sr vízben), savakban viszont jól bomlik.

## 3. AZ ÚJ VÉDŐSZER HATÉKONYSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

### *A vizsgálati módszer és az elvégzett kísérletek ismertetése*

A kísérleteket laboratóriumi és szabadba kiépített próbatestek alkalmazásával indítottuk be.

A kísérleti antiszeptikumok védőhatását a különböző fajú gombatörzsek súlycsökkentő bontóhatásával szemben vizsgáltuk. A hatásosság meghatározása során tekintettel voltunk a vonatkozó szabványelőírásokra (MSZ 13. 368—53. sz. magyar, a DIN 52. 176 sz. német, továbbá a CSR 1229—44. sz. csehszlovák, valamint a STAS 652—49 sz. román szabványok).

### *A kísérleti ágensek és a védőkezelés módja*

A kísérleteket az épületekben leggyakrabban előforduló gombafajok közül a könnyező házigombával (*Merulius lacrimans*) Wulf (Fr.) és a pincegombával (*Coniophora cerebella*) Pers (Duby) mint destruktív korhadást okozó, tehát cellulózbontó fajokkal, továbbá egy ligninbontó törzssel, a fehér korhadást előidéző

lepketapló (*Trametes versicolor*) L. & Fr (Pilát) tenyésztettel végeztük.

Korábbi vizsgálataink szerint a könnyező házigomba épület-szerkezetekben a káresetek 24%-ában, a pincegomba pedig a megvizsgált károk 59%-ában fordult elő. A védőhatás vizsgálatát e gombafajokra, tehát előfordulásuk arányát tekintve tartottuk indokoltnak. A ligninbontó törzset összehasonlításként iktattuk be a kísérletekbe.

A teszt gombák különböző törzseinek bontó hatását *Kolle*-féle tenyésztő edényekben elhelyezett agar-agar + maláta kivonatra ráoltott tenyészetekkel vizsgáltuk.

Egy-egy micéliummal benőtt felületre helyeztük az előkezelt és ellenőrző próbatesteket.

Az erdeifenyő kékülés- és ággöcsmentes szíjácsából készült  $1,5 \times 2,5 \times 5$  cm nagyságú próbatesteket nátrium-dimetil-ditiokarbamát 1, 2 és 3%-os oldatával 2 órán át tartó fűrésztési eljárással kezeltük.

A cink-dimetil-ditiokarbamátos kezelést cinkkloridban való újabb kétórás fűrésztéssel végeztük el.

A védőszer oldat hőmérséklete  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  volt.

A környezet hőmérséklete  $19\text{--}24\text{ }^{\circ}\text{C}$  volt.

A kísérleti próbatestek száma 240, megoszlása a következő:

Nátrium-dimetil-ditiokarbamáttal végzett kísérletek során

		1%	2%	3%	Kontroll	Összesen
		koncentrációs				
Pincegomba						
<i>Coniophora cerebella</i> ,	db	10	10	10	10	40 db
Könnyező házigomba						
<i>Merulius lacrimans</i> ,	db	10	10	10	10	40 db
Lepketapló gomba						
<i>Trametes versicolor</i> ,	db	10	10	10	10	40 db
						<u>120 db</u>

Cink-dimetil-ditiokarbamáttal végzett kísérletek során

		1%	2%	3%	Kontroll	Összesen
		koncentrációs				
Pincegomba						
<i>Coniophora cerebella</i> ,	db	10	10	10	10	40 db
Könnyező házigomba						
<i>Merulius lacrimans</i> ,	db	10	10	10	10	40 db
Lepketapló-gomba						
<i>Trametes versicolor</i> ,	db	10	10	10	10	40 db
						<u>120 db</u>

#### 4. AZ ELŐKÍSÉRLETEK EREDMÉNYEI A BONTÁS MÉRTÉKÉT ALAPUL VÉVE

A nátrium-dimetil-ditiokarbamáttal kezelt próbatestek súlyvesztése 3 hónapi bontási (fertőzési) idő után súly%-ban kifejezve

Védőszer koncentráció	Gombafaj		
	<i>Coniophora cerebella</i>	<i>Merulius lacrimans</i>	<i>Trametes versicolor</i>
0	19,90	29,64	15,66
1	22,58	6,05	8,96
2	16,16	1,71	4,14
3	9,44	1,64	2,62

Ismérlések száma: 10

A kísérleti eredményből megállapítható, hogy a nátrium-dimetil-ditiokarbamát 1%-os oldata *Merulius lacrimans* és *Trametes versicolor* elleni védőszerül közel kielégítő, 2%-os oldata pedig már megfelelő védettséget biztosít.

Igen feltűnő a Coniophora cerebella rezisztenciája, amely még 3%-os koncentrációban is pregnánsan jelentkezik. Különböző mérgező anyagokkal szembeni érzéketlenség a mykológiában ismert. Így a Poria vaporariának az arzén, cink- és réz vegyületekkel és a Lentinus lepideusnak a fenolokkal szembeni csökkent érzékenységeről van tudomásunk. Intézetünkben folyó kísérletek most egy újabb rezisztencia megfigyelésére nyújtottak alkalmat.

Az előkísérleteket cink-dimetil-ditiokarbamáttal is elvégeztük. Az eredmények összefoglalása a következő:

A cink-dimetil-ditiokarbamáttal kezelt próbatestek súlyvesztésége 4 hónapos gombatámadás után %-ban kifejezve

Védőszer koncentráció	<i>G o m b a f a j</i>		
	Coniophora cerebella	Merulius lacrimans	Trametes versicolor
0	26,06	23,98	14,13
1	30,14	0,17	6,20
2	4,80	0,87	1,91
3	1,24	1,09	1,68

ismétlések száma: 10.

Mint az előzőekből látható, a cink-dimetil-ditiokarbamát fungicid hatása már kedvezőbb, mint a nátrium-dimetil-ditiokarbamaté. A táblázati adatok összehasonlítása alapján kitűnik, hogy a cink hozzáadása a mykocid hatást előnyösen befolyásolja; az additív hatás feltétlenül érvényesült, de — mint a Coniophora cerebella esetében is látható — nem kielégítően.

Ennek okát az előbbiekből közölt, e gombafajok ezen vegyületekkel szembeni feltűnő rezisztens magatartásában látjuk.

Ilyen eseteket más tudományágban is megfigyeltek. Utalunk a DDT (p,p'-diklór-difenil-triklórétán) kontakt méreggel szembeni több-kevesebb ellenállásra a növényvédelem területén. Ennek tudható be, hogy a DDT-hez HCH-t (hexaklór-ciklohexánt) adagolnak.

A táblázatokból kitűnik, hogy a nátrium-dimetil-ditiokarbamáttal nem kezelt próbatestek három hónapi fertőzés után a Coniophora cerebella bontó hatására 19,90% súlyvesztéséget mutattak, míg a védőszerek 1%-os oldat töménységben történt alkalmazása után a bontás nagyobb arányú: 22,58 súly% volt. Ugyanez a jelenség volt megfigyelhető mérési értékkülönbséggel — a cink-dimetil-ditiokarbamát esetében is. Az adatok alapján nem tételezzük fel a védőszereknek a Coniophora cerebellára gyakorolt serkentő, stimuláló hatását, bár ennek lehetőségét nem tartjuk kizártnak. Inkább a viszonylag kevés próbatest alkalmazása folytán észlelhető nagyobb szórásnak véljük betudni.

Ugyanezen szórás következményének tulajdonítjuk a cink-dimetil-ditiokarbamáttal történt kísérletek kapcsán az oldat 2—3%-os töménységű felhasználása során a Merulius lacrimans bontási súlyvesztésének aránytalanságát. Megjegyezzük azonban, hogy ilyen kis eltérések esetén a biológiai ágensek virulenciájának különbözőségét is tekintetbe kell venni.

A Merulius lacrimans micéliuma dúsan ráterjedt a nem védett középső próbatestre és a tenyészítő lombik belső falára. A kezelt próbatestekre a gomba nem terjedt rá, a védőszer ún. respekt-zónát teremtett.

Mint a táblázatból kitűnik, Merulius lacrimans ellen már 1%, a ligninbontó Tra-

metes versicolor ellen pedig 2%-os oldatban igen jó védőhatást biztosít a védőszer. A vizsgálati eredmények értékelése során megemlítjük még, hogy a nátrium-dimetil-ditiokarbamáttal és cink-dimetil-ditiokarbamáttal végzett kísérletek során termelt enzim tevékenységére bekövetkező kémiai reakció szokatlan mellékhatásban is megnyilvánult.

A Coniophora cerebella tenyészetekkel végzett kísérletek kapcsán ugyanis a termosztátban szokatlan szagra lettünk figyelmesek, amelyet először a gomba légzése során keletkező nagyobb mennyiségű széndioxid felhalmozódásának véltünk betudni.

A bontás előrehaladása során ez a szag fokozódott, majd még kellemetlenebbé vált.

Megemlítjük, hogy más esetben; kezeletlen vagy egyéb védőszerrel kezelt próbatestek vizsgálata kapcsán ilyen tüneteket, de még hasonló jelenségeket sem észleltünk.

A kísérletek végzése kapcsán a bomló, rothadó proteinek szagára emlékeztető szagot egy sajátságos enzimreakció hatásának kellett betudnunk és a szagot széndiszulfid keletkezésének tulajdonítottuk.

Feltételezésünk ellenőrzésére megkértük a vegyi laboratóriumunkat, ahonnan a következő tartalmú megállapításokat kaptuk:

„A vizsgálati mintánál széndiszulfid jelenléte volt kimutatható, a reakció erősségéből azonban csak nyomokban előforduló anyag mennyiségére lehet következtetni. A széndiszulfid szagával kapcsolatosan megjegyezzük, hogy azt a CS<sub>2</sub>-ből fény hatására keletkező polisulfidok és szerves kénvegyületek okozzák. A kísérletek kapcsán a szag keletkezését az enzimatis bontási folyamat fajlagos következményének lehet betudni.”

A mykológiai szakirodalomban ismeretlen jelenség bekövetkezését az alábbiak szerint ítélni lehetjük meg:

A kellemetlen szag keletkezése a faanyagvédelemben — a védőszer alkalmazása során valamely gombafaj hatására — rendkívüli tünet, amely azonban mint — esetleg — nem kívánatos melléktulajdonság a további kísérletek során lehetőség szerint kiiktatandó.

#### *Szabadföldi kísérletek*

Az előkísérletek kapcsán a laboratóriumi optimális bontási kísérletek mellett változó kitettségi körülményeket biztosítandó, az Intézet udvarán földbe helyeztünk cink-dimetil-ditiokarbamát 1, 2 és 3%-os oldatával 2 órán át fűrésztési eljárással tartósított 30 × 30 × 250 mm méretű 10—10 db légszáraz állapotú próbatestet.

A védőszer felvitelét ez év május havában a már ismertetett módon két munkamenetben végeztük el.

Az eredmények első értékelése 1967 júliusában történt.

### **5. AZ ELVÉGZETT KUTATÁS EREDMÉNYEINEK ÁTTEKINTÉSE**

Ez évben a nátrium-dimetil-ditiokarbamát és cink-só oldatával képzett cink-dimetil-ditiokarbamát vegyületek fungiszatikus hatásának vizsgálatát kezdtük meg.

Az eddigi vizsgálataink során azt láttuk, hogy a Merulius lacrimans és a Coniophora gombatenyészetek, valamint a ligninbontó Trametes versicolor törzstenyészetből vett biológiai ágensekkel szemben a védőszer különböző agresszivitású gombaölőhatást nyújtanak.

Az optimális bontóhatást nagy vitalitású gombatorzsek, kedvező hőmérséklet, megfelelő mesterséges táptalaj és légnedvességi viszonyok biztosításával kívántuk elérni.

A mykológiai vizsgálatok alapján a következő megállapítások tehetők:

1. A nátrium-dimetil-ditiokarbamát 1%-os oldata *Merulius lacrimans* és *Trametes versicolor* elleni védekezésül közel kielégítő, 2%-os oldata pedig már megfelelő védeettséget biztosít.

2. E vegyülettel szemben a *Coniophora cerebella* jelentős érzéketlenséget mutat. Feltűnő még — és a faanyagvédelmi publikációkban nem említett jelenség — a vizsgált gombafajok között specifikusan a *Coniophora* esetében érzékelhető szag keletkezése. A kellemetlen szag keletkezését, a tiovegyületek jelenlétében történő enzimatis bontási folyamat fajlagos jelenségének véljük betudni.

3. Cink-dimetil-ditiokarbamáttal szemben a *Coniophora cerebella* rezisztens magatartása kedvezőbb, ami a 2-, különösen pedig a 3%-os oldat védő hatásában volt megfigyelhető. *Merulius lacrimans* ellen különösen jó a védetség; 1%-os oldattal már csak 0,71% szárazanyag súlyvesztéseség volt megállapítható, *Trametes versicolor* törzs esetén az 1%-os oldat 6,20%, a 2%-os koncentrációjú oldat toxikációja már csak 1,91% bontást tett lehetővé; így a védőszer a fehér (maró) korhadást előidéző gomba támadása ellen jól megfelelőnek bizonyult.

4. Ha e tiovegyületekhez kalcium-hidroxidot, vagy ammónium-szulfátot, esetleg réz-kloridot 0,1; 0,2; 0,3%-ban adagolunk, úgy a mykocid hatás fokozódik, antagónizmus bekövetkezését semmiféle tünet nem mutatta.

## Irodalom

1. Holzschutzmittel Prüfung und Forschung. Wissenschaftliche Abhandlungen der Deutschen Materialprüfungsanstalten. Berlin—Göttingen—Heidelberg, 1950.
2. *Bavendamm, W.—Bellmann, H.*: U-Salzen. Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Reinbek. Holz als Roh- u. Werkstoff. 1952. 9. 375—378 o.
3. *Liese, J.*: Holzschutz. Berlin, 1954.
4. *Bavendamm, W.—Bellmann, H.*: SF-Salze. Bundesanstalt f. Forst- und Holzwirtschaft, Reinbek. Holz als Roh- und Werkstoff 1952. 12. 479—482 o.
5. *Wagner, K.*: Possible effects of German wood preservative on cats and dogs, with special reference to hyperkeratosis. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1952.
6. *Wagner, K.*: Die Hyperkeratose, eine neue Rinderkrankheit von internationaler Bedeutung. Dtsch. tierärztl. Wochenschrift, 1952.
7. *Bavendamm, W.—Bellmann, H.*: Chlornaphtalin-Präparate. Holz als Roh- u. Werkstoff 1953. 3. 81—84 o.
8. *Hunt, G. M.—Garrat, G. A.*: Wood preservation. New York, 1953.
9. *Gorsin, Sz. N.—Teljatnikova, N. I.*: Pentaklorfenol i eve prinenenie dlja zascsiti dreveszinü. Moszkva, 1962.
10. *Scholles, W.*: Über die pilz- und insektenwidrigen Eigenschaften von Naphtensäuren und Metallnaphtenaten als Wirkstoffen in Holzschutzmitteln. Holz als Roh- und Werkstoff. 1957. 3. 128—137.
11. *Gyarmati—Igmándy—Pagony*: Faanyagvédelem. Budapest, 1964.
12. *Metz, L.*: Holzschutz gegen Feuer. 2. Auflage. Berlin, 1942.
13. Faipari Kutató Intézet zárójelentése: Hajószerkezeti faanyagok lángmentesítésére vonatkozó kísérletek. 1954.
14. *Gorsin, Sz. N.*: Fűrészanyagok korszerű antiszeptikumai és kombinált preparátumok készítési elvei. CNIMOD kiadás. A Szovjetunió Erdészeti Intézeteinek munkáiból. 1950. VI. kötete.
15. *Carr, D.*: Boron a Timber preservative. Wood 1958. XI. 12. 467—468 o.
16. *Findlay, W. P. K.*: The toxicity of Borax to woodrotting fungi. Timber techn. 1953. 61. 275—276. o.
17. Faipari Kutató Intézet 1963. évi zárójelentése. Melegágyi ablakkeretek tartósítása.

18. *Rikacsev, P. X.*: Faanyagvédőszerek, kombinált preparátumokkal végzett kísérletek. A Szovjetunió Erdészeti Intézetének munkáiból. 1950. VI. kötet.
19. *Schulze, B.*: Umfassende Prüfung von Holzschutzmitteln gegen holzerstörende Pilze und Tiere. Holz als Roh- und Werkstoff 1953. 1—100.
20. *Bavendamm, W.*: Die Beurteilung der toxischen Wirkung der Holzschutzmitteln. Holz als Roh- und Werkstoff. 1951. 9. 101—105 o.
21. *Schulze, B.*—*Becker, G.*: Die Fernwirkung von Hausbockbekämpfungsmitteln in Holz und die Prüfung ihrer Reichweite im Tierversuch. Holz als Roh- und Werkstoff 1954. 3. 35—40 o.
22. *Peters, F.*: Holzschutzstoffe. Mahlke-Trosenel-Liese: Holzkonservierung. Berlin, 1950.
23. *Kollmann, Fr.*: Technologie des Holzes und der Werkstoffe. Bd. 1951. Berlin.
24. *Verreiter, L.*: Holztechnologisches Handbuch I. Wien, 1949.
25. *Goldworthy, M. V.*—*Carter, R. H.*—*Green, E. L.*: The fungicidal and Phytocidal properties of some Copper Xanthates. Phytopatology, 1942. vol. 32. p. 497.
26. *Davies, W. H.*—*Sexton, W. A.*: Chemical Constitution and Fungistatic Action of organic Sulphur Comounds. The biochemical Journal. 1946. vol. 40 p. 331.
27. *Jakob, K. G.*: Further results with metal dialkyldithiocarbamates for the control of the apple blotch fungus. Chemical abstracts. 1944. vol. 38. p. 3076.
28. *Ullmanns Enciklopedie der technischen Chemie.* Urban & Schwarzenberg München—Berlin, 1951. 6. köt. 19. old.

## ОТЕЧЕСТВЕННАЯ РАЗРАБОТКА НОВЕЙШИХ КОНТАКТНЫХ ЯДОВ И ЯДОВИТЫХ ГАЗОВ ПРОТИВ ГРИБКОВ, ПОРЯЩИХ ДРЕВЕСИНУ

Д. БАЛИНТ

Старший научный сотрудник

В 1966. году было начато исследование фунгистатического воздействия составов цинкдиметилдителиокарбоната, полученного из раствора диметилдителиокарбоната натрия и цинковой соли.

В ходе наших исследований мы видели, что грибковые культуры *Coniophora cerebella* и *Merulius lacrimans*, а также биологические агенты, взятые из штаммовых культур *Trametes versicolor*, разрушающих лигнин в различной мере уничтожаются защитными средствами.

На основании проводившихся до сих пор микробиологических исследований, можно сделать следующие определения:

1. 1% раствор диметилдителиокарбоната натрия является приблизительно удовлетворительным при защите против культуры *Merulius lacrimans* и *Trametes versicolor*, а 2% раствор уже обеспечивает соответствующую степень защиты.

2. По отношению к этому химическому соединению культура *Coniophora cerebella* показывает значительную чувствительность. Заметно еще — и это является явлением, не упомянутым в публикации по защите древесины — среди исследованных пород грибов, специфично в случае культуры *Coniophora* образование заметного запаха. Образование неприятного запаха в присутствии соединений тино может быть отнесено к удельному явлению процесса энзиматического разложения.

3. Резистентное поведение культуры *Coniophora cerebella* по отношению к диметилдителиокарбоната цинка является более благоприятным, чем это наблюдалось в защитном воздействии 2%-го и в особенности 3%-го раствора. Против культуры *Merulius lacrimans* в особенности хорошей является степень защиты: 1% раствор дал возможность 6,20%-го разложения, а 2% концентрации раствор в токсикации уже дал возможность только 1,91%-е разложение; таким образом, это защитное средство оказалось удовлетворительным против разложения этими белыми грибами, вызывающими (едкое) гниение.

## HOME DEVELOPMENT BY EXPERIMENTATION OF NEWER CONTACT AND RESPIRATORY WOOD-ROTTING FUNGI POISONS

GY. BÁLINT  
senior member

In 1966. has been begin the investigation of fungistatic effect of zincdimethylthiocarbamate compounds formed with the solution of sodiumdimethylthiocarbamate and zinc salt.

In the course of our investigations we have seen that the preservatives have a different killing action against the *Merulius lacrimans* and *Coniophora cerebella* fungi cultures as well as the biologic agents taken from the stock culture of lignin destroying *Trametes versicolor*.

On the basis of mycological investigations until now we can establish the following:

1. A 1 per cent solution of sodiumdimethylthiocarbamate is nearly sufficient as protection against the *Trametes versicolor*, his 2 per cent solution insures already a convenient protection.

2. The *Coniophora cerebella* shows a significant insensibility against this compound. It is striking among the investigated fungi species specifically in the case of *Coniophora* the rise of a perceptible smell that doesn't mentioned in the timber protection publications! It is thought that the disagreeable smell is owing to the enzymatic decomposition process in the presence of thio-compounds.

3. The resistant attitude of *Coniophora cerebella* is more favourable against the zincdimethylthiocarbamate that may be observed in the protection action of the two per cent specifically in that of the three per cent solution. The protection is especially good against the *Merulius lacrimans*, the toxication of 1 per cent solution concentration enabled 6,20% decomposition, that of 2 per cent concentration solution enabled only 1,91% decomposition; in this way the preservative proved to be satisfactory against the injury of the fungi that cause the white (caustic) rot.

## DAS HEIMATLICHE EXPERIMENTELL HERAUSBEKOMMEN DER NEUEREN BERÜHRUNGS- UND ATMUNGSGIFTE GEGEN DIE HOLZSTÖRENDE PILZE

GY. BÁLINT  
wissenschaftlicher Hauptmitarbeiter

Im Jahre 1966 hat man die Untersuchung der fungistatischen Wirkung der mit Lösung des Natriumdimethylthiocarbaminats und des Zinksalzes gebildeten Verbindungen begonnen.

Während der Untersuchungen haben wir gesehen, dass die Schutzmittel gegen die *Merulius lacrimans* und *Coniophora cerebella* Pilzkulturen sowie gegen die aus der ligninzerstörenden *Trametes versicolor* Stammkultur genommenen biologischen Agenzien eine verschiedene tödende Wirkung leisten.

Auf dem Grund der bisherigen mykologischen Untersuchungen können wir die folgenden feststellen:

1. Die 1%ige Lösung des Natriumdimethylthiocarbaminats ist nahezu ausreichend als Schutz gegen *Merulius lacrimans* und *Trametes versicolor*, doch seine 2%ige Lösung sichert schon einen entsprechenden Schutz.

2. Gegenüber dieser Verbindung zeigt der *Coniophora cerebella* eine bedeutende Empfindungslosigkeit. Es ist noch auffallend unter den untersuchten Pilzenarten spezi-



fisch im Falle des Coniophora die Entstehung eines wahrnehmbaren Geruches und diese Erscheinung ist in den Holzschutzpublikationen nicht erwähnt. Man vermutet, dass die Entstehung des unangenehmen Geruches dem in der Anwesenheit der Thioverbindungen vor sich gehenden enzymatischen Zerstörungsvorgang zuzuschreiben ist.

3. Gegenüber dem Zinkdimethylditiokarbaminat ist das resistente Verhalten des Coniophora cerebella günstiger, das in der Schutzwirkung der 2%igen, besonders aber in der der 3%igen Lösung zu beobachten war. Gegen den Merulius lacrimans ist der Schutz besonders gut: 1%ige Lösung ermöglichte 6,20%, die Toxikation der Lösung von 2%iger Konzentration schon nur 1,91% Zerstörung; so erwies sich das Schutzmittel als genug entsprechend gegen den Angriff dieses Pilzes, der eine weisse (ätzende) Fäulnis verursacht.

# ÁLLANDÓ JELLEGŰ BÁNYAVÁGATOK BIZTOSÍTÁSÁRA HASZNÁLTATOS FAVÁLASZTÉKOK HASZNÁLATI ÉLETTARTAMÁNAK NÖVELÉSE ANTISZEPTIKUMOKKAL (Témaszám: 33. 12. 02. 03.)

BÁLINT GYULA  
tudományos főmunkatárs

TOMEK ANTALNÉ  
okl. vegyészmérnök, tudományos munkatárs

HEGEDŰS LÁSZLÓNÉ  
okl. vegyész, tudományos munkatárs

VEHOVSZKY JÚLIA  
okl. faipari mérnök, tudományos segédmunkatárs

## 1. BEVEZETŐ

Hazai bányáinkban a levegő relatív páratartalma 70—90% között változik, számos helyen a vágatokban csepegő víz van, a hőmérsékleti értékek általában 18—24 °C. Ez az egyes gombafajok életfolyamata szempontjából optimális fejlődési lehetőséget biztosít. E körülmények a bányákban felhasznált, főleg a szállító és kihúzó vágatok biztosítására alkalmazott faanyagok (bányafa, süvegfa, aknafa, illetve T. H. béles palló, bánya-széldecszka, bánya dorong, bordafa stb.) elgombásodását, majd idő előtti pusztulását okozzák.

A fapusztító (xylophag) gombák a bányaaérsolatok faanyagának enzimatikus bontásával a biztosító berendezések faalkatrészeiben gyakran olyan mértékű károsodást okoznak, hogy a biztosító szerkezeteket át kell építeni és új faanyaggal kell pótolni.

Amíg az állandó jellegű, nyomásmentes, vagy kis nyomású folyosók faanyagmentes vágatbiztosítása be nem következik — a külföldi példáknak megfelelően —, faanyag takarékoság és faimport csökkentés céljából szükséges, hogy a bányafa tartósításának lehetőségeivel behatóbban foglalkozzunk.

A kísérleteket tölgy és cser fajokra végeztük el, mert a bánya biztosításánál elv, hogy az állandó vágatokat kemény lombos fafajokkal ácsolják. Ehhez a bányászat mintegy 50%-ban csert, 50%-ban tölgyet és akácot használ, fenyőt számottevő mennyiségben nem. Az akác természetes ellenállása, tartóssága ismert, így megvédésének kutatása nem indokolt.

## 2. A FELADATOK INDOKOLÁSA

2.1 A mykológiai vizsgálatok módszertana.

2.11 A megfelelőnek vélt módszer kiválasztása.

Nyugat-Németországban és onnan importálva más országokban is a bányafa tartósítására a „Triolith U” elnevezésű vagy „Basilit U extra”, illetve „Glückauf Basilit”, a Szovjetunióban saját előállításban „Uralit” néven forgalomba hozott védőszerkezetet alkalmaznak. Hatóanyaguk: nátrium-fluorid + dinitrofenol + káliumbikromát.

Az elterjedten használt védőszerkezet bányászati felhasználása esetén az egyik komponens színező hatása és — alapanyagként tárolva — raktározás alatti tűz- és robbanásveszélyessége miatt kiiktathatóknak tartottuk. Ezért a helyileg előállítható sókeverék egyik vegyületét, a dinitrofenolt kihagytuk, s helyette a fluorhányadot emelve egy módosított „Triolith U”-val állítottuk be a kísérleteket. Ezzel a tűz- és

robbanásveszélyt elhárítva a bányá térségeiben uralkodó magasabb párateltség, a fafelületeken gyakran képződő kondenzvíz hatására oldatba jövő és élénksárga színű, rendkívül erős festőképességű anyagot a mellékhatása miatt kikapcsoltuk anélkül, hogy a fungicid hatást várhatólag csökkentettük volna.

Az Ascomycetákra toxikusabbnak látszó, második védőszer keverékét is kiválasztottuk a lágy korhadást előidéző *Chaetomium*-fajok elleni védekezésül. Választásunk a szakirodalomból ismert és a kertészeti felszerelések faanyagának védelmére Intézetünk kísérletei szerint megfelelő „Celcure” elnevezésű védőszerre esett. A „Celcure” nem importáltan, hanem Intézetünk faanyagvédelmi laboratóriumában komponenseiből összeállítva került felhasználásra:

Az alkalmazásra került kísérleti védőszerek.

*I. recept (Módosított U-só)*

65 súlyrész nátriumfluorid technikai  
35 súlyrész káliumbikromát technikai

100 súlyrész  
2%-os vizes oldata

*II. recept (Celcure)*

45 súlyrész rézszulfát techn.  
5 súlyrész krómacetát techn.  
50 súlyrész káliumbikromát techn.

100 súlyrész  
5%-os vizes oldata

**2.12** A tartósítás módjának meghatározása.

A hazai bányafa védelem lemaradását a bányafa tartósítás relatíve magas költségeiben lehet keresni. A bányászat részéről aránytalannak talált telítési költségeknek tudható be tehát a bányafa tartósításának mellőzése.

Szükségessé vált tehát, hogy megfelelő védő hatású, de költségkihatásaiban kedvezőbb tartósítási eljárást kísérletezzünk ki. A kísérletek megtervezése során az adhéziós és kapillaris erőn alapuló eljárásokat vettük figyelembe, nevezetesen: a fűrösztési és áztatási eljárásokat. Ezen eljárások a magasépítési és mezőgazdasági (kertészeti) faanyag védelemben ismertek. A szakirodalomban azonban ismeretlen, hogy ezeket az eljárásokat, a földalatti bányaművelésben tölgy és cser fafajokra akár kísérleti jelleggel is alkalmazták volna.

Az Ózdvidéki Szénbányászati Tröszt által kijelölt üzemegység egyik légvágatába kb. 60 m hosszú kísérleti vágatot képeztünk. Az átácsolásra kerülő vágatot részben tartósított bányafával biztosítottuk.

A tartósítást részben Intézetünkben, részben pedig a bányatelep fatelepen végeztük el a következőképpen: A tartósítás módozatai

**2.13** Intézetben.

Áztatási eljárással, az ácsolásra előkészített (csipkézett) 8—8 db tölgy, illetve cser bányafát 3 és 5 napon át 70—80 C°-os hőmérsékletű védőszer oldatban tartósítottuk.

Védőszer: Módosított „U”-só és „Celcure” védőszerek 2, illetve 5%-os vizes oldatai voltak. A tartósítás után légszárítás, majd a kezelt támfák elszállítása és a kísérleti bányába való beépítése következett. Egyidejűleg ellenőrzésül védőkezelés nélküli támfákat is építettünk be.

**2.14** A bányatelepen.

Fűrösztési eljárással az előre elkészített fémkádban 8—8 db tölgy, illetve cser bányafát 8, 24 és 32 órán át tartó kezeléssel tartósítottunk.

Védőszer: mint előbb.

Az oldat hőmérséklete: 16—18 C° volt.

## 2.2 Védőszerek és védőeljárások hatékonyságának mykológiai vizsgálata.

A kísérleteket laboratóriumi és ipari szinten kívántuk lefolytatni. Ezért a laboratóriumi kísérletekben a gombatenyészet számára optimális, illetve közel optimális körülményeket biztosítottunk azzal, hogy a mesterséges táptalajra ráoltott gombatestre helyeztük a próbatesteket. A gomba életlehetőségét naponta ellenőriztük.

### 2.21 Próbatestek.

A faanyag védőszerek gombák elleni védő-értékének, vagyis fungicid hatásának vizsgálatát szabvány előírások szabályozzák. A szabvány 50 mm hosszú (rostirányban), 25 mm széles és 15 mm vastag méretű próbatesteket ír elő, ami megfelel az általánosságban alkalmazott, ún. *Kolle*-féle eljárásnak. Kísérleteink során e szabványt nem alkalmazhattuk, mert a bányá fatelepéről beküldött támfák szíjács része olyan keskeny volt, hogy fenti méretű próbatestek kialakítására nem volt alkalmas.

Ezért a szakirodalomban is ismert, Intézetünk által már korábban is használt, s a következőkben ismertetett *Trendelenburg*-féle eljárást alkalmaztuk.

A *Trendelenburg*-féle eljárás lényege, hogy keskenyebb:  $8,5 \times 8,5 \times 120$  mm méretű próbatesteket rövidebb ideig (30 nap) teszi ki a xylophag gombák bontó hatásának, majd súlyvesztés volumetrikus mérése helyett a fertőzésnek kitett próbatesteket a kísérlet végén ütő-törő szilárdsági vizsgálatnak veti alá. A táptalaj és sterilizálás azonos a *Kolle*-féle eljárásnál alkalmazott agar + malátakivonat táptalajjal. A sterilizálás 20 percen át 1,2 atm. nyomású gőzben, illetve 1,75 atm. nyomás alatt 40 percen át történik. A bontó hatás mérésére vonatkozóan jellemző, hogy amíg a *Kolle*-féle eljárással 3—4 hónap alatti fertőzés esetén 10% körülbelüli súlyvesztés mutatható ki, addig a *Trendelenburg*-féle eljárással az ütő-hajlító igénybevételnél — már egy hónap múltán — a gombák pusztító hatása, tehát a bontás aránya elérheti a 80%-os szilárdságcsökkenést.

Hátránya az eljárásnak, hogy a bélsugarak pásztyájából vett próbatestek a mechanikai vizsgálat során többnyire nagyobb szórást mutatnak. Ez abból adódik, hogy a próbatestek más-más fatest (rönk, bányafa, fűrészáru) szíjácsából alakíthatók ki, s a bélsugár-sejtek nem azonos fehérjetartalma különbözőképpen befolyásolja a bontás arányát. Az a tény, hogy a próbatestek különböző fatestből származnak, már eleve nagymértékben befolyásolja az ütő-törő szilárdsági értékeket. Ez az eljárás tehát megkívánja, hogy lehetőleg azonos fatestből és azonos évgyűrű pásztyából kerüljenek a próbatestek kivételre.

A bányafa tartósítási kísérletekhez — a lehetőségek felmérése után — ezt az eljárást kényszerültünk alkalmazni.

### 2.22 Biológiai ágensek.

Házi kéreggomba	<i>Polyporus vaporarius</i> (Pers) Fr.
Lepke-taplógomba	<i>Trametes versicolor</i> (L.) Pilat.
Pincegomba	<i>Coniophora cerebella</i> (Pers) Duby.

A tesztgombák Intézetünk törzs tenyészetéből származnak.

#### *Antiszeptikumok*

Az a) pontban megjelölt védőszerek oldatai.

Védőkezelés

Fürösztési eljárás.

Időtartama: 8, 24 és 32 óra.

Hőmérséklet: 16—18 C°.

**2.32** Fiziko-mechanikai vizsgálatok.  
MSZ 6786—52 sz. szabvány szerint.

**2.3** Kémiai vizsgálatok módszertana.

*Laboratóriumi tartósítási kísérletek megoldásmódja*

A kísérleteket az 1965. évben végzett üzemi és intézeti kísérletekhez igazodva végeztük, hogy eredményeink az előző évi megállapítások alátámasztására is felhasználhatók legyenek. Ennek megfelelően a kísérleti körülményeket a következő paraméterekre állítottuk be:

Próbatest: 23—24 cm  $\varnothing$ , 13—14 cm magasságú, kérgelt tölgyfarönk (átlagos palástfelület 1000 cm<sup>2</sup>), nedvességtartalom 22—25%

Tartósítási hőmérséklet: 20—25 C°

Tartósítási idő: 0—24 óra, ill. 0—32 óra

Védőszer: Modifikált „U”-s 2%-os oldata, Celcure 5%-os oldata.

Vizsgálatainknál a rések, repedésekből adódó hatás kiküszöbölése érdekében a faminták repedéseit és бүtü részét a fürösztési művelet megkezdése előtt epokittel tömítettük, illetve lezártuk. Ezt szükségessé tette az is, hogy a kísérletek során alkalmazott faméreték ténylegesen kisebbek a gyakorlatban tartósításra kerülő anyagoknál és így a бүtü felület és a farönk palást felületének aránya eltérő volt. Ezáltal védőszer felvétel szempontjából viszonylag egységes felületet sikerült biztosítanunk.

Az előző évi kísérletekhez mértén megváltoztattuk a védőszer oldat és a faanyag arányát. Ugyanis az oldat koncentrációváltozása — amelyet a fába diffúzióval jutó védőszer oldat relatíve magasabb koncentrációja idéz elő — rövid időtartam alatt csak akkor mérhető, ha a védőszer oldat térfogata nem többszöröse a fa térfogatának.

A vizsgálatok során 29 cm  $\varnothing$  edénybe helyeztük el az epokittel előkezelt rönkmintát, majd ráöntöttük a védőszer oldatot.

A védőszer mennyiségét a rönk teljes elborításához szükséges mennyiség, valamint a tervezett mintavételekből kalkulálható és a fa felszívása folytán feltételezhető veszteséges szabták meg. Az átlagos mennyiség 5000 g volt.

Mintavétel 2, 4, 6, 8, 24, 32 órás időközönként volt, esetenként 20 percenként a 2 órán belüli szakaszban. A minta mennyisége 50—100 ml volt. A minták Cr tartalmát permanganometriás módszerrel határoztuk meg.

**2.31** Mintavétel a védőszerek vizsgálata esetén.

A tartósított faanyagok mintavételét úgy végeztük, hogy módot adjon:

- a) a faanyagban elhelyezkedő védőszer összes mennyiségének meghatározására,
- b) a védőszertartalom változásának rögzítésére a kezelt faanyag különböző mélységben fekvő rétegeiben.

A minták mérőszáma: hossz mérték, illetve térfogat és súly mérték volt.

A tartósítószer oldatának vizsgálatánál a későbbi térfogatos meghatározási módhoz igazodva, adott térfogatú oldat képezte a vizsgálati mintát.

**2.32** Próbatestek vétele a kémiai bontás analíziséhez.

A gombafertőzés okozta károsodás a faanyag kémiai összetételének változása mellett a fa szilárdtsági tulajdonságaira is kihatással van. A fa korróziójának ez a kétféle megnyilvánulása szoros kapcsolatban van egymással. Mivel az ellenőrző vizsgálatok mindkét tényező alakulásának mérésére kiterjedtek, a kémiai összetétel meghatározására az ütő-törő vizsgálatok elvégzése után visszamaradó próbatestek anyagát használtuk fel.

### 2.33 Faanyagvédőszer jelenlétének kimutatása kémiai úton.

A védőszer jelenlétének meghatározására több út kínálkozik. Így U-só esetében a vegyszer jelenléte igazolható:

- a) a  $F^-$  meghatározás alapján (cirkonalizarin-szulfosavas-nátrium segítségével)
  - b)  $Cr^{3+}$ , ill.  $CrO_4^{2-}$  iondifenilkarbamidos szín-reakciójával.
- a)  $Cu^{2+}$  ion benzoinoxin segítségével történő kimutatásával.
  - b)  $Cr^{3+}$ , ill.  $CrO_4^{2-}$  ion alapján történő színreakció segítségével.

Mivel mindkét védőanyagban szerepel a króm ion, célszerűnek mutatkozott a meghatározást e közös komponens kimutatásával elvégezni. A két védőszer vizsgálatánál figyelembe kellett venni, hogy U-só esetében a fixálódás után kromi kationok, míg Celcure-nél kromátok jelenléte jellemző a védőszerre. Ez a különbség a vegyszer jelenlétének kimutatását annyiban befolyásolta, hogy — mivel a difenilkarbazidos reakciót kromát ionok adják — U-sónál előzőleg a kromi ionokat kromáttá alakítottuk. Az átalakulás oxidáló anyagok hatására lúgos közegben minden különösebb nehézség nélkül végbemegy. A kromátionok difenilkarbazid 1%-os alkoholos oldatával savanyú közegben erőteljes ibolya elszíneződést adnak. A színreakció igen érzékeny és jellemző. A kimutatási határ: 0,25  $\mu$  Cr.

A gyakorlatban a fentiek alapján a következő módon jártunk el:

U-só esetében a vizsgálati felfelületet lúgos  $H_2O_2$  oldattal kezeltük, majd savanyítás után difenilkarbazid oldattal hoztuk érintkezésbe. Celcure esetében közvetlenül alkalmaztuk a színreagenst. Elszíneződés esetén a reakciót pozitívnek minősítettük.

A védőszer kvalitatív kimutatását a behatolási mélység meghatározására irányuló kísérleteknél végeztük. A behatolási mélység, ill. az adott paraméterek melletti behatolási képesség meghatározása a TGL 18 974 sz. szabvány szerint történt. A számításhoz mértük az átlagos behatolási mélységet és az átlagos szíjács szélességet. A behatolási képességet az átlagos behatolási mélység átlagos szíjács szélességhez viszonyított százalékában fejeztük ki.

### 2.34 Védőszer mennyiségi meghatározásának módja kémiai úton.

U-só mennyiségi meghatározására lehetőség nyílik:

- a)  $F^-$  alapján DIN 52 161 szabvány szerint
- b)  $Cr^{3+}$  ion alapján a következő módszerekkel:  
jodometriás titrálással,  
permanganometriás titrálással.

Celcure mennyiségi meghatározása elvégezhető

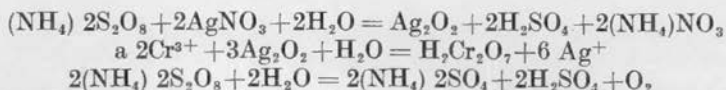
- a)  $Cu^{2+}$  alapján számos kémiai módszer segítségével, így:  
komplexometriás titrálással  
elektrogravimetriás módszerrel,  
polarográfiásan stb.

- b)  $Cr^{3+}$  ion alapján az előzőhöz hasonlóan.

A kvantitatív vizsgálatokhoz hasonlóan itt is célszerűnek tartottuk a vizsgálatot Celcure és U-só esetében egyaránt  $Cr^{3+}$  ion alapján meghatározni.

Az alkalmazott permanganometriás módszer rövid ismertetése:

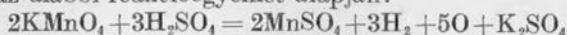
A fainmát izzítás után savanyú oldatban  $(NH_4)_2S_2O_8$ -tal  $AgNO_3$  katalizátor jelenlétében oxidáltuk. Ezáltal a  $Cr^{3+}$  ionok  $Cr^{6+}$  ionná alakultak. Az ammóniumperszulfát főlöslégét tartós főzéssel elbontottuk. A végbemenő kémiai folyamat a következő képletekkel fejezhető ki.



A keletkező krómsav ismert hatóértékű vas (II) szulfát oldattal következő reakcióegyenlet alapján határozható meg.



A reakció ekvimolekuláris a fennmaradt 0,1 n  $\text{FeSO}_4$  0,1 n  $\text{KMnO}_4$ -tal kvantitatíve visszatitrálható az alábbi reakcióegyenlet alapján:



A keletkezett oxigén a ferro iont ferrivé oxidálja.



### 2.35 Korhadás mértékének meghatározása kémiai módszerekkel.

Cellulóz meghatározását *Kürschner* és *Hoffer* szerint végeztük. Az eljárás azon alapszik, hogy salétromsav segítségével a fa összes alkotórészeit eltávolítjuk a cellulóz mellől és így a visszamaradt cellulóz mennyiségét gravimetriásan meghatározzuk.

*Lignin* meghatározás. *Halse* szerint sósav-kénsav-elegy segítségével végezhető el. A módszer leírását az MSZ 8234/53 sz. szabvány tartalmazza. E módszereket eddig a kezeletlen faanyagok cellulóz- és lignintartalma meghatározására alkalmazták. Mivel munkánk során tartósított faanyagot is vizsgáltunk, megvizsgáltuk a tartósító faanyag védőszereknek a módszerre gyakorolt hatását, a fenti két védőanyag relációjában.

Több kísérletet végeztünk, melyek alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a vizsgálati módszerek reagenseiből a rendszerben levő védőszer is fogyaszt és így azokat feleslegesen kell alkalmazni. Az így módosított vizsgálati eljárással — amelynél a reagensek mennyiségét megkétszereztük — az U-sóval és Celcure-rel tartósított és tartósítás nélküli azonos faanyagok cellulóz- és lignintartalma a fertőzés előtti állapotban megegyező volt, pl.:

<i>Tölgyfa</i>	<i>Kezeletlen</i>	<i>U-sóval kezelt</i>	<i>Celcure-rel kezelt</i>
cellulóz %	47,9	47,2	47,6
lignin %	21,01	21,6	21,3

A módosított módszer tehát felhasználhatóvá vált tartósított faanyagok kémiai összetevőinek meghatározására is.

### 2.36 A védőszer mennyiségi kimutatására vonatkozó vizsgálatok értékelési módja.

A faanyagban lerakódott védőszer mennyiségének meghatározásához a tartósító vegyület egyik elemének — jelen esetben króm — mennyiségi meghatározása révén juthatunk el.

Mivel a védőszer végképlete csak U-só esetében tisztázott egyértelműen és a kémiai átalakulás sem tekinthető teljesnek, a védőszer tartalomra vonatkozó kísérletek eredményeit U-sóval és Celcure-nél egyaránt, elsősorban a króm tartalom alapján és szükség szerint a kiindulási, ill. végtermékre vonatkoztatva hasonlítottuk össze.

A védőszer szükségletre vonatkozó adatoknál azonban az értékek  $\text{g/m}^2$ -es megadása mellett kitértünk a  $\text{kg/m}^3$ -es megadására is az irodalmi értékekkel való összehasonlíthatóság érdekében. Az átszámításnál 18—20 cm átmérőjű gömbfát vettünk alapul, amelynek 1  $\text{m}^3$ -e 23  $\text{m}^2$ -nek felel meg.

A védőszer faanyagba történő behatolásával foglalkozó kísérleteknél az egymás alatti farétegek védőszer tartalmát a felületi réteg Cr tartalmához viszonyított százalékban adtuk meg.



**2.37** A bontás (korhadás) mértékének értékelése a faanyagot felépítő vegyületek csökkenése alapján.

A cellulóz- és lignintartalom meghatározása végső soron súlyméréssel történik. A méréseket az előzőekben rögzített előírásokhoz igazodva végeztük.

**2.4** Az anatómiai vizsgálatok módszertana.

Az idő függvényében ugyanazon bányatámfák szíjács részéből vett mintákon lefolytatott folyamatos anatómiai vizsgálatok a védőszerek (modifikált U-só 2%-os, Celcure 5%-os) hatásosságának megállapítását szolgálták. Azért csak a szíjács részben, mivel a gombák esetleges támadása, ill. a fába való behatolása itt dokumentálható a legjobban.

A kapott szíjács mintákból autoklávus puhítás, paraffin + méhviasz keverékébe történő ágyazás után metszeteket készítettünk. A kb. 25—30 mikron vastag metszeteket (+,  $\alpha$ ,  $\emptyset$ ) csikágókéék „B” festék 1%-os alkoholos oldatával festettük meg, majd alkohol-sorozaton át víztelenítettük és kanadabalsamban rögzítettük.

E műveleteket követte a tulajdonképpeni fénymikroszkópos anatómiai vizsgálat és a mikrofoto újtján történő dokumentálás.

### 3. AZ ELVÉGZETT KÍSÉRLETEK ISMERTETÉSE

**3.1** Mykológiai vizsgálatok az adott védőszerek hatásosságának megállapítására. Kísérleteink során kapott eredményekről a következőkben számolunk be.

**3.12** Védőszerrel kezelt próbatestek fertőzés utáni súlycsökkenése.

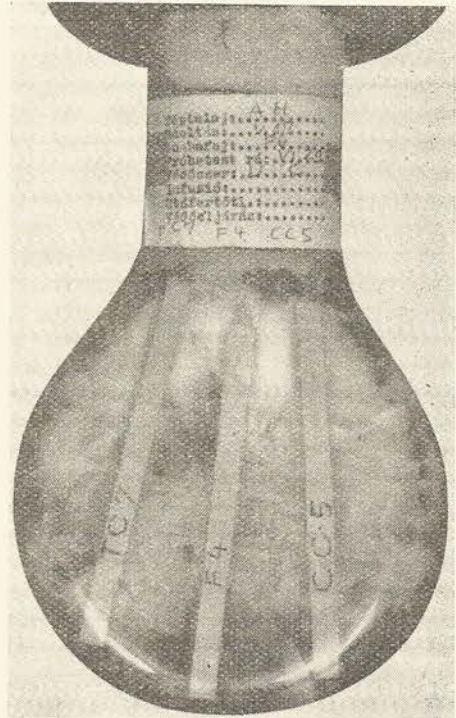
A Kolle-féle tenyészítő lombikban mesterséges táptalajra helyezett, előzőleg 24 órai fűrésztési eljárással tartósított próbatestek (1. ábra) korrózióját a fertőzési idő leteltével a következő adatokkal szemléltetjük.

Modifikált „U”-sóval kezelt próbatestek súlycsökkenése 30 napos gombatámadás után (1., 2., 3. táblázat).

Erdeifenyőt azért szerepeltettünk kísérleteink során, mert a különböző nemzetközi előírásokban faanyagvédelmi kísérletek és szabvány szerinti vizsgálatok során a farrontó gombák bontásának, továbbá a védőszerek hatásfokának meghatározására ellenőrzésül erdei fenyő (*Pinus silvestris*) szíjácsot használnak.

Az 1—3. táblázatban közölt adatok mind a nemzetközileg ismert komponensek egyikének — az orto-dinitro-krezolnak kihagyásával módosított „U”-só —, mind a Celcure elnevezésű védőszerek magas védő hatását igazolják.

Feltűnő a *Trametes versicolor* agresz-



1. ábra. Próbatestek mykológiai vizsgálata



1. táblázat

Fafaj	Gombafaj		
	Coniophora cerebella	Poria vaporaria	Trametes versicolor
Erdeifenyő	2,457%	1,822%	2,400%
Tölgy	2,200%	1,515%	2,503%
Csertölgy	2,134%	2,219%	2,528%

2. táblázat

## Celkure-rel kezelt próbatetek súlycsökkenése 30 napos gombatámadás után

Fafaj	Coniophora cerebella	Poria vaporaria	Trametes versicolor
Erdeifenyő	1,725%	2,039%	2,448%
Tölgy	1,032%	2,714%	2,282%
Csertölgy	1,215%	2,356%	2,064%

3. táblázat

## Kezeletlen próbatetek súlycsökkenése 30 napos gombatámadás után

Fafaj	Coniophora cerebella	Poria vaporaria	Trametes versicolor
Erdeifenyő	7,2%	1,835%	3,598%
Tölgy	4,958%	4,169%	19,396%
Csertölgy	3,004%	1,827	15,01%

szív hatása, ha tudjuk, hogy e gombafaj ligninbontó hatású, tehát nem a gyakoribb vörös korhadást idézi elő.

## 3.2 Fiziko-mechanikai vizsgálatok Trendelenburg-féle eljárás után.

4. táblázat

Kezeletlen próbatetek üté-törő szilárdsága  
30 napos gombatámadás után (cmkg/cm<sup>2</sup>)

Fafaj	Gombafaj		
	Coniophora cerebella	Poria vaporaria	Trametes versicolor
Erdeifenyő	17,9±5	25,0± 4,8	27,6± 5,7
Tölgy	14,0±8,5	17,1±13,4	13,0± 6,6
Cser	22,0±6,7	19,4± 6,6	23,8±11,7

5. táblázat

Módosított „U”-sóval kezelt próbatetek ütő-törő szilárdsága  
30 napos gombatámadás után (cmkg/cm<sup>2</sup>)

Fafaj	Gombafaj		
	Coniophora cerebella	Poria vaporaria	Trametes versicolor
Erdeifenyő	30,7 ± 7,4	31,9 ± 6,1	31,9 ± 6,4
Tölgy	49,7 ± 12,7	33,9 ± 13,7	48,8 ± 12,8
Cser	37,2 ± 9,8	39,4 ± 11,2	41,9 ± 14,2

6. táblázat

Celcure-rel kezelt próbatetek ütő-törő szilárdsága  
30 napos gombatámadás után (cmkg/cm<sup>2</sup>)

Fafaj	Gombafaj		
	Coniophora cerebella	Poria vaporaria	Trametes versicolor
Erdeifenyő	30,6 ± 6,3	18,3 ± 4,3	27,8 ± 5,6
Tölgy	35,0 ± 14,3	22,1 ± 9,3	27,3 ± 14,6
Cser	26,3 ± 12,1	14,9 ± 9,0	35,3 ± 8,1

**3.3** Kezelt és kezeletlen próbatetek védettségének összehasonlító értékelése  
Trendelenburg-féle kísérleti eljárás szerint.

7. táblázat

Kezeletlen próbatetek ütő-törő szilárdság csökkenése  
az „U”-sóval kezelt próbatetekhez viszonyítva (%)

Fafaj	Gombafaj		
	Coniophora cerebella	Poria vaporaria	Trametes versicolor
Erdeifenyő	41,7	21,7	13,4
Tölgy	65,7	49,6	73,4
Cser	40,9	50,8	43,2

8. táblázat

Kezeletlen próbatetek ütő-törő szilárdság csökkenése  
Celcure-rel kezelt próbatetekhez viszonyítva (%-ban)

Fafaj	Gombafaj		
	Coniophora cerebella	Poria vaporaria	Trametes versicolor
Erdeifenyő	41,6	0,0	0,8
Tölgy	60,0	22,7	52,4
Cser	16,4	0,0	32,6

A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a kezelt faanyagoknak kedvezőbbek a szilárdsági értékei; tehát a vegyszeres előkezelés előnyös.

### 3.33 Bányatelepen végzett tartósítási eljárás.

A fűröszttést  $3 \times 0,7 \times 0,7$  m-es fémtelnőben végezték. A fűröszttés ideje: 8, 24, 32 óra. Az „U”-só 2%-os és a Celcure 5%-os oldatának hőmérséklete  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Fafajok: tölgy és csertölgy.

30 db cser + 30 db tölgy támfá került 5—5 darabonként tartósításra.

#### *Előfertőtlenített faanyag beépítése a bányába*

Intézetünkben, továbbá bányatelepen előfertőtlenített faanyagokat, összesen 76 db támfát ez év júliusában az üzemegeység 2. fővágatába építették be.

### 3.4 A védőszer behatolási mélységének és behatolási képességének meghatározása, felhasználási méretben a tartósított faanyagok esetében.

A laboratóriumi kísérletekhez kérgelt tölgyfarönkből kialakított nagyméretű próbatesteket használtunk. A próbatest külső felületét a rönk felülete képezte, átlagos átmérője 23—24 cm, magassága 13—14 cm volt. A próbatest palástfelülete így átlagosan  $1000\text{ cm}^2$ -nek adódott. A próbatestek nedvességtartalmát klimatizálással egységesen 22—25%-ra állítottuk be.

A kísérletekkel a gyakorlat számára szándékoztunk a tartósítás időtartamára vonatkozóan irányértékeket adni. Ennek megfelelően a kísérletek változó tényezője a tartósítási idő volt. Eredményeinket a 9. táblázatban foglaljuk össze.

#### 9. táblázat

**A módosított „U”-só és Celcure behatolási képessége tölgy- és cserfaanyag tartósítása esetében az áztatási idő függvényében**

Tartósító anyag	Áztatási idő, óra	Átlagos behatolási mélység, mm		Behatolási képesség %	
		tölgy	cser	tölgy	cser
U-só	8	13,6	18,8	95	95
	16	14,9	19,0	96	99
	24	—	—	100*	100*
	72	—	—	100	100
	120	—	—	100	100
Celcure	8	14,8	17,4	98	99
	16	14,8	18,8	99	99
	24	—	—	100	100
	72	—	—	100	100
	120	—	—	—	—

\* 100%-os értékek a szíjacsrész teljes átitatódását jelzik.

### 3.5 A védőszer oldat koncentrációjának változása az áztatási idő függvényében.

Az eddigi gyakorlat szerint a faanyag védőszer felvételének meghatározását a faanyag tartósítás alatti súlyának növekedéséből és a tartósító oldat kiindulási koncentrációjából számítottuk. Mivel a védőszer felvétel lényegében diffúziós folyamat, amelynél a koncentráció alakulása igen fontos szerepet játszik, szükségesnek tartottuk a tartósítási művelet alatti koncentráció változást ellenőrizni. A vizsgálatok elvégzését indokolta még, hogy a tartósítás ipari bevezetése során a védőszer oldat beállítása, ill. esetenkénti felfrissítésének szükségessége is csak a fenti vizsgálatok alapján válik eldönthetővé.

A kísérleteket a módszertani részben rögzítettek szerint tölgyfaanyag felhasználásánál végeztük el. U-sónál 4 db, Celcure-nél 2 db mintatömböt vetettünk tartósítást alá.

A tartósítást 20—25 C°-on hajtottuk végre. A 80 C°-os tartósítást, a mintavételkor fennálló nagymértékű párolgási veszteségek miatt, amelyek egyértelmű számítását nem tesznek lehetővé, koncentráció változás szempontjából nem vizsgáltuk. A vizsgálat elhagyását indokolta az is, hogy a gyakorlat számára a normál hőmérsékletű áztatás nagyobb jelentőségű, mint a nagyobb beruházást igénylő magasabb hőmérsékletű áztatás.

Kísérleti eredményeinket a 10. és 11. összefoglaló táblázatban adjuk meg.

#### *Az eredmények alapján megállapítható*

Az áztatási eljárással történő tartósítás időtartamának növekedésével a módosított „U”-sónál és Celcure-nél egyaránt számolni kell a tartósító oldat koncentrációjának csökkenésével.

A 7. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a 8 óra áztatási idő átítatás szempontjából elégségesnek látszik.

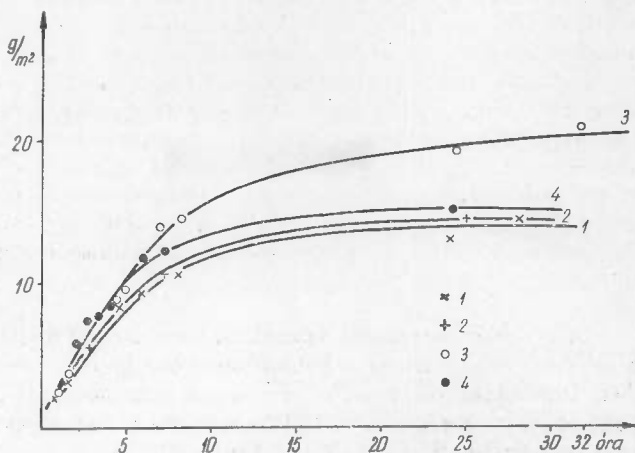
Celcure-nél a behatolási képesség valamivel kedvezőbb, mint az „U”-sónál. Ez a kiindulási koncentrációk különbözőségének tudható be.

A behatolási mélységnél észlelhető eltérések egy-egy fajon belül igen kis mértékűek, a tölgy- és cserfa között adódó nagyobb különbség a szíjács szélesség különbözőségének tudható be. „U”-sónál határozottan értelmezhető koncentráció csökkenés csak 3—4 óráig tartó áztatási idő után észlelhető, míg a Celcure-nél már 20 perc után határozott koncentráció csökkenés mutatkozik, és a későbbiekben a csökkenés mértéke mérséklődik. Ez az eltérő viselkedés a két oldat indulási koncentrációja közötti különbséggel magyarázható.

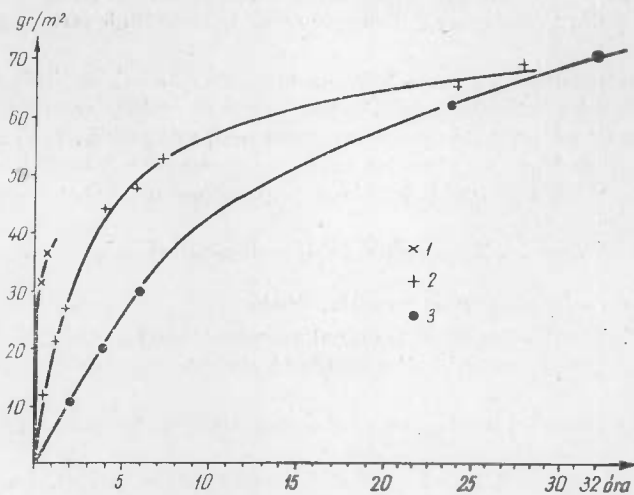
### 3.6 A faanyagvédőszer felvételének alakulása az áztatási idő függvényében.

A tartósító oldat koncentráció-változásának mérésével egy időben számításos úton meghatároztuk a faanyag védőszer felvételét is. A számítás alapját, mint ahogy a módszertani részben kifejeztük, a tartósító oldatban adott idő alatt beálló összkromtartalom-csökkenés képezte. A számított értékek ellenőrzésére szűrőpróbaként meghatároztuk a faanyag tényleges kromtartalmát is.

Az így végzett vizsgálatok módját adták arra, hogy a védőszer behatolási képességének meghatározásánál tett megállapításainkat védőhatás, illetve a szükséges



2. ábra. Tölgy faanyag Cr-tartalmának alakulása 20—25 C°-on, 2%-os „U”-só oldat esetében, a tartósítási idő függvényében. x = 1. vonal, + = 2. vonal, o = 3. vonal, • = 4. vonal



3. ábra. Tölgy faanyag Cr- tartalmának alakulása 20—25 C°-on 5%-os Celcure oldat esetében a tartósítási idő függvényében. x = 1. vonal, + = 2. vonal, • = 3. vonal

A krómtartalom növekedését rögzítő görbék közel azonos lefutásúak. Különösen az első szakasz vehető azonosnak. A későbbiekben ugyanis, amint ez a legnagyobb mérés számú U-sónál különösen kiténik, a görbék meredeksége nagyobb eltérést mutat. Véleményünk szerint hosszabb áztatási idő hatására a faanyag dagadása fokozódik és a létrejövő feszültségek hajszálrepedésekhez vezetnek. Mivel e repedések keletkezése, valamint a repedések nagysága nem törvényszerű, a keletkező új felületek nagysága is eltérő és így a hosszabb ideig tartó áztatásnál a védőszerfelvételt illetően nagyobb eltérések adódhatnak.

A tartósított faanyagokból izzítás után meghatározott védőszer tartalom (U-sónál) igen jól megközelíti a koncentráció változás felhasználásával számított értékeket. Celcure-nél az eltérés számottevő, mintegy 30%. Ennek okát abban látjuk, hogy a Celcurenél viszonylag tömény oldattal dolgoztunk, amelyből — a fába való diffúzió mellett — az edény falára, valamint a vizsgált rönk kezelt bütü felületére is rakódott le szilárd védőszer. Ez a kiválás is hozzájárult a tartósító oldat koncentráció változásához. A nyert görbék és értékek ettől függetlenül a folyamat természetére jellemzőek, azonban a minták tényleges védőszer tartalmát az izzításos úton nyert értékek képezik.

### 3.7 A védőszer megoszlás vizsgálata a behatolási mélység függvényében.

A védőszer megoszlását a behatolási mélység függvényében felhasználási méretekben tartósított tölgy és cserfa anyag vonatkozásában vizsgáltuk. A minták tartósítási ideje egységesen — 100%-os szíjács telítettséget adó 24 óra volt. Az egyes rétegek vastagsága 2 mm volt (12. táblázat).

A 10. táblázat szerint a tartósított faanyagok védőszer tartalma a behatolási mélység növekedésével csökken. A csökkenés mértékét illetően kismértékű eltérés észlelhető egy-egy adott mélységen belül. Ezt az ingadozást azonban megengedhetőnek tartjuk a faanyag inhomogenitása miatt.

védőhatást biztosító védőszer mennyiség vonatkozásában kiegyésszük.

Eredményeinket a 2. és 3. ábrákon szemléltetjük. A 10. és 11. táblázat és a 2-3. ábra adatai alapján a faanyagok Cr-tartalmának alakulása vonatkozásában levonható következtetések az alábbiak:

A faanyag védőszer felvétele a leggyorsabb ütemben a tartósítás első szakaszában megy végbe. Az összes áztatási idő (24—32 óra) első szakaszában (10 óra) a faanyag az összes krómtartalmának 70—75%-át felveszi mindkét védőszer-nél.

10. táblázat

Tölgyfaanyag és a tartósító oldat Cr-tartalmának változása 25%-os „U”-só esetében  
20—25 C°-on, az idő függvényében

Áztatási idő		Tartósító oldat Cr-tartalma g/l				A fa Cr-tartalom növekedése g/m <sup>2</sup> rönkpalást felület				A fa össz. Cr-tartalma g/m <sup>2</sup>				Rönkpalást felületi részéből			
										a fa súlynövekedéséből és az oldat konc. változásából meghatározva				a fa lazítási maradékából meghatározva			
óra	perc	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0		2,71	2,57	2,54	2,48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20	—	2,57	—	2,48	—	1,028	—	1,233	—	1,028	—	1,233	—	—	—	—
	40	—	2,56	—	2,48	—	1,186	—	0,124	—	2,214	—	1,357	—	—	—	—
1	60	—	2,56	—	2,45	—	0,256	—	1,530	—	2,460	—	2,887	—	—	—	—
	80	—	2,56	—	2,42	—	0,512	—	1,616	—	2,972	—	4,503	—	—	—	—
	100	—	2,56	—	2,40	—	0,256	—	1,130	—	3,228	—	5,633	—	—	—	—
2	120	2,71	2,56	2,54	2,37	2,71	0,256	2,286	1,536	2,71	3,484	2,286	7,169	—	—	—	—
3		—	—	—	2,57	—	—	—	0,237	—	—	—	7,406	—	—	—	—
4		2,60	2,54	2,43	2,37	5,645	2,226	5,766	0,237	8,355	5,710	8,052	7,643	—	—	—	—
5		—	—	—	2,35	—	—	—	1,264	—	—	—	8,907	—	—	—	—
6		2,60	2,36	2,31	2,28	1,040	—	6,066	2,902	9,395	—	14,110	11,809	—	—	—	—
7		—	—	—	2,28	—	—	—	0,228	—	—	—	12,037	—	—	—	—
8		2,56	2,36	2,31	—	1,956	6,520	0,462	—	11,351	12,230	14,580	—	—	—	—	—
24		2,56	2,30	2,28	2,26	1,538	2,124	3,831	2,522	12,887	14,354	13,411	14,559	—	11,50	—	15,30
28		2,51	—	—	—	1,876	—	—	—	14,763	—	—	—	19,2	—	—	—
32		—	—	2,25	—	—	—	2,604	—	—	—	21,015	—	—	—	18,80	—

Tölgy faanyag és a tartósító oldat Cr-tartalmának változása 5%-os  
Celcure esetében 20—25 C°-on, az idő függvényében

Áztatási idő		Tartósító oldat Cr-tartalma g/l			A fa Cr-tartalom növekedése g/m <sup>2</sup> rönkpálást felülete			A fa összes Cr-tartalma g/m <sup>2</sup> rönkpálást felület a fa súlynövekedéséből és az oldat konc. változásából meg határozva			Fa izzítási maradéká- ból meghatározva	
óra	perc							1	2	3	1	2
0												
	0	9,01	8,59	9,36	—	—	—	—	—	—	—	—
	20	8,66	—	8,77	17,315	—	31,863	17,315	—	31,663	—	—
	40	8,59	—	8,72	4,238	—	4,731	21,553	—	36,594	—	—
	60	8,59	—	8,70	0,859	—	1,696	22,412	—	38,290	—	—
	80	8,59	—	—	0,859	—	—	23,271	—	—	—	—
	100	8,59	—	—	1,718	—	—	24,989	—	—	—	—
	120	8,56	8,49	—	1,837	10,983	—	26,826	10,983	—	—	—
4		8,14	8,32	—	16,696	10,028	—	43,522	21,011	—	—	—
6		8,04	8,14	—	5,492	9,508	—	49,014	30,519	—	—	—
8		7,97	7,97	—	4,484	8,889	—	53,498	39,408	—	—	—
24		7,87	7,62	—	9,983	20,987	—	63,481	60,395	—	—	41,2
26		7,69	—	—	6,452	—	—	69,933	—	—	—	—
32		—	7,45	—	—	10,800	—	—	71,195	—	—	—

### 3.8 A védőszer kémiai átalakulásának vizsgálata.

#### 3.8.1 Módosított „U”-só átalakulásának vizsgálata.

Ismert tény, hogy U-sós tartósítások során a vízben oldható védőszer komponensekből a lignin CH-csoportjainak redukáló hatása folytán vízben oldhatatlan króm kriolit képződik. A kriolitiképződési reakció teljességének az ellenőrzésére tehát a legegyszerűbb lehetőség a fában levő összes Cr-tartalom és a fából kioldható, ill. ki nem oldható Cr-tartalom viszonyítása. Gyakorlati szempontokból tehát a vizsgált famintát vizes áztatásnak vetettük alá és mértük, részben az áztató víz, részben a faminta Cr-tartalmát, valamint a rönkből a mintával azonos helyről külön kivett próbatest áztatásmentes, összes Cr-tartalmát. A vizsgálatot a fa előkészítési módjának és az áztatás időtartamának függvényében végeztük.

A vizsgálatok anyaga az U-sóval tartósított minta volt, melyet a gyakorlathoz igazodva 6 hét pihentetési idő után vizsgáltunk. A próbatestek kivétele a kvantitatív meghatározásnál ismertettek szerint történt. Eredményeinket a 13. táblázatban adjuk meg.

A 13. táblázat eredményeiből levonható megállapítások:

a) A vizsgált előkészítési módok nem befolyásolják a vízben oldható védőszerkomponensek kioldhatóságát, és ezáltal a vizsgálat pontosságát.

b) A 24 és 48 órás áztatási idő utáni értékek között összefüggészerű különbség nincs. Elegendő a 24 órás áztatás is a teljes kioldáshoz.

c) Az értékek között eltérések észlelhetők, amelyek mértéke, tekintetbe véve az 1. és 2. táblázat kiértékelő megállapításait, megengedhető.

#### 13. táblázat

**Az „U”-sóval tartósított tölgy faanyag kimosható, kötött és összes Cr-tartalmának alakulása 6 hét pihentetési idő után az előkészítési mód és áztatási idő függvényében**

Előkészítési mód	Áztatási idő, óra	Faanyag Cr tartalma					
		kimosható		kötött		összes	
		g/m <sup>2</sup>	%	g/m <sup>2</sup>	%	számított	mért
						g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>
Kézi aprítás	24	9,3	46,5	10,7	53,5	20,0	17,3
Kézi aprítás	48	8,7	43,0	11,6	57,0	20,3	17,0
Darálás	24	6,1	42,5	8,3	57,5	14,4	21,0
Darálás	48	9,2	39,0	14,6	61,0	23,8	20,2
Átlag		8,4	42,7	11,5	57,3	19,6	18,8

#### 12. táblázat

Védőszer megnevezése	Mintavétel helye, mm	Felületi réteg Cr-tartalmához viszonyított %-ban	
		védőszer mennyiség, %	
		tölgyfaanyag	cserfaanyag
U-só	2	100	100
	4	61	57
	6	41	30
	8	32	24
	10	23	12
Celeure	2	100	100
	4	73	69
	6	42	41
	8	23	17
	10	11	10



d) A faanyag összes Cr-tartalmára kapott számított és mért értékek alátámasztják a koncentráció változás vizsgálatainál kapott eredményeket.

e) A kimosható és kötött Cr-tartalom százalékos megoszlásából a kriolit képződés folytatódására lehet következtetni.

Az e) pont alátámasztására megvizsgáltuk a kötött és kimosható Cr-tartalom alakulását 6 hónap pihentetési idő után is. Eredményeinket szembeállítva a 6 hét utáni kötött és kimosható Cr-tartalom megoszlással a 14. táblázatban adjuk meg.

A 14. táblázatban közölt eredmények feltételes megállapításunkat teljes egészében beigazolták. A hat hét pihentetési idő megnövelése 6 hónapra, mintegy 40%-kal emelte meg a kötött Cr-tartalom mennyiségét.

Faanyagvédelmi szempontból tehát, a faanyag által felvett teljes védőszer-mennyiség kihasználása érdekében, célszerű a szabványos pihentetési idő meghosszab-  
bítása (14. táblázat).

14. táblázat

**Tölgy faanyag Cr-tartalmának alakulása a pihentetési idő függvényében**

Pihentetési idő, hónap	Fa Cr-tartalma					
	kimosható		kötött		összes	
	g/m <sup>2</sup>	%	g/m <sup>2</sup>	%	számított	mért
1,5	9,3	46,5	10,7	53,5	20,0	17,3
6	5,6	25,5	16,6	74,5	22,3	23,1

**3.82 Celcure átalakulásának vizsgálata.**

Celcure esetében, az U-sóhoz hasonlóan — a fixálódási időt illetően az „U”-sónál szerzett tapasztalatokat felhasználva (6 hónap) — vizsgáltuk a ki nem oldható Cr-tartalom mennyiségét.

A vizsgálatot azonos módon végeztük, sőt leegyszerűsítést jelentett az előkészítési mód ismételt vizsgálatának szükségtelensége.

Az eredményeket a 15. táblázatban adjuk meg.

Az eredmények alapján megállapítható:

a) Az össz Cr-tartalomra vonatkozó számított és mért értékek igen közel esnek egymáshoz.

b) Az átalakulási reakció csaknem teljesen végbement, a Cr-tartalom kimosható hányada viszonylag alacsony.

c) A 6 hónap utáni átalakulás mértékéből következtetni lehet arra, hogy Celcure-nél az 1,5 hónapos fixálási idő is elégséges.

A kísérleti eredmények alapján levonható következtetések:

a) A kísérletek során tartósított faanyagok védőszer tartalma, a kiindulási védőszer összetétel szárazanyag-tartalmában kifejezve, U-só és Celcure vonatkozásában egyaránt minden esetben eléri, sőt túlhaladja az irodalomban közölt átlagértékeket. Ennek megfelelően a tartósítási művelet paraméterei az összehasonlítás során vizsgált minimális értékekre — áztatási idő 6 óra, áztatási hőfok 20—25 C°, pihentetési idő 1,5 hónap 20—25 C°-on — állíthatók be a védőhatás érdemi csökkenése nélkül.

15. táblázat

Faanyag Cr-tartalma	g/m <sup>2</sup>	%
Kimosott	3,90	9,1
Kötött	38,75	90,9
Összesen		
számított	42,65	
mért	41,20	—

b) Az a) pont megállapításait U-sónál alátámasztja még a védőhatást előidéző kromkriolitra vonatkozó értékelés is. Ebből ugyanis kitűnik, hogy a kriolittartalom viszonyítása esetén a vizsgált tartósított faanyagok védőszertartalma még inkább túlhaladja az irodalmi értékeket, vagyis a tartósítás igen jó hatásfokú volt.

**3.83** A gombák bontásának meghatározása a faanyag cellulóz- és lignintartalmának mérésével.

A tartósított faanyagok kémiai összetételében gombafertőzés hatására bekövetkező változásokat a cellulóz- és lignintartalom meghatározásán keresztül szándékoztunk figyelemmel kísérni. A vizsgálatok elvégzését és egyértelmű kiértékelhetőségét azonban több körülmény zavarta. Ezek közül csak a lényegesebbeket vázoljuk.

a) A faanyag kémiai összetétele, azonos fafaj esetén is számos tényezőtől, pl. életkor, termőhely, törzsmagasság függ. Tehát a viszonyítási alap csak akkor tekinthető reálisnak, ha a vizsgálatokat vagy egyedi fatörzsekben igen szorosan körülményhatárolt mintavétel mellett végezzük, vagy azonos termőhelyről származó tétel esetén igen nagyszámú mérést eszközölünk. A fentiek betartása a kísérletek sajátossága és egy-egy meghatározás relatíve magas munkaidő-szükséglete miatt nem volt megvalósítható.

b) A vizsgálatok anyagának jelentős mennyisége bányából származik, amelyeknél a tartósításra felhasznált faanyag minősége, az üzemi gyakorlatnak megfelelően, nem volt egységes.

A fenti szempontok mellett szűrőpróbaszerű vizsgálatokat végeztünk a cellulóz- és lignintartalom alakulását illetően. Eredményeinket a 16. táblázatban közöljük.

16. táblázat

Cser és tölgy bányafák cellulóz- és lignintartalma

Vizsgált anyag	Cserfa		Tölgyfa	
	cellulóz-tartalom %	lignin-tartalom %	cellulóz-tartalom %	lignin-tartalom %
Kezeletlen fertőzésmentes (intézeti)	46,3	24,1	47,9	21,0
Kezelésre előkészített (intézeti)	42,0	27,2	42,4	31,7
„U”-sóval kezelt (ipari)	41,3	25,6	42,2	27,2
Celcure-rel kezelt (ipari)	30,0	30,0	43,5	24,6
Celcure-rel kezelt (intézeti)	43,7	27,1	42,2	31,7

A 16. táblázat eredményei teljes egészében alátámasztják a cellulóz- és lignintartalom alakulásával kapcsolatban kifejtett nézeteinket. Egyértelműen megállapítható ugyanis, hogy a kezeletlen és kezelt azonos fafajú anyagok cellulóz- és lignintartalma eltérő. Mivel a vizsgált anyagok vagy nem, vagy csak igen rövid ideig (3—4 hónap) voltak kitéve a bánya klímaviszonyainak, az eltérésekből, részben a faanyag előfertőzésére, részben a faanyag származási helyének különbözőségére lehet következtetni. Így a nyert adatokból a korhadás, illetve a védőhatás mértékére következtetést levonni még nem lehet.

### 3.9 Anatómiai vizsgálatok eredményei.

A folyamatos anatómiai vizsgálatok a védőszerek hatásosságának megállapítását

szolgálták az idő függvényében, ugyanazon bányatámfák szijácsrészében. Azért csak a szijácsrészben, mivel a gombák esetleges támadása, illetve a fába való behatolása itt dokumentálható legjobban. Az év folyamán négy időpontban kivett négy anyag vizsgálata történt meg.

Ezeknek az anyagoknak a kivételi időpontja a következő volt:

<i>Kontroll (ellenőrzőanyag)</i>	1965. XII. 9.
I. anyag	1966. II. 9.
II. anyag	1966. VII. 26.
III. anyag	1966. V. 10.

A kontroll (ellenőrző) anyagként vizsgált négy db bányatámfá minta:

1.  $R_3G_3$  jelzésű *Quercus cerris* L.—Cser. Celcure védőszerrel kezelt
2.  $R_7U_5$  jelzésű *Quercus cerris* L.—Cser. Modifikált U-sóval kezelt
3.  $Y_7E_5$  jelzésű *Q.petraea* (Mattuschka) Liblein — Kocsánytalan tölgy. Celcure védőszerrel kezelt.
4.  $Y_4U_3$  jelzésű *Q.petraea* (Mattuschka) Liblein — Kocsánytalan tölgy. Modifikált U-sóval kezelt.

Az említett bányatámfák szijácsrészéből vett minták anatómiai vizsgálata gombafertőzést és sejtfallebontást *nem* mutatott ki.

Az I. mintaanyag a következő volt:

- Összehasonlító kontroll: I. Kezeletlen cser
2. Kezeletlen tölgy
- 8 órás kezelés:
3. Cser-Celcure
  4. Tölgy-Celcure
  5. Tölgy-U-só
  6. Cser-U-só

A fent nevezett 6 db bányatámfá szijács részéből vett minta mikroszkópos vizsgálati eredménye a következő. A kezeletlen cser mintában a gombahifák jelenléte kimutatható, fallebontás, korrózió azonban nem. A kezeletlen tölgy és Celcure, valamint a modifikált U-sóval kezelt anyagokban gombafertőzést és fallebontást nem találtunk.

A II. minta vizsgálata, amely szintén hatféle anyagból állt, a következő eredményt adta: Az összes, tehát kezeletlen és kezelt anyag gombával fertőzött. A tölgy modifikált U-sóval kezelt anyagon csekély mértékű fallebontás tapasztalható.

A tölgy Celcure-rel kezelt anyagára jellemző — gombafonal szövedék dúsabb előfordulása. A Celcure, illetve modifikált U-sóval kezelt cser anyagban is jól látható a gombahifák jelenléte. A két kezeletlen anyagban (cser, tölgy) szintén megtalálható a gombahifák szövedéke.

A III. minta esetében a kísérleti bányából átépítés miatt csak a tölgy (3 db) anyagból vehettünk mintát. A tölgy-Celcure és modifikált U-sóval kezelt anyaga esetében a gomba a bélsugár-parenchyma sejtek enzimatikus bontásával és roncsolásával a korrózió mértékét fokozta.

## Összefoglaló

A bányafa tartósítási kísérletei során a modifikált U-só 2%-os és a Celcure elnevezésű védőszer 5%-os vizes oldatait fűrésztési és áztatási eljárásokkal, különböző hőmérséklet és koncentrátság mellett alkalmaztuk.

A mykológiai vizsgálatok során a Trendelenburg-féle eljárással a *Coniophora cere-*

bella, *Poria vaporaria* és *Trametes versicolor* tesztgombák bontó hatását vizsgáltuk. A kísérletek a védőszerek jelentős védőhatását igazolták. Az ütő-törő szilárdsági érték csökkenése a kezeletlen próbatestek esetében a tartósítottakhoz viszonyítva átlagosan 40%.

A tartósítás lehetőségeit kedvezően befolyásolja az a kísérleti eredmény, hogy a faanyag védőszer felvétele tulajdonképpen a tartósítás első szakaszában következik be, úgyhogy 8 órán túli áztatás tartósítási és gazdasági szempontokból sem indokolt.

A farostokhoz tapadó krómkríolittá való átalakulás (U-só) a vizsgálatok alapján megállapíthatóan hat hét alatt 57%-ban, 6 hónap alatt 75%-ban, a bázikus rézkromáttá történt redukció (Celcure) 6 hónap alatt 91%-ban megy vége.

Anatómiai vizsgálat a kezeletlen és kezelt bányafa felületi gombafertőzöttségét mutatta ki, amely fertőzöttség származhatott

— döntés után még előnedves faanyag tárolása során

— tartósítás alatt a légáramlás útján a védőszer tartályba hullott gombafonalakkal, melyeket a fába diffundált oldat a fatestbe juttatott és

— tartósítás utáni kitettség folytán a szennyezett, elhasznált levegőt kihúzó vágatban.

A mykológiai és kémiai vizsgálatok a kiválasztott védőszeres és védőeljárások hatáosságát igazolták. Ez vonatkozik a védőszerek fungicid hatására, a fatestben történő kedvező átalakulásra és ennek kapcsán a krómkríolit és bázikus rézkromát képződés konkrét kimutatására, továbbá az egy műszak alatt (8 óra) is elérhető kedvező oldat-felvétel lehetőségére is.

## Irodalom

1. *Boswell*: The biochemistry of dry-rot in wood III. An investigation of the products of the decay of pine wood rotted by *Merulius lacrimans*. *Biochem. Journal* 32. 1938.
2. Faipari Kutató Intézet (Bálint Gyula) A bányafa tartósítása. (Zárójelentés 1954.)
3. *Catwright, K. St. G.—Findlay, W. P. K.*: Decay of Timber and its Prevention. London. 1946.
4. *Falek, R.—Haag, W.*: 1927. Der Lignin und Zellulose Abbau des Holzes zwei verschiedene Zersetzungsprozesses durch holzbewohnende Fadenpilze. *Ber. d. Deutsch. Chem.* 4. sz. S. 60.
5. *Findlay, W. P. K.*: Dry Rot and other Timber Troubles. London, 1953.
6. *Guarmati—Igmándy—Pagony*: Faanyagvédelem. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1964.
7. *Heise—Herbat—Fritzsche*: Lehrbuch der Bergbaukunde. Berlin, 1962.
8. *Hunt, W. C.—Garrat, D. A.*: Wood Preservation. New York, 1953.
9. *Jurasch, L.*: Változások a faanyag vegyi felépítésében a gombák által okozott bontás következtében. *Drevarsky Vyskum* 1964. 2. sz. 41. o.
10. *Kubiak, M.*: A gombák hatása a bükkfaanyag vegyi összetételének változására. *Prehled* 1964. 6. sz. 22. oldal.
11. *Kubiak—Kerner*: *Coniophora cerebella* gomba által okozott bomlás kezdeti szakaszában levő bükkfaanyag vegyi összetételének, nyomószilárdságának és némely fizikai tulajdonságának változására okozott hatás. *Drevarsky Vyskum* 1963. 4. sz.
12. *Lektoroszkij, D. N.*: Kropoza. Moszkva, 1949.
13. *Liese, J.*: Holzschutz. Berlin, 1954.
14. *Ovcsenikov, T. V.*: Előkészítő vágatok aknaácsa. Bp. 1952.
15. *P-dkolzin—Celuzkol*: Konzervirovanije Krepozsnich Geszomatyerialov. Moszkva. 1947.
16. *Rupaček, V.*: Biologie drevokainch Hub. Praha, 1957.
17. *Tomasovszky I.*: A bányafa. Budapest, 1944.
18. *Saüce, Wilhelm*: Bergbau. Mahlke-Troschel-Liese: Holzkonservierung, Berlin, 1950.
19. *Schultze—Rhonehof, H.*: Versuche über die Brauchbarkeit von Grubenholz. *Berg u. Hüttenmännische Zeitschrift*. Heft 27—28. 1936.

# ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОЛЬЗОВАНИЯ АССОРТИМЕНТОВ ДРЕВЕСИНЫ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ПОСТОЯННОГО ПО ХАРАКТЕРУ ГОРНО-РУДНОГО КРЕПЕЖА ПОСРЕДСТВОМ АНТИСЕПТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Д. БАЛИНТ

Старший научный сотрудник

А. ТОМЕК

Научный сотрудник

В ходе экспериментов консервирования крепежного леса применялись 2% водяные растворы модифицированной соли у и 5% водяной раствор защитного средства под названием ЦЕЛКУР при способах вымачивания в ваннах при различных температурах и концентрациях.

В ходе микологических исследований способом Тренделенбурга были произведены исследования разлагающего воздействия поверхностных грибков культуры *Coniophora cerebella*, *Poria varotaria* и *Trametes versicolor*. Исследования подтвердили значительное защитное воздействие защитных средств. Сокращение значения прочности на излом и удары в случае необработанных образцов в среднем составляет 40% по отношению к консервированным.

На возможности консервирования значительно влияет тот экспериментальный результат, что впитывание защитного средства древесиной собственно наступает на первом этапе консервации так, что вымачивание сверх 8-ми часов не обоснованно с точки зрения рентабельности и консервирования.

Преобразование (соли У) с хромкреолит, прилипающий к древесному волокну, на основании исследований было установлено, происходит за 6 недель в размере 57%, за 6 месяцев в размере 75%, а редукция в базисе хромата меди (Celeure) за 6 месяцев происходит в размере 91%.

Анатерические исследования поверхностной зараженности грибами необработанных и обработанных рудничных стоек показали, что зараженность могла произойти: а) после павала, в ходе хранения сырой древесины, б) во время консервирования спорами грибков, попавшими в резервуар защитного средства потоком воздуха, которые раствором, проникающим в древесину, были поданы в кряжи и в) вследствие хранения после консервирования в штреке, вытягивающий загрязненный, испорченный воздух.

Микробиологические и химические исследования подтвердили эффективность подобранных защитных средств и защитных способов. Это касается фунгицидного воздействия защитных средств, благоприятного преобразования в древесном кряже и в связи с этим касается конкретного выявления криолита хрома и базисного хромата меди, далее и возможностей впитывания раствора, достигаемого за одну смену (8 часов).

**THE INCREASE OF SERVICE LIFE OF THE TIMBER ASSORTMENTS  
BY ANTISEPTICS USED FOR THE INSURING OF THE PERMANENT  
MINE OPENINGS**

GY. BÁLINT  
senior member  
MRS. A. TOMEK  
research worker

The 2 per cent watery solutions of modified U-salt and the 5 per cent watery solutions of Celcure protective had been used in the mine timber preservation tests by bathing and soaking processes at different temperature and concentration.

The destroying action of *Poria vaporaria* and *Trametes versicolor* test fungi had been investigated by the Trendelenburg method in the mycological investigations. The tests proved the significant protective effect of the protectives. The decrease of impact and rupture strength value is 40% in the case of untreated samples compared with the preserved samples.

The possibilities of the preservation are favourably influenced by the test result that the intake of protective takes place really in the first phase off the preservation and so the soaking over 8 hours does'nt justified from preservative and economical point of view.

The transformation to chrome cryolite (U-salt) stuck to the wood fibres takes place according to investigations in six weeks in 75% rate, in six months in 75% rate, the reduction to basic copper chromate (Celcure) takes place within six months in 91% rate.

The anatomical investigation showed the fungi contamination of the treated and untreated mine timber surface. This contamination might come into being a) after felling during the storage of premoist timber, b) during the preservation by the fungi spores fallen with aide of air flow in the preservative container and transported in the timber by the diffused solution, and c) after preservation by the exposition in the opening where the used up contaminated air outflows. The mycological and chemical investigations have justified the effectiveness of the chosen protectives and protective methods. This refers to the fungicidal action of protectives, the favourable transformation in the timber body and in relation to this the concrete demonstration of the chrome cryolite and basic copper chromate formation moreover the favourable solution intake possibility also during a shift (8 hours).

**DIE ERHÖHUNG DER LEBENSDAUER DER HOLZSORTIMENTE,  
DIE ZUR SICHERUNG DER STÄNDIGEN GRUBENBAUE GEBRAUCHT SIND,  
MIT ANTISEPTISCHEN MATERIALIEN**

GY. BÁLINT  
wissenschaftlicher Hauptmitarbeiter  
FRAU ING. A. TOMEK  
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Im Laufe der Imprägnierungsversuche des Grubenholzes wurden die 2%ige wässrige Lösung des modifizierten U-Salzes und die 5%ige wässrige Lösung des Celcure Schutzmittels in Bade- und Tränkverfahren bei verschiedener Temperatur und Konzentration verwendet. Während der mykologischen Untersuchungen wurde mit dem Trendelenburg Verfahren die Zerstörungswirkung der Testpilze *Poria vaporaria* und *Trametes versicolor*

untersucht. Die Versuche bestätigten die bedeutende Schutzwirkung der Schutzmittel. Die Verminderung des Schlag-Bruch Festigkeitswertes war im Falle der unbehandelten Proben durchschnittlich 40% vergleichend mit den imprägnierten.

Die Möglichkeiten der Imprägnierung sind durch das Versuchsergebnis günstig beeinflusst, dass die Aufnahme des Schutzmittels eigentlich in der ersten Phase der Imprägnierung vor sich geht und so die Tränkung über 8 Stunden ist aus Imprägnierungs- und Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkte nicht begründet.

Die Umwandlung zum an die Holzfasern haftenden Chromkryolit (U-Salz) geht gemäss den Untersuchungen während 6 Wochen in 57%, 6 Monate in 75% vor sich, die Reduktion zum basischen Kupferchromat (Celcure) geht während 6 Monate in 91% vor sich.

Die anatomische Untersuchung erwies die oberflächliche Pilzeinfizienz des unbehandelten und behandelten Grubenholzes und diese Infizienz konnte entstehen: a) nach der Fällung während der Lagerung des noch vor Nass Holzmaterials, b) während der Imprägnierung durch mit dem Luftstrom ins Schutzmittelbehälter gefallene Pilzsporen, die durch die in Holz diffundierte Lösung in Holzkörper gerieten, und c) nach Imprägnierung durch die Exposition in der Grubenbaue, wo die unreinigte aufgebrauchte Luft hinausströmt. Die mykologischen und chemischen Untersuchungen bestätigten die Wirksamkeit der ausgewählten Schutzmittel und Schutzverfahren. Das bezieht sich auf die fungizide Wirkung der Schutzmittel, auf die günstige Umwandlung im Holzkörper und damit verbunden auf den konkreten Nachweis der Ausbildung der Chromkryolit und des basischen Kupferchromates, ferner auf die Möglichkeit der auch während einer Schicht (8 Stunden) erreichbaren günstigen Lösungsaufnahme.

**KORSZERŰ BŰTORMÉRETEZÉS**

**A BŰTOROSZTÁLY KÖZLEMÉNYEI**



**A JELENLEG GYÁRTOTT  
ÉS AZ ELMÉLETI SÍKON SZÁMÍTOTT VASTAGSÁGI  
MÉRETEKKEL ELKÉSZÍTETT BÚTORIPARI  
TERMÉKEK VIZSGÁLATA  
STATIKUS TERHELÉS ESETÉRE**

Témaszám: 33. 14. 01. 02

NEUWIRTH EDIT

okl. faipari mérnök, tudományos segédmunkatárs

**1. BEVEZETÉS**

A bútortermelés növekedése, a gyárszerű nagyüzemi termelés megvalósítása mellett alapvető követelményként jelentkezett a termékek tudományos felmérésén alapuló méretezés elvének kidolgozása.

A fahelyettesítő anyagok egyre szélesebb területen történt felhasználása nemcsak esztétikai, hanem statikai kérdések egész sorát vetette fel a formatervező felé, amelyek konkrét megoldása elengedhetetlen feltétele volt a bútorkonstrukciók kialakításának.

Az elmúlt években alapkutatóként kidolgoztuk a korpusz bútorok falvastagságát befolyásoló összefüggéseket, meghatároztuk az egyes alkatrészek rendeltetészerű használata közben fellépő igénybevételeket, valamint azt az egységes számítási módszert, aminek segítségével számíthatók a szükséges alkatrész vastagságok. Az ezzel kapcsolatos kutatási eredményeket a Faipari Kutatások 1966. évi 1. füzetében közöltük.

Jelen dolgozatunkban vizsgáltuk a kész korpusz bútorokon különböző külső behatások következtében előálló alakváltozásokat, a már meghatározott maximális statikus terhelések figyelembevételével kiszámítottuk a szükséges alkatrész vastagságokat, mintadarabok legyártásához a legjellemzőbb szekrény-bútorokból. Különböző vastagságú anyagokból kísérleti sarokkötéseket készítettünk és vizsgáltuk ezek szilárdságát.

A kutatás célja így kettős volt. Egyrészt, hogy a formatervező elgondolása szerint tervezett gyártmányok szilárdsági szempontból kifogástalanok legyenek, másrészt a fajlagos anyagfelhasználás a minimumra csökkenjen.

Megállapítható, hogy a bútorigarban lehetséges a vastagsági méretek lényeges csökkentése, ami jelentős faanyag megtakarításhoz fog vezetni.

**2. VASTAGSÁGI MÉRETEZÉS A KIVÁLASZTOTT ALAPTÍPUSOKRA**

A legyártott korpusz bútorokat 14 alaptípusba soroltuk méret és funkcionális céljuk figyelembevételével. A kiválasztott korpusz-bútor-típusokra felvettük a maximális statikus terhelési értékeket az 1966. évi kutatás adatainak felhasználásával, melyek mint méretezési alapértékek az adott típusokra szabványosíthatók. A rendeltetészerű használat során ezeknél az értékeknél nagyobb igénybevételek nem léphetnek fel.

A jobb áttekinthetőség érdekében a számítási menetet mellőzve, csak az eredményeket közöljük.

A korpuszok méretezésénél a bútortalapoknak az I. táblázatban megadott szilárdsági értékeivel számoltunk.

A furnérozott alkatrészeknél a  $\sigma_H$  érték 1,4-es korrekciós tényezővel szorzandó.

I. táblázat

Sor-szám	Anyag megnevezése, vastagság	Ha a G <sub>4</sub> hajlító szilárdság szabv. szerinti (átl. értékei)	E-értékek	
			furnérozás nélkül	furnérozva
1.	Soproni forgácslap 12, 14, 16, 19, 22	180	25 000	35 000
2.	Szombathelyi forgácslap 12, 14, 16, 19, 22	180	30 000	42 000
3.	Pozdorja bútortalap (Tripó) 14, 16, 19, 28	160	24 000	34 000
4.	Pozdorjabetétes bútortalap (szál irányban) 16, 19	300	40 000	—
5.	Pozdorjabetétes bútortalap (szál irányra merőlegesen) 16, 19	100	20 000	28 000

### 2.01 Kétajtós ruhásszekrény.

A kétajtós ruhásszekrény a rendeltetésszerű használat esetén ruhaneműk tárolására alkalmas. A polcok a könnyebb cikkek; a tartórúdon, vállfán kabátok, öltönyök; a fenék a nehezebb cikkek, a tető 25 kg súlyú bőrönd vagy egyéb tárgy elhelyezésére szolgál (1. ábra, felső rész nélkül).

Az igénybevétel alapján számított vastagsági értékek és biztonsági tényezők:

	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Tető	1,70	15,2
Pole	1,68	15,8
Oldal	1,70	12,7

### 2.02 Háromajtós szekrény.

A szekrény kétajtós részének rendeltetésszerű használata megegyezik a 2-01 kétajtós szekrényével ismertettekkel. Az egyajtós polcos rész fehéreneműk tárolására szolgál.

A szekrény tetején mértékadó terhelésként 25 kg súlyú bőröndöt, vagy nehéz tárgyat helyezhetünk el (2. ábra, felső rész nélkül).

A számított vastagsági értékek és a biztonsági tényezők értékei:

	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Tető	1,70	15,2
Pole (hosszú)	1,68	15,8
Pole (rövid)	1,00	17,0
Oldal	1,70	12,7
Válaszfal	1,70	8,4

### 2.03 Kétajtós szekrény felső résszel. (I. ábra).

A felső rész a mindennapi használaton kívüli tárgyak (könyvek, folyóiratok, ruhaneműk, háztartási kisgépek stb.) elhelyezésére szolgál.

Az alsó rész rendeltetésszerű használata megegyezik a 2.01 pontban ismertett kétajtós ruhásszekrényével.

Az igénybevétel alapján számított vastagsági értékek és biztonsági tényezők:

	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Oldal	1,90	9,2
Polc (felső rész)	2,10	13,3
Polc + tető	1,27	12,6
Polc	1,68	15,8

**2.04** Háromajtós szekrény felső résszel.  
(2. ábra).

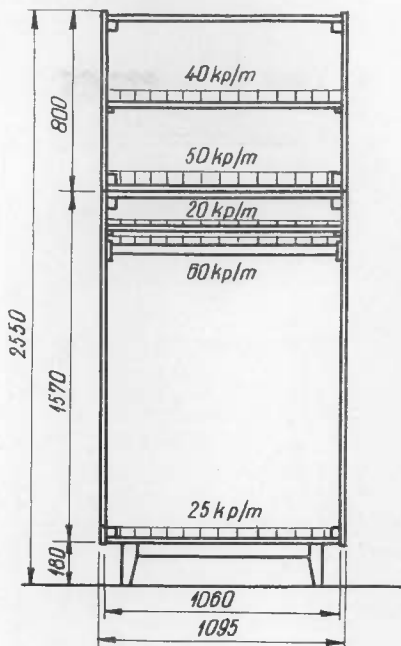
A felső rész a mindennapi használaton kívüli tárgyak elhelyezésére (könyvek, folyóiratok, ruhák, bőröndök), az alsó rész ruhaneműek tárolására szolgál. A polcokon könnyebb cikkek, ruha, akasztórúdon kabátok, a szekrény aljában nehezebb tárgyak kerülnek elhelyezésre.

Az igénybevétel alapján számított vastagsági értékek és biztonsági tényezők

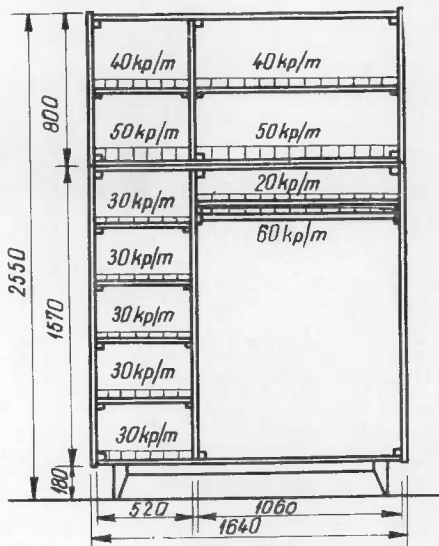
	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Oldal	1,90	9,8
Polc (40 kp/m)	2,11	13,3
Polc + tető	1,27	12,7
Polc (20 kp/m)	1,68	9,2
Polc rövid (30 kp/m)	0,93	16,3
Polc rövid (40 kp/m)	1,03	13,9
Polc rövid (50 kp/m)	1,10	12,0

**2.05** Könyvszekrény alul két ajtóval, felül nyitott vagy tolóüveges polccal.

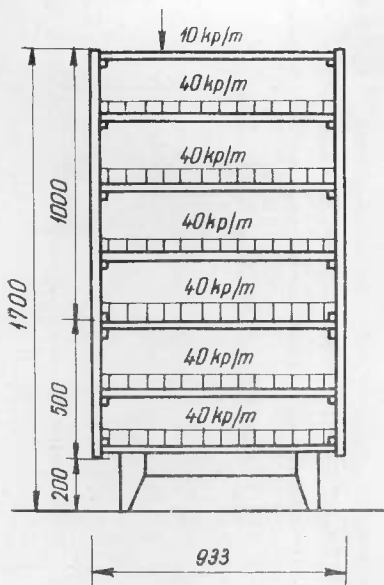
A szekrény rendeltetésszerű használata könyvek és folyóiratok tárolása.



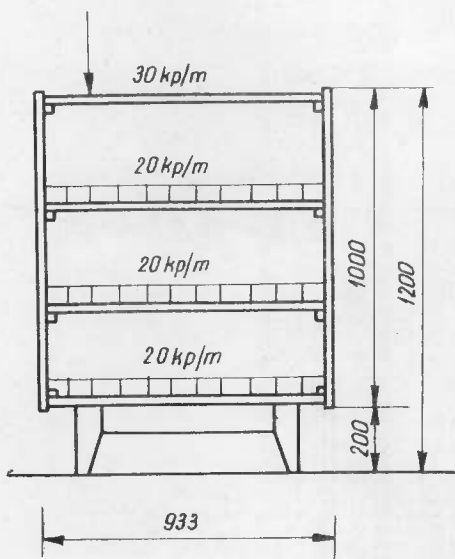
1. ábra. Kétajtós szekrény felső résszel, a felvett statikus terheléssel



2. ábra. Háromajtós szekrény felső résszel, vonalrajz a felvett statikus terheléssel



3. ábra. Könyvszekrény vonalrajza a felvett statikus terheléssel

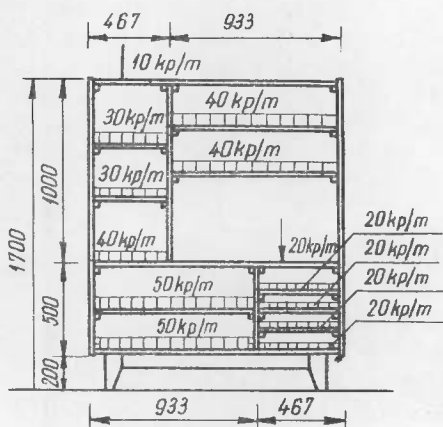


5. ábra. Szekreter vonalrajza a felvett statikus terheléssel

A zárt rész könyvek, folyóiratok, a nyitott polcok alul rádió, műszerek, feljebb katalógusok, könyvek, tetőn mintadarabok, csomagok tárolására szolgálnak.

Az igénybevételek alapján a számított vastagsági értékek és biztonsági tényezők:

	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Oldal	1,70	11,8
Polcok	1,87	11,8
Vízszintes válaszfal	1,20	8,0
Tető	1,21	17,0



4. ábra. Könyvszekrény vonalrajza a statikus terheléssel

**2.06** Könyvszekrény alul három ajtóval, felül nyitott vagy tolóüveges polcokkal.

Rendeltetésszerű használata megegyezik a 2.05 pontban ismertetett könyvszekrényvel.

A számított vastagsági értékek és biztonsági tényezők:

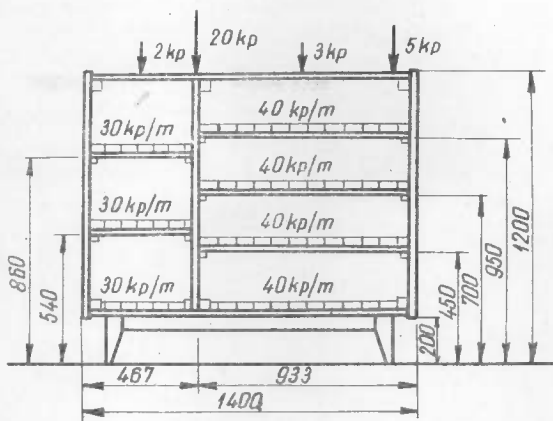
	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Tető	0,72	7,4
Polc (hosszú)	1,87	12,0
Polc (rövid)	0,84	13,4
Polc (rövid)	0,73	14,5
Polc (hosszú)	2,01	7,5
Oldal	1,80	6,0

**2.07** Szekreter alul ajtóval vagy fiókkal, fent lenyíló ajtóval (5. ábra).

A szekreter alsó része edények vagy fehérneműk tárolására, a felső része írószerek, papírok, iratok, teteje televízió, rádió, apró dísz tárgyak, vázák elhelyezésére szolgál.

Statikus igénybevétel alapján számított vastagsági értékek és biztonsági tényezők:

	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Tető	1,71	14,1
Polc	1,40	13,9
Oldal	1,30	13,5



6. ábra. Kis kombinált szekrény vonalas rajza a felvett statikus terheléssel

**2.08** Kis kombinált szekrény. (6. ábra).

A kis kombinált szekrény alsó része edények, poharak, evőeszközök, tolóüveg mögötti polcok könyvek, folyóiratok, oldalsó része fehérneműk, teteje pedig rádió és egyéb dísz tárgyak elhelyezésére szolgál.

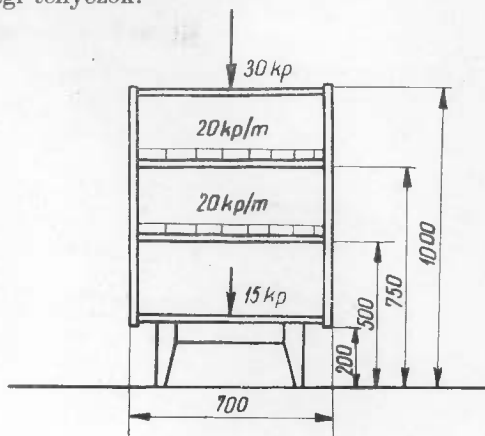
Az igénybevétel alapján számított vastagsági méretek és biztonsági tényezők értéke:

	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Tető	1,52	15,3
Polc (hosszú)	1,87	12,0
Polc (rövid)	0,84	13,5
Oldal	1,40	12,2

**2.09** Kétajtós televízió-tartó szekrény (7. ábra).

A televízió-tartó szekrény televízió, rádió, a polcok hanglemezek, könyvek, a fenék magnetofon, lemezjátszó és egyéb műszaki cikkek elhelyezésére szolgál. A számított vastagsági értékek és biztonsági tényezők.

	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Tető	1,30	10,2
Polc	1,03	12,3
Fenek	1,17	15,3
Oldal	1,00	15,0



**2.10** Kétajtós alsó szekrényrész (8. ábra).

Kétajtós alsó szekrényrész polcok, könyvek, folyóiratok, teteje dísz tárgyak, rádió elhelyezésére szolgál. A számított vastagsági értékek és a biztonsági tényezők:

7. ábra. Kétajtós televíziós szekrény vonalrajza a felvett statikus terheléssel

	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Tető	1,65	16,2
Polc	2,10	12,0
Oldal	1,03	16,1

**2.11** Kétajtós + fiókos szekrény alsó résszel (9. ábra).

Rendeltetészerű használat esetén a polc könyvek, folyóiratok, műszaki cikkek tárolására, teteje dísz tárgyak, lemezjátszó, rádió és televízió elhelyezésére szolgál. A számított vastagsági értékek és a biztonsági tényezők a következők:

	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Tető	1,58	14,5
Polc (hosszú)	2,10	14,8
Polc (rövid)	0,75	14,4
Oldal	1,00	12,9

**2.12** Könyvespolc tolóüveges felső résszel (10. ábra).

A könyvespolc polcain rendeltetészerű használat esetén könyvek, tetején dísz tárgyak, virágok elhelyezésére szolgál.

Az igénybevételek alapján számított szükséges vastagságok és biztonsági tényezők:

	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Tető	1,25	7,0
Polc	2,32	10,4
Válaszfal	1,48	7,3
Oldalfal	1,70	9,9

**2.13** Tolóüveges, ajtós és nyitott polcos felső rész (11. ábra).

Az ajtó mögötti rész könyvek, folyóiratok, a nyitott rész rádió, teteje dísz tárgyak, virágok elhelyezésére szolgál. A feltételezett rendeltetészerű használat közbeni igénybevétel alapján számított vastagsági értékek és a törésig számított biztonsági tényezők értékei a következők:

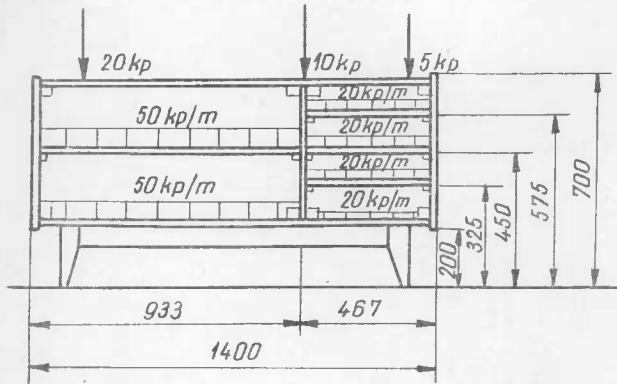
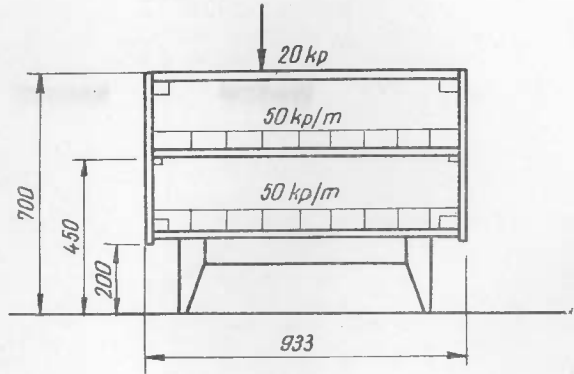
	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Tető	1,35	7,9
Polc (hosszú)	2,67	8,6
Polc (rövid)	2,10	12,3
Polc (rövid)	1,18	11,5
Polc (rövid)	1,00	11,8
Polc (rövid)	1,06	10,9
Oldalfal	1,90	7,9

**2.14** Ágyneműtartó szekrény (12. ábra).

Az ágyneműtartó szekrény teteje rádió, dísz tárgyak, lámpa elhelyezésére, belső része az ágynemű tárolására szolgál

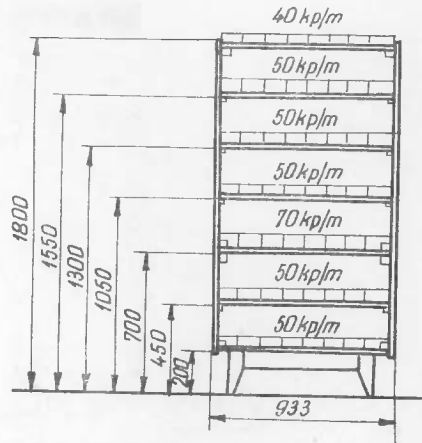
	Vastagság cm-ben	Biztonsági tényező
Tető	1,71	9,6
Fenék	0,94	7,5
Oldal	0,80	18,6

8. ábra. Kétajtós alsó szekrény-rész vonalrajza a statikus terheléssel

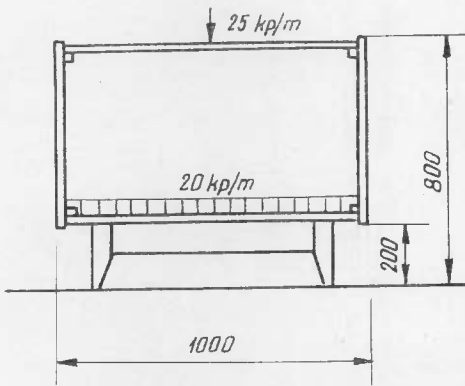
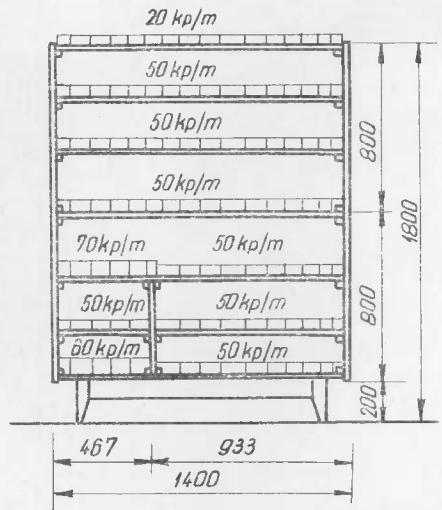


9. ábra. Kétajtós + fiókos szekrény alsó részével a felvett statikus terheléssel

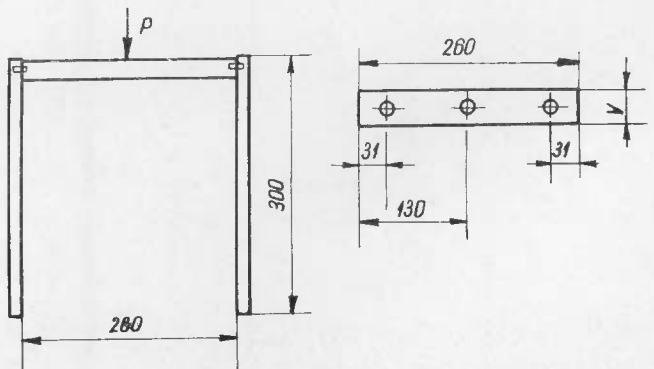
10. ábra. Könyvespolc tolóúveges felső részével a felvett statikus terheléssel



11. ábra. Tolóúveges, ajtó és nyitott polcos felsőrészes szekrény vonalrajza a felvett statikus terheléssel



12. ábra. Ágyneműtartó szekrény vonalrajza a felvett statikus terheléssel



13. ábra. Sarokkötés egyenkénti köldökesappal



### 3. SAROKKÖTÉSEK VIZSGÁLATA

A lehajlások mellett a sarokkötések szilárdsága is alapvető kiindulási pontja a helyes szilárdságú bútorkonstrukciók kialakításának. A gyakorlatban leggyakrabban alkalmazott három oldal — tető, illetve oldal — fenék sarokkapcsolat kialakítását választottuk a vizsgálatok elvégzéséhez.

A köldökesapos szerkezetnél a köldökesap a vízszintes darabba 20 mm, a függőleges darabba 10—12 mm mélyen van beeresztve. Az összeállításhoz glutin enyvet használtunk fel. A köldökesapok átmérőjét a vastagsági méret arányosaként a következőknek választottuk.

22 mm vastag anyaghoz 10 mm  $\varnothing$  köldökesap

19 mm vastag anyaghoz 8 mm  $\varnothing$  köldökesap

16 mm vastag anyaghoz 6 mm  $\varnothing$  köldökesap

A köldökesapokat az anyagban egyenként egyenlő távolságra és párosával egyenlő távolságra helyeztük el. Vizsgáltuk ezenkívül a sarokléccel összeépített sarokkötések szilárdságát is.

#### 3.1 Sarokkötés egyenkénti köldökesappal.

A köldökesapok elhelyezése egymástól egyenlő távolságban történt a 13. ábra szerint.

#### 3.2 Sarokkötés párosan elhelyezett köldökesappal.

A próbadarabokban a köldökesapok elhelyezése úgy történt, hogy kettő-kettő közel egymás mellett helyezkedik el a 14. ábra szerint.

#### 3.3 Sarokléces sarokkötés.

Gyakori megoldás ajtó mögötti sarkok összeillesztésénél a sarokléces sarok összeépítés. Felerősítése, az oldalhoz glutin enyvvvel és 3 db  $4 \times 30$  mm facsavarral, a tetőrészhez 3 db  $4 \times 30$  mm facsavarral történt.

#### 3.4 A vizsgálat leírása.

Anyag-féleségenként 5—5 próbatestet készítettünk, illetve vizsgáltunk anyagvizsgáló berendezés segítségével. A vizsgálat úgy történt, hogy a próbadarabokat központosan terheltük, közben minden egy miliméter lehajlás után leolvastuk a terhelőerő értékét. Ezt addig folytattuk, míg az anyag el nem tört, ill. maradandó alakváltozást nem szenvedett. A mérési eredmények átlagértékét a 2. táblázat tartalmazza.

#### 3.5 Mérési eredmények értékelése.

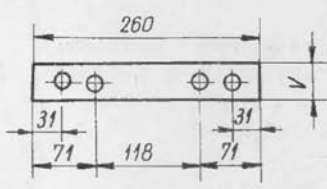
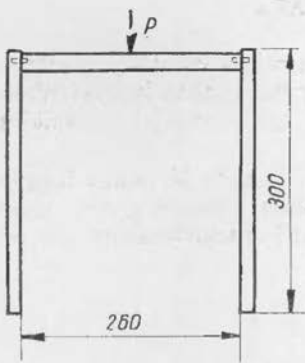
A vizsgálatok során nyert eredményekből a köldökesapok néhány jellemző adatát kiszámítottuk (3. 4. táblázat).

A sarokléccel történő kapcsolatok esetén a falvastagság csökkenésével lineárisan csökken a sarokkapcsolat szilárdsági értéke.

Az egyes sarokkötés típusok törési formái az anyagvastagság és sarokkötési mód függvényeként változtak.

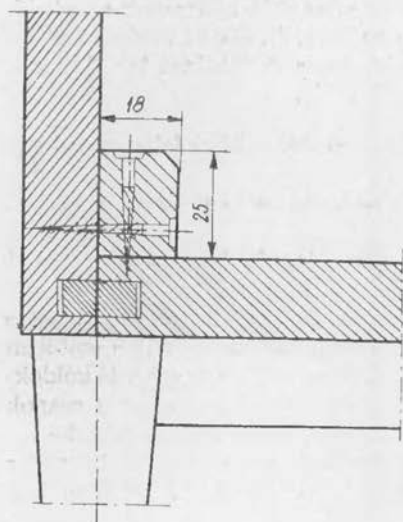
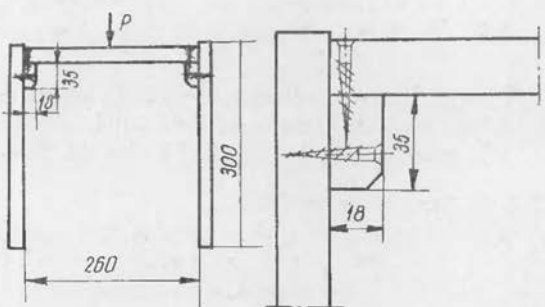
A 16 mm vastag anyagból kialakított sarokkötés törését köldökesapos megoldás esetében minden esetben a köldökesapok törése okozta, sarokléces kötés esetében az anyag közepén tört el, vagy a csavar nyíródott el. A 19 mm vastagságnál köldökesapos kötést alkalmazva 30%-ban az anyag közepén tört el, különben a csapok nyíródtak el. Sarokléces kötésnél minden esetben az anyag törése következett be.

A 22 mm vastag anyagú köldökesapos sarokkötés terhelése esetén 10%-ban az anyag tört el, különben a köldökesapok nyíródtak el. Sarokléces összeépítésnél az anyag minden esetben közepén tört el.



14. ábra. Sarokkötés párosan elhelyezett köldökcsappal

15. ábra. Sarokléces sarokkötés



16. ábra. Korpuzbútor sarokösszeépítési mód

### 3.6 Ellenőrző számítások.

2. táblázat

#### Sarokkötések vizsgálatának mérési eredményei (átlagérték)

E kísérleti eredmények alapján már rövid számítással megállapíthatjuk, hogy az egyes sarokkötések milyen biztonsággal rendelkeznek.

A sarok összeépítések szilárdságának szükséges biztonsági tényezője 4—5-szörös legyen. Ha ezt a köldökesapok egyedül nem biztosítják, úgy a sarok megerősítéséhez saroklécezt is fel kell szerelni.

További erősítést jelent a 16. ábrán levő megoldás, ami a nagyobb terhek tárolására szolgáló korpuszok lábszerkezetét mutatja. Nagy súly esetén a láb középvonalának össze kell esnie a sarokkötést alkotó két elem illeszkedési vonalával, így annak terhelése bizonyos mértékig átadódik a lábszerkezetre. A 2.13 számú tolóüveges ajtós és nyitott polcos felsőrész oldalfalának vastagsága számításaink alapján 1,90 cm, az összeépítéshez 8 mm Ø-jű köldökesapot alkalmazunk.

A 2. táblázatból kiolvashatjuk, hogy egy köldökesap teherbírása, amennyiben a köldökesapok elhelyezése egyenlő távolságban történik  $Q=95$  kp.

A szekrény mélysége 45 cm, ebbe 5 db köldökesapot teszünk, teherbírásuk:

$$Q \text{ össz.} = 5 \cdot 95 = 475 \text{ kp}$$

Oldalra ható összerhelés:  $P = 240$  kp

$$\text{A biztonsági tényező értéke: } b = \frac{Q}{P} = \frac{475}{240} = 1,98$$

Ez az érték nem elégséges, tehát a sarok-megoldást a 3.6 bekezdésben ismertetett módon szükséges megerősíteni.

Megnevezés	Terhelő erő kp-ban		
	köldökesapos (3)	köldökesapos (4)	sarokléces
22 mm vastag			
lehajlás 1 mm	76	76	136
2	230	236	361
3	384	285	587
4	515	514	802
5	594	602	950
6	621	728	990
7	—	799	1210
8	—	835	—
9	—	898	—
19 mm vastag			
lehajlás 1 mm	46	52	118
2	160	152	269
3	262	255	414
4	362	346	551
5	444	431	611
6	506	517	771
7	573	584	870
8	574	642	—
16 mm vastag			
lehajlás 1 mm	52	75	78
2	133	160	186
3	205	236	318
4	266	304	424
5	292	347	497
6	310	413	568
7	—	—	578
8	—	—	595
9	—	—	620

3. táblázat

Átmérő mm-ben	Egy db köldökcsep teherbírása (kp)		
	köldökcsep elhelyezés egyenlő távolságban	páros köldök- csep elhelyezés esetében	átlag
10	102	112	107
8	95	90	93
6	51	51	51

4. táblázat

Átmérő mm-ben	Köldökcsep fajlagos szilárdsági értéke (kp/cm <sup>2</sup> )		
	köldökcsep elhelyezés egyenlő távolságban	páros köldök- csep elhelyezés esetében	átlag
10	132	142	137
8	190	160	175
8	184	184	184

közben fellépnek — az erőhatás jellege szerint —, két csoportba oszthatók:  
statikus igénybevételek,  
dinamikus igénybevételek.

A korpusz bútorok statikus megterhelésű termékek, függetlenül az alaktól és a típustól. Ezek a bútorok stabil helyen állnak, megterhelésük állandó, mely terhelés nagyrészt a bútor belsejében van elhelyezve. Dinamikus igénybevétel szállításnál, a korpuszt érő kisebb ütéseknel, nekitámaszkodásoknál, mozgó alkatrészek (ajtók, fiókok) nyitásánál, csukásánál lép fel. Ezek az igénybevételek azonban nem haladják meg a statikus terheléseket, tehát méretezési szempontból a statikus igénybevételt tekinthetjük mértékadónak. A dinamikus igénybevételnek az élettartam megállapításánál van szerepe.

#### 4.1 Statikus igénybevételek.

A statikus igénybevétel egyenletesen megoszló és koncentrált terhelés lehet. A megoszló terhelés nagyságát az erőhatás hosszának figyelembevételével kp/m-ben határozzuk meg. Az egyes alkatrészek összerterhelését a terhelt hossz és a fajlagos terhelés szorzatából számítjuk. Az 1966-ban megjelent közlemény tartalmazza a funkcionális feladatok figyelembevételével meghatározott statikus terhelési értékeket.

#### 4.1.1 Statikusan leterhelt bútorok mérése és értékelése.

A statikus szilárdsági vizsgálatokat a következő korpuszokon végeztük el:

2.01 Kétajtós szekrény

2.02 Háromajtós szekrény

2.09 Kétajtós televízió-tartó szekrény

2.08 Kis kombinált szekrény

2.05 Könyvszekrény alul két ajtóval, felül nyitott vagy tolóüveges polccal.

Az egyes típusokat kétféle vastagsági mérettel készítettük el, a jelenleg gyártott

## 4. SZEKRENYTESTEK

### SZILÁRDSÁGI

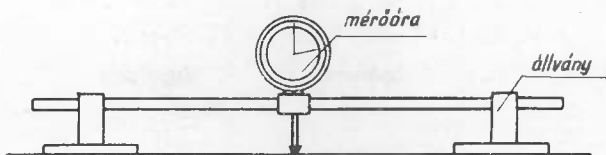
### VIZSGÁLATA

A bútoralkatrészek eddigi hagyományos méreteivel szemben a tudományos méretezési elv alapján megállapított vastagsági méretezés természetszerűen magával hozza az eddigi szubjektív vizsgálatokkal szemben az objektív, számszerű értékekre támaszkodó vizsgálati módszerek kialakítását is.

Az egyes gyártmányokról megállapíthatóvá válik, hogy statikailag helyesen felépítettek-e, megfelelnek-e a használat közbeni igénybevételnek.

Azok az igénybevételek, melyek rendeltetészerű használat

19 mm és egy számított falvastagsággal. Erre azért volt szükség, hogy kiindulási, viszonyítási alapot kapjunk annak eldöntésére, hogy a számított falvastagságok az egyes esetekben, az egyes funkcionális fel-



17. ábra. Mérőóra állvánnyal

adatoknál megfelelőek-e, vagy sem, ugyanis ilyen eredmények egyelőre nem álltak rendelkezésünkre, hasonló mérések eddig nem folytak.

A szekrényeket először vízszintes alapra állítottuk, súlyok segítségével leterheltük. A terhelés hatására létrejövő alakváltozásokat mérőóra segítségével mértük.

A mérőórát a rajz szerinti állványra felszerelve használtuk. Az állvány két síkba csiszolt lapú talpból áll, és egy esztergályozott csőből, amelyre egy szorítószerszeggel rögzítettük a mérőórát. A mérőóra beállítása úgy történt, hogy egy síkfelületen az esztergályozott csőre rögzített órát nem 0-értékre, hanem 5 mm értékre állítottuk be, így a deformációkat pozitív és negatív irányban is le tudtuk olvasni.

Az alkatrészek vízszintes, illetve függőleges síktól való eltérését mértük a hosszú oldalak mentén és átlós irányban, a 18. ábra szerint.

Kísérleteinket szobahőmérsékleten 18–20 °C és 55–60% relatív nedvességtartalmú helyiségben végeztük.

A szekrényeken a 1., 6. és 16. napon végeztünk méréseket a következő módon.

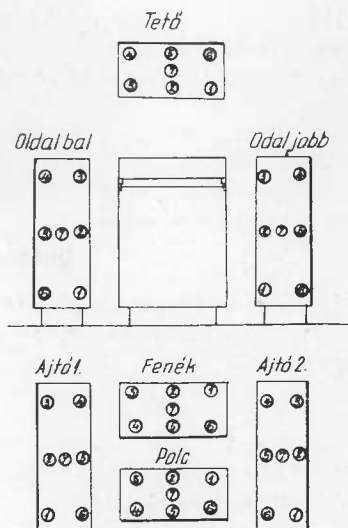
Az első mérést a még terheletlen korpuszokon végeztük, ez volt a kiindulópont. Ezután a rendeltetésszerű használat közben fellépő igénybevételnek megfelelően leterheltük a korpuszt és 1 napi terhelés után mértük a keletkezett deformációk nagyságát. Majd a súlyokat leszedtük és mértük az 1 napi terhelés hatására bekövetkező maradandó alakváltozást. Ezután újra felraktuk a súlyokat és 6., illetve 16 nap után az előbbiekből ismertetett módon megismételtük a méréseket.

Így közvetlen számszerű értéket kaptunk arra nézve, hogy a használat közben fellépő igénybevétellel leterhelt korpuszok milyen mértékű maradandó alakváltozást szenvednek és hogy ez a maradandó alakváltozás az idő függvényében hogyan változik.

A két- és háromajtós szekrényeknél 26 és 63 napos terhelés után is megismételtük a méréseket. A 6–8 napos terhelés után jelentéktelen volt a további deformáció, ezért a többi szekrényt 16 napnál hosszabb ideig nem terheltük.

A kísérleti darabokat kétféle falvastagsággal gyártottuk le:

- A számított vastagságú anyagból
- A jelenleg gyártott falvastagsággal



① mérési helyek  
a vastagított a korpusz elejét,  
ill. az ajtó pántját elét jelenti

18. ábra. Kétajtós szekrény mérési helyei

#### 4.111 Kétajtós televíziós szekrény.

a) A terhelés hatására létrejött alakváltozás és a terhelés megszűnte után a legnagyobb maradandó alakváltozás értékei a következők voltak:

	Terhelten	Terheletlenül
Tető	-0,95	-0,70
Oldal	+1,30	+0,75
Fenék	—	-0,75
Ajtó	+0,60	±0,50
Pole	-2,70	-1,20

A mínusz jelek vízszintes alkatrészeknél az erő irányába eső lehajlást, függőleges alkatrészeknél a külső oldalhoz viszonyított homorú felületeket, a plusz jelek pedig az ezzel ellentétes irányú alakváltozásokat jelentik.

A terhelés megszűnte után a legnagyobb maradandó alakváltozás értékei alkatrészenként: A statikus terheléssel terhelt (terhelten) és a terhelés megszűnte utáni (terheletlen) maradandó alakváltozások szélső értékét az egyes alkatrészekre táblázatos formába összefoglalva adtuk meg.

b) 19 mm falvastagságú anyagokból elkészítve a terhelés hatására létrejött deformáció és a terhelőerő megszűnte után fennmaradó deformáció nagysága.

	Terhelten	Terheletlenül
Tető	+0,63	-0,32
Oldal	-1,40	-0,91
Fenék	—	-1,20
Ajtó	-0,40	-0,25
Pole	-1,10	±0,40

#### 4.112 Könyvszekrény alul két ajtóval, felül nyitott vagy tolóüveges polccal.

a) A terhelés hatására létrejött alakváltozás és a terhelés megszűnte után a legnagyobb maradandó alakváltozás értékei a következők voltak.

	Terhelten	Terheletlenül
Tető	-1,08	-0,42
Fenék	—	+0,60
Ajtó	-0,40	+0,30
Vízszint és válaszfal	-1,30	-0,50
Pole	-5,20	-2,65
Oldal	+1,28	-1,50

b) 19 mm falvastagságú anyagból készült szekrény terhelés hatására létrejött deformációja és a terhelőerő megszűnte után bekövetkezett maradandó alakváltozás nagysága.

	Terhelten	Terheletlenül
Tető	+0,20	+0,18
Fenék	—	-0,44
Ajtó	-0,70	-0,70
Vízszintes oldalfal	-1,95	-1,68
Pole	-2,82	-1,76
Oldal	+1,50	+1,32

#### 4.113 Kis kombinált szekrény.

a) A terhelés hatására létrejött legnagyobb alakváltozások és a terhelőerő megszűnte után a legnagyobb alakváltozás értékei a következők voltak:

	Terhelten	Terheletlenül
Tető	-0,95	-0,70
Ajtó	-0,85	+0,40
Vízszintes válaszfal	-0,90	-0,15
Fenék	—	+0,82
Polc (kicsi)	+1,10	+0,80
Polc (nagy)	-4,00	-1,10
Oldal	-1,28	±0,60

b) 19 mm falvastagságú anyagból készült szekrény alakváltozása:

	Terhelten	Terheletlenül
Tető	-2,75	-0,50
Ajtó	-1,10	-0,70
Vízszintes oldalfal	-1,20	-0,55
Fenék	—	-0,42
Polc (kicsi)	-0,88	-0,42
Polc (nagy)	-4,42	-1,73
Oldal	+0,98	-0,30

#### 4.114 Kétajtós szekrény.

a) 16 mm vastag pozdorjalapból készített szekrény deformációi:

	Terhelve	Terheletlenül
Tető	-1,8	-1,1
Oldal	-2,0	-2,0
Fenék	-2,1	-1,6
Ajtó	-1,5	-1,2
Polc	-5,5	-2,2

b) A jelenleg gyártott 19 mm vastag anyagból készített szekrény alakváltozása:

	Terhelve	Terheletlenül
Tető	-2,2	-1,3
Oldal	-1,8	-1,3
Fenék	-2,6	-2,6
Ajtó	-1,1	-0,5
Polc	-6,2	-1,7

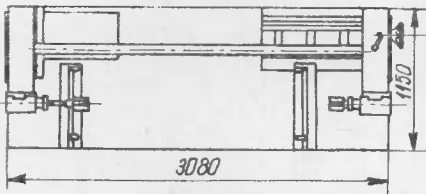
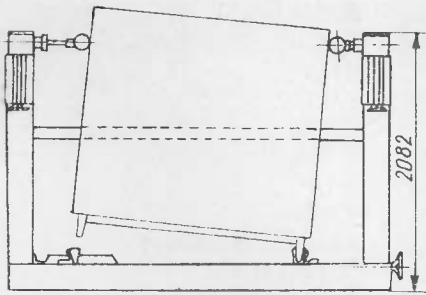
#### 4.115 Háromajtós szekrény.

a) A terhelés hatására a síktól való eltérés nagysága mm-ben:

	Terhelve	Terheletlenül
Tető	-3,5	-0,5
Oldal	-3,5	-1,5
Válaszfal	-0,8	-0,8
Fenék	±2,5	-1,2
Ajtó	-2,9	-2,1
Polc	-4,4	-3,3

b) 19 mm vastag pozdorjalapból készült korpusz deformációi:

	Terhelve	Terheletlenül
Tető	-2,7	-1,8
Oldal	-2,3	-2,0
Válaszfal	+1,0	-0,5
Fenék	-1,0	-0,5
Ajtó	-1,4	-1,4
Polc	-3,7	-2,8



19. ábra. Korpusz vizsgáló berendezés működési elve

#### 4.12 Statikai vizsgálatok értékelése.

A statikai vizsgálatok eredményeképpen megállapíthatjuk, hogy a méretezési eljárással számított vastagsági méretek a statikai vizsgálatok alapján megfelelnek annak a szilárdsági követelménynek, melyet a korpusz bútorokkal szemben a gyakorlatban előforduló igénybevételek alapján támasztanunk kell.

A terhelőerő hatására bekövetkező deformációk nem haladták meg látható polcok esetében és oldalfalagnál a 4,0 mm-t, ajtóknál a 3,0 mm-t, belső polcoknál az MSZ 8976—62 szabvány szerint előírt lehajlási értékeket. Ezeknél az értékeknél még funkcionális működésben nem akadályozottak az egyes szerkezetek, és a bútor esztétikai hatását nem rontják.

#### 4.2 Dinamikus igénybevételek. A

korpusz bútorok vizsgálata dinamikus igénybevétel hatására.

A rendeltetészerű használat közben előforduló nagyobb ütésszerű igénybevételek hatással vannak a korpuszok élettartamára. Ezért az élettartam megállapításához és a szerkezet esetleges túlméretezés vagy aláméretezés helyének pontos megállapítására célszerűnek látjuk a korpuszokat dinamikus erők hatásának kitenni.

#### 4.21 Korpuszvizsgáló berendezés.

A vizsgáló berendezés arra szolgál, hogy a korpuszok dinamikus erőhatásokra történő változását vizsgáljuk. Ez úgy történik, hogy a gép 0—60 kg között szabályozható erőhatásokat 20—40 löket/perc gyakorisággal közöl a vizsgálandó szekrénytesttel. Az erőhatás 2—2 gumizott görgő segítségével adódik át, melyek működési magassága és hossza kézikerek segítségével változtatható. Az erőhatás nagysága megfelel a szekrénytestet használat közben érő véletlenszerű igénybevételnek.

A terhelőerő hatására létrejött deformációk nagyságából következtetni tudunk a bútor szilárdsági méretezésének helyességére és élettartamára.

#### 4.3 A bútorok tervezésénél felhasználható táblázat megadása.

Új bútor konstruálásánál a tervező a formán és a funkcionális szempontokon kívül a szilárdsági követelményeket is szem előtt tartja. Ehhez adnak segítséget a következő táblázatok, ahol a bútoralkatrészek méretezésére kidolgozott méretezési elmélet alapján az előforduló főbb hosszúsági és szélességi méretekhez és előforduló gyakoribb terhelésekhez kiszámítottuk a szükséges vastagsági méreteket.

Az 5—10. táblázatok a polcokhoz szükséges vastagsági méreteket tartalmazzák. Ugyanígy, táblázatba foglaltuk az oldalfal vastagságok szükséges méreteit is a jellemző alpméretekre és a terhelés különböző nagyságaira (11—13. táblázatok).

A táblázat eredményei  $\sigma_H = 160 \text{ kp/cm}^2$  hajlítószilárdságú,  $E = 34\,000$  értékű furnérozott pozdorja bútorlapra vonatkoznak.



A táblázatokban feltüntetett vastagsági méretek nem szabványméretek, helyettük a gyakorlatban a legközelebbi soron következő szabványméretű lapvastagságok használhatók fel. A későbbiekben szükséges lesz a szabványokban foglalt vastagsági méretskála sűrítése a jobb anyagkihasználás érdekében.

5. táblázat

Vízszintes alkatrészek vastagsági méretei cm-ben 30 cm szélesség esetében

(Két végén alátámasztott tartó)

Hosszúság cm-ben	Koncentrált terhelés (kp)		Osztott terhelés (kp/m)					
	10	20	10	20	30	40	50	60
40	1,28	1,62	0,60	0,75	0,86	0,94	1,02	1,09
45	1,39	1,73	0,67	0,84	0,97	1,06	1,15	1,22
50	1,50	1,88	0,74	0,93	1,06	1,17	1,27	1,35
55	1,58	2,01	0,81	1,03	1,17	1,29	1,40	1,48
60	1,68	2,12	0,90	1,12	1,29	1,41	1,52	1,62
65	1,79	2,24	0,97	1,22	1,39	1,53	1,65	1,76
70	1,92	2,33	1,04	1,30	1,50	1,65	1,78	1,88
75	1,96	2,46	1,11	1,41	1,62	1,77	1,90	2,02
80	2,02	2,57	1,18	1,50	1,71	1,89	2,04	2,17
85	2,14	2,68	1,27	1,59	1,82	2,01	2,16	2,30
90	2,18	2,78	1,34	1,69	1,93	2,12	2,29	2,43
95	2,27	2,90	1,42	1,80	2,06	2,26	2,44	2,59
100	2,36	2,98	1,48	1,87	2,14	2,36	2,55	2,70
105	2,45	3,10	1,56	1,96	2,25	2,48	2,67	2,84
110	2,51	3,17	1,63	2,05	2,35	2,61	2,79	2,97
115	2,60	3,26	1,71	2,17	2,47	2,73	2,92	3,12
120	2,68	3,38	1,78	2,25	2,58	2,84	3,06	3,25
125	2,77	3,46	1,86	2,34	2,68	2,97	3,12	3,37
130	2,87	3,60	1,94	2,42	2,78	3,07	3,31	3,51
135	2,96	3,73	2,01	2,54	2,92	3,19	3,44	3,66
140	3,02	3,80	2,10	2,61	3,00	3,30	3,57	3,80

6. táblázat

Vízszintes alkatrészek vastagsági méretei cm-ben 45 cm szélesség esetében  
(Két végén alátámasztott tartó)

Hosszúság cm-ben	Koncentrált terhelés (kp)		Osztott terhelés (kp/m)					
	10	20	10	20	30	40	50	60
40	1,13	1,43	0,52	0,65	0,75	0,82	0,89	0,95
45	1,23	1,54	0,58	0,73	0,84	0,92	1,00	1,06
50	1,32	1,66	0,64	0,81	0,92	1,02	1,10	1,17
55	1,40	1,77	0,71	0,90	1,02	1,12	1,21	1,29
60	1,49	1,87	0,78	0,97	1,12	1,22	1,32	1,41
65	1,58	1,98	0,84	1,06	1,21	1,33	1,43	1,54
70	1,70	2,08	0,90	1,13	1,30	1,42	1,54	1,64
75	1,74	2,17	0,97	1,22	1,41	1,54	1,65	1,76
80	1,80	2,28	1,02	1,30	1,49	1,64	1,77	1,89
85	1,89	2,36	1,10	1,38	1,57	1,74	1,88	2,00
90	1,93	2,45	1,17	1,47	1,67	1,84	1,99	2,12
95	2,02	2,56	1,23	1,57	1,79	1,96	2,12	2,27
100	2,09	2,65	1,28	1,63	1,86	2,04	2,22	2,34
105	2,17	2,74	1,35	1,70	1,96	2,15	2,31	2,47
110	2,20	2,78	1,42	1,78	2,05	2,27	2,43	2,58
115	2,28	2,88	1,49	1,88	2,14	2,38	2,54	2,71
120	2,34	2,97	1,55	1,96	2,25	2,47	2,66	2,83
125	2,42	3,04	1,62	2,03	2,33	2,58	2,71	2,93
130	2,53	3,16	1,69	2,10	2,50	2,67	2,85	3,05
135	2,59	3,27	1,75	2,21	2,54	2,78	2,99	3,18
140	2,64	3,41	1,83	2,27	2,61	2,87	3,10	3,30

7. táblázat

**Vízszintes alkatrészek vastagsági méretei cm-ben 60 cm-es szélesség esetében**  
(Két végén alátámasztott tartó)

Hosszúság cm-ben	Koncentrált terhelés (kp)		Osztott terhelés kp/m					
	10	20	10	20	30	40	50	60
40	1,02	1,19	0,47	0,59	0,68	0,75	0,80	0,86
45	1,06	1,32	0,53	0,66	0,76	0,83	0,91	0,97
50	1,14	1,44	0,58	0,73	0,84	0,93	1,01	1,06
55	1,21	1,53	0,64	0,81	0,92	1,02	1,10	1,16
60	1,33	1,62	0,71	0,89	1,01	1,11	1,19	1,28
65	1,38	1,70	0,76	0,97	1,09	1,21	1,30	1,38
70	1,45	1,77	0,82	1,03	1,18	1,30	1,39	1,48
75	1,49	1,87	0,88	1,11	1,27	1,41	1,50	1,60
80	1,55	1,96	0,93	1,18	1,35	1,49	1,61	1,72
85	1,61	2,03	1,00	1,25	1,43	1,58	1,70	1,81
90	1,67	2,12	1,05	1,33	1,52	1,66	1,80	1,92
95	1,73	2,19	1,12	1,42	1,62	1,78	1,91	2,04
100	1,79	2,27	1,17	1,48	1,68	1,85	2,01	2,13
105	1,85	2,35	1,23	1,55	1,78	1,94	2,09	2,24
110	1,91	2,42	1,29	1,62	1,86	2,06	2,20	2,40
115	1,99	2,50	1,35	1,72	1,95	2,15	2,30	2,48
120	2,04	2,57	1,40	1,77	2,04	2,24	2,42	2,57
125	2,10	2,64	1,47	1,85	2,11	2,35	2,47	2,66
130	2,19	2,74	1,53	1,91	2,20	2,42	2,61	2,77
135	2,24	2,84	1,59	2,00	2,30	2,51	2,71	2,90
140	2,29	2,97	1,66	2,06	2,37	2,60	2,82	3,02

**Vízszintes alkatrészek szükséges vastagsági méretei cm-ben**  
**30 cm szélesség esetében**  
**(Két végén befogott tartó)**

Hosszúság cm-ben	Koncentrált terhelés (kp)		Osztott terhelés (kp/m)					
	10	20	10	20	30	40	50	60
40	0,81	1,02	0,34	0,43	0,50	0,55	0,59	0,64
45	0,88	1,10	0,39	0,49	0,56	0,62	0,67	0,71
50	0,95	1,19	0,43	0,54	0,62	0,68	0,74	0,79
55	1,00	1,27	0,46	0,60	0,69	0,75	0,82	0,86
60	1,06	1,34	0,52	0,65	0,75	0,83	0,89	0,95
65	1,13	1,42	0,57	0,71	0,81	0,90	0,96	1,03
70	1,21	1,48	0,61	0,76	0,88	0,97	1,04	1,10
75	1,24	1,56	0,64	0,82	0,95	1,03	1,11	1,18
80	1,28	1,63	0,69	0,88	1,00	1,10	1,19	1,27
85	1,35	1,69	0,74	0,93	1,06	1,17	1,26	1,34
90	1,38	1,76	0,77	0,99	1,13	1,24	1,34	1,42
95	1,44	1,83	0,83	1,05	1,20	1,32	1,43	1,51
100	1,49	1,89	0,87	1,09	1,25	1,38	1,49	1,58
105	1,55	1,96	0,92	1,14	1,31	1,45	1,56	1,66
110	1,59	2,01	0,95	1,20	1,37	1,47	1,63	1,74
115	1,65	2,07	1,00	1,27	1,45	1,60	1,71	1,82
120	1,69	2,14	1,04	1,31	1,51	1,66	1,79	1,90
125	1,75	2,19	1,08	1,37	1,57	1,74	1,82	1,97
130	1,82	2,28	1,13	1,42	1,62	1,79	1,94	2,05
135	1,87	2,36	1,18	1,48	1,71	1,87	2,01	2,14
140	1,90	2,38	1,23	1,53	1,76	1,93	2,09	2,22

## 9. táblázat

Vízszintes alkatrészek szükséges vastagsági méretei cm-ben  
**45 cm szélesség esetében**  
 (Két végén befogott tartó)

Hosszúság, cm-ben	Koncentrált terhelés (kp)		Osztott terhelés (kp/m)					
	10	20	10	20	30	40	50	60
40	0,71	0,89	0,30	0,38	0,44	0,48	0,52	0,56
45	0,77	0,96	0,34	0,43	0,47	0,53	0,58	0,62
50	0,82	1,03	0,37	0,47	0,54	0,60	0,64	0,69
55	0,88	1,10	0,42	0,52	0,60	0,65	0,71	0,75
60	0,93	1,17	0,45	0,56	0,66	0,71	0,78	0,83
65	0,98	1,24	0,49	0,62	0,71	0,78	0,84	0,90
70	1,03	1,30	0,52	0,66	0,76	0,83	0,90	0,96
75	1,09	1,35	0,57	0,71	0,82	0,90	0,96	1,03
80	1,13	1,42	0,60	0,76	0,87	0,96	1,03	1,11
85	1,17	1,48	0,64	0,81	0,92	1,01	1,10	1,17
90	1,21	1,54	0,68	0,86	0,98	1,07	1,16	1,24
95	1,26	1,62	0,72	0,92	1,04	1,14	1,24	1,33
100	1,30	1,65	0,75	0,95	1,09	1,19	1,30	1,37
105	1,36	1,73	0,79	0,99	1,14	1,25	1,35	1,44
110	1,39	1,76	0,83	1,04	1,20	1,33	1,42	1,51
115	1,44	1,82	0,87	1,10	1,25	1,39	1,48	1,59
120	1,48	1,88	0,91	1,14	1,31	1,45	1,55	1,65
125	1,53	1,92	0,95	1,20	1,36	1,51	1,57	1,71
130	1,60	2,00	0,99	1,24	1,40	1,57	1,67	1,79
135	1,64	2,07	1,02	1,29	1,48	1,63	1,75	1,86
140	1,67	2,16	1,07	1,33	1,53	1,68	1,81	1,93

## 10. táblázat

Vízszintes alkatrészek szükséges vastagsági méretei cm-ben  
 60 cm-es szélesség esetében  
 (Két végén befogott)

Hosszúság cm-ben	Koncentrált terhelés (kp)		Osztott terhelés (kp/m)					
	10	20	10	20	30	40	50	60
40	0,62	0,79	0,27	0,34	0,40	0,44	0,47	0,51
45	0,67	0,84	0,31	0,39	0,45	0,48	0,53	0,57
50	0,73	0,91	0,34	0,43	0,49	0,55	0,59	0,62
55	0,76	0,97	0,37	0,47	0,54	0,60	0,64	0,68
60	0,81	1,02	0,41	0,52	0,59	0,65	0,70	0,75
65	0,86	1,08	0,44	0,57	0,64	0,71	0,76	0,81
70	0,92	1,13	0,48	0,60	0,69	0,76	0,81	0,87
75	0,95	1,19	0,51	0,65	0,74	0,82	0,88	0,93
80	0,98	1,24	0,54	0,69	0,79	0,87	0,94	1,01
85	1,03	1,29	0,58	0,73	0,83	0,92	0,99	1,06
90	1,06	1,34	0,61	0,78	0,89	0,98	1,06	1,12
95	1,10	1,40	0,66	0,83	0,94	1,04	1,12	1,19
100	1,14	1,44	0,69	0,88	0,99	1,08	1,18	1,25
105	1,18	1,49	0,72	0,91	1,04	1,13	1,23	1,31
110	1,21	1,53	0,75	0,95	1,09	1,20	1,28	1,40
115	1,26	1,58	0,79	1,00	1,14	1,26	1,34	1,45
120	1,29	1,63	0,82	1,03	1,19	1,31	1,41	1,51
125	1,33	1,67	0,86	1,07	1,24	1,37	1,44	1,56
130	1,39	1,74	0,89	1,12	1,29	1,41	1,53	1,62
135	1,42	1,80	0,93	1,17	1,34	1,47	1,59	1,70
140	1,45	1,88	0,97	1,21	1,39	1,52	1,65	1,77

## 11. táblázat

**Függőleges alkatrészek vastagsági méretei cm-ben,  
30 cm-es szélesség esetében**

Hosszúság, cm-ben	Terhelés kp-ban					
	30	50	100	150	200	250
30	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5
35	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7
40	0,8	0,9	1,2	1,4	1,5	1,7
45	0,9	1,0	1,3	1,5	1,7	1,9
50	0,9	1,1	1,3	1,6	1,7	1,9
55	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	2,0
60	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,1
65	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2
70	1,1	1,3	1,7	2,0	2,1	2,4
75	1,1	1,4	1,8	2,0	2,3	2,4
80	1,1	1,5	1,8	2,1	2,3	2,5
85	1,1	1,5	1,9	2,2	2,4	2,6
90	1,2	1,6	2,0	2,3	2,5	2,8
95	1,2	1,6	2,1	2,3	2,6	2,8
100	1,3	1,7	2,1	2,5	2,6	2,8
110	1,3	1,7	2,3	2,6	2,9	3,1
120	1,3	1,8	2,4	2,7	3,0	3,3
130	1,4	1,8	2,6	2,9	3,1	3,4
140	1,5	1,8	2,7	3,1	3,4	3,6
150	1,6	1,9	2,8	3,2	3,5	3,8
160	1,6	2,0	2,9	3,4	3,6	3,9

**Függőleges alkatrészek vastagsági méretei cm-ben,  
45 cm-es szélesség esetében**

Hosszúság, cm-ben	Terhelés kp-ban					
	30	50	100	150	200	250
30	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3
35	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3
40	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4
45	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,5
50	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6
55	0,8	1,0	1,3	1,4	1,6	1,7
60	0,8	1,1	1,4	1,5	1,7	1,9
65	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	1,9
70	0,9	1,1	1,5	1,7	1,8	2,0
75	0,9	1,1	1,6	1,8	2,0	2,1
80	0,9	1,2	1,6	1,8	2,0	2,2
85	1,0	1,2	1,7	1,9	2,1	2,2
90	1,0	1,2	1,8	2,0	2,2	2,4
95	1,0	1,2	1,8	2,1	2,3	2,5
100	1,1	1,3	1,9	2,1	2,4	2,5
110	1,1	1,4	2,0	2,3	2,5	2,7
120	1,2	1,4	2,1	2,4	2,7	2,9
130	1,2	1,4	2,1	2,6	2,8	3,0
140	1,3	1,5	2,2	2,7	3,0	3,2
150	1,4	1,6	2,3	2,9	3,1	3,4
160	1,4	1,8	2,3	2,9	3,2	3,4



Függőleges alkatrészek vastagsági méretei cm-ben,  
60 cm-es szélesség esetében

Hosszúság, cm-ben	Terhelés kp-ban					
	30	50	100	150	200	250
30	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
35	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2
40	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,2
45	0,6	0,8	1,1	1,2	1,3	1,4
50	0,7	0,8	1,1	1,2	1,3	1,5
55	0,7	0,9	1,2	1,3	1,5	1,7
60	0,7	0,9	1,2	1,4	1,5	1,7
65	0,8	0,9	1,3	1,5	1,6	1,7
70	0,8	0,9	1,4	1,6	1,7	1,8
75	0,8	1,0	1,5	1,6	1,8	1,9
80	0,8	1,1	1,5	1,7	1,8	2,0
85	0,8	1,1	1,5	1,8	1,9	2,1
90	0,9	1,1	1,6	1,8	2,0	2,2
95	0,9	1,1	1,6	1,9	2,1	2,3
100	1,0	1,1	1,6	2,0	2,1	2,3
110	1,1	1,2	1,7	2,1	2,3	2,5
120	1,1	1,3	1,8	2,2	2,4	2,6
130	1,1	1,3	1,8	2,3	2,6	2,8
140	1,1	1,3	1,8	2,3	2,7	2,9
150	1,1	1,5	1,9	2,4	2,9	3,0
160	1,2	1,5	2,1	2,5	2,9	3,2

### Összefoglaló

A korpusz bútorokon végzett statikai vizsgálatok alapján az elméleti számítási módszer helyességét igazoltuk és kimutattuk, hogy az elméletileg számított vastagsági méretek milyen mértékben felelnek meg a használat közben fellépő igénybevételnek.

Vastagsági méretek esetében a biztonsági tényező,  $b = 6-8$  minimális értékét fogadtuk el megfelelőnek.

Ennek figyelembevételével a számítási elv alkalmazásával a gyakorlati méretezéshez meghatároztuk az előforduló főbb méretek szükséges vastagságát.

Ezenkívül meghatároztuk a sarokkötések szükséges szilárdságát és a biztonsági tényező nagyságát ( $b = 4-5$ ). A sarokkötések biztonsági tényezője az élettartam meghatározásánál jelentős.

A dinamikus vizsgálatok elvégzésére, melyek alapján az élettartam meghatározható, 1967. évben került sor.

### Irodalom

1. *Lelc D.*: Fahelyettesítő anyagokból készült korpusz bútorok és egyes alkatrészek használati igénybevételének, méretezésének és vizsgálati módszerének kutatása. *Faipari Kutatások*. 1966. 1. füzet.
- Dalocsa G.*: A fahelyettesítő anyagok felhasználásával jelentkező igénybevételek. *Mérnöki Továbbképző Intézet*, 1962.

3. *Mutnyánszky Á.*: Szilárdságtan I. II. Bp.-i Műszaki Egyetem jegyzete, 1954.
4. *Rónai F.*: Bútorszerkezetek szilárdsági méretezése. Kézirat, 1965.
5. *Trusewicz, A.*: Korpusz bútorok használati terhelésekkel szembeni szilárdsági követelmények. Przemysl Drzewny, 1964. 2. cikk fordítás.
6. *Rinkefeil, R.*: Tanulmány a korpusz bútorok vizsgálatáról. Holztechnologie 1966/II.
7. *Metrak C.*: A bútorok használati tartósságának ipari vizsgálati módszerei. Przemysl Drzewny 1964/2.
8. *Beblo, H.—Fessel, Fr.*: Statika a bútorepítésben (Holz 1954/6).

**РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКОГО МЕТОДА РАСЧЕТОВ КОРПУСНОЙ  
МЕБЕЛИ И МЕБЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ  
ДРЕВЕСИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТОЛЩИНЫ ДЕТАЛЕЙ ТИПОВ  
МЕБЕЛИ, ПРОИЗВОДИМОЙ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ**

Э. НЕЙВИРТ

Младший научный сотрудник

В качестве дальнейшего развития основной исследовательской работы под названием «Исследование нагрузок при пользовании и методов испытания корпусной мебели и отдельных деталей, изготовленных из заменителей древесины», опубликованной в нашем издании в 1966 году, нами были произведены контрольные измерения основных типов корпусной мебели для сравнения прочности расчетных конструкций и конструкций, изготовленных с размерами толщины, выпускаемых в настоящее время.

На основании нагрузок, возникающих во время применения по назначению выпускаемых в настоящее время типов корпусной мебели, были установлены способы расчета размеров необходимой толщины деталей, с учетом значений максимальной статической нагрузки. Эти методы были занесены в таблицы в зависимости от длины и усилия нагрузки.

При помощи измерений, проводимых на корпусной мебели, были подтверждены правильность теоретических расчетов. Были установлены факторы надежности деталей, сгруппированных согласно функциональным условиям.

Научный труд занимается еще и формами сборки угловых соединений стенок и крыши, а также стенок и днища, знание которых необходимо при формировании конструкций мебели соответствующей прочности.

**ELABORATION OF A PRACTICAL METHOD FOR THE DIMENSIONING  
OF FURNITURE COMPONENTS AND OF CORPUS FURNITURE MADE  
FROM WOOD SUBSTITUTES AND THE THICKNESS SIZING OF THE AT  
THE PRESENT PRODUCED FURNITURE TYPE COMPONENTS**

**E. NEUWIRTH**  
junior research worker

As a developing of the basic research entitled „Research of making use and that of investigation methods of the corpus furniture made of wood substitutes and the individual components” that had been published in our 1966 issue we have carried out measurement to make a comparison between the calculated and the present strenght of the constructions produced with the present thicknesses.

On the basis of stress arisen from proper use of the at present produced corpus furniture types has been determined a method of calculation of the required thickness sizing for the components taking in account the maximum static load values. These have been implied into tables in the function of the lenght and loading force.

With aid of the measurements made on corpus furniture has been justified the correctness of the theoretical calculations. It have been determined the safety factors of the components grouped according to the functional point of view.

The dissertation deals even with the building together forms of the side-top respectively side-bottom angle joints knowledge of those is necessary for the developing of furniture construction with satisfactory strenght.

**DIE AUSARBEITUNG EINER PRAKTISCHEN METHODE FÜR DIE  
BEMESSUNG DES KORPUSMÖBELS UND DER KORPUSMÖBEL-BESTANDTEILE  
DIE AUS HOLZERSETZENDEN MATERIALIEN HERGESTELLT SIND  
UND DIE DICKENMASSBESTIMMUNG DER IN GEGENWART  
HERGESTELLTEN MÖBELBESTANDTEILTYPE**

**E. NEUWIRTH**  
wissenschaftliche Hilfsforschungsarbeiterin

Wir publizierten im Jahre 1966. eine Grundforschungspublikation: „Forschungen über die Prüfungsmethoden und die Gebrauchsbeanspruchungen der aus holzersetzenden Materialien hergestellten Korpusmöbel”. Auf dem Grund dieser Grundforschungen haben wir Kontrollmessungen an den Grundtypen der Korpusmöbel gemacht, die sich zur Vergleichung der Festigkeiten der ausgerechneten und der in Gegenwart hergestellten Möbel bezogen.

Man bestimmte die Rechnungsmethode der notwendigen Dicken auf dem Grund der in Gegenwart hergestellten Korpusmöbel, die bestimmungsgemäss entsprechend den maximalen statischen Belastungswerten gebraucht wurden. Diese Belastungswerte wurden in die Tabelle in der Funktion der Länge und der Belastungskraft gesammelt.

Mit der Hilfe der Messungen and den Korpusmöbeln wurde die Richtigkeit der theoretischen Rechnungen bestätigt. Man bestimmte die Sicherheitsfaktoren der nach den funktionellen Standpunkten gruppierten Bestandteile.

Die Arbeit beschäftigt sich noch mit der Formen des Zusammenbaues der Eckverbindungen von Seite-Decke derer Kenntnis zur Ausbildung der Möbelkonstruktionen mit entsprechender Festigkeit notwendig ist.

# FAROSTLEMEZBŐL KÉSZÜLT BÚTORALKATRÉSZEK SZÜKSÉGES VASTAGSÁGI MÉRETÉNEK MEGHATÁROZÁSA

(Témaszám: E/6)

LELE DEZSŐ

okl. gépészmérnök, tudományos osztályvezető

NEUWIRTH EDIT

okl. faipari mérnök, tudományos segéd munkatárs

## 1. BEVEZETŐ

A bútorigar termékei előállításához hosszú idő óta nagy mennyiségben használ fel farostlemezt anélkül, hogy tekintetbe venné az igénybevételeket, melyek a bútorok rendeltetésszerű használata közben ezeknél az alkatrészeknél fellépnek. Ebből kifolyólag a lemezalkatrészek szükséges vastagsági méretének meghatározása is csak a gyakorlati tapasztalat, nem pedig a tényleges igénybevétel alapján történik.

Intézetünk a múlt év folyamán megkezdte a korpusz bútor lapalkatrészei vastagsági méretének meghatározására alkalmas számítási módszerek kidolgozását. Jelen dolgozatunkban a farostlemezből készült bútoralkatrészek szükséges vastagsági méretének meghatározásával foglalkozunk.

Kiindulási alapként kidolgoztuk azokat a terhelési formákat és értékeket, amelyek a bútorok lemezalkatrészeit rendeltetésszerű használat közben érik. Ennek meghatározására kísérleti méréseket végeztünk. A kapott értékek alapján az egyes felhasználási területek szerint és az igénybevételtől függően táblázatokban összesítettük az alkalmazható lemezek vastagsági méreteit.

Vizsgálatainknál az a cél vezetett bennünket, hogy megfelelő biztonsággal határozzuk meg az alkatrészek szükséges vastagsági méretét, de elkerüljük a felesleges vastagsági túlméreteket.

## 2. FAROSTLEMEZEK FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI A BÚTORIPARBAN ÉS AZ EZEKNÉL FELLÉPŐ IGÉNYBEVÉTELEK MEGHATÁROZÁSA

A nyers farostlemezek furnérozva, vagy furnérozás nélkül, mázolással, vagy fényezéssel felületkezelve a következő főbb területeken kerülnek felhasználásra:

1. Korpusz bútorok hátfal lemezeinél.
2. Keretre enyvezeve lapalkatrészek kialakításánál.
3. Kárpitkereteknél.
4. Fiókfenekekénél.

**2.1** Korpuszbútorok hátfal lemezeinél alkalmazott szerkezeti megoldások és igénybevételek.

A hátfal lemezek rögzítése a korpusz bútorokra történhet aljazásban vagy árokban, keretre enyvezeve, vagy keret nélkül. Aljazásban elhelyezve a hátfal lemezek egymástól 150—200 mm távolságra szeggel vagy facsavarral vannak rögzítve. Árokba helyezve a lemezek az árok fenekével illeszkednek, ez esetben külön rögzítés nincs.

A hátfal lemezek szerepe a korpusz bútorokban a belső tér lezárásán kívül döntő mértékben a szerkezet merevítése. Ezt a szerepét a lemez az élén ébredő nyomás ellen-súlyozásával teljesíti. Az élnyomás értéke a támadási pontban a legnagyobb és egyen-letesen csökkenve két egymással párhuzamos él mentén hat. Maximális élnyomás ébred a szerkevény egyik sarkának megemelésekor, amikor az élnyomás értéke elérheti az összerhelés (önsúly + hasznos súly) 50%-át.

A maximális igénybevétel az emelés helyén és a vele szemben levő sarokban ébred. Az oldalfalakban ébredő erőhatás a hátfal lemezre nyomóerőt fejt ki (1. ábra).

Az egyes típusok önsúly és hasznos súly nagyságát és a ható élhosszúságokat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

Sor-szám	Típus megnevezése	Önsúly + raksúly kp	Szélessége mm	Magassága mm
1.	Kétajtós szekrény	220	1200	1600
2.	Háromajtós szekrény	360	1800	1600
3.	Kétajtós szekrény felső résszel	330	1200	1600
4.	Háromajtós szekrény felső résszel	500	1800	2400
5.	Könyvszekrény	370	1000	1500
6.	Könyvszekrény	550	1400	1500
7.	Szekerter	130	950	1000
8.	Kis kombinált szekrény	250	1400	1000
9.	Kétajtós tv-szekrény	110	700	800
10.	Kétajtós alsórész	130	1000	500
11.	Kétajtós fiókos alsórész	200	1400	500
12.	Tolóüveges felső rész	330	950	1600
13.	Tolóüveges felső rész	370	1400	1600
14.	Ágyneműtartó szekrény	70	1000	600

Az élnyomás a ható pontokban a legnagyobb, majd fokozatosan csökken nullára. Méretezés szempontjából a legnagyobb igénybevételi helyet kell figyelembe venni.

Más igénybevétel jelentkezik, amikor a szekrény valamelyik felső pontján megtámasztva tolják el a megterhelt szekrényt. Ebben az esetben az élnyomás maximuma a támadási pontban és a támadási ponttal szemben jelentkezik (2. ábra).

A  $P$  erő nagyságát a szekrény összsúlya és a fellépő súrlódási tényező határozza meg, amely a lábazat alakjától és a padozat milyenségétől függően  $\mu = 0,1-0,5$  értékig változhat. Méretezésnél itt is a maximális értéket kell figyelembe venni.

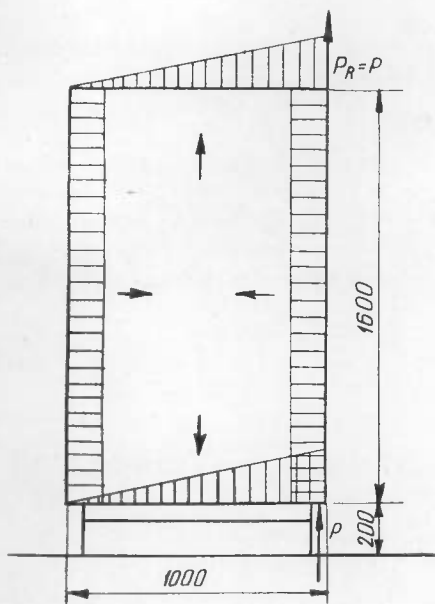
Az igénybevétel hatására a lemez élén nyomófeszültség, majd bizonyos terhelésen túl kihajlás, illetve horpadás következik be.

## 2.2 Keretre enyvezett lemezeknél alkalmazott szerkezeti megoldások és igénybevételek.

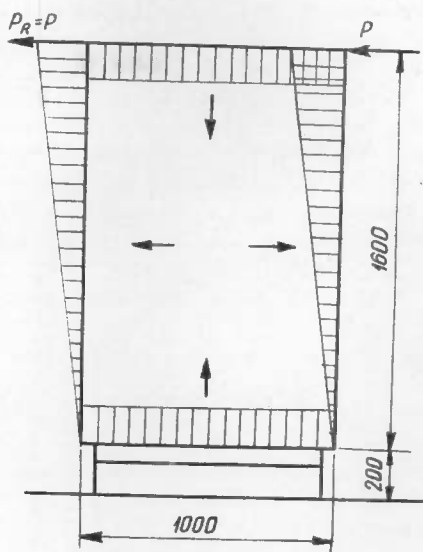
Ezt a szerkezeti elemet különösen festett bútoroknál alkalmazzák. A lemezt ez esetben fenyő fűrészáruból vagy pozdorjalapból készített keretre enyvezik. Felhasználási területtől függően lehet egy vagy mindkét oldalt lemezelve.

A kész lapalkatrész esetén az igénybevételt, a terheléseket nem a lemez, hanem elsősorban a keresztszerkezet veszi fel.

Az ilyen szerkezeteknél jellemző a lemez horpadása, ami vízszintes alkatrészeknél



1. ábra. Szekrény hátfallemez éleire ható erők sémája egyik oldal megemlése esetén



2. ábra. Szekrény hátfallemezre ható élnyomás elhelyezkedése a szekrény tolásakor

a terhelés hatására, függőleges alkatrészeknél a nekitámaszkodás, benyomás hatására következnek be.

Az alkatrészek kialakításánál minőségi követelményektől függően — a szabadon álló felületet kisebb felületekre bontják fel, közbeiktatott kereszt darabokkal, illetve papírból vagy lemezféleségből kialakított rácsszerkezettel, melyek a szabad felület nagyságát pár  $\text{cm}^2$  nagyságra is csökkenthetik. Ezek szerint vízszintes alkatrészeknél a szabad felület nagysága  $3 \times 3$  cm-től  $20 \times 50$  cm-ig; függőleges alkatrésznél a  $3 \times 3$  cm-től szélső esetben  $60 \times 60$  cm-ig változhat.

Az igénybevétel nagysága vízszintes alkatrészeknél  $1 \text{ kp/cm}^2$  megoszó terheléssel maximálisan  $15 \text{ kp}$  összerheléssel, függőleges alkatrésznél  $0,5 \text{ kp/cm}^2$  megoszó erővel maximálisan  $10 \text{ kp}$  összerheléssel — mint rendeltetésszerű használat közben előforduló terheléssel határozható meg.

### 2.3 Kárpit keretknél alkalmazott lemezek igénybevétele.

A kárpitozásnál alkalmazott fekvő-, ülő vagy háttámla kereteket a rugózat tartásához lemezzel kell borítani. Ezeket a lemezeket a keretre szegezéssel erősítik fel. A szabad felület nagysága a funkcionális feladattól és a kárpitozott felület nagyságától függően  $40 \times 40$  cm-től  $100 \times 100$  cm-ig változhat.

Ígybevétel elsősorban a vízszintes elrendezésű ülő-fekvő felületeken jelentkeznek. Jellemét tekintve az igénybevétel mindig egyenletesen megosztott terhelés, amit a rugózat még további felületekre oszt meg. Legkedvezőtlenebb igénybevételnek vehetjük az ülő-fekvő felületre történő ráugrást, amikor kb.  $300 \text{ cm}^2$  felületre maximálisan  $100 \text{ kp}$  terhelés esik. Ha figyelembe vesszük, hogy a terhelés ez esetben dinamikus jellegű, úgy itt kétszeres szorzótényezőt kell alkalmazni (a rugózat a dinamikus igénybevételt csökkenti), így:  $Q_{\text{max}} = 200 \text{ kp}$  lehet.

Az igénybevétel hatására a lemez átszakadhat, vagy a szegezésnél kiszakadhat. Méretezésnél ilyen jellegű igénybevétellel kell számolni.

## 2.4 Fiók fenekeknél fellépő igénybevételek

A fiókfenekek a fiók kávéban 3 élen árokban, egy élen szegezéssel vannak felerősítve. Nagymértékű lehajlás esetén a lemezek az árokból kihúzódnak. Méretezésnél erre a lehajlásra — illetve az ebből adódó kihúzóásra kell figyelemmel lenni. A fiókfenekeket rendeltetésszerű használat közben egyenletesen megoszoló terhelés éri.

Ennek nagysága a fiók magasságától és a fiókfenek nagyságától függ. Mérések és irodalmi adatok alapján a terhelés nagysága

$$q = h \cdot 0,04 \text{ kp/dm}^2, \text{ ahol}$$

$$h = \text{a fiók oldalmagassága cm-ben.}$$

## 3. A MÉRETEZÉS ALAPJÁT KÉPEZŐ KÍSÉRLETEK ÉS EREDMÉNYEI

A farostlemez felhasználása során nyert termékeknél fellépő összetett igénybevételekre — az előző fejezetben leírt jellemző igénybevételek figyelembevételével — közvetlenül a mechanika ismert összefüggésén alapuló méretezési elvet, kísérletek nélkül felhasználni nem volt lehetséges. Számítás alapján kapott összefüggések matematikailag olyan bonyolultak voltak, hogy azokat a gyakorlati méretezésben felhasználni nem lehetett, ezért arra törekedtünk, hogy a kísérleti igénybevételeket és az így kapott eredményeket vonatkoztattuk a késztermékekre.

Ezzel a módszerrel könnyen kezelhető megbízható értékeket tudunk megállapítani.

### 3.1 Szekrény hátfalnál fellépő igénybevételek.

A szekrény hátfalra, mint a korpuszt merevítő alkatrészre a 2.1 pontban leírt módon élnyomás hat. Az élnyomás maximális értéke a felvett feltételezett maximális igénybevétel alapján ismert — viszont nem ismeretes, hogy a farostlemezek vastagságtól függően milyen élnyomást bírnak ki törésig, illetve milyen erő hatására milyen mértékig görbülnek ki.

Kísérletünknel azt az állapotot vettük figyelembe, amikor a hátfalárokban helyezkedik el, mivel az aljazatban csavarozott vagy kerettel rögzített változat ennél nagyobb igénybevételt bír ki.

A kísérletkor a 3. ábrán látható vizsgáló keretet készítettük el az alábbiak szerint.

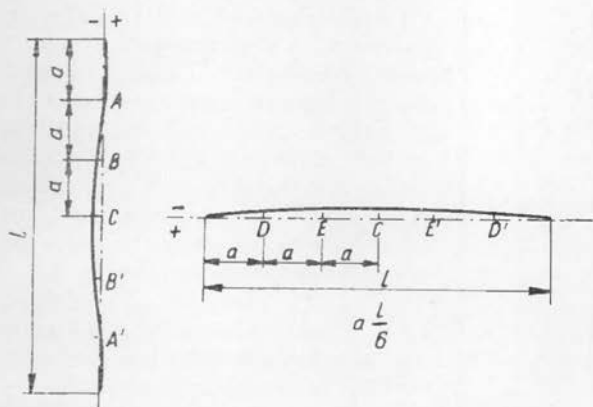
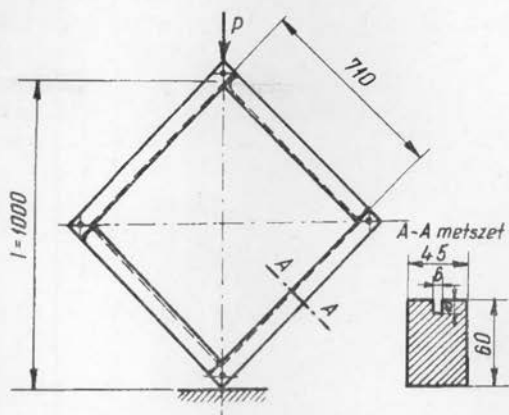
A keret anyaga gőzölt bükk fűrészáru,  $45 \times 60$  mm keresztmetszetű, egyszerű ollóscsapal összecsapozva, M 10-es méretű hatlapfejű csavarral összefogva, úgyhogy a keret a csapok mentén könnyen elmozdítható legyen. Az elmozdulás biztosításához a nyakalás és csap érintkező része az elmozdulásnak megfelelően le volt kerekítve.

A lemezek 6 mm széles és 10 mm mély árokban az árok fenekével pontosan illeszkedtek.

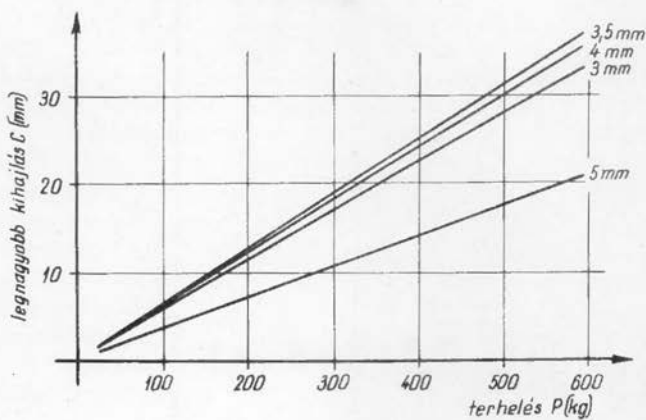
A keretbe illesztett lemezt univerzális anyagvizsgáló gépen a 3. ábra szerinti irányban terheltek.

Terhelés előtt lemértük a lemezen bejelölt  $A-E$  pontok helyzetét a síkhoz viszonyítva, majd a terhelést megkezdve 100 kp terhelésenként mértük a nyomott átló rövidülését  $h = 10$  mm-ig, valamint az  $A-E$  pontok helyzetét. A 2. táblázatban feltüntettük a négyféle vastagságú lemeznél tapasztalt értékek átlagát (6—6 mérés átlaga).

3. ábra. Szekrényhátfal-  
igénybevételének ellenőrzésére  
készített vizsgáló keret



4. ábra. A kísérleti lemezek  
görbülése a függőleges és  
vízszintes tengelyek mentén



5. ábra. A kísérleti lemezek  
legnagyobb kihajlási értékei  
a P nyomóerő hatására



2. táblázat

P terhelőerő kp	Kihajlási és rövidülési méretek mm-ben a különböző vastagságú lemezeknél																							
	3 mm					3,5 mm					4 mm					5 mm								
	h	mérési pontok					h	mérési pontok					h	mérési pontok					h	mérési pontok				
		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
100	4	+2	-4	-8	-1	-5	4	+3	-6	-7	0	-4	3	-1	-5	-6	0	-3	2	-1	-2	-2	0	-1
200	7	+1	-6	-11	-1	-7	6	+1	-7	-14	-1	-7	6	0	-6	-13	-1	-6	4	0	-4	-6	0	-1
300	9	0	-9	-16	-2	-10	8	+1	-7	-19	-1	-10	8	0	-8	-17	-1	-8	5	-1	-6	-10	-1	-4
400																			7	-1	-9	-14	-1	-5
410	10	-1	-12	-23	-3	-13																		
420													10	-1	-12	-25	-2	-12						
430							10	+1	-8	-27	-2	-12												
500																			8	-1	-11	-18	-1	-6
609																			10	-2	-13	-23	-2	-7

A legnagyobb kihajlás a  $C$  pontban mutatkozott.

A befogott, a  $\cong 2 b$  alakú lemezekre elfogadhatjuk, hogy a legnagyobb kihajlás mindig a szabad felület mértani közepén jelentkezik.

A lemezek görbülése a függőleges és vízszintes szimmetriatengely mentén szabályszerűen változott a 4. ábra szerint.

A 2. táblázatból és az 5. ábrán látható, hogy a nyomott átló rövidülése — amit 10 mm rövidülésig mértünk — és az ehhez tartozó kihajlási értékek a lemez vastagságától függően különböző erő hatására következtek be.

Azt is megállapítottuk a kísérletből, hogy ezek az erőhatások lényegesen nagyobbak, mint amelyek a szekrényekre rendeltetésszerű használat közben felléphetnek. A szekrények oldal, tető és fenék alkatrészei — melyek a hátfal lemezeket közrefogják — többnyire forgácslapból, pozdorja bútorlapból készülnek. Ezek még keményfa éllezárás esetén sem rendelkeznek olyan ellenállással, mint a kísérleti darabok, tehát a törés nem a lemezben, hanem a korpusz alkatrészeiben következik be.

### 3.11 Különböző hosszúságú szabadon álló lemezek kihajlási és törőszilárdsági értékének megállapítása.

A 3.1 pont alatt leírt kísérleteinket 1000 mm átló hosszúságú lemezeken végeztük el. A gyakorlatban azonban különböző méretű hátfal lemezek fordulnak elő, ezért szükség volt egy összefüggés kidolgozására a terhelőerő — a kihajlás és a hatóhossz változása — esetére.

A feladat megoldásához kísérlet-sorozatot végeztünk el a törőszilárdság meghatározására egységesen 200 mm széles és 300—800 mm hosszú lemezekkel a rendelkezésre álló vastagságokból. A vizsgálat eredményeit a 3. táblázatban és a 6. ábrán látható diagramban közöljük.

Ebből látható, hogy kétszeres lemez-

hosszúsághoz közel negyedrésznyi törőerő tartozik. Ez a meghatározott kihajlási értékekre is érvényes, azaz kétszeres hatóhosszra negyedrésznyi erő hatására következik be azonos kihajlás.

Ezt az összefüggést figyelembe véve a 3.1 pontban leírt kísérletek alapján különböző átló hosszúságú hátfal lemezeknél 25 mm-es maximális kihajlás a következő terhelő erők hatására következik be (4. táblázat). (A 3,5 mm és 4 mm vastagságú lemezeknél a vastagság növeléséből következtethető törvényszerűség nem mutatkozott, ami a két lemez közötti térfogatsúly különbözőségével magyarázható.)

**3.2** Keretre enyvezett alkatrészknél fellépő igénybevétel.

Ehhez a vizsgálathoz háromféle méretű négyzet alakú kereteket készítettünk. (260×260 — 500×500 és 840×840 mm belső méret), amelyre a vizsgált lemezeket szegezéssel, csavarással és ragasztással erősítettük fel. A terheléseket a szabad felület mértani közepén helyeztük el. A 260×260 mm szabad felületűnél egy gömbvégű nyomófejjel — univerzális vizsgáló géppel —, a nagyobb felületeknél pedig súlyfelrakással végeztük vizsgálatainkat. A nyomóerők felfekvő felülete a kis keretknél kb. 4 cm<sup>2</sup>; a nagy felületeknél kb. 100 cm<sup>2</sup> volt.

A vizsgálat eredményeinek átlagértékét az 5., 6., 7. táblázatokban foglaltuk össze és a 7., 8., 9. ábrákon ábrázoltuk.

A táblázatokból és ábrákból látható, hogy a lehajlás mértéke elsősorban a szabad felület nagyságától függ. Kisebb a befolyása a lemezek vastagságának és felerősítés módjának.

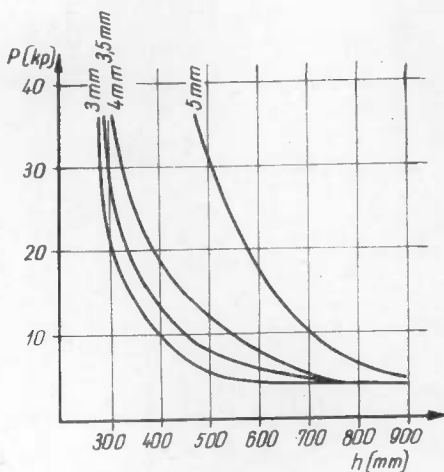
Ebből következik, hogy a lemezből keretre enyvezve kialakított lapalkatrésznél arra kell törekedni, hogy a szabad felület nagysága minél kisebb legyen, ha sík felületet akarunk biztosítani.

3. táblázat

Lemez-hossz mm	Különböző vastagságú és hosszúságú lemezek töréséhez szükséges erő kp-ban			
	3 mm	3,5 mm	4 mm	5 mm
300	20	30	86	138
400	6	10	18	48
500	6	8	12	36
600	4	6	8	22
700	4	4	4	10
800	4	4	4	6

4. táblázat

Átló hossz mm-ben	Különböző vastagságú lemezeknél 25 mm kihajláshoz szükséges terhelő erő kp-ban			
	3 mm	3,5 mm	4 mm	5 mm
500	1600	1720	1680	2400
750	710	766	746	1070
1000	400	430	420	600
1250	256	275	268	384
1500	177	193	187	266
1750	130	140	137	196
2000	100	108	105	150



6. ábra. Különböző vastagságú és hosszúságú lemezeknél a törőerők ábrája

5. táblázat

P erő kp	Különböző vastagságú lemezek lehajlási értékei 260×260 mm nagyságú szabad felület esetén							
	szegezéssel felerősítve				ragasztással felerősítve			
	3 mm	3,5 mm	4 mm	5 mm	3 mm	3,5 mm	4 mm	5 mm
1	0,65	0,59	0,33	0,20	0,35	0,25	0,24	0,14
2	0,91	0,86	0,38	0,24	0,58	0,40	0,39	0,22
3	1,08	0,98	0,51	0,31	0,87	0,65	0,52	0,29
5	2,16	1,73	0,92	0,69	1,97	1,39	1,12	0,55
7	2,44	2,40	1,19	0,94	2,38	2,18	1,32	0,73
10	3,13	2,97	1,52	1,11	3,08	2,56	1,76	0,98
20	5,31	5,27	3,24	2,26	4,98	4,58	3,52	1,97
50	8,75	8,50	5,94	4,61	7,71	7,40	6,58	3,99

6. táblázat

P erő kp	Különböző vastagságú lemezek lehajlási értékei 500×500 mm nagyságú szabad felület esetén							
	szegezéssel felerősítve				ragasztással felerősítve			
	3 mm	3,5 mm	4 mm	5 mm	3 mm	3,5 mm	4 mm	5 mm
1	1,10	1,30	0,62	0,42	0,98	1,05	0,92	0,39
2	1,91	1,65	1,20	0,88	1,62	1,72	1,52	0,76
3	2,40	2,10	1,70	1,26	2,22	2,11	2,10	1,13
5	4,27	3,60	2,33	2,17	3,13	3,15	3,19	1,78
7	4,47	4,39	3,13	3,02	4,20	4,05	3,68	2,20
10	5,51	5,44	3,52	3,48	5,49	5,53	4,89	3,00
20	8,31	8,53	7,01	6,31	7,62	7,55	7,01	5,31
50	13,33	13,20	12,72	10,97	12,02	12,32	11,00	9,03

7. táblázat

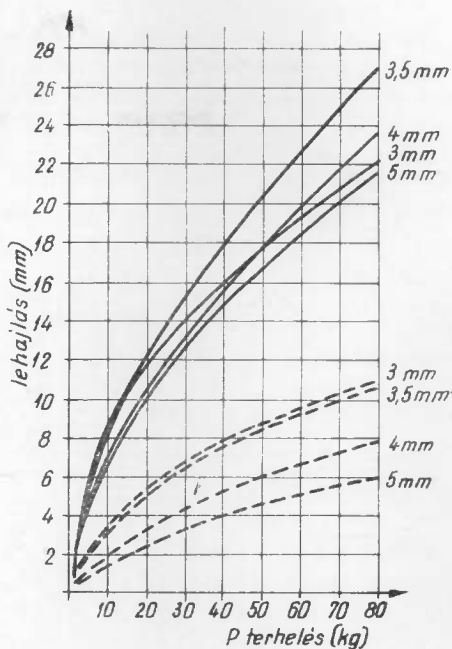
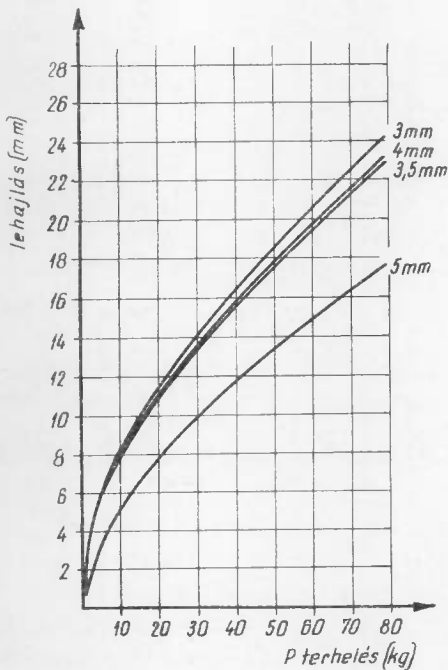
P erő kp	Különböző vastagságú lemezek lehajlási értékei 840×840 mm nagyságú szabad felület esetén											
	szegezéssel felerősítve				csavarral felerősítve				ragasztással felerősítve			
	3 mm	3,5 mm	4 mm	5 mm	3 mm	3,5 mm	4 mm	5 mm	3 mm	3,5 mm	4 mm	5 mm
1	1,67	1,31	1,05	0,70	1,82	1,49	1,87	0,79	1,66	1,92	1,64	0,60
2	2,94	2,95	2,02	1,44	3,27	2,74	3,18	1,42	2,99	3,17	2,90	1,20
3	3,87	3,63	2,99	2,14	4,10	3,67	4,13	2,08	3,97	4,06	3,78	1,77
5	5,43	5,60	4,03	3,46	5,75	5,33	5,85	3,30	5,73	5,79	5,34	2,96
7	6,66	6,90	5,26	4,79	7,06	6,64	7,51	4,29	7,02	7,03	6,25	4,02
10	8,26	8,85	6,82	6,44	8,75	8,28	8,77	5,61	8,56	8,54	7,96	5,38
20	11,60	12,32	10,50	9,87	12,02	10,96	11,30	7,95	11,40	11,20	9,82	7,98
50	18,06	19,40	17,49	16,81	18,88	17,91	18,40	13,34	17,43	17,37	15,33	13,44
80	22,17	27,32	23,76	21,85	24,25	22,94	23,25	17,75	21,30	21,12	19,40	17,12

### 3.21 Lemezek átszakadási szilárdságára vonatkozó vizsgálatok.

A vizsgálathoz a 10. ábrán feltüntetett vizsgáló keretet acélszögvashól készítettük el.

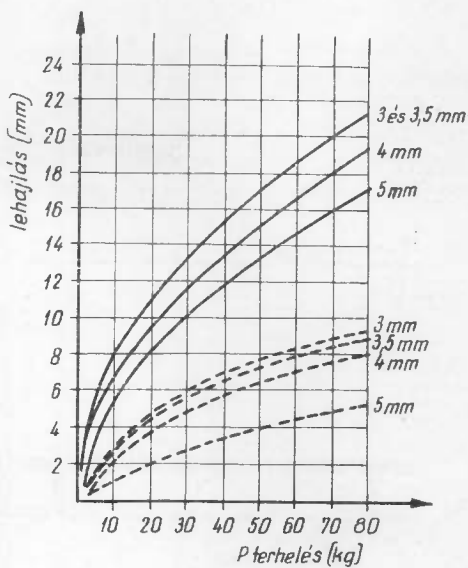
7. ábra. Szegéssel felerősített lemezek  $P$  erő hatására bekövetkezett lehajlási értékei

— 840 × 840 mm szabad felület  
 - - - 260 × 260 mm szabad felület



8. ábra. Csavrozással felerősített lemezek  $P$  erő hatására bekövetkezett lehajlási értékei

— 840 × 840 mm szabad felület



9. ábra. Ragasztással felerősített lemezek  $P$  erő hatására bekövetkezett lehajlási értékei

— 840 × 840 mm szabad felület  
 - - - 260 × 260 mm szabad felület

A vizsgáló keretre rögzítés nélkül felfektetett lemezek szabad felülete  $160 \times 160$  —  $210 \times 210$  és  $260 \times 260$  mm volt. A nyomóerőt univerzális anyagvizsgáló gépen 40 mm átmérőjű gömbbel adtuk át. Mértük az átszakadáshoz szükséges nyomóerő nagyságát és azt a gömbfelületet, amely benyomódás következtében az erőt közvetítette.

A 8. táblázatban feltüntettük az átszakadási erő nagyságának, a benyomásfelületeknek, valamint az átszakadási ellenállás értékének átlagértékeit (12 mérés átlaga).

8. táblázat

Jellemzők	Szabad felület nagysága és különböző lemezvastagságok mm-ben											
	160 × 160				210 × 210				260 × 260			
	3	3,5	4	5	3	3,5	4	5	3	3,5	4	5
P törőerő, kp	56	55	75	92	56	54	76	88	58	57	80	90
Benyomási felület $\text{cm}^2$	4,5 $\text{cm}^2$											
$\varphi$ átszakadási ellenállás $\text{kp}/\text{cm}^2$	12	12	17	20	12	12	17	19	13	13	18	20

A táblázatból látható, hogy a törőerő és az átszakadási ellenállás, ellentétben a lehajlással, nem függ a szabad felület nagyságától, csupán a lemez vastagságától és műszaki tulajdonságától.

Az átszakadási ellenállás értékei különböző lemezvastagságoknál a következők voltak:

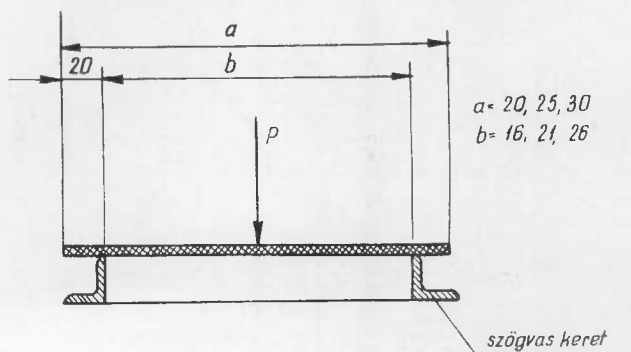
3 mm-es keretnél  $\varphi$  átsz. = 12  $\text{kp}/\text{cm}^2$

3,5 mm-es keretnél  $\varphi$  átsz. = 12  $\text{kp}/\text{cm}^2$

4 mm-es keretnél  $\varphi$  átsz. = 17  $\text{kp}/\text{cm}^2$

5 mm-es keretnél  $\varphi$  átsz. = 20  $\text{kp}/\text{cm}^2$

A törésképeket megfigyelve megállapítottuk, hogy — különösen a vékonyabb lemezek törésképei — teljes hasonlóságot mutattak a fémlamezek átszakadási képével. A vastagabb lemezeknél a szabályos törésképet zavarták a rétegelválások. Ebből levonhatjuk azt a következtetést, hogy a vékonyabb lemezek szerkezeti felépítése egyöntetűbb, jobban megközelíti a homogén lemezek tulajdonságát. A próbatetek 68—70%-a szabályos törésképet mutatott.



10. ábra. Átszakadási szilárdság mérésére készített vizsgáló keret

### 3.3 Kárpitkeretnél fellépett igénybevételek mérésére végzett kísérletek.

A kárpitkeretek igénybevétele hasonló a keretre enyvezett lemezekből kialakított lapalkatrészek igénybevételéhez, tehát vastagsági méretének meghatározásához alkalmasak a 3.2, és 3.21 pontok alatt leírt kísérletek.

Ezen túlmenően — tekintettel arra, hogy a lemezek szöggel vagy csavarral vannak felerősítve —, ellenőrző vizsgálatot végeztünk a lemezek szögtengelyére merőleges irányú erő hatására történő kiszakadására, valamint szögfej átszakadásra vonatkozóan is.

### 3.31 A lemez kiszakadása a szög tengelyére merőleges irányban.

A vizsgálat célja az volt, hogy meghatározzuk milyen ellenállást fejt ki a farost-lemez, ha a szög tengelyére merőleges erőhatás éri.

A vizsgálathoz a 11. ábra szerinti próbadarabokat alakítottunk ki, a szög vastagságának megfelelő, 2,8 mm átmérőjű lyuk előfúrásával. A lyuk középpontja a lemez szélétől — 6, 12 és 18 mm távolságra helyezkedett el. A szöget a lyukon átdugva egy kengyelbe akasztottuk be, a lemezt pedig befogva, a 11. ábra szerint terhelve, kaptuk a kiszakadáshoz szükséges erők nagyságát.

Az eredmény átlagértékeit a 9. táblázatban és a 12. ábra szerinti diagramban foglaltuk össze.

A 9. táblázatból és 12. ábrából látható, hogy a lemezvastagsággal és a furatok távolságával arányosan nő a kiszakadási erő nagysága, de a legvékonyabb lemez szélétől 6 mm távolságra fúrt szög esetében is a kiszakadási erő 30 kp felett van, tehát az egymástól 100 — 200 mm távolságra történő szögezésnél ez az ellenállás meghaladja az átszakadásra vagy kihajlásra való méretezés értékeit, ezért csak ellenőrzésként kell figyelembe venni.

### 3.32 Szögfej-átszakadásra végzett kísérlet.

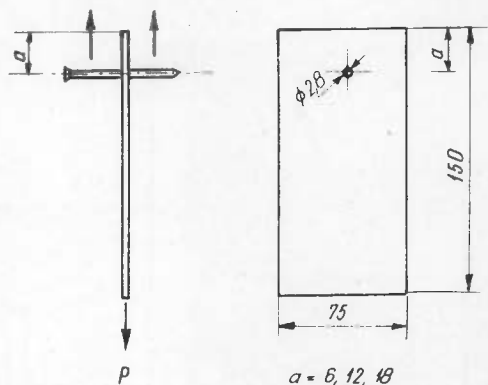
A vizsgálatnál azt kívántuk tisztázni, hogy ha a szöggel felerősített lemezre a keret felől — tehát a szögfej irányába — hat a terhelés, milyen igénybevételnél szakad át a lemez.

A vizsgálathoz a 13. ábra szerinti próbadarabokat alakítottuk ki és az ábra szerinti igénybevétellel terhelve mértük az átszakadáshoz szükséges erő nagyságát.

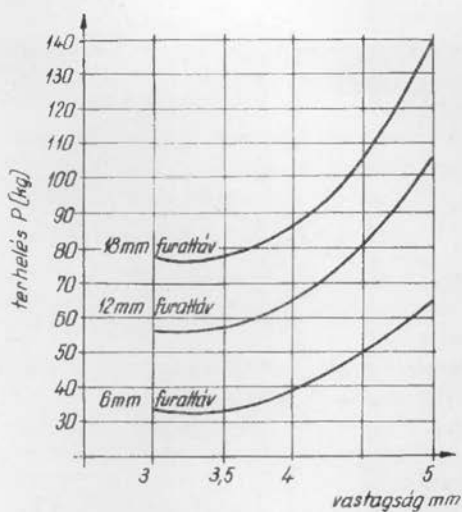
A 10. táblázatban tüntettük fel az átszakadáshoz szükséges erők mért nagyságát és a szögfej és szögcsár területének különbözőségéből kialakított körgyűrű

9. táblázat

Furatok távolsága mm	Különböző lemezvastagságokhoz tartozó kiszakadási erő kp-ban			
	3 mm	3,5 mm	4 mm	5 mm
6	33	33	65	66
12	56	57	68	107
18	77	78	85	140

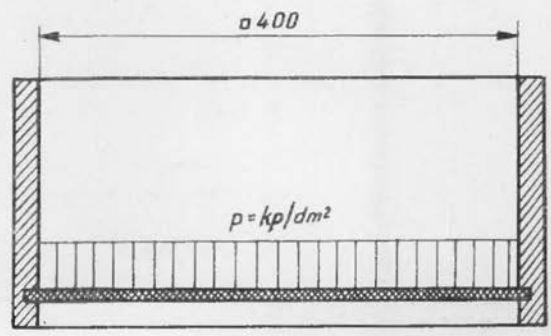
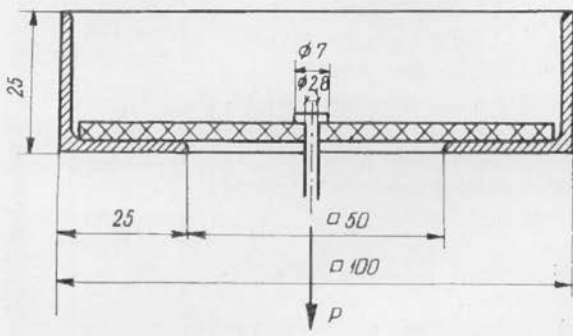


11. ábra. Szög tengelyére merőleges irányú erő hatására létrejövő kiszakadás vizsgálata



12. ábra. Szög tengelyére merőleges irányú erő hatására létrejövő kiszakadáshoz szükséges erők nagyságának változása a furattávolság függvényében

13. ábra. Szögfej átszakadás vizsgálatának sémája és a próbadarabok kialakítása



14. ábra. Szabadon felfekvő lemezre ható terhelés vizsgálata



felület figyelembevételével kiszámított átszakadási szilárdság-értékeket.

$$\sigma_{\text{átsz.}} = \frac{P}{F} \text{ kp/cm}^2$$

A kapott eredmények szerint megállapítható, hogy ilyen jellegű igénybevételeknél 3–3,5 mm lemez csak akkor használható, ha a szögfej felületét alátéttel vagy a lemez szélén végigfutó léccel megnöveljük. A 4–5 mm lemezek fejesszög alkalmazásával alátét nélkül is alkalmasak az igénybevétel felvételére.

**3.4** Fiókfenekre, illetve szabadon felfekvő lemezekre ható igénybevétel.

Ezzel a kísérlettel a négy élén szabadon alátámasztott lemezekre ható terhelés hatására a bekövetkezett lehajlást vizsgáltuk. A kísérlethez a 14. ábrán feltüntetett vizsgáló berendezést

használtuk fel. A lemezfenék itt körül árokban helyezkedett el, és megoszló terheléssel terhelve mértük a lehajlás értékét, a lemez középső részén. A terhelést 0,10 kp/cm<sup>2</sup>-től 1 kp/dm<sup>2</sup>-ig változtattuk, ami 25 cm fiók oldalmagasságnál felléphető maximális terhelésnek felel meg.

A vizsgálat eredményeit a 11. táblázatban tüntettük fel.

**3.5** Egyéb vizsgálatok.

A 3.1 és 3.4 fejezetekben leírt speciális vizsgálatokon túlmenően elvégeztük a lemezek szabvány szerinti vizsgálatát is az MSZ 7087 szerint. A lemezek a Mohácsi Farostlemezgyár üzemi technológiájával, műgyanta adagolással készültek.

A nedvességtartalom vizsgálatához vastagságonként 5–5 db próbatestet készítettünk. Kiszámítottuk a nettó nedvességtartalom értékeket, melyek vastagságonként a következők voltak:

	minimum	maximum
3 mm-es vastagság	3,8	5,1%
3,5 mm-es vastagság	2,4	8,0%
4 mm-es vastagság	2,8	6,0%
5 mm-es vastagság	2,4	4,4%

A kemény farostlemez az MSZ 7086–54-es szabvány szerinti megengedett maximális nedvességtartalma 8% lehet, tehát a vizsgálatainkhoz felhasznált lemezek megfeleltek a szabványban előírt követelményeknek.

10. táblázat

Megnevezés	Szögfej átszakadásához szükséges erők és szilárdsági értékek, különböző lemezvastagság esetén			
	3	3,5	4	5
Átszakadási erő (P) kp	27	26	52	62
Átszakadási szilárdsági érték ( $\sigma$ ) kp/cm <sup>2</sup>	96	93	185	220

11. táblázat

Terhelés kp/dm <sup>2</sup>	Lemezvastagság és lehajlás mm-ben			
	3	3,5	4	5
0,1	0,42	0,23	0,18	0,03
0,2	0,87	0,60	0,32	0,06
0,3	1,78	1,03	0,49	0,13
0,4	2,49	1,59	0,77	0,24
0,5	3,25	2,15	1,18	0,37
0,6	4,09	2,67	1,52	0,51
0,7	4,76	3,18	1,81	0,74
0,8	5,28	3,64	2,12	0,87
0,9	5,75	4,00	2,46	1,02
1,0	6,19	4,31	2,75	1,20

12. táblázat

Anyagfajta	Vastagságok mm-ben			
	3	3,5	4	5
	hajlítoszilárdsági értékek kp/cm <sup>2</sup>			
Furnérozás nélküli farostlemez	510	430	437	455
Furnerózott farostlemez	965	818	849	727

13. táblázat

Anyagfajta	Vastagság mm-ben			
	3	3,5	4	5
	szakítoszilárdsági értékek kp/cm <sup>2</sup>			
Furnérozás nélküli farostlemez	284	211	248	239
Furnerózott farostlemez	422	392	343	316

A mérési eredmények azt mutatják, hogy a furnerózott lemezek hajlító szilárdsági értékei 60—94%-kal, míg a szakítoszilárdsági értékei 32—86%-kal magasabbak, az ugyanolyan vastagságú furnerózatlan lemezekhez viszonyítva.

A bútoralaktrészeknél a hajlítoszilárdságnak van jelentősége, ezért a furnerózott lemezeknél  $k = 1,5$ -es korrekciós tényezőt lehet figyelembe venni, mint javító tényezőt.

#### 4. A BÚTORALKATRÉSZEK SZÜKSÉGES VASTAGSÁGI MÉRETÉNEK MEGHATÁROZÁSÁRA KIDOLGOZOTT GYAKORLATI MÓDSZER

Az előző fejezetekben ismertetett igénybevételek, és az igénybevételekre végzett kísérleti eredmények alapján, közöljük az egyes alkalmazási területekre érvényes összefüggéseket, illetve a szükséges lemezvastagsági méreteket.

##### 4.1 Szekrény hátfal lemezek méretezése.

A hátfal lemezek szükséges vastagsági méretének megállapítására a 2.1 pontban leírt és 1. táblázatban közölt rendeltetésszerű használat közben fellépő terhelések 50%-át vesszük figyelembe, mint a hátfallemezre ható maximális igénybevételt.

A lemezek kihajlási és törőszilárdsági értékeit a 3.1 pontban leírt kísérletek és a 4. táblázatban közölt értékek alapján állapítottuk meg. Ennek figyelembevételével a 14. táblázatban közöljük a különböző átló hosszúság-hátfalakhoz az igénybevételtől függően szükséges lemezvastagságokat furnerózás nélkül, illetve furnerózva. A 14. táblázatban közölt lemezvastagsági értékek a feltételezett maximális igénybevételnél — a terhelt szekrény megemelésakor — 25 mm kihajlást mutatnak. Ez a kihajlás az igénybevétel megszüntekor minimális értékre csökken vissza.

A szabvány szerint lefolytatott vizsgálat eredményeként a következő térfogatsúlyok adódtak.

3 mm 1,019 p/cm<sup>3</sup>  
 3,5 mm 0,989 p/cm<sup>3</sup>  
 4 mm 0,965 p/cm<sup>3</sup>  
 5 mm 0,990 p/cm<sup>3</sup>

Furnerózatlan és 0,6 mm-es mahagónival furnerózott farostlemezzel végeztük el a hajlítoszilárdság szabvány szerinti vizsgálatát. Az eredmény átlagértékeit a 12. táblázatban foglaltuk össze (15 mérés átlageredménye).

A szakítoszilárdsági vizsgálatot furnerózás nélküli és 0,6 mm-es mahagónival furnerózott farostlemezzel végeztük el. Eredményeinket a 13. táblázatban tüntetjük fel (15 mérés átlageredménye).

14. táblázat

Sor- szám	Típus megnevezése	Szabad- felület átló hosszúság, mm	Önsúly + raksúly 50% kp	Szükséges lemezvastagság	
				furnér nélkül	furnérozva
1	Kétajtós szekrény	2000	110	3,5	3
2	Háromajtós szekrény	2000	180	6	5
3	Kétajtós szekrény felső résszel	2000	165	6	5
4	Háromajtós szekrény felső résszel	2000	250	6	5
5	Könyvszekrény	1370	185	3	3
6	Könyvszekrény	1370	275	5	3,5
7	Szekreter	1370	65	3	3
8	Kis kombinált szekrény	1370	125	3	3
9	Televíziós szekrény	1060	55	3	3
10	Kétajtós alsó rész	1070	65	3	3
11	Kétajtós + fiókos alsó rész	1070	100	3	3
12	Tolóüveges felső rész	1440	165	3	3
13	Tolóüveges felső rész	1960	185	6	5
14	Ágyneműtartó	1160	35	3	3

Törés a lemezekben csak többszörös igénybevételnél következnek be, mely igénybevételt azonban a szekrény egyéb alkatrészei (oldal, tető, fenék stb.) már nem bírának ki, tehát itt már nem a lemezeket, hanem a korpusz alkatrészeit kell méretezni.

A 15. táblázatból bármely bútortipari gyakorlatban előforduló hátfal lemezre kikereshető az alkalmazható lemezvastagsági méret a szabad felület átló hosszának és a korpusz összterhelésének (önsúly + hasznos terhelés) ismeretében. Igénybevételként az összterhelés 50%-át kell figyelembe venni. A közölt vastagsági adatoknál a terhelésnél fellépő kihajlásra maximálisan 25 mm-t vettünk figyelembe. Ez a kihajlás árokba helyezett hátfal lemeznél lép fel, csavarozott vagy keretre enyvezve rögzített hátfalnál a kihajlás értéke ennél kevesebb lesz.

15. táblázat

Szabad felület átló hossza, mm	Maximális igénybevétel kp-ban											
	1—50		51—100		101—150		151—200		201—250		251—300	
	furnér nélkül	furné- rozva	furnér nélkül	furné- rozva	furnér nélkül	furné- rozva	furnér nélkül	furné- rozva	furnér nélkül	furné- rozva	furnér nélkül	furné- rozva
500 alatt	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
501 — 750	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
751 —1000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1001—1250	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3
1251—1500	3	3	3	3	3	3	3,5	3	4	3	5	3,5
1501—1750	3	3	3	3	3,5	3	4	3,5	5	5	5	5
1751—2000	3	3	3	3	3,5	3	5	4	5	5	5	5
2001-fölött	3	3	3	3	3,5	3,5	5	5	5	5	5	5

#### 4.2 Keretre enyvezett lemezek méretezése.

A keretre enyvezett lemezek vastagsági méretének meghatározásánál elsősorban az esztétikai hatást — a terhelt felületek behorpadását — vettük figyelembe.

Kutatásunk során megállapítottuk, hogy rendeltetésszerű használat közben a lemezelt vízszintes felületeken  $\text{cm}^2$ -enként 1 kp, függőleges alkatrészeknél 0,5 kp-nál nagyobb erő nem fordul elő. Ezen túlmenően azonban a 16. táblázatban még feltüntettük a 3, és 5 kp terhelő erőket is, melyek viszonyítva a szabadfelület nagyságához, szintén koncentráltan aránylag kis felületen hatnak. A táblázatból leolvasható, hogy a változó szabad felületen az 1—3—5 kp feltételezett koncentrált erők milyen behajlást eredményeznek a különböző vastagságú furnérozás nélküli lemezekben. A megengedhető behorpadás és terhelő erő ismeretében, a különböző szabad felülethez alkalmazható lemezvastagság megválasztható.

500×500 mm-nél nagyobb szabad felület esetén a lemez minden külső terhelés nélkül is behorpad, tehát sík felület ilyen, vagy ennél nagyobb szabad felületnél már nem biztosítható. Sík felület biztosítására — mint ez a 16. táblázatból látható — célszerűbb a szabad felület nagyságát csökkenteni, nem pedig a lemez vastagságát növelni.

A lemezek átszakadása — mint az a 8. táblázatból látható, a 3—5 mm vastagságú lemezeknél 12—20 kp/cm<sup>2</sup> fajlagos erő, illetve 55—90 kp terhelő erő hatására következett be, tehát még a legvékonyabb lemeznél is több mint tízszeres biztonság áll fenn.

#### 4.3 Kárpitkeret lemezek méretezése.

A kárpitkeretre általában szegezéssel — esetleg csavarozással, vagy ragasztással, — felerősített lemezek a rugónyomás és a hasznos terhelés hatására behorpadásra, esetleg átszakadásra vannak igénybe véve.

A behorpadás rendeltetésszerű használat közben nem látható és 20 mm érték-határig sem műszaki, sem minőségi szempontból nem hátrányos.

A 17. táblázatban feltüntettük a szegezéssel felerősített különböző lemezvastagságoknál és különböző nagyságú szabad felületeknél, a felület közepére ható — kb. 2—300 cm<sup>2</sup> felületen megoszló — statikus terhelés hatására bekövetkezett lehajlási értékeket. Ha ismerjük a szabad felület nagyságát és a terhelő erő értékét — figyelemmel a megengedhető 20 mm-es lehajlásra —, az alkalmazható lemezvastagság kiválasztható.

A lehajlási érték figyelembevételén túlmenően kell ellenőrizni a kárpitkeretet az átszakadási ellenállásra is.

Esetünkben vegyük fel a legkedvezőtlenebb igénybevételként a következő értékeket:

$$F = 200 \text{ cm}^2 \text{ (terhelés ható felülete)}$$

$$P_0 = 100 \text{ kp (felületre ható erő)}$$

$$n = 2 \text{ (szorzótényező a dinamikus igénybevételek figyelembevételével).}$$

$$P = n \cdot P_0$$

$$P = 2 \cdot 100 = 200$$

$$\varphi \text{ tényleges} = \frac{P}{F} = \frac{200}{200} = 1,00 \text{ kp/cm}^2$$

$\varphi$  határ = 12 kp/cm<sup>2</sup> (átszakadási ellenállás 3 mm-es farostlemez esetében a 8. táblázat szerint).

$$b = \frac{\varphi \text{ határ}}{\varphi \text{ tényleges}} \quad b = \frac{12}{1,00} = 12 \text{ (biztonsági tényező)}$$

16. táblázat

Szabad felület mérete mm-ben	Terhelő erő P = 1 kp				Terhelő erő P = 3 kp				Terhelő erő P = 5 kp			
	3	3,5	4	5	3	3,5	4	5	3	3,5	4	5
lehajlások a szabad felület közepén mm-ben												
30 × 30	0,04	0,03	0,03	0,02	0,08	0,07	0,06	0,04	0,20	0,20	0,12	0,05
50 × 50	0,07	0,05	0,05	0,03	0,16	0,15	0,12	0,08	0,41	0,40	0,25	0,10
100 × 100	0,15	0,11	0,10	0,06	0,30	0,29	0,25	0,15	0,92	0,80	0,50	0,18
150 × 150	0,24	0,16	0,16	0,08	0,42	0,40	0,33	0,18	1,20	1,00	0,67	0,29
200 × 200	0,29	0,20	0,19	0,10	0,51	0,50	0,41	0,20	1,40	1,12	0,80	0,39
250 × 250	0,35	0,25	0,24	0,14	0,87	0,65	0,52	0,29	1,97	1,39	1,12	0,55
300 × 300	0,65	0,60	0,51	0,23	1,10	0,98	0,68	0,42	2,01	1,96	1,50	0,65
400 × 400	0,90	0,82	0,76	0,30	1,71	1,51	1,16	0,76	2,62	2,50	2,10	1,22
500 × 500	1,05	0,93	0,92	0,42	2,40	2,10	1,70	1,13	3,19	3,15	3,13	1,78

17. táblázat

Szabad felület nagysága mm	Terhelő erő = 60 kp				Terhelő erő = 60 kp				Terhelő erő = 80 kp				Terhelő erő = 100 kp			
	3	3,5	4	5	3	3,5	4	5	3	3,5	4	5	3	3,5	4	5
lehajlások a szabad felület közepén mm-ben																
400 × 400	12,4	12,2	11,6	10,3	13,5	13,8	13,0	11,1	15,6	15,0	14,7	13,4	18,1	17,5	17,0	15,0
500 × 500	13,3	13,2	12,7	10,9	15,2	15,0	14,5	12,8	17,6	17,3	16,5	15,3	19,2	19,0	19,0	17,1
600 × 600	15,6	14,8	14,4	13,8	16,0	15,9	16,0	14,5	19,5	18,7	18,3	17,2	21,3	20,6	20,1	19,2
700 × 700	17,0	16,5	15,8	15,1	18,8	17,9	17,5	16,2	21,4	21,0	21,1	19,1	23,6	23,3	22,2	21,4
800 × 800	19,0	18,4	17,5	16,8	20,3	19,5	19,6	18,5	24,1	23,3	23,7	21,8	27,6	25,0	25,2	24,5
900 × 900	20,0	20,0	19,1	18,2	22,6	21,7	20,4	19,5	27,3	25,7	24,7	23,0	29,9	28,5	28,4	25,8
1000 × 1000	21,4	21,6	20,2	19,3	24,0	23,6	21,9	21,2	29,2	28,0	26,5	24,9	33,1	32,0	30,5	27,9

Az ellenőrző számítást a legvékonyabb lemezre és a legkedvezőtlenebb igénybevételre végeztük el, s így is megállapítható, hogy szilárdságilag legkevesebb 10—12-szeres a biztonság. A lemezek a szög tengelyére merőleges irányú erő hatására történő kiszakadási vizsgálatánál megállapítottuk, hogy 1—1 szög mellett — a legvékonyabb lemez is — 30 kp feletti erőnél szakad ki (9. táblázat).

Az igénybevételt tehát 1—1 keretnél 16—30 db szög veszi fel, ami a legkedvezőtlenebb esetben is 3—5-szörös biztonságot ad.

#### 4.4 Fiókfénék, illetve szabadon felfekvő lemezek méretezése.

A szabadon felfekvő lemezek méretezésénél a szükséges lemezvastagságot a megengedhető lehajlás határozza meg, mely fiókfenekek esetében maximálisan 5 mm lehet. Ez az érték még minőségileg és műszakilag elfogadható, mert hátrányosan nem befolyásolja a szerkezet működését.

A 2.4 fejezetben leírt kísérlet és 9. táblázatban közölt értékek, valamint a további nagyobb felületű fiókfenekeken végzett kísérlet alapján állítottuk össze a 18. táblázatot, melyből bármilyen fiókmérethez meghatározható a szükséges fenékvastagság furnérozatlan és furnérozott változatban. Igénybevételként a 2.4 pontban leírt

$$q = h \cdot 0,04 \text{ kp/dm}^2$$

terhelést kell figyelembe venni.

18. táblázat

Fajlagos terhelés kp/dm <sup>2</sup>	Szabad felület nagysága mm-ben									
	400 × 400		500 × 500		600 × 600		800 × 800		1000 × 1000	
	szükséges lemezvastagságok mm-ben									
	furnér nélkül	furné- rozva	furnér nélkül	furné- rozva	furnér nélkül	furné- rozva	furnér nélkül	furné- rozva	furnér nélkül	furné- rozva
0,1	3	3	3	3	3	3	3	3	3,5	3
0,2	3	3	3	3	3	3	3,5	3	5	3
0,3	3	3	3	3	3,5	3	4	3	5	4
0,4	3	3	3,5	3	4	3	4	3,5	6	4
0,5	3	3	4	3	5	3,5	5	4	6	5
0,6	3	3	4	3	5	3,5	5	4	—	5
0,7	3	3	5	3,5	5	4	5	5	—	6
0,8	3,5	3	5	4	5	5	5	5	—	—
0,9	3,5	3	5	4	5	5	5	5	—	—
1,0	3,5	3	5	4	5	5	6	5	—	—

## Összefoglaló

A dolgozat a farostlemezek gazdaságosabb felhasználásához ad segítséget azért, hogy meghatározza az egyes felhasználási területeken alkalmazott lemezek szükséges vastagsági méreteit. Első lépésként a jelentősebb alkalmazási területeket határoztuk meg, ahol az összes felhasznált farostlemez mintegy 80—90%-a kerül feldolgozásra.

Meghatároztuk

- a korpusz bútorok hátfallemezeire,
- a keretre, enyvezve kialakított síklapokra,
- a kárpitkeretekre
- és fiókfenekekre

a rendeltetészerű használat közben fellépő igénybevételek jellegét és nagyságát. Ez hátfal lemezeknél — a szekrények merevítési feladatát betöltő funkciójánál fogva — élnyomásban, majd az ebből következő kihajlásban, horpadásban —, míg a többi területeken különböző a lemez síkjára merőleges terhelések hatására ébredő lehajlásokban és horpadásokban jelentkezik.

Kísérletsorozatot végeztünk el a hátfal lemezek élnyomásánál bekövetkező kihajlásokra, a keretre ragasztott lemezek behorpadására, az átszakadási ellenállás nagyságának megállapítására, szög kiszakadások vizsgálatára, valamint a kárpitkeret lemezek és fiókfenekek terhelés hatására bekövetkező lehajlására.

A 4. fejezetben összefoglaltuk a kísérletek eredményeit, és megadtuk a gyakorlati alkalmazás módját.

Táblázatokban foglaltuk össze az alkatrészek szükséges vastagsági méretét a felület nagyságától, valamint az igénybevételtől függően.

Kísérleteink alapján arra az eredményre jutottunk, hogy a 4 és 5 mm-es vastagságú farostlemez használata szilárdságilag sok helyen nem indokolt, helyette megfelelő a vékonyabb 3,5, illetve 3 mm vastagságú lemez alkalmazása is, mely jelentős anyagmegtakarítást eredményez.

## Irodalom

1. *Mutnyánszky Á.*: Szilárdságtan II. Budapesti Műszaki Egyetem jegyzete, 1954.
2. *Zukowski, L.*: Alkalmas-e a szögpróba a kemény farostlemez minőségének értékelésére. Przemysl Drzewny 1965. január 1. számú füzet (fordítás).
3. A Design Manuel for Cabinet Furniture. Szekrénybútor tervezési kézikönyve.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТОЛЩИНЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МЕБЕЛИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ИЗ ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Д. ЛЕЛЕ

Зав. научным отделом

Э. НЕЙВИРТ

Молодший научный сотрудник

Развитие мебельной промышленности требует того, чтобы подбор размеров толщины деталей, основанный на практическом опыте до сих пор, при знании возникающих нагрузок был заменен методом расчетов научно-обоснованных.

Научный труд занимается применением твердых древесно-волоконистых плит в мебельной промышленности.

Область применения древесно-волоконистых плит в настоящее время:

Плиты задних стенок корпусной мебели;  
плоские плиты, изготовленные на клею на раме;  
рама мягкой мебели;  
днища ящиков.

Величина и характер нагрузок, возникающих в деталях — во время пользования по назначению — была определена нами по опыту. Зная эти данные, были проведены экспериментальные серии измерений по прогибанию, наступающего при нажатии на кромки плит задних стенок, по давлению плит, отмеренных на раму, по определению величины сопротивления разрыванию (на разрыв), по испытанию обрывов, причиняемых гвоздями, а также по прогибанию, наступающему под воздействием нагрузки в плитах рамы мягкой мебели и в днищах ящиков.

На основании экспериментальных результатов и теоретических взаимосвязей были определены размеры толщины, необходимой для древесно-волокнистых плит, применяемых с лицевочной фанерой и без офанеривания, в зависимости от величины поверхности, а также в зависимости от величины нагрузки.

### DETERMINATION OF REQUIRED THICKNESS SIZE OF FURNITURE COMPONENTS MADE OF FIBREBOARD

D. LELE

chief of section

E. NEUWIRTH

junior research worker

The development of the furniture industry requires to replace the so far on practical experience based thickness size choice — knowing the arising stresses — by a scientifically grounded sizing method.

The paper deals with the use of hardboard in the furniture industry.

The fields of use of the fibreboard are at the present:

back wall plates of corpus furnitures;

flat-plates glued on frame;

upholstery frames;

drawer bottoms.

We have established the extent and character of stresses arisen in components if properly used experientially. Given this knowledge we have established test measuring series relating to the bendings out arisen at the linear pressure of back wall plates, the dinge of plates glued on frame, the establishment of bursting resistance extent, the investigation of nail extraction as well as the bending down of upholstery frame plates and drawer bottoms under loading.

On the basis of test results and theoretical relations we have established the required thickness size of veneered and unveneered fibreboards in function of the extent of surface and stress.



# **DIE NOTWENDIGE DICKENMASSBESTIMMUNG DER AUS DEN HOLZFASERPLATTEN HERGESTELLTEN MÖBELBESTANDTEILE**

D. LELE

wissenschaftlicher Abteilungsleiter

E. NEUWIRTH

wissenschaftliche Hilfsforschungsarbeiterin

Die Dickenmassbestimmung der Möbelbestandteile wurde bisher nach den praktischen Erfahrungen festgestellt. Diese Methode wurde durch eine wissenschaftlich begründete Massmethode entsprechend den wissenschaftlich grundgelegten Beanspruchungen abgelöst.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Anwendung der harten Holzfaserplatten in der Möbelindustrie.

Der Anwendungsbereich der harten Holzfaserplatten ist zu dieser Zeit:

- als Rückwände der Korpusmöbel;
- als platte Elemente auf die Rahmen geklebt;
- als Polsterrahmen;
- und als Schubladeboden.

Wir haben die Grösse und der Charakter der auftretenden Beanspruchungen empirisch festgestellt. Infolge der empirischen Kenntnisse haben wir mit der Hilfe der erledigten Messungsserien die Ausbiegungen der Rückwende bei dem Randdruck, die Einleitung auf die Rahmen geklebter Platten, die Grösse des Durchbruchwiderstandes, den Nagel- ausbruch und die Ausbiegung der Schubladeboden bei der Belastung festgestellt.

Auf dem Grund der Versuchsergebnisse haben wir das notwendige Dickenmass der anwendenden, mit Furnier bedeckten oder unbedeckten Holzfaserplatten im Zusammenhang mit der Beanspruchung festgestellt.

# BÚTORALKATRÉSZEK MÉRETTŰRÉSI ÉS ILLESZTÉSI RENDSZERÉNEK KIDOLGOZÁSA

(Témaszám: V/14)

LELE DEZSŐ

okl. gépészmérnök, tudományos osztályvezető

## 1. BEVEZETŐ

A gyártás ésszerűsítésével — a nagysorozatú gyártás megindításával — szükség-szerűen jelentkezik a bútoralakrészeczek méretpontosságával szemben támasztott követelmény. Az alakrészeczek gyártásánál olyan méretpontosságot kell biztosítani, hogy az alakrészeczek pótmunka nélkül szerelhetők legyenek. Ezt csak megfelelően szabályozott és ellenőrzött tűrésértékek betartásával lehet biztosítani. A tűrések tudományos kidolgozása a fémiparban már évtizedekkel ezelőtt megtörtént és természetessé vált, hogy egy-egy alakrészeczt bárhol is készítenek el, annak pontosan illeszkednie kell a gép többi alakrészeczeihez.

A természetes fa és az agglomerált lapok esetében természetesen nehezebb a helyzet, itt figyelembe kell venni az anyagok szerkezeti felépítését, alakváltozási tulajdonságát, a famegmunkáló gépeken elérhető méretpontosságot, a gép beállítóságának hibaértékeit és nem utolsósorban a termékkel szemben támasztott követelményeket. A pontosabb gyártás általában növeli a gyártási költségeket — több ellenőrzés, finomabb szerszámok, gépek, hosszabb beállítási idő stb. révén —, ezért a pontossági meghatározásnál csak olyan értéket szabad figyelembe venni, ami még gazdaságosan biztosítható.

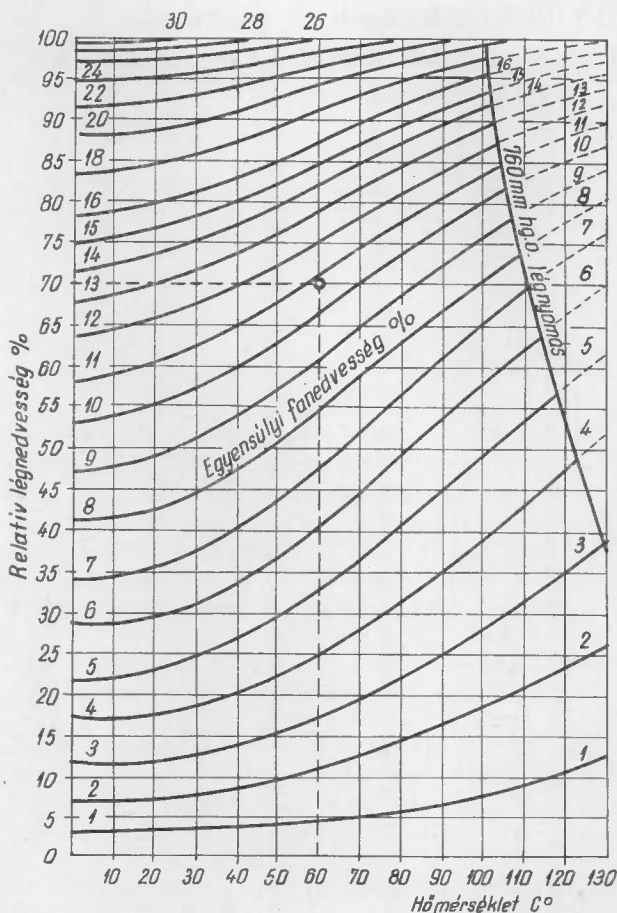
Ezeknek a szempontoknak figyelembevételével dolgoztuk ki a bútoripar méretpontossági és illesztési rendszerét, mint a bútoripar nagyüzemi jellegének egyik előfeltételét.

## 2. A BÚTORIPARI ÜZEMEK

### JELLENLEGI ADOTTSÁGAINAK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

### BIZTOSÍTHATÓ MÉRETPONTOSSÁG FELMÉRÉSE ÉS MEGHATÁROZÁSA

A bútoripari tűrések és illesztések kidolgozásához szükséges volt az üzemek műszaki felkészültségének és üzemi körülményeinek felmérése, hogy megállapíthassuk, milyen méretpontosság szükséges a bútoralakrészeczek elkészítésénél, továbbá, hogy a rendelkezésre álló gépekkel és berendezésekkel milyen méretpontosság érhető el. Ennek érdekében mértük az üzemek és a raktárak klímaviszonyait, a fa- és fapótló anyagok nedvességtartalmát és az ebből adódó méretváltozások értékeit. Az alakrészeczek méretpontosságát a megmunkáló gépek után vizsgáltuk, a névleges mérettől való eltérések figyelembevételével.



1. ábra. Egyensúlyi fanedvesség diagramja hőmérséklet és relatív légnedvesség függvényében

tartalom értékek között ingadozik. Az anyagok hosszú időn keresztül (30–60 nap) tárolnak itt, így felveszik az ezzel a klíma állapottal egyensúlyt tartó 14–21% fanedvességi értéket. Ez a fanedvességi érték már felette van a bútorkészalkatrészeiben megengedhető értéknek, tehát ezeknél az anyagoknál a megmunkálás folyamán zsugorodás lép fel. Ennek számszerű értékelésére a következő fejezetekben még visszatérünk.

Az 1. ábra szerinti diagram természetes faanyagokra vonatkozik.

Az 1. és 2. táblázatok farostlemezek és forgácslapok kiegyenlítő fanedvességére vonatkozóan adnak tájékoztatást.

Ezekből a táblázatokból látható, hogy az agglomerált anyagok higroszkopikus változása a levegő relatív nedvességének hatására hasonló a természetes fáéhoz.

## 2.1 Üzemi és raktári klímaviszonyok.

A bútortipari üzemeknek műhelycsarnokai, de különösen az agglomerált lapok raktárhelyiségei nem optimálisan klimatizált helyiségek. A műhelyek műszakidő alatt fűtöttek, és ennek megfelelően 20–22°C hőmérséklet, 40–60% relatív nedvesség alakul ki. Munkaszüneti napokon azonban — a fűtés megszűntével — a hőmérséklet visszaesik, téli időszakban 5–10°C-ra, és a relatív nedvességtartalom 60–80%-ra emelkedik fel. A mesterségesen kiszáritott fűrészárura és az agglomerált anyagokra ezek a klímaváltozások hatással vannak, azonban nagyobb mértékű méretváltozások ebből kifolyólag nem lépnek fel.

A raktárak viszont általában nem fűtöttek, sőt a legtöbb esetben még a külső levegőtől sincsenek elzárva, így ezekben a mindenkori külső klímaviszony lép fel, ami őszi-téli időszakot figyelembe véve –10 +10°C hőmérséklet és 70–90% relatívnedvesség-

**2.2** A felhasználásra kerülő természetes fa és agglomerált anyagok nedvességtartalma.

A bútortipari vállalatok a fűrészáru legnagyobb részét mesterségesen 10% fanedvesség alá szárítják. Az agglomerált lapok technológiai adottságából a gyártásból 4—6%-os fanedvességgel kerülnek ki, méréseink mégis azt mutatták, hogy a gyártásba bekerült anyagok ennél több nedvességet tartalmaznak. Szűrőpróbaszerűen jelen téma keretében elvégzett mérések, valamint a FAKI és a FAIMEI korábbi mérései szerint, a különböző gyártási szakaszokban a 3. táblázatban közölt fanedvességek fordultak elő.

A táblázatból látható, hogy a természetes fa és az agglomerált lapok nedvesség értékei átlagosan megfelelnek a késztermékbe beépíthető anyagokkal szemben támasztott követelményeknek.

A viszonylag kis mennyiségben található nagyobb nedvességérték kiküszöbölését kell megfelelő intézkedésekkel és ellenőrzéssel biztosítani.

**2.3** A fanedvesség változásának hatása a különböző anyagokból készült bútoralkatrészek méretpontosságára.

Bár a 3. táblázatban közölt fanedvességi értékek kedvezőnek mutatkoztak, mégis célszerűnek tartjuk jelen dolgozatban kimutatni, hogy különböző természetes fa és agglomerált lapok 1% nedvesség változás hatására milyen mértékben változtatják méreteiket (4. táblázat).

3. táblázat

**Felhasználásra kerülő fa- és fapótlóanyagok nedvességértékei különböző megmunkálási fokon**

Sor-szám	Anyag megnevezés	Közvetlen feldolgozás előtt			Megmunkálás közben			Kész termékben		
		maximum	minimum	átlag	maximum	minimum	átlag	maximum	minimum	átlag
1.	Fenyő fűrészáru	22,0	7,0	10,7	16,0	6,5	7,5	14,0	7,0	7,4
2.	Lombos fűr.áru	21,0	6,1	11,6	13,5	7,5	10,5	11,0	8,1	9,7
3.	Forgácslap	11,0	4,0	6,5	12,0	5,5	7,0	10,5	5,5	7,0
4.	Pozdorjalap	13,0	5,3	7,1	11,5	5,3	7,0	10,2	6,0	7,0
5.	Farostlemez	11,0	3,5	5,1	14,0	4,6	6,0	11,5	5,0	6,5

1. táblázat

**Farostlemezek egyensúlyi fanedvessége**

Relatív lég-nedvesség %	Hő-mérséklet C°	Farostlemez nedvesség %	
		átlag	gyakorlati határok
30	10	6,3	5,5 — 6,7
45	20	6,8	6,0 — 7,3
65	20	7,7	7,0 — 8,0
85	20	8,2	7,5 — 8,7
100	30	17,7	16,5—18,8

2. táblázat

**Forgácslapok egyensúlyi fanedvessége**

Relatív lég-nedvesség	Hő-mérséklet C°	Forgácslapok nedvessége %	
		átlag	gyakorlati határok
30	10	6,2	4,5 — 7,0
45	20	8,2	5,5 — 8,5
65	20	11,0	8,0 —14,0
85	20	17,0	10,0—18,0
100	30	21,0	15,0—25,—

**Természetes fából és agglomerált lapokból készített alkatrészek méretváltozása  
a fanedvesség-változás hatására**

Anyag megnevezés	A méretnövekedés %-a 1% fanedvesség növekedésre (dagadási együttható)					
	Hosszúság és szélességi irányban, ill. természetes fánál sugárirányban			Vastagsági irányban, ill. természetes fánál húrirányban		
	maximum	minimum	átlag	maximum	minimum	átlag
Fenyőfélék	0,15	0,10	0,12	0,44	0,33	0,38
Lágy lombos	0,18	0,13	0,15	0,27	0,22	0,24
Kemény lombos	0,19	0,11	0,15	0,30	0,21	0,26
Farostlemez	0,072	0,013	0,036	1,43	0,41	0,89
Faforgácslap	0,056	0,026	0,040	0,89	0,28	0,50
Pozdorjalap	0,176	0,080	0,101	1,42	0,86	1,15

A táblázatban közölt értékek általánosságban csak vízfelvétel esetén bekövetkező méretnövekedésre vonatkoznak. Vízvesztés esetén a zsugorodás már csak természetes faanyagoknál történik meg, ugyanilyen arányban. Az agglomerált lapoknál a zsugorodás sokkal kisebb mértékű, vagy egyáltalán nem következik be. Ezek az anyagok a dagadás folyamán sok hasonlóságot mutatnak a természetes fával, szárítás esetén azonban ettől eltérnek. Míg a természetes fák gyakorlatilag a vízvesztés hatására — a hiszterézis jelenségétől eltekintve — ugyanolyan mértékig zsugorodnak, mint ahogyan vízfelvétel hatására dagadnak, addig az agglomerált lapoknál ez a zsugorodás nem tapasztalható. A megdagadt agglomerált lap visszaszárítás esetén sem zsugorodik vissza eredeti méretére, sőt gyakorlatilag alig zsugorodik.

Ezek az anyagok tehát nedvesség hatására maradandó alakváltozást szenvednek. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a dagadás folyamatában az egyes alkotó elemek deformálódnak, megdagadnak, ezáltal egymástól eltávolodnak. Mivel az egyes alkotó elemek között létesített mesterséges ragasztási fugák meglazulnak — ellentétben a természetes faanyaggal, ahol a közbenső lamellák dagadásakor is szilárd kötést biztosítanak —, a dagadás megszűnte után sem képesek visszaközeledni egymáshoz. A maradandó alakváltozás igen szélsőséges lehet — egyes esetekben a 35—40%-ot is megközelítheti (pl. pozdorjalapnál).

A fenti megállapításból következik, hogy az agglomerált lapoknál különösen vigyázni kell a túlnedvesedés elkerülésére, mert itt a klímaviszonyok megváltozásával sem számíthatunk visszazsugorodásra. Az ezekkel a lapokkal kapcsolódó természetes faanyagok viszont visszazsugorodnak, így a méretkülönbség elkerülhetetlen lesz.

#### 2.4 Az alkalmazott gépek és berendezések által biztosítható méretpontosság.

A megmunkált alkatrészek alak- és méretpontossága döntő mértékben a megmunkálást végző gépeken elérhető méretpontosság függvénye. A gépi megmunkálás pontossága ennek megfelelően az adott gépi berendezéstől, annak állapotától, a megmunkáló szerszám és a megmunkálás során használt készülékek kopásától függ.

A megmunkálás pontosságát befolyásoló tényezők egy része időben állandó és törvényszerűen következik be. A tényezők másik csoportja véletlenszerűen hat, többnyire előre nem ismerhető törvényszerűségek szerint.

Állandóan ható tényezők a gép leterheltsége, a gép pontatlanságából adódó hibák, a megmunkáló szerszámok vagy készülékek pontatlansága és a gép esetleges helytelen alapozásából adódó rezgések. Változó tényezők a szerszám élkopása, a készülékek elhasználódása, a gép és szerszám hő okozta alakváltozása, a megmunkálandó anyag tulajdonsága és az emberi munka hatásfokának ingadozása.

Ezeknek a tényezőknek vizsgálatára méréseket végeztünk különböző gépi és kézi műveleteknél, mintegy 5000 mérési adat feldolgozásával.

A méréseket közepesen karbantartott és közepes technikai színvonalon álló gépeken végeztük, kivéve a lapmegmunkáló gépsorokat, melyek a bútortipar legújabb és legkorszerűbb gépei.

Egy-egy sorozatban 20—20 db alkatrészen végeztünk méréseket, melyek egy gép-állítással — de nem közvetlenül egymás után készültek el.

A mérési helyek kijelölése a következők szerint történt:

a) Szalagfűrészgépeknél, körfűrészeknél, vastagsági gyalugépeknél többfejes gyalugépeknél a névleges mérettől való eltérést egy helyen (az alkatrész közepén) mértük. Mérőeszköz: lemezvastagság-mérő.

b) Páros körfűrészeknél, lapmegmunkáló gépsoroknál — ahol a lapféleségek szélességi és hosszúsági méreteit mértük — két-két mérési helyet állapítottunk meg, az anyag szélétől 100 mm-re. A mérést a 2. ábra szerinti — házilag kialakított — mérőeszkővel végeztük századmilliméter pontosságú mérőórával.

c) A csiszológépeknél (szalagcsiszoló, hengercsiszoló) — az alkatrészek vastagságát mértük, méretétől függően 2—8 mérőhelyen. Mérőeszköz: lemezvastagság mérő.

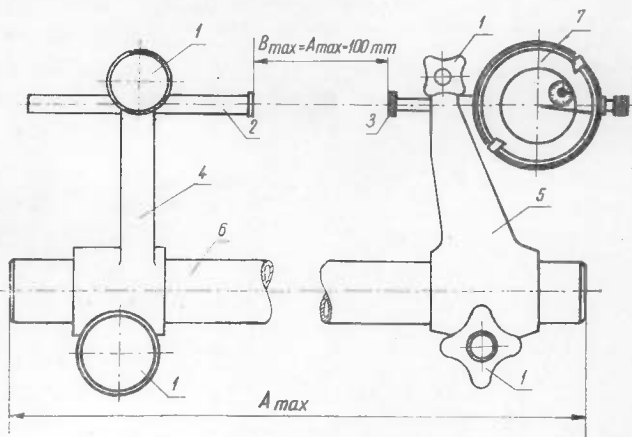
d) Hidraulikus préseknel a hengercsiszoló gépeknél kijelölt mérőhelyeken mértünk, miután ugyanazon alkatrészeket vizsgáltuk furnérozás után is. A furnérozott alkatrészeket kétszer mértük. Egyszer közvetlenül a prés után, másodszor pedig kihülés után (24—80 óra). Mérőeszköz: lemezvastagság-mérő.

Az alkatrészek mérésénél, ahol lehetett, rögzítettük a megmunkáló szerszámok élezési viszonyait (új élezés, új szerszám stb.).

## 2.401 Szalagfűrészten elérhető méretpontosság.

Fűrészelt alkatrészek méréséhez korongos tapintófejű, tizedmilliméter pontosságú lemezvastagság-mérőt használtunk. A mérési adatokból grafikonokat szerkesztettünk, minden egyes alkatrésze vonatkozóan. A 3. ábrán egy jellemző grafikont mutatunk be,  $T$  léccs anyagának szeletelésekor.

Ezen gépen megmunkált alkatrészeknél találtuk a legnagyobb eltéréseket a névleges mérettől. A lemért alkatrész sorozatok nagy többségénél még a számított átlagvastagság is erősen eltér a névleges mérettől, ami kifejezetten a beállítás pontatlanságára utal.



2. ábra. Lapalkatrészek ellenőrző mérésére kialakított mérőeszköz

Miután a szalagfűrészgépek a szabászat alapgépei, az innen lekerült alkatrészek ráhagyással készülnek, melyekből a további megmunkálás során a névleges méret kialakítható. A nagy méretpontosság megkövetelése felesleges. A méreteket az alkatrészek hosszúságának függvényében vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy rövidebb alkatrészeknél a szórás mértéke kisebb.

A szórás értéke — 345 mm-től 1740 mm hosszúságig terjedő alkatrészeknél — a névleges mérettől pozitív és negatív irányban eltérve 0,71—1,67 mm-ig változott. A szórás alatt itt és a következőkben azt a tartományt értjük mm-ben kifejezve, amit méréseink alkalmából adott alkatrész-csoporton belül az alsó és felső értékek között találtunk. Az átlagértékek többségükben a névleges méret fölött helyezkedtek el, ami a biztonságos gépbeállításnak tudható be.

### 2.402 Körfűrész — fűrészáru szeletelésénél — elérhető méretpontosság.

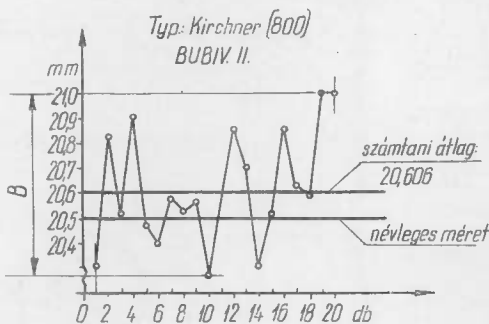
Méréseinket a körfűrészeken a szalagfűrészhez hasonlóan végeztük el. A szalagfűrészhez képest lényegesen kisebb szórású, pontosabb megmunkálást tapasztaltunk. A vizsgált alkatrészek hossza 300 mm-től 1560 mm-ig terjedt, ahol a szórás értéke pozitív és negatív irányban 0,42—0,87 mm-ig változott.

A 4. ábrán egy vizsgált sorozat méretszórását mutatjuk be.

### 2.403 Automatikus előtolású körfűrész — elérhető méretpontosság.

A vizsgálatot egy lappal dolgozó, automatikus előtolású körfűrészén végeztük. A szórásérték hasonlóan mutatkozott a körfűrészén mért értékekhez, 500—1640 mm hosszúságú alkatrészeknél 0,47—1,06 mm-ig terjedt.

Az 5. ábrán egy jellemző vágási sorozat méretszórását mutatjuk be.



1. Alkatrész neve: T-léc
  2. Anyag: bükk
  3. Mérete:  $530 \times 20,5 \times 20,5$   
Min.-Névl.-Max. 20,27 20,50 21,00
- $\sigma$  szórás mértéke:  $B = 0,73 \text{ mm}$

3. ábra. Szalagfűrészén vágott alkatrészek méretszórásáról készített grafikon



1. Alkatrész neve: lábkötés
  2. Anyag: gőzölt bükk
  3. Mérete:  $1030 \times 40 \times 25$   
Min.-Névl.-Max. 39,65 40,00 40,30
- $\sigma$  szórás mértéke:  $B = 0,65 \text{ mm}$

4. ábra. Körfűrészén vágott alkatrészek méretszórásáról készített grafikon

**2.404** Páros körfűrész — bútorlapok szabásánál — elérhető méretpontosság. Páros körfűrész forgács- és pozdorjalapok szabászatánál végeztünk méréseket. A szabásra kerülő alkatrészek mérete 0,2 m<sup>2</sup>-től 1,0 m<sup>2</sup>-ig terjedt.

A szórás mértéke a lesabott alkatrészek nagyságával arányosan változott, pozitív és negatív irányban 0,39—1,68 mm közötti értékekkel.

A mérést a 2. ábra szerinti cél-mérőberendezéssel végeztük, alkatrészenként 2 helyen a szélektől 100 mm-rel beljebb. A névleges mérettől való eltérést századmilliméter pontossággal mérőórával ellenőriztük.

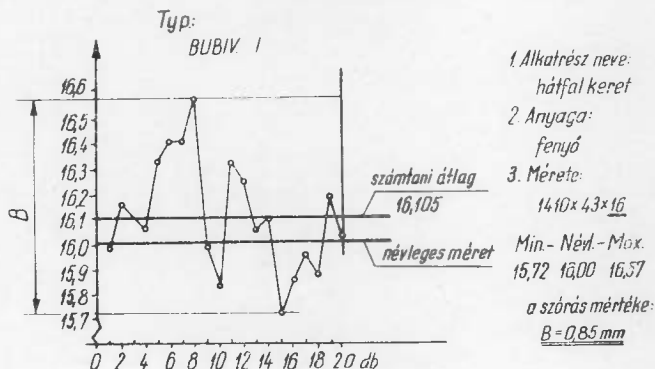
A szórások értékei többségükben a névleges méret alatt helyezkedtek el. A 6. ábrán egy jellemző méreteloszlás görbéjét mutatjuk be.

**2.405** Vastagsági gyalugépen elérhető méretpontosság.

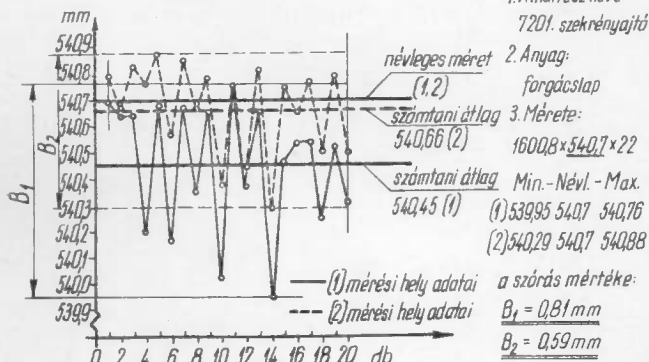
Vastagsági gyalugépen — mint a tömörfa pontos méretre történő megmunkálására jellemző munkagépen — több mint ezer mérést végeztünk. Vizsgáltuk az egy gépen belüli pontosságot a két szélén és középen és vizsgáltuk nagy mennyiségű alkatrésznél a szórásmező kialakulását külön is. Vizsgálatainkat több gépen és sokféle alkatrészen végeztük el. A beállítás minden esetben a névleges értékre történt, mégis a sorozat számtani átlagmérete legtöbb esetben a névleges méret fölött helyezkedett el.

A 7. ábrán egy jellemző mérésorozatról készített grafikont mutatunk be egy gépen három helyen — középen, jobb és bal szélén — áteresztve az alkatrészeket.

5. ábra. Automatikus előtolású körfűrészén vágott alkatrészek méretszórásáról készített grafikon



Typ: VEB. Herkules BUBIV I.



6. ábra. Páros körfűrészén szabott lapok méretszórásáról készített grafikon



A vizsgált alkatrészek hossza 220—1450 mm-ig, a szórásstartomány értéke a névleges mérettől pozitív és negatív irányban 0,20—0,70 mm-ig terjedt.

Egyik alkatrészből 426 db-ot mértünk le a méreteloszlási görbe pontos megszerkeszthetőségéhez. A 8. ábrán bemutatjuk a méreteloszlás jellemző görbéjét, amely nagyjából a Gauss-féle eloszlási görbét követi. Ez azt jelenti, hogy pontos beállításnál a névleges mérettől eltérő darabok száma pozitív és negatív irányban arányosan csökken a szóráshatárok felé.

A gép beállításától függően — amikor a gépmunkás a biztonságos méretkihozatal szempontjából a névleges méretnél inkább erősebbre állítja be a gépet — ez a méreteloszlás áttolódhat teljes mértékben a pozitív irány felé is.

#### **2.406** Többfejes gyalugépeken elérhető méretpontosság.

A többfejes gyalugépen — a vastagsági gyaluhoz hasonlóan — a tömörfa alkatrészek pontos méretének kialakítását végezzük. Az alkatrészek hossza 500 mm-től 1700 mm-ig változott, amikor a szórás mértéke pozitív és negatív irányban 0,20—0,55 mm közötti értékeket vett fel.

A 9. ábrán egy T lécs megmunkálásánál felvett szórásmegoszlást mutatunk be.

#### **2.407** Hengercsiszoló gépeken elérhető méretpontosság.

Hengercsiszoló gépeken különböző anyagból és különböző élezéssel előkészített bútorlapokat és természetes faanyag méretváltozását figyeltük meg. Gép szempontjából vizsgáltuk a Böttcher és Gessner gyártmányú ún. egalizáló és normál hengercsiszoló munkáját.

A nagyobb lapoknál 4—8 mérőhelyet jelöltünk ki és elemeztük az egy lapon belüli méreteltéréseket is. Méréseinknél az egyfajta névleges méretre beállított egyforma áteresztésű alkatrészeket hasonlítottuk össze. A méretszórás egy lapon belül 0,20—0,75 mm között változott. Egy sorozatban készült 20—20 alkatrésznél — az egy lapon belül kapott átlagvastagságok összehasonlításával — a szórás mértéke 0,32-től 1,14 mm-ig változott. A 10. ábra a 20 alkatrész közötti méreteltérést mutatja be.

#### **2.408** Hidraulikus prés befolyása a méretpontosságra.

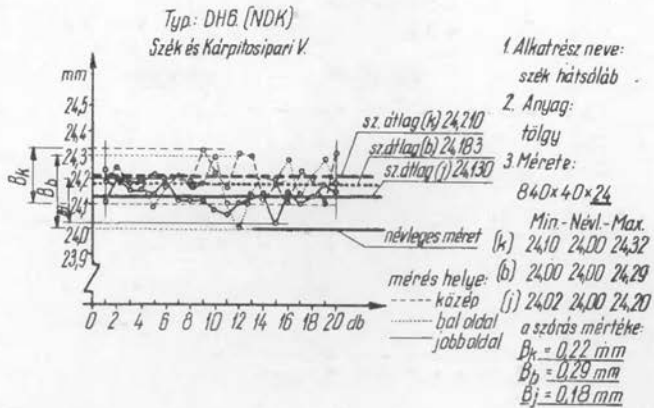
A hidraulikus présen a préselés következtében bekövetkezett méretváltozást vizsgáltuk közvetlenül préselés után és azt követően 24—80 óra elteltével. A névleges méretet a hengercsiszolás utáni átlagméretből és az alkalmazott furnérvastagságból képeztük. A préselés utáni közvetlen mérésnél azt tapasztaltuk, hogy az alkatrészek vastagsági mérete a számított értéknél valamivel többet mutatott. A vastagságnövekedés alapanyag féleségtől függően 0,10—0,40 mm. A préselést követő 24—80 óra elteltével — tehát az anyag kihűlése után — általában vastagsági méretcsökkenés következett be, melynek mértéke 0,10—0,20 mm-t tett ki. A szórás értéke ugyanazon alkatrészeknél mérve a hengercsiszolóhoz viszonyítva némiképpen növekszik, és pedig 0,50—1,30 mm közötti értékekre. Ez a présnyomás és az alkatrészek eltérő szerkezeti felépítéséből adódik.

A 11. ábrán ugyanazon alkatrész méretszórását mutatjuk be a furnérozás után, mint a 10. ábrán a hengercsiszoló után.

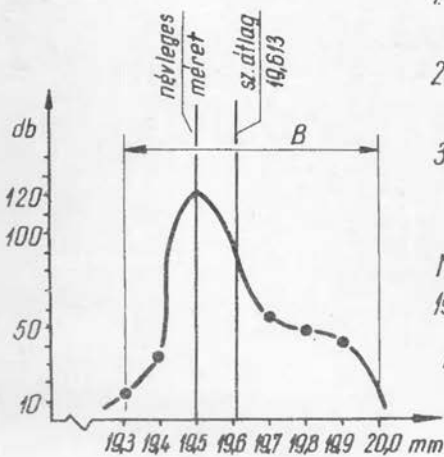
#### **2.409** Lapmegmunkáló gépsoron elérhető méretpontosság.

A lapalkatrészek pontos méretre való megmunkálása szempontjából a gépsoroknak nagy jelentőségük van. Ezen gépek pontosságától függ az alkatrészek szerelési műveletének meggyorsítása, illetve az összeszerelés nélküli alkatrészben történő

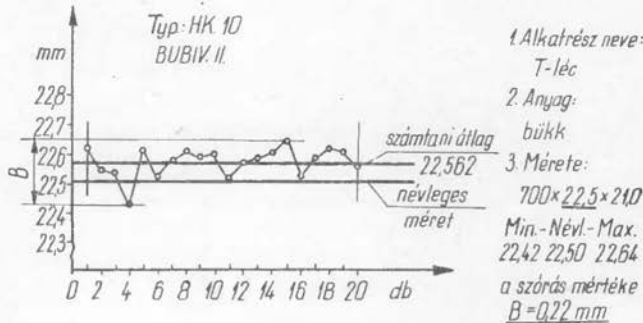
7. ábra. Vastagsági gyá-  
lugépen jobb-bal oldalon és  
középen áterezett alkatré-  
szek méretszórásáról készí-  
tett grafikon



Typ.: DH6. (NDK)  
BUBIV. I.

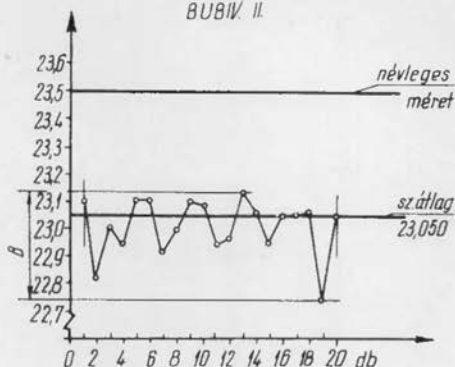


8. ábra. Méreteloszlási gör-  
be vastagsági gyálugépnél



9. ábra. Négyfejes gyá-  
lugépen megmunkált alkat-  
rész méretszórásáról készí-  
tett grafikon

Typ: Bötcher Gessner  
BUBIV. II.



1. Alkatrész neve: heverő vég
2. Anyag: butorlap
3. Mérete:  $850 \times 500 \times 23,5$   
átmérészések száma: 4  
Min - Névl. - Max: 22,748 23,500 23,137  
a szórás mértéke:  $B = 0,389 \text{ mm}$

10. ábra. Hengercsiszoló-  
gépen csiszolt alkatrészek  
méretszórásáról készített  
grafikon

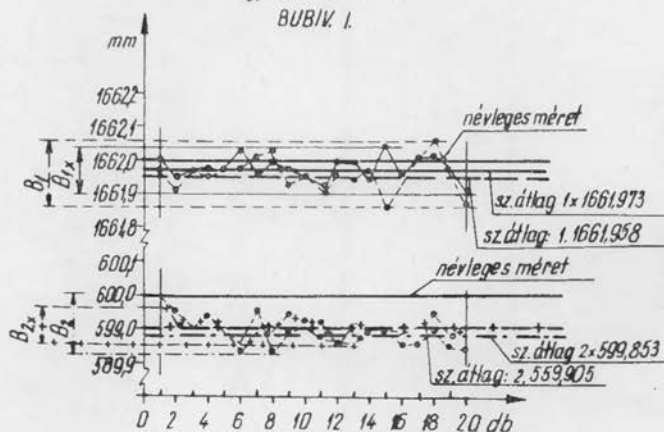
Typ: VEB. Mihoma.  
BUBIV. II.



1. Alkatrész neve: heverő vég
2. Anyag: butorlap + 2  
0,6 mm-es avadirefűm
3. Méret:  $850 \times 500 \times 24,25$   
Min - Névl. - Max  
(1) 24,12 24,25 - 24,45  
(2) 23,99 24,25 24,53  
a szórás mértéke:  
 $B_1 = 0,330 \text{ mm}$   
 $B_2 = 0,540 \text{ mm}$

11. ábra. Hidraulikus pré-  
sen furnérozott alkatrészek  
méretszórása préselés után  
közvetlenül és kihűlés után

Typ: Bötchner Gesner  
BUBIV. I.



1. Alkatrész neve: Harmónia szekrényoldál
2. Anyaga: forgácslap + 2 mahagóni furnér
3. Mérete: 1.  $1662 \times 600 \times 19$   
2.  $1662 \times 600 \times 19$   
Min. - Névl. - Max  
1. 1661,86 1662,00 1662,06  
2. 599,82 600,00 600,00  
a szórás mértéke:  
 $B_1 = 0,20 \text{ mm}$   
 $B_2 = 0,18 \text{ mm}$

12. ábra. Lapmegmunkáló gépsoron méretre megmunkált alkatrészek méretszórásáról készített grafikon

szállítás megvalósítása. Méréseinket fokozott figyelemmel a 2. ábra szerinti célberendezéssel századmilliméter pontossággal végeztük el. A gép pontossága a várakozásnak megfelelően az eddig vizsgált gépek közül a legpontosabbnak bizonyult. A szórások értéke 0,05—0,20 mm között változott megfelelő felületjóság mellett.

A 12. ábra szekrényoldalakon végzett mérések hossz- és szélességi méretének szórását tünteti fel.

**2.410** A szalagcsiszoló gépeken végzett műveletek befolyása a méretpontosságra.

A szalagcsiszoló gépeken csiszolt alkatrészek mérésével két kérdést kívántunk tisztázni. Egyik, hogy egyes csiszolásokkal milyen rétegvastagságot választunk le a furnérról, másodsor, hogy a csiszolás növeli-e, vagy csökkenti az egy lapon belüli és lapok közötti szórások értékét.

Az egyes csiszolásoknál a rétegleválasztás mértéke a következő volt:

- 60-as szemcsefinomságú papírnál 0,110—0,210 mm
- 80-as szemcsefinomságú papírnál 0,080—0,140 mm
- 100-as szemcsefinomságú papírnál 0,030—0,070 mm

Keményebb furnérnál vagy kopottabb papírnál a kisebb értékek, lágyabb furnérnál új papírnál a nagyobb értékek fordultak elő. A szórásértékek egy lapon belül valamit javultak és 0,20—0,75 mm-ről a finom csiszolás után 0,20—0,40 értékre csökkentek. Lapok egymás közötti szórása a csiszolások után is megmarad 0,30 és 1,20 mm között.

A 13. ábrán bemutatjuk 20 db lap csiszolásánál mért átlagos rétegleválasztások mértékét és számszerűen közöljük a szórások értékét.

**2.411** További műveletek hatása a méretpontosságra.

A további felületkezelési és szerelési műveletek a méretpontosságot oly mértékben befolyásolják, amilyen mértékben méretnövekedést, illetve méretszórást okozhat a felületkezelő anyag rétegvastagsága, vagy aszerint, hogy a szerelésnél a vasalások, szerelvények felrakása, milyen pontossággal biztosítható.

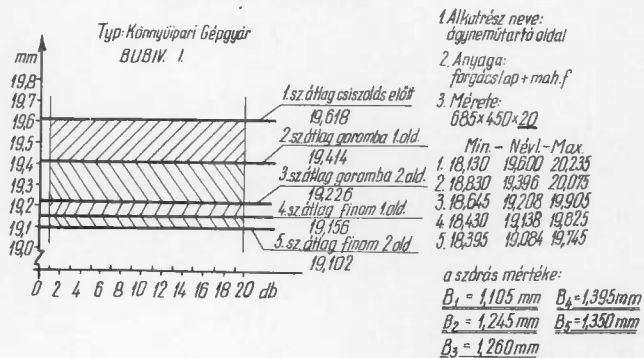
A kézicsiszolás — pácolás, a helyes technológiai utasítás betartása mellett méretváltozást nem okoz.

A dörzsölt felületkezelés nitrolakkal, vagy sellak politúrral való beeresztés a méreteket 0,05—0,10 mm-rel növeli meg.

A sellak-politúrral vagy nitrolakkal történő magassfényezésnél a vastagság-növekedés 0,10—0,20 mm.

A poliészterrel végzett magassfényezés az alkatrész méretét 0,50—0,80 mm-rel megnöveli.

A fasablonnal végzett előszerelésnél, lécek, pántok, polctartók, rúd-tartók felszerelésénél a szórás értéke pozitív és negatív irányban 0,30—1,50 mm között változott. Fémsablonnal szerelésnél, pántok felszerelésénél a szórás mértéke 0,30—0,80 mm volt.



13. ábra. Szalagcsiszolón csiszolt lapalkatrészekről leválasztott rétegvastagság ábrája



Ahol a  $D$  névleges méretet mm-ben kell behelyettesíteni és a tőrés egység  $E$  értékét  $\mu$ -ban (mikronban) kapjuk meg. Ez az egység 16 minőségi osztályban 1—1000-ig terjedő szorzótényezővel beszorozva adja a tőrés abszolút értékét.

Az ISA tőréshez hasonlóan különböző kutatók a faipar részére is kidolgozták a tőrés egység meghatározására alkalmas összefüggéseket. Így pl. *Sz. A. Iljinszkij* szovjet kutató a következő összefüggést javasolta.

$$E = 0,1 \cdot \sqrt[3]{D+25} \quad (2)$$

Itt a  $D$  érték mm-ben helyettesítendő be és a kapott tőrés egységet is mm-ben kapjuk meg. Ez az összefüggés képezi alapját a GOST 6449—53 szovjet szabványnak és az MSZ 5544 számú szabványtervezetnek is.

*F. M. Manzsoz* szovjet kutató is hasonló összefüggést állított össze:

$$E = 0,1 \cdot \sqrt[3]{D+20} \quad (3)$$

*B. H. Mihajlov* egy más jellegű összefüggést javasolt, éspedig

$$E = 0,05 + 0,04 \cdot \sqrt[3]{D} \quad (4)$$

*Schlötter* és *Fessel*, valamint *Michel Rinkefeil* az ISA tőréshez hasonló, csak más abszolút számértékekkel kombinált összefüggést javasoltak:

$$E = 0,03 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D \quad (5)$$

$$E = 0,045 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D \quad (6)$$

*Marzjmsky* lengyel kutató ismét más jellegű összefüggést határoz meg:

$$E = k \cdot \sqrt[2,5]{D} \quad (7)$$

ahol  $k = 80$  pontossági tényező.

Magyar szerző, *dr. Dalocsa Gábor* is dolgozott ki összefüggést a tőrésérték meghatározására, mely szerint a tőrés egysége:

$$E = 0,2 + 0,025 \cdot \sqrt{D} \quad (8)$$

A különböző összefüggések alapján a 6. táblázatban összeállítottuk az egység-tőrés nagyságát 5—2000 mm-ig terjedő névleges méretekre.

A táblázatból látható, hogy a bemutatott összefüggések szerint a névleges mérettől függővé tett egység-tőrés meghatározási módszerek a bútorigarban a névleges méretek széles skálája miatt nem használhatók. A méretpontosságra és így a tőrésmező nagyságára a névleges méreteknek sokkal kisebb befolyásuk van és azt csak nagyobb gyökkitevő értékkel lehet figyelembe venni. A méretpontosságra a megmunkálás és a felhasználás módja, valamint a felhasználás helye bír döntő fontossággal.

Ennek figyelembevételével mi egy újabb összefüggést javasolunk alkalmazni — amely a *Dalocsa* által kidolgozott összefüggés módosítása —, az állandó érték megváltoztatásával a négyzetgyök helyett, negyedik gyök alkalmazásával

$$E = 0,4 + 0,025 \cdot \sqrt[4]{D} \quad (9)$$

Ezzel az összefüggéssel a tőrés egység értéke 5—2000 mm-ig terjedő névleges méreteknel 0,4—0,6 mm-ig változik, ami már megfelel a várható követelményeknek.

### 3.2 Pontossági és illesztési osztályok meghatározása.

A különböző technológiai megmunkálások, az alkatrészek szerkezeti megoldásai

## 6. táblázat

Egységűtűrés mértéke adott névleges mérethez  
a különböző kutatók által kidolgozott összefüggések alapján

Névleges méret (mm)	Egységűtűrés mértéke (mm)								
	(1)*	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
5	0,078	0,311	0,294	0,119	0,056	0,082	0,150	0,256	0,437
10	0,098	0,328	0,311	0,137	0,074	0,107	0,200	0,279	0,445
20	0,124	0,356	0,343	0,159	0,103	0,142	0,280	0,312	0,453
100	0,220	0,500	0,495	0,236	0,240	0,310	0,510	0,450	0,479
200	0,284	0,610	0,605	0,285	0,376	0,464	0,660	0,554	0,494
300	0,331	0,690	0,685	0,318	0,501	0,601	0,770	0,633	0,504
400	0,371	0,755	0,750	0,345	0,621	0,731	0,900	0,700	0,512
500	0,407	0,810	0,805	0,368	0,737	0,857	0,960	0,760	0,518
1000	0,550	1,080	1,040	0,450	1,300	1,450	1,270	0,992	0,541
1500	0,668	1,150	1,150	0,508	1,845	2,018	1,480	1,170	0,550
2000	0,796	1,260	1,260	0,555	2,379	2,569	1,670	1,320	0,568

\* Az ISA tűrésnél  
100. E érték szerepel.

és működései, különböző pontossági és illesztési megmunkálást igényelnek. Ennek megfelelően különböző pontossági osztályokat különböztetünk meg. Ez a besorolás határozza meg, hogy a tűrésmező abszolút értéke a tűrésegység hányszorosa lehet.

Pontosság szempontjából 4 osztály megállapítását tartjuk szükségesnek;

Pontossági osztály	Tűrésmezők nagysága
P. 1.	0,5 · E
P. 2.	1 · E
P. 3.	2 · E
P. 4.	4 · E

A pontossági osztályok jelzésére a P. és a melléirt arab számot javasoljuk alkalmazni.

Hogy a tűrésmező a névleges mérethez képest hol helyezkedik el, azt az illesztés jellege határozza meg. Ez elsősorban az alkatrészeknek a szerkezetben elfoglalt helyzetétől függ. A bútortiparban olyan kötés, ahol ragasztóanyag, szög, csavar, vagy vasalás stb. nélkül csupán az alkatrészek szoros illesztésével kell létrehozni szilárd kapcsolatot, nem fordul elő, ezért az ún. sajtolt illesztésre nincs szükség.

Ahol az alkatrészek rendeltetészerű használat közben fix összeépítésben szerepelnek, ott „kötőillesztésekre” — amelyeknél az alkatrészeknek használat közben mozgathatóknak kell lenniük, pl. ajtók, fiókok, ott „mozgó illesztésekre” van szükség.

A kötőillesztésben további különbséget kell még tenni az összeépítés módja szerint, éspedig, hogy ragasztóanyaggal oldhatatlan kötést — vagy valamilyen összehúzó vasalással, szeggel, vagy csavarral oldható kötést hozunk létre.

Ennek megfelelően a következő illesztési jellegek meghatározása szükséges.

*Kötőillesztés I. (jele: Ki. I.)* Ezt kell alkalmazni minden olyan alkatrésznél, szerkezetnél, ahol ragasztással oldhatatlan kötést kell létrehozni. Ennél az illesztésnél a tűrésmező a névleges mérettől a 14. ábra szerint csap esetén pozitív — furat, illetve fészek esetén negatív irányban helyezkedik el. A kötőillesztés I.-nél általában a P. 1. pontossági osztályba tartozó tűrést kell használni.

**Kötőillesztés II. (jele: Ki. II.)** Ezt az illesztést kell alkalmazni mindazon alkatrészeknél, szerkezeteknél, ahol rendeltetésszerű használat közben mozgítás — elmozdulás nincs, az alkatrészek rögzítve vannak, de csak oldható kötéssel (pl. facsavar, összehúzó vasalások stb.). Itt a tűrésmező a névleges mérethez képest a 15. ábra szerint egyformán megosztva pozitív és negatív irányban helyezkedik el. A kötőillesztés II-nél általában a P. 2. pontossági osztályhoz tartozó tűrés értékeket kell alkalmazni.

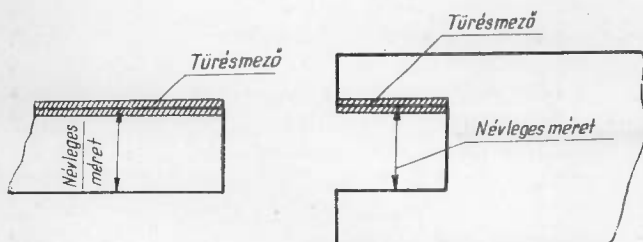
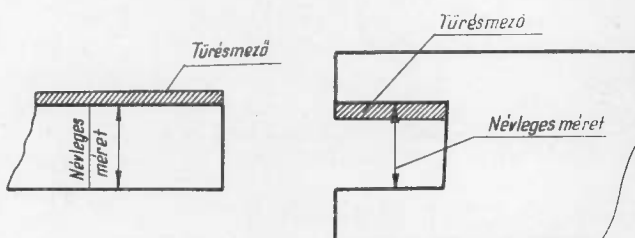
**Mozgóillesztés (jele: Mi.)** Ezt az illesztést kell alkalmazni mindazon alkatrészeknél, szerkezeteknél, amelyek rendeltetésszerű használat közben mozgításra, nyitásra, csukásra kerülnek. Itt a tűrésmező elhelyezése a 16. ábra szerint a közényíló, közécusúzó jellegű méreteknél negatív, a körülhatároló szerkezetet biztosító részeken pedig a pozitív irányban helyezkedik el. A szerkezettől függően, ezen illesztéseknél P. 2., P. 3. pontossági osztályokat kell alkalmazni.

### 3.3 Bútoripari tűrés és illesztési rendszerek gyakorlati alkalmazása.

#### 3.31 Tűrés egység meghatározása.

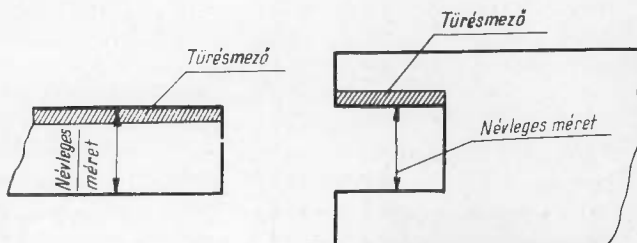
A tűrés egységet a korábban meghatározott,

14. ábra. *Ki. I.* illesztés tűrésmezőjének elhelyezkedése



15. ábra. *Ki. II.* illesztés tűrésmezőjének elhelyezkedése

16. ábra. *Mi.* illesztés tűrésmezőjének elhelyezkedése





$$E = 0,4 + 0,025 \sqrt[4]{D}$$

képlet segítségével számítjuk ki.

Ahol  $D$  az alkatrész névleges mérete (mm)

$E$  a tűrés egysége (mm)

A 7., 8. és 9. táblázatokban közöljük 1—2000 mm névleges méretekhez, a különböző illesztési rendszerekben a P. 1. — P. 2. — P. 3. — P. 4. pontossági osztályokhoz tartozó tűrésmezők értékét és a névleges mérethez viszonyított elhelyezkedését.

**3.32** Alkatrészek, szerkezetek és műveletek besorolása a megfelelő pontossági osztályba és az illesztési rendszerbe.

A 10. táblázatban közölt besorolásokat a gépeken, illetve a technológiai műveleteknél elérhető méretpontosság és az alkatrészekről, szerkezetekről megkívánt rendeltetési követelmény figyelembevételével határoztuk meg.

A táblázat összeállításánál csak a legjellemzőbb műveleteket vettük figyelembe. Üzemi bevezetésnél ezeket ki kell egészíteni az üzem adottságainak megfelelően.

**3.4** Többtagú illesztésnél a tűrések összegeződése.

A bútóipari termékeknél az alkatrészek egymás fölé, vagy mellé helyezésével, valamint ugyanezen méretnél több művelet végzésénél (pl. furnérozás), a tűrésmező értékei összeadódnak. Szélsőséges esetet feltételezve ezek az értékek már esetleg több mm-t is jelenthetnek, amelyek már a gyártmány összeszerelhetetlenségéhez vezetnek.

7. táblázat. A tűrésmezők értéke mm-ben, és elhelyezkedése Ki.I. illesztésnél  
P.1 — P.2 — P.3 — P.4 pontossági osztályokban

Névleges méret (mm)	P. 1		P. 2		P. 3		P. 4	
	csap	fészek	csap	fészek	csap	fészek	csap	fészek
1—10	+0,2	-0,2	+0,4	-0,4	+0,9	-0,9	+1,7	-1,7
11—20	+0,2	-0,2	+0,5	-0,5	+0,9	-0,9	+1,8	-1,8
21—30	+0,2	-0,2	+0,5	-0,5	+0,9	-0,9	+1,9	-1,9
31—40	+0,2	-0,2	+0,5	-0,5	+0,9	-0,9	+1,9	-1,9
41—50	+0,2	-0,2	+0,5	-0,5	+0,9	-0,9	+2,0	-2,0
51—100	+0,2	-0,2	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
101—200	+0,3	-0,3	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
201—300	+0,3	-0,3	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
301—400	+0,3	-0,3	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
401—500	+0,3	-0,3	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
501—600	+0,3	-0,3	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
601—700	+0,3	-0,3	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
701—800	+0,3	-0,3	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
801—900	+0,3	-0,3	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
901—1000	+0,3	-0,3	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
1001—1200	+0,3	-0,3	+0,5	-0,5	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
1201—1400	+0,3	-0,3	+0,6	-0,6	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
1401—1600	+0,3	-0,3	+0,6	-0,6	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
1601—1800	+0,3	-0,3	+0,6	-0,6	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0
1801—2000	+0,3	-0,3	+0,6	-0,6	+1,0	-1,0	+2,0	-2,0

Többtagú illesztésnél azonban a szélsőséges esetek összetalálkozása nagyon valószínűtlen, ezeknél ezért az ún. hiba továbbterjedési törvényt alkalmazzuk. A hiba továbbterjedési törvény alkalmazásával a valószínű összesített tűrési értékeket ki lehet számítani. Erre a következő képletet lehet alkalmazni:

$$T_{\text{össz.}} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2 + \dots + T_n^2}$$

Ahol  $T$  az összeadott tűrések értéke (mm)  
 $T_1 \dots T_n$  rész tűrésértékek (mm)

#### 4. AZ ELLENŐRZÉS MEGSZERVEZÉSE

A töréssel méretezett alkatrészgyártás bevezetése komoly feladatot jelent a gyártást előkészítő, a termelést szervező és ellenőrző feladatot ellátó személyeknek.

Alapfeladatként meg kell ismerni az üzem jelenlegi adottságát. Ellenőrző méréseket kell végezni a gépi megmunkálás pontosságáról, az üzemi klímaviszonyokról, az anyag nedvességtartalmáról és a technológiai előírások betartásáról. Csak a tények alapos ismeretében és a hiányosságok megszüntetése után lehet a jelen tanulmányban szereplő tűréses méret-megmunkálást biztosítani.

**4.1** Az ellenőrzéshez szükséges műszerek, kaliberek, mérőeszközök kiválasztása.

A meghatározott tűréssel készített alkatrészek gyártása, csak jól tervezett, könnyen kezelhető, a szükséges pontosságot biztosító mérőeszközök segítségével történ-

8. táblázat

A tűrésmezők értéke mm-ben, és elhelyezkedése a Ki. II. illesztésnél  
P.1 — P.2 — P.3 — P.4 pontossági osztályokban

Névleges méret (mm)	P. 1		P. 2		P. 3		P. 4	
	csap	fészek	csap	fészek	csap	fészek	csap	fészek
1—10	±0,1	±0,1	±0,2	±0,2	±0,4	±0,4	±0,9	±0,9
11—20	±0,1	±0,1	±0,2	±0,2	±0,5	±0,5	±0,9	±0,9
21—30	±0,1	±0,1	±0,2	±0,2	±0,5	±0,5	±0,9	±0,9
31—40	±0,1	±0,1	±0,2	±0,2	±0,5	±0,5	±0,9	±0,9
41—50	±0,1	±0,1	±0,2	±0,2	±0,5	±0,5	±0,9	±0,9
51—100	±0,1	±0,1	±0,2	±0,2	±0,5	±0,5	±1,0	±1,0
101—200	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,5	±0,5	±1,0	±1,0
201—300	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,5	±0,5	±1,0	±1,0
301—400	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,5	±0,5	±1,0	±1,0
401—500	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,5	±0,5	±1,0	±1,0
501—600	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,5	±0,5	±1,1	±1,1
601—700	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,5	±0,5	±1,1	±1,1
701—800	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,5	±0,5	±1,1	±1,1
801—900	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,5	±0,5	±1,1	±1,1
901—1000	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,5	±0,5	±1,1	±1,1
1001—1200	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,5	±0,5	±1,1	±1,1
1201—1400	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,6	±0,6	±1,1	±1,1
1401—1600	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,6	±0,6	±1,1	±1,1
1601—1800	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,6	±0,6	±1,1	±1,1
1801—2000	±0,1	±0,1	±0,3	±0,3	±0,6	±0,6	±1,1	±1,1

het. Ilyen mérőeszközök készen a legritkább esetben kaphatók. Ezeket meg kell tervezni és céleszközként legyártani. Az alábbiakban ismertetjük azokat a legfontosabb mérést igénylő műveleteket, valamint az alkalmazható mérőeszközöket, amelyek nélkül a tűréssel méretezett alkatrészgyártás elképzelhetetlen.

#### 4.11 Hosszméretre szabás.

A művelet tűrés nélküli. Ennek megfelelően túl nagy pontosságot nem igényel, tekintettel a 20—30 mm-es ráhagyásra. Méretes ellenőrzés mm pontosságú acél mérőszalaggal, sorozatban az előrajzolás a 17. ábra szerinti kemény lombos fűrészáru-ból kialakított szabásléccel történik.

A szabáslécre a süllyesztett felületen 15 mm nagyságú szabványbetűkkel fel kell írni az alkatrész nevét és szabásméretét. A szabásléccet kopásálló rezisztán lakkal le kell lakkozni.

#### 4.12 Szeletelés, hasítás.

A művelet P. 3. pontossági osztályba tartozik. A pontos mérethez képest 3—5 mm-es ráhagyással készül, tehát túl szigorú ellenőrzést nem igényel. Az egyenes, szabályos vágás azonban kisebb ráhagyást igényel és ezzel anyagtakarékosságot jelent.

Méretes ellenőrzésre MSZ 4986 számú kétesőrű zsebtolómérce alkalmazható.

Sorozat ellenőrzésre — 2 mm vastag acéllemezből kialakított 18. ábra szerinti kaliber alkalmazható. A kaliberek egyforma 200×60 mm-es lapokból készüljenek

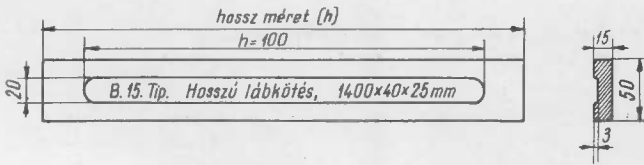
#### 9. táblázat

A tűrésmezők értéke mm-ben, és elhelyezkedése a Mi. illesztésnél  
a P.1 — P.2 — P.3 — P.4 pontossági osztályokban

Névleges méret (mm)	P. 1		P. 2		P. 3		P. 4	
	csap	fészek	csap	fészek	csap	fészek	csap	fészek
1—10	—0,2	+0,2	—0,4	+0,4	—0,9	+0,9	—1,7	+1,7
11—20	—0,2	+0,2	—0,5	+0,5	—0,9	+0,9	—1,8	+1,8
21—30	—0,2	+0,2	—0,5	+0,5	—0,9	+0,9	—1,9	+1,9
31—40	—0,2	+0,2	—0,5	+0,5	—0,9	+0,9	—1,9	+1,9
41—50	—0,2	+0,2	—0,5	+0,5	—0,9	+0,9	—2,0	+2,0
51—100	—0,2	+0,2	—0,5	+0,5	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
101—200	—0,3	+0,3	—0,5	+0,5	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
201—300	—0,3	+0,3	—0,5	+0,5	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
301—400	—0,3	+0,3	—0,5	+0,5	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
401—500	—0,3	+0,3	—0,5	+0,5	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
501—600	—0,3	+0,3	—0,5	+0,5	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
601—700	—0,3	+0,3	—0,5	+0,5	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
701—800	—0,3	+0,3	—0,5	+0,5	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
801—900	—0,3	+0,3	—0,5	+0,5	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
901—1000	—0,3	+0,3	—0,5	+0,5	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
1001—1200	—0,3	+0,3	—0,5	+0,5	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
1201—1400	—0,3	+0,3	—0,6	+0,6	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
1401—1600	—0,3	+0,3	—0,6	+0,6	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
1601—1800	—0,3	+0,3	—0,6	+0,6	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0
1801—2000	—0,3	+0,3	—0,6	+0,6	—1,0	+1,0	—2,0	+2,0

## Műveletek pontossági és illesztési rendszerbe sorolása

Sorszám	Gép vagy művelet megnevezése	Tűrés	
		pontossági osztálya	Illesztési rendszere
	A) Tömörfa megmunkálás		
1.	Hosszméretre szabás ingafűrészzen	tűrés nélküli	
2.	Hasítás vagy szeletelés kör-láncfalpas vagy szalagfűrészzen	P. 3.	Ki. II.
3.	Méretre gyalulás vastagsági vagy többfejes gyalun	P. 2.	Ki. II.
4.	Csapok, csaprészek, T-léccsapok, furatok, köldökcsepok stb. megmunkálása	P. 1.	Ki. I.
5.	Csapok, csaprészek mélységi kimunkálása	P. 1.	Mi.
6.	Lécek, keretek, egyedi alkatrészek pontos hossz-, szélességi és vastagsági megmunkálása	P. 2.	Ki. II.
7.	Fiók csúszólécek és árkok kimunkálása	P. 2.	Mi.
8.	Fiók alkatrészek vagy kész fiókok kimunkálása	P. 2.	Mi.
9.	Nem illesztéssel csatlakozó alkatrészek méret-kimunkálása	P. 3.	Ki. I.
	B) Lapfélésegek megmunkálása:		
10.	Bútorlapok, lemezek szabása pontos méret kialakításával (pl. körül T. lécezett stb.)	P. 2.	Ki. II.
11.	Bútorlapok, lemezek szabása olyan méreteknél, ahol a pontos méret kialakítása furnérozás után történik	P. 3.	Ki. I.
12.	Bútorlapok, lemezek vastagsági méret kialakítása hengeresizoló, furnéresizolás, felületkezelésnél	P. 1.	Ki. II.
13.	Bútorlapok méretváltozása a hidraulikus préselés után	P. 1.	Ki. II.
14.	Bútorlapok, lemezek, lemezelt keretek pontos méretre kialakítása összeépített szerkezeteknél, körfűrészzen, maró, páros körfűrészzen, lapmegmunkáló gépsoron	P. 2.	Ki. II.
15.	Ugyanezek mozgó alkatrészeknél	P. 2.	Mi.
16.	Bútorlapok összefűrásánál furatok távolságánál megengedhető tűrés	P. 2.	Ki. II.
	C) Szerelések:		
17.	Előszerelések fából készített sablonok alkalmazásával	P. 2.	Ki. II.
18.	Ugyanezek korszerű fémből vagy műanyagból készített sablonokkal	P. 1.	Ki. II.



17. ábra. Szabász lécfűrészáru elbrazolásához

1—1 lapon a gyakrabban együtt előforduló méretekkel. A kaliberbe a névleges méretet — a használt élre ültetve — mindkét oldalon 12—15 mm nagyságú szabvány-számokkal be kell ütni.

Ellenőrzésnél feltétel, hogy a kaliber a névleges méretnél az alkatrésze könnyen ráhúzható legyen, de legfeljebb 0,5 mm-es hézaggal illeszkedjék azon.

A derékszögbe vágás ellenőrzésére MSZ 1720 számú, sima könnyű kivitelű acél-derékszöget kell használni.

Hosszirányú egyenesség ellenőrzését 3 mm vastag, 40—50—60 mm széles, 1000—1500—2000 mm hosszú egyenesre gyalult acélvonalzóval végezzük.

#### 4.13 Egyengetés.

A művelet P. 2. pontossági osztályba tartozik. Ellenőrizni a felületjóságot, a derékszög kialakítását és a felület egyenességét kell.

A felületjóság a fordulatszámától és az előtolás nagyságától függő jellegzetes ciklois görbék hosszának mérésével ellenőrizhető. Irodalmi adatok szerint a felületfinomságot 3 csoportba lehet sorolni:

- finom a felület, ha a cikloisok hossza: 0,2—1 mm;
- jó a felület, ha a cikloisok hossza: 1—2 mm;
- durva a felület, ha a cikloisok hossza: nagyobb 2 mm-nél.

A cikloisok hosszának megállapításához 100 mm hosszú tizedmilliméter beosztású acélmérce lapocská használható. A ciklois hossza a következő összefüggésből számítható:

$$e = \frac{n \cdot z \cdot l}{1000} \quad (\text{m/perc})$$

ahol  $e$  = munkadarab előtolási sebesség (m/perc)

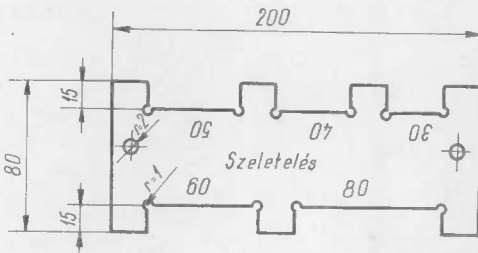
$n$  = késtengely fordulatszáma (ford/perc)

$z$  = működő élek száma (db)

$l$  = ciklois húr hossz (mm)

A derékszögbe gyalulás ellenőrzésére a 4.12 pont alatt jelzett derékszög alkalmazható I. osztályú pontossággal.

A hosszirányú egyenesség ellenőrzésére a 4.12 pont alatt leírt acélvonalzót kell használni.



18. ábra. Vastagsági mérőkaliber szeptelés, hasított alkatrészek ellenőrzésére

#### 4.14 Pontos méretre gyalulás.

A 4.13 pontban leírt egyengetésnél alkalmazott vizsgálatokon túlmenően ellenőrizni kell a pontos vastagsági méretet P. 2. pontosságnak és Ki. II. illesztésnek megfelelően. Erre a célra a 18. ábra szerinti kaliber alkalmazandó. A kalibert a + tűréssel együttes méretre kell kialakítani, tehát pl. 50,2 mm-es névleges mérethez 50,2 mm-re (P. 2. pontosságot és Ki. II. illesztést fi-

gyelembe véve). A kaliber lapján fel kell tüntetni, hogy „Gyalulás”. A mérőéleket edzve, a felületeket köszörülve és fényesre csiszolva kell kialakítani.

A méret ellenőrzésénél a kalibernek simán kell az anyagra rácsúszni, hézag legfeljebb a tűréshatáron belüli, kb. 0,4 mm lehet. Ennek mérésére MSZ 11151—52. számú hézagmérőt kell alkalmazni. A hézagmérőt csak ellenőrző méréseknél kell használni. A sorozatmérésnél a lehetséges hézag meghatározása gyakorlatból — szubjektív megítéléssel — történhet.

A vastagság méretes ellenőrzése az MSZ 4986 számú kétesőrű tolmércével történhet.

Szabályos keresztmetszetű tömörfa alkatrészek méretellenőrzése további műveletek után (csiszolás, felületkezelés stb.) is a méretváltozások figyelembevételével a vastagsági gyaluhoz hasonló, mindig maximális méretre elkészített acél kaliberrel történhet.

#### 4.15 Különböző csapok és rések, valamint profil marások ellenőrzése.

Csapok és rések ellenőrzésére célkaliberet kell készíteni. A célkalibert úgy kell kialakítani, hogy pl. csap esetén egy kaliberrel mérhető legyen a csap vastagsága, szélessége és hossza. Csap esetén a kalibert a névleges méret és pozitív tűrés együttes méretére, fészek esetén pedig a névleges méret és negatív tűrés együttes méretére kell elkészíteni.

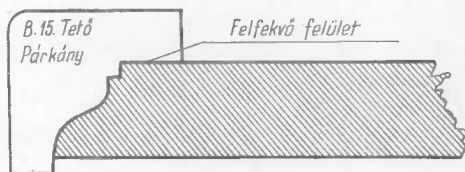
Profil esetén egy felfekvő felülethez mérhetően kell a forma negatívját elkészíteni (19. ábra). Méretre marás esetén a forma ellenőrzése összekapcsolható a szélességi, vagy hossz méret ellenőrzésével is. A kaliberet 2 mm vastag acéllemezből, a mérőéleket edzett, a lapfelületeket fényesre csiszolt kivitelben kell elkészíteni.

A felületi finomság mérése, a hosszú élek egyenességének ellenőrzése értelemszerűen a 4.13 pont alatt leírt műszerekkel történhet.

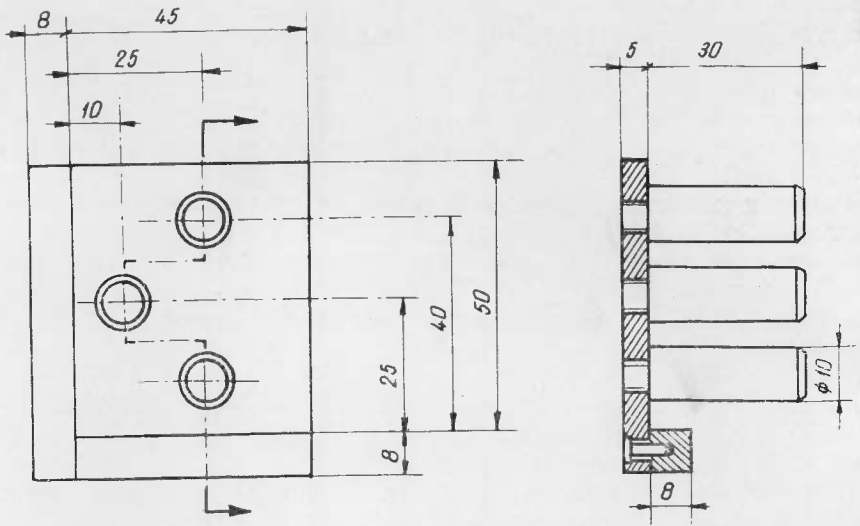
#### 4.16 Köldökesapok, és köldökesap-furatok ellenőrzése.

A köldökesapokat és furataikat a P. 1. pontossággal Ki. I. illesztéssel kell kialakítani. Pontosságuk ellenőrzésére igen nagy gondot kell fordítani, mert a pontatlanság a szerelési időket megsokszorozza, vagy teljesen lehetetlenné teszi. A furatok átmérő és mélység méretén kívül lényeges azok távolsága is az alkatrész szélétől. Az ellenőrző kaliberet úgy kell kialakítani, hogy egy kaliberrel ellenőrizhető legyen a furatok átmérője, mélysége, valamint távolságuk az alkatrész alapjától és egymástól is.

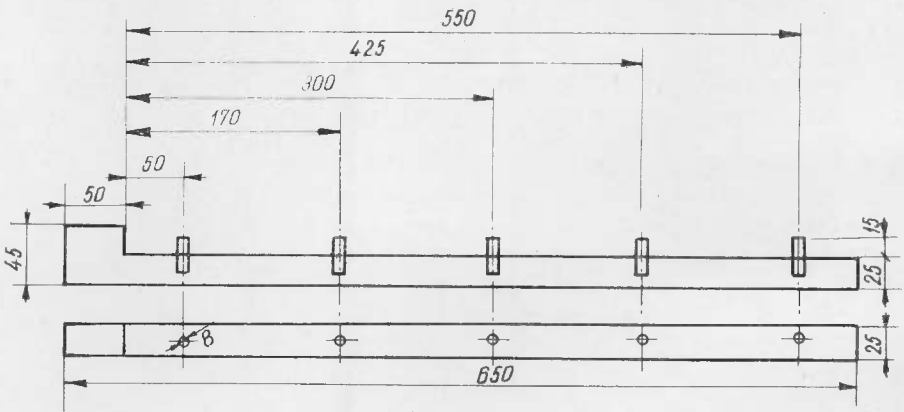
A 20. ábra szerinti ellenőrző kaliber lábak és lábkötések összefűrásának ellenőrzésére alkalmas. A kaliber acélból fényesre csiszolt kivitelben készíthető. Az alaplemez 5 mm vastag acéllap — erre van süllyesztett fejű csavarokkal felerősítve derékszögben két vezető léccel, amely a kötés alsó és felső éléhez illeszkedik. Ehhez van bemérve a 3 köldökesap-hely ellenőrzésére alkalmazható acélcsap, amelyek menettel illeszkednek az alapba. A csapok edzett felületűek. A minősítés a statisztikai minőségellenőrzés szabályai szerint történhet. Megfelelő méret esetén a kaliber vezető lécei



19. ábra. Kezelt él ellenőrzésére kialakított kaliber



20. ábra. Ellenőrző kaliber lábkötések összefűréséhez



21. ábra. Ellenőrző kaliber bútorlap alkatrészeinek összefűréséhez

pontosan illeszkednek a kötés alsó és felső lapjához, a csapok feszülésmentesen illeszkednek a furatokba. A furatok átmérőjének ellenőrzésére egy külön csapot is ki kell alakítani edzett acélból.

A 21. ábra szerinti kaliber korpuszbútorok összefűrésének ellenőrzésére készült. Az alap itt rétegelt, tömörített anyagból van kialakítva. A csapok itt is edzett felületű acélból készültek, menettel illesztve az alaplécebe. A rétegelt fa kopásálló rezisztán lakkal van felületkezelve. Ellenőrzés itt is hasonlóan történik a lábkötésekhez.

#### 4.17 Lapok vastagsági méretének ellenőrzése.

A lapok vastagsági méretének kialakításánál a P. I. pontossági osztályt és a Ki. II.

illesztési rendszert kell figyelembe venni. Tekintettel arra, hogy a lapoknál nem elegendő a széleknél mérni a vastagságot, a tömörfa vastagsági méretének ellenőrzésére kialakított ellenőrző kaliber nem alkalmazható. Lapok vastagsági méretének ellenőrzésére az ún. gyors vastagsági mérőket kell alkalmazni.

A méret-ellenőrzés lapok között és egy lapon belül is mérőhelyek kijelölésével történik. Megengedhető tűrés a P. 1. pontosságnak megfelelően.

#### 4.18 Lapok szélességi és hossz méretének ellenőrzése.

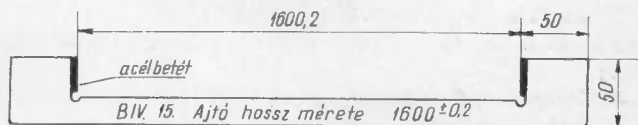
A lapféleségek méret-kialakításánál megkülönböztetünk előszabást és pontos méretre történő kialakítást. Az előbbinél P. 3., az utóbbinál P. 2. pontossági osztály az előírás. Illesztési rendszer a szerkezettől függően lehet Ki. I., Ki. II. és Mi. is. A méretes ellenőrzésre használható a 2. ábrán feltüntetett célberendezés. Ennek hátránya, hogy a névleges méretet minden esetben külön be kell állítani, mert a mérőóra mérhetőára (25 mm) csak ezen a méretváltozáson belüli értékek mérését teszi lehetővé. Ezzel a berendezéssel viszont 0,01 mm pontossággal mérhetünk. Változó méretek ellenőrzésére használható a nagyméretű tolómérce, ami azonban csak 0,1 mm pontosságot biztosít.

Az alkatrészek sorozat-ellenőrzésére ún. határkalibert kell készíteni. A kalibereket a névleges méret + tűrés méretére kell elkészíteni. Elkészíthető csak a maximális méretre (22. ábra) vagy két méretre: maximum és minimum méretre is (23. ábra). A mérőfelületre 4–5 mm vastag edzett felületű csiszolt fémlapocskát kell felcsavarozni. A kaliberen fel kell tüntetni, a típust, az alkatrész nevét és névleges méretét a tűréssel együtt. A kalibert rezisztán kopásálló lakkal kell lakkozni.

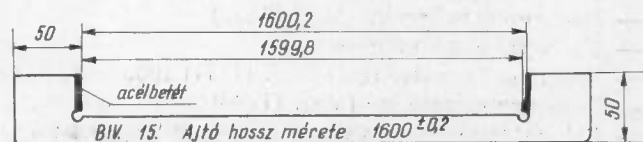
A határ kaliberek készülhetnek kétoldalasra is, amikor az egyik él a hossz méret, másik él a szélességi méret ellenőrzésére használható. Közel azonos méreteket nem szabad egy kaliberen kialakítani, mert tévedésekre adhat lehetőséget.

A felsorolt példákkal képet kívántunk adni az üzemi méret-ellenőrzés néhány lehetőségéről. Természetesen az összes lehetőségeket egy tanulmány keretében nem lehet felsorolni, mert az alkalmazható méretellenőrző eszközök nagymértékben függenek a gyártmánytól, a széria nagyságától és a technológiai adottságoktól. Általános szempontként azonban megállapíthatjuk, hogy olyan kalibereket kell a méret-ellenőrzéshez biztosítani, melyekkel megbízható mérést könnyen, egyszerű módszerekkel — lehetőség szerint a termelés folyamatosságának zavarása nélkül — lehet végezni.

A kalibereket nagy pontossággal kell elkészíteni úgy, hogy ez hosszú időn keresztül állandó maradjon. Külső kialakításban legyen esztétikus, tisztán kezelhető. Főnál lakkozott, fémnél csiszolt felületű. A kalibereket úgy kell kialakítani, hogy üzemben, egyszerű eszközökkel a méreten változtatni ne lehessen. A kaliberek javítását, átalakítását csak meghatározott személyek végezhetik.



22. ábra. Határkaliber maximális méret kialakításával



23. ábra. Határkaliber maximális és minimális méret kialakításával



Alapanyagként vasat, acélt illetve rétegelt fát javasolunk alkalmazni. Könnyűfém, fenyőfa, de még természetes keményfa sem alkalmas ilyen méretpontosságú kaliberek készítésére.

**4.2** A kaliberek előállításához és méretes ellenőrzéséhez szükséges részleg megszervezése és felszerelése.

Mint az előzőekben említettük, a pontos méretű alkatrész gyártásához nagy pontosságú, jól szerkesztett és precízen kivitelezett kaliberek szükségesek. Ennek azonban tárgyi előfeltételei vannak, ezek a következők:

**4.21** Kaliberek megtervezése.

A kaliberek tervezését a gyártmány megismerése után azonnal meg kell kezdeni. A tervezést, a technológiát és a gyártmányt jól ismerő konstruktőrnek (főkonstruktőrnek vagy konstrukciós csoportnak) kell végeznie. A kalibereket szabvány szerint kell rajzolni és gyártásukat elrendelni.

**4.22** Kaliberek kivitelezése.

A kaliberek, sablonok kivitelezéséhez a felhasznált alapanyagtól függően asztalos és lakatos szakmunkások szükségesek, legalább technikai képzettségű és nagy technológiai ismerettel rendelkező vezetővel. A műhely rendelkezze a legszükségesebb faipari alapgépekkel, ún. szalagfűrész, körfűrész, egyengető, vastagsági gyalu, felső maró, maró- és fűrőgépekkel. Szükség van továbbá a kézi kisgépekre, kézi szerszámokra. Szorosan nem választhatók el a fa- és fémipari munkák, ezért szükséges, hogy pl. fém menetvágók, finom fémreszelők, fúrók, különböző kötőgépelemek szintén rendelkezésre álljanak. A műhely alapjellege természetesen faipari, a szükséges lakatos munkákat a karbantartó műhelyben készítik el és a szükséges szerelések is ott végezhetők. Célszerű azonban, a lakatosok közül is specializálni egy-két kiváló szakképzettséggel rendelkező szakembert sablonok, kaliberek készítésére. A műhelynek legyen egy kézraktára, ahol a szükséges alap- és segédanyagok időben rendelkezésre állnak.

**4.23** Mérőhelyiség — mérőműszerek kiválasztása.

A kivitelező műhely mellett, de attól fallal elválasztva kell a mérőhelyiséget kialakítani. A mérőhelyiségben kell elhelyezni mindazokat a mérőműszereket, amelyek szükségesek a kaliberek pontos elkészítéséhez, valamint a már előző fejezetekben felsorolt méret-ellenőrző műszereket.

Az előző fejezetekben felsorolt mérőműszereken túlmenően a következők szükségesek:

- Elektromos fanedvesség-mérő (EMG)
- Különböző mérőórák (MSZ 15 560)
- Mérőórák befogására alkalmas konzolok és csövek
- Ütközős acélderékszög (MSZ 20 066) 630 × 400 mm, 400 × 250 mm, 250 × 160 mm
- Acélderékszög ellenőrző hajszáléllal (MSZ 11154)
- Mechanikai szögmérő (MSZ 11159)
- Universal élszögmérő műszer
- Egyengető vonalzó (híd) MSZ 11171) 1000 mm, 2000 mm
- Finom egyengető lap (MSZ 11170) 2000 × 1000 mm
- Laboratóriumi táramérleg 5000 g-ig súlyszorozattal együtt
- Regisztráló hőmérséklet- és légnedvesség-mérő (HR 005)
- Poliméter (hajszálas nedvességmérő és hőmérő) (MJP—1).

#### 4.24 Kaliberek tárolása — kiadása.

Az elkészült kalibereket nyilvántartásba kell venni és átvételét aláírással kell igazoltatni. A használaton kívüli kalibereket raktárban szakszerű módon kell tárolni.

### Összefoglaló

A dolgozatban megpróbáltunk választ adni a bútorigari tűrések és illesztések rendszerének kidolgozása és alkalmazása körül immár több mint egy évtizede tartó bizonytalanságokra.

Tanulmányunk kidolgozását az üzemi adatok — úgymint klímaviszonyok, a fa- és fapótló anyagok méretváltozása és a famegmunkáló gépek pontossága — felméréseivel kezdtük el. Ennek során megállapíthattuk, hogy a klímaviszonyok az állami nagyüzemekben — a raktárak kivételével — megfelelőek. Változtatni szükséges azonban az agglomerált lapok raktárhelyzetén, mert ez nem felel meg a technológiai előírásnak. A gépi berendezések — különösen az újabb beszerzésű korszerű gépek és gépsorok, megfelelő karbantartás és szakszerűen élezett szerszámok mellett, alkalmasak az előírt tűrések biztosítására. A méret- és minőség-ellenőrzés megszervezésében még sok tennivaló akad, különösen ezen dolgozatban ismertetett megbízható mérő és ellenőrző eszközök alkalmazásával.

A bútorigari tűrés és illesztési rendszer meghatározásához feltártuk a hazai és külföldi irodalomban a témával kapcsolatos közléseket. Erről anyagunkban egy rövid összefoglalót adtunk, kimutatva, hogy az egyes kutatók által kidolgozott összefüggések alapján a tűrésegység értékei hogyan változnak, a névleges méret függvényében. A 6. táblázatból összegyűjtött értékekből kitűnik, hogy a tűrésegység értéke 5—2000 mm, névleges méret között 0,078 mm-től — 2,569 mm-ig változott.

Véleményünk szerint — a bútorigari alkatrészek méretének széles skálája miatt — ezek az összefüggések nem alkalmazhatók csak bizonyos mérethatárok között, mert a szükséges méretpontosságot nagyobb részben nem a végleges méret, hanem a megmunkálás módja és az alkatrész felhasználási területe határozza meg.

Ennek figyelembevételével egy újabb összefüggés alkalmazását javasoltuk, ahol az 5—2000 mm-ig terjedő névleges méretekhez 0,437—0,568 mm értékű egységű tűrés tartozik.

A rendszer alkalmazásához négy pontossági osztályt és háromféle illesztési rendszert határoztunk meg.

Az ellenőrzés megszervezéséhez részletesen ismertettük a szükséges mérőeszközöket és műszereket — meghatározva azok tervezésével, kivitelezésével és raktározásával kapcsolatos feladatokat.

### Irodalom

1. *Dr. Dalocsa G.*: A farostlemezek, faforgács és kenderpozdorja bútortalapok fizikai-mechanikai tulajdonságai és előnyös felhasználási területük az iparban. Mérnöki Továbbképző Intézet, 1960.
2. *Dr. Dalocsa G.*: A fahelyettesítő anyagok felhasználásánál jelentkező igénybevételek. Mérnöki Továbbképző Intézet, 1962.
3. *Szabó D.*: Faipari kézikönyv. 1963.
4. *Pattantyús*: Gépész- és villamos-mérnökök kézikönyve, 6. kötet, 1963.
5. *Szöke—Burda*: Faipari szárítók kezelése. 1961.
6. *Barlai—Lázár—Samu*: Faipari gépmunkás, 1964.
7. *Barlai—Lázár—Samu*: Magyar Műszerek Katalógusa, 1965.
8. *Barlai—Lázár—Samu*: MSZ 5544 T. szabványtervezet.
9. *Marzyski, W.*: A tűrés egysége a faelemek tűrés-és illesztési rendszerében. Przemysł Drzewny 1964. 5.
10. *Walter, R.—Kraus, E.*: A szerelés nélküli gyártásról, Möbel und Wohnraum, 1965. 5.



## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И ПРИПАСОВКИ МЕБЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Д. ЛЕЛЕ

Зав. научным отделом

Со времени введения крупно-промышленного мебельного производства возросли требования, предъявляемые к точности размеров мебельных деталей. При производстве деталей следует обеспечивать такую точность, чтобы детали могли быть собраны без дополнительных работ. Автор, на основании производственных измерений, рассмотрел действие климатических условий на точность деревообрабатывающих и на изменение размеров древесины и заменителей древесины.

Автор установил, что сохранение деталями размеров может быть обеспечено только в соответствующем образом климатизированных мастерских. Машинное оборудование — в особенности современные деревообрабатывающие машины — при соответствующем техническом уходе и квалифицированно заточенных инструментах пригодно для обеспечения предписанных допусков.

Для определения единицы допуска в зарубежной и отечественной литературе, а также с учетом экспериментальных измерений, автор рекомендует нижеследующее уравнение:

$$E = 0,4 + 0,25 \cdot \sqrt[4]{D} \text{ (мм)}$$

Полученное таким образом значение единого допуска зачисляется в четыре категории точности при различных коэффициентах:

$$P_1 = 0,5 E$$

$$P_2 = 1,0 E$$

$$P_3 = 2,0 E$$

$$P_4 = 4,0 E$$

С точки зрения припасовки автор предлагает три различные категории зачисления с учетом расположения в диапазоне допусков.

Связующее соединение I

Связующее соединение II

Подвижное соединение.

С учетом вышеуказанного автор зачисляет различные технологические операции в систему точности и припасовки.

В заключительной части труда автор дает предписания по применяемым контрольным средствам (калибрам), далее в производственном процессе намечает места контроля.

## ELABORATION OF A SIZE TOLERANCE AND JOINTING SYSTEM OF THE FURNITURE COMPONENTS

D. LELE

chief of section

Introducing the furniture production in large-scale works the requirements increased for the accuracy to dimension of the furniture components. Manufacturing the components we have to guarantee an accuracy that you can assemble those without secondary work. The author has investigated the effect of the climatic conditions on the accuracy of woodworking machines and on dimension changes of wood and wood substitutes on the basis of operative measurements.

He has established that we can insure the dimension stability of the components only in satisfactorily air-conditioned workshops. The equipments, specially the modern wood-working machines, are suitable to insure the prescribed tolerances in case of a satisfactory maintenance and using expertly sharpened tools.

Taking into consideration the foreign and home literature as his experimental measurements to determine the tolerance unit he suggests the following relation:

$$E = 0,4 + 0,025 \cdot \sqrt[4]{D} \text{ (mm)}$$

The in this way obtained unit tolerance value is placed with different multiple factors into four accuracy classes:

$$P_1 = 0,5 E$$

$$P_2 = 1,0 E$$

$$P_3 = 2,0 E$$

$$P_4 = 4,0 E$$

From jointing point of view he purposes three kind of ranging taking into consideration the placing of the tolerance field.

Binding jointing I.

Binding jointing II.

Moving jointing.

Taking into consideration the aforesaid he places the different technological operations into the accuracy and jointing system. Finally he gives a prescription for the control facilities to be used (for the calibres) moreover indicates the control spots in the manufacturing process.

## AUSARBEITUNG DES SYSTEMS DER MASSTOLERANZEN UND PASSUNGEN AUF DEM GEBIET DER MÖBELBESTANDTEILE

D. LELE

wissenschaftlicher Abteilungsleiter

Mit der Einleitung der grossbetrieblichen Möbelproduktion erhöhte sich die Forderung auch auf dem Gebiet der Masstoleranz der Möbelbestandteile. Es ist notwendig bei der Herstellung der Möbelbestandteile eine grosse Genauigkeit sichern, dass diese ohne Nacharbeit montierbar seien. Der Autor untersuchte auf dem Grund der betrieblichen Messungen den Einfluss der klimatischen Verhältnisse auf die Genauigkeit der Holzbearbeitungsmaschinen und auf die Massänderungen des Holzmaterials und des Holzersatzmaterials.

Der Autor stellte fest, dass die Messhaltigkeit der Bestandteile nur in entsprechend Werkstätten versicherbar ist. Die maschinellen Einrichtungen besonders die modernen Holzbearbeitungsmaschinen sind geeignet die vorgeschriebenen Masstoleranzen im Falle des geeigneten Unterhaltes der Maschinen und bei der Anwendung der gut geschärften Werkzeuge sichern.

Der Autor bringt in Vorschlag auf dem Grund der heimatlichen und ausländischen Literatur und seiner Messungen für die Bestimmung der Messtoleranzeinheit die folgende Beziehung:

$$E = 0,4 + 0,025 \cdot \sqrt[4]{D} \text{ (mm)}$$

Solcher Weise ausgerechnete Einheitstoleranz kann mit der Hilfe der verschiedenen Masstoleranzfaktoren in vier Genauigkeitsklassen eingegliedert werden:

$$P_1 = 0,5 E$$

$$P_2 = 1,0 E$$

$$P_3 = 2,0 E$$

$$P_4 = 4,0 E$$



Der Autor schlägt dreierlei Eingliederung aus dem Gesichtspunkte der Passung in Achtung genommen die Stelle des Toleranzgebietes vor.

Verbindungspassung I.

Verbindungspassung II.

Bewegungspassung.

Der Autor gliedert obigerweise die verschiedenen technologischen Prozesse in die Genauigkeits- und Passungsordnung ein.

Der Autor gibt in dem Beendigungsteil eine Vorschrift für die anwendenden Kontrollelemente (Kaliber) und im Fertigungsprozess bestimmte er die Kontrollstellen.

**KÖZGAZDASÁGI KUTATÁSOK**

**A KÖZGAZDASÁGI OSZTÁLY KÖZLEMÉNYEI**

# A TERMELÉS PROGRAMOZÁSA A FŰRÉSZIPARBAN

(Témaszám: 33. 09. 02. 01.)

DR. SZABÓ KÁROLY

okl. faipari mérnök, tudományos osztályvezető

A termelés koncentrálása egyre inkább lehetőséget nyújt arra, hogy ne csak népgazdasági, hanem vállalati szinten is tudományos módszereket alkalmazzunk a termelés megtervezésénél és irányításánál annak érdekében, hogy maximális gazdasági hatékonyságot érhessünk el.

A fűrésziparban meghonosult gyártás már rendelkezik azokkal az előfeltételekkel, hogy a matematikai módszereket alkalmazza a termelés irányításában. Sajnos a lehetőségekkel még nem élünk, holott célszerű lenne tudományos alapon szabályozni a termékválaszték gyártását úgy, hogy az optimálisan biztosítsa a szükségletet s egyúttal a minimális faanyag-felhasználást is szem előtt tartsa.

A jelenleg alkalmazott gyártásirányítás tendenciái a fűrésziparban főleg a technikai és technológiai problémák felé irányulnak. Ez egymagában nem oldja meg a gazdasági problémákat, melyek elsőbbségűsége vita tárgyát sem képezheti. Kutatásunk célja az volt, hogy rámutassunk azokra a lehetőségekre, melyek segítségével a fűrésziparban célravezetőbb és módszeresebb termelés-irányítást valósíthatunk meg azáltal, hogy a fűrészáru-termelésben a kívánt méretű fűrészárura vonatkozó igényeket nemcsak mennyiségben, de időben is fedezni tudjuk.

A fűrészipari gyakorlat a kívánt választékú fűrészárut olyan nyersanyagból gyártja le, melynek méreتي jellemzői általában adottak, s csak igen kis mértékben befolyásolhatók. A termelés jelenlegi jellemzője az, hogy ha maximális anyagkihozatalra törekszünk, a fogyasztó (felhasználó) által igényelt méretű fűrészáru mellett törvénytelenül termelődik olyan fűrészáru, mely csak később talál piacra, mely, ha elég későn következik be, a maximális kihozatal gazdasági hatását leronthatja, mivel a nagy árukészlet tetemes forgóeszköz-lekötést eredményez. Hogy ezt elkerüljük, nagyon sok esetben a felhasználók igényeit nem az általuk kívánt méretben elégítjük ki, ami a felhasználók és a népgazdaság részére nemcsak anyagi veszteséget okoz, hanem több élő és holt munka ráfordítást is igényel a továbbfeldolgozás során.

Minél nagyobb az igényelt fűrészáru-választékok termelésére rendelkezésre álló nyersanyag viszonylagos méretei alkalmatlansága, annál nagyobb az ellentmondás a maximális kihasználás és a szükségletnek momentáni kielégítése között. A cél ezt az ellentmondást oda korlátozni, hogy hatása minimális legyen.

Ennek útja egzakt módszerrel nyomon követni a fűrészüzemi termelés alapvető követelményeinek teljesítését, vagyis a felhasználók igényeinek maximális kielégítését minimális nyersanyag-felhasználás mellett, valamint a nem igényelt fűrészáru-választék volumenének a minimumra való csökkentését. Felállítani olyan modellt, mely a termelési folyamat irányításának optimumaként a fenti feltételeket teljesíti.

A bevezetőben kitűzött célokat a termelésnek lineáris programozása útján érhet-

jük el. Ezt a gyakorlatban negyedéves időszakokra bontva célszerű elvégezni, a rendelkezésre álló rönkmennyiség pontos számbavehetősége miatt.

A módszert egy példán keresztül mutatjuk be. Miskolc környékére koncentrált fűrészipari vállalat évente 44 075 m<sup>3</sup> tölgy rönköt dolgoz fel. A minőségi megoszlás az 1964-es tényszámok alapján:

I. osztályú	4 800 m <sup>3</sup>
II. osztályú	13 975 m <sup>3</sup>
III. osztályú	25 300 m <sup>3</sup>
Összesen:	<u>44 075 m<sup>3</sup></u>

Vastagsági megoszlás (középtátmérő szerint):

18—19 cm	221 m <sup>3</sup>
20—24 cm	6 699 m <sup>3</sup>
25—29 cm	18 776 m <sup>3</sup>
30—34 cm	6 241 m <sup>3</sup>
35—39 cm	6 100 m <sup>3</sup>
40—44 cm	4 038 m <sup>3</sup>
45—49 cm	2 000 m <sup>3</sup>
Összesen:	<u>44 075 m<sup>3</sup></u>

A felhasználók 1964-es igényeit tekintetbe véve a fenti fűrészüzemnek az alábbi szélezetlen fűrészáru szelvényválasztékokat kell termelnie:

Vastagság	Mennyiség	%
25 mm	9 625 m <sup>3</sup>	31,2
28 mm	1 960 m <sup>3</sup>	6,3
38 mm	1 660 m <sup>3</sup>	5,4
48 mm	11 507 m <sup>3</sup>	37,2
58 mm	1 460 m <sup>3</sup>	4,7
68 mm	520 m <sup>3</sup>	1,7
78 mm	2 500 m <sup>3</sup>	8,1
88 mm	155 m <sup>3</sup>	0,5
98 mm	1 500 m <sup>3</sup>	4,9
	<u>30 887 m<sup>3</sup></u>	<u>100,0</u>

A szelvényválasztékok megtervezésénél tekintetbe vettük azt, hogy az üzem tervfeladatában a szélezetlen szelvényárun kívül

2865 m<sup>2</sup> parkettaléc és

2292 m<sup>2</sup> donga legyártása is szerepel.

Az ezekhez szükséges szelvényáru tehát a megadott tervprogram része.

A rendelkezésre álló nyersanyag felhasználásával az igényelt méretű fűrészáru különböző módszerekkel állítható elő, különböző gazdasági eredménnyel. Rossz módszerrel azonban a rendelkezésre álló nyersanyagból a kívánt fűrészáru mennyiség egyáltalában nem állítható elő, jó módszerrel azonban még nyersanyagot is takaríthatunk meg. A feladatunk az, hogy megtaláljuk a leghasználhatóbb gyártási módszert, vagyis azt, hogy az egyes fűrészrönk-választékból milyen mennyiséget, milyen fűrészpenge beosztással dolgozzunk fel annak érdekében, hogy a felhasználók igényeit teljes mértékben kielégítve a minimális nyersanyagot használjuk fel.

A cél elérése érdekében szükséges minden kivitelezhető vágási alternatíva megvizsgálása valamennyi vastagsági osztály vonatkozásában, abból a célból, hogy az egyes vágási kombinációk anyagi eredményét (fűrészáru mennyiségeket) megismerhessük.

A feladatot háromféle variációban végeztük el:



a) kevés vágáskombinációval úgy, hogy a pengebeosztások ne tartalmazzanak eleve inkurrens vastagsági méretet;

b) több, inkurrens méretet is magába foglaló vágási kombinációval;

c) az utóbbiból kiiktatva az inkurrens méreteket.

A következő fejezetek bemutatják ezeket a fűrészpenge-beosztásokat, egyrészt az adott nyersanyag, másrészt a felhasználók méreti igényeit figyelembe véve.

Mivel a túlmérettel, valamint a résbősséggel növelt szelvényvastagság mm-ben:

	Vastagság	Túlmérettel +5%	Vágásréssel +3,5 mm
u <sub>7</sub>	25,00	26,25	29,75
u <sub>8</sub>	28,00	29,40	32,90
u <sub>9</sub>	38,00	39,90	43,40
u <sub>10</sub>	48,00	50,40	53,90
u <sub>11</sub>	58,00	60,90	64,40
u <sub>12</sub>	68,00	71,40	74,90
u <sub>13</sub>	78,00	81,90	85,40
u <sub>14</sub>	88,00	92,40	95,90
u <sub>15</sub>	98,00	102,90	106,40

a feltétel az, hogy a túlmérettel és a vágásréssel növelt szelvényvastagságok összege beleférjen a

$\Sigma V$ -be, ahol

$\Sigma V$  = rönkátmérő függvényében változó maximális, a két szélső penge közötti lehetséges távolság.

Az előbbi feltételek mellett:

## 1. VÁGÁSKOMBINÁCIÓK, HA AZOK

### INKURRENS MÉRETEKET NEM TARTALMAZNAK

Az 1. táblázatban közölt vágási alternatívák alapján lefolytatott termelésnek az 1 m<sup>3</sup> rönkre eső termelés eredményét választékonként a 2. táblázatban összesítettük, a rendelkezésre álló nyersanyag és a kért választék-mennyiség feltüntetésével.

A lineáris programozással történő termelési programhoz szükséges matematikai modell:

Az igényelt fűrészáru-választék termeléséhez szükséges fűrészrönk vágási alternatívaként.

x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub> ..... x<sub>25</sub> ahol

x<sub>1</sub> = 18—19 cm átmérőjű fűrészrönk 1. vágási alternatíva szerint

x<sub>2</sub> = 20—24 cm átmérőjű fűrészrönk 2. vágási alternatíva szerint

x<sub>3</sub> = 20—24 cm átmérőjű fűrészrönk 3. vágási alternatíva szerint

x<sub>25</sub> = 45—49 cm átmérőjű fűrészrönk 25. vágási alternatíva szerint

A fűrészrönk felhasználásánál be kell tartani a vastagsági megoszlás arányát, s csak abban az arányban térhetünk el pozitív, vagy negatív irányban. Az arányokat az alábbi egyenlőségek fejezik ki.

1. táblázat

Fűrészrönk átmérő	Vágási alternatíva	Fűrészpenge beosztása			A két szélső penge távolsága (mm)	
18—19	1	3/28	2/25		154,70	
20—24	2	1/58	4/25	2/25	179,90	
	3	1/48	2/28		175,70	
	4	1/58	4/28		192,50	
	5	3/28	2/38		182,00	
25—29	6	1/58	2/48	2/25	228,20	
	7	2/48	2/28	2/25	229,60	
	8	2/48	4/25		223,30	
	9	1/98	4/26		221,90	
30—34	10	1/78	2/58	2/25	270,20	
	11	4/48	2/28		277,90	
	12	2/48	6/25		282,80	
	13	1/98	6/25		281,40	
35—39	14	4/48	4/25	4/25	331,10	
	15	1/98	2/48		329,70	
	16	2/68	2/48		2/25	313,60
	17	1/78	2/58		2/48	318,50
40—44	18	1/38	4/48	4/25	374,50	
	19	1/58	2/88	4/25	371,70	
	20	2/68	2/48	4/25	373,10	
	21	1/88	4/48	2/28	373,80	
45—49	22	2/98	2/48	2/38	403,90	
	23	2/88	4/48		403,90	
	24	2/78	4/38	2/25	400,40	
	25	2/68	4/48	2/25	421,40	

$$1. \frac{X_1}{X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25}} = \frac{221}{2000}$$

$$2. \frac{X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25}} = \frac{6699}{2000}$$

$$3. \frac{X_6 + X_7 + X_8 + X_9}{X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25}} = \frac{18776}{2000}$$

$$4. \frac{X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13}}{X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25}} = \frac{6241}{2000}$$

$$5. \frac{X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17}}{X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25}} = \frac{6100}{2000}$$

$$6. \frac{X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21}}{X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25}} = \frac{4038}{2000}$$

2. táblázat

Fűrészrönk átmérője	Vágási alternatíva	Fűrészáru-kihozatal a feldolgozott rönk százalékában									Fűrészáru összes	Rendelke- zésre álló fűrészrönk m <sup>3</sup>
		igényelt választékok										
		25	28	38	48	58	68	78	88	98		
1	2	3	4	5	6	7	8	9				
18—19	1	23,30	40,70								64,00	221
20—24	2	38,71				27,91					66,62	6 699
	3	19,16	22,40		22,74						64,30	
	4		42,25			27,37					69,62	
	5		37,58	28,69							66,27	
25—29	6	14,46			33,51	19,83					67,80	18 776
	7	13,59	20,10		33,24						66,93	
	8	31,99			33,63						65,62	
	9	32,33							33,24		65,57	
30—34	10	10,29				31,32		25,88			67,49	6 241
	11		15,05		53,53						68,58	
	12	39,00			30,48						69,48	
	13	39,00							30,88		69,88	
35—39	14	21,55			48,38						69,93	6 100
	15	21,55			24,19				24,10		69,84	
	16	7,70			24,19		35,13				67,02	
	17				24,19	27,22		17,05			68,46	
40—44	18	18,16		10,37	40,98						69,51	4 038
	19	18,16				15,24			36,47		69,87	
	20	18,16			21,30		30,32				69,78	
	21		10,69		40,98				18,23		69,90	
45—49	22			15,41	19,66					38,22	73,29	2 000
	23				36,95				36,65		73,60	
	24	8,65			33,50			33,50			75,65	
	25	8,66			36,95		30,35				75,96	
Fogyasztói igény f. áru- ban (m <sup>3</sup> )		9625	1960	1660	11 507	1460	520	2500	155	1500		44 075

A fenti feltételek lerögzítése után felírjuk — egyenlőtlenség formájában — azokat a korlátozásokat, melyek az egyes, gyakorlatilag számba vehető vágási alternatívákkal termelt fűrészáru-választékok mennyiségét fejezik ki a fogyasztók specifikált igényeinek figyelembevételével.

A 2. táblázatból következően:

$$0,2330 x_1 + 0,3871 x_2 + 0,1916 x_3 + 0,1446 x_6 + 0,1359 x_7 + 0,3199 x_8 + 0,3233 x_9 + \\ + 0,1029 x_{10} + 0,3900 x_{12} + 0,3900 x_{13} + 0,2155 x_{14} + 0,2155 x_{15} + 0,0770 x_{16} + \\ + 0,1816 x_{18} + 0,1816 x_{19} + 0,1816 x_{20} + 0,0865 x_{24} + 0,0866 x_{25} \cong 9625$$

$$0,4070 x_1 + 0,2240 x_3 + 0,4225 x_4 + 0,3758 x_5 + 0,2010 x_7 + 0,1505 x_{11} \\ + 0,1069 x_{21} \cong 1960$$

$$0,2869 x_5 + 0,1037 x_{18} + 0,1541 x_{22} \cong 1660$$

$$0,2274 x_3 + 0,3351 x_6 + 0,3324 x_7 + 0,3363 x_8 + 0,5353 x_{11} + 0,3048 x_{12} + \\ + 0,4838 x_{14} + 0,2419 x_{15} + 0,2419 x_{16} + 0,2419 x_{17} + 0,4098 x_{18} + 0,2130 x_{20} + \\ + 0,4098 x_{21} + 0,1966 x_{22} + 0,3695 x_{23} + 0,3350 x_{24} + 0,3695 x_{25} \cong 11507$$

$$0,2791 x_2 + 0,2737 x_4 + 0,1983 x_6 + 0,3132 x_{10} + 0,2722 x_{17} + 0,1524 x_{19} \cong 1460$$

$$0,3513 x_{16} + 0,3032 x_{20} + 0,3035 x_{25} \cong 520$$

$$0,2588 x_{10} + 0,1705 x_{17} + 0,3350 x_{24} \cong 2500$$

$$0,3647 x_{19} + 0,1823 x_{21} + 0,3665 x_{23} \cong 155$$

$$0,3324 x_9 + 0,3088 x_{13} + 0,2410 x_{15} + 0,3822 x_{22} \cong 1500$$

Miután egyenlőtlenségek formájában minden feltételt leírtunk, feladatunk megtalálni azt a megoldást, amelyben az adott vastagságú fűrészrönk arányok betartása melletti felhasználás a kívánt fűrészáru választékok letermeléséhez a minimális lesz, s ugyanakkor a fűrészárut a kívánt választékban termeljük le.

A célkitűzés „Z” függvényvel fejezhető ki

$$Z = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{25} \rightarrow \min.$$

Az elvégzendő munka olyan nem negatív  $x_1, x_2, x_3 \dots x_{25}$  meghatározása, melyek kielégítik a fent megadott egyenlőtlenségeket és ugyanakkor Z eléri a minimális értéket.

Az egyenlőtlenségek mesterséges változók közbeiktatása útján egyenlőségekkel alakíthatók át s így a probléma megoldása lehetségessé válik. szimplex módszer segítségével.

A szimplex módszer ismertetésére itt nem térünk ki, mert gyakorlatilag csak úgy van a termelés programozásának jelentősége, ha a számítást elektronikus számológépen végezzük el, mely jelen esetben a szimplex módszer gépesítésének elve alapján működik s így a gyakorlati szakember részére elégséges, ha a feltételi egyenleteket fel tudja állítani s ennek alapján a modellt megszerkeszteni.

#### A modell megszerkesztésének módja

A modell 15 feltételt ( $u_1—u_{15}$ ) és 25 változót ( $x_1—x_{25}$ ) tartalmaz. A feltételeket az ordinátán, a változókat az abszcisszán sorakoztatjuk fel. A feltételek közül 6 a rendelkezésre álló, különböző méretosztályú rönkanyagok arány-egyenlőségeit írja elő s így duál változói ( $u_1^*—u_6^*$ ) 0-val egyenlők.

A 9 feltétel ( $u_7^*—u_{11}^*$ ) = 0 a tervben előírt, minimális késztermék-gyártási kötelezettségét fejezi ki. A 25 változó ( $x_1—x_{25}$ ) a vágási alternatívák. A változók alá a meg-

A 1. sz. vágási program modellje

Felté- telek	Változók																		Segédváltozók															Kapacitás						
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>	x <sub>9</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	x <sub>18</sub>	x <sub>19</sub>	x <sub>20</sub>	x <sub>21</sub>	x <sub>22</sub>	x <sub>23</sub>	x <sub>24</sub>	x <sub>25</sub>	v <sub>7</sub>	v <sub>8</sub>	v <sub>9</sub>	v <sub>10</sub>	v <sub>11</sub>	v <sub>12</sub>	v <sub>13</sub>	v <sub>14</sub>		v <sub>14</sub>	v <sub>15</sub>				
u <sub>1</sub>																		-1	-1	-1	-1	2,02	2,02	2,02	2,02	25 mm	28 mm	38 mm	48 mm	58 mm	68 mm	78 mm	88 mm	88 mm	98 mm	0				
u <sub>2</sub>																		-1	-1	-1	-1	3,05	3,05	3,05	3,05												0			
u <sub>3</sub>																		-1	-1	-1	-1	3,12	3,12	3,12	3,12													0		
u <sub>4</sub>																						9,49	9,49	9,49	9,49													0		
u <sub>5</sub>		-1	-1	-1	-1																	3,35	3,35	3,35	3,35													0		
u <sub>6</sub>	-1																					0,11	0,11	0,11	0,11													0		
u <sub>7</sub>	0,233	0,3871	0,1916			0,1446	0,1359	0,3199	0,3233	0,1029		0,39	0,39	0,2155	0,2155	0,077		0,1816	0,1816	0,1816				0,0865	0,0865	-1											9 625			
u <sub>8</sub>	0,407		0,224	0,4225	0,3758		0,201				0,1505										0,1069					-1												1 960		
u <sub>9</sub>					0,2869													0,1037			0,1541						-1											1 660		
u <sub>10</sub>			0,2274			0,3351	0,3324	0,3363			0,5353	0,3048		0,4838	0,2419	0,2419	0,2419	0,4098		0,2130	0,4098	0,1966	0,3695	0,3350	0,3695			-1									11 507			
u <sub>11</sub>		0,2791		0,2737		0,1983					0,3132						0,2722		0,1524								-1												1 460	
u <sub>12</sub>											0,2586					0,3513				0,3032																			520	
u <sub>13</sub>																0,1705								0,335															2 500	
u <sub>14</sub>																			0,3647		0,1823		0,3665																155	
u <sub>15</sub>									0,3324				0,3088		0,241						0,3822																			1 500
Cél „Z”	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
meg- oldás	254,5		2879,3		4870,5			19 298,5	2655,3	3704,8	3512,8				2561,8	4493,9	2532,9	425,0	1715,0					2313,35			1147,5		1403,5	988,4								51 217,6 m <sup>3</sup>		

felelő vágáskombinációk 1 m<sup>3</sup>-re eső anyagi eredményét tüntetjük fel. A szükséges túlvágások (esetleges inkurrencia) mérésére  $v_7$ — $v_{15}$  segédváltozókat állítunk be.

Célfüggvényként a minimális rönkfelhasználást állítottuk be — ami [—1]-gyel való beszorzással maximum célfüggvényként került a modellbe.

A megoldás  $x_{ij}$  értékei az egyes vágási kombinációk alkalmazásával feldolgozandó rönk mennyiségét jelentik m<sup>3</sup>-ben,  $v_j$  a j-edik késztermékből terven felül keletkező mennyiséget, a célérték pedig a felhasznált összes rönk mennyiségét.

A megszerkesztett modellt a 3. táblázatban mutatjuk be az elektronikus számológép adta eredménnyel együtt.

A számítást a Közgazdaságtudományi Egyetem kezelésében levő „URAL” elektronikus számológépen végeztük el, s a következő eredményt kaptuk.

A betáplált 25 vágási alternatíva (pengebeosztás) közül annak érdekében, hogy minimális rönkfelhasználás mellett teljesítsük a megrendelők vastagsági igényeit;

$x_1$  jelű pengebeosztás mellett 255 m<sup>3</sup>, 18—19 cm Ø rönköt,

$x_3$  jelű pengebeosztás mellett 2879 m<sup>3</sup>,

$x_5$  jelű pengebeosztás mellett 4871 m<sup>3</sup>,

Összesen: 7750 m<sup>3</sup>, 20—24 cm Ø rönköt;

$x_8$  jelű pengebeosztás mellett 19 299 m<sup>3</sup>

$x_9$  jelű pengebeosztás mellett 2 655 m<sup>3</sup>

Összesen: 21 944 m<sup>3</sup> 25—29 cm Ø rönköt

$x_{10}$  jelű pengebeosztás mellett 3 705 m<sup>3</sup>

$x_{11}$  jelű pengebeosztás mellett 3 513 m<sup>3</sup>

Összesen: 7 218 m<sup>3</sup> 30—34 cm Ø rönköt

$x_{15}$  jelű pengebeosztás mellett 2 562 m<sup>3</sup>

$x_{17}$  jelű pengebeosztás mellett 4 494 m<sup>3</sup>

Összesen: 7 056 m<sup>3</sup> 35—39 cm Ø rönköt

$x_{19}$  jelű pengebeosztás mellett 2 533 m<sup>3</sup>

$x_{19}$  jelű pengebeosztás mellett 425 m<sup>3</sup>

$x_{20}$  jelű pengebeosztás mellett 1 715 m<sup>3</sup>

Összesen: 4 673 m<sup>3</sup> 40—44 cm Ø rönköt

$x_{14}$  jelű pengebeosztás mellett 2 313 m<sup>3</sup> 45—49 cm Ø rönköt

kell feldolgoznunk,

Összesen: 51 219 m<sup>3</sup>-t.

A következő lépésként a 2. táblázat szerint az elektronikus számológép által kiválasztott vágási alternatívák anyagi eredményét kifejtettük s a 4. táblázatban foglaltuk össze.

#### Kiértékelés

A táblázatba foglalt számítási eredmény azt igazolta, hogy adott rönkvastagsági arányok betartása mellett a kért választékarány nem hozható ki úgy, hogy a maximális anyagkihasználást elérjük, illetve rönkfelhasználásunk minimális legyen. A szükséges vastagságú készáru-választékok nem helyezhetők be a maximális kihasználást eredményező pengebeosztásokba. Ha minden vastagsági választékot a kívánt mennyiségben akarunk teljesíteni, az — a maximális anyagkihasználás elvét be-

## 4. táblázat

Feldolgozási rönk (m <sup>3</sup> )	25	28	38	48	58	68	78	88	98	Összes
	mm-ben									
255	59,4	103,8								
2 879	551,6	644,9		654,7						
4 871		1830,5	1397,5							
19 299	6173,7			6 490,3						
2 655	858,4								882,5	
3 705	381,2									
3 513		528,7		1 880,5	1160,4		958,9			
2 562	552,1			619,7						617,5
4 494				1 087,1	1223,3		766,2			
2 533	460,0		262,5	1 038,0						
425	77,2				64,8			155,0		
1 715	311,4			365,3		520,0				
2 313	200,0			774,9			774,9			
51 219										
Összes:	9625,0	3107,9	1660,0	12 910,5	2448,5	520,0	2500,0	155,0	1500,0	34 426,9
Eredeti diszp.	9625,0	1960,0	1660,0	11 507,0	1460,0	520,0	2500,0	155,0	1500,0	30 887,0
Túlvágás		1147,9		1 403,5	988,5					3 539,9



5. táblázat

## A minimális rönkfeldolgozás melletti fűrészáru-kihozatal

Feldolgozási rönk (m <sup>3</sup> )	25	28	33	48	58	68	78	88	98	Összes
	mm-ben									
221	51,5	89,9								
2 879	551,6	644,9		654,7						
3 820		1435,5	1096,0							
16 121	5157,1			5 421,5						
2 655	858,4								882,5	
3 705	381,2				1160,4		958,9			
2 536		381,7		1 357,5						
2 562	552,1			619,7					617,5	
3 538				855,8	963,0		603,2			
1 898	344,7		196,8	777,8						
425	77,2				64,8			155,0		
1 715	311,4			365,3		520,0				
2 000	173,0			670,0			670,0			
44 075										
Összes:	8458,2	2552,0	1292,8	10 722,3	2188,2	520,0	2232,1	155,0	1500,0	29 620,6
Eredeti diszp.	9625,0	1960,0	1660,0	11 507,0	1460,0	520,0	2500,0	155,0	1500,0	30 887,0
Túlvágás		592,0			728,2					
Hiány	1166,8		367,2	784,7			267,9			1 266,4



tartva — csak úgy lehetséges, ha egyes választékokból a kívánt mennyiséget túlteljesítjük, ami maga után vonja a nyersanyag felhasználás túlteljesítését is. Ha többeltrőnk nem áll rendelkezésre, maximális anyagkihasználást csak úgy érhetünk el, ha a termelést nem a rendelt vastagsági arányok betartása mellett folytatjuk le, hanem attól az anyagkihasználás érdekében eltérünk, amit az 5. táblázatban mutatunk be.

A kihasználás mindkét esetben 67,2%.

Kihasználáson ezekben a számításokban mindig közvetlenül a keretfűrészek mögötti szelvényáru mennyiség alapján meghatározott kihasználás értendő. Az inkurrencia az első esetben 11,4%. A második esetben 5,4%, 4,3%-os tervleamaradás mellett.

A vastagsági megoszlás a megrendeléssel szemben a következők szerint alakul:

	Kért	Optimális I.	Optimális II.
25 mm	31,2%	27,9%	28,5%
28 mm	6,3%	9,0%	8,6%
38 mm	5,4%	6,7%	6,6%
48 mm	37,2%	35,7%	34,1%
58 mm	4,7%	7,1%	7,3%
68 mm	1,7%	1,5%	1,8%
78 mm	8,1%	7,3%	7,5%
88 mm	0,5%	0,5%	0,5%
98 mm	4,9%	4,3%	5,1%
	100,0%	100,0%	100,0%

Ha a kért vastagsági arányokat meg akarjuk közelíteni, az 5. táblázatból világosan látjuk, hogy 592 m<sup>3</sup> 28 mm-es fűrészáru helyett 25 mm-est, 788,2 m<sup>3</sup>, 58 mm-es fűrészáru helyett 48 mm-est kell gyártanunk. Az anyagi veszteség:

592 m<sup>3</sup> 28 mm-es = 528 m<sup>3</sup> 25 mm-es fűrészáruval

728 m<sup>3</sup> 58 mm-es = 603 m<sup>3</sup> 48 mm-es fűrészáruval

1310 m <sup>3</sup>	1131 m <sup>3</sup>
Veszteség	179 m <sup>3</sup>
1000 Ft-ban	322 m/Ft

A tervleamaradás pedig 30 887—29 621—179 = 1445 m<sup>3</sup>.

## 2. A MÓDSZER BEMUTATÁSA

### A VÁGÁSI KOMBINÁCIÓK NÖVELÉSÉVEL

Az előzőkben elmondottak nem jelentik azt, hogy a minimális rönkfelhasználás elve betartásával ne lehessen megközelíteni az optimális megoldást. Ennek útja azonban a vágási alternatívák maximális növelése.

Ebből a célból a feladatot újra számítottuk úgy, hogy a vágási alternatívákat (pengebeosztásokat) 43-ra növeltük. A pengebeosztásokat Éberhardt Sándor által számított, s a Budapesti Falemezművekhez benyújtott újítási javaslatából vettük. Ennek alapján az egyes vágási alternatívákat a rönkvastagságok függvényében a 6. táblázatban mutatjuk be.

A kívánt választékhozamot, a rendelkezésre álló nyersanyagot és az összes fűrésztermelést a 7. táblázatban összesítettük.

6. táblázat

Fűrészrönk átmérő cm-ben	Vágási alternatíva	Fűrészpenge-beosztás				Σ v mm	
18—19	1	3/28	2/25			146,45	
20—24	2	1/68	2/25	2/19	2/12	178,4	
	3	1/58	4/25			180,4	
	4	1/48	2/19	2/25		193,6	
	5	2/48	2/25	2/12		197,8	
	6	2/45	2/25	2/12		191,6	
	7	2/35	2/25	2/19		184,4	
	8	2/25	2/45	2/12		191,6	
25—29	9	1/98	2/45	2/12	2/19	237,6	
	10	1/78	2/48	2/19		236,6	
	11	1/68	2/48	2/25		238,6	
	12	1/58	2/48	2/25		230,2	
	13	1/48	2/25	2/35		238,4	
	14	1/45	2/30	4/25		237,2	
	15	2/58	2/25	2/19		232,2	
	16	2/48	2/25	2/28		234,2	
30—34	17	1/98	2/58	2/25	2/25	290,6	
	18	1/78	2/68	2/25		290,6	
	19	1/68	2/78	2/19		288,8	
	20	1/58	2/28	2/38		282,0	
	21	1/48	4/38	2/19		280,0	
	22	2/68	2/35	2/25		286,2	
	23	2/58	2/48	2/25		292,4	
	24	2/48	2/58	2/25		292,4	
	25	2/45	2/58	2/19		2/12	307,8
	26	1/48	2/48	2/28		2/25	288,2
35—39	27	1/98	2/78	2/25	2/12	366,4	
	28	2/78	2/45	2/25	2/12	360,4	
	29	2/68	2/48	2/28	2/12	357,6	
	30	2/58	2/68	2/25	2/12	368,0	
	31	2/48	2/68	2/25	2/12	347,2	
	32	1/88	2/78	2/25		331,6	
	33	2/58	2/58	2/25	2/12	347,2	
	34	4/48	4/25			341,6	
	40—44	35	2/88	2/58	2/28	2/12	395,4
36		2/58	2/88	2/25	393,6		
37		2/48	2/98	2/25	409,8		
38		3/68	2/45	2/25	381,8		
39		3/58	2/45	2/38	371,4		
40		3/48	2/68	2/28	377,6		
45—49		41	1/78	2/58	2/48		2/48
	42	1/68	4/58	2/45	2/12	463,6	
	43	1/98	2/58	2/35	2/12	451,4	

7. táblázat

A fűrész- rönk átmérője	Vágási alternatíva	Fűrészáru-kihozatal a feldolgozott rönk %-ában igényelt választékok												Fűrészáru összesen	Rendelkezésre álló fűrészrönk (m <sup>3</sup> )	
		12	19	25	28	35	38	45	48	58	68	78	88			98
18—19	1			23,30	40,70										64,00	221
20—24	2		10,55	22,58											68,76	6 699
	3			36,68										35,63	68,59	
	4	6,16	18,96	19,12					26,41						70,65	
	5	5,03		18,60					50,30						73,93	
	6	6,16		19,39				47,16							72,71	
	7		9,76	22,01		36,68									68,45	
	8	6,16		27,51					41,50						75,17	
	9	4,93							31,98						41,65	
10		6,88							36,12			33,97		76,97		
11			9,06						37,79			30,80		77,65		
12			10,10						37,79	26,27				74,16		
13		6,88	20,90		22,68				21,74					72,20		
14			26,30	25,08				20,38						71,76		
15		7,41	16,72							50,51				74,64		
16			9,75	20,90					42,14					72,79		
30—34	17			6,83						36,85				36,49	80,17	6 241
	18			6,83							43,54	29,43			79,80	
	19		5,38								26,16	49,56			81,10	
	20			8,94	21,59			22,44			22,31				75,28	
	21		6,98					49,24		18,47					74,69	
	22			7,32		19,29						50,63			77,24	
	23			6,70						29,78	43,19				79,67	
	24			6,70						36,93	37,43				81,06	
	25	2,26	7,54						34,62		38,29				82,71	
	26			7,20	16,38					53,02					76,60	

7. táblázat folytatása

A fűrész- rönk átmérője	Vágási alter- natíva	Fűrészáru-kihozatal a feldolgozott rönk %-ában													Fűrészáru összesen	Rendelkezésre álló fűrészrönk (m <sup>3</sup> )		
		Igényelt választékok																
		12	19	25	28	35	38	45	48	58	68	78	88	98				
35—39	27	1,25		7,15										42,59		31,85	82,84	6 100
	28	1,69		7,80										50,13			83,36	
	29	1,83			8,25												80,68	
	30	1,11		7,06					26,39								82,26	
	31	2,54		8,82					37,71					44,21			82,36	
	32	2,50		7,92					32,10					36,38			82,63	
	33	2,54		8,82										38,90			82,46	
	34			18,76										42,91	29,30		79,39	
40—44	35	1,19			7,65									23,93		50,70	83,47	4 038
	36			7,27										34,29		42,69	84,25	
	37	1,32		6,42													83,32	
	38			5,91					19,73								83,00	
	39					9,49			21,54					37,36			80,80	
	40				6,49					41,32							80,36	
45—49	41								34,78					29,12		20,66	84,56	2 000
	42	0,94							13,27					64,37			96,59	
	43	1,55				8,38								24,58		49,66	84,17	
Fogyasztói igény fűrész- áruban (m <sup>3</sup> )		0	0	9625	1960	0	1660	0	11507	1460	520	2500	155	1500	—		44 075	

Az előbbi feltételek melletti egyenlőségek.

$$0,0616 x_4 + 0,0503 x_5 + 0,0616 x_6 + 0,0616 x_8 + 0,0493 x_9 + 0,0226 x_{25} + \\ + 0,0125 x_{27} + 0,0169 x_{23} + 0,0183 x_{29} + 0,0111 x_{30} + 0,0254 x_{31} + 0,0250 x_{32} + \\ + 0,0254 x_{33} + 0,0119 x_{35} + 0,0132 x_{37} + 0,0094 x_{42} + 0,0155 x_{43} \cong 0$$

$$0,1055 x_2 + 0,1896 x_1 + 0,0976 x_7 + 0,0688 x_{10} + 0,0688 x_{13} + 0,0741 x_{15} + \\ + 0,0538 x_{19} + 0,0698 x_{21} + 0,0754 x_{25} \cong 0$$

$$0,2330 x_1 + 0,2258 x_2 + 0,3668 x_3 + 0,1912 x_4 + 0,1860 x_5 + 0,1939 x_6 + \\ + 0,2201 x_7 + 0,2751 x_8 + 0,0906 x_{11} + 0,1010 x_{12} + 0,2090 x_{13} + 0,2634 x_{14} + \\ + 0,1672 x_{15} + 0,0975 x_{16} + 0,0683 x_{17} + 0,0683 x_{18} + 0,0894 x_{20} + 0,0732 x_{22} + \\ + 0,0670 x_{23} + 0,0670 x_{24} + 0,0720 x_{26} + 0,0715 x_{27} + 0,0780 x_{28} + 0,0706 x_{30} + \\ + 0,0882 x_{31} + 0,0792 x_{32} + 0,0882 x_{33} + 0,1876 x_{34} + 0,0727 x_{36} + 0,0642 x_{37} + \\ + 0,0591 x_{38} \cong 9625$$

$$0,4070 x_1 + 0,2508 x_{14} + 0,2090 x_{16} + 0,2159 x_{20} + 0,1638 x_{26} + 0,0825 x_{29} + \\ + 0,0765 x_{35} + 0,0649 x_{40} \cong 1960$$

$$0,3668 x_7 + 0,2268 x_{13} + 0,1929 x_{22} + 0,0949 x_{29} + 0,0838 x_{43} \cong 0$$

$$0,2244 x_{20} + 0,4924 x_{21} \cong 1660$$

$$0,4716 x_6 + 0,4150 x_8 + 0,3198 x_9 + 0,2038 x_{11} + 0,3462 x_{25} + 0,2374 x_{28} + \\ + 0,1973 x_{38} + 0,2154 x_{39} + 0,1327 x_{42} \cong 0$$

$$0,2641 x_4 + 0,5030 x_5 + 0,3612 x_{10} + 0,3779 x_{11} + 0,3779 x_{19} + 0,2174 x_{13} + \\ + 0,4214 x_{16} + 0,1847 x_{21} + 0,2978 x_{23} + 0,3693 x_{24} + 0,5302 x_{26} + 0,2639 x_{29} + \\ + 0,3210 x_{31} + 0,6063 x_{34} + 0,2838 x_{37} + 0,4132 x_{40} + 0,3478 x_{41} \cong 11507$$

$$0,3191 x_3 + 0,2627 x_{12} + 0,5051 x_{15} + 0,3685 x_{17} + 0,2231 x_{20} + 0,4319 x_{23} + \\ + 0,3743 x_{24} + 0,3829 x_{25} + 0,3771 x_{30} + 0,7110 x_{33} + 0,2393 x_{35} + 0,3429 x_{36} + \\ + 0,4977 x_{39} + 0,2912 x_{41} + 0,6437 x_{42} + 0,2458 x_{43} \cong 1460$$

$$0,3563 x_2 + 0,3080 x_{11} + 0,4354 x_{13} + 0,2616 x_{19} + 0,5063 x_{22} + 0,4421 x_{29} + \\ + 0,3638 x_{30} + 0,3890 x_{31} + 0,5736 x_{38} + 0,3255 x_{40} + 0,1801 x_{42} \cong 520$$

$$0,3397 x_{10} + 0,2943 x_{13} + 0,4956 x_{19} + 0,4259 x_{27} + 0,5013 x_{28} + 0,4291 x_{32} + \\ + 0,2066 x_{41} \cong 2500$$

$$0,2930 x_{32} + 0,5070 x_{35} + 0,4269 x_{36} \cong 155$$

$$0,4165 x_9 + 0,3649 x_{17} + 0,3185 x_{27} + 0,4720 x_{37} + 0,4966 x_{43} \cong 1500$$

#### A célkitűzés

$$Z = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{43} \rightarrow \text{minimum}$$

A feladat ugyancsak olyan, nem negatív  $x_1, x_2, \dots, x_{43}$  meghatározása, melyek kielégítik az előbb megadott egyenlőtlenségeket és ugyanakkor  $Z$  eléri a minimális értéket.







Az egyenlőtlenségeket mesterséges változók közbeiktatásával ugyancsak egyenlőségekké alakítjuk át, hogy a feladatot szimplex módszerrel oldhassuk meg.

Az így megszerkesztett modellt, az elektronikus számológép adta eredménnyel a 8. táblázat szemlélteti.

A vágási alternatívák érdekessége, hogy már eleve szerepelnek benne a 12 mm, 19 mm, 35 mm és a 45 mm-es inkurrens szelvényvastagságok, melyeket a modellbe null-volumennel állítottunk be. Megkívántuk továbbá a modelltől, hogy az előírt késztermék-halmazt minimális rönkfelhasználás mellett adja meg.

Az optimális megoldás a következő technológiákat aktiválta:

$x_1$	=	265 m <sup>3</sup>	18—19 cm Ø rönk
$x_3$	=	8 066 m <sup>3</sup>	20—24 cm Ø rönk
$x_{13}$	=	14 721 m <sup>3</sup>	
$x_{14}$	=	6 662 m <sup>3</sup>	
összesen	=	21 383 m <sup>3</sup>	25—29 cm Ø rönk

$x_{19}$	=	3 035 m <sup>3</sup>	
$x_{21}$	=	3 371 m <sup>3</sup>	
$x_{26}$	=	1 106 m <sup>3</sup>	
összesen	=	7 512 m <sup>3</sup>	30—34 cm Ø rönk

$x_{34}$	=	7 344 m <sup>3</sup>	35—39 cm Ø rönk
$x_{36}$	=	363 m <sup>3</sup>	
$x_{37}$	=	4 500 m <sup>3</sup>	

összesen	=	4 863 m <sup>3</sup>	40—44 cm Ø rönk
----------	---	----------------------	-----------------

$x_{41}$	=	2 407 m <sup>3</sup>	45—49 cm Ø rönk feldolgozását a 6. táblázat penge-
----------	---	----------------------	--

beosztása szerint.

Az összes rönkfelhasználás: 53 311 m<sup>3</sup>

#### A készáru termelés

Méret	Terv (m <sup>3</sup> )	Túlteljesítés (m <sup>3</sup> )	Összesen
12 mm	0	59	59
19 mm	0	1512	1 512
25 mm	9 625	—	9 625
28 mm	1 960	—	1 960
35 mm	0	3339	3 339
38 mm	1 660	—	1 660
45 mm	0	1358	1 358
48 mm	11 507	—	11 507
58 mm	1 460	1940	3 400
67 mm	520	274	794
78 mm	2 500	—	2 500
88 mm	155	—	155
98 mm	1 500	624	2 124
Összesen:	30 887	9106	39 993

Az anyagkihasználás: A 121% rönkfeldolgozás melletti tervtúlteljesítés 22,76%. Ebből inkurrens méretből 15,67%. A modellt a 9. táblázatban fejtettük ki.

9. táblázat

A minimális rönkfeldolgozás melletti fűrészáru-kihozatal (m<sup>3</sup>)

Feldolgozási rönk (m <sup>3</sup> )	12	19	25	28	35	38	45	48	58	68	78	88	98	Összes
	mm-ben													
265			61,7	107,8										
8066			2958,6						2573,9					
1467		100,9						529,9			498,3			
14722		1012,3	3076,7		3338,7			3 200,3						
6663			1752,1	1670,8			1357,7							
3035		163,3								793,9	1504,1			
3371		235,3				1659,9		622,6						
1106			79,6	181,2				586,4						
7344			1377,7					4 453,0						
363			26,4						124,5			155,0		
4501	59,4		288,9					1 277,1					2124,0	
2408								837,2	700,9		497,3			
53311														
Össz.	59,4	1512,3	9621,7	1959,8	3338,7	1659,9	1357,7	11 506,5	3399,3	793,9	2499,7	155,0	2124,0	39 987,9
Eredeti terv	0	0	9625,0	1960,0	0	1660,0	0	11 507,0	1460,0	520,0	2500,0	155,0	1500,0	30 887,0
Túlvágás	59,4	1512,3			3338,7		1357,7		1939,3	273,9			624,0	91 00,9
Hiány			3,3	0,2		0,1		0,5			0,3			



### Kiértékelés

Az ipar nem termel 12 mm és 19 mm-es szelvényvastagságot, annak ellenére, hogy ez 2,92%-os többlet-anyagkihasználást jelent 53 311 m<sup>3</sup> rönkfelhasználás esetén. A veszteség 1571 m<sup>3</sup> fűrészáru 2 827 800 Ft értékben. Ha ezenkívül kiiktatjuk a termelésből a 35 mm-es és 45 mm-es szelvényvastagságokat, s helyettük 28 mm-est, illetve 38 mm-es fűrészárut termelünk, az anyagi veszteség 4,67%-ra nő, a következők szerint:

12 mm	59 m <sup>3</sup>
19 mm	1512 m <sup>3</sup>
35 mm helyett 28 mm	679 m <sup>3</sup>
45 mm helyett 38 mm	218 m <sup>3</sup>
Összesen:	2468 m <sup>3</sup>

Értékben: 4 762 400 Ft.

A termelés mennyiségét azonban legtöbb esetben a rönk mennyiségi korlátja szabja meg. Ebben az esetben az optimális programot úgy alakítjuk át, hogy azon vágási alternatívákat csökkentjük, ahol az inkurrencia viszonylagosan a legnagyobb. Az így átalakított vágási programot a 10. táblázatban foglaltuk össze.

75%-os a kihasználás, de a 25 mm, 38 mm és a 48 mm-es választékból az igényeket nem tudjuk kielégíteni. Hogy mégis kielégíthessük, engedményt kell tennünk az anyagkihasználás rovására, a következő módon.

x<sub>13</sub> vágási alternatívából a 35 mm-es pengebeosztást töröljük és helyette 25 mm-es beosztást alkalmazunk.

x<sub>14</sub>-es pengebeosztásból a 45 mm-es méretet kiiktatjuk, s helyette 38 mm-t teszünk.

x<sub>3</sub>-as pengebeosztást bontjuk:

$$x'_3 = 4340 \text{ m}^3 \text{ 1/48, 4/25}$$

$$x''_3 = 2359 \text{ m}^3 \text{ 1/58, 4/25}$$

ugyancsak megbontjuk az x<sub>19</sub>-es pengebeosztást is.

$$x'_{19} = 1987 \text{ m}^3 \text{ 1/68, 2/78, 2/19}$$

$$x''_{19} = 1048 \text{ m}^3 \text{ 2/48, 2/78}$$

Az x<sub>21</sub> pengebeosztás bontása:

$$x'_{21} = 1050 \text{ m}^3 \text{ 1/48, 4/38, 2/19}$$

$$x''_{21} = 1050 \text{ m}^3 \text{ 1/48, 4/48}$$

Végül az x<sub>37</sub>-es pengebeosztás megbontása:

$$x'_{37} = 3178 \text{ m}^3 \text{ 2/48, 2/98, 2/25, 2/12}$$

$$x''_{37} = 498 \text{ m}^3 \text{ 6/48, — 2/25}$$

Az így megváltoztatott vágásterv anyagi eredményét a 11. táblázat szemlélteti.

Az anyagkihasználás: 72,3%.

#### A tervszerűség

	Terv	Tervszerűség	
25 mm	9 625	9 625	
28 mm	1 960	1 941	
38 mm	1 660	1 660	
48 mm	11 507	11 453	
58 mm	1 460	1 460	
68 mm	520	520	
78 mm	2 500	2 416	
88 mm	155	155	
98 mm	1 500	1 500	
	30 887	30 730	99,5%

A minimális rönkfeldolgozás melletti fűrészáru-kihozatal (m<sup>3</sup>)

Feldolgozási rönk (m <sup>3</sup> )	12	19	25	23	35	38	45	48	58	63	73	88	98	Összes
	mm-ben													
221			51,5	89,9										
6699			2457,2						2137,7					
1467		100,9						529,9			498,3			
10646		732,4	2225,0		2414,5			2 314,4						
6663			1752,1	1670,8			1357,7							
3035		163,3								793,9	1504,1			
2100		146,6				1034,0		387,9						
1106			79,6	181,2				586,4						
6100			1144,4					3 698,4						
363			26,4						124,5			155,0		
3675	48,5		235,9					1 042,9					1734,6	
2000								695,6	582,4		413,2			
44075														
Összesen	48,5	1143,2	7972,1	1941,9	2414,5	1034,0	1357,7	9 255,5	2844,6	793,9	2415,6	155,0	1734,6	33 111,1
Eredeti terv	0	0	9625,0	1960,0	0	1660,0	0	11 507,0	1460,0	520,0	2500,0	155,0	1500,0	30 887,0
Túlvágás	48,5	1143,2			2414,5		1357,7		1384,6	273,9			234,6	2 224,1
Hiány			1652,9	18,1		626,0		2 251,5			84,4			

11. táblázat

A minimális rönkfeldolgozás melletti fűrészáru-kihozatal (m<sup>3</sup>)

Feldolgozási rönk (m <sup>3</sup> )	12	19	25	28	35	38	45	48	53	63	78	88	98	Összes
	mm-ben													
221			51,5	89,9										
4340			1591,9					1 143,6						
2 359			857,9						752,8					
1 467		100,9						529,9			498,3			
10 646		732,4	3950,6					2 314,4						
6 663			1752,1	1670,8		1145,0								
1 987		106,9								519,8	984,8			
1 048								326,6			519,4			
1 050		73,3				517,0		193,9						
1 050								703,5						
1 106			79,6	181,2				586,4						
6 100			1144,4					3 698,4						
363			26,4						124,5			155,0		
3 178	41,9		204,0					901,9					1500,0	
497			32,0					358,6						
2 000								695,6	582,4		413,2			
44 075														
Összes	41,9	1013,5	9690,4	1941,9	—	1662,0	—	11 452,8	1459,7	519,8	2415,7	155,0	1500,0	31 852,7
Eredeti terv	0	0	9625,0	1960,0	0	1660,0	0	11 507,0	1460,0	520,0	2500,0	155,0	1500,0	30 887,0
Túlvágás	41,9	1013,5	65,4	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	965,7
Hiány	—	—	—	18,1	—	—	—	54,2	0,3	0,2	84,3	—	—	—

Ha a 31 852,7 m<sup>3</sup> áruteljesítményből levonjuk az inkurenciát, azaz a 41,9 m<sup>3</sup> 12 mm-es és az 1 013,5 m<sup>3</sup> 19 mm-es fűrészárut, a kihasználási százalék 69,9%-ra csökken. De így is a 25-ös vágási alternatívából választott programmal szemben a 43 vágási alternatívából választott program anyagi eredménye 2,9%-kal (az első esetben a kihasználás 67, a második esetben 69,9%) több, még az inkurrens méretek leszámítása után is.

Az első esetben a tervezett 30 887 m<sup>3</sup> fűrészárúval szemben a termelt fűrészáru 29 620,6 m<sup>3</sup>, a második esetben 31 852,7 m<sup>3</sup>. A többletkihasználás: 2232,1 m<sup>3</sup>. Ebből inkurencia:

12 mm 41,9 m<sup>3</sup>  
19 mm 1013,5 m<sup>3</sup> .... 1055,4 m<sup>3</sup>

Tervleamaradás:

28 mm 18,1 m<sup>3</sup>  
48 mm 54,2 m<sup>3</sup>  
58 mm 0,3 m<sup>3</sup>  
68 mm 0,2 m<sup>3</sup>  
78 mm 84,3 m<sup>3</sup> .... 157,1 m<sup>3</sup>

Tervtúlteljesítés:

25 mm 65,4 m<sup>3</sup>  
30 mm 2,0 m<sup>3</sup> .... 67,4 m<sup>3</sup>

A tervvel szembeni hiány a 25-ös vágási alternatíva alapján,	1266,4 m <sup>3</sup>
Többlet a 43-as vágási alternatíva szerint	965,4 m <sup>3</sup>
különbszet:	<hr/> 2232,1 m <sup>3</sup>

### 3. A MÓDSZER BEMUTATÁSA,

#### HA AZ INKURRENS MÉRETEKET MÁR ELEVE KIKTATJUK

Annak érdekében, hogy a módszert jobban megismerjük, ugyanezt a példát az elektronikus számológépen lefuttattuk úgy, hogy a pengebeosztást a 43 vágási alternatíva közül úgy választottuk ki, hogy abban csakis a diszponált vastagságok szerepeljenek. Így a 12. táblázatban közölt vágási alternatívákkal folytathatjuk le a termelést.

A kívánt választékhozamot, a rendelkezésre álló nyersanyagot és a termelhető fűrészárut a 13. táblázat adja.

Az egyenlőtlenségek pedig:

$$0,2330 x_1 + 0,3668 x_2 + 0,0906 x_3 + 0,1010 x_4 + 0,0975 x_5 + 0,0683 x_6 + \\ + 0,0683 x_7 + 0,0894 x_8 + 0,0670 x_9 + 0,0670 x_{10} + 0,0720 x_{11} + 0,1876 x_{12} + \\ + 0,0727 x_{13} \cong 9625$$

$$0,4070 x_1 + 0,2090 x_5 + 0,2159 x_8 + 0,1638 x_{11} + 0,0649 x_{14} + \cong 1960$$

$$0,2244 x_8 \cong 1660$$

$$0,3779 x_3 + 0,3779 x_4 + 0,4214 x_5 + 0,2978 x_9 + 0,3693 x_{10} + 0,5302 x_{11} + \\ + 0,6063 x_{12} + 0,4132 x_{14} + 0,3478 x_{15} \cong 11\,507$$

$$0,3191 x_2 + 0,2627 x_4 + 0,3685 x_6 + 0,2231 x_8 + 0,4319 x_9 + 0,3743 x_{10} + \\ + 0,3429 x_{13} + 0,2912 x_{15} \cong 1460$$

12. táblázat

Fűrészrönk átmérő cm	Vágási alternatíva	Fűrészpenge-beosztás				ΣV mm-ben
18—19	1	3/28	2/25			146,45
20—24	2	1/58	4/25			180,40
25—29	3	1/68	2/48	2/25		238,60
	4	1/58	2/48	2/25		230,20
	5	2/48	2/28	2/25		234,20
30—34	6	1/98	2/58	2/25		290,60
	7	1/78	2/68	2/25		290,60
	8	1/58	2/28	2/38	2/25	282,00
	9	2/58	2/48	2/25		292,40
	10	2/48	2/58	2/25		292,40
	11	1/48	2/48	2/28	2/25	288,20
35—39	12	4/48	4/25			331,6
40—44	13	2/58	2/88	2/25		293,6
	14	3/48	2/68	2/28		377,6
45—49	15	1/78	2/58	2/48		425,2

$$0,3080 x_3 + 0,4354 x_7 + 0,3255 x_{11} \cong 520$$

$$0,2943 x_7 + 0,2066 x_{15} \cong 2500$$

$$0,4269 x_{13} \cong 155$$

$$0,3649 x_6 \cong 1500$$

A fenti feltételek mellett felállított modellt a 14. táblázatban rögzítettük, az elektronikus számológép adta eredménnyel együtt.

#### A célfüggvény

$$Z = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{15} \rightarrow \text{min. volt.}$$

A feladat ugyancsak olyan nem negatív  $x_1, x_2, \dots, x_{15}$  meghatározása, melyek az előbb megadott egyenlőtlenségeket elégíti ki és ugyanakkor Z eléri a minimális értéket.

#### Kiértékelés

Az elektronikus számológép adta optimális megoldás a következő vágási alternatívákat választotta ki.

$$x_1 = 575,7 \text{ m}^3 \quad 18\text{—}19 \text{ cm } \varnothing \text{ rönk}$$

$$x_2 = 17\,532,6 \text{ m}^3 \quad 20\text{—}24 \text{ cm } \varnothing \text{ rönk}$$

$$x_3 = 49\,667,1 \text{ m}^3 \quad 25\text{—}29 \text{ cm } \varnothing \text{ rönk}$$

$$x_6 = 4\,110,7 \text{ m}^3$$

$$x_7 = 4\,820,7 \text{ m}^3$$

$$x_8 = 7\,397,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Ö.} = 16\,328,9 \text{ m}^3 \quad 30\text{—}40 \text{ cm } \varnothing \text{ rönk}$$

A minimális rönkfeldolgozás melletti fűrészáru-kihozatal (m<sup>3</sup>)

A fűrészrönk átmérője	Vágási alter- natíva	Fűrészáru-kihozatal a feldolgozott rönk %-ában									Fűrészáru összesen	A rendel- kezésre álló fűrész- rönk (m <sup>3</sup> )
		25	28	38	48	58	68	78	88	98		
18—19	1	23,30	40,70								64,00	221
20—24	2	36,68				31,91					68,59	6 699
25—29	3	9,06			37,79		30,80				77,65	18 776
	4	10,10			37,79	36,27					74,16	
	5	9,75	20,90		42,14						72,79	
30—34	6	6,83				36,85				36,49	80,17	6 241
	7	6,83					43,54	29,43			79,80	
	8	8,94	21,59	22,44		22,31					75,28	
	9	6,70			29,78	43,19					79,67	
	10	6,70			36,93	37,43					81,06	
	11	7,20	16,39		53,02						76,60	
35—39	12	18,76			60,63						79,39	6 100
40—44	13	7,27				34,29			42,69		84,25	4 038
	14		6,49		41,32		32,55				80,36	
45—49	15				34,78	29,12		20,66			84,56	2 000
Fogyasztási igény fű- részáru- ban (m <sup>3</sup> )		9625	1960	1660	11 507	1460	520	2500	155	1500		44 075

Az 3. sz. vágási program modellje

Feltételek	változók												segéd-változók											Kapacitás		
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>	x <sub>9</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	v <sub>7</sub>	v <sub>8</sub>	v <sub>9</sub>	v <sub>10</sub>	v <sub>11</sub>	v <sub>12</sub>	v <sub>13</sub>	v <sub>14</sub>		v <sub>15</sub>	
u <sub>1</sub>	-1														0,11											= 0
u <sub>2</sub>		-1													3,35											= 0
u <sub>3</sub>			-1	-1	-1										9,49											= 0
u <sub>4</sub>						-1	-1	-1	-1	-1	-1				3,12											= 0
u <sub>5</sub>												-1			3,05											= 0
u <sub>6</sub>													-1	-1	2,02											= 0
u <sub>7</sub>	0,2330	0,3668	0,0906	0,1010	0,0975	0,0683	0,0683	0,0894	0,0670	0,0670	0,0720	0,1876	0,0727			-1										9 625
u <sub>8</sub>	0,4070				0,2090			0,2159						0,0649			-1									1 960
u <sub>9</sub>								0,2244										-1								1 660
u <sub>10</sub>			0,3779	0,3779	0,4214				0,2978	0,3693	0,5302	0,6063		0,4132	0,3478				-1							11 507
u <sub>11</sub>		0,3191		0,2627		0,3685		0,2231	0,4319	0,3743			0,3429		0,2912					-1						1 460
u <sub>12</sub>			0,3080					0,4354						0,3255							-1					520
u <sub>13</sub>								0,2943							0,2066							-1				2 500
u <sub>14</sub>													0,4269										-1			155
u <sub>15</sub>						0,3649																		-1		1 500
Cél „Z”	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Megoldás	575,7	17 532,6	49 667,1			4110,7	4820,7	7397,5				15 962,6	363,1	10 208,8	5233,6	5732,3	534,0		22 978,9	8948,4	20 199,4					115 872,5 m <sup>3</sup>

$$x_{12} = 15\,962,6 \text{ m}^3 \quad 35\text{--}39 \text{ cm } \varnothing \text{ rönk}$$

$$x_{13} = 963,1 \text{ m}^3$$

$$x_{14} = 10\,208,8 \text{ m}_3$$

$$\text{Ö.} = 11\,171,9 \text{ m}_3 \quad 40\text{--}44 \text{ cm } \varnothing \text{ rönk}$$

$$x_{15} = 5\,233,6 \text{ m}^3 \quad 45\text{--}49 \text{ cm } \varnothing \text{ rönk}$$

Az összes rönkfelhasználás: 115 872 m<sup>3</sup>.

A kihozott készáru mennyiségére a 15. táblázat ad felvilágosítást, melyet úgy kaptunk, hogy a választott vágási alternatívák kihozatali százalékeit besoroztuk a számológép adta rönkmennyiségekkel, vastagsági kategóriák szerint. Az anyagkihasználás 77,05%. A szármítás azt igazolta, hogy 44 075 m<sup>3</sup> rönkkel szemben 115 872 m<sup>3</sup> rönköt kell feldolgozni, hogy viszonylag a maximális anyagkihasználást érjük el, s amellet a kért vastagságú szelvényárut, vastagságonként teljes volumenben teljesítjük. A túlvágás rönkben 71 797 m<sup>3</sup>, fűrészáruban 58 392,8 m<sup>3</sup>.

Ez természetesen az ipari gyakorlat részére elfogadhatatlan, s ezért az elektronikus számológép által választott vágási alternatívákat az egyes rönkvastagságok vonatkozásában a rendelkezésre álló rönkmennyiségekre redukáltuk, s így számítottuk ki a pengebeosztások anyagi eredményét. Ebben az esetben is az anyagkihasználás 77,07%, de a kihozott áru választéki megoszlása teljesen eltér a kívánt méretektől, amit a 16. táblázatban mutatunk be. Ezen a programon, hogy megközelítse a kért választéki igényeket, a következő javításokat kell eszközölni az anyagkihozatal rovására.

A pengebeosztások megosztása, változása:

Vágási alternatíva	Mennyiség	Pengebeosztások
I		
x <sub>3</sub>	4165 m <sup>3</sup>	1/48, 2/25, 2/38
II		
x <sub>3</sub>	4894 m <sup>3</sup>	3/48, 2/28
III		
x <sub>3</sub>	2226 m <sup>3</sup>	1/98, 2/48
IV		
x <sub>3</sub>	4550 m <sup>3</sup>	1/78, 2/48
V		
x <sub>3</sub>	2941 m <sup>3</sup>	8/25
x <sub>2</sub>	6699 m <sup>3</sup>	6/25
I		
x <sub>6</sub>	295 m <sup>3</sup>	1/98, 2/58, 2/25
II		
x <sub>6</sub>	1275 m <sup>3</sup>	1/98, 4/25
x <sub>14</sub>	3638 m <sup>3</sup>	3/48, 4/25, 2/28
I		
x <sub>7</sub>	1196 m <sup>3</sup>	1/78, 2/68, 2/25
II		
x <sub>7</sub>	636 m <sup>3</sup>	1/78, 3/48

A javított programot a 17. táblázat szemlélteti.

Az anyagkihasználás: 70,1%.

Az anyagi veszteség az optimális programhoz viszonyítva:

$$33\,968,4 \text{ m}^3$$

$$\text{---} 30\,899,4 \text{ m}^3$$

$$3\,069,0 \text{ m}^3, \text{ értékben } 5\,524\,200 \text{ Ft.}$$





16. táblázat

A minimális rönkfeldolgozás melletti fűrészáru-kihozatal (m<sup>3</sup>)

Feldolgozási rönk (m <sup>3</sup> )	25	28	38	48	58	68	78	88	98	Összesen
	mm-ben									
221	51,5	89,9			2137,7					
6 699	2457,2									
18 776	1701,1			7 095,5		5783,0				
1 570	107,2				578,5				572,9	
1 840	125,7					801,1	541,5			
2 831	253,1	611,2	635,3		631,6					
6 100	1144,4			3 698,4						
400	29,1				137,2			170,8		
3 638		236,1		1 503,2		1184,2				
2 000				695,6	582,4		413,2			
44 075										
Összesen	5869,3	937,2	635,3	12 992,7	4067,4	7768,3	954,7	170,8	572,9	33 968,6
Eredeti terv	9625,0	1960,0	1660,0	11 507,0	1460,0	520,0	2500,0	155,0	1500,0	30 887,0
Túlvágás				1 485,7	2607,4	7248,3		15,8		3 081,6
Hiány	3755,7	1022,8	1024,7				1545,3		927,1	

## A minimális rönkfeldolgozás melletti fűrészáru-kihozatal

Feldolgozási rönk (m <sup>3</sup> )	25	28	38	48	58	68	78	88	98	Összesen
	mm-ben									
221	51,5	89,9								
6 699	4107,2									
4 165	870,6		1024,7	905,6						
4 894		1022,8		2 239,3					927,1	
2 226				578,0						
4 550				1 543,5			1545,3			
2 941	1970,5				108,7				107,8	
295	20,1								465,1	
1 275	410,2									
1 195	78,4					520,0	351,5			
636				245,8						
2 831	253,1	611,2	635,3		631,6		90,0			
6 100	1144,4			3 698,4						
400	29,1				137,2			170,8		
3 638	784,2	236,1		1 503,2						
2 000				695,6	582,4		413,2			
44 075										
Összesen	9719,3	1960,0	1660,0	11 409,4	1459,9	520,0	2500,0	170,8	1500,0	30 899,4
Eredeti terv	9625,0	1960,0	1660,0	11 507,0	1460,0	520,0	2500,0	155,0	1500,0	30 887,0
Túlvágás	94,3							15,8		12,4
Hiány				97,6	0,1					

## Összefoglaló

Az előző fejezetek számításai bizonyosságot tettek arról, hogy a fűrésziparban a termelés tudományos irányítása, a lineáris programozásnak módszere módot nyújt arra, hogy elektronikus számológép igénybevételével biztonsággal választhassuk ki azokat a fűrészpenge-beosztásokat, amelyek mellett folytatott termelés a választékigények teljes kielégítése mellett a leggazdaságosabb.

Bebizonyítottuk, hogy a maximálisan lehetséges anyagkihasználást akkor közelíthetjük meg, ha a termelő szervezet szerződési kötelezettsége aránylagosan minél több vastagsági választék termelésére ad lehetőséget. Így bizonyítást nyert az is, hogy az 1964-ben a tölgy fűrészáru vastagsági választékában megmutatkozó igény nem tette lehetővé, hogy a vállalatok a maximális kihasználás elve betartásával termeljenek. Az igényeknek megfelelő termelés csakis az anyagkihasználás rovására történhetett. Továbbá csökkenti a fűrészipar kihasználását a szélső 12 mm és a 19 mm-es és a közbelső 35 mm-es és a 45 mm-es választék mellőzése.

Ilyen körülmények között a termelésnek lineáris programozása lehetőséget ad arra,

- a) adott feltételek mellett legyen a termelés optimális;
- b) milyen anyagi veszteséggel kell számolni, ha a termelést tervszerűen, az igényeknek megfelelően folytatjuk le.

A fűrészáru lineáris programozása gyakorlati alkalmazásbavételének módja:

1. Összegyűjtjük a lehetséges vágási kombinációkat.
2. A vágási kombinációk alapján táblázatba foglaljuk az 1 m<sup>3</sup> rönkre vonatkozó anyagi eredményt (kihozatalt) százalékban kifejezve.

3. A kidolgozott vágási alternatívák szerint egyenlőtlenség formájában felírjuk azokat a korlátozásokat, melyek az egyes, gyakorlatilag számba vehető vágási alternatívákkal termelt fűrészáru-választékok mennyiségét fejezik ki úgy, hogy azok megegyezzenek az illető választékból diszponált mennyiséggel.

4. Az egyenlőtlenségek által meghatározott feltételek és változók alapján megszerkesztjük a modellt.

5. A modellt betápláljuk az elektronikus számológépbe, mely feleletet ad:

a) melyek azok a vágási kombinációk (pengebeosztások), amelyek mellett a diszponált fűrészáru mennyiség a kért vastagsági megoszlás szerint a minimális rönkmennyiség feldolgozásával termelhető le.

b) Az egyes rönkvastagságokból mennyi az a mennyiség, melynek a gép által megadott pengebeosztás melletti feldolgozása biztosítja a fűrészárúnak a diszpozíció szerinti vastagságban való letermelését.

c) Mennyi a keletkező inkurrencia, melynek értékesítéséről, vagy a programnak az anyagkihasználás rovására történő megváltoztatásáról gondoskodni kell.

6. A termelést levezető üzemvezetőnek feladata csupán ügyelni arra, hogy az egyes vágási alternatívák szerint a program által megadott rönkmennyiséget feldolgozza. A programnak illetéknéppen végrehajtása biztosítja a fűrészárúnak a kért vastagságban való letermelését.

Itt azonban meg kell jegyezni, hogy a termelésnek a lineáris programozás módszerével való vitelével szemben felmerülhet az az észrevétel, hogy a termelés során bizonyos speciális igényeket is ki kell elégíteni. Pl.: a fűrészáru zártbelű, bélátvágásos, hűrmetszésű legyen. Természetesen ilyen feltételek teljesítése elől kitérni nem lehet, de nem is szükséges, mert a feltételeket be is lehet építeni a modellba s olyan programot lefuttatni, mely az adott feltételek mellett lesz optimális. De eljárhatunk úgy is, hogy speciális igények nélkül programozunk s az egyedi igényeket, mely a tervfeladatnak csak csekély része, programon kívül elégtűjük ki.

7. A termelés lineáris programozásának módszere alkalmas arra, hogy országos viszonylatban is elkészítsük negyedévenként a vágástervet, mely viszonylag minimális rönkfelhasználás mellett biztosítja országos szinten a választékigények kielégítését. Ez annál is inkább szükséges, mert megkapjuk, hogy adott fűrészáru-fajtából milyen inkurrenciával kell számolnunk, mely az optimális szükséges készlet felett fog jelentkezni, s forgóeszközt lekötöni.

## Irodalom

1. *Krekó B.*: Lineáris programozás. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Bpest, 1962.
2. *Melichar, J.*: A lineáris programozás útján történő termelésirányítás néhány tapasztalata a csehszlovák fűrésziparban.
3. A fűrészipar közgazdasági vonatkozásai és termelékenysége tárgyában tartott szimpóziumon elhangzott tanulmányok. FAO kiadvány II. kötet 340—380 oldal. Genf, 1965. június.
4. Reports presented at the symposium on the economic aspects of, and productivity in the sawmilling industry Volume II. 340—380 page. Geneva, June, 1965. FAO.

## ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОПИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д-Р К. САБО

Зав. научным отделом

Наши лесопильные предприятия в интересах максимального использования кряжей, часто отклонялись от размеров толщины, указанных по квартальным диспозициям пиломатериала и ввиду этого образовались излишние неликвиды, которые связали значительные оборотные средства.

Нами было намечено задачей точным способом проследить за выполнением основных требований производства лесопильных предприятий или же максимальное удовлетворение потребностей потребителей при минимальном расходе кряжей.

Далее задачей было сокращение до минимума валового объема ненужного ассортимента пиломатериала. Нами была построена такая модель, которая в виде оптимума руководства производственным процессом выполняет вышеуказанные условия.

### *Метод построения модели*

по каждой сортовой толщине кряжей нами были выбраны четыре варианта распиловки. Распределение пил нами было занесено в таблицу и были рассчитаны материальные результаты отдельных вариантов распиловки, а затем в форме неравенства были записаны те ограничения, которые выражают количество ассортимента пиломатериалов, вырабатываемого в вариантах распиловки, принимаемых в учет практически, с учетом специфических потребностей потребителей. Нами был найден тот вариант, при котором расход при соблюдении пропорции распиловочного кряжа определенной толщины будет минимальным, к выработке определенного ассортимента пиломатериала и в то же время выработка пиломатериала будет осуществлена в желаемом ассортименте.

Целевая зависимость:  $z = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_4$  мин. где:

$x_1, x_2, \dots, x_4$  = варианты (альтернативы) распиловки.

## THE LINEAR PROGRAMMING OF PRODUCTION IN THE SAWMILL

DR. K. SZABÓ

chief of section

Our sawmills departed often from the thicknesses given in the quarterly timber disposition with a view to the maximum log utilization and therefore a superfluous non marketable store rose that bound down a considerable circulating fund.

We have set ourselves as task to trace in exact manner the accomplishment of the

basic production requirements in sawmill that is the maximum satisfaction of the user demands beside minimum log utilization.

Moreover the decreasing to minimum of the non claimed timber assortment volumen. We have constructed a model that as the optimum of production leading satisfies the foregoing conditions.

*The method of the model arrangement*

We have chosen for each classified log thickness 4 cutting alternatives. The saw blade pitches had been incorporated in tables and we have calculated the material result of the individual cutting combinations then in form of an inequality we have stated the restrictions which denote the quantity of timberassortments produced by the individual practically considerable cutting alternatives taking into consideration the specified claims of the consumers. We have found the solution in which the use will be minimum for the production of wanted timber assortments if we observe the saw log rates with given thickness and at the same time the timber production takes places in the wanted assortment.

Destination function:

$$z = x_1 + x_2 + x_3 + \dots \dots \dots x_4 \text{ min.}$$

where:

$$x_1 + x_2 \dots \dots \dots x_4 = \text{the cutting alternatives.}$$

## DIE LINEARE PROGRAMMIERUNG DER PRODUKTION IN DER SÄGEINDUSTRIE

DR. K. SZABÓ

wissenschaftlicher Abteilungsleiter

Unsere Sägebetriebe wichen sich oft von den Dickenmassvorschriften ab, die sich in den Quartaldispositionen für Schnittholzmaterial befanden um eine maximale Stammholzausnützung zu erreichen. Solcher Weise bildete sich eine ganz überschüssige Inkurrenz, die ein bedeutendes Umlaufsmittel abbänd.

Wir haben uns als Ziel aus gesetzt, das wir die Erfüllung der grundlegenden Forderungen der sägeindustriellen Produktion egzakterweise folgen werden, dass heisst die maximale Befriedigung der Ansprüche der Benützer bei dem minimalen Stammholzverbrauch.

Weiterhin die Verminderung auf Minimum des nicht gesüchten Schnittholzsortimentes. Wier haben solches Modell festgestellt das als Optimum der Leitung des Produktionsprozesses die obigen Bedingungen vollmässig erfüllt.

*Die Methode der Aufstellung des Modells*

Wir wählten für alle klassifizierte Stammholzdicke vier Schnittholzalternativen. Die Teiungen der Sägeschneide versammelten wir in die Tafeln. Wir haben das materielle Ergebnis der einzelnen Schnittholzkombinationen ausgearbeitet. Dann haben wir in der Form einer Ungleichung die Beschränkungen aufgeschrieben, die die einzelnen Mengen der Schnittholzsortimente ausdrücken, die durch die praktisch in die Rechnung kommanden Schnittalalternativen hergestellt wurden, immer beachtend die spezifischen Ansprüche der Verbraucher. Wir haben solche Lösung gefunden, mit derer Hilfe der Stammholzverbrauch auf Minimum senk, behaltend die gegebenen Segestammholz—Dickenmassverhältnisse und in derselben Periode stattfindet die Schnittholzherstellung in den gewünschten Sortimenten.

Die Zielfunktion:  $z = x_1 + x_2 + x_3 + \dots \dots \dots x_4 \text{ min.}$

wo

$x_1, x_2 \dots \dots \dots x_4 = \text{die Schnittalalternativen.}$

# A FORGÁCSLAP FELÜLETNEMESÍTÉS GAZDASÁGOSSÁGA

(Témaszám: C/25)

DR. TUSA GÁBOR

okl. közgazdász, tudományos munkatárs

A faforgácslap és a pozdorja bútortlap (a továbbiakban forgácslap) felületnemesítési alternatíváinak gazdaságossági elemzéséhez elengedhetetlenül szükség van az egyes felületnemesítő eljárások:

— önköltségének, ezen belül deviza-igényességének (1.),

— beruházási költség szükségletének, ezen belül beruházási deviza-igényének, valamint termelékenységének (2.) a vizsgálatára.

Itt mindjárt le kell rögzítsük azonban azt, hogy az egyes felületnemesítési alternatívák említett mélységű — de elszigetelt — elemzése útján nyert adatokra támaszkodva, még mindig nem rendelkezünk a mérlegeléshez nélkülözhetetlenül szükséges tájékozottsággal. Az egyes alternatívák gazdaságosságának elbírálásához az szükséges még, hogy a felületnemesítés ráfordításainak figyelembevételén kívül a különböző eljárásoknak

— az alapanyaggyártás —, valamint,

— a továbbfeldolgozás ráfordítás-szükségletére gyakorolt kihatásait is felmérve, valamennyi termelési fokozat ráfordításait komplexen értékeljük: a tervgazdálkodás keretei között ugyanis az „optimalizálás” csak népgazdasági szinten értelmezhető (4.).

A vázolt célkitűzés a továbbiakban szükségszerűen involválja annak a meghatározását is, hogy helyileg hol és a gyártás technológiai sorrendjében mikor kell, illetőleg lehet az egyes felületnemesítési eljárásokkal a felületkikészítést optimális gazdaságossággal elvégezni.

— Konkrétan fel kell tenni tehát valamennyi alternatíva vonatkozásában azt a kérdést is, milyen anyag-, munkaerő-, technológiai terület-, átfutási idő-, forgóeszköz lekötés stb. ráfordítás szükségletet igényel — valamennyi termelési fokozatot összefüggésben értékelve — a felületnemesítésnek az alaplapgyártó üzemben, külön felületnemesítő üzemben, illetőleg a továbbfeldolgozó üzemben történő kivitelezése és

— fel kell mérni — ezzel összefüggésben — azt is, milyen ráfordítás-szükséglettel lehet az alaplapgyártó, illetőleg a felületnemesítő üzemben egész lapban, méretre gyártott állapotban, illetőleg a továbbfeldolgozó üzemben egész lapban, vagy — a technológiai folyamatba beállítva — a már leszabott bútoralakatrészt felületkezeltetni.

Ezt követően, minthogy a felületnemesítés fejlesztési irányát alapvetően determinálja az a körülmény, hogy — a várható szükséglethez viszonyítva — a furnér rönkellátásának nemcsak a hazai, de az európai körzeten kívüli forrásai is erőteljesen szűkülnek, a felületnemesítés fejlesztési koncepciójának kialakításához elengedhetetlenül szükséges még annak a felmérése, hogy

— az egyes eljárások segítségével a differenciált felhasználói szükségletek mekkora hányadát tudjuk kielégíteni, de előfeltétel annak a számbavétele is, hogy — mennyi, az egyes felületkezelési eljárások műszaki-minőségi igényét kielégítő, jelenleg rendelkezésre álló (illetőleg a felületnemesítő berendezések belépésekor várható) forgácslap volumene (3).

A fent érintett valamennyi tényező részletes elemzését, illetőleg számszerűsítését e tanulmány keretei nem teszik lehetővé, azok felsorolásától — az összefüggések leg-  
alább vázlatos rögzítése érdekében — mégsem tekinthetünk el.

## 1. AZ EGYES FELÜLETNEMESÍTŐ ELJÁRÁSOK KÖZVETLEN RÁFORDÍTÁS-IGÉNYE

A következőkben — az egyes felületnemesítő eljárások teljes önköltségének elemzése helyett — mindenképp közvetlen ráfordítás-szükségletüket ismertetjük.

**1.1** A természetes, illetőleg műfurnérral, valamint a poliészter-, illetőleg nitro-  
lakkal történő felületnemesítés közvetlen ráfordítás-szükségletét az 1., a számítások  
kalkulációs alapjait a 2. táblázat tartalmazza.

Az 1. táblázat 111—112. pontja alatti változatokat hatályban levő üzemi műve-  
lettervek alapján, míg a 113. alatti változatot a Faipari Minőségellenőrző Intézet,  
a Faipari Gyártástervező és Szerkesztő Iroda, valamint a Faipari Kutató Intézet  
1965. év folyamán végzett kísérletei figyelembevételével számítottuk ki. Mindhárom  
változat hagyományos ragasztási- és felületkezelési technológiára vonatkozik.

**1.2** A beégetett zománclakkal (szórásos eljárással) történő felületnemesítés köz-  
vetlen ráfordítás-szükségletét a 3., a számítások kalkulációs alapjait a 4. táblázat  
tartalmazza.

A beégetett zománclakkos eljárás vizsgálatát nemcsak fólia, hanem kenőmassza  
alapon is elvégeztük.

A szakértők jelentős hányadának véleménye szerint, a technika mai állása, a nagy  
porozitású forgácslapok vonatkozásában, nem teszi lehetővé a beégetett lakkal tör-  
ténő felületkezelést, csak nemes gyanták felhasználása esetében és a fejlesztés pers-  
pektivikusan megoldandó feladatának tekintik a — lehetőség szerint kész méretű  
— hordozólapok égetett lakkal történő felületnemesítésének kivitelezését az alaplap  
gyártó üzemben. Szerintük, addig míg ez a kutató, fejlesztő munka lezárva nincs,  
a spatulyázó és alapozó munka megtakarítása, illetőleg helyettesítése céljából  $\pm 0,2$   
mm mérettűrésű, csiszolásra alkalmas alapfóliával burkolt forgácslap-választékra  
van szükség. Ez indokolja a fólia alapon történő számítás elvégzését.

A rendelkezésre álló adatok szerint azonban — amint ezt a 14. alatt vázoljuk  
— a „Maserdruck” eljárással történő felületnemesítés zárt pórusos módozata is  
műszakilag teljesen megoldott kérdés. Minthogy pedig ennél a megoldásnál a — fur-  
nérborítás nélküli — forgácslapra lényegében ugyanolyan mennyiségű és minőségű  
felületnemesítő anyagot hordanak fel, mint a beégetett zománclakkos eljárás eseté-  
ben és a — nyomtatás kivételével (ami véleményünk szerint a „Maserdruck” zárt  
pórusos eljárásnak a hordozó lappal szemben támasztott igényét még csak növeli) —  
a technológiai folyamattal járó behatások is azonosak, indokoltnak látszik a beégetett  
zománclakkos eljárás kenőmassza alapon történő kivitelezését műszakilag megoldha-  
tónak és így gazdaságosság vonatkozásában is értékelhetőnek tartani.



## 1. táblázat

A faforgácslap (pozdorjalap) természetes, ill. műfurnérral,  
valamint polieszter, ill. nitrolakkal (öntéssel) történő nemesítésének  
közvetlen ráfordítás-igénye (Ft/m<sup>2</sup>)

Sor- szám	Technológiai módozat és kivétel	Természetes színfurnér borítás		Természetes vakfurnér + szín- furnér borítás		Kétrétegű műfurnér borítás	
		kívül magasfényű, belül dörzsölt					
		111		112		113	
		külső	belső	külső	belső	külső	belső
o l d a l							
1.	<i>Közvetlen anyagköltség:</i>						
11.	Mahagóni keskenyesíkos	27,00		27,00			
12.	Makóre színfurnér		18,60		18,60		
13.	Okumé vakfurnér			12,75	12,75		
14.	Műfurnér (alátétpapír)					10,35	10,35
15.	Műfurnér					29,70	29,70
16.	Polieszterlakk	38,40		38,40		38,40	
17.	Nitrolakk		6,80		6,80		6,80
18.	Festékanyag					2,00	2,00
19.	Ragasztóanyag	0,77	0,77	1,90	1,89	3,80	3,80
20.	Közvetlen anyagköltség:	66,17	26,17	80,05	40,04	84,25	52,65
	Külső és belső oldal együtt:		92,34		120,09		136,90
2.	<i>Közvetlen munkaráfordítás:</i>						
21.	Műveleti idő, percben	36,89		55,27		14,72	
22.	Közvetlen munkabér		4,43		6,32		2,06
23.	Közteher + illetm. adó (25%)		1,11		1,46		0,52
24.	Közvetlen bérjellegű ktsg		5,54		7,78		2,58
3.	Közvetlen költség összesen:		97,88		127,87		139,48

**1.3** A papírvázás műanyagréteggel történő felületnemesítés közvetlen ráfordítás-igényét az 5., a számítások kalkulációs alapjait a 6. táblázat tartalmazza.

Az a körülmény, hogy a forgácslapok használati értéke a dekoratív sajtolt réteget anyagokkal történő felületnemesítéssel jelentősen emelkedik, és az ilyen módon előállított lapok felületi minőségét sem lakkozással, sem „Maserdruck” eljárással nem lehet elérni, másrészt mert a forgácslap elhúzóását — a mai ismereteink mellett — más módon elkerülni nem lehet, műszakilag és a gazdaságosság vonatkozásában is indokolja azt, hogy — valamennyi változat kiszámításánál — mindkét oldali műanyagréteg teljesen szimmetrikus felépítésének ráfordítás-igényét számszerűsítettük. A kutatás perspektivikus feladatát kell képeznie annak a meghatározásnak, hogy a belső felület rétegszáma csökkentésének, a kétoldali műanyagréteg aszimmetrikus felépítésének — az elhúzóásmentesség biztosítása mellett — mi az optimális megoldása.

A papírvázás műanyagréteggel történő felületnemesítés, a „laminálás”, közvet-

**KALKULÁCIÓS ALAPOK**  
**a faforgácslap (pozdorjalap) természetes, ill. műfurnérral**  
**valamint poliészter, ill. nitrolakkal (öntéssel) történő nemesítése**  
**közvetlen anyagköltségének kiszámításához**  
**(mindkét oldal anyagszükségletét figyelembe véve)**

Sor- szám	Felhasznált anyag		
	megnevezése	fajlagos felvitel	egységár
11.	Mahagóni keskenycsíkos furnér 0,6 mm I. o. 170 cm-től	1,5 m <sup>2</sup>	18,00 Ft/m <sup>2</sup>
12.	Makóré, tükrös 0,6 mm I. o. 170 cm-től	1,5 m <sup>2</sup>	12,40 Ft/m <sup>2</sup>
13.	Okumé 1,0 mm I. o. 170 cm-től	3,0 m <sup>2</sup>	8,50 Ft/m <sup>2</sup>
14.	Műfurnér alátétpapír	2,2 m <sup>2</sup>	9,40 Ft/m <sup>2</sup>
15.	Famintás műfurnér	2,2 m <sup>2</sup>	27,10 Ft/m <sup>2</sup>
16.	Poliészterlakk	500 g	42,00 Ft/kg
17.	Nitrolakk	175 g	35,00 Ft/kg

Megjegyzés: A mahagóni és makoré furnér ára a jelenlegi tényleges import árak, az okumé furnér ára az importált rönk tényleges ára és a belföldi termelés ráfordításai figyelembevételével került kialakításra.

len anyagköltségei között a polírlap-felhasználás jelentős hányadot képvisel. Ezért a 7. táblázatban ennek teljes mélységű kalkulációját ismertetjük.

**1.4** A „Maserdruck” eljárással történő felületnemesítés közvetlen ráfordítás-igényét a 8., a számítások kalkulációs alapjait a 9. táblázat tartalmazza.

Mint hogy a felületnemesítés fejlesztési folyamatának egyik elsődleges hazai célkitűzése — amint ezt már érintettük — (számos egyéb műszaki-gazdasági előnyön kívül) a furnérmegtakarítás, ezért a számításokat nem a nyitott pórusú eljárásra vonatkozóan végeztük el (mely eljárás csak furnérozott forgácslapoknál alkalmazható), hanem a zárt pórusos eljárásra, amely külföldön — furnérborítás nélküli forgácslapok felületkezelésére — már elterjedten használatos.

A közvetlen anyagszükségletet az általánosan alkalmazott munkafolyamat alapján — a hazai alapanyag felület minősége miatt indokolt tényezők beépítésével — számítottuk ki.

A kimunkált négy felületnemesítési eljárás 16 változatának közvetlen ráfordítás-igényét a 10. táblázatban hasonlítjuk össze.

Anélkül, hogy az értékelés tárgyilagosságát befolyásolni szándékoznánk, már most — a 10. táblázat egyes alternatíváinak összehasonlítása után —, indokoltnak látszik legalább annak a rögzítése, hogy — közvetlen ráfordítás szükségletük figyelembevételével — általában mindhárom korszerű felületnemesítő eljárás gazdaságosabb, mint a felület nemesítése hagyományos módszerrel, természetes furnér felhasználásával történő kivitelezése.

A felületnemesítő eljárások deviza igényességének vizsgálata (11. táblázat), a hazai közvetlen ráfordítások alapján levonható értékeléssel konform értékítélet kialakítását támasztja alá, már az 1968. I. 1-i árszintű természetes furnér, papír, és vegyi anyag árak mellett is. Az előnyök további fokozásával számolhatunk az esetben, ha az ártrendeket figyelembe véve értékeljük a deviza igényesség dinamikáját. Köz-

## 3. táblázat

**A faforgácslap (pozdorjalap) beégetett zománclakkozással  
(szórásos eljárás) történő, mindkét oldali szimmetrikus felületnemesítésének  
közvetlen ráfordítás-igénye (Ft/m<sup>2</sup>)**

Sor- szám	Technológiai módozat és kivétel	Kenőmassza alapon			Fólia alapon		
		magas- fényű	selyem- fényű	matt	magas- fényű	selyem- fényű	matt
		3 szórással	2 szórással	1 szórással	3 szórással	2 szórással	1 szórással
		felülkezelve					
Költségelemek		121	122	123	124	125	126
1.	<i>Közvetlen anyag- költség</i>						
11.	Kenőmassza	7,50	8,00	—	—	—	—
12.	Alaplakk	2,70	7,90	—	2,70	7,90	—
13.	Középlakk	22,10	—	—	22,10	—	—
14.	Magasfényű lakk	29,10	—	—	29,10	—	—
15.	Selyemfényű lakk	—	26,30	—	—	26,30	—
16.	Matt lakk	—	—	35,50	—	—	35,50
17.	Hígító	6,90	5,10	3,10	6,90	5,10	3,10
18.	Lemosó	0,50	0,20	0,30	0,50	0,20	0,30
19.	Szétterítő	0,20	0,10	0,40	0,20	0,10	0,40
20.	Barriera film	—	—	—	20,70	20,70	20,70
21.	11—20 összesen	69,00	47,60	39,30	82,20	60,30	60,00
22.	Csiszolópapír	1,50	1,50	1,50	0,85	0,85	0,85
23.	Csomagolóanyag	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
24.	Közvetlen anyag- költség összesen	71,50	50,10	41,80	84,05	62,15	60,00
2.	<i>Közvetlen munka- ráfordítás</i>						
21.	Közvetlen munka- bér	1,20	1,20	1,20	4,76	4,76	4,76
22.	Közteher + illet- ményadó 25%	0,30	0,30	0,30	1,19	1,19	1,19
23.	Közvetlen bér- jellegű költség	1,50	1,50	15,0	5,95	5,95	5,95
3.	Közvetlen költség összesen	73,00	51,60	43,30	90,00	68,10	65,95

ismert ugyanis, hogy a természetes furnérok áralakulása a műanyagokéval és a vegyi anyagokéval ellentétes tendenciájú: az előbbieké évről évre határozottan emelkedő, míg az utóbbiaké — kevés kivételtől eltekintve — csökkenő.

## 4. táblázat

**KALKULÁCIÓS ALAPOK**

a faforgácslap (pozdorjalap) beégetett zománclakkozással (szórásos eljárás)  
történő nemesítése közvetlen anyagköltségének kiszámításához  
(mindkét oldal szimmetrikus anyagszükségletét figyelembe véve)

Sor- szám	Felhasznált anyag		
	megnevezése	fajlagos felvitel	egységár Ft/kg
11.	Kenőmassza		
	magasfényűhöz	184 g	40,80
	selyemfényűhöz	196 g	40,80
12.	Alaplakk		
	magasfényűhöz	44 g	61,50
	selyemfényűhöz	128 g	61,50
13.	Középlakk	314 g	70,30
14.	Magasfényű lakk	382 g	76,10
15.	Selyemfényű lakk	374 g	70,30
16.	Matt lakk	472 g	75,20
17.	Hígító		
	magasfényűhöz	196 g	35,20
	selyemfényűhöz	144 g	35,20
	matthoz	88 g	35,20
18.	Lemosó		
	magasfényűhöz	14 g	35,20
	selyemfényűhöz	6 g	35,20
	matthoz	8 g	35,20
	Szétterítő		
19.	magasfényűhöz	6 g	35,20
	selyemfényűhöz	4 g	35,20
	matthoz	10 g	35,20
20.	Barriera film	346 g	59,80

Megjegyzés: A felhasznált anyagok ára az 1965. évi import bekerülési ár és a hazai dollár kitermelési költség figyelembevételével került kialakításra.

A faforgácslap (pozdorjalap) papírvázás műanyagréteggel történő nemesítésének közvetlen ráfordítás-igénye (Ft/m<sup>2</sup>)

Sorszám	Technológiai módzat és kivétel Költségelemek	Dekor-film, Barriera-film, Forgácslap, Barriera-film, Dekor-film			Overlay-film, Dekor-film, Barriera-film, Forgácslap, Barriera-film, Dekor-film, Overlay-film	
		Faminta	Uni színek	Fantázia minta	Faminta	Fantázia minta
		131	132	133	134	135
1.	<i>Közvetlen anyagköltség</i>					
11	Overlay film				13,98 Ft	13,98 Ft
12	Dekor film (faminta)				53,64 Ft	
13	Dekor film (fantázia minta)					50,76 Ft
14	Aszimmetrikus dekor film (faminta)	60,84 Ft				
15	Aszimmetrikus dekor film (uni színek)		49,50 Ft			
16	Aszimmetrikus dekor film (fantázia minta)			58,20 Ft		
17	Barriera film	18,84 Ft	18,84 Ft	18,84 Ft	18,84 Ft	18,84 Ft
18	11—17 összesen	79,68 Ft	68,34 Ft	77,04 Ft	86,46 Ft	83,58 Ft
19	Túlméreti veszteség (3%)					
20	Manipulációs veszteség (6%)					
21	Selejt veszteség (10%)					
22	19—21. összesen (19%)	15,12 Ft	12,96 Ft	14,64 Ft	16,44 Ft	15,90 Ft
23	18 + 22 összesen	94,80 Ft	81,30 Ft	91,68 Ft	102,90 Ft	99,48 Ft
24	Szállítási költség (4%)	3,70 Ft	3,24 Ft	3,66 Ft	4,14 Ft	3,96 Ft
25	Papírvázás műanyagréteg (11—24 sor)	98,50 Ft	84,54 Ft	95,34 Ft	107,04 Ft	103,44 Ft
26	Polírlap felhasználás	11,65 Ft	11,65 Ft	11,65 Ft	11,65 Ft	11,65 Ft
27	Csomagolóanyag	1,00 Ft	1,00 Ft	1,00 Ft	1,00 Ft	1,00 Ft
28	Közvetlen anyagköltség összesen:	111,23 Ft	97,19 Ft	107,99 Ft	119,69 Ft	116,09 Ft
2.	<i>Közvetlen munkaráfordítás</i>					
21	Művelési idő percben	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4
22	Közvetlen munkabér Ft	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72
23	Közteher + illetményadó (25%), Ft	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
24	Közvetlen bérjellegű költség, Ft	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
3.	Közvetlen költség összesen, Ft	114,63	100,59	111,39	123,09	119,49

6. táblázat

**KALKULÁCIÓS ALAPOK**  
**a faforgácslap (pozdorjalap) papírvázás műanyagréteggel történő nemesítése**  
**közvetlen anyagköltségének kiszámításához**  
**(mindkét oldal anyagszükségletét figyelembe véve)**

Sor- szám	Felhasznált anyag		
	megnevezése	fajlagos felvitel	egységár Ft/kg
11.	Overlay film	150	93,00
12.	Dekorfilm famintás	600	89,40
13.	Dekorfilm fantázia mintás	600	84,60
14.	Aszimmetrikus dekorfilm		
	Aszimmetrikus famintás	630	96,60
15.	Aszimmetrikus uni színek	630	78,60
16.	Aszimmetrikus fantázia minta	630	92,40
17.	Barriera film	320	58,80

Megjegyzés: A fajlagos felvitel nem tartalmazza a 3% túlméreti, a 6% manipulációs és a 10% selejtvesztéséget. Ambrogia Binda milánói cég 1964. évi, lírában megadott árjegyzéke alapján. [A líra 1964. évi árfolyama figyelembevételével (1000 líra = 1,601 \$) történt az átszámítás dollárra, dollárról forintra pedig a dollár hazai kitermelési költsége alapján.]

7. táblázat

**Polírlap-ráfordítás szükséglet számítása**  
**(mohácsi Siempelkamp berendezés adatai alapján)**

Mechanikai sérüléstől eltekintve, 1 polírlap 500 préseléshez használható fel. Ezt követően kell felpolírozásra kerülnie, melynek során 3 mm-es vastagságából 0,1 mm-t veszít el. Minthogy a legkisebb, még alkalmazható polírlap-vastagság 2 mm, a polírlap 10 alkalommal polírozható fel. A 22 mm vastag maradék polírlapért a szállító cég 2263 Ft/100 kg visszatérítést fizet.

A berendezés évi garantált kapacitása (2 oldali laminálás esetében) 974 1000 m<sup>2</sup>

1 napi teljesítmény (974 ezer m<sup>2</sup>: 300 nappal) 3 246 m<sup>2</sup>/nap

1 présmenetben készül (2750 mm × 1600 mm × 16 etage) 70,4 m<sup>2</sup>

Présmenet (3246 m<sup>2</sup>:70,4 m<sup>2</sup>) 46,1 nap

A 46,1 présmenet időszükséglete (à 26 perc) 1199 perc, 22 óra/nap

figyelembevételével ez 90,8%-os préskihhasználást jelent. 974

ezer m<sup>2</sup>: 4,4<sup>2</sup>

221 364 lap/év

*Polírlapszükséglet:*

46,1 présmenet × 300 nap × 40 polírlap =

110,6 polírlap/év

500 préselés × 10 felpolírozás

1 db 1650 mm × 2800 mm × 3 mm, egyoldalt krómozott polírlap beszerzési költsége 24 134 Ft. A visszatérítés (tízszeri felpolírozás után) darabonként 1777 Ft. Csomagolás és szállítás felpolírozásra darabonként 1056 Ft, míg a felpolírozás költsége darabonként 6969 Ft

110,6 db × 24 134 Ft

2 669 mFt

110,6 db × 1 777 Ft

— 197 mFt

2 472 mFt

110,6 db × 10 × 1056 Ft

1 168 mFt

110,6 db × 10 × 6969 Ft

7 708 mFt

11 348 mFt

11 348 mFt: 974 ezer m<sup>2</sup> =

a polírlapszükséglet

11,65 Ft/m<sup>2</sup> kétoldalt laminált forgácslap

### 8. táblázat

A faforgácslap (pozdorjalap) „Maserdruck” eljárással történő nemesítésének közvetlen ráfordítás-igénye (Ft/m<sup>2</sup>)

Sorszám	Technológiai módozat és kivitel Költségelemek	Zárt pórusos eljárással	
		egyszínű	kétszínű
		nyomással	
		141.	142.
1.	<i>Közvetlen anyagköltség</i>		
11.	Kenőmassza (késes spatulyázóval)	4,90	4,90
12.	Kenőmassza (hengeres spatulyázóval)	12,24	12,24
13.	Alaplakk	9,84	9,84
14.	Nyomdai festék	2,40	3,60
15.	Magasfényű lakk	38,05	38,05
16.	Hígító, lemosó, szétterítő	0,84	0,84
17.	Összesen 11 + 16	68,27	69,47
18.	Csiszolópapír	1,50	1,50
19.	Csomagolópapír	1,00	1,00
20.	Közvetlen anyagköltség összesen	70,77	71,97
2.	<i>Közvetlen munkaráfordítás</i>		
21.	Műveleti idő percben	...	...
22.	Közvetlen munkabér	1,20	1,20
23.	Közteher + illetményadó 25%	0,30	0,30
	Közvetlen bérjellegű költség	1,50	1,50
3.	Közvetlen költség összesen	72,27	73,47

**KALKULÁCIÓS ALAPOK**  
**a faforgácslap (pozdorjalap) „Maserdruck” eljárással történő nemesítése**  
**közvetlen anyagköltségének kiszámításához**  
**(mindkét oldal anyagszükségletét figyelembe véve)**

Sor- szám	Felhasznált anyag		
	megnevezése	fajlagos felvitel g	egységár Ft/kg
	<b>Kenőmassza:</b>		
11.	késes spatulyázóval	120 g	40,80
12.	hengeres spatulyázóval	120 g	40,80
13.	<b>Alaplakk:</b>	160 g	61,50
14.	<b>Nyomdai festék:</b>		
	egyszínű nyomással	16 g	150,00
	kétszínű nyomással	24 g	150,00
15.	<b>Magasfényű lakk:</b>	500 g	76,10
16.	<b>Hígító, lemosó, szétterítő:</b>	24 g	35,20

**Megjegyzés:** A nyomdafestékgyár tájékoztatása szerint a jelenleg előállított ofszet nyomdai sötét festékeknek ára 127—154 Ft/kg



**A forgácslap (pozdorjalap) nemesítési eljárások közvetlen anyag-  
és munkabéreköltség ráfordításainak összehasonlítása**

(Mindkét oldal szimmetrikus felületnemesítését alapul véve)

Ft/m<sup>2</sup>

I.	<i>Természetes, ill. műfurnérral, poliészter, ill. nitro- lakk (öntéssel)</i>		
111.	Természetes színfurnér, kívül magasfényű, belül dörzsölt	97,88	76,5%
112.	Természetes vak- és színfurnér, kívül magasfényű, belül dörzsölt	127,87	100,0%
113.	Kétrétegű műfurnér, kívül magasfényű, belül dörzsölt	139,48	109,1%
II.	<i>Beégetett zománclakkal (szórásos eljárás)</i>		
121.	Kenőmassza alapon magasfényű, 3 szórással	73,00	57,1%
122.	Kenőmassza alapon selyemfényű 2 szórással	51,60	40,4%
123.	Kenőmassza alapon matt, 1 szórással	43,30	33,9%
124.	Fólia alapon magasfényű, 3 szórással	90,00	70,4%
125.	Fólia alapon selyemfényű, 2 szórással	68,10	53,3%
126.	Fólia alapon matt, 1 szórással	65,95	51,6%
III.	<i>Papírvázás műanyagréteggel (préseléssel)</i>		
131.	Dekorfilm—Barriera film—Forgácslap— Barriera film—Dekorfilm, famintájú	114,63	89,6%
132.	Dekorfilm—Barriera film—Forgácslap— Barriera film—Dekorfilm, uni színekben	100,59	78,7%
133.	Dekorfilm—Barriera film—Forgácslap—Barriera film—Dekorfilm, fantázia színekben	111,39	87,1%
134.	Overlay film—Dekorfilm—Barriera film— Forgácslap—Barriera film—Dekorfilm— Overlay film, famintájú	123,09	96,3%
135.	Overlay film—Dekorfilm—Barriera film— Forgácslap—Barriera film—Dekorfilm— Overlay film, fantázia mintájú	119,49	93,4%
IV.	<i>Zártpórusos „Maserdruck,” eljárás (nyomtatás)</i>		
141.	Egyszínű nyomással	72,27	56,5%
142.	Kétszínű nyomással	73,47	57,5%

## 11. táblázat

## A faforgácslap (pozdorja) felületnemesítő eljárások devizaigényessége

Megnevezés	Furnézott kivitel (természetes furnérral)	Beégetett zománclakk	Papírvázás műanyagréteg	„Maserdruck”
Közvetlen anyagrá- fordítás deviza- tartalma	2,35—3,29 \$/m <sup>2</sup>	1,19—1,37 \$/m <sup>2</sup>	1,62—1,99 \$/m <sup>2</sup>	1,18—1,20 \$/m <sup>2</sup>
Import rönkből, hazai feldolgozás esetében: furnénál — 50%	1,48—1,97 \$/m <sup>2</sup>			
Import papír, import gyanta alapanyag stb. hazai feldolgo- zása esetében: a vegyianyagoknál — 25%	1,33—1,81 \$/m <sup>2</sup>	0,89—1,03 \$/m <sup>2</sup>	1,21—1,49 \$/m <sup>2</sup>	0,88—0,90 \$/m <sup>2</sup>
<b>T r e n d</b>	emelkedő	csökkenő	csökkenő	csökkenő
	(A 68—71 %-os furnér- hányad ára emelkedik, ezzel szemben a 28—27%-ot kitevő poli- észter, nitro- lakk, ragasz- tóanyag ára csökken)	(A lakk, festék és egyéb vegyianyagok világ- piaci árai, másrészt az előállítás hazai arányá- nak növekedése folytán a belföldi előállítási költségek csökkennek)		
A számítás alapját képező eljárások:	1. táblázat 111., 112.	3. táblázat 121., 124.	5. táblázat 131., 132., 133., 134., 135.	8. táblázat 141., 142.

**2. AZ EGYES FELÜLETNEMESÍTŐ ELJÁRÁSOK  
BERUHÁZÁSI KÖLTSÉG SZÜKSÉGLETE  
ÉS A BERUHÁZÁS DEVIZAIGÉNYE**

12. táblázat

**A faforgácslap (pozdorja) felületnemesítő eljárások beruházási igény elemzése**

Megnevezés	Beégetett zománclakkos eljárás	Papírvázás műanyagréteggel lamináló eljárás		„Maserdruck” eljárás	
	„A” üzem	„B” üzem	„C” üzem*	„D” üzem	„E” üzem
adatai figyelembe vételével					
1. Építési költség	19 mill. Ft	28,4 mill. Ft	41 mill. Ft	16 mill. Ft	...
2. Belföldi gép költség	23,9 mill. Ft	29,5 mill. Ft	27 mill. Ft	4 mill. Ft	28,0 mill. Ft
3. Import gép költség	...	...	60 mill. Ft	23 mill. Ft	...
4. Egyéb költség	...	...	3 mill. Ft	3 mill. Ft	...
5. 1—4 összesen	42,9 mill. Ft	57,9 mill. Ft	131 mill. Ft*	46 mill. Ft	....
6. Kapacitás (kétoldalt felületkezelt btlap m <sup>3</sup> -ben)	10 000	19 500	25 000	30 000	...
7. 1 m <sup>3</sup> felületkezelt bútorlapra jutó fajl. beruházási költség	4290 Ft	2969 Ft	5240 Ft*	1541 Ft	...
8. 1 m <sup>3</sup> felületkezelt bútorlapra jutó fajl. gépi beruházási költség	2390 Ft	1512 Ft	3480 Ft	900 Ft	...
ebből: import	...	...	2400 Ft	766 Ft	...
9. Technológiai terület	...	...	6720 m <sup>2</sup>	2600 m <sup>2</sup>	...
10. 1 m <sup>3</sup> felületkezelt bútorlaphoz szükn. techn. terület	...	...	0,27 m <sup>2</sup>	0,09 m <sup>2</sup>	...
11. Összes technológiai létszám	25 fő	45 fő	153 fő	70 fő	...
12. 1 főre jutó évi termelés	400 m <sup>3</sup> /fő	433 m <sup>3</sup> /fő	163 m <sup>3</sup> /fő	429 m <sup>3</sup> /fő	...

Megjegyzés: \* = A „C” üzem jelentősen eltérő paraméterértékeit az indokolja, hogy ez az üzem „önálló” üzemenként van tervezve (nem vertikumként)

A 12. táblázatban az egyes korszerű felületnemesítő eljárások fajlagos beruházási költség-, ezen belül fajlagos deviza igényét igyekeztünk összehasonlítani. Jóllehet a rendelkezésre álló kevés adat alapján messzemenő következtetések levonását az elemzés nem teszi lehetővé, az egyes eljárások fajlagos beruházás szükségletének arányait mégis érzékelteti. Ha a „Maserdruck” eljárásnak — a „D” üzem adatai alapján kialakított — fajlagos beruházás igényét bázisnak tekintjük (100%), ehhez viszonyítva a „B” üzemben telepített lamináló berendezés beruházási költség fajlagosa (19 500 m<sup>3</sup> forgácsolap laminálási kapacitás figyelembevételével): 193%, míg az „A” üzem lakkszóró berendezésének beruházási költség fajlagosa (10 000 m<sup>3</sup> forgácsolap lakkozási kapacitás figyelembevételével): 278%. A kapacitásokat minden esetben a mindkét oldali felületkezelés figyelembevételével számítottuk. Nem érdektelen itt megjegyezni azt, hogy egy önálló üzemként megvalósítandó, 25 000 m<sup>3</sup> forgácsolap laminálási kapacitással rendelkező létesítmény („C” üzem) fajlagos beruházási költsége, a számítások szerint — az alapul vett „Maserdruck”-hoz viszonyítva 340%.

### 3. ALKALMAZÁSI TERÜLET, A VÁRHATÓ SZÜKSÉGLET, VALAMINT A VÁRHATÓAN RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ FORGÁCSLAP VOLUMEN

A korszerű eljárásokkal felületnemesített forgácsolapok alkalmazási területének részletekbe menő elemzésére e tanulmány keretében nincs lehetőség, de nem is képezi célkitűzésünket.

Ehelyett — az állásfoglalás igényelte tájékozottság biztosításához — szükségesnek látszik itt legalább a két fő felhasználó iparág (a bútoripar és az építőipar) fejlesztésével kapcsolatban — egyes — témánkat érintő vonatkozások vázlatos rögzítése.

**3.1** A bútorgyártás alapanyagaként történő felhasználás volumenét természetesen alapvetően a bútoripar fejlesztési üteme határozza meg.

A fejlesztés mértéke 1965—1970 között előreláthatólag 131% lesz. Véleményünk szerint nem indokolt az az 1970—80. időszakra sem ennél dinamikusabb arányú fejlesztéssel számolni; ez pedig számszerűsítve azt jelenti, hogy a hazai bútoripar termelési értéke 1980-ra maximálisan évi 6,8 milliárd forintot tehet majd ki.

13. táblázat

Várható igény nemesített felületű lapból és műfurnérból

Iparág	Nemesített felületű forgács- és pozdorja bútorlap (1000 m <sup>3</sup> )		Nemesített felületű farostlemez (1000 m <sup>3</sup> )		Dekoritlemez (1000 m <sup>2</sup> )		Műfurnér (1000 m <sup>2</sup> )	
	1970	1980	1970	1980	1970	1980	1970	1980
Bútoripar	46	79	12	20	110	200	2400	7500
Építőipar	11	26	6	8	100	250	—	—
Egyéb felhasználók	3	5	2	4	260	350	320	1000
<b>Összesen</b>	<b>60</b>	<b>110</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>470</b>	<b>800</b>	<b>2720</b>	<b>8500</b>

A felületnemesítés vonatkozásában elkülönítve kell mérlegelni a belföldi fogyasztásra szánt, valamint az exportálásra kerülő bútorról szemben támasztott igényeket.

Exportra termelt bútoroknál külkereskedelmi partnereink egyelőre nem hajlandók semmiféle nem természetes furnérral borított lakásbútort átvenni (még a szekrény-hátlappal szemben is ilyen igényt támasztanak!).

A hazai fogyasztásra szánt bútortermelés vonatkozásában azonban a nem valódi furnérral borított forgácslapok felhasználása bővíthető:

— egyrészt mód van arra, hogy az iskola-, iroda-, óvoda-, egészségügyi és konyha-bútorokat egyre nagyobb arányban gyártssuk korszerű eljárásokkal felületkezelt forgácslapból, a keretszerkezet nélküli megoldásra törekvő gyártmányfejlesztés is szükségszerűen vonja maga után a felületnemesített forgácslap fokozott bevonását e bútorfélések alapanyagai közé,

— másrészt ki kell alakítani a jelenlegi, minőségileg alig differenciált bútorválasztékok mellett az olcsóbb — nem valódi furnér felületű — bútorválasztékokat is. Az ilyen irányú fejlődés természetesen szintén további bővíti majd a korszerű eljárásokkal nemesített forgácslapok alkalmazási területét.

Számításba kell venni itt még azt, hogy a közeljövőben telepítendő korszerű bútorgyárak felületnemesítő szükségletüket „Maserdruck” eljárással tervezik megoldani, a bútorgyártás technológiai folyamatába beállított berendezéssel, a már méretre szabott alkatrészek felületkezelésével.

A hazai felületnemesítés fejlesztési irányának a meghatározásánál — a bútoripart érintően — a fent vázolt körülményeket, tehát

- a bútoripar várható igényét;
- a már meglévő lamináló és lakkozó berendezések kapacitását;
- a létesítendő bútorgyárak „Maserdruck” berendezéseinek kapacitását;
- az exporthányad változását (mert ez egyelőre természetes furnért és hagyományos technológiát igényel); valamint
- a hazai fogyasztásra szánt bútorválaszték bővítési igényeit komplexen kell értékelni.

Az egyes felületnemesítő eljárásokkal kivitelezendő felületkikészítés arányait a 14. táblázatban ismertetjük.

A bútoripar forgácslap igényének megoszlása: 80%-ban laminátos, 20%-ban lakkozó (és „Maserdruck”) felületű. A tervezett vastagsági méretek: 14—19 mm.

**3.2** Az építőipar felhasználási igénye szerint (13. táblázat) a várhatóan felhasználásra kerülő mennyiség 72%-a „OKÁL” típusú, 30 mm vastag faforgácslap, 40%-ban lakkozott (és „Maserdruck”), 60%-ban laminált kivitelben. A fennmaradó 28% pedig 10—15 mm vastag pozdorja bútorlap, 85 %-ban lakkozott (és „Maserdruck”), 15%-ban laminált kivitelben.

Az a körülmény, hogy a forgácslap építőipari felhasználásának aránya, egyes fában gazdag nyugati államokban eléri a teljes forgácslap felhasználás 40—70%-át, indokolja annak a feltételezését, hogy — a versenyképesség előfeltételeinek megteremtése

14. táblázat

Várható igény nemesített felületű lapból és műfurnérból

Megnevezés	Várható igény 1980-ban	
	1000 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>3</sup>
Papírvázis laminátok	800	—
Lamináttal nemesített forgácslap	4000	80
Lakkozással nemesített forgácslap	750	15
„Maserdruck” eljárással nemesített forgácslap	750	15
Lamináttal nemesített farostlemez	4000	16
Lakkozással nemesített farostlemez	4000	16
Műfurnér	8500	—

esetében — reálisan számolhatunk a forgácslapok építőipari alkalmazásának a kiterjesztésével. Elsősorban éppen a korszerű felületnemesítő eljárások alkalmazása biztosítja — a rendelkezésre álló gazdaságossági elemzések szerint — ezeknek az építőipari forgácslap választékoknak a versenyképességét a hagyományos anyagokkal szemben.

**3.3** A bútoriparon és az építőiparon kívüli igények viszonylag alacsonyak. Azt a körülményt azonban, hogy a népgazdaság különböző ágazatai perspektivikusan is csak ilyen szerény mértékben tervezik korszerű eljárásokkal felületnemesített forgácslap felhasználását — véleményünk szerint —, csak úgy lehet értékelni, hogy a felhasználók még nem ismerik e termékek alkalmazásával biztosítható műszaki-minőségi, illetőleg gazdaságossági előnyöket. Ez pedig azt jelenti, hogy e korszerű termékek műszaki-minőségi paramétereinek további javítása, differenciálása és megfelelő — felhasználásra ösztönző — mechanizmus elemek kiépítése útján a két fő felhasználó ágazaton kívüli ágazatok területén is bővíthető a felhasználás.

**3.4** A rendelkezésre álló adatok figyelembevételével a hazai forgácslap-termelés alakulását a 15. táblázatban ismertetjük.

15. táblázat

A hazai faforgács- és pozdorjalap-termelés alakulása 1960—1980. között (1000 m<sup>3</sup>-ben)

Megnevezés	Forgácslap	Pozdorjalap	Összesen
1960. évi tényszám	8,1	11,6	19,7
1961. évi tényszám	9,2	21,0	30,2
1962. évi tényszám	9,7	24,1	33,8
1963. évi tényszám	13,9	25,3	39,2
1964. évi tényszám	16,1	29,2	45,3
1965. évi tényszám	18,2	27,7	45,9
1966. évi várható termelés	38,0	43,7	81,7
1970. évi várható termelés	68,0	52,0	120,0
1980. évi várható termelés	108,0	100,0	208,0

#### 4. A KORSZERŰ FELÜLETNEMESÍTŐ ELJÁRÁSOK KIHATÁSA AZ ALAPLAPGYÁRTÓ, VALAMINT A TOVÁBBFELDOLGOZÓ IPAR FAJLAGOS RÁFORDÍTÁS-SZÜKSÉGLETÉNEK ALAKULÁSÁRA

Az egyes felületnemesítő eljárásoknak az alaplappal szemben támasztott minőségi igénye, természetszerűleg messzemenően befolyásolja az alaplapgyártó ipar gyártmányfejlesztésének az irányát. A gyártott és a jelenleg rendelkezésre álló forgácslap választékok — eltérő, illetőleg ki nem elégítő műszaki-minőségi paramétereik miatt — nem egyformán alkalmasak a korszerű felületnemesítő eljárásokkal kivitelezendő felület kikészítésre (így pl. a tripó-pozdorjalap felületminősége, a jelenlegi szabványelőírásokat kielégítő faforgácslap — a korszerű eljárások által igényeltnél — alacsonyabb gyantatartalma miatt).

Nyilvánvalóan a fenti szempontok játszották a döntő szerepet a pozdorjalap

**Pozdorja bútortalap termelés várható alakulása választékonként**  
(1965—1980 között)

Választék	1965		1966		1976		1970		1980	
	e. m <sup>3</sup>	%	e. m <sup>3</sup>	%	e. m <sup>3</sup>	%	e. m <sup>3</sup>	%	e. m <sup>3</sup>	%
Tripó	7,1	25,6	7,2	16,5	7,2	13,8	7,2	13,8	—	—
Borított	20,6	74,4	20,5	46,9	15,8	30,4	15,8	30,4	11,0	11,0
Rostosított	—	—	16,0	36,6	29,0	55,8	29,0	55,8	89,0	89,0
Összesen	27,7	100,0	43,7	100,0	52,0	100,0	52,0	100,0	100,0	100,0

gyártás gyártmányfejlesztési célkitűzéseinek a kialakításánál (16. táblázat). A tripó-, a furnérral borított felületű pozdorjalap választékok határozott visszafejlesztése, s ezzel szemben a rostosított felületű — így, a beruházási program szerint, bármelyik korszerű felületnemesítő eljárás igényeit kielégítő — pozdorjalap választék dinamikus felfejlesztése, messzemenően tükrözik az előbbieken vázolt fejlesztési alapelvek realizálására irányuló törekvést.

**4.1** A hordozólappal szemben, a szabványban előírtakon túlmenően, mindhárom korszerű felületnemesítő eljárás fokozott követelményeket támaszt. Így elsősorban — a felületek homogenitását, lezártságát, olaj-, víz- és egyéb szennyeződéstől való mentességét;

— legalább 0,65 g/m<sup>3</sup> térfogatsúlyt (egyenletesen elosztva a lap egészében);

— a száraz forgács-súlyhoz viszonyítva a középrétegben legalább 10%, a borítórétegben legalább 12% gyantatartalmat stb., stb.

E követelmények nemcsak nagyobb technológiai fegyelmet igényelnek, és így közvetve növelik a ráfordítás igényét, hanem — pl. a gyantasükséglet növelése miatt — közvetlen ráfordítás többlettel is járnak.

**4.2** A továbbfeldolgozó ipar anyagkihozatala alapvetően a hordozóanyagok lapméretétől függ, jelentősen befolyásolja azonban az anyagkihasználás mutatóinak alakulását a szabásnál keletkező maradványok továbbfeldolgozásának a lehetősége.

Kétségtelen, hogy a korszerű felületnemesítő eljárások bármelyikével felületkezelt alapanyag anyagkihozatali mutatói kedvezőtlenebbül alakulnak majd, mint a hagyományos technológiával történő felületkezelés esetében, mert a felületkezelt lapok szabási maradványának továbbfeldolgozása nem látszik megoldhatóknak. Ez természetesen egyelőre ráfordítás többlettel jár a továbbfeldolgozó iparban a hagyományos eljárással szemben.

Nem hagyhatjuk figyelmen kívül azonban azt, hogy ezt a negatív irányú kihatást

— az optimálisan hasznosítható szabvány-méret kiválasztása;

— az alaplapgyártó ipari préskapacitások kihasználásának biztosítása mellett, a méretregyártás fokozása;

— optimális szabástervek kialakítása;

— a bútór-, ill. az építőipari konstrukciók módosítása stb. útján, amint ezt a külföldi eredmények messzemenően igazolják, jelentős mértékben kompenzálhatjuk.

**4.3** A korszerű eljárásokkal nemesített felületű forgácslapok alkalmazása a 4.1 és 4.2 pontban vázolt negatívumokkal szemben olyan jelentős ráfordítás megtakarítással, ill. eszközlektetés felszabadítással jár, amely mellett a vázolt negatív kihatá-

sok jelentősége szerény. A furnérozás és a hagyományos módszerrel történő felületkezelés elmaradása: a felületnemesített forgácslapok alkalmazása:

**4.31** A hazai, jelenlegi átlagos színvonalú felületkezelési technológiához viszonyítva a továbbfeldolgozó iparban m<sup>2</sup>-enként minimálisan 0,5 munkaóra, s az ennek megfelelő közvetlen munkabér megtakarítását jelenti;

**4.32** Növeli a termékek minőségét (színárnyalati azonosságát stb.).

**4.33** Elősegíti a mechanizálást, illetőleg automatizálást, és ezen keresztül a termelékenység növelésének további lehetőségét teremti meg.

**4.34** Csökkenti a gyártási időt, ezenkívül az átfutási időt is, ami pedig természetesen vonja maga után azt, hogy — a bútorgyártás vonatkozásában — az azonos termelő területről egységnyi idő alatt kibocsátott termékmennyiség nő, illetőleg az építkezési idő — a száraz konstrukció eredményeként — megrövidül.

**4.35** A 4.31, 4.33, 4.34 pontban vázoltak az állóeszköz állomány intenzív kapacitás kihasználási mutatóinak megjavítását, a forgóeszköz állomány forgási sebességének növelését, ezzel együtt az eszközlekötés pénzügyi ráfordításainak (eszközlekötségi járulék, kamat stb.) csökkentését is jelenti.

**4.36** Az eddig felsoroltak termelékenység növelő hatása — ez könnyen belátható — a továbbfeldolgozó iparban többletkapacitást: beruházási szükséglet megtakarítását eredményezi.

## **5. A KORSZERŰ FELÜLETNEMESÍTŐ ELJÁRÁSOK BEVEZETÉSÉNEK INDOKAI, HATÉKONYSÁGUK BIZTOSÍTÁSÁNAK ELŐFELTÉTELEI**

Az 1—4. fejezetben felvázolt számítási és elemzési anyagban felsorolt tényezők átfogó értékelése útján megállapítható az, hogy:

**5.1** A furnér import beszerzési forrásainak szűkülése miatt és az import terhek csökkentése érdekében hazánkban is elengedhetetlenül szükséges a korszerű felületnemesítő eljárások bevezetése. A feldolgozó ipar várható 1980. évi szükségletét figyelembe véve a 110 ezer m<sup>3</sup> korszerű eljárással nemesített felületű forgácslap hasznosítása mintegy 16,5 millió m<sup>2</sup> (110 ezer m<sup>3</sup> × 50 m<sup>2</sup> × 2 × 1,5 m<sup>2</sup> = 16,5 millió m<sup>2</sup>) — döntő hányadában import eredetű — furnér megtakarítását teszi lehetővé, melynek deviza értéke — a jelenlegi átlagos világgiazi áron — minimálisan 5 millió dollár (16,5 millió m<sup>2</sup>, à 0,30/m<sup>2</sup> mahagóni furnér).

Import rönköt és hazai furnértermelést figyelembe véve is az előzőekben közölt összegnek legalább 50%-át teszi ki az igényelt deviza.

**5.2** A korszerű felületnemesítő eljárások már a jelenlegi technológiai és az 1968. január 1-vel bevezetésre kerülő árarányok mellett is gazdaságosabbak, mint a hagyományos eljárás, mert hiszen az 1980. évi szükséglet várható megoszlása szerint: a 80 000 m<sup>3</sup> forgácslap laminálással, illetőleg a 30 000 m<sup>3</sup> lakkszórásos eljárással történő felületkezelése (ennek 50%-ánál kétszínnyomásos „Maserdruck” eljárást figye-



lembe véve) népgazdasági szinten: kb. 90 millió Ft közvetlen ráfordítás megtakarítását jelenti, a hagyományos technológiával történő felületnemesítés ráfordítás szükségletével a „természetes vak- és színfurnér, kívül magassfényű, belül dörzsölt” kivitel (1.12) közvetlen ráfordítás igényével szemben. (A 4.1 és 4.2 bekezdésben változt negatív irányú ráfordítás kihatásokat ugyanis a 4.3 bekezdésben tárgyalt tényezők feltétlenül kompenzálják.)

A 110 ezer m<sup>3</sup> forgácslap korszerű eljárással kivitelezendő felületkezelése ezenkívül, a fenti megtakarításon belül, a továbbfeldolgozó iparban minimálisan 2,75 millió munkaóra, azaz évi 1200 fő munkaerő megtakarítását jelenti (5,5 millió m<sup>2</sup> × 0,5 óra), melynek kétharmada népgazdasági szinten is realizálódik.

**5.21** A II. táblázatban ismertetett ártrendek, valamint

**5.22** az eddigiekben importált vegyi- és papíryanagok növekvő hazai előállítási arányának figyelembevételével,

**5.23** végül, mert a várható (14. táblázat) felületkezelési arány 1980. évi megoszlásával szemben reálisan kell számolnunk a laminálási eljárás arányának csökkenésével és a lakkszórásos, ezen belül a „Maserdruck” előretörésével (melynél a m<sup>2</sup>-enkénti közvetlen megtakarítás, a hagyományos eljáráshoz viszonyítva, a legnagyobb), a korszerű felületnemesítő eljárásokkal elérhető évi közvetlen ráfordítás megtakarítás a fenti összeget (90 millió Ft) jelentősen meghaladja.

**5.3** A korszerű eljárásokkal szemben várható igény (13. táblázat) jelentős, ehhez azonban — az alaplap gyártó ipar tervezett gyártmányfejlesztését figyelembe véve — a szükséges minőségű hordozólap ellátás biztosítottnak látszik (15. táblázat).

**5.4** Az 1—4. fejezetben felvázolt tényezők értékelése után végül nyilvánvaló az is, hogy a megoldandó feladatok rendkívül szerteágazóak és, hogy — ennek megfelelően — a felületnemesítés kérdésében jelentős előrelépést csak az érdekelt iparágak együttműködésének messzemenő koordinálása útján lehet elérni. A koordinálásnak ki kell terjednie:

**5.41** A kutató tevékenység összehangolására, legalább a következő témakörök vonatkozásában;

- az alapanyaggyártás (hordozóanyag, papír, műanyag), valamint
- a speciális továbbfeldolgozó szerszámok, légtechnikai berendezések kifejlesztése;
- a postforming lemezgyártás, a korszerű eljárásokkal felületnemesített forgácslapok élezésének megoldása,
- a minimális szabási veszteséget biztosító optimális lapméretek kialakítása (a szabvány határokon belül), a méretre gyártott, illetőleg méretre szabott és felületnemesített alkatrészek kifejlesztése stb., stb.

**5.42** A telepítendő korszerű felületnemesítő berendezések kapacitásának és telepítési helyének meghatározására: az alapanyag-gyártó-, valamint a továbbfeldolgozó ipar telephelyeinek a figyelembevételével. Az optimális telepítési helyek kialakításánál a forgácslap (pozdorjalap) és a farostlemez választékok felületnemesítési szükségletét komplexen kell értékelni.

**5.43** A korszerű eljárásokkal felületnemesített forgácslap feldolgozás szakszerűségének a biztosítására:

- a továbbfeldolgozó üzemek szakemberei szervezett oktatásának a biztosítása és
- a korszerű vevő-műszaki szolgálat kialakítása útján.

**5.5** A már meglevő, illetőleg rövidesen belépő hordozólap (faforgács-, pozdorjapap, farostlemez) gyártási kapacitás megfelelő teljesítőképességű

- papírfólia impregnáló berendezés, valamint
- polírlap polírozó berendezés beszerzését, a gazdasági eredmények mielőbbi fokozott mértékű realizálása érdekében, messzemenően indokolja.

## Összefoglaló

A tanulmány a forgácslap felületnemesítés egyes alternatívái gazdaságosságának a meghatározása céljából, a három korszerű felületnemesítő eljárás: a beégetett zománclakkal (szórásos technológiával), a papírvázaz műanyagréteggel (laminálással) és a zárt-pórusos „Maserdruck” eljárással (nyomtatásos technológiával) történő felületnemesítés közvetlen anyag- és munkabér ráfordításainak, majd — ezt követően — beruházási költségigényeinek összehasonlító elemzésével foglalkozik. A vizsgálat eredményeként megállapítható az, hogy — a gyártó- és a továbbfeldolgozó ipar jelenlegi hazai színvonalát és az 1968. január 1. utáni árárányokat figyelembe véve — mindhárom (vizsgálat alá vont) felületnemesítő eljárás kisebb közvetlen költség-ráfordítással kivitelezhető, mint a hagyományos módszerrel: a természetes, illetőleg műfurnérral, valamint a poliészter-, illetőleg nitrolakkal (öntéses technológiával) történő felületkezelés

A korszerű felületnemesítő eljárások alkalmazását a fajlagos közvetlen költségek előnyös alakulásán túlmenően az a körülmény is indokolja, hogy a hazai ipar felületnemesítési feladata az elkövetkező 15 év alatt jelentősen megnövekszik, ugyanakkor, amikor a furnér-import beszerzési forrásai egyre határozottabban szűkülnek.

Mind közvetlen költség-, mind pedig a beruházási költség-fajlagosok vonatkozásában a „Maserdruck” eljárás látszik — a jelenlegi körülmények számszerűsítése alapján — a leg-gazdaságosabbnak. Emellett azonban a vizsgált másik két felületnemesítő módszer, még a legnagyobb fajlagos ráfordításigényű papírvázaz műanyagréteggel (laminálással) történő felületkezelési eljárás továbbfejlesztése is elengedhetetlen, mert a differenciált felhasználó igények kielégítéséhez (kopás-, hő-, kémiai anyagokkal szembeni ellenállás stb.) a nemesített felületekből is széles választék-skálát kell biztosítani.

## Irodalom

1. Reuter, G.—Eckert, K.: Die Oberflächenbehandlung in der Möbelindustrie: Maserdruckverfahren. Möbel und Wohnraum, 1965. 12. sz. 389—394.
2. Lázár L.: A fagazdálkodás, fahelyettesítés időszerű kérdései. Faipar XVI. évf. 3. sz.
3. Dr. Dalocsa G.: A szintetikus anyagok felhasználásának helyzete és várható alakulása a faiparban. Faipar XV. évf. 3. sz.
4. Soine, H.: Nachahmen hochwertiger Holzstrukturen durch Tiefdruckreproduktion auf echten Furnieren von mindermem Wert. Holz als Roh- und Werkstoff 22. 1964. H. 1. S. 13 . . . . 18.
5. Straub, O.: Das Maserdruckverfahren in der Holzindustrie. Holz 8905 Mering 1964. 5. 23—31. o.

## РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Д-Р Г. ТУША  
Научный сотрудник

Научная статья занимается сравнительным анализом прямых материальных и зарплатных затрат, капитальных затрат по трем современным способам обработки поверхности древесно-стружечных плит: а именно, обжигаемыми эмалевыми лаками (распылительной технологией), пластмассовым слоем на бумажной подложке (ламинированием) и порозакрывающим способом «Мазердрук» (печатной технологией).

В качестве результата исследования может быть установлено, что — принимая во внимание существующий отечественный уровень производственной и перерабатывающей промышленности и соотношения цен после 1 января 1968 года — все три подвергнутые исследованиями способа обработки поверхности могут быть выполнены с небольшими прямыми затратами, как традиционным способом: а именно, натуральной или искусственной фанерой, а также полиэфирной или нитролаковой (обливочной технологией) обработкой поверхности.

Применение современных способов обработки поверхностей, кроме выгодного формирования удельных прямых затрат, обосновывается и тем обстоятельством, что задача отечественной промышленности по переработке (обработке) поверхности значительно увеличится за последующие 15 лет, в то же время, когда источники приобретения фанеры из импорта все более решительно сокращаются.

Как в отношении прямых затрат — так и в отношении капитальных расходов — отношении удельных значений способ «Мазердрук» кажется — на основании типовых данных существующих обстоятельств — самым рентабельным. Наряду с этим, однако, рассмотренные другие два способа обработки поверхности, даже и требующий наибольших удельных затрат способ обработки поверхности, осуществляемый нанесением пластмассового слоя на бумажной основе (ламинирование), в дальнейшем развитии также непременно необходим, так как для дифференцированного удовлетворения потребностей потребителей (сопротивлению воздействию износа, тепловому воздействию, химическим реагентам и т. д.) следует обеспечить широкую шкалу ассортимента и поверхностей, обработанных таким образом.

## THE ECONOMICALNESS OF THE CHIPBOARD IMPROVEMENT

DR. G. TUSA  
research worker

The paper deals with three modern surface improving methods: improvement with stoved enamels (spray technology), synthetic material on paper frame (laminating) and the "Maserdruck" with sealing pores (printing technology). The author analyzes in a comparative manner the direct material and labour costs, the investment costs.

As a result of the investigation we can establish that all three investigated surface improving processes may be executed by less direct expenditure than by the traditional method: the surface treatment with natural respectively artificial veneer as well as polvesther and nitrolacquer (casting technology). In the investigation we have taken into consideration the present home level of the manufacturing and reprocessing industry and the price rates after 1. Jan. 1968. The use of the modern surface improving methods is justified over and above the favourable development of the specific direct expenditures by the condition too that the surface improving task of the home industry will be increased significantly in the following 15 years and at the same time the veneer importation provision will be continually more scarce.

Regarding both the direct cost and the per unit investment costs the "Maserdruck" process appears as most economical calculated on the basis of present conditions. In addition to this the development of the other two methods is indispensable too also that of surfacing improving method on paper rame (laminating) that causes the greatest specific expenditure because for satisfying of the differentiated consumer claims (wear resistance, heat-proofness, resistance against chemical materials and so on) we have to insure a large assortment also from the so improved surfaces.

## DIE WIRTSCHAFTLICHKEIT DER SPANPLATTEN-OBERFLÄCHENVEREDELUNG

DR. G. TUSA

wissenschaftlicher Mitarbeiter

Der Aufsatz behandelt die drei modernen Methoden der Spanplatten-Oberflächenveredelung: das Verfahren mit eingebrannten Emaillacken (Streuungstechnologie), mit Kunststoffschicht von Papiergerüst (Laminierung) und mit „Maserdruck“ von Absperrporen (Drucktechnologie).

Der Verfasser beschäftigt sich mit der vergleichenden Analyse der direkten Material- und Arbeitslohnaufwendungen, der Kostenansprüche der Investition.

Als Ergebnis der Untersuchung ist feststellbar, dass man — in Achtung genommen das gegenwärtige heimatliche Niveau der erzeugenden und weiterverarbeitenden Industrie und die Preisverhältnisse nach 1. Januar 1968 — alle drei untersuchte oberflächenveredelnde Verfahren mit kleinerer direkter Kostenaufwand ausführen kann als das traditionelle Verfahren: die Oberflächenbehandlung mit natürlichem bzw. Kunstfurnier, sowie mit Polyesther, bzw. mit Nitrolack (Gusstechnologie).

Die Verwendung der modernen oberflächenveredelnden Verfahren ist über die vorteilhafte Entwicklung der spezifischen direkten Kosten durch den Umstand begründet, dass die oberflächenveredelnde Aufgabe der heimatlichen Industrie in den folgenden 15 Jahren bedeutend zunimmt, diesgegenüber die Bezugsquellen des Furnierimports verengern sich immer bestimmter.

So in der Beziehung der direkten Kosten wie in der Kostenspezifischen der Investition scheint das „Maserdruck“ Verfahren als wirtschaftlichst auf dem Grund der gegenwärtigen Rechnungen. Daneben ist aber die Entwicklung der anderen zwei untersuchten oberflächenveredelnden Methoden, noch die der Methode mit Papiergerüst—Kunststoffschicht (Laminierung), die die grösste spezifische Anwendung mit sich zieht, unerlässlich, weil man zur Befriedigung der differenzierten Verwendungsansprüche (Verschleissfestigkeit, Hitzebeständigkeit, Widerstand gegenüber den chemischen Materialien usw.) auch aus den so veredelten Oberflächen eine weite Sortimentskale sichern muss.

# AUTOMATIZÁLÁS

A GÉPÉSZETI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI OSZTÁLY  
KÖZLEMÉNYEI

# A MŰGYANTA MENNYISÉGÉNEK FOLYAMATOS MÉRÉSE ÉS ÖNMŰKÖDŐ SZABÁLYOZÁSA

(Témaszám: 33. 15. 02. 04)

DR. RUSKA LÁSZLÓ

okl. elektromérnök, tudományos munkatárs

A forgácslapgyártás technológiájának fejlesztésével kapcsolatos kutatások a termékelőállítás optimális gazdaságossági feltételeinek feltárására irányulnak, ebből adódóan: egyrészt olyan gépegységek (gépsorok) kialakítására, melyek segítségével a különböző gyártási eljárások finomíthatók, másrészt olyan mérő és szabályozó rendszerek szerkesztésére, melyekkel lehetővé válik a legfontosabb gyártási paraméterek folyamatos ellenőrzése, valamint biztosítható az egyes technológiai folyamatok távirányítása, távvezérlése, továbbá azoknak önműködő szabályozása, esetleg automatikus programozása.

Ebben az alapvető célkitűzésben kívánt Intézetünk előrehaladni azért, hogy a korábbi években a kötőanyag-bekeverési-művelet gyártásközi ellenőrzésének és szabályozásának vizsgálatához egy laborméretű gépsort, majd az egyes paraméterek folyamatos indikálására és önműködő szabályozására alkalmas berendezéseket készített el.

Az eddigi kutatások során laboratóriumi szinten megvalósítottuk: 1. a szárítóból kilépő forgács nedvességtartalmának, valamint 2. a keverőgépbe adagolt forgács mennyiségének folyamatos mérését és önműködő szabályozását, továbbá 3. a keverőgépbe adagolt kötőanyag állandó gyanta hőmérséklet melletti távindikálását.

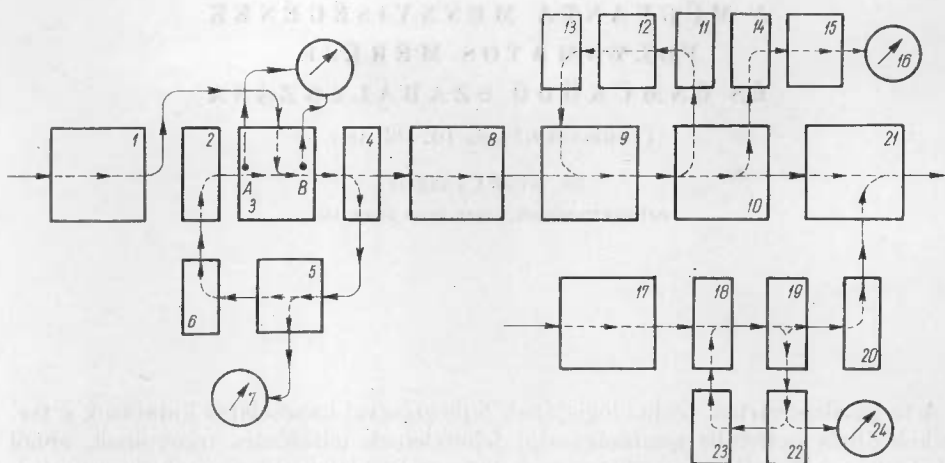
Soron következő feladatul a kötőanyag-mennyiség hőmérsékletváltozástól függetlenített távmérésének, ill. önműködő szabályozásának megoldását tűztük ki.

## 1. A TÉMA ÁTTEKINTÉSE ÉS A KUTATÁSI FELADAT KONKRÉT MEGFOGALMAZÁSA

A forgácslapgyártás kötőanyag bekeverési műveletének gyártásközi ellenőrzésére és önműködő szabályozására alkalmas laborméretű gépsort (a hozzátartozó mérő-és szabályozó elemekkel) blokkvázlatszerűen az 1. ábrával adjuk. A blokkvázlaton feltüntetjük az egyes paraméterek (forgács nedvesség, forgács mennyiség, gyanta mennyiség) szabályozásának hatásláncait, egyidejűleg megjelöltük a folyamatos indikálásra alkalmas mérőhelyeket is.

Az ábrán alkalmazott jelölések:

1. Adagoló, 2. fűtőegység, 3. szárító, 3A; 3B hőmérsékletérzékelő termoellenállások, 3C hőmérsékletregiszter, 4. kapacitív mérőátalakító, 5. elektronikus erősítő, 6. elektromotor hajtású gőzszelep, 7. forgácsnedvesség regisztráló, 8. felhordószalag, 9. adagoló, 10. mérleg, 11. kontakt mérőátalakító, 12. elektronikus erősítő, 13. Chrage-motor, 14. induktív mérőátalakító, 15. elektronikus erősítő, 16. forgács-



1. ábra

mennyiség regisztráló, 17. kötőanyagtartály, 18. szivattyú, 19. kötőanyag-áramlás érzékelő termoellenállás, 20. porlasztó, 21. keverőgép, 22. elektronikus erősítő, 23. elektromotor hajtású szelep, 24. indikáló műszer.

A feladat: a 17 kötőanyagtartályból, a 18 szivattyúból és a 20 porlasztóból épített rendszer adagolási sebessége közvetlen műszeres indikálásának, valamint a nevezett paraméter önműködő szabályozásának megoldása. Az elkészítendő mérő- és szabályozóműszer specifikus adatai a következők: 1. áramló közeg: műgyanta, 2. a közeg viszkozitása: 100 cp., 3. a közeg hőmérséklete: 10...30 C°, 4. méréshatár: 5,4... 6,6 l/ó, 5. érzékenység: a jelölt mérési sávban a közvetlen mutatós műszer teljes osztástartományának 50%-a, 6. pontatlanság:  $\pm 2\%$ , 7. szabályozási munkapont: 6 l/ó, 8. a szabályozás stabilitása:  $\pm 2\%$ , 9. a szabályozás pontatlansága:  $\pm 1,5\%$ .

A blokkvázlat értelmében az áramlási sebesség indikálása a 19 érzékelő elem, a 22 erősítő, valamint a 24 mutatósműszer, míg a paraméter önműködő szabályozása a 19 érzékelő elem, a 22 erősítő és a 23 beavatkozó szerv segítségével történik.

## 2. A KÖTŐANYAG ÁRAMLÁSI SEBESSÉGÉNEK MÉRÉSE

### 2.1 A mérési eljárások áttekintése.

Az áramló folyadék, valamint a gáz és gőz mennyiségének mérésére használatos eszközöket V. I. Monahov (1) a működési elv szerint csoportosítja. Megkülönböztet áramlásmérő és összmennyiségmérő (köböző) műszereket. A két jellemző fő csoportba tartozó mérési eljárásokat a lehetséges érzékelési módok feltüntetésével táblázatosan foglalta össze (2. ábra).

Megfigyelhető, hogy a különböző eljárásoknál az érzékelés zömében mechanikus elemekkel történik. A mechanikus érzékelő elemek szerkezeti felépítése viszonylag egyszerű, s bizonyos típusaikkal rendkívül nagy pontosság érhető el. Részben ennek tulajdonítható, hogy a legtöbb iparágban e mérési eljárásokat alkalmazzák a leggyakrabban. A jelen célkitűzésben meghatározott mérés technikai feladat megoldására azonban a mechanikus mérési módszerek nem alkalmazhatók. Az áramló kötőanyagnak a mérőelem kritikus pontjain történő lerakódása (esetleg teljes bekötése)

ugyanis az átalakító-rendszer funkcionálását akadályozza (vagy megszüntetheti), mely jelenség értelemszerűen elfogadhatatlan mérési pontatlanságokat okoz.

Lényegesen kedvezőbbek a viszonyok a táblázatban megadott további: a villamos-, a hő- és az ultrahangos áramlásmérési eljárásoknál. Kétségtelen, hogy a kötőanyag lerakódásának veszélye itt is fennáll, de ez a veszély lényegesen kisebb, mint a mechanikus elven működő mérőátalakítóknál.

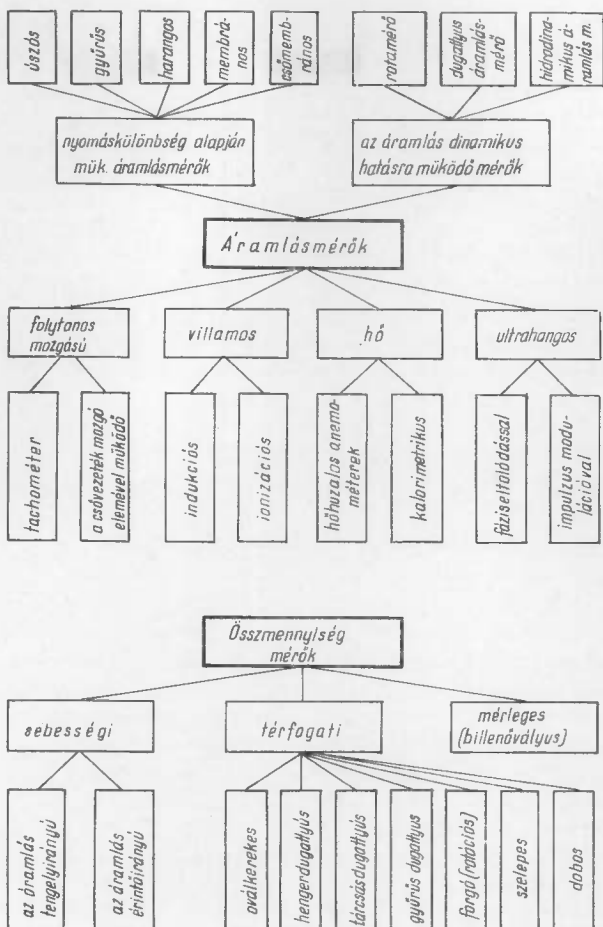
Az előbbieknél ugyanis az átalakító aktív eleme a mért mennyiség megváltozásának hatására nem kényszerül elmozdulásra, ezenkívül az aktív elem és az áramló közeg közötti érintkezési felület kiesi (az ultrahangos mérési eljárásnál például nincs érintkezés), ugyanakkor az átalakító helyes szerkesztésével biztosítható az aktív elem öntisztítása is.

A fentiek alapján a táblázatból emeljük ki azokat az eljárásokat, amelyek az adott mérési probléma megoldásánál számba jöhetnek. Ezek a következők:

1. indukciós áramlásmérési eljárások,
2. kalorimetrikus áramlásmérési eljárások,
3. ultrahanggal működő mérési eljárások.

(Az ionizációs és a hőhuzalos anemométeres eljárások csak gázokra alkalmazhatók.)

Az ultrahanggal működő áramlásmérő műszerek érzékelő elemei a mérendő folyadékkal gyakorlatilag nincsenek érintkezésben, tehát az egyik legjelentősebb zavaró forrás létrejöttének (gyanta lerakódás) veszélye minimális, a mérési módszernek a nevezett feladat megoldásában való alkalmazása emiatt indokoltnak látszik. Az említett előnyös tulajdonság mellett azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni az egyéb természetű zavaró forrásokot sem, melyek közül a hőmérsékleti hibát kell mindenképp kiemelni. A hőmérsékleti hiba abból származik, hogy az ultrahang terjedési sebessége a mérendő hangvezető közegben sokkal nagyobb a mérendő sebességnél, és az ultrahang terjedési sebességének már csekély hőmérséklet okozta



2. ábra



változásai nagy mérési hibákat okozhatnak. További hibaforrások származnak az ultrahang-esatornák aszimmetriájából: a csővezeték-keresztmetszet ellipszis alakja, a hangvezetők hossza, az ultrahang-rezgések terjedési viszonya, a csőtengely által bezárt szög stb. (1).

Figyelemmel kell lennünk arra a tényre is, hogy a mérőberendezés lényegét alkotó ultrahang-generátornak a megszerkesztése már eleve rendkívül összetett feladat, ebből adódóan a műszer előállítási költségei aránytalanul magasak.

Látható tehát, hogy az ultrahanggal működő áramlásmérési eljárások által nyújtott előnyök értékét nagymértékben csökkentik az üzemeltetéssel kapcsolatos technikai akadályok. Ezzel szemben a kalorimetrikus és az indukciós eljárásoknál ugyan a kötőanyag lerakódási veszélyének elhárításához az érzékelő elem kialakításának nagyobb körültekintéssel kell történnie, viszont — már egy célszerűen elkészített mérőátalakító alkalmazásával — a zavarójel források száma kisebb, a mérőberendezés megszerkesztéséhez szükséges segédeszközök könnyen hozzáférhetőek, s az üzemeltetés sem ütközik említésre méltó technikai akadályokba.

A táblázatosan szemléltetett mérési módszerek főbb tulajdonságainak a korábbi kutatások során történt fenti mérlegelésével egyértelművé vált, hogy a további vizsgálatokat az utóbb említett két áramlásmérési eljárás irányában kell elmélyítenünk.

### 2.11 Kalorimetrikus áramlásmérési eljárás.

A címszóval jellemzett mérési módszer lényege, hogy az áramló közegbe egy külső energiaforrással fűtött, rendszerint nagy hőmértékleti tényezővel rendelkező villamos vezetőt (hődrótot) helyeznek (3. ábra), amelynek ohmikus ellenállása az áramlási sebesség függvényében változik. A mérési módszer ily módon való megfogalmazásával a fűtőközeg és az áramló folyadék közötti hőmérséklet-különbség, valamint a folyadék különböző jellemzőinek állandóságát eleve feltételezzük, emiatt természetesen korántsem tekinthető általános érvényűnek. A hődrót elektromos ellenállása valójában egy rendkívül tág fogalmat kifejező folyamatnak: az érintkezés útján lezajló hőcsere minőségének, adott esetben a hőelvonásnak függvénye, melynek mértékét az áramló folyadék sebességén kívül az anyagjellemzők is befolyásolják.

A hőelvonás mértékének számszerű meghatározására a Newton-formula használatos (2):

$$Q = \alpha F / (t_f - t_w) \quad (1)$$

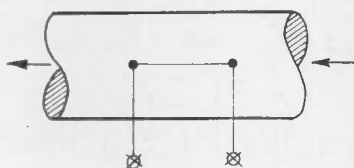
mely szerint az  $F$  felületről az időegység alatt elvont  $Q$  hőmennyiség a fűtőtest ( $t_f$ ) és a folyadék ( $t_w$ ) közötti hőmérséklet-különbséggel arányos. A képletben szereplő  $\alpha$  a hőátadási tényező, mely a szilárd test felülete és a folyadék közötti hőcsere mérvét határozza meg.

A Newton-formula alkalmazása semmiféle elvi egyszerűsítésre nem ad módot. A hőátadás folyamatának egész bonyolultsága és a számítás nehézségei ebben az esetben egyetlen értékre: a hőátadási tényezőre mennek át és itt összpontosulnak.

A hőátadási tényező a folyamatot meghatározó nagyszámú változó bonyolult függvénye, mely függvény általános érvényű leírására csupán jelképes (funkcionális) kapcsolatok állnak rendelkezésünkre. E funkció pl. *M. A. Mihejev* szerint (2) a következő alakban adható meg:

$$\alpha = f(w, t_f, t_w, \lambda, C_p, \rho, \mu, \Phi, l_1, l_2, l_3) \quad (2)$$

ahol  $\alpha$  a hőátadási tényező,  $w$  az áramló folyadék sebessége,  $t_f$  a fűtőközeg-,  $t_w$  a folyadék



3. ábra

hőmérséklete,  $\lambda$  a hővezetési tényező,  $C_p$  a folyadék fajhője,  $\rho$  a sűrűsége,  $\mu$  a statikus viszkozitási tényezője,  $\Phi$  a fűtőtest alakjától függő állandó,  $l_1, l_2, l_3$  a fűtőtest jellemző méretei.

A (2) funkció konkrét alakjának felírására, mely egyenlet a hőátadási viszonyokat a folyamat teljes összetettségében egyértelműen tükrözné, egyelőre nem látszik lehetőség. Azok a kísérleti eredmények azonban, amelyek a témakörrel kapcsolatosan rendelkezésre álltak, lehetővé tették, hogy bizonyos esetekre közelítő összefüggéseket állítsanak fel. Ilyen eset pl. a folyadéknak kör keresztmetszetű, simafalú csőben való lamináris áramlása, mely folyamatra Kraussold a következő egyenletet írta fel (2):

$$N_u = C \left(\frac{d}{l}\right)^n \cdot P_e^m \quad (3)$$

ahol  $N_u$  és  $P_e$  az ún. konvencionális szimbólumok:

$$N_u = \frac{\alpha l}{\lambda} \quad \text{Nusselt-féle szám}$$

$$P_e = \frac{wl}{a} \quad \text{Peclet-féle szám}$$

$C$  a hőcsere minőségét kifejező állandó,  $d$  a hőátadó csőszakasz átmérője (4. ábra),  $l$  a csőszakasz hossza,  $n$  és  $m$  az egyenlet állandói. A szimbólumokban:  $\alpha$  a hőátadási tényező,  $\lambda$  a hővezetési tényező,  $w$  a folyadék áramlási sebessége,  $a$  a hőmérséklet-vezetési szám. Helyettesítve a szimbólumokat, egyidejűleg  $a$  helyébe az

$$a = \frac{\lambda}{C_p \gamma} \quad (4)$$

összefüggést írva — ahol  $C_p$  a fajhő,  $\gamma$  a fajsúly-; kiemelve továbbá az egybevezethető konstansokat:

$$\frac{\alpha}{\lambda} = k_1 \left( \frac{w}{\lambda} C_p \gamma \right) \quad (5)$$

beírva az  $m$  állandó konkrét értékét ( $m = 0,23$ ) és az egyenletet  $\alpha$ -ra rendezve:

$$\alpha = k_1 \lambda 0,77 (C_p \gamma)^{0,23} \cdot w^{0,23} \quad (6)$$

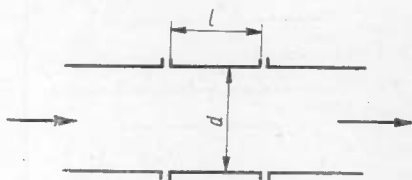
(6) egyenlet a következő alakban is felírható:

$$\alpha = k_1 B_1 w^{0,23} \quad (7)$$

ahol  $B_1$  a (6) képletben szereplő anyagjellemzők hatványszorzatából kapott koefficiens, melynek értéke bármilyen folyadékra, tetszőleges hőmérsékleten előzetesen kiszámítható. A Kraussold-formula minden olyan hőkicszerélődési folyamat elemzésénél felhasználható, melyeknél — az előbbiekben említett kritériumok fennállása mellett — az

$$R_e = \frac{wd}{\mu g} \quad \text{Reynolds-féle szám}$$

értéke kisebb, mint 2320. (Itt  $\mu$  a statikus viszkozitási tényező,  $g$  a nehézségi gyorsu-



4. ábra.

lás).  $Re > 10^4$  esetén — azaz jól kialakult turbulens folyadékáramlás esetén — a Nusselt-formula használatos (3):

$$Nu = 0,023(Re)^{0,8} \cdot (Pr)^{0,4} \quad (8)$$

ahol

$$Pr = \frac{\nu}{a} \quad \text{Prandtl-féle szám,}$$

mely kifejezésben  $\nu$  a dinamikus viszkozitási tényező. A szimbólumok értékének (8) egyenletbe történő helyettesítésével, továbbá  $\nu$  helyébe  $\nu = \mu g / \lambda - t$ ;  $a$  helyébe  $a = \lambda / C_p \gamma - t$  írva, majd (8) egyenletet explicit formában kifejezve:

$$\alpha = k_2 B_2 B_3 w^{0,8} \quad (9)$$

ahol

$$B_2 = 0,244 \frac{\lambda^{0,6} \cdot Cp^{0,4}}{\mu^{0,4}}; \quad B_3 = \gamma^{0,8}; \quad k_2 = \frac{1}{d^{0,2}}$$

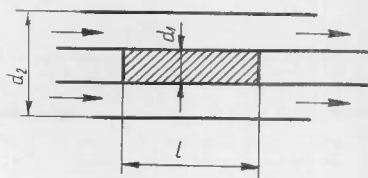
$B_2$  és  $B_3$  — hasonlóképpen, mint a (7) összefüggésnél láttuk — az anyagra jellemző koeficienssek, melyek tetszőleges folyadékra bármely hőmérsékleten kiszámíthatók. A Nusselt-formula abban az esetben is használható, ha a folyadék gyűrű alakú térben mozog, ha azonban a hőátadás a belső felületről történik (5. ábra), úgy (9) egyenlet a következők szerint módosul:

$$\alpha = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^{0,45} \cdot k_2 B_2 B_3 w^{0,8} = k_2 k_3 B_2 B_3 w^{0,8} \quad (10)$$

A teljesség érdekében említést kell tennünk arról is, hogy mind a (7), mind a (10) egyenlet konstansai további  $k_n$  korrekciós tényezőkkel bővülnek aszerint, hogy az  $1/d$  viszony kisebb, vagy nagyobb 50-nél, ezenkívül az áramlás iránya, az esetleges csögörbületi sugár nagysága, a fal érdessége, a belépés körülményei stb. E tényezők elvi úton való meghatározása rendkívül körülményes, legtöbbször csak kísérleti úton végezhető el.

A hőkieserélődési folyamatoknak a fentiek szerinti rövid analiziséből látható, hogy a hőátadási tényező konkrét értékének kiszámításához nagyszámú változó figyelembevétele szükséges. E változóknak sok esetben csupán a létezéséről tudunk, s legfeljebb arról, hogy a szóban forgó paramétert milyen irányban befolyásolják (pl. a csőfal érdességének növekedésével  $\alpha$  növekszik; ha a szabadáramlás iránya ellentétes a kényszeráramlással, úgy  $\alpha$  nagyobb, mint ellentétes esetben stb.).

Még nagyobbak a nehézségek az adott mérés technikai probléma számítások útján történő feldolgozásánál, minthogy itt az áramló közeg karbamid alapú műgyanta, melynek anyagjellemzői a statikus viszkozitási tényező és a fajsúly kivételével nem ismertek. A statikus viszkozitási tényező kivételével (4) nem állnak rendelkezésre adatok arra vonatkozólag sem, hogy az anyagjellemzők ( $\lambda$ ,  $C_p$ ,  $\gamma$ ,  $\mu$ ) miképpen változnak a hőmérséklet függvényében. E tényezők mérésekkel történő meghatározása, továbbá a nevezett funkciók konkrét alakjának kísérleti úton való feltárása messze túlhaladná a témakörben megszabott kereteket, így a vonatkozó kutatások során e probléma beható tanulmányozásától el kell tekintenünk.



5. ábra

A (7), (9) és (10) egyenletekből mindenestre megállapítható, hogy egy adott elrendezés esetén, valamint az anyagjellemzők állandóságának biztosítása mellett, a hőátadási tényező az áramlási sebességnek egyértelmű függvénye. Meg kell természetesen említenünk, hogy esetünkben az áramlásban levő műgyanta hőmérséklete legfeljebb 10–30 °C között ingadozik. E tartományban a különböző folyadékok anyagállandóinak változása nem túl nagy: víznél pl. 20 °C névleges hőmérsékletnél  $\pm 10$  °C ingadozás esetén  $B_1 \approx \pm 8\%$ -ot;  $B_2 \approx \pm 11\%$ -ot;  $B_3 \approx \pm 0,3\%$ -ot változik, tehát joggal tételezhetjük fel, hogy az egyes koefficienseknek a hőátadási tényezőre gyakorolt hőmérséklet hatása minden körülmények között a kompenzálhatóság határain belül fog esni.

Annak érdekében, hogy a kalorimetrikus áramlásmérési eljárásra vonatkozóan közelebbi következtetéseket vonhassunk le, a (7), (9), (10) egyenletek természetesen még nem elégségesek, tekintve, hogy végsősoron nem az  $\alpha = k_n B_n f(w)$  összefüggések, hanem az  $S = K_n B_n f(w)$  — az áramlási sebesség és az áramlás útjába helyezett hődrót elektromos vezetőképessége közötti — funkció konkrét alakjának ismerete szükséges. E kapcsolat felírása érdekében első lépésként helyettesítsük (7) egyenletet (1)-be ( $Re < 2320!$ ):

$$Q = k_4 B_1 w^{0,23} (t_f - t_w) \quad (11)$$

Másrésztől tekintve, hogy a hődrót felfűtését elektromos árammal biztosítjuk:

$$Q = k_5 I^2 R = k_5 U^2 \frac{1}{R} \quad (12)$$

ahol  $I$  a fűtőáram,  $U$  a fűtőfeszültség,  $R$  a hődrót ellenállása. Állandó fűtőfeszültséget feltételezve, továbbá a  $1/R$  kifejezés helyébe  $S$ -et — a villamos vezetőképességet — írva, majd (12) egyenletet (11)-be helyettesítve, az így kapott összefüggést  $S$ -re rendezve (egyidejűleg az összevethető állandókat egy konstansba foglalva):

$$S = K_1 B_1 w^{0,23} (t_f - t_w) \quad (13)$$

A (13) összefüggés csak akkor használható, ha  $Re < 2340$ , tehát lamináris, sima falú csőben való áramlás esetén. Az egyenlet teljesen azonos módon írható fel az  $Re > 10000$  kritérium fennállása esetén is (a levezetések mellőzésével):

a) körkeresztmetszetű csővezetéknel

$$S = K_2 B_2 B_3 w^{0,8} (t_f - t_w) \quad (14)$$

b) gyűrűalakú keresztmetszetnél:

$$S = K_3 B_2 B_3 w^{0,8} (t_f - t_w) \quad (15)$$

Az utóbb felírt,  $S$ -re kifejezett összefüggésből most már világosan látszik, hogy a folyadékáramba helyezett hődrót villamos vezetőképessége az áramlási sebesség, a hőmérséklet-különbség, valamint az anyagjellemzők ingadozása szerint változik. A (13) és (14) egyenletek  $w$  szerinti parciális deriváltjaiból az is megállapítható, hogy a  $\partial S / \partial w$  viszony a (14) egyenletnél nagyobb, mint a (13)-nál, ami azt jelenti, hogy a hődrót villamos vezetőképessége az áramlási sebesség ingadozásával intenzívebben változik turbulens áramlással, mint lamináris áramlás esetén. Ezzel szemben az anyagállandók hőmérséklet-változása által okozott mérési hiba — mint az előbbieken láttuk — lamináris áramlással kisebb, mint turbulens áramlás esetén.

A jelen feladat konkrét megfogalmazása során rögzítettük, hogy esetünkben az áramló folyadék karbamid alapú műgyanta. Azon kérdés eldöntésére, hogy az adott körülmények között lamináris, vagy turbulens áramlással kell-e számolnunk, mindenképp szükséges, hogy a Reynolds-szám várható alakulásáról kapjunk tájékoztatást.

A rendelkezésre álló adatok:

$$V = 6 \text{ l/ó} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{ó}$$

$$\gamma_{gy} = 1,2 \text{ g/cm}^3 = 1,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{gy} = 150 \text{ cP} = 1,53 \cdot 10^{-2} \text{ kgsec/m}^2$$

Ha a csőátmérőt  $d_2 = 13 \text{ mm}$ -re vesszük fel (6. ábra is):

$$w_1 = \frac{4 \cdot V}{d_2^2 \pi}$$

Helyettesítéssel:

$$w_1 = \frac{4 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{(13 \cdot 10^{-3})^2 \pi} = 45 \text{ m/ó} = 0,0125 \text{ m/sec}$$

Amennyiben az áramlásba a hőátadó mérőelemet a 6. ábra szerint helyezzük el (az átmérőt vegyük fel  $d_1 = 4 \text{ mm}$ -re):

$$w_2 = w_1 \left( \frac{d_2^2}{d_2^2 - d_1^2} \right) = 0,0125 \cdot \frac{169}{169 - 16} \approx 0,0139 \text{ m/sec}$$

A Reynolds-szám tehát:

$$Re = \frac{w_2 d_e \gamma_{gy}}{\mu_{gy} g} = \frac{0,0139 \cdot 12,4 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 10^3}{1,53 \cdot 10^{-2} \cdot 9,81} \approx 1,38$$

mely érték lényegesen kisebb a kritikus 2320-nál, azaz lamináris áramlással számolhatunk. ( $Re$  fenti kifejezésében  $d_e$  az egyenértékű átmérő:  $d_e = \sqrt{d_2^2 - d_1^2}$ )

### 2.111 Kalorimetrikus áramlásmérő átalakítók.

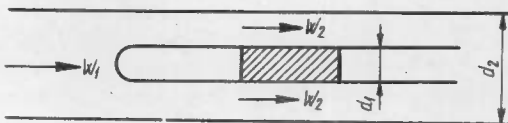
Az áramló kötőanyag időegységre eső mennyiségének kalorimetrikus mérésére alkalmas rendszerek mérőátalakító típusok szerinti csoportosítása a következő módon végezhető el:

1. Termisztoros áramlásmérő átalakítók.
2. Wolframszál as áramlásmérő átalakítók.
3. Szénellenállásos áramlásmérő átalakítók.
4. Termoellenállásos áramlásmérő átalakítók.

A nevezett átalakítókat Intézetünk műszer-laboratóriumában megépítettük, s a kísérleteket valamennyi típusal lefolytattuk. A kísérletek eredményéről a soron következő fejezetekben nyújtunk rövid tájékoztatást.

#### 2.111.1 Termisztoros áramlásmérő átalakítók.

A termisztor nagy negatív hőfoktényezővel rendelkező kristályellenállás, mely



6. ábra

elem a hőmérséklet (hőelvonás) villamos úton történő mérésénél — éppen a nagy hőfoktényező következtében — előnyösen alkalmazható.

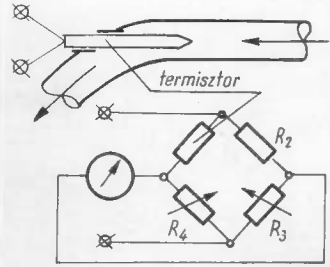
Hőmérséklet-mérésnél a mérőköri elemek és a tápfeszültség megválasztásánál ügyelni kell arra, hogy a termisztor munkaponti árama ne haladja meg a specifikus értéket, ellenkező esetben ugyanis a kristály „túlmelegszik”, mely jelenség a mérési adatokat nagymértékben meghamisíthatja.

Az áramló közegek sebességmérésénél viszont éppen a túldisszipáltság a cél, s ilyen beállításnál a mindenkori kristályellenállás a konvekció útján érvényesülő hőelvonás mértékének (az áramlási sebességnek) függvénye.

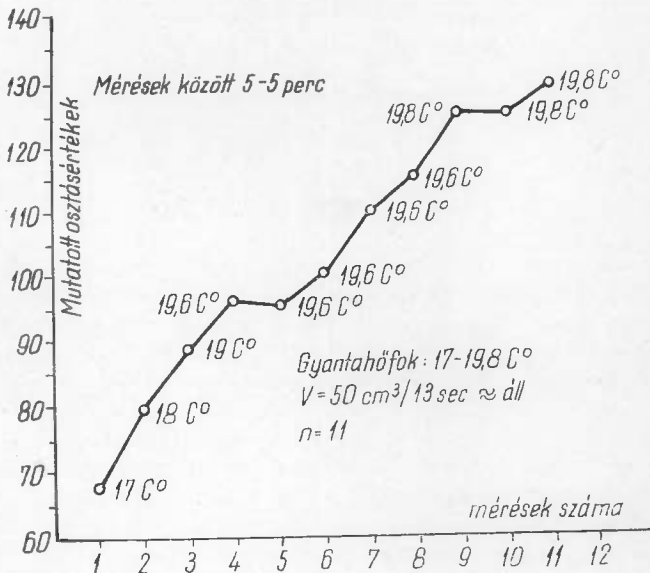
A laboratóriumi előkísérleteket, melyeknél még feltételeztük, hogy az áramló közeg hőmérsékletének  $\pm 1-1,5$  C°-on belüli ingadozása a mérés pontosságára nem gyakorol jelentősebb befolyást, a 7. ábrával bemutatott fejkialakítással végeztük el. Az ábrán feltüntettük a kapcsolási szisztémát is. A termisztoron átfolyó áram  $R_1$  potenciométerrel szabályozható, míg a nullázás  $R_3$ -mal végezhető el.

Az előkísérletek során kapott eredményeket a 8. ábrán látható diagrammal szemlélítjük. A kötőanyag hőmérséklete, a kb. 1 óráig tartó mérési időtartamban 17 C°-ról 19,8 C°-ra emelkedett. Egyidejűleg a W-hídba kapcsolt mikroampermérő mutatójának kitérése — 50 cm<sup>3</sup>/13 sec, jó közelítéssel állandó áramlási sebesség mellett — 68 osztásról 128-ra emelkedett. Megfigyelhető, hogy a 4. és 8. mérés között a hőmérséklet nem változik, a mutatott osztásértékek mégis növekvő tendenciát mutatnak. Ez az instabilitás egyébként több egymás után lebonyolított mérésnél tapasztalható volt, s a jelenség magyarázatát kezdetben a mérési elv hiányosságai-ban kerestük. Feltételeztük ugyanis, hogy a mérőtermisztoron gyantalerakódás következett be, mely körülmény értelemszerűen a hőátadás-viszonyok megváltozásához — ezáltal a diagonáláram eltolódásához — vezetett.

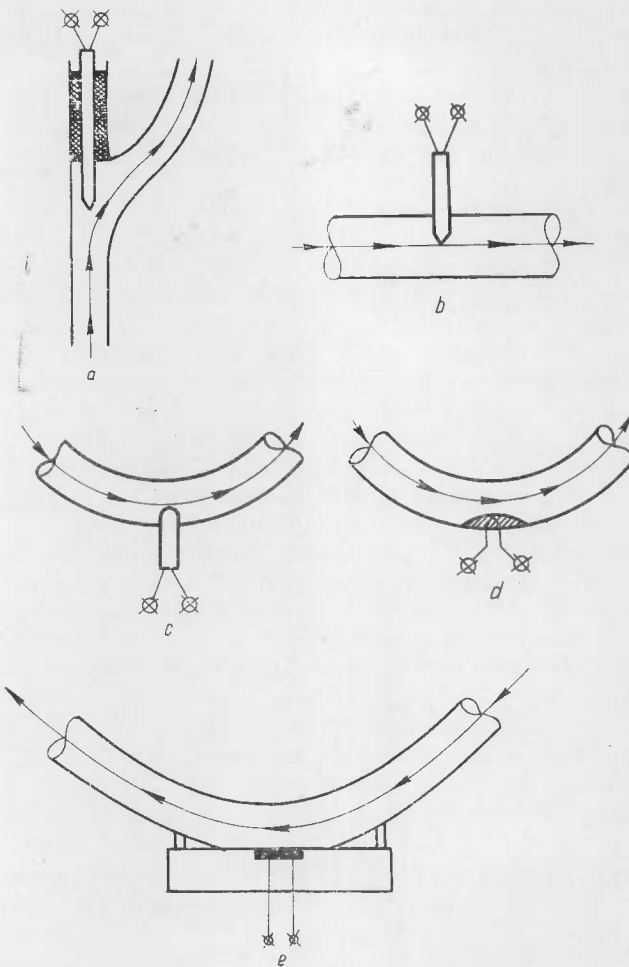
Feltevéseinket igazolni látszottak a félüzemi szinten elvégzett kísérletek hasonló mérés-eredményei is. A kutatás előkísérleti szakaszában elfogadhatónak látszott a gyantalerakódás teóriája, annál is inkább, minthogy a mérőelemen, hosszabb ideig tartó vizsgálatok után, letapadt, kocsonyás réteget véltünk felfedezni.



7. ábra



8. ábra



9. ábra

Ezért a mérőfej oly kialakítását tűztük ki célul, melynél a leírt jelenség bekövetkezése megakadályozható. Így keletkeznek a 9. ábrán látható fejkiviteli megoldások. Az ábra jelöléseinek megfelelően:

- a) „Y” mérőcső csúcsüveg-termisztorral
- b) „Egyenes” mérőcső csúcsüveg-termisztorral
- c) „Rádusz” mérőcső gömbüveg-termisztorral
- d) „Rádusz” mérőcső közvetlen termisztor-tartállyal
- e) „Rádusz” mérőcső laptermisztorral.

Valamennyi itt felsorolt fejkialakítással csökkentettük a mérőelem és a folyadék közötti érintkezési felületet, másrésztől biztosítani kívántuk az elem öntisztítódását.

A lefolytatott kísérletek során azonban minden esetben a diagonáláram lassú, tendenciózus eltolódását tapasztaltuk, s ennek alapján a gyantalerakódás miatt bekövetkező hőtadás-viszonyok megváltozásából adódó „kúszásra” tett korábbi magyarázatainkat megerősítettnek véltük.

A kutatást természetesen mégsem tekinthettük befejezettnek — mely az említett teóriákkal a kalorimetrikus áramlásmérési módszer elvetésének szükségességét jelentette volna —, ugyanis a végső, teljesen megalapozott állásfoglaláshoz további kutatás tárgyává kellett tennünk az általunk önkényesen megengedett  $\pm 1-1,5$  °C hőmérséklet-ingadozáson belüli közvetlen hatások vizsgálatát is.

### 2.111.2 Wolframszál as áramlásmérő átalakítók.

Az áramló közeg hőmérséklet-ingadozás hatásának közelebbi tanulmányozása a wolframszál-mérőfejes vizsgálatok lebonyolítása során nyert adatok értékelésével minden kétséget kizáróan szükségessé vált. A mérőfejek kialakítása megegyezett a 9. ábrán bemutatottakkal, de itt a termisztorok helyett alkalmas beépítési móddal nagy hőmérsékleti tényezőjű wolframszálakat helyeztünk el. A kapcsolási szisztéma a 7. ábrán feltüntetett volt azonos. A W-híd diagonálisába kapcsolt mikroamper-

mérő mutatott osztásértékeinek állandó áramlási sebesség melletti intenzív kúszása itt különösen szembetűnő volt annak ellenére, hogy a mérési idő mindössze 33 perc volt. Nem tartottuk lehetségesnek, hogy ez alatt a rövid idő alatt oly nagymérvű gyantalerakódás következhetett be, mely a diagonáláramnak az észlelt nagy meredekségű eltolódását okozta volna. Sokkal valószínűbbnek látszott, hogy a kúszást a folyadék hőmérséklet-változása idézte elő, mely paraméter a jelölt időtartamban kb. 3 C°-ot emelkedett.

Az utóbbi feltevés igazolása céljából természetesen megfelelő berendezések felállítására vált szükségessé. Alkalmos segédeszközök birtokában kerülhetett sor azon nomogram felállítására, mely a W-híd kimenő feszültsége, a folyadék hőmérséklete és áramlási sebessége között teremt egyértelmű kapcsolatot.

### 2.111.3 Szénellenállásos áramlásmérő átalakítók.

A termisztoros, később a wolframszálas áramlásmérési vizsgálatok során feltételeztük, hogy az áramló közeg hőmérsékletének  $\pm 1$ — $1,5$  C°-os ingadozása nincs jelentősebb kihatással a mérés megbízhatóságára. Abból kiindulva továbbá, hogy *egy mérési ciklusban* — legyen akár laboratóriumi, akár félüzemi vizsgálatokról szó — a jelölt határok túllépése eleve kizárt, a hőmérséklet pontos regisztrálásának nem tulajdonítottunk jelentőséget (a lefolytatott vizsgálatok során a maximális ingadozás egy esetben sem haladta túl a  $\pm 1,5$  C°-ot). Miután azonban a kúszás jelenségének a gyantalerakódással történő magyarázata kétségbevonhatóvá vált, a fő figyelmet a hőmérséklet-ingadozás közvetlen hatásainak vizsgálatára kellett összpontosítani. Ehhez mindenekelőtt meg kellett oldani az áramló folyadék hőmérsékletének tetszőleges értékre való beállíthatóságát, továbbá a beállított érték legalább 0,1 C°-ra történő stabilizálhatóságát.

E követelménynek az adagológép tartályába épített csőkigyón, ultratermosztáttal hőmérséklet-szabályozható folyadék-átáramoltatással tettünk eleget. Mérőfolyadék-ként — a sönthatásokból adódó zavaró tényezők kiküszöbölése céljából — paraffin-olajat alkalmaztunk, s annak mindenkori hőmérsékletét 0,1 C° pontosságú hőmérővel ellenőriztük. Mérőelemként szénellenállást (szilítet) használtunk, mely elem a mérőcsőben a 10. ábra szerint nyert elhelyezést. Az ábrán látható a kapcsolási szisztema is: egy váltófeszültséggel hajtott W-híd. A mutatós műszer egy erősítőn keresztül csatlakozik a diagonálisához.

A vizsgálatok lefolytatásával nyert mérési adatokat a 11. ábrán látható nomogrammal szemléltettük.

Megállapítható, hogy a közeg hőmérséklet-változása a diagonál-potenciál jelentős eltolódását idézi elő. Amíg pl.  $5 \text{ cm}^3/8 \text{ sec}$  mennyiség mellett 14 C°-on az átlófeszültség 0,03 V, addig 20 C°-on 0,011, vagyis az 1 C° hőmérséklet-emelkedésre eső feszültségváltozás 0,0032 V. Ugyanakkor a mennyiségnek  $5 \text{ cm}^3/8 \text{ sec}$ -ről  $5 \text{ cm}^3/7,2 \text{ sec}$ -re (+10% mennyiségváltozás) való emelkedésével a feszültségváltozás 0,002 V.

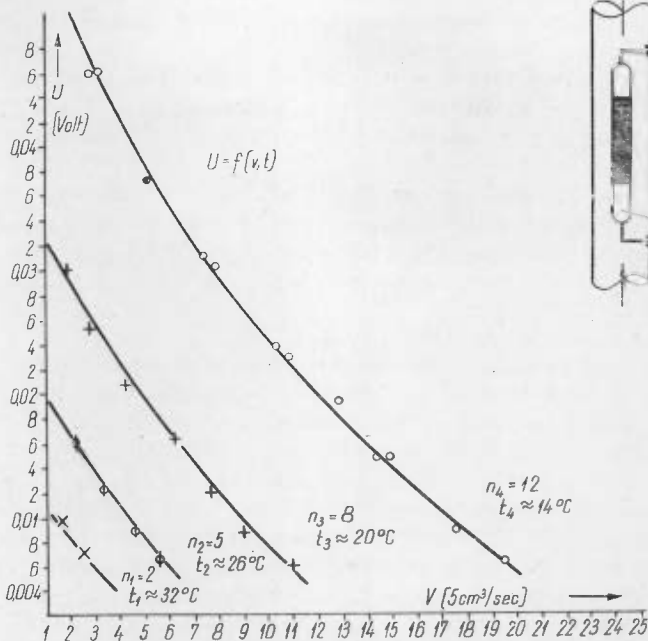
A két adat összehasonlításával megállapítható, hogy az 1 C° hőmérséklet-változás nagyobb átló-feszültségváltozást ad, mint a 10% mennyiség-változás. E tény felismerése végső soron azon következtetés levonását tette szükségessé, mely szerint az áramló közeg hőmérséklet ingadozása még laboratóriumi körülmények között is ( $\pm 1,5$  C° maximális) megengedhetetlen mérési pontatlanságot okoz.

A hőmérséklet hiba kiküszöbölése céljából feltétlenül meg kell oldani, vagy

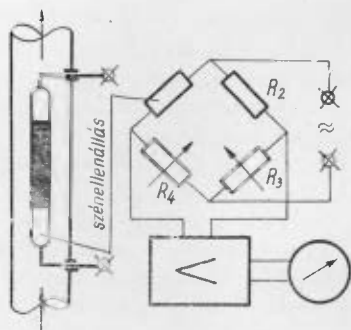
1. az áramló folyadék hőmérsékletének  $\pm 0,1$  C°-ra történő stabilizálását, vagy
2. a hőmérséklet-változásnak, mint zavarójelnek automatikus kompenzálását.

Laboratóriumi, vagy félüzemi körülmények között a hőmérséklet-stabilizálás megoldása nem jelent különösebb problémát. A bemutatott nomogram felvételénél pl.





11. ábra



10. ábra

a leírt módon működtetett ultratermosztát a folyadéktartályban levő paraffinolaj hőmérsékletének ingadozását  $\pm 0,1$  C°-nál kisebb értékhatárok közé szorította.

A téma kidolgozását tehát mind a mérés technikai, mind a szabályozástechnikai oldalról megalapozottnak lehetne tekinteni (könnyen belátható ugyanis, hogy a rendelkezésre álló villamos jel — az elektromos ellenállásváltozás — egyidejűleg a szabályozott jellemző mért értékeül is szolgálhatna), minthogy a keverőgépbe adagolt műgyanta időegységre eső mennyiségének műszeres indikálását és önműködő szabályozását a már korábban megépített *laborméretű* gépsornál kívántuk megoldani. Felmerül azonban a kérdés, hogy a hőmérséklet állandósításának *ipari* megvalósítása reálisnak mondható-e. A felelet egyértelmű: a termosztálás ugyan ipari szinten is végrehajtható, ez azonban rendkívül körülményes, ugyanakkor költséges, s korántsem képes kielégíteni a korszerű mérés- és szabályozás-technikai igényeket. A témával kapcsolatos további kutatásokat tehát a hőmérséklet kompenzációs vizsgálatok irányában láttuk célszerűnek elmélyíteni.

A kutatásnak ebben a fázisában kerültek egyébként rögzítésre az áramló közeg hőmérsékletének azon ipari körülmények között feltételezett határai, melyeket „A feladat konkrét megfogalmazása” c. fejezetben, mint specifikációs adatot  $+10$ , ill.  $+30$  C°-kal adtunk meg.

#### 2.111.4 Termoellenállásos áramlásmérő átalakítók.

Az anyagoknak azt a fizikai tulajdonságát, hogy a hőmérséklet hatására elektromos ellenállásukat megváltoztatják, hőmérséklet-, ill. hőelvonás-mérésére lehet felhasználni. Leggyakrabban alkalmazott anyagok a platina- és a nikkelhuzal, melyet üveg- vagy porcelántestre csévélnék fel, majd a csatlakozó pontokkal ellátott teker-

cset védőtokba helyezik. Az ilyen módon kialakított *termoellenállásos* mérő átalakítók bármely közeg hőmérséklet-mérésére s közvetett úton az áramló közeg sebesség-mérésére alkalmasak.

A termoellenállások mérőköri beállításánál pontosan azokat a szempontokat kell betartani, mint a termisztornál. Hőmérséklet-mérésnél — a túlmelegedés megakadályozása céljából — a mérőelemen átfolyó áram nem haladhatja meg a 10 mA-t. A folyadék áramlási sebességmérésénél viszont a specifikus áram 15—30-szorosával dolgozunk. Sebességmérésnél, amennyiben egy mérőelemet alkalmazunk, természetesen itt is, mint az előző átalakító típusoknál láttuk, alapvető kritérium a közeg hőmérséklet állandósága. Rendkívül nagy előnyt jelent azonban a korábbiakban ismertetett valamennyi mérőelemhez képest a termoellenállás azon tulajdonsága, hogy az  $R = f(t)$  — a hőmérséklet-elektromos ellenállás karakterisztikája lineáris:

$$R_t = R_0 + \beta t \quad (16)$$

ahol  $R_t$  a  $t$  C°-on,  $R_0$  a 0 C°-on mért ellenállás,  $\beta$  a hőmérsékleti tényező, melynek értéke pl. platina-ellenállás esetén:  $0,385 \text{ ohm/C}^\circ = \text{állandó}$ .

A linearitás mindenekelőtt azzal az előnnyel jár, hogy akár hőmérséklet-, akár áramlási sebességindikáció legyen is a méréstechnikai igény, a leolvasó műszer osztásközei egyenlőek lehetnek. A teljes tartományon belüli egységnyi mennyiség változásra eső egységnyi hasznos jelváltozás biztosítása szabályozástechnikai vonatkozásban egyidejűleg a legtöbb esetben a leghatározottabb célkitűzés. Ami pedig az adott problémakört: az áramlási sebesség hőmérséklet változástól függetlenített mérését illeti, a mérő- és kompenzálóelem produktumának hőmérsékleti linearitása a megoldhatóság legalapvetőbb feltételeinek egyikét képezi, mely feltétel — tekintve, hogy az áramló folyadék időegységre eső mennyiségét nemcsak indikálni, hanem egy adott alapjeli értékre önműködően szabályozni is kívánjuk — különös fontossággal bír.

Nem lineáris elemekkel az automatikus hőmérséklet-kompenzáció megoldása rendkívül nehéz feladat, sőt valószínűnek látszik, hogy a nagy hőfoktartományra (10—30 C°), nem utolsósorban a szigorú pontossági ( $\pm 2\%$ ) igényekre való tekintettel, kielégítő minőséggel meg sem oldható.

A nem lineáris elemekkel történő hőfokkompenzáció kérdését vizsgáljuk meg pl. *termisztor* alkalmazása esetén. A korábbiakban már utaltunk arra, hogy a termisztor hőfokkoefficiense negatív. Amíg azonban a platina termo-ellenállásnál a tényező 0—100 C° tartományban állandó érték, addig a termisztornál  $\beta$  a hőmérsékletnek hiperbolikus függvénye:

$$\beta_T = -\frac{K}{T^2} \quad (17)$$

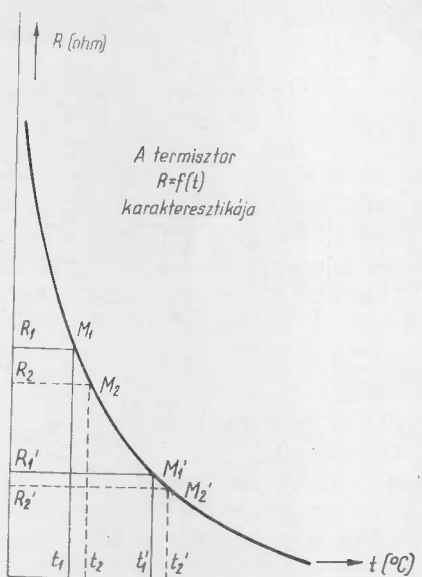
ahol  $\beta_T$  a  $T$  K°-hoz tartozó hőfokkoefficiens,  $K$  az egyenlet állandója.

E tulajdonságból ered egyébként a termisztor  $R = f(t)$  karakterisztikájának nem lineáris jellege, mely funkció leírására az

$$R_T = R_{T_0} \exp \left[ -K \left( \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right) \right] \quad (18)$$

közelítő egyenlet alkalmazható. (18) képletben  $R_T$  a  $T$  K°-hoz,  $R_{T_0}$  az abszolút 0°-hoz tartozó termisztoellenállás.

Nézzük ezek után a kompenzáció lefolyását. Kapcsolási szisztémaként elfogad-



12. ábra

következtében meg nem változik. A rendszer sebességváltozásra való érzékenységének egyik jellemzőjeként megadhatjuk az  $M_1$  ponthoz húzott érintő hajlásszögét.

Emeljük most fel a folyadék hőmérsékletét  $t_1$  értékre. Egyértelmű, hogy ezzel a mérőtermisztor munkapontja az  $M_1$ , a kompenzálóé az  $M_2$  helyre tolódik el (a termisztor koordináták:  $t_1, R_1, t_2, R_2$ ). Megfigyelhetjük, hogy az ordináta metszettek közötti különbség lecsökkent ( $R_1 - R_2 > R_1' - R_2'$ ), mely jelenség természetesen az előbbi hőfokon kinullázott hidat egyensúlyi állapotából kimozdítja, s ez minden kétséget kizáróan a hőmérséklet-kompenzáció tökéletlen mivoltára utal.

A mérő- és kompenzáló elem ellenálláskülönbségének megváltozása azonban a hőmérsékletkompenzációs hibának csupán az egyik oldalát képezi. Az előbbiekből ugyanis a sebességérzékenységet a mindenkor munkaponthoz húzott érintő hajlásszögével jellemeztük. Nem igényel bizonyítást az a megállapítás, mely szerint az  $M_1$  munkapont körüli  $1^\circ$  hőmérséklet-változásra eső ellenállásváltozás (itt most a sebességváltozás által a mérőtermisztoron előidézett ellenállás-változásra gondolunk) lényegesen nagyobb, mint  $M_1$  környékén.

A nem lineáris elemekből felépített, hőmérséklet kompenzált folyadék-sebességmérő rendszerek tehát egyrésztől nagyobb intervallumban nem adnak tökéletes kompenzációt, másrésztől nem biztosítható az érzékenység állandósága.

Az előadottak természetesen nem jelentik azt, hogy a folyadéksebességmérés általában nem lineáris elemekkel megoldhatatlan. (Az ismertetett elrendezés pl. egy szűk hőmérséklet-tartományban  $\pm 2^\circ$ , tehát laborszinten — még elfogadható lehet.) Megfelelő kompenzáció és érzékenységállandóság eléréséhez azonban bonyolult műkapcsolás szükséges — ebből adódóan a mérőkör elemek a környezet hőmérséklet-változásától való függetlenítése feltehetően többszörös „belső-kompenzáció” alkalmazásával elkerülhetetlenné válik —, ugyanakkor valószínűnek látszik, hogy az ilyen irányú kutatások (mely munkálatokban elsősorban a hosszadalmas kísérleti

hatjuk a 7. ábrával bemutatott elrendezést, de itt  $R_2$  is egy termisztor, mely elem most a kompenzáció funkcióját hivatott végrehajtani.

Mindkét termisztor saját áramával van túldisszipálva, a mérőelem éppen úgy, mint a kompenzáció nélküli megoldásnál az áramlóközegben,  $R_2$  azonban egy „nyugodt” helyen (pl. a folyadéktartályban) nyer elhelyezést. (A nyugvó és áramló közeg hőmérsékletének azonossága jó közelítéssel elfogadható.)

Tegyük fel, hogy a  $V =$  állandó sebességgel áramló folyadék hőfoka  $t_1$  — a mérőtermisztoré a  $V$  sebesség által meghatározott,  $t_1$  — tehát ellenállása  $R_1$ . (12. ábra). A kompenzáló elem hőmérséklete — tekintve, hogy a nyugalmi állapotban levő folyadék arról hőelvonást nem idéz elő — magasabbra, egy  $t_2$  értékre emelkedik, a hozzátartozó ellenállás  $R_2$ . Az  $R_1$  és  $R_2$  közötti ellenálláskülönbség a hidelemekkel — a 7. ábrán látható kapcsolás szerint  $R_3$  potenciométerrel — egyenlíthető ki. A nullindikátor így mindaddig középállásban marad, amíg a sebesség valamilyen hatás

vizsgálatoknak jutna a döntő szerep) a különlegesen szigorú specifikus követelményekre való tekintettel nem hoznának kielégítő eredményeket.

A kutatásnak ebben a szakaszában már kézenfekvőnek látszott, hogy a vizsgálatokat lineáris elemek alkalmazásával kell tovább folytatni. Ezzel ugyanis egyszerű kapcsolástechnikai megoldással biztosítható a két legfontosabb követelmény:

- a) a mérő- és kompenzáló-elem ellenálláskülönbségének azonossága tetszőleges hőmérsékleten,
- b) a rendszer érzékenységének a hőmérséklet-változástól való függetlenítése.

A linearitás kritériuma természetesen a 100%-os kompenzálhatóság szükséges, de még nem elégséges feltétele. Legalább ugyanilyen fontosak a

- a) névértéki azonosság,
- b) azonos meredekség,
- c) minimális hiszterézis

kritériumai is.

Amíg a termisztorok nagy átlagos meredekséggel rendelkeznek, de karakterisztikáik nem lineárisak, névértéki összehasonlításban még azonos típuson belül is nagy szórást mutatnak, átlagos meredekségeik eltérőek, hiszterézisük viszonylag nagy, addig a platina ellenállások ugyan kisebb meredekségűek, de ez a meredekség állandó, a névértéki azonosság még különböző típusok mellett is elfogadható, a hiszterézisük viszonylag kicsi. Ebből az összehasonlításból adódóan érthető, hogy vizsgálatainkat a platina termoellenállásos folyadék sebességmérési eljárások irányában mélyítettük el.

Az előkísérleteket egy „U” alakban meghajlított plexiglas csővel végeztük el, amelyben a mérő és kompenzáló termoellenállások a 13. ábra szerinti elvi elrendezésben nyertek elhelyezést.

A mérőelemre előzetesen konstantán huzalból fűtőspirált cséveltünk fel, melynek melegítését külön áramforrással biztosítottuk. Kapcsolási sémaként itt is egy váltóáramú W-hidat alkalmaztunk, melynek kimenetéről egy 100-szoros erősítőn keresztül csatlakoztunk a mutatós műszerhez.

A mérőcsövön 3,6 1/6 állandó sebességgel átáramló kötőanyag hőmérsékletét 16 °C-ról fokozatosan 27 °C-ra emeltük, s vizsgáltuk a kompenzáció minőségét. A méreredmények értékelésével megállapítottuk, hogy az összbizonytalanság meghaladja a beállított áramlási sebesség  $\pm 6-10\%$ -át. A kompenzáció minőségére vonatkozóan azonban nem tudtunk egyértelmű következtetéseket levonni, minthogy az említett  $\pm 6-10\%$  bizonytalanság a hőmérséklet kompenzációs hibán kívül magában foglalta:

- a) a mérőfej tökéletlen kialakításából,
- b) a W-hidat tápláló feszültségforrás instabilitásából,
- c) a termoellenállás fűtésére szolgáló feszültségforrás instabilitásából,
- d) a kapcsolódó

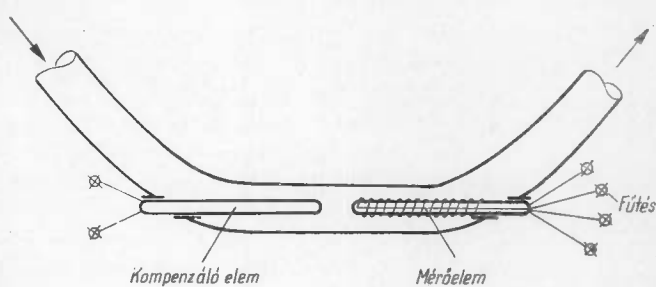
erősítő pontatlanságából,

- e) a hídlemek

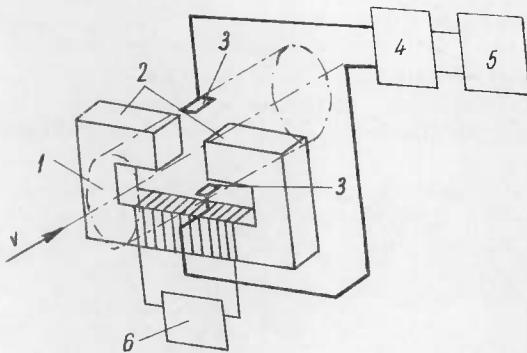
hőmérsékleti és mechanikai instabilitásából, valamint

- f) az áramlási sebesség mérésénél elkövetett hibákból származó pontatlanságokat.

A kutatásnak ebben a fázisában még nem lát-



13. ábra



14. ábra.

lyadékból elektromotoros erő indukálódik, amennyiben a folyadékra mágneses térerő hat (1, 5, 6).

Az indukciós mérőátalakító elvi felépítését a 14. ábrával szemléltetjük. A villamosan vezető folyadék az 1 csőben a 2 mágnes pólusai között a mágneses erővonalakra merőlegesen áramlik. A folyadékáramban levő ionok a mágneses mezőben elmozdulnak, s töltéseiket a 3 elektródákon leadva, rajtuk a folyadékáramlás sebességével arányos feszültséget keltenek (az ábrán alkalmazott további jelölések: 4: csővoltmérő, 5: mutatóműszer, 6: gerjesztőegység).

Az indukált feszültség egyenáramú gerjesztéssel:

$$E_{=} = Bwd10^{-5} \text{ mV} \quad (19)$$

ahol  $B$  a mágneses indukció a mágnespólusok közötti részben, gauss;  
 $w$  a folyadék áramlási sebessége, m/sec;  
 $d$  a cső belső átmérője, cm.

Ha a mágneses térerősség  $t$  idő alatt  $f$  frekvenciával változik, úgy

$$E \sim B_{\max}wd/\sin 2\pi ft/10^{-5} \text{ mV} \quad (20)$$

Tekintve, hogy egy adott elrendezésnél  $B$ ,  $B_{\max}$ ,  $d$  és a  $\sin 2\pi ft$  szorzat állandó értékek:

$$E_{=} = K_1w \quad (21)$$

illetve

$$E \sim K_2w \quad (22)$$

ahol  $K_1 = Bd10^{-5}$  és  $K_2 = B_{\max}d/\sin 2\pi ft/10^{-5}$

Az indukált feszültség tehát — akár egyen-, akár váltóáramú gerjesztésről is legyen szó — az áramlási sebességnek lineáris függvénye.

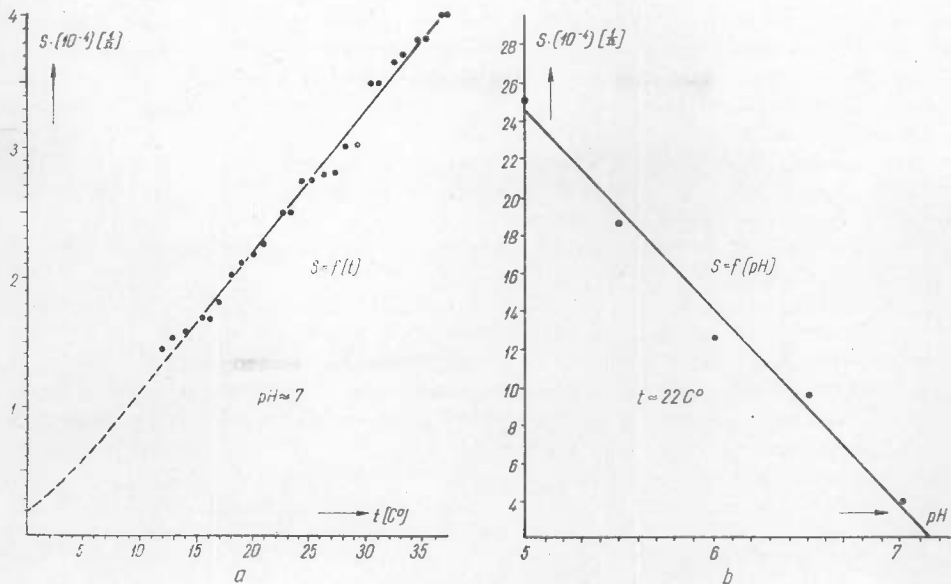
A rendelkezésre álló irodalmi anyagokban (1,6) utalást találtunk arra vonatkozólag, hogy a mérés pontosságát nem befolyásolja sem az anyagjellemzők, sem a folyadék hőmérsékletének változása, amennyiben e változások a közeg villamos vezetőképességének értékét nem érintik.

Esetünkben feltételeztük, hogy az áramló kötőanyag vezetőképességének ( $S$ ) alakulására a hőmérséklet ( $t$ ) és a hidrogénion-koncentráció (pH) ipari körülmények közötti ingadozása jelentős befolyást fog gyakorolni, ezért még az előkísérletek

szott világosan, hogy az össztolerancia felsorolt összetevői csökkenthető-e olyan mértékben, hogy a specifikációban megadott  $\pm 2\%$  elérhető legyen. Erre való tekintettel a termoellenállásos áramlásmérési módszer finomítására irányuló tevékenységekkel egyidejűleg kutatásainkat kiterjesztettük az indukciós áramlásmérési eljárás vizsgálatára is.

## 2.12 Indukciós áramlásmérési eljárás.

Nem mágnesesítő anyagokból készült, belül villamosan szigetelt csővezetékben áramló fo-



15. ábra. a)–b)

beindítását megelőzően szükségesnek láttuk az  $S = f(t)$  — állandó pH mellett — és az  $S = f(\text{pH})$  — állandó hőmérséklet mellett — karakterisztikák mérésekkel történő felvételét (15. ábra). A kapott eredmények alapján megállapítottuk, hogy a  $20^{\circ}\text{C}$  névleges hőmérséklet esetén —  $\text{pH} = 7$  hidrogénion-koncentrációval —  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  ingadozással kb.  $\pm 55\%$  (15a ábra),  $6,5$ -es névleges pH esetén,  $22^{\circ}\text{C}$  folyadék-hőmérséklet mellett,  $\pm 0,5$  pH-ingadozással pedig kb.  $\pm 60\%$  (15b ábra) vezetőképesség-változás jár együtt.

Ezen adatok birtokában végeztük el a vonatkozó előkísérleteket egy előzetesen elkészített mágneses mérő-átalakítóval. A mágneses polarizáció létrejöttének megakadályozása érdekében a *tömbből* kialakított lágyvastestet  $50$  periódusú váltófeszültséggel gerjesztettük, az elektródákhoz nagy bemenő impedanciával rendelkező  $0,3$  mV —  $100$  V méréshatárú, precíziós csővoltmérővel csatlakoztunk. Az áramló folyadék hidrogénion-koncentrációját  $\text{pH} = 7$ -re állítottuk be.

A vizsgálatok során szerzett tapasztalatokról a következőkben számolunk be.

1.  $50$  V-os gerjesztőfeszültség mellett a mérőelektródákon  $6$  l/ó névleges áramlási sebesség mellett kb.  $10$  mV zavarófeszültséget mértünk, mely értéket a leggondosabb árnyékolási eljárással sem sikerült jelentős mértékben csökkentenünk. E viszonylag nagy zavaró feszültség következtében a csővoltmérő alacsonyabb méréshatárra való átkapcsolása nem volt lehetséges, így a  $\pm 10\%$  sebességváltozásra eső feszültségváltozás (a 2. fejezetben megadott specifikáció) gyakorlatilag nem volt érzékelhető. (A sebességet  $0$ -ról maximálisra — kb.  $12$  l/ó-ra növelve — kb.  $0,1$  mV feszültségváltozást tapasztaltunk.)

2. A kötőanyag villamos vezetőképességét  $1$  cm<sup>2</sup> felületű, egymástól  $1$  cm távolságra levő elektródákkal mérve  $400$   $\mu\text{S}$ -re állapítottuk meg. A mérőcsőben levő, egymástól  $8$  mm távolságban elhelyezett,  $0,05$  cm<sup>2</sup> felületű tüelektródák között viszont  $1,5$   $\mu\text{S}$ -t mértünk.

A nagy értékű zavarófeszültség és a csekély érzékenység okát kezdetben a 2.

pontban leírt jelenséggel magyaráztuk, ezért — elsősorban a mérési elv igazolása érdekében — a vizsgálatokat  $S = 25\,000\ \mu\text{S}$  vezetőképességű sósavoldattal folytattuk (a tüelektródák között  $1500\ \mu\text{S}$ -t állapítottunk meg). A kísérletek azonban nem hozták a várt eredményeket, minthogy a zavarófeszültség nem csökkent számottevően, ugyanakkor az érzékenység sem növekedett a kívánt mértékben. A vizsgálatok eredményeként végül is azt a következtetést vontuk le, hogy az említett hibaforrások kiküszöbölése érdekében elsősorban a mérési mód finomítására kell törekednünk. Ennek érdekében szükségesnek láttuk:

1. az örvényáram-vesztesség csökkentése céljából a mágnesset lemezelt lágyvasból való kialakítását,

2. az érzékenység fokozása érdekében az indukció (B) növelését,

3. a zavarófeszültségnek kompenzációs eljárással való kiszűrését.

Említettük, hogy az indukciós mérési módszerrel kapcsolatos kutatásokkal egyidejűleg a termoellenállásos áramlásmérő-rendszer továbbfejlesztésére irányuló tevékenységek is folyamatban voltak, melyek eredményeként a mérési pontatlanságot az előkísérletek során elért  $\pm 10\%$ -ról (2.111.3 fejezet)  $\pm 4\%$ -ra sikerült lecsökkenteni, de lehetőséget találtunk arra is, hogy az össztolerancia  $\pm 2\%$  alá legyen szorítható. Erre való tekintettel az induktív mérő átalakítókkal kapcsolatos kísérleteket nem folytattuk tovább, s véglegesen a termoellenállásos mérési módszer alkalmazása mellett foglaltunk állást.

Ezen elhatározásunkat indokolta a műgyanta viszonylag alacsony vezetőképességének ténye is, melynek következtében a zavarófeszültség kikompenzálásának szükségessége mellett a hőmérséklet és a pH-ingadozás által okozott mérési hibák kiküszöbölésére is alkalmas kompenzációs eljárások kidolgozásával kellett volna számolnunk. A többszörös belső és külső kompenzáció azonban a mérőrendszert rendkívül bonyolulttá tenné, emiatt a mérési eljárásnak az adott feladat megoldásában való alkalmazhatósága kétségbe vonhatóan látszott.

## 2.2 *Termoellenállásos, hőmérsékletkompenzált kötőanyag-áramlásmérő tervezése, szerkesztése.*

### 2.2.1 Mérőátalakító.

A mérőátalakító tervezésénél és szerkesztésénél a következő szempontokra kell tekintettel lenni:

1. A tiszta lamináris áramlás biztosítása érdekében a körgyűrű alakú keresztmetszeten átfolyó műgyanta áramlási sebessége lehetőleg minél kisebb legyen. A beépítésre kerülő termoellenállás átmérője:  $d_1 = 4\ \text{mm}$ . Figyelembe véve, hogy a mérőcsövön óránként 6 liter kötőanyag áramlik át, a belső csőátmérő  $d_2 = 13\ \text{mm}$ -re történő megválasztásával a laminaritás követelményének eleget tettünk, tekintve, hogy így a Reynolds-szám a kritikus értéknél lényegesen kisebbre adódik (a 2.11 fejezetben elvégzett részletes számítások és a 6. ábra).

2. A mérőcsövet az áramlásban úgy kell elhelyezni, hogy a mérőelem melegítése által előidézett természetes áramlás és a kényszeráramlás iránya megegyezzzék, ellenétes esetben a mérőtermoellenállás környezetében turbulencia keletkezhet, mely jelenség a hőátadásviszonyok megváltozását idézheti elő.

3. Ugyancsak laminaritás kritériumának biztosítása érdekében a mérőcső belső falfelületei minimális érdességűek és rozsdamentesek legyenek, a mérő-átalakító egyes elemei lehetőleg átmenet- és törésmentesen kapcsolódjanak egymáshoz, a mérőhelyet megelőző és követő csőszakaszok a lehetőséghez képest minél hosszabbak, az alkalmazott görbületi sugarak pedig minél nagyobbak legyenek.

4. Mind a sebességérzékelő, mind a hőfokkompenzáló termoellenállás a mérőcsőből könnyen kivehető legyen, egyrészt az esetleges cserre, másrészt az időszakonként esedékes tisztítás (karbantartás) céljából.

A mérőátalakító szerkezeti felépítéséről a 16. ábrán látható vázlat nyújt részletes felvilágításokat.

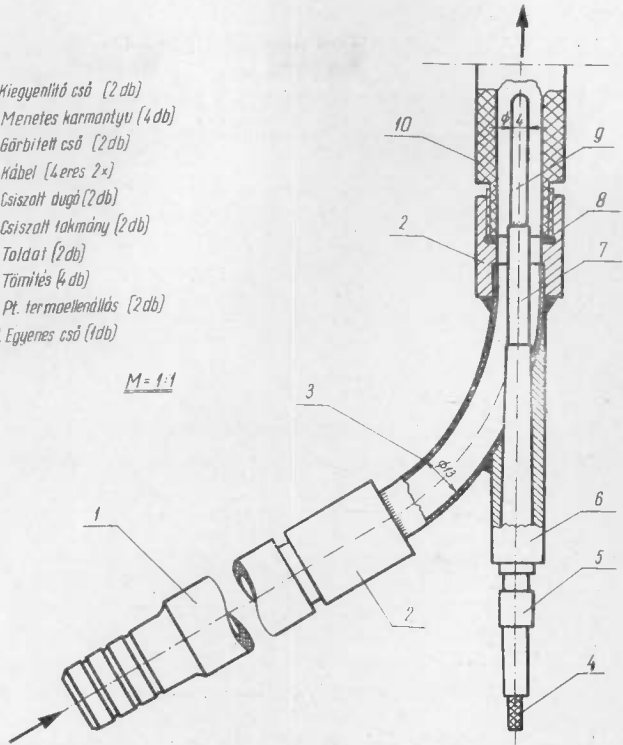
A mérési pontatlanság minimálisra szorítása érdekében a felsorolt követelmények mellett rendkívül fontos, hogy az alkalmazott termoellenállás-típuson belüli elemek névértékben, meredekségben, s a hiszterézis tulajdonságban feltétlenül azonosságot mutassanak, mely kritériumok ellenőrzése céljából — még a mérőátalakító megszerkesztését megelőzően — méréseket kellett eszközölnünk.

E vizsgálatokhoz, az eredeti elgondolások szerint, a kiválasztott típuson belül egyes termoellenállások  $R = f(t)$  karakterisztikáit külön-külön kívántuk felvenni s az összehasonlítást a mérési adatok statisztikus értékelése útján terveztük végrehajtani. A mérések vitele során azonban felismertük a Wheatstone-híd által nyújtott azon lehetőségeket, melyekkel az ellenőrzési művelet leegyszerűsíthető, ezen túlmenően a statisztikai értékelések is mellőzhetőek. Az eljárás lényege, hogy a vizsgálandó termoellenállásokból 4 db képez egy W-hidat. Valamennyi elem egy temperált olajfürdőben nyer elhelyezést. Amennyiben a termoellenállások névértékei a legcsekélyebb mértékben is eltérnek egymástól, úgy a diagonálba kapcsolt nagy érzékenyséű indikáló műszer (esetünkben egy  $10^{-9}$  A érzékenyséű fénymutató galvanométer) az eredeti kapcsolásban vagy a hídlemek sorrendjének variálásával kitérést mutat. Kitérés érzékelhető karakter- és hiszteréziseltérés esetén is a közeghőmérséklet lassú emelésével és csökkentésével. A vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy a platina-termoellenállások névérték, karakter, meredekség és hiszterézis tekintetében még különböző alaptípusok esetében is megegyeznek egymással.

Megemlítjük, hogy az említett termoellenállás típusok kettős tekercselésű kivitelben is készülnek. Ezen elemek rendkívül nagy előnye, hogy az egyik tekercselés a sebességérzékelő ellenállás közvetlen melegíthető, s így a fűtőspirál előzetes felcsévélése — mely művelet, azonkívül, hogy technikailag sem egyszerű feladat, az áramlási és hőátadási viszonyokra is kedvezőtlenül hat — mellőzhető.

- 1 Kiegyenlítő cső (2 db)
- 2 Menetes karmantyú (4 db)
- 3 Gőrbílt cső (2 db)
- 4 Kábel (4 eres 2x)
- 5 Csizsolt dugó (2 db)
- 6 Csizsolt tokmány (2 db)
- 7 Toldal (2 db)
- 8 Tömítés (4 db)
- 9 Pt. termoellenállás (2 db)
- 10. Egyenes cső (1 db)

M = 1:1



16. ábra



## 2.22 Mérőkör.

Az áramlás-mérőrendszer mérőköri része lényegében három elkülöníthető egységből építhető fel. Ezek a következők:

1. a termoellenállásokat magában foglaló W-híd,
2. a diagonál-potenciál felnagyítására szolgáló erősítő,
3. a sebességváltozást indikáló mutatós műszer.

A komplexum méretezését célszerű az 1. elemnél, a W-hídnál kezdeni. Adottak a hídlemek állandó tagjai ( $r_3, r_4$ ) (a 17. ábra) — és a tápfeszültség, meghatározandó az  $U_{AB} = f(r_1, r_2)$  funkció konkrét alakja. Az A—B kapcsokra nagy bemenő impedanciájú csővoltmérővel csatlakozunk.

$$\text{Az alapegyenletek: } i = \frac{U}{r_e} \quad (23)$$

$$i = i_1 + i_2 \quad (24)$$

$$i_1 r_2 + i_1 r_3 - i_2 r_4 - i_2 r_1 = 0 \quad (25)$$

A háromismeretlenes egyenletrendszer megoldásával, figyelembe véve továbbá, hogy  $U_{AB} = U_{r_2} - U_{r_1}$  (a későbbiekben  $r_e$  helyébe a W-híd eredő ellenállását írva):

$$U_{AB} = i \left( r_1 \cdot \frac{r_2 + r_3}{r_1 + r_2 + r_3 + r_4} - r_2 \cdot \frac{r_2 + r_3}{r_1 + r_2 + r_3 + r_4} \right) \quad (26)$$

Feltételezve, hogy

$$r_3 + r_4 \gg r_1 r_2$$

$$r_3 \gg r_2$$

$$r_3 = r_4 = r$$

$$U_{AB} = \frac{U}{r} (r_1 - r_2) \quad (27)$$

A mérőátalakítón átáramló kötőanyag hőmérsékletének változásával  $r_1$  és  $r_2$  termoellenállások ohm-értékei is megváltoznak. Egyértelmű, hogy a hőmérséklet-kompenzáció akkor mondható 100%-osnak, ha

$$\frac{\delta U_{AB}}{\delta r_1} + \frac{\delta U_{AB}}{\delta r_2} = 0 \quad (28)$$

(27) egyenletről képezve a vonatkozó parciális deriváltakat, majd azokat (28) összefüggésbe helyezve zérust kapunk, tehát a levezetések során kiemelt feltételek kielégítésével (az alkalmazott termoellenállások névérték-, karakter- és hiszterézis-azonosságát mellé!) tökéletes hőfokkompenzációra számíthatunk.

A termoellenállások ( $r_1; r_2$ ) 20 C°-on mért ellenállása kb. 108 ohm. Válasszuk  $r_3$  és  $r_4$  értékét legalább 2 nagyságrenddel nagyobbra: legyen

$$r_3 = r_4 = 10\,000 \text{ ohm.}$$

Ha a termoellenállásokon átfolyó áram maximális értékét 5 mA-ra szabjuk meg, úgy a híd-tápfeszültség

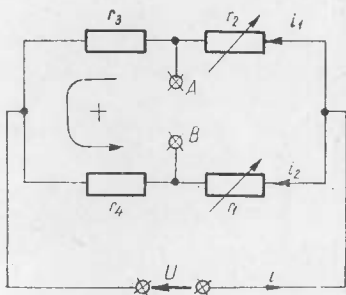
$$U = i r_e \approx 0,01 \cdot 5000 = 50 \text{ V}$$

értékre adódik.

A W-híd kimenő ellenállása adott esetben  $r_1$  és  $r_2$  ellenállások összegének fogadható el, azaz

$$r_{ki} \approx 200 \text{ ohm}$$

a szokványos 1 000 000 ohm bemenő ellenállású csővoltmérő tehát az  $f = 50 \text{ Hz}$  frekvenciájú feszültségforrással táplált hidat gyakorlatilag nem terheli.



17. ábra

Az eddigiekben figyelmen kívül hagytuk, hogy a mérőátalakító áramlás-érzékelő kettős termoellenállásának egyik tekercsét külső feszültségforrással melegítjük. A melegítés hatására  $r_2$  munkaponti ellenállása értelemszerűen megnövekszik, melynek hatására a hidegensúly felbomlik. A kiegyenlítés egyik lehetséges változataként  $r_1$  ellenállás csökkentését választathatnánk. A híd azonban ilyen módon csak egy csekély folyadék hőmérsékleti változásban maradna egyensúlyban, tekintve, hogy  $r_2$  fel-fűtése következtében  $r_1$ -nek az 1 C°-ra eső viszonylagos ellenállásváltozása  $r_2$ -éhez képest megnövekedett. Ahhoz, hogy a

$$\frac{\Delta r_1}{r_1} > \frac{\Delta r_2}{r_2}$$

egyenlőtlenségből egyenlőséget kapjunk, egyidejűleg, hogy a W-híd  $r_1$  változatlanul hagyása mellett kiegyenlíthetővé váljék, az  $r_1$  kompenzáló taggal egy állandó értékű ellenállást kell sorbakapcsolnunk (18. ábra). Elvileg ha az 50 m/ó névleges áramlási sebesség mellett a felfűtött termoellenállás 30 C° folyadék hőmérsékleten 50 C°, úgy a soros tag ohmikus értéke megegyezik az  $r_H$  holttagéval, azaz

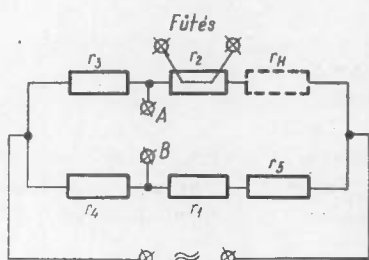
$$\begin{aligned} r_3 &= r_H = r_{230} - r_{230} & (29) \\ r_3 &= 120 - 112 = 8 \text{ ohm} \end{aligned}$$

a)  $r_3$  ellenállás pontos értékének kiszámítása rendkívül körülményes lett volna, ezért annak meghatározására a kísérleti utat választottuk. Az előkísérleti bemérővizsgálatok során azonban világossá vált, hogy a mérési pontosság javítása céljából a híd táp és a fűtőfeszültség, valamint a híd elemek mechanikai és hőmérsékleti stabilitása tekintetében a vártnál szigorúbb követelményekkel kell fellépni. Nem felelt meg ezenkívül az alkalmazott mérőerősítő sem, minthogy a 40 dB-es maximális erősítés kicsinek, a műszer  $\pm 2\%$ -os pontatlansága pedig nagyon bizonyult. A kísérleti eredmények értékelésével mindenesetre már valószínűnek látszott, hogy az  $A-B$  kapcsolokon mért feszültség az áramlási sebesség függvényében lineárisan változik és hogy  $r_3$  értéke kb. 20 ohmra fog adódni. E feltevések igazolhatósága érdekében azonban biztosítani kellett:

1. a híd tápfeszültség  $\pm 1\%$ -ra,
2. a fűtőfeszültség  $\pm 0,03\%$ -ra való stabilizálását,
3. a híd elemek abszolút mechanikai és hőmérsékleti állandóságát,
4. kb. 50 dB-es jelnyújtás mellett a mérőerősítő  $\pm 1\%$ -os pontosságát.

A híd elemek hőmérsékleti állandóságának vizsgálata során bebizonyosodott, hogy a hőmérsékleti stabilitás szempontjából a kerámia testre esévelt huzal-ellenállások mutatják a legkedvezőbb tulajdonságokat. Amíg pl. a réteg-ellenállásoknál  $\pm 15$  C° hőmérsékleti intervallumban  $\pm 0,4\%$  ellenállás-változást tapasztaltunk (a hőmérsékleti tényező negatív), addig az említett huzal-ellenállások  $\pm 25$  C°-os hőmérséklet-ingadozással  $\pm 0,005\%$  instabilitást mutatnak. Híd elemként tehát az utóbbi típust alkalmaztuk, s a mechanikai stabilitást az ellenállás külön kerámia csőbe való befoglalásával, majd az üresen maradt tér bitumenel történő kitöltésével kívántuk biztosítani.

A megfelelő típusú váltóáramú stabilizátor és a szükséges precíziós mérőerősítő beérkezése után folytathattuk a bemérési, illetőleg az  $r_3$  soros ellenállás pontos értékének meghatározására irányuló kísérleteket. Tekintve, hogy a 0,03%-os feszültség-stabilizá-



18. ábra

tor ekkor még nem állt rendelkezésünkre,  $r_2$  termoellenállás melegítését 2 db párhuzamba kapcsolt egyenfeszültség-forrás 26 V-ra történő leosztásával biztosítottuk.

Tudatában voltunk természetesen annak, hogy ez utóbbi megoldással a fűtőfeszültség ingadozása által okozott mérési hiba jelentősen mérsékelhető ugyan, a kívánt mértékben azonban nem csökkenthető. (Megemlítjük, hogy a vizsgálatoknál az időegység alatt átáramló gyantamennyiség mérésére a korábban használt 5—10—50 cm<sup>3</sup>-es mérőedények helyett, a pontatlanság további csökkentése érdekében 100 cm<sup>3</sup>-es menzurát alkalmaztunk.)

A vizsgálatok lefolytatásával kapott eredményeket az alábbiakban foglaljuk össze (19. ábra), ahol blokkvázlatszerűen feltüntettük az egyes mérőeszközök kapcsolódási rendszerét is.

1. A mérőerősítő kimenő oldalára kapcsolt Univeka által indikált feszültség és az áramlási sebesség közötti összefüggés 100 cm<sup>3</sup>/45 sec . . . 100 cm<sup>3</sup>/75 sec tartományban lineáris. Feltételeztük, hogy a mérőrendszer további tökéletesítésével — itt az egyes elemek egy komplexumba foglalására és az  $r_2$  termoellenállás nagyobb stabilitású fűtésére gondolunk — az összefüggés jellege változatlan marad.

2. A mérés összbizonytalansága 5% ( $\pm 2,5\%$ ). A hőmérséklet-kompenzáció tehát jónak mondható, tekintve, hogy a mért adatok a jelölt bizonytalansági tartományon belül esnek. Biztosra vettük, hogy az 1. pontban foglaltak végrehajtásával az összegezett mérési pontatlanság  $\pm 2\%$  alá csökkenthető.

3.  $\pm 10\%$  mennyiség-változással az 1 V méréshatárra kapcsolt Univeka  $\pm 0,17$  V feszültséget — azaz  $\pm 17$  osztásváltozást indikált. A megadott specifikációs követelmények szerint  $\pm 10\%$  mennyiségváltozáshoz  $\pm 25$  osztásváltozásnak kell tartoznia. A rendszer érzékenysége tehát javítandó, mely igénynek a mutatós-műszer elé kapcsolt előtét-ellenállás csökkentésével lehet legegyszerűbben eleget tenni.

4. Az  $r_s$  kompenzáló ellenállás értékét 17—28 C°-os hőmérséklet intervallumban, a számításoktól eltérően szukcesszív aproximatív 18 ohm-ra állapítottuk meg. Várható volt, hogy az 1. és 3. pontokban foglaltak végrehajtásával  $r_s$  értéke legfeljebb tizedohmnyi korrigálást igényel.

5. A vizsgálatok időtartama alatt a mérőkörben semmiféle utánállítást nem kellett eszközölni ahhoz, hogy a mért adatok a bizonytalansági mezőn belül essenek, még annak ellenére sem, hogy a kötőanyag viszkozitása — az állandó száradás következtében — 100 cp-ről 150 cp-ra emelkedett. A leírtak alapján nemcsak a rendszer stabilitási viszonyai voltak kedvezően értékelhetők, hanem az a rendkívül fontos következtetés is levonható volt, mely szerint az áramló kötőanyag viszkozitásának  $\pm 50\%$ -kal történő megváltozása a mérési pontosságot nem befolyásolja értékelhető mértékben.

Itt látjuk szükségesnek magyarázatát adni azon jelenségeknek, melyeket az 1., ill. 4. pontokban foglaltakkal emeltünk ki.

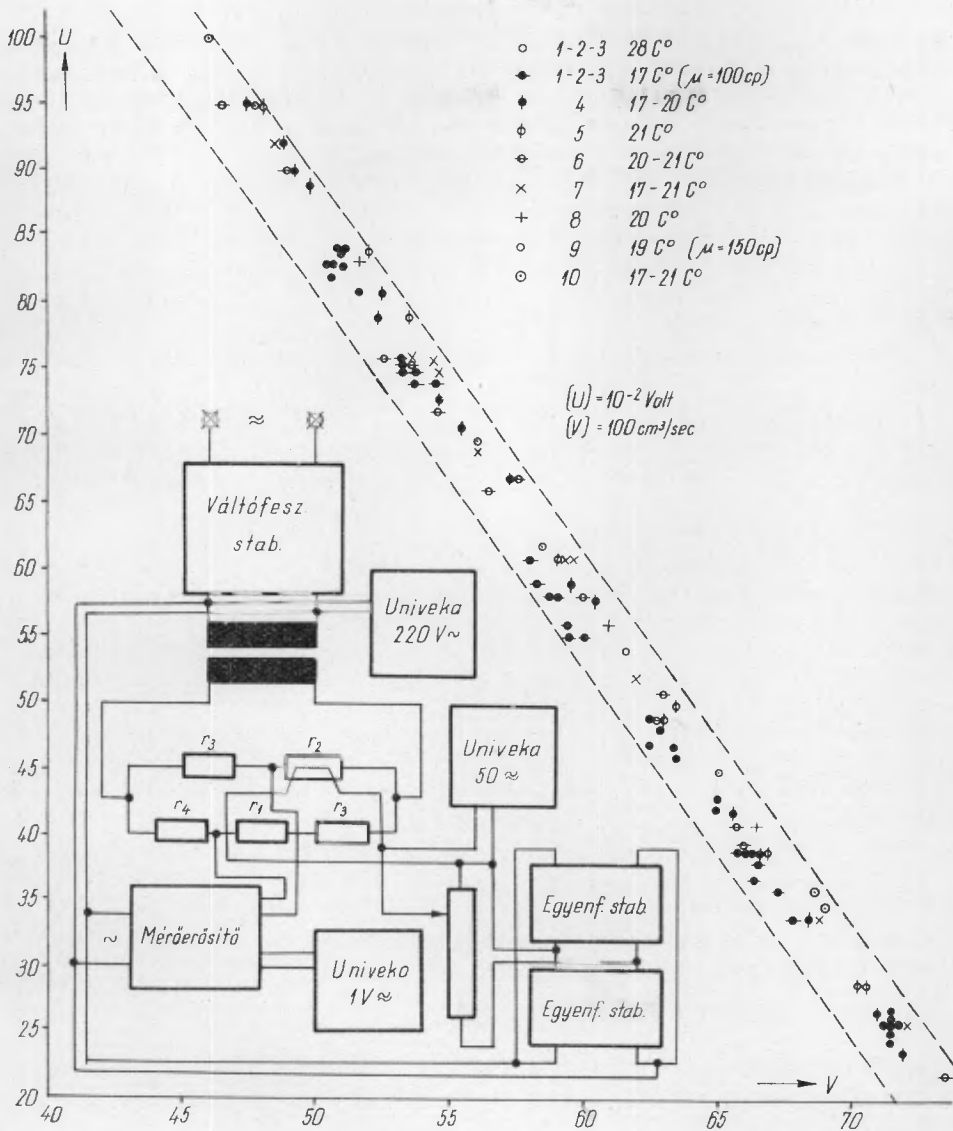
a) *A W-híd kimenőfeszültsége az áramlási sebesség függvényében lineárisan változik.* A kalorimetrikus áramlásmérési eljárások analitikai vizsgálata során a hődrót villamos vezetőképessége és a folyadék sebessége közötti összefüggést — tiszta lamináris áramlás esetében — a következő végső alakban írtuk fel:

$$S = K_1 B_1 w^{0,23} (t_r - t_w) \quad (13)$$

Feltételezve, hogy a fűtőközeg és az áramló folyadék hőmérséklete közötti különbség, valamint az anyagjellemző állandó értékek, így az egyenlet valamennyi állandóját egy  $k$  konstansba foglalva:

$$S = k w^{0,23}$$

$S$  helyébe  $1/r_2$ -t írva, majd az egyenletet  $r_2$ -re kifejezve, élve továbbá a  $w^{0,23} \approx \sqrt[4]{w}$  közelítéssel:



19. ábra

$$r_2 = k\sqrt{\frac{1}{4}w} \quad (13a)$$

Tekintve, hogy a (13a) összefüggésben  $k$  értékét műgyantára nem ismerjük, az  $r_2 = f(w)$  függvényt csak karakterében áll módunkban ábrázolni (20. ábra). Egyértelmű, akár a jelleggörbét, akár a szóban forgó függvényalakot is tekintjük, hogy az egyenlet értelmezési tartománya csupán egy meghatározott intervallumra korláto-

zódik, hiszen  $w = 0$ , ill.  $w = \infty$  esetén a hődrót (itt az  $r_2$  sebességérzékelő termoellenállás — (17. ábra) elektromos ellenállása nem válik végtelenné, ill. nullává, mint ahogyan ez a (13a) egyenletből következnek.

Az adott mérés technikai feladat kijelölése során az értelmezési tartományt 5,4—6,6 l/ó-ban (45 m/ó . . . 55 m/ó-ban) határoztuk meg. Nem igényel külön bizonyítást, hogy e *szűk intervallumban* a (13a) egyenlet egyrészről bármely sebességérték esetén értelmezhető, másrészről, hogy az  $r_2 = k^{-1} \cdot w^{-1/4}$  alakú függvény az  $a$ — $b$  szakaszban (20. ábra) *egyenessel* helyettesíthető. A helyettesítő egyenes egyenletének általános alakja:

$$r_2 = r_1 - mw \quad (13b)$$

ahol  $r_1$  és  $m$  az egyenlet állandói.

(13b) egyenletet behelyettesítve (27)-be

$$U_{AB} = \frac{U}{r} r_1 - (r_1 - mw) \quad (27a)$$

A megfelelő műveletek elvégzésével, figyelembe véve továbbá, hogy feltételezéseink szerint  $U$ ,  $r$  és  $r_1$  állandó értékek (az összevethető állandókat egy  $c_1$  és  $c_2$  konstanssal kifejezve):

$$U_{AB} = c_1 + c_2 w \quad (27b)$$

azaz: a  $W$ -híd kimenőfeszültsége az áramlási sebességnek *lineáris függvénye*

b) Az  $r_3$  soros kompenzáló ellenállás értéke a *bemérési vizsgálatok során az elvi alapon számított értéknél lényegesen nagyobbra adódott*. A sebességérzékelő termoellenállás maximális hőmérséklete, annak érdekében, hogy az edzővel bekevert műgyanta bekötése be ne következzen, 50 C°-nál nem lehet magasabb. 30 C° folyadékhőfok  $w = 50$  m/ó áramlási sebesség mellett, így a maximális fűtőfeszültség — kísérleti mérések alapján — kb. 26 V-ra adódott.

Az 50 C°-ra felmelegített elem ellenállása (16) képletből számolva ( $\beta$  értékét 0,4 ohm/C°-ra kerekítve):

$$r_{250} = 120 \text{ ohm}$$

0 V fűtőfeszültséggel ugyanezen elem hőmérséklete 30 C°, azaz

$$r_{230} = 112 \text{ ohm}$$

A 20 C° hőmérséklet különbségre eső „holt” ellenállás tehát

$$r_{H20} = 8 \text{ ohm}$$

Elvileg az  $r_5$  soros kompenzáló ellenállásnak is 8 ohmnak kellene lennie. A 18. ábrából írjuk fel a hídgyensúly kritérium-egyenletét:

$$(r_{230} + r_{H20}) r_4 = (r_{130} + r_8) r_3 \quad (30)$$

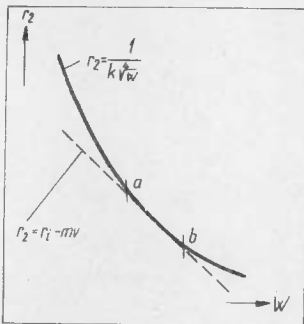
azaz 50 m/ó áramlási sebesség, 26 V fűtőfeszültség, 30 C° közeghőmérséklet mellett:

$$(112 + 8) \cdot 10^4 = (112 + 8) \cdot 10^4$$

Ha ugyanezen áramlási sebességnél és fűtőfeszültségnél a folyadékhőfok 10 C°-ra csökken, úgy az  $r_1$  kompenzáló tagellenállása 104 ohmra esik, tehát a (30) egyenlet jobb oldala

$$(r_{110} + r_8) r_3 = (104 + 8) \cdot 10^4$$

Amennyiben nem vennénk figyelembe, hogy a lehűlés következtében az anyagjellemzők megváltozásából adódóan a hőátadási tényező is változást szenved [(7) egyenletben  $B_1$ ], úgy a nevezett összefüggés bal oldala a fentivel megegyező értékre



20. ábra

adódnék, a kritériumos egyenlőség tehát változatlanul fennállna. Valójában azonban a hőmérsékletesés hatására  $\alpha$ , ezen keresztül a hőelvonás mértéke csökken, így a fűtött termoellenállás 50 C°-ról a feltételezett 30 C° helyett csak egy magasabb hőmérsékleti értékre képes lehűlni. Tapasztalataink szerint a hőmérséklet-többlet kb. 1,5 C°, vagyis az ellenállás-különbség kb. + 0,6 ohm. A holt ellenállás tehát 8 ohmról 8,6 ohmra emelkedik, melynek következményeként a (30) egyenlőség egyenlőtlen-séggé válik:

$$(r_{210} + r_{H20} + r_H 1,5) \cdot r_4 > (r_{110} + r_s) \cdot r_3 \quad (30a)$$

számszerűen:

$$(104 + 8 + 0,6) 10^4 > (104 + 8) 10^4$$

Az egyenlőtlenység a hidegegyensúly felbomlását idézi elő — tehát egy túlkompenzá-ció folyamatra kell következtetnünk —, melynek kiküszöbölése céljából a kompen-záló-lánc ( $r_1 + r_s$ ) relatív ellenállás változását  $r_s$  rovbábi növelésével csökkenteni szükséges.

Vegyük fel  $r_s$  értékét 20 ohmra. Ezen értéknek a (30) egyenletbe történő helyette-sítésével,  $r_3$  kifejezésével és a számítások elvégzésével:  $r_3 = 0,909 \cdot 10^4$  ohm. Ameny-nyiben a folyadék hőmérséklet 30 C°:

$$(112 + 8) 10^4 = (112 + 20) \cdot 0,909 \cdot 10^4$$

$$120 \cdot 10^4 = 120 \cdot 10^4 \quad (A)$$

míg 10 C° esetén:

$$(104 + 0 + 0,6) 10^4 \approx (104 + 20) 0,909 \cdot 10^4$$

$$112,6 \cdot 10^4 \approx 112,62 \cdot 10^4 \quad (B)$$

Az egyenlőség mind az (A), mind a (B) esetben fennáll, vagyis a hőmérséklet-kompenzációt kielégítőnek minősíthetjük.

A kompenzáló-áramkör méretezésénél tehát tekintetbe kell venni, hogy a *hőelvonás intenzitása nemcsak az áramlási sebességnek, hanem a folyadék hőmérsékletnek is függ-vénye, mely tény figyelembevételével az  $r_s$  soros kompenzáló ellenállás értékének az elvi alapon számítottnál szükségszerűen nagyobbak kell lennie.*

A későbbiekben lefolytatott vizsgálatok — melyeknél már a nagy stabilitású fűtő-feszültség alkalmazására is sor kerülhetett — a fenti megállapításokat, valamint az előkísérleti méréseredmények értékelésében foglaltakat megerősítették.

### 3. A KÖTŐANYAG ÁRAMLÁSI SEBESSÉGÉNEK ÖNMŰKÖDŐ SZABÁLYOZÁSA

A kalorimetrikus áramlásmérési eljárások vizsgálata során megállapítottuk, hogy az áramló közeg hőmérsékletének megváltozása a mérési pontosságot nagymérték-ben befolyásolja, mely hatás kiküszöbölése céljából gondoskodni kellett e zavarójel-változás automatikus kikompenzálásáról. A közeg-hőmérséklet ingadozása azonban nemcsak mérés technikai szempontól hat kedvezőtlenül, hanem az időegység alatt szállított folyadék-mennyiség alakulására is jelentős befolyást gyakorol. A hőmér-séklet-ingadozás következtében ugyanis az áramlást fenntartó fogaskerék-szivattyú volumetrikus hatásfoka is változást szenved, melynek hatására a kötőanyag áram-lási sebessége ingadozóvá válik. Ha mindehhez hozzávesszük, hogy a porlasztófejbe kerülő szennyeződések (esetleg e helyen a műgyanta egy részének bekötése) a szállít-ott folyadék-mennyiség csökkenését idézhetik elő, úgy indokoltnak fogadható el az igény, mely szerint az áramlási sebesség indikálásán kívül egyidejűleg szükséges megoldani a nevezett paraméternek egy meghatározott névértékre történő önműkö-dő szabályozását is.

A különböző folyadékok áramlási sebességének önműködő szabályozására kidolgozott rendszerek rendkívül nagy választékban állnak rendelkezésre. A legmegfelelőbb szabályozási mód kiválasztásánál azonban figyelembe kell venni, hogy milyen lehetőségek állnak fenn a szabályozott jellemző mért értékének előállításához.

Az adott feladat a keverőgéphez adagolt kötőanyag időegységre eső mennyiségének önműködő szabályozása. A jelölt paraméter mérési eljárásainak vizsgálatánál láttuk, hogy az indikáció megoldására a kalorimetrikus eljárás — közelebbről a termoellenállásos áramlásmérési mód — biztosítja a legkedvezőbb feltételeket. A mérőkör átalakítója és szabályozókör érzékelője azonban egy-ugyanazon elem, mely tényből egyértelműen adódik, hogy a szabályozókört a termoellenállásos mérési eljárás elve alapján nyújtott feltételek szerint kell felépíteni.

### 3.1 Termoellenállásos, hőmérséklet kompenzált kötőanyag mennyiség szabályozó felépítése.

A szabályozókör elvi felépítését a 21. ábrával szemléltetjük.

$X_{sz}$ : a szabályozott szakasz — a kötőanyag áramlási sebessége,  $X_{szmr}$ : a szabályozott jellemző mért értéke — az áramlási sebességgel arányos elektromos ellenállás,  $X_{szmu}$ : az átalakított és felnagyított mért jellemző — felerősített jelfeszültség,  $X_a$ : alapjel — az 50 m/ó névleges áramlási sebességnek megfelelő, előzetesen beállított villamos feszültség,  $E_1$ : mérőköri erősítő,  $K$ : különbségképző,  $E_2$ : szabályozóköri erősítő,  $S$ : lengésgátló elem,  $B$ : beavatkozó szerv.

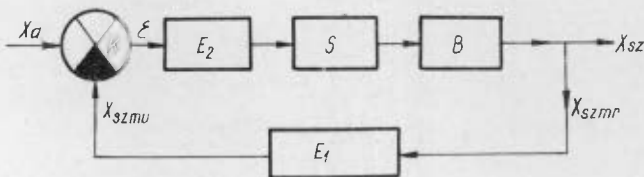
Amennyiben a szabályozott jellemző mért értéke megegyezik az alapjellel (amikor a termoellenállás ohmikus ellenállása által definiált jelfeszültség egyenlő a különbségképzőben előzetesen beállított villamos feszültséggel), úgy a hibajel ( $\epsilon$ ) zérus, a szabályozórendszer nyugalmi állapotban van. Ha azonban  $X_{szmu}$  nem egyenlő  $X_a$ -val, úgy a  $K$  különbségképzőből hibajel lép ki, miáltal az  $E_2$  erősítő az  $S$  lengésgátló elemen keresztül a  $B$  beavatkozó szernek parancsot ad az adott értelmű és nagyságú korrigálás végrehajtására.

Említettük, hogy az áramló kötőanyag időegységre eső mennyiségének mérése és annak egy adott névértékre való önműködő szabályozása azonos elven: a sebességváltozás elektromos ellenállás-változássá történő átalakítása útján kerül megoldásra. A zárt szabályozási hatáslánc tehát szükségszerűen a mérőköri elemeket is magába foglalja. Tekintve, hogy e tény a folyamatábrából nem tűnik ki egyértelműen, helyes, ha felvesszük a teljes mérő- és szabályozó komplexum blokkvázlatát, és az egyes blokkok szerkezeti felépítését, s azoknak a szabályozási folyamatban betöltött szerepét külön-külön, egy-egy önálló fejezetben vizsgáljuk meg.

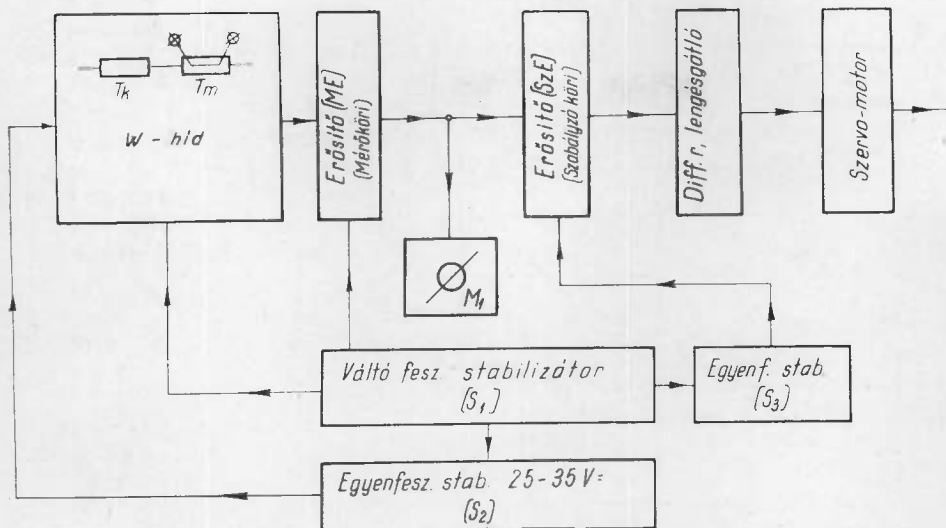
Az említett blokkvázlatot a 22. ábrán ismertetjük.

### 3.11 Érzékelő-elem: Wheatstone-híd

A komplex mérő- és szabályozó berendezés legfontosabb blokkjai az érzékelő-elem és az érzékelő-elemet magában foglaló Wheatstone-híd. Az érzékelő termoellenállás feladata az áramlási sebesség változásával arányos villamos ellenállásváltozás



21. ábra



22. ábra. Gyanta-mennyiségmérő és szabályozó berendezés blokk-sémája

előidézése, míg a W-híd ezen jelproduktumot elektromos feszültség változássá alakítja át.

A két blokk tervezésére és szerkesztésére vonatkozó részleteket a 2.21 és a 2.22 fejezetek tartalmazzák.

### 3.12 Mérőköri erősítő (ME), indikáló műszer ( $M_1$ ).

A W-hídból kilépő jelfeszültség felnagyítását egy önálló műszeregység: precíziós mérőerősítő hajtja végre.

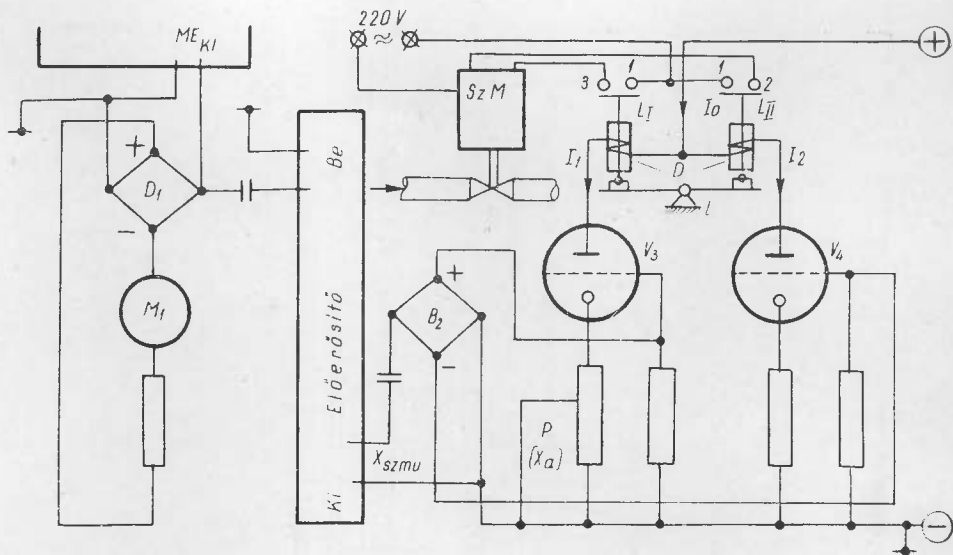
Az indikátor egy deprez-műszer. Az erősítő kimeneti oldalát és a deprez-műszert 4 db graetzbe kapcsolt kristálydióda köti össze, egy előtét-ellenálláson keresztül.

### 3.13 Szabályozóköri erősítő (SZE).

A mérőerősítő maximális kimenő teljesítménye tized watt nagyságrendre tehető. A beavatkozó szerv működtetéséhez azonban nagyobb teljesítmény szükséges, tehát a mérőerősítő és a beavatkozó szerv közé egy teljesítményerősítőt kell beiktatni. A nevezett blokk elvi felépítését a 23. ábrával szemléltetjük.

Amennyiben a szabályozott jellemző mért értékével arányos jelfeszültség ( $X_{szmM}$ ) a  $V_3$  és  $V_4$  elektroncsöveket azonos rácspotenciálra állítja be (50 m/ó névleges áramlási sebesség!), úgy a  $D$  differenciál relé  $L_I$  és  $L_{II}$  tekercsén azonos áram folyik át, tehát az  $I$  zárólemez — hasonlóképpen a teljes szabályozórendszer — nyugalmi állapotban van. Ha azonban a jelfeszültség pl. az áramlási sebesség esésének hatására lecsökken, úgy az egyensúlyi állapothoz képest  $V_3$  cső előfeszültsége megnő,  $V_4$ -é pedig lecsökken. Következésképpen az  $L_I$  tekercsén nagyobb áram fog átfolyni, mint  $L_{II}$ -n, vagyis a differenciálrelé előbbi tekercse a zárólemezt magához húzza. Az  $I-3$  kapcsolópontok tehát záródnak, mire az SzM szervomotor a kötőanyag átáramlási keresztmetszetét növelni kezdi. A szabályozott jellemző mért értéke, ill. a vele arányos jelfeszültség így módon emelkedni fog, majd miután a két relétekercsén átfolyó áram egyenlővé válik, a szabályozó rendszer ismét nyugalmi állapotba kerül. A sza-





23. ábra

bályozás lefolyása értelemszerűen a szabályozott jellemző mért értékének az alapjeltől pozitív irányba való eltérése esetén hasonló módon játszódik le, ekkor azonban  $I_{II} > I_I$ , vagyis a beavatkozási művelet az előzővel ellentétes értelemben fog lezajlani. Az egyensúlyi állapot helye — a meghatározott mérési tartományon belül: 5,4—6,6 l/ó — a  $P$  potenciométerrel ( $X_a$  alapjel képzővel) állítható be előzetesen. Az előfeszültségnek ezen elemmel való csökkentésével az időegység alatt átáramló folyadékmennyiség névértéke emelkedik, míg ellentétes esetben csökken.

A szabályozóköri erősítőről a komplex mérő- és szabályozó berendezés villamos kapcsolási vázлата nyújt további részletes felvilágosításokat.

### 3.14 Differenciárelé, lengésgátló

A differenciárelé szabályozóköri szerepéről az előző fejezetben már említést tettünk. Tekintve azonban, hogy a relé a lengésgátlóval együtt képez egy önálló egységet, a két elemet a 22. ábrán egy blokkal jelképeztük.

A szabályozóköri erősítő működésének tanulmányozása során láttuk, hogy a differenciál-relé meghúzásával a beavatkozó szerv szervomotorjára egységugrásjel érkezik, következésképpen a kötőanyag átáramlási keresztmetszete *folytonos* jelleggel változik. A keresztmetszet ily módon történő módosítása mindaddig tart, amíg a mért jellemzővel arányos jelfeszültség az egyensúlyi értéket el nem éri. (Előadódhat, hogy a beavatkozást a szervomechanizmus valamelyik végállás-kapcsolója szünteti meg, még mielőtt az egyensúlyi állapot bekövetkeznék.) Belátható, hogy a korrigálási művelet leirtak szerinti végrehajtásával meg nem engedhető mértékű túlszabályozások léphetnének fel.

A lengési amplitúdó csökkentésének egyik lehetséges változataként az egységugrás jelet — még mielőtt a beavatkozó szervhez kerülne — impulzusokká alakítják át, miáltal a szabályozott jellemző névértékre történő korrigálása *lépcsőzetes* jelleggel zajlik le.

Az egységugrásjel „négyzögesítése” elektromos vagy mechanikus úton hajtható végre.

A lengésgátló működését a 24. ábrán látható elvi vázlaton tanulmányozhatjuk.

Tegyük fel, hogy a differenciálrelé meghúzott állapotban van, vagyis az  $L_1$  tekercs az 1 zárólemezt magához húzva tartja. Az 1—3 pontok tehát feszültség alá kerülnek, így a szervomotor a kötőanyag áramlási sebességének növelésére irányuló beavatkozást megkezdi. A következő pillanatban azonban az állandó forgásban levő  $T$  tárcsa a zárólemezt a relétekercstől eltávolodásra kényszeríti, miáltal a megfelelő kontaktusok a szervomotor szelepnyitó irányú áramkörét nyitják. A beavatkozási folyamat ily módon megszakad, a szabályozott jellemző mért értéke növekedni kezd. A tárcsa eközben tovább fordul, s amennyiben a teljes körülfordulás idejének lejártával az egyensúlyi állapot még mindig nem következett volna be, úgy a szervomotorra egy újabb feszültségimpulzus érkezik, tehát az áramlási keresztmetszet „egy lépcsővel” ismét növekszik. E lépcsőzetes korrigálási folyamat mindaddig tart, amíg a szabályozott jellemző mért értéke az alapjelig emelkedik, amikor is a rendszer nyugalmi állapotba kerül. A lengésgátló tehát az egyes beavatkozási impulzusok közötti „várakozási idővel” lehetőséget ad arra, hogy a szabályozott szakasz a különböző tehetetlenségekből adódó eltolódásokat kiegyenlítse, miáltal a túlszabályozás jelentős mértékben csökken.

### 3.15 Beavatkozó szerv.

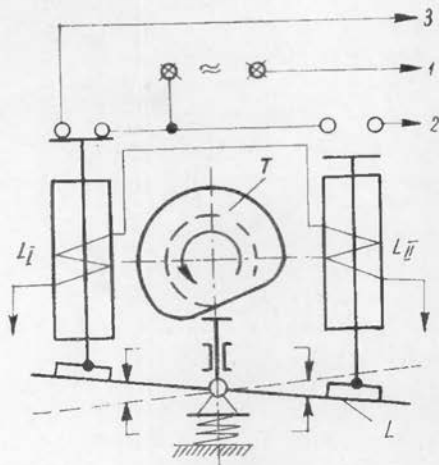
A beavatkozó szerv két elemből tevődik össze: egy elektromotor hajtású szervrendszerből és a kötőanyag átáramlási keresztmetszetét szabályozó túszelepből. A két elem egymással mechanikus kapcsolatban van.

A szabályozott jellemző névértékre történő korrigálását a túszelep hajtja végre a szervrendszerrel kapott impulzusok irányának és számának megfelelően. A két elem közötti összeköttetést alkalmas áttételrendszer biztosítja. A korrigálási művelet lefolyása a 25. ábrán látható elvi vázlat segítségével tanulmányozható.

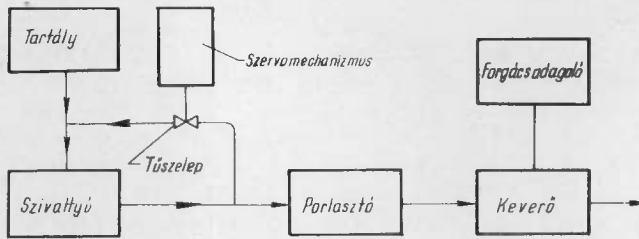
Amennyiben a keverőgépbe porlasztott műgyanta időegységre eső mennyisége pl. nagyobb az előírt értéknél, úgy a szervomechanizmus — a differenciálrelétől kapott feszültségimpulzusok hatására — a mellékáramkörbe helyezett túszelepet záróirányú funkcionálásra kényszeríti, következésképpen a tartályba visszatáplált kötőanyag mennyisége csökken, míg a porlasztó felé irányuló növekszik. A korrigálási művelet mindaddig tart, amíg a szabályozott jellemző mért értéke az alapjelig emelkedik. A beavatkozási folyamat a szabályozott jellemző csökkenése esetén a fentiekkel megegyező módon zajlik le, természetesen ellentétes értelemben.

### 3.16 Stabilizátorok ( $S_1, S_2, S_3$ ).

A mérő- és szabályozó komplexum energiaellátását az  $S_1, S_2$  és  $S_3$  stabilizált feszültségforrások biztosítják. Valamennyi tápforrás sorozatban késztült, önálló műszerezység.



24. ábra



25. ábra

#### 4. GYANTAMENNYISÉG MÉRŐ- ÉS SZABÁLYOZÓ BERENDEZÉS SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE

A címszóban megnevezett és kivitelezett komplexum egyes elemei a szerkezeti felépítés tekintetében a következők szerint csoportosíthatók (26. ábra):

1. Műszerszekrény alapján elhelyezett elemek:
  - a) mennyiségmérő W-híd,
  - b) mennyiséget indikáló  $M_1$  műszer,
  - c) szabályozóköri elektronika SZE,
  - d) ellenőrző műszerek  $M_2, M_3, M_4$ ,  
jelzőlámpák  $J_1, J_2, J_3, J_4, J_5$ ,  
indítógombok  $I_1, I_2$ ,  
potenciométerek  $P_1, P_2, P_3$ ,  
kapcsolók  $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ .
2. Műszerszekrényben elhelyezett kisegítő egységek:
  - a) erősítő ME,
  - b) váltófeszültségű stabilizátor  $S_1$ ,
  - c) egyenfeszültségű stabilizátor  $S_2$ ,
  - d) egyenfeszültségű stabilizátor  $S_3$ ,
  - e) differenciálrelé.
3. A műszerszekrényen kívül elhelyezett egységek:
  - a) mérő átalakító  $T_m, T_k$ ,
  - b) szervo-mechanizmus SZM,
  - c) kötőanyagtartály, szivattyú.

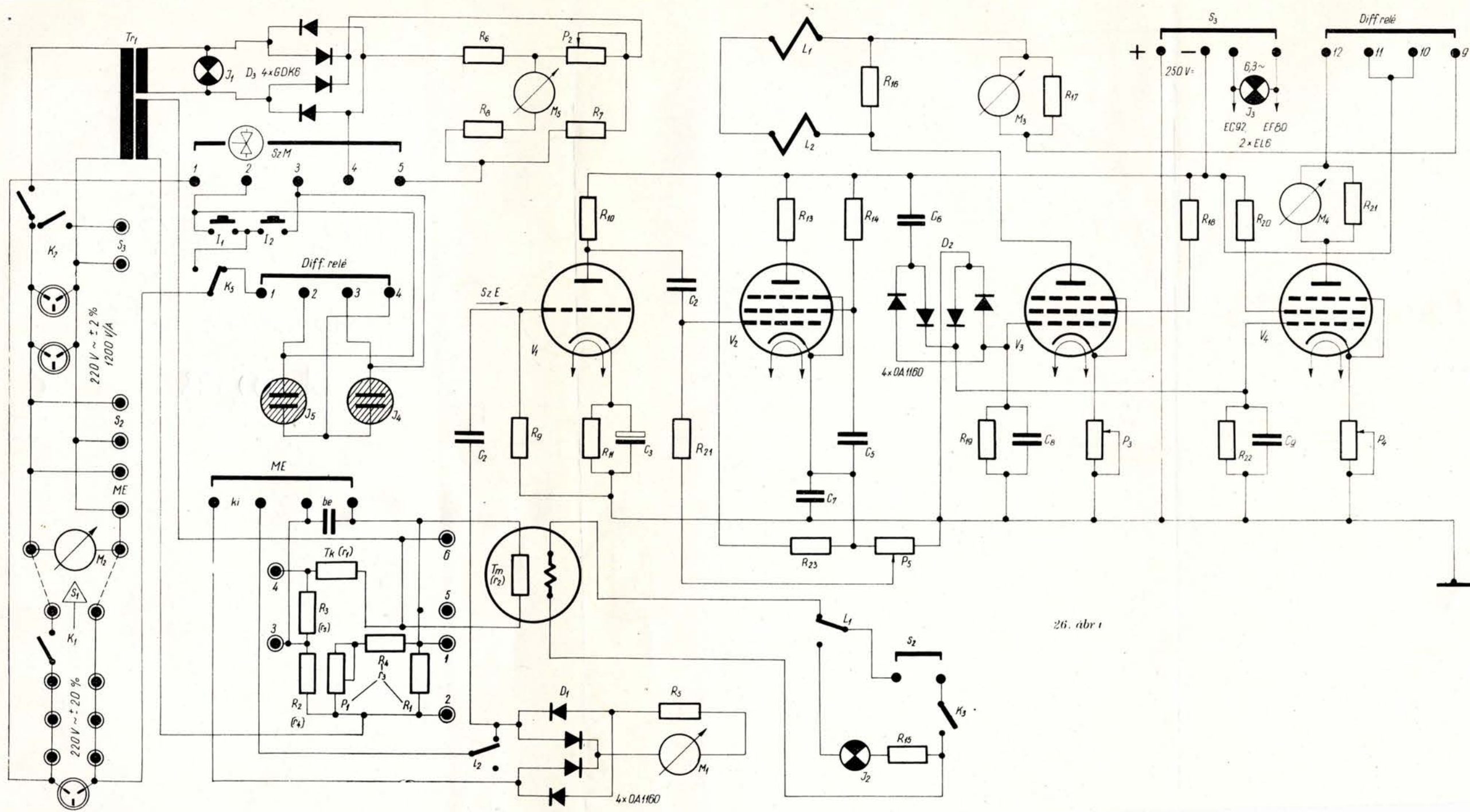
#### 5. HITELESÍTÉS ÉS BEMÉRÉS

A különböző mérő- és szabályozóköri elemek egy komplexumba foglalása után kerülhetett sor a teljes rendszer hitelesítésére és bemérésére. Ennek során végre kellett hajtani:

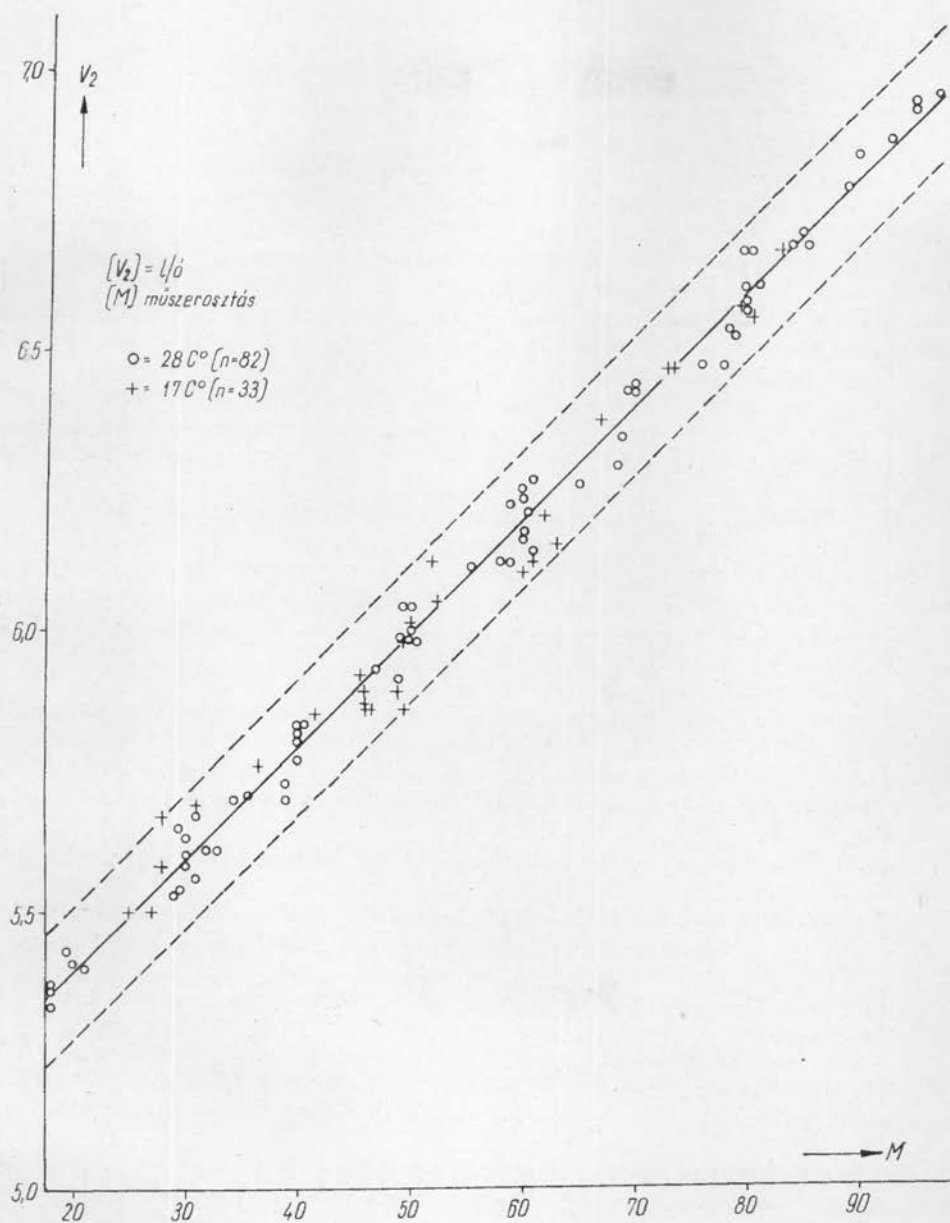
1. A kompenzáló áramkörbe kapcsolt soros ellenállás pontos értékének meghatározását.

2. A komplexum  $M_1$  jelzésű indikáló alaplámpájának az áramlási sebesség egységében való kalibrálását, egyidejűleg a kalibráció helyességének ellenőrzését mind az alsó, mind a felső folyadék hőmérsékleti határokon.

Az indikáló műszer kalibrációs egyenesét — a mérési pontok feltüntetésével — a 27. ábrával mutatjuk be.



26. apr 1



27. ábra. Gyanta-mennyiségmérő kalibrációs egyenese

A számítások alapján az indikáló műszer által mutatott osztásérték ( $M$ ) és az áramlási sebesség ( $V_2$ ) közötti összefüggés jellemzésére a következő egyenletek adódtak:

I.  $t_w = 17\text{ }^\circ\text{C}$ :

$$V_{217} = 0,019 M + 5,034 \quad (31)$$



II.  $t_w = 28\text{ }^\circ\text{C}$ :

$$V_{228} = 0,0203 M + 4,98 \quad (32)$$

A 17 és 28  $^\circ\text{C}$ -on mért adatok egybevetésével

$$V_2 = 0,02 M + 4,99 \quad (33)$$

(A felírt képletekben  $V_2$  l/ó-ban értendő).

A (33) és (31), valamint a (33) és (32) egyenletek összehasonlításával megállapítható, hogy a független változók együtthatóinak egymástól való eltérése + 5%, illetve -1,5%; míg az állandó tagok -0,8%-kal, illetve +0,2%-kal különböznek. A (31) és (32) egyenletek tehát jó közelítéssel a (33) egyenlettel helyettesíthetők. E tényből viszont egyértelműen következik, hogy a 17  $^\circ\text{C}$ -on és a 28  $^\circ\text{C}$ -on kapott mérésadatok jó közelítéssel ugyanazon szórásmezőbe esnek, azaz: a mutatós-műszer kalibrációs egyenese a jelölt hőmérsékleti tartományban  $r = 99,6\%$  valószínűséggel a (33) összefüggésből szerkeszthető.

A kalibrációs egyenes berajzolásával megállapíthatók a jellemző *specifikus adatok*:

*Méréshatár*: 5,2—7 l/ó; *érzékenység*:  $\pm 10\%$  mennyiség változásra eső osztásváltozás:  $\pm 30$ , azaz a teljes osztástartomány 60%-a; *munkapont*: 6 l/ó = 50 osztás; *összpontatlanság*:  $< \pm 2\%$ .

3. Megállapítottuk a *szabályozási pontosságot* és a *túlszabályozás mértékét*.

E vizsgálatoknál a komplexumnak mintegy 12 órás üzemidejében 20 percenként hajtottuk végre mérőhengeres mennyiségmérést, és az áramlási sebesség meghatározásával egyidejűleg leolvastuk az indikáló műszer által mutatott osztásértékeket. A méréseket a túszelep különböző munkaponti beállításával bonyolítottuk le, 1—1,2 atm folyadéknyomás mellett.

A kísérleti adatok értékelésével a levonható következtetések:

a) 6 mm-es szelepállás esetén a mért minimális és maximális mennyiség közötti különbség 100 cm<sup>3</sup>/1,5 sec, mely érték a névleges 100 cm<sup>3</sup>/60 sec mennyiségre vonatkoztatva 2,5%-os eltérést eredményez. A mérőhengeres mennyiségmérésnél elkövetett hiba kb. 0,5%, mely értéknek a fenti eltérésből való levonásával a szabályozási pontatlanság kb.  $\pm 1\%$ -ra adódik.

b) 6 mm-es szelepállás esetén a maximális túlszabályozási intervallum valamivel nagyobb, mint 2%.

c) A túszelep munkapontjának balra tolásával (növekvő  $s$ ) a túlszabályozás mértéke növekszik: 10,5 mm esetén nagyobb, mint  $\pm 3\%$ , míg ellentétes irányban csökken: 3,5 mm-nél valamivel nagyobb, mint  $\pm 0,5\%$ .

4. Rögzítésre kerültek a *beszabályozási időre*, valamint a rendszer *holtidejére* vonatkozó adatok.

3—4 mm-es szelepállás esetén a 6 l/ó névleges mennyiség.  $\pm 3\%$ -kal való eltérés alapjelre történő korrigálása 60—70 sec alatt zajlik le, míg ez az idő 5—7 mm-es szelepállásnál 30—35 sec-ra csökken. A szabályozórendszer teljes holtideje 10—12 sec.

Említettük, hogy a korábbi évek során a keverőgépbe adagolt forgács nedvességtartalmának és időegységre eső mennyiségének önműködő szabályozása is megoldást nyert. A szabályozás összpontatlansága nem haladja meg a  $\pm 3\%$ -ot. (A nedvességi ingadozás  $< \pm 1,5\%$ ; a mennyiség-ingadozás  $< \pm 1,5\%$ .) A keverőgépbe porlasztott műgyanta a forgács *összmennyiségének* 10%-a, az adagolás pontatlansága a 10%-nyi mennyiségnek kb.  $\pm 3\%$ -a (mérési pontatlanság  $< \pm 2\%$ , szabályozási pontatlanság  $\pm 1\%$ ). Az utóbbi érték az összmennyiségnek kisebb, mint  $\pm 0,3\%$ -a. Gyakorlatilag tehát a nevezett gépből eltávozó keverék időegységre eső mennyiségének ingadozása csupán a forgács nedvességtartalmának és mennyiségének szabályozási pontatlanságától függ.

## 6. SPECIFIKUS ADATOK

Az Intézet által elkészített kísérleti gyantamennyiség mérő és szabályozó berendezés összefoglaló specifikus adatai:

1. Az áramló közeg: karbamid alapú műgyanta.
2. A közeg megengedett viszkozitás-változása: 50—150 cp.
3. A közeg megengedett hőmérséklet-ingadozása: 10—30 °C°.
4. Méréshatár: önkioldó nélkül: 5—7 l/ó,  
önkioldóval: 5,4—7 l/ó
5. Érzékenység:  $\pm 10\%$  mennyiségváltozás = a mutatóműszer osztástartományának 60%-a (1% = 3 osztás).
6. Pontatlanság: kisebb  $\pm 2\%$ -nál
7. Szabályozási munkapont: 6 l/ó
8. Túllengés:  $\pm 1—2\%$
9. Szabályozási pontatlanság: kisebb  $\pm 1,5\%$ -nál
10. Korrigálási idő:  $\pm 3\%$  eltéréssel kb. 30—35 sec
11. Szabályozási holtidő: 10—12 sec.

### Összefoglaló

A Faipari Kutató Intézet a forgácslapgyártás kötőanyag bekeverési művelete műszerezi és automatizálási problémáinak vizsgálata céljából a korábbi kutatási évek során egy labor-méretű gépsort, majd az egyes paraméterek (forgácsnedvesség, forgácsmennyiség) folyamatos indikálására és önműködő szabályozására alkalmas berendezéseket készített el.

A feladat a keverőgépbe adagolt kötőanyag-mennyiség műszeres indikálásának és önműködő szabályozásának megoldása volt.

A vonatkozó irodalomból ismert mérési, ill. szabályozástechnikai eljárások lényegüket tekintve a mechanikus és az elektromos jelátalakítás elvére épülnek.

A jelen célkitűzésben meghatározott feladat végrehajtására a mechanikus érzékelési módszerek nem alkalmazhatók, tekintve, hogy az áramló kötőanyag a mérőelem kritikus pontjain könnyen lerakódik, miáltal az átalakító funkcionálása akadályozottá válik.

A lerakódás veszélye lényegesen kisebb az elektromos rendszerű mérő átalakító típusoknál, melyek közül elsősorban a kalorimetrikus, az indukciós és az ultrahanggal működő rendszereket kell kiemelnünk.

Intézeti szinten ultrahanggal működő mérő- és szabályozó-berendezés kivitelezésére nem láttunk lehetőséget, ezért kutatásainkat a kalorimetrikus és az induktív eljárások kidolgozása irányában mélyítettük el. A két metódus elméleti feldolgozását és a vonatkozó kísérleteket egyidejűleg folytattuk.

Az induktív mérési módszerrel kapcsolatos vizsgálatok során megállapítottuk, hogy az előírt specifikus követelmények biztosításához hármas kompenzáció szükséges: a zavarójel feszültség, a folyadék hőmérsékleti változásának és pH-ingadozásának kikompensálása. Ismerve azonban a többszörös belső és külső kompenzáció megoldásának technikai akadályait, egy indukciós elven működő gyantamennyiségmérő megépítését nem tartottuk célszerűnek.

A kalorimetrikus mérési eljárások feldolgozásával kapcsolatos előkísérletekkel — melyeket természetesen és wolframszálás mérő-átalakítókkal folytattuk le — az áramlási sebesség és a mérőelem elektromos ellenállása között kezdetben nem sikerült egyértelmű kapcsolatot felállítani, tekintve, hogy a folyadék hőmérséklet-változásának az elektromos ellenállásra gyakorolt hatása nem volt kellőképpen tisztázva. A mérésadatok megengedhetetlen mértékű szórásának okait a mérési elv hiányosságaiban kerestük. Feltételeztük, hogy a mérőellenálláson gyantalerakódás következik be, mely körülmény értelemszerűen

a hőátadás-viszonyok megváltozásához, ezen keresztül a mért jellemző tendenciózus eltolódásához vezet.

A kötőanyag-lerakódás teóriáját a szénellenállással lefolytatott áramlásmérési vizsgálatok eredményeként kellett elvetnünk. Megállapítást nyert, hogy a közeg hőmérsékletének  $\pm 1^\circ\text{C}$ -kal történő megváltozása ugyanakkora ellenállás változást idéz elő, mint az áramlási sebesség  $\pm 15\%$ -os megváltozása. A mért jellemző korábban tapasztalt tendenciózus eltolódását tehát minden esetben a közeg hőmérsékletének növekedése vagy csökkenése idézte elő, mely felismerés végül is az automatikus hőmérséklet kompenzáció feltétlen szükségességének megállapításához vezetett.

Az áramló kötőanyag időegységre eső mennyiségének hőmérséklet kompenzált mérésére rendelkezésre álló kalorimetrikus jelátalakító elemek között — termisztorok, wolfram-szalag, szénellenállások, termoellenállások — a termoellenállások bírnak a legkedvezőbb specifikus jellemzőkkel. A termoellenállás lineáris karakterrel bír, a névértéki azonosság még különböző típusoknál is fennáll, hiszterézise elenyésző.

A kivitelezett mérőátalakító szerkezeti felépítésére vonatkozó részleteket a 2.21 fejezetben ismertettük. A kalorimetrikus áramlásmérési eljárások elméleti feldolgozásával bizonyítást nyert, hogy az áramlásba helyezett hődrót villamos vezetőképessége a folyadék sebességén és hőmérsékletén kívül az anyagjellemzőknek is függvénye. Az explicit formában kifejezett egyenlet alakja lamináris áramlás esetén:

$$S = K_1 B_1 w^0{}^{23} (t - t_w)$$

ahol  $S$  a villamos vezetőképesség,  $K_1$  a mérőátalakító szerkezeti felépítésétől függő állandó,  $B_1$  az anyagra jellemző koefficiens,  $w$  az áramlási sebesség,  $t$  a hődrót-  $t_w$  az áramló folyadék hőmérséklete. A képletben szereplő  $B_1$  a hőmérsékletnek külön is függvénye, mely tény oly módon jut kifejezésre, hogy a folyadék hőmérsékleti ingadozásának következményeként a hőelvonás intenzitása is változást szenved. A hőmérsékletváltozás hatásának automatikus kikompenzálása mellett tehát a hőelvonás-változás által okozott hibaforrásokat is ki kellett küszöbölni.

A mérési pontosságot károsan befolyásoló zavarójelforrások automatikus kompenzálására a Wheatstone-híd által nyújtott lehetőségeket használtuk fel. A vonatkozó kapcsolástechnikai megoldásokat a 2.22 fejezetben ismertettük.

A keverőgéphez adagolt műgyantamennyiség önműködő szabályozásánál a szabályozott jellemző mért értékeként a sebességérzékelő termoellenállás által előidézett ellenállásváltozás, illetőleg a mérőköri elemek által átalakított, majd felerősített villamos feszültség szolgál. Az alapjel beállítása a szabályozóköri teljesítményerősítő végfokozatában történik. Hibajel esetén a szabályozott jellemző névértékre való korrigálását egy, az áramlásba helyezett szervomotorral működtetett tűszelep hajtja végre, a végfokozat áramkörébe foglalt ún. rheo-differenciál relétől kapott módosító impulzusok előjele és időtartama szerint.

A szabályozókör felépítéséről, továbbá az egyes blokkokra vonatkozó közelebbi részletekről, és azoknak a szabályozása lefolyásában betöltött szerepéről a 3. fejezetben adtunk tájékoztatást.

A tervezett és kivitelezett termoellenállásos jelátalakítóval működő gyantamennyiségmérő- és szabályozó berendezés bemérése során kapott eredményeket a következőkben foglaljuk össze.

1. A komplexum indikálóműszere által mutatott osztásértékek ( $M$ ) és az áramló mennyiség ( $V_2$ ) közötti összefüggés 5—7 l/ó mérési tartományban lineáris. Az összefüggést leíró egyenlet alakja:

$$V_2 = 0,02 M + 4,99$$

2. A kötőanyag hőmérsékletének  $10$ — $30^\circ\text{C}$  és viszkozitásának  $50$ — $150$  cp tartományokon belüli ingadozásával az összmérési pontatlanság nem haladja meg a  $6$  l/ó névleges áramlási mennyiség  $\pm 2\%$ -át.

3. A 2. pontban leírt feltételek mellett a komplexum szabályozási pontatlansága  $\pm 1\%$ .

4. A beavatkozó szerv helyes munkaponti beállításával a túlszabályozás mértéke a névleges áramlási sebességnek kb.  $\pm 1\%$ -a.



5. A 4. pontban leírt feltételek biztosításával a beszabályozási idő  $\pm 3\%$  eltérés esetén 30—35 sec, a rendszer holtideje 10—12 sec.

6. A korábbi években a gépsoron lefolytatott bemérési vizsgálatok során a keverőgépbe adagolt forgács mennyiségének szabályozási pontatlansága  $\pm 3\%$ -ra adódott. Az elporlasztott kötőanyagának az össz mennyiségre vonatkoztatott szabályozási pontatlansága kb.  $\pm 0,3\%$ . A nevezett gépegységéből eltávozó forgács-gyanta keverék mennyiségének ingadozása tehát a legkedvezőtlenebb esetekben sem haladja meg a  $\pm 3,5\%$ -ot.

## Irodalom

1. *Monahov, V. I.*: Áramló mennyiségek mérése. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964.
2. *Mihejev, M. A.*: A hőátadás gyakorlati számításának alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest, 1956.
3. *Pattantyús Á. G.*: Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve II. Műszaki Könyvkiadó, 1961.
4. *Holztechnologie* 4. Jahrgang, 1963. Heft 2.
5. *Lukács Gy.*: Méréstechnikai kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
6. *Pattantyús Á. G.*: Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve III. Műszaki Könyvkiadó, 1961.

### НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ И АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА КОЛИЧЕСТВА СМОЛ, ЗАГРУЖАЕМЫХ В СМЕСИТЕЛЬНУЮ МАШИНУ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Д-Р Л. РУШКА  
Научный сотрудник

Научно-исследовательский институт лесной промышленности в целях рассмотрения проблем оснащения контрольно-измерительными приборами и проблем автоматизации операций по добавлению связующих веществ при производстве древесно-стружечных плит, в ходе предыдущих лет разработал машинную линию лабораторных размеров, а затем оборудование, пригодное для непрерывной индикации и регулировки отдельных параметров. Задачей 1964 года было разрешение приборной индикации и автоматической регулировки количества связующих веществ, загружаемых в смесительную машину, по которой предоставлялась возможность применения калориметрических способов.

Теоретической переработкой способа измерения калориметрического потока было доказано, что электрическая проводимость проволоки нагревателя, помещенной в поток, находится в зависимости также и от характеристик вещества, кроме скорости и температуры жидкости. Наряду с автоматической конденсацией воздействия изменения температуры, следовало также устранить и источники дефектов, вызываемых изменением объема тепловой энергии.

В ходе замеров установки для измерения и регулировки количества смол, работающей с преобразователем сигналов, изготовленным и разработанным с проволокой нагревателя, нами были получены следующие результаты:

1. Взаимосвязь между значениями деления, показанными комплексным индикаторным прибором, и между скоростью потока в диапазоне измерений 5...7 л/час является линейной.

2. При колебаниях температуры связующего вещества в пределах 10...30 °C и вязкости в пределах 50...150 ср общая измерительная неточность не должна превышать  $\pm 2\%$  номинальной скорости потока 6 л/час.

3. При условиях, изложенных в пункте 2., погрешность комплексной регулировки составляет  $\pm 1\%$ .

4. Размер чрезмерной регулировки составляет приблизительно  $\pm 1\%$  номинальной скорости потока.

5. Время регулировки в случае  $\pm 3\%$  отклонения составляет 30 . . . 35 секунд, а время простоя системы (мертвое время системы) составляет 10—12 секунд.

### THE CONTINUOUS MEASURING AND AUTOMATIC REGULATING OF THE IN MIXER MACHINE FED SYNTHETIC RESIN QUANTITY IN THE TECHNOLOGY OF CHIPBOARD MANUFACTURE

DR. L. RUSKA  
research worker

The Research Institute for Woodindustry has made a production line in laboratory scale in earlier years to investigate the problems of instrumentation and automatization in the binding material mixing for chipboard manufacturing, then equipments for the continuous indicating and regulating of the individual parameters. The job in 1964 has been to solve the instrumental indicating and automatic regulation of the binding material quantity fed in the mixer machine and for this a possibility presented itself by using the calorimetric processes.

By theoretical working of the calorimetric flow measuring methods has been proved that the electric conductivity of the hot-wire put in the flow is also the function of material characteristics besides the speed and temperature of the liquid. Therefore besides the automatic compensation of the temperature change effect we had to eliminate also the source of errors caused by the heat extraction change.

In the course of calibration of the resin quantity measuring and regulating equipment that operates with a hot-wire coder we have received the following results:

1. The relation between the dividing values showed by the inducing instrument of the complex and the flow speed is linear in the 5—7 l/hour measuring range.

2. By the fluctuation of the binding material temperature within the range 10—30 C° and that of viscosity within the range 50—150 cp the total unreliability doesn't exceed the 2% of the 6 l/hour nominal flow speed.

3. At the in numero two defined conditions the regulating unreliability is  $\pm 1\%$ .

4. The rate of overregulating is about  $\pm 1\%$  of the nominal flow speed.

5. Adjustment time is 30—35 sec. in  $\pm 3\%$  deviation case, dead time of the system is 10—12 sec.

### DIE AUTOMATISCHE REGELUNG UND KONTINUIERLICHE MESSUNG DER IN DIE MISCHUNGSMASCHINE DOSIERENDE KUNSTHARZMENGE IM TECHNOLOGISCHEN PROZESS DER HOLZSPANPLATTENHERSTELLUNG

DR. L. RUSKA  
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Das Holzforschungsinstitut hat in Labormasstäben eine Maschinenstrasse für die Untersuchungen der Automatisierungsprobleme und für die Gerätetechnik der Verbindungsmaterialmischung, bei der Herstellung der Holzspanplatten hergestellt und dann fertigte man geeignete Einrichtungen für die Regelung und das kontinuierliche Indizieren der einzelnen Parameter. In 1964 war die Aufgabe die Lösung der automatischen

Regelung und die Indikation mit Gerätetechnik in die Mischungsmaschine dosierender Mengen der Verbindungsmaterialien, wozu eine Möglichkeit die Anwendung des kalorimetrischen Verfahrens bietet.

Es wurde durch die Verarbeitung der kalorimetrischen Strömungsmessungen bestätigt, dass der in die Strömung gesetzte Wärmedraht ausser der Geschwindigkeit der Flüssigkeit und ausser der Temperatur seine elektrische Leitungsfähigkeit abhängig von der Charakteristik des Materials hat. Neben der Wirkung der automatischen Kompensation der Temperaturänderungen musste man auch die durch den Wärmeentzug hervorriefende Fehlerquelle beseitigen.

Bei der Zumessung der Kunstharzmenge messenden und einregulierenden, durch Wärmedrahtsignal umbildenden funktionierenden Einrichtung haben wir folgende Ergebnisse bekommen.

1. Der Zusammenhang zwischen der Strömungsgeschwindigkeit und dem Teilungsgrad des Indikationsgerätes war in dem Messbereich 5—7 l/St linearisch.

2. Die Messungsgenauigkeit ist nicht mehr bei der nominellen Strömungsgeschwindigkeit 1/St als  $\pm 2\%$  der nominellen Strömungsgeschwindigkeit 6 l/St, wenn die Temperatur des Verbindungsmaterials im Bereich 10—30 C° und der Viskositätsgrad zwischen 50—150 cp schwankt.

3. Bei den unter dem 2. Punkte abbeschriebenen Bedingungen ist die Regelungsgenauigkeit des Komplexes  $\pm 1\%$ .

4. Der Überregelungswert ist  $\pm 1\%$  der nominellen Strömungsgeschwindigkeit.

5. Die Einstellungszeit ist 30—35 sec bei der  $\pm 3\%$  Abweichung und die Totzeit des Systems ist 10—12 sec.

# FOLYAMATOS MŰSZERES TÉRFOGATSÚLYMÉRÉS A FORGÁCSLAPGYÁRTÁSBAN

(Témaszám: 33. 13. 63)

DR. RUSKA LÁSZLÓ

okl. elektromérnök, tudományos munkatárs

## 1. A TÉMA ELŐZMÉNYEI

A Faipari Kutató Intézet a forgácslapok nedvességtartalma villamos úton történő mérésének megoldását 1960-ban tűzte ki feladatul. Szükséges volt ez egyrészt azért, mert a jelenleg forgalomban levő elektromos vezetőképesség-fanedvességmérők a jelölt mérési feladat megoldására nem alkalmasak, másrészt, mert a hagyományos, kiszáritásos metódus hosszadalmas és — mint a későbbi hibaszámításokkal kapcsolatosan kiderült — a mérési pontatlanság csak a legkörülményesebb műveletekkel szorítható egy minimális értékre.

A forgácslap nedvességtartalmának villamos úton történő műszeres meghatározására a dielektromos mérési metódust tartottuk legalkalmasabbnak.

A nevezett fizikai jellemző és a nedvességtartalom közötti konkrét kapcsolat fel-tárása céljából méréseket eszközöltünk, s a mérési adathalmaz feldolgozásával a

$$C = 12,5 + \gamma (9,4 \cdot 10^{-3} + 7,5 \cdot 10^{-4} U) \quad (1)$$

összefüggést nyertük. A képletben  $C$  a forgácslap-kondenzátor kapacitás pF-ban,  $\gamma$  a vizsgált próbadarab térfogatsúlya  $\text{kp}/\text{m}^3$ -ben,  $U$  a nedvességtartalom nettó százalékban (lapméret:  $150 \times 150 \times 19$  mm, elektródák:  $100 \times 100$  mm).

A mérési adatok közelebbi vizsgálatával megállapítást nyert, hogy mind az intézeti, mind a szombathelyi gyártmányoknál a nedvességtartalom jó közelítéssel állandó érték: kb. 8%. A szórás az esetek túlnyomó részében nem haladja meg a  $\pm 1\%$  abs.-ot. Ebből a felismerésből származott az az elgondolás, hogy a dielektrikus vizsgálati eljárással megoldható a térfogatsúlynak roncsolás- és érintésmentes, közvetlen műszeres mérése is.

A fentiek bizonyítására 1961-ben újabb méréseket hajtottunk végre a 19 mm-es szombathelyi lapokkal. Tekintve, hogy a kapott eredmények feltevéseink helyességét igazolták, indokoltnak láttuk a vizsgálati módszer oly módon való továbbfejlesztését, hogy annak alapján lehetővé váljék a szóban forgó mennyiségnek a gyártás folyamatában történő állandó ellenőrzése, illetve a vizsgált lapok önműködő minősítése.

A leírtaknak megfelelően, 1961-ben és 1962-ben egy olyan elektro-mechanikus rendszert terveztünk, mely a forgácslap térfogatsúlyának dielektrikus érzékelése útján, a mérőkondenzátor közvetlen közelében felszerelt folyadékfűvókás minősítő-mechanizmus működtetésére alkalmas. Amennyiben a kondenzátor mérőterén áthaladó lap térfogatsúlya az előzetesen beállított tűrésmezőn kívül esnék, úgy a színes folyadékcsugár a lap élére irányul s azt mindaddig festi, amíg a térfogatsúly az I. osztályú minősítési értékhatárt ismét el nem éri.

Itt kívánjuk megemlíteni, hogy a fentiekben körvonalazott elektro-mechanikus

minősítő rendszerre az Országos Találmányi Hivatal 1962-ben szabadalmat adott, s azt „Elektronikus térfogatsúly ellenőrző műfához” elnevezéssel szolgálati találmányként tartja nyilván.

## 2. ALAPELVEK

### 2.1 *Faanyag térfogatsúlyának általános mérési módszerei.*

A térfogatsúly a faanyag egyik legfontosabb fizikai jellemzője. Mérésére a következő eljárások ismeretesek:

1. folyadékiszorításos térfogatsúly-mérési módszerek;
2. lebegtető térfogatsúly-mérési módszerek;
3. térfogatsúlymérés súly- és hossz mérő eszközökkel;
4. dielektrikus térfogatsúly-mérési módszerek;
5. izotopikus térfogatsúly-mérési módszerek.

Az 1—3. pontokban leírt eljárásokkal a jelzett paraméter közvetlen, számítással határozható meg, a mért adatok megfelelő képletekbe történő helyettesítése útján.

A 4. és 5. mérési módszerek viszont a térfogatsúly közvetlen megállapítását teszik lehetővé, egy alkalmas mérőrendszer mutatós elemének skálaosztás-leolvasásával.

A forgácslapok minősítésekor — mind a gyártó, mind pedig a felhasználó üzemek esetében — úgyszólván kizárólag a felsorolás 3. pontjában leírt térfogatsúly-mérési metódust alkalmazzák. Erre való tekintettel a továbbiakban csak a nevezett és a Faipari Kutató Intézet által kidolgozott dielektrikus vizsgálati metódusokról kívánunk rövid áttekintést adni.

### 2.11 *Térfogatsúly-mérés súly- és hossz mérő eszközökkel.*

A címszóval megadott vizsgálati eljárással a mindenkor térfogatsúly a

$$\gamma = \frac{G}{abc} \dots \dots \dots (2)$$

képlettel számolható, ahol  $G$  a próbadarab súlya,  $a$  a hossz-,  $b$  a szélesség-,  $c$  a vastagság mérete.

Tegyük fel, hogy az egyes mennyiségek mérésénél elkövetett hibák:

súlymérésnél:  $\pm z_g$

hosszméréseknél:  $\pm z_a; \pm z_b; \pm z_c$

Ezen adatok birtokában határozzuk meg a mérésnél elkövetett összhibát.

A (2) képletnek megfelelően hányados tolerancia számítást kell eszközölnünk, figyelembe véve azonban, hogy a törtkifejezés nevezőjében egy háromtényezős szorzat szerepel: a vizsgált próbadarab térfogata.

Először tehát a térfogatsúly-mérésnél elkövetett hibák eredő toleranciáját kell kiszámítanunk.

$$Z = \pm \frac{\Delta H}{H} 100\% (3)$$

alapösszefüggés felhasználásával (ahol  $Z$  az eredő tolerancia,  $H$  a szorzási művelet végeredménye):

$$Z_v = \pm \frac{(a + \frac{az_a}{100})(b + \frac{bz_b}{100})(c + \frac{cz_c}{100}) - abc}{abc} 100\% \dots (4)$$

A jelölt műveletek elvégzésével, továbbá feltételezve, hogy  $z_a, z_b, z_c$  kis értékek ( $\cong \pm 5\%$ ):

$$Z_v \approx \pm (z_a + z_b + z_c) \% \quad (5)$$

A (2) képlet nevező toleranciájának ismeretében most már számolható a törtkifejezés toleranciája. A levezetések mellőzéseivel:

$$Z\gamma \approx \pm (z_g + z_v) \% \quad (6)$$

illetve:

$$Z\gamma \approx \pm (z_g + z_a + z_b + z_c) \% \quad (6a)$$

(6a) egyenletből megállapítható, hogy a felsorolás 4. pontjában foglalt mérési módszer relatív hibája az egyes mérőeszközök toleranciájának összegével egyenlő.

Nézzünk egy konkrét példát.

Tegyük fel, hogy a súlymérést  $\pm 1\%$ , a hossz- és vastagságmérést  $\pm 1,5\%$  pontatlansággal hajtottuk végre. Ezen adatokat (6a) egyenletbe helyettesítve:

$$Z \approx \pm 5,5\%,$$

mely a gyakorlatban azt jelenti, hogy pl. egy  $600 \text{ kp/m}^3$ -es anyag térfogatsúlyának meghatározása  $\pm 33 \text{ kp/m}^3$  hibával történik.

Ez a viszonylag nagy pontatlanság egyrészt nagyobb osztálypontosságú mérőeszközök kiválasztására, másrészt a próbadarab tökéletes kialakításának szükségességére figyelmeztet, s e körülmény a mérési módszer feltétlenül megemlíthető fogyatékkossága.

## 2.12 Dielektrikus térfogatsúly-mérési módszerek.

Az 1. fejezetben már rögzítettük, hogy a forgácslap dielektromos állandója, nedvességtartalma és térfogatsúlya közötti kapcsolat az

$$\varepsilon = K_1 f_1 (U, \gamma) \dots \dots (7)$$

funkcióval jellemezhető.

Amennyiben a nedvességtartalom állandó — a mérési adatok értékelése alapján e feltevés feltétlenül indokoltnak mondható —, úgy (7) egyenlet egyváltozós alakot ölt, vagyis:

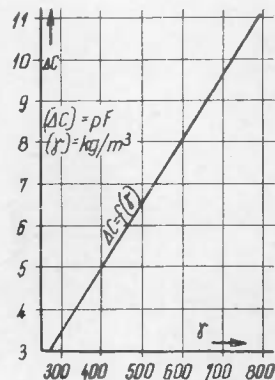
$$\varepsilon = K_2 f_2 (\gamma) \dots \dots (8)$$

Az 1960-ban, intézeti lapokkal elvégzett mérési eredmények felhasználásával (8) egyenlet az 1. ábrán látható diagrammal szemléltethető (adatok: lapméret:  $150 \times 150$  mm, vastagság: 19 mm, elektródák:  $100 \times 100$  mm).

Itt a függőleges tengelyre a kapacitás-változást hordtuk fel, s az — mint látható — a térfogatsúly változásának lineáris függvénye.

A (8) egyenlet — konkrétan a bemutatott  $\Delta C$ — $\gamma$  karakterisztika — szerint a térfogatsúlynak, mint nem villamos mennyiségnek mérése, egyszerű eszközökkel vezethető vissza villamos mennyiség mérésére, minthogy a térfogatsúly és a forgácslappal kitöltött mérőkondenzátor kapacitása közötti kapcsolat egyértelmű. A mérési elv gyakorlati megoldása pedig egy mérőfej és a hozzá kapcsolódó kapacitív mérőkör szerkesztési problémáinak megoldására korlátozódik. Ugyanakkor a vizsgálati mód alkalmazásba vételével egy sor rendkívül kedvező méréstechnikai előny kínálkozik, minthogy

1. a mérési idő jelentős mértékben lecsökken;
2. a vizsgálati módszer alkalmas elektróda elrendezéssel feleslegessé teszi az anyag feldarabolását;



1. ábra. A mérőkondenzátor kapacitásának változása a térfogatsúly függvényében

3. megfelelő elektroda-rendszerrel megoldható a térfogatsúly folyamatos, a gyártás menetében történő műszeres indikálása, ill. a legyártott lapoknak a szóban forgó jellemző szerinti automatikus minősítése.

Mint már az előbbieket során említettük, a zárójelentés feladata azon mérőberendezés felépítésének ismertetése, mely a fent jelölt önműködő minősítési funkció megoldására hivatott.

A továbbiakban rátérünk az ellenőrzőrendszer szerkezetének és működésének leírására.

### 3. FOLYAMATOS MŰKÖDÉSŰ

#### DIELEKTRIKUS MÉRŐ- ÉS SZABÁLYOZÓ BERENDEZÉS

##### A FORGÁCSLAP TÉRFOGATSÚLYÁNAK

##### GYÁRTÁSKÖZI ELLENŐRZÉSÉHEZ

Az előzetes terveknek megfelelően a mérőberendezés a következő elkülöníthető egységekből építhető fel: 1. mérőfej; 2. mérőrezgőkör; 3. nagyfrekvenciás tápforrás; 4. egyenirányító fokozat; 5. mérőhíd; 6. egységugrás erősítő; 7. egyen- és váltófeszültségű tápforrás; 8. minősítőrendszer.

A kivitelezési munkálatokkal kapcsolatos előkísérletek során szükségesnek látszott a mérőrendszer érzékenységének növelése — magyarázatát lásd később —, ezért az egyenirányító fokozat elé még egy lineáris erősítőt is beiktattunk. Ezenkívül az egyenirányítót elektroncsövek helyett kristálydiódákból építettük fel, továbbá a stabilitás fokozása céljából elektroncsöves és szóró transzformátoros feszültségstabilizálást biztosítottunk.

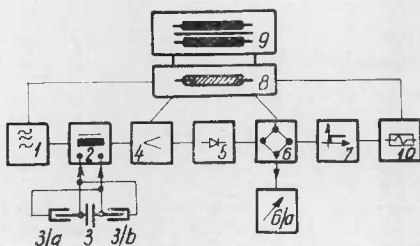
A komplex ellenőrző berendezés elektronikus részének blokkvázlata tehát a 2. ábra szerint alakul.

A komplexum jellemzőbb egységei:

1. nagyfrekvenciás tápforrás, 2. mérőrezgőkör, 3. mérőkondenzátor, 3a — 3b kompenzáló tagok, 4. lineáris erősítő, 5. egyenirányító fokozat, 6. mérőhíd, 6a indikátor, 7. egységugrás erősítő, 8. egyenfeszültségű tápforrás, stabilizátorral, 9. váltófeszültségű tápforrás, stabilizátorral, 10. minősítőrendszer.

A blokkvázlat alapján a rendszer működése a következő: Az 1. nagyfrekvenciás generátor a 2. induktivitásból, a 3., 3a és 3b kondenzátorokkal alkotott mérőrezgőkörre táplál. A rezgőkörön eső feszültség a 3. kondenzátor mindenkoros kapacitásértékétől, vagyis a fegyverzetek között

átcsúszo forgácsolap térfogatsúlyától függ. Ezt a feszültséget a 4. erősítő felnagyítja, az 5. detektor egyenirányítja, majd az egyenirányított jelet a 6. mérőhídra adja (6a mutatóműszer a mindenkoros jel-szintet indikálja). A mérőhíd kimenőoldalan a 7. erősítő az egységugrásjelet mindannyiszor a 10. minősítőrendszerre adja, ahányszor egy minősítési ciklus alatt a vizsgált lap (lapszakasz) térfogatsúlya az előzetesen beállított tőrésmező alsó vagy felső határát túllépi, mely esetekben a 10. minősítőrendszer folyadékfűvőkás egysége a térfogatsúly hibás lap (lapszakasz) élet színes vonallal látja el.



2. ábra. A térfogatsúly-ellenőrző blokkvázlata

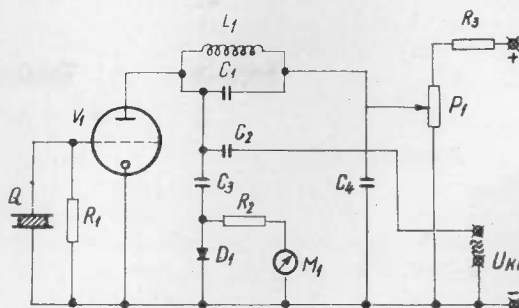
A továbbiakban rátérünk az egyes elemek szerkezeti részleteinek ismertetésére.

### 3.1 Nagyfrekvenciás tápforrás.

Az ellenőrző berendezés legfontosabb eleme a mérőrezgőkört tápláló nagyfrekvenciás generátor. A nagy stabilitási követelményekre való tekintettel a különböző oszcillátortípusok közül választásunk a kvarerkristállyal működő rezgékeltőre esett.

Tekintve, hogy a kristály oszcillátorok lényegi felépítésével korábban már foglalkoztunk, a szerkezetségi részletek megismétlésének mellőzésével, itt csupán a kapcsolási vázlat megadására szorítkozunk (3. ábra).

Az oszcillációs teljesítmény  $P_1$  potenciométerrel szabályozható. A kimenő jelszintet  $M_1$  Deprez-műszer indikálja.



3. ábra. A generátor kapcsolási vázlata

### 3.2 Mérőrezgőkör.

Az oszcillátorból kilépő jelfeszültséget egy kapacitív osztóra vezetjük, melynek első tagja sorba kapcsolódik a rezgőkörrel (4. ábra).

A  $C_M$  mérőkondenzátor és az  $L_2$  tekeres, valamint a szórt kapacitásokkal alkotott rezgőkör önfrekvenciája:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_2(C_M + C_{sz})}} \quad (9)$$

Mérési adatok alapján a névleges térfogatsúly esetén ( $600 \text{ kp/m}^3$ ) adódó mérőkondenzátor-kapacitás:

$$C_{MN} \approx 23 \text{ pF}$$

midőn az elektróda-méretek a következők:

$$\text{felület: } A = 100 \times 100 \text{ mm}$$

$$\text{laptáv (anyagvastagság):}$$

$$d = 19 \text{ mm}$$

A fenti értékekhez hozzáadva a kompenzáló tagok kapacitását — kb.  $3,5 + 3,5 \text{ pF}$  — (4. ábra magyarázata később):

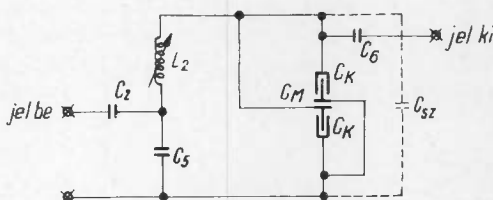
$$C_{MNK} = C_{MN} + 2 C_K$$

$$C_{MNK} \approx 30 \text{ pF}$$

A szórt kapacitásokra (hozzávezetés, árnyékolóhatás) kb.  $5 \text{ pF}$ -ot adva:

$$C_0 = C_{MN} + 2 C_K + C_{sz}$$

$$C_0 \approx 35 \text{ pF}$$



4. ábra. A mérőrezgőkör kapcsolási vázlata



Figyelembe véve, hogy a kristály oszcillátor rezonáns frekvenciája 1 MHz, a rezgőkör induktív tagja (9) egyenletből:

$$L_2 = \frac{1}{f_0^2 4\pi^2 C_0} \quad (9a)$$

vagyis:

$$L_2 = 72,5 \text{ mHy}$$

Annak érdekében, hogy a mérőkondenzátort ne kelljen további inaktív kapacitásokkal terhelni, a rezonanciára történő pontos ráhangolást nem a rezgőkörrel parallel kapcsolt forgó kondenzátorral (légtrimmerrel), hanem az induktivitás változtathatóságával oldottuk meg oly módon, hogy a tekercs belsejében levő ferrit-vas pozíciója alkalmas mechanizmus segítségével folyamatosan változtatható.

### 3.3 Mérőkondenzátor.

#### 3.31 Analitikai vizsgálatok.

A 3.2 fejezetben megadott elektróda-méretekkel felépített kondenzátor légterét a nominális térfogatsúlyú próbatesttel kitöltve — a relatív dielektromos állandót így 1,5-nek elfogadva — a forgácslap kondenzátor kapacitása a

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \quad (10)$$

egyenletből számolva

$$C = 6,6 \text{ pF}$$

Ugyanezen adatokkal a forgácslap-kondenzátor kapacitása méréssel:

$$C_m = 23 \text{ pF}$$

Ez a nagyfokú eltérés arra utal, hogy az ideális sikkondenzátorokra vonatkozó alapegyenletekből levezetett összefüggések a mérőkör kidolgozásához legfeljebb jelleg szerinti útmutatókat adhatnak.

A mérőkondenzátor szerkesztésénél, illetve annak a megfelelő áramkörökhöz való illesztésénél, valamint a különböző analízisek végső értékelésénél szükségszerűen a mérési adatoknak kell kiindulási alapként szolgálniuk.

Adott esetben az alábbi analitikai vizsgálatok szükségesek:

1. A dielektromos állandó megváltozása ( $\Delta\epsilon_r$ ) és a kapacitásváltozás ( $\Delta C$ ) közötti összefüggés felírása, midőn a térkitöltés,  $\lambda = 100\%$  és az anyagvastagság,  $d =$  állandó.

2. Az anyagvastagság változásának ( $\Delta d$ ) hatása a kapacitásváltozásra  $\lambda = 100\%$ ,  $\epsilon_r =$  állandó esetén.

3. A dielektromos állandó változásának hatása állandó anyagvastagság mellett,  $\lambda < 100\%$  esetén.

4. Az anyagvastagság változásának hatása a kapacitásváltozásra  $\lambda < 100\%$   $\epsilon_r =$  állandó feltételek mellett.

Az 1. és 3. pontokban foglalt összefüggések ismerete az ellenőrző berendezés további egységeinek tervezéséhez ad támpontot, míg a 2. és 4.-ben megnevezettek a vastagságváltozásból adódó zavaróhatásokról tájékoztatnak.

A  $\Delta C = f(\Delta\epsilon_r)$  összefüggés feltárása céljából képezzük a (10) egyenlet  $\epsilon_r$  szerinti parciális deriváltját:

$$\frac{\partial C}{\partial \epsilon_r} = \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (11)$$

Differenciálisan kis mennyiségekre térve és átrendezéssel:

$$\Delta C = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \Delta \varepsilon_r \quad (12)$$

Helyettesítve a fenti adatokat,  $\Delta \varepsilon_r$ -t 0,15-tel ( $\Delta \gamma \approx 150 \text{ kp/m}^2$ ) figyelembe véve:  
 $\Delta C = 7,10^{-13} \text{ F}$

Ha tehát a nominális térfogatsúly értéket  $600 \text{ kp/m}^3$ -re választjuk és a tűrésmező felső, illetve alsó határát  $\pm 150 \text{ kp/m}^3$ -re határozzuk meg, úgy szélső helyzetekben elméletileg  $\pm 0,7 \text{ pF}$  kapacitásváltozással számolhatunk.

A 2. pontban foglalt összefüggés kifejtése céljából képezzük a (10) egyenlet  $d$  szerinti parciális deriváltját:

$$\frac{\partial C}{\partial d} = -\varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d^2} \quad (13)$$

$$\Delta C = -\varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d^2} \Delta d \quad (14)$$

Helyettesítéssel ( $\varepsilon_r = 1,5$ ;  $d = 19 \text{ mm}$ ;  $\lambda = 100\%$ ;  $\Delta d = -1 \text{ mm}$ ):  
 $\Delta C = 3,7 \cdot 10^{-13} \text{ F}$

Mint már említettük, a klasszikus alapegyenletekből kihozott matematikai összefüggések nem jogosítanak fel arra, hogy belőlük egyértelmű következtetéseket vonjunk le. Mindenesetre az a tény, hogy a mérendő mennyiség megváltozásából adódó kapacitásváltozás az anyagvastagság ingadozásából eredő kapacitásváltozással számszerűleg összehasonlítható, feltétlenül arra int, hogy az ilyen értelmű zavaróhatás mérésekkel történő alapos vizsgálatát minden körülmények között el kell végezni.

A  $d = -1 \text{ mm}$  feltevés egyébként a rendelkezésünkre bocsátott adatok alapján történt. A mindkét oldalon esiszolt lap ugyanis vastagságából kb.  $0,75 \text{ mm}$ -t veszít. Ehhez hozzáadva a negatív előjelű vastagsági tűréseket — kb.  $0,2 \text{ mm}$ -t, az össz-tolerancia kb.  $-1 \text{ mm}$ -re adódik.

A mérőátalakító légrétegek  $100\%$ -os, légrégmentes kitöltése esetén tehát az anyag  $\pm 1 \text{ mm}$ -es vastagság-toleranciájából adódó mérési hiba kb.  $\pm 50\%$ .

A továbbiakban tegyük fel, hogy  $\lambda < 100\%$ . Ekkor az 5. ábra jelöléseinek megfelelően az eredő kapacitás:

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{\frac{\delta}{\varepsilon_{lr}} + \frac{d}{\varepsilon_{fr}}} \quad (15)$$

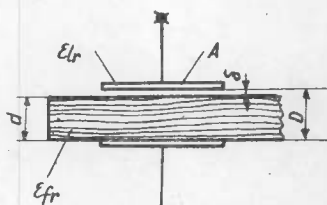
ahol  $\delta$  a légréteg,  $\varepsilon_{lr}$  a levegő,  $\varepsilon_{fr}$  a forgácslap dielektromos állandója.

Átalakítással és figyelembe véve, hogy a levegő dielektromos állandója az egység:

$$C = \frac{\varepsilon_{fr} \varepsilon_0 A}{\delta \varepsilon_{fr} + d} \quad (15a)$$

Hasonlóan a fentiekhez:

$$\frac{\partial C}{\partial \varepsilon_{fr}} = \frac{\varepsilon_0 A (\delta \varepsilon_{fr} + d) - \varepsilon_0 A \delta \varepsilon_{fr}}{(\delta \varepsilon_{fr} + d)^2} \quad (16)$$



5. ábra. A mérőkondenzátor  $\delta$  légréssel

Differenciálisan kis mennyiségre térve és átrendezéssel:

$$\Delta C = \frac{\epsilon_0 A (\delta \epsilon_{fr} + d) - \epsilon_0 A \delta \epsilon_{fr}}{(\delta \epsilon_{fr} + d)^2} \Delta \epsilon_{fr} \quad (17)$$

Az előbbiekkal megegyező és  $\delta = 2$  mm adatok helyettesítésével:

$$\Delta C = 5,2 \cdot 10^{-13} \text{ Farad}$$

2 mm-es légrés esetén tehát a  $\pm 150$  kp/m<sup>3</sup> térfogatsúly-változásra eső kapacitásváltozás 0,7 pF-ről 0,52 pF értékre esik.

A  $\Delta C = f(d)$  kapcsolat felírása céljából a (15a) összefüggésben  $\delta$  helyébe írjuk be a  $\delta = D - d$  egyenletet (5. ábra). Rendezéssel:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_{fr} A}{D \epsilon_{fr} - d (\epsilon_{fr} - 1)} \quad (15b)$$

Tehát:

$$\frac{\delta C}{\delta d} = \frac{(\epsilon_{fr} - 1) \epsilon_0 \epsilon_{fr} A}{[D \epsilon_{fr} - d (\epsilon_{fr} - 1)]^2} \quad (18)$$

Illetőleg:

$$\Delta C = \frac{(\epsilon_{fr} - 1) \epsilon_0 \epsilon_{fr} A}{[D \epsilon_{fr} - d (\epsilon_{fr} - 1)]^2} \Delta d \quad (19)$$

Helyettesítésekkel:

$$\Delta C = 1,37 \cdot 10^{-13} \text{ F}$$

A légrésmentes és a légréses mérőkondenzátorral nyert adatokat összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy az utóbbi esetben a vastagság-toleranciából adódó mérési hiba kb. fele (26,4%) a 100% térkitöltésű mérőkondenzátorral számolt hibaértéknek.

A légrés növelésével a fenti viszony tovább javul, ezzel egyidejűleg azonban a dielektromos állandó változására eső relatív kapacitásváltozás erősen csökken. A szórt kapacitásváltozások viszonylagos zavaró hatásai — ebből eredően a kapcsolódó elektronikus egységekkel szemben támasztott követelmények — viszont aránytalanul növekednek.

Annak érdekében, hogy az elektróda-elrendezés fenti kérdéseiben állást foglalhassunk, itt most már nem mellőzhetők a mérések, illetve az általuk kapott adatok tanulmányozása és súlyozása.

Az elméleti fejtegetések sorrendjének megfelelően, a vonatkozó mérési eredményeket (lásd az 5. ábrát is) az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

N°	D (mm)	d (mm)	$\delta$ (mm)	$\Delta \gamma$ (kp/m <sup>3</sup> )	$\Delta d$ (mm)	$\Delta C$ (pF)
1	19	19	0	+150	0	+2,4
2	18	18	0	0	-1	+1,0
3	21	19	2	+150	0	+1,3
4	21	18	3	0	-1	-0,4

Meg kell említenünk, hogy a közölt adatok a mérések csekély száma miatt tájékoztató jellegűek. Ez a kutatásnak ebben a fázisában kielégítő volt, a mérések számának növelését nem láttuk indokoltnak.

A megadott táblázatból mindenesetre megállapítható, hogy a  $\pm 150 \text{ kp/m}^2$  térfogatsúly- és a  $\pm 1 \text{ mm}$  anyagvastagság-változásra eső kapacitásváltozás lényegesen nagyobb a számított értékeknél. Az is kitűnik, hogy  $2 \text{ mm}$  légrés esetén az  $1 \text{ mm}$  vastagságváltozásból eredő mérési hiba kisebb, mint a légrés nélküli viszonyok mellett (az előbbi esetben  $31\%$ ; az utóbbiban  $41,7\%$ ). Szembetűnő azonban, hogy a mérési hiba  $10,7\%$ -kal való csökkenése a térfogatsúly-érzékenység  $46\%$ -os esésével jár együtt. Egyértelmű, hogy ilyen feltételek mellett célszerűbb a légrés nélküli mérőkondenzátor-elrendezés, annál is inkább, mivel a hiba mindkét esetben jelentős, mely körülmény a vastagságváltozásból adódó kapacitásváltozás kompenzálását a  $\lambda < 100\%$  és a  $\lambda = 100\%$  esetén egyaránt szükségessé teszi.

A vastagságváltozás és a kapacitásváltozás függvényeszerű kapcsolatát  $\pm 1 \text{ mm}$ -es tartományban lineárisnak feltételezve, a táblázat szerint  $\pm 1 \text{ mm}$  toleranciához  $\Delta C = \pm 1,0 \text{ pF}$  kapacitás-változás tartozik. A tolerancia előjelének és abszolút értékének megfelelően tehát a mérőkondenzátor összkapacitását mindenkor módosítani kell. Szélső esetekben:  $+1 \text{ mm}$  tolerancia esetén  $1,0 \text{ pF}$  az összkapacitáshoz hozzáadandó,  $-1 \text{ mm}$  esetén abból levonandó.

Az előzőekben leírt korrekciós műveletek lebonyolítására hivatottak a felsorolás 3a és 3b pontjában megnevezett kompenzáló tagok.

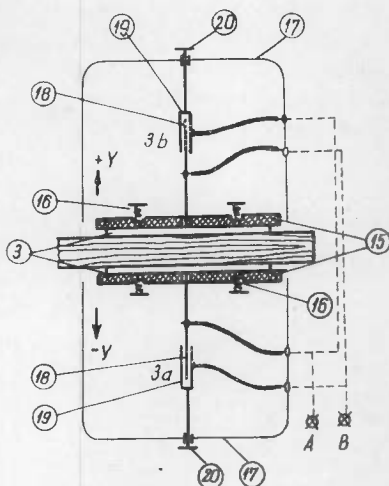
Az önműködő kompenzáció lefolyása a 6. ábrán látható vázlattal követhető.

Amennyiben a berajzolt irányban haladó anyag vastagságmérte a névleges érték, és ha az ábra síkjával párhuzamos irányú elmozdulás nincs, úgy az  $A-B$  kacsokon mérhető kapacitás a mindenkor térfogatsúlynak függvénye. Az ábrán  $+Y$  iránnyal jelölt elmozdulás esetén a 15 szigetelőlapokra szerelt 3 elektródák a 16 rugók ellenében felemelkednek. Ezzel egyidejűleg a fémlapokkal elektromos és mechanikus kapcsolatban levő 18 csapok ugyancsak a jelzett irányban tolnódnak el, miáltal a 3a kompenzáló-trimmer kapacitása csökken, a 3b-é növekszik. A 19 hüvelyeknek a 20 állítócsavarral történő helyes beállításával a két trimmer kapacitásváltozása abszolút értékben egymással egyenlő, s így az  $A-B$  kacsokon mért kapacitás a térfogatsúlytól függ.

A már ismertetett kiegyenlítési folyamat a  $-Y$  irányú anyagmozgás esetén is bekövetkezik, csupán a 3a és 3b kompenzáló trimmerek kapacitása az előzővel ellentétes értelemben módosul.

A továbbiakban tételizzük fel, hogy az anyag  $Y$  irányában mozgást nem végez, és hogy a mérőfejen áthaladó forgácslap az alsó elektródán állandó felfekvéssel halad át, mely feltételt egyébként az alsó, 16 jelzésű rugók biztosítják. Ilyen viszonyok mellett változzék meg a lap vastagsága  $-1 \text{ mm}$ -rel. A 3 mérőkondenzátor kapacitása ennek hatására a táblázatban megadott értékkel növekszik. A negatív értelmű vastagsági tolerancia következtében azonban a 3b kompenzáló-trimmer 18 fémmagja a 19 hengerből eltávolodik — a fémmag és a köpeny egymással szembenező felületei tehát csökkennek —, miáltal a korrigáló kondenzátor kapacitása kisebbedik.

A 3, 3a, 3b kondenzátorok — mint az



6. ábra. A mérőfej elvi vázlata a vastagság-kompenzáló elemekkel

ábrából is kitűnik — egymással párhuzamosan vannak kapcsolva, vagyis a mindenkori eredő kapacitás:

$$C_{e1} = C_3 + C_{3a} + C_{3b} \quad (20)$$

A vastagsági méretváltozás hatására a (20) egyenlet módosul:

$$C_{e2} = C_3 \pm \Delta C_3 + C_{3a} + C_{3b} \mp \Delta C_{3b} \quad (21)$$

Egyértelmű, hogy amennyiben  $(\Delta C_3) = (\Delta C_{3b})$ , úgy  $C_{e1} = C_{e2}$ ;

vagyis az  $A-B$  kapcsolásokon mért kapacitásértékeket a vastagsági méretváltozás nem befolyásolja, tehát az eredő kapacitás most is csak egy változó, a térfogatsúly-nak függvénye.

A táblázatban közölt adatok szerint a  $\pm 1$  mm-es toleranciára eső  $\Delta C$  érték  $\pm 1,0$  pF. A következő feladat tehát egy olyan hengeres kondenzátor tervezése és szerkesztése, melynek önkapacitása — a sönthatás minimális értéken tartása céljából — a lehető legkisebb, ugyanakkor a magának a köpenytől  $\pm 1$  mm-es tangenciális irányú elmozdulása  $\mp 1,0$  pF kapacitásváltozást eredményez.

A klasszikus fizika idevonatkozó egyenletei az adott feladat megoldásában sajnos nem nyújtanak segítséget. Ugyanis itt is — hasonlóan, mint a síkkondenzátornál láttuk — az egymással szemben levő felületek és azoknak egymástól mért távolsága számszerűleg összehasonlítható, s e körülmény a jelen probléma matematikai úton való megoldását lehetetlenné teszi.

A matematikai formulák helyett tehát kénytelenek voltunk a kísérleti utat választani. Ennek megfelelően a kiengyelítő hengeres kondenzátorok optimális méreteit mérések alapján határoztuk meg.

Végül is a bemért kompenzáló tagokat, a rugalmas felfekvésű érzékelő kondenzátort, megfelelő árnyékolási rendszerrel, csatlakozó pontokkal, egy mérőfejbe foglaltuk a 6. ábrán látható elvi elrendezés szerint.

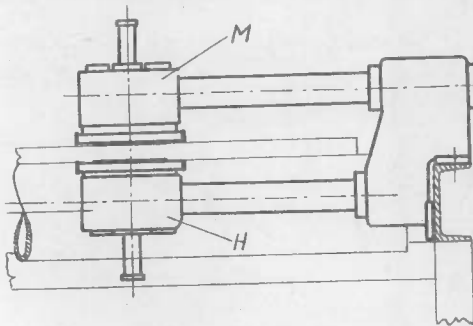
A mérőfej kivitelezését és rögzítési megoldását a 7. ábra szemlélteti. A tartószerkezet a hengeres szilólát fordítóberendezéssel összekötő görgősor vázához kapcsolódik, s mechanikai rendeltetésén kívül egyben a meleg elektróda s a kompenzáló tag kivezetéseinek árnyékolását képezi.

Mindkét elektróda rögzítését úgy kellett megoldani, hogy az — a lapok vastagsági szórására, valamint a függőleges irányú mozgására — mintegy 4–5 mm-es rugalmas elmozdulást tegyen lehetővé, s ugyanakkor biztosítsa a fegyverzetek magassági állíthatóságát.

Mivel a meleg (felső) fegyverzet esetében — a szórt kapacitás minimálisra való csökkentése céljából — csak szigetelőt (danamid) választottunk szerkezeti anyagul, a mérőfej két egységének kiképzése között a tartóknál mutatkozik eltérés.

### 3.4 Lineáris erősítő.

Az  $U$  nagyfrekvenciás feszültséggel táplált rezgőköri jelnyó ( $U_T$ ) — állandó induktív tagot feltételezve — a mindenkori kapacitásértéktől, kö-



7. ábra.  $M$  = meleg elektróda,  
 $H$  = hideg elektróda

zelebből a pillanatnyi térfogatsúly-értéktől függ. Folytonos működésű mérő átalakítóról lévén szó, a rezgőkörön eső feszültség a következő funkcióval írható le:

$$U_r = f(C, U_o) \quad (22)$$

Vagyis az érzékenység:

$$s = \frac{\delta U_r}{\delta C} \quad (23)$$

A rezgőköri jelfeszültséget megfelelő erősítés után egy jelfogóra vezetjük, melynek  $\Delta U$  feszültségében kifejezett hiszterézise van. A relé meghúzását ugyanis  $U_1$ , elengedését  $U_2$  feszültségérték elérése váltja ki, ahol  $U_1 > U_2$  és  $\Delta U = U_1 - U_2$ . A jelfogó kétféle állapotának előidézéséhez szükséges feszültségkülönbséget a  $\Delta C$  kapacitásváltozás okozza, vagyis

$$\Delta C \frac{\delta U_r}{\delta C} A = \Delta U \quad (24)$$

$$\Delta C = \frac{\Delta U}{A} \frac{1}{\frac{\delta U_r}{\delta C}} \quad (25)$$

Innen

A (25) képletből megállapítható, hogy a jelfogó meghúzása és a leoldása közötti feszültségkülönbség létrehozásához rendelt kapacitásváltozás minimális értéken tartása érdekében nagy érzékenységű mérőátalakító, kis hiszterézis-veszteségű jelfogó és nagy erősítés szükséges.

Az eredeti tervek szerint deszkamodell formájában megépített mérőberendezéssel lefolytatott vizsgálatokkal a jelhiszterézis kb. 0,8 pF értékre (kb. 50 kp/m<sup>2</sup>) adódott. Ez a hiszterézis természetesen nem engedhető meg. Tekintve azonban, hogy a mérőátalakító érzékenysége és a jelfogó áramtartomány-tehetetlensége adott volt, a hiszterézist csupán az erősítés növelésével állt módunkban csökkenteni.

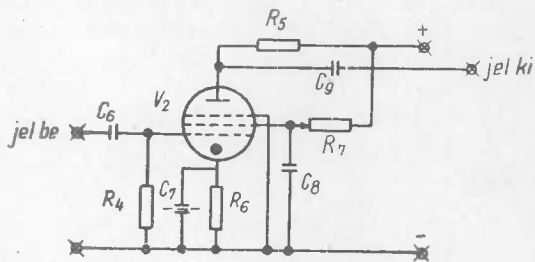
Egy EF 42-es elektroncsőből álló erősítő fokozattal — melynek kapcsolási vázlatát az áramköri tervezések mellőzésével a 8. ábrán adjuk — 0,15 pF-os (kb. 10 kp/m<sup>2</sup>) tehetetlenséget sikerült elérni.

Az erősítés további fokozása nem lenne célszerű, minthogy egyidejűleg növekednének a zavarójelforrások hatásai, mely körülmény az elektronikus hibákat aránytalanul emelné.

### 3.5—3.7 Egyenirányító, mérőhíd, indikátor, egységugrás-erősítő.

A címszóban felsorolt 4 egység elvi felépítését, illetőleg azoknak egymáshoz való kapcsolódási rendszerét — az áramköri elemek számítását itt is mellőzzük — a 9. ábrával tanulmányozhatjuk.

Az egyenirányítást kristálydiódákkal oldottuk meg, továbbá egységugrás-erősítőként polarizált jelfogót alkalmaztunk, melyet ellenütemű üzemmódban az anódáramkörbe kapcsolunk. Ilyen módon lehetőség nyílik a reléáramtartománytehetetlenség további csökkentésére.



8. ábra. Az előerősítő kapcsolási vázlat





Elektronikus egység:

Pontatlanság ( $\Sigma H$ ):  $\pm 2\%$

Bemelegedési idő: 1 óra

Megengedett hőmérséklet-ingadozás:  $\pm 15\text{ C}^\circ$

## 5. ALKALMAZÁSBAVÉTELI KUTATÁSOK

A laboratóriumi vizsgálatok befejezése után megkezdtük a komplex ellenőrző berendezés ipari alkalmazásba vételével kapcsolatos munkálatokat.

A berendezés felszerelését a következő sorrendben végeztük el.

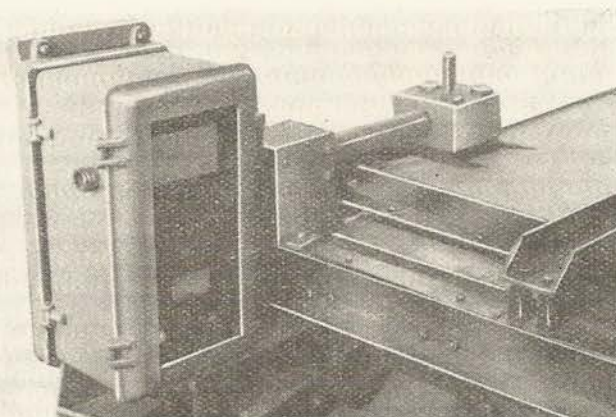
1. A mérőfej beépítése a csiszológép utáni görgősornál.
2. Az elektronikus egységnek a görgősor mellett történő rögzítése, illetve a mérőfejhez való csatlakoztatása (10. ábra).
3. A villamos tápegység (váltóáramú stabilizátor, biztosítók, indítókapcsolók) felszerelése, a kábelhálózat elkészítése.
4. A minősítő jelölő egységének beépítése.
5. A hidraulikus tápforrás felszerelése a görgősor alatt.
6. Próba üzemeltetés.
7. A komplex ellenőrző és minősítő berendezés bemérése.

### 5.1 Bemérési munkálatok.

A felszerelt ellenőrző berendezést úgy állítottuk be, hogy a jelölőrendszer a mérőelektródák közt áthaladó lapok közül azokat jelölje meg, melyek térfogatsúlya egy adott minimális érték ( $630\text{ kp/m}^3$ ) alatt van.

A fentieket követően elvégeztük a vastagság-kompenzáló elemek behangolását. Ezt a műveletet úgy hajtottuk végre, hogy a mérőelektródák közé ugyanazon térfogatsúlyú, de különböző vastagságú ( $19\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ ) lapokat helyeztünk, és a hengeres kompenzáló trimmerek helyes munkapontját (pozíció, légrés) a 3.31 fejezetben leírt elveknek megfelelően beállítottuk.

Végül felülvizsgáltuk az ellenőrző- és önműködő minősítő rendszer üzemének megbízhatóságát oly módon, hogy a műszer által megjelölt lapoknak (lapszakaszoknak) a mérőelektródák által érintett felületrészeiből mintákat vettünk, melyeknek térfogatsúlyát az ismert súly-hossz méréses módszerrel meghatároztuk. Említésre méltó, hogy a minősítő rendszer kb. 400 lap közül 4 db-ot teljes hosszban, mindkét élen, 1 db-ot fele hosszúságban, egyik élen jelölt meg. Az ellenőrző mérések azt igazolták, hogy e kritikus lapok (ill. laprészek) térfogatsúly-értékei a beállított  $630\text{ kp/m}^3$ -nél minden esetben kisebbek voltak.



10. ábra. A térfogatsúly ellenőrző üzem közben



## Összefoglaló

Ez a zárójelentés a roncsolásmentes anyagvizsgálat témakörén belül a gyártásközi forgácslemez-térfogatsúly ellenőrzés és önműködő minősítés kérdéseivel foglalkozik. Bevezetőben ismerteti az ilyen irányú kutatások előzményeit, illetve az eddig elért eredményeket, majd áttér a faanyag-térfogatsúly általános mérési módszereinek leírására. Ezen belül a hagyományos súly-hossz méréses módszerrel kapcsolatosan hiba-számításokat végez s rámutat azon szempontokra, melyeket a pontos mérés végrehajtásához feltétlenül kívánatos betartani.

A dielektrikus térfogatsúly-mérési eljárás rövid leírása után ismerteti az Intézet műszerlaboratóriumában kivitelezett, folyamatos működésű, gyártásközi térfogatsúly ellenőrző és minősítő berendezés szerkezeti felépítését és működését. Analitikai vizsgálatot folytat a mérőelektródák között áthaladó forgácslemez vastagsági toleranciájából adódó zavarójel-forrásokkal kapcsolatosan — erre vonatkozólag konkrét mérésadatokat is közöl —, majd bemutat egy módszert, melynek segítségével a vastagság-változásból adódó mérési, illetve minősítési hiba automatikusan kompenzálható.

A továbbiakban rajzokkal illusztrálja a mérőfej, az elektronikus egységek, a jelölő mechanizmus felépítését, majd a komplex berendezés működésének leírása után a laboratóriumi előkísérletek eredményeiről számol be.

Az „Alkalmazásbavételi kutatások” című fejezetben beszámol azon munkálatokról, melyeket a témában közreműködő mérnökök és technikusok az ellenőrző- és minősítő berendezés alkalmazásbavételével kapcsolatosan végeztek, majd ismerteti az üzemi próbakísérletek pozitívan értékelhető eredményeit.

## НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЕМНОГО ВЕСА ПРИБОРАМИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Д-Р Л. РУШКА  
Научный сотрудник

Научный труд в пределах темы исследования материалов без разрушения занимается вопросами межоперационной проверки объемного веса древесно-стружечных плит и вопросами автоматической классификации.

Во вводной части научный труд знакомит с предпосылками исследовательской работы в таком направлении, вернее с достигнутыми до сих пор результатами, а затем переходит к описанию общих методов измерения объемного веса древесины. В связи с традиционным измерительным методом веса и длины производятся расчеты погрешности и научный труд указывает на такие условия, которые желательно соблюдать непременно при выполнении точных измерений.

После краткого описания способа диэлектрического измерения объемного веса научный труд знакомит с конструкцией и принципом действия межоперационного контрольного и классифицирующего прибора объемного веса непрерывного действия, изготовленного приборостроительной лабораторией института. Научный труд проводит глубокие аналитические исследования в связи с источниками сигналов помехи, образующимися из допусков по толщине стружечных плит, проходящих между измерительными электродами — в отношении этого сообщаются также и конкретные данные измерений — затем, научный труд показывает один метод, при помощи которого автоматически могут компенсироваться погрешности автоматической классификации и измерения, вытекающие из изменений толщины.

В дальнейшем на чертежах иллюстрируется конструкция измерительной головки, электронных блоков и разметочного механизма. После описания комплексной работы установки, научный труд знакомит с результатами предварительных лабораторных экспериментов.

В разделе под названием «Исследования по введению в эксплуатацию» научный труд дает отчет о работе инженеров и техников, участвовавших в разработке темы связанной с применением контрольно-классификационного оборудования (установки), знакомит с результатами заводских пробных испытаний. В заключении научный труд рассматривает вопросы рентабельности применения.

## CONTINUOUS INSTRUMENTAL VOLUME WEIGHT MEASURING IN THE CHIPBOARD PRODUCTION

DR. L. RUSKA  
research worker

The paper deals with the problems of the chipboard volume weight controlling in the production and those of the automatic classification.

By way of introduction states the antecedents of the researches in this direction respectively the obtained results then describes the general measuring methods of the wood volume weight.

Talking of the traditional weight-length measuring method error calculations are carried out and he refers to the points of view that are absolutely desirable to observe for the correct execution of the measurement.

After the short description of the dielectric volume weight measuring method outlines the mechanical building up and function of the volume weight controlling in production and qualifying equipment with continuous functioning that had been constructed in the laboratory of he institute. It is carried out extensive investigation related to interfering signal sources originated from the thickness tolerance of the chipboard passed between the measuring electrodes — referred this he publishes also concrete measuring data — then presents a method and with aid of that we can compensate automatically the measuring faults respectively the faults of the automatical qualification that are caused by the thickness change.

Further he illustrates in drawings the building up of the pick-up box, the electronic units and the marking mechanism. After the functioning description of the complex equipment he makes known the results of preexperiment in laboratory.

In the chapter entitled „Researches of application” the author reports on the work of engineers and technicians taking part in the theme elaborating regarding the application of the controlling and qualifying equipment, makes known the results of the operative tests. Finally the paper deals with the economical relations of the application.

## KONTINUIERLICHE RAUMGEWICHTMESSUNG MIT GERÄTEN IN DER SPANPLATTENHERSTELLUNG

DR. L. RUSKA  
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Die Arbeit beschäftigt sich auf dem Gebiet der zerstörungsfreien Materialprüfungen mit den Fragen der Raumgewichtkontrolle der Spanplatten innerhalb des Produktionsprozesses und mit den Problemen des automatischen Qualifizierungsprozesses.

In der Einleitung macht der Autor die bisher erreichten Ergebnisse bekannt und später gibt uns die Abschreibung der allgemeinen Messmethoden des Raumgewichtes des Holzmaterials. In Verbindung mit den Gewicht-Länge Messungsmethoden zeigt der Verfasser auf die Gesichtspunkte, die man im Interesse der genauen Messungen unbedingt einhalten muss.

Nach der kurzen Abschreibung der dielektrischen Raumgewichtsmessverfahren macht der Autor das im Gerätelaboratorium des Institutes ausgeführte Gerät von kontinuierlicher Funktion bekannt, dessen Aufbau und Funktion. Die Einrichtung kontrolliert das Raumgewicht während der Herstellung und qualifiziert das Produkt. In den weiteren macht der Autor analytische Untersuchungen in Verbindung mit den störenden Signalquellen, die infolgender Dickentoleranzen der zwischen den Messelektroden durchpassierenden Holzspanplatten entstehen, — in dieser Beziehung macht uns konkrete Messdaten bekannt und dann vorführt er uns eine Methode mit derer Hilfe die Messfehler oder die Qualifizierungsfehler automatisch kompensiert werden.

In den Weiteren illustriert er uns den Aufbau der elektronischen Einheiten des Messkopfes und des Zeichnungsmechanismus. Nach der Abschreibung der komplexen Einrichtung macht er die Ergebnisse der laboratorischen Voruntersuchungen bekannt.

In dem Kapitel „Untersuchungen über die Inbetriebnahme“, verhandelt der Autor die Arbeit der Ingenieure und Techniker in Verbindung mit der Inbetriebnahme und macht die Ergebnisse der Probeuntersuchungen in den Betrieben. Schliesslich verhandelt der Autor die ökonomischen Verhältnisse der Inbetriebnahme.

**ÚJ VIZSGÁLATI ÉS MÉRÉSI MÓDSZEREK**

**A MŰFA OSZTÁLY KÖZLEMÉNYEI**

# LAKKSZÓRÁSSAL FELÜLETKEZELT FAROSTLEMEZEK EGYES VIZSGÁLATI MÓDSZEREINEK KIDOLGOZÁSA

(Témaszám: C/1)

DR. HADNAGY JÓZSEF  
okl. mérnök, tudományos munkatárs

## 1. BEVEZETŐ

A Mohácsi Farostlemezgyár ez évben kezdte meg a lakkszórással felületkezelt lemezek tömeggyártását. A készülő termék minőségének meghatározására és ellenőrzési módjának előírására, az üzemben belüli használatra, házi szabvány készült. Egyéb híján ezt a szabványt alkalmazta a FAIMEI és a Kutató Intézet is, minőségellenőrzés céljára.

A termékek felhasználásánál azonban felmerültek olyan meghibásodások, melyek természetének és okának kivizsgálására a házi szabvány előírásai nem voltak elég-ségesek. Ezért szükségessé vált egy új — most már országos jellegű — szabvány javaslatának kidolgozása. Ebben a munkában a Farostlemezgyáron és a Kutató Intézeten kívül részt vett a Faipari Minőség Ellenőrző Intézet is.

## 2. A VIZSGÁLATOK KIINDULÁSI ELVEI

A farostlemezeknek azt a tulajdonságát, mely sok esetben a rostrétegek szétválásában mutatkozik, ez ideig nem vizsgálták. A rostrétegek egymáshoz való kötődését a gyártási folyamatban létrejövő filcelődés biztosítja. Ennek mértéke azonban nagymértékben függ az egyes gyártási paramétereiktől. Elsősorban a felhasznált fafajok rosthosszától és alakjától, a használt víztaszító anyagoktól stb. Ily módon a kész lemez rostrétegeit összetartó belső adhéziós erők igen nagy különbséget mutathatnak. Ezeknek a belső erőknek a meghatározása faforgács-lapoknál az ún. lapleemelő vizsgálattal történik. Ez a módszer lehetőséget ad az egyes forgácsrétegeket összetartó ragasztási szilárdság meghatározására.

A vizsgálat kivitelezése azonban elég komplikált és lassú. Farostlemezek esetében pedig a lemezek kis vastagsági mérete okoz további nehézségeket. A probléma megoldása többféleképpen lehetséges. Ezek közül a legegyszerűbb és legmegbízhatóbb módszert kellett kiválasztani.

Az előkísérletek alapján a következő módszereket tettük részletes vizsgálat tárgyává:

1. Lappleemelő-szilárdság vizsgálata a forgácslapoknál alkalmazott eljárás analógiájára.

2. A rétegszilárdság hasítás útján történő meghatározása.

3. Közvetett módszer a nyomószilárdság és a rétegezési szilárdság esetleges összefüggésének felhasználásával.

Az első két módszer közvetlen számértékkel jellemzi a keresett értéket, bár a két érték nem azonos ellenállásokat jelent. A harmadik módszer — amennyiben elég

szoros korreláció áll fenn, a mért adatok között — csak tájékozódásra alkalmas. Ennek oka az, hogy a rétegszilárdságot olyan tényezők is befolyásolják, melyek a nyomószilárdságra nincsenek hatással (pl.: a lemez felületi méretei, rostok elrendeződése stb.). A felsorolt módszerek használhatóságát sorozatmérésekkel vizsgáltuk, és ezek alapján készítettük el a szabvány számára megfelelőnek tartott javaslatot.

A felületkezeléshez alkalmazott lakknak a felülethez való tapadását, illetőleg a lakkréteg rugalmasságát és szilárdságát szintén többféle módon ellenőrizhetjük.

A tapadásnak a jóságára vonatkozóan elfogadott a svéd Erichson-készülék, mely a lakk tapadóképeségének jellemzésére alkalmas. Ez a módszer azonban nem ad képet a felhordott lakkréteg rugalmasságáról, illetve repedékenységi hajlamáról. Ezzel kapcsolatosan kétféle — egy statikus és egy dinamikus — módszert vizsgáltunk meg. A kísérletek eredményesek voltak és mindkét eljárást javasoljuk a szabványban szerepeltetni.

A statikus vizsgálat a lakkréteg húzószilárdságának felhasználásán alapul. Adott görbületi sugárral meghajlított próbatest felületén a görbülettel arányos húzófeszültség keletkezik. Ennek nagysága az ívsugárral meghatározható, és minőségi jellemzőként alkalmazható.

A dinamikus módszernél a lemezt esetenként erő ütésekkel kívántuk figyelembe venni. Ennek elve: adott nagyságú, koncentráltan jelentkező dinamikus ütőmunkával szembeni ellenállással jellemezni a lakkréteg rugalmasságát.

A színárnyalati eltérések meghatározását nemzetközileg ismert és elfogadott színstandardok alkalmazásával javasoljuk megoldani. Ez a módszer szubjektív volta ellenére is meglehetősen pontos, tekintettel az emberi szem jó összehasonlító képességére.

A vizsgálatban gyakorlott minősítő ezzel a módszerrel a megadott színértékeket nagyon pontosan képes behatárolni. A műszeres színmérések általában — objektív voltak ellenére is — kevésbé pontosak.

Mielőtt a vizsgálatok részletes ismertetésére és az eredmények elemzésére rátérnénk, szükségesnek tartjuk megadni a vizsgálatokhoz felhasznált lemezek minőségi jellemzőit.

Tekintettel arra, hogy a vizsgálati eredményekből a szabvány számára előírandó minimumokat is meg kívántuk határozni, két lemeztípust vizsgáltunk meg. Az egyik olajedzéssel készült lemeztípus volt, mely a tapasztalat szerint minden tekintetben megfelelőnek bizonyult. A másik olajedzés nélküli normál lakkos lemez volt. A két lemeztípus közötti minőségi különbség mértéke alapján kívántuk eldönteni a szabvány minimumok javasolt értékeit. A kiválasztott lemezek átlagos minőségi jellemzői a következők voltak:

Szín	Normál rózsaszín	Olajban edzett rózsaszín és kék
Vastagság, mm	3,5	3,5
Térfogatsúly, kp/m <sup>2</sup>	1057	1092
Hajlítószilárdság, kp/cm <sup>2</sup>	545	627
Szakítószilárdság, kp/cm <sup>2</sup>	276	283
Vízfelvétel, %	21,0	10,6
Dagadás, %	12,3	4,9

A szabványban előírt többi vizsgálatnak (hőállóság, vegyszerállóság stb.) a lemezek minden tekintetben megfeleltek. A fenti adatok alapján a lemezeket alkalmasnak tartottuk a kísérletek során meghatározandó jellemzők reprezentálására. A szabvány számára javasolt értékeket tehát ezen mintalemezek adatainak összehasonlítása alapján határoztuk meg.



### 3. A VIZSGÁLATOK RÉSZLETES ISMERTETÉSE

#### 3.1 A farostlemezek rétegződésének vizsgálati módszerei.

Az első módszer a lapleemelő-szilárdsági vizsgálat alkalmazása farostlemezekre. A próbatetek méretét a rendelkezésre álló szakítógép befogási lehetőségeihez és különleges — faforgácslaponál kikísérletezett — szerszámokhoz viszonyítva határoztuk meg. Így a közönséges lapleemelési próbatetek mérete  $50 \times 50 \times v$  mm volt. A körgyűrűsen kialakított próbatetek körgyűrűjének külső átmérője pedig 50,5 mm. Ebből kifolyólag a vizsgált felület nem volt az előzővel egyenlő, ami az eredményekben is megmutatkozik és egyben igazolja azt, hogy a lapleemelő-szilárdság nagysága a próbatestméretektől erősen függ.

Függ ezenkívül a kísérletek szerint a használt ragasztóanyagtól is, amely a szitalenyomatos oldalon kisebb-nagyobb mértékben beszívódik és ezzel a rétegellenállást növeli. A körgyűrűs módszer próbatestét az 1. ábrán mutatjuk be.

A négyzet alakú, 2 db-ból összeragasztott lemez lehetővé teszi, hogy fél-fél, azaz egy teljes vastagság, vizsgálat alá kerülhessen.

Egyetlen lemeznél ez nem oldható meg. Egyedüli bizonytalanságot az okoz, hogy a két lemez lapleemelő-szilárdsága eltérő lehet, és így mindig a kisebb értéket kapjuk. Ez kiküszöbölhető bizonyos mértékig azzal, hogy a két négyzetet a próbadarabból közvetlen egymás mellől vágjuk ki, és így ragasztjuk össze.

1. A nehézséget vizsgálatainknál az okozta, hogy a lakkos oldal ragasztását meg kellett oldani. Tekintve, hogy a lakk vegyi összetétele és oldószere nem ismeretes, a ragasztóanyagot az ismert ragasztók közül próbálgatással kellett alkalmasság szempontjából megvizsgálni. Az előkísérletek szerint a felület enyhe felérdesítése után a lakkos és szítás oldalt vagy egyszerű hidegenyvvel, vagy az ún. Palmatex 104 ragasztóval lehet megbízhatóan összeragasztani. Az így kialakított próbadarabokból 24 órás pihentetés után kialakítva a próbatesteket, minden esetben a farcstrétegek váltak szét az erőhatás következtében.

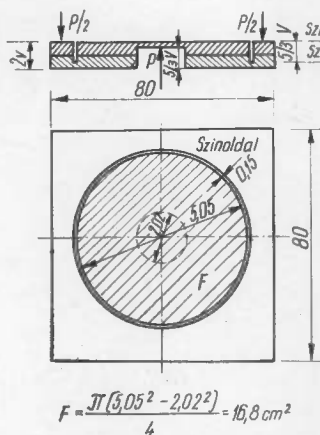
A ragasztás ép maradt. A kétféle próbatesten mért rétegszilárdsági (lapleemelő-szilárdsági) értéket statisztikus jellemzőkkel az 1. táblázat tartalmazza.

A táblázat adataiból világosan látezik, hogy a különböző vizsgálati eljárások és a használt ragasztóanyag döntően befolyásolják a vizsgálat eredményét. Ezért, valamint a ragasztás körülményessége miatt ezek a módszerek nem a legmegfelelőbbek.

Pontosság szempontjából az enyvragasztásos és a körgyűrűs módszer mondható a legmegbízhatóbbnak. Ezért a két másik módszernek a normál lemezeknél történő felhasználását már nem tartottuk szükségesnek.

3.11 A következőkben ismertetjük a másik eljárást, amely egyszerűsége és nagyobb pontossága következtében alkalmasabbnak látszik a kérdés megoldására.

Ez az eljárás a hasítási ellenállás mérésén alapul. A  $20 \times 50 \times v$  méretre alakított próbatest élének közepén egy megfelelően köszörült hasítóéék behatolásához szükséges erőt mérjük, és osztjuk a próbatest lappal párhuzamos felületi értékével. A hasítóéék kialakítását a 2. ábra mutatja.



$$F = \frac{\pi(5,05^2 - 2,02^2)}{4} = 16,8 \text{ cm}^2$$

1. ábra. Lapleemelő szilárdsági próbatest (körgyűrűs módszer)

1. táblázat

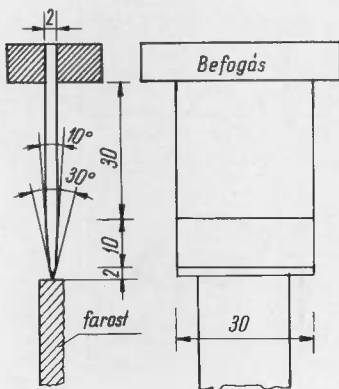
A különböző módszerekkel mért rétegszilárdság értékei és statikai jellemzői  
(mérésszám  $n = 30$ )

Módszer megnevezése	Lemez-típus	Átlagos szil.	Átlagos terj.	Szórás	Átlagos szórás	Variációs tény.	Pontossági tény.
		kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>	%
Egyrétegű négyzetes lemez enyvragasztással	n	3,74	2,5	0,79	0,15	21,12	4,01
	o	3,07	1,55	0,495	0,09	16,1	2,92
Egyrétegű négyzetes lemez FKC. ragasztással	n	—	—	—	—	—	—
	o	3,66	3,51	1,12	0,205	30,7	5,6
Egyrétegű négyz. lemez Palmatex 104. ragasztással	n	—	—	—	—	—	—
	o	4,04	3,48	1,11	0,203	27,5	5,0
Körgyűrűs módszer Palmatex 104 ragasztással	n	1,72	1,2	0,58	0,06	33,7	3,5
	o	2,07	1,54	0,493	0,09	23,8	4,35

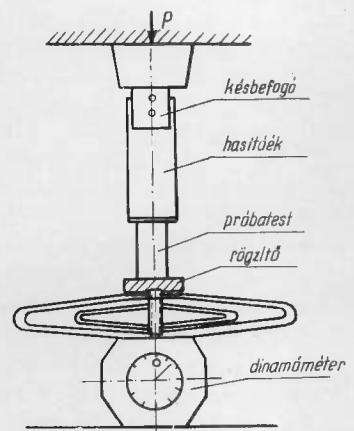
Megjegyzés: n = normál felületkezelt  
o = olajdzett felületkezelt

A vizsgálat kivitelezésének legigényesebb része a hatóerő minél pontosabb meghatározása. Ezért olyan mérőeszközt kell alkalmazni, melynek pontossága 0,1 kp. Tekintve, hogy az anyagvizsgáló gépek általában kisebb pontosságúak, célszerű a rugós dinamométer használata, melynek pontossága az alkalmazott elmozdulásmérőtől függ. Általában 20 kp méréshatárú rugós dinamométerek már 0,05 kp erőkülönbséget is jeleznek.

A 3. ábrán az összeállított mérőberendezést mutatjuk be.



2. ábra. Hasítóellenállás méréséhez kialakított hasítóék



3. ábra. Hasítóellenállás méréséhez összeállított mérőberendezés



A mérésnél a nyomóerőt igen lassan, 4—6 mm/perc elmozdulási sebességgel kell átadni a próbatestre. A hasítóék 30°-osan köszörült éle az erő növelésével kb. 0,5—0,8 mm mélységig hatol be, akkor a hatóerőnek az éklap síkjára merőleges komponense a próbatestet szétrepedesztí, és a hatóerő további ellenállásba nem ütközik. Ez a pont az erőmérőn pontosan meghatározható.

A hatóerő itt élfeszültséget okoz, melynek maximuma a hasítási ellenállás. Ez azonban függ a próbatest méreteitől, tehát az egyszerűség kedvéért a hatóerőt a felülettel osztva számítjuk a hasítással szemben fellépő feszültséget. A próbatest hasításirányú mérete nem lehet 30 mm-nél nagyobb, vizsgálatainknál 30,0 mm-es volt. A következőkben közöljük a hasítási ellenállás mérésére végzett vizsgálati adatokat.

	<i>Olajban edzett</i>	<i>Normál</i>
Hasítási ellenállás, átlag	0,985 kp/cm <sup>2</sup>	0,667 kp/cm <sup>2</sup>
Átlag terjedelem	0,418 kp/cm <sup>2</sup>	0,364 kp/cm <sup>2</sup>
Szórás	0,134 kp/cm <sup>2</sup>	0,137 kp/cm <sup>2</sup>
Az átlag szórása	0,025 kp/cm <sup>2</sup>	0,025 kp/cm <sup>2</sup>
Variációs tényező	13,6%	20,53%
Mérésszám	30	30
Pontossági mutató	2,54%	3,74%

A közölt számokból levonható az a következtetés, hogy a hasítási módszer azonos próbadarabszám esetében a legpontosabb.

### 3.2 A lakkréteg repedékenységének vizsgálati módszerei.

A felhordott lakkréteg repedése két okra vezethető vissza. Az egyik a szállítás közbeni megengedettnél nagyobb meghajlítás statikus igénybevétele, vagy a felhasználásnál az íves felületek kialakítása közben a lakkrétegben fellépő húzóigénybevétel. A másik ok dinamikus koncentrált erőhatás (pl. erősebb ütés kalapáccsal). Jóllehet a jelenség mindkét esetben azonos, a hatások mégis különbözőek. Ezért fordulhat elő, hogy a lakkréteg statikus igénybevétellel szemben ellenálló, azonban pontszerű ütésre igen érzékeny. Ez a körülmény indokolta mind a statikus, mind pedig a dinamikus módszer kidolgozását.

**3.21** A statikus módszernél a ténylegesen fellépő hajlítást vettük alapul. A hajlítószilárdság megállapításához 50 mm szélességű és 200 mm hosszúságú próbatesteket vágtunk ki, melyeket különböző ívsugarú körök mentén hajlítottunk meg. A görbületi sugarat mindaddig csökkentettük, míg a lakkfelületen az első hajszálrepedés megjelent.

A próbadarabok minőségének különbözőségéből adódó szórást úgy küszöböltük ki, hogy meghatároztuk 100 db próbatest alkalmazásával a különböző görbületi sugarakhoz tartozó repedékenység gyakoriságának eloszlását, és ebből következtettünk a lakkréteg ellenállására.

A vizsgálat végrehajtása a következő volt. 145 mm alátámasztási távolsággal a próbatesteket a szokásos közepén ható erővel hajlítottuk. A hajlási ív görbületi sugara ( $\rho$ ) nem mérhető, csak a behajlási ív magassága ( $h$ ). Ebből és az alátámasztás távolságából ( $s$ ) számítható a görbületi sugár, tekintve, hogy a hajlítási parabola a rövid alátámasztási hossz következtében ezen a szakaszon körnek tekinthető.

$$\rho = \frac{s^2 + 4h^2}{8h}$$

Amennyiben a  $\rho$ -érték lépcsőzetes csökkentésének függvényében kívánjuk a repedékenységi gyakoriságát ( $r$ ) meghatározni, a  $h$  értékeket az előző egyenletről kifejezve

$$h = \frac{8 r \pm \sqrt{64 r^2 - 16 h^2 s^2}}{8}$$

másodfokú egyenlettel határozhatjuk meg.

A lakkretegben fellépő feszültség a lemezvastagság és a görbületi sugár javasolt viszonyával arányos. Más vastagsági méret esetén tehát a görbületi sugarat a  $\rho = 114 v_1$  képletből számíthatjuk, ahol  $v_1$  a változott vastagsági méret.

A 100 db próbatest mérése alapján a 2. táblázatban közölt értékeket kapjuk. A kapott értékeket grafikusan a 4. ábrán mutatjuk be.

## 2. táblázat

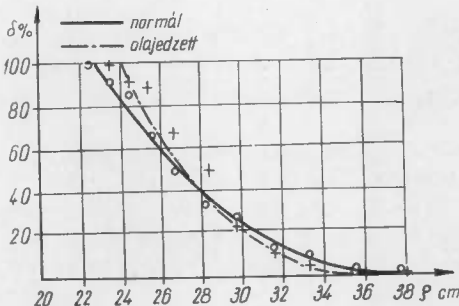
A lakkrepedékenységi gyakoriságának mértéke a görbületi sugár függvényében

Ívmagasság mm	Görbületi sugár ( $\rho$ ) cm	Repedékenységi gyakoriság ( $r$ ) db		Repedékenységi eloszlás ( $\varphi$ ) %	
		normál	olajdzett	normál	olajdzett
7	37,8		1		1
7,5	35,4	1	2	1	3
8	33,2	3	6	4	9
8,5	31,2	8	4	12	13
9	29,6	9	14	21	27
9,5	28,1	27	7	48	34
10	26,7	19	16	67	50
10,5	25,5	23	17	90	67
11	24,4	7	18	97	85
11,5	23,4	3	8	100	93
12,0	22,5	—	7	—	100

A táblázat adatait a 4. ábra tartalmazza. Látható, hogy a lakkrepedékenységi gyakorisága a görbületi sugár parabolikus függvénye.

Gyakorlatilag a vizsgált lemezeknél a minimális görbületi sugár 38 cm volt, ahol még egyik próbatesten sem volt tapasztalható repedés.

Tekintve, hogy a jelenlegi háziszabvány 3 és 4 mm vastagságú lemezekre tartalmaz előírásokat, vizsgálatainkat 3,5 mm-es lemezekkel végeztük. Ezek-től eltérő vastagság esetén a lakkrepedékenységi változását a vastagság függvényében is meg kell határozni.



4. ábra. A lakk repedékenységi változása a hajlítási ív görbületi sugarának függvényében

### 3.22 Dinamikus lakkrepedékenységi vizsgálat.

A statikus módszerrel szemben a lakkretegben fellépő húzófeszültség helyett dinamikus hajlítómunka ellenállást

vizsgáltunk. A kísérlet lényege: bizonyos meghatározott magasságról a lemez szitalenyomatos oldalára ráejtett meghatározott súlyú golyó által létrehozott ütőmunkával szembeni ellenállás mérése.

A vizsgálat nem annyira a lakkréteg, hanem az alaplemez dinamikus ellenállását határozza meg, míg a hajlításnál a repedékenység zömmel a lakkminőségtől függ.

A kísérleteknél lényegében ugyanúgy jártunk el, mint a statikus vizsgálatnál. Különböző nagyságú ütőmunka függvényében meghatároztuk a lakkrepedés gyakorisági eloszlását, majd ebből megszerkesztettük a lakkrepedés eloszlás-diagramját.

Az ellenállás megkövetelhető minimumaként az eloszlás-diagram zéruspontjához tartozó ütőmunkát tekintettük, ugyanolyan megfontolás alapján, mint a statikus vizsgálatnál.

A vizsgálatok gyakorlati kivitelezésénél két probléma merült fel. Az egyik az volt, hogy a lemezt milyen alátétre helyezzük a gyakorlati igénybevételnek legmegfelelőbbben.

Előkísérletek alapján megállapítottuk, hogy a valóságot leginkább a négy oldalál mentén szabadon felfektetett kvadrátos lemez közelíti meg. A próbatest nagyságát  $150 \times 150$  mm nagyságban és  $110 \times 110$  mm-es szabad alátámasztási távolságban határoztuk meg, a repedékenység e méretek fölött a mérettől független volt.

Az ismételt igénybevétel elkerülését úgy oldottuk meg, hogy a feltámasztó keretet  $10^\circ$ -os szögben a vízszinteshez képest megdöntöttük, így a visszapattanó golyó már nem eshetett még egyszer a lemezre (a visszapattanási szög  $2\alpha$ ).

A rászó golyó megfogását úgy kell megoldani, hogy a megfogás megszüntetése után a golyó szabadon tudjon esni. Az összeállított kísérleti eszközt az 5. ábra mutatja.

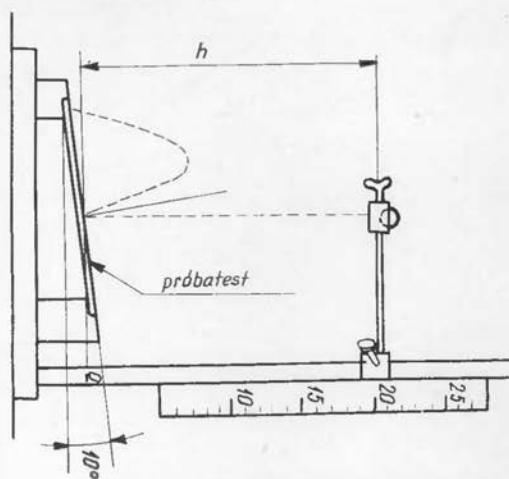
Az előkísérletekből meghatároztuk a gyakorlati munkának megfelelő méreteket. Az ejtési magasság célszerűen 25–30 cm között választható. Ehhez megfelelő méretű és súlyú golyó szükséges. Legmegfelelőbbnek a 30 mm átmérőjű acélgolyót találtuk. Ennek súlya 174 p volt.

A vizsgálat kiinduló magassága normál lemeznél 17,5 cm, és olajedzett lemeznél 23 cm, ennek megfelelően az igénybevétel

normál lemeznél  $M_k = hG = 17,5 \cdot 0,174 = 3,0$  cmkp

olajedzett lemeznél  $M_k = hG = 23 \cdot 0,174 = 4,0$  cmkp.

A 3,0, ill. 4,0 cmkp ütőmunka mellett valamennyi próbatest sértetlen maradt. A továbbiakban fokozatosan 0,5 cm-enként emeltük az ejtési magasságot, és meghatároztuk az egyes fokozatoknál a repedés gyakoriságát. A vizsgálatot  $n = 100$  próbatest felhasználásával végeztük, egészen addig, amíg valamennyi próbatesten lakkrepedés mutatkozott. A kapott eredményeket a 3. táblázatban foglaltuk össze. A 6. ábrán látható, hogy a két görbe egymással párhuzamos, tehát teljesen azonos jellegű, csak abszolút értékeiket tekintve térnek el egymástól. Minthogy a vizsgálatok célja az egyszeri igénybevételi minimum megállapítása



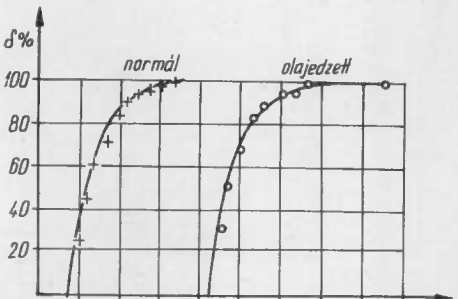
5. ábra. Ejtőkészülék a dinamikus golyópróba-hoz

3. táblázat

Lakkrepedékenység gyakoriságának mértéke az ütőmunka függvényében

Ejtési magasság cm	Ütőmunka cmkp	Repedékenység gyakoriság db		Repedékenység eloszlás db	
		normál	olajezett	normál	olajezett
17,5	3,05	—	—	—	—
18	3,13	21	—	21	—
18,5	3,22	20	—	41	—
19	3,31	19	—	60	—
19,5	3,39	8	—	68	—
20	3,48	14	—	82	—
20,5	3,57	7	—	89	—
21	3,66	5	—	94	—
21,5	3,74	1	—	95	—
22	3,83	5	—	100	—
22,5	3,92	—	—	—	—
23	4,00	—	—	—	—
23,5	4,10	—	—	—	—
24	4,18	—	—	—	—
24,5	4,26	—	—	—	—
25	4,35	—	33	—	33
25,5	4,44	—	22	—	55
26	4,53	—	13	—	68
26,5	4,61	—	14	—	82
27	4,70	—	6	—	88
27,5	4,78	—	8	—	96
28	4,87	—	2	—	98
28,5	4,96	—	—	—	98
29	5,05	—	1	—	99
—	—	—	—	—	—
33	5,75	—	1	—	100

A táblázat értékeit grafikusan a 6. ábrán ábráztuk.



6. ábra. A lakkreteg dinamikus ellenállásának változása az ejtési magasság függvényében

mellett a normál és olajezett lemezek ellenállási jellegének összehasonlítása is volt, a minimumot követő értékek az ismételt igénybevételek miatt a valóságosnál valamivel alacsonyabbak. Ez azonban a két görbe jellegét nem befolyásolja.

3.3 Színeltérési vizsgálatok.

A farostlemezek felületének színéről a felületről szemünkbe jutó fény értéklése útján veszünk tudomást.

A keltett színérzet milyenségét első közelítésben a fényt alkotó sugarak hullámhossza és intenzitása határozza meg. Befolyásolják ezenkívül bizonyos,

később ismertetendő élettani tényezők is. A szín meghatározása elvileg kétféle módon történhet, és pedig:

### 3.31 A fény spektrális elosztásának műszeres meghatározása és

**3.32** a színek színetalon-sorozat tagjaival való összehasonlítása útján. Az összehasonlítás meghatározott feltételek mellett szemrevételezéssel történik.

Az első módszert hosszadalmassága és a szükséges műszerek hazai hiánya miatt farostlemezek felületi színének meghatározására nem tartjuk célszerűnek, s a következőkben csupán a 3.32 pont alatt megjelölt eljárással foglalkozunk.

Mivel a felületkezelt farostlemezek önálló fénykibocsátásra nem képesek, színüket csak valamely fényforrásból felületükre jutó és onnan az észlelő szemébe visszaverődő fény útján határozhatjuk meg. Az ilyen színeket szekunder színeknek nevezük. Tulajdonságuk, hogy a felület általunk észlelt színe nem a tárgy specifikus sajátossága, hanem a megvilágító fényforrás színének is függvénye, pl. nappali fényben kék színű felületet, narancsszínű fényforrás fényében feketének érzékelünk.

Fehér fényben fehérnek tűnő felület, sárga fényben sárga, zöld fényben zöld színű stb.

A színek szabatos meghatározását nehezíti az a körülmény is, hogy az emberi szem még azonos szekunder színeket is különböző színűnek vél, különböző észlelési körülmények között. Pl. a titándioxid pigment színét a déli nap és az izzólámpa fényénél szemlélve, egyaránt ítéljük fehérnek, noha műszeres vizsgálattal bebizonyítható, hogy a második esetben a szemünkbe jutó fény hosszú hullámhosszú (piros színű) sugarakban gazdagabb. Ezen élettani hatás mellett az észlelt színt befolyásolják még egyéb tényezők is, pl. a vizsgálandó felület környezetének színe, az észlelő esetleges fáradtsága stb.

A színösszehasonlítással végzett mérésekhez tehát a következő feltételeket kell biztosítani:

a) A vizsgálandó és az összehasonlító felületek megvilágítása jól definiált spektrális összetételű fényforrással történjék.

b) A színminták környezetének színe neutrális legyen.

c) Az észlelő szeme pihent, káprázattól mentes legyen.

A fentiek figyelembevételével a meghatározást a következőképpen célszerű végezni:

Fényforrásként szabványos világítótestet kell használni, mégpedig az ún. „G” lámpát, mely mesterséges napfény előállítására alkalmas. A lámpa 2848 K° színhőmérsékletű „A” izzóból és színszűrőkből áll. A színszűrők meghatározott összetételű folyadékokkal telt küvelták. Kevésbé pontos mérésekhez színes üvegszűrők használata is megfelel. A megvilágító fényforrás definíálásán kívül fontos még a fényvetítő berendezés optikai tengelyének, az észlelő szemének és a minta síkjának egymáshoz viszonyított helyzete is.

A színmérésekhez azt az elrendezést tartjuk célszerűnek, melynél a fényforrásból kilépő közel párhuzamos sugárnyaláb 45° alatt éri a vizsgálandó felületet, az észlelő szeme pedig a felület megvilágított része felett, merőleges irányban helyezkedik el. Gondoskodni kell arról, hogy a vizsgálandó felületet csak a szabványos fényforrás világítsa meg, idegen fényforrásból eredő fény a felületre nem eshet. Szükséges ezenkívül a színmérés fiziológiai hibáinak elkerülése végett még az is, hogy a vizsgálandó felületek közelében, a szemünk látótere által meghatározott körzetben színes, zavaró, vagy káprázatot okozó felületek, fényforrások ne legyenek. A vizsgálandó felület megvilágítása nem történhet túl erősen, sem túl gyenge fényvel. A fény-sugárzás intenzitását úgy kell beállítani, hogy a vizsgálandó felületet káprázás

vagy erőltetés nélkül huzamosabb ideig szemünk kifáradása nélkül figyelhessük meg.

A fent elmondottak alapján a farostlemez színének színétalon sorozattal való meghatározása a következőképpen történik:

### 3.33 Döntő vizsgálat esetén.

Lesötétített mérőhelyiségben a meghatározandó színű felületet a mérőasztalra fektetjük, majd letakarjuk egy olyan fekete papírral, melyen egy 2 cm  $\varnothing$ -jú kerek nyílást vágunk. Megvilágítjuk a szabványos fényforrás által kibocsátott fényvel oly módon, hogy a lámpa sugárnyalábja a felületre  $45^\circ$  alatt essék. Melléje helyezzük sorban a színétalon sorozat egyes tagjait, ugyancsak 2 cm  $\varnothing$ -jú nyílással ellátott fekete papírral lefedve.

A mérés megkezdése előtt célszerű a szem előkészítése végett néhány percig szürke felületre tekinteni. Ezután szemrevételezéssel megállapítjuk, hogy a vizsgálandó szín az etalon sorozat mely tagjával azonos, vagy mely tagjához áll legközelebb.

### 3.34 Tájékoztató vizsgálat esetén.

A vizsgálandó felületet nappali fényben, világos ablak mellett, az ablak elé helyezett asztalra tesszük, és lefedjük egy 2 cm  $\varnothing$ -jú kerek nyílással ellátott fekete papírral. Mellé helyezzük a színétalon sorozat tagjait, hasonló papírral lefedve, majd megállapítjuk a színazonosságot.

Az ismertetett mérési eljárások és a kapott értékek alapján meghatározhatók azok a minimális értékek, melyek a szabvány számára javasolhatók.

## Összefoglaló

A rétegszilárdság meghatározására megítélésünk szerint célszerűen felhasználható a 3.12 pontban ismertetett hasítási ellenállás mérési módszere és a leírt berendezés. Ennek a módszernek előnye az egyszerűsége és gyorsasága mellett a pontossága is.

Az olajdzett lemezek részmerései között a minimális érték  $0,85 \text{ kp/cm}^2$  és ez az érték még megfelelő. A normál, rétegeződésre hajlamos lemezek maximális rétegszilárdsága  $0,92 \text{ kp/cm}^2$  értékre adódott. Ezért javasolható a hasítóellenállás értékét *minimálisan*  $0,8 \text{ kp/cm}^2$  értékben megállapítani. Ennél kisebb érték esetében a lemez már rétegeződésre hajlamos.

A lakkrepedékenységi statikus meghatározása a 3.21 pont szerint végezhető el. A két-féle lemeztípus között ilyen szempontból lényeges eltérést nem tapasztaltunk. Méréseinket a Mohácsi Farostlemezgyárban végzett kontroll is igazolta. Az 50 mm széles és 200 mm hosszú próbatestek (illetve Mohácson 10 cm széles, 100 cm hosszú) a lakkréteg repedése nélkül 38 cm görbületi sugárra voltak hajlíthatók  $3,5 \text{ mm-es}$  alaplemez esetén,  $3-4 \text{ mm-es}$  alaplemez esetén a minimális repedésmentes görbületi sugár 40 cm legyen.

A dinamikus lakkrepedékenységi meghatározása a kísérletek szerint igen jellemző különbséget mutatott a két lemezféleség között. Az olajdzett lemezek ellenállásának minimuma,  $4,35 \text{ cmkg}$  volt, ezzel szemben a normál lemezek maximuma is csak  $3,83 \text{ cmkg}$ -nak adódott.

A fentiek igazolják a normál lakkozott lemezek ütással szembeni nagy érzékenységét. A minimális dinamikus ellenállás értékét az olajdzett lemezek minimális ellenállásával egyezőnek célszerű ezért meghatározni. Ez az érték közel azonos a normál lemezek maximális ellenállásával. Számszerűleg  $4,0 \text{ cmkg}$ , ha a vizsgálat a leírt berendezéssel és golyóval történik.

A színeltérések meghatározását számszerűleg definiálni nem tudjuk. Ezért a 3.33., ill. 3.34 pontban leírt vizsgálati eljárást és azonosítást javasolhatjuk felhasználni.

A javasolt méréseknél minden esetben 10—10 db próbatest vizsgálatát tartjuk szükségesnek, és a kapott átlagnak az előírásoknak meg kell felelnie. A mérési sorozat legnagyobb eltérése az átlagtól (negatív irányban) nem haladhatja meg az átlagérték 15%-át.

**РАЗРАБОТКА ОТДЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ДРЕВЕСНО ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ, ОБРАБОТАННЫХ ПО ПОВЕРХНОСТИ  
РАСПЫЛЕНИЕМ ЛАКА**

**Д-Р Й. ХАДНАДЬ**  
Научный сотрудник

Методы исследования древесно-волоконистых плит поверхностно обработанных лакированием для определения определенных свойств основаны на субъективных способах (процессах). Целью исследовательских работ представлял метод определения прочности слоя плит, склонности поверхности к потрескиванию и определения цвета.

На основании экспериментальных результатов стала возможной разработка способа исследования, касающегося прочности слоя плит, а также объективного измерения склонности слоя лака к растрескиванию с такой детальностью, чтобы этот способ испытания был пригоден также и для стандартизации. Эксперименты, осуществленные для определения отклонений цвета объективными измерениями, с практической точки зрения не привели к результатам.

**ELABORATION OF INDIVIDUAL TEST METHODS OF FIBREBOARD  
SURFACE TREATED BY LACQUER SPRAY**

**DR. J. HADNAGY**  
research worker

The test methods of lacquered fibreboards are based on subjective processes to establish individual properties. The intention of the researches has been to seek for a method of determination to establish the layer strenght, the surface tendency to cracking and colour of the boards.

On the basis of test results has been possible to elaborate a detailed test method suitable to objective measuring of layer strenght of boards as well as the tendency to cracking of lacquer layer. This elaboration is suitable also to standardisation. The tests to determine the colour differences by an objective measuring have been ineffectual from practical point of view.

**DIE AUSARBEITUNG EINIGER PRÜFMETHODEN DER MIT  
LACKSTREUUNGSMETHODE OBERFLÄCHENBEHANDELTEN  
HOLZFASERPLATTEN**

**DR. J. HADNAGY**  
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Die Prüfungsmethoden der Holzfasерplatten zur Bestimmung gewisser Eigenschaften gründen sich auf subjektiven Verfahren. Das Ziel der Forschungen war die Feststellung einer Bestimmungsmethode zur Bestimmung der Schichtenfestigkeit der Platten, der Tendenz der oberflächlichen Spaltbarkeit und der Farbe.

Auf dem Grund der Versuchsergebnisse war es möglich eine ausführliche Ausarbeitung der Untersuchungsmethode zur objektiven Messung der Spaltbarkeitstendenz der Lack-schicht und das ist geeignet auch zur Standardisierung. Die Versuche, die Farbenab-weichungen mit objektiver Messung zu bestimmen, ergaben aus praktischem Gesichtspunkte keine guten Resultate.



# ÚJ RENDSZERŰ VASTAGSÁGI MÉRŐMÓDSZEREK KIDOLGOZÁSA

(Témaszáma: 33. 15. 02. 06)

TAMÁS JÓZSEF  
okl. gépész-műszernérnök

## BEVEZETŐ

A faipar gépesítése és automatizálása, a gyártásközi minőségellenőrzés rohamos térhódítása szükségessé teszi a manuális mérési módszerek felcserélését automatikus módszerekre. A vastagságmérés és a hossz mérési kézi módszerei nehézkesek, hosszadalmasak és sokszor nem érik el a kívánt pontosságot.

A vastagság- és hossz mérési feladatok megoldására olyan mérőfejek kidolgozását tűztük ki célul, melyek különböző automatizálási feladatok építő elemeiként egyöntetűen felhasználhatók.

Az előző években (1964—65) már foglalkoztunk új rendszerű vastagságmérő módszer kidolgozásával. Tekintettel arra, hogy az itt elért  $\pm 0,2$  mm-es pontosság és a  $\pm 15$  mm lineáris mérettartomány a faiparban szóba jöhető mérési feladatok megoldásánál nem elégséges; feladatul tűztük ki a mérési pontosság  $\pm 0,02$  mm-re való növelését és a lineáris mérettartomány  $\pm 30$  mm-re való emelését.

## A mérési elv ismertetése

A következőkben ismertetésre kerülő mérőfejek indukciós rendszerűek. Működésük lényege: indukciós tekercs közepén vasmag helyezkedik el, mely elmozdítható.

Vastagságmérésnél a vasmag tapintónak van kiképezve. A tapintó különböző állásaihoz különböző induktivitás-értékek tartoznak, tehát a tekercs induktivitása a tapintó állásának függvénye. Mivel a tapintó helyzete adott esetben a vastagságtól függ, a vastagságváltozás visszavezethető induktivitás-változásra.

Az 1. ábrán látható, hogy az induktivitás-változás impedancia-változássá, majd pedig feszültségváltozássá alakul.

A  $G$  generátor  $U_g$  feszültséget szolgáltat. Az  $L$  indukciós tekercsen folyó áram:

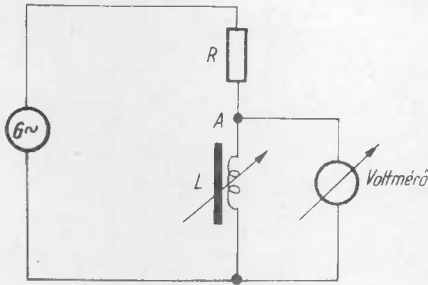
$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U_g}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}} \quad (1)$$

A tekercsen eső feszültség:

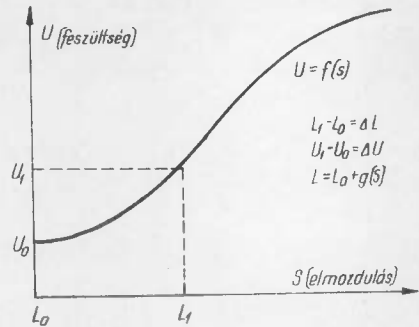
$$U = I \cdot L\omega = \frac{U_g}{\sqrt{R^2 + (L)^2}} \cdot L\omega \quad (2)$$

Ha az  $L$  induktivitás  $\Delta L$  értékkel megváltozik, az  $A$  pontra kapcsolt voltmérő  $\Delta U$  feszültségváltozást mutat;

$$\Delta U = I \cdot \Delta Z \quad (3)$$



1. ábra. A voltmérő állása az  $L$  függvénye



2. ábra. A voltmérő állása a vasmag elmozdulásának függvényében

Mivel  $\Delta Z_1$  a  $Z$ -hez képest elhanyagolható, a körben az  $I$  áramot állandónak vehetjük és felírhatjuk az alábbi összefüggést:

$$\Delta U = I \cdot \Delta Z \approx I \cdot \Delta L \cdot \omega \quad (4)$$

A voltmérő állását az elmozdulás függvényében a 2. ábra mutatja.

Mint azt a 2. ábráról leolvashatjuk, a voltmérő a tapintó alaphelyzetében ( $L_0$ )  $U_0$  feszültséget jelez, tehát nem áll nullán.

Ezt feltétlen ki kell küszöbölni, mert  $U_0$  lehet 5–20 V, míg a kb. 0,5–1 mm, elmozduláshoz tartozó  $\Delta U$  csak 0,1–1 V. Az 1. ábra szerinti kapcsolásban tehát csak hozzávetőleges méréseket lehet végezni.

Nagy jelentősége van annak, hogy az elmozdulással egyenes arányban álljon a feszültségváltozás, tehát a 2. ábrán látható  $U = f(s)$  függvény görbéje — egy meghatározott szakaszon — egyenes legyen. Ha a kívánt szakaszon

$$L = L_0 + C_1 \Delta S_1 \quad (5)$$

$$\text{akkor } U = U_0 + C_2 \Delta S_1 \quad (6)$$

Az (5) és (6) összefüggések teljesülése esetén, mint azt a későbbiek folyamán látni fogjuk, az elmozdulással a feszültségmérő lineárisan tér ki. A linearitás előnyei:

- egyszerű a skála elkészítése;
- egy skála több méréshatárhoz felhasználható;
- alkatrészcsere nem okoz problémát;
- egyszerűbb a berendezés sorozatgyártása.

A felsorolt előnyös tulajdonságok miatt érdemes különös gondot fordítani a linearitás kérdésére.

A skála linearitását azonban még nem biztosítja a 2. ábrán látható jelleggörbe egyenes volta; mert a váltakozó áramú alaplmszerek skálája az elején és végén nyomott, ha pedig Deprez-műszert alkalmazunk egyenirányítóval, a skála eleje lesz nyomott a dióda parabolikus jelleggörbéje miatt. A kérdést csak egy olyan kapcsolás oldja meg, ahol a dióda nyitott állapotban van. Erre a célra a 3. ábrán látható elrendezésű mérőhidat dolgoztuk ki. Az  $A$  és  $B$  pontok között hídgyensúly esetén nincs feszültségkülönbség, az  $M$  műszer 0-t mutat, de a  $D$  diódákon az  $R$  ellenállás és az  $A$  és  $B$  pontokon levő feszültség által meghatározott áram folyik. Ezt az áramot úgy választjuk meg, hogy a munkapont a dióda egyenes szakaszára essék.

Az azonos fázisszög biztosítása miatt minden esetben kettő parallel elrendezésű

indukciós tekercset kapcsolunk a mérőhídba. Ez  $N$  mérőpont esetén  $2N$  számú tekercset jelent. Alapállásban  $L_1 = L_2$  (névleges méret). A  $P$  potenciométer az alapállásban való nullázásra szolgál, míg a  $C$  kondenzátorok az egyenirányított áramot szűrik.

### Különböző célokra alkalmas mérőfejek

Kis elmozdulás vagy vastagságtérés mérésére nagy érzékenyséű, nagy elmozdulás, ill. vastagságtérés mérésére kisebb érzékenyséű, de lineáris mérőfejekre van szükség. Olyan esetekben, amikor osztályozási feladatot kell megoldani, nagyobb vastagsági eltérések esetén nem a linearitás, hanem a nagy érzékenység a követelmény.

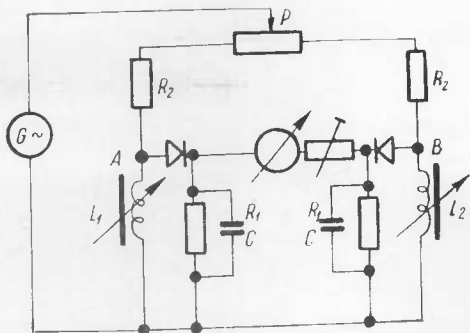
A mérőfejek kialakításánál elsőrendű szempont az, hogy egy vagy több pont vastagságát, ill. elmozdulását kell mérni. Egy ponton való mérésre a 4. ábra szerinti mérőfejet dolgoztuk ki. A 4. ábra szerinti mérőfej elektromos kapcsolása az 5. ábrán látható.

A tapintónak kiképezett Permalloy mag középállásból való elmozdulása függvényében az  $M$  műszer által jelzett kitérés a 6. ábrán látható.

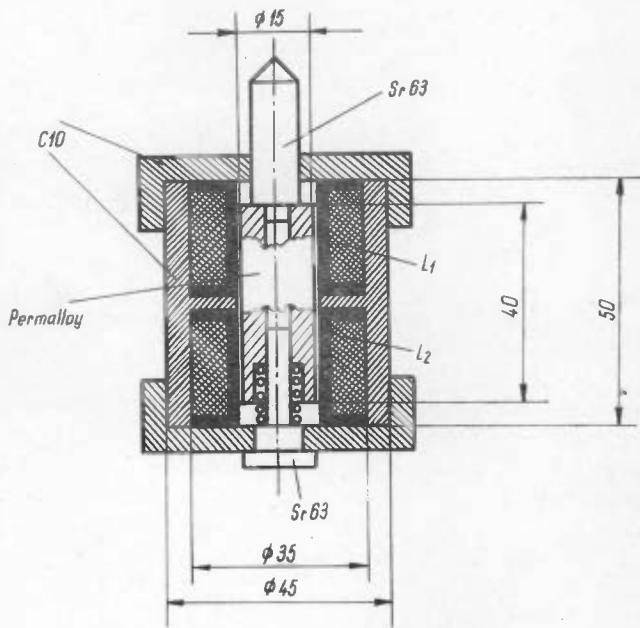
Ha az  $M$  alapműszer 100-as osztású, az elmozdulás, ill. vastagság  $0,75 \mu$  pontos-  
sággal leolvasható, mi-  
vel  $75 \mu$  elmozduláshoz

$50 \text{ mV}$  feszültségváltozás tartozik. Nagyobb elmozdulások mérése esetén az  $M$  műszerrel sorba kapcsolunk egy beállítható (trimmer) ellenállást, és tetszés szerinti elmozduláshoz állítjuk be a végkitérés (maximális elmozdulás a 4. ábrán látható mérőfejnél  $\pm 4 \text{ mm}$ ). Ugyanilyen felépítés mellett — a hosszúsági méretek növelésével  $\pm 40 \text{ mm}$  tapintó elmozdulás lineárisan indikálható.

Több mérőpont esetén az 5. ábra szerinti mérőfej nem alkalmazható előnyösen, mert ha pl. átlagvastagságot kell meghatározni, minden

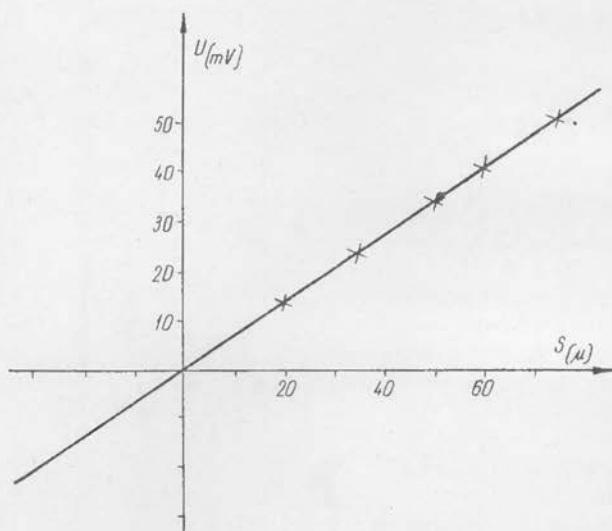
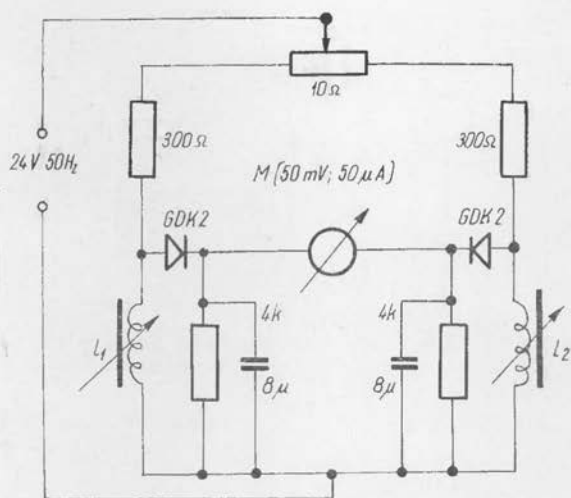


3. ábra. A diódák nonlineáris nyitó karakterisztikájának kiküszöbölése



4. ábra. Elmozdulásmérő-fej

5. ábra. Az elmozdulásmérő elektromos kapcsolása



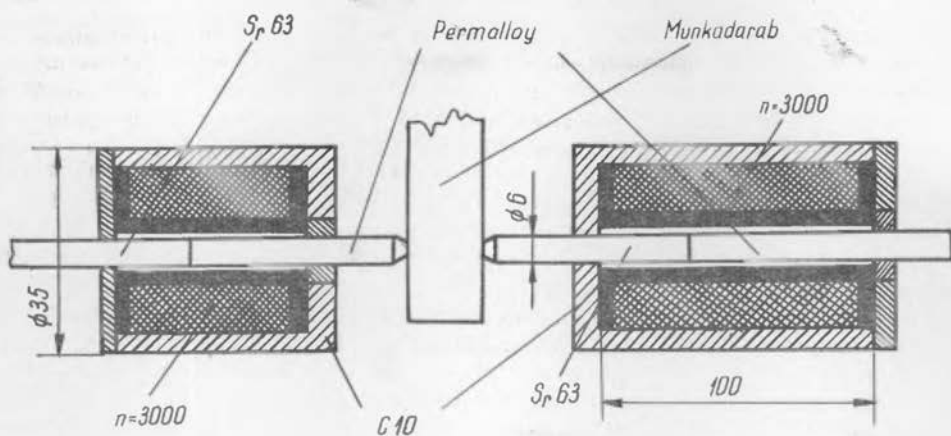
6. ábra. Az  $M$  műszer által mutatott jel az elmozdulás függvényében

egy-egy mérőfejhez külön tápáramforrás és mérőhíd szükséges. Ennek elkerülésére egy tekercset tartalmazó fejet készítünk, és minden mérendő pontot kétfő db fej tapogat le — (egymással szembe fordítva) a 7. ábrán látható módon. Az elektromos kapcsolás megegyezik az 5. ábrán bemutatottal.

*Elektromos jellemzők*

Híd-táp-feszültség	$U_T = 36 \text{ V (50 Hz)}$
Mérőáram	$I = 2 \cdot 20 \text{ mA}$
Érzékenység	$0,2 \text{ V/mm}$
Lineáris szakasz	$60 \text{ mm } (\pm 30)$

(A közölt adatok 5 pár mérőfejre vonatkoznak.)



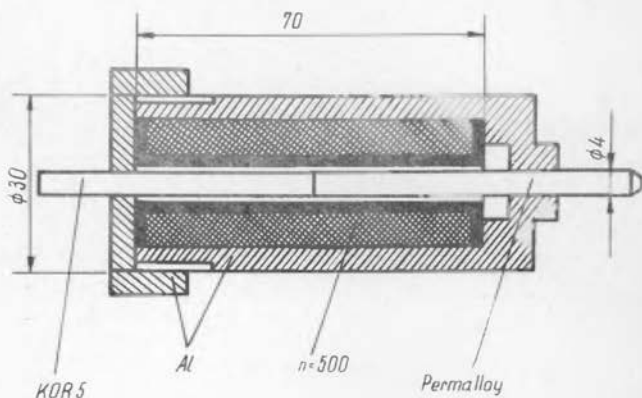
7. ábra. Vastagságmérő mérőfejrendszer

A 4. és 7. ábrákon bemutatott mérőfejek vasköpenyes kivitelűek és hálózati frekvencián dolgoznak. Készítettünk mérőfejeket nagyobb frekvenciákra is, de ezek köpeny nélküliek (nagyobb frekvenciáknál a tömör vasköpenynek nagyobb a vesztesége). Egy ilyen mérőfejet láthatunk a 7. ábrán.

*Fontosabb adatok*

Híd tápfeszültség:	24 V
Frekvencia:	4 kHz
Mérőáram:	30 mA
Érzékenység:	0,05 V/mm
Lineáris szakasz:	30 mm ( $\pm 15$ )

A mérőkört tápláló frekvencia (4 kHz) növelése vagy csökkentése a linearitás csökkenését vonja maga után. Összehasonlítva a 4., 7. és 8. ábrákat, látható, hogy a mágnesesen zárt mérőfejek lényegesen nagyobb érzékenységet adnak, és a linearitás, méréstartományuk kisebb mérete ellenére is nagyobb, mint a nyitott mérőfejeké.



8. ábra. Hangfrekvenciás mérőfej

## Azonos anyagú és méretű mérőfejek összehasonlítása

Az azonos anyagból készült, azonos geometriai méretű mérőfejeknek azonos metszszám mellett elvileg egymással teljesen megegyező jelleggörbét kellene adniuk. Ez teljes mértékben nem így van, mert az előbbi módon készült mérőfejek között kb. 10% érzékenységekülönbség is adódhat. Az érzékenységekülönbség az anyagok inhomogenitásából, a mérettűrésekből és a tekercsek metszszámának különbözőségéből adódik. Ha valamely berendezésben több mérőfej kerül alkalmazásra, kétféle út lehetséges az azonos érzékenység megvalósítására.

a) a nagyobb érzékenységtű mérőfejek tekercseiből addig szedünk le, míg azok hasonlóak lesznek;

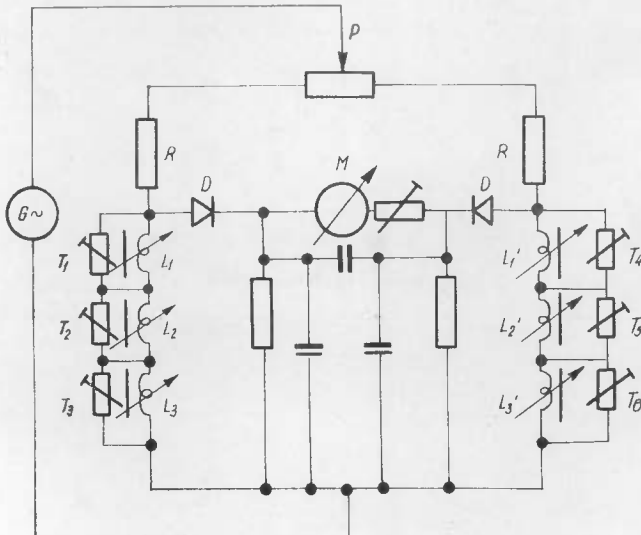
b) minden egyes mérőfejet azonos érzékenységre szabályozunk (söntölünk).

A söntölő ellenállások megválasztásánál szem előtt kell tartani azt, hogy maximális ellenállás esetén ne söntölje le nagyon a mérőfejet. Ilyen megfontolás alapján — természetesen a szükséges söntölés mértékének figyelembevételével — az állítható ellenállás értéke kb. 20-szorosa a mérőtekercs impedanciájának. Az egymást követő mérőfejek érzékenységének „behangolása” az előző fejet „elhangolja”, ezért a söntölő ellenállások állítását többször meg kell ismételni.

Az a) pontban jelölt beállítási mód nagyobb számú mérőfej esetén túl munkaigényes, ezért ilyenkor célszerűbb a söntölés. Ha azonban a mérőfejek száma kicsi (2—3), vagy precíziós pontosságra van szükségünk, az egyenlítést a metszszámok változtatásával kell elvégezni.

A 3., 5. és 9. ábra szerinti kapcsolások alkalmazásakor az a helyes megoldás, ahol 0 helyzetben a mérőhíd két ágában az induktivitáson kívül az ohmos komponens is azonos. Ezt úgy érhetjük el, hogy a két ágot ellenőrizzük és a kisebbiket kiegészítjük.

A mérőfejek ellenőrzését az 1. ábrán látható kapcsolás szerint végeztük. Méréskor minden mérőfejen azonos mérőáramot biztosítottunk, és a tapintóelmozdulás is mindig azonos volt. Az impedancia-változást a voltmérő állásából számítással határoztuk meg.



9. ábra. Több pont vastagságát mérő elektromos kapcsolás

Néhány adat azonos mérőfejek eltérésének szemléltetésére.

Mérőfejek száma	Kezdeti impedancia ( $\Omega$ )	$\Delta Z$ azonos elmozdulás	$R(\Omega)$
1.	200	40	68
2.	180	36	66
3.	195	39	69
4.	198	40	67
5.	200	40	69
6.	210	42	70
7.	220	44	71
8.	200	40	68
9.	205	41	70
10.	190	38	67

### Azonos méretű, különböző anyagú mérőfejek összehasonlítása

A mérőfej anyagán a köpeny és a mag anyagát értjük. A tekercs minden esetben vörösréz zománchuzalból készült.

Anyagválasztási szempontok:

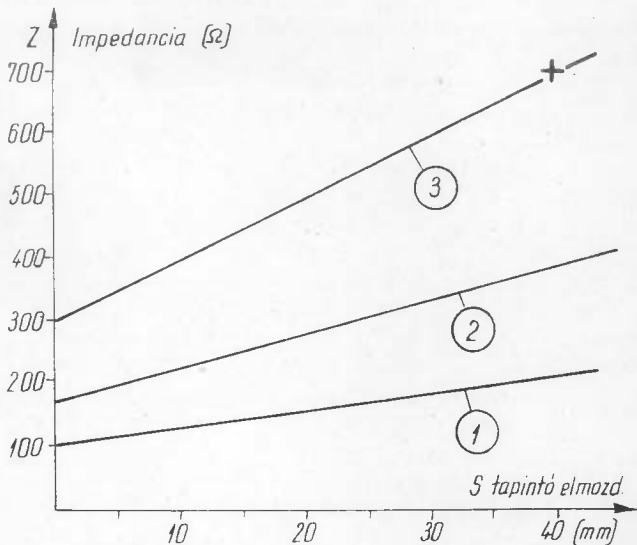
- a szükséges érzékenység biztosíthatósága;
- stabilitási kérdések;
- megmunkálhatóság;
- ár és beszerezhetőség.

A felsorolt szempontok figyelembevételével az alábbi anyagokkal végeztünk kísérleteket:

- Szerkezeti acélok A 50 11, A 60 11.
- Kis széntartalmú ötvözetlen acélok, C10, C15.
- Permalloy B.

Mindhárom anyagtypusból készítettünk mérőfejet, mégpedig úgy, hogy a köpeny és mag azonos anyagú.

A 10. ábrán látható az impedancia ( $Z$ ) alakulása az elmozdulás függvényében. A legnagyobb érzékenységet a Permalloy adja, de a köpeny Permalloyból való készítése nehéz és anyagigényes. Méréseink szerint az érzékenység nem csökken jelentősen, ha Permalloy magot és C10-es köpenyt készítettünk. A köpeny C10-ből való készítése kb. 90% Permalloy-megtakarí-



10. ábra. A különböző anyagú mérőfejek impedancia-változása

tást tesz lehetővé. Mivel a C10 és a Permalloy ára között kb. 10-szeres differencia van, a C10-es köpeny és Permalloy magkombinációval készült mérőfej anyagának ára egytizede a Permalloy mérőfejének.

Megmunkálhatóság szempontjából is kedvező a C10-ből való köpenykészítés, mert a Permalloy esztergálása lényegesen nehezebb, mint a C10-es vasé.

A szerkezeti acélokat sem mag, sem köpeny készítésére nem lehet felhasználni (érzékenység és instabilitás).

### A mérőhidat tápláló generátorok vizsgálata

Az inductív mérőrendszerek — ahol az elmozdulás vagy méretváltozás inductív-tás-változássá alakul — a 3. ábra szerinti kapcsolásban az alaphelyzettől való elmozdulás mértékét jelzik. Amennyiben a híd két ágában a fázisszög azonos, kisebb frekvencia-változásra a 0 érzéketlen, sőt az érzékenység csökkenése vagy növekedése sincs olyan mértékű, mint a tápfrekvencia változása. A 0 stabilitás a híd egyensúlya miatt, az érzékenység megmaradása pedig a frekvencia változással ellentétesen változó mérőáram miatt lehetséges.

Feszültségváltozásra a 0 pont érzéketlen, de az érzékenység a tápfeszültséggel arányosan változik.

A 3., 5. és 9. ábrákon ismertetett mérőhidak stabil frakvenciájú és amplitúdójú feszültséget kívánnak. A lehetőségektől függően alkalmazhatunk:

- a) sinus oszcillátorokat;
- b) négyszög oszcillátorokat;
- c) hálózati áramot (50 Hz).

a) Olyan esetekben, amikor hálózati áram nem áll rendelkezésre, vagy a mérőberendezésnek hordozhatónak kell lennie, jól alkalmazhatók az ismertetett mérőhidak táplálására a tranzisztoros sinus oszcillátorok. Egy ilyen oszcillátort mutat a 11. ábra.

Amplitúdó-stabilitás szempontjából a két oszcillátor-típus között lényeges eltérés nincs, mert az elsősorban az egyenfeszültség stabilitásától függ. A 11. ábrán látható kapcsolással megvalósítható 0,5% amplitúdó-stabilitás (a 0,5% a kijövő jelre vonatkozik  $\pm 20\%$  tápfeszültség-változás hatására).

Hőmérséklet-változás hatására az emitter csatolású oszcillátor frekvenciája kisebb mértékben változik, mint a bázis csatolásúé, ezért célszerű a 11. ábra szerinti kapcsolat alkalmazása.

A  $T_1$  tranzisztor a kollektorkörébe kapcsolt rezgőkör frekvenciájától függő jelet állít elő és a  $T_2$  transzformátoron keresztül kivezerli a  $T_2$ ,  $T_3$  tranzisztort. Az oszcillátorban a  $T_1$  tranzisztor földelt bázisú emitter csatolású beállításban dolgozik.

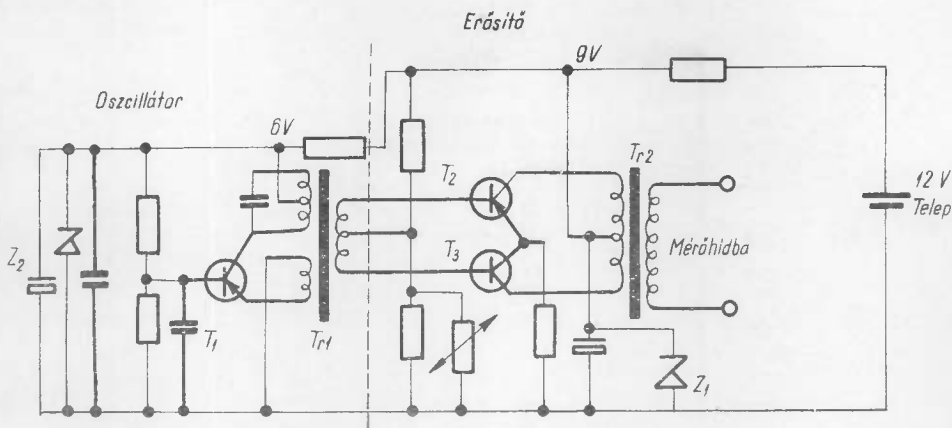
Gyakran alkalmaznak földelt emitteres bázis-csatolású oszcillátorokat is, ezek azonban kevésbé stabilok és terhelhetőségük is kisebb. Báziscsatolású oszcillátort mutat a 12. ábra. Az ábrán csak az oszcillátor van feltüntetve.

#### Főbb jellemzők

Működési frekvencia:	300 Hz — 5 kHz
Kivehető teljesítmény:	0,1—5 W
Hatásfok:	30—50%
Frekvencia-stabilitás:	$\pm 0,1\%$
Amplitúdó-stabilitás:	$\pm 0,5\%$
Környezeti hőmérséklet:	+10 — +30 °C

b) Készíthetünk olyan oszcillátorokat, amelyek az egyenáramot úgy alakítják





11. ábra. Tranzisztoros sinus oszcillátor

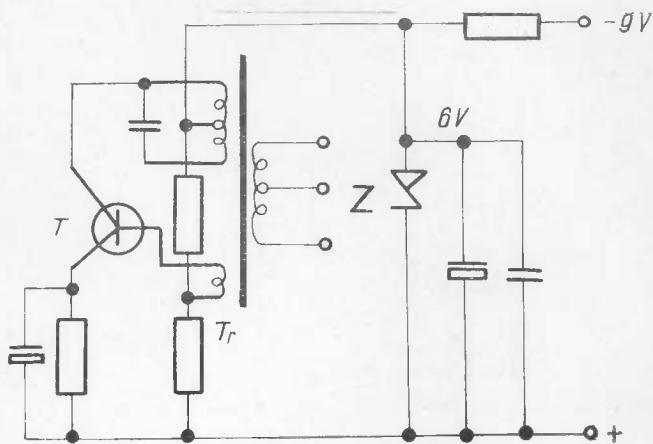
váltóárammá, hogy a jel alakja négyszög. Korábban ezt mechanikus szaggatással oldották meg. A mechanikus szaggatók azonban rossz hatásfokkal és kis üzembiztonsággal működnek, elsősorban a szaggatáskor fellépő veszteségek miatt. A szaggató érintkezők kopása miatt az üzembiztonság is csökken.

A félvezetők egyre nagyobb elterjedése lehetővé tette az alacsony egyenfeszültség jó hatásfokkal való átalakítását. A tranzisztoros átalakítók lényegesen jobb hatásfokkal és nagyobb üzembiztonsággal dolgoznak, mint a mechanikus átalakítók. A mechanikus átalakítók érintkezőinek kopása miatt az érintkezés határozatlan lesz, ezért a frekvencia is változik. Mindezeket a hiányosságokat kiküszöböli a 13. ábrán látható tranzisztorizált átalakító.

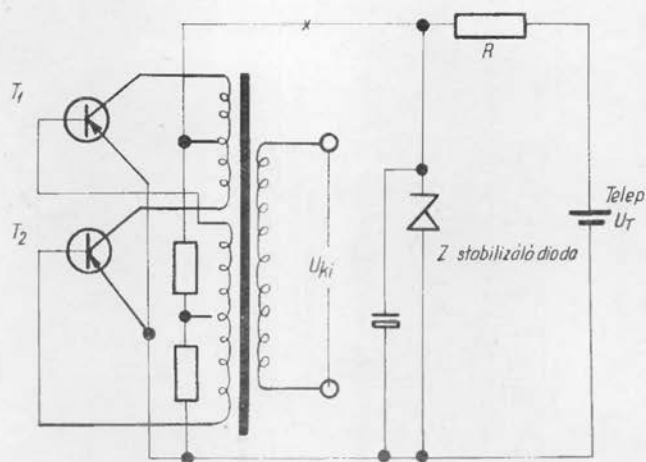
Az ábrán vázolt berendezés telepes üzemű. A telep feszültségének változását a Z dióda közömbösíti egészen addig, amíg rajta áram folyik. Határesetben ( $I = \text{konstans}$ ):  $U_T = U_Z + R \cdot I$  (5)

Ha az  $U_T$  telepfeszültség az (5) összefüggésben megadott alá esik, a telepet cserélni vagy akkumulátor esetén tölteni kell.

Jól alkalmazhatók a négyszög-oszcillátorok abban az esetben is, ha hálózati áram áll rendelkezésünkre, de a hálózati frekvencia alacsony. Ilyen esetben a hálózati feszültséget letranszformáljuk és egyenirányítjuk. Az így kapott egyenáramot stabilizáljuk és átalakítóval formáljuk (14. ábra).



12. ábra. Báziscsatolású oszcillátor

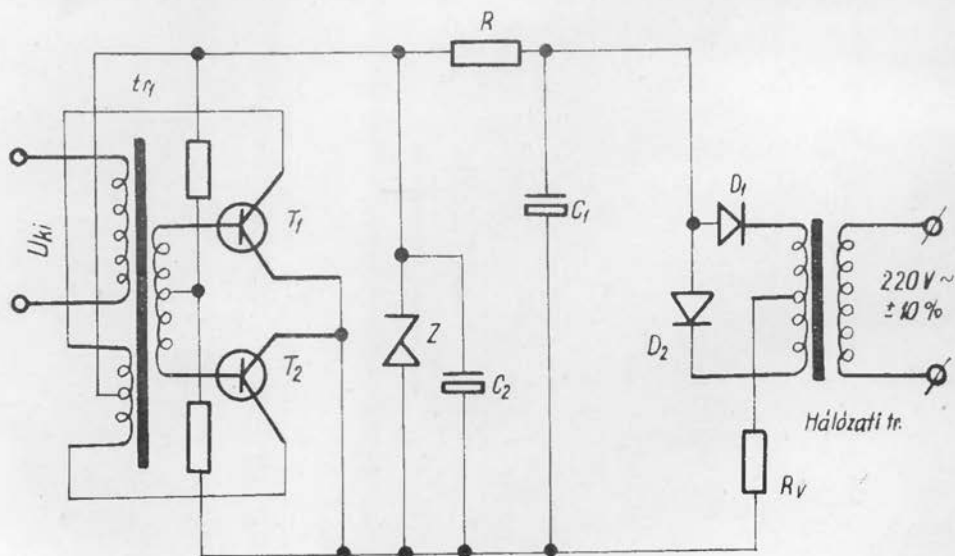


13. ábra. Négyzög-  
oszillátor

Az  $U_{ki}$  kapesokon megjelenő jel frekvenciája a kollektorköri tekercsek menetszámától és a vasmag keresztmetszetétől; feszültsége pedig a transzformátor áttételétől és az egytápfeszültségtől függ.

A 13. és 14. ábra szerinti átalakítók főbb elektromos jellemzői:

Működési frekvencia:	200—15 000 Hz
Kivehető teljesítmény:	0,5—40 W
Hatásfok:	40—90%
Frekvencia-stabilitás	$\pm 0,5\%$ (állandó terhelés mellett)
Amplitúdó-stabilitás	$\pm 0,5\%$ (állandó terhelés mellett)
Környezeti hőmérséklet:	-10 — +50 °C



14. ábra. Hálózatról táplált négyzög-oszcillátor

A tranzisztoros átalakítók lényeges része a  $T_{rl}$  transzformátor. Ezt a transzformátort célszerű ferritből készíteni, mert csak így biztosítható jó hatásfok és jelalak.

c) Ha a hálózati frekvencia (50 Hz) biztosítja mérőhidunk számára a megfelelő érzékenységet, nem szükséges sem sinus-, sem pedig négyszög-oszcillátor alkalmazása (természetesen csak abban az esetben, amikor a hálózati áram rendelkezésünkre áll). 1966. február 1-től szeptember 30-ig kb. 500 alkalommal végeztünk hálózati frekvencia ellenőrzést. Az ellenőrzések alkalmával egyetlen esetben sem fordult elő, hogy  $\pm 0,25$  Hz-nél nagyobb lett volna a frekvencia eltérése 50 Hz-től. Mivel  $\pm 0,25$  Hz  $\pm 0,5\%$  frekvencia-hibának felel meg, céljainkra a hálózat felhasználható, amennyiben az amplitúdó stabilitását meg tudjuk oldani (a 15. ábrán hálózati „generátor” látható).

Az  $L$  izzólámpa és a  $Z$  diódák amplitúdó-limitálást végeznek, így az  $U_{ki}$  kimenő feszültség négyszögösített és stabil amplitúdójú.

A feszültség nagyságát a  $Z$  diódák zénerfeszültsége és a sorbakapcsolt diódák száma határozza meg. Az így kialakított áramforrás terhelhetősége a felhasznált diódák típusától függ.

A 15. ábra szerinti kapcsolás adatai:

Frekvencia 50 Hz (hálózat által meghatározott)

Feszültség 3 V-tól a sorbakapcsolt diódák számától és feszültségétől függően

Maximális terhelőáram 30 mA — 2 A (A diódatípustól függően)

Amplitúdó-

stabilitás:  $\pm 0,5\%$  ( $\pm 10\%$  hálózati feszültség ingadozásra vonatkoztatva)

A 2 A körüli terhelésnél az amplitúdó-stabilitás már rosszabb, mint  $0,5\%$ .

### Az optimális frekvencia meghatározása

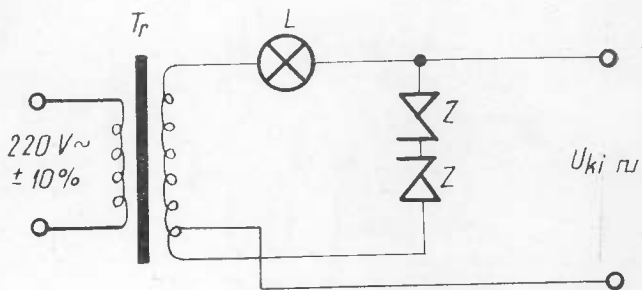
Mint azt már a (4) összefüggésben láttuk, az indikáló műszer által mutatott jel az elmozdulástól függő indukációs változással arányos:

$$\Delta U = \omega \cdot \Delta L \cdot I \quad (4)$$

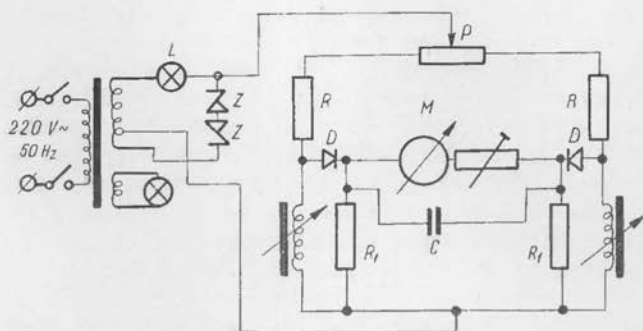
Adott mérőfej esetén a  $\Delta L$ , vagyis az egységnyi elmozdulás hatására létrejött indukáció-változás állandó. Állandó  $I$  áramot feltételezve tehát az érzékenység ( $\Delta U$ ) az  $\omega$  növelésével fokozható. Ez azonban csak egy meghatározott értékig igaz, mert a veszteségek a frekvencia emelésével nőnek.

A mérőfej felépítésétől és anyagától függően tehát a különböző mérőfejek optimális frekvenciája más és más.

A köpeny nélküli mérőfejek viszonylag magas frekvencián üzemeltethetők, természetesen a vasmag anyaga itt is mérvadó. A 8. ábrán vázolt mérőfej (Permalloy mag) optimális frekvenciája 4 kHz. Ugyanez a mérőfej C10 maggal már csak 1 kHz körül mutat maximális érzékenységet.



15. ábra. Hálózati mérőhid-táplálás



16. ábra. Hálózati táplálású elmozdulásmérő

Köpenyes mérőfejeknél Permalloy mag és Permalloy köpeny esetén 700–1000 Hz, C10 köpeny és Permalloy mag esetén pedig 300–500 Hz az optimális frekvencia.

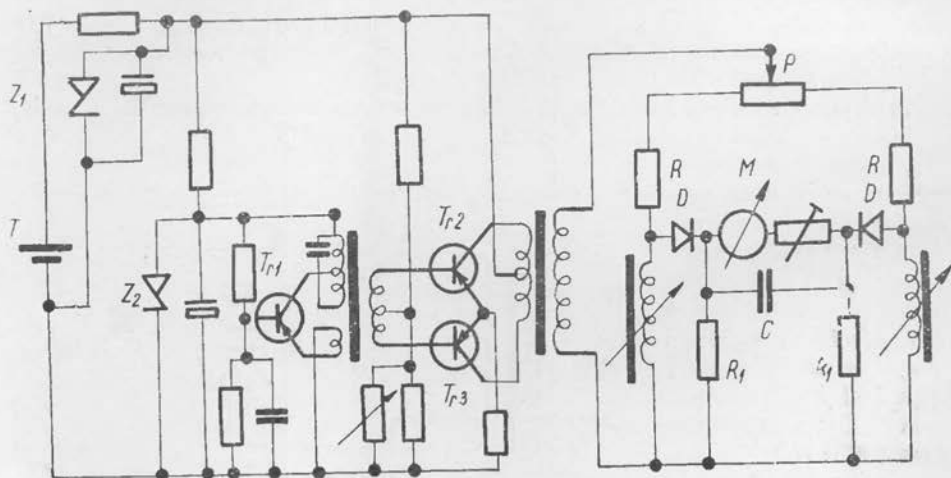
Por-vasmagos mérőfejeknél a frekvencia 5–50 kHz között lehet, itt azonban már a nagy impedanciák miatt a megfelelő  $I$  mérőáram

biztosításához magas feszültség (100–200 V) tartozik.

A 4. és 7. ábrákon látható mérőfejek optimális frekvenciája bár 300–500 Hz, mégis célszerűbb oszcillátoros generátor táplálás helyett a 15. ábra szerinti áramellátás, mert az oszcillátoros táplálási módok közti különbséget a 16. és 17. ábrákon látható kapcsolási rajzok alapján ítélni meg. Míg a telepes tápláláshoz a 2 db Zener dióda mellett 3 db tranzisztorra is szükség van, a hálózati táplálásnál tranzisztorra egyáltalán nincs szükség. Adott időn belül egy berendezés meghibásodási számának valószínűsége az alkatrészek meghibásodásától és számától függ.

Nagyobb alkatrészszámbhoz tehát több meghibásodási lehetőség tartozik. Ha figyelembe vesszük azt is, hogy a tranzisztorok kevésbé tekinthetők megbízhatóknak, mint az ellenállások, a 16. ábra szerinti kapcsolást üzembiztosabb megoldásnak fogadjuk el, mint a 17. ábrán láthatót.

Természetesen ha a hálózat változásaitól, vagy egyáltalán a hálózattól függetleníteni akarjuk berendezésünket, a 17. ábra szerinti kapcsolás jöhet szóba megoldásként. A hálózattól való függetlenségen kívül egyéb előnyös tulajdonságai is vannak a hálózati táplálással szemben:



17. ábra. Telepes táplálású elmozdulásmérő

- a) nagyobb érzékenység;
- b) nagyobb frekvencia-stabilitás;
- c) nagyobb amplitúdó-stabilitás.

Fentiek figyelembevételével tehát, ha a hálózat által biztosított  $\pm 0,5 - 1\%$  pontosság megfelelő, hálózati táplálást, ellenkező esetben — nagyobb mérési pontosságnál — oszcillátoros táplálást alkalmazunk. Pontosság szempontjából a táplálási módok között a következő rangsort állíthatjuk fel:

1. Sinus-oszcillátor (emitter csatolású)
2. Sinus-oszcillátor (bázis csatolású)
3. Négyszög oszcillátor
4. Hálózat négyszögösítés.

### A kísérletek eredményeinek összefoglalása

Az induktív mérőfejek — mint azt már a korábbiakban is láttuk, a mérettel, ill. a méretváltozással arányos elektromos jelet, feszültséget szolgáltatnak. Mivel a méret, ill. méretváltozás feszültség alakjában jelenik meg, egyszerű több mérőfej összekapcsolása.

*Mérhetjük:*

- a) tetszőleges számú pont átlagát;
- b) az átlag eltérését valamely értéktől;
- c) két pont közti különbséget.

Az ismertett mérési módszerrel és mérőfejekkel megvalósítható a folyamatos vastagságmérés, és vastagság szerinti osztályozás, valamint a regisztrálás is. Természetesen folyamatos vastagságméréshez a mérőfejeket megfelelően kell kiképezni.

A célkitűzés a mérési pontosság  $\pm 0,2$  mm-ről  $\pm 0,02$  mm-re való emelése és a lineáris méréstartomány  $\pm 15$  mm-ről  $\pm 30$  mm-re emelése volt. A 4. ábrán látható mérőfej segítségével a mérési pontosság eléri a 0,001 mm-t, de a maximális tapintóelmozdulás  $\pm 4$  mm. Ugyanilyen típusú mérőfej a köpeny meghosszabbítása mellett (minden egyéb adat változatlan értéken tartásával) lehetővé teszi a  $\pm 40$  mm lineáris méréstartomány biztosítását is. Ebben az esetben a mérőfej érzékenysége 0,01 mm.

Az induktív rendszerű vastagságmérő, ill. elmozdulásjelző mérőfejek az elmondottak alapján alkalmasak gépesítési és automatizálási feladatok megoldására.

### Irodalom

1. *Geraszimov—Migulin—Jakovlev*: Félvezetős erősítők és oszcillátorok számítása. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1964.
2. *Grekov, I.*: Rezonancia. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1955.
3. *Konasinszky, D. A.*: Szűrőkörök, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1956.
4. *Győző—Konkoly*: Hangfrekvenciás generátorok. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1960.
5. *Pattantyús*: Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve. VI. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1963.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПО НОВОЙ СИСТЕМЕ

Й. ТАМАШ

Инж.-механик-приборист

В рамках темы в 1966 году мы занимались разработкой нового метода измерения толщины. Наша цель состояла в том, чтобы разработать такие измерительные головки, которые пригодны для решения проблем измерения толщины принимаемых в расчет в лесной промышленности, а также для применения автоматических измерителей толщины и классификаторов в качестве основных элементов.

Для достижения вышеуказанных целей нами были разработаны измерительные головки по индукционной системе, которые дают возможность определения средней толщины, измерения толщины в любом количестве точек.

Нами были разработаны два типа измерительной головки:

а) измерительные головки, пригодные для сверхточного измерения малых отклонений толщины.

Точность измерения 0,001 мм.

б) Измерительные головки, пригодные для измерения больших отклонений толщины.

Линейный диапазон измерений 80 мм

Измерительный мостик, созданный из измерительных головок, питается от сети переменного тока или от осциллятора (генератора).

## ELABORATION OF THICKNESS MEASURING METHODS OF NEW SYSTEM

J. TAMÁS

mechanical-instrument engineer

Within the frame of the theme we have dealt with the elaboration of a new thickness measuring method in 1966. Our intention has been to elaborate a pick-up box that is suitable to solve the thickness measuring problems in the woodindustry respectively to use those as the fundamental units of automatic thickness meters and classifiers.

In order to attain the above mentioned objectives we have elaborated pick-up boxes of induction system and these enable the measuring as well as the establishment of average thickness in spots of optional number.

We have elaborated two type of pick-up box:

a) Pick-up boxes suitable to measuring with great accuracy of little thickness differences.

Measuring accuracy: 0,001 mm.

b) Pick-up boxes suitable to measuring great thickness differences. Linear measuring range: 80 mm.

The measuring bridge constituted of pick-up boxes may be supplied from mains alternating current respectively from oscillator.

## AUSARBEITUNG DER DICKENMESSMETHODEN VON NEUEM SYSTEM

J. TAMÁS

Mechaniker-Gerätigenieur

Wir beschäftigten uns in 1966 im Rahmen des Themas mit der Ausarbeitung einer neuen Dickenmessmethode. Wir wollten solche Messköpfe herstellen, die zur Lösung der Dickenmessprobleme in der Holzindustrie geeignet sind, bzw. die als Grundelemente der automatischen Dickenmessgeräte oder als Klassifizierungsgeräte verwendbar sind.

Zur Verwirklichung der obigen Ziele haben wir Messköpfe mit Induktionssystem hergestellt, die die Messung in beliebigen Stellen und die Bestimmung der durchschnittlichen Dicke ermöglicht.

Wir haben zwei Messkopftype ausgearbeitet:

a) Messköpfe zur hochgenauen Messung kleiner Dickenabweichungen. Messgenauigkeit: 0,001 mm.

b) Messköpfe zur Messung grosser Dickenabweichungen. Linearer Messbereich: 80 mm. Aus den Messköpfen gebildete Messbrücke ist netzgespeizt mit Wechselstrom bzw. mit Oszillator.



# PNEUMATIKUS SIMASÁGMÉRŐ MŰSZER

(Témaszám: C/5)

TAMÁS JÓZSEF

okl. gépész-műszermérnök

## BEVEZETŐ

A fa és fás anyagok felületi érdességének mérése a fémiparban alkalmazott készülékekkel vagy műszerekkel nem végezhető el. Tekintettel arra, hogy a korszerű felületkezelési eljárásoknál a felületkezeléshez felhasznált anyagok mennyisége arányos a felületi érdességgel, a felületi érdesség mérése egyre nagyobb probléma lesz. Ugyancsak jelentős szerepe lehet a felületi érdesség meghatározásánál a megmunkáló szerszámok minőségének és elhasználódásának megítélésénél is.

## Előzmények

Jelenleg a szocialista országokban, de világviszonylatban is, három alapvető érdeszmérési módszert alkalmaznak fás anyagok felületi érdességének mérésére:

1. pasztás,
2. tapogató és
3. pneumatikus módszert.

1. A módszer lényege: adott mennyiségű és viszkozitású lágy anyagot (pl. glicerint) csöppentünk a mérendő felületre, és ott addig hengereljük, amíg az maximális területet takar. A szétterülés nagyságát planimetrálással határozzuk meg, és az érdeséget ebből számítjuk. E módszer legnagyobb hátránya az, hogy túl munkaigényes, alkalmazási területe korlátozott, pontossága nem kielégítő.

2. A tapogató műszerek nagy része a fémiparban alkalmazott berendezésekhez hasonló, és azok összes hiányosságait magán viseli. Mivel a fás anyagok felületének keménysége lényegesen kisebb, mint a fémeké, a tapogató kis lekerekítési sugara miatt olyan nagy *felületi* nyomást gyakorol a felületre, hogy a mérendő alkatrész megsérül. Ez egyrészt károsítja a munkadarabot, másrészt meghamisítja a mérést. A felületkezelt lapoknál, ahol az átlagos érdességmagasság néhány mikron nagyságú, tapogató műszer egyáltalán nem jöhet szóba, mert a tapogatók lekerekítési sugara több tíz mikron, tehát az egy-két mikronos érdességeket nem észlelhetik.

3. A pneumatikus érdességmérési módszerek jelenleg a legkorszerűbbek. Többféle megoldású műszert dolgoztak ki, de alapelvük nagyjából azonos. A mérendő felülethez fúvókát szorítanak, és a fúvókában uralkodó nyomást, vagy a fúvókából kiáramló levegő mennyiségét mérik. A fúvóka és a mérendő felület között kiáramló gáz (levegő) sebessége- vagy mennyisége a felület érdességének függvénye. Tehát az érdességmérés visszavezethető nyomás-, sebesség- vagy mennyiségmérésre.

A pneumatikus érdességmérők rendkívül egyszerű felépítésűek, egyszerű a kezelésük, és üzemeltetésük olcsó, ugyanakkor az 1. és 2. pontban ismertetett módszerek



hibáit kiküszöbölik. Hiányosságuk viszont az, hogy az érdesség és hullámosság között nem tesznek különbséget.

A Faipari Kutató Intézet 1963-ban kezdett foglalkozni a fás anyagok érdességének pneumatikus úton történő mérésével. Elkészítettünk egy deszkamodellt. A deszkamoddellel végzett mérések igazolták a kidolgozott elv helyességét, és 1965-ben elkészült a mérőműszer kísérleti példánya.

### Pneumatikus simaságmérő ismertetése

A prototípus tervezésénél elsőrendű szempontnak vettük azt, hogy a műszer alkalmas legyen

- a) mind laboratóriumi, mind műhelyi mérésekre;
- b) finom és durva felületek mérésére.

a) A pneumatikus érdességmérők nagy része stabilizált táplevegőt igényel. Ez abban az esetben szükséges, ha a kiáramló levegő mennyiségét mérik. Stabilizálás esetén viszonylag nagy nyomásra (0,5—1 att) van szükség, ezért a berendezés levegőhálózathoz van kötve. Az általunk kidolgozott rendszer hídkapcsolású, így a táplevegő ingadozása a mérés eredményét nem befolyásolja. A szükséges táplevegő-nyomás 0,005—0,03 att, tehát egy ventilátor is megfelel a táplevegő szolgáltatására, ami azt jelenti, hogy készülékünk bárhol használható, nincs szükség levegőhálózatra.

b) Hogy egy készülék segítségével lehessen mérni a durva és finom felületeket, kétféle mérőfejet dolgoztunk ki. A durva mérőfej méréstartománya 0,02 mm átlagos érdességmagasságtól 1,2 mm-ig terjed, míg a finom felületekhez használt mérőfej méréstartománya 0,0001—0,05 mm.

Mint arra már az előzőekben utaltunk, a mérőrendszer hídkapcsolású.

A ventilátoros tápegység által szolgáltatott és szűrt levegőt egy elosztó segítségével két szimmetrikus vezetékrendszerbe továbbítjuk. Az egyik vezetékrendszer a mérő-, a másik pedig a normál rendszer. A mérőrendszer végén a mérő fúvóka, a normál rendszer végén pedig a normál fúvóka található. A mérő fúvókát a mérendő felülethez szorítjuk, a normál fúvóka előtt pedig érdességmentes normál felületet

helyezünk el. Ha a mérő fúvóka és a mérendő felület, valamint a normál fúvóka és normál felület között a kiáramlási keresztmetszet azonos, mindkét vezetékrendszerben a levegőáramlás sebessége is azonos lesz. A két vezetékrendszert nagy érzékenységgű golyós nyomáskülönbségjelző kapcsolja össze, mely 0,1 vízoszlop milliméter nyomáskülönbséget is képes jelezni. (A golyós nyomáskülönbség indikáló nagy érzékenységet, egyszerű fel-



1. ábra. Kísérleti pneumatikus simaságmérő

építést, túlnyomás elleni érzéketlenséget, mechanikai behatások elleni érzéketlenséget és kis geometriai méreteket biztosít a folyadékos nyomáskülönbség-jelzőkkel szemben).

Mérés esetén a mérő fúvókát a mérendő felülethez szorítjuk, és a normál fúvóka normál felülettől való távolságát addig változtatjuk, míg a két rendszerben az áramlási sebesség azonos lesz. A normál fúvóka és normál felület közötti távolságot indukciós rendszerű elmozdulásmérővel mérjük.

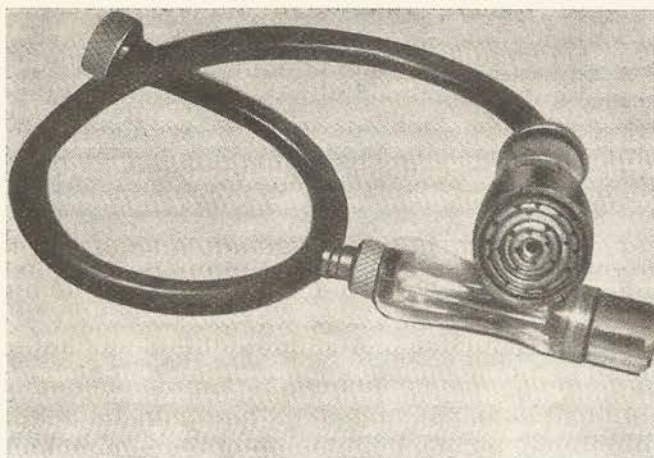
Az elmozdulás, valamint a fúvóka geometriai méreteinek ismeretében a kiáramlási keresztmetszet meghatározható. Amennyiben a mérő, ill. a normál fúvóka geometriai méretei megegyeznek, azt az elméleti lakkréteg vastagságát kapjuk meg, amely a mérendő felület érdességmentessé tételéhez szükséges lenne. (Feltételezés: a lakk nem szívódik be, csupán a mélyedéseket tölti ki). Természetesen a fúvókák méreteinek azonossága nem követelmény, sőt kisebb érdességek esetén a nagyobb módosítás érdekében célszerű a normál fúvóka méretét csökkenteni. Ez esetben az abszolút értékeket a skálabecslés arányos változtatásával nyerjük.

Az alkalmazott mérőfejek kör keresztmetszetűek, és a mérendő felülethez való szorítástól függetlenül biztosítják az állandó mérőnyomást. Ez a mérőnyomás tetszőlegesen szabályozható.

Bármilyen levegőtáplálást lehetővé tesz a pneumatikus rendszer hídkapcsolása, ugyanis a berendezés pulzáló táplevegő esetén is pontosan ugyanazt az eredményt adja, mint a folyamatos levegőellátásnál. A táplevegő nyomásának változására a kapott érdesség olyan mértékben független, hogy az 50 és az 500 vízoszlop milliméter nyomású táplevegőnél mért érdességek értéke azonos. A táplevegő nyomásának csökkenése csak érzékenységsökkenést von maga után.

A már említett pneumatikus hídkapcsolás nemcsak tápnyomástól való függetlenséget, hanem lineáris skálát is eredményez, ami nagymértékben megkönnyíti a berendezés skálázását és hitelesítését.

A mérőfejek formája a 2. ábrán látható.



2. ábra. A pneumatikus simaságmérő mérőfejei



## Összefoglaló

A kísérleti simaságmérővel végzett méréseknél az átlagos érdesség magasságot az azonos mérő, ill. normál fúvóka méreteknél kapott normál fúvóka normál felület távolság kétszeresének vettük. Ebben az esetben az átlagos érdesség magasság a műszer által mutatott résmérettel arányos (kétszerese). Az érdesség Deprez-műszerről olvasható le, melynek a skálabeosztása lineáris.

*Méréshatárok:*

1. 0—0,01 mm
2. 0—0,04 mm
3. 0—0,12 mm
4. 0—0,4 mm
5. 0—1,2 mm

Ha a Deprez-alapműszer skálája 100 osztású, az 1. méréshatárban a leolvasási pontosság 0,0001 mm.

A pneumatikus simaságmérő sík felületű fa, műfa és műanyag alkatrészek felületi érdességének meghatározására készült, de alkalmas fém és egyéb felületek felületi érdességének mérésére is.

## Irodalom

1. *Wiemer, A.*: Pneumatikus hossz mérés. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1962.
2. *Szombathy E.*: Méretellenőrzések pneumatikus módszerrel. Mérnöki Továbbképző Intézet jegyzete, 1958.
3. *Kretschmer*: Pneumatische Regler.
4. *Szombathy E.*: Pneumatikus méretellenőrzések hibátünetezői.

## ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ГЛАДКОСТИ

Й. ТАМАШ

Инж.-механик-приборист

При обработке поверхности древесины и заменителей древесины, вернее при отделке поверхности, очень важную роль играет определение фактора шероховатости поверхности.

Для устранения длительных измерений гладкости механическим или микроскопным способом, нами был разработан способ измерения поверхностной шероховатости пневматическим путем. На основании результатов исследований был разработан такой пневматический прибор для измерения гладкости, который при условии нижнего предела измерения в 10 микрон своей измерительной головкой, независимой от давления воздуха питания с точностью в 0,1 микрон определяет среднюю шероховатость какой-либо обработанной поверхности. Были осуществлены испытания и измерения нового метода.

## **PNEUMATIC SMOOTHNESS TESTER**

**J. TAMÁS**

mechanical-instrument engineer

In the surface formation respectively surface improvement of wood and wood substitutes the establishment of surface roughness factor has a very important role.

In order to eliminate the circumstantial mechanical respectively microscopic smoothness measuring we have elaborated the pneumatic surface roughness measuring. On the basis of researches we have developed a pneumatic smoothness tester that establishes the average roughness of any processed surface with an accuracy of 0,1 micron by his pick-up box independent of supply air pressure supposed a lower measuring range of 10 microns.

The testing and calibration of new instrument has taken place.

## **PNEUMATISCHER GLÄTTEPRÜFER**

**J. TAMÁS**

Mechaniker-Geräteningenieur

Eine sehr wichtige Rolle spielt die Feststellung des Rauheitsgradfaktors der Oberfläche bei der Oberflächenveredelung, oder bei der Oberflächenausbildung des Holzmaterials oder des holzersetzenden Materials.

Wir haben wegen Eliminierung der langweiligen mechanischen, oder mikroskopischen Glättemessung die pneumatische Messungsmethode des Oberflächenrauheitsgrades ausgearbeitet. Infolge der Forschungsergebnisse haben wir ein Messgerät zur pneumatischen Messung der Oberflächenglätte entwickelt, das mit der Hilfe seines Messkopfes bis zu einer Genauigkeit von 0,1 Mikron unabhängig von dem Druck der Speiseluft messen kann, wenn wir 10 Mikron als untere Messgrenze annehmen. Die Erprobung und die Zumessung des neuen Gerätes wurde erledigt.

# DAGADÁSVIZSGÁLÓ BERENDEZÉS

(Témaszám: C/6)

TAMÁS JÓZSEF  
okl. gépész-műszermérnök

## BEVEZETŐ

A fa és műfa próbatestek vastagsági dagadásának mérése a hagyományos mérő-  
órás módszerrel rendkívül munkaigényes és hosszadalmas művelet. Ahhoz, hogy egy  
próbatetest dagadását meghatározhassuk, az alábbi műveleteket kell elvégeznünk:

- a) a szabványban előírt 5 mérési pont bejelölése;
- b) a bejelölt pontokon vastagságmérés, áztatás előtt;
- c) a vastagsági átlag kiszámítása;
- d) a bejelölt pontokon vastagságmérés, áztatás után;
- e) a vastagsági átlag kiszámítása;
- f) a dagadási százalék kiszámítása.

Az eljárás nemcsak hosszadalmas, hanem pontatlan is, mert

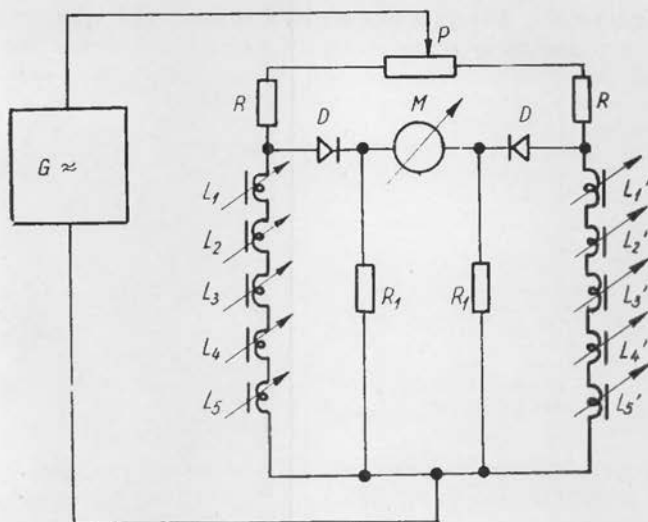
- a) nehezen biztosítható, hogy a kézi vastagságmérő tapintója merőleges legyen a  
próbatetest síkjára;
- b) nem biztosítható az, hogy áztatás után is ugyanazokban a pontokban történ-  
jék a mérés, mint áztatás előtt.

Fent említett hiányosságok kiküszöbölése céljából 1964—65-ben a Faipari Kutató  
Intézetben elkészült egy újfajta dagadásmérő műszer kísérleti példánya. A kísérleti  
példány elkészültével lehetővé vált a 10—60 mm vastagságú próbatestek gyors  
mérése. Mivel az utóbbi időben egyre nagyobb mennyiségű farostlemez próbatetest  
vastagsági dagadásának meghatározására van szükség, felmerült az igény egy olyan  
dagadásmérő kidolgozására, amely lehetővé teszi a farostlemez próbatestek műszeres  
mérését is.

## A „Dagadásmérő” műszer működési elve

A vizsgálandó próbatetest szabvány által előírt 5 pontját 5 pár tapintóval letapogat-  
juk. Minden tapintó egy-egy indukciós tekercs vasmagját képezi. A megfelelő olda-  
lon levő tapintók tekercsei soros kapcsolásúak. A két szemben levő oldalon található  
5—5 sorbakapcsolt mérőfej egy Wheatstone-híd két szemben levő ágát alkotja. A  
szemben levő mérőfejek ellentétes működésűek, ezért az indukció-változás nagysága  
csak a két tapintó egymástól való távolságától függ. A kapcsolat blokkismája az  
1. ábrán látható.

Mivel a mérőfejek soros kapcsolásúak, a mérendő pontok vastagságától függő  
induktivitás összegeződik, az öt pont átlagának megfelelően indukció-átlagot  
kapunk, amely az 1. ábrán látható kapcsolatban egy bizonyos feszültség szintnek  
felel meg.



1. ábra. A dagadásmérő elektromos kapcsolása

lineáris skálát kapjunk, nem alkalmazható a hagyományos indikáló rendszer. A diódák parabolikus nyitó karakterisztikája (2. ábra) miatt szükségessé válik a mérőhíd két vizsgált pontján a váltakozó feszültség egyenirányítása.

Ha azt akarjuk, hogy a dióda munkapontja az egyenes szakaszon, tehát  $A$  felett legyen, az  $R_1$  ellenállással egy, az  $A$  pont feletti munkaponti áramot kell biztosítani. Ezzel a megoldással az  $M$  műszer mutatása a diódák karakterisztikájától függetlenné válik.

A mérőhíd két ágában folyó áram nagyságát a szükséges érzékenység határozza meg:

$$\Delta U = \frac{I \cdot \Delta Z}{2} \quad \text{ahol} \quad (1)$$

$\Delta U$  az egységnyi elmozdulás hatására keletkezett feszültségváltozás;

$I$  a híd ágában folyó áram,

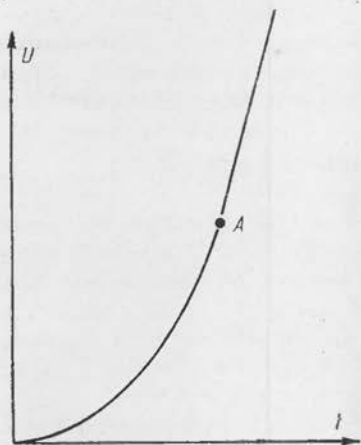
$\Delta Z$  az egységnyi elmozduláshoz tartozó impedancia-változás.

Az előző összefüggésből az áram:

$$I = \frac{2 \Delta U}{\Delta Z}$$

Azért, hogy a mérőkört a dióda, ill. az indikátorrendszer ne terhelhesse le, tehát az érzékenységet ne rontsa le, az  $I$  mérőáram kb. 10–50-szeresének kell lennie az  $A$  ponthoz tartozó dióda — munkaponti áramnak.

Az 1. ábra szerinti kapcsolás esetén a méretezés az (1) alapösszefüggésből indul ki. A  $\Delta U$  az



2. ábra. A diódák parabolikus nyitó karakterisztikája

alkalmazott alapléműszertől függően 50—200 mV között van. Mivel a diódák karakterisztikája 1,5—5 mA felett egyenesedik ki, a mérőáramot ennek megfelelően minimum 10—50-szeresére kell felvenni. A mérőáramnak tehát 15 mA felett kell lennie. A  $\Delta U$  és az  $I$  fővételével a  $\Delta Z$  számítható az (1) egyenletből.

Mivel  $\Delta Z = \Delta L \omega$ , ahol

$\Delta L$  a mérőtekeres inductivitás változása,  
 $\omega$  a tápláló generátor körfrekvenciája,  
 az (1) képletet az alábbi módon is felírhatjuk:

$$\Delta U = \frac{I \cdot \Delta Z}{2} \approx \frac{I \cdot \Delta L \cdot \omega}{2} \quad (2)$$

A (2) egyenletből világosan kiolvasható, hogy  $U$  növelhető, ill. az érzékenység fokozható az  $I$  áram vagy az  $\omega$  körfrekvencia növelésével.

A mérőhidat esetünkben állandó frekvenciájú és feszültségű generátorral kell táplálni. Az, hogy a frekvenciát hol választjuk meg, több tényezőtől is függ, a legfontosabb azonban: a mérőtekeresek inductivitása, a frekvencia és feszültség stabilizálhatósága, a veszteségek és egyéb zavarok alacsony értéken tartása. A szükséges érzékenység és linearitás, amelyet a dagadásmérőtől megkívánunk, a felső frekvenciát 10 kHz, az alsót pedig 50 Hz-ben határozza meg.

Méréseink szerint 1 kHz felett néhány soros tekercseléssel köpeny nélkül, 1 kHz alatt pedig lágyvas-köpennyel biztosítható a szükséges érzékenység és linearitás.

### A KÍSÉRLETI „DAGADÁSMÉRŐ” LEÍRÁSA ÉS ÉRTÉKELÉSE

A kísérleti berendezés mérőfejei köpeny nélküli kivitelben készültek. Ez egyben azt is jelentette, hogy a mérőhidat tápláló generátor frekvenciájának az 1 kHz—10 kHz közötti frekvencia-tartományba kell esnie. Ennek megfelelően a frekvencia 4 kHz.

A berendezésben egy tranzisztoros oszcillátor állítja elő a 4 kHz frekvenciájú szinusos jelet, és ugyancsak tranzisztoros erősítő a mérőhíd számára felerősíti. Ahhoz, hogy az oszcillátor és az erősítő stabil frekvenciájú és amplitúdójú jelet biztosítson, stabil feszültségű egyenárammal kell táplálni, ezért beépítésre került még egy egyenáramú tranzisztoros stabilizátor is. Az oszcillátor, az erősítő és a stabilizátor miatt a berendezés 8 db tranzisztort tartalmaz. Próbatest behelyezése, ill. kivétele a tapintók behúzása után eszközölhető. A mérőtekeresek felett egy-egy behúzótekeres is helyet kapott. Ha a behúzótekeresbe áramot bocsátunk, a tapintók behúzódnak, a próbatest eltávolítható vagy berakható. Mivel a tekercsek köpeny nélküliek, egy-egy tapintó behúzásához kb. 15 watt teljesítmény szükséges. Ennek a viszonylag nagy teljesítménynek egy része hővé alakul, és melegíti a mérőtekereset is, ami miatt gyakran kell nullázni.

Ha a műszerrel más méréshatárra kívánunk átállni, külön kell a mechanikus méréshatárt és külön az elektromos méréshatárt beállítani. Ebből az a hibalehetőség adódhat, hogy pl. egy 19-es próbatestet a 16-os elektromos állásnál mérünk.

A próbatest berakása, ill. kivétele előtt az indikáló műszert ki kell kapcsolni, mert ellenkező esetben az tönkremehet. Ennek a kapcsolásnak a működtetése növeli a mérési időt, esetleges kapcsolás kihagyás pedig veszélyezteti a berendezés üzemképességét.

## Az átalakítás ismertetése

A kísérleti dagadásmérő átalakítását a következő szempontok szerint végeztük:

1. Farostlemez dagadásának műszeres mérése.
2. Az elektromos rész egyszerűsítése.
3. Egyszerűbb és gyorsabb kezelhetőség.

Amint arra már a „Bevezetőben” utaltunk, a farostlemezrel végzett kutatások egyre nagyobb volumene miatt szükségessé vált a farostlemez próbatestek dagadásának műszeres mérése. A kísérleti berendezés tervezésekor ilyen igény még nem jelentkezett, ezért annak mérésére 10 mm-től 60 mm vastagságig terjedt. A 3,5 mm vastagságú farostlemez próbatestek csak abban az esetben lennének mérhetőek, ha a jelenlegi érzékenységet háromszorosára tudnánk emelni. Ilyen nagyarányú érzékenység fokozására azonban nincs mód a beépített elemek megtartása mellett.

Mivel a kísérleti berendezés mérőfejének érzékenységét fokozni nem lehetett, szükségessé vált más típusú mérőfej kidolgozása. Így jutottunk el a mágnesesen teljesen zárt, lágvasköpenyes mérőfejekhez. Ehhez nagymértékben hozzájárult az, hogy 1966-ban már beszerezhető lett — import útján — a Zéner dióda, mely rendkívül jó stabilizáló tulajdonsággal rendelkezik. Zárt vasköpenyes mérőfejeknél a frekvenciával lemegetünk 50 Hz-ig. Ez azt jelenti, hogy amennyiben a hálózati feszültség ingadozását ki tudjuk küszöbölni, a hálózat generátorként felhasználható. Kísérleteink szerint a C10—C15 anyagból készült köpeny és Permalloy vasmag 50 Hz esetén is biztosítja a szükséges érzékenységet. Az érzékenység növekedése mellett jelentékeny méretesökkenést is elértünk.

A már említett Zéner diódák beszerezhetősége nagymértékben egyszerűsítette le az elektronikus részt: nincs szükség oszcillátorra, erősítőre és egyenáramú stabilizátorra.

Az oszcillátor, erősítő és stabilizátor elmaradása miatt a berendezés tranzisztort egyáltalán nem tartalmaz. Az említett egységeket helyettesítő kapcsolás a 3. ábrán látható.

A hálózati feszültség ingadozását a Z diódák lecsökkentik, és a mérőhíd gyakorlatilag négyzög-táplálást kap. Az  $L$  izzólámpa és a diódák limitálással biztosítják az állandó amplitúdót a mérőhíd számára.

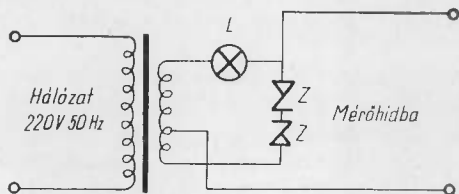
Az elektromos tapintómozgatás bár kényelmes, a vele járó hőfejlődés instabilitás előidézője, éppen ezért a bonyolultabb, de sokkal megbízhatóbb kézi tapintómozgatás mellett döntöttünk.

A mérésáttár beállítását a már említett hiányosságai miatt megváltoztattuk. A mechanikus mérésáttár átállításakor az elektromos mérésáttár is átkapcsol, nem kell külön állítani. A megfelelő mérésáttárra való állást egy jelzőrendszer számszerűen jelzi a megfelelő szám kigyulladásával.

Próbatest berakása vagy kisedése előtti kapcsolásra nincs szükség, mert ha a

berendezésben próbatest nincs, automatikusan kikapcsolt állapotban van. A kézi tapintókar megnyomásakor a műszer ugyancsak árammentes állapotba kerül.

Méréseket végeztünk a linearitás ellenőrzésére. A mérések szerint a lágvasköpenyes mérőfej linearitása 30 mm tapintóelmozdulás mellett jobb, mint 1%. Ha figyelembe



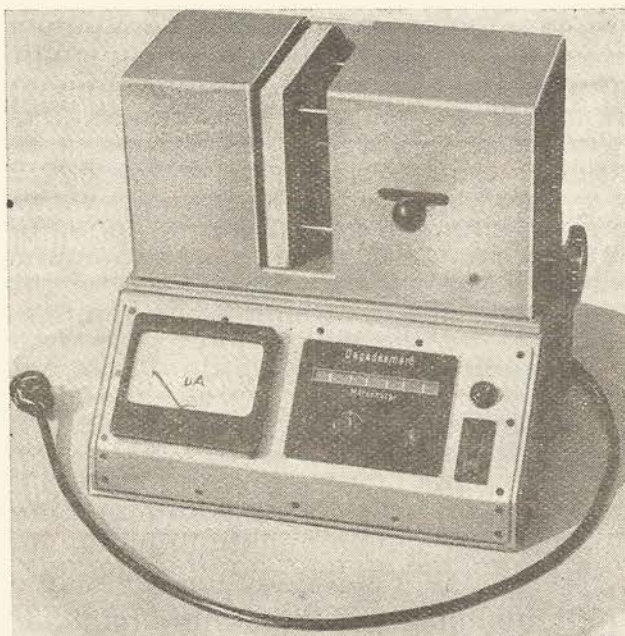
3. ábra. Hálózati mérőhíd táplálás



vesszük, hogy a dagadás-mérőben csak 10 mm a maximális elmozdulás, a nonlinearitás kisebb, mint 0,33%. A diódák karakterisztikája — a munkapont helyes beállítása miatt — kb. 0,05%-ban rontja a linearitást.

A leírt módosítások végrehajtásával az elektronika lényegesen egyszerűbb lett (elmarad 8 db tranzisztor), ami a meghibásodási lehetőséget is nagymértékben csökkenti. A biztonsági kapcsolók, az automatikus méréshatár-kapcsolás és a méréshatár számszerű kijelzése, valamint a tapintók kézi mozgatása azonban a berendezés mechanikus rendszerét bonvolultabbá tették.

A műszer a 4. ábrán látható.



4. ábra. Dagadásvizsgáló berendezés fényképe

*Fontosabb műszaki adatok:*

Üzemfeszültség:	$220\text{ V} \pm 20\%$
Teljesítményfelvétel:	15 W
Mérési tartomány:	—10% —+ 30% farostlemeznél —20% —+ 60% (átkapcsolással)

Méréshatárok: 3,5; 10; 13; 16; 19; 22; 30 mm.

Mérési pontosság:  $\pm 1\%$

Környezeti hőmérséklet  $+10\text{ C}^\circ$  —  $+30\text{ C}^\circ$

Súly: kb. 8 kg

Maximális méretek:  $350 \times 300 \times 250$  mm

A műszer bemérése és hitelesítése saját etalonjai segítségével elvégezhető.

Hitelesítést kb. évenként kell végezni.

1. A megfelelő méréshatár etalonjaival nullázunk.

2. A következő méréshatár etalonját helyezzük a műszerbe anélkül, hogy a méréshatárt elállítottuk, ill. a nullázót elmozdítottuk volna.

3. A vastagságnövekményből számítjuk azt, hogy a műszernek mit kellene mutatnia. A méréshatárhoz tartozó trimmer ellenállás segítségével a mutatót a számított értékre állítjuk.

A 10 mm-es méréshatáron a 13 mm-es etalonnal 30 %-ot állítunk be.

A 13 mm-es méréshatáron a 16 mm-es etalonnal 22,1 %-ot állítunk be.

A 16 mm-es méréshatáron a 19 mm-es etalonnal 18,75 %-ot állítunk be.

A 19 mm-es méréshatáron a 22 mm-es etalonnal 15,8 %-ot állítunk be.

A 22 mm-es méréshatáron a 28 mm-es etalonnal 27,3 %-ot állítunk be.

A 3,5 mm-es és a 30 mm-es méréshatárokhoz külön etalont kell készíteni.

Az ismertetett műszer segítségével, gyorsan és pontosan végezhető el a próba-

testek dagadásának meghatározása. Bár a műszer faipari célokra készült, alkalmazható mindenütt, ahol próbatestek vagy alkatrészek több pontja alapján kell az átlagvastagságot meghatározni.

### Irodalom

1. *Pattantyús*: Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve VI. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
2. *Bárány—Mittnyán*: Optimechanikai műszerek. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1960.
3. *Mittnyán*: Metrológia, Egyetemi jegyzet. 1962.
4. *Dr. Petrik O.*: Finommechanikai szerkezetek tervezése, Egyetemi jegyzet. 1962.

### УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗБУХАНИЯ (НАБУХАНИЯ)

Й. ТАМАШ

Инж.-механик-приборист

Для более быстрого и точного определения размеров разбухания по толщине образцов древесины и заменителей в Институте разработана установка для исследования, которая измеряет толщину образца в 5 точках, предписанных стандартом, суммирует и в процентах дает среднее отклонение от номинального значения. Автор в своем научном труде знакомит с принципом действия этого прибора.

#### *Технические данные*

Диапазон измеряемой толщины	3,5—30 мм
Номинальные размеры толщины (мм)	3,5; 10; 13; 16; 19; 22; 25; 30
Отклонение от номинального размера	от —10% до +30%
По древесно-волокнуистой плите	от —20% до +60%
Размеры образцов, мм	150 × 150
Точность измерения	±0,5%
Напряжение питания	220 в 50 гц
Потребляемая мощность	15 вт
Вес	прибл. 8 кг
Габаритные размеры	350 × 300 × 250 мм

## APPARATUS FOR THE SWELLING INVESTIGATION

J. TAMÁS

mechanical and instrument engineer

The apparatus for the swelling investigation developed in the institute is used to determine more quickly and more precisely the thickness swelling of the wood and prepared timber samples. The apparatus carries out thickness measurements in five by standard described spots, summarizes and the average deviation from the nominal value is given in percentage. The author reports on the functional principle of instrument in his paper.

### *Technical data*

Measurable thickness range:	3,5—30 mm
Nominal thickness dimensions (mm):	3,5; 10; 13; 16; 19; 22; 25; 30;
Deviation from the nominal size at the fibreboard:	from —10% to + 30% from —20% to +60%
Sample size:	150 mm × 150 mm
Measuring accuracy:	±0,5%
Supple voltage:	220 V 50 Hz
Rate of power input:	15 W
Weight:	about 8 kg.
Maximal sizes:	350 × 300 × 250 mm.

## QUELLUNGSPRÜFENDE EINRICHTUNG

J. TAMÁS

Dipl. ing. Mechaniker-Gerättingenieur

Zur schnelleren und genaueren Messung der Dickenquellung des Holzes und Kunstholzes dient die in unserem Institut entwickelte quellungsprüfende Einrichtung, die gemäss den Normvorschriften in fünf Stellen die Dicke der Probe misst, addiert und die durchschnittliche Abweichung vom nominellen Werte ergibt in Prozent. Der Verfasser macht in seinem Artikel das Funktionsprinzip der Einrichtung bekannt.

### *Technische Angaben*

Messbarer Dickenbereich:	3,5—30 mm
Nominelle Dickenabmessungen (mm):	3,5; 10; 13; 16; 19; 22; 25; 30.
Die Abweichung von der nominellen Abmessung	von —10% bis +30%
Bei der Holzfaserplatten	von —20% bis +60%
Probeabmessung:	150 mm × 150 mm
Messungsgenauigkeit:	± 0,5%
Speisespannung:	220 V 50 Hz
Leistungsaufnahme:	15 W
Gewicht:	cca. 8 kg
Max. Abmessungen:	350 × 300 × 250 mm

## TARTALOMJEGYZÉK

<i>Dr. Somkúti Elemér: Előszó</i> .....	5
<i>Új technológiák kutatása</i> .....	7
<i>Dr. Petri László: Keretfűrészszel és rönkvágó szalagfűrészszel dolgozó kemény lombos fűrészüzemek technológiájának gazdasági összehasonlítása</i> .....	9
<i>Tomek Antalné—Vargyai Kornélia: Mattfényezési eljárás módosítása</i> .....	49
<i>Dr. Hadnagy József: A pozdorja bútortalap gyártásakor keletkező por felhasználási lehetősége a homogén és háromrétegű lapgyártásban</i> .....	65
<i>Lele Dezső: Szárítási technológia kidolgozása afromózia és finn-nyír fafajokra</i> .....	87
 <i>Faanyagvédelem</i>	
<i>Bálint Gyula: Farontógombák elleni újabb érintő és légzési mérgek hazai kikísérletezése</i> .....	103
<i>Bálint Gyula—Tomek Antalné—Hegedűs Lászlóné—Vehovszky Júlia: Állandó jellegű bányavágatok biztosítására használatos faválasztékok használati élettartamának növelése antiszeptikumokkal</i> .....	113
 <i>Korszerű bútorméretezés</i>	
<i>Newwirth Edit: A jelenleg gyártott és az elméleti síkon számított vastagsági méretekkel elkészített bútoripari termékek vizsgálata statikus terhelés esetére</i> .....	137
<i>Lele Dezső—Newwirth Edit: Farostlemezről készült bútoralaktrészek szükséges vastagsági méretének meghatározása</i> .....	165
<i>Lele Dezső: Bútoralaktrészek mérettűrési és illesztési rendszerének kidolgozása</i> .....	187
 <i>Közgazdasági kutatások</i>	
<i>Dr. Szabó Károly: A termelés programozása a fűrésziparban</i> .....	217
<i>Dr. Tusa Gábor: A forgácslap felületnemesítés gazdaságossága</i> .....	247
 <i>Automatizálás</i>	
<i>Dr. Ruska László: A műgyanta mennyiségének folyamatos mérése és önműködő szabályozása</i> .....	271
<i>Dr. Ruska László: Folyamatos műszeres térfogatsúlymérés a forgácslapgyártásban</i> .....	309
 <i>Új vizsgálati és mérési módszerek</i>	
<i>Dr. Hadnagy József: Lakkszórással felületkezelt farostlemezek egyes vizsgálati módszereinek kidolgozása</i> .....	327

<i>Tamás József: Újrendszerű vastagsági mérőműszerek kidolgozása . . . . .</i>	<b>339</b>
<i>Tamás József: Pneumatikus simaságmérő műszer . . . . .</i>	<b>355</b>
<i>Tamás József: Dagadásvizsgáló berendezés . . . . .</i>	<b>361</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Э. Шомкути: Предисловие .....	5
<i>Исследования новых технологических процессов</i> .....	
Д-р Л. Петри: Сравнительная экономическая оценка производства лесопильных заводов, перерабатывающих твердые листовые породы древесины, в случае применения пилам и ленточных пил для распиловки кряжей .....	9
А.-не Томек—К. Вардяи: Изменение способа матовой полировки .....	49
Д-р Й. Хаднадь: Возможность применения пыли, образующейся в ходе производства костриковых столярных плит в гомогенных и ТРИПО столярных плитах .....	65
Д. Леле: Разработка технологии сушки по афромозийским и финским березовым видам древесины .....	87
<i>Защита древесины</i>	
Д. Балинт: Отечественная разработка новейших контактных ядов и ядовитых газов против грибов, портящих древесину .....	103
Д. Балинт—А.-не Томек—Л.-не Хегбюш—Ю. Веховски: Повышение долговечности пользования асортиментов древесины, применяемой для постоянного по характеру горно-рудного крепежа посредством антисептических веществ .....	113
<i>Современное димензионирование мебели</i>	
Э. Нейвирт: Разработка практического метода расчетов корпусной мебели и мебельных деталей, изготовленных из заменителей древесины и определение размеров толщины деталей типов мебели, производимой в настоящее время .....	137
Д. Леле—Э. Нейвирт: Определение размеров толщины, необходимой для деталей мебели, изготовленной из древесно-волоконистых плит .....	165
Д. Леле: Разработка системы допусков и припасовки мебельных деталей .....	187
<i>Экономические исследования</i>	
Д-р К. Сабо: Линейное программирование производства в лесопильной промышленности .....	217
Д-р Г. Туша: Рентабельность обработки поверхности стружечных плит .....	247
<i>Автоматизация</i>	
Д-р Л. Рушка: Непрерывное измерение и автоматическая регулировка количества смол, загружаемых в смесительную машину в технологии производства древесно-стружечных плит .....	271
Д-р Л. Рушка: Непрерывное измерение объемного веса приборами в производстве древесно-стружечных плит .....	309

*Новые способы испытаний и измерений*

- Д-р Й. Хаднадь: Разработка отдельных методов исследования древесноволокнистых плит, обработанных по поверхности распылением лака . . . . . 327*
- Й. Тамаш: Разработка методов измерения толщины по новой системе . . . . . 339*
- Й. Тамаш: Пневматический измеритель гладкости . . . . . 355*
- Й. Тамаш: Установка для исследования разбухания (набухания) . . . . . 361*



## CONTENTS

<i>Dr. E. Somkúti: Preface</i> .....	5
<i>Research of new technologies</i> .....	7
<i>Dr. L. Petri: Comparative economical evaluation of the sawmill production processing hard broad leaved timber by frame saw and log band saw</i> .....	9
<i>Mrs. A. Tomek—Miss K. Vargyai: Modification of mat glossing method</i> .....	49
<i>Dr. J. Hadnagy: The using possibility of powder arisen in the harle blockboard production to the homogeneous and TRIPO blockboards</i> .....	65
<i>D. Lele: Elaboration of a seasoning technology for the afromosia and Finnish birch species of tree</i> .....	87
<i>Wood protection</i>	
<i>G. Bálint: Home development by experimentation of newer contact and respiratory wood-rotting fungi poisons</i> .....	103
<i>G. Bálint—Mrs. A. Tomek—Mrs. L. Hegedűs—Miss J. Vehovszky: The increase of service life of the timber assortments by antiseptics used for the insuring of the permanent mine openings</i> .....	113
<i>Modern furniture sizing</i>	
<i>E. Newirth: Elaboration of a practical method for the dimensioning of furniture components and of corpus furniture made from wood substitutes and the thickness sizing of the at the present produced furniture type components</i> ....	137
<i>D. Lele—E. Newirth: Determination of required thickness size of furniture components made of fibreboard</i> .....	165
<i>D. Lele: Elaboration of a size tolerance and jointing system of the furniture components</i>	187
<i>Economic researches</i>	
<i>Dr. K. Szabó: The linear programming of production in the sawmill</i> .....	217
<i>Dr. G. Tusa: The economicalness of the chipboard improvement</i> .....	247
<i>Automatization</i>	
<i>Dr. L. Ruska: The continuous measuring and automatic regulating of synthetic quantity</i> .....	271
<i>Dr. L. Ruska: Continuous instrumental volume weight measuring in the chipboard production</i> .....	309
<i>New investigation and measuring methods</i>	
<i>Dr. J. Hadnagy: Elaboration of individual test methods of fibreboard surface treated by lacquer spray</i> .....	327
24*	371



<i>J. Tamás:</i> Elaboration of thickness measuring methods of new system . . . . .	339
<i>J. Tamás:</i> Pneumatic smoothness tester . . . . .	355
<i>J. Tamás:</i> Apparatus for the swelling investigation . . . . .	361

## INHALT

<i>Dr. E. Somkuti: Vorwort</i> .....	5
<i>Forschung neuer Technologien</i> .....	
<i>Dr. L. Petri: Vergleichende ökonomische Auswertung der das harte Laubholz verarbeitenden Sägewerke die mit Gattersägen und mit Bandsägen arbeiten</i> .....	9
<i>Frau Ing. A. Tomek—K. Vargyai: Die Änderung des Mattpolierungsverfahrens</i> ...	49
<i>Dr. J. Hadnagy: Anwendung des bei der Herstellung der Schäbenplatten entstehenden Staubes zur Herstellung der homogenen und TRIPO Tischlerplatten</i> .....	65
<i>D. Lele: Ausarbeitung der Trocknungstechnologie für die Afriamosia und die finnische Birke</i> .....	87
<i>Holzschutz</i>	
<i>G. Bálint: Das heimatische experimentell Herausbekommen der neueren Berührung- und Atmungsgifte gegen die holzstörenden Pilze</i> .....	103
<i>G. Bálint—Frau Ing. A. Tomek—Frau Ing. L. Hegedüs—J. Vehovszky: Die Erhöhung der Lebensdauer der Holzsortimente, die zur Sicherung der ständigen Grubenbaue gebraucht sind, mit antiseptischen Materialien</i> .....	113
<i>Zeitgemässe Möbelbemessung</i>	
<i>E. Neuwirth: Die Ausarbeitung einer praktischen Methode für die Bemessung des Korpusmöbels und der Korpusmöbel-Bestandteile, die aus holzersetzenden Materialien hergestellt sind und die Dickenmassbestimmung der in Gegenwart hergestellten Möbelbestandteiltype</i> .....	137
<i>D. Lele—E. Neuwirth: Die notwendige Dickenmassbestimmung der aus den Holzfasertafeln hergestellten Möbelbestandteile</i> .....	165
<i>D. Lele: Ausarbeitung des Systems der Mastoleranzen und Passungen auf dem Gebiet der Möbelbestandteile</i> .....	187
<i>Volkswirtschaftliche Forschungen</i>	
<i>Dr. K. Szabó: Die linear Programmierung der Produktion in der Sägeindustrie</i> ....	217
<i>Dr. G. Tusa: Die Wirtschaftlichkeit der Spanplatten-Oberflächenveredelung</i> .....	247
<i>Automatisierung</i>	
<i>Dr. L. Ruska: Die kontinuierliche Messung und automatische Regelung der Kunstharzmenge</i> .....	271
<i>Dr. L. Ruska: Kontinuierliche Raumgewichtmessung mit Geräten in der Spanplattenherstellung</i> .....	309
<i>Neue Forschungs- und Messmethoden</i>	
<i>Dr. J. Hadnagy: Die Ausarbeitung einiger Prüfmethode der mit Lackstreuungsmethode oberflächenbehandelten Holzfasertafeln</i> .....	327
<i>J. Tamás: Ausarbeitung der Dickenmessmethoden von neuem System</i> .....	339
<i>J. Tamás: Pneumatischer Glätteprüfer</i> .....	355
<i>J. Tamás: Quellungsprüfende Einrichtung</i> .....	361