

FAIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

FAIPARI KUTATÁSOK

1961. 2. szám



MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ

FAIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

FAIPARI KUTATÁSOK

1961. 2. SZÁM

MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ
BUDAPEST 1962

Szerkesztette
BARLAI ERVIN

© Faipari Kutató Intézet, 1962

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

x

Megjelent 600 példányban, 25,- /A/5/ ivterjedelemben, 137 ábrával
- F-1953 -

x

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

61-7346 - Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest

KUTATÁSOK A KERETFÜRÉSZEKEN ELÉRHETŐ FÜRÉSZÁRU-KIHOZATAL
FOKOZÁSÁVAL KAPCSOLATBAN LOMBOS FÜRÉSZÁRU TERMELESE ESETÉN[¶]

/Kivonatos közlemény/

Barlai Ervin

Munkatársak:

Gippert László, Molnár Tiborné, Darvas László, Madari József,
Frey György

I. BEVEZETÉS

Az erdőgazdaságban kitermelt faanyagok nagy részét - hazánkban mintegy 14 %-át - a fűrészipar dolgozza fel különféle szelvényárúvá. A felfűrészelt rönkmennyiség az összes kitermelt iparifa választéknak mintegy 38 %-át teszi ki. Nem lehet közömbös, hogy a fűrészipar ezt a viszonylagosan nagy mennyiségű rönkanyagot milyen kihozatallal fűrészeli fel, mert a nagy mennyiségek következtében a kihozatálnak minden %-a tekintélyes változást jelent a késztermékek mennyiségében. Pl. hazánkban a fűrészáru-kihozatal mindössze 1 %-os feltételezett emelkedése kb. 4000 m³ fűrészáru-importtól tehermentesítene gazdasági életünket. Ezért indokolt volt, hogy a fűrészáru-termelés kihozatali kérdéseivel a Faipari Kutató Intézet is foglalkozzék.

Ha a termelés folyamatában előálló anyagveszteségeket vizsgáljuk, a vizsgálatokat műveleti helyenként kell elvégezni. A fűrésziparban a termelés egészére vonatkoztatva a legnagyobb anyagveszteség a rönkanyagnak a keretfűrészeken való átengedésekor áll elő. A gyakorlatban előforduló eredmények szerint 1 m³ rönkből közvetlenül a keretfűrész mögött mérve mindössze 0,64-0,72 m³ szelvényárut termelnek. A felfűrészelt rönkanyagnak mintegy 28-36 %-a fűrészporrá és tűzifaértékű hulladékká alakul át. (A fűrésziparban az átlagos rönkátmérő - méréseink szerint - 29 cm és a kitermelt szelvényárúk átlagos vastagsága 33 mm. Erdért adat.) Ez a viszonylagosan nagy anyagveszteség igazolja,

[¶]1957-58 években végzett kutatás.

hogy a keretfűrészek technológiáját az anyagkihozatal szempontjából felülvizsgáljuk.

A keretfűrész kihozatala fokozásának lehetőségére 1933-ban Feldmann és Sapiro szovjet tudósok mutattak rá,^{*} amikor a pengék beosztását a rönkméretől függően a matematikai kihozatal-maximum elvei szerint számításokkal állapították meg. Számításaik igazolják, hogy a keretfűrészelés kihozatala lényegesen fokozható. Eljárásuk mégsem terjedt el, ami két okra vezethető vissza, éspedig:

a/ Számításaik magasabb kihozatali értékeket eredményeztek, mint amilyeneket a valóságban rendszerint el lehet érni. Ez az üzemeket ajánlott rendszerükkel szemben tartózkodásra készítette.

b/ Eljárásuk annyira bonyolult volt, hogy igen sok esetben meghaladta az üzemek műszaki színvonalát.

Hazai vonatkozásban említésre méltó még, hogy rendszerüket fenyőrönkök felfűrészelésére dolgozták ki, nálunk viszont a fűrészipar túlnyomórészen a lombosfák rönkjeit termeli.

Az előzmények meghatározták a hazai kutatás irányát. Ezek szerint:

1. Elfogadtuk Feldmann és Sapironak azt a megállapítását, hogy a matematikai maximum elvének alkalmazása a keretfűrészelés kihozatalának fokozása céljából indokolt.

2. Megvizsgáltuk, hogy Feldmann és Sapiro rendszere alkalmazható-e lombos rönkök felfűrészelésére.

3. Vizsgáltuk, hogy mi az oka a számított és a tényleges kihozatal közötti különbségnek, és ennek kiküszöbölésére új módszert dolgoztunk ki.

4. Igyekeztünk az eljárást annyira leegyszerűsíteni, hogy az az üzemek számára könnyen felhasználhatóvá váljék.

Az ezzel kapcsolatos kutatást foglalja össze ez a jelentés.

^{*}Lásd Barlai Ervin: Kihasznlási szempontok fűrészáru termelésé-
kor, különös tekintettel a kisátmérőjű rönkök feldolgozására.
(Mérnöki Továbbképző Intézet Fa 12.sz. kiadványa 1952.)

II. AZ ALKALMAZOTT KERETFÜRESZTECHNOLÓGIÁK ÁTTEKINTÉSE

a/ Pengebeakasztás előzetes számítások nélkül

Még ma is igen elterjedt technológia. Jellegzetessége, hogy a keretfűrész pengebeosztása és a rönkátmérő között fennálló összefüggéseket egyáltalán nem, vagy csak igen tág értelemben veszi figyelembe. Ez a vágástechnológia nem alkalmas állandó magas kihozatal elérésére, mert a külső szelvénypár szélessége többnyire méreten aluli, vagy felelegesen széles lesz, aminek következtében a rönk értékes részei hulladékba kerülnek.

b/ Pithagorasz tételével számított pengebeosztás

(Σv technológia)

Fejlettebb technológiát jelent, ha a keretfűrészbe beakasztott pengék beosztása és a rönk átmérője között Pithagorasz tétele alapján összefüggést teremtünk. Ebben az esetben

$$d = \sqrt{sz_{\min}^2 + (\Sigma v)^2}, \quad /1/$$

mely egyenletben

$$\Sigma v = n \cdot v + \frac{n \cdot v \cdot m}{100} + (n - 1) \cdot (p + t), \quad /2/$$

ahol

Σv = a szélső pengék egymástól való távolsága (belméret),

n = a kifűrészelt szelvények száma,

v = a kifűrészelt szelvények szabvány szerinti vastagsági mérete (légsz. vastagsági méret),

m = a túlméret %-a,

p = a fűrészpengék vastagsága,

t = a kétoldali terpesztés mértéke.

Vegyesméretű pengebeosztás esetén:

$$n \cdot v = n_1 \cdot v_1 + n_2 \cdot v_2 + \dots + n_x \cdot v_x,$$

vagyis minden egyes vastagság külön szorzandó a gyakorisággal, és a szorzatok összegezendők.

A képlet összetevői világosan mutatják, hogy a képlet a kihozatal befolyásoló tényezők nagy részét felöleli.

Ha az /1/ egyenletet meghatározott d és az sz_{\min} érték mellett Σv -re megoldjuk, akkor a pengebeosztás biztosítja a külső szelvényeknek szabványszerű szélességekben való termelését.

Ezzel a módszerrel a résbőségek nagysága is ellenőrzés alá kerül, ami biztosítja a kihozatal lényeges emelkedését (2-7 % között).³

III. FELDMANN-SAPIRO ELVÉNEK ERVÉNYESÍTÉSE A KERETFÜRÉSZ-TECHNOLÓGIÁBAN

Az említett technológiák nem veszik figyelembe, hogy a kifűrészelt szelvények milyen feltételek mellett biztosítják a maximális szelvényterületeket, ezért határozott fejlődést jelent az előző két technológiával szemben Feldmann és Sapiro módszere, mely a matematikai maximum elvét juttatja érvényre a keretfűrész technológiájában.

A fűrészáru-kihozatal az alábbi képlettel számítható

$$K = \frac{v}{V} \cdot 100, \quad /3/$$

ahol

K = a kihozatal %-ban,

v = a kitermelt fűrészáru köbtartalma m^3 -ben,

V = a felfűrészelt rönk köbtartalma m^3 -ben.

Feltételezve, hogy a gömbfa és a belőle kikerülő fűrészáru hossza azonos, a kihozatalszámítás két dimenzióra redukálható az alábbi képlet szerint:

$$K = \frac{t}{T} \cdot 100, \quad /4/$$

ahol

K = kihozatal %-ban,

t = a kifűrészelt szelvények összterülete cm^2 -ben,

T = a körszelvény területe cm^2 -ben.

³Erről a mérésről külön jelentés készült 1955.szeptember 5-én.

Ebben a képletben

$$T = \frac{d^2 \pi}{4}$$

tehát:

$$K = \frac{4t}{3,14 d^2} \cdot 100 =$$

$$= 127,4 \frac{t}{d^2} \quad /5/$$

Nem szorul bizonyításra, hogy azonos d érték mellett a kihozatal (K) annál magasabb, minél nagyobb a t érték. Következésképpen a keretfűrészben a kihozatal emelésének alapja az, hogy a körszelvényből minél nagyobb összterületű (t) fűrészáru-szelvényeket termeljünk.

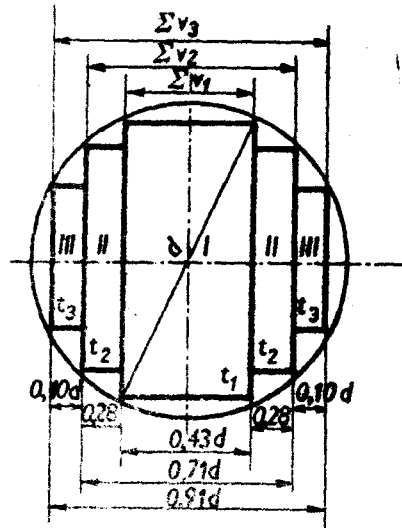
A szelvényterületek növelésére Feldmann és Sapiro azt ajánlják, hogy a rönkből fűrészeléskor az 1. ábra szerinti öt mezőny képezze a fűrészáru-termelés alapját.

Szerintük a t érték a rönkátmérő függvényében kifejezve akkor a legnagyobb, ha az I mezőny vastagsága $0,43 d$, a II + II mezőnyök vastagsága $0,14 d + 0,14 d$, végül a III + III mezőnyök vastagsága $0,1 d + 0,1 d$. Ebben az esetben három Σv értékkel kell számolni, melyek az alábbiak:

$$\Sigma v_1 = 0,43 d, \quad /$$

$$\Sigma v_2 = 0,71 d, \quad /$$

$$\Sigma v_3 = 0,91 d. \quad /8/$$



T - kör terület

1. ábra

1. táblázat

A mezőnyök jele	Vastagsága	Szélessége
I	$\sum v_1 = 0,43 d$	$sz_1 = \sum v_3 = 0,91d$
I + (II + II)	$\sum v_2 = 0,71 d$	$sz_2 = \sum v_2 = 0,71d$
I + (II + II) + (III + III)	$\sum v_3 = 0,91 d$	$sz_3 = \sum v_1 = 0,43d$

Feldmann és Sapiro ezekre a megállapításokra abból az elvből kiindulva jutottak, mely szerint a körbe berajzolható legnagyobb terület a négyzet. Elméletük helyessége az alábbi számítással igazolható:

Feldmann és Sapiro feltételezése szerint

$$a = b = c = f = 0,707 d, \text{ és}$$

$$t_{\max} = t_1 + 4 t_2$$

$$t_{\max} = (0,707 d)^2 + 4 (0,1 d \cdot 0,43 d),$$

t_{\max} = a d átmérőjű körből kihalozható legnagyobb szelvényterületek összege, mely a legnagyobb kihalozást biztosítja.

Bizonyítás:

$$t_1 = a \cdot b$$

Pithagorasz szerint:

$$a^2 + b^2 = 4 r^2 \quad /9/$$

$$b = \sqrt{4 r^2 - a^2}$$

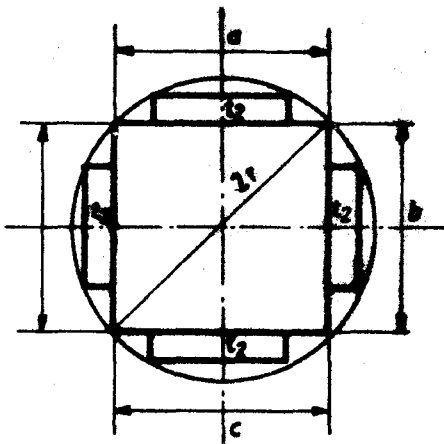
$$t_1 = a \cdot b = a \cdot \sqrt{4 r^2 - a^2} =$$

$$= \sqrt{4 r^2 \cdot a^2 - a^4} =$$

$$= (4 \cdot r^2 \cdot a^2 - a^4)^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{dt_1}{da} = \frac{1}{2} (4 r^2 \cdot a^2 - a^4) -$$

$$- \frac{1}{2} \cdot (8 r^2 \cdot a - 4 a^3).$$



2. ábra

t_1 maximum számítása:

$$\frac{dt_1}{da} = 0$$

$$8 r^2 a - 4 a^3 = 0$$

$$4 a^2 = 8 r^2$$

$$a^2 = 2 r^2$$

$$a_0 = \sqrt{2 r^2} = \sqrt{2} r$$

$$b_0 = \sqrt{4 r^2 - 2 r^2} = \sqrt{2 r^2} = \sqrt{2} r$$

$$t_1 \text{ max} = a \cdot b, \text{ ha } a = b = \sqrt{2} r = \sqrt{2} \frac{d}{2} = 0,707 d \approx 0,71 d,$$

vagy Pithagorasz szerint:

$$2 a^2 = d^2, d = \sqrt{2 a^2}, a = \frac{d}{\sqrt{2}} = 0,707 d \approx 0,71 d.$$

t_1 minimum számítása:

$$\frac{dt_1}{da} = 0$$

$$\frac{1}{2} (4 r^2 \cdot a^2 - a^4)^2 = 0$$

$$4 r^2 = a^2$$

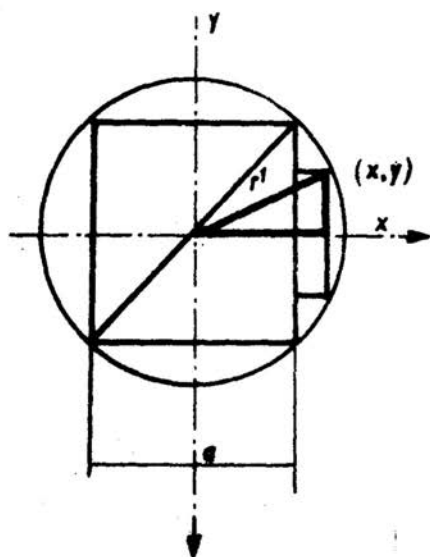
$$a = \sqrt{4 r^2} = 2 r$$

$$a_0 = 2 r$$

$$b_0 = \sqrt{4 r^2 - 4 r^2} = 0$$

$$t_1 \text{ min} = a \cdot b = 2 r \cdot 0 = 0.$$

Miután a második szélsőérték minimum, következik a második differenciálhányados külön elemzése nélkül, hogy az első szélsőérték maximum.



3.Ábra

A t_2 területek számítása:

$$t_2 = 2 y \left(x - \frac{a}{2} \right)$$

$$\frac{a}{2} = \frac{r}{\sqrt{2}}$$

$$y = \sqrt{r^2 - x^2}$$

$$t_2^2 = 4 (r^2 - x^2) \left(x - \frac{r}{\sqrt{2}} \right)^2$$

$$\frac{d(t_2^2)}{dx} = -2 x \left(x - \frac{r}{\sqrt{2}} \right)^2 +$$

$$+ 2 (r^2 - x^2) \left(x - \frac{r}{\sqrt{2}} \right)$$

$$x \left(x - \frac{r}{\sqrt{2}} \right)^2 =$$

$$= (r^2 - x^2) \left(x - \frac{r}{\sqrt{2}} \right)$$

$$x^2 - x \frac{r}{\sqrt{2}} = r^2 - x^2$$

$$2 x^2 - x \frac{r}{\sqrt{2}} - r^2 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{\frac{r}{\sqrt{2}} \pm \sqrt{\frac{r^2}{2} + 8 r^2}}{4} = \frac{\frac{r}{\sqrt{2}} (1 \pm \sqrt{17})}{4}$$

x_1 negatív, ezért csak x_2 -t vizsgáljuk.

$$x_2 = 0,903 d \approx 0,91 d$$

/10/

Ha $x = 0,9 r$

$$y_0 = \sqrt{r^2 - x_0^2} = \sqrt{r^2 - 0,9^2 r^2} = r \sqrt{0,19} = d \frac{\sqrt{0,19}}{2}$$

$$2 y_0 = d \sqrt{0,19} = 0,435 d \approx \underline{0,43 d}$$

/11/

Az így kiszámított mézőnméretek alapján megállapított kihozzal:

$$\begin{aligned}
K &= \frac{t}{T} \cdot 100 = \frac{I + 2 \cdot II + 2 \cdot III}{T} \cdot 100 = \\
&= \frac{(0,43 \text{ d} \cdot 0,91 \text{ d}) + 2 \cdot (0,14 \text{ d} \cdot 0,71 \text{ d})}{\frac{d^2 \pi}{4}} + \\
&+ \frac{2 \cdot (0,1 \text{ d} \cdot 0,43 \text{ d}) \cdot 100}{\frac{d^2 \pi}{4}} = \\
&= 49,85 + 25,32 + 10,95 = \underline{86,12 \%}.
\end{aligned}$$

/12/

Eszerint az egyes mezőnyök illetve mezőnypárok részaránya a kihozatalban:

I mezőny	(49,85)	50 %
II + II	" (25,32)	25 %
III + III	" (10,95)	<u>11 %</u>
összes kihozatal		86 % és

$$I : (II + II) : (III + III) = 1 : 0,5 : 0,22$$

/13/

Ez a kihozatali érték tisztán elméleti. A gyakorlatban elérhető kihozatalt számos befolyásoló tényező csökkenti, melyek a részarányokat is módosítják és amelyekről később lesz szó.

Feldmann és Sapiro állításait a bizonyítás alapján elfogadhatjuk, mint olyanokat, amelyeket a keretfűrész technológiájában a pengebeosztások meghatározására a magasabb kihozatal elérése érdekében alkalmazni lehet.

IV. A FELDMANN-SAPIRO ELV ALKALMAZÁSÁNAK MÓDSZERE SZÉLEZETLEN LOMBOSFÜRÉSZÁRU TERMELÉSE BSETÉN

A Feldmann-Sapiro elv alkalmazásával kapcsolatban az alábbi módszertani kérdések merülnek fel:

a/ Az elvet a két- vagy háromdimenziós rendszerbe célszerű beépíteni?

b/ A kihozatalok kiszámítása célszerűen milyen eljárás alkalmazásával történhet?

c/ A szélezetlen palló kétféle mérésmódjából adódó különböző szélességek nem akadályozzák-e az elv alkalmazását?

d/ Az egyes rönkvastagsági csoportokon belül a $\sum v$ értékek melyik rönkátméreire számítandók?

e/ Kielégíti-e a $\sum v_3 = 0,91 d$ összefüggés a minimális szélességekre vonatkozó szabványelőírásokat?

Ad a/ Felmerül a kérdés, hogy kemény lombos fűrészáru fűrészelése esetén Feldmann és Sapiro elvének alkalmazására a kétdimenziós vagy a háromdimenziós kihozatali rendszer a megfelelőbb? A /4/ kihozatali képlet kizárólag a kifűrészelt szelvények és a körszelvény területének viszonya alapján állapítja meg a kihozatalt. Ezzel szemben a gyakorlatban a kihozatal a kitermelt fűrészáru és a felfűrészelt rönk volumene szerint alakul, tehát három dimenzióban jelenik meg. Erre az esetre a /3/ képlet érvényes:

$$K = \frac{V}{v} \cdot 100.$$

Ez a képlet értelemszerűen hasonló az előzőhöz, vagyis a

$$K = \frac{t}{T} \cdot 100$$

képletéhez.

A különbséget az okozza, hogy mind a számlálót, mind a nevezőt meg kell szorozni h -val, a fűrészáru illetve h' -val, a rönk hosszúságával, mert

$$v = t \cdot h \quad /14/$$

$$V = T \cdot h'. \quad /15/$$

Ha a fűrészáru és a rönk hossza egyenlő ($h = h'$), akkor a kétdimenziós és háromdimenziós kihozatalszámítási rendszer ugyanolyan eredményekre vezet. Ha ellenben h különbözik h' -től, akkor a kétdimenziós és háromdimenziós rendszerrel számított eredmények közt különbségek mutatkoznak.

Az üzemi felhasználásra ajánlott módszerek kiválasztásakor arra kell törekedni, hogy a módszer minél egyszerűbb legyen. Ilyen megfontolás alapján a kétdimenziós rendszert célszerű előnyben részesíteni. A kétdimenziós rendszer használata mellett

szól az is, hogy szélezetlen lombos fűrészáru esetében úgy a fűrészáru, mint a rönk szelvényméreteit hosszközépen mérik és a szelvényméreteket nem a csucsátmérő határozza meg.* Ezért a $\sum v$ értékek a középátmérő alapján számíthatók.

A szélezetlen lombos fűrészáru keskenyebbik vége az előírt minimális szélességnél keskenyebb is lehet, általában a vastagság kétszerese (gyakorlatban kialakult méret). Például a 25 mm vastag szélezetlen lombos fűrészáru előírt minimális szélessége 12 cm, de a csucsrészen ez a szélesség 5 cm-ig csökkenhet. Ezáltal lehetővé válik hazai rönkviszonyaink mellett, mivel $h = h'$, a kétdimenziós rendszer alkalmazása.

E feltételezés alapján számításokat végeztünk annak a megállapítására, hogy a két- és háromdimenziós rendszer alkalmazása a kihozatal számszerű értékeiben okoz-e eltérést. A számításokat a Feldmann és Sapiro mezőnyökre vonatkoztattuk. A számítások eredménye az alábbi:

20 cm átmérőjű rönk esetén, ha az átlagos rönkhosszuság $h' = 3,20$ m és a folyóméterenkénti vastagodás ill. vékonyodás 0,8 cm, akkor:

$$d_{\text{közép}} = 20 \text{ cm}$$

$$d_{\text{csucs}} = 20 - (0,8 \cdot 1,60) = 18,7 \text{ cm}$$

$$\sum v_3 = 0,91 d = 18,2 \text{ cm.}$$

$$\begin{aligned} \text{A III mezőnyök vastagsága} &= 0,1 d = 20 \text{ mm} \\ \text{szélessége} &= 0,43 d = 86 \text{ mm.} \end{aligned}$$

A gyakorlatban kialakult szokás szerint a III mezőnyök szélessége a csucsán:

$$sz_{\text{csucs}} = 2 \cdot 0,1 d = 40 \text{ mm.}$$

Kérdés, hogy ezt a szélességi méretet a csucsátmérő, amely 18,7 cm biztosítja-e?

$$sz_{\text{csucs}} = \sqrt{d_{\text{csucs}}^2 - (\sum v_3)^2} = \sqrt{18,7^2 - 18,2^2} = 4,3 \text{ cm.}$$

A különbség a lehetséges (minimális) és tényleges szélesség között +3 mm.

Minél vastagabb a rönk, annál nagyobb a pozitív különbség az s_{csucs} minimális szélességi méret és a termelésnél adódó tényleges szélességi méret között.

A számítások szerint tehát a kétdimenziós rendszer hazai viszonyok között 3,20 m átlagos rönkhossz esetén kielégíti a

$$h = h'$$

feltételt és ezért a fűrésziparnak ezt a módszert lehet ajánlani.

Ad b/ A kihozatalok kiszámításánál követett eljárás tisztázása.

Módszertani szempontból tisztázni kellett a kihozatalszámításnál alkalmazott eljárást is.

A kétdimenziós rendszerben a használt alapképlet a /4/ alatti:

$$K = \frac{t}{T} \cdot 100$$

Ebben a képletben a T körszelvényterület meghatározott:

$$T = r^2 \pi = \frac{d^2 \pi}{4}$$

T a mindenkori rönkátmérő függvénye.

A t szelvényterületek meghatározásakor azonban figyelemmel kell lenni

1. a résbőségre (b mm)
2. a túlméretre (m %)

A kihozatalba csak a Feldmann-Sapiro mezőnyökbe eső fűrészárut lehet beszámítani (0,91 d pengeszélesség között).

A Feldmann és Sapiro mezőnyök teljes nagyságát az alábbi összefüggéssel határozhatjuk meg:

$$t = (0,43 d \cdot 0,91 d) + 2 (0,14 d \cdot 0,71 d) + \\ + 2 (0,10 d \cdot 0,43 d).$$

/16/

A résbőségek levonása a kihozatal emelésének érdekében helyesen úgy történhet, ha a vágásréseket a II-II és III-III mezőnyterületekre toljuk ki, mert ebben az esetben a vágásrések hossza viszonylagosan a legkisebb. A vágásrések levonása után fenti képlet a következőképpen alakul:

$$t = (0,43 d \cdot 0,91 d) + 2 (0,14 d - b) (0,71 d) + \\ + 2 (0,10 d - b) 0,43 d \quad /17/$$

Ez a képlet a szelvényterületek bruttó értékét adja. A kihozatalok számításánál azonban fűrészszeléskor a vastagsági méretekre ráhagyandó túlméreteket is le kell vonni, meg kell tehát határozni a szelvényterületek nettó értékét. Ezt az alábbi képlet fejezi ki:

$$t = \frac{100}{100 + m} (0,43 d \cdot 0,91 d) + 2 (0,14 d - b) (0,71 d) + \\ + 2 (0,10 d - b) (0,43 d). \quad /18/$$

A szelvényterületeket $m = 4 \%$ értékkel számítva a szorzótényező:

$$\frac{100}{100 + m} = 0,96154$$

A szelvények szélességi méreténél túlmérettel nem kell számolni, mert a magyar szabványelőírások ezt nem teszik szükségessé.

A b érték $3,5$ mm-ben konstans értéként vehető fel.

A mezőnyök (I, II és III) továbbtagozásakor az egyes szelvényekhez tartozó szélességi méretek a fenti elvek alkalmazásával Pithagorasz tételével számíthatók.

Ad c/ A szélezetlen palló mérés módja tekintetében a Feldmann-Sapiro rendszerrel elérhető kihozatali eredmények kiszámítását rendkívül megnehezíti a szabvány előírása (MSZ 6787), mely szerint a szélezetlen fűrészáru szélességi méretét 40 mm-en felül a keskenyebbik és szélesebbik lap számtani középárayosa alapján határozzák meg, hosszközépen mérve. Ez az előírás nem teszi lehetővé a számított eredmények közös alapon történő összehasonlítását.

Ezért az összes szelvényterületet csak a keskenyebbik lap méretével célszerű számítani. Az elvégzett számítások szerint a különbség a két mérés mód között mindössze $0,7-0,9 \%$, ami gyakorlatilag elhanyagolható.

Ezért az összes szelvényterületet csak a keskenyebbik lap méretével számítottuk.

Ad d/ A rönktéren a rönkök 5 cm-es vastagsági csoportonként közös máglyában tárolnak.

Felmerül tehát az a kérdés, hogy a $\sum v$ értékeket az egyes vastagsági csoport legkisebb vagy átlagos rönkátmérője alapján szükséges kiszámítani? Így például a 20-25 cm középméretű vastagsági csoportban a 20 vagy a 22 cm-es átmérőre?

Ha a számításokat 20-50 cm-es rönkátmérőkre elvégezzük, akkor az egyes rönkvastagsági osztályok között az alábbi különbségek tapasztalhatók.

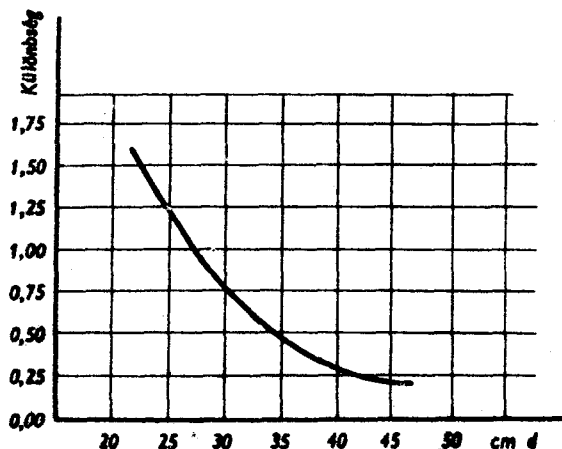
2. táblázat

Rönkvastagság.oszt. d =	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
Különbség	1,61	1,07	0,63	0,41	0,27	0,24

Ezeket a különbségeket grafikusán a 4. ábra tünteti fel.

Az elvégzett számítások lehetővé tették annak a megállapítást, hogy ha a rönköket vastagsági osztályonként 5 cm-es átmérő-szórással azonos pengebeosztással fűrészseljük, a $\sum v$ értékeket d_{minimum} -ra kell számítani. Ha a $\sum v$ értékeket $d_{\text{közép}}$ -vel számoljuk és a pengebeosztást eszerint határozzuk meg, a kihozatal annál nagyobb mértékben csökken, minél kisebb a rönkátmérő.

Ad e/ Meg kellett állapítani továbbá, hogy a $\sum v_3 = 0,91 d$ összefüggés, amely a Feldmann-Sapiro rendszerben a sz_{min} -ot meghatározza, mennyiben elégíti ki a szabványelőírásokat.



4. ábra

Az elvégzett számítások szerint vékony rönkök fűrészelése esetén $d = 20-25$ illetve 30 cm-ig a $\sum v_3 = 0,91 d$ összefüggés mellett a $0,1 d$ vastag szélső fűrészárúk nem érik el a szabványban előírt szélességi méreteket, ezzel szemben a vastag rönköknél túlhaladják azt. Feltétlenül szükséges tehát, hogy a vékony rönkök gazdaságos felfűrészelése érdekében a minimális szélességeket $19-25$ mm vastag fűrészáru esetére a szabványelőírásokban legalább 2 cm-rel csökkentésük, egyébként a keretfűrészelés technológiáját nem volna lehetséges egységes szempontok szerint kialakítani.

Összefoglalásképpen a módszertani kérdésekkel kapcsolatban megállapítható volt, hogy:

1. a széleztelen lombos fűrészáru termelésével kapcsolatos kihozatalszámítások célszerűen a kétdimenziós rendszerben végezhetők,
2. a szelvényterületeket a keskenyebbik lap mérete alapján indokolt kiszámítani,
3. a rönkvastagsági csoporton belül a $\sum v$ értékeket d_{\min} -ra kell meghatározni,
4. az egységes módszer kialakítása érdekében szabványmódosítás szükséges, a $19-25$ mm v. fűrészáru minimális szélességének 8 cm-ig való csökkentésére.

V. A KIHUZATALT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA

A módszertani kérdések tisztázása után vizsgálat tárgyává kell tenni a kihozatalt befolyásoló tényezőket. A befolyásoló tényezők a Feldmann-Sapiro mezőnyökkel számított elméleti kihozatalt ugyyszólván kivétel nélkül csökkentik. Az elméleti kihozatalt tehát ezeknek arányában redukálni kell. Ezzel az eljárással meghatározhatók a gyakorlatban elérhető kihozatali értékek, és megszüntethető az eljárásnak az a hátránya, hogy az elérhető kihozatalhoz képest túl magas értékeket eredményez.

A kihozatalt a gyakorlatban a következő tényezők befolyásolják:

- a/ rönkátmérő,
- b/ a szelvények túlméretezése,
- c/ a résbőség,

- d/ a rönkmérő, túlméretezés és résbőség együttes hatása,
- e/ a fűrészelés technikai pontatlansága,
- f/ a rönkök vastagsági osztályozásának határértékei,
- g/ a rönkök alakhi hibái,
- h/ az alapszelvények további tagozódása (sokfűrészesesség).

Ad a/ Rönkmérő

Elméletileg a Feldmann-Sapiro mezőnyök bármely rönkmérő esetén ugyanazt a kizozatalt eredményezik. Ennek matematikai bizonyítása az alábbi:

$$K = \frac{t}{T} \cdot 100,$$

ahol

$$t = (0,43 d \cdot 0,91 d) + 2 (0,14 d \cdot 0,71 d) + \\ + 2 (0,1 d \cdot 0,43 d) = 0,3913 d^2 + 0,1988 d^2 + \\ + 0,0860 d^2 = 0,6761 d^2$$

$$T = \frac{d^2 \pi}{4}.$$

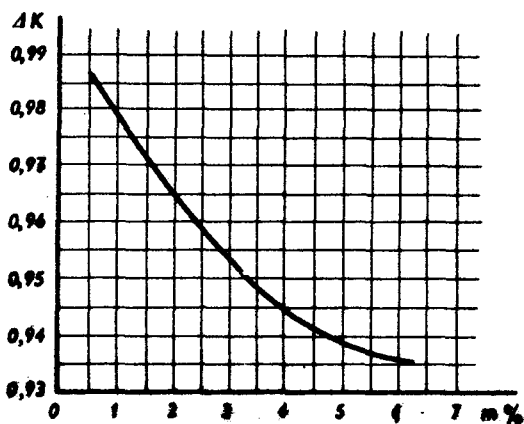
Az értékeket K képletbe helyettesítve:

$$K = \frac{4 \cdot 0,6761 d^2}{3,14 d^2} \cdot 100 = 86,12 \%$$

A megállapított érték kizárólag elméleti jelentőségű.

Ad b/ Túlméret

A következő befolyásoló tényező a túlméret. A kifűrészelt szelvényeket nem számíthatjuk a t területbe valóságos nagyságukban, mert a fűrészárut annak beszáradása miatt túlmérettel kell termelni. Ezért a kiszámított szelvényvastagságokat (fafajtától függően) m %-kal csökkenteni kell. A szélességi méretekre a szélezetlen lombos fűrészáru esetén túlméretet általában nem számítanak. A szelvényterületek kiszámítása az alábbi képlettel történhet:



5.ábra

$$t = \frac{100}{100 + m} (0,43 d \cdot 0,91 d) + 2 (0,14 d \cdot 0,715 d) + 2 (0,1 d \cdot 0,43 d). \quad /19/$$

Különböző m túlméret-% esetén a K kihozatal értéke más és más.

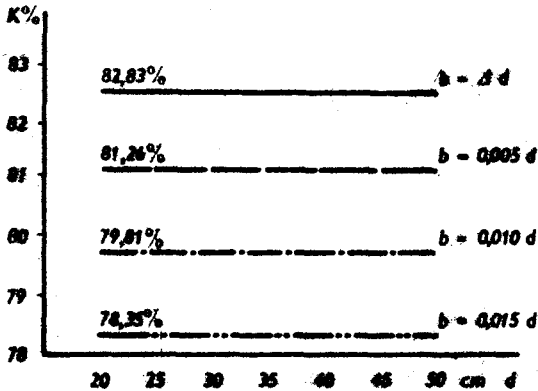
A relatív különbségeket %-ban kifejezve az 5.ábra szemlélteti.

A Feldmann-Sapiro mezőnyökre számított kihozatalt tehát a túlméretezés minden 1 %-a átlag 1 %-kal csökkenti.

Ad c/ Résbőség

Az eddig tárgyalt befolyásoló tényezők vizsgálata szerint a kihozatal független a rönk átmérőjétől. Ez a megállapítás ellenében áll a gyakorlati tapasztalatokkal. Nyilvánvaló, hogy a befolyásoló tényezők között van olyan is, amely a kihozatalt függővé teszi a rönk átmérőjétől. Az első ilyen befolyásoló tényező a résbőség.

Ha a kihozatalokat a rönkátmérő függvényében kifejezett résbőségek figyelembevételével és 4 % túlmérettel számítjuk, akkor a kihozatal a résbőségekkel fordított értelemben változik, de a rönkátmérőtől független marad (6.ábra).



6.ábra

A rönkátmérő, mint a kihozatal befolyásoló tényező, akkor jelentkezik, ha a résbőséget nem a d függvényében fejezzük ki, hanem konstans gyakorlati értékekkel, pl.:

$$b = 2,5 \text{ mm} \quad b = 3,5 \text{ mm}$$

$$b = 3,0 \text{ mm} \quad b = 4,0 \text{ mm.}$$

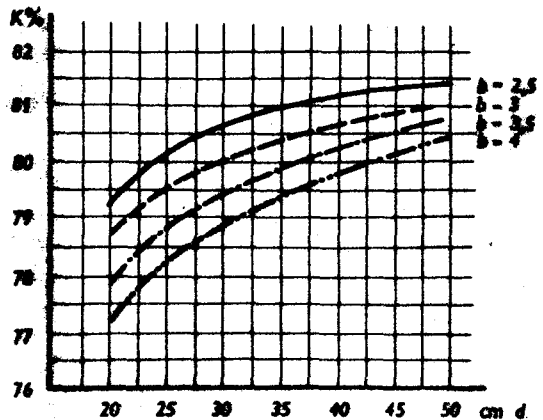
Ebben az esetben a kihozatal a rönkátmérőtől függően egyértelmű

változó értékeket mutat, mert a szelvényvastagságokból konstans értékeket vonunk le, melyek a szelvényterületeket annál nagyobb mértékben csökkentik, minél kisebb a rönkátmérő.

Az egyes kihozatali értékeket különféle b és d értékek mellett a 7.ábra szemlélteti.

Megállapítható, hogy a kihozatal 0,5 mm résbőség növekedésére 20-35 cm vastag rönkök felfűrészelésekor abszolút értékben átlag 0,5 %-kal, 35-50 cm-es rönkök felfűrészelésekor pedig átlag 0,3 %-kal csökken. Tehát a résbőség hatására a kihozatal annál nagyobb mértékben csökken, minél kisebb a rönkátmérő.

Ha figyelembe vesszük emellett, hogy a kihozatalra befolyással levő egyéb tényezők hatása is az alsó rönktartományban a legnagyobb (mert pl. a gyakorlatban alkalmazott üzemi résbőség, $b = 3,5$ mm esetén, $d = 20-35$ cm-ig a kihozatal 0,84 %-kal csökken), arra lehet következtetni, hogy a vékony pengék használatának a



7.ábra

kihozatal javítás szempontjából főleg a 20-35 cm vastag rönk-tartományban van jelentősége.

Ad d/ A rönkátmérő, túlméret és résbőség együttes hatása
a kihozatalra

Miután egyenként végigvizsgáltuk a felsorolt három befolyásoló tényezőt, szükségesnek mutatkozott kihozatalt csökkentő hatásuknak együttes vizsgálata is, mert e tényezők hatása egyidőben jelentkezik. Ez a vizsgálat alapgrafikon megszerkesztését eredményezte. Erre vonatkoztattuk a további kihozatalt befolyásoló tényezőket. Az alapgrafikon azokat a kihozatalokat tünteti fel, amelyeket szabályos alaku rönköknek az öt Feldmann-Sapiro mezőnyre való pontos felfürészése eredményez.

A kiszámított értékeket a 8.ábra szemlélteti.

A grafikont ábrázoló pontsor egy általános alaku parabola egyenletével közelíthető meg oly módon, hogy a kiegyenlítő parabola vonala átmegy a grafikon két szélső és középső pontján.

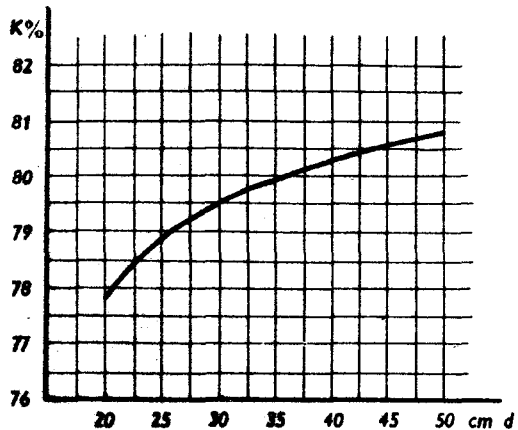
Felírva a három feltételi egyenletet:

$$\begin{aligned}77,88 &= 20^2 a + 20 b + c \\79,85 &= 35^2 a + 35 b + c \\80,82 &= 50^2 a + 50 b + c,\end{aligned}$$

és megoldva az egyenletrendszert, meghatározható a három ismeretlen együttható, az a, b és c, amelyekre a következő értékek adódtak:

$$\begin{aligned}a &= -0,00222 \\b &= +0,2535 \\c &= +73,70\end{aligned}$$

Ezek felhasználásával tehát a másodfoku parabola egyenlete a következő alaku lesz:



8.ábra

$$K = -0,00222 d^2 + 0,2535 d + 73,70$$

/20/

Ellenőrizve az egyenletet azt találjuk, hogy alig van eltérés a grafikonon tételelesen számított pontjai és az egyenletből számított ordináták között.

3. táblázat

d	K %	Egyenletből számított parabola ordináták	k	Megjegyzés
20	77,88	77,88	0,00	Felvett érték
25	78,86	78,72	0,14	Felvett érték
30	79,51	79,42	0,09	
35	79,85	79,85	0,00	
40	80,33	80,40	0,07	Felvett érték
45	80,60	80,68	0,08	
50	80,82	80,82	0,00	

Az egyenlet tehát az alapgrafikont kielégíti. A grafikon alapján az alábbi megállapítások tehetők:

1. A Feldmann-Sapiro mezőnyökben való fűrészeléskor a kihozatal kevésbé függ a rönkátmérőtől, mint más technológiák alkalmazásakor. A $d = 20$ és 50 cm-es rönkökből elérhető kihozatalok közötti különbség mindössze $80,82 - 77,88 = 2,94$ %.

2. Minél vékonyabb a rönk, annál indokoltabb a Feldmann-Sapiro vágástechnológia alkalmazása, amit az bizonyít, hogy a kihozatalemelkedés $20-35$ cm vastag rönkök felfűrészelésekor $2,10$ %, míg $35-50$ cm esetén mindössze $0,84$ %.

Ad e/ Technikai pontatlanság

Kísérleti mérések azt igazolták, hogy a keretfűrészekben a Σv értékek (szélsőpengék egymástól való távolsága) beállítása a betétek pontatlansága, valamint a pengevastagságok különbsége miatt ritkán pontos. A gyakorlatban beállított Σv méret (Σv) legtöbbször $1-2$ %-kal nagyobb a számítottnál.

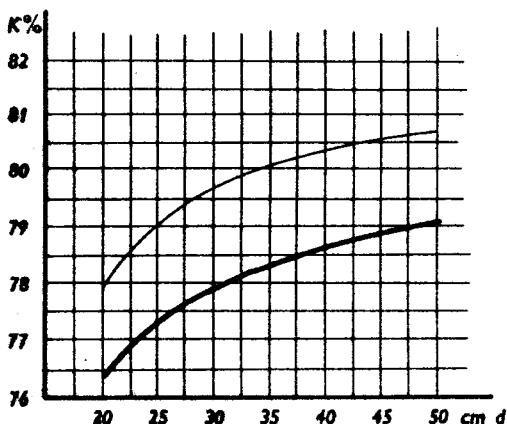
A beállítás pontatlansága csökkenti a kihozatalt, éppen ezért azt, mint redukciós tényezőt, figyelembe kell venni. A gyakorisági érték:

$$\sum' v = \sum v + \frac{\sum v}{100} .$$

Az alapgrafikon módosulását a technikai pontatlanság miatt a 9. ábra szemlélteti.

A technikai pontatlanság vizsgálata az alábbi megállapításhoz vezetett:

Bár a technikai pontatlanság okozta kihozatalcsökkenés nagysága az átmérő változásával egyértelműen kis mértékben változik (1,62-1,73 %), a gyakorlat számára átlagértékekkel számítható, mely az alapgrafikon szintjét 1,70 % névleges kihozatalkülönbséggel csökkenti. Következésképpen bármely előre számított kihozatali érték a technikai pontatlanság következtében 2,10 %-kal csökkentendő.



9. ábra

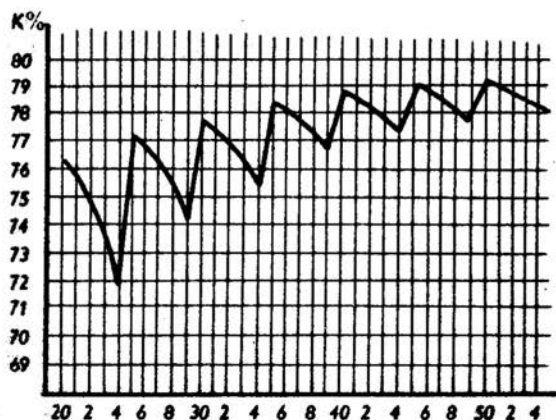
Ad f/ A rönkök vastagsági osztályozásának határértékei

A gyakorlatban a lombosfa rönköket 5 cm-es vastagságonként osztályozzák (20-24 cm, 25-29 cm, 30-34 cm, 35-39 cm, 40-44 cm és 45-49 cm).

Ebben a technológiában a $\sum v$ értékek ($\sum v_1, \sum v_2$ és $\sum v_3$) egy vastagsági osztályon belül 5 cm-es rönkátmérő-határok között konstansak, ami mezőnyeltolódást okoz. Meg kellett vizsgálni, hogy ez a körülmény mennyire csökkenti a kihozatalt?

Ha a kihozatalokat konstans $\sum v$ értékekkel (d minimumra számítva) az egyes vastagsági osztályokon belüli rönkátmérőkre egyenként meghatározzuk, a nyert értékeket a 10. ábra szemlélteti.

Megállapítható, hogy minél jobban tér el a felfűrészelt rönk átmérője attól a rönkátmérőtől, melyre a $\sum v$ értékeket számítottuk, annál nagyobb mértékben csökken a kihozatal. Megállapítható továbbá, hogy a kihozatal csökkenésének viszonylagos



10.ábra

mértéke annál nagyobb, minél kisebbek a vastagsági osztályba tartozó rönktátmérők.

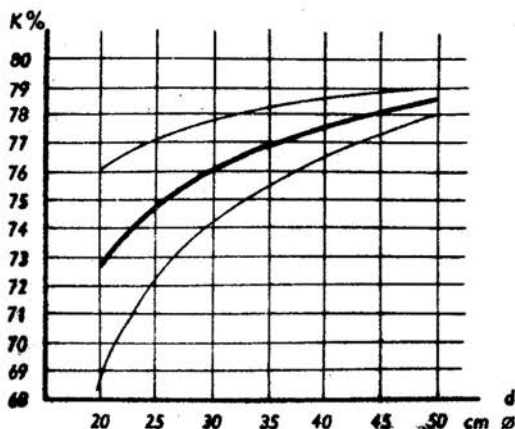
Feltételezve, hogy egy-egy rönkvastagsági osztályon belül öt átmérő (pl. 20, 21, 22, 23 és 24 cm) előfordulása megközelítően egyenlő, a redukció mértéke számtani középárányossal számítható. Ha ugyanis az üzem d_{\min} -ra számított \square_v értékekkel d_{\min} és d_{\max} átmérőjű rönköket fűrészsel, akkor kihozatala két szélső határértékre áll be. A közbenső rönktátmérők előfordulásának gyakorisága egyenlő, a kihozatalt valamennyi rönktátmérőre

számítva tehát a két szélső görbe középárányosa fejezi ki. Az egyes rönkvastagsági csoportokra vonatkoztatva tehát

$$K_{\text{átl.}} = \frac{K_{\text{max}} - K_{\text{min}}}{2},$$

és a redukció (D %) mértéke:

$$D = \frac{K_{\text{max}} - K_{\text{átl.}}}{K_{\text{max}}} \cdot 100 \%$$



11.ábra

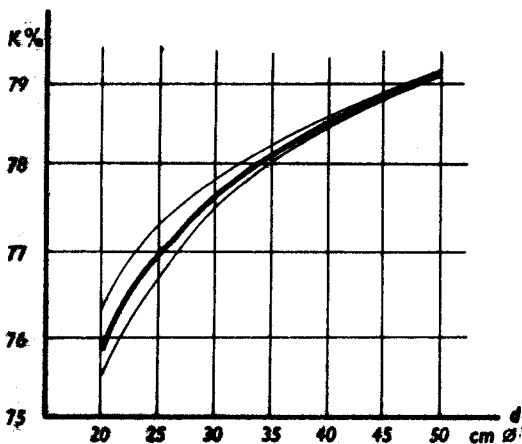
A különbségek a rönk-
 átmérők növekedésével
 csökkennek, ami arra utal,
 hogy minél vékonyabb a
 rönkkészlet, annál fontos-
 sabb annak gondos osztá-
 lyozása.

Előző számítások in-
 dokoltta tették annak a
 kérdésnek a vizsgálatát,
 hogy mennyivel javítaná a
 kihasználást a rönkosztá-
 lyozás határértékeinek a
 szűkítése. Ha pl. 2 cm-es
 vastagságoként alakítá-
 nák ki az üzemek a rönk-
 osztályokat (20-21 cm, 22-23 cm, 24-25 cm, 26-27 cm, 28-29 cm,
 30-31 cm stb.).

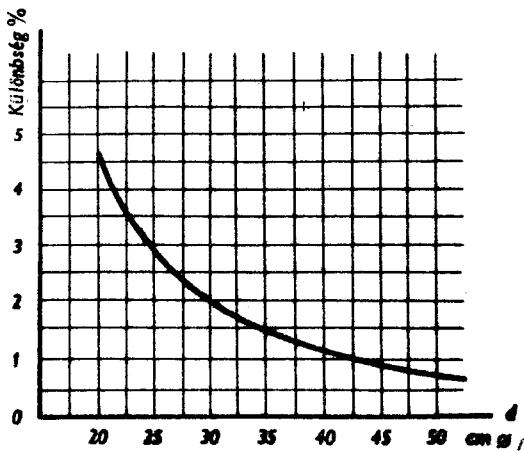
A kihozatalok alakulását a 12. ábra mutatja.

A 13. ábra szemlélteti, hogy hány %-kal javítható a kihoza-
 tal, ha az üzem az 5 cm-es osztályozásról áttér a 2 cm-es osztá-
 lyozásra.

A különbségek alapján, melyek a vékonyabb rönktartományok-
 ban különösen lényegesek, javasolni kell az üzemeknek, hogy
 20-35 cm vastag rönkök
 esetén térjenek át a 2
 cm-es vastagsági osztá-
 lyozásra. Ez a módszer
 lényeges kihozatalemelke-
 dést eredményez a vékony
 (20-35 cm-es) rönktarto-
 mányban.



12. ábra



13. ábra

Ad g/ A rönkök alakí hibái

A Feldmann-Sapiro mezőnyök számítása azon a feltételezésen alapult, hogy a felfűrészelésre használt rönkök szelvénye kör-szelvény. Az ezzel kapcsolatos vizsgálatok, melyeket üzemekben végeztünk, azonban más megállapításokhoz vezettek. 792 db 15-35 cm átmérőjű rönk felmérése alapján a rönkök átmérőjét 90°-os el-téréssel két irányban mérve az alábbi átmérőkülönbségek ($d_1 - d_2$) voltak megállapíthatók:

4. táblázat

Átmérőkülön-b-ségek, cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Össze-sen
Fafaj: bükk db	66	125	96	49	22	11	7	3	6	385
tölgy db	56	105	65	27	12	-	1	-	-	266
gyertyán db	35	61	32	9	2	1	1	-	-	141
Összesen db	157	291	193	85	36	12	9	3	6	792
%-ban	19,8	36,7	24,4	10,7	4,5	1,6	1,1	0,4	0,8	100

Ezek a vizsgálatok szükségessé tették a Feldmann-Sapiro mezőnyök szélességi méreteinek átértékelését. Az eddigi számítások a mezőnyszélességek meghatározására a körszelvény feltételezésén és ennek megfelelően Pithagorasz tételén alapultak. Miután azonban a rönk szelvényalakja az esetek túlnyomó részében közelebb áll az ellipszishez, mint a körhöz, meg kellett határozni, hogy a vezérpengék helyén, vagyis $\square v_1, \square v_2, \square v_3$ távolságra a Feldmann-Sapiro mezőnyök szélességeit a szelvényalakban észlelt változás mennyire módosítja. Nyilvánvaló, hogy a szélességi méretek esetleges változása megváltoztatja a mezőnyterületek (t) nagyságát és ebből kifolyólag a kihozatalokat is.

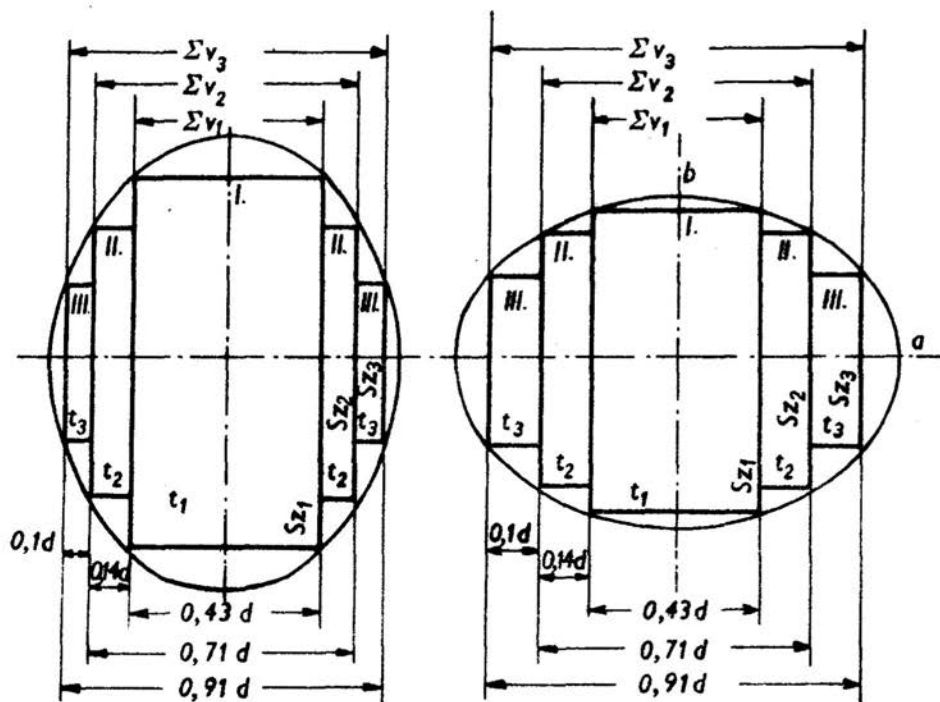
A mezőnyszélességek átszámítása az ellipszis egyenlete alapján történt.

Az ellipszis egyenlete:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad \text{ebből}$$

$$y = \sqrt{\left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right) b^2}.$$

/21/



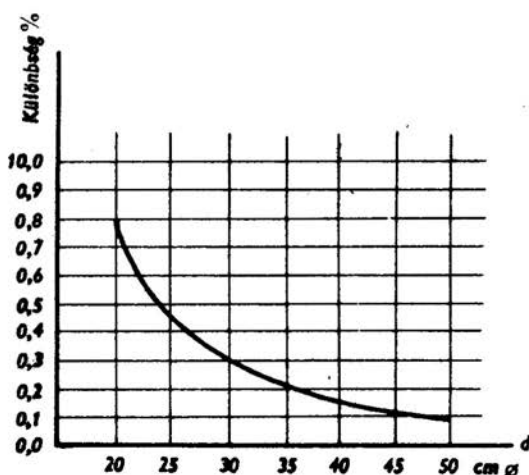
14.ábra

Ha x helyébe behelyettesítjük az egyes rönkátmérőkre számított

$$\frac{\sum v_1}{2}, \frac{\sum v_2}{2} \text{ és } \frac{\sum v_3}{2} \text{ értékeket,}$$

akkor a kiszámított y_1 és y_2 és y_3 értékek az I, II és III zónák szélességi méreteinek felét eredményezik. A számításokat $(d_1 - d_2) = 1,5$ cm-es átlagos átmérőkülönbséggel végezve, az egyéb, már kiértékelt befolyásolási tényezők változatlanul hagyása mellett (tulmértet = 4 %, résbőség = 3,5 mm), két esetre kellett elvégezni, éspedig (14.ábra):

1. ha az ellipszis nagyobbik átmérője fűrészelés közben függőlegesen helyezkedik el, és
2. ha a nagyobbik átmérő vízszintesen fekszik.



15.ábra

vetkeztetések vonhatók le:

Az a körülmény, hogy a rönkök tulnyomó részének (vizsgálataink eredménye szerint 80,2 %-ának) keresztmetszete nem kör alakú, hanem elliptikus, megváltoztatja a Feldmann-Sapiro mezőnyök szélességi méreteit és a kihozatalt a vékony rönkök esetében nagyobb, a vastag rönkök felfűrészelésekor kisebb mértékben csökkenti. Ha a keretfűrészből a rönkök nagyobbik átmérője függőlegesen helyezkedik el, a kihozatal nagyobb mértékben csökken, mintha a nagyobbik átmérő helyzete vízszintes.

A rönkök két átmérője közötti különbség átlaga az eddigi vizsgálatok szerint 1,58 cm. Ez az adat azonban további finomításra szorul és főleg fafajonként külön állapítandó meg. A kutatás jelenlegi állapotában mégis meg kell elégedni ennek a befolyásoló tényezőnek a felismerésével és a további adatgyűjtést a kutatási eredmények gyakorlati ellenőrzését szolgáló üzemi kísérleti termeléssel egybekapcsolni, amikor több ezer m^3 rönk felmérésére kerülhet sor, mind az alakiség, mind a kihozatal szempontjából.

Ugyanez a megállapítás vonatkozik a rönkök sudarlıosságának, görbeségének és átlaghosszának vizsgálatára is. A felmért rönkök e tekintetben a metodikai részben felhasznált alakísági jellemzőket mutatták (sudarlıóság 0,8 cm, átlaghossz 3,20 m), melyeket

Miután az üzemekben a megfigyelések szerint mindkét eset gyakorisága egyenlő, a kétféle eredményből számtani középárányost kellett képezni.

Érdeemes megjegyezni, hogy a 2. eset valamivel nagyobb kihozatalokat eredményezett.

A körszelvényre és elliptikus szelvényre számított kihozatalok közötti különbség szemléltetését a 15. ábra szolgálja.

A lefolytatott vizsgálatokból az alábbi kö-

azonban differenciáltabban szükséges megállapítani, mint fafajjellemzőket. A görbeség - 1,7 cm/fm - nem lépi túl a szabvány-előírásokat.

Ad h/ Az alapszelvények további tagozódása

(sokfűrészesség)

Az eddig közölt számítások arra az esetre vonatkoztak, ha a rönkökből öt szelvényt termelnek és a szelvények megegyeznek a Feldmann-Sapiro mezőnyökkel. Ez az eset azonban a termelési folyamatban ritkán fordulhat elő, miután a fűrészárut a rendelésekben foglalt szabványszerű méretekből termelik, és ezek a méretek legtöbbször nem egyeznek meg a Feldmann-Sapiro mezőnyök méreteivel. Ezért a gyakorlatban szükséges a Feldmann-Sapiro mezőnyök további tagozása a vezérpengék közé helyezett fűrészpengék segítségével. A $\sum v_3 = 0,91$ d rönktartományon belül öt mezőny helyett rendszerint jóval több szelvényt termel az üzem, és az így előálló sokfűrészesség az eddig számított kihozatali értékeket lényegesen befolyásolja. A Feldmann-Sapiro mezőnyökben elhelyezett fűrészpengék legtöbb esetben csökkentik a kihozatalt, mert fokozzák a termelés alatt szükségszerűen keletkező fűrészpor részarányát. Ezzel szemben a rönk közepe felé a szelvények szélessége növekszik, és ha a szelvények szélességnövekedése a szelvényterületek összegét (t) nagyobb mértékben növeli, mint amekkora veszteséget okoznak a közbehelyezett pengék vágásai, akkor a kihozatal a sokfűrészesség következtében emelkedhet.

Meg kellett tehát vizsgálni a sokfűrészesség hatását a kihozatalra. Mivel azonban az üzemekben előforduló pengebeosztások változatai igen nagyszámúak, célszerűnek mutatkozott ezeket olyan típus-pengebeosztásokba sűriteni, amelyek lehetővé teszik egyrészt a termelési feladatok megoldását, másrészt a kihozatalok kiszámításainak egyszerűsítését. Az egyes mezőnyök továbbosztása alapján az alábbi típus-pengebeosztásokat kellett tekintetbe venni az üzemekben előforduló termelési feladatok alapján.

5. táblázat

A pengebeosztás típusa	Alapmezőnyök					Szelvények száma
	III	II	I	II	III	
	felosztása					
0 1 2 3	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	1 2	1	1 2	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	5 7 7 9
4 5 6 7	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	1 2	2	1 2	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	6 8 8 10
8 9 10 11	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	1 2	3	1 2	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	7 9 9 11
12 13 14 15	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	1 2	4	1 2	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	7 10 10 12
16 17 18 19	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	1 2	5	1 2	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	9 11 11 13

A számításoknál feltételeztük, hogy a mezőnyosztás egyenlő részekre történik. Nem okoz azonban gyakorlatilag lényeges különbséget, ha az előírt fűrészárumeretek mérettársításra kényszerítik az üzemet, mert az egyenlőtlen részekre való mezőnyfelosztás következtében a kihozatalt befolyásoló tényezők, így elsősorban a vágásrések összhossza, nem módosul számottevően. Így pl. gyakorlatilag azonos kihozatalt fog eredményezni a 2. típus, ha a pengebeosztást az ott feltüntetett:

0,1 d, 0,07 d, 0,07 d, 0,43 d, 0,07 d, 0,07 d, 0,1 d helyett

0,1 d, 0,04 d, 0,1 d, 0,43 d, 0,1 d, 0,04 d, 0,1 d-ben határozzuk meg. A vezérpengék azért a helyükön maradnak, mert a II + II mezőnyök tagozódása a mezőnyméret határában belül történt.

$$0,07 \text{ d} + 0,07 \text{ d} = 0,14 \text{ d} \quad \text{és}$$

$$0,04 \text{ d} + 0,1 \text{ d} = 0,14 \text{ d}.$$

A vezérpengék tehát a Feldmann-Sapiro mezőnyökhöz igazodnak és a kihozatalt elsősorban ez a körülmény határozza meg.

A pengék beakasztása tehát oly módon történhet, hogy a mezőnyhatárokon beakasztott vezérpengék közötti mezőnyök a fűrészáru-szabványvastagságok szerint mérettársítással bármilyen megoszlásban tovább oszthatók, a mezőnyökben elhelyezett pengék helyzete a szelvényszámokra vonatkozó kihozatalokat csak lényegtelen és elhanyagolható mértékben befolyásolja.

Meg kell még említeni azt a kényszerképpen előadódható esetet is, amikor a mezőnyhatárokat nem képes az üzem betartani, mert nincs megfelelő méretű rönkkészlete. Különösen kötött méretű gerendák (talpfák) termelésekor fordul elő. A lefolytatott vizsgálatok szerint ez az eset tulnyomó részben az I mezőny vezérpengéinek helyzetét érinti és abban nyilvánul meg, hogy az üzem az $\sum v_1$ értéket nem 0,43 d-re, hanem 0,43 d és 0,57 d értékek közé kénytelen beállítani attól függően, hogy az I mezőnyhatár kitoldás milyen méretű. 0,57 d érték esetén (0,43 d + 0,14 d) az I mezőnyt határoló vezérpengék pontosan a II + II mezőnyök közepét szelik.

Az ilyen pengebeállítás ellenkezik a tárgyalt rendszer feltételeivel, de mert a gyakorlatban mégis előfordulhat, utbaigazítást kell nyújtani az üzemek felé az ilyen kényszeresetekre is.

A lefolytatott vizsgálatok alapján javasolni lehet, hogy mezőnytoldás esetén azokat a kihozatalokat vegyék az üzemek számításba, melyek az I számú mezőny kettővel több szelvénytagozódására érvényesek (pl. I/1 helyett I/3-at, I/3 helyett I/5-öt stb.).

A felsorolt típus-pengebeakasztásokon kívül javítható a kihozatal a II és II mezőnyök összevonása révén is. Ez az eset azonban nem kívánatos, mert alaktalan fűrészárut eredményez és ezért annak vizsgálata mellőzhető volt.

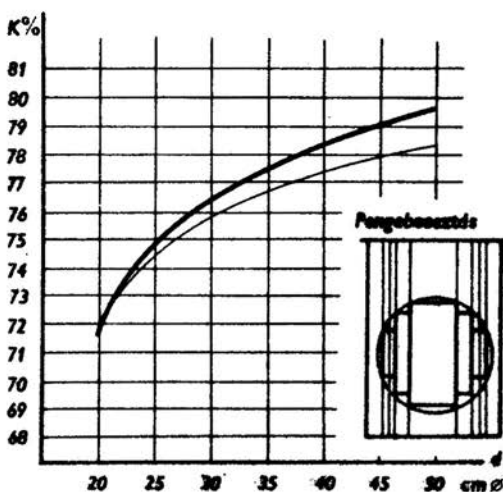
A felsorolt típus-pengebeosztások alkalmasak arra, hogy azokkal az üzemi termelési feladatok tulnyomó részét el lehessen végezni.

Ad 1/ A befolyásoló tényezők összesítése

A termelésben várható tényleges kihozatalok

Ha a számításokat valamennyi befolyásoló tényező figyelembevételével az összes típus-pengebeosztásra elvégezzük, akkor a kihozatalok a 33-34. oldalakon levő táblázatok szerint alakulnak.

A/ 5 cm-es rönkosztályozás esetén

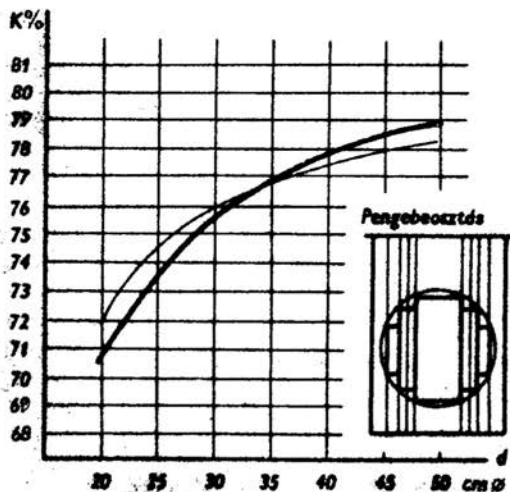


1. típus-pengebeosztás: III/2, II/1, I/1, II/1, III/2 (16.ábra). A kihozatal 25 cm-től felfelé kismértékben magasabb az alapgörbénél.

16.ábra

Kihozatal 7 szelvény esetén (1. típusszelvény)

2. típus-pengebeosztás: III/1, II/2, I/1, II/2, III/1 (17.ábra). A kihozatal 20-34 cm-ig alacsonyabb, 35-50 cm-ig magasabb az alapgörbénél.



17.ábra

Kihozatal 7 szelvény esetén (2. típusszelvény)

A) Kihozatal alakulása 5 cm-es rönkosztályozás esetén

Folyó- szám	Megnevezés	Átmérőcsoport d cm											
		20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54					
	Alapgrafikon K %	77,88	78,86	79,51	79,98	80,33	80,60	80,82					
1.	Csökken: techn pontatlanság miatt	76,26	77,22	77,84	78,28	78,62	78,88	79,09					
2.	5 cm-es rönkosztályozás miatt	72,38	74,71	76,09	77,00	77,65	78,12	78,50					
3.	alaki hibák miatt	71,81	74,39	75,86	76,86	77,48	77,99	78,43					
	Redukált alapgörbe:	71,81	74,39	75,86	76,82	77,48	77,99	78,43					
Típus- szám	Pengebeosztás					Kihozatal %							Szelvények száma
	III	II	I	II	III								
0	1	1	1	1	1	71,81	74,39	75,86	76,82	77,48	77,99	78,43	5
1	2	1	1	1	2	71,57	74,62	76,41	77,60	78,44	79,10	79,65	7
2	1	2	1	2	1	70,46	73,87	75,59	76,89	77,79	78,41	78,81	7
3	2	2	1	2	2	70,26	73,91	76,15	77,68	78,76	79,52	80,06	9
4	1	1	2	1	1	69,99	72,89	74,60	75,73	76,53	77,15	77,67	6
5	2	1	2	1	2	69,76	73,14	75,17	76,53	77,50	78,26	78,80	8
6	1	2	2	2	1	68,64	72,21	74,33	76,77	78,79	77,47	77,91	8
7	2	2	2	2	2	68,41	72,42	74,90	76,64	77,86	78,74	79,33	10
8	1	1	3	1	1	69,64	72,92	74,87	76,19	77,11	77,83	78,43	7
9	2	1	3	1	2	69,42	73,15	75,42	76,98	78,10	78,94	79,66	9
10	1	2	3	2	1	68,30	72,20	74,60	76,25	77,45	78,27	78,84	9
11	2	2	3	2	2	68,07	72,44	75,17	77,04	78,41	79,42	80,16	11
12	1	1	4	1	1	67,91	71,61	73,80	75,31	76,43	77,28	77,46	8
13	2	1	4	1	2	67,69	71,82	74,36	76,09	77,39	78,36	79,16	10
14	1	2	4	2	1	66,57	70,87	73,54	75,37	76,73	77,68	78,34	10
15	2	2	4	2	2	66,34	71,11	74,11	76,16	77,71	78,79	79,60	12
16	1	1	5	1	1	66,25	70,28	72,76	74,48	75,74	76,69	77,67	9
17	2	1	5	1	2	66,01	70,51	73,33	75,27	76,72	77,79	78,68	11
18	1	2	5	2	1	64,89	69,56	72,50	74,55	76,05	77,15	77,89	11
19	2	2	5	2	2	64,67	69,80	73,06	75,34	77,02	78,24	79,16	13

a kihozatal a redukált alapgörbéhez képest emelkedik.
A gyakorlat számára a kihozatalokat csak 0,1 tizedes pontossággal használjuk fel.

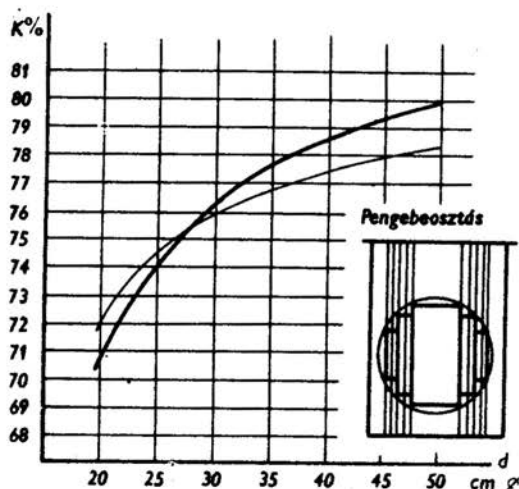
B) Kihozatal alakulása 2 cm-es rönkösztályozás esetén

Tipus- szám	Pengőbeosztás					Átmérőcsoport d cm																
						20-21 22-23 24-25 26-27 28-29 30-31 32-33 34-35 36-37 38-39 40-41 42-43 44-45 46-47 48-49 50-51																
	III	II	I	II	III	Kihozatalok %																
0	1	1	1	1	1	75,5	76,0	76,5	76,9	77,2	77,5	77,7	77,9	78,1	78,3	78,4	78,5	78,6	78,7	78,8	79,0	5
1	2	1	1	1	2	75,3	76,0	76,7	77,2	77,7	78,0	78,4	78,7	79,0	79,2	79,4	79,6	79,8	80,0	80,1	80,3	7
2	1	2	1	2	1	74,1	75,0	75,7	76,3	76,8	77,2	77,6	78,0	78,3	78,5	78,8	79,1	79,2	79,3	79,4	7	
3	2	2	1	2	2	74,0	75,1	76,0	76,7	77,3	77,9	78,3	78,8	79,1	79,4	79,7	79,9	80,1	80,3	80,5	80,7	9
4	1	1	2	1	1	73,6	74,4	75,0	75,4	75,9	76,2	76,5	76,8	77,0	77,2	77,5	77,7	77,8	78,0	78,1	78,3	6
5	2	1	2	1	2	73,4	74,4	75,1	75,8	76,1	76,8	77,2	77,6	77,9	78,2	78,5	78,9	79,9	79,1	79,3	79,5	8
6	1	2	2	2	1	72,3	73,4	74,2	74,9	75,4	75,9	76,4	76,8	77,2	77,5	77,7	77,9	78,1	78,2	78,3	78,5	8
7	2	2	2	2	2	72,2	73,5	74,4	75,2	75,9	76,5	77,1	77,6	78,5	78,8	79,1	79,3	79,3	79,5	79,7	80,0	10
8	1	1	3	1	1	73,3	74,3	75,0	75,6	76,1	76,5	76,9	77,3	77,6	77,9	78,1	78,3	78,5	78,7	78,8	79,0	7
9	2	1	3	1	2	73,0	74,2	75,1	75,9	76,6	77,1	77,6	78,0	78,4	78,7	79,0	79,3	79,6	79,8	80,0	80,3	9
10	1	2	3	2	1	72,0	73,2	74,1	75,4	75,6	76,2	76,8	77,3	77,7	78,1	78,4	78,6	78,9	79,0	79,3	79,4	9
11	2	2	3	2	2	71,8	73,2	74,3	75,4	76,2	76,9	77,5	78,0	78,6	79,0	79,4	79,7	80,0	80,3	80,5	80,8	11
12	1	1	4	1	1	71,6	72,7	73,6	74,3	74,9	75,4	75,9	76,3	76,7	77,1	77,4	77,7	77,9	78,2	78,4	78,6	6
13	2	1	4	1	2	71,5	72,9	73,8	74,7	75,4	76,1	76,6	77,1	77,6	78,0	78,4	78,7	79,0	79,3	79,5	79,8	10
14	1	2	4	2	1	70,4	71,7	72,8	73,7	74,5	75,2	75,9	76,4	76,9	77,4	77,7	78,0	78,3	78,6	78,8	79,0	10
15	2	2	4		2	70,0	71,8	73,0	74,1	75,0	75,8	76,6	77,2	77,7	78,3	78,7	79,1	79,4	79,7	80,0	80,3	12
16	1	1	5	1	1	70,2	71,3	72,2	73,0	74,8	74,4	75,0	75,5	76,0	76,4	76,7	77,0	77,3	77,6	77,9	78,1	9
17	2	1	5	1	2	69,8	71,3	72,5	73,4	74,3	75,0	75,7	76,3	76,8	77,3	77,7	78,1	78,4	78,8	79,1	79,4	11
19	1	2	5	2	1	68,8	70,3	71,5	72,6	73,5	74,3	74,9	75,6	76,1	76,6	77,0	77,4	77,7	78,0	78,3	78,5	11
19	2	2	5	2	2	68,5	70,4	71,7	72,9	73,9	74,8	75,6	76,4	77,0	77,6	78,1	78,5	78,9	79,2	79,5	79,8	13

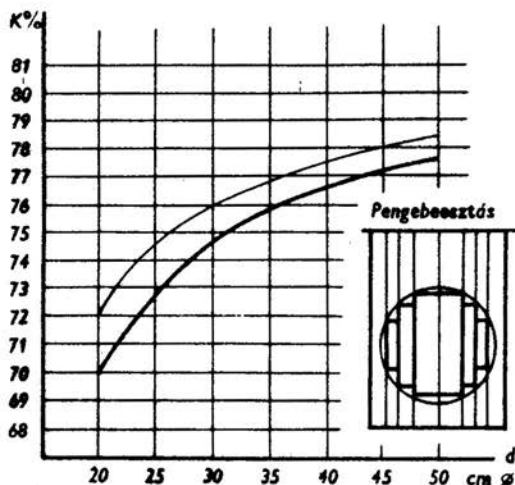
a kihozatal a redukált alapgörbéhez képest emelkedik

3. típus-pengebeosztás: III/2, II/2, I/1, II/2, III/2 (18.ábra). A kihozatal 30 cm-től felfelé az alapgörbe fölé emelkedik.

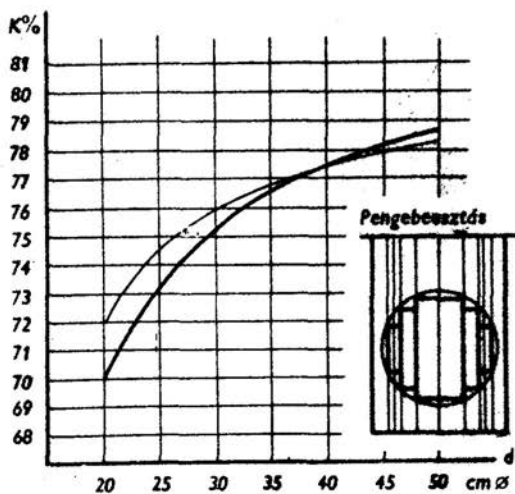
18.ábra
Kihozatal 9 szelvény esetén (3. típusjelvény)



4. típus-pengebeosztás: III/1, II/1, I/2, II/1, III/1 (19.ábra). A kihozatal 20-25 cm-ig alacsonyabb az alapgörbénél. Ez a pengebeosztás lehetőleg mellőzendő.



19.ábra
Kihozatal 6 szelvény esetén (4. típusjelvény)

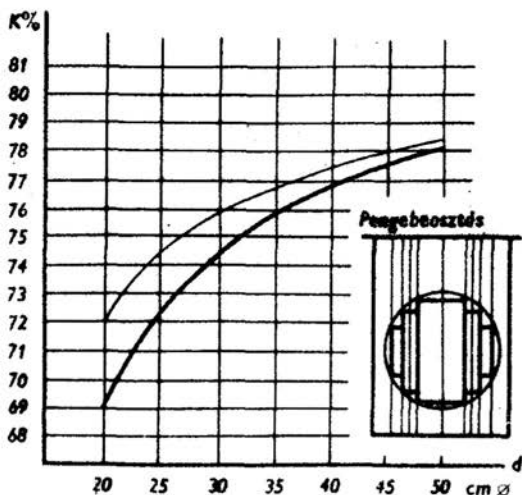


5. típus-pengebeosztás: III/2, II/1, I/2, II/1, III/2 (20.ábra). 40 cm rönktátmérőtől felfelé előnyös.

20.ábra
Kihozatal 8 szelvény esetén (5. típusszelvény)

6. típus-pengebeosztás: III/1, II/2, I/2, II/2, III/1 (21.ábra). Az egész rönktartományban alacsony kihozatalt eredményez, lehetőleg mellőzendő.

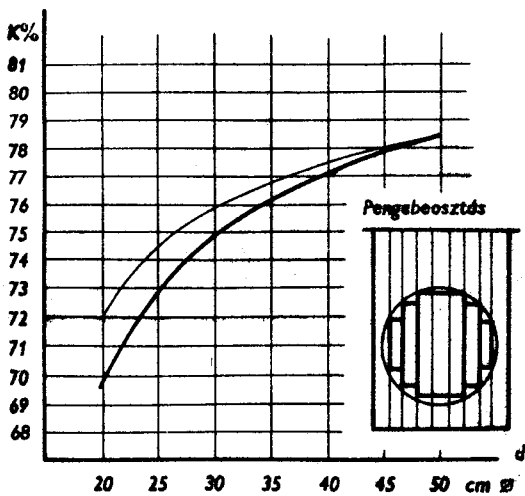
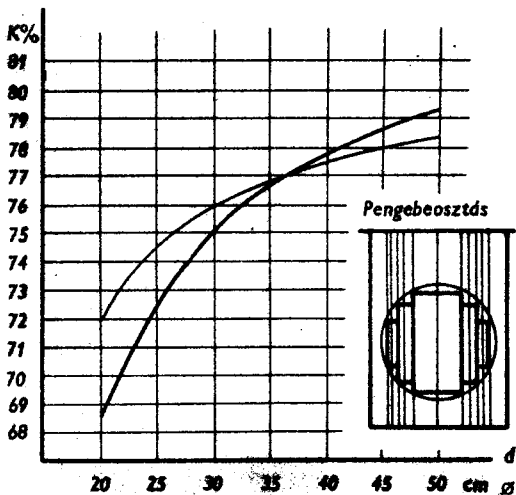
21.ábra
Kihozatal 8 szelvény esetén (6. típusszelvény)



7. típus-pengebeosztás: III/2, II/2, I/2, II/2, III/2 (22.ábra). 40 cm rönkvastagságon felül emeli a kihozatalt.

22.ábra

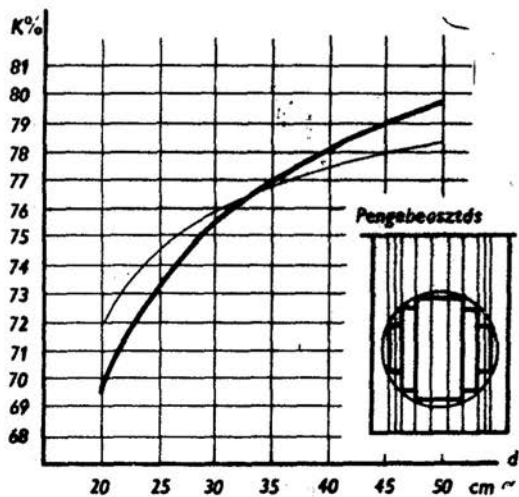
Kihozatal 10 szelvény esetén (7. típusszelvény)



8. típus-pengebeosztás: III/1, II/1, I/3, II/1, III/1 (23.ábra). Minél vékonyabb a rönk, annál jobban csökkenti a kihozatalt az alapgrafi-konhoz képest.

23.ábra

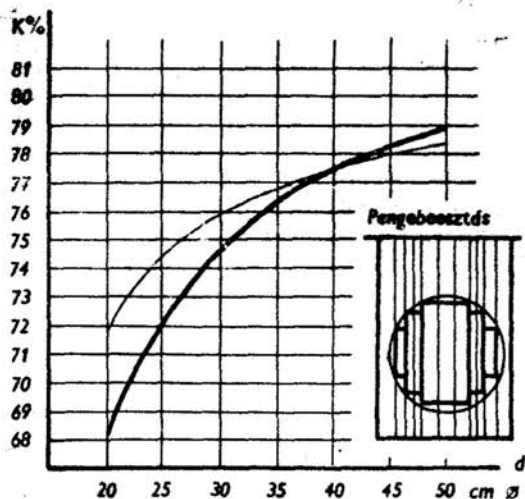
Kihozatal 7 szelvény esetén (8. típusszelvény)



9. típus-pengebeosztás: III/2, II/1, I/3, II/1, III/2 (24.ábra). 34 cm-es rönkátmértől csökkeneti, azon felül javítja a kihozatalt.

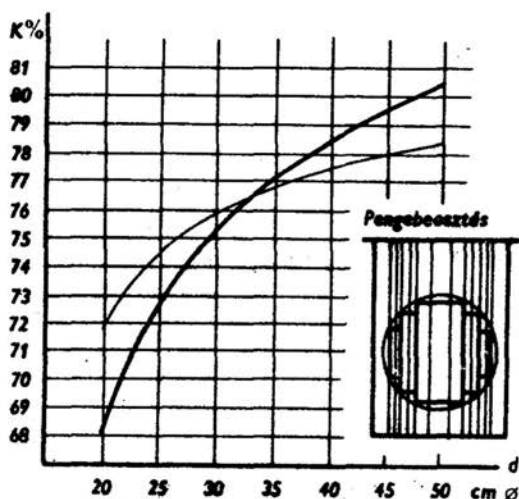
24.ábra
Kihozatal 9 szelvény esetén (9. típus-szelvény)

10. típus-pengebeosztás: III/1, II/2, I/3, II/2, III/1 (25.ábra). 20-35 cm-ig alacsony kihozatalt eredményez. Lehetőleg mellőzendő.



25.ábra
Kihozatal 9 szelvény esetén (10. típus-szelvény)

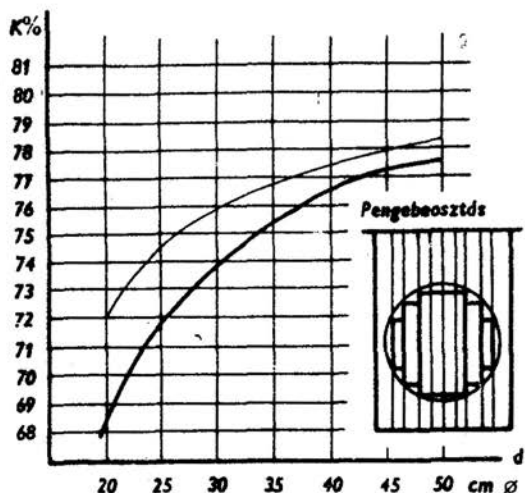
11. típus-pengebeosztás: III/2, II/2, I/3, II/2, III/2 (26.ábra). 35 cm-es rönkátmérőtől javítja a kihozataalt.



26.ábra

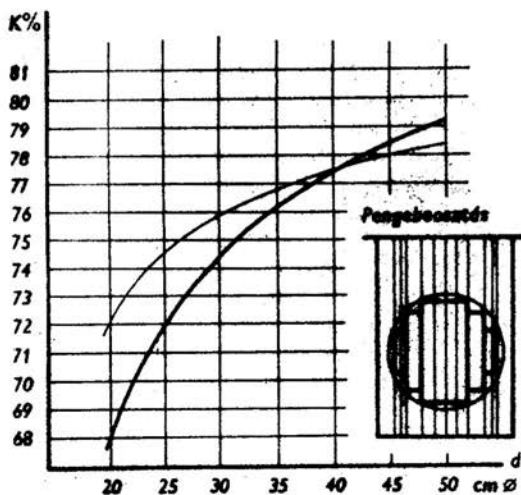
Kihozatal 11 szelvény esetén (11. típusszelvény)

12. típus-pengebeosztás: III/1, II/1, I/4, II/1, III/1 (27.ábra). Végig csökkenti a kihozataalt, lehetőleg mellőzendő.



27.ábra

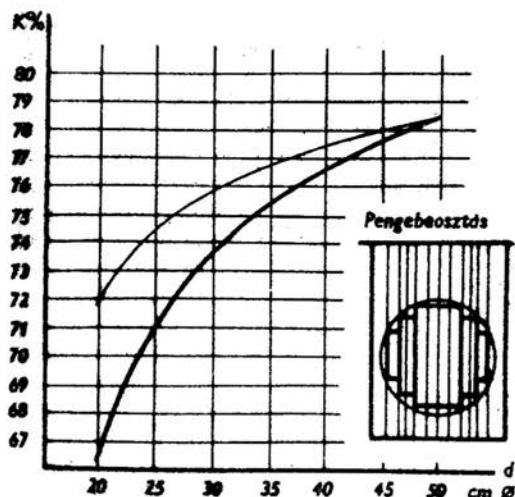
Kihozatal 8 szelvény esetén (12. típusszelvény)



13. típus-pengebeosztás: III/2, II/1, I/4, II/1, III/2 (28.ábra). A vastag rönköknél (45-49 cm átmérő) javítja a kihozatalt.

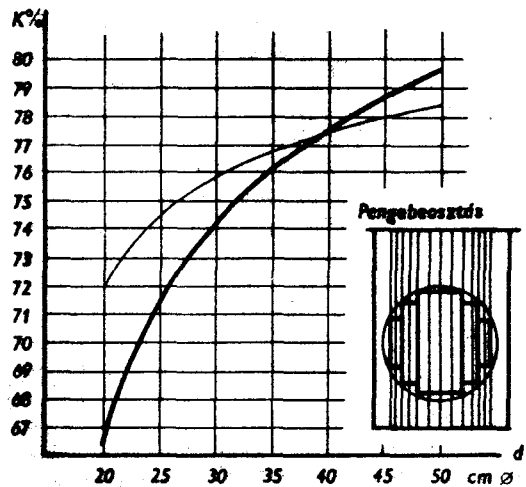
28.ábra
Kihozatal 10 szelvény esetén (13. típusszelvény)

14. típus-pengebeosztás: III/1, II/2, I/4, II/2, III/1 (29.ábra). Csökkenti a kihozatalt, nem előnyös.



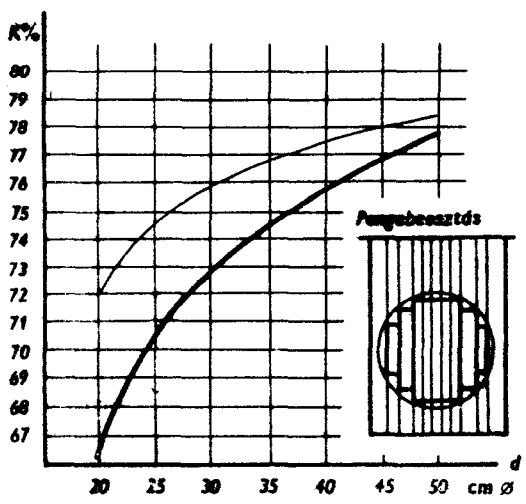
29.ábra
Kihozatal 10 szelvény esetén (14. típusszelvény)

15. típus-pengebeosztás: III/2, II/2, I/4, II/2, III/2 (30.ábra). 40 cm-től fölfelé előnyös.



30.ábra

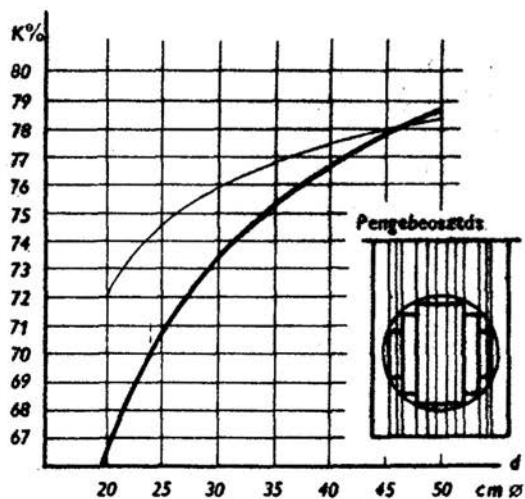
Kihozatal 12 szelvény esetén (15. típusszelvény)



16. típus-pengebeosztás: III/1, II/1, I/5, II/1, III/1 (31.ábra). Az egész rönktartományban hátrányos, lehetőleg mellőzendő.

31.ábra

Kihozatal 9 szelvény esetén (16. típusszelvény)

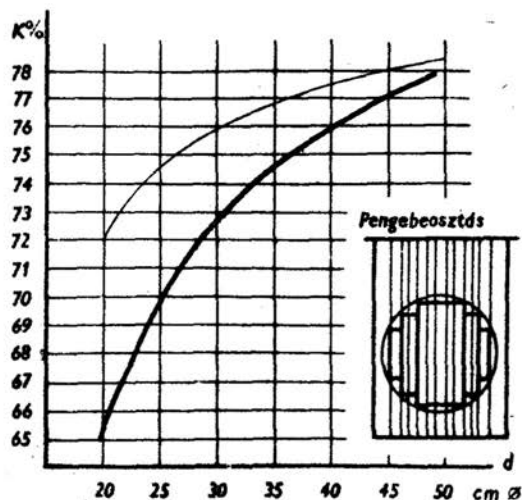


17. típus-pengebeosztás: III/2, II/1, I/5, II/1, III/2 (32.ábra). 20-49 cm-ig csökkenti a kihozatalt, hátrányos.

32.ábra

Kihozatal 11 szelvény esetén (17. típusszelvény)

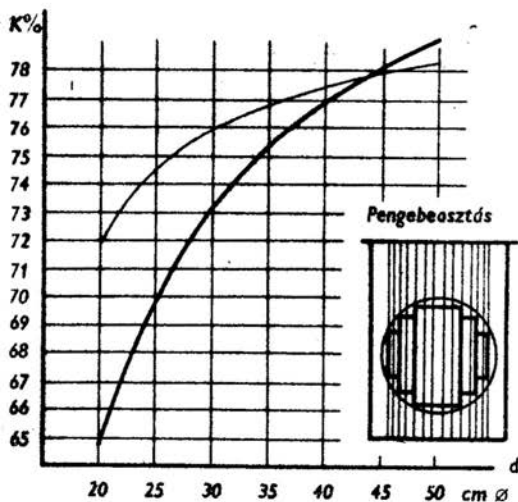
18. típus-pengebeosztás: III/1, II/2, I/5, II/2, III/1 (33.ábra). Hátrányos, végig csökkenti a kihozatalt.



33.ábra

Kihozatal 11 szelvény esetén (18. típusszelvény)

19. típus-pengebeosztás: III/2, II/2, I/5, II/2, III/2 (34.ábra). 45 cm-en felül javítja a kihozatalt, azon alul erősen sökkenti.

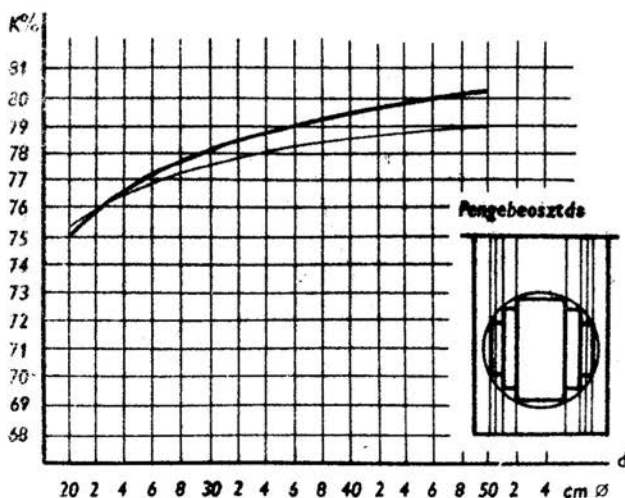


34.ábra

Kihozatal 13 szelvény esetén (19. típusszelvény)

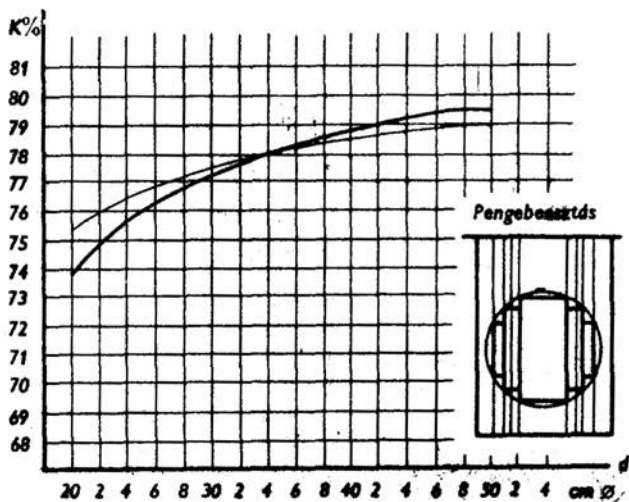
B/ 2 cm-es rönkosztályozás esetén

1. típus-pengebeosztás: III/2, II/1, I/1, II/1, III/2 (35. ábra). A kihozatal 22 cm-től felfelé kismértékben az alappörbe fölé emelkedik.



35.ábra

Kihozatal 7 szelvény esetén (1. típusszelvény)

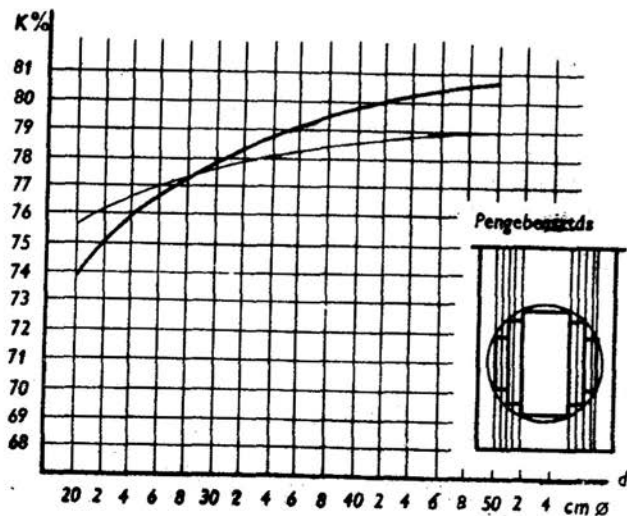


2. típus-pengeosztás: III/1, II/2, I/1, II/2, III/1 (36.ábra). A kihozatal 20-34 cm-ig alacsonyabb, 35-50 cm-ig magasabb az alapgörbénél.

36.ábra

Kihozatal 7 szelvény esetén (2. típusszelvény)

3. típus-pengeosztás: III/2, II/2, I/1, II/2, III/2 (37.ábra). A kihozatal 28 cm-től felfelé magasabb, mint az alapgörbéé.



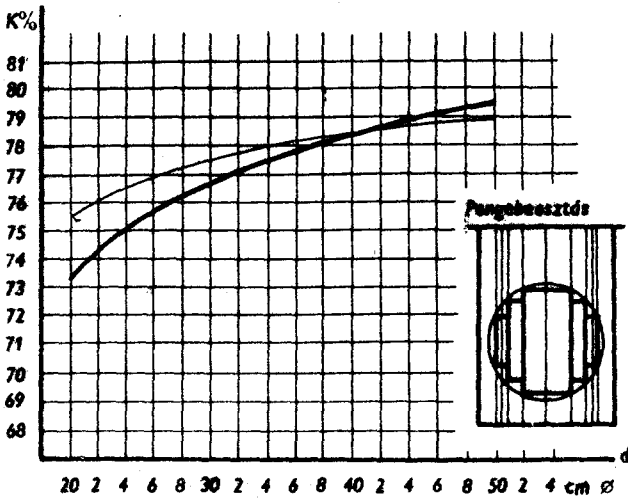
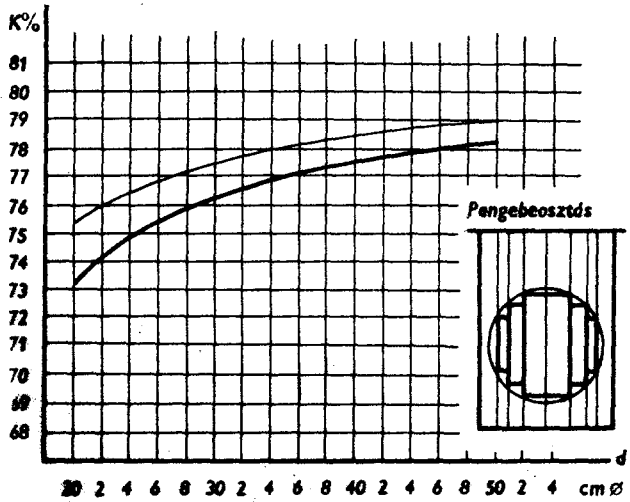
37.ábra

Kihozatal 9 szelvény esetén (3. típusszelvény)

4. típus-pengebeosztás: III/1, II/1, I/2, II/1, III/1 (38.ábra). A kihozatal alacsony, a pengebeosztás hátrányos.

38.ábra

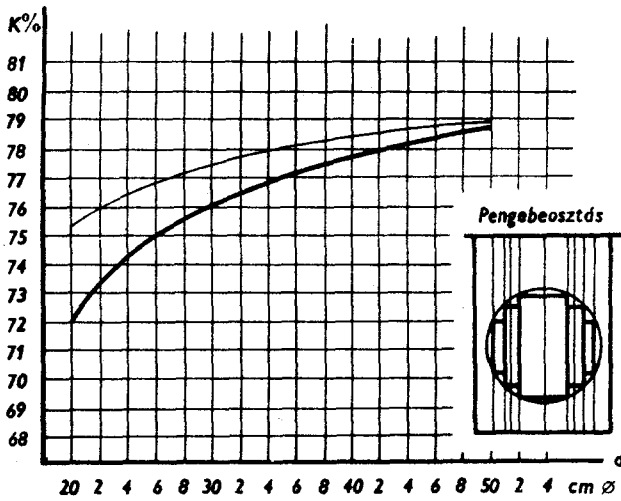
Kihozatal 6 szelvény esetén (4.típus-szelvény)



5. típus-pengebeosztás: III/2, II/1, I/2, II/1, III/2 (39.ábra). 40 cm rönkátmérettől felfelé előnyös.

39.ábra

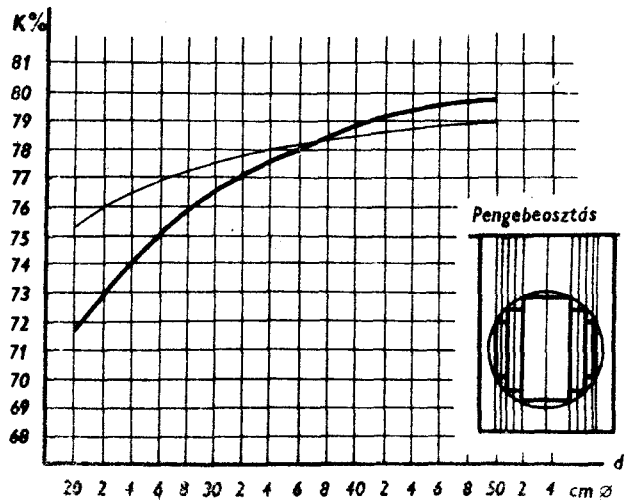
Kihozatal 8 szelvény esetén (5.típus-szelvény)



6. típus-pengebeosztás: III/1, II/2, I/2, II/2, III/1 (40.ábra). Alacsony kihozalt eredményez, lehetőleg mellőzendő.

40.ábra
Kihozatal 8 szelvény esetén (6.típus-szelvény)

7. típus-pengebeosztás: III/2, II/2, I/2, II/2, III/2 (41.ábra). 38 cm-től felfelé emeli a kihozalt.



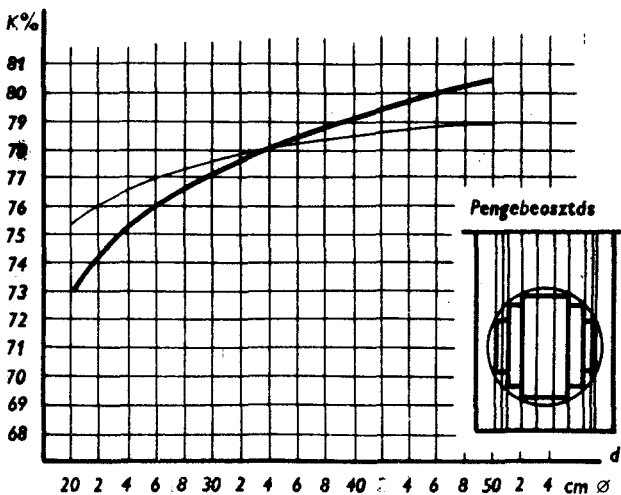
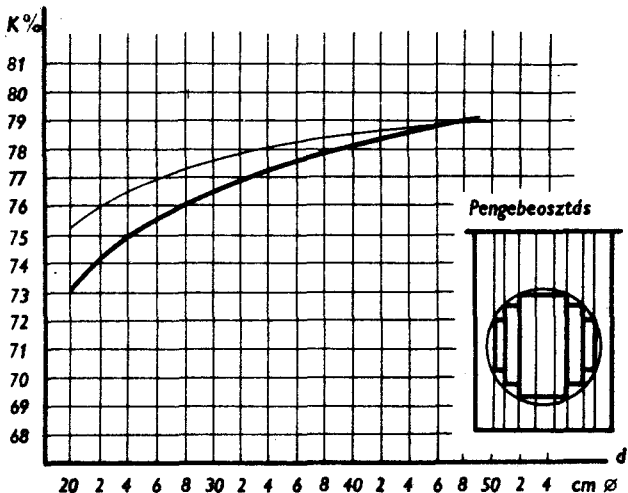
41.ábra

Kihozatal 10 szelvény esetén (7.típus-szelvény)

8. típus-pengebeosztás: III/1, II/1, I/3, II/1, III/1 (42.ábra).
Minél vékonyabb a rönk, annál jobban csökkenti a kihozatalt.

42.ábra

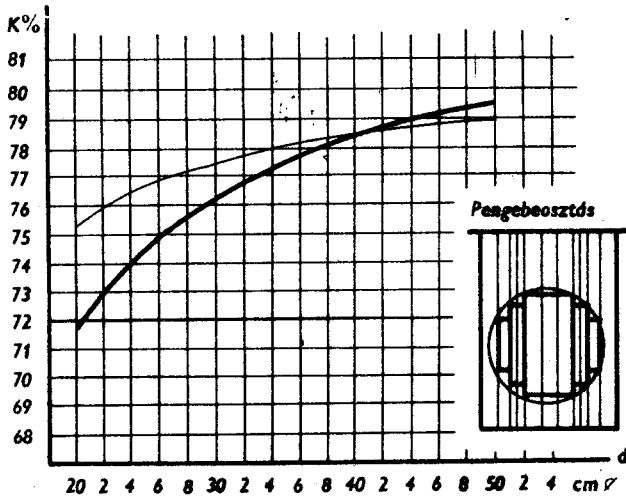
Kihozatal 7 szelvény esetén (8. típusszelvény)



9. típus-pengebeosztás: III/2, II/1, I/3, II/1, III/2 (43.ábra).
34 cm-ig csökkenti, azon felül javítja a kihozatalt.

43.ábra

Kihozatal 9 szelvény esetén (9. típusszelvény)

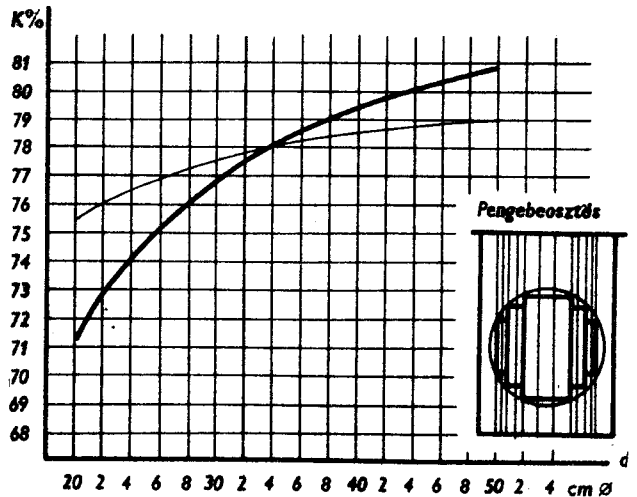


10. típus-pengeosztás: III/1, II/2, I/3, II/2, III/1 (44.ábra). Csak 42 cm-en felül javítja a kihozattal, vékony rönkök fűrészelése esetén mellőzendő.

44.ábra

Kihozatal 9 szelvény esetén (10. típusszelvény)

11. típus-pengeosztás: III/2, II/2, I/3, II/2, III/2 (45.ábra). 34 cm-es rönkátmérettől felfelé javítja a kihozattal.



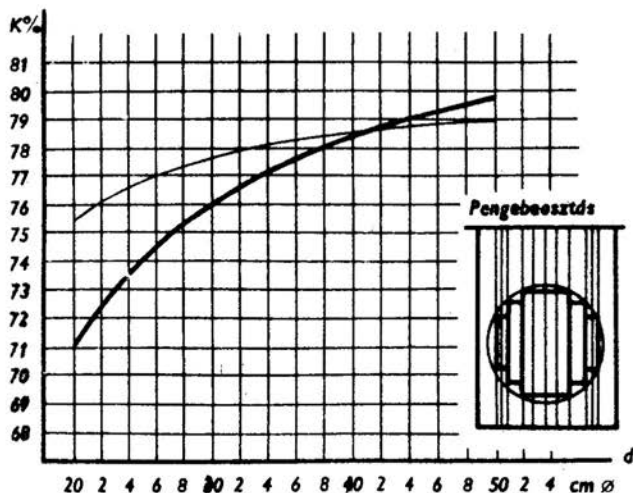
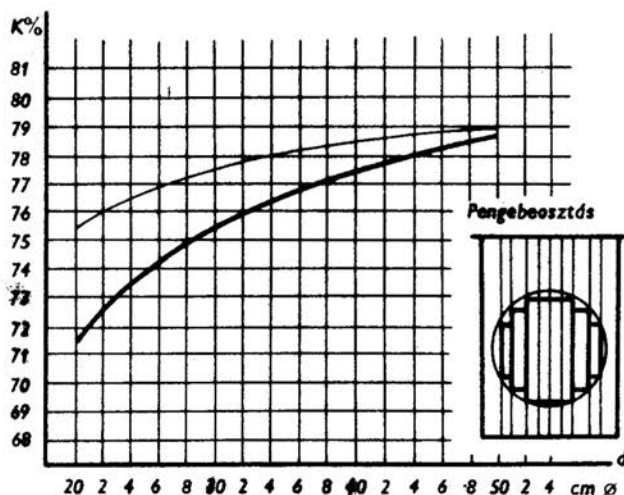
45.ábra

Kihozatal 11 szelvény esetén (11. típusszelvény)

12. típus-pengebeosztás: III/1, II/1, I/4, II/1, III/1 (46.ábra). Hátrányos pengebeosztás, lehetőleg mellőzendő.

46.ábra

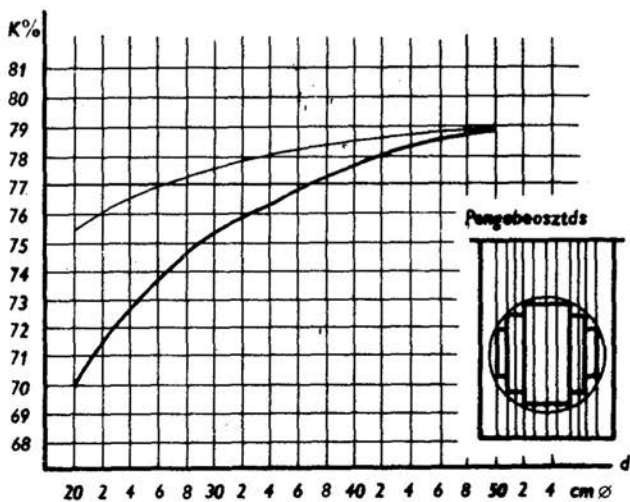
Kihozatal 8 szelvény esetén (12. típusszelvény)



13. típus-pengebeosztás: III/2, II/1, I/4, II/1, III/2 (47.ábra). 40 cm-től felfelé javítja a kihozatalt.

47.ábra

Kihozatal 10 szelvény esetén (13. típusszelvény)

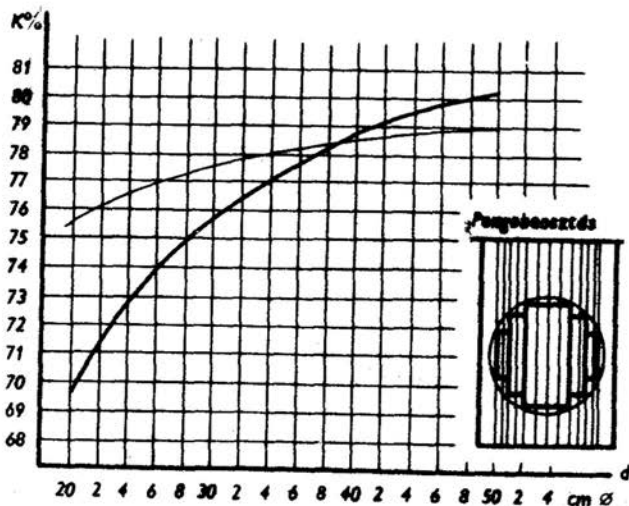


14. típus-pengebeosztás: III/1, II/2, I/4, II/2, III/1 (48.ábra). Valamennyi rönkmérőnél csökkenti a kihozatalt, hátrányos.

48.ábra
Kihozatal 10 szelvény esetén (14. típusszelvény)

15. típus-pengebeosztás: III/2, II/2, I/4, II/2, III/2 (49.ábra). 40 cm-től felfelé előnyös.

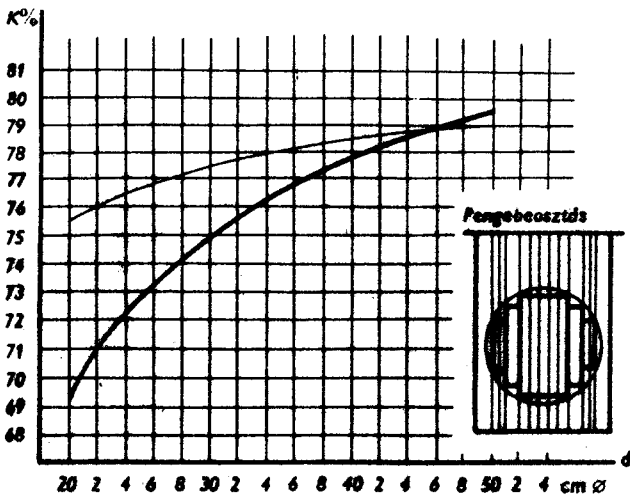
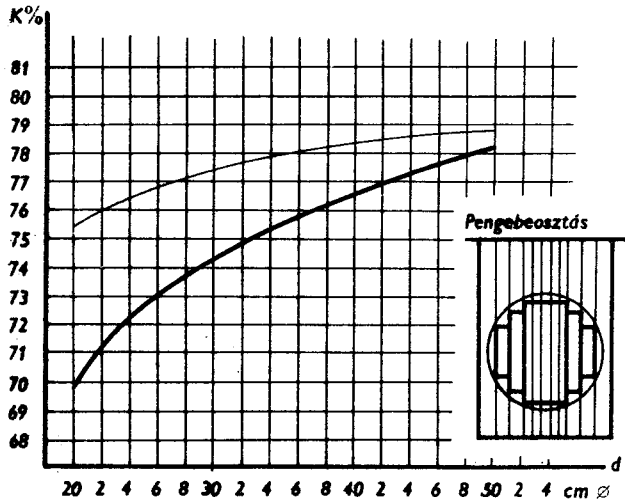
49.ábra
Kihozatal 12 szelvény esetén (15. típusszelvény)



16. típus-pengebeosztás: III/1, II/1, I/5, II/1, III/1 (50.ábra). Az egész rönktartományban hátrányos, lehetőleg mellőzendő.

50.ábra

Kihozatal 9 szelvény esetén (16. típusszelvény)

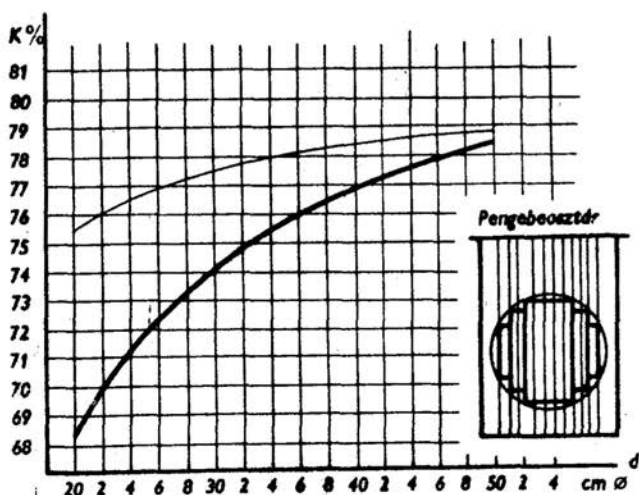


17. típus-pengebeosztás: III/2, II/1, I/5, II/1, III/2 (51.ábra). Csak 46 cm-en felül javítja a kihozatalt, hátrányos.

51.ábra

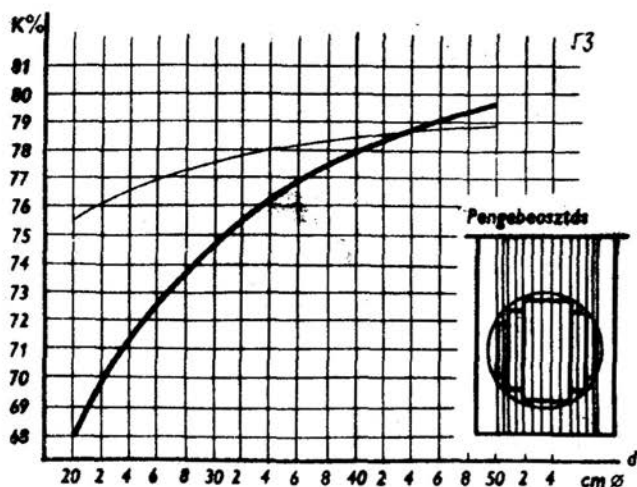
Kihozatal 11 szelvény esetén (17. típusszelvény)

18. típus-pengebeosztás: III/1, II/2, I/5, II/2, III/1 (52.ábra). Hátrányos, végig csökkenti a kihozatalt.



52.ábra
Kihozatal 11 szelvény esetén (18.típus-szelvény)

19. típus-pengebeosztás: III/2, II/2, I/5, II/2, III/2 (53.ábra). 44 cm-en felül javítja a kihozatalt, azon alul nagymértékben csökkenti.



53.ábra
Kihozatal 13 szelvény esetén (19.típus-szelvény)

A típus-pengebeosztások alapján a kihozatal alakulása és a szelvényszámok növelésével (sokfűrészesességgel) kapcsolatban az alábbi összefüggéseket lehet megállapítani:

1. Általában a sokfűrészesesség csökkenti a kihozatalt. A csökkenés mértéke annál nagyobb, minél kisebb a rönkátmérő.

2. A kihozatal változását az egyes alapmezőnyök továbbtagozása különféleképpen befolyásolja és pedig:

a/ Az I mezőny tagozása a kihozatalt az egész rönktartományban a rönkátmérővel fordított arányban csökkenti (4, 8, 12 és 16 típusok).

b/ A II-II mezőny tagozása 35 cm rönkátmérőn alul növekvő mértékben csökkenti, 35 cm rönkátmérőn felül növekvő mértékben emeli a kihozatalt (2, 6, 10, 14 és 18 típusok összehasonlítva a 0, 4, 8, 12 és 16 típusokkal).

c/ A III-III mezőny tagozása a kihozatalt 25 cm rönkvastagságtól felfelé javítja. A javulás mértéke a rönkátmérő növekedésével nő (0, 4, 8, 12 és 16 típusok összehasonlítva az 1, 5, 9, 13 és 17 típusokkal).

3. A kihozatal az egyes típus-pengebeosztásoknál a mezőnyök továbbtagozódásainak összetett hatásaképpen alakul. Ennek következtében több típus-pengebeosztásnál a kihozatalok a vastagabb rönktartományban az alapgrafikon fölé emelkednek (1, 2, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 19 típusnál).

4. 2 cm-es rönkosztályozás esetén típus-pengebeosztásonként az előzőekkel egyértelműen változnak a kihozatalok, mégis a II-II és III-III mezőnyök tagozásának keresztezési pontjai az alapgrafikonon 34, ill. 22 cm-re lefelé tolnak, ami hozzájárul a kihozatal javításához az osztályozás finomítása útján.

A számított kihozatali értékeket üzemi próbákkal ellenőriztük, azonban sem az ez irányú kísérletek száma, sem a kísérleti körülmények nem voltak alkalmasak arra, hogy végleges megállapításokat lehessen tenni. Általában az üzemi kísérletek a számítottaknál magasabb kihozatalokat eredményeztek. Ez annak tudható be, hogy a kísérleteknél fokozott műszaki készenlét érvényesült (a Σv értékeket pontosan betartották, ami folyamatos termelés esetén csak $\pm 2\%$ -os eltéréssel biztosítható), továbbá, hogy a rönkanyagot is gondosabban megválogatták, minek következtében a felfűrészelt rönkanyag nem jellemezte az átlagos minőséget. A számított adatokat tehát a jövőben nagyszámu folyamatos üzemi kísérlettel kell ellenőrizni.

VI. A SZÁMITOTT EREDMÉNYEK GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

Már a bevezető részben utalás történt arra, hogy a korszerű fűrészeléstechnológiák nem terjedtek el a kívánatos mértékben, továbbá, hogy ennek két alapvető oka volt:

a/ Az ezzel kapcsolatos számítások magasabb kihozatali értékeket eredményeztek, mint amilyeneket a valóságban el lehet érni.

b/ A számítások annyira bonyolultak és hosszadalmasak, hogy sok esetben meghaladták az üzemek műszaki színvonalát és a termelés üteméhez képest túl lassuaknak bizonyultak.

Az a/ pont alatti hátrány a befolyásoló tényezők vizsgálata útján kiküszöböltnék tekinthető.

A b/ pontban közölt akadály elhárítása az alábbi megfontolások alapján történt:

1. Az üzemek használatára olyan eszközt kell készíteni, amely feleslegessé teszi a bonyolult számításokat és egyszerű leolvasással közli a keretfűrészeléshez szükséges adatokat.

2. Az eszköz alkalmas legyen az üzemekben előforduló összes fűrészelési feladat megoldására.

Erre a célra az ablakos tolótáblázat látszott legmegfelelőbbnek egyszerű kezelhetősége miatt, valamint azért is, mert viszonylagosan sok szám felhordására alkalmas.

Az üzemben előforduló feladatok, melyekhez a szerkesztett eszköznek segítséget kell nyújtania, az alábbiak:

1. Tervezésnél a várható kihozatal előzetes megállapítása.

2. Adott méretű szelvényáruhoz (pl. talpfa, gerenda) a legmegfelelőbb rönkátmérő meghatározása.

3. Adott méretű (rendelkezésre álló) rönkátmérőkhöz a legmegfelelőbb fűrészáru-méreték kikeresése, vagyis: pengebeosztás meghatározása készleten levő rönkök és megrendelésben előírt fűrészáru-termelés céljára.

4. A termelt fűrészáru-választékok (méretek) %-os megoszlása a termelésben.

Ezeknek a céloknak a biztosítása érdekében az üzemeknek az alábbi adatokra van szükségük:

1. A termeléshez szükséges rönkök hosszközépen mért átmérőjére 2 és 5 cm-enkénti csoportosítással, az üzem osztályozásának megfelelően. Az 1 cm-enkénti feldolgozást célszerűnek lát-

szott elvetni, mert annak gyakorlati alkalmazása a fűrészelés pontosságának korlátozottsága, valamint a rönktereken fellépő nagy területigény és ezzel összefüggően a belső anyagszállítás távolságának jelentős megnövekedése miatt nem bizonyult gazdaságosnak.

A többi adatra a rönkök vastagsági méretcsoportjainak függvényében van szükség. Így ennek a függvényében szükséges közölni:

2. A mezőnyök szélén haladó vezérpengék egymástól való távolságát (belvilágát) mm-ben

$$\sum v_1 = 0,43 d$$

$$\sum v_2 = 0,71 d$$

$$\sum v_3 = 0,91 d.$$

3. Az alapmezőnyök szélességi méreteit cm-ben

$$sz_1 = 0,91 d$$

$$sz_2 = 0,71 d$$

$$sz_3 = 0,43 d.$$

4. Az alapmezőnyök és osztott részeik vastagságát mm-ben, figyelemmel a résbőségekre. A vastagsági méretek 4 % túlméretet tartalmaznak.

$$I/1 = \sum v_1 = 0,43 d$$

$$I/2 = \frac{0,43 d - 3,5}{2}$$

$$I/4 = \frac{0,43 d - 3 \cdot 3,5}{4}$$

$$I/5 = \frac{0,43 d - 4 \cdot 3,5}{5}$$

$$II/1 = 0,41 d - 3,5$$

$$II/2 = \frac{0,41 d - 2 \cdot 3,5}{2}$$

$$\text{III}/1 = 0,1 d = 3,5$$

$$\text{III}/2 = \frac{0,1 d - 2 \cdot 3,5}{2}$$

5. A kihozatalokat különféle pengebeosztás esetén. A pengebeosztásokat illetően az üzemekben előforduló pengebeosztások száma olyan nagy és változó, hogy célszerűnek látszott az esetek szisztematikus leegyszerűsítése, amire az alapmezőnyök lehetőséget nyújtanak. A rendszer alapelve az, hogy a vezérpengék minden esetben a mezőnyhatárokon fűrészseljenek ± 2 %-os eltolódással, amely a számításba vett 1 % átlagot adja (pl. $\sum v_3 = 400$ mm helyett szükségszerűen beakasztható $\sum v_3 = 408$ mm). Ebből önként adódott, hogy a szelvények számának emelkedése az alapszelvények további tagozódása révén jön létre. Elegendőnek látszott tehát a kihozatalokat az üzemekben ilymódon előforduló típus-pengebeosztásokra meghatározni és a mezőnyök további felosztását az üzemek gyakorlati feladatai szerint bármilyen mérettársítással lehetővé tenni.

Ez a meg gondolás az ablakos tolótáblázat használatánál az üzemek részére kellő rugalmasságot biztosít.

6. Vegyesméretű termelés esetén a tolótáblázat lehetővé kell tegye a fűrészáru %-os megoszlásának megállapítását vastagsági méretenként.

Feltételezve, hogy az alapmezőnyökből azonos vastagságú fűrészárut termelnek, a fűrészáru %-os megoszlásának meghatározása céljából meg kellett állapítani a mezőnyterületek alapján a részkihozatalokat és ezekből következtetni a termelendő fűrészáru vastagságonkénti részarányára.

Javasolt számítási arány: 60 % : 30 % : 10 %

A javasolt arány a számítást nagymértékben egyszerűsíti.

7. Végül a tolótáblázat borítólapja adatokat tartalmaz.

a/ A szabványszerinti fűrészáru vastagsági méretekre légszáraz állapotban, valamint 4 %, 5 % és 7 % túlméretezéssel.

b/ A tolótáblázat kihozatali értékei 4 % túlméretet és 3,5 mm résbőséget tartalmaznak. Ha a túlméret vagy a résbőség változik, a táblázat borítólapján feltüntetett szorzótényezőket kell alkalmazni.

A felsorolt szempontoknak szem előtt tartásával készült az 54. és 55. ábrákon látható ablakos tolótáblázat.

ALAPÖSSZEFÜGGÉSEK:

SZELVÉNYVASTAGSÁGOK (v):

A táblázat 2 és 5 cm-es rönkosztályozás esetére készült. A kihozatalok 4% túlméretet és 3,5 mm résbőséget tartalmaznak. Az ettől való eltérés megváltoztatja a kihozatalokat. Bővebben lásd a túloldalon és a „HASZNÁLATI UTASÍTÁS”-ban, amely a tábla összehajtott tolokájában található.

$d =$ rönkátmérő (átmérőcsoport)

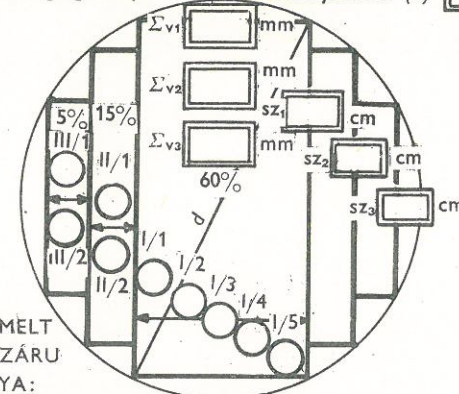
$\Sigma v_1 = 0,43 d$
 $\Sigma v_2 = 0,71 d$
 $\Sigma v_3 = 0,91 d$
 $Sz_1 = 0,91 d$
 $Sz_2 = 0,71 d$
 $Sz_3 = 0,43 d$

$I/1 = 0,43 d \text{ mm}$
 $I/2 = \frac{0,43 d - 3,5 \text{ mm}}{2}$
 $I/3 = \frac{0,43 d - 2,3,5 \text{ mm}}{3}$
 $I/4 = \frac{0,43 d - 3,3,5 \text{ mm}}{4}$
 $I/5 = \frac{0,43 d - 4,3,5 \text{ mm}}{5}$

$II/1 = 0,14 d - 3,5 \text{ mm}$
 $II/2 = \frac{0,14 d - 2,3,5 \text{ mm}}{2}$
 $III/1 = 0,10 - 6,3,5 \text{ mm}$
 $III/2 = \frac{0,10 d - 2,3,5 \text{ mm}}{2}$

Rönk vastagsági csoport 5 cm-es osztályozással (d)

Rönk vastagsági csoport 2 cm-es osztályozással (d)



A TERMÉLT FÜRÉSZÁRU ARÁNYA:

I. SZELVÉNYBŐL 60% III + III SZELVÉNYBŐL 10%
 II + II SZELVÉNYBŐL 30%

Fűrészáru vastagsági méretek mm-ben

Légszáraz állapotban	19	22	25	30	33	35	38	40	43	45	48	58	68	78	88	98	108	118
4% túlmérettel	19,8	22,9	26,0	31,2	34,3	36,4	39,5	41,6	44,7	46,8	49,9	60,3	70,7	81,2	91,5	102,0	112,3	122,7
5% túlmérettel	20,0	23,1	26,3	31,5	34,7	36,8	39,9	42,0	45,2	47,3	50,4	60,9	71,4	81,9	92,4	102,9	113,4	123,9
7% túlmérettel	20,3	23,5	26,8	32,1	35,3	37,5	40,7	42,8	46,0	46,2	51,4	62,1	72,8	83,5	94,2	104,9	115,6	126,3

KORREKCIÓS TÉNYEZŐK túlméretre és résbőségre:

Túlméret	dc	20	25	30	35	40	45	50
	2%	1,019	1,019	1,019	1,019	1,019	1,019	1,019
3%	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010
4%	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5%	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991
6%	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981
7%	0,972	0,972	0,972	0,972	0,972	0,972	0,972	0,972
Résbőség	2,5 mm	1,0178	1,0147	1,0123	1,0105	1,0092	1,0074	1,0070
	3 mm	1,0088	1,0064	1,0051	1,0042	1,0037	1,0024	1,0023
	3,5 mm	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	4 mm	0,9910	0,9926	0,9935	0,9942	0,9948	0,9949	0,9950

		Mezőnyök szelvény száma													
		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5		
A pengebeosztás típuszáma	1	1	2	1									7		
	2	1	1	2									7		
	3	2	2	2									9		
	4	1	1	1									6		
	5	2	1	1									8		
	6	1	2	2									8		
	7	2	2	2									10		
	8	1	1	1									7		
	9	2	1	1									9		
	10	1	2	2									9		
	11	2	2	2									11		
	12	1	1	1									8		
	13	2	1	1									10		
	14	1	2	2									10		
	15	2	2	2									12		
	16	1	1	1									9		
	17	2	1	1									11		
	18	1	2	2									11		
	19	2	2	2									13		
		III	II	I	I	I	I	I	I	I	II	III			
		Szelvények száma													

K I H O Z A T A L O K %-B A N

55. Abtra

79,5	79,2	78,2	78,9	78,5	78,1	77,0	72,6	77,0	75,3	76,4	75,6	74,8	73,1	73,9	72,9	69,8	71,7	70,4	68,5	64,7
79,1	78,8	77,8	78,4	78,1	77,7	76,7	77,3	76,8	76,3	76,5	76,1	74,6	75,6	74,9	74,3	72,5	73,5	72,6	69,6	64,9
80,0	79,7	78,8	79,4	79,4	78,7	77,7	76,2	77,2	77,2	76,8	75,8	74,1	74,1	74,1	73,0	70,3	72,2	71,3	70,2	66,3
79,5	78,8	78,6	78,7	78,3	78,0	77,7	76,7	77,4	76,9	75,4	76,4	75,9	75,2	73,5	74,5	73,7	70,9	72,8	71,7	70,3
80,0	79,3	78,4	79,0	78,7	78,4	77,4	76,0	77,0	76,6	76,1	74,7	74,7	74,7	73,8	74,9	74,3	71,6	73,6	72,7	71,6
80,5	80,3	79,4	80,0	79,7	78,4	78,4	79,0	78,6	77,0	78,0	77,5	76,9	75,1	76,2	75,4	74,3	71,2	74,8	74,1	71,6
80,0	79,3	79,0	78,3	78,9	78,6	78,4	77,6	78,1	77,7	76,3	77,9	76,8	76,2	74,6	75,6	74,9	72,2	74,1	73,2	70,7
80,0	79,6	78,9	79,6	79,0	78,1	78,7	78,4	78,7	77,0	78,0	77,1	76,4	75,4	74,9	74,2	71,2	73,0	72,7	71,0	68,4
80,8	79,7	78,8	79,7	78,3	78,1	77,1	77,9	77,6	76,2	77,3	76,9	76,5	74,9	76,1	75,6	72,9	75,0	74,3	73,5	69,6
79,7	79,5	78,7	79,3	79,4	78,8	77,9	76,5	76,6	77,1	76,5	74,9	75,9	75,2	72,4	74,4	73,5	72,2	71,2	69,4	66,6
80,3	80,3	79,2	79,7	78,1	77,9	77,7	76,8	77,5	77,2	75,8	76,8	76,4	75,9	74,3	75,4	72,2	73,4	72,3	71,3	68,6
79,3	79,1	78,3	78,9	78,7	77,5	78,2	77,8	77,8	76,5	77,2	76,3	75,8	73,1	74,4	74,4	71,2	73,4	72,7	71,0	69,8
79,0	78,1	78,0	77,2	77,8	77,7	77,5	76,5	77,2	77,0	75,7	76,8	76,5	76,2	74,6	75,9	75,4	72,9	75,0	74,4	71,6
80,5	80,3	79,5	80,1	79,7	78,8	79,4	78,4	77,7	76,8	78,3	77,9	76,2	77,3	76,7	73,9	76,0	75,1	74,0	72,3	70,5
80,1	80,0	79,1	79,8	79,6	78,8	79,4	78,4	77,8	78,7	78,4	77,7	77,2	74,6	76,7	77,7	77,2	74,6	76,0	75,3	71,8
78,8	78,7	78,0	78,6	78,5	78,4	77,5	76,3	76,1	76,8	77,9	77,7	77,5	75,9	77,2	76,9	74,4	76,5	76,0	75,5	71,8

63,7	60,9	59,5	58,1	55,3	52,5	49,7	46,9	43,5	41,1	38,5	36,5	34,5	32,9	32,0	31,5	30,1	27,3	24,5	21,5	8,6
20,6	19,8	19,4	18,9	18,1	17,2	17,2	16,3	15,5	15,1	14,6	14,8	14,8	12,9	12,9	12,0	11,2	10,8	10,3	9,5	8,6

42,5 44,5 40,5 38,5 36,5 36,5 36,5 32,5 31,5 30,5 28,5 28,5 26,5 26,5 24,5 22,5 21,5 20,5 18,5 16,5 16,5

436,8	418,6	409,5	407,4	382,2	364,0	364,0	345,8	327,6	308,5	309,4	294,2	273,0	273,0	254,8	236,6	227,5	218,4	200,2	182	162
341,0	325,6	319,5	312,4	298,2	284,0	284,0	270,0	256,6	246,8	241,1	227,2	213,2	213,2	199,8	188,7	177,0	170,0	156,6	142	14,2
43,7	41,9	41,9	40,0	39,2	36,4	36,4	32,6	32,6	31,8	30,9	29,4	27,3	27,3	25,5	23,7	22,7	21,8	20,0	18,2	18,2
20,6	19,8	19,3	18,9	18,1	17,2	17,2	16,3	15,5	15,0	14,6	14,8	14,8	12,9	12,9	12,0	11,2	10,7	10,3	9,5	8,6

48-49 46-47 44-45 42-43 40-41 38-39 36-37 35-39 30-34 34-35 32-33 30-31 28-29 26-27 26-25 23-20-21 20-24



VII. ÖSSZEFOGLALÁS

A fűrészipar dolgozza fel a rendelkezésre álló rönkanyag legnagyobb részét. Ezért a fűrésziparban elért anyagkihasználás kismérvű javulása is tekintélyes fűrészárutöbbletet jelent. Magyarország a fát importáló államok közé tartozik, rendkívül fontos népgazdasági érdek tehát, hogy a fűrészipar magas kihozattal termeljen. Ez tette indokolttá, hogy a Faipari Kutató Intézet a kihozatal kérdésével foglalkozzék. Hazai viszonyaink között a fűrészipar tulnyomó részben lombos fűrészárut termel, a kutatás tehát kizárólag a lombos fűrészárutermelés kihozatali kérdéseit öleli fel, mégpedig a keretfűrészeléskor elérhető kihozatalokra vonatkozóan, mert a lombos fűrészáru termelésének a legveszteségesebb művelete a keretfűrészelés.

A fűrészipar tulnyomó részben még ma is kétféle keretfűrész-technológiával termel éspedig:

1. a pengéket előzetes számítások nélkül akasztja be, és
2. Pithagorasz tételével határozza meg az összefüggéseket a termelt fűrészárumeretek és a rönkátmérő között.

Mindkét módszer idejét multá és nem alkalmas a kihozatalok emelésére. A maximális kihozatalokat olyan matematikai összefüggések biztosítják, melyeket az említett módszerek nem használtak fel. Ezeknek az összefüggéseknek alapjait Feldmann és Sapiro szovjet tudósok fektették le, azonban a módszer a gyakorlatban mégsem terjedt el, mert a számított kihozatalok a gyakorlatban elérhető eredményekhez képest magasaknak bizonyultak és az eljárás túl bonyolult volt ahhoz, hogy az üzemek nehézség nélkül felhasználják. A kutatásnak ezt a két akadályt kellett elsősorban elhárítania.

Elfogadtuk Feldmann és Sapiro ama megállapítását, hogy a maximális kihozatal matematikailag kiszámított, tehát meghatározott méretű szelvények kifűrészélése útján biztosítható, melyeket a 0,43 d, 0,71 d és 0,91 d méretek determinálnak. Ezt követően szükségesnek mutatkozott a kutatás módszerének tisztázása.

A módszertani kérdések vizsgálatával kapcsolatban az alábbi megállapításokhoz jutottunk:

a/ A lombos fűrészárutermeléssel kapcsolatos kihozatali számításokat nem szükséges háromdimenziós (térfogatra vonatkozó) rendszerben végezni, inkább ajánlható az egyszerűbb kétdimenziós

(pusztán területre vonatkozó) rendszer, mely kielégítő pontosságot biztosít.

b/ A kihozatalok számítását konstans túlmérettel és résbősséggel célszerű végezni, és az eltéréseket koefficiensekkel kifejezni.

A mezőnyhatárokon beakasztott vezérpengéket célszerű a kisebbik mezőnyök belső szélén elhelyezni, mert ez esetben a legmagasabb a kihozatal. A túlméretek és résbősségek miatt megváltozott mezőnyszélességeket Pithagorasz tételével lehet meghatározni.

c/ A szélezetlen fűrészáru kétféle mérésmódjából eredő kihozatali különbségeket, miután azok népgazdasági szempontból jelentéktelenek, nem szükséges figyelembe venni, hanem a szelvényterületek számítása célszerűen csak a keskenyebbik lap alapján történhet.

d/ Ha a rönköket vastagsági osztályonként fűrészelik fel, tehát ugyanarra a pengebeállításra 5 cm, esetleg 2 cm-es átmérőkülönbséggel adagolják a rönköket, akkor a mezőnyök számítását az előforduló legkisebb rönkátmérőkre célszerű elvégezni, mert ez biztosítja a legnagyobb kihozatalt.

e/ Foglalkozni kellett azzal a kérdéssel is, hogy a szélső mezőnyök kifűrészélése (0,91 d távolságra) nem eredményez-e a szabványelőírásoknál keskenyebb fűrészárut. E téren szabványmódosítás szükséges.

A módszertani kérdések áttekintése után kerülhetett sor a kutatásra, amely elsősorban annak a tisztázására szorított, hogy mi okozza a számított és a gyakorlatban ténylegesen elérhető kihozatalok közötti sokszor igen lényeges különbséget. Ennek megállapítása céljából meg kellett vizsgálni a kihozatalt befolyásoló tényezőket. Ezek az alábbiak:

a/ A rönkátmérő, amely önmagában véve (egyéb befolyásoló tényezőktől elkülönítve) nem befolyásolja a kihozatalt, amely elméletileg minden rönkátmérőnél, az öt alapmezőnyterületre vonatkoztatva 86,12 %.

b/ A túlmérettel kapcsolatban megállapítható volt, hogy annak minden 1 %-a fordított arányban átlag 0,8 %-kal változtatja a kihozatalt.

c/ A résbősség a rönkátmérőktől függően csak abban az esetben változtatja a kihozatalt, ha konstans értékkel szerepel a

számításokban. Ha a résbőség méretét az átmérő függvényében fejezzük ki, akkor a kihozatal független a rönkátmérők változásától. Konstans résbőség esetén a kihozatal annál nagyobb mértékben csökken, minél kisebb a rönkátmérő. Ez a megállapítás felhívja a figyelmet a vékony fűrészpengék használatának fontosságára, különösen a vékony (20-35 cm átm.) rönktartományban.

d/ A rönkátmérő, túlméret és résbőség egyidőben hatnak a kihozatal alakulására. Ezért szükséges volt ezek együttes vizsgálata is. A vizsgálat olyan alapgrafikont eredményezett, amely az öt alapmezőny kifűrészelésekor elérhető kihozatalokat szemlélteti. Az alapgrafikon lehetővé tette annak a megállapítását, hogy a matematikai maximum elvének alkalmazása a kihozatalt kevésbé teszi függővé a rönkátmérőktől, mint más technológiák (20 és 50 cm átm. rönkök felfűrészelésekor a kihozatalkülönbség mindössze 2,94 %), továbbá, hogy vékony rönkök felfűrészelésekor a technológia alkalmazása különösen indokolt, mert amíg 20-35 cm vastag rönkök esetén a kihozatalkülönbség 2,10 %, addig 35-50 cm vastag rönkök esetén mindössze 0,84 %.

e/ Miatán a keretfűrészelés pontossága technikai okokból korlátozott, szükséges volt a technikai pontatlanság hatásának a vizsgálata is. Üzemi mérések alapján megállapítható volt, hogy a vezérpengék egymástól való távolsága ($\sum v$ értékek) sok esetben +2 % eltérést mutattak. Ezért a gyakoriság figyelembevételével feltételeztük, hogy a fűrészelés 1 %-kal megnövelt $\sum v$ értékkel történik. Ez a különbség az alapgrafikon szintjét 1,70 abszolút értékkel süllyeszti, vagyis 2,10 % relatív kihozatalcsökkenést okoz.

f/ Rendkívül fontos befolyásoló tényezőt jelent a kihozatal alakulásában az az üzemi gyakorlat, mely szerint a lombos rönköket 5 cm-es vastagságcsoportokba osztályozzák és esetről esetre azonos pengeosztással fűrészelik. Minél jobban tér el a felfűrészelt rönk átmérője attól a rönkátmérőtől, melyre a $\sum v$ értékeket számították (a d minimumtól), annál alacsonyabb a kihozatal, és a kihozatalcsökkenés mértéke annál nagyobb, minél vékonyabb a rönkátmérő. Ez a körülmény a 20 cm-es rönköknél (20-40 cm-es vastagsági osztályban) 5,09 %-kal, a 45 cm-es rönkök fűrészelésekor (45-49 cm-es vastagsági csoport) pedig 0,96 %-kal redukálja az alapgörbét. Figyelemre méltó, hogy a 2 cm-es rönk-osztályozás esetén a redukció mértéke 20 cm-es rönkök esetén

mindössze 0,58 %; a 45 cm-es rönkök felfűrészelésekor 0,08 % és ha az üzem áttér a 2 cm-es osztályozásra, ezzel kihozatalát 4,51 illetve 1,15 %-kal javíthatja. Ez a megállapítás különösen a 20-35 cm-es vékony rönktartományban a 2 cm-es osztályozás szükségessége utal.

g/ A rönkök alaki hibáinak vizsgálata azt eredményezte, hogy a lombfarönkök egymásra merőlegesen mért átmérői ritkán egyenlők, hanem átlag 1,58 cm átmérőkülönbség állapítható meg. Ezért a mezőnyisélességeket az ellipszis egyenletével újból meg kellett állapítani. A rönkök elliptikus szelvénye annál inkább csökkenti a kihozatalt, minél vékonyabb a rönkátmérő, 20 cm-es rönknél 0,79 %-kal, 50 cm-es rönknél 0,09 %-kal és az alapgörbét további mértékben redukálja. Az alaki hibák megállapítására szolgáló mérések azonban nem voltak elégségesek ahhoz, hogy fafajonként differenciált megállapításokhoz vezessenek, ezért az alaki hibák fafajonkénti megállapítása további vizsgálatokat igényel.

h/ Az alapszelvényeket a gyakorlatban tovább kell tagozni. Az így előálló sokfűrészesesség szintén nagymértékben befolyásolja a kihozatalt. A gyakorlatban előforduló lehetőségek felmérése 20 típus-pengebeosztást eredményezett, melyek egy része csökkenti a kihozatalt. Gyakran előfordul azonban, főleg a vastag rönktartományban, hogy a szélső és középső mezőnyök felosztása a kihozatalt a redukált alapgrafikon fölé emeli. A mezőnyök tagozása aszimmetrikusan is történhet, ez a kihozatalban lényeges változást nem okoz és így az üzemeknek a mezőnyfelosztás tekintetében szabad kezet lehet biztosítani.

A matematikai módszerek elterjedésének azt az akadályát, hogy tulmagas kihozatalokat eredményeznek, a befolyásoló tényezők vizsgálata elhárítja. A másik akadály az eljárás tulságosan bonyolult volta.

Ennek elhárítására a kutatási eredményeket olyan ablakos tolátáblázatba sűrítettük, amely lehetővé teszi a szükséges adatok közvetlen leolvasását. Az ablakos tolátáblázat az alábbi adatokat tartalmazza:

1. a rönkcsoportokat 2 és 5 cm-es vastagsági osztályonként és ennek a függvényében:
2. a $\sum v$ értékeket,
3. az alapmezőnyök szélességét,

4. az alapmezőnyök és osztott részeik vastagságát,
5. a kihozatalokat különféle mezőnytagozódás esetén.

Végül a tolótáblázat közli az egyes mezőnyökből kikerülő fűrészáru részarányát a termelésben, továbbá a túlméret és rész-bőség változása esetén alkalmazandó korrekciót.

Mást az üzemek rendelkezésére bocsátani nem látszik szükségesnek.

A tolótáblázattal az alábbi feladatok oldhatók meg:

1. tervezésnél a várható kihozatal előzetes megállapítása,
2. bármilyen fűrészseléstechnikai feladat a keretfűrészek pengebeosztását illetően, és
3. a termelt fűrészáruméreték %-os megoszlásának megállapítása.

A használati utasítás példákat is tartalmaz.

Bármennyire széles alapokon folyt is a kutatás, azt korántsem lehet befejezettnek tekinteni. Néhány üzemi ellenőrző kísérleti fűrészelés magasabb eredményeket adott. Ezt azonban a fokozott műszaki készenlétnek lehetett tulajdonítani. A jelentés egyes megállapításai már most ajánlhatók gyakorlati bevezetésre, más megállapítások további kutatómunkát igényelnek.

Különösképpen szükségesnek látszik a rönkök alaki jellemzőinek további vizsgálata fafajonként differenciáltan.

A kutatás mindenesetre azt igazolja, hogy ajánlott vágástechnológia bevezetése a fűrésziparban alkalmas arra, hogy a keretek mögötti kihozatal a rönkátmérőktől függően a feltüntetett eredmények színvonaláig emelhető legyen.

A KERETFŰRÉSZEKEN ELÉRHETŐ FŰRÉSZÁRU-KIHOZATAL
FOKOZÁSÁVAL KAPCSOLATOS ELMÉLETI KUTATÁSOK ÜZEMI
ELLENŐRZŐ VIZSGÁLATA[§]

Barlai Ervin
igazgató h.
Gippert László
tud. munkatárs

I. METODIKAI RÉSZ

A keretfűrészeken elérhető fűrészáru-kihozatal fokozásával kapcsolatos előző kutatás megállapította, hogy Feldmann és Sapiro elméleti számításai helyesek, de nem vették figyelembe azokat a kihozatalra befolyással bíró tényezőket, melyek a gyakorlati üzemi munkánál feltétlenül jelentkeznek. A kutatás megfelelő adatfelvétel és elméleti számítás alapján meghatározta a befolyásoló tényezők hatásának számszerű értékét a kihozatalra. Az üzemi ellenőrzés elsődleges célja volt az ajánlott módszer használhatóságának, valamint a kutatásban feltüntetett kihozatali értékek helyességének vizsgálata. Ezért részletes elemzéssel több üzemben sok száz m³ rönkanyag felfűrészélése alapján pontos megfigyeléseket végeztünk.

A kutatás szerint a kihozatalra befolyással bíró tényezők az alábbiak:

- a/ rönkátmérő,
- b/ szelvények túlméretezése,
- c/ résbőség,
- d/ a rönkök alakhi hibái,
- e/ a rönkök vastagsági osztályozása,
- f/ a fűrészelés technikai pontatlansága,
- g/ az alapszelvények továbbtagozódása.

[§]1958-1959 években végzett kutatás.

A befolyásoló tényezők közül az a/ ponttól a c/ pontig levők külön üzemi vizsgálatot nem igényeltek, mert a kutatás számítási anyaga az üzemi munka feltételeit teljes mértékben kielégítette. A többi befolyásolási tényezővel kapcsolatban a vizsgálat az alábbiakra terjedt ki.

Ad d/ Rönkök alakai hibái

A kutatás bizonyos számú mért adat alapján, mint kihozatalt csökkentő tényezőt figyelembe vette a rönkök ovalitását, sudarlósságát, görbeségét.

Az üzemi vizsgálatok egyrészt kiterjedtek az alakiság mértékének ellenőrzésére, másrészt a részletes felvételek alapján az alakiságból származó kihozatali csökkenés mértékének ellenőrzésére.

Az üzemi vizsgálatokat a soproni Kísérleti Üzemben, a Nyugatmagyarországi Fűrészek Vállalat lenti üzemében és a Budapesti Fűrészek szolnoki üzemében végeztük. A vizsgálati metodika pontonként az alábbi volt:

Az alakisági tényezők megállapításához fafajonként és átmé-
rőcsoportonként vizsgálni kellett a befolyásolási tényezőket,
melyek

- a/ az átlaghossz,
- b/ sudarlósság,
- c/ ovalitás,
- d/ görbeség.

A szűrőpróba alapján nyerhető értékek módszerét célszerűnek látszott mellőzni, mert a módszerrel alkotott ítélet mindig bizonyos mértékig pontatlan, s a pontatlanság mértéke nem ismert. A matematikai statisztika éppen ezt oldja meg azáltal, hogy ismertté teszi a pontatlanság mértékét.

Mivel rönkalakban több százezer darab rönk kerül feldolgozásra, célszerűnek mutatkozott a nagy adatszámú álló sokaságot az adatok áttekinthetőségének egyszerűsítése céljából matematikai-statisztikai jellemzőkkel (átlag, szórás stb.) jellemezni.

A matematikai-statisztikai szemléletben sem az átlag, sem a szórás nem tekinthető állandó értéknek, hanem olyannak, mely annál pontosabb, minél nagyobb számú mérésből számították ki.

A sokaság jellemzéséhez szükséges mérések számának megállapításánál a $D_x = \frac{2 \cdot s}{\sqrt{n}}$ egyenlőséget alkalmaztuk, feltételezve, hogy az alakisági tényezők megállapításánál a faiparban reálisak a következő feltételek:

a/ A mért értékek eloszlása közel normális (Gauss-féle),

b/ Elfogadható az átlagnak az az értéke, mely csak 95 %-ban bizonyos,

c/ a mérés szórása 1 mm,

d/ az átlag megkövetelt szórása 0,1 mm.

Az egyenlőségben: D_x = az átlag megkövetelt szórása

s = a mérés szórása

n = a szabadságfokok száma = a mért értékek száma - 1

Abból a követelményből, hogy az átlag a kiszámított érték-től jobbra és balra a kétszeres szórás értéken belül helyezkedik el, következik, hogy

$$D_x = \frac{2 \cdot s}{\sqrt{n}}, \text{ behelyettesítve}$$

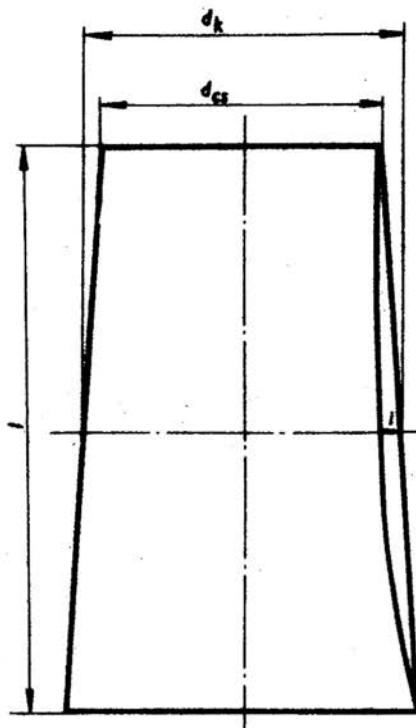
$$0,1 = \frac{2 \cdot 1}{\sqrt{n}}$$

n -re megoldva, a szükséges mérések száma = 400-al az egyes vastagsági csoportokban.

A felvételeknél a 400 db-os felvételi számtól eltérünk. A felvételek számát vastagsági csoportonként 200 db-ban állapítottuk meg, mert 200 db-os felvétellel a gyakorlati követelményeket ki lehetett elégíteni.

Az alakisági tényezőket a felvételi darabszám megállapítása után a következő egyenlőségeknek megfelelően számítottuk:

Az ovalitás %-os értéke



1.ábra

$$0 \% = \frac{dk_1 - dk_2}{dk} \cdot 100$$

d = átmérő

dk = középátmérő = $\frac{1}{2} \cdot (dk_1 + dk_2)$

dk₁ és dk₂ = középátmérő két egymásra merőlegesen mért értéke. (Ovalitásnál a kis- és nagytengely.) Görbeség (lásd az 1. ábrát):

$$g = \frac{i}{l}$$

i = a rönk legnagyobb lehajlásának mértéke,

l = a rönk hossza.

Sudarlósság (lásd az 1. ábrát):

$$s = \frac{dk - dcs}{l/2}$$

dcs = a rönk csucsátmérőjének átlagértéke.

A mérések értékét a matematikai statisztikának megfelelően:

az átlagérték (A),

a terjedelem (B),

a szórás (Ss) és

a konfidenciahatárok megállapítására terjesztettük ki.

Átlag: a sokaság mért értékeinek összege osztva a sokaság darabszámával

$$A = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Terjedelem: a sokaság legnagyobb és legkisebb mért értékeinek különbsége:

$$R = x_{\max} - x_{\min} \cdot$$

A szórás: az átlagértéktől való eltérés mértéke.

A konfidenciahatár: két érték, melyek közé az átlag meghatározott (jelen esetben 59 %-os) valószínűséggel esik.

Ad e/ A rönkök vastagsági osztályozása

Választani kellett az 5 és 2 cm-es rönkátmérő csoportosítás szerinti feldolgozás közt. A feltételek a kísérlet kezdeti időszakában egyikre sem voltak kielégítően meg, azért célszerűbbnek látszott az 5 cm-es vastagsági osztályozást választani, mely gyorsabban volt megvalósítható. Indokolta ezt az is, hogy az 5 cm-es osztályzás szerint feldolgozott rönkanyag kihozatali értékeinél tapasztaltakat vonatkoztatni lehet a 2 cm-es osztályozás mellett feldolgozott rönkanyagok kihozatali értékeire is.

A feldolgozott rönkanyag és készáru felvételezését két módszer szerint végeztük:

a/ Mértünk minden keretre kerülő rönköt méret és alakiség szempontjából. Egy pengebeállításnak megfelelően mértük a Σv_3 -on belüli fűrészáru-mennyiséget, fűrészáru-vastagságonként és a Σv_3 -on kívüli mennyiséget egy tételben.

b/ Mértünk minden keretre kerülő rönköt méret és alakiség szerint. Rönkönként elkülönítve vettük fel a fűrészárut vastagságonként. Az egyedi felvételeket ezenkívül elkülönítettük Σv_3 -on belüli és kívüli anyagra.

Ad f/ A fűrészelés technikai pontatlansága

Ennek vizsgálata ellenőrző mérésekből állt. A termelés során a keretfűrész kezelő által beállított Σv_1 , Σv_2 , Σv_3 értékeket mérővesszővel ellenőriztük. Az ellenőrzés pengebeállításoként legalább egyszer megtörtént.

Ad g/ Az alapszelvények további tagozódása

A bevágási utasítások a gyakorlati kívánalmaknak megfelelően készültek. Nem történt tehát rönkfeldolgozás külön minden szelvénytagozódásra, mert az elméleti számítások igazolására kielégítőnek látszott a vastagsági fokozatoknak megfelelő kihozatali görbe egyes pontjainak ellenőrzése.

II. AZ EGYES TÉNYEZŐKRE VONATKOZÓ VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

A./ Feltételezések

1. Az alakítás

a/ Ovalitás. A kiutaláshoz feldolgozott rönkadatokból megállapítható volt, hogy a feldolgozott rönkanyag keresztmetszete nem felel meg a körszelvénynek, ellipszis alakú. A felvételek szerint 1-2 cm-es átmérőkülönbségek fordulnak elő. Az előző kutatás a számításokat azzal a feltételezéssel végezte, hogy általában a feldolgozásra kerülő rönkök olyan ellipszis alakú keresztmetszet-szelvényekkel bírnak, melynél a nagy- és kistengely különbsége 1,5 cm. Ennek megfelelően érvényesítette a kihozatal-különbségeket, mely a körszelvényekkel bíró, illetve ellipszis keresztmetszet-szelvényekkel bíró rönkök feldolgozása között mutatkozik.

b/ A sudarlósság. A kutatás számításai kétdimenziós módszerrel készültek, mivel szélezetlen fűrészáru termelése esetén mind a rönköt, mind a szelvényárut hosszközépen mérik. Érvényesítette továbbá a kutatás azt a gyakorlatot, hogy a lombos fűrészáru szélességi mérete a keskenyebbik végén a szabványos előírásnál keskenyebb is lehet, minimális határértéknek feltüntetve a vastagság kétszeres értékét. A kutatáshoz felvett rönkök alakítási tényezői arra engedtek következtetni, hogy a hazai lombosrönkök sudarlóssága nem olyan nagymértékű, hogy a szélső szelvényeknél - vékonyabb rönkkategóriákban - a fűrészáru keskenyebb szélességi értéke e kétszeres vastagsági érték követelményét nem elégítené ki. A számításba vett sudarlósság értéke 0,8 cm/fm.

c/ A görbeség. A kutatás külön kihozatalt csökkentő tényezőt ezen alakítási hiba miatt nem vett tekintetbe, mert az előzetes felvételek szerint a görbeség mértéke, 1,7 cm/fm nem haladja meg a szabványelőírást és ezért feltételezhető volt, hogy szélezetlen fűrészáru-termelés esetén e mértékű görbeség a keretfűrész után a fűrészáru-kihozatalt nem befolyásolja.

B./ Felvételi eredmények

Az alakítási felvételek tölgy és akác fafajokra készültek 5 cm-es vastagsági fokozatnak megfelelően.

Minden vastagsági csoportban 200-200 db rönk felvételét végeztük, kivételt képez a 45-49 cm átmérőjű rönkcsoport, melynél a felvételek száma csak 150 db volt. A 150 db szám a számított 95 %-os valószínűségi határ esetén a valószínűségi határértékben kb. 10 %-os hibát okoz. Ez azonban megengedhetőnek látszott, mert ez az átmérőcsoport a felvételeket végző soproni fűrészüzemben, mintegy 3 %-a volt csak a beérkezett összes faanyagnak, s így a fafaj jellemző átlagát feltételezhetően nem befolyásolja. Célszerűnek látszott ezért e vastagsági csoportnál 150 db-bal számolni és a többi átmérőcsoportnál csökkenés nélkül 200 db-ot számításba venni. A felvételek értékeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Átmérő csop. közép-határ értéke	Gyakoriság %	Felvétel db	Átlaghossz m-ben
22 20-24	35,8	200	2,6
27 25-29	23,1	200	2,8
32 30-34	20,9	200	2,8
37 35-39	11,5	200	2,8
42 40-44	5,2	200	3,0
47 45-49	3,5	150	3,0

Átmérő csop. közép-határ értéke	O v a l i t á s			
	Átlag	Terjed.	Szórás	Konfidencia- határ
22 20-24	5,6	10,56	4,60	0,65
27 25-29	6,09	11,59	5,00	0,71
32 30-34	5,91	12,94	5,60	0,80
37 35-39	6,17	10,23	4,40	0,63
42 40-44	6,40	12,57	5,40	0,78
47 45-49	4,84	9,82	4,20	0,68

Átmérő csop. közép-határ értéke	G ö r b e s é g			
	Átlag	Terjed.	Szórás	Konfidencia- határ
22 20-24	2,33	3,00	1,30	0,18
27 25-29	2,45	2,54	1,10	0,16
32 30-34	2,36	3,11	1,30	0,18
37 35-39	2,06	2,56	1,10	0,16
42 40-44	1,89	2,59	1,10	0,16
47 45-49	1,73	2,25	1,00	0,16

Átmérő csop. közép-határ értéke	S u d a r l ó s s á g			
	Átlag	Terjed.	Szórás	Konfidencia- határ
22 20-24	1,13	2,17	0,90	0,13
27 25-29	1,32	2,10	0,90	0,13
32 30-34	1,46	2,08	0,90	0,13
37 35-39	1,72	2,47	1,10	0,16
42 40-44	2,39	2,86	1,20	0,17
47 45-49	2,66	3,17	1,40	0,28

A gyakorisági %-nak megfelelően a fafajra jellemző alakítás átlagértékek az alábbiak:

$$\text{Ovalitás} = \frac{1}{100} (5,60 \cdot 35,80 + 6,39 \cdot 23,10 + 5,91 \cdot 20,90 + 6,17 \cdot 11,50 + 6,40 \cdot 5,20 + 4,84 \cdot 3,50) = 6,06.$$

$$\text{Görbeség} = \frac{1}{100} (2,33 \cdot 35,80 + 2,45 \cdot 23,10 + 2,36 \cdot 20,90 + 2,06 \cdot 11,50 + 1,89 \cdot 5,20 + 1,73 \cdot 3,50) = 2,28.$$

$$\text{Sudarlósság} = \frac{1}{100} (1,13 \cdot 35,80 + 1,32 \cdot 23,10 + 1,36 \cdot 20,90 + 1,72 \cdot 11,50 + 2,33 \cdot 5,20 + 2,66 \cdot 3,50) = 1,42.$$

Az ovalitás átlagértéke 6,06 %, ami figyelemmel a felvett rönkanyag m^3 -re vonatkoztatott átlag 32 cm-es átmérőjére

$$\frac{32 \cdot 6,08}{100} = 1,94 \text{ cm-nek felel meg.}$$

Mivel az ovalitásnál a kis- és nagytengely különbségeként a kutatás 1,5 cm-t vett figyelembe, a kapott átlagérték elfogadható, mert

a/ a kutatás minden vastagsági csoportban az 1,5 cm átlageltérést vette figyelembe, holott a valóságban ez a rönkátmérő növekedésével változik, melyet az alábbi táblázat igazol.

2.táblázat

Megnevezés	20-24 cm Ø	25-29 cm Ø	30-34 cm Ø	35-39 cm Ø	40-44 cm Ø	45-49 cm Ø
A jelentésben az ovalitás mértéke						
cm	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
%	6,82	5,55	4,69	4,85	3,57	3,19
A felvétel szerint az ovalitás mértéke						
cm	1,23	1,72	1,89	2,28	2,69	2,27
%	5,60	6,39	5,91	6,17	6,40	4,84

b/ A kutatás megállapítása szerint az ovalitás az alsó, 20-30 cm átmérőjű rönktartományokban ad gyakorlatilag érzékelhető kihozatali különbségeket. E rönktartományokban felvételeink szerint az ovalitásból eredő különbségek kiegyenlítik egymást; 1,47-es eredményt adnak. A felsőbb rönkkategóriákban, bár a felvételek szerint nagyobb a sudarlósság mértéke, az a kihozatalban csak század, illetve ezred nagyságrendbeli különbséget ad és így nem indokolt a jelentésben számításba vett 1,5 cm-es ovalitási mérték megváltoztatása.

A kutatás 0,8 cm/fm átlagsudarlóssági értékkel számolt. A felvételek szerint a sudarlósság átlagértéke 1,42 cm/fm. Az eltérést vizsgálva megállapítható, hogy bár a jelen felvételek szerint a sudarlósság nagyobb, jelentősen kisebb az átlaghossz.

Míg a kutatás 3,20 m átlaghosszal számolt, felvételeink átlag hosszértéke 2,83 m.

Az eltérés feltételezhetően a nagyobb mértékben felvételre került törönkökből adódik, de ennek ellenére, mivel a sudarlósság $\sum v_3$ értékét befolyásolhatja, az ellenőrző számításokat elvégeztük.

A kutatás szerint $\sum v_3$ szélesség értékeit nem befolyásolja oly mértékben, hogy az ne elégitené ki az $sz_{csucs} = 2 \cdot v$ egyenlőség feltételeit.

A felvételek alapján számítva a szélességi értékeket az egyes rönkcsoportokra, következőket kapjuk:

$$d_{\text{közép}} = 20 \text{ cm,}$$

$$\text{rönkhosszuság} = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{sudarlósság} = 1,13 \text{ cm}$$

$$d_{\text{csucs}} = 20 - (1,13 - 1,3) = 18,53 \text{ cm}$$

$$\sum v_3 = 0,91 d = 18,20 \text{ cm}$$

$$\text{A III mezőny vastagsága} = 0,1 d = 20 \text{ mm,}$$

$$\text{a III mezőny szélessége} = 0,43 d = 86 \text{ mm.}$$

$$\text{Az elfogadható } sz_{\text{csucs}} = 2 \cdot 0,1 d = 40 \text{ mm.}$$

A d_{csucs} -nak megfelelő

$$sz_{\text{csucs}} = d_{\text{csucs}}^2 - (\sum v_3)^2 = 18,53^2 - 18,20^2 = 3,32 \text{ cm.}$$

A fenti egyenlőségeknek megfelelően az értékeket minden átmérőcsoportra kiszámítva az alábbi eredményeket kaptuk:

3. táblázat

\emptyset csoport	Átlag-hossz	Sudar-lósság	Csucs \emptyset	$\sum v_3$	Jelentés szerinti sz_{csucs}	Felvétel szerinti sz_{csucs}
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
20-24	260	1,13	18,50	18,20	4,00	3,32
25-29	280	1,32	23,10	22,75	5,00	4,00
30-34	280	1,46	27,90	27,30	6,00	5,75
35-39	280	1,72	32,60	31,85	7,00	6,95
40-44	300	2,39	3,64	33,40	8,00	8,00
45-49	300	2,66	41,00	40,95	9,00	6,40

A kutatás számított értékei elfogadhatók, mert:

a/ a rönkátmérőket a gyakorlatban csak kikerekítve mérik, a 20 cm-es átmérőhöz 19,5-20,5 cm \emptyset -jü rönköket sorolnak. Az eredményként kapott mm nagyságrendű különbségek így feltételezhetően kiegyenlítődnek.

b/ Az átlag hosszértékek vidékenként változhatnak, nem valószínű, hogy országos viszonylatban a 2,83 m átlag rönkhossz átlagértéknek kimondható, bár az értéktől lényeges eltérés nem várható.

c/ A felvétel adataival számolva a legnagyobb eltérést mutató 20 cm-es átmérőjü rönknél a felvétel nagyobb sudarlóssága csökkenti a fűrészáru keskenyebb végén a szélességi értéket. Ha a fűrészárúnak csak azt a részét vesszük figyelembe a kihozatalnál, mely az $sz_{csucs} = 2$ v egyenlőséget kielégíti, a kihozatal mintegy 0,01 % nagyságrendben csökkenhet. Ilyen nagyságrendű befolyásolási tényezőt viszont a számításoknál és a gyakorlatban is el lehet hanyagolni, mert az egyéb körülmények a kihozatalt jelentősen nagyobb mértékben befolyásolják.

A kutatás adatai szerint a görbeség 1,7 cm/fm. A felvétel adatai szerint a görbeség 2,33-1,73 cm/fm között változik, csökkenve a magasabb átmérőjü rönkkategóriáknál. A jelentés a görbeséget, mint csökkentő tényezőt nem veszi figyelembe, mivel a kutatáshoz felvett adatmérések szerint az nem haladta meg a szabványban előírt mértéket, s mivel szélezetlen fűrészárura vonatkozik a számítás, a görbeség ilyen mértéke elhanyagolható volt.

A MSZ 45 szabvány előírásai szerint lombos rönköknél a síkgörbeség mértéke az alábbi:

I. osztály 2 m-ig egyenes, ezen felül 35 cm \emptyset -ig 2 cm/fm;
35 cm-en felül 3 cm/fm görbeség megengedett;

II-III. " 30 cm \emptyset -ig 3 cm/fm, ezen felül 4 cm/fm görbeség

van engedélyezve.

Mivel felvételeink értékei szintén jóval a szabványelőírások megengedett mértékain alul maradnak, a görbeségre vonatkozóan is helyes a kutatásban elfoglalt álláspont.

Megjegyzendő, hogy a felvett rönkanyagnak mintegy 6 %-a volt térgörbének minősíthető, illetve ilyen mennyiségü rönkön volt mérhető nagyságrendi térgörbeség is, ennek értékét a felvételeknél figyelembe vettük.

A rönkök vastagsági osztályozására, a fűrészelés technikai pontatlanságára és az alapszelvények továbbtagozódására vonatkozólag a megfigyeléseket a metodikai részben ismertettek szerint végeztük. E három kritérium oly nagymértékben van egymással kölcsönhatásban, hogy teljes mértékben elkülönítve vizsgálni hatáskukat nem volt célszerű. A felvételek eredményeit az alábbi táblázatok tartalmazzák:

Az 1958. IV. hó 26 - X. hó 27 között a soproni kísérleti üzemben feldolgozott tölgyrönkanyag adatai.

1. A feldolgozott rönkanyag vastagsági megoszlása.

4. táblázat

Átmérő cm	20-24	25-29	30-34	35-39	40-	Összesen
m ³	38,756	121,921	215,193	170,746	129,885	676,501
Rönkmennyiség db	371	754	978	539	285	2972

2. Feldolgozási adatok (lásd az 5. táblázatot).

A feldolgozott rönkanyag alakiság szempontjából megfelel az I. fejezetben közölt adatoknak. Az átlaghosszak majdnem teljes mértékben kielégítették a korábban tárgyalt értékeket. Az átlaghosszak megoszlása az egyes vastagsági osztályokban az alábbi volt.

6. táblázat

Átmérő cm	20-24	25-29	30-34	35-39	40 -
Átlaghossz cm	260	280	277	297	310

A rönkök vastagsági megoszlása az egyes vastagsági csoportokon belül általában egyenletes volt, az összesített adatok tehát kielégítő átlagértéket adnak. Az egész termelésre vonatkozóan előírt, illetve tényleges kihozatali százalékok az alábbiak:

a/ tolótáblázat szerint elérendő kihozatal 74,91 %;

5. táblázat

2/ Feldolgozási adatok

Vastagsági csoport cm	A feldolgozott rönk						Pengebeosztás	Alkalmazott $\Sigma v-k$	Léblázat szerinti num	Fűrész- árg m ³	Össz. term. m ²	Kihozatal %		
	Db	m ³	átlaghossz		átlagátmérő							Tábl. szer.	korri- gált	tényl.
			alakisági felvét. m	üzemi felvét. m	alakis. felvétél	üzemi felvétél								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
20-24	164	16,752	2,6	2,57	22	22	2/26 1/60,3 2/26	60, 119,3 178,3	86 142 182	10,952	11,942	71,8	74,04	71,29
20-24	117	11,898	2,6	2,62	22	22	2/22,9 2/39,9 2/22,9	83,3 136,1 188,9	86 142 182	7,321	8,327	70,0	69,54	69,97
20-24	50	5,750	2,6	2,72	22	23	1/26 1/49,9 1/26 1/49,9 1/26	26 132,8 191,8	86 142 182	3,578	4,357	71,8	71,20	75,77
20-24	40	4,356	2,6	2,6	22	24	2,520	2,960	71,8	71,36	67,95
25-29	73	12,191	2,8	2,84	27	27	1/26 1/26 1/145 1/26 1/26	145 204 263,5	107,5 177,5 227,5	8,669	8,669	74,4	74,07	71,11
25-29	58	10,346	2,8	2,93	27	27	.	.	.	7,599	7,927	74,4	73,81	78,82
25-29	45	8,056	2,8	3,10	27	27	.	.	.	5,922	6,196	74,4	74,32	78,91
25-29	57	9,589	2,8	2,9	27	27	.	.	.	7,152	7,335	74,4	74,19	78,49
25-29	87	12,712	2,8	2,73	27	26	2/26 1/140 2/26	140 199 258,5	.	8,509	8,896	74,4	74,43	69,98
25-29	83	11,835	2,8	2,67	27	26	.	.	.	7,613	7,798	74,4	74,41	65,90
25-29	71	11,130	2,8	2,79	27	28	.	.	.	7,985	8,622	74,4	74,36	77,47
25-29	46	6,814	2,8	2,49	27	27	2/26 2/49,9 2/26	103,3 162,3 221,3	.	4,427	5,008	72,9	72,58	73,47
25-29	110	17,043	2,8	2,65	27	27	.	.	.	11,515	13,058	72,9	72,38	78,82
25-29	70	13,183	2,8	2,89	27	28	2/26 1/160 2/26	160 219 278	.	9,941	10,442	74,4	74,09	79,21

5. táblázat folytatása

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30-34	33	7,175	2,8	2,62	32	32	1/26 4/49,9 1/26	103,3 210,1 269,1	129 213 273	4,910	5,370	74,6	74,43	74,84
30-34	50	13,556	2,8	3,34	32	33	1/26 1/60,3 2/44,7 1/60,3 1/26	92,9 220,5 279,5	*	9,927	10,141	74,6	74,44	74,81
30-34	79	11,607	2,8	2,88	32	32	*	*	*	8,250	8,552	74,6	74,27	73,70
30-34	20	3,808	2,8	2,49	32	31	*	*	*	2,833	3,267	74,6	74,6	85,79
30-34	79	17,856	2,8	2,8	32	32	1/26 2/41,6 1/44,7 2/41,6 1/26	134,9 225,1 284,1	*	12,474	12,692	74,9	74,66	71,08
30-34	41	8,919	2,8	2,7	32	31	*	*	*	6,295	6,480	74,9	74,53	72,65
30-34	40	9,327	2,8	2,9	32	32	1/26 2/41,6 1/44,7 2/41,6 1/26	134,9 225,1 284,1	129 213 273	6,563	6,703	74,9	74,56	71,87
30-34	109	25,171	2,8	2,78	32	32	1/26 1/49,9 2/44,7 1/49,9 1/26	92,9 199,7 258,7	*	18,007	18,811	74,6	74,04	74,73
30-34	69	16,487	2,8	2,92	32	32	*	*	*	12,155	12,725	74,6	74,30	77,14
30-34	56	11,428	2,8	2,56	32	32	*	*	*	8,321	8,352	74,6	74,24	73,08
30-34	33	7,389	2,8	2,72	32	32	*	*	*	4,981	5,583	74,6	73,80	75,56
30-34	40	9,210	2,8	2,72	32	33	1/26 1/81,2 1/49,9 1/81,2 1/26	49,9 219,3 278,3	*	5,799	6,559	75,9	75,90	71,22
30-34	134	29,164		2,64	32	32	1/26 1/81,2 1/44,7 1/81,2 2 1/26	44,7 214,1 273,1	*					
30-34	56	12,096		2,67	32	32	*	*	*	8,418	8,870	75,9	75,50	73,33
30-34	71	15,666	2,8	2,72	32	32	*	*	*	10,508	11,718	75,9	75,90	74,80
30-34	68	16,334	2,8	2,94	32	32	*	*	*	11,352	12,739	75,9	75,90	77,99

5. táblázat folytatása

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
35-39	50	15,708	2,8	2,87	37	37	1/31,2 2/49,9 1/44,7 2/49,9 1/31,2	44,7 258,3 327,7	150,5 248,5 318,5	10,312	10,659	76,9	76,40	67,85
35-39	65	21,718	2,8	3,10	37	36	1/31,2 1/49,9 3/44,7 1/49,9 1/31,2	141,1 247,9 317,3	"	16,273	16,604	76,2	76,00	76,45
35-39	30	10,158	2,8	3,31	37	39	"	"	"	7,941	8,134	76,2	76,02	80,07
35-39	79	23,844	2,8	2,84	37	37	"	"	"	17,417	17,835	76,2	76,15	74,80
35-39	33	12,061	2,8	3,39	37	34	2/26 1/60,3 2/44,7 1/60,3 2/26	92,9 220,5 338,5	"	8,685	8,988	76,5	76,4	73,86
35-39	43	13,052	2,8	2,86	37	37	1/26 1/81,2 2/44,7 1/81,2 1/26	92,9 262,3 321,9	"	8,768	10,623	75,7	75,42	81,39
35-39	31	9,111	2,8	2,72	37	37	"	"	"	6,436	7,538	75,7	75,70	82,73
35-39	42	12,770	2,8	2,86	37	37	"	"	"	8,826	9,661	75,7	75,70	75,65
35-39	81	25,852	2,8	2,96	37	37	"	"	"	18,406	19,612	75,7	75,70	75,86
35-39	39	11,835	2,8	2,85	37	36	1/26 1/49,9 3/44,7 1/49,9 1/26	141,1 247,9 306,9	"	8,472	9,174	76,2	76,02	77,51
35-39	46	14,637	2,8	2,89	37	37	1/26 1/60,3 3/44,7 1/60,3 1/26	141,1 268,7 327,7	"	10,915	11,728	76,2	76,03	80,12
40-	20	10,974	3,0	3,8	42	43	1/49,9 1/60,3 3/44,7 1/60,3 1/49,9	141,4 268,7 375,5	172 284 364	8,115	8,206	77,1	75,26	74,78
40-	72	32,139	3,0	3,13	42	42	1/31,2 1/60,3 1/16,0 1/60,3 1/31,2	160 287,6 357,0	"	24,818	25,308	77,5	76,92	78,74
40	59	26,370	3,0	3,05	42	43	1/26 1/81,2 3/44,7 1/81,2 1/26	141 310,5 369,5	"	19,306	22,034	77,1	76,24	83,56
40-	21	8,231	3,0	2,61	42	44	"	"	"	6,046	6,261	77,1	76,11	76,07
40-	46	20,430	3,0	2,90	42	43	"	"	"	14,487	15,302	77,1	76,08	74,9
40-	30	15,677	3,0	3,29	42	45	1/26 1/41,2 1/60,3 2/44,7 1/60,3 1/41,2 1/26	220,5 309,9 368,9	"	11,618	11,918	76,4	76,12	76,02
40-	37	16,064	3,0	2,93	42	43	"	"	"	11,859	12,493	76,4	75,76	77,77

b/ korrekcióval helyesbitett kihozatali előírás 74,56 %;
 c/ Σv -n belül és kívül termelődő összes fűrészáru, illetve továbbfeldolgozási anyag 75,51 %.

A 75,51 %-ból 1,92 %-ot tesz ki a továbbfeldolgozás céljára felhasználható anyag. A keretfűrész utáni fűrészáru-kihozatal tehát 73,59 %. A rönk osztályozás a termelés során nem felelt meg teljesen az 5 cm-es csoportosításnak. Ezért a termelésnél elméletileg sem lett volna elérhető a tolótáblázat szerinti kihozatali érték. Minden műszak termelésére vonatkozóan a rönkeltérések figyelembevételével a táblázat szerinti kihozatali értékeket korrigálni kellett. A helyesbitett kihozatali érték a "korrigált kihozatal" megnevezés alatt szerepel a szövegben.

A korrekciót az alábbi példának megfelelően hajtottuk végre:

Rönk csoport 25-29 cm \emptyset

Pengebeosztás 1/26, 1/145, 1/26, 1/26.

Alkalmazott Σv -k $v_1 = 145$ mm,
 $v_2 = 204$ mm,
 $v_3 = 233,5$ mm.

A feldolgozott rönkmennyiség átmérő szerinti megoszlása m^3 -ben és %-ban:

7. táblázat

Megnevezés	Megoszlás m^3	Megoszlás %	Átlagátmérő cm
23 cm \emptyset	0,112	2,03	23,5
24 cm \emptyset	0,136	-	-
25-29 cm \emptyset	11,050	90,65	27,0
30 cm \emptyset	0,502	-	-
31 cm \emptyset	0,189	7,32	30,7
32 cm \emptyset	0,201	-	-
	12,190	100	

A tolótáblázatban az egyes vastagsági csoportok átlag kihozatali értékét tüntettük fel. Számítottuk tehát a megadott Σv -knek megfelelően a kihozatalt, a 23,5, 27,0 és 30,7 cm átmérőkre (azonos Σv -k és pengebeosztás mellett) képeztük a K_{27} - $K_{30,7}$ és $K_{27} - K_{23,5}$ kihozatali %-ok különbségét. E százalék-

különbségek határozták meg, hogy a tolótáblázat szerinti kihozatali értéket mily mértékben kell az előfordulás gyakoriságával súlyozva csökkenteni. Ennek megfelelően tehát

$$K \% \text{ táblázat} - (K_{23} - K_{30,7}) = 74,4 - 3,82 = 70,58,$$

$$K \% \text{ táblázat} - (K_{27} - K_{23,5}) = 74,4 - 2,26 = 72,14,$$

$$K \% \text{ táblázat} - 74,4$$

$$K \% \text{ korrigált} = 74,4 \cdot 0,9065 + 70,58 \cdot 0,0732 +$$

$$+ 72,14 \cdot 0,0203 = 74,08.$$

Az így helyesbitett kihozatali értéket kellett volna az üzemnek $\square v_3$ -on kitermelt anyagban elérni.

A rönkosztályozás be nem tartásából eredően egyes vastagsági osztályokban a számított kihozatalcsökkenés az alábbi:

8. táblázat

\emptyset csoport	20-24	25-29	30-34	35-39	40 -
Korrekción % absz.értéke	0,61	0,26	0,30	0,14	0,80

A korrekciós érték abszolút mértéke, mint az várható is volt, ha eltekintünk a 40 cm \emptyset -jű rönkcsoporttól, a 20-24 cm rönkcsoportban jelentkezik legnagyobb értékkel. A 40 cm átmérőjű rönkcsoportot nem lehet teljes mértékben figyelembe venni, mert 560 mm-es keretről lévén szó, 40 cm fölött az üzem külön osztályozást nem végez és így az osztályozatlanságból eredő szórás e rönkcsoportnál hatványozottabb mértékben jelentkezik.

3. A $\square v$ eltérések %-os értéke vastagsági csoportonként a tolótáblázat szerinti $\square v$ -khez viszonyítva és az átlagkihozatalok:

9. táblázat

Ø csoport	20-24	25-29	30-34	35-39	40- cm
	$\Sigma v_1 \Sigma v_2 \Sigma v_3$	$\Sigma v_1 \Sigma v_2 \Sigma v_3$	$\Sigma v_1 \Sigma v_2 \Sigma v_3$	$\Sigma v_1 \Sigma v_2 \Sigma v_3$	$\Sigma v_1 \Sigma v_2 \Sigma v_3$
Eltérés	- 43,3	27,7	42,4	26,6	3,2
	8,4	10,5	0,3	1,9	6,00
	3,00	1,6	0,8	0,9	1,3
Átlagkihozatal % Tolótábl. szerint	71,23	74,11	75,13	76,07	77,02
Korrigált	70,62	73,85	74,83	73,12	76,22
Tény	71,18	74,27	75,00	76,41	78,16

A tényleges kihozatali érték a táblázatokban magában foglalja a keretfűrész után kikerülő összes terméket, tehát nemcsak a Σv -n belüli anyagot. E felvételnél sajnos nem volt lehetőség arra, hogy a Σv_3 -on belül kikerülő fűrészárut külön értékeljük. A teljes kihozatalokból azonban az alábbiak állapíthatók meg (lásd az 5. táblázatot).

A tolótáblázatban közölt kihozatali értékek elérhetők. Meggyőzően bizonyítja ezt az, hogy annak ellenére, hogy az üzem általában csak a Σv_3 értékeit tartotta be, a kihozatali értékek az előírás körül mozogtak. Azoknál a vastagsági csoportoknál, melyeknél a Σv értékeket betartották, a kihozatal 1-2 %-kal magasabb a táblázatban előírt kihozatali értékeknél.

Egyebekben a táblázatok adatai azt bizonyítják, hogy a zárójelentésben a mezőnyök tagozódásával, a Σv értékek betartásával kapcsolatban rögzítettek teljes mértékben helytállóak. Ha az 5. táblázat adatait vizsgáljuk, kitűnik, hogy mindazon esetekben, ahol a Σv értéket 2-3 %-os különbséggel betartották, a teljes kihozatal 2-4 %-kal több volt a táblázatban közölt előírásoknál.

Mivel nem volt megállapítható, hogy Σv -n belüli és kívüli anyagmennyiség milyen arányrészt foglal el a kihozatali értéken belül, további vizsgálatokat kellett végezni. Feltételezhető volt még, hogy a táblázat kihozatali értékei csak a Σv_3 -on belül és kívül termelt fűrészáru, illetve továbbfeldolgozásra alkalmas anyag együttes hatásaként érhető el.

Szükségesnek mutatkozott ezért további adatok felvétele, amely az alábbiak szerint történt.

4. A fűrészáru vastagsági megoszlása.

10. táblázat

Fűrészáru vastagság mm	78	58	48	43	40	38	30	25	22	Összesen
Termelt menny. m ³	74,1	49,2	62,5	135,6	5,5	21,1	8,2	71,7	2,5	430,4
%	17,2	11,4	14,5	31,5	1,3	4,9	1,9	16,7	0,6	100

A 43 mm vastagságú anyagot az üzem donga céljára termelte. Ha ezt a mennyiséget számításon kívül hagyjuk, a termelt fűrészáru-mennyiségnek 63,03 %-a palló, 36,97 %-a deszka.

A további vizsgálatokat és felvételeket a metodikai tervnek megfelelően mind a rönkre, mind a fűrészárura vonatkozóan rönkönként végeztük el és egyedi megfigyelésekből képeztük az egyes rönkátmérő-csoportok értékeit, melyeket az alábbi táblázat tartalmaz (lásd a 11. táblázatot).

A táblázatból kitűnik, hogy a Σv értékek itt sem voltak teljesen betartva. Vizsgáltuk tehát, hogy az elért eredményeket mennyiben befolyásolta a Σv értékek be nem tartása és milyen mértékben szerepeltek még egyéb befolyásoló tényezők. A táblázat 16. rovata tartalmazza azokat a kihozatali értékeket, melyeket a Σv -k betartása mellett az üzemnek el kellett volna érni.

A 17. rovat kihozatali értéke számított érték. Rönkönként számítottuk, hogy a feltüntetett pengaszítás mellett milyen kihozatali % érhető el. Az egyöntetűség érdekében az így kapott számértéket még helyesbítettük az alaki hibák okozta csökkentő-értékkel, a zárójelentés adatainak megfelelően. Így a 16-17. rovat kihozatali előírásai azonos jellegű és összehasonlítható számok. A két rovat számértékének különbsége mutatja, hogy a Σv -k be nem tartása milyen mértékben befolyásolja a kihozatalt.

A 18. rovatban minden vastagsági csoportban három számérték szerepel. Az első Σv -n belüli normálhosszúságú fűrészárura; a második a Σv -n belüli normálhosszúságú és rövid fűrészárura; a harmadik a teljes kihozatalra vonatkozik, beleértve

II. táblázat

A soproni fűrészüzemnél 1958. X. hó 29 és XI. hó 1. között darabonként megfigyelt és feldolgozott tölgy rönkök adatai

Át- mérő csoport	Db	m ³	A megfigyelt rönk					Penge- beosztás	Σ v		Σ v - n belüli fűrészáru			Σ v - n kiv. fű- részáru kétold. mérés- többel	kihoz. %		
			átlag hossza m	átlag Ø-je cm	sugar- lósága cm/fm	ovalitá- sa %	görbe- sége cm/fm		alkalm. szerint	tábl.	norm. hossz. m ³	rövid áru m ³	össz. m ³		tábl. szerint	penge oszl. szer.	tény
20-24	143	15,112	2,61 /2,6/	22,6 /22,0/	1,48 /1,13/	5,31 /5,6/	2,53 /2,33/	1/60,3 2/26	60,3 119,3	86 142	10,04	2,378	10,419	0,837 0,174	71,8	70,25	66,45 68,95
20-24	78	7,537	2,48 /2,6/	22,2 /22,2/	1,48 /1,1/	5,31 /5,1/	2,53 /2,1/	1/60,3 2/26	60,3 119,3	86 142	4,966	0,239	5,205	0,303 /0,084/	71,8	70,88	65,89 /69,07/
25-29	66	8,361	2,24 /2,8/	26,8 /27,0/	1,84 /1,32/	5,93 /6,89/	3,08 /2,45/	2/49,9 2/31,2	103,3 172,7	107,5 177,5	5,960	0,162	6,122	0,235 0,017	72,9	73,49	71,29 73,22
30-34	104	23,461	2,85 /2,8/	31,8 /32,0/	1,92 /1,46/	5,37 /5,91/	2,49 /2,36/	1/44,7 2/81,2	44,7 214,1	129,0 213,0	16,639	0,233	16,872	0,785 1,468	75,9	71,28	70,92 71,92
30-34	36	7,348	2,59 /2,8/	31,7 /32,0/	1,92 /1,1/	5,37 /5,1/	2,49 /2,1/	4/49,9 2/26	103,3 210,1	129,0 213,0	5,229	0,077	5,306	0,192 0,213	74,6	73,76	71,16 72,21
								2/25	269,1	273,0				0,405			77,73

Megjegyzés: A zárójelben szereplő számok az alakítási tényezőket megállapításánál felvett és a 2-es fejezetben kidolgozott adatok.

40 mm vastagságu fűrészárún felül a kétoldali mérésből származó többletet is.

A teljes termelésre vonatkozóan a kihozatali érték %-os alakulása a következő:

12. táblázat

Táblázat szerinti	Korrigált kihozatal	Σ v-n belüli fűr. áru kihoz.	Σ v-n belüli rövid-áru kihoz.	Σ v-n belüli össz. kihozatal	Összes kihoz.
73,83	71,56	69,14	1,93	71,07	76,99

A számok meggyőzően bizonyítják, hogy a zárójelentés adatai teljes mértékben helytállóak. A korrigált kihozatali előírást a kísérletek során gyakorlatilag elértük. A Σ v-k be nem tartása miatt viszont 2,27 %-kal csökkent a Σ v-n belüli kihozatal. A teljes kihozatal a korrigált előírásnál több mint 5 %-kal, a táblázat szerinti előírásnál több mint 3 %-kal magasabb. A kísérlet során betartott pontossági értékek véleményünk szerint minden üzemben betarthatók, sőt a termelést a kísérletnél alkalmazott pontosságnál nagyobb pontossággal is le lehet folytatni.

A termelt fűrészáru vastagsági megoszlása a következő:

13. táblázat

Vastagság mm-ben	78	58	48	43	30	25	Összesen
Termelt mennyiség m^3	10,74	6,65	8,19	3,86	1,80	12,93	44,19
%	24,3	15,05	18,54	8,75	4,09	29,27	100,00

A 43 mm-es pallóanyagot az üzem donga céljára termelte. E vastagságu anyag figyelmen kívül hagyásával a termelt szelvényáru 63,45 %-a palló, 36,45 %-a deszka.

Az Intézet irányításával vágáskísérletek folytak a Budapesti Fűrészek szolnoki és a Nyugatmagyarországi Fűrészek lenti üzemében. Mindkét helyen az elért termelési eredmények igazolták a jelentésben foglaltakat és a soproni eredményeket. A szolnoki

üzemben csak globális megfigyelésekre volt mód, de a lenti üzemben egészen pontos adatfelvételekre volt lehetőség. Ez utóbbiról a következőkben számolunk be.

BÜKK GÖMBFA KISÉRLETI FÜRÉSZELESE Nyirádi Tibor jelentése.

A kísérleti termelés adatait az 1. melléklet tartalmazza. Felfűrészelésre került 270 m^3 bükk gömbfa, 5 cm-es fokozatokkal, öt vastagsági méretcsoportban. A gömbfa minőségével kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az üzembe érkező gömbfa átlagos minőségi megoszlásának felelt meg, és hogy fűrészelési célra az üzembe csak furnér és lemezgyártási igények kielégítése után visszamaradó, legnagyobb részben II. és III. osztályu fűrészrönk érkezik. Minőségi osztályok megoszlása %-osan: I. 5,7 %, II, 45,5 %, III. 48,8 %.

A megadott pengeosztások messzemenően a Feldmann-Sapiro féle mezőnyhatárok betartásának figyelembevételével történtek. A táblázat (1. melléklet) összehasonlítónan feltünteti az alkalmazott és a Feldmann-Sapiro féle $\sum v$ értékeket. A mezőnyhatárok betartásával lényegileg a kutatási téma szerinti típus-pengeosztásokat alkalmaztuk bükk gömbfa felfűrészelésére 6-9 szelvény számmal. Az alkalmazás rugalmasságot követelt meg, mivel tekintettel kellett lenni arra, hogy büknél a béliejtés az ipari dongatermelés anyagának biztosításához 23 mm-es szelvényekkel történik, legcélszerűbben és gazdaságosan. Emiatt bükktermelésnél az I mezőnyben mindig számolni kell sokfűrészességgel. Mivel ez kihozatali értéket rontó tényező, ellensúlyozására annál nagyobb jelentősége van a mezőnyhatárok betartásának. Különösen ügyelni kell arra, hogy a $\sum v_2$ mezőnyhatárok be legyenek tartva, s a II mezőnyök ne legyenek tagozva, a II mezőnyök tagozódása esetén fellépő kihozatalcsökkenés elkerülésére.

Az előbb elmondottakból következik, hogy a $\sum v_1$ mezőnyhatár átugrása a $\sum v_2$ mezőnyhatárig bükktermelésnél gyakori, mivel a belet kiejtő szelvényekkel a $\sum v_1$ -et legtöbbször nem lehet kitölteni és így az alkalmazás súlypontja a $\sum v_2$ mezőnyhatárok betartására esik. Az elért kihozatalok azt mutatják, hogy ilyen megfontolás sikerrel alkalmazható.

Az elért kihozatali értékek a kutatási téma szerint számított értékek felett vannak, ami nem hagy kétséget afelől, hogy a kihozatal emelése céljából a javasolt technológia sikeresen volt alkalmazható. Az elért kihozatal egy esetben maradt a számított érték alatt (3/23, 1/29, 1/26-os pengeosztásnál 20-24 cm Ø-nél), aminek magyarázatát abban lehet keresni, hogy a vékony átmérőhöz képest a sokfűrészesség nagymértékű volt. Az elért kihozatalok gyakorlati értékelésénél figyelembe kell venni azt is, hogy a termelt fűrészáru mintegy 30 %-a továbbfeldolgozásra kerül dongává, seprőléccé, valamint parkettaléccé, és csak mint ilyen gyártmány értékesíthető. A bükknél alkalmazott túlméretűk 4 %-ot jelentenek vastagságban, ami természetesen nincs beszámítva a hasznos kihozatalba.

Ami a típus-pengeosztások gyakorlatra és népgazdasági szükségletre való alkalmazhatóságát illeti, szükséges rámutatni arra, hogy a bélkiejtés alkalmazásával a $\sum v_2$ és $\sum v_3$ mezőnyhatárok betarthatók, míg a $\sum v_1$ szükséges mértékben kitolódhat a $\sum v_2$ -re. A szelvényszám és mérettársítások megválasztásának kellő lehetősége nyílik. A szelvényáru az 1 pengeosztásnál alkalmazott 19 mm-es deszka kivételével szállítási, illetve maglyázási diszpozícióra készült. A kísérleti termelés alatt termelt fűrészáru vastagsági megoszlása mennyiségben és %-osan a következő volt:

19 mm-es	3 m ³	1,5 %
25 mm-es	36 m ³	18,0 %
28 mm-es	8 m ³	4,0 %
35 mm-es	2 m ³	1,0 %
40 mm-es	30 m ³	15,0 %
45 mm-es	12 m ³	6,0 %
48 mm-es	11 m ³	5,5 %
58 mm-es	19 m ³	9,5 %
78 mm-es	23 m ³	11,5 %
<u>22 mm-es (donga)</u>	<u>56 m³</u>	<u>28,0 %</u>
	200 m ³	100 %

Látható, hogy lehetőség van bármily szabványos vastagsági méretű áru termelésére, mivel lényegében a méretek a szabványos méretek egész skálájára kiterjedtek. Az egyes vastagságok meny-

nyiségi aránya a megfelelő pengeosztás folyamatos alkalmazásával biztosítható. A kísérlet célja az volt, hogy a rendelkezésre álló gömbfát mennél több pengeosztással, s mennél több vastagsági méret szerint dolgozza fel és ezzel a módszer alkalmazhatóságát kipróbálja a valószínű esetekre és méretekre.

A kísérleti termeléssel felfűrészelt bükk gömbfa és termelt készáru minőségi megoszlását táblázatosan a 2. melléklet tünteti fel. Az 1. melléklet (felfűrészelt gömbfa ill. termelt fűrészáru) rovatainak alapján a minőségi megoszlás az egyes pengeosztásokra nézve is azonosítható.

A bükk gömbfa kísérleti felfűrészelésénél nyert tapasztalati adatokból a javasolt technológia alkalmazhatóságára nézve kedvező következtetést lehet levonni, amennyiben a nyert eredmények a bükk gömbfa fűrészelésénél végzett kísérletnél azt mutatják, hogy a számított kihozatali eredmények az adott típus-pengeosztásokra nézve elérhetők. Feltehető, hogy a rönk alakiságát érintő degradációs tényezők (görbeség, ovalitás, sudarlósság) figyelembevétele bükkre nézve túlzottan jelentkezik, mivel az elért kihozatali eredmények következetesen a számított kihozatali értékek felett mozognak.

ÖSSZEFOGLALÁS

A számos kísérlet, melyet 1958. év folyamán lefolytattunk, lehetővé tette az elméleti megállapítások empirikus megfigyelések útján történő vizsgálatát. A sok ezer adatfelvétel összegezett értékeit tartalmazza a kutatás.

A megfigyelések tölgy és bükk fafajok fűrészipari feldolgozására vonatkoznak, de az alkalmazott pengeosztások különbözősége, a termelt fűrészáru-féleségek különböző vastagsági megoszlása lehetővé teszik, hogy a fűrészárukihozattal kapcsolatos zárójelentés általános megállapításait ellenőrizni lehessen. A termelési eredmények alapján összefoglalóan az alábbiak állapíthatók meg:

1. A zárójelentésben javasolt termelési módszer helyes. Alkalmazásával a keretfűrész utáni fűrészárukihozatal jelentős %-kal növelhető.

2. A keretfűrészeken a maximális kihozatalra való törekvés alapja a minőségi termelésnek és a nagyobb minőségi kihozatalnak is.

3. A zárójelentésben, illetve a táblázatban közölt kihozatali értékek elérhetők, sőt a Σv értékek betartásával 1-3 %-kal telteljesíthetők.

4. A mezőnyhatárok betartásával adott pengeosztások, az üzemi gyakorlat szükséges rugalmasságát és hozzáértését tételezve fel, kielégíthetik a szükségletre való termelés igényeit.

5. Az üzemi szakemberek véleménye szerint a módszer gyakorlatban való alkalmazhatóságát jelentősen megkönnyítette a számítások eredményeit sűrítetten tartalmazó és könnyen kezelhető ablakos tolotáblázat. A könnyű kezelhetőség ellenére is szükséges a javasolt módszer lényegének ismerete és alkalmazásánál bizonyos fokú rugalmasság, ami a gyártástechnológiában való jártasságot tételez fel.

6. A javasolt termelési módszer alkalmazása különleges technikai vagy szervezési intézkedést nem igényel, bevezetése külön költségkihatással nem jár.

Fentiek eredményeként javasolni lehet a zárójelentésben foglalt új termelési módszer általános bevezetését az O.E.F. felügyelete alá tartozó valamennyi fűrész és lemezipari üzemben.

2.melléklet

Kísérleti termeléssel felfűrészelt bükk gömbfa és szélezetlen
fűrészáru minőségi megoszlása. Lenti 1958. IV. hó-VI. és IX. hó

G ö m b f a				F ü r é s z á r u			
I.o.	II.o.	III.o.	Összesen	I.o.	II.o.	III.o.	Összesen
	2,02	8,21	10,23	2,641	3,223	1,662	7,526
	12,04	8,08	20,12	5,860	5,810	2,819	14,489
	5,76	7,24	13,00	2,486	4,844	1,312	8,642
	2,98	8,09	11,07	2,631	3,564	1,435	7,630
	11,15	10,54	21,69	4,328	8,080	2,580	14,988
	5,10	8,18	13,28	2,729	5,529	2,144	10,398
	5,84	5,63	11,47	2,161	4,176	1,594	7,931
	7,25	9,41	16,66	4,644	5,564	2,180	12,388
0,80	6,94	14,09	21,83	4,809	8,655	3,460	16,924
1,21	12,78	6,90	20,89	4,005	8,359	3,979	16,343
	3,65	3,02	6,67	2,251	2,607	0,419	5,277
1,53	12,23	10,15	23,91	5,472	7,908	3,765	17,145
	2,94	3,48	6,42	0,803	2,805	1,184	4,792
3,34	7,52	4,28	15,14	3,898	6,893	1,967	12,708
1,26	4,24	4,57	10,07	2,800	4,683	0,372	7,855
	4,42	9,35	13,77	3,531	5,059	1,895	10,485
1,55	6,90	6,38	14,83	2,973	7,521	1,511	12,005
	7,84	11,44	19,28	4,534	8,080	2,409	15,023
9,69	121,60	139,04	270,33	62,552	103,310	36,687	202,549

BOROSDONGA-TERMELÉS OPTIMÁLIS TERMELÉSI FELTÉTELEINEK
KIDOLGOZÁSA²

Bobok László
tudományos munkatárs

I.

A fűrész lemeziparban alkalmazott különböző dongatermelési technológiák közül kettőt lehet élesen megkülönböztetni:

a/ a direkt dongatermelést, amikor az alapanyagul szolgáló rönköt a termelési célnak megfelelően teljes egészében dongává dolgozzák fel, és az eseléket részben parkettaléccé, részben esetleg ládáléccé;

b/ indirekt dongatermelést, amikor a méret és minőség szempontjából megfelelő rönkanyag középső tükrös és féltükrös részéből donga céljára pallóanyagot termelnek, míg a rönkanyag többi részét a keretfűrészben egyidejűleg más szelvényáruvá dolgozzák fel. A tükrös pallókból előrajzolás útján kivesszik a dongákat.

Mindkét termelésre jellemző a kézi munkaerő magas százaléka és az egyedi megmunkálás. A dongát a kihozatal érdekében 6 cm-es alapszélességtől felfelé méretmegkötés nélküli szélességekben termelik, úgy ahogy azt az alapanyag kiadja. Ilyen, az egyedi elbírálást megkívánó termelésben a kézi munkaerő nagyobb mértékű kiküszöbölése azonos anyagkihozatal mellett rendkívül nehéz feladat.

A kutatás jelenlegi szakaszában e kérdések megoldására nem tér ki, nem vizsgálja az automatizálás lehetőségeit, mert végleges álláspont a bevezetendő technológiákra még nem alakult ki. A kutatás az alábbiakra kíván választ adni:

a/ Milyen körülmények között biztosítható direkt termelés mellett a termelés szinkron állapota?

b/ Anyagkihozatal szempontjából a direkt, vagy indirekt termelési módszer előnyösebb?

²1958 évben végzett kutatás.

c/ Feltételezve a jelenlegi termelési eszközöket, melyik módszer termelékenyebb?

d/ Értéktermelés szempontjából az ipar részére melyik technológia javasolható?

A kutatás első részében direkt dongatermeléssel foglalkozó üzem adatait dolgoztuk fel. Az üzem évenként 2500-3500 m³ boros- és sörösdongát termel. Az üzem alkalmas arra, hogy az észlelt termelési feltételekből általános érvényű következtetéseket lehessen levonni. A felvételek metodikai szempontból a Faipari Kutató Intézet 1957.évi I. közleményében foglaltakra támaszkodnak, s attól lényegében nem térnek el.

A metodika alapján az üzemi aszinkron állapot megállapításához szükséges:

1. A választék-variánsok megállapítása a termelési folyamatban.

2. A műszaki teljesítményegységek és a műveleti elemek vizsgálata.

3. A termelési folyamat veszteségeinek felmérése.

1. A választék-variánsok megállapítása a termelési folyamatban

Mivel az üzem a rönkanyagot teljes egészében dongatermelés céljára használja fel és csak a dongatermelés mellett keletkező eselékek bizonyos százalékát dolgozza fel más terméké, egyetlen variáns állapítható meg, éspedig a borosdonga termelés. A donga mellett az üzem viszonylagosan kis százalékban parkettalécet és ladalécet is termel, azonban a termelés a dongatermelési folyamattól teljesen elkülönítve folyik, a keletkező eselék mindenkori mennyiségének megfelelően. A gépelrendezést az 1. ábra, a műveleti sorrendiséget a 2. ábra mutatja.

Az üzem tapasztalati adatai szerint az anyagnak 30 %-a javításra kerül, ezért e műveleti hely később következő ismertetésénél a leterheltséget, valamint az anyagvesztesség számításokat ennek megfelelően vettük figyelembe.

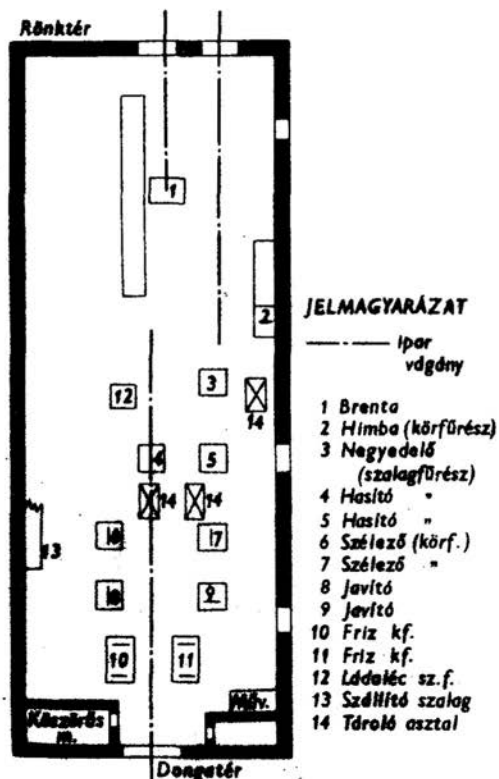
Az egyes műveleti helyek rövid ismertetése az alábbi:

Keretfűrész

A donga céljára feldolgozandó rönköt vágja 2-3-4 részre aszerint, hogy a feldolgozásra kerülő rönkre a technológia egyszerű kettévágást vagy 1-2 db tükrös középpalló egyidejű termelését írja elő. Dolgozók száma három, csak a keretfűrész szolgálják ki.

Daraboló körfűrész

Vízszintes pályára merőleges síkban dolgozó gép, melyen mind a félrönköket, mind a pallóanyagot a fahibák lehetségszerű kiejtése mellett dongaméretre hosszolják. Dolgozók száma 2 fő, a segítő anyagmozgatót is végez.



1. ábra
Dongagüzem alaprajza
M = 1:200

Választék	Műveleti helyek					
	Keret fűrész	Daraboló	Negyedelő	Hasító	Szélező	Javító
<u>Donga</u>	○	○	○	○	○	○

2. ábra

Negyedelő szalagfűrész

A dongahosszak szerint hosszított félrönkrészeket negyed rönkrészekre hasítja. Dolgozók száma kettő, a segítő anyagmozgatást is végez.

Hasító szalagfűrész

E műveleti helyen alakítják ki a negyed rönkrészekből a közvetlen donga-alapanyagot képező pallókat. Dolgozók száma kettő, a segítő anyagmozgatást is végez.

Szélező körfűrész

A pallórészek (középpallók is) szélezése, szijács eltávolítás, szélességi méretre vágás történik e műveleti helyen. Dolgozók száma kettő, a segítő anyagmozgatást is végez.

Javító körfűrész

A hosszításkor figyelembe nem vehető hibák kiejtése keresztvágással hosszrövidítés stb. történik e műveleti helyen a dongaanyag mintegy 30 %-ánál. A javító körfűrész a szélező körfűrész dolgozói szolgálják ki.

A rendelkezésre álló üzemi technológia az egyes műveleti helyekre külön utasítást nem tartalmaz. Kivétel a keretfűrész, melynél meghatározza, hogy 30-35 cm átmérő között 1 db, 35-40 cm átmérő között 2 db, 40 cm átmérő felett 3 db pallót vesznek ki a rönkből. A borosdonga anyagot mind 38 mm-es légszáras, 2 mm-es túlméret figyelembevételével 40 mm-es bevágási méretben termelik.

A dongatermelést az MSZ 13317-52 szabványnak megfelelően kell végezni. A vizsgálatok során is e szabvány méretelőírásaihoz alkalmazkodtunk. Ezek a következők:

1. táblázat

jellemző	alkatrész neve	200	250	300	350	400	500	600	Megjegyzés
		literes hordó							
hosszúság cm	oldal-donga	75	80	85	90	95	100	110	
	fenék-donga	60	65	70	75	80	85	90	
		50	60	65	70	75	80	85	
vastagság mm	oldal-donga	34/36	34/36	34/36	34/36	38	38	38	légszárazon
	fenék-donga	34/36	34/36	34/36	34/36	38	38	38	- " -
szélesség cm	oldal-donga	7 cm-től felfelé [✱]							
	fenék-donga	7 cm-től felfelé							

[✱]A dongaszám 20 %-ában 6 cm-es lehet.

MŰSZAKI TELJESÍTMÉNYEGYSÉGEK ÉS ELEMEK

A műszaki teljesítményegységek és elemek vizsgálatánál nem látszott szükségesnek a keretfűrész műveleti helyre vonatkozó adatokat külön vizsgálni tekintettel arra, hogy a keretfűrész műveleti helyre a fűrészüzemi szinkrontervben már megfelelő adatok álltak rendelkezésre.

Az egység, melyre a műveleti elemek időszükséglete vonatkozik, a műveleti helyre érkező és feldolgozandó anyag 1 m^3 -re. 10 időmérés matematikai átlaga adta a műveleti elem percben kifejezett időszükségletét. Az 1 m^3 anyag feldolgozásánál előforduló műveleti elemek száma szorozva a műveleti elem időszükségletével adja az egységre eső időszükségletet. Az így nyert időszükségletet a vonatkozó előírásoknak megfelelően 5 %-kal kellett növelni. A nem közvetlen munkában töltött idő részletesen nem került felvételre. Az egyes műveleti helyek termelési időszükséglete az alábbiak szerint alakul (lásd a 2. táblázatot).

2. táblázat

Daraboló körfűrész

Sor- szám	E l e m	Gyak. egys. db	I/elem perc	I/egys. perc
1.	Anyagot fog, gépre tesz	10/1	0,206	2,060
2.	Igazít, kezd	29/1	0,133	3,857
3.	Darabol	29/1	0,076	2,204
4.	Elvesz, letesz	33/1	0,060	1,980
		I/a		10,101
		+5 %		0,505
		I/m ³		10,606

Negyedelő szalagfűrész

1.	Anyagot fog, gépre tesz	18/1	0,056	1,008
2.	Igazít, kezd	18/1	0,020	0,360
3.	Negyedel	18/1	0,120	2,160
4.	Elvesz, letesz	36/1	0,103	3,708
		I/a		7,236
		+5 %		0,362
		I/m ³		7,598

Hasító szalagfűrész

1.	Anyagot fog, gépre tesz	36/1	0,090	3,240
2.	Igazít, kezd	170/1	0,020	3,400
3.	Hasít	170/1	0,120	20,400
4.	Elvesz, letesz	170/1	0,026	4,420
5.	Visszahuz, forgat	134/1	0,046	6,164
		I/a		37,624
		+5 %		1,881
		I/m ³		39,505

Szélező körfűrész

1.	Anyagot fog, gépre tesz	136/1	0,073	9,855
2.	Igazít, kezd	476/1	0,025	11,900
3.	Kérget hasít, visszahuz	135/1	0,050	6,750
4.	Vezetőt igazít, berak	151/1	0,026	3,926
5.	Ládalécet hasít	341/1	0,050	17,050
6.	Visszahuz	341/1	0,013	4,433
7.	Vezetőt igazít, kirak	151/1	0,026	3,926
8.	Dongát szélez	135/1	0,050	6,750
9.	Elvesz, letesz	476/1	0,038	18,088
		I/a		82,678
		+5 %		4,133
		I/m ³		86,811

Javitó körfűrész

1.	Anyagot fog, gépre tesz	228/I	0,026	5,928
2.	Igazít, kezd	282/I	0,031	8,742
3.	Darabol	328/I	0,007	2,296
4.	Visszahuz, fordít	54/I	0,025	1,350
5.	Elvesz, letesz	228/I	0,038	8,664
		I/a		26,980
		+5 %		1,349
		I/m ³		28,329

3. A termelési folyamat veszteségeinek felmérése

A veszteségek felmérésénél figyelembe kellett venni a rönkanyagot, melyet általában a direkt dongatermeléshez felhasználtak. A felhasznált rönk átlagadatok megállapításához az 1957. évi keretfűrész-nyilvántartási lapok adatai álltak rendelkezésre. Először 14 079 db-ot magában foglaló rönkadat kigyűjtést végeztünk, melyből 422 db volt a cser és 13 657 db a tölgy. Az anyagot nem különítettük el rendeltetése szerint, tehát nem állapítottuk meg, hogy azt boros- vagy sörösdonga-termelésre használták-e fel. Annak ellenőrzésére, hogy a vizsgált időszakban a rönkvastagságok az évi átlagnak megfelelnek-e, az 1957 október havi keretfűrész nyilvántartási lapok alapján (borosdonga-termelés folyt) további 1390 db tölgyrönk adatait dolgoztuk fel. E szerint az átlaghossz $H = 3,85$ m, az átlagátmérő $D = 35,59$ cm. Az átlagok a nagyobb mennyiségű megfigyelés átlagértékeinek feleltak meg.

A megfigyelések szerint az üzem 22 cm átmérőtől 115 cm átmérőig dolgozott fel dongatermelés céljából rönköt, de a feldolgozott rönkmennyiségben 26 cm átmérő alatt ill. 45 cm átmérő felett a feldolgozott rönkanyagnak csak elenyésző hányada volt. A minőségi megoszlásra adat nem állt rendelkezésre.

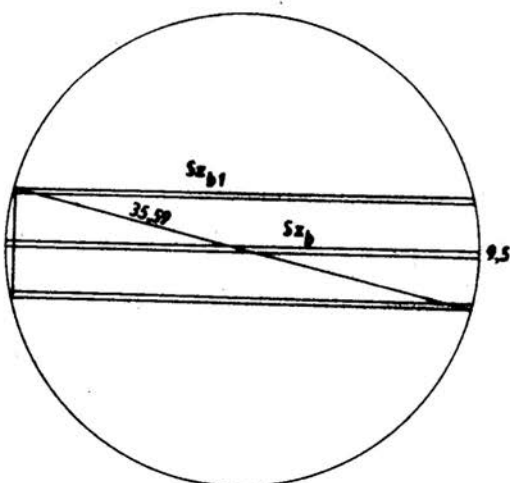
A számított veszteségeket célszerűnek látszott 1 m^3 rönkre vonatkoztatni. Az 1 m^3 -es mennyiséget legjobban 3 db $35,59$ cm átmérőjű $3,85$ m hosszú rönk közelítette meg, melynek köbtartalma $1,149 \text{ m}^3$. Viszonyítási alapnak tehát ezt választottuk.

A fahibákból adódó kihozatalt módosító tényezőket olyan mértékben vettük figyelembe, amennyiben azok a termelési veszteségek felvételekor a termeléshez felhasznált anyagban előfordultak.

Az egyes műveleti helyekre vonatkozó veszteségek a fentiek figyelembevételével a következők.

Keretfűrész

Az üzemi technológiai előírás szerint 35 cm átmérőn felüli rönkből keretfűrészben 2 db középpallót vesznek ki. Az anyagvesztést a keretfűrészben a fűrészelés következtében előállott



3.ábra

forgácsolási veszteség adja, melynek mértéke függ a pengék számától, a penge vastagságtól, a terpesztés mértékétől és a technikai pontatlanságtól. A veszteségeket előidéző tényezőket külön nem vizsgáltuk. A veszteséget előidéző okok összehatását a résbőség (b) foglalja magába, melynek nagysága a mérések szerint $b = 5$ mm. Két középpalló termelésénél három résbőség adódik (lásd a 3.ábrát).

A középső kiforgácsolt rész szélessége $SZ_b = 35,59$ cm. A két szélsőt Pithagorasz tételével számítva

$$SZ_{b1} = \sqrt{35,59^2 - 9,5^2} = 34,3 \text{ cm}$$

A keletkező veszteségek az alábbiak:

$$\begin{aligned} V_k &= (SZ_b + 2 \cdot SZ_{b1}) \cdot 3 H \cdot b = \\ &= (0,3559 + 0,686) \cdot 3 \cdot 3,85 \cdot 0,005 = 0,0601 \text{ m}^3, \end{aligned}$$

$$V_k \% = \frac{V_k}{V} \cdot 100 = \frac{0,0601}{1,149} \cdot 100 = 5,23 \%$$

V_k = a keretfűrészben keletkező veszteség m^3 -ben,

$V_k\%$ = a keretfűrész veszteség %-os értéke

$V = 3$ db $3,85$ cm hosszú $35,59$ cm átmérőjű rönk köbtartalma = $1,149 \text{ m}^3$.

Daraboló körfűrész

Az $1,149 \text{ m}^3$ rönkmennyiségből a daraboló körfűrészhez $5,23\%$ -kal kevesebb, vagyis $1,089 \text{ m}^3$ érkezik. E műveleti hely vesztesége négy részből tevődik ugyan össze, de azok két csoportba sorolhatók. A veszteségforrások az alábbiak:

a/ A fél rönkök darabolásából adódó fűrészpor és hosszto-
lási pallóvég veszteségből.

b/ A középpallók darabolásából adódó, fűrészpor és hosszto-
lási pallóvesztéséből.

A forgácsolási veszteséget (fűrészporvesztés) a résbőség
nagysága határozza meg, melynek mért átlagértéke e műveleti he-
lyen $b = 10$ mm.

A hossztolási veszteség meghatározásához meg kellett álla-
pítani:

1. az átlag rönkhosszat,
2. az átlag dongahosszat,
3. a leeső rönkvég átlaghosszát.

Fentiekből ismert volt már az átlag rönkhossz, $H = 3,85$ m.
Az átlag dongahosszakra nem álltak megfelelő adatok rendelkezés-
re, sőt kimondottan fenékdonga céljára sem történt hossztolás.
Ezért az átlag dongahosszakat a hossztolásnál leeső rönkvég és
pallóvég hosszak, valamint az átlag rönkhossz figyelembevételével
határoztuk meg, feltételezve, hogy az észlelt palló és rönkvég
vesztések a szabványban engedélyezett különböző dongahosszak
mellett kb. állandónak tekinthetők.

A rönkvégméretekre vonatkozó megfigyelések az alábbiak:

megfigyelések száma	150 db
átlaghossz	13,07 cm
átlagterjedelem	15,2 cm
szórás	4,86 cm

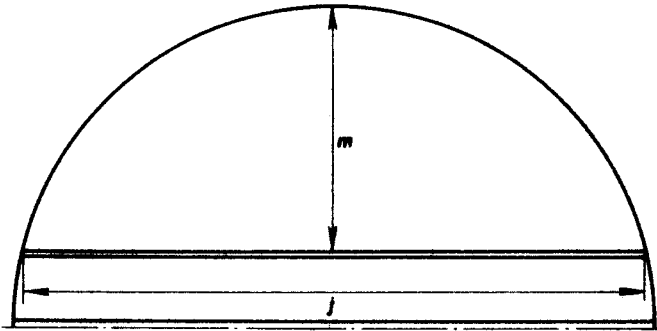
A számításoknál az átlaghosszat kerekén 13 cm-ben vettük
fel. A donga céljára felhasználható rönkhossz tehát

$$H' = 3,85 - 0,13 = 3,72 \text{ m.}$$

E hosszát összehasonlítva a szabványban található donga-
hosszakkal, megállapítható, hogy átlag 4 db donga céljára alkal-
mas rönkrész kihossztolása válik lehetségessé. Az átlag donga-
hossz, figyelembe véve a 10 mm-es résbőséget, a következő:

$$h = (3,72 - 4 \cdot b) : 4 = 0,92 \text{ m.}$$

A rönkrészek, valamint a forgácsolási veszteség köbtartalom
számításánál a bütüfelületeket a körszeletre vonatkozó



4.Ábra

$F = \frac{\pi}{6j} (3m^2 + 4j^2)$ gyakorlati képlettel számítottuk, ahol j a körszelet hűmérete és m a körszelet magassága (lásd a 4.ábrát).

A fentiek figyelembevételével a műveleti hely veszteségei az alábbiak:

$$V_{d1} = 2 \cdot F \cdot b \cdot n = 2 \cdot 0,033062 \cdot 0,01 \cdot 12 = 0,00793 \text{ m}^3$$

$$V_{d1} \% = \frac{V_{d1}}{V} \cdot 100 = \frac{0,00793}{1,149} \cdot 100 = 0,69 \%$$

$$V_{d2} = 2 \cdot F \cdot l \cdot n = 2 \cdot 0,033062 \cdot 0,13 \cdot 3 = 0,02578 \text{ m}^3$$

$$V_{d2} \% = \frac{V_{d2}}{V} \cdot 100 = \frac{0,02578}{1,149} \cdot 100 = 2,24 \%$$

$$V_{d3} = \frac{2 \cdot SZ_b + 2 \cdot SZ_{b1}}{3} \cdot v \cdot b \cdot n =$$

$$= 2 \cdot 0,3473 \cdot 0,04 \cdot 0,01 \cdot 12 = 0,00333 \text{ m}^3$$

$$V_{d3} \% = \frac{V_{d3}}{V} \cdot 100 = \frac{0,00333}{1,149} \cdot 100 = 0,29 \%$$

$$V_{d4} = 2 \cdot \frac{SZ_b + 2 \cdot SZ_{b1}}{3} \cdot v \cdot l \cdot n =$$

$$= 2 \cdot 0,3473 \cdot 0,04 \cdot 0,13 \cdot 3 = 0,01083 \text{ m}^3$$

$$V_{d4} \% = \frac{V_{d4}}{V} \cdot 100 = \frac{0,01083}{1,149} \cdot 100 = 0,94 \%$$

$$V_d \% = V_{d1} \% + V_{d2} \% + V_{d3} \% + V_{d4} \% = 4,16 \%$$

V_d = a daraboló körfűrész vesztesége m^3 -ben,

V_{d1} = a rönkhossztolás forgácsolási vesztesége,

V_{d2} = a hossztolás rönkvég vesztesége m^3 -ben,

V_{d3} = a középpalló forgácsolási vesztesége m^3 -ben,

V_{d4} = a hossztolásnál leeső pallóvég veszteség m^3 -ben,

l = a hossztolásnál leeső rönkvég illetve pallóvég hossza
= 0,13 m,

v = a donga bevágási mérete (vastagság 40 mm),

n = a darabszám értelemszerűen alkalmazva.

Negyedelő szalagfűrész

Erre a műveleti helyre, figyelemmel a veszteségekre, 1,041 m^3 faanyag érkezik. A műveleti helyen mind a rönkrészen, mind a pallórészen egy hosszanti vágás történik, tehát a veszteség csak forgácsolásból adódik. A résbőség méretadatok alapján $b = 2$ mm. A veszteségek az alábbiak:

$$V_{n1} = m \cdot b \cdot h \cdot n = 0,13045 \cdot 0,002 \cdot 0,92 \cdot 24 = \\ = 0,00576 \text{ m}^3$$

$$V_{n1} \% = \frac{V_{n1}}{V} \cdot 100 = \frac{0,00576}{1,149} \cdot 100 = 0,5 \%$$

$$V_{n2} = 2 \cdot v \cdot b \cdot h \cdot n = 2 \cdot 0,04 \cdot 0,002 \cdot 0,92 \cdot 12 = \\ = 0,00176 \text{ m}^3$$

$$V_{n2} \% = \frac{V_{n2}}{V} \cdot 100 = \frac{0,00176}{1,149} \cdot 100 = 0,15 \%$$

$$V_n \% = V_{n1} \% + V_{n2} \% = 0,65 \%$$

V_n = negyedelő szalagfűrész veszteségek m^3 -ben,

V_{n1} = rönkrészek negyedelési vesztesége m^3 -ben,

V_{n2} = pallórészek hasítási vesztesége m^3 -ben.

Hasító szalagfűrész

A műveleti helyre a veszteségek figyelembevételével, $1,0335 \text{ m}^3$ faanyag érkezik. A műveleti helyen a negyed rönkrészekből kihasítják a palló alapanyagot. Ennek megfelelően a veszteség két részből tevődik össze:

1. a hasítás forgácsolási veszteségéből (V_{h1}),
2. a negyed rönkrészből a hasítás után visszamaradó háromszög keresztiszelvényű faanyagrészből (V_{h2}).

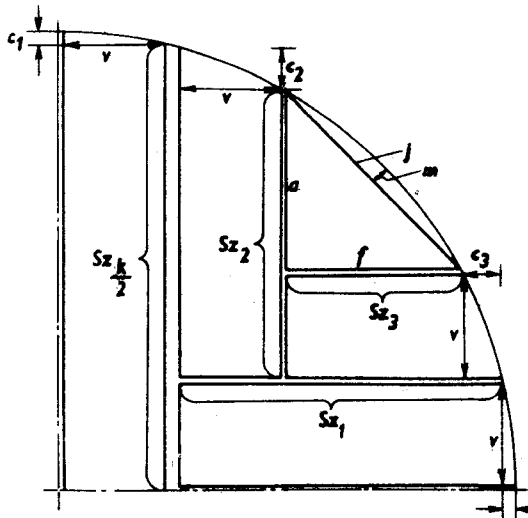
$$V_h = (SZ_1 + SZ_2 + SZ_3) \cdot b \cdot l \cdot n = \\ = 0,3053 \cdot 0,002 \cdot 0,92 \cdot 48 = 0,02696 \text{ m}^3$$

$$V_{h1} \% = \frac{V_{h1}}{V} \cdot 100 = \frac{0,02692}{1,149} \cdot 100 = 2,3 \%$$

A pallók szélességi értékeit Pithagorasz tétele alapján számítottuk (lásd az 5.ábrát).

$$SZ_1 = \sqrt{r^2 - 4,1^2} - 4,75 = 12,55 \text{ cm}$$

$$SZ_2 = \sqrt{r^2 - 8,75^2} - 4,3 = 11,18 \text{ cm}$$



5.ábra

$$SZ_3 = \sqrt{r^2 - 8,3^2} - 8,95 = 6,8 \text{ cm.}$$

A hasítás után visszamaradó háromszög alakú szelvény az alábbi (5.ábra).

$$V_{h2} = \frac{a \cdot f}{2} + \frac{m}{6 \cdot j} (3 \cdot m^2 + 4 \cdot j^2) \cdot l \cdot n = 0,12188 \text{ m}^3$$

$$V_{h2} \% = \frac{V_{h2}}{V} \cdot 100 = \frac{0,12188}{1,149} \cdot 100 = 10,6 \%$$

$$V_h \% = V_{h1} \% + V_{h2} \% = 12,9 \%$$

Szélező körfűrész

A műveleti helyre a veszteségek figyelembevételével $0,885 \text{ m}^3$ faanyag érkezik. Az üzemi technológia szerint a pallórészekről először eltávolítják a fagömbösséget, majd ladaléc és par-kettaléc alakjában leszabják a pallóanyagról a szijácsrészt és az esetleges hibás részeket. Legvégül a belfelőli oldalon eltávolítják a belet és a bél körüli farészt és elvégzik a szükségnek megfelelően az egyenesre vágást is.

A műveleti hely m^3 -ben számított vesztesége (V_{sz}) összetevődik:

- a fagömbösség eltávolításából (V_{sz1}),
- a szijácsrész és esetleges hibák eltávolításából (V_{sz2}),
- az előbbi két művelet forgácsolási veszteségéből (V_{sz3}),
- és az egyenesre vágási veszteségből (V_{sz4}).

A fagömbösség számításánál a leeső szelvényrész alapterületét háromszögnek tekintettük. A háromszög egyik befogója megegyezik a donga vastagságával (v). A másik befogót grafikus szerkesztésről leolvasott értékek átlagában (c) állapítottuk meg. A háromszög kisebb befogójának mért értékei a negyedronkból kikerülő négy darab pallónál 5 mm, 5 mm, 15 mm, 15 mm (lásd az 5.ábrát).

Ennek megfelelően $c = 10 \text{ mm}$.

$$V_{sz1} = \frac{v \cdot c}{2} \cdot h \cdot n = \frac{0,04 \cdot 0,01}{2} \cdot 0,92 \cdot 192 = 0,03533 \text{ m}^3$$

$$V_{sz} \% = \frac{V_{sz1}}{V} \cdot 100 = \frac{0,03533}{1,149} \cdot 100 = 3,07 \%$$

Százötven megfigyelés szerint minden db pallóról eltávolítanak egy 10 mm vastagságú ládáléct és minden harmadik pallóról egy 25 mm vastagságú parkettaléct. A parkettaléc tehát egy db pallóra vonatkoztatva csak 1/3 szélességben érvényesül. A résbőség (b) a mért adatok alapján 5 mm, mely a fentiek értelmében egyszer teljesen és egyszer csak 1/3 részben vehető számításba. A palló egyik oldaláról eltávolítandó faanyagrészt szélessége tehát

$e = 10 + \frac{25}{3} + 5 + \frac{5}{3} = 24,99 \text{ mm}$, melyet a további számításoknál 25 mm-el fogadtunk el.

$$V_{sz2,3} = v \cdot e \cdot h \cdot n = 0,04 \cdot 0,025 \cdot 0,92 \cdot 192 = 0,17664 \text{ m}^3$$

$$V_{sz2,3} \% = \frac{V_{sz2,3}}{V} \cdot 100 = \frac{0,17664}{1,149} \cdot 100 = 15,37 \%$$

A szijácsrész eltávolítása után a pallóanyagot párhuzamos oldalúvá képezik ki az egyenesre vágás műveleti elem segítségével. Az eltávolítandó faanyagrészt két vége nem azonos szélességű. Megfigyeléseket kellett végezni a szélességi értékek megoszlására. Felvételek készültek tehát az egyenesre vágáskor eltávolítandó faanyagrészt két végének szélességi méretéről (résbőséggel együtt). A két méret számtani átlagát tekintettük egy-egy eltávolítandó rész átlagszélességének. Az így kapott értékek átlagát használtuk fel a számításoknál. Az átlagértékekre vonatkozó megfigyelések eredménye az alábbi:

megfigyelések száma	50 db
átlagszélesség	3,36 cm
átlagterjedelem	5,6 cm
szórás	2,31 cm.

Az egyenesre vágás műveletelem csak minden negyedik pallónál fordul elő, egyébként ezt a műveletelemet a ládáléc, ill. a parkettaléc termeléssel egyidejűleg végzik el. Egy pallóra vonatkoztatva az eltávolítandó rész szélessége tehát $k = \frac{3,36}{4} = 0,84 \text{ cm}$.

$$V_{sz4} = v \cdot k \cdot h \cdot n = 0,04 \cdot 0,084 \cdot 0,92 \cdot 192 = \\ = 0,05936 \text{ m}^3$$

$$V_{sz4} \% = \frac{V_{sz4}}{V} \cdot 100 = \frac{0,05936}{1,149} \cdot 100 = 5,17 \%$$

$$V_{sz} \% = V_{sz1} \% + V_{sz2,3} \% + V_{sz4} \% = 23,61 \%$$

Ellenőrzés céljából összehasonlítottuk a kész dongaszélességek számított értékét a készáru téren azonos időben tárolt kész dongaanyag átlagszélességével. A számított donga átlagszélessége 8,59 cm, míg a készáruanyagra vonatkozó felvételek az alábbiak:

megfigyelések száma	182 db
átlagszélesség	8,73 cm
átlagterjedelem	6,44 cm
szórás	2,06 cm.

A két érték összehasonlítása igazolja, hogy a veszteségek megfigyelése és felvétele helyes volt.

Javitó körfűrés

A művelési helyre a veszteségek figyelembevételével 0,614 m³ faanyag érkezik. Üzemi adatok szerint ennek a mennyiségnek mintegy 30 %-a kerül javításra, tehát összesen 0,184 m³.

Az üzem a javításra kerülő anyagból készíti a fenékdongákat és ezért veszteségnek a szabványban engedélyezett oldal és fenékdonga átlaghossz különbségek %-os viszonyát tekintettük.

Átlag dongahossz	0,92 m
Átlag fenékdongahossz	0,70 m
Különbség	0,22 mm

$$\text{A } \%- \text{os viszonyszám tehát } \frac{0,22}{0,92} \cdot 100 = 23,91 \%$$

$$V_j = \frac{0,184 \cdot 23,91}{100} = 0,04399 \text{ m}^3$$

$$V_j \% = \frac{V_j}{V} \cdot 100 = \frac{0,04399}{1,149} \cdot 100 = 3,82 \%$$

V_j = a javító körfűrészeken keletkező veszteség m^3 -ben kifejezett mennyisége,

$V_j\%$ = a veszteség %-os értéke.

A kész dongaanyagot még a beszáradási túlméret terheli. A nyers donga vastagsági mérete $v = 40$ mm, a légszáras donga vastagsági mérete $v' = 38$ mm. A termelés számbavétele a légszáras állapotra vonatkoztatott vastagsági méretre történik. A készárúként nyert $0,570 m^3$ dongát tehát még a beszáradási túlméretnek megfelelő $0,0285 m^3$ mennyiséggel csökkenteni kell. A túlméretből adódó veszteség %-os értéke az alábbi:

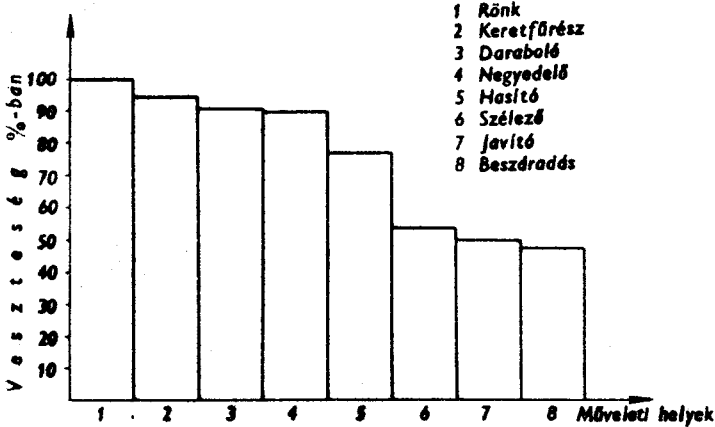
$$\frac{0,0285}{1,149} \cdot 100 = 2,48 \%$$

Az egyes műveleti helyekre vonatkozó veszteségi értékeket a 3. táblázat, illetve a 6. ábra szemlélteti.

3. táblázat.

Műveleti hely	A műveleti helyre érkező anyagmennyiség m^3	Veszteség m^3	A műveleti helyet elhagyó anyagmennyisége m^3	Veszteség %
Keretfűrész	1,149	0,0601	1,08890	5,23
Daraboló körfűrész	1,089	0,04779	1,04121	4,16
Negyedelő szalagfűrész	1,041	0,00746	1,03354	0,65
Hasító szalagfűrész	1,034	0,14905	0,88495	12,90
Szélező körfűrész	0,885	0,27132	0,61368	23,61
Javító körfűrész	0,184	0,04399	0,56969	3,82
Beszáradási veszteség	570	0,02850	0,54119	2,48
Veszteség összesen				52,85

JELMAGYARÁZAT:



6.ábra
Anyagveszteségi diagram

A veszteségforrásokat vizsgálva megállapítható, hogy a dongakihozatal a keresztvágásoknál eléggé érzéketlen az egyes gépeken alkalmazott pengék vastagságára. Ugyanez vonatkozatható a negyedelő és hasító szalagfűrészekre is. A szélező körfűrészek lapvastagsága azonban már jelentős hatással van a kihozatalra, tekintettel arra, hogy e műveleti hely határozza meg a termelt dongaszélességi méretet. A szélességi értékek befolyását a kihozatalra a részletes számításoknál külön kimutatjuk.

Az üzemben felvett veszteségi adatok szerint a dongakihozatal 47,15 %. Azonos időszakban az üzemi adatok alapján kimutatható kihozatal értéke 46-47 % között volt. E kihozatal mértéke azonban erősen túlzott, s külön számítás nélkül megállapítható volt, hogy az üzem a szabványelőírások betartásával fentieknél jelentékenyen kisebb kihozatali értékeket érhetett volna el.

Az eredményt nem tekinthettük kielégítőnek, s külön fejezetben (III.) részletes összehasonlító számításokat végeztünk a végleges következtetések kialakítása érdekében. Az üzem aszinkron állapotának rögzítéséhez, valamint a szinkron állapotra vonatkozó javaslatok elkészítéséhez az I.fejezet adatait kielégítően fel lehetett használni.

II.

A mért időszükségletek alapján rögzíthető volt, hogy az üzemben a termelés milyen időszükségletet igényel. Nem került felvételre az az időmennyiség és annak megoszlása, mely a termeléshez szükséges időn felül az üzemben rendelkezésre áll, ezt az időmennyiséget következtetéssel állapítottuk meg. Vizsgáltuk a felvételek időszakában az egy órára eső kész dongamennyiséget. A megfigyelés pontossága érdekében egy teljes hónap borosdonga-termelésének adatait vonatkoztattuk a számításainkhoz választott ütemidőre a 60 percre. Megállapítottuk, hogy az egy órára eső kész dongatermelése az üzemnek $0,689 \text{ m}^3$ volt. Az I. fejezetben tárgyalt 47,15 %-os kihozatal figyelembevételével tehát az egyes műveleti helyeken az alábbi anyagmennyiség és ahhoz szükséges időszükséglet jelentkezik.

Műveleti hely	Műveleti helyre érkező anyag m^3	Műveleti hely időszükséglete perc
Keretfűrész	1,465	
Daraboló körfűrész	1,389	14,73
Negyedelő szalagfűrész	1,328	10,09
Hasító szalagfűrész	1,319	49,10
Szélező körfűrész	1,130	98,10
Javító körfűrész	0,235	6,66

A kihasználatlan gépkapacitások időegyenértékei (I_v = idővesztesség) számítással, ill. diagramok útján megállapíthatók, ha a műveleti helyeken ténylegesen jelentkező műveleti időértékeket gépenként 60 percből levonjuk, s az így kiszámított értékeket összegezzük.

$$I_v \text{ absz} = (60 - a) + (60 - b) + (60 - c) + \dots + (60 - n),$$

ahol az $I_v \text{ absz} = a$ kihasználatlan gépkapacitás miatt előállott idővesztesség.

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

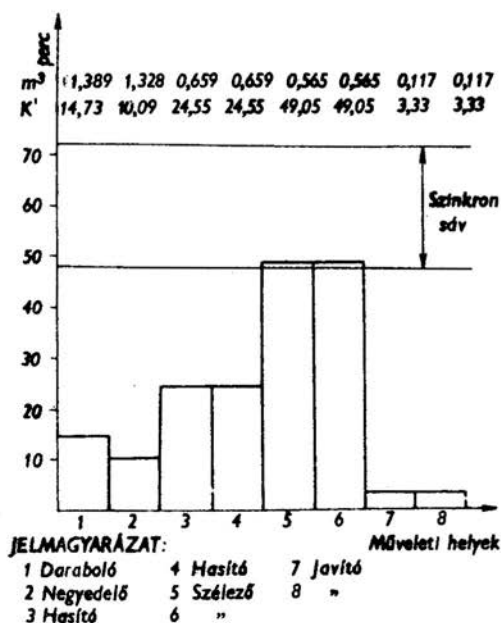
$$I_{V \text{ absz}} = (60 - 14,73) + (60 - 10,09) + 2 \cdot (60 - 24,55) =$$

$$= 2 \cdot (60 - 49,05) + 2 \cdot (60 - 3,33) = 301,30 \text{ perc}$$

$$I_{V \%} = \frac{I_{V \text{ absz}}}{60 \cdot m} \cdot 100 = \frac{301,30}{480} \cdot 100 = 62,77 \%$$

A fenti érték annyit jelent, hogy a nyolc műveleti hely óránkénti 480 perces összes műveleti ideje csak 37,23 %-ra van kihasználva, s így a kihasználatlan műveleti idő értéke 62,77 %. A vonatkozó termelési diagramot a 7. ábra tünteti fel.

A vizsgált időszakban a teljesítményt alapulvéve a műveleti idő kihasználás nagymértékben emelhető, ha a hasonló műveleti elemeket, amennyiben azok azonos sorrendiséggel is bírnak, lehetőleg egy gépre csoportosítjuk. A műveleti sorrendiséget és az időszükségletet vizsgálva megállapítható, hogy a negyedelő és hasító szalagfűrészek három műveleti helyen folyó munkáját egy műveleti helyre lehet összevonni és a két javító körfűrész munkáját egy körfűrész is el tudja látni. Ebben az esetben



7. ábra

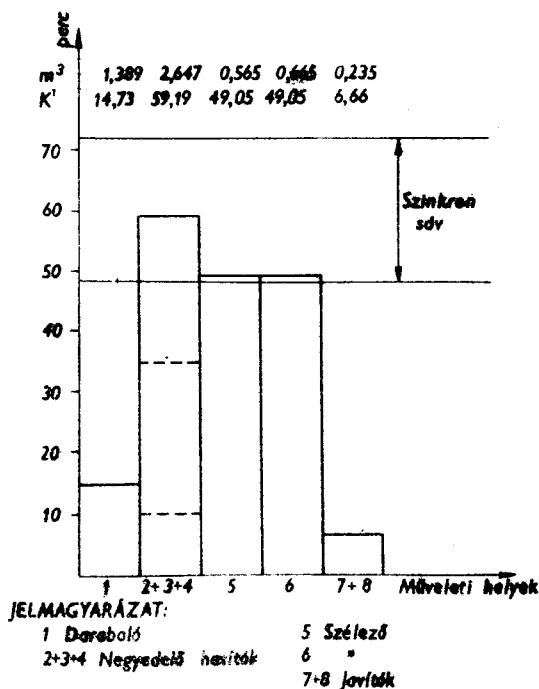
Termelési aszinkron diagram

$$I_v \text{ absz} = (60 - 14,73) + (60 - 59,19) + 2 \cdot (60 - 49,05) + \\ + (60 - 6,66) = 101,32 \text{ perc}$$

$$I_v \% = \frac{101,32}{300} \cdot 100 = 33,77 \%$$

Az egyes műveletek megfelelő átcsoportosítása tehát jelentős mértékben emeli az időkihasználtságot. A fenti átcsoportosítás a korábbi 62,77 %-os kihasználatlanságot 33,77 %-ra csökkenti. A vonatkozó termelési diagramot a 8. ábra tünteti fel.

A jelenlegi termelési eszközök mellett célszerűnek látszik a termelés ilyen átcsoportosítása, mert az átcsoportosítás mellett műszakonként még mindig 5,512 m³ borosdonga termelhető, és ha két műszakot és 300 munkanapot veszünk számításba, a gépsor teljesítménye évi 3307,2 m³.



8. ábra
Termelési szinkron diagram

További teljesítmény-fokozás új műszaki megoldásokat kíván, melyek közül mint kikísérletezendő feladat, kettő hozható javaslatba:

1. A szélező körfűrész feladatát könnyen állítható, árnyékvetővel ellátott kettős szélező vagy többlapu körfűrészszel lehet elvégezni, melyeknél az első és hátsó behúzóhengerek távolsága a termelendő dongahosszaknak megfelel. Felmerül ez esetben a többszörös dongahosszakban való előzetes hossztolás kérdése is. E megoldással a szélező körfűrész két műveleti helye egy műveleti helyé vonható össze, sőt valószínű, hogy a teljesítmény is fokozható lesz.

2. Egymásra merőleges síkban elhelyezett körfűrészekből szerkesztett gépegység átvehetné mind a hasító szalagfűrész, mind a szélező körfűrész feladatát. E műveletek egyidejű elvégzésével jelentős mértékben emelhető lenne a termelés, miáltal a daraboló körfűrész, a negyedelő szalagfűrész és a javító körfűrész kihasználatlansága nagymértékben csökken.

Természetesen változó kihozatali értékek mellett a műveleti hely leterheltsége változik. Ennek ellenére a 47,15 %-os értéket számítási alapnak elfogadtuk, mert a későbbi számítások igazolása szerint 45 % körüli kihozatal elérhető, melyre a fenti következtetések már megfelelnek.

III.

ÖSSZEHASONLÍTÓ SZÁMÍTÁSOK A DIREKT ÉS INDIREKT DONGATERMELÉSI TECHNOLOGIA KÖZT

Az I. fejezetben megállapítást nyert, hogy a számított kihozatali értékek igen magasak. Ennek igazolására szurópróbaszerű adatgyűjtést végeztünk 1958 szeptemberében, mely szerint az üzem borosdonga kihozatala 38,24 %.

Adatfelvételt végeztünk arra nézve is, hogy az átadásra kerülő dongaanyagnak hány százaléka nem felel meg a szabványelőírásoknak, mivel a számításoknál szigorúan a szabványelőírásokat tartottuk szem előtt. A megfigyelt 296 db-ot magában foglaló dongaraktából 3,2 % volt a szabványnak meg nem felelő, mely részben a kis szélességi méretből (0,84 %), részben a sugár-

átfutásos részekből (2,36) tevődött össze. Ennek figyelembevételével a tényleges üzemi kihozatal jelenleg kb. 35 % körül mozog.

A részletes számítások szükségessége mellett szól az is, hogy az üzemi állapotokat átlagvastagságu rönkre és az üzemben a 35 cm átmérőjű rönkre előírt két középpalló kivétele mellett vizsgáltuk, mely az üzemi aszinkron megállapításához szükséges volt. Nem derül ki azonban az eddigiekből, hogy

1. 1, 2 vagy 3 középpalló kivétele a gazdaságosabb.
2. Hogyan változik a kihozatal a rönkátmérő függvényében.
3. A direkt termelésnél van-e befolyása a hasító szalagfüreszen végzendő hasítási munka sorrendiségének a kihozatalra.
4. Milyen befolyással van a veszteségek alakulására a vonatkozó szabvány előírása.

A számításokhoz az I.fejezetben megállapított veszteségeket vettük figyelembe. A számításokat a hazai rönkviszonyoknak megfelelően a 25-45 cm átmérőjű rönktartományra végeztük.

1. Direkt dongatermelés

Az üzemi technológia 25-29 cm átmérőjű rönköknél csak keretfűrész átvágást, 30-34 cm átmérőjű rönköknél 1 db, 35-45 cm átmérőjű rönköknél 2 db középpalló keretfűrészten történő előzetes termelését írja elő. A számításokat 1 cm-es rönkvastagsági fokozattal először 1 középpalló előzetes termelését feltételezve végeztük el.

A számítások metodikája

A számításoknál részben két, részben háromdimenziós számítási eljárást alkalmaztunk. Abból a megfontolásból indultunk ki, hogy a kihozatalra jellemző az átmérőnek megfelelő körlapból termelhető dongaszelvény-mennyiség, melynek mértéke a körlapban elhelyezhető dongaszelvény-terület és a körlapterület viszony-számával jellemezhető. E viszonyszám a veszteségek nagy részét figyelembe veszi, így:

- a keretfűrészénél,
- a negyedelő szalagfűrészénél,

a hasító szalagfűrésznél,
a szélező körfűrésznél keletkező veszteségeket, és
a daraboló körfűrész veszteségeinek egy részét.

A darabolási veszteség azon részét, mely a körlapban elhelyezhető dongaszelvény-területre eső hossztolási forgácsolási veszteségből, valamint a hossztolási maradékrész veszteségből adódik, külön kellett számítani.

A körlapon belül elhelyezhető dongaszélesség függ:

- a/ a rönkátmérőtől,
- b/ a hasítási veszteségtől,
- c/ a donga elhelyezésének módjától a körszelvényben.

A dongavastagság - egyfajta boroshordó dongáról lévén szó - légszárason 38 mm, túlmérettel 40 mm.

A hasítási veszteség összetevődik:

- a/ a fagömbösség eltávolításából,
- b/ a szijácsrész eltávolításából,
- c/ a forgácsolási veszteségekből,
- d/ az egyenesre vágás veszteségéből.

E veszteségek szélességi átlagértéke az I. fejezetben foglaltak szerint 3,34 cm, mellyel minden dongapallót csökkenteni kellett. További szélességcsökkenés keletkezik a szabvány tükrösvágásra vonatkozó előírásából. Minél távolabb helyezkedik el a donga a rönk középpontjától, annál nagyobb a valószínűség, hogy a bélsugarak keresztirányúak és lapról lapra futnak ki. Azzal a pallórészrel tehát, melyen a bélsugarak már lapról lapra futnak ki - mivel ez a szabványok szerint nem megengedhető - a szélességi értékeket tovább kellett csökkenteni.

A daraboló körfűrésznél és a javító körfűrésznél fellépő veszteségek számítását három dimenzióban végeztük. A számításoknál az üzemi adatokból indultunk ki, tehát

- azonos résbőséggel,
- 3,85 m rönkátlaghosszal
- 0,92 m átlag oldaldongahosszal,
- 0,70 m átlag fenékdongahosszal és
- 30 % javításra jutó dongamennyiséggel számoltunk.

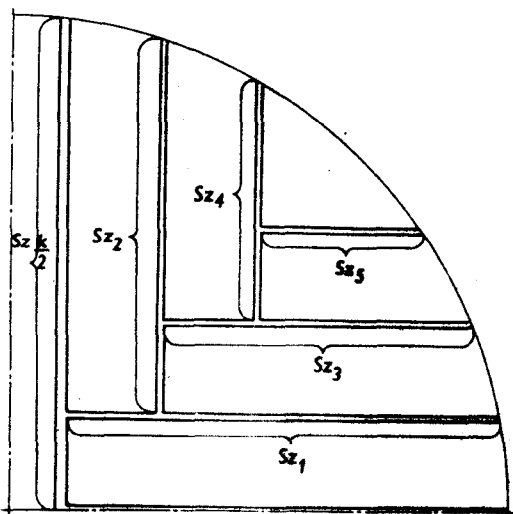
A darabolási veszteség összetevői:

- a/ a donga össz-szélesség és a résbőségnek megfelelő forgácsolási veszteség,

b/ a donga össz-szélesség és a hossztolás utáni rönkvég hosszúságnak megfelelő hossztolási veszteség.

A donga-alapanyagot adó pallók szélességi értékeit Pithagorasz képletével határoztuk meg, mind egy, mind kettő és három középpalló termelése esetén. A számítási példákat 44 cm átmérőjű rönkre mutatjuk be, mért a 25–45 cm átmérőjű rönktartományban a 44 cm átmérőjű körszelvényben helyezhető el a maximális pallószám. A szélességi értékek számításánál alkalmazott jelölés megegyezik a számítás sorrendjével, de egyuttal meghatározza a szalagfűrész hasítási sorrendjét is. Más hasítási sorrend alkalmazása kisebb eredményeket ad, melynek elsődleges oka a szabványtalan dongarész, mégpedig a lapról lapra kifutó bélsugarakat magában foglaló pallórész aránytalan megnövekedése.

Egy középpallós termelés szélességi értékiszámításai a 9. ábrán láthatók.



9. ábra

$$Sz_{\frac{k}{2}} = \sqrt{r^2 - 2^2} = 21,90 = 22 \text{ cm}$$

$$Sz_1 = \sqrt{r^2 - 4,1^2} - 2,5 = 19,08 \text{ cm}$$

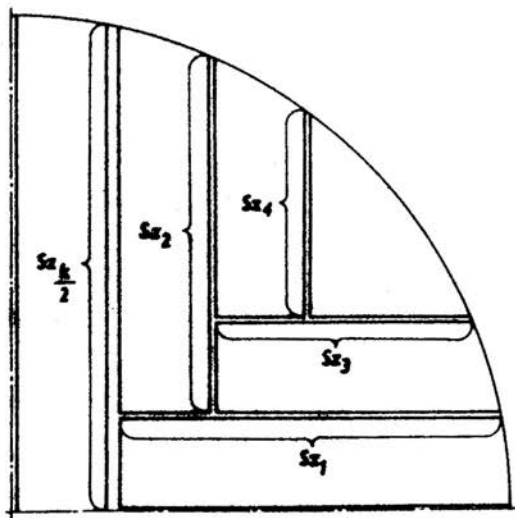
$$Sz_2 = \sqrt{r^2 - 6,5^2} - 4,3 = 16,45 \text{ cm}$$

$$Sz_3 = \sqrt{r^2 - 8,3^2} - 6,7 = 13,40 \text{ cm}$$

$$Sz_4 = \sqrt{r^2 - 10,7^2} - 8,5 = 10,60 \text{ cm}$$

$$Sz_5 = \sqrt{r^2 - 12,5^2} - 10,9 = 7,02 \text{ cm}$$

Két középpallós termelés szélességi értékszámításai a 10. ábrán láthatók.



10. ábra

$$Sz_{\frac{k}{2}} = \sqrt{r^2 - 4,25^2} = 21,3 \text{ cm}$$

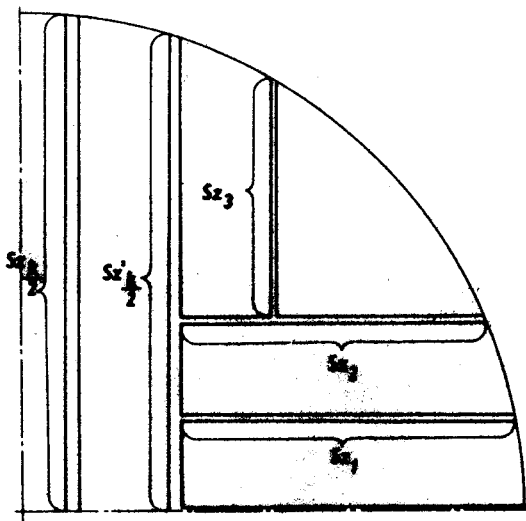
$$Sz_1 = \sqrt{r^2 - 4,1^2} - 4,75 = 16,55 \text{ cm}$$

$$Sz_2 = \sqrt{r^2 - 8,75^2} - 4,3 = 15,8 \text{ cm}$$

$$Sz_3 = \sqrt{r^2 - 8,3^2} - 8,75 = 11,25 \text{ cm}$$

$$Sz_4 = \sqrt{r^2 - 12,95^2} - 8,5 = 9,3 \text{ cm}$$

Három középpallós termelés szélességi értékszámításai a 11. ábrán láthatók.



11. ábra

$$Sz_{\frac{3}{2}} = \sqrt{r^2 - 2^2} = 21,90 \text{ cm} = 22 \text{ cm}$$

$$Sz'_{\frac{3}{2}} = \sqrt{r^2 - 6,5^2} = 21,00 \text{ cm}$$

$$Sz_1 = \sqrt{r^2 - 4,1^2} - 7,0 = 14,6 \text{ cm}$$

$$Sz_2 = \sqrt{r^2 - 8,3^2} - 7,00 = 13,4 \text{ cm}$$

$$Sz_3 = \sqrt{r^2 - 11^2} - 8,5 = 10,7 \text{ cm}$$

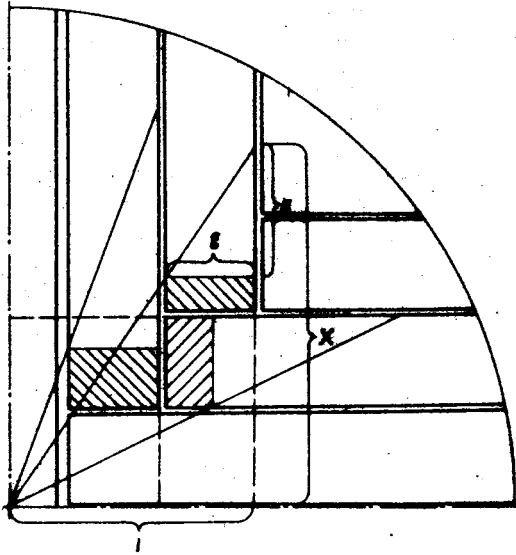
A bélsugar átfutása miatt szabványtalan dongarész számítása a 12. ábrán látható.

A lapról lapra átfutó bélsugarak miatt eltávolítandó pallórész szélességi értéke hasonló háromszögek alapján a következő összefüggésből számítható.

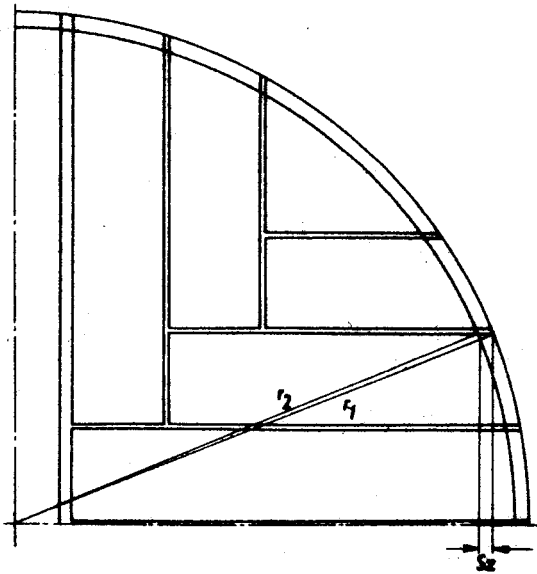
$$x : g = X : i$$

$$x = \frac{X \cdot g}{i}$$

$$x' = Sz - (3,34 + x)$$



12. ábra



13. ábra

x' = a szabványtalan dongarész szélessége,

Sz = a számított pallórészek szélességi értéke.

A fenti összefüggéseknél, mint ahogy az a 12. ábrán is látható, a dongaszélességből előzőleg a szélezési veszteség szélességi értékét (3,34 cm) levonásba hoztuk.

A pallószélesség növekedése az átmérő függvényében a 13. ábrán látható.

A munka megkönnyítése érdekében az egyes átmérőknél termelhető pallók szélességét nem határoztuk meg minden rönkátmérőre számítással. Összefüggést kerestünk a rönkátmérő növekedése és a pallószélesség növekedése között, mely összefüggés a számításainknál alkalmazott pontossági követelményeknek megfelelt.

A szélességnövekedés értékeit Pithagorasz képlettel számolva a

$Sz = \sqrt{r_1^2 - e^2} - \sqrt{r_2^2 - 3^2}$ egyenlőség segítségével az alábbi szélességi értéknövekedéseket kapjuk 27-45 cm átmérők között.

$Sz_{\frac{K}{2}}$	27-45 cm	5 mm	Sz_3	33-45 cm	5,6 mm
Sz_1	27-45 cm	5,2 mm	Sz_4	38-45 cm	5,7 mm
Sz_2	27-45 cm	5,5 mm	Sz_5	44-45 cm	6,1 mm

A kihozatal alakulását összefoglalóan a 4. táblázat tartalmazza:

4. táblázat

A R Ö N K									
\emptyset cm	Kihoz. %	\emptyset cm	Kihoz. %	\emptyset cm	Kihoz. %	\emptyset cm	Kihoz. %	\emptyset cm	Kihoz. %
27	38,47	31	38,60	35	44,20	39	47,25	43	45,07
28	38,68	32	38,48	36	44,07	40	47,12	44	47,96
29	38,72	33	44,72	37	43,83	41	46,23	45	47,53
30	38,71	34	44,42	38	47,54	42	45,92		

A számítások nem térnek ki, és így a táblázat sem tünteti fel a 27 cm átmérőnél vékonyabb rönkök kihozatali adatait. Ennek oka, hogy 27 cm átmérőjű rönknél vékonyabb rönkökből egy

középpalló termelése mellett 5,4 cm átlagszélességű dongák termelhetők. Tulajdonképpen csak a középpalló szélesebb 6 cm-nél, de ha figyelembe vesszük, hogy a középpallókból a bélkiejtés az átlagnál nagyobb veszteséggel történik, a középpallóból termelt dongák szélessége is csak 6-7 cm körüli szélességű lesz. A 27 cm átmérőjű rönkből termelt dongák átlagszélessége már 6,5 cm, vagyis 1,1 cm-rel nagyobb a 25 cm átmérőjű rönkből termelt dongák szélességénél.

Megvizsgáltuk, milyen eredményre vezet, ha a 27 cm-nél kisebb átmérőjű rönköket két középpalló előzetes termelésével dolgozzuk fel. A dongák átlagszélessége ez esetben 5,81 cm, tehát kedvezőbb, mint az egy középpalló termelésnél. A körlapban azonban csak nyolc dongaszelvény helyezhető el, amelynek következtében a kihozatal közel 10 %-kal alacsonyabb, mint a 27 cm átmérőjű rönké, csak 28,6 %, a 26 cm átmérőjű rönké pedig 29,15 %. A későbbi táblázatos összehasonlításnál ezekkel az értékekkel számoltunk.

A nagymértékben csökkenő dongaszélességek azonban arra engednek következtetni, hogy a negyedelő technológiájú dongatermelésnél felhasználható alsó rönkátmérő 27 cm.

A 27-45 cm átmérőkre számított kihozatali értékek nem folyamatosan, hanem lépcsőzetesen emelkedő számsort adnak. A töréspontok 27-33, 38 és 44 cm-es átmérőknél vannak. Ezek azok a vastagsági méretek, melyeknél negyed rönkönként eggyel több dongaszelvény termelhető, mint az előző vastagságu rönkből. Ez okozza a hirtelen kihozatalemelkedést. A töréspontoktól a nagyobb átmérők felé haladva a 27-32 cm átmérőcsoport kivételével a kihozatali értékek számsora folyamatosan csökken. E vastagsági csoportnál a dongaszélességre csak a rönkátmérőnövekedés van befolyással. A dongaszélesség és az átmérő növekedésével nagyobbo-
dó veszteség viszonyszáma 27-29 cm átmérő esetében kedvező, tehát a kihozatal számsora nő. A 30-32 cm átmérőknél azonban ez a viszonyszám már kedvezőtlen és így a kihozatali érték számsora viszonylagosan csökken. Ennek indoka, hogy a rönkátmérővel emelkedő többletveszteség mennyisége a szélesség növekedésből adódó többlet dongaszelvény mennyiségét meghaladja.

Ha a fenti rönkátmérő-csoport számításait vizsgáljuk, megállapítható, hogy a szélezési veszteség átlagértéke (3,34 cm) csak a 31 cm átmérőjű rönk esetében távolítható úgy el, hogy a

visszamaradó dongaszélesség (Sz_2) a szabvány által megkívánt 6 cm-es szélességi értéket meghaladja. Fel kellett tételezni, hogy igen nagy műszaki gondosság mellett az üzem kihasználhatja a szabvány azon előírását, mely az egyik dongaélen szijácsos részt engedélyez. Ez természetesen még nagy műszaki gondosság mellett is csak egyenes hengeres rönkök termelése mellett lehetséges. Amennyiben ez nem lehetséges és az Sz_2 dongák szélessége a 6 cm-t nem éri el, e vastagsági fokozatokra számított kihozatali értékek átlag 12 %-kal csökkennek.

33 cm átmérőn felül, mint veszteségforrás jelentkezik a szabványelőírásokból adódó veszteség, a lapról lapra kifutó bél-sugár, melynek nagysága a rönkátmérő nagyobbodásával egyébként is együttjáró veszteség-növekedéssel együttesen nagyobb, mint a dongaszélesség növekedéséből adódó többlet dongamennyiség. Ezért a 33-37 cm, 38-43 cm, 44-45 cm átmérők között a 33 cm, 38 cm, 44 cm átmérőkhöz viszonyítva a kihozatali érték számsora folyamatosan csökken.

A 33 cm átmérőnél belépő Sz_3 jelzett, a 38 cm átmérőnél Sz_4 jelzett, valamint a 44 cm átmérőnél belépő Sz_5 jelzett dongaszelvényekre teljes mértékben áll, amit a Sz_2 -vel kapcsolatban fentebb megállapítottunk.

A belépő új dongaszelvények csak kb. négy rönkfokozattal feljebb érik el azt a dongaszélességet, mely mellett az átlag-veszteség a szélező körfűrészben ténylegesen eltávolítható. A belépő új dongaszelvények tehát egyik élükön az alacsonyabb vastagsági rönkfokozatoknál feltételezhetően szijácsosak lesznek és termelésük a maximális kihozatal érdekében nagy műszaki gondosságot igényel. A gondatlanságból eredő kihozatalcsökkenés a nagyobb vastagságoknál is elérheti a 6-8 %-ot. Ez pedig a későbbben tárgyalandó gazdaságossági számításokat nagymértékben befolyásolhatja.

A két és három középpallós termelés összehasonlítását az egy középpallós termelési móddal a nyerhető össz-dongaszélességek alapján vizsgáltuk.

A tuloldali táblázat a megfelelő rönkátmérő mellett kitermelhető kész donga szélességi értékeit tartalmazza. A számításokat a korábban már ismertetett módszernek megfelelően végeztük (5. táblázat).

5. táblázat

Sor- szám	Rönk- átmérő	Ö s s z - s z é l e s s é g cm-ben		
		1	2	3
		középpalló előzetes termelés mellett		
1	27	65,28	56,88	
2	28	70,56	61,20	
3	29	75,74	81,04	
4	30	81,12	84,68	64,76
5	31	86,40	90,96	69,16
6	32	91,68	100,88	73,60
7	33	113,60	101,28	73,80
8	34	119,48	106,64	82,40
9	35	126,08	111,88	86,76
10	36	133,12	116,88	91,04
11	37	139,80	139,12	120,92
12	38	159,76	146,60	126,32
13	39	167,68	153,84	131,76
14	40	175,52	170,56	137,24
15	41	180,76	184,72	141,60
16	42	188,36	197,00	148,00
17	43	194,04	206,92	153,36
18	44	216,16	206,80	158,72
19	45	224,04	215,92	168,08

A táblázat adatait a 14. ábra tünteti fel.

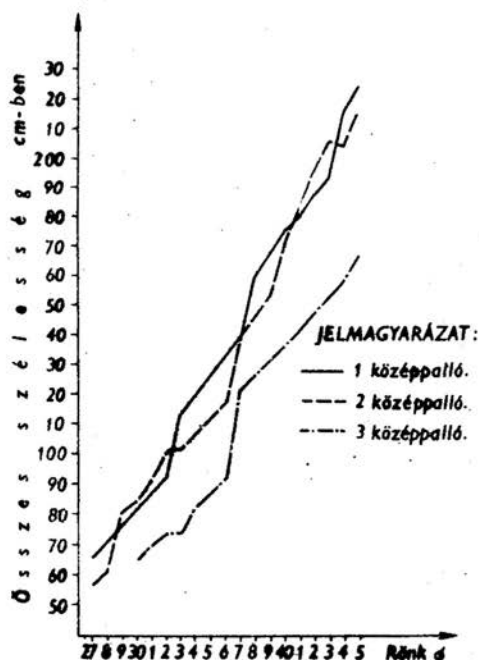
A táblázat adatainak összehasonlításából az alábbi következtetések vonhatók le:

a/ A magyarországi rönkviszonyok mellett 27 cm rönk-átmérőtől felfelé általában gazdaságosabb egy középpallóval termelni.

b/ A két középpallós termelés a 30, 31, 32 és a 41, 42, 43 cm átmérőjű rönkök esetében magasabb kihozatait eredményez, mint az egy középpallós termelés.

14. ábra

Összes szélesség változása a rönk \varnothing függvényében



c/ A három középpallós termelés egyáltalán nem indokolt, mert a lapról lapra átfutó bélsugarak oly nagy mértékben növelik a veszteséget, hogy a kihozatal jelentősen az előbbi két módszer kihozatali értékei alatt marad.

d/ 27 cm átmérőjű rönknél kisebb átmérőjű rönkök dongatermelés céljára való feldolgozásánál a direkt termelés negyedelő módszere nem javasolható.

e/ A kihozatal fokozása érdekében célszerűnek látszik a rönköket

27-29 cm

30-32 cm

33-40 cm

41-43 cm

44-től felfelé

külön vastagsági csoportokba sorolni és ennek megfelelően máglyázni.

A rönktéri máglyázásnál elég két máglyacsoportot készíteni, mégpedig egyet a 30, 31, 32 és a 41, 42, 43 cm átmérőjű rönkökre 2 db középpalló termelése céljából és egyet, melyben 27 cm-től minden egyéb átmérőjű rönköt be lehet máglyázni, egy középpallós termelés céljára. Ilyen termelési rendszer mellett a csak egy középpallós termeléshez viszonyítva a dongaszélességek kerekén 11 %-kal nőnek, mely a fenti hat rönkvastagsági fokozatban a kihozatalt összességében 13 %-kal emeli.

Külön jelentőséget kell tulajdonítani a 30-32 cm átmérőjű rönkök megkülönböztetett kezelésének, mert rönkállományunk jelentős része e vastagságokhoz tartozik.

Vizsgáltuk továbbá, hogy milyen befolyással van a negyed rönkökből hasítandó pallók termelési sorrendje a kihozatalra. Az összehasonlító számításokat csak az egy pallós termelési módszerre végeztük el.

Aránypárok segítségével megállapítást nyert, hogy az egyes vastagsági fokozatoknál 1 cm dongaszélesség változás milyen mértékben befolyásolja a kihozatalt. Ennek alapján megállapítottuk, hogy a szélességi értékek függvényében milyen változás várható, ha a negyed rönkökből kihasítandó pallók termelési sorrendjét teljesen megfordítva végzik, mely a gyakorlatban gyakran előfordul.

Az összehasonlításnál feltételeztük még azt is, hogy a szélező körfűrészsel eltávolítandó pallódarabokat nem lehet pontosan a számított helyen átvágva eltávolítani és így technikai pontatlanság címén mintegy 0,5 cm többletvesztés keletkezését is feltételeztük. Ez utóbbira azért volt szükség, hogy megállapítható legyen a kihozatal érzékenysége a technikai pontosságra. Ez utóbbinak kihatását csak azon vastagsági fokozatoknál számoltuk, ahol szabványtalan dongarész (belső átfutás) eltávolítása is felmerül, melynek pontos becslése a gyakorlatban igen nehéz. A pallótermelési sorrend be nem tartásából, valamint a technikai pontatlanságból előálló veszteségi értéket a 6. táblázat tünteti fel.

6. táblázat

Röng Ø	1 cm donga- szélesség változásra eső kihoz. változás		Sz ₂ -nél kelet kező össz. szél.csökk.		Kihoz.csökk.		Sz ₄ -nél kelet kező szél. össz.csökk.		Kihoz.csökk.		Technik.pon- tatl.szám. szél.csökk.		Kihoz.csökk.		Össz.kihoz. csökk.	
	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%
27	0,59	12,96	7,64													7,64
28	0,55	13,80	7,59													7,59
29	0,51	14,68	7,48													7,48
30	0,48	15,52	7,45													7,45
31	0,45	16,36	7,36													7,36
32	0,42	17,20	7,22													7,22
33	0,39	17,96	7,00	30,32	11,82											18,82
34	0,37	18,80	6,95	32,56	12,04	2,00	0,74									19,73
35	0,35	16,80	5,88	34,80	12,18	2,00	0,70									18,76
36	0,33	16,80	5,54	37,44	12,35	2,00	0,66									18,55
37	0,31	16,80	5,37	39,68	12,30	2,00	0,62									18,29
38	0,29	16,80	4,87	27,20	7,88	4,00	1,16									13,91
39	0,28	16,80	4,70	21,32	5,97	4,00	1,12									11,79
40	0,27	16,80	3,53	17,72	4,78	4,00	1,08									10,39
41	0,25	16,80	4,20	13,24	3,31	6,00	1,50									9,01
42	0,24	16,80	4,03	9,56	2,29	6,00	1,44									7,76
43	0,23	16,80	3,86	6,32	1,45	6,00	1,38									6,69
44	0,21	16,80	3,53	2,60	0,54	6,00	1,26									5,33
45	0,22	16,80	3,69	3,24	0,71	6,00	1,32									5,72

A táblázatban közölt veszteségi értékek közül nem tekinthető reálisnak az Sz_4 -re számított a 33-38 cm átmérőknél keletkező veszteség, mert ezeknél a szabványelőírások miatti veszteség a pallóhasítási sorrend felcserélése esetén oly nagy, hogy negyed rönkönként 1 db donga teljesen kiesik. Ezt viszont a termelő munkás feltétlenül észreveszi.

Az egyéb vastagsági csoportokra feltüntetett veszteségek a gyakorlatban előfordulnak és feltételezhetően közel 50 %-ban terhelik a termelést.

A hasítási sorrend be nem tartása oly mértékben csökkentheti a kihozatalt, hogy annál egyetlen befolyásoló tényezőnek sincs nagyobb jelentősége.

2. Indirekt termelés

Az összehasonlíthatóság érdekében el kellett dönteni:

- a/ Hány db középpalló termelése indokolt?
- b/ A rönköt milyen pengeosztással termeljük?
- c/ A rönk mely része számítható a dongatermelés alapanyagának?
- d/ Milyen veszteségek veendők figyelembe?

Összehasonlító számítást végeztünk 40 cm átmérőjű rönkre mind két, mind három középpallós termelési módszerrel. E rönkvastagságnál már remélhető volt, hogy három középpalló gazdaságosabb termelést biztosít, mint két középpallónak donga céljára való feldolgozása. A számításoknál a donga céljára felhasznált rönkrész képezte az összehasonlítás alapját. Meg kellett tehát állapítani, hogy a termelésnél a rönk melyik részét tekinthetjük a donga alapanyagának. Mivel egyidejűleg donga céljára palló és fűrészáru termelés is folyik, donga alapanyagának a rönk azon részét tekintettük, mely a későbbi megmunkálásnál ténylegesen donga céljára lesz felhasználva. A rönknek ez a része a donga céljára termelendő pallókból és a termelésnél a keretfűrész forgácsolási veszteségéből tevődik össze. A később közölt számításoknak megfelelően a rönkre vonatkoztatott dongakihozatalt 180 dollár/m³ egységár figyelembevételével értékeltük. A donga mellett termelhető fűrészárut 90 dollár/m³ egységáron vettük figyelembe. A számítások eredményei a 7. táblázatban láthatók.

7. táblázat

Megnevezés	2 középpalló	3 középpalló
	termelésénél	
A dongára felhasznált rönk-rész az egész rönk %-ában	29,77	41,96
Dongakihozatal az egész rönk %-ában	14,71	18,71
1 m ³ rönkből termelt dollárérték	69,80	62,48

Három palló termelésénél aránytalanul megnő az átfutó bél-sugarak miatt a veszteség, mely abból is látható, hogy 4 %-kal több készdongához 12 %-kal több alapanyagot kell felhasználni. Ez a rossz kihozatali arány a dollárérték összehasonlítást is a két középpallós termelési mód javára tolta el, mert bár három palló több donga termelését teszi lehetővé, de a két középpallós termelésnél a többlet fűrészáru értékével az utóbbi gazdaságosabb. Ennek az aránynak változása feltételezhető azonban olyan esetben, ha a fűrészáru minősége viszonylag rossz. Pl. 60 dolláros fűrészáruval számolva a három középpallós termelés nagyobb dollárértéket eredményez, de mivel a direkt termelésnél is a számított kihozatali értékek jó minőségű rönk feldolgozásánál érhetők el, az összehasonlíthatóság érdekében az indirekt termelésnél is jó minőségű rönköt tételeztünk fel és a kihozatali számításokat két középpallós termelésre végeztük. A számításokat 25, 30, 35, 40, 45 cm-es átmérőkre végeztük, mivel ebben az esetben a direkt termeléshez hasonló ugrásszerű kihozatali változások nem várhatók, a pallószelességek az átmérő függvényében nőnek.

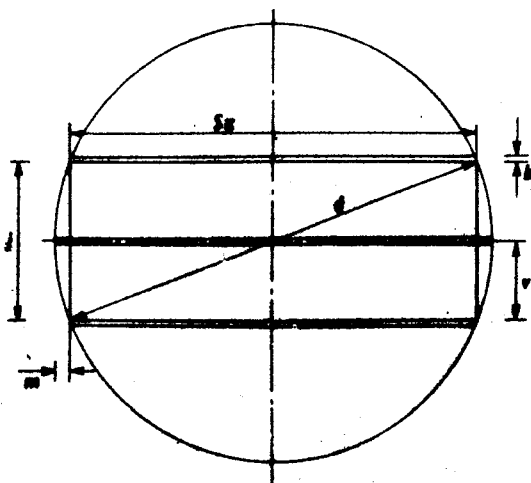
A pengeosztást a Faipari Kutató Intézet "Fűrészüzemi kihozatal" című zárójelentésének megfelelően választottuk, mert az eddigi üzemi kísérletek azt igazolták, hogy a zárójelentésben közölt kihozatali értékeket mintegy 2 %-kal lehet túlteljesíteni. A számításnál alkalmazott pengebeosztást a 8. táblázat tartalmazza.

8. táblázat

Rönk \varnothing cm	Pengebeosztás	Előírás szerinti és a tényleges pengeosztásnak megfelelő			Kihozatal %
		Σv_1	Σv_2	Σv_3	
25	1/R 1/26 1/34,3 2/40 1/34,3 1/26 1/R	100,5	177,5	227,5	72,2
		83,5	159,1	218,1	
30	1/R 1/26 1/60,3 2/40 1/60,3 1/26 1/R	129,0	213,0	273,0	74,3
		83,5	210,9	269,9	
35	1/R 1/26 1/31,2 1/48,9 2/40 1/48,9 1/31,2 1/26 1/R	150,5	248,5	318,5	76,6
		190,3	259,7	318,7	
40	1/R 2/26 1/81,2 2/40 1/81,2 2/26 1/R	172,0	264,0	364,0	77,9
		80,7	252,9	370,9	
45	1/R 2/19,8 1/34,3 1/81,2 2/40 1/81,2 1/34,3 2/19,8 1/R	80,7	328,5	411,7	78,8

A pengebeosztást igyekeztünk úgy megválasztani, hogy a keresett fűrészáru-méreték kerüljenek elsősorban termelésre. A hivatkozott munka Σv_1 értékei nem voltak betarthatók, viszont a Σv_2 és a Σv_3 értékek már kielégítően megközelítették az előírás szerinti értékeket. A kihozatal százalékos értékét a zárójelentésben foglaltaknak megfelelően állapítottuk meg. Az alkalmazott pengeosztás véleményünk szerint nem akadályozza a népgazdaság legkeresettebb fűrészáru-méreteinek egyidejű termelését.

A domba céljára felhasznált rönkrész százalékos viszonzszámát a következő egyenlőség fejezi ki (15. ábra):



15. ábra

$$L \% = \frac{S_z \cdot j \cdot 2 \cdot \frac{m}{6j} \cdot (3 \cdot m^2 + 4j^2)}{T} \cdot 100$$

S_z = a szélső pengenyom szélessége

$$j = 2 \cdot v + 3 b$$

v = dongavastagság (40 mm)

b = résbőség 3,5 mm

$$m = d - S_z$$

$$S_z = d^2 - j^2$$

$$T = r^2 \pi$$

A képletbe a 25, 30, 35, 40, 45 cm átmérőkhöz tartozó megfelelő értékeket helyettesítve a donga alapanyag százalékos részarányára az alábbi értékeket kapjuk:

25 cm \emptyset	30 cm \emptyset	35 cm \emptyset	40 cm \emptyset	45 cm \emptyset
47,2 %	39,49 %	33,90 %	29,77 %	26,48 %

A keretfűrész elhagyó donga céljára termelendő pallóknál azonos veszteségekkel számoltunk, mint a direkt termelésnél, vagyis

az átlag rönkhossz	3,85 m
az átlag dongahossz	0,92 m
a darabolásnál a résbőség	0,01 m
a hossztolási pallómaradék	0,13 m

Nem vettük azonos értéknek a szélező körfűrész veszteségét, mert feltételeztük, hogy minden pallónál a bélkiejtés miatt a direkt termelésnél számításba vett szélezési veszteség szélességi értéke (lásd az I. fejezetet) 3,34 cm nem lesz megfelelő.

A szélezési veszteség az I. fejezet szerint a fagömbösség, a szijácsrész eltávolításából, a forgácsolási veszteségből és az egyenesre vágási veszteségből tevődik össze. A három első veszteségi forrás miatt eltávolítandó faanyag szélességi értéke 2,5 cm, az utóbbié 0,84 cm. Az egyenesre vágás mért szélességi értéke 3,36 cm, de mivel csak minden negyedik pallónál fordult elő, a direkt termelésnél 0,84 cm-rel vettük figyelembe.

Mivel az indirekt termelésnél minden egyes pallónál előfordul a bél, illetve a bélkörűli zóna eltávolítása, helyesnek lát-

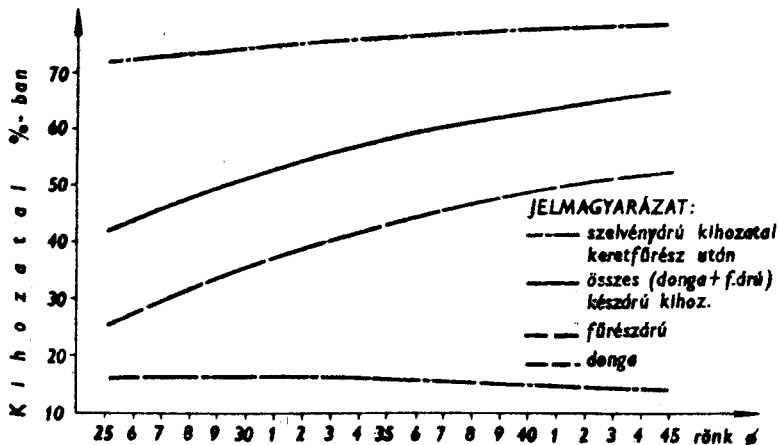
szott az egyenesre vágás veszteségét fél pallónként 3,36 cm-rel számításba venni. Ennek megfelelően a fél pallószélességet $2,5 + 3,36 = 5,86$ cm-rel kellett csökkenteni. A számítások metodikája és az alkalmazott képletek a direkt termelés számításai-
val megegyezők.

Az egyes vastagsági fokozatokhoz tartozó kihazatali értékeket összefoglalóan a 9.táblázat és a 16.ábra tünteti fel.

9.táblázat

1 m³ rönkre vonatkoztatott kihazatal értéke

Rönk	Keretfűrész után összesen	Donga alapanyag	Fűrészárú	Donga kihazatal	Donga termelési veszteség	Kihazatal összesen
Ø	%	%	%	%	%	%
25	72,2	47,2	25,0	16,27	30,93	41,27
30	74,3	39,49	34,81	16,31	23,18	51,12
35	76,6	33,90	42,7	15,62	18,28	58,32
40	77,9	29,77	48,13	14,71	15,06	62,84
45	78,8	26,48	52,32	13,82	12,66	66,14



16.ábra

A kihazatal megoszlása az indirekt termelésnél

Mivel a direkt termelésnél a 27 cm-es rönkátmérő a javaslatba hozható legalacsonyabb rönkátmérőhöz tartozik, vizsgálat tárgyává tettük, hogy 25 és 30 cm között a kihozatalnál nem mutatkozik-e hasonló törvényszerűség. Számítottuk a 26, 27, 28 cm átmérőjű rönkökre vonatkozó kihozatali értékeket. A számított értékek az alábbiak:

26 cm átmérőjű rönknél a dongakihozatal	16,40 %
27 cm " " " "	16,47 %
28 cm " " " "	16,46 %

A számítások azt igazolják, hogy bár a fenti kihozatali értékek között a különbség a gyakorlatban elhanyagolható, a 27 cm-es rönkátmérő két középpalló termelése esetén viszonylagosan nagyobb dongakihozatalt eredményez, mint a 25 cm-es rönkátmérő. 27 cm-nél kisebb átmérőjű rönkök kihozatala azért csökken, mert az aránylagosan nagy szélezési veszteségük állandó, mely a kisebb átmérőjű rönkátmérőknél viszonylagosan jobban érvényesül. A 25 cm átmérőjű rönkből nyerhető kész donga szélességi értéke 5,92 cm. Ebből az következik, hogy 25 cm-es rönkből is már csak abban az esetben lehet dongát termelni, ha az teljesen egyenes, hengeres és a bél körüli zóna kiejtéséhez a számításba vett értéknél kisebb értéket lehet alkalmazni. Erre a gyakorlatban nem sok a valószínűség, de mivel az indirekt termelésnél a donga céljára termelt palló, amennyiben az minőség szempontjából nem látszik megfelelőnek, fűrészárúként értékesíthető, indirekt termelés mellett 25 cm fölött nem származik káros veszteség ha a jó minőségű rönkökből donga céljára két középpallót termelünk.

25 cm átmérőn alul donga céljára rönköt, függetlenül a minőségtől, nem célszerű felhasználni.

IV.

A GAZDASÁGOSSÁG ÖSSZEHASONLITÁSA

A kutatásnak gazdaságossági vonatkozásban a következőkre kell választ adnia:

a/ Anyagkihozatal szempontjából a direkt vagy indirekt termelési módszer az előnyösebb.

b/ Fel telezve a jelenlegi termelési eszközöket, melyik szerencsésebb.

Értéktermelés szempontjából az ipar részére melyik technológia javasolható.

A három kérdés közül az első és harmadik kérdést helyesnek tartottuk összevontan tárgyalni. Az anyagkihozatal függetlenítve az értéktermeléstől nem ad kielégítő utmutatást, mert önmagában vizsgálva lehetséges, hogy egy nagyobb százaléku dongakihozatal mellett a termelés egésze gazdaságatlanabb. Az anyagkihozatal fokozásának mértékét tehát az azzal elérhető gazdasági eredménynek kell meghatároznia.

Az anyagkihozatali értéket a számítások alapján minden nehézség nélkül össze lehet hasonlítani. Értéktermelés szempontjából azonban vitatható, hogy vajon forint, rubel, vagy dollár alapon történő összehasonlítást válasszunk.

A forint árrendszer a faárak tekintetében bizonyos megkövettséget tartalmaz, mert egyes cikkeknel, függetlenül azok világgpiaci árától, vagy a termelésben megnyilvánuló társadalmi munkától, a termelés ösztönzése érdekében kisebb nagyobb mértékben többlet termelési érték termelésére ad lehetőséget az üzemeknek.

A rubel alapon történő összehasonlítás megfelelő lenne, azonban dongát baráti államokból nem importálunk. A baráti államok dongaimportot tudomásunk szerint nem bonyolítanak le, és így nem alakult ki olyan rubel kereskedelmi ár, melyet számításainknál felhasználhattunk volna.

A népgazdaság a hordóimportot nyugati tőkés államokból biztosítja és ezért helyesnek mutatkozott az értéktermelésre vonatkozó összehasonlítást dollár alapon elvégezni, mivel csak a több dollár értéket biztosító termelési technológiával lehet deviza megtakarítást elérni.

Az összehasonlításnál a dongára és a tölgy fűrészárura vonatkozó világgpiaci árakat vettük alapul. A donga világgpiaci ára 180 dollár/m³, míg a tölgy fűrészáru világgpiaci ára a minőségi osztálytól függően 60-100 dollár között változik. Dongára vonatkozóan a 180 dollár/m³-es árat elfogadtuk. Tölgy fűrészárúnál, mivel a számított kihozatalok biztosítására általában első és másodosztályu rönk alkalmas, 90 dollár/m³ árral számoltunk, fel-

tételezve azt, hogy az előállított fűrészáru minősége I.-II. minőségi osztályok között lesz.

A direkt dongatermelésnél csak a rönkből termelhető donga értékével számoltunk, nem vettük figyelembe, hogy a dongatermelés mellett ladaléc, valamint parkettaléc is termelhető.

Az indirekt termelésnél a rönkből termelhető donga és fűrészáru együttes értékével számoltunk. Nem vettük számításba a Σ v-n kívül eső szélanyag értékét és azt, hogy a pengebeosztásoknak megfelelő fűrészáru kihozatal a gyakorlatban 2-3 %-kal nagyobb. Feltételeztük, hogy a két technológiánál a fő választékon kívül termelt apró választékok értéke kb. azonos, így lehetőség nyílt, hogy a direkt termelés dongaértékét, az indirekt termelés donga + fűrészáru értékével hasonlítsuk össze.

A termelékenység megítélésénél vizsgálat tárgyává tettük, hogy a két technológia közül melyikkel lehet kevesebb forint ráfordítással több dollárt nyerni. A donga, valamint a fűrészáru előállítási költség számításához az ipar önköltségi adatait vettük figyelembe.

Fentiek alapján összehasonlítottuk:

- a/ Az 1 m^3 donga termeléséhez szükséges rönkmennyiséget.
- b/ A dollárérték termelést az anyagkihozatalok függvényében.
- c/ 1 dollár termeléséhez szükséges forint összeget.

a/ 1 m³ dongához szükséges rönkmennyiség

10. táblázat

Rönk Ø cm	Rönkszükséglet		Indirekt termelés- nél feldolgozandó összes rönkmennyiség m ³
	direkt termelési módnál m ³	indirekt termelési módnál m ³	
25	3,49	2,90	6,14
26	3,43		
27	2,599		
28	2,585		
29	2,582		
30	2,583	2,42	6,13
31	2,590		
32	2,600		
33	2,236		
34	2,251		
35	2,265	2,17	6,40
36	2,269		
37	2,281		
38	2,103		
39	2,116		
40	2,122	2,02	6,79
41	2,163		
42	2,177		
43	2,218		
44	2,085		
45	2,103	1,91	7,23

A direkt termelés anyagszükséglete 27 cm átmérőtől felfelé egy középpallós, attól lefelé két középpallós termelésre vonatkozik.

A táblázat adatai világosan mutatják, hogy a rönkszükséglet mindkét termelési módnál 27 cm-es átmérőtől lefelé - a direktnél rohamosan, az indirektnél lassabb mértékben - erősen nő. A direkt termelés anyagszükséglete minden vastagsági csoportnál felülmúlja az indirekt termelési mód anyagszükségletét. Nem szabad

azonban figyelmen kívül hagyni, hogy az indirekt termelésnél nemcsak közvetlen a dongatermeléshez szükséges rönkanyagot kell feldolgozni, hanem annak 2-4-szeresét. Mindezek figyelembevételével azonban azt a következtetést lehet levonni, hogy anyagtakarékosság szempontjából az indirekt termelési mód részesül előnyben. Különösen vonatkozik ez a kisebb rönkvastagsági átmé-
rőkre.

b/ Dollárérték termelés az anyagkihozatal függvényében

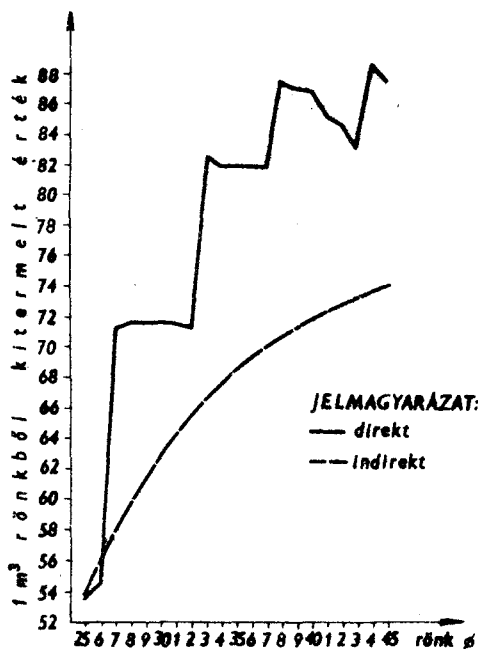
11. táblázat

Indirekt termelési módnál

Rönk Ø cm	kihozatal			Fűrész- áru értéke dollár	Donga értéke dollár	Összes dollár- érték
	összes m ³	fűrészáru m ³	donga m ³			
25	0,4127	0,25	0,1627	22,5	29,28	51,78
30	0,5112	0,3481	1,1631	31,33	29,36	60,69
35	0,5832	0,427	0,1562	38,43	28,12	66,55
40	0,6284	0,4813	0,1471	43,32	26,8	69,80
45	0,6614	0,5232	0,1382	47,08	24,86	71,96

Direkt termelési módnál

Rönk Ø cm	Kihozatal m ³	Dollár- érték	Rönk Ø cm	Kihozatal	
				m ³	dollár- értékben
25	0,28,60	51,48	36	0,4407	79,33
26	0,29,15	52,47	37	0,4383	78,89
27	0,38,47	69,25	38	0,4754	85,57
28	0,38,68	69,62	39	0,4725	85,05
29	0,38,72	69,69	40	0,4712	84,82
30	0,38,71	69,68	41	0,4623	83,21
31	0,38,60	69,48	42	0,4592	82,65
32	0,38,45	69,21	43	0,4507	81,12
33	0,44,72	80,50	44	0,4796	86,63
34	0,44,42	79,95	45	0,4753	85,55
35	0,44,20	79,56			



17. ábra

Értéktermelés a direkt és indirekt termelésnél

A táblázat adatai 1 m^3 rönkből termelhető dollárértéket tüntetik fel, a különböző vastagsági fokozatoknál.

Az adatokat grafikusán a 17. ábra tünteti fel.

Megállapítható, hogy 27 cm átmérőn alul előnyben kell részesíteni a direkt termelést, mert az dollárértékben előnyt biztosít.

27 cm-en felül is a táblázat adatai szerint előnyösebb a direkt termelési mód. Meggondolás tárgyává kell azonban tenni, hogy a számított kihozatalok csak jóminőségű, hengeres anyagból, szigorú műszaki felügyelet mellett érhetők el. Így is számítani kell arra, hogy a dongák egy része

egyik ülükön szíjácsos lesz, mely a szabvány előírásai szerint megengedett. A vágási sorrend be nem tartása pl. a 27–32 cm átmérőjű rönkkategóriában átlag 13,5 dollár eredményromlást von maga után, ami már magában kétségesse teszi, hogy azokban az üzemekben, ahol a szigorú műszaki felügyelet nem biztosítható, szabad-e 30 cm átmérőjű rönknél kisebb vastagságú rönkből direkt termeléssel dongát termelni. Ugyanezen vastagsági fokozatokat érinti érzékenyen az a veszteségforrás is, mely a rönk rosszabb minőségéből vagy alaki hibáiból ered. Ezenél a vastagságoknál a legkisebb dongaszélesség 6 cm körül van. 1 cm-rel kisebb szélesség már szabványtalanná teszi a dongát.

Mind ezek a csökkentő tényezők arra a meggondolásra vezetnek, hogy 33 cm alatt helyesebb indirekt termelési móddal dolgozni, mely termelési mód jóval érzéketlenebb a fenti befolyásoló tényezőkre. E vastagsági méreteken felül a dollárérték termelés kerekén 14 dollárral jobb a direkt termelésnél, mely nagy

különbség biztosítja azt, hogy a minőségből vagy esetleg nem megfelelő műszaki felkészültségből eredő befolyásoló tényezők ellenére a dollárérték termelés a direkt termelés javára tolódjon el.

Az üzemi direkt termelés kihozatala 35 cm átmérőjű rönk mellett mintegy 35 %. Ennek dollár egyenértéke 63 dollár. Ugyanakkor a 35 cm átmérő mellett indirekt termelési móddal 66,55 dollár érhető el. Fentiek figyelembevételével az alábbiakra lehet következtetni.

1. 27 cm átmérőtől felfelé a jelenlegi világpiaci árak figyelembevételével, jóminőségű rönkből, maximális kihozatalt feltételezve a direkt termelés előnyösebb.

2. 27 cm átmérőn alul, valamint afölött gyenge minőségű rönkből a dongatermelést az indirekt termelési módszerrel lehet javasolni.

3. A 27-32 cm átmérőjű rönkkategóriákban az egyes üzemek felkészültsége figyelembevételével célszerű eldönteni, hogy az üzem melyik technológiát alkalmazza.

c/ 1 dollár termeléséhez szükséges forintösszeg

A donga önköltsége üzemeinkben 2053,80-2121,14 Ft volt. Az utókalkuláció részletesen bontotta az egyes költségösszetevőket, a felhasznált rönk minőségi megoszlását és az üzem fajlagos normáját is. Az önköltség egyes tényezői közül az anyagköltség változása a legnagyobb jelentőségű. A többi tényező a százalékos megoszlásban olyan kis értékkel szerepel, hogy a gyakorlatban érzékelhető határt, az egyes vastagsági fokozatokat vizsgálva, nem gyakorol az önköltség alakulására.

Ezért az utókalkulációnál számításba vett átlagnormatíva és e munkában az egyes vastagsági fokozatokra számított anyagnormatíva viszonyzáma alapján vastagsági fokozatonként számítottuk az átlag anyagköltségtől való eltérést \pm irányban. E különbségeknek megfelelően képeztük a helyesbített önköltséget, melyből a 180 dolláros dongaár figyelembevételével számítottuk a forint/dollár viszonyt.

Fűrészárúnál 1322,- Ft önköltségi árral és 90 dolláros világpiaci árral számoltunk. A fűrészárúnál minden vastagsági fo-

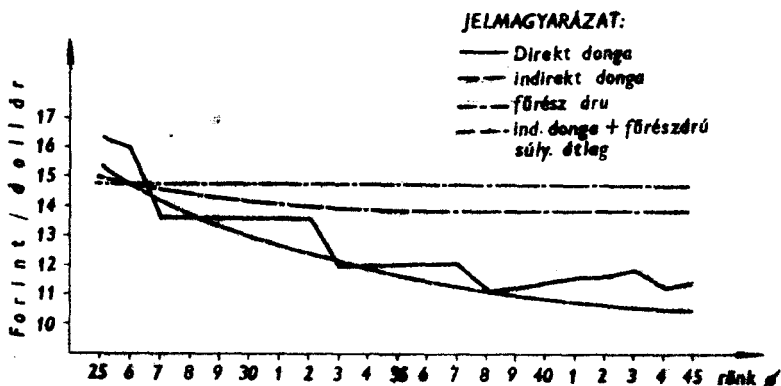
kozatra azonos átlag önköltségi árat vettünk figyelembe, feltételezve, hogy a kihozatal változásából az egyes vastagsági fokozatoknál jelentkező kis eltérés jelen összehasonlításnál elhanyagolható.

Az indirekt termelés önköltség alakulását fentiek figyelembevételével a fűrészáru + donga súlyozott átlaga alapján számítottuk (lásd a 12. táblázatot).

12. táblázat

1 m³ donga Ft/β viszonyszámai a direkt és indirekt termelési módnál

Rönk Ø cm	1 m ³ direkt termelés donga	Indirekt termelési mód		
		1 m ³ fűrészáru	1 m ³ donga	fűrészáru + donga súlyozott átlag
Ft/dollár				
25	16,31	14,68	15,37	14,95
26	15,98			
27	13,59			
28	13,52			
29	13,51			
30	13,51	14,68	12,97	14,13
31	13,55			
32	13,59			
33	11,91			
34	11,98			
35	12,05	14,68	11,72	13,89
36	12,07			
37	12,12			
38	11,30			
39	11,36			
40	11,39	14,68	10,98	13,81
41	11,58			
42	11,64			
43	11,83			
44	11,22			
45	11,30	14,68	10,43	13,79



18.ábra

Dollár termelésére fordított forintérték átmérőnként a direkt és indirekt termelésnél

A táblázat számsorai, mint az várható is volt, azt mutatják, hogy indirekt termelési móddal, ha csak a közvetlen dongatermelést vizsgáljuk, kevesebb forint ráfordítással lehet dollárértéket előállítani. Még ha a fűrészáru termelést is figyelembe vesszük, az indirekt termelési mód dollárérték termelése olcsóbb. A két termelési mód között átlagosan 1,- Ft-os különbség van, melyet a különböző gazdasági számításoknál feltétlenül figyelembe kell venni, különösen akkor, ha az alacsonyabb rönkvastagság bizonytalan kihozatali számaira gondolunk. Ez megerősíti azt, hogy direkt termelést csak jóminőségű rönkből 27, illetve 33 cm-es átmérőn felül végezzünk. A 12. táblázat adatait a 18.ábra tünteti fel.

ÖSSZEFOGLALÁS

A 15 éves erdőgazdasági távlati terv évenként kb. 300 000 m³ bruttó tölgy fatömeg kitermelését irányozta elő. E fatömeg 50 %-ban sarj, 50 %-ban mag eredetű állományból termelődik. A dongatermelésnél a sarj eredetű állományok részben méretük, részben minőségük miatt nem jöhetnek számításba. Az ország dongaszükségletét tehát a mag eredetű állományokból kitermelhető rönkanyagból kellene biztosítani. A fatermési táblák adatai szerint átlag

termőhelyen levő állományok 100 éves korban 27-30 cm mellmagasági átmérővel rendelkeznek. Az állományainkból nyerhető tölgyrönkök átlag átmérője tehát szintén nem lehet ennél nagyobb. Ez pedig a dongatermelés szempontjából a legkritikusabb méret körül van. A szükséglet biztosítása a kis mennyiség és az alacsony átmérők miatt igen nagy nehézségekbe ütközik. Népgazdaságunknak érdeke, hogy a szükségletek figyelembevételével minden nyersanyag a leggazdaságosabban nyerjen feldolgozást. A tölgy borostonga termelésnél e munka kíván bizonyos mértékben hozzájárulni a gazdaságosabb termelés feltételeinek tisztázásához (nyersanyag, technológia stb.).

A kutatás megállapításai az alábbiakban foglalhatók össze:

1. A faiparban alkalmazott két technológia (direkt-indirekt) közül jóminőségű és méretes rönkanyag esetén a direkt termelési technológiát lehet előnyben részesíteni, abban az esetben, ha a dongaszükséglet a rendelkezésre álló rönkanyagból indirekt termeléssel nem biztosítható.

2. A direkt termelés az alábbi feltételek betartása mellett többlet dongakihozatalt és nagyobb dollárérték termelést biztosít az indirekt termeléssel szemben.

a/ A rönktéren donga céljára feldolgozandó rönköket két csoportba máglyázzák. Az egyik csoport a 30, 31, 32, 41, 42, 43 cm átmérőjű, a másik a 27-45 cm közötti többi átmérőjű rönköt foglalja magába.

b/ Az első csoport rönkjeit két középpalló, a második csoport rönkjeit egy középpalló keretfűrészzen történő előzetes kivétele mellett dolgozzák fel.

c/ A negyedelésnél alkalmazkodni kell a 9. és 10. ábrákon feltüntetett hasítási sorrendhez.

d/ 27 cm átmérőjű rönknél kisebb átmérőjű rönkök feldolgozásánál a direkt termelés negyedelő módszere nem javasolható.

3. 25-26 cm átmérőjű rönköket, valamint mindazon gyengébb minőségű rönköt, melynél direkt termelésnél a kihozatal 30 % körül van, indirekt termeléssel célszerű feldolgozni, mert:

a/ magasabb dollár termelési értéket lehet elérni,

b/ az anyagvesztés jóval kisebb,

c/ a keretfűrész után termelt pallóanyag, amennyiben minősége nem megfelelő, fűrészárúként veszteség nélkül a népgazdaság rendelkezésére bocsátható.

4. III.osztályu, 27 cm-nél kisebb átmérőjű rönköket célszerű fűrészárúnak feldolgozni.

5. 100 000 m³ évi rönktermelést és az eddigi minőségi statisztikai adatokat figyelembe véve feltételezhető, hogy a direkt termeléssel mintegy 15 000 m³ rönköt, indirekt termeléssel mintegy 20 000 m³ rönköt célszerű és gazdaságos feldolgozni. Ha a direkt termelésnél az elérhető 44 %-os, az indirekt termelésnél a 15 %-os dongakihozattal számolunk, fenti rönkmennyiség mellett mintegy 9-10 000 m³ borosdonga termelése lehetséges. A jelenlegi üzemi kihozatokkal azonban ez csak kb. 8-8500 m³.

6. Az indirekt dongatermelés olcsóbb, kevesebb munkaerővel és kisebb anyagvesztéssel biztosítható. Az egyes üzemek termelési technológiájának megállapításánál célszerű ezt figyelembe venni.

7. Direkt termelésű üzemben célszerű a kutatás aszinkron állapotra vonatkozó számításainak megfelelően a termelést megszervezni.

JAVASLATOK

A dongatermelés továbbfejlesztése érdekében a következők javasolhatók.

1. Az ország tölgyrönk viszonyait figyelembe véve egy direkt technológiával termelő üzem fenntartása célszerű.

2. Ebben az üzemben összpontosítani kellene a dongatermelésre szánt jóminőségű, 27 cm átmérőn felüli tölgyrönk anyagot.

3. A fűrészipar egyéb üzemében az indirekt termelési technológia javasolható.

4. A szélező körfűrészeket célszerű kónikus lapokkal ellátni a donga szélességének növelése érdekében.

5. A direkt termelésnél célszerű az automatikus előtölésű, állítható pengetávolságú, kettős körfűrészben való termelést üzemi kísérletként bevezetni.

6. Célszerű olyan agregátumok tervezése, amelyek a direkt termelés pallóhasítási és szélező munkáját egy munkaművelettel végzik el.

7. A dongatermelés kiszélesítése érdekében normál méretű hur-sugár irányú dongákból készült hordók kísérleti termelését célszerű megkezdeni, melyek előreláthatólag, helyes gyártástechnológia mellett, kielégítő eredményt fognak adni.

Lázár László

tudományos osztályvezető

A kutatásban résztvettek: Lázár László, Gulyás-Kiss Ernő,
Dr. Filló Zoltán és Ruska László

I. BEVEZETÉS

A forgácslapnak, mint viszonylag új anyagnak elterjedését számtalan körülmény gátolja. Ezek leküzdése a komplex faanyagkihasználás érdekében elsőrendű feladat. A gátló körülmények között nem utolsó helyen áll a forgácslapok megmunkálása terén mutatkozó nehézség, amely a szerszámél gyors kopásában jut kifejezésre. A mechanikai megmunkálás területén legnagyobb jelentősége van a forgácsolásnak, azaz a különböző típusu forgácsolószerszámokkal történő forma és méret kialakításnak. A gazdaságos forgácsolás legjelentősebb tényezői viszont - természetesen a helyes technológiai folyamat kialakítását figyelembe véve - elsősorban a forgácsolandó anyag és a forgácsolószerszám fizikai-mechanikai tulajdonságaiból és a szerszám kialakításának különböző paramétereiből adódnak.

Ujabban a ffeldolgozó iparban egyre nagyobb tért hódít a fahelyettesítő anyagok (farost, forgácslap stb.) felhasználása a legkülönbözőbb konstrukcióju elemek elkészítéséhez, s így ma a figyelmet e helyettesítő anyagok megmunkálására kell fordítani. Ez különösen azért fontos, mert először a farost és forgácslapok forgácsolásához szükséges fajlagos teljesítmény magasabb, mint a közönséges fafajoknál, másodszor a korábban alkalmazott ötvözött acélkések a rendkívül nagymérvű élkopás miatt csak rövid ideig használhatók, s harmadszor, mert a megmunkált felületek simasága lehetőleg meg kell, hogy egyezzen az ez irányu minőségi követelményekkel.

³1959 évben végzett kutatás.

A.

A KÉRDÉSEL KAPCSOLATOS IRODALMI ADATOK ÁTTEKINTÉSE

A fahelyettesítő anyagok megmunkálásának tudományos vonatkozású kérdéseivel kevesen foglalkoznak, s így az ezzel kapcsolatos irodalom is igen szűkszavú. A faipari szerszámkészítő gyárak kisszámú kutatógárdája és néhány kutató azonban foglalkozik a fahelyettesítő anyagok megmunkálásának problémáival.

Ismertebb irodalmi munkák ezen témakörben: Kivimaa /1/, Kollmann /2/, Gunter Nickel /3/, Hbamb /4/, Petitpas /5/ szakcikkek, amelyek alapján megállapítható, hogy a fahelyettesítő anyagok megmunkálásával kapcsolatos problémákat a keményfémbe-tétes szerszámkésekkel lehet megoldani. Ezen - a fafeldolgozóiparban újfajta - szerszámok használata nemcsak a fahelyettesítő anyagoknál, hanem bizonyos körülmények között (nagyobb szériák-nál) a természetes faanyagoknál is gazdaságos /2/. Az irodalom-ban ismertetett adatok szerint a természetes faanyagoknál /1,2, 4/ friss keményfém élékkel a fajlagos forgácsolási erő kb. 15 %-kal (egyes esetekben 50 %-kal is) nagyobb, mint a gyorsacélból készült szerszáméleknél. A megmunkálás folyamatában azonban a gyorsacél szerszámoknál a fajlagos forgácsolási erő időben gyorsabban emelkedik, mint a keményfémelékekkel felszerelt szerszámoknál.

Megállapítható továbbá, hogy ma még nincs kialakult állás-pont a legalkalmasabb keményfém összetételét illetően, bár van-nak máris jól bevált típusok. Az említett kutatók a fahelyette-sítő anyagok megmunkálására a "G₁" és "H₁" jelzéssel forgalomba hozott minőséget a természetes faanyagokra pedig "G₂" jelzéssel forgalomba hozott minőséget ajánlják. Ezen minőségű keményfémek titánkarbid mentesek és hozzávetőleges összetételük a következő /3/:

Wolfram (W)	Kobalt (Co)	Szén (C)	Molibdén (Mo)
81-89 %	5-13 %	5,2-6 %	10 %

E keményfémek keménysége 80-90 Rockwell C, hajlítószilárdságuk pedig 100-200 kg/mm² között változik.

Hvamb /3/ norvég kutató által közölt adatok szerint farost-lemezek megmunkálásánál a keményfémbe-tétes szerszámokkal - a

gyengén ötvözött és gyorsacél késekhez viszonyítva - az éltartósság szempontjából az alábbi összehasonlító arányokat érték el.

1. táblázat

Adatközlő	Gyengén ötv. acél	Gyors-acél	Keményfém
Svéd fakutató "G ₁ " tipussal	1	2	10
Német adatok (tip. ismeretlen)	1	1,65	38

F. Kollmann /2/ közlése szerint tömörített faanyagok egyenes vágóélű szerszámokkal történő megmunkálásánál a keményfémélű szerszámok 60-szoros fölényben vannak a gyorsacél szerszámokkal szemben.

Megállapítható továbbá, hogy ma még a keményfémbevetéses szerszámkések szögei sem tekinthetők tudományosan is tisztázott értékeknek. A keményfémbevetéses szerszámok élszögeinek kialakításánál figyelembe kell venni a keményfém szívósságát. Az irodalmi adatok /3/ a 2. táblázatban megadott szögértékeket javasolják.

2. táblázat

Megmunkálandó anyag	Szerszám fajta	Keményfém típus	Szögek értékei		Minimális késél sebesség v = m/sec
			γ°	α°	
Forgácslap	maró	H ₁	12-15	15	40
	felső maró	G ₁ G ₂	5	15	50
	fűrész	G ₁ H ₁			

Megjegyzés:

γ = forgácsszög

α = hátszög

Mennél nagyobb a csucsszög (β ékszög) a forgácsolásnál a rostok annál inkább összenyomódnak és később újból felegyenesednek, ami a megmunkált felületet eldurvítja. A finomabb felületek eléréséhez - a megmunkálandó anyag keménységétől függően - a késél sebességének olyan értékűnek kell lenni, hogy a rostnyaláboknak a kitérésre (össznyomódásra) ne maradjon idejük és az él azokat leválassza. Ez szabja meg a minimális sebességek határát.

A kopás mértékét a keményfémeknél elsősorban a keményfém összetétele határozza meg, de ezenkívül még más tényezők is befolyásolják.

F. Kollmann adatai /1/ alapján az egyes keményfém minőségeknél a kopásállóság a következőképpen viszonylik egymáshoz:

$$\begin{array}{cccccc} G_3 & : & G_2 & : & G_1 & : & H_1 & : & H_2 \\ 40 & : & 60 & : & 100 & : & 180 & : & 240 \end{array}$$

Az egyes keményfém típusok élkopását az alábbi tényezők is befolyásolják:

- a/ a köszörülés minősége,
- b/ az élek ékszögének (β) nagysága,
- c/ az egy élre eső forgács vastagsága.

A keményfémek alkalmazásának gazdaságosságát F. Kollmann által közölt adatok /2/ mutatják, amely szerint enyvezett lemez megmunkálásánál 1 fm megmunkálás költsége 60 %-kal volt /2/ kisebb a gyorsacél késekkel történő megmunkálásnál.

Az irodalmi adatok áttekintése azt mutatja, hogy a fahelyettesítő anyagok megmunkálására közel sem rendelkezünk olyan megbízható adathalmazzal, melyből a fafeldolgozó ipari üzemek számára a helyes megmunkálási technológia és a leggazdaságosabban üzemeltethető késtípusok kialakítására a tudományosan megalapozott és kísérletekkel igazolt számértékeket kiválaszthatnánk.

B.

A KISÉRLETI CÉLOKRA FELHASZNÁLT BERENDEZÉS ISMERTETÉSE

A kísérleti célra tervezett késtípus egy "Ducoroár" gyártmányu függőleges tengelyű asztalmarón dolgozott. A késtengely meghajtása egy "Dinamó V Z" típusu rövidrezárt 4,5 ill. 3,6 kW-os motorral történt. A motor tényleges fordulatszáma 2980 ill. 1460 fordulat/perc s így a 3,15-ös áttétellel a késtengely fordulatszáma 4650 és 9300 ford/perc-re adódott. A késtengelyt a motorról lapos szíj hajtotta meg. Az egyenletes előtolást egy "Holz-Her" típusu előtolóberendezés biztosította. Az előtolóberendezést egy "ÉTZ" típusu 1400/2700 ford/perc 0,5 ill. 0,7 LE-s "Dalander" típusu motor működtette, amellyel 2, 4, 6, 10, 12, 15 és 30 m/p nagyságrendű előtolást lehet biztosítani.

A késtengelyt meghajtó motor által felvett energiát "Metra" típusu vaakőpenyes elektrodinamikus üzemi regisztrálóműszer regisztrálta ± 2 %-os megengedett hibahatárral.

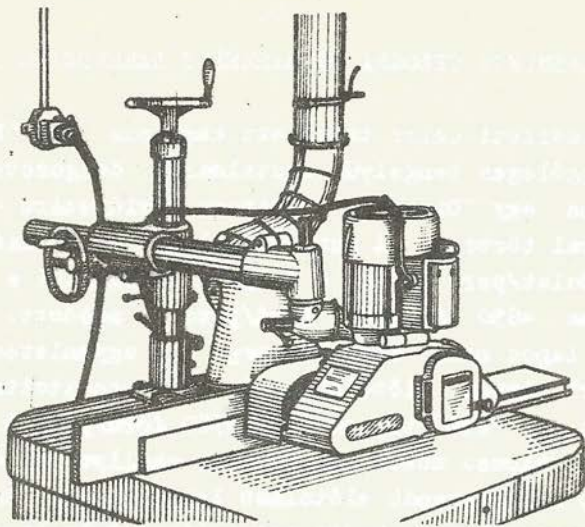
A kísérleti mérésekhez előkészített berendezést az 1. ábra mutatja (lásd 146. oldal).

a/ A kísérleti mérésekre alkalmas marókés tervezése

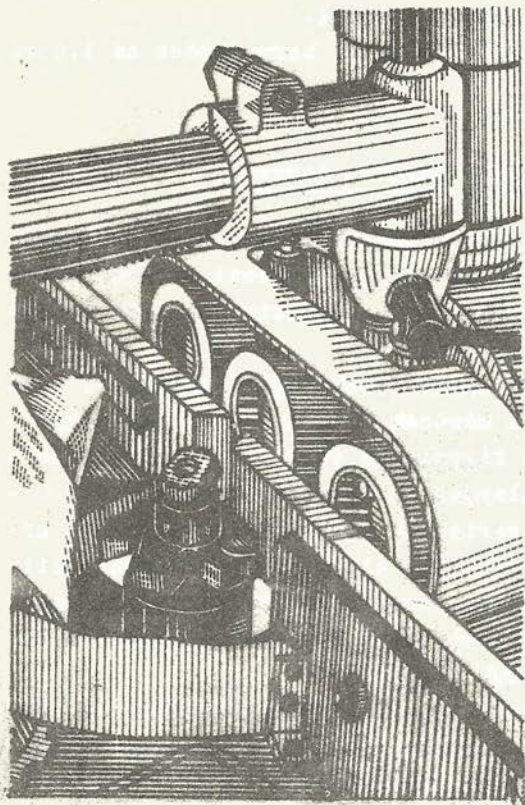
A marókések tervezésénél abból indultunk ki, hogy az alkalmas legyen különböző forgácsszögek mellett végzett mérésekre, és lehetőséget adjon különböző keménységű lapkatípusok éltartosságának megállapítására is.

A tervezett szerszám forgácsszögeinek megállapításánál arra is tekintettel voltunk, hogy a mérések alapján kapott jelleggörbe - a két szélső értéket is figyelembe véve - jól közelítse a tényleges értékeket. Ennek alapján a forgácsszögeket (γ) 0° -tól $+18^\circ$ -ig állítottuk be. A variánsok szűkítése érdekében - arra való tekintettel, hogy a mérések elsősorban összehasonlító jellegűek - az egyes késélszögek értékeinek megállapításánál a tömörített rétegeltfa és enyvezett lemezek megmunkálásában a már külföldön bevált szögeket vettük alapul.

A keményfémlapkák (betétek) anyagának vizsgálatánál is csak a már faipari célokra alkalmazott és hazailag gyártott "N₁", "C" és "N" típusu lapkákkal végeztünk méréseket.



1/A.ábra



1/B.ábra

A kísérleti berendezés

A kísérleteknél alkalmazott kések egyrésze elővágó éllel volt ellátva, míg a forgácsszögek vizsgálatához használt kések elővágóél nélkül készültek. Bár a két késtípus azonos szerkesztési elven készült, különbség volt a keményfém betétek súlyában is. Ugyanis a gyakorlat folyamán a nagyalaku keményfém betétek a forrasztás közben megrepedtek, míg a kisalakuak esetében ez elhanyagolható mértékben jelentkezett. Az elmondottakat alapulvéve - a szerszámok sorozatgyártására tekintettel - 43 %-kal csökkentettük a keményfém betétek gramm súlyát a második sorozatban készült szerszámkésekénél.

A méréseknél alkalmazott keményfémlapok jellemző összetételét a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

Tipus	Összetétel	Keményység	Hajlítósziárdság
N ³	11 % Kobalt kb.	87,0 Rc	140,0 kg/mm ²
C	10 % "	88,5 Rc	120,0 "
N ₁	6 % "	88,0 Rc	150,0 "

³Megjegyzés: Nem szabvány szerint készült.

A keményfémlapok felerősítése kemény forrasztással történt, ezüst ill. rézötívözettel, a kialakult gyakorlat alapján.

b/ A kísérleteknél felhasznált anyagok

A kísérleti mérésekhez elsősorban hazai gyártmányu forgácslapokat használtunk, részben Xy-Mh (xyleneol) kötőanyaggal, részben karbamid alapu kötőanyaggal ragasztott típusokat. A fajlagos forgácsolási erő összehasonlítására méréseket végeztünk "Triangel" (nyugatnémet) gyártmányu forgácslapokon is, továbbá fenyő és gőzölt bükkfaanyagon is. A felhasznált próbadarabok mérete 2000 x 60 x 20 mm volt. A fahelyettesítő anyagoknál használt próbatesteket a rendelkezésünkre álló forgácslapok teljes felszeleteléséből nyertük. Miután egy-egy forgácslap teljes méretében nem ad azonos mechanikai jellemzőket, így a kapott próbadarabok mechanikai jellemzői sem voltak teljesen azonosak, ami a kapott átlagértékekben nagy szórást okozott.

A természetes faanyagoknál használt próbatesteket egy azonos szállitmányból érkező faanyag mennyiségből válogattuk ki. Miután a kutatásnak nem a természetes faanyagok megmunkálhatósága volt a célja, ezen anyagoknál nem végeztünk méréseket a térfogatsúly, az évgyűrű szélességet illetően.

A felhasznált anyagok fizikai és mechanikai tulajdonságait a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

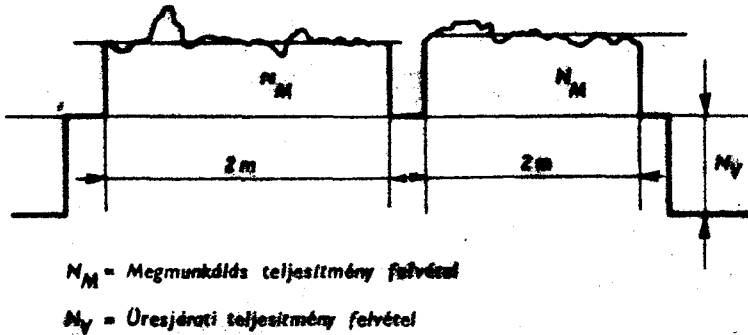
Sorszám	Anyag	Hajlító szil. kg/cm ²	Térfogatsúly kg/m ³	Nedvesség tartalom %
1	2	3	4	5
1.	Hazai Xy-Mh tip. forg. lap	85-141	650-750	6,0-7,0
2.	Hazai Karbamid tip. forgácslap	130-180	650-750	7,0-8,0
3.	Nyugatnémet "Triangel" forgácslap	230-300	600-680	8,0-8,5
4.	Lucfenyőfa	740-860	340-480	7,5-8,0
5.	Bükkfa /gőzölt/	1300-1500	690-720	8,2-9,0

c/ A mérések módszerének és elméleti alapjának ismertetése

A megmunkálás teljesítményszükségletét watt-ban folyamatosan rögzítettük. A regiszter berendezés által rögzített értékeket a 2. ábra szerint értékeltük ki.

Kiértékelési szakaszok 1 db 2 m hosszú megmunkált próbatest által kapott watt-értékek voltak. Az így felvett szakaszok átlaga N_M adta a felvett teljesítményt. Az értékelésnél a gép üres járási teljesítményét (N_V) minden esetben figyelmen kívül hagytuk.

A megmunkált hosszúság első 100 méterénél minden egyes (2 méter hosszú) próbatest teljesítményszükséglet értékét átlagoltuk és ebből számoltuk ki a teljesítmény átlagértékeit. A tovább-



2.ábra

A regisztrált teljesítmény értékelésének módja

biakban 50 méterenként ± 10 méteres szakasszokat értékeltünk és ezt egyenlőnek vettük az 50 méterenkénti átlagos watt-értékekkel.

A késéleket akkor minősítettük életlennék, amikor az első 100 méteres szakaszban felvett teljesítmény megkétszereződött. A megmunkálás folyamán rögzített és kiátlagolt hasznos teljesítményből az alábbi képlettel számoltuk ki a " k_f " fajlagos forgácsolási erőt.

$$k_f = \frac{102 \cdot 60 \cdot N_k}{b \cdot h \cdot E} \text{ kg/mm}^2$$

mely képletben:

- N_k = teljesítmény (kW)
- b = kiforgácsolt rész szélessége (mm)
- h = kiforgácsolt rész magassága (mm)
- E = előtolás (m/perc)

A MÉRÉSI ADATOK ISMERTETÉSE ÉS AZ EZEKBŐL LEVONHATÓ KÖVETKEZTETÉSEK

A faanyagok marásánál és gyalulásánál fellépő forgácsoló-erők mérése nagy nehézségbe ütközik. Ez egyrészt abból adódik, hogy a szereszámok élei nem folyamatosan forgácsolnak, és a forgácsolóélre ható erők eredője többirányú igénybevételből tevődik össze, másrészt abból, hogy a faanyagok szerkezete egyenlőtlen

(inhomogén) és a forgácsolóerő nagysága azonos fafajon belül is jelentős eltéréseket mutat.

A fa vagy fahelyettesítő anyagok megmunkálásánál a felvett teljesítményt a legdöntőbben az alábbi tényezők befolyásolják:

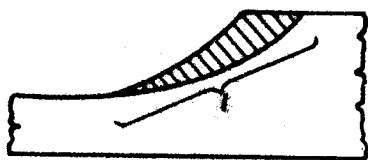
1. A forgácsolószerszámban rejlő tényezők:
 - a/ A faforgácsolószerszám anyaga.
 - b/ Az élkialakítás és az éltartósság.
 - c/ A forgácsolószerszám geometriája.
2. A megmunkált anyagban rejlő tényező:
 - a/ A forgácsoláshoz viszonyított rostirány.
 - b/ A kötőanyagok hatása.
 - c/ Az inhomogenitás befolyása.
 - d/ A térfogatsúly és szilárdság befolyása.
 - e/ A nedvességtartalom befolyása.
3. A forgácsolás kinetikájából eredő tényezők:
 - a/ A főmozgás (szerszám-sebesség) befolyása.
 - b/ A mellékmozgás (előtolás) befolyása.

1. A forgácsolószerszámban rejlő tényezők

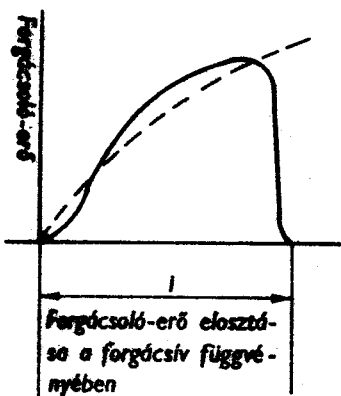
a/ A forgácsolószerszám anyaga

A faipari forgácsolószerszámok általában nem folyamatosan forgácsolnak, mivel forgás közben a befutott ut egy részét nem a megmunkálandó anyagban teszik meg. A forgácsolási erőszükséglet így pillanatról pillanatra változik a forgácsolási ivhossz függvényében, ami a forgács változó vastagságából adódik. Ezen kívül az erőeloszlás a kerületen a forgácsolóélek számától függ. A forgácsolóerő (P) a forgácsolás kezdeti pillanatában (egy élre vonatkoztatva), amikor a forgácsolóél belép az anyagba nulla, majd állandóan növekszik, az anyagból kilépve ismét nullára csökken. Az erő változásának lefolyását a 3. ábra szemlélteti.

A forgácsolóerő állandó ingadozása zérus és egy maximum között ismételt igénybevételnek teszi ki a forgácsolóélt és a kés-tartó tengelyt. Megfigyelések azt bizonyítják, hogy a forgácsolás folyamán a legnagyobb változást a forgácsolóél hátlapja



A leváltasztott forgács alakja



Forgácsoló-erő elosztása a forgácsv függvényében

3. ábra

A forgácsolóerő változásának jellege

szenvedi el, ugyanakkor a mell-lap, ellentétben a fém forgácsolásával, majdnem változatlan marad.

A faiparban használatos szerszáméleknek általában az alábbi követelményeknek kell megfelelni:

a/ Ellenállóképesség az állandóan és igen gyorsan ismétlődő igénybevétellel szemben.

b/ Ellenállóképesség a faanyag koptató hatásával szemben.

c/ Az él alacsony értékű rádiuszura (ρ) legyen köszörülhető. (D.N. Kalinyin adatai szerint az egyengető és vastagológépek éles késeinek rádiusza $\rho = 0,002-0,004$ mm.)

Ezek a követelmények a forgácsolóél rugalmasságát, keménységét és hőellenálló képességét tételezik fel.

A forgácsolószerszám élének rugalmassága tehát közvetlen hatással van a forgácsolóerőre, ami a forgácsolóél anyagának fizikai és mechanikai tulajdonságaitól függően változhat. Az acélból gyártott forgácsolószerszám éle - ha az ékszög (β) kis értékű (35° alatt van) - a forgács nyomására az hátra, míg a megmunkálási sík visszaható erejének hatására előrehajolhat. Ennek következtében megváltozik a forgácsszög (γ) s így a forgácsolóerő is. A forgácsolóél anyagának rugalmassága befolyásolja a forgácsolóél köszörülésénél kialakítható rádiusz (ρ) értékét, ami azután jelentős mértékben meghatározza mind a faforgácsolóerő értékét, mind pedig az éltartósságot. Az élrádiusz néhány

századmilliméterrel való növekedése a forgácsolás erőszükségletét 50 %-kal, sőt ennél is nagyobb mértékben emelheti.

A forgácsolóél keménysége meghatározza az él ellenállásának értékét, a forgácsolás közben fellépő surlódó erővel szemben. A forgácsolóél melegszilárdsága pedig meghatározza a kés ellenállását a surlódásból keletkező hőhatással szemben. Az él keménységéből adódó kopásállósága biztosítja az élezésnél kialakított forgácsolóél alaktartósságát és ezáltal a két élezés között kimunkálható forgácmennyiség nagyságát.

A fentiek alapján a fémgyártásnál a termelési kapacitás és a minőségi munka nagymértékben függ a szerszámok forgácsoló-élenek minőségétől és tartósságától. A sok újfajta faipari termék, a fahelyettesítő anyagok egyre szélesebb körű elterjedése, nem utolsósorban az új műgyantaragasztók manapság mind gyakrabban vetik fel a szerszámok elhasználódásának és költségének kérdését. Ezért nőtt meg erősen az érdeklődés az iránt, hogy az egyes anyagokhoz milyen megmunkáló szerszámokat ill. forgácsoló-él anyagokat kell választani ahhoz, hogy a forgácsolóél tartóssága a lehető legnagyobb legyen, vagyis, hogy a két élezés között a lehető legtöbb forgácmennyiséget lehessen kimunkálni. Gazdaságossági körülmények vezettek oda, hogy eltérően az eddigi hagyományoktól ma már a szerszámok forgácsolóél anyaga sok esetben nem azonos a szerszámtest anyagával.

Ha áttekintjük azokat az anyagokat, amelyekből a modern forgácsolószerszámok vágóélei készülnek, az alábbi csoportokat különböztethetjük meg.

- a/ Egyszerű szénacél.
- b/ Gyengén ötvözött szénacél.
- c/ Erősen ötvözött szénacél vagy gyorsacél.
- d/ Zaugorított ötvözetek vagy keményfémek.

Az a/, b/, c/ pontban felsorolt anyagok összetételéről az 5. táblázat ad áttekintést.

5. táblázat

Alkotó rész	Egyszerű szerzsám acél %	Gyengén ötvözött szénacél %	Erősen ötvözött szénacél vagy gyorsacél		
			Wolfram gyorsacél	Króm gyorsacél	Molibdén gyorsacél
1	2	3	4	5	6
C	0,7-0,9	0,7-0,9	0,6-0,7	1,75-2,25	0,75-0,80
Si	0,20	0,20	-	-	-
Mn	0,30	0,30	-	-	-
Ni	-	0,20	-	-	-
Cr	-	-	4,00	12,00-14,00	3,00
Mo	-	0,15	-	-	6,00
W	-	-	18,00	-	4,00
V	-	1,00	-	-	-

A keményfémcsoport jelentősen különbözik a korábban használt anyagoktól, mind az előállítás módja, mind pedig az összetétel tekintetében. A zsugorított keményfém egy vagy több magas olvadáspontú karbidból és egy alacsony olvadáspontú kötőanyagból áll. Az utóbbi általában kobalt (Co). A legtöbb keményfém alapanyaga Wolframkarbid (W_2C) mintegy 6 % szénnel. Különleges tulajdonságok elérésére titánkarbidot (TiC) és vanádiumkarbidot (VC) is adnak hozzá. Az erősen ötvözött szénacélok és a keményfémek alkalmazásánál a szerzsámtesteket nem készítik az éllel azonos anyagból, hanem azt élforrasztással erősítik fel a szerzsámtestre. Az így kialakított élek a hagyományos szerzsáméleknél jobb mechanikai tulajdonságúak és a fellépő erőknek jobban tudnak ellenállni. Az acélokhoz hasonlóan a keményfémek szilárdsági és kopásellenállási tulajdonságait a szemcseszerkezet nagymértékben befolyásolja. A wolframkarbid-kobalt ötvözeteknél általában minél finomabb a szemcseszerkezet, annál nagyobb a keménység és a kopással szembeni ellenállás, ezzel szemben a szívósság kisebb.

A hazailag gyártott keményfémek két fő csoportba sorolhatók.

- a/ Titánkarbid nélküli keményfémek "N" vagy "K" jelzéssel.
- b/ Titánkarbid tartalmú keményfémek "A", "B", "C" jelzéssel.

Az "N" jelzésű anyagot tulnyomórészt 2-8 mikron szemcse-nagyságu wolframkarbid kristályok alkotják. Ezzel szemben a fi-nomabb szemcséjű keményfém porból előállított és rövidebb ideig zsugorított "K" minőségű anyag csak alig átkristályosodott, igen finom 0,5-3 mikron szemcse-nagyságu wolframkarbid kristályokból áll. Ennek következtében az "N" jelzésű anyag keménysége valami-vel kisebb, szívóssága ellenben nagyobb, mint a "K" minőségű anyagé.

Az "A", "B", "C" típusu keményfémek az "N", "K" típusoknál keményebbek, de szívósságuk kisebb. A "C" minőség szívóssága megközelíti a titánkarbidot nem tartalmazó, "N" minőségű ke-ményfém szívósságát.

A hazailag gyártott keményfém anyagok jellemző adatait a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat

A mi-nőség jele	Szinjelölés	Tájékoztató vegyi össze-tétel %			Fizikai és szilárdsági adatok megengedett alsó határa		
		WC	TIC	CO	Hajlító szilárd-ság kg/mm ²	Fajsúly g/cm ³	Keménység Rockwell HR
A	Középzöld	78	16	6	110	11,0	90,0
B	Fehér	78	14	8	115	11,0	89,5
C	Cinóber vörös	88	5	7	120	13,2	88,5
N	Égszinkék	94	-	6	125	14,5	88,0
K	Világos sárga	94	-	6	115	14,6	88,5

b/ Az élkialakítás és az éltartósság

A fahelyettesítő anyagok - amint azt már említettük - az eddig alkalmazott ötvözött acélból készült kések éleit olyan mértékben veszik igénybe, hogy azzal a megmunkálás lehetősége (egy élezésre vonatkoztatva) a természetes faanyagoknál fennálló 2-3 órától 15-20 percre csökken. Ezért kell olyan összetételű anyagot keresni, amely a fahelyettesítő anyagok koptatóhatásának

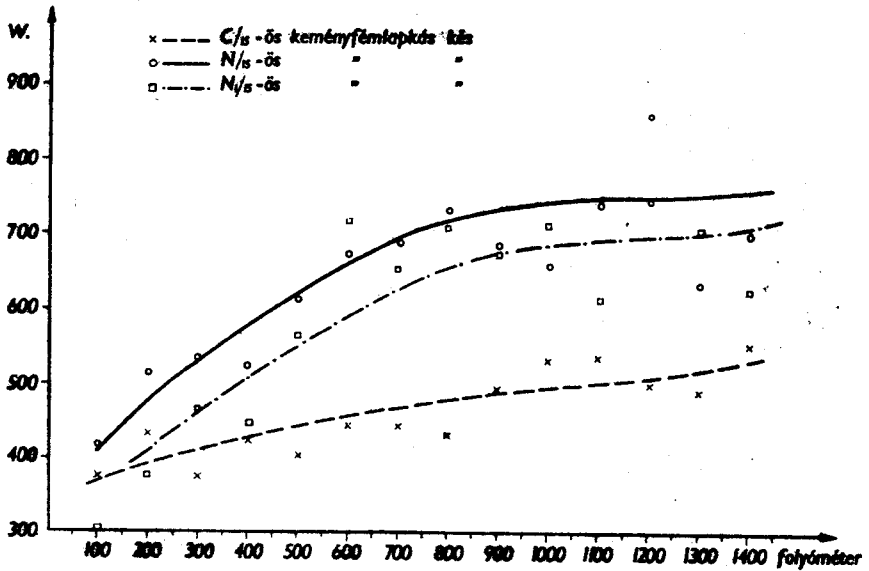
hosszabb ideig ellenáll. Ilyen anyagok az említett keményfémek. Az elmondott követelmények alapján mi elsősorban azokat a magyar gyártmányú keményfémeket vizsgáltuk, amelyek ma kereskedelmi forgalomban is kaphatók és a gyártó cég véleménye szerint fahe-lyettesítő anyagok megmunkálására alkalmazhatók.

A mérésorozathoz három típust vizsgáltunk, a "C", "N", "N₁" típusúakat, amelyek közül a "C" és a "N₁" a szabvány alapján, a "N" pedig attól eltérő összetételben készült.

A mérések során elsősorban azt kívántuk eldönteni, hogy a rendelkezésünkre állók közül melyik a leggazdaságosabban alkalmazható keményfém típus. Ennek érdekében mindhárom típusu keményfémrel megmunkáltunk egyenként 1400 fm Xy-Mh típusu forgácsolólapot. A 7. táblázatban kidolgozott mérési adatok alapján összeállított diagramot a 4. ábrán közöljük.

7. táblázat

Sor- szám	Hossz m-ben	Teljesítményfelvétel Wattban		
		C/ típus	N/ típus	N ₁ típus
1	2	3	4	5
1	100	385	417	302
2	200	435	519	372
3	300	375	533	462
4	400	423	521	441
5	500	401	615	563
6	600	448	677	715
7	700	447	695	653
8	800	430	739	718
9	900	492	683	681
10	1000	533	668	712
11	1100	539	746	618
12	1200	503	867	753
13	1300	492	637	706
14	1400	555	704	623
Á T L A G				
		461	644	594



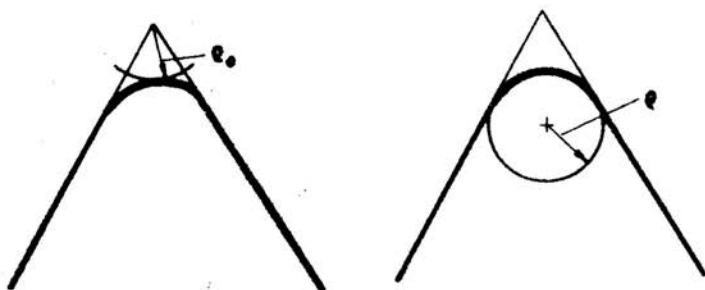
4.ábra

A különböző keményfémlapkás marótárcsák teljesítmény felvétele a megmunkált hossz függvényében

A 4.ábrából látható, hogy a legéltartóbb a "C" típusu keményfém volt, mert ez mutatta a legkisebb energiaigényt a megmunkálás folyamán. Ha összehasonlítjuk a három típusu keményfém egy méterre eső watt átlagát megállapítható, hogy azonos feltételek mellett a "C" típusu az "N₁" típusához viszonyítva 29 %-kal, az "N" típusához viszonyítva pedig 25 %-kal igényelt kisebb energiát azonos mennyiségű munka elvégzéséhez. A 4.ábrából látható még, hogy amíg a "C" típus kb. 1350-1400 fm megmunkálása után vált csak élettelené, addig az "N" és "N₁" típusok már 550 ill. 700 fm megmunkálása után elméletileg élettelené váltak.

A fentiek alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a vizsgált keményfém minőségek közül a "C" típusu keményfém a legalkalmasabb a fahelyettesítő anyagok megmunkálására.

A forgácsolólél alakállandóságát, és ezen keresztül a felvett teljesítmény értékét - különösen a kezdeti szakaszban - az élezés minősége is befolyásolhatja.



5.ábra

Az optikai uton vizsgált forgácsolóél sugara

Az élezés hatását két módszerrel vizsgáltuk meg, történetesen a kezdeti szakasz wattfelvételével és optikai uton. A wattfelvétel vizsgálatánál azonos anyagnál többszöri élezés után a wattfelvétel különbségét vettük alapul, míg az optikai vizsgálatnál azonos (β) szögek mellett az elméleti él és a valóságos él közötti távolságot (ρ_0), különböző szögeknél pedig a valóságos élbe berajzolt kör (ρ_1) sugarának mértékét hasonlítottuk össze (lásd az 5.ábrát).

A felvett teljesítmény meghatározásánál kitűnt, hogy az egyes köszörülések után - különösen a kezdeti szakaszban - jelentős eltérések tapasztalhatók ugyanazon anyag megmunkálásánál. Ez a különbség mérhető volt mind a keményfémélű késeknél, mind a hagyományos ötvöztött acél (K_1) késeknél. Az egyes élezések közötti különbség különösen a keményfémélű késeknél tűnik ki, így a C/15-ös és az N/15-ös késeknél, ahol a három esetben történt élezés után két esetben kb. azonos, és egy esetben erősen eltérő értékek adódtak (lásd a 8. táblázatot).

Az egyes élezések közötti különbségeket optikai uton vizsgálva, az újonnan élezett késelekről különböző nagyítások mellett, a kapott értékeket a 9. táblázatban adjuk meg. A vizsgálatnál közvetlen mikroszkópos módszert alkalmaztunk, azzal a továbbfejlesztéssel, hogy az okulárba mikrométer skálát helyeztünk a mindenkor nagyítás ill. továbbnagyítás pontos betartása végett.

8. táblázat

Sor sz.	Kés- típus	Élezések után mért átlagértékek								Meg- jegyzés
		1		2		3		4		
		W	k _{kg/mm²}	W	k _{kg/mm²}	W	k _{kg/mm²}	W	k _{kg/mm²}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	K ₁	246	4,18	265	4,51					Fenyő z=2 0-8 átl.
2	K ₁	246	3,57	205	3,22	218	3,42			Fenyő z=6 0-50 m
3	K ₁	469	7,30	484	7,53	249	3,88	359	5,60	Ky-Mh z=6 0-8 m
4	K ₁	361	5,62	211	3,28	426	6,63	296	4,61	Karbamid z=6 0-8 m
5	G/15	244	5,41	181	4,06	191	4,25			Karbamid z=2 0-50 m
6	G/15	371	7,55	418	8,47					Karbamid z=2 0-50
7	G/12	320	5,72	276	4,94					Ky-Mh z=2 0-50
8	N _{1/15}	379	7,88	304	6,33					Ky-Mh z=2 0-50
9	N/15	495	9,52	346	6,66	333	6,44			Ky-Mh z=2 0-50

Megjegyzés: A méréseket Dr. Füllő Zoltán végezte és értékelte.

A "K" értékeknél a meghajtómotor hatásfoka (η) nincs figyelembe véve.

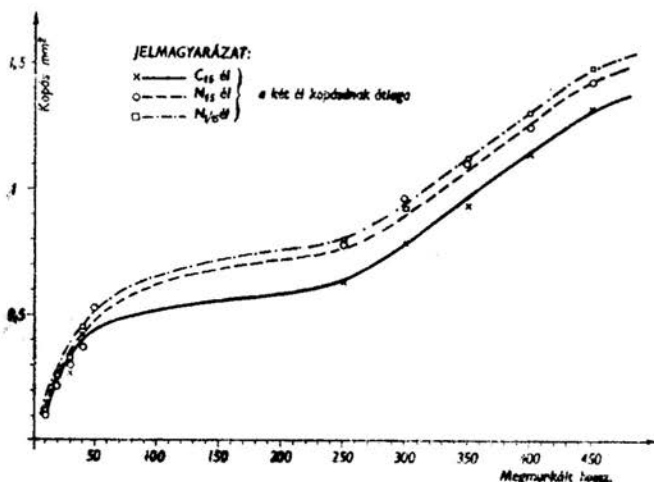
9. táblázat

Sor- szám	Kés- ti- pus	g μ - ban	g μ - ban	Átlag		Megjegyzés
				g μ - ban	g μ - ban	
1	2	3	4	5	6	7
1	K ₁	6,50	6,00	6,50	5,70	60-as követ élezve és kéz- zel feneve
2		4,50	4,00			
3		8,50	7,00			
4	C	7,50	6,50	6,50	5,75	Szilíciumkar- bid követ elő- köszörülve
5		5,50	5,00			
6	N	5,00	4,50	5,25	4,75	és utána gyé- mánt követ le- huzva
7		5,50	5,00			
8	N ₁	7,00	6,50	6,75	6,25	
9		6,50	6,00			

A 8. táblázat értékeiből megállapítható, hogy a kezdeti szakaszok energiaigényét az élezés minősége keményfémeknél 12-40 % között, acélkésekénél 7-35 % között befolyásolhatja.

A mérésorozatok megmutatták, hogy az élezés nem elhanyagolható kérdés a fajlagos forgácsolóerő szempontjából. Bár a mérések kevés száma nem ad lehetőséget általános következtetés levonására, de már ezekből is megállapítható, hogy a keményfémek élezésénél gondos köszörülés esetében elérhető a gyengén ötvözött acélkésekre kapott finomságu él. Így nem látszik megalapozottnak az irodalomnak az a megállapítása, hogy keményfémélű kések magasabb energiaigényét - a természetes faanyagoknál - az élezés rosszabb minősége okozza. A különbség oka még nem ismertes, a sokféle elmélet és magyarázat közül az látszik a legelfogadhatóbbnak, hogy mind a természetes faanyagoknál, mind a forgácslapoknál az egyes késtípusoknak mások az optimális szögparaméterei.

A wattfelvétel mellett vizsgáltuk az egyes keményfém típusok éltompulását is, a megmunkálás első 450 méteres szakaszán. A forgácsolóél mellső lapjának állapotáról a vizsgált szakaszokban felvételeket készítettünk egy "Cytoplaszt" sztereobinokuláris mikroszkópon Contax fényképezőgéppel 5-szörös nagyítással.



6.ábra

A keményfémű szerszámok kopásának összehasonlítása a megmunkálás első 450 méteres szakaszában

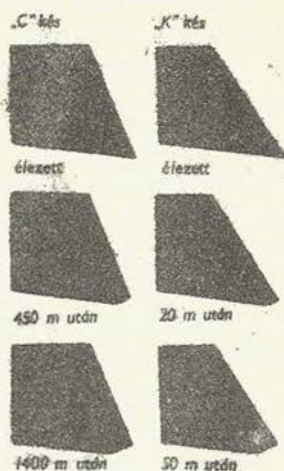
Az így elkészített negativról további nagyítással megállapítottuk az egyes élek tompulásának mértékét. A mérés alapján kapott értékeket a 6.ábra jellemzi. A kapott értékekből megállapítható, hogy azonos tényezők mellett az egyes típusok kopása az alábbi átlagértékeket adja:

- | | | |
|----------------------------|------------|-----------------------|
| a/ C/15-ös típus: | átlagkopás | 1,318 mm ² |
| b/ N/15-ös " | " | 1,427 " |
| c/ N ₁ /15-ös " | " | 1,485 " |

Ezek az értékek is azt mutatják, hogy a vizsgált keményfém típusok közül a C/15 állt ellen a legjobban a fahelyettesítő anyag koptató hatásának. A táblázat értékei csak mint relatív értékek vehetők figyelembe, miután köztudomásu, hogy a tompulás értéke, a mellső oldalról mérve a legkisebb. Az él abszolút kopásának mértéke csak háromdimenziós értékelésben állapítható meg. A kopásgörbe alakjának megállapítására megmértük az életlen és kopásterületét, s ebből megállapítható volt, hogy a görbe nagyjából követi az $y = m \cdot x$ függvény alakot. Ez az összefüggés főképpen a kezdeti és stabil kopás szakaszára érvényes. A 6.áb-

rán látható görbe alakjából kitűnik, hogy az első 50-100 m megmunkálása után a forgácsolóél elveszti az élezésnél kapott finom élt (ami időben 10-15 percet jelent), s ezután a kialakult él kopása már lassabb ütemű, míg 300-400 m megmunkálása után (ami időben 55-65 perc) az él tompulása a megmunkált anyag mennyiségével arányos.

A keményfém és az acélélű kések éltompulását a megmunkálás folyamataiban jól szemlélteti a 7. ábra. A 7. ábrán látható, hogy az éltartósság szempontjából a keményfém 1400 m után kb. azonos kopást mutat mint az ötvözött acél él 50 m után. Ez kb. 30-szoros éltartamot bizonyít a keményfémek javára.



7. ábra

A forgácsolóél tompulásának jellege

c/ A forgácsolószerszám élgeometriája

A forgácsolószerszámból adódó tényezők közül az eddig tárgyaltak főképpen az él tartósságára voltak befolyással.

Az él anyaga és az élezés minősége ugyanis, elsősorban a forgácsolásnál fellépő kopással szembeni ellenállást határozzák meg. Természetesen ezen keresztül az él sugarának függvényében, a forgácsolóerőt is befolyásolják.

Ezzel szemben a forgácsolószerszám szerkesztése és élgeometriája a forgácsolásnál fellépő erőkomponensek nagyságát és irányát határozza meg. Így a forgácsolóél geometriája jelentősen befolyásolja a megmunkáláshoz szükséges forgácsolóerőt, miután a forgácsolóélen keletkező erők komponensei az élparaméterek függvényében változnak.

A forgácsolóél geometriája három szöggel jellemezhető, mégpedig:

1. forgácsszög vagy melliszög (γ)
2. ékszög vagy csúcshözög (β)
3. hátszög vagy szabadszög (α)

A megmunkált faanyagtól függően, mindhárom szögnek változ-
nat a hatása a fajlagos forgácsolási erőszükséglet szempontjá-
ból. Az optimális értékek megválasztása körültekintő munkát igényel,
miután nemcsak a megmunkáláshoz szükséges erőt befolyásoló
tényezőket kell figyelembe venni, hanem a megmunkált anyag felü-
letének megkívánt minőségét és a forgácsolóél anyagának össze-
tételét is. E tényezők kiválasztásánál sok esetben ellentétes
hatások adódnak, mint pl. a keményfémélű szerszám esetében, ahol
nagy értékű forgácsszög (γ) azért nem választható (bár ez ked-
vező energiaigényt jelentene), mert a forgácsolóél kopása meg-
gyorsul. (Vizsgálataink során az élszögek méréséhez az 1/a pont-
ban leírt kísérleti adatok alapján a legjobban bevált "C" ke-
ményfém minőséget használtuk.)

A forgácsolóélnek a forgács leválasztás közben munkát kell
kifejteni

- a/ a forgács leválasztására (a rostok közötti kapcsolat megszűntetésére) és
- b/ a forgács deformálására (a forgács eltávolítására a le-
választott felületről),

így a forgácsoláshoz szükséges fajlagos erő értékét a megmunká-
lásnál e két tényező értéke határozza meg.

A forgácsolóél szögparamétereivel kapcsolatos kísérletek
azt mutatták, hogy a forgács leválasztásához szükséges erő fő-
képpen a szerszám ékszögének (β), a forgács deformálásához
szükséges erő pedig a forgácsvastagság (e) és a szerszám for-
gácsszögének (γ) függvénye.

A változó ékszögekkel végzett kísérletek szerint a késél
anyagának függvényében változik a kritikus ékszög értéke. A
forgácsolóél kopásának jellege egy kritikus szögérték alatt lé-
nyegesen megváltozik azáltal, hogy a normális kopás helyett, az
élen töredezesek jelentkeznek. Kivíma mérései alapján az ékszög
kritikus értéke 35° , s ez alatti ékszögnél az él igen gyorsan
tompul, s a forgács leválasztásához szükséges erő megnövekszik.

A megmunkált felület minőségét is jelentősen befolyásolja
az ékszög értéke. Méréseink folyamán - a keményfémek sajátossá-
gait is figyelembe véve - az élszögek befolyásának hatását Kivi-
maa mérési adatait alapulvéve vizsgáltuk. Feltételeztük, hogy a
forgácsolólapok megmunkálásakor is érvényesek a faanyagok megmunká-
lásakor kapott alapvető összefüggések. Ennek alapján olyan in-

tervallumokat vizsgáltunk meg a forgácslapok megmunkálása esetében, amelyek a keményfémélű kések szempontjából, az iparban felhasználható késtípus élszögeinek kialakításához szükségesek.

Az élszögek vizsgálatánál abból indultunk ki, hogy a keményfémek éltartóssága az ékszög (β) növekedésével emelkedik. Így arra törekedtünk, hogy olyan élszögeket állítsunk be, amelyek maximális éltartósságot biztosítanak. Az ékszög maximális értékét a forgácsszög (γ) és a hátszög (α) minimális értékei határozzák meg. E két szögérték közül a hátszög hatása a forgácsolási erőre 5° felett elhanyagolható érték a forgácsszög mellett. Ezért a hátszög hatásának vizsgálatától eltekintettünk és ennek értékét Kivimaa mérései alapján állandó értékre állítottuk be.

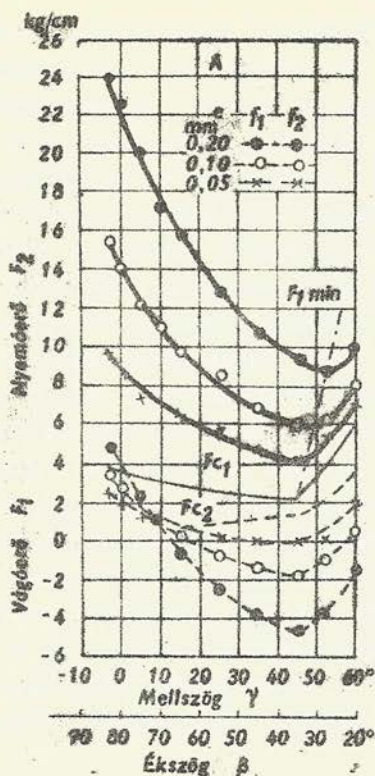
A hátszög (α) hatására végzett mérések azt mutatták, hogy 10° feletti értéknél adódott a minimális forgácsolóerő. A hátszög értéke erősen összefügg a forgácsszög és ékszöggel, miután ezen két szögnek optimális értéke határozza meg a jelzett intervallumban a hátszög értékét. A hátszög értékét ezenkívül befolyásolja az előtolás és a késél sebesség közötti viszony is, miután a forgácsvastagság növekedésével a forgácsolóél elől kitérő rostok (deformált rétegek) növekvő hatást gyakorolnak a forgácsolóél hátlapjára.

A hátszög értékének megállapításakor a megmunkált anyag visszavágódásának elkerülését is figyelembe vettük, s ennek alapján a hátszöget 14° értékben adtuk meg, ami a gyakorlat folyamán is megfelelő értéknek bizonyult.

A kísérletek folyamán a rövid megmunkálási idők (10-20 perc) az éltompulást olyan csekély mértékben befolyásolhatták, hogy ezek nem növelhették a hátlapon a surlódási felületet, s így a hátszög sem gyakorolhatott számításba vehető befolyást a forgácsolás erőszükségletére. Nyilvánvaló, ez a kérdés az ipari gyakorlatban másképpen jelentkezik, s ezért szükséges a hátszögnek az általunk is beállított értékét, mint minimumot figyelembe venni.

Az elmondottakat figyelembe véve a visszavágódás elkerülése érdekében a hátszöget $12-14^\circ$ értéken szükséges tartani nemcsak a faanyagok, hanem a forgácslapok megmunkálása esetén is.

A forgácsszög (γ) hatását a megmunkált anyag tulajdonságai (különösen a rostirány) és a leválasztott forgács vastagsága alapvetően befolyásolja, s ezért ezt a tényezőt csak ezek függ-



8. ábra

A forgácsszög hatása a forgácsoló erőre (Kivimaa után)

(γ) értékek mellett a keményfém nem éltartó. Ezért vált szükségessé a forgácsszögek - az eddigi gyakorlattól eltérően - alacsony tartományban történő vizsgálata, figyelembe véve a forgácsolók erős koptatóhatását.

A forgácsszög (γ) hatásának vizsgálatához felhasznált szerszámkések élleink szögértékeit előzetesen az Optikai Kutató Intézet mérései alapján állapítottuk meg. A mérési adatokat a 10. táblázatban adjuk meg, mely egyben a gyártás folyamán jelentkező szórásra is rávilágít.

vényében lehet vizsgálni. A természetes faanyagok megmunkálása esetén Kivimaa mérései azt mutatták, hogy a forgácsszög növekedésével (55° -ig) csökken, majd ismét növekszik a forgácsolóerő értéke (lásd a 8. ábrát). Az ábrából látható, hogy 30° -ig a forgácsolóerő rohamosan csökken (kb. 1/3-1/4-ére), majd 55° -ig lassabban, s a 10° -onkénti forgácsszög növekedés kb. 20 %-os fajlagos forgácsolóerő csökkenést eredményez.

A forgácsolók megmunkálása esetében is a forgácsszögnek (γ) az előbbihez hasonló jelentősége van a felvett energia szempontjából. A keményfémek esetében azonban nem alkalmazhatók az ötvözött acélkésekkel kialakított forgácsszög értékek, mert a folytonosan ismétlődő dinamikus igénybevétel következtében ilyen forgácsszög

10. táblázat

A kísérlethez használt marótárcsák élszögértékei

Sor- szám	Előírt szög- értékek			Mért szögértékek:					
	α°	β°	γ°	α_1°	α_2°	β_1°	β_2°	γ_1°	γ_2°
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	14°	76°	0°	14°45'	14°01'	74°49'	75°56'	0°26'	0°03'
2	14°	73°	3°	14°42'	15°02'	71°53'	72°00'	3°25'	2°58'
3	14°	70°	6°	13°24'	12°39'	68°32'	72°01'	8°04'	5°20'
4	14°	67°	9°	14°09'	13°13'	67°18'	68°02'	8°33'	8°45'
5	14°	61°	15°	12°37'	14°20'	62°08'	61°09'	15°15'	14°31'

késátmérő 120 mm
 élszám 2 db
 élszélesség 6 mm
 forgácsolási mélység 10 mm

A 10. táblázatban megvizsgált kések keményfém betétei (lapkái) egyidőben, azonos receptura alapján készültek, s így az egyes keményfém betétek, anyagukat tekintve azonos minőségűeknek tekintendők. Miután az egyes élek azonos szélességre (élhosszúságra) voltak beállítva - ami a kónuszos élképzés miatt többszöri élezés után nem biztosítható -, a megmunkáláshoz szükséges teljesítményfelvétel összehasonlítását a surlódó erő torzítása (amely alacsony értékű élszélességnél is már jelentősen torzit) nem zavarta. A többkéses megoldás előnyösnek látszott azért is, mert az élezésnél fennálló külső körülmények (az élezéshez használt korongok, az élezést végző személy stb.) befolyása így a minimálisra volt szorítható, nem beszélve arról, hogy a méréshez szükséges idő ezáltal lényegesen lerövidült.

A forgácsszögek befolyására elvégzett mérések átlagait a 11. és 12. táblázat, valamint a 9. ábra tartalmazza.

11. táblázat

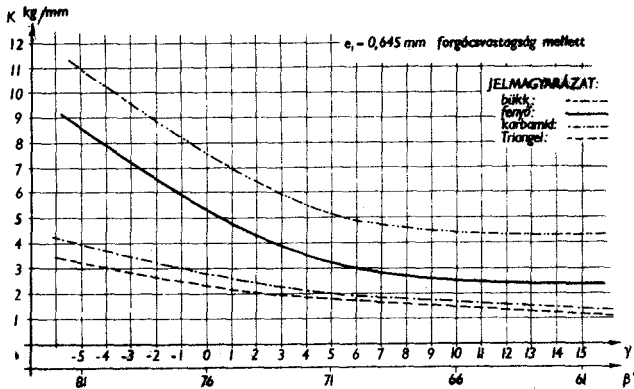
A fajlagos forgácsolóerő a homlokszög (γ) és a forgácsvastagság függvényében

Sor sz.	Forg. vast.	Triangel kg/mm^2					Karbamid: kg/mm^2				
		Homlokszög (γ°)									
		0°	3°	6°	9°	15°	0°	3°	6°	9°	15°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,215	2,75	3,06	2,66	2,58	2,29	3,97	3,96	2,81	2,58	2,55
2	0,430	2,57	2,42	1,78	1,83	1,88	2,87	3,13	1,73	1,79	1,45
3	0,537	2,75	2,32	1,82	1,67	1,40	2,47	2,64	1,54	1,13	1,37
4	0,645	2,20	2,00	1,69	1,88	1,23	2,60	2,98	1,56	1,62	1,42
5	1,078	1,96	2,16	1,48	1,81	1,47	2,31	2,42	1,81	1,75	-
Fenyő kg/mm^2							Bükk kg/mm^2				
6	0,215	5,83	3,38	4,60	4,15	3,57	7,69	7,71	5,21	5,18	3,82
7	0,430	5,92	4,85	3,60	3,96	2,65	7,20	6,58	4,44	4,98	3,80
8	0,537	5,81	4,76	3,06	2,22	2,36	7,38	6,11	5,02	4,21	4,02
9	0,645	5,21	3,94	3,02	2,56	2,37	6,65	6,22	4,26	4,60	4,00
10	1,078	5,26	3,36	2,93	2,96	2,20	6,75	5,15	4,78	4,83	3,85

12. táblázat

Kiegészítő mérések $\gamma = -5^\circ$ és $\gamma = 12^\circ$ esetén
 $e_1 = 0,645$ mm forgácsvastagság mellett

Forgács- vastagság	Triangel		Karbamid		Fenyő	
	Homlokszög (γ°)					
	-5	12	-5	12	-5	12
1	2	3	4	5	6	7
0,645	2,90	1,98	4,20	2,04	8,18	2,6



9. ábra

A fajlagos forgácsolóerő a homlokszög függvényében

A mérési adatokból megállapítható, hogy

a/ a forgács vastagságtól függetlenül, a vizsgált határértékeken belül nagyobb forgácsszöghöz kisebb fajlagos forgácsolóerő tartozik, mind a forgácslapok, mind pedig a természetes faanyagok esetében,

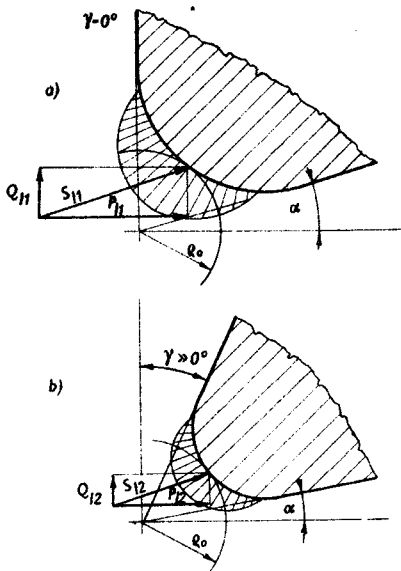
b/ a természetes faanyagok jobban reagálnak a forgácsszög változására, mint a forgácslapok,

c/ természetes faanyagok esetében (γ) nulla fok közelében az iránytangens meredekebb, ugyanakkor forgácslapok esetében a függvény közel lineárisnak mondható.

Miután a természetes faanyagok némileg eltérő jelleget mutatnak, mint a forgácslapok, vizsgáljuk meg külön-külön a szerkezéltre ható erők tükrében a forgácsszög befolyását.

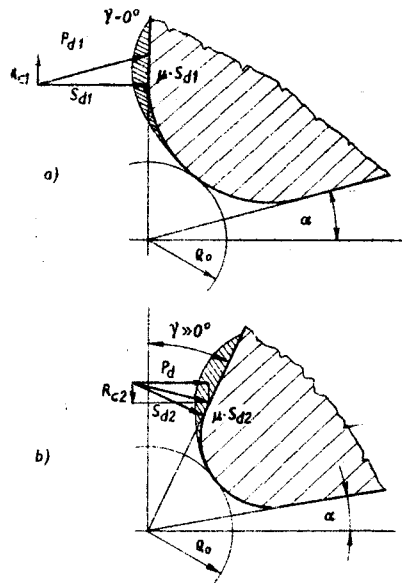
A forgácsleválasztó erő sohasem fordítódik tisztán a kohéziós ellenállás legyőzésére, hanem emellett mindig fellép roncsolóerő is, így a forgácsleválasztó erő - azonos élparaméterek mellett - döntően az élrádiusz (q) függvénye.

A jelen vizsgálatoknál feltételeztük az élrádiusz, vagyis a késélesség azonosságát minden forgácsszög érték mellett. A késélesség a valóságban (azonos hátszög mellett) a forgácsszög változásánál nő vagy csökken. Az ékszög növekedésével csökken a késélesség, ill. nő a roncsolásban résztvevő felület. A 10. ábrán,



10. ábra

A forgácscsőzög hatása a forgácsleválasztó erőre



11. ábra

A forgácscsőzög hatása az alakváltoztató erőre

amely két szélsőséges esetet tüntet fel ($\gamma = 0^\circ$; $\gamma > 0^\circ$), a forgácscsőzög hatása jól érzékelhető a roncsolásban résztvevő felületek alakulására. A 10. ábrán látható, hogy a forgácsleválasztó erő a forgácscsőzög növekedésével csökken, vagyis $P_{12} < P_{11}$ érték.

Az alakváltoztató erő a forgács deformálódására fordítódik, ugyanakkor, miután a forgács az él homloklapján csuszki, mindig fellép az alakváltoztató erővel arányos surlódó erő is.

Az alakváltoztató erő hatását a forgácscsőzög változásának függvényében a 11. ábrán érzékeltetjük. A 11. ábrából megállapítható, hogy

a/ $S_{d2} < S_{d1}$, mert nagyobb forgácscsőzög mellett a leválasztott forgács kisebb deformációt szenved,

b/ kis forgácscsőzögnél az alakváltoztató erő, nagy forgácscsőzögnél pedig mindinkább a surlódó erő hatása érvényesül,

c/ az energiát igénylő, tehát a megmunkálás irányába eső erőkomponens nem lineárisan változik a forgácscsőzög változásával.

A forgácsleválasztó és az alakváltoztató erő változásának összevetése igazolja, természetes faanyagok esetében a forgácsszög fajlagos forgácsolóerő függvényének jellegét.

A forgácslapok esetén azonban az alakváltoztató erő a minimumra csökken, mivel a forgácslapból leválasztott forgács fűrészporszerű, szemben a természetes faanyagok forgácsával, amely darabosan deformáltan távozik a felületről. Ennek magyarázata a faforgácslap váltakozó rostiránya.

Az ismertetett mérések alapján felvetődik a kérdés, hogy keményfémélű szerszámokkal milyen forgácsszög érték mellett gazdaságos fahelyettesítő anyagokat megmunkálni?

A kérdés megválaszolása nem olyan egyszerű, mint az első pillanatban látszik, mert két ellentétes tényező optimumát kell megkeresni.

A forgácsszög növelése csökkenti a megmunkálás energiaigényét, ezzel szemben a forgácsszög csökkentése növeli az éltartósságot, vagyis a két élezés között megmunkálható anyag mennyiségét.

Az energiaigényt alapul véve a 9. ábrából megállapítható, hogy 10° -nál nagyobb forgácsszög esetében a megmunkálás energiaigényének csökkenése lelassul. Ez forgácslapok megmunkálása esetében elméletileg is teljesen indokolt, miután itt a hasítóerők kevésbé érvényesülhetnek, mint a természetes faanyag megmunkálásakor. A szóban levő görbe jellege indokolható azzal is, hogy a forgácslapok megmunkálásakor a leválasztott forgács deformálásához szükséges erő lényegesen alacsonyabb, mint a természetes faanyag szálirányu megmunkálásakor, vagyis kb. a harántirányu megmunkálással vehető azonosnak. Ha pedig a harántirányu megmunkálás jellegét vizsgáljuk - az irodalom adatai alapján - a forgácslap megmunkálásakor kapott jelleggörbe megalapozottnak látszik.

Az élkopást alapul véve is elfogadható értéknek látszik a 10° körüli forgácsszög, miután ezáltal a jelen esetben elérhető ékszög $\beta = 66^\circ$ értékű. Az ékszögnek ilyen értéke mellett megfelelő éltartósság biztosítható, amit a 3. ábrán feltüntetett köpésgörbe is igazol. Az ékszög további növelése már nem biztosítaná az élezésnél szükséges 6-8 mikron értékű élrádiusz (ρ) értéket, ami egyrészt az energiaigényt növelné, másrészt nem adna megfelelő minőségű felületet a megmunkálás után.

A fentiekből következőleg forgácslapok megmunkálására a keményfémélű marótárcsáknak a következő élszögértékei ajánlhatók:

$$\alpha = 13-15^\circ; \quad \beta = 65-69^\circ; \quad \gamma = 8-12^\circ.$$

Természetes faanyagoknak keményfémlapkás marótárcsával történő megmunkálásakor 12° -nál nagyobb forgácsszög is alkalmazható, mivel az élkopás oly kismérvű, hogy a forgácsszög közvetett befolyása alig érvényesül.

2. A megmunkált anyagban rejlő tényező

a/ A rostirány

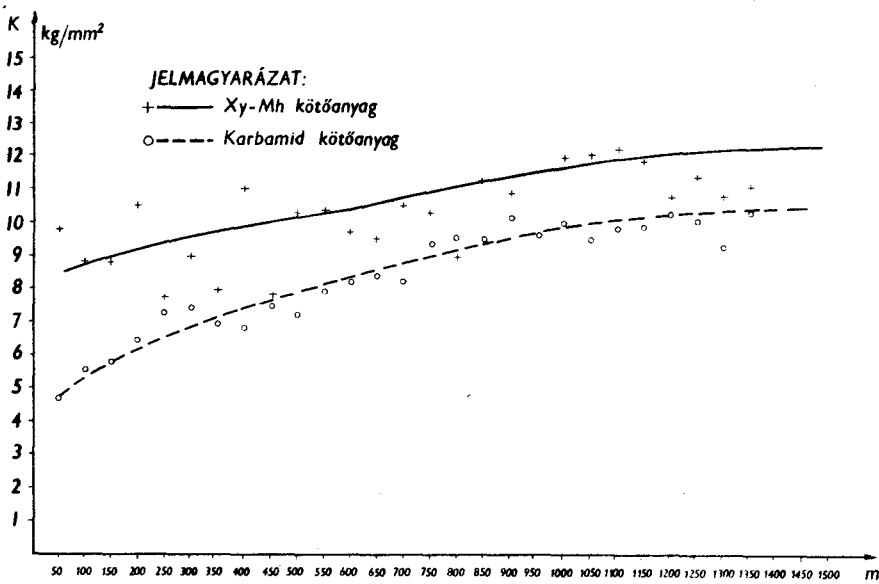
Miután a kutatás célja elsődlegesen a forgácslapok megmunkálási körülményeinek tisztázása, erre a szempontra külön nem volt szükség kitérni. Azonban mégis meg kell említeni, hogy a forgácslapban a rostirány keverten helyezkedik el. Az összehasonlításra felhasznált bükk és fenyő anyagok megmunkálása rostirányban történt.

b/ A kötőanyagok hatása

A szintetikus mügyanták megjelenésével a faanyag megmunkálásában új problémát jelentett a ragasztott faanyagok (rétegelt falemezek, forgácslapok stb.) forgácsolása. A mügyanta, mint kötőanyag a faanyagnál lényegesen intenzívebb koptató hatást gyakorol a forgácsolóélre, ezáltal nagyobb teljesítménykifejtést igényel a forgácsolásnál.

A forgácslapok megmunkálásakor (s általában a fahelyettesítő anyagok esetében) jelentős befolyásoló tényező a lapok gyártásakor alkalmazott kötőanyag (ragasztóanyag) mennyisége és fajtaja. A fahelyettesítő anyagok megmunkálásában jelentkező nehézségek főképpen a kötőanyag koptató hatására vezethetők vissza.

A kötőanyag hatását a "C" típusu keményfém kopásállóságán keresztül a karbamid típusu és xylenol alapú kötőanyaggal készült forgácslapokon vizsgáltuk.



12.ábra

A kötőanyag hatása a fajlagos forgácsoló erőre

Az elvégzett mérési adatokból arra kerestünk választ, hogy a kötőanyag fajtája milyen mértékben befolyásolja a késél alakállandóságát, s ezen keresztül a megmunkáláshoz szükséges energiaigényt. E tényezők vizsgálata szükségesnek látszott azért is, mert az európai országokban gyártott forgácslapok legnagyobb része nem xylenol (Xy-Mh), hanem karbamid típusu kötőanyaggal készül és nálunk is ma már főképpen karbamid típusu forgácslapok gyártását vették terembe. A xylenol és karbamid kötőanyaggal készült forgácslapok megmunkálásakor kapott értékeket - azonos tényezők mellett - a 12.ábra tartalmazza. A 12.ábrából látható, hogy a karbamid típusu kötőanyaggal készült forgácslapok alacsonyabb teljesítménnyel munkálthatók meg, mint a xylenol kötőanyaggal készített forgácslapok. Ebből következik, hogy a karbamid koptató hatása a xylenolénál alacsonyabb értékű. A kötőanyag koptató hatását a jelenleg használatos gyengén ötvözött acélkéses (K_1) esetében is megvizsgáltuk. Ez esetben is megmutatkozott a két típusu kötőanyag közötti különbség.

Mind a keményfémeknél, mind pedig az acélkéseknél kapott értékekből megállapítható, hogy a forgácslapok megmunkálásánál - azonos körülmények mellett - a xylenol kötőanyagának - a karbamidhoz viszonyítva - 25-38 %-kal nagyobb a koptató hatása, ezért a Xy-Mh típusu forgácslapból ennyivel kevesebb mennyiséget lehet egy élezés után megmunkálni. A fentiek után megállapítható, hogy a megmunkálás szempontjából is előnyösebb a karbamid típusu forgácslapok felhasználása.

A kapott adatok alapján több mérést végeztünk karbamid típusu forgácslapok forgácsolóerő igényének megállapítására, és a gazdaságos megmunkálási teljesítmény megállapítására.

Ez a kérdés további kutatást igényel, de máris megállapítható, hogy a keményfémélű késsel az élszögparaméterek megfelelő beállításával kb. 26-szor többet lehet megmunkálni, mint a gyengén ötvözött acélkéssel, anélkül, hogy újbóli élezés válna szükségessé.

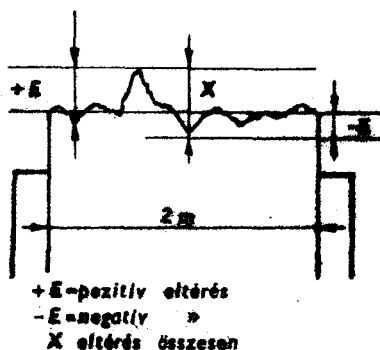
c/ Az inhomogenitás befolyása

A fa mint organikus anyag, abban különbözik a fémek és egyéb ásványi anyagoktól, hogy fizikai és mechanikai tulajdonságai a hely függvényében erősen ingadoznak. Ez a tulajdonság nemcsak az egyes fafajokon belül jelentkezik, hanem fennáll az egyes fafajok között is. Ezért az egyes faanyagok jellemző tulajdonságainak megállapítása és azoknak egymáshoz való viszonyítása sok nehézségbe ütközik.

Miután a forgácslapok össztömegükben kb. 84 %-ban faanyagból és 16 %-ban műgyantából és vízből állnak, a fának ez a tulajdonsága többé-kevésbé a forgácslapokra is jellemző. A természetes faanyagoknál mutatkozó inhomogenitás mértékét a forgácslapok felépítésénél jelentősen befolyásolni lehet a forgácsok alakjának megválasztásával és az egyenletes kötőanyag felhordással, sőt a lapképzéssel is. Ezenkívül még a préselés körülményei is befolyásolják a forgácslapok inhomogenitását.

Mind a természetes faanyag, mind a forgácslap fizikai és mechanikai tulajdonsága az inhomogenitás függvényében változik, s ennek következtében megmunkálásuk folyamán a felvett teljesítmény is nagy ingadozást mutat.

Az általunk vizsgált anyagok inhomogenitásának összehasonlítására olyan mérőszámot kerestünk, amely megmunkáláskor jelzi az egyes anyagok közötti eltérést. Az inhomogenitás mérőszámának jellemzésére a 2 méteres próbatestenen mért watt értékek maximális ingadozásának átlagát vettük. Minden anyagfajtaán a 13. ábrán feltüntetett módszerrel azonos körülmények között felvett 15 mérési adatot értékeltünk ki a Student-féle statisztikai valószínűséggel számolva.



13. ábra

Az inhomogenitás mérőszámának megállapítása

A mérések során kapott értékek az alábbi sorrendet mutatják:

1. Triangel forgácslap	$1,91 \pm 0,30$
2. Lucfenyőfa	$2,27 \pm 0,70$
3. Karbamid tip. forgácslap	$2,41 \pm 0,43$
4. Bükkfa	$3,49 \pm 1,05$
5. Xy-Mh tip. forgácslap	$3,62 \pm 1,09$

Ha az egyes anyagok inhomogenitását a lucfenyőfához viszonyítjuk, az alábbi viszonylagos inhomogenitást kapjuk:

1. Triangel forgácslap	0,84 %
2. Lucfenyőfa	1,00 %
3. Karbamid tip. forgácslap	1,06 %
4. Bükkfa	1,54 %
5. Xy-Mh tip. forgácslap	1,59 %

A kapott átlagértékekből megállapítható, hogy a faanyagok és fahelyettesítő anyagok inhomogenitása nem elhanyagolható tényező - így igen jelentős célkitűzésnek tekinthető a fahelyettesítő anyagoknál az ún. homogénfa előállítás - , s ennek következtében az egyes anyagokon belül, ill. az egyes anyagok között jelentős eltérés mutatkozhat az energiafelvételen.

A további mérések során megállapítottuk, hogy az inhomogenitás mérőszáma a késéllkopás függvényében emelkedik, ez a növek-

vó tendencia mind a mérőszámra, mind pedig a mérőszámnak a felvett teljesítményre vonatkoztatott %-ára fennáll.

d/ A térfogatsúly és a szilárdság

A faanyagok megmunkálásánál már régen ismert az az elv, hogy minél tömörebb az anyag, annál nehezebb azt megmunkálni. Mivel a forgácslapok kb. 84 %-ban faanyagot tartalmaznak, így ez az elv lényegében ezen anyagnál is érvényesül.

A faanyag tulajdonságai jelentősen változnak még egy fa-törzsen belül is. Ez a jelenség a forgácslapoknál ugyancsak tapasztalható az egyes laptípusokon belül (lásd az inhomogenitás mérőszámait).

A fa és fahelyettesítő anyagoknál jelentkező inhomogenitás a forgácsolóerő ingadozását eredményezi, és ez igen megnehezíti a forgácsolóerő mérését, s annak egyértelmű meghatározását.

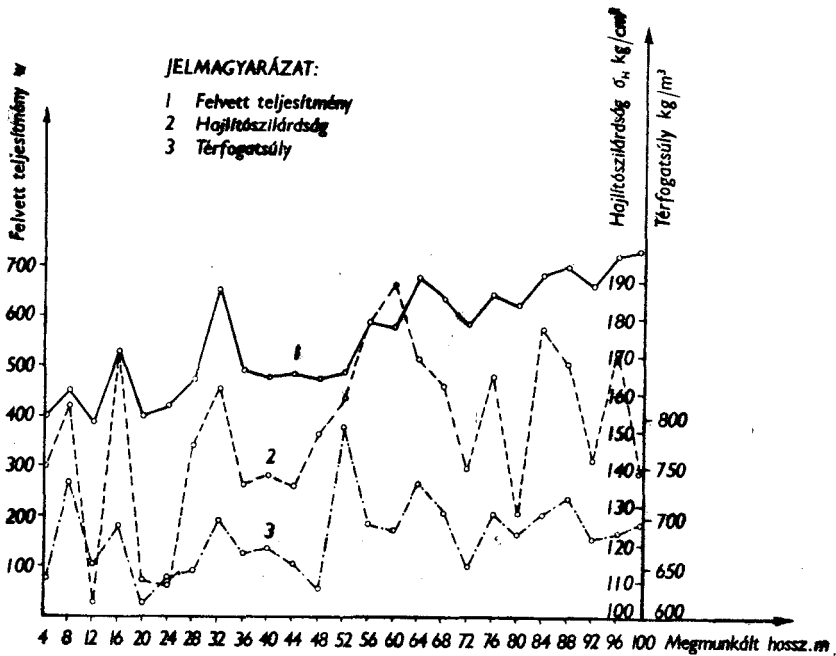
Kivimaa által végzett mérések adatai azt mutatták, hogy a faanyagoknál a forgácsolóerő értékeinek ingadozását - azonos tényezőket alapul véve - a faanyag térfogatsúlyának változására lehet visszavezetni. A finn nyirfán mért adatok szerint egy fa-törzsen belül a térfogatsúly szórása $609-778 \text{ kg/m}^3$ volt, ami kb. $\pm 90 \text{ kg/m}^3$ térfogatsúly szórásnak felel meg. Az évgyűrűk szélessége általában befolyásolja a faanyagok térfogatsúlyát, s így a megmunkáláshoz szükséges forgácsolóerő értéket is. Ez azonban nem minden fajra érvényes. Ezt igazolta Kivimaa vizsgálata, amikor is nyirfánál az évgyűrűszélesség nem gyakorolt észrevehető befolyást, míg fenyőfánál kimutatható volt az évgyűrű szélesség hatása.

A faforgácslapok térfogatsúlyának és a forgácsolóerő értékének összefüggését a 14. ábrán feldolgozott értékek mutatják.

A faforgácslapon mért adatok szerint a legjobb minőségű lapnál is a térfogatsúly szórása eléri a $\pm 40 \text{ kg/m}^3$ -t, s ez az érték egyes esetekben a $\pm 80 \text{ kg/m}^3$ -t is elérheti.

Az elvégzett mérésekből látható, hogy a térfogatsúly lineárisan befolyásolja a megmunkáláshoz szükséges forgácsolóerő értékét.

A hajlítoszilárdság és a forgácsolóerő között nincs egyértelmű összefüggés a faanyagok és a forgácslapok megmunkálását



14. ábra

A teljesítményfelvétel, hajlítószilárdság és térfogatsúly összefüggése a megmunkált hossz függvényében

összehasonlítva. Az elvégzett mérési adatok alapján megállapítható volt, hogy a szilárdságnak a természetes faanyagnál elsőrendű, a fahelyettesítő anyagoknál csak másod- vagy harmadrendű szerepe van, az egyéb befolyásoló tényezők (koptatóhatás, térfogatsúly stb.) mellett.

A bükkfa (717 kg/m^3) és a lucfenyő (445 kg/m^3) anyagokat összehasonlítva megállapítható, hogy a két anyag között mutatkozó kb. 70 %-os hajlítószilárdság különbség, az egy élre eső forgácsvastagság értékétől függően, gyengén ötvözött acélkések-nél 40-50 % közötti fajlagos forgácsolóerő emelkedést vont maga után. A fahelyettesítő anyagoknál ezzel szemben azt tapasztaltuk (az egyes forgácslap típusokat összehasonlítva), hogy a hajlítószilárdság nem ad ilyen irányú összefüggést, mivel a magasabb hajlítószilárdságot mutató forgácslap alacsonyabb fajlagos értékkel is megmunkálható.

Faforgácslapoknál valószínű, hogy a fajlagos forgácsolóerő igényt nem elsősorban az anyag hajlítózilárdsága, hanem a forgácslapok térfogatsúlya és az alkalmazott kötőanyag mechanikai tulajdonsága határozza meg, s a hajlítózilárdság szerepe csak másodlagos. Ez a tény azonban nem zárja ki a hajlítózilárdság befolyását a fajlagos forgácsolóerőre, egy azonos típusu forgácslapon belül.

Az elmondottakból látható, hogy a fa és a fahelyettesítő anyagok térfogatsúlya a forgácsolóerő szempontjából nem elhanyagolható tényező.

e/ Nedvességtartalom

A fajlagos forgácsolóerő meghatározásánál természetes faanyagok esetében számolnunk kell a fa nedvességtartalmával. A fa nedvességtartalmának emelkedésével csökken a roncsolási feszültség, ami legtöbb esetben a forgácsolóerő csökkenését eredményezi. A fa nedvességtartalma befolyásolja ezenkívül a forgács deformálódási képességét is, ami ugyancsak kihatással van a forgácsolóerő értékére. Továbbá a fa nedvessége a forgácsolóélen keletkezett surlódásra is jelentős hatással van.

Kivimaa, vizsgálatai alapján úgy találta, hogy 10-13 %-os nedvességtartalomhoz tartozó érték maximumot mutat a forgácsolóerő szempontjából. A növekvő nedvességtartalom kb. 30 %-ig csökkenti a forgácsolóerő értékét mindhárom fő vágási irányban.

A forgácslapok nedvességtartalmának hatására a forgácsolóerőre, az előkísérletek során végeztünk néhány mérést, amelyből megállapítottuk, hogy a nedvességtartalom 5-10 % közötti változása nem gyakorolt számottevő változást a forgácsolóerő értékére.

A megmunkált anyagban rejlő tényezőket érzékelteti a viszonylagos forgácsolási erő, amely megmutatja, hogy a fenyőfához viszonyítva az egyes anyagok milyen erővel munkálthatók meg. A 13. táblázatban adjuk meg az erre vonatkozó értékeket.

13. táblázat

Viszonylagos forgácsolási erő (fenyőfát 1-nek véve)

Sor	Fafaj	Viszonylagos forgácsolási erő	Megjegyzés
1	2	3	4
1	Hársfa	0,80	Irodalmi adatok (Voszkrészenszkij után)
2	Rezgőnyár	0,85	
3	Lucfenyő	0,95	
4	Égerfa	1,05	
5	Nyírfa	1,25	
6	Bükkfa	1,40	
7	Kóris tölgy	1,70	
8	Triangel forgácslap	1,06	Hazai mérési adat (Faipari Kutató Intézet)
9	Hazai karbamid tip. forgácslap	1,34	0,215 mm-es forgácsvastagság mellett (e_1)
10	Bükkfa	1,42	
11	Hazai xylenclos tip. forgácslap	2,48	

Megjegyzés: Az irodalmi adatoknál a forgácsvastagság nincs megadva.

3. A forgácsolás kinetikájából eredő tényezők

A forgácsolás kinetikájából eredő tényezők vizsgálata azt mutatja, hogy ezek, a már vizsgált tényezőkön kívül is alapvetően befolyásolják a forgácsolóerő értékét. E tényezők döntő jelentőségét a kutatók csak az utóbbi években ismerték fel, s így ma ezzel kapcsolatban megbízható adatok nem állnak rendelkezésünkre. A gyakorlati szakembereknek gyakran eltérő véleményük van az egyik vagy másik tényező hatásáról, ami ugyancsak arra mutat, hogy ezek további vizsgálata szükséges. E tényezők közül itt a szerszámél sebességét és az egy élre eső forgácsvastagságot fogjuk megvizsgálni.

a/ A szerszámél sebessége (főmozgás)

A forgácsolószerszám a leválasztandó forgáccsal érintkezve, annak a nyugalmi helyzetét csaknem pillanat alatt "v" sebességre növeli. A forgács leválasztásánál fellépő sebesség a fa deformációját befolyásoló erőköt hoz létre. A fajlagos forgácsolóerőre hatást gyakorol a növekvő roncsolófeszültség (a "v" növelésnél) és a csökkenő deformáció közötti összefüggés.

A gyakorlatban a forgácsolószerszám sebessége 1 m/sec-től 75 m/sec között változik. Ujabban körfűrészeknél a 100 m/sec értéket is elérték. A butoriparban használt forgácsológépeknél a forgácsolószerszámél sebessége általában 25-55 m/sec között változik. A forgácsolószerszámél sebességének hatását a forgácsolóerőre főképpen körfűrészeken vizsgálták. Az így kapott eredmények azonban nem adtak egyértelmű választ a szerszámél sebesség hatására. Maszlenkov laboratóriumi kísérletei szerint a 37-43 m/sec vágási sebességek mellett a fajlagos forgácsolóerő "k" csökkent a sebesség növekedésével, míg a körfűrészén végzett más kísérleteknél nőtt. A későbbi kísérletek (Petrusa) azt mutatták, hogy 50 m/sec értékig a fajlagos forgácsolóerő csökken a sebesség növekedésével.

Kivimaa által végzett ez irányú mérések (0,1 mm-es forgácsvastagság esetében) azt mutatták, hogy a forgácsolószerszámél sebességének befolyása a fajlagos forgácsolóerőre 0-50 m/sec érték között olyan csekély, hogy nincs gyakorlati jelentősége.

A vágósebesség hatásának vizsgálatánál az alábbi követelményeknek kell eleget tenni.

a/ Állandó értékű késél paraméterek.

b/ A különböző vágósebességeknél azonos forgácsvastagság.

c/ A szükséges fordulatszám és előtolás értékek állandósága.

A felsorolt tényezők a mérési pontosságon belül betarthatók voltak.

A mérésekhez használt keményfémlapkás tárcsa "C" típusu volt.

Jellemző adatok a szerszámél szögeire

$$\alpha = 17^{\circ}; \quad \beta = 54^{\circ}; \quad \gamma = 18^{\circ}.$$

A marótárcsa átmérője $D = 120$ mm.

Fogszám $z = 2$.

A rendelkezésünkre álló marógépen beállítható késtengely fordulatszámokat figyelembe véve az alábbi vágósebességek adódtak:

$$\begin{aligned}v_1 &= 19,7 \text{ m/sec} \\v_2 &= 29,1 \text{ m/sec} \\v_3 &= 39,4 \text{ m/sec} \\v_4 &= 58,2 \text{ m/sec}\end{aligned}$$

Az alábbi számításokkal megállapítottuk, hogy az $e_1 = 0,75$ mm fogankénti előtolás mellett (forgácsvastagság) biztosítható a különböző sebességek hatásának vizsgálata.

$$\begin{aligned}a/ E_1 &= 4,68 \text{ m/p} & e_1 &= \frac{4680}{3150 \cdot 2} = 0,744 \text{ mm} \\b/ E_2 &= 7,32 \text{ m/p} & e_1 &= \frac{7320}{4630 \cdot 2} = 0,790 \text{ mm} \\c/ E_3 &= 9,53 \text{ m/p} & e_1 &= \frac{9530}{6300 \cdot 2} = 0,756 \text{ mm} \\d/ E_4 &= 14,6 \text{ m/p} & e_1 &= \frac{14\ 600}{9260 \cdot 2} = 0,790 \text{ mm.}\end{aligned}$$

A fentiekből látható, hogy a forgácsvastagság elméletileg +5,5 - 2,5 % pontossággal volt tartható. Mivel az élek ütéséből származó forgácsvastagság különbség sem volt kisebb, ez a hiba elfogadhatónak látszott.

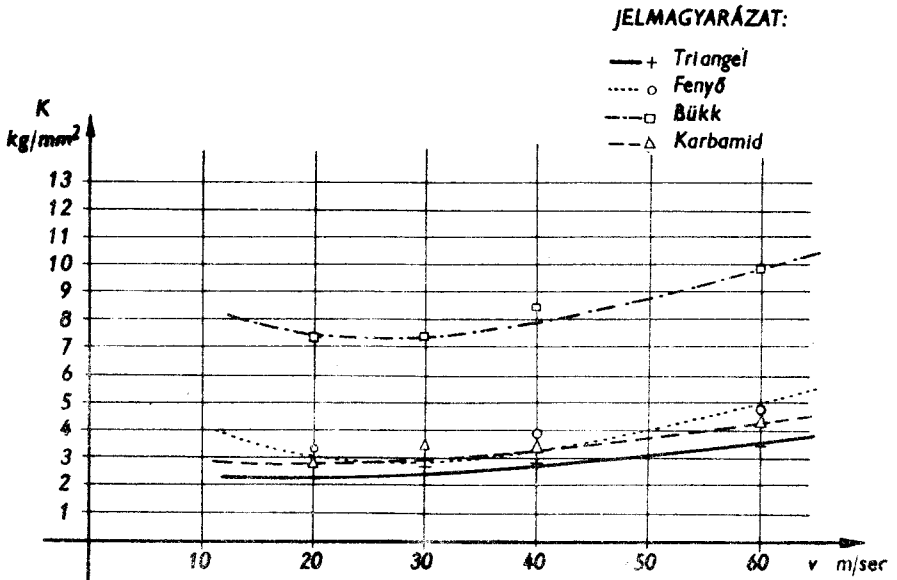
Miután a forgács ivelt ékalaku, a fogankénti előtolás a forgács maximális vastagságát adja. A közepes forgácsvastagság közelítőleg a fogás mélységéből (h) és a kés átmérőjéből (D) számítható.

$$e_k = e_1 \cdot \sqrt{\frac{h}{D}}$$

ahol $h = 10$ mm

$$e_k = 0,75 \cdot \sqrt{\frac{10}{120}} = 0,216 \text{ mm-re adódik.}$$

A megmunkált hazai forgácslapokat előzetesen azonos lehajlás szerint csoportosítottuk. A 2 méteres próbatesteket két végükön alátámasztva, középen koncentrált erővel terheltük. 1,3 kg előterhelést véve alapul 2 kg terhelésnél a 33 \pm 2 mm-es lehajlásukat használtuk fel.



15.ábra

A vágósebesség befolyása a fajlagos forgácsoló erőre
 $e = 0,75$ mm forgácsvastagságnál ($e_k = 0,216$ mm)

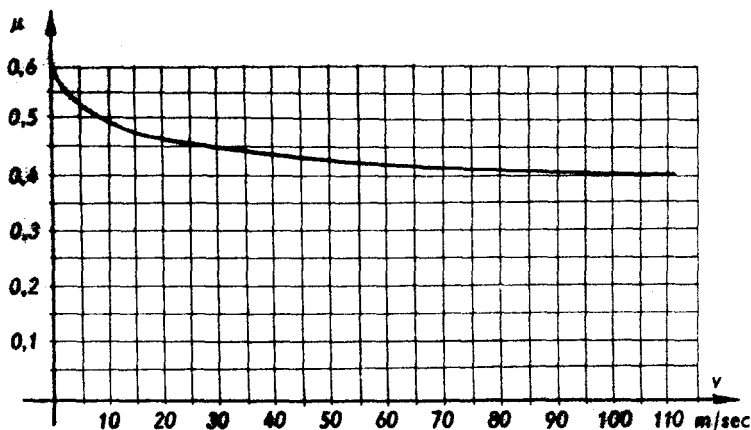
A Triangel típusu forgácslapokat és a bükkanyagot nem választottuk ki. A fenyőt csomómentesség alapján választottuk ki.

A különböző késélességből adódó szórás kiküszöbölésére a mérések előtt a frissen élezett marótárcsával 400 méter karbamid típusu próbatestet munkáltunk meg.

A mérési eredmények a 15.ábrán láthatók. A 15.ábrából megállapítható, hogy a vágósebesség - fajlagos forgácsolóerő függvénynek - természetes faanyagoknál kb. 30 m/sec-nál, forgácslapoknál kb. 20 m/sec vágósebességnél minimuma van.

A függvény jellege a következőkkel magyarázható.

a/ Mint ismeretes, a surlódási tényező a sebesség növekedésével csökken. A fémiparban ezt a függvényt már kielégítő pontossággal felmérték. Feltételezve, hogy a fa-fém surlódására is átvehető a fém-fém között kapott jelleg, megállapítható, hogy a vágósebesség növekedésével a surlódási tényező, tehát a szerszám felületein fellépő surlódási erő is csökken. A csökkenés kis sebességeknél erőteljes. Mintán csak feltételezett, hogy a surló-



16.ábra

A fa és fém közötti surlódási tényező a változó sebesség függvényében

dási tényező változásának jellege átvehető a fémiparból, csak a változás függvényét vizsgáljuk, ahol is a surlódási tényező csak a sebesség függvénye. Kother tapasztalati uton kapott függvényét átalakítottuk a fa-fém közötti surlódási tényezőnek megfelelően. Mivel különböző fajtájú fáknál különböző a surlódási tényező, közepesen a fa-fém surlódási tényezőnek felvehető $\mu = 0,6$. Az átkorrigált diagramot a 16.ábra szemlélteti.

A 16.ábrán közölt diagram alapján a forgácsleválasztó erőnek (a forgácsvastagságtól függően) kb. 1/3 része a surlódás leküzdésére fordítódik. Ennek alapján, amennyiben a fa-fém közötti surlódásra is fennáll a vágósebesség függvényében a feltételezett változás, úgy a fajlagos forgácsolóerő kb. 20 m/sec vágósebességig csökkenő vagy közel állandó értéket mutat.

b/ Amikor a szerszám a megmunkálendő anyagból egy darabot leválaszt, nemcsak a leválasztáshoz szükséges energiát igényli, hanem az eddig nyugalomban levő anyagrésznek a szerszám élsebeségére történő felgyorsítása is energiát fogyaszt. A gyorsítási ut végén a forgács mozgási energiája az

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (\text{mkg})$$

összefüggés alapján számítható, ahol

$$m = \text{a forgács tömege, } \frac{\text{kg} \cdot \text{sec}^2}{\text{m}}$$

$$m = G_g = \frac{e_1 \cdot b \cdot h \cdot \gamma}{g}$$

v = a forgács sebessége, közelítőleg azonos a vágósebességgel, m/sec

G = a forgács súlya, kg

e_1 = az egy fogra jutó előtolás m-ben

b = a szerszámél szélessége m-ben

h = a forgácsolás mélysége m-ben

γ = a megmunkált anyag térfogatsúlya, kg/m³

g = a nehézségi gyorsulás, m/sec²

A gyorsítási erőt a gyorsítási energia és a gyorsítás útjának aránya adja. A gyorsítás útja:

$$s = i = \frac{D \cdot \pi}{360} \cdot \varphi = \frac{D \cdot \pi}{360} \cdot \arcsin \left(2 \cdot \sqrt{\frac{h}{D}} \right)$$

$$\sin \varphi = 2 \cdot \sqrt{\frac{h}{D}}$$

ahol:

i = a forgácsív hossza,

D = az élkör átmérője, m

φ = a forgácsív szöge fokban.

A gyorsítóerő:

$$P = \frac{E}{s} \text{ kg.}$$

Amint az "E" és "s" fenti összefüggéséből látható a gyorsítóerő - miután a tényező a sebesség kivételével állandó - a sebesség négyzetével nő, így a fent leírt hatás mintegy a surlódási tényező hatásának tükörképe. Miután a gyorsító erő 40 méter után már rohamosan emelkedik, ezzel magyarázható a görbe emelkedő szakasza. Az a/ és b/ pontban elmondottak igazolják a fajlagos forgácsolóerő és a vágósebesség összefüggésére kapott

jelleget. Miben jelentkezik a szerszámél sebesség gyakorlati jelentősége?

A forgácsolószerszámél sebessége, azonos forgácsvastagságot alapul véve, jelentősen megnöveli a gépek kapacitását, ez pedig gyakorlatilag nem elhanyagolható tényező.

Ha figyelemmel kísérjük a modern gépek szerszámkészéleinek sebességét, azt látjuk (lásd az 1. táblázatot), hogy azok állandóan emelkednek. A marógépnél pl. a keményfémélű késeknél 75 m/sec értékű szerszámél sebességet állítanak be. Ezzel kevés élszámmal, a megadott forgácsvastagság mellett, magas termelékenységet lehet elérni. A kevés élszám (2-4) az élezésnél leegyszerűsíti a feladatot, könnyebbé teszi a munkát. Kutatásoknak kell eldönteni, hogy hol van a szóban levő tényező gazdaságosságának felső határa, amire ma még nem tudunk teljes biztonsággal választ adni.

b/ A forgácsvastagság befolyása (mellékmozgás)

A fa és fahelyettesítő anyagok forgácsolásához szükséges erőt az alakváltozási erő, ill. a forgácsleválasztó erő és a surlódási erő determinálja. A forgácsolásnál felhasznált energia egyik részét a forgácsleválasztás igényli, amely a forgácsoló szerszámél élességétől függően konstans érték marad. A surlódó erő által felhasznált energia gyakorlati szempontból ugyancsak konstans értéknek mondható. A forgácsolásnál felhasznált energia másik részét a forgács alakváltozása, vagyis a deformáció igényli, amellyel a leválasztott és a késél mellső lapjára tapadt forgácsot a megmunkált anyag felületén irányváltoztatásra kényszeríti, ill. a megmunkált felületről eltávolítja.

A deformációhoz szükséges energia nagymértékben függ a forgácsvastagságtól és megállapítható, hogy bizonyos határon belül ennek lineáris funkciója.

A deformációra felhasznált energiát az alábbi tényezők befolyásolják:

- a/ a surlódási tényező értéke,
- b/ a leválasztott forgács alakváltozási képessége,
- c/ a forgácsolás szöge (ill. a metszőszög) és
- d/ a rostirány.

A forgácsvastagság és a forgácsolóerő összefüggésének vizsgálatával kapcsolatban elvégzett kísérletek azt mutatták, hogy a forgácsolás jellegének kialakításában a szóban levő tényező a legfontosabbak egyikét alkotja, vagyis az összes többi tényezők vizsgálatánál a forgácsvastagságot mindig állandó értéken kell tartani.

A természetes faanyagoknál az egyes megmunkálási rostirányokat vizsgálva azt látjuk, hogy harántirányu (\perp) forgácsolásnál a forgácsvastagság összefüggése a forgácsolóerővel lineáris jellegű. Szárirányu (\parallel) forgácsolásnál - ha a forgácsvastagság 0,2 mm-nél nagyobb - az összefüggés parabolikus jellegű. Rostokra merőleges irányu (\perp) forgácsolásnál az összefüggés lineáris jellegű (Kivimaa mérései alapján). A forgácsolóerőnek ez a tulajdonsága hozta létre a fajlagos forgácsolóerő fogalmát.

A fajlagos forgácsolóerő (k) nem más, mint a forgács keresztmetszetének egységnyi felületére eső forgácsolóerő.

$$k = \frac{P}{F}, \text{ kg/mm}^2$$

ahol

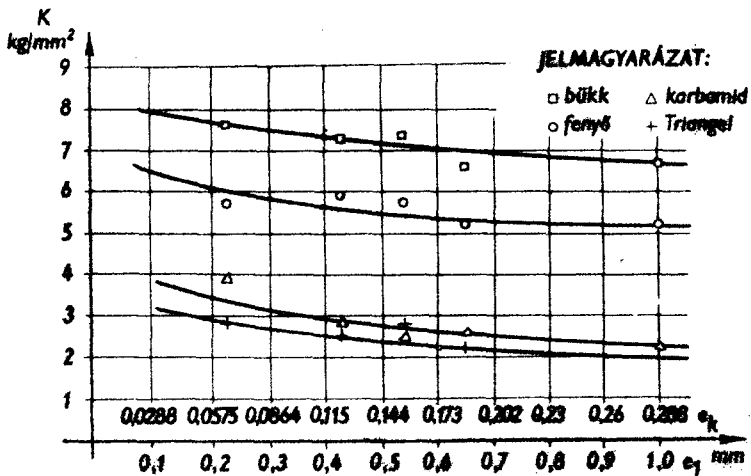
P = a forgácsolóerő, kg

F = a forgács keresztmetszetének területe, mm^2 ($F = e \cdot b$)

Ez az összefüggés a forgácsolási elmélet igen fontos megállapítása, s azt mutatja, hogy a forgácsvastagság növekedésével csökken a fajlagos forgácsolóerő.

Ebben az összefüggésben jelentkezik a forgácsvastagság gyakorlati jelentősége a forgácsológép energiafelhasználása szempontjából. Az elmondottakból ugyanis az következik, hogy minél kisebb a fa forgácsvastagsága, az energia felhasználás annál kedvezőtlenebb. Ezenkívül a forgácsvastagság jelentősen befolyásolja a késél tartósságát is, miután a forgácsvastagság növekedésével a természetes faanyagoknál mindjobban az előhasítás jut érvényre, s ezáltal a kopás tulnyomórészt az él hátlapján keletkező surlódás által következik be.

Mint ismeretes, a fa megmunkálás gyakorlatában a felesleges anyagréz eltávolítása egy-két kivételtől eltekintve szakaszos. A felhasznált energia egyébként azonos forgácsolási jellemzők mellett attól függ, hogy ugyanazon anyagmennyiség eltávolítása hány lépésben, vagy, ha úgy tetszik, hány darabban történik.



17.ábra

A fajlagos forgácsolóerő a forgácsvastagság függvényében

14.táblázat

A fajlagos forgácsolóerő értékei a forgácsvastagság függvényében $\gamma = 0^\circ$ homlokszög esetén

Sor- szám	Megmunkált anyag	Forgácsvastagság e_1 mm				
		0,215	0,430	0,537	0,645	1,078
1	2	3	4	5	6	7
1	Triangel	2,75	2,57	2,75	2,20	1,96
2	Karbamid	3,97	2,87	2,47	2,60	2,31
3	Fenyő	5,83	5,92	5,81	5,21	5,26
4	Bükk	7,69	7,20	7,38	6,65	6,75

Mint ismeretes, minél kisebb részletekben történik az anyag lemunkálása, annál nagyobb fajlagos erőt követel a megmunkálás. A fának marással történő megmunkálása esetében tehát az egy élre jutó előtolás, vagyis a forgácsvastagság dönti el a fajlagos forgácsolóerő nagyságát, ezért a fajlagos forgácsolóerő megadása a forgácsvastagság közlése nélkül nem teljes. Az általunk elvégzett kísérlet célja annak eldöntése, hogy forgácslapok megmunkálása esetén milyen befolyása van a forgácsvastagságnak a fajlagos forgácsolóerőre.

A méréshez használt szerszám és a mérés ismertetése az előző fejezetben található.

A mérési eredményeket a forgácsvastagság fajlagos forgácsolóerőre gyakorolt befolyása szempontjából csoportosítva a 14. táblázat és a 17. ábra tartalmazza.

Legalkalmasabb a $\gamma = 0^\circ$ -os szerszám mérési eredményeit vizsgálni, mivel itt mutatkozik a legkisebb szórás. Összehasonlítva a faanyagra és a forgácslapra elvégzett mérési adatokat, megállapítható, hogy az egy élre eső forgácsvastagság hatásának jellege azonos a két anyag esetében.

A 17. ábrán jól látható, hogy az energiaigény 0,202 mm közepes forgácsvastagságig (e_k) intenzíven csökken, míg ezután a csökkenés értéke már igen lassu.

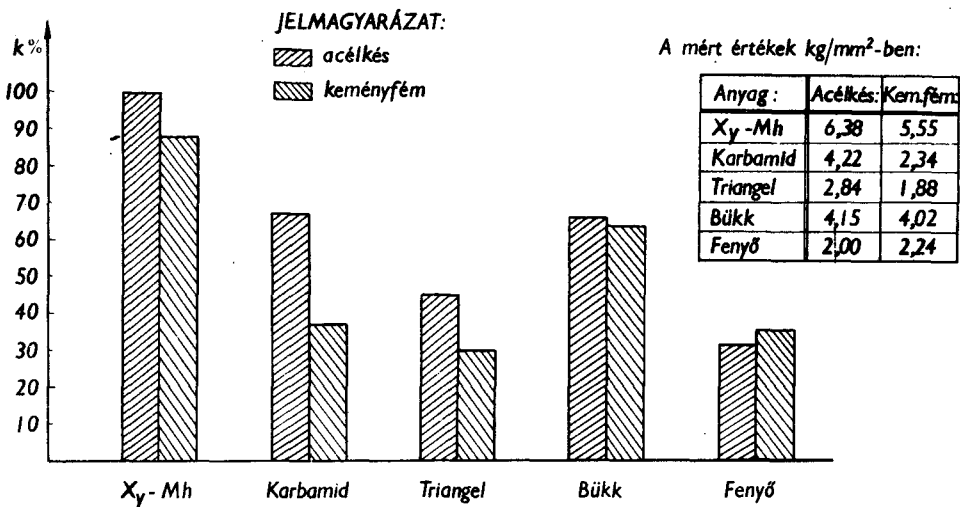
A függvény jellegét tompaélű szerszám esetében is megvizsgáltuk. A kapott adatok összevetéséből megállapítható volt, hogy a forgácsvastagság befolyása a fajlagos forgácsolóerőre azonos jellegűt mutat mind az éles, mind pedig a tompaélű késnél.

Felmerül a kérdés, hogy milyen forgácsvastagságot használjunk marásnál, forgácslapok esetén.

Az energiatakarékosság és a termelékenység a minél nagyobb forgácsvastagság mellett szólnak, ugyanakkor a megmunkált felület finomsága kis forgácsvastagságot követel.

Vegyük ezek után részletesen szemügyre a fenti követelményeket. Mint az a 17. ábrán látható, az $e_k = 0,2$ mm-nél nagyobb forgácsvastagság mellett a megmunkálás energiaigénye nem csökken lényegesen. Az energiatakarékosság szempontjából így az $e_k = 0,2$ mm forgácsvastagság elfogadható.

Ha a termelékenység szempontjából vizsgáljuk a forgácsvastagságot megállapítható, hogy egyébként azonos technológiai jel-



18.ábra

A fajlagos forgácsolóerő összehasonlítása keményfém és ötvöztött acélkés (K₁) esetében különböző anyagoknál

lemzők mellett a forgácsvastagság növekedésével egyenes arányban nő a gép teljesítménye.

A felületi finomság szempontjából az e₁ (egy fogra eső előtolás) forgácsvastagságot kell vizsgálni, mert a megmunkált felületeket összetevő ciklois hosszakat ez határozza meg. A ciklois a késátmérő körívével helyettesíthető, ami a számításban csak 1-2 %-os eltérést ad. A felületi egyenlőtlenséget a körívek metszéspontja határozza meg, mint azt a 18.ábra mutatja.

A 18.ábrából látható, hogy a felületi érdesség:

$$h = R - m$$

ahol

$$m = \sqrt{R^2 - \left(\frac{e_1}{2}\right)^2}$$

tehát $h = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{e_1}{2}\right)^2}$

A pontos számítást is elvégeztük a ciklois egyenletéből, és megállapítottuk, hogy szükségtelen a bonyolult egyenlet használata, mert a két eredmény közötti különbség minimális.

Ha a maróátmérő 100 mm felett van, és az egy fogra jutó előtolás $e_1 = 0,5-2$ mm között változik, akkor a kiadódó felületi érdesség $h = 1-4$ mikron.

Az elmondottakból megállapítható, hogy

a/ önmagában a szerszám élének egyenetlensége 1-4 mikronnál nagyobb egyenetlenséget okozhat.

b/ Többélű szerszám esetén az élek ütéséből származó felületi egyenlőtlenység 10-es nagyságrenddel lehet nagyobb.

c/ Forgácslapok esetében a megmunkált anyag pórusos szerkezete a megmunkálás után 0,1-1 mm-es nagyságú felületi egyenlőtleniséget okozhat.

Mindezt figyelembe véve kimondható, hogy forgácslapok marása esetén az előtolás nagysága a gyakorlatban számottevően nem befolyásolja a felületi simaságot, ha az egy fogra jutó előtolás a 3-4 millimétert nem haladja meg.

Az elvégzett mérések alapján megállapítható, hogy a forgácslapok megmunkálásakor az egy élre eső forgácsvastagságnak csak az energiaigény szempontjából van lényeges befolyása.

A mérések alapján tehát az egy élre eső forgácsvastagságot 0,2 mm alatt nem ajánlatos beállítani, miután ez esetben az energiaigény jelentősen emelkedik. A 0,2 mm feletti értéket főképpen a marógép teljesítménye és a szerszám minősége határozza meg.

ÖSSZEFOGLALÁS

Összefoglalva az eddigieket az alábbi feladatokat oldottuk meg:

1. Kidolgoztuk az egyes tényezők mérésére alkalmas módszereket, összeállítottuk a méréshez szükséges berendezést, amely egy watt regiszterből és egy előtolóműből állt.

2. Megterveztük a méréshez szükséges keményfémű késeket, az elkészített kések szögparamétereit levizsgáltuk.

3. Megmunkáltunk egyenként 1500 fm, összesen 4500 fm xylenol típusú forgácslapot a rendelkezésünkre álló "C", "N" és "N₁" típusú késekkel. A kapott eredmények alapján megállapítottuk,

hogy a három típus közül a "C" típus az "N₁" tipushoz viszonyítva 29 %-kal, az "N" tipushoz viszonyítva pedig 25 %-kal igényel kevesebb energiát, azonos munka elvégzésénél. A 4. ábrán látható, hogy míg a "C" típus kb. 1350-1400 fm megmunkálása után vált csak elméletileg életlenné, addig az "N" és "N₁" típusok már 550 ill. 700 fm körül elméletileg életlenné váltak.

4. A három típusu keményfém élkopására összehasonlító méréseket végeztünk, a megmunkálás alsó 450 m-es szakaszán. Az egyes típusok kopásának mértéke az alábbi értékeket mutatta:

"C" típus	1,318 mm ²
"N" típus	1,427 mm ²
"N ₁ " típus	1,485 mm ²

A mérések alapján felvett kopásgörbe azt mutatta, hogy a fahorgácslapok megmunkálásánál a forgácsolóél kopása az első 50-100 fm alatt a legintenzívebb, utána lelassul és 300-400 fm után az élkopás a megmunkált anyag koptató hatásától függően igen lassan változik.

5. Xylenol és karbamid típusu kötőanyag koptató hatásával kapcsolatos mérések azt mutatták, hogy a xylenol forgácsolása közben - a karbamidhoz viszonyítva - 25-38 %-kal kevesebb folyó-méter munkálható meg ugyanazon késsel a két élezés között.

Megállapítható továbbá, hogy a keményfémélű késekkel 26-30-szor többet lehet megmunkálni, mint az eddig használt gyengén ötvözött acélkésekkel.

6. Vizsgáltuk a fahelyettesítő anyagok fizikai és mechanikai tulajdonságainak hatását a fajlagos forgácsolóerőre. Az inhomogenitásra kidolgozott mérőszámok alapján azt találtuk, hogy a jóminőségű forgácslapok homogénebb anyagok, mint a természetes faanyag. A lucfenyő értékét 1,00-nak véve az alábbi sorrend alakult ki az inhomogenitás jellemzésére:

1. Triangel forgácslap	0,84 %
2. Lucfenyő	1,00 %
3. Karbamid tip. forgácslap	1,06 %
4. Bükkfa	1,54 %
5. Xy-Mh tip. forgácslap	1,59 %

A forgácslapok térfogatsúlyának változását vizsgálva azt találtuk, hogy a térfogatsúly emelkedésével lineárisan nő a fajlagos forgácsolóerő és fordítva.

A hajlítószilárdság vizsgálata azt mutatta, hogy az közel sem mutat olyan hatást a fajlagos forgácsolóerőre, mint a természetes faanyag szilárdsági értékei. A forgácslapoknál a fajlagos forgácsolóerő nagyságát elsősorban nem a hajlítószilárdság, hanem az alkalmazott kötőanyag és a térfogatsúly határozzák meg.

7. Forgácslapok megmunkálásakor az egy élre jutó előtolás nem determináns tényező, a forgácsvastagságot főképpen a megmunkáló gép teljesítménye és a szerszám szilárdsága szabja meg. Energiaigény szempontjából nem indokolt az $e_k = 0,2$ mm forgácsvastagság fölé menni, azonban a termelékenység növelése érdekében magasabb, közepes forgácsvastagság is alkalmazható.

8. A vágósebesség változása nem befolyásolja jelentősen a fajlagos forgácsolóerő értékét, a minimális energiaigény 20-30 m/sec vágósebesség mellett lép fel.

9. Az elővágóél használata a hornyok megmunkálásakor igen előnyös s a megmunkálás energiaigényét maximálisan 1-1,5 %-kal növeli.

10. A különböző anyagok forgácsolóerő értékével kapcsolatos mérések azt mutatták, hogy helytálló az irodalomnak az a megállapítása, hogy a keményfém természetes faanyagok megmunkálásánál kb. 15-25 %-kal nagyobb energiát igényel. A faforgácslapok megmunkálásánál azonban ez a megállapítás nem alkalmazható, mivel itt a helyzet fordított. A keményfémű kések a faforgácslapok megmunkálásánál az egy élre eső forgácsvastagság függvényében 5-15 %-kal (egyes esetekben 30 %-kal) igényelnek kisebb energiát, mint az acélkések (lásd a 18. ábrát).

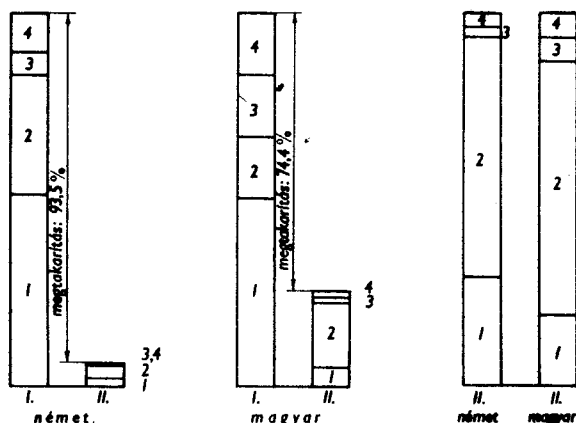
JAVASLATOK AZ IPAR SZÁMÁRA

1. Az eddigi mérések alapján megállapítást nyert, hogy a hazai gyártmányú keményfémek közül a "C" típusú a legmegfelelőbb a forgácslapok megmunkálására. Javasoljuk, hogy a fafeldolgozó ipar a faforgácslapok megmunkálására (hazailag gyártott) "C" típusú keményfémeket alkalmazzon, az alábbi élszögértékek mellett

$$\alpha = 13^{\circ}-15^{\circ}; \quad \beta = 65-69^{\circ}; \quad \gamma = 8-12^{\circ}.$$

2. A mérések során felhasznált fa és fahelyettesítő anyagokat megmunkáltuk az iparban jelenleg alkalmazott hatélű, gyengén ötvözött (K_1) minőségű acélból készített marókéssel és egy általunk tervezett speciális keményfémélű marókéssel.

A felhasznált anyagoknál a kimunkált horony mélysége, valamint az alkalmazott előtolás nagysága mindkét marókésnél azonos volt. Miután a jelenlegi mérésorozatnak egyik feladata volt, hogy utmutatást adjunk a fahelyettesítő anyagok gazdaságos megmunkálására, összehasonlítottuk a jelenleg általánosan alkalmazott K_1 típusu hatélű acélkést az általunk szerkesztett speciális



GYORSACÉL- ÉS KEMÉNYFÉM MARÓK KÖLTSÉGEINEK ÉS KÖLTSÉGTÉNYEZŐINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA NÉMET ÉS MAGYAR VISZONYLATBAN

Költségtényezők megoszlása német viszonylatban:

I. Keményfém marók

1. beszerzési ár:	29,30%
2. utóncsiszolósi költség:	64,50%
3. szerszámcsere költség:	2,42%
4. gépdíllási költség:	3,78%

II. Gyorsacél marók

1. beszerzési ár:	51,40%
2. utóncsiszolósi költség:	31,70%
3. szerszámcsere költség:	6,35%
4. gépdíllási költség:	10,55%

Költségtényezők megoszlása magyar viszonylatban:

I. Keményfém marók

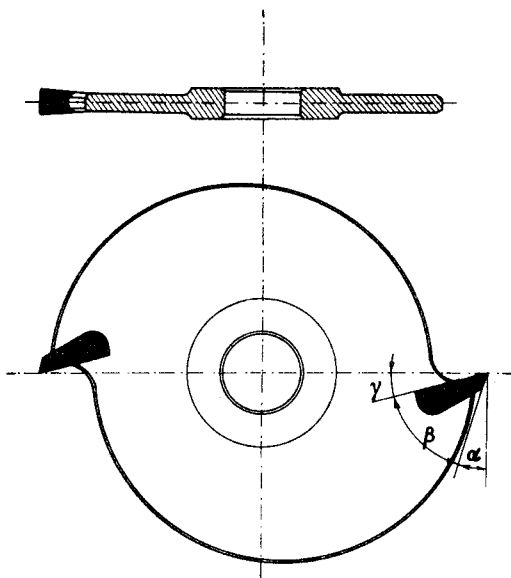
1. beszerzési ár:	19,10%
2. utóncsiszolósi költség:	68,10%
3. szerszámcsere költség:	6,40%
4. gépdíllási költség:	6,40%

II. Normálacél marók (CrS_1)

1. beszerzési ár:	50,35%
2. utóncsiszolósi költség:	16,55%
3. szerszámcsere költség:	16,55%
4. gépdíllási költség:	16,55%

19. ábra

Gyorsacél és keményfém lapkás marók költségeinek összehasonlítása



20.ábra

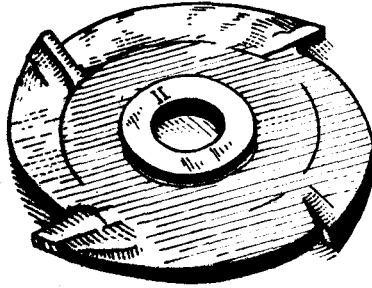
Az elővágóél nélküli csökkentett keményfém-lapka
sulyu marótárcsa

lis "C₁₅" típusu keményfémélű marókéssel. A mérések alapján kapott értékeket a 18.ábra tartalmazza.

Az adatokból megállapítható, hogy a keményfémélű kések a kezdeti szakasztól kezdve alacsonyabb fajlagos forgácsolóerővel dolgoztak a fahelyettesítő anyagok megmunkálásakor, mint a K₁ típusu kések. Ugyanazon művelet elvégzéséhez a speciális keményfémélű kések kb. 15-20 %-kal igényelnek kevesebb energiát és emellett kb. 26-szoros mennyiséget tudnak élezés nélkül megmunkálni, mint a jelenleg használatban levő acélkés típusok (K₁).

Az ismertetett adatokat figyelembe véve 1 fm megmunkálása-
kor kb. 70 % költségmegtakarítás mutatkozik keményfémek eseté-
ben a hagyományos acélkésekkel szemben. Ez egy keményfémélű tár-
csánál kb. 25 000 Ft megtakarítást eredményez (lásd a 19.ábrát).

Ezért javasolható, hogy a fafeldolgozóipar faforgácslapok
hornyálására a jelenleg alkalmazott öt-hat élű, gyengén ötvözött
acélkések helyett a 20. és 21.ábrán között kettő-négy élű ke-
ményfémrel felszerelt marókéseket alkalmazza.



21.ábra

Az elővágóélel készült csökkentett keményfém-lapka
súlyu marótárcsa

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Kivimaa: Cutting Force in Wood working (1950). Az Állami Techn. Kutatóintézet kiadványa 18.sz.közlöny.
2. Kollmann: Technologie des Holzes 715-721.oldal.(Berlin,1951.)
3. Hbamh G.: Vertymateriale og Werktylitasje ves maskinell trehearbeindung. (Nors Shogüdustrrie, 1952)
4. Guntel Nichel: Gestaltung und Einsatz von Hartmetallwerkzeugen in der Holzverarbeitung (Holz als Roh-und Werk, 1955-108).

5. I. Petipas: Érdekes angol tanulmány az élszőgről. (Revue du Bois, 1957.márc.)
6. Voszkreszenszkij: A fa forgácsolása (Rezania Dreveszinü, Moszkva, 1955)
7. Bersadszkij: A fa forgácsolása (Rezania Dreveszinü, Moszkva, 1956)

**FORGÁCSLAP PRÉSEK ÉS A FORGÁCSLAPOK VASTAGSÁGI
MÉRÉTSZORÁSÁNAK VIZSGÁLATA²**

Lázár László
tudományos osztályvezető
Gulyás Kiss Ernő
tudományos munkatárs

BEVEZETÉS

A forgácslapgyártásban az egyik alapvető gépegység a hőprés. A hőprésben létrejövő bonyolult fiziko-kémiai folyamatok határozzák meg nagymértékben a késztermék tulajdonságait. Ezen tulajdonságok közül a kész lapok vastagsági méreteinek szórása igen nagymértékben függ a hőprés konstrukciójától, különösen az alsó és felső nyomólapok és az egyes fűtőlapok méretezésétől. Amennyiben a szóban levő szerkezeti elemek méretezése nem kielégítő, úgy a préselés folyamatában létrejövő deformációk az egyes lapokon belül (a lap vastagsági méretében) műszakilag a megengedettnél nagyobb eltérést okoznak. A lapon belüli vastagsági eltérések magukkal hozzák a térfogatsúly ingadozást, ez pedig kihat a késztermék fizikai és mechanikai tulajdonságaira, a késztermék inhomogenitására.

A fenti okok szükségessé tették a préselés közben keletkező nyomásviszonyok következtében létrejövő deformációk tanulmányozását.

A kérdéssel kapcsolatos irodalom áttekintése

A hőpréselés tényezőivel az irodalom világviszonylatban foglalkozik. E tényezők közül különösen a hőfok, a présidő és a nedvesség hatása foglalkoztatja a kutatókat. Ismertebb munkák

²1959-1960 években végzett kutatás.

ezen területen Klauditz és Fahrni kísérletei, akik e tényezők összefüggéseit sokoldalúan tárgyalják.

Vannak azonban ezenkívül a hőpréselésnél olyan tényezők is, melyek főképpen a melegprés konstrukciójából adódnak (pl. a nyomásviszonyok). Ezen tényezők a gyártástechnológia szempontjából kisebb jelentőségűek, mégsem hagyhatók figyelmen kívül, miután alapvetőek a kész forgácslapok felhasználhatósága szempontjából. Olyan irodalmi anyag, mely a melegprés nyomásviszonyait tárgyalná a présciklus (zárási idő + préselési idő + nyitás) függvényében, nem ismeretes előttünk. Ismeretesek olyan irodalmi adatok, amelyek a jelenleg gyártott melegprésesek fajlagos nyomásának értékeire adnak tájékoztatást, de ezekből sem tűnik ki, hogy a megadott értékek milyen viszonyok között indokoltak. Schreibert tájékoztatása alapján forgácslap préselés céljaira a jelenleg gyártott melegprésesek fajlagos nyomásértékei $15-20 \text{ kg/cm}^2$ értékek között változnak. Schreibert tájékoztatásából sem tűnik ki, hogy melyik érték, milyen viszonyok között indokolt. Így a melegprésesek nyomásviszonyaira vonatkozóan a jelenlegi irodalmi adatokból nem lehetett kielégítő választ kapni.

A nyomásviszonyoknak megfelelően fontos kérdés a melegprés egyes fűtőlapjainak méretezése is. Ugyanis a préselési ciklus alatt keletkező nyomás a préselt anyag rugalmas alakváltozása folytán a hézagleceken koncentrálódik, s ezáltal a fűtőlapok erősen deformálódhatnak. Az egyes fűtőlapokon fellépő deformációk mértéke a fűtőlapok vastagsági méretétől függ. Így a fűtőlapok vastagsági mérete - a préselési ciklus alatt keletkező nyomásviszonyoktól függően - alapvetően befolyásolja a kész lapok vastagsági méretének szórását a lapon belül. Az irodalmi adatok a fűtőlapok vastagsági méreteinek értékeit $80-120 \text{ mm}$ között adják meg. Ezzel szemben az üzemekben $40-45 \text{ mm}$ vastagságú préslapok használatosak. Nem ismeretes olyan irodalmi anyag, mely részleteiben tárgyalná, hogy ezen értékeket milyen nyomásviszonyok indokolják. Nem talákoztunk továbbá olyan irodalmi anyaggal, mely foglalkozna azzal a kérdéssel, hogy ezen értékeket hogyan lehet befolyásolni a présciklus egyes szakaszaiban fellépő nyomásviszonyokkal.

A forgácslapok vastagságváltozása és a vastagságváltozást befolyásoló tényezők

A vastagságváltozást előidéző tényezők:

1. A forgácspaplan terítési egyenlőtlensége.
2. A védőlapok gyártási tűrése.
3. A hézaglécek gyártási tűrése.
4. A préslapok gyártási tűrése.
5. A présalkatrészek deformálódása.
6. Gondatlanság.

A forgácspaplan terítési egyenlőtlensége

A terítési. egyenlőtlenség vastagsági eltérésre gyakorolt befolyását nem mértük fel, annál is inkább, mert megfelelően méretezett prés és préslapok esetén a gyakorlati terítési egyenlőtlenség tömörítéssel kiegyenlítődik és nem okozhat vastagsági méreteltérést a forgácslapokban. Tehát helyesen méretezett présel a terítési egyenlőtlenség okozta hibák kiküszöbölhetők.

A védőlapok gyártási tűrése

A védőlapok anyaga Al, Mg, Si hidegen hengerelve. Az MSZ 9222 szabvány a 3 mm vastagságnál és 1000 mm szélességnél $\pm 0,15$ mm eltérést enged meg. A mérések alapján megállapítottuk, hogy az általunk használt védőlapok eltérése $\pm 0,247$ mm, ami nagyobb a szabványban megengedettnél.

A hézaglécek gyártási tűrése

A mérési eredmények alapján a hézaglécek vastagsága $26,09 \pm 0,052$ mm-re adódott.

A préslapok gyártási tűrése

Miután a préslapokhoz hozzáférni beszerelt állapotban nehézkes, a mérést csak a préslapok két végén végeztük. Különben

is a préslapok átvételénél az ellenőrzés megtörtént. Az MSZ 6300 szabványban előírt $\pm 0,1$ mm-es vastagsági eltérésnek a préslap megfelel, mert a mérések is a lapokon belül $\pm 0,1$ mm-es eltérést mutattak.

A prés alkatrészeinek deformálódása

Mivel ez a tényező nagyjelentőségű és bővebben kívánunk vele foglalkozni, külön fejezetben tárgyaljuk.

Gondatlanság

A préselési folyamatban figyelmet kell fordítani a hézaglécekre, mert fennáll a lehetősége annak, hogy forgács jut a hézagléc alá (sokszor nagyobb mennyiségben), ami vastagsági méret-differenciát okoz.

Miután ez a hibaforrás nem számítható, és a vastagsági méretszórás számításában nem vehető figyelembe, nem foglalkozunk vele. Gondos préskezeléssel és a hézaglécek tisztogatásával ez a hibaforrás kiküszöbölhető.

A forgácslap műszakilag indokolható méretszórása a prés segédberendezések szórásából

A védőlapok gyártási eltéréséből $\pm 0,247$ mm.

A hézaglécek gyártási eltéréséből $\pm 0,052$ mm.

A préslapok gyártási eltéréséből $\pm 0,100$ mm.

A későbbiek során ismerttetendő számítás alapján a forgácslap türe

+0,946

N mm

-0,946

ahol N a névleges méret.

A maximális vastagságkülönbség $1,892 \sim 1,9$ mm.

A jelenlegi gyakorlatban használt 40 mm vastagságú préslapok esetében adódó vastagsági méretszórás megállapítására ellenőrző méréseket végeztünk. A szóban levő méréseket erősen defor-

málódott, több év óta üzemen levő préslapokkal és teljesen új préslapokkal végeztük el, 20,0 mm névleges vastagsági mérettel gyártott forgácsolapokon.

A lapokon belül mért maximális ill. minimális vastagsági méretekből megállapítható volt, hogy a maximális eltérés a forgácsolapoknál

$$\begin{array}{r} 20,0 + 0,5 \\ - 2,5 \end{array}$$

Az átlagos eltérés +0,010

-1,383.

Az előbbieken ismertetett vastagsági mérésből a maximális eltérés N +0,5 mm-re adódott, így a maximális vastagsági különbség 3 mm. Mivel a segédberendezések törésmezeje alapján 1,9 mm indokolt, az 1,1 mm-es eltérést csak a présalkatrészek deformációi okozhatják, ha feltételezzük, hogy a terítési egyenlőtlenség és a gondatlanság nem játszik szerepet.

Még megjegyezzük, hogy a fent ismertetett vastagsági méretszórás közvetlenül az új préslapok behelyezése után mértük, a későbbiek folyamán eszközölt mérések még nagyobb vastagsági méreteltérést adtak a préslapok maradandó deformálódása miatt.

Az ismertetettek alapján szükségessé vált a hidraulikus hőprés szilárdsági és deformációs ellenőrzése.

A HIDRAULIKUS HŐPRÉS VIZSGÁLATA

A hőprés vizsgálatát két részre bonthatjuk, úgy mint:

1. Szerkezeti vizsgálat.
2. Deformációs és szilárdsági számítások.

A hőprés szerkezeti vizsgálata

A vizsgált hőprés eredetileg lemezszárítóprésként működött, majd ragasztott idomokat készítettek rajta. Jelenleg forgácsolapok préselésére alkalmazzuk. A vizsgált hőprés hegesztett keretszerkezetű 6 db 185 mm Ø-jü dugattyuval, hatemeletes, lapjai gőzzel fűtöttek, vastagságuk 40 mm. Gyártó cég Siempelkamp et Co. Gyártási év: 1943-44.

A szivattyutelep egy ötlépcsős turbószivattyuból (mely a forgácspaplanok felütközéséig működik) és két dugattyus szivattyuból áll ($Q = 22 \text{ l/p}$; $Q = 16 \text{ l/p}$), melyek a paplanok összenyomását végzik. A prés oldal- és előlnézetét az 1. ábra mutatja. Megállapítottuk, hogy a prés mozgászata és a felső összekötőlemezek valószínűleg a rugalmassági határon belül behajlanak.

A mért értékek ismertetése

A mérést három terhelési esetben, a prés két oldalán végeztük.

A forgácslap berakási oldala, a továbbiakban "Be", a forgácslap kiszedési oldala, a továbbiakban "Ki".

Terhelési esetek:

1. Folyadéknyomás $P = 0 \text{ att}$
2. " $P = 115 \text{ att}$
3. " $P = 300 \text{ att}$

Jelölések

Alsó préslap = "al"

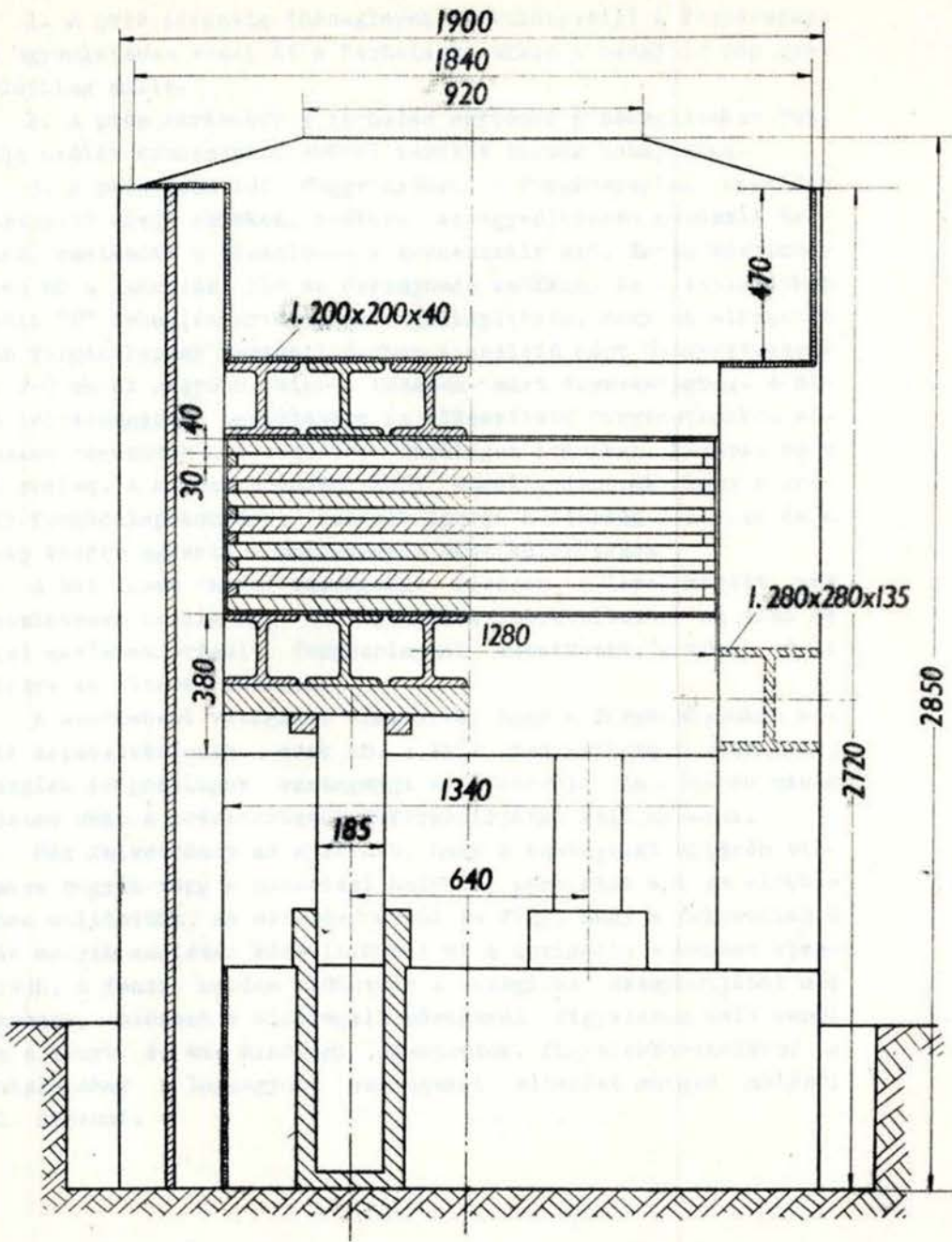
Felső " = "fel"

A préslapok lehajlása (f) különböző terhelési esetekben
1. táblázat (mm-ben)

Sor szám	Oldal	P = 0 att		P = 115 att		P = 300 att	
		terhelés mellett					
		al	fel	al	fel	al	fel
1	Be	0,0	0,0	4,0	-2,0	6,2	-3,0
2	Ki	0,0	0,0	3,5	-2,5	5,5	-3,0

A + jelölés felhajlást, a - lehajlást jelent.

A közölt lehajlási értékek öt mérés átlagaként adódtak. Megállapítottuk, hogy zárás közben a préslap addig nem hajlik be, amíg a hézaglécek nem érintkeznek végig a préslapokkal. A felütközés után a behajlás kb. 4 percig nő, attól függetlenül, hogy az idő függvényében a nyomás csökken.



A mérések alapján levonható következtetések

1. A prés zárásáig (hézaglécek felütközéséig) a forgácspaplan egyenletesen veszi át a terhelést, ekkor a behajlás még gyakorlatilag nulla.

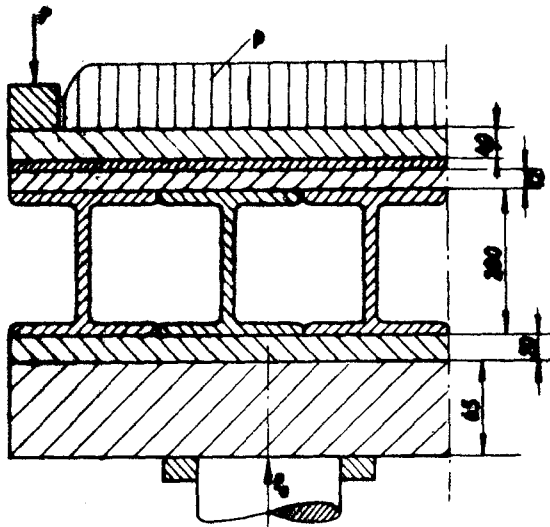
2. A prés zárásakor a terhelés egyrésze a hézaglécekre jut, a két szélén koncentrált erővel terhelt tartók behajlanak.

3. A préselési idő függvényében a forgácspaplan rugalmas visszaható ereje csökken, csökken az egyenletesen megosztó terhelés, emelkedik a hézaglécen a koncentrált erő. Ennek következtében nő a lehajlás, bár az össznyomás csökken. Az 1. táblázatban közölt "f" behajlás értékekből megállapítható, hogy az elkészült 6 db forgácslapnak keresztirányban a szélein mért összvastagsága kb. 8-9 mm-el nagyobb, mint a középén mért összvastagság. A mérés helyességének igazolására az elkészített forgácslapokon méréseket végeztünk a hézaglécekre merőleges irányban, középén és a két szélén. A mérési eredményekből megállapítottuk, hogy a préselt forgácslapokon mért összvastagsági különbség a szélek és a közép között egyezik a préslapokon mért különbséggel.

A hat lapon mért vastagsági eltérés a lapok között nem egyenletesen oszlik meg. A legnagyobb méreteltérés az alsó és felső emeleten préselt forgácslapnál mutatkozik, a közép felé haladva az eltérés csökken.

A szerkezeti vizsgálat kimutatta, hogy a forgácslapokon belüli méreteltérésnek csak kb. a fele indokolható a védőlapok, hézagléc és préslapok vastagsági eltéréseivel. Az eltérés másik felének okát a présszerkezet deformációjában kell keresni.

Még felvetődhet az a kérdés, hogy a vastagsági eltérés változása hogyan függ a préselési helytől, mert mint azt az előbbiekben említettük, az eltérés attól is függ, hogy a forgácslap a prés melyik emeletén készült. Mivel mi a maximális eltérést vizsgáltuk, a fenti kérdés eldöntése a vizsgálat szempontjából nem lényeges, viszont a minőségellenőrzésnél figyelembe kell venni ezt a tényt és más minőségi szempontok figyelembevételével a mintalapokat a legnagyobb vastagsági eltérést mutató helyről kell kivenni.



2.ábra
Présasztal szerkezete és az erőhatások

A hőprés deformációs és szilárdsági számítása

A présszerkezet deformációs számítása

A présasztal keresztirányú lehajlásának számítása. A présasztal szerkezetét és az erőhatásokat hézaglécekre merőleges irányban, a továbbiakban keresztirányban a 2.ábra mutatja.

A présasztalra felülről hat a forgácsoló paplan megoszló ereje, és az asztal két szélén a hézagléceken fellépő koncentrált erő, alulról pedig a dugattyuerő. A hézagléceken fellépő koncentrált erő átvitelét a keresztgerendára a szélső "I" gerenda gerince végzi. A keresztgerendán ez az erő megoszlóerőként lép fel, de jó közelítéssel a gerinc helyén ható koncentrált erővel helyettesíthető. A présasztal keresztgerendájának méreteit és az erőhatásokat a 3.ábra szemlélteti.

A jelölt szakaszok számszerű értékei:

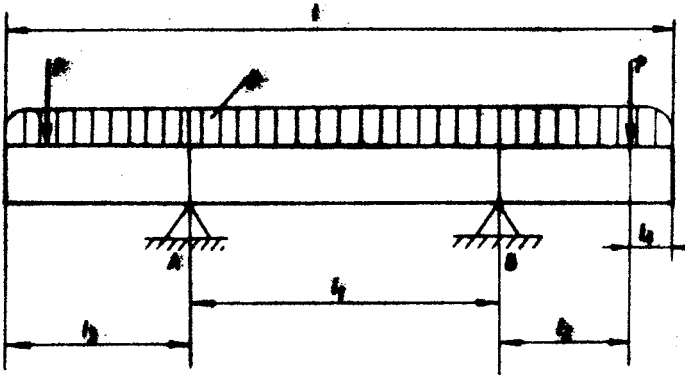
$$l = 130 \text{ cm}$$

$$l_2 = 23 \text{ cm}$$

$$l_1 = 64 \text{ cm}$$

$$l_3 = 33 \text{ cm}$$

$$l_4 = 10 \text{ cm}$$



3.ábra

A présasztal keresztgerendájának méretei és az erőhatások

A számítás menete.

A maximálisan használt folyadéknyomás $P = 300$ att. A dugattyúk összfelülete = $F_{DÖ}$

$$F_{DÖ} = Sz \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \quad /1/$$

ahol:

Sz = a dugattyúk száma

D = a dugattyúk átmérője.

Számszerűleg:

$$F_{DÖ} = 6 \cdot \frac{18,5^2 \cdot \pi}{4} = 1610 \text{ cm}^2$$

ahol

$D = 18,5$ cm

A présben ébredő összerhelés:

$Q = P \cdot F_{DÖ} = 300 \cdot 1610 = 480\ 000 \text{ kg} = 480 \text{ tonna.}$

Egy keresztgerendára jut (2 dugattyú) $\frac{480}{3} = 160 \text{ t}$, mivel 3 dugattyúpár van.

Nyomaték az "A" pontra.

A megoszló terhelésből

$$M'_A = \frac{P \cdot \ell_3^2}{2} \quad /2/$$

A koncentrált terhelésből

$$M''_A = P \cdot \ell_2 \quad /3/$$

A két nyomaték összege /2/ és /3/ egyenletből

$$M_A = M'_A + M''_A = \frac{P \cdot \ell_3^2}{2} + P \cdot \ell_2 \quad /4/$$

A szimmetriából kifolyólag $M_A = M_B$

Felhajlás az A-B szakaszon M_A és M_B hatására.

A nyomaték hatására történő felhajlást a 4. ábra szemlélteti. Ket végén alátámasztott tartóra nyomaték hatására a felhajlás értéke közepén mérve

$$f_1 = \frac{M_A \cdot \ell_1^2}{8 \cdot I \cdot E} \quad /5/$$

ahol

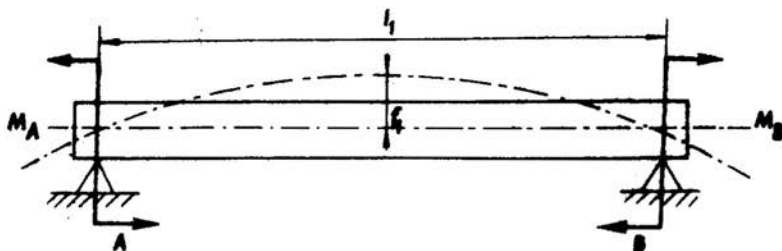
ℓ_1 = az alátámasztások távolsága, cm

I = a másodrendű tehetetlenségi nyomaték (keresztgerenda)
cm⁴

E = a gerenda anyagának rugalmassági modulusa, kg/cm²

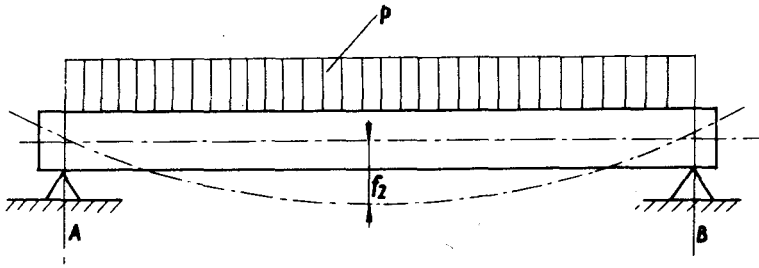
A keresztgerenda másodrendű tehetetlenségi nyomatéka:

$$I = - \frac{b \cdot h^3}{12} \quad /6/$$



4. ábra

A nyomaték hatására történő felhajlás



5.ábra
A megoszlóerő okozta lehajlás

Az A-B közötti szakasz lehajlása a szakasz feletti megoszló erő hatására.

A megoszló erő okozta lehajlást az 5.ábra szemlélteti.

$$f_2 = \frac{5 \cdot p \cdot l_1^4}{384 \cdot I \cdot E} \quad /7/$$

ahol

p = a megoszló erő, kg/cm

Az A-B közötti szakasz eredő lehajlása az /5/ és /7/ egyenletből:

$$f_I = f_1 - f_2 = \frac{M_A \cdot l_1^2}{8 \cdot I \cdot E} - \frac{5 \cdot p \cdot l_1^4}{384 \cdot I \cdot E} \quad /8/$$

Az alátámasztáson kívül eső részt egyenesnek véve az f_I hatására a φ_0 szögelfordulásból adódó lehajlás = f_0 .

A szögelfordulás számítása:

$$\varphi_0 = \varphi_1 - \varphi_2 \quad /9/$$

ahol

φ_1 = az alátámasztáson kívül eső rudrész szögelfordulása az M_A nyomaték hatására,

φ_2 = az alátámasztáson kívül eső rudrész szögelfordulása a megoszló erő hatására.

$$\varphi_1 = \frac{M_A \cdot l_1}{2 \cdot I \cdot E} \quad /10/$$

$$\varphi_2 = \frac{P \cdot l_1^3}{24 \cdot I \cdot E} \quad /11/$$

Az eredő szögelfordulás a /10/ és /11/ egyenletből

$$\varphi_0 = \frac{M_A \cdot l_1}{2 \cdot I \cdot E} - \frac{P \cdot l_1^3}{24 \cdot I \cdot E} \quad /12/$$

A rudvégek lehajlása a φ_0 szögből számítva

$$f_0 = \varphi_0 \cdot l_3 = \frac{M_A \cdot l_1}{2 \cdot I \cdot E} - \frac{P \cdot l_1^3}{24 \cdot I \cdot E} \cdot l_3 \quad /13/$$

ahol

l_3 = a konzol hossza, cm

A konzolok lehajlása a P koncentrált erő hatására

$$f_{kl} = f_P + f\varphi_P \quad /14/$$

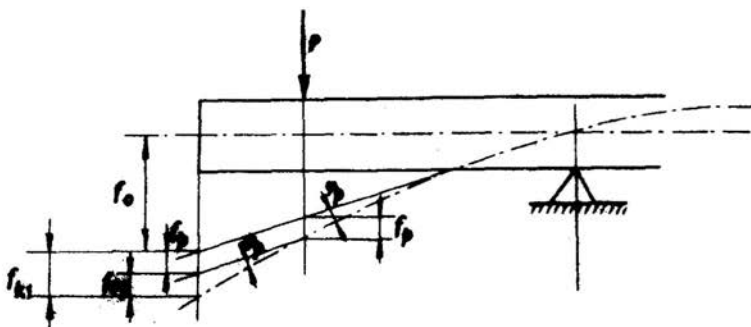
ahol:

f_{kl} = a P erő okozta lehajlás a konzol végén, cm

f_P = a P erő függőlegességében mért lehajlás a P erő hatására, cm

$f\varphi_P$ = a konzol végén mért járulékos lehajlás a P erő hatására, cm

A szögelfordulások okozta lehajlást a 6.ábra szemlélteti.



6.ábra

A szögelfordulások okozta lehajlás

$$f_P = \frac{P \cdot l_2^3}{3 \cdot I \cdot E} \quad /15/$$

ahol

l_2 = az alátámasztás és a P erő távolsága, cm

$$\varphi_P = \frac{P \cdot l_2^2}{2 \cdot I \cdot E} \quad /16/$$

ahol

φ_P = a P erő hatására történő szögelfordulás

$$f_P = \varphi_P \cdot l_4 = \frac{P \cdot l_2^2}{2 \cdot I \cdot E} \cdot l_4 \quad /17/$$

ahol

l_4 = a P erő és a konzolvég távolsága, cm

Összegezve a /15/ és /17/ egyenlet alapján

$$f_{k1} = \frac{P \cdot l_2^3}{3 \cdot I \cdot E} + \frac{P \cdot l_2^2}{2 \cdot I \cdot E} \cdot l_4 \quad /18/$$

f_{k2} = a konzolokon fekvő megoszló erő okozta lehajlás

$$f_{k2} = \frac{P \cdot l_3^4}{8 \cdot I \cdot E} \quad /19/$$

ahol

l_3 = az alátámasztás és a konzolvég közötti távolság, cm

f_{II} = a konzolok teljes lehajlása a /18/, /19/ és /13/ egyenlet alapján.

$$f_{II} = f_{k1} + f_{k2} + f_0 = f_D + f \varphi_P + f_{k2} + \varphi_0 \cdot l_3 \quad /20/$$

Behelyettesítés után:

$$f_{II} = \frac{P \cdot l_2^3}{3 \cdot I \cdot E} + \frac{P \cdot l_2^2}{2 \cdot I \cdot E} \cdot l_4 + \frac{P \cdot l_3^4}{8 \cdot I \cdot E} + \left(\frac{M_A \cdot l_1}{2 \cdot I \cdot E} - \frac{P \cdot l_1^3}{24 \cdot I \cdot E} \right) \cdot l_3 \quad /21/$$

f = az összehajlás a /8/ és /21/ egyenlet alapján:

$$\begin{aligned}
 f &= f_I + f_{II} = \frac{M_A \cdot l_1^2}{8 \cdot I \cdot E} - \frac{5 \cdot p \cdot l_1^4}{384 \cdot I \cdot E} + \frac{P \cdot l_2^3}{3 \cdot I \cdot E} + \\
 &+ \frac{P \cdot l_2^2}{2 \cdot I \cdot E} \cdot l_4 + \frac{P \cdot l_3^4}{8 \cdot I \cdot E} + \\
 &+ \left(\frac{M_A \cdot l_1}{2 \cdot I \cdot E} - \frac{p \cdot l_1^3}{24 \cdot I \cdot E} \right) \cdot l_3 \quad /22/
 \end{aligned}$$

Egyszerűsítés után

$$f = \frac{1}{I \cdot E} \cdot (P \cdot C_1 + P \cdot C_2) \quad /23/$$

ahol:

$$C_1 = \frac{l_1^2 \cdot l_2}{8} + \frac{l_1 \cdot l_2^2}{2} + \frac{l_2^3}{3} + \frac{l_2^2 \cdot l_4}{2} \quad /24/$$

$$C_2 = \frac{l_1^2 \cdot l_3^2}{8} + \frac{l_1 \cdot l_2 \cdot l_3^2}{2} + \frac{l_3^4}{8} - \frac{5 \cdot l_1^4}{384} - \frac{l_1^3 \cdot l_3}{24} \quad /25/$$

A számszerű behelyettesítés után a gerenda másodrendű tehetetlenségi nyomatéka:

A gerenda keresztmetszetét a 7. ábra mutatja:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = 1536 \text{ cm}^4 \quad /26/$$

ahol

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 8,5 \text{ cm}$$

A többi szükséges adat:

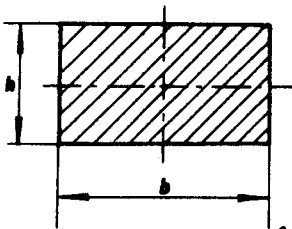
$$\text{A rugalmassági modulusz acélra } E = 2,15 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$l_1 = 64 \text{ cm}$$

$$l_2 = 23 \text{ cm}$$

$$l_3 = 33 \text{ cm}$$

$$l_4 = 10 \text{ cm}$$



7. ábra

A gerenda keresztmetszete

Behelyettesítve P és P_1 számszerű értékei:

Egy keresztgerendára jut 160 t, 50-50 %-os erőmegoszlást feltételezve a koncentrált erő

$$P = \frac{80\,000}{2} = 40\,000 \text{ kg.}$$

Igy tehát a megoszló erő

$$p = \frac{80\,000}{l} = \frac{80\,000}{130} = 615,4 \text{ kg/cm}$$

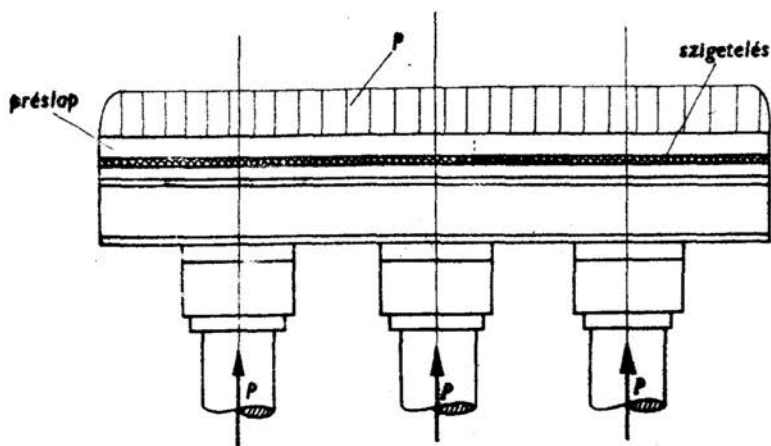
ahol:

l = a gerenda teljes hossza.

A /23/ egyenletbe behelyettesítve kapjuk, hogy a keresztgerendára számított összehajlás $f = 6$ mm. A présasztal keresztgerendájára számított lehajlás értéke, mint látjuk igen jó közelítéssel egyezik a mért értékkel.

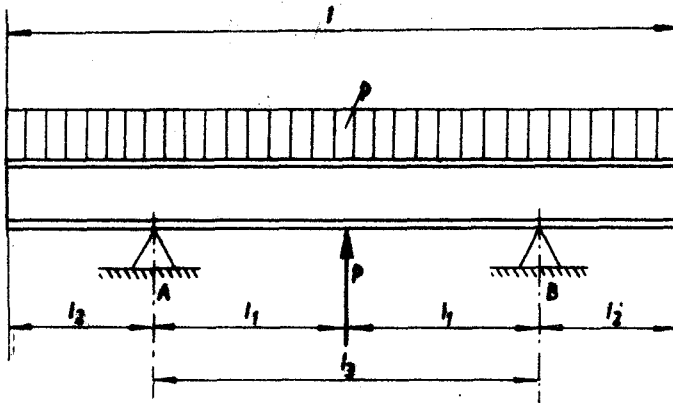
A fentiekből következik, hogy az 50-50 %-os erőmegoszlás felvétele reális. Ezek alapján kimondható, hogy a két koncentrált erő az összterhelésnek kb. 40-60 %-át teszi ki.

A présasztal hosszirányu (a hézagléccel megegyező irányu) lehajlásának számítása. Az asztal szerkezetét és az erőhatásokat hosszirányban a 8.ábra szemlélteti.



8.ábra

A présasztal hosszirányu szerkezete és a fellépő erőhatások



9.ábra
A présasztal hosszirányú méretei

Jó közelítéssel vehető, hogy az egész terhelést az I gerendák veszik fel, így az a terhelési eset áll fenn, amit a 9.ábra szemléltet.

Az ábrán jelölt hosszak számszerű értékei:

$$\begin{aligned} l &= 230 \text{ cm} & l_1 &= 77 \text{ cm} \\ l_2 &= 38 \text{ cm} & l_3 &= 154 \text{ cm} \end{aligned}$$

Mivel a dugattyúk egymáshoz képest függőleges irányban el tudnak mozdulni, a két szélső dugattyu alátámasztásnak, a középső pedig támadó erőnek fogható fel.

Az asztalra ható összterhelés $Q = 480 \text{ t}$. Az asztalban 6 db I gerenda van. Bár a gerendák között nem teljesen egyenletesen oszlik meg az erő, egyenlő erőmegoszlást tételezhetünk fel, mert a gerendák a felső lemezekhez és a keresztgerendákhoz hozzá vannak hegesztve.

Egy I gerendára jutó terhelés $P = \frac{480}{6} = 80 \text{ t}$.
A megoszló terhelés

$$p = \frac{P}{l} = \frac{80\,000}{230} = 348 \text{ kg/cm}$$

A dugattyuerők egyenlőségéből

$$A = B = P = \frac{80\,000}{3} = 26\,700 \text{ kg.}$$

A számítást a keresztirányban történt számítás analógiájára végeztük el, azzal a különbséggel, hogy itt a konzolvégeken nincs koncentrált erő. A számítást elvégezve a présasztal hosszirányu lehajlására $f = 0,93$ mm-t kaptunk. A lehajlás értéke a valóságban ennél kisebb, mert a terhelést nem csak az I gerenda veszi fel.

A felső álló asztallap hosszirányu (a hézagléccel megegyező irányu) lehajlásának számítása. Az alsó asztallaphoz hasonlóan itt is 6 db I gerenda viszi át a terhelést. Az I gerendák a függőleges tartóoszlopok összekötőlemezeihez vannak hegesztve. A hegesztések befogásnak tekinthetők, mert az elmozdulást megakadályozzák. A felső asztallap szerkezetét és a behajlási képet a 10. ábra szemlélteti.

A jelölések számszerű értékei:

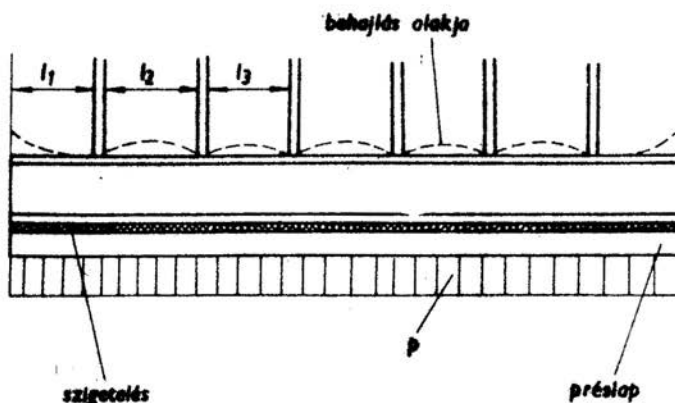
$$l_1 = 25 \text{ cm}$$

$$l_3 = 48 \text{ cm}$$

$$l_2 = 28 \text{ cm}$$

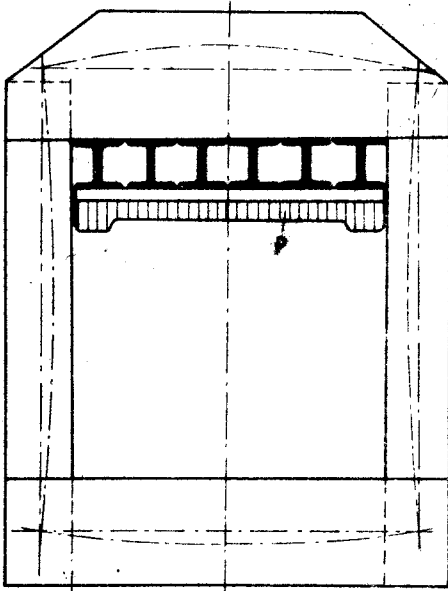
$$p = 348 \text{ kg/cm}$$

Miután a támaszközök és a konzolok rövidek, a behajlások is kicsik, tehát a számítás elhagyható. Ugyancsak erre utal az alsó asztallap hosszirányu behajlásának számítása, ahol a behajlás $f = 0,93$ mm-re adódott. A felső asztallap behajlása a befogások következtében ennél csak jóval kisebb lehet.



10. ábra

A felső asztallap szerkezete és a behajlás képe



11. ábra

A-prés keretszerkezete és deformálódásának alakja

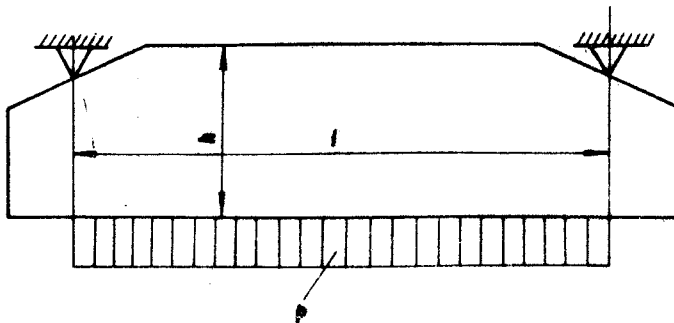
zelve a számított lehajlás nagyobb értéket ad, mint a valódi érték.

2. Az összekötőlemezt befogott tartóként kezelve a számított lehajlás kisebbnek adódik, mint a valódi érték. A fentiekből következik, hogy ha az 1-es esetet kiszámolva a lehajlás ér-

A felső asztallap keresztirányu (hézaglácre merőleges) behajlásának számítássa. Keresztirányban egy zárt keretszerkezettel állunk szembe, amely a függőleges I gerenda oszlopokból és az ezeket összekötő lemezekből áll. A keretszerkezet hegesztett kivitelű. A keret szerkezetét és deformálódásának képét a 11. ábra szemlélteti. Az összekötő lemezek nem foghatók fel sem befogott, sem pedig alátámasztott tartóként, miután az egész keretszerkezet részt vesz a deformációban.

Itt a következő megmondás követhető:

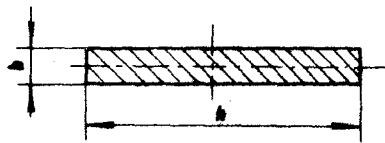
1. Az összekötőlemezt alátámasztott tartóként ke-



12. ábra

Az összekötőlemez méretei

téke a megengedettnél kisebbnek adódik, akkor nincs szükség pontos számításra. Az összekötőlemez méreteit a 12. ábra mutatja. A jelölések számszerű értékei:



13. ábra

Az összekötőlemez keresztmetszete

$$\ell = 162 \text{ cm} \quad h = 60 \text{ cm}$$

Az alátámasztási hosszát az I gerenda oszlopok közepéig számítjuk, így még ez is növeli a lehajlást. Ugyancsak növeli a lehajlást az a tény, hogy az $\ell = 130$ cm-en fekvő megoszló terhelést is a teljes hosszra számítjuk.

Összterhelés $Q = 480$ t.

Hat összekötőlemez van, egy lemezre $P = \frac{480}{6} = 80$ t terhelés jut (közelítőleg).

Igy a megoszló terhelés $p = \frac{80 \cdot 1000}{130} = 619$ kg/cm-re adódik.

A másodrendű tehetetlenségi nyomaték:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = 36 \ 000 \text{ cm}^4 \quad /27/$$

Az összekötőlemez keresztmetszetét a 13. ábra szemlélteti, ahol

$$b = 2 \text{ cm}$$

$$h = 60 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5 \cdot p \cdot \ell^4}{384 \cdot I \cdot E} \quad /28/$$

ahol:

ℓ = az alátámasztások távolsága, cm

I = a lemez másodrendű tehetetlenségi nyomatéka, cm^4

E = az anyag rugalmassági modulusa, kg/cm^2

A számszerű behelyettesítés után az összekötőlemez lehajlása 0,71 mm-re adódik, a valóságban ennél csak jóval kisebb lehet a lehajlás. A számítás továbbvitele szükségtelen, mert a fenti deformáció a többi deformációhoz viszonyítva kicsiny.

A préslap szükséges vastagságának számítása a megengedett lehajlás alapján. A préslapok lehajlása mint az előbbieken tárgyaltuk átlagosan kb. 5 mm-t tesz ki. Ez a forgácslap vastagsági tűrése szempontjából nem megengedhető.

A préslap szükséges vastagságának közvetlen számítása nehézkes, mert ehhez pontosan kellene ismerni az erőeloszlást.

A problémát más oldalról közelítjük meg. Ismerve a 4 cm vastag préslap deformációjának mértékét, megkeressük azt a megoszló erőrendszert, mely az említett 5 mm-es deformációt okozza. Az erő ismeretében meghatározzuk azt a préslap vastagságot, mely az erő hatására csak a megengedett deformációt szenved el.

A számításához szükséges méreteket és a feltételezett megoszlóerőt a 14.ábra szemlélteti, ahol

A-B = a hézaglécek helyettesítése,

l = a préslap alátámasztásainak távolsága = 126 cm

f = a préslapok átlagos lehajlása = 0,5 cm.

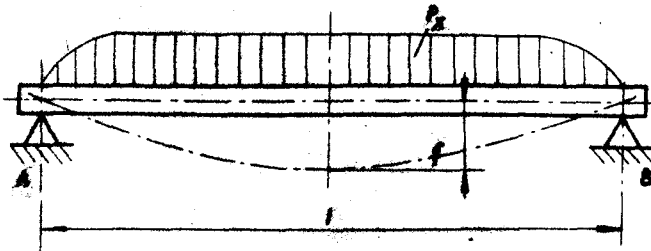
Kéttámaszú tartón egyenletesen megoszló erő hatására ébredő lehajlás

$$f = \frac{5 \cdot p \cdot l^4}{384 \cdot I \cdot E} \quad /29/$$

Az erőt kifejezve

$$p = \frac{f \cdot 384 \cdot I \cdot E}{5 \cdot l^4} \quad /30/$$

A /30/ egyenletből $p = 397 \text{ kg/cm}$ -re adódik.

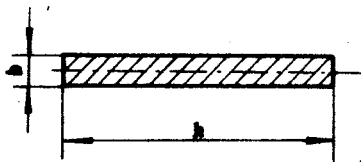


14.ábra

A préslap mérete és a feltételezett erőmegoszlás

A préslap másodrendű tehetlenségi nyomatéka a hajlitott keresztmetszetben

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = 1215 \text{ cm}^4 \quad /31/$$



A préslap keresztmetszetét a 15. ábra mutatja, ahol

$$h = 4 \text{ cm}$$

$$b = 230 \text{ cm}$$

A számszerű behelyettesítés után a megengedett lehajlást 0,025 cm-nek véve a szükséges préslapvastagság a

$$h = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot p \cdot 5 \cdot \ell^4}{b \cdot 384 \cdot E \cdot f}} \quad /32/$$

képletből számítva 10,68 cm-re adódik.

A számítás eredménye szerint, ha 0,025 cm lehajlást engedünk meg a préslapon, akkor a vastagságát 10-12 cm-re kell választani.

Összehasonlítás a mért és számított értékek között

Alsó mozgó asztallap

A keresztirányban mért és számított értékek:

Mért		Számított
max	min	
f 6,2	5,5 mm	6 mm

Mint látjuk a két mért érték és a számított közel egyezik.

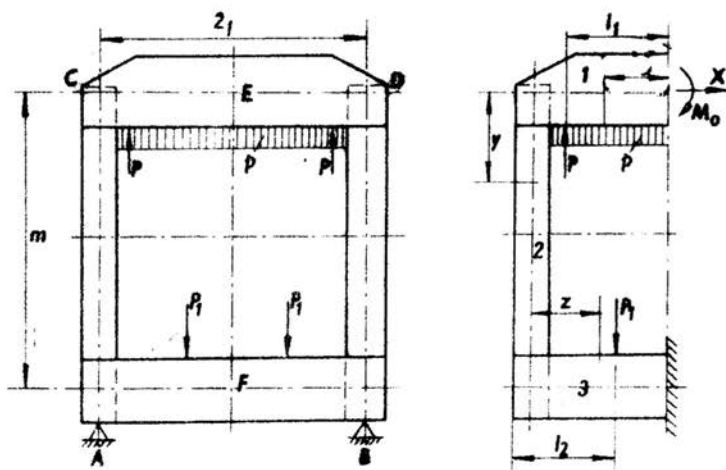
Hosszirányban csak a számított értékre tudunk támaszkodni, mert a prés zárt állapotában a préslap hosszirányban hozzáférhetetlen.

A felső asztallap

A keresztirányban mért és számított értékek:

mért	számított
f = -3,0 mm	f = -0,71 mm

Megjegyzés: a - előjel felhajlást jelent.



16. ábra
A keretszerkezet méretei és az erőhatások

A két érték közötti különbség véleményünk szerint vagy a helytelen hőszigetelés tényéből adódik, vagy pedig a prés korábbi túlterheléséből. Megjegyezzük, hogy a mérés nem az összekötőlemezen, hanem a felső préslepon történt. Hosszirányban szintén nincs mérési adat, a számítást az említettek miatt nem végeztük el.

A présszerkezet szilárdsági számítása

A keretszerkezet. A keretszerkezet méreteit és az erőjátékot a 16. ábra szemlélteti, ahol:

$$\begin{aligned} \ell &= 79 \text{ cm} & \ell_1 &= 55 \text{ cm} & \ell_2 &= 37 \text{ cm} \\ m &= 218 \text{ cm} & P &= 40\,000 \text{ kg} \\ P_1 &= 80\,000 \text{ kg} & p &= 619 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

A szimmetrikus méretek és az erőeloszlás megengedi, hogy a keretszerkezetet kettévágva vizsgáljuk. A kettévágott keretet alul középen befogottnak tételezzük fel. Az elvágás helyén a keret másik felét "X" erővel és egy "M₀" nyomatékkal helyettesítjük. Ha az önsúlyt nem vesszük figyelembe, a reakcióerők a szimetriából közvetlenül adódnak.

$$A = B = \frac{P \cdot l}{2} + P - P_1 = 0$$

/33/

ahol

P = a megoszlóerő, kg/cm

p = a hézaglécek koncentrált ereje, kg

P_1 = a dugattyuerő, kg.

A feladat kétszeresen statikailag határozatlan. Az ismeretlenek meghatározására szolgáló egyenletek:

a/ A munka nyomaték szerinti első differenciálhányadosa.

$$\frac{\partial L}{\partial M_0} = 0 \quad /34/$$

mert az F keresztmetszet nem fordul elő.

b/ Az erő nyomaték szerinti első differenciálhányadosa.

$$\frac{\partial L}{\partial X} = 0 \quad /35/$$

mert az F keresztmetszet nem tér ki a szimmetriasíkból.

A nyomaték számításánál a következő szakaszokra bontjuk a keretet.

$$M_1^0 = 0 - l_1 - \text{ig}$$

$$M_1^{0'} = l_1 - l - \text{ig}$$

$$M_2 = 0 - m - \text{ig}$$

$$M_3^0 = 0 - l_2 - \text{ig}$$

$$M_3^{0'} = l_2 - l - \text{ig}$$

A nyomaték értékei a következők:

$$M_1^0 = M_0 - \frac{P \cdot x^2}{2} \quad /36/$$

$$x = 0 - l_1 - \text{ig.}$$

$$M_1'' = M_0 - \frac{P \cdot x^2}{2} - P \cdot (x - l_1) \quad /37/$$

$$x = l_1 - l - ig$$

$$M_2 = M_0 - \frac{P \cdot l^2}{2} - P \cdot (l - l_1) + X \cdot y \quad /38/$$

$$y = 0 - m - ig$$

$$M_3 = M_0 + X \cdot m - \frac{P \cdot l^2}{2} - P \cdot (l - l_1) \quad /39/$$

$$z = 0 - l_2 - ig$$

$$M_3' = M_0 + X \cdot m - \frac{P \cdot l^2}{2} - P \cdot (l - l_1) - P_1 \cdot (z - l_2) \quad /40/$$

$$z = l_2 - l - ig.$$

Az ábra alapján a differenciálhányadosok értékei:

$$\frac{\partial M_1'}{\partial M_0} = +1 \quad /41/$$

$$\frac{\partial M_1'}{\partial X} = 0 \quad /42/$$

$$\frac{\partial M_1''}{\partial M_0} = +1 \quad /43/$$

$$\frac{\partial M_1''}{\partial X} = 0 \quad /44/$$

$$\frac{\partial M_2}{\partial M_0} = +1 \quad /45/$$

$$\frac{\partial M_2}{\partial X} = +y \quad /46/$$

$$\frac{\partial M_3^i}{\partial M_0} = +1 \quad /47/$$

$$\frac{\partial M_3^i}{\partial X} = +m \quad /48/$$

$$\frac{\partial M_3^{i'}}{\partial M_0} = +1 \quad /49/$$

$$\frac{\partial M_3^{i'}}{\partial X} = +m \quad /50/$$

a/ A munka nyomaték szerinti differenciálhányadosa a szakaszok összegezése után:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial M_0} = 0 = \frac{1}{I \cdot E} & \left[\int_0^{l_1} M_1^i \frac{\partial M_1^i}{\partial M_0} \cdot dx + \right. \\ & + \int_{l_1}^{l_2} M_1^{i'} \cdot \frac{\partial M_1^{i'}}{\partial M_0} \cdot dx + \int_0^m M_2 \cdot \frac{\partial M_2}{\partial M_0} \cdot dy + \\ & \left. + \int_0^{l_2} M_3^i \frac{\partial M_3^i}{\partial M_0} \cdot dz + \int_{l_2}^l M_3^{i'} \cdot \frac{\partial M_3^{i'}}{\partial M_0} \cdot dz \right] /51/ \end{aligned}$$

A szakaszok integrálása és a határok behelyettesítése után egyszerűsítve és összevonva:

$$\begin{aligned} M_0 \cdot (2 \cdot l + m) - p \cdot \frac{l^2}{2} \cdot \left(\frac{l}{3} + M + l \right) - P \cdot \left(\frac{3 \cdot l^2}{2} + \frac{l_1^2}{2} - \right. \\ \left. - 2 \cdot l \cdot l_1 + l m - l_1 \cdot m \right) + X \cdot \left(\frac{m^2}{2} + m \cdot l \right) - \\ - P_1 \cdot \left(\frac{l^2}{2} - l_2 \cdot l + \frac{l_2^2}{2} \right) = 0 \quad /52/ \end{aligned}$$

A számszerű behelyettesítés után (lásd 16. ábra)

$$376 \cdot M_0 + X \cdot 4 \cdot 10^4 - 945 \cdot 10^6 = 0$$

b/ Az erő nyomaték szerinti első differenciálhányadosa.

Miután $\frac{\partial M_1^*}{\partial X}$ és $\frac{\partial M_1^{**}}{\partial X} = 0$, így

$$\int_0^{l_1} M_1^* \cdot \frac{\partial M_1^*}{\partial X} \cdot dx = 0$$

$$\int_{l_1}^{l_2} M_1^{**} \cdot \frac{\partial M_1^{**}}{\partial X} \cdot dx = 0$$

A többi szakasz számítása

$$\frac{\partial L}{\partial X} = 0 = \frac{1}{I \cdot E} \cdot \int_0^l M_2 \cdot \frac{\partial M_2}{\partial X} \cdot dy +$$

$$+ \int_0^{l_2} M_3^* \cdot \frac{\partial M_3^*}{\partial X} \cdot dz + \int_{l_2}^l M_3^{**} \cdot \frac{\partial M_3^{**}}{\partial X} \cdot ds = 0 \quad /53/$$

Integrálás és egyszerűsítés után

$$M_0 \cdot \left(\frac{m}{2} + l \right) + X \cdot \left(\frac{m^2}{3} + m \cdot l \right) - p \cdot \left(\frac{l^2 \cdot m}{4} + \frac{l^3}{2} \right) -$$

$$- \left(\frac{l \cdot m}{2} - \frac{l_1 \cdot m}{2} - l^2 + l \cdot l_1 \right) -$$

$$- P_1 \cdot \left(\frac{l^2}{2} - l_2 \cdot l + \frac{l_2^2}{2} \right) = 0$$

A számszerű behelyettesítés után

$$M_0 \cdot 188 + X \cdot 334 \cdot 10^4 - 415,2 \cdot 10^6 = 0$$

A $\frac{\partial L}{\partial M}$ és a $\frac{\partial L}{\partial X}$ összevetéséből kapjuk:

$$X = -4270 \text{ kg}$$

(A negatív előjel azt jelenti, hogy X erőre felvett irány a valóságban ellenkező értelmű.)

Az első egyenletből X fenti értékének behelyettesítésével kapjuk:

$$M_0 = 2,97 \cdot 10^6 \text{ cmkg}$$

A keret felső sarkában ébredő nyomaték

$$M_C = M_0 - P \cdot \frac{l^2}{2} - P \cdot (l - l_1) \quad /54/$$

Behelyettesítve és összevonva: $M_C = 80\,000 \text{ cmkg}$.

A keret alsó sarkában ébredő nyomaték:

$$M_A = M_0 - \frac{P \cdot l^2}{2} - P \cdot (l - l_1) + X \cdot m \quad /55/$$

Behelyettesítés és összevonás után: $M_A = 0,85 \cdot 10^6 \text{ cmkg}$.

Az ébredő feszültségek számítása a kapott nyomatékokból:

Az összekötő C-D lemezekben ébredő feszültség.

Hajlításból

A keresztmetszeti tényező két lemezre számítva:

$$K_x = \frac{2 \cdot b \cdot h^2}{6} = 2400 \text{ cm}^3 \quad /56/$$

Az összekötőlemez keresztmetszetét a 13. ábra mutatja, ahol

$$b = 2 \text{ cm}$$

$$h = 60 \text{ cm}$$

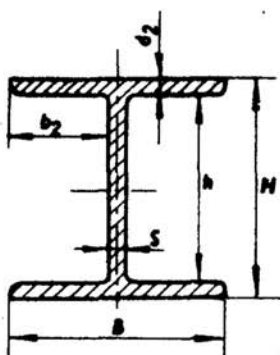
Az ébredő feszültség:

$$\sigma_1 = \frac{M_0}{K_x} = 1,24 \cdot 10^3 \text{ kg/cm}^2 \quad /57/$$

Nyomásból

A nyomott felület két lemezre:

$$F = 2 \cdot b \cdot h = 2 \cdot 2 \cdot 60 = 240 \text{ cm}^2 \quad /58/$$



17.ábra
Az I gerenda kereszt-
metszete

Az ébredő feszültség:

$$\sigma_2 = \frac{X}{F} = -17,8 \text{ kg/cm}^2 \quad /59/$$

Az x feszültség irányában ébredő
összefeszültség

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_1 + \sigma_2 = 1240 - 17,8 = \\ &= 1222,2 \text{ kg/cm}^2 \quad /60/ \end{aligned}$$

A függőleges A-C I gerendában ébredő
feszültség

Az "I" gerenda tehetetlenségi nyo-
matéka

$$K_y = \frac{d \cdot B^3 + h \cdot s^3}{6 \cdot B} \quad /61/$$

$$K_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H} \quad /62/$$

Az I gerenda keresztmetszetét a 17.ábra szemlélteti, ahol

$$\begin{aligned} d &= 4 \text{ cm} & B &= 28 \text{ cm} \\ h &= 24 \text{ cm} & s &= 1,34 \text{ cm} \\ b &= 25,3 \text{ cm} & H &= 28 \text{ cm} \end{aligned}$$

A "C" sarokban ébredő feszültség

$$\sigma_1 = \frac{M_c}{K_y} = 152 \text{ kg/cm}^2 \quad /63/$$

Az x feszültségtengely irányában ébredő feszültség tehát

$$\sigma_x = \sigma_1 = 152 \text{ kg/cm}^2$$

Az "A" sarokban ébredő feszültség

$$\sigma_1 = \frac{M_a}{K_y} = 1620 \text{ kg/cm}^2 \quad /64/$$

Az x tengely irányában tehát a feszültség az "A" sarokban:

$$\sigma_x = 1620 \text{ kg/cm}^2$$

A további számításához szükséges a hosszirányú nyomatékok kiszámítása.

A vízszintes felső hosszirányú I gerenda terhelésének számítása (a két szélső gerendán). Miután a hegesztett kötések nem foghatók fel görgős alátámasztásnak, a szakaszokat befogott tartóként méretezzük. A felső vízszintes I gerenda méreteit és az erőjátékot a 18. ábra szemlélteti.

A jelölések számszerű értékei:

$$l_1 = 25 \text{ cm}$$

$$l_2 = 28 \text{ cm}$$

$$l_3 = 48 \text{ cm}$$

$$l = 230 \text{ cm}$$

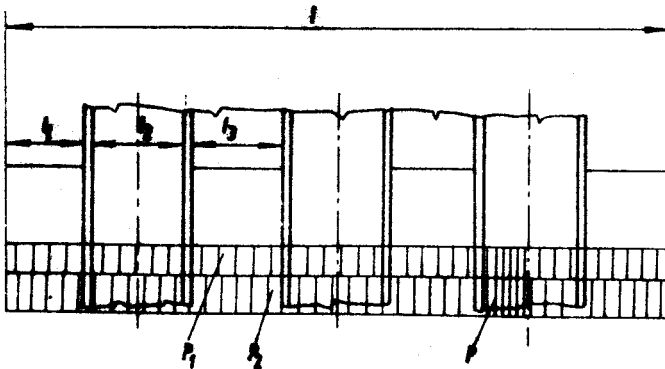
p_1 = a forgácsoláson megoszló ereje

p_2 = a hégzagléceken fellépő megoszló erő

$p = p_1 + p_2$ a szélső két I gerendát terhelő megoszló erő.

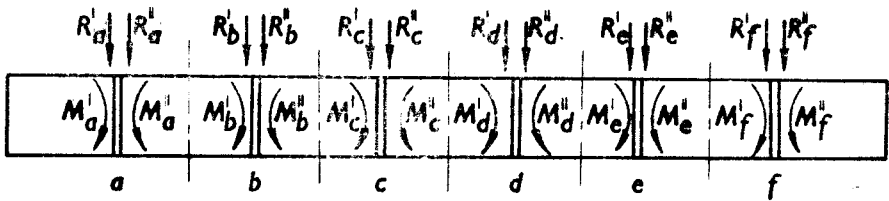
Az egyenletesen megoszló erőből, mivel hat gerenda van, egy gerendára jut $\frac{48\,000}{2,6} = 40\,000 \text{ kg}$, ha a koncentrált és a megoszló erő arányát 50-50 %-nak tételezzük fel. Így

$$p_1 = \frac{40\,000}{l} = \frac{40\,000}{230} = 174 \text{ kg/cm}$$



18. ábra

A felső vízszintes I gerenda méretei és az erőhatások



19.ábra

A vízszintes I gerendában az erőhatásokra ébredő reakcióerők és nyomatékok sémája

A koncentrált erőből, amit a hézaglécek visznek át, a szélső gerendára jutó megoszló terhelés.

$$\text{Egy gerendára jutó erő} = \frac{240\,000}{2} = 120\,000 \text{ kg}$$

$$p_2 = \frac{120\,000}{230} = 522 \text{ kg/cm}$$

Az összes megoszló erő a szélső "I" gerendán

$$P = P_1 + P_2 = 174 + 522 = 696 \text{ kg/cm}$$

Az erőhatásokra ébredő reakcióerők és nyomatékok sémáját a 19. ábra szemlélteti.

Az "a" lemezekben ébredő reakcióerők és nyomatékok:

$$R'_a$$

$$R''_a$$

$$R'_a = p \cdot l_1$$

$$R''_a = \frac{p \cdot l_2}{2}$$

$$M'_a$$

$$M''_a$$

$$M'_a = \frac{p \cdot l_1^2}{2}$$

$$M''_a = \frac{p \cdot l_2^2}{2}$$

A "b" lemezben ébredő reakcióerők és nyomatékok:

R'_b R''_b M'_b M''_b

$$R'_b = R'_a$$

$$R''_b = \frac{P \cdot l_3}{2}$$

$$M'_b = M'_a$$

$$M''_b = \frac{P \cdot l_3^2}{12}$$

A "c" lemezben ébredő reakcióerők és nyomatékok:

 R'_c R''_c M'_c M''_c

$$R'_c = R'_b$$

$$R''_c = R''_a$$

$$M'_c = M'_b$$

$$M''_c = M''_a$$

A többi reakcióerő és nyomaték a szimmetria alapján az előbbiekkkel egyenlő.

A számszerű értékek behelyettesítése után:

$$R'_a = P \cdot l_1 = 17\,370 \text{ kg} \quad /65/$$

$$R''_a = \frac{P \cdot l_2}{2} = 9720 \text{ kg} \quad /66/$$

$$M'_a = \frac{P \cdot l_1^2}{2} = 216\,000 \text{ cmkg} \quad /67/$$

$$M''_a = \frac{P \cdot l_1^2}{12} = 45\,400 \text{ cmkg} \quad /68/$$

$$R''_b = \frac{P \cdot l_3}{2} = 16\,640 \text{ kg} \quad /69/$$

$$M''_b = \frac{P \cdot l_3^2}{12} = 160\,300 \text{ cmkg} \quad /70/$$

A reakciók és nyomatékok összevonása után:

$$R_a = R'_a + R''_a = 17\,370 + 9720 = 27\,090 \text{ kg} \quad /71/$$

$$M_a = M'_a - M''_a = 216\,000 - 45\,400 = 170\,400 \text{ cmkg} \quad /72/$$

$$R_b = R'_b + R''_b = 9720 + 16\,440 = 26\,160 \text{ kg} \quad /73/$$

$$M_b = M'_b - M''_b = 45\,400 - 160\,300 = -114\,900 \text{ cmkg} \quad /74/$$

A fent számított értékek a két szélső gerendában ébrednek.

A középső négy I gerendában ébredő reakcióerők és nyomatékok. Míután az adatok egyébként azonosak, csak a két megoszló erő arányában kell a fenti értékeket átszámolni.

A két megoszló erő aránya: $\frac{p_1}{p} = \frac{174}{696} = 0,25$

Jelölés: "1" index a középső I gerendára vonatkozik.

$$R'_{1a} = 4340 \text{ kg} \qquad R''_{1a} = 2430 \text{ kg}$$

$$M'_{1a} = 53\,800 \text{ cmkg} \qquad M''_{1a} = 11\,350 \text{ cmkg}$$

$$R'_{1b} = 4160 \text{ kg} \qquad M''_{1b} = 40\,700 \text{ cmkg}$$

A reakcióerők és nyomatékok összevonása után:

$$R_{1a} = R'_{1a} + R''_{1a} = 4340 + 2430 = 6770 \text{ kg} \quad /75/$$

$$M_{1a} = M'_{1a} - M''_{1a} = 53\,800 - 11\,350 = 42\,450 \text{ cmkg} \quad /76/$$

$$R_{1b} = R'_{1b} + R''_{1b} = 4160 + 4070 = 8230 \text{ kg} \quad /77/$$

$$M_{1b} = M'_{1b} - M''_{1b} = 11\,350 - 40\,700 = -29\,350 \text{ cmkg} \quad /78/$$

A hat I gerenda által összesen átadott terhelés:

$$R_{a\ddot{o}} = 4 \cdot R_{1a} + 2 \cdot R_a = 4 \cdot 6770 + 2 \cdot 27\,990 = 81\,260 \text{ kg} \quad /79/$$

$$M_{a\ddot{o}} = 4 \cdot R_{1a} + 2 \cdot M_a = 4 \cdot 42\,450 + 2 \cdot 171\,400 = 512\,600 \text{ cmkg} \quad /80/$$

$$M_{b\ddot{o}} = 4 \cdot R_{1b} + 2 \cdot R_b = 4 \cdot 6590 + 2 \cdot 26\,160 = 78\,640 \text{ kg} \quad /81/$$

$$M_{b\ddot{o}} = 4 \cdot M_{1b} + 2 \cdot M_b = 4 \cdot (-29\,350) + 2 \cdot (-114\,900) = -347\,200 \text{ cmkg} \quad /82/$$

A vízszintes I gerendában ébredő feszültség.

Az I gerenda keresztmetszeti tényezője:

$$K_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H} = 634 \text{ cm}^3 \quad /83/$$

Az I gerenda keresztmetszetét a 17. ábra szemlélteti, ahol

$$B = 20 \text{ cm} \quad H = 20 \text{ cm}$$

$$b = 19 \text{ cm} \quad h = 16,4 \text{ cm}$$

$$d = 3,4 \text{ cm}$$

A középső négy I gerendában ébredő feszültség:

$$\sigma_1 = \frac{M_{1a}}{K_x} = \frac{42\,450}{634} = 67 \text{ kg/cm}^2 \quad /84/$$

A szélső két I gerendában:

$$\sigma_1 = \frac{M_a}{K_x} = \frac{171\,400}{634} = 270 \text{ kg/cm}^2 \quad /85/$$

Nyírásból adódó feszültség.

Csak a két szélső gerendát ellenőrizzük. Az összekötőlemezeknél a két nyírt felület egymástól 2 cm távolságban van, a nagyobb biztonság kedvéért a két nyíróerő összegét egy felületre számítjuk.

A nyírt felület:

$$F = B \cdot d + h \cdot s = 20 \cdot 3,4 + 16,4 \cdot 1 = 84,4 \text{ cm}^2 \quad /86/$$

A nyírófeszültség:

$$\tau = \frac{R_a}{F} = 331 \text{ kg/cm}^2 \quad /87/$$

A két szélső I gerendában ébredő redukált feszültség:

$$\sigma_r = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{270^2 + 4 \cdot 331^2} = 719 \text{ kg/cm}^2 \quad /88/$$

A függőleges I gerendában a prés hosszirányban ébredő feszültség.

Hajlításból:

$$\sigma_1 = \frac{M_a + M_b}{K_x} = \frac{171\,400 - 114\,900}{1575} = 36 \text{ kg/cm}^2 \quad /89/$$

Huzásból:

$$\sigma_2 = \frac{R_a + R_b}{F} = \frac{27\,090 + 26\,160}{144,4} = \frac{53\,250}{144,4} = 369 \text{ kg/cm}^2 \quad /90/$$

$$\sigma_y = \sigma_1 + \sigma_2 = 36 + 369 = 405 \text{ kg/cm}^2 \quad /91/$$

Miután a függőleges I gerendának az "A" pontja a mértékadó, a redukált feszültséget ide számítjuk.

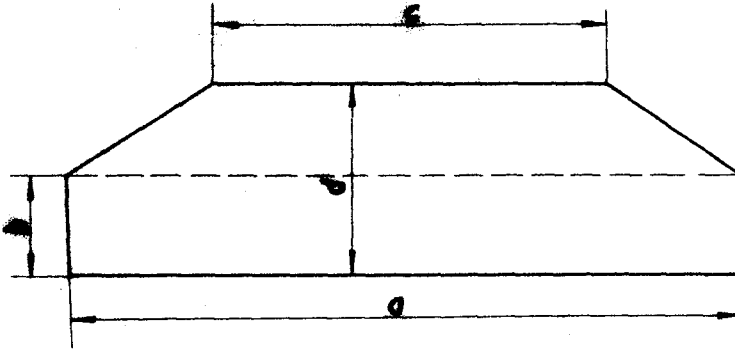
$$\sigma_r = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y^2} = 1457 \text{ kg/cm}^2 \quad /92/$$

ahol

$$\sigma_x = 1620 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_y = 405 \text{ kg/cm}^2$$

Az összekötő lemezekben ébredő redukált feszültség.



20.ábra

Az összekötőlemez méretei és hajlított keresztmetszete

A lemez keresztirányú hajlítása. A lemez méreteit és hajlított keresztmetszetét a 20.ábra szemlélteti. A számítás biztonságát növeljük, ha csak a szaggatottan jelölt keresztmetszetre számolunk.

Az ábra jelölései:

$$a = 184 \text{ cm} \quad c = 92 \text{ cm}$$

$$b = 47 \text{ cm} \quad d = 60 \text{ cm}$$

$$K_y = \frac{a \cdot b^2}{6} = 67\,600 \text{ cm}^3 \quad /93/$$

$$\sigma_y = \frac{M_{a0}}{K_y} = 7,6 \text{ kg/cm}^2 \quad /94/$$

$$\sigma_r = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} - \sigma_x \cdot \sigma_y = 1220 \text{ kg/cm}^2 \quad /95/$$

Mint látjuk mind a hosszirányú I gerendák, mind pedig az összekötőlemezek szilárdságilag megfelelők.

A présasztal szilárdsági méretezése

A présasztalon az erőeloszlás azonos a felső lap erőeloszlásával. Mivel az asztalon levő hosszanti I gerendák még egy 20 mm vastag lemezzel is erősítve vannak, így ezek számítása szükségtelen, mivel a felső I gerendában maximálisan $\sigma_r = 719 \text{ kg/cm}^2$ feszültség ébred.

A présasztal párnagerendáinak méretezése. A gerenda sémáját a 3. ábra szemlélteti. Az ábra alapján a veszélyes keresztmetszet az A és B pontban van.

Az ábrán jelöltek számszerű értékei:

$$p = 615 \text{ kg/cm} \quad P = 40\,000 \text{ kg}$$

$$l_3 = 33 \text{ cm} \quad l_2 = 23 \text{ cm}$$

Nyomaték az A pontra

$$M_A = \frac{p \cdot l_3^2}{2} + P \cdot l_2 = 1,253 \cdot 10^6 \text{ cmkg} \quad /96/$$

A gerenda keresztmetszeti tényezője:

$$K_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = 360 \text{ cm}^3 \quad /97/$$

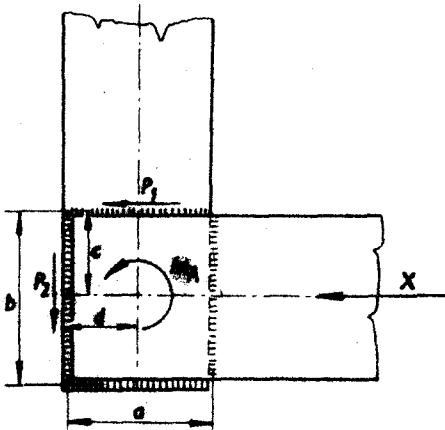
A gerenda keresztmetszetét a 7. ábra szemlélteti, ahol

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 8,5 \text{ cm.}$$

Az ébredő feszültség:

$$\sigma_h = \frac{M_a}{k} = 3480 \text{ kg/cm}^2 \quad /98/$$



21. ábra

A keretszerkezet alsó sarkának képe és az erőhatások

A hegesztési varratok ellenőrzése. A megengedett varratigénybevétel függ a terhelés fajtájától, és a hegesztés technológiájától, fajtájától és az igénybevétel nemétől.

Sajnos sem a kötésben résztvevő alkatrészek anyaga, sem a hegesztés módja nem ismert, feltételezésre vagyunk utalva.

Az I gerenda és az összekötőlemez anyagának felvesszünk A 50.11 anyagot, a hegesztés módjára pedig lánghegesztést. Az ellenőrzést a keretszerke-

zet alsó sarkára végezzük el, mert a maximális nyomaték itt ébred.

A keret alsó sarkának képét és az erőhatásokat a 21. ábra szemlélteti.

Az ábra jelöléseinek számszerű értékei:

$$a = 28 \text{ cm}$$

$$b = 60 \text{ cm}$$

$$c = 30,7 \text{ cm}$$

$$d = 14,7 \text{ cm}$$

$$M_A = 850\,000 \text{ kg/cm}$$

$$X = 4270 \text{ kg}$$

Az I gerenda két oldalára van hegesztve az összekötőlemez-pár, így az összes varratfelület az ábrán láthatónak kétszerese. A hegesztési varratok nyírásra vannak igénybevéve.

Az M_A nyomatékból a varratok leggyengébb keresztmetszetében ébredő nyíróerők: P_1, P_2

$$P_1 = \frac{M_A}{c} = 27\,750 \text{ kg} \quad /99/$$

$$P_2 = \frac{M_A}{d} = 57\,900 \text{ kg} \quad /100/$$

A nyírt varrat-keresztmetszetek.

Vízszintes irányban, négy varratra számolva

$$F_1 = 4 \cdot a \cdot e = 78 \text{ cm}^2 \quad /101/$$

A varrat méreteit a 22. ábra mutatja, ahol

$$h = 1,5 \text{ cm}$$

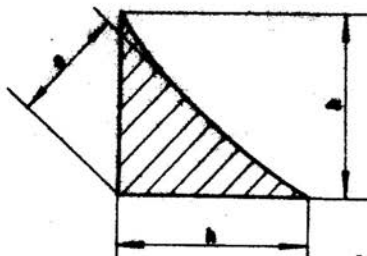
$$e = 0,45 \cdot h = 0,7 \text{ cm}$$

Függőleges irányban, négy varratra számolva

$$F_2 = 4 \cdot b \cdot e = 168 \text{ cm}^2 \quad /102/$$

Az ébredő nyírófeszültségek:

$$\tau'_1 = \frac{P_1}{F_1} = 356 \text{ kg/cm}^2 \quad /103/$$



22. ábra
A varrat méretei

$$\tau_2' = \frac{P_2}{F_2} = 343 \text{ kg/cm}^2 \quad /104/$$

Az "X" erőből ébredő nyirófeszültség.

A nyirt felület:

$$F = F_1 + F_2 = 246 \text{ cm}^2 \quad /105/$$

Az ébredő nyirófeszültség

$$\tau_1'' = \tau_2'' = \frac{X}{F} = 16,2 \text{ kg/cm}^2 \quad /106/$$

$$\tau_1 = \tau_1' + \tau_1'' = 372,2 \text{ kg/cm}^2 \quad /107/$$

$$\tau_2 = \tau_2' + \tau_2'' = 359,2 \text{ kg/cm}^2 \quad /108/$$

Az A 50.11 anyagra a II. terhelési esetben nyírásra megengedett feszültség: $\tau_m = 1080 \text{ kg/cm}^2$. Lánghegesztésnél nyírásra a gyengítési tényező = 0,5. Így a varratokra megengedett feszültség:

$$\tau_{mv} = 0,5 \tau_m = 0,5 \cdot 1080 = 540 \text{ kg/cm}^2$$

A biztonsági tényező:

$$\frac{\tau_{mv}}{\tau_1} = \frac{540}{372,2} = 1,45 \quad /109/$$

A számítás alapján kimondhatjuk, hogy a varratok szilárdságilag megfelelnek.

ÖSSZEFOGLALÁS ÉS ÁLTALÁNOS KÖVETKEZTETÉSEK

A lap vastagsági méretében tapasztalt meg nem engedhető szórások

Az előzőkben összefoglaltuk a különböző préssegédeszközök vastagsági differenciára gyakorolt befolyását. Ebből megállapítható, hogy amennyiben a préslapok, hézaglécek és védőlapok az előírt tűréshatáron belül készülnek el, úgy kb. 1,1 mm maximális

vastagsági eltérés lehet a forgácslapokon belül. A vizsgált esetben, miután a védőlapok a szabványban előírt tűrésmezőnél nagyobb szórással készültek (szabv. $\pm 0,15$ mm, a vizsgált védőlapokon $\pm 0,247$ mm), a fent említett préssegédeszközökből adódó maximális vastagsági eltérés kb. 1,5 mm.

Az összesen mért vastagsági differencia nagy részét a prés szerkezeti elemeinek deformációja okozza.

Felvetődhet az a kérdés, hogy miért nem szűkítjük a préssegédeszközök tűrésmezőjét. Itt elsősorban utalni kell a présalkatrészek deformációira, mert amíg a deformációk okozta vastagsági méretkülönbségek nagyok (1,5-2 mm), addig a segédeszközök tűrésmezőjének szűkítése eredménytelen.

Kérdéses ezek után, hogy a présdeformációk milyen határ alá szoríthatók le, tekintettel arra, hogy a túlméretezésnek a gazdaságosság is határt szab.

Erre a kérdésre csak a konkrét présméretezés ad feleletet. Mindenesetre megállapítható, hogy a forgácslap vastagsági szórásával szemben tulzott követelményeket nem lehet támasztani, mert a követelményeknek többek között határt szab az alkatrészek hődilatációja és hődeformációja is, mely hatás nem küszöbölhető ki.

Leszögezhető tehát, hogy a gyakorlatban a forgácslap vastagsági méretszórását a legjobban befolyásoló alkatrész tűrésmezője szabja meg, így pl. ha a présdeformációt nem tudjuk 0,5 mm-nél kisebb értékre csökkenteni, akkor a többi alkatrész tűrésmezőjét szükségtelen századmilliméteres értékre szabni, mivel a számítási és fizikai pontatlanság nagyobb eltérést ad.

A gyakorlati tűrésmezőt végeredményben két gazdasági tényező alakította ki. Az egyik a prés és segédberendezés tűrésmezőjének szűkítéséből származó gyártási különköltség, a másik a legyártott forgácslapok utólagos méretreösszolásának költsége. A két költség összehasonlítása szabja meg, hogy melyik megoldás gazdaságos.

Ehhez még egy feltételt kell fűzni, és pedig, hogy a lecsiszolt méret két oldalon ne legyen nagyobb 0,5, max. 1 mm-nél, mert a forgácslap felső borító pánccélrétege 2-2,5 mm vastag.

A kész forgácslapok vastagsági eltéréseinek számítása,
a műszakilag indokolható szórás

Az előzőekben közöltek szerint a vastagsági eltérést befolyásoló tényezők az alábbiak:

1. A forgácsolás terítési egyenlőtlensége.
2. A védőlapok gyártási tűrése.
3. A hézaglécek gyártási tűrése.
4. A préslapok gyártási tűrése.
5. A présalkatrész deformálódása.
6. Gyártástechnológiai hiányosságok (gondatlanság).

A 2., 3., 4., 5. pontban jelzett tényező műszakilag számítható, az 1. és 6. pont megfelelő technológiával és gondos munkával kiküszöbölhető.

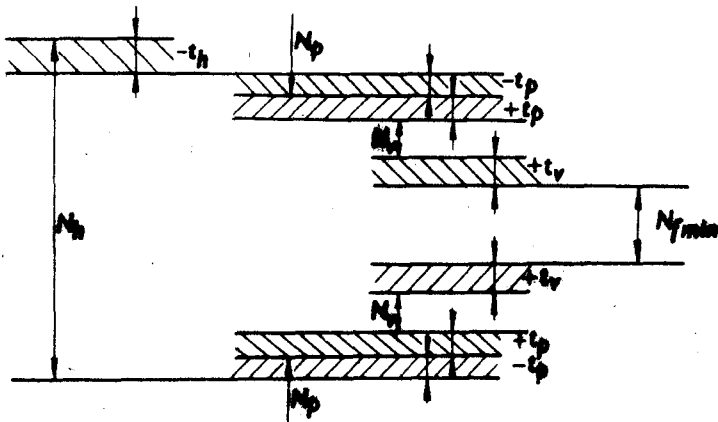
A számítás módja:

Jelölések:

A védőlap névleges mérete és gyártási tűrése:

$$N_v \begin{matrix} +t_{v1} \\ -t_{v2} \end{matrix}$$

A hézagléc névleges mérete és gyártási tűrése:



23.ábra

A forgácslap minimális méretének számításához szükséges séma

$$N_h \quad \begin{matrix} +t_{h1} \\ -t_{h2} \end{matrix}$$

A présalap névleges mérete és gyártási tűrése:

$$N_p \quad \begin{matrix} +t_{p1} \\ -t_{p2} \end{matrix}$$

A számítás egyszerűsítése végett a tűrésmezőket szimmetrikusnak tételezzük fel.

A présalkatrészek deformációja (présasztal) f_{max} .

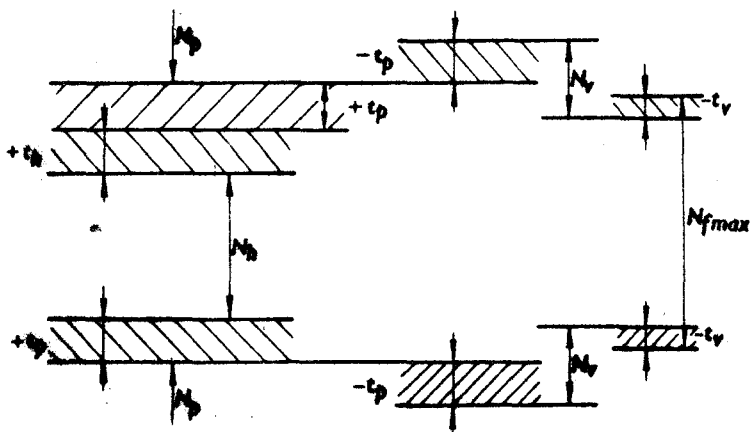
A kész forgácslap névleges mérete:

$$N_f = N_h - 2 \cdot N_v \quad /110/$$

A forgácslap minimális méretének számításához szükséges sémát a 23. ábra szemlélteti.

$$N_{fmin} = N_h - t_h - 4 \cdot t_p - 2 \cdot N_v - 2 \cdot t_v \quad /111/$$

A forgácslap maximális méretének számításához szükséges sémát a 24. ábra tartalmazza.



24. ábra

A forgácslap maximális méretének számításához szükséges séma

$$\begin{aligned}
 N_{fmax} &= N_h + t_h + 4 \cdot t_p - (2 \cdot N_v - 2 \cdot t_v) = \\
 &= N_h + t_h + 4 \cdot t_p - 2 \cdot N_v + 2 \cdot t_v
 \end{aligned}
 \quad /112/$$

A negatív vastagsági eltérés (tűrés):

$$-t_f = N_f - N_{fmin} \quad /113/$$

A pozitív vastagsági eltérés:

$$+t_f = N_{fmax} - N_f \quad /114/$$

$$-t_f = t_h + 4 \cdot t_p + 2 \cdot t_v \quad /115/$$

A présalkatrészek deformációinak figyelembevétele. A présasztalok (mozgó és álló) megfelelő méretezés mellett is rendelkeznek bizonyos deformációval (0-1 mm). A forgácslapok tűrésmezejének megállapításához ezen deformációk figyelembevételénél két esetet különböztetünk meg, éspedig:

a/ amikor a préslapok megfelelően méretezettek (deformáció 0,1 mm alatt) és a présasztalok deformációit nem viszik át a többi forgácslapra, és

b/ amikor a nem megfelelő préslap vastagságok (deformáció közel azonos a présasztaléval) a présasztalok deformációit átviszik a forgácslapokra.

Az a/ esetben a présasztalok teljes deformációját csak az asztallal közvetlenül érintkező forgácslapoknál kell figyelembe venni, mégpedig:

Ha a présasztal deformációja felülről nézve domboru (felhajlás), akkor a számított minimális forgácslapméretet a felhajlás mértékével csökkenteni kell (a felhajlás csak a minimális méretet befolyásolja), ha a présasztal deformációja felülről nézve homoru (lehajlás), akkor a számított maximális forgácslapméretet a deformáció méretével növelni kell (a lehajlás csak a maximális méretet befolyásolja).

Megjegyzés: A deformáció felülről nézve domboru, ha a dugattyúk az asztal középtengelyéhez közel fekszenek, a deformáció homoru, ha a dugattyúk az asztal széléhez fekszenek közel.

A b/ esetben a deformáció pontos eloszlása présemeletek között a forgácslap heterogenitása és a préslapok ellenállása miatt nem egyenlő. Ilyenkor a legbiztosabb, ha a deformációt minden forgácslapnál teljes értékével vesszük figyelembe.

Példaképpen számítsuk ki a forgácslapok kiadódó tűrésmezejét, ha a présalkatrészek és segédberendezések tűrésmezeje a következő:

védőlap tűrésmezeje $\pm 0,1$ mm

hézagléc " $\pm 0,05$ mm

préslap " $\pm 0,1$ mm

A mozgó présasztal felhajlása (felülről nézve domboru)

$f_{1\max} = 0,3$ mm.

A felső présasztal felhajlása $f_{2\max} = 0$

A préslapok deformációra méretezettek (vastagság 100-120 mm)

$f_{3\max} = 0,05$ mm (felülről nézve domboru)

A forgácslapok tűrésmezeje:

$$\begin{aligned} \pm t_f &= t_h + 4 \cdot t_p + 2 \cdot t_v = 0,05 + 4 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,1 = \\ &= \pm 0,65 \text{ mm} \end{aligned}$$

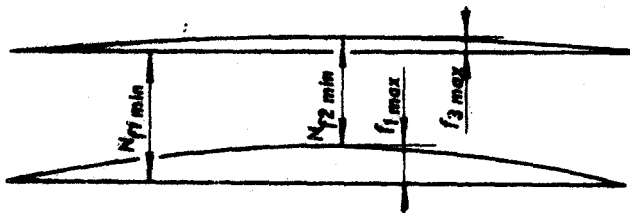
A préslapok és a présasztal deformációinak figyelembevételével a legelső emeleten készülő forgácslapnál (lásd a 25.ábrát):

$$N_{f2\min} = N_{f1\min} + f_{3\max} - f_{1\max} = t_{f2\min} =$$

$$= t_{f1\min} + f_{3\max} - f_{1\max} = -0,65 + 0,05 - 0,3 = -0,9 \text{ mm}$$

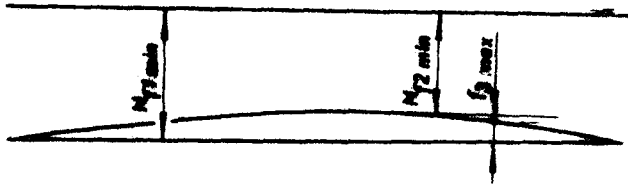
/116/

A legfelső emeleten készülő forgácslapnál (lásd a 26.ábrát):



25.ábra

A préslapok és a présasztal deformációinak figyelembevétele a legelső emeleten készülő forgácslapoknál



26.ábra

A préslapok és a présasztal deformációinak figyelembevétele a legfelső emeleten készülő forgácslapoknál

$$t_{f2min} = t_{f1min} - f_{3max} = -0,65 - 0,05 = -0,7 \text{ mm} \quad /117/$$

Tehát a kiadódó tűrésmező:

legalsó forgácslap	+0,65 mm
	-0,90
legfelső forgácslap	+0,65 mm
	-0,70
a többi forgácslap	±0,65 mm

A fenti példában feltételeztük, hogy a préslapok az $f_{3max} = 0,05 \text{ mm}$ felhajlást minden emeleten végigviszik (a valóságban emeletenként bizonyos mértékkel csökken).

A fenti tűrés technikai számításoknál figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a kiadódó tűrés az előfordulható eltérést adja meg, ami nem jellemző minden egyedre, tehát a legyártott forgácslapok többségében a vastagsági eltérés a számítottnak csak kb. a felét adja, de a gyártás során előfordulhat olyan forgácslap is, melynek maximális vastagsági eltérése megegyezik a számított értékkel.

A fenti példából látható az is, hogy bár a befolyásoló alkatrészek tűrésmezeje és deformációja viszonylag szűk értékű, mégis a forgácslapra kiadódó tűrésmező elég nagy.

Itt említünk meg még egy olyan tényezőt, mely nem számítható, de nem elhanyagolható, éspedig a présből kikerülő forgácslapok egyenlőtlen visszazugása, ami az egyenlőtlen feszültségmegoszlásból (egyenlőtlen gyantafelhordás, térfogatsúly, nedvesgéttartalom) ered. Nagyságát nem mértük, de feltehetően +0,1 -0,2 mm vastagsági eltérést eredményez.

A forgácslapgyártásban alkalmazott hidraulikus présekkel szembeni alapvető követelmények

Az előző fejezetekben közölt számítások, valamint a tapasztalatok szerint, a prés szilárdsági méretezése mellett a deformációs számításokat is el kell végezni, sőt csak a deformációs számítások alapján lehet következtetni a gyártott forgácslap várható törésmezejére. Tervezéskor azt a legkedvezőbb esetet kell megkeresni, amely a legkisebb deformációt eredményezi. Itt utalni szeretnénk a préstípus megválasztásánál a dugattyu méretére és elhelyezésére.

Szükségesnek mutatkozik, a forgácslapgyártó ipar igényének megfelelő préstípus vagy préstípusok szabványosítása a következő elvek alapján.

A mozgó és álló présasztalt úgy kell méretezni, hogy a terhelés alatti lehajlás kereszt ill. hosszirányban ne haladja meg átlagban a 0,25 mm-t ill. maximum a 0,5 mm-t. A megengedett lehajlás megállapításakor mérlegelni kell a gazdaságosságot, a gyártandó forgácslap méretét és figyelembe kell venni a forgácslap felhasználási területét.

A jelenleg használt (40–45 mm-es) préslapok vastagsági mérete nem megfelelő, mert a préselés ideje alatt a préslapok erősen deformálódnak. A szükséges préslap vastagságot a fajlagos nyomóerő és a forgácslap mérete határozzák meg.

Az előzőekben tárgyaltak alapján megállapítható, hogy ez a méret minimális esetben is kb. 100 mm-t igényel. Az ilyen vastagságú préslapokban a deformáció 0,25 mm-es értéket sem éri el, s a préslapok hőkapacitása is kielégítő.

Az ajánlott méretű préslapok azzal az előnnyel is járnak, hogy ha a présasztalok deformációit nem tudjuk alacsony értékre választani, akkor a présasztalokban fellépő deformáció hatása csak a közvetlenül velük érintkező (alsó és felső) forgácslapokban érvényesül.

A számítások elvégzése azt igazolja, hogy a hegesztett keretszerkezetű préseknél (a statikailag határozatlan szerkezet miatt) igen nagy a számítási bizonytalanság. A huzott, oszlopos présszerkezetek számítása egyszerűbb, s így nagyobb pontossággal méretezhető, ezért ennek a típusnak a gyártása célszerűbb.

A hegesztett keretszerkezetű prések méretezési elve

A hidraulikus présekre vonatkozó vizsgálatok alapján megállapítható, hogy préseléskor a hézaglécek hordják az összterhelésnek mintegy 40-60 %-át. Ez a tény befolyásolja a méretezést, mert a préslap széleken fellépő koncentrált erő a mozgó présasztal lehajlását növeli, de ugyanakkor a keretszerkezetben ébredő feszültségeket kedvezően befolyásolja. A szilárdság és deformációs méretezésre vonatkozó elveket és számításokat az előzőekben közöltük. Más típusu pl. húzott oszlopos rendszerű présekre hasonló elvek alapján alkalmazható a számítási módszer.

A prés méretezéséhez szükséges fajlagos nyomás és az összterhelés számítása

A méretezéshez szükséges fajlagos nyomást (kg/cm^2) a prészárás végpontja (a hézagléceknek a préslapokon történő felütközése) határozza meg.

A fajlagos végnyomást befolyásoló tényezők: a préselt forgácslap fajfaja, térfogatsúlya, a forgács nedvességtartalma és az ezt befolyásoló kötőanyagtartalom, a forgács mérete és alakisége, prészárási idő. A legnagyobb befolyása a térfogatsúlynak van.

A 27. ábrában tájékoztató adatokat közlünk a fajlagos nyomás értékére prészáráskor, a forgácslap térfogatsúlya, a kötőanyag (nedvességtartalom) és a forgácsalakiség függvényében.

Az összterhelés számításánál a présfolyadék végnyomásából kell kiindulni.

A prészerkezetre ható összterhelés:

$$Q = P_{\max} \cdot F_{D\ddot{o}} \quad /118/$$

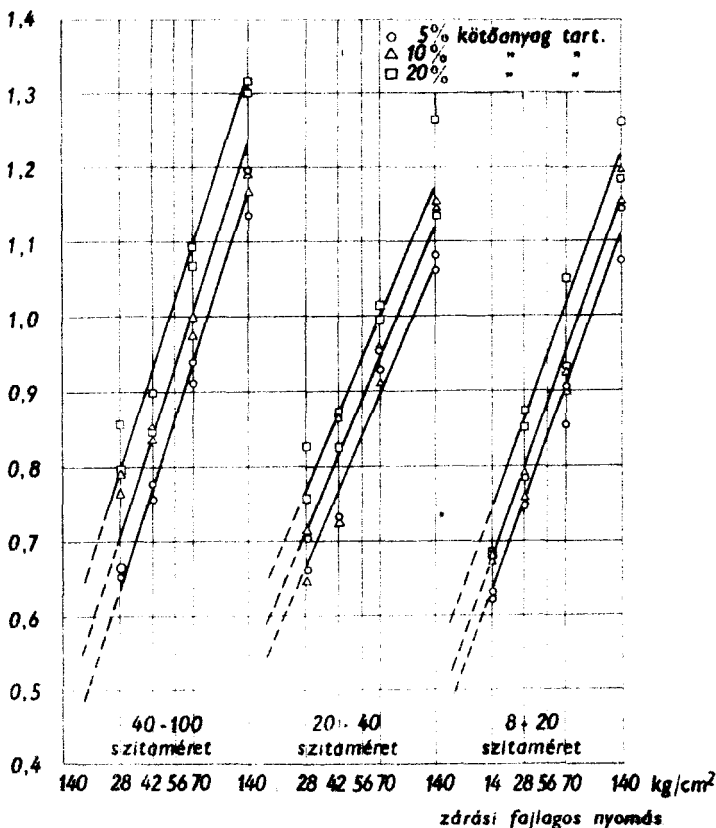
ahol

Q = az összterhelés, kg

P_{\max} = a présfolyadék végnyomása, kg/cm^2

$F_{D\ddot{o}}$ = a dugattyúk összfelülete, cm^2

g/cm³
térfogatsúly



Megjegyzés: a diagram azonos fafajra, nedvességtartalomra és prészársási időre értendő

27. ábra

Tájékoztató diagram a fajlagos nyomás értékére prészáráskor a préselendő forgácslap térfogatsúlya, gyantatartalma és a forgácsnagyság függvényében (Wood Particle Board Handbook nyomán)

A fajlagos nyomás (kg/cm²):

$$P_f = \frac{Q}{F_{fl}} = \frac{P_{max} \cdot F_{Dö}}{F_{fl}}$$

/119/

ahol

F_{fl} = a préselendő forgácslap felülete, cm²

A dugattyurendszer megválasztása forgácsolap présekhez

A 27.ábrából megállapítható, hogy a tervezendő préssel $0,7 \text{ kg/cm}^3$ térfogatsúlyu, 10 % kötőanyagtartalmu és 60-as szitamérettel jellemzett forgácsnagyságu forgácsolap gyártásához közelítőleg 28 kg/cm^2 fajlagos zárási nyomás szükséges. (Megjegyzendő, hogy a fent említett diagram nem határozza meg a fafajt és a prés zárásidejét, és ez felhasználhatóságát korlátozza.)

Legyen a forgácsolap mérete $F_f \ell = 1250 \times 2000 \text{ mm-es}$. A fel-lépő összterhelés a /119/ számú összefüggésből:

$$Q = P_f \cdot F_f \ell = 28 \cdot 125 \cdot 200 = 700\,000 \text{ kg} = 700 \text{ tonna.}$$

Kérdéses a dugattyuk összfelülete.

A /118/ számú összefüggésből

$$F_{D\delta} = \frac{Q}{P_{\max}}$$

A présfolyadék végnyomása nem választható meg tetszőlegesen a beszerezhető szivattyuk végnyomásától függően, mert a kereskedelemben kapható szabványos nyomócsövek és csőszerelvények jelenleg csak 300 atmoszférára szavatoltak.

$$F_{D\delta} = \frac{700\,000}{300} = 2333 \text{ cm}^2$$

Kérdés, hogy a szükséges dugattyufelületet hány dugattyura ossz-szuk el?

A választható dugattyurendszerek:

1. Egy dugattyu, amikor a présasztalt a tengely körüli elfordulás ellen biztosítani kell.
2. Egy nagy dugattyu és két kis vezetődugattyu.
3. Két nagy dugattyu.
4. Kettőnél több, egyforma vagy különböző átmérőjű dugattyu, szimmetrikus elosztásban.

Általánosan kialakult vélemény még nincs, hogy melyik rendszer előnyösebb. Mi az egy vagy két dugattyus rendszert tartjuk előnyösnek a következők alapján:

Egyszerűbb és pontosabb számíthatóság, a szilárdság és deformáció szempontjából, kevés az illeszkedő felület, kevesebb a meghibásodási hely.

A fent számított szükséges dugattyufelületből egy dugattyu esetén a szükséges átmérő:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{D\delta}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2335}{\pi}} = 54,5 \text{ cm}$$

Két dugattyu esetén:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{D\delta}}{2 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2333}{2 \cdot \pi}} = 36,3 \text{ cm}$$

Természetesen ez a számítás csak a fent említett jellemzőkkel rendelkező forgácslapokra helyes. Ha a présben várhatóan sokfajta forgácslapot gyártanak, a számítást a legnagyobb fajlagos végnyomást igénylő forgácslapra kell elvégezni.

A szivattyurendszer megválasztása

A fenti számítást továbbvive, tételezzük fel, hogy hat emeletes présről van szó, és hogy a forgácspaplant a hidegprés(elő-prés) 6 cm-re nyomja össze. A védőlapok vastagságát és biztonságot számításba véve az emeletek szükséges távolsága 8 cm. Így a dugattyu által összesen megtett ut a zárásig:

$$s = 6 \cdot 8 = 48 \text{ cm}$$

A prés zárásához szükséges folyadékmennyiség:

$$q = F_{D\delta} \cdot s = 2333 \cdot 48 = 112\ 000 \text{ cm}^3 = 112 \text{ l.} \quad /120/$$

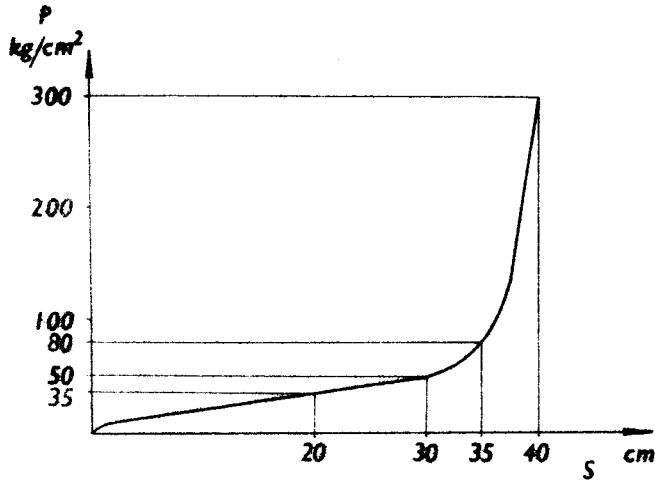
ahol

s = a dugattyu ut, cm

q = a szükséges folyadék mennyisége, cm^3

Gyakorlati tapasztalatok szerint a prészárás első szakaszában (amíg a forgácspaplanok nem ütköznek fel), legcélszerűbb egy nagyteljesítményű, esetünkben pl. 300 l/p turbószivattyu alkalmazása.

A prészáráshoz szükséges folyadékmennyiségnek kb. 15 %-át a turbószivattyu szolgáltatja, így a dugattyus szivattyunak kb. 95 l folyadékot kell szállítani prészárásig.



28.ábra

A forgácslap prés munkagörbéje a példaként választott nyomás és utértékkel

A további feladat megkeresni azt az optimális szivattyuteljesítményt, amely a megkívánt 1 perc alatt biztosítja a prészárás idejét.

A turbószivattyu működési idejét figyelmen kívül hagyva, amit 2-5 mp-ben tételezünk fel, a zárási idő 50 mp. A forgácslap-prések munkadiagramjának jellegét a példaként választott nyomás- és utértékekkel a 28.ábra szemlélteti.

A szivattyu teljesítménye a szállított folyadékmennyiség és a folyadéknyomás alapján:

$$N = \frac{V \cdot p}{75 \cdot \eta} \quad /121/$$

ahol

V = a szállított folyadékmennyiség, m^3/sec

p = a folyadék nyomása, kg/m^2

η = a szivattyu hatásfoka

V -t kifejezve:

$$V = \frac{N \cdot 75 \cdot \eta}{p} \quad /122/$$

A prés adataiból a szükséges folyadékmennyiség:

$$V = \frac{F_{D\ddot{o}} \cdot s}{t} \quad /123/$$

ahol

t = a prés zárási ideje, sec.

A /122/ és /123/ egyenlet egyenlőségéből a prés zárási ideje

$$\frac{N \cdot 75 \cdot \eta}{p} = \frac{F_{D\ddot{o}} \cdot s}{t}$$

$$t = \frac{F_{D\ddot{o}} \cdot s \cdot p}{N \cdot 75 \cdot \eta} \quad /124/$$

Háromfokozatu szivattyut választva a zárási részidők: t_1 , t_2 és t_3 . A fokozatok végnyomását és az uthosszakat a 28. ábra szemlélteti. A zárási összidőt a részidőkből az alábbiak alapján számíthatjuk:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 =$$

$$= \frac{F_{D\ddot{o}}}{N \cdot 75 \cdot \eta} (s_1 \cdot p_1 + s_2 \cdot p_2 + s_3 \cdot p_3) \quad /125/$$

A szükséges adatok

$$F_{D\ddot{o}} = 0,233 \text{ m}^2, \quad t = 50 \text{ sec}, \quad \eta = 0,6$$

$$s_1 = 0,2 \text{ m}, \quad s_2 = 0,15 \text{ m}, \quad s_3 = 0,05 \text{ m},$$

$$p_1 = 35 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^2, \quad p_2 = 80 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^2; \quad p_3 = 300 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^2$$

A szivattyú teljesítménye a /125/ egyenletből:

$$N = \frac{F_{D\ddot{o}}}{t \cdot 75 \cdot \eta} \cdot (s_1 \cdot p_1 + s_2 \cdot p_2 + s_3 \cdot p_3)$$

Behelyettesítés után:

$$N = \frac{0,233}{50 \cdot 75 \cdot 0,6} \cdot (0,2 \cdot 35 \cdot 10^4 + 0,15 \cdot 80 \cdot 10^4 +$$

$$+ 0,05 \cdot 300 \cdot 10^4) = 35,25 \text{ LE}$$

A fokozatok literteljesítményét számítva:

$$v_1 = \frac{N \cdot 75 \cdot \eta}{P_1} = \frac{35,25 \cdot 75 \cdot 0,6}{35 \cdot 10^4} = 0,00453 \text{ m}^3/\text{sec} = \\ = 4,53 \text{ l/sec}$$

$$v_2 = \frac{0,1586}{80} = 0,00198 \text{ m}^3/\text{sec} = 1,98 \text{ l/sec}$$

$$v_3 = \frac{0,1586}{300} = 0,00053 \text{ m}^3/\text{sec} = 0,53 \text{ l/sec}$$

Javasoljuk, hogy a faipari présekkel foglalkozó tervezőintézetek és a prések gyártásával foglalkozó üzemek az "Összefoglalás és általános következtetések" című fejezetben közölt elveket a prések tervezésénél alkalmazzák.

Ennek biztosítása érdekében szükségesnek mutatkozik a megállapított elvek szabványosítása.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Mutnyánszky: Szilárdságtan II.

Pattantyus: Gépek üzemtana

Dr. Vörös Imre: Gépelemek I.

A.A.Caryle, L.B.Mogee, R.A.McLean: Wood Particle Board Handbook

CSERGÖMBFÁT ÉS FÜRÉSZÁRUT KÁROSÍTÓ ROVARFAJOK
MEGHATÁROZÁSÁRA VÉGZETT KUTATÁSOK²

Bálint Gyula
tudományos munkatárs

A kutatást a hazai termelésből viszonylag nagyobb mennyiségben hasznosítható cser műszaki tulajdonságainak javítása céljából iktattuk be, annak a megfontolásnak eredményeként, hogy a csERGÖmbfa és fűrészáru rovarfertőzés elleni védelme, a szijáciban és olykor a gesztben is fellépő károsodások megakadályozása a cser minőségi javítását és ezzel nagyobb mértékben az ipari felhasználhatóságát szolgálja.

A cserrönkök kérge alatt, a kambium- és a szijácsrészben, és a gesztben élő károsítók azonosítására több üzemből fertőzött csert gyűjtöttünk be. A kutatási munkát így a következő metodikai terv szerint végeztük el.

Fatelepi vizsgálatok

Cserrönkök rovarrágott részének helyszíni vizsgálata. Rovarfertőzött részből mintavétel. A mintáknak álcajáratok szerinti szelektálása. Az álcajáratok rajzolatának, továbbá a kirepülési nyílások alakjának és méretének, valamint a furatliszt színeinek és tömörségének vizsgálata. Élő álca keresése lehallgatással.

Laboratóriumi vizsgálatok

Mesterséges kinevelés feltételeinek megállapítása. Hőmérséklet és légnedvességi állapot biztosítása. A kifejlődött nemzék preparálása.

²1959 évben végzett kutatás.

Kiértékelő vizsgálatok

A fatelepen és az intézet faanyagvédelmi laboratóriumában lefolytatott vizsgálatok alapján a károsító rovarfajok azonosítása, majd demonstrálása.

VIZSGÁLATOK

Fűrész- és lemezipari telepeken

A vizsgálatokat rovarrágások tanulmányozására, az álcájáratok megfigyelésére, az egyes fertőzések egymástól való különbözőségére, és a már bekövetkezett - fapusztító rovarok okozta - károsodások súlyosságára végeztük el.

A kutatási téma eredményességének biztosítása érdekében a kártünetek tanulmányozása és megfigyelése mellett a fertőzött faanyagokból mintavétel, majd mesterséges kinevelés útján a károsodást okozó biológiai ágensek identifikálását elsőrendű feladatnak tekintettük.

A kutatás lehetőségét előmozdította az 1958 őszen bekövetkezett nagyarányú rovarfertőzés, melynek kihatásai a legtöbb vállalat telepein jelentős mértékben megmutatkoztak.

A cserkárosítók kutatása keretében elsősorban a cserrönkök tárolását vizsgáltuk meg. A fertőzöttség igen nagymérvűnek mutatkozott, ami a kéreghulladék mellett a rönkmáglyák alá szóródott feltűnően nagymennyiségű rágcsálók jelenlétében is észlelhető volt.

A rönkök kérge alatt a szíjácsra, egyes esetekben pedig a gesztbe is behatoló szurágásokat, illetve álcájáratokat figyeltünk meg (1. ábra).

A szübogarak megjelenését a fa külső palástján elágazóan haladó 1,6-1,7 mm átmérőjű anyagárat, a kis vonalszerű megszakításokkal, sötétszínű álcamenetek mutatják. A cincérfélék - mint kevésbé víz, főleg keményítőigényes specíesek - mélyreható, széles járataikkal jelezték a károsodás bekövetkezését és arányait. Ovális kirepülési nyílások, hirtelen kanyarodó álcafürások alapján feltételezett rovarkárosítók életfeltételei a fatelepeken



1.ábra

Kéreg alatti és a szijácsra átterjedő rovarkárosítás

biztosítva lehettek. Erre vall az élőálcák fejlődőképes állapota, sőt további fejlődésük ténye is.

A fapuzstítórovarok milyenségére utaló fakórtani tünetek alapján állítottuk be a klimafeltételeket.

Laboratóriumi kísérletek

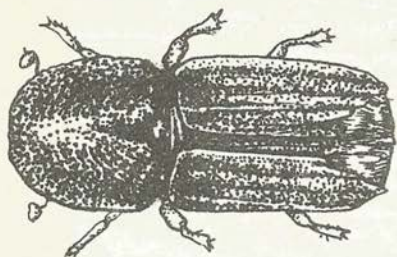
Mesterséges kinevelés

A fa- és fűrészüzemek telepeiről behozott mintákat klimatizálható helyen, termosztátban helyeztük el. A mesterséges kineveléshez szükségesen gondoskodtunk a környezet nedvességtartalmáról és az inkubációs, majd a későbbi fejlődési idő alatt az optimális hőmérséklet biztosításáról.

Légnedvesség 70-75 % (relatív nedvességi állapot),
hőmérséklet +26 C°

volt.

Termosztátban a megadott táplálkozásélettani körülmények biztosításával, a mesterséges kineveléssel a generációs körfor-



2.ábra

Xyleborus monographus RTZB



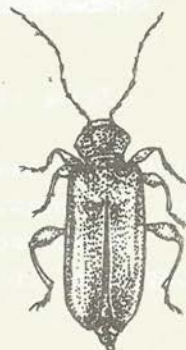
3.ábra

Hengeres tölgysszu
(*Platypus cylindrus* Fabr.)



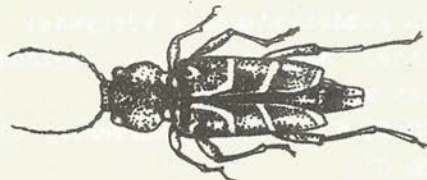
4.ábra

Bársonyos darázscincér
(*Phalionotus /Dlytus/ arcuatus* L.)



5.ábra

Bibor korongcincér
(*Pyrrhydium sanguineum* L.)



6.ábra

Tölgy darázscincér
(*Clytus tropicus* PZ.)

gást, tehát egy nemzedék kifejlődését sikerült rövid idő alatt elérni. A bogarak a teljes ivarérett állapotot 2,5-4 hónap alatt érték el. Ha tekintetbe vesszük, hogy I. P. Vité megállapítása szerint pl. a változó háncscincér, *Phymatodes testaceus* L. kifejlődési ideje természetes körülmények között 2 év, ugy intézetünkben lefolytatott laboratóriumi kísérletek kapcsán a fejlődési idő lerövidítése, az identifikálás szempontjából igen nagy jelentőségűnek mondható.

A (pete) lárva-, bábállapoton át a fa anyagában élő rovarszervezetek kinevelése után - a bogarak kirepülésének idősorrendjében - a cserrönkők rovarkárosítói között a következő rovarokat identifikáltuk:

szarvas tölgysszu	<i>Xyleborus monographus</i> RTZB (2.ábra)
hengeres tölgysszu	<i>Platypus cylindrus</i> Fabr. (3.ábra)
bársonyos darázcincér	<i>Plagionotus arcuatus</i> L. (4.ábra)
bíbor korongcincér	<i>Pyrrhidium sanguineum</i> L. (5.ábra)
tölgy darázcincér	<i>Clytus tropicus</i> PL. (6.ábra)

specieseket.

Az imágók megjelenésének idősorrendiségét illetően következtetéseket nem vonhattunk le és konkrét megfigyeléseket nem tehattunk, mert a fertőzés, tehát a peterakás idejére és a megtámadott faanyag előfertőzöttségére, nedvességtartalmára még csak tájékoztató adat sem állt rendelkezésre.

E bogárfajok jelenléte mindenestre - táplálkozásélettani adottságaik alapján - arra mutat, hogy a fertőzés a fa döntése után, annak nedvességtartalmának megfelelő idősorrendben következett be.

A csergömbfa és fűrészárut károsító rovarfajok kinevelése után preparáltuk azokat, hogy fényképezéssel alaktani bélyegeikkel megfelelően dokumentálhatók legyenek.

Preparálás

A faanyagból mesterséges kinevelés eredményeként rövid idő alatt kifejlődött nemzök a kirepülés után éppen úgy, mint a természetes uton kifejlődöttek, elpusztulnak. A vegetáció megszűnése után a bogár végtagjai, csápjai, feje, előtora stb. megmerevednek és a legkisebb mechanikai behatásra letörnek. A kutatás

eredményének dokumentálásához tehát szükséges volt a már megmerevedett bogártestet úgy preparálni, hogy az azt alkotó szelvények merevsége átmenetileg megszűnjön. Ezt ecetéter alkalmazásával értük el.

A merevség megszűnése után rendeztük el a gyűjteményekben, muzeumokban látható gyakorlat szerint a bogártest végtagjait, csápjait és gondoskodtunk a tartósításról. Ez főleg a potroh (abdomen) miatt, a viszonylag gyorsan, az egyes rovarokat fajlagosan támadó organizmusok ellen vált szükségessé. Ezt Tritoxin nevű enzimek csöppentéssel való felhordásával végeztük el.

Identifikálás

A cser kérge, továbbá a kambium alatt a szijácsban élő, műszakilag károsító bogár 2,5 mm nagyságu. Szárnyfedői tompafényűek, végük sima. Hengeralaku, zömök. Felülnézetből a fej nem látható, csak a csápok. A csápok bunkósak. A nyakpajzs szemcsézett, enyhén szőrözött, a közepe előtt papszerű kiemelkedéssel. A himbogárnak kis szarvai vannak. A varrat közelében három, jól fejlett szemölcszerű dudor mutatkozik.

Azonosítás eredménye:

Szarvas tölgysszu, Xyleborus monographus RTZB

Az új, mesterségesen kinevelt bogár csápja igen nagy főizből, három korongalaku ostorizból és osztatlan, nagy csápbunokból áll. Színe sötétbarna, finoman és gyéren szőrözött. Feje és nyakpajzsa szélessége megegyezik. A szárnyfedőkön pontsorok láthatók, melyek barázdaszerűek. A him előtora fényesebb, a nőstény sűrűbben recézett, majdnem fénytelen és pontsorai rendszertelenebbek. Közterecskéi élszerűen kiemelkednek, sűrűn recézettek. A hímek felismerését megkönnyítik a hátul hirtelen megszakadó közterecskék és a mögöttük található fogak. Lábai jellegzetesek; az első combok szélesek és a szögletes "fogak" a menetben való előrehaladást és kitámasztást segítik elő. A bogár 5-6 mm hosszú.

Azonosítás eredménye:

Hengeres tölgyssu, *Platypus cylindrus* Fabr.

A kéreg alatt kezdődő zeg-zugos tekervényekben lefutó és a szíjácsba is átterjedő álcájáratok horogalaku bábbölcsőiben nemzővé fejlődött rovar 10-12 mm hosszú. Barnásfekete, bársonyosan fénylő. A fejen harántirányban három keskeny sávot figyelhetünk meg. A nyakpajzs elülső részén sárga, szalagszerű bélyeg található. A szárnyfedőkön pontsorok mutatkoznak.

Azonosítás eredménye:

Bársonyos darázscincér, *Flagionotus (Clytus) arcuatus* L.

Széles, horogalaku bábbölcső jellemzi a kb. 10 mm hosszú, vöröses színű fapasztitóbogarat, melyet a begyűjtött cserrönk részről kísérleteink során mesterségesen kineveltünk. A fából kibujt bogár teste lapos, szárnyfedői hátrafelé enyhén szélelednek, biborvörösek.

Azonosítás eredménye:

Bibor korongcincér, *Pyrrhydium sanguineum* L.

A fatestbe 5-6 cm mélyen hatoló, többszöri elhajlást mutató, 10-12 cm hosszú álcájáratok furóálcákból kifejlődő 14-16 mm hosszú bogár, mely a *Flagionotus* fajok jellegzetes szigmái mellett ritkábban fordul elő. Szárnyfedőin az utolsó harántszalag a csucs előtt van.

Azonosítás eredménye:

Tölgy darázscincér, *Clytus tropicus* PZ.

A rovarok azonosításával lehetőség mutatkozik a cserrönkök károsítóival és a károsítás elleni védekezés kérdésével foglalkozni és azt intézményesen megszervezni.

RÖNKVÉDELEM²

Barlai Ervin
igazgató helyettes

BEVEZETŐ RÉSZ

A kutatás szükségességének megindoklása

Magyarország erdőterületének 27,1 %-át fülledékeny fafajok borítják, melyek között mennyiség és érték szempontjából első helyen a bükk áll. Belföldi termelésünknek tekintélyes részét tehát védeni kell a fülledéssel szemben, mert a fülledt fa felhasználhatósága korlátolt. Tekintettel arra, hogy az erdei ki-termelés periodikus, az ipari termelés viszont folyamatos, el-kerülhetetlen a rönkkészletek több hónapon át való tárolása. A tárolás időtartama alatt a rönkkészlet fülled, és emiatt népgaz-daságunkat évről-évre károsodás éri.

A Szovjetunióban a fülledés elleni harc több évtizedes multra tekinthet vissza. Különösképpen Perelügin, Vanyin és Va-kin professzorok foglalkoztak a kérdéssel. Számos kísérlet és megfigyelés alapján különféle módszerek alakultak ki. Ezek közül a legjobban beváltakat rönkvédelmi utasításokba és szabványokba foglalták.

A fülledés folyamata

A fülledés gombáktól okozott korróziós folyamat, mely kife-jezetten a szórtlikacsu fák betegsége. A gyűrűs likacsu fák gesztjének sejtfalaiba berakódott inkrusztáló anyagok védelmet nyújtanak ezzel a kóros folyamattal szemben. A szórtlikacsu fák, így a bükk, gyertyán, juhar, nyír, hárs, éger, nyár, a döntést követő hónapokban, áprilistól augusztusig a fülledés okozta kor-róziós folyamat látható tüneteit mutatják. Legkorábban a bükk

²1951-52 években végzett kutatás

fülled, melyben az ezt követő xylánképződés következtében hazai klimatikus viszonyaink között már májusban radiális irányu barna foltképződés figyelhető meg (foltosodás). Junius-juliusban a parenchimatikus elemek kiszáradása következtében a xylánképződés megszűnik és a barna foltok között világos sárgás csikok láthatók (csikosság).

A fülledés harmadik szakaszában a füllett részekben fekete szegélyvonalak jelennek meg (márványosodás), melyek a különböző fajú gombák támadási területét határolják. Ezek a sötét szegélyvonalak nagymennyiségű xylánt tartalmaznak. Márványosodást kísérleteink folyamán első ízben szórványosan július végén észleltünk, augusztusban pedig tömeges előfordulásban. A márványosodást a fa gyors korhadása követi.

A kórokozók

Az irodalom szerint a fülledést okozó gombafajok számát 36-ra teszik (lásd Kollmann: Technologie des Holzes. 1936. 310. oldal), melyek a Basidiomycéták és Ascomycéták, részben a Fungi imperfecti közé tartoznak. Részletes morfológiai és fiziológiai ismertetés csak néhány kórokozóról áll rendelkezésre. A témának ez a része tehát külön mykológiai kutatást igényel, melyet a kutatás célja számunkra nem tett szükségessé. Ezért a kórokozókat kizárólag termőtestek alapján határoztuk meg. Megállapítottuk, hogy a kísérleti telepeken a fertőzést főleg az alábbi gombafajok okozták:

Legnagyobb számban *Stereum purpureum* termőtesteket találunk. Ezek a termőtestek konzolalakuak, világosan szegélyezetttek, lilásvörös színűek, tetőcserepszerűen helyezkednek el.

Találunk *Hypoxyylon coccineum* termőtesteket is, melyek szürkés vagy zöldes félgömb alakúak, borsó nagyságúak, és idősebb korban megbarnulnak.

Igen gyakori volt főleg a száradás előrehaladottabb szakaszában a *Schizophyllum commune* bőrszerű tapintású, fehéren szegélyezett piszkos szürke termőtesteinek a megjelenése. Ezt a gombát az jellemzi, hogy termőtestének alsó lapja, hyméniuma lemezes, a többi fülledést okozó gomba likacsos szerkezetű hyméniumával szemben.

A korhadás periódusában *Polystictus versicolor* termőtesteket is találtunk, melyek konzolalakúak, szívósak, fehérrel csipkézetten szegélyezettek, barna, később fekete színűek.

Kutatásaink során figyelembe vettük ezeknek a gombáknak nedvességi igényét, mert feltételezhető volt, hogy a fülledés a rönkökben azon a nedvességi fokon terjed a legerőteljesebben, amely a támadó gombák optimális vizigényességét legjobban megközelíti.

A <i>Stereum purpureum</i> optimális vizigényessége	45-50 %
A <i>Polystictus versicolor</i> " "	20 %
A <i>Schizophyllum commune</i> " "	17 %

A fülledés biológiai feltételei. A morfológiánál a gyakorlat szempontjából sokkal nagyobb a jelentősége a fülledést okozó gombák életfeltételeinek. A védekezés lényegileg küzdelem a gombák életfeltételei ellen. Az életfeltételek megváltoztatása a gombákat elpusztíthatja, vagy tevékenységüket többé-kevésbé mérsékelheti. A védekezés ilyenkor biológiai jellegű.

Azok az életfeltételek, melyeket a védekezés kapcsán szem előtt kell tartani, a következők:

A fa nedvességtartalma

Amíg a fa sejtüregéi nedvességgel telítettek, addig a gombák hyphái nem hatolnak be a fába, mert lélegzésükkor oxigénre van szükségük. A fülledés tehát csak akkor kezdődhet, ha a fa élőnedves állapotából legalább 15 % nedvességet veszített. Ezért jelentkezik a fülledés elsősorban a rönkök bütüiben és onnan terjed a fa száradásával arányosan a rönkök belseje felé.

Fülledésgátló hatása van azonban az alacsony nedvességtartalomnak is, mert megakadályozza a gombák táplálkozását. Ha a fa nedvességtartalma 17 % alá csökken, akkor a gombák már nem használhatják táplálékul mert nem képesek azt a maguk céljainak megfelelően feloldani. Ezért 17 % nedvességtartalom alatt a fülledés megszűnik.

Ezeknek a biológiai feltételeknek a védekezés szempontjából rendkívül nagy jelentőségük van, mert ezek szabják meg a védekezés alapelveit.

A védekezés különböző tárolási módszerek útján történik. Ha a tárolással a fa száradását igyekszünk megakadályozni, és ezzel nedvességtartalmát a felső kritikus határérték felett tartani, akkor nedves tárolási módszert, ellenkező esetben, amikor a lehető legrövidebb idő alatt az alsó kritikus határérték elérésére törekszünk, száraz módszert alkalmazunk.

A két szélső határértéken belül még a kritikus középértéket is figyelembe kell venni. Az egyes gombafajok részvételének sorrendjét a fülledés folyamatában ugyanis szintén a rönkök nedvességtartalma határozza meg, mert a gombafajok egy része magas nedvességigényű, másrésze szárazságtűrő. Legerősebb a fülledés a középértékek közelében, mert ilyenkor még a nedvességigényes gombák is résztvesznek a folyamatban, de már a szárazságtűrők is belépnek a kórokozók közé. A támadó gombafajok száma ekkor a legnagyobb. Ezt egyébként a márványos rajszolat makroszkópikus képe is szemléltetően érzékelteti. A kritikus középérték gyakorlati kiértékelése arra utal, hogy a fülledés lefolyásában fontos szerepet játszik az idő, mert a korrózió az idő függvényeként jelentkezik. Minél tovább tart a korrózió, annál nagyobb a kár. A száraz tárolási módszerek tehát csak olyan mértékben lehetnek hatásosak, amilyen mértékben a fülledés időtartamát a kritikus értékek közötti gyors száradással lerövidítik.

A gombák hőmérsékletigénye a védekezés szempontjából már kevésbé fontos életfeltétel, mert a rönkök tárolása esetén a hőmérsékletet csak kis mértékben befolyásolhatjuk. A röntárolás erre alapozott módszerei, így pl. a rönkök befagyasztása a mi klimatikus viszonyaink között nem alkalmazhatók. A fülledést okozó gombák optimális hőigénye 22-26 °C. Ez a hőmérséklet hazánkban a július-augusztusi átlaghőmérsékletnek felel meg, és kísérleteink szerint is a fülledés ebben az időben a legerőteljesebb. A gombák fejlődése alacsony hőmérsékleten erősen gátolt, és ez az oka annak, hogy a fülledés folyamata télen szünetel, tavasszal kezdődik, a nyári hónapokban a legerőteljesebb, majd ősszel ismét lelassul.

A fülledés vizsgálata

Láttuk, hogy a biológiai hatótényezők közül a fa nedvességtartalma a legfontosabb. A fa nedvességtartalmát a tárolás módszerével befolyásolni lehet. Meg kell tehát elsősorban állapítani, hogy a tárolás különféle módszerei hogyan befolyásolják a tárolt rönkök nedvességtartalmát, ugyanakkor meg kell határozni máglyatípusonként a fülledés behatolási mélységét és a terjedés sebességét. Ezek azok az adatok, melyek a gyakorlat részére a fülledést leginkább meghatározzák. A fa nedvességtartalmának alakulása azonban a tárolás módszere mellett a klimatikus tényezőktől is függ. Ezért meg kell vizsgálni a száradás menetét a klimatikus tényezők függvényében. Az így nyert vizsgálati adatokból lehet megállapítani a különböző tárolási eljárásoknak a hatályosságát a fülledéssel szemben.

A máglyatípusok kiválasztásakor a hazai viszonyokat tartottuk szem előtt. Tekintetbe kellett vennünk Magyarország klímáját, továbbá a tárolásra kerülő rönkmennyiséget és faipari üzemünk műszaki adottságait. Elhagytuk azokat a tárolási módszereket, melyek csak hideg éghajlat alatt lehetnek eredményesek és azokat is, melyekhez nagymennyiségű rönkkészlet és különleges műszaki berendezések (pl. emelődaruk) szükségesek. Olyan tárolási módszereket választottunk ki, melyek üzemünkben minden nehézség nélkül megvalósíthatók. A nedves tárolás módszerei közül a vízben tárolást, a permetezést, Vakin professzor máglyázási módszerét és a bütük betapasztásának hatását kutattuk. A száraz tárolás módszerei közül pedig a tömötten rakott és lazán rakott máglyatípust.

A fülledt fa vizsgálata

A fülledésnek a bükkfára gyakorolt hatását két vonatkozásban kutattuk, és pedig anatómiai és technológiai vonatkozásban. Ezzel meggyőződést kívántunk szerezni a fülledt fa felhasználhatóságáról.

Anatómiai vonatkozásban a korrózió mértékét a sejtfalak roncsoltságából lehet megállapítani. Ennek következménye a fa

szilárdsági értékeinek csökkenése, melyre technológiai vizsgálatok vetnek fényt. Ilyen vizsgálatokat a Szovjetunióban Perelügin végzett, aki főleg a dinamikus igénybevételek terén talált erős visszaeséseket. (Perelügin: Fahibák hatása a faanyag műszaki tulajdonságaira.)

A vizsgálatokat egészséges bükkal összehasonlítva végeztük. Tekintettel arra, hogy a fülledés időben és térben állandóan változó, heterogén folyamat, a vizsgálati darabokat márványos bükkből vettük ki, mert legjobban a fülledésnek ez a szakasza határozható el.

Ezek szerint a kutatás két részre bontható éspedig: I. A fülledés vizsgálatára és II. A fülledt fa vizsgálatára.

I. A FÜLLEDÉS VIZSGÁLATA

A kutatás módszere

Az elméleti megfontolások alapján a vizsgálatokat annak megállapításával kezdtük, hogy a kiválasztott tárolási módszerek, illetve máglyatípusok a rönkök száradását milyen mértékben befolyásolják és a nedvességtartalom függvényében egyidejűleg a fülledés behatolási mélységét is megállapítottuk.

Ebből a célból az alábbi tárolási módszereket vizsgáltuk és máglyatípusokat létesítettük:

A/ A magas nedvességtartalomra alapított módszerek közül:

1. Vizben tárolás módszerét. E módszer alkalmazásakor a már említett légzésgátló biológiai hatás kétséget kizáróan maximális mértékben fennáll. A vízben tárolt rönkök sejtjeibe a levegő oxigénje nem hatolhat be. A nedvességtartalom megállapítása céljából végeztünk méréseket.

2. Vakín-féle tárolás. Vakín szovjet professzor módszere szerint a rönköket a földre hintett 10-20 cm vastag, nedves fűrészporrétegre fektettük, azután a lefektetett rönköket ismét 10-20 cm vastag fűrészporréteggel hintettük be, melyet vízzel bőségesen meglocsoztunk. Erre a fűrészporrétegre került a követ-

kező sor rönk, melyet ismét nedves fűrészporral borítottunk. Az eljárással 4 sor rönköt helyeztünk egymás fölé, majd a máglyát selejtes faanyagokkal bekerítettük, hogy a fűrészpor szét ne terüljön és napenkénti locsolással a fűrészport állandóan nedves állapotban tartottuk. A cél az volt, hogy a rönkök környezetében olyan nedvességviszonyokat teremtsünk, amely azok kiszáradását megakadályozza.

3. Permetezéssel nedvesített máglya mérési tapasztalatai szerint permetezéssel a rönkök száradását megakadályozni nem lehet, csak lelassítani. Ezért ez az eljárás csak akkor vezethet teljes eredményre, ha magas nedvességtartalommal, vagyis kora tavasszal kezdjük. A nedvességtartalom alakulását és a fülledés folyamatát mérésekkel állapítottuk meg.

A bütük betapasztása szintén magas nedvességtartalom útján védi a rönköket. A száradás a bütükön keresztül történik, mert a kéreg a száradást gátolja. Ha tehát a bütük pórusait betapasztjuk, akkor a száradás ütemét meg tudjuk lassítani. A bütük betapasztása bütükénőcsök segítségével történik. Ezt az eljárást különösképpen a Szovjetunióban alkalmazzák.

Először a kísérleti rönkök bütüit nátriumfluorid vizes oldatával korongecsettel beecseteltük, hogy a bütükre esetleg rátapadt gombaspórákat elpusztítsuk. Miután ez az oldat a fába beszivódott és megszáradt, a bütüket és kéregszerű részeket 60°C olvadáspontu bitumennel kentük be, majd a hőakkumuláció csökkentése végett a bitumenes felületeket bemeszeltük. Az így elkészített 50-50 db rönköt azután a száraz tömör máglyázási módszer szerint bemáglyáztuk és a hatást havi próbavágásokkal ellenőriztük.

B/ Az alacsony nedvességtartalomra alapított módszerek

közül:

5. Száraz tömör máglya. 50 cm magas ászokfákra 4 sorban szorosan egymás mellé és egymásra rönköket helyeztünk. Ez az a máglyatípus, melyet üzemünk általában használnak. A máglyákba 50 db rönköt helyeztünk és a nedvességtartalom alakulását havi próbavágások útján állapítottuk meg.

6. Száraz laza máglya. A rakásolás szintén 50 cm magas ászokfákon történik, azonban a rönkök között 5-10 cm hézagot hagytunk és az egyes rönksorok közé 8-12 cm átmérőjű rudakat helyeztünk a rönkök hossztengejére merőlegesen. Ennek a máglyázási módnak a száradás meggyorsítása a célja. A nedvességtartalom alakulását havi próbavágásokkal vettük fel.

7. Száraz vegyes máglya. Ezt különféle fafajokból létesítettük az 5. alatti módszer szerint.

Az 1.-6. alatti tárolási módszerek vizsgálatát hazai származású bükk-rönkökön végeztük, a 7. alatti máglyát pedig az üzemen rendelkezésre álló más, fülledékeny fafajokból alakítottuk ki, hogy megfigyelhessük más fafajok fülledésének kezdeti időszakát a bükkéhez viszonyítva. A 4., 5., 6. és 7. máglyákat 50-50 db rönkből képeztük. A 4., 5. és 6. máglyák vizsgálata összehasonlító vizsgálat volt, az 1., 3. és 7.-es tárolási módszerek vizsgálata szurópróbák útján történt, a 2. módszer vizsgálata pedig a máglya megbontásakor. A vizsgálatok időpontját és gyakoriságát tehát a célnak megfelelően és a műszaki lehetőségek figyelembevételével terveztük meg.

Összehasonlító vizsgálatra ott és akkor kerülhetett sor, ahol és amikor:

- a/ azonos klimatikai viszonyok állottak fenn,
- b/ a tárolási módszert az üzemekben, vagy már alkalmazzák, vagy alacsony költséggel alkalmazhatók,
- c/ a vizsgálatok havi mérésekkel történhettek, tehát a folyamatot egyöntetűen lehetett követni.

Ezek a máglyatípusok a száraz tömör, a száraz laza és a bitumennel kezelt máglyák.

A nedvességtartalom megállapítása

A nedvességtartalom megállapításának időpontjában máglyatípusonként 4-5 db rönköt felfűrészeltünk és a próbatesteket a középső pallóból jelöltük ki. Minden pallóból tíz próbatestet vettünk ki, az 1. ábra szerint, melyek nagysága a palló vastagságával megegyező oldalhosszú kocka volt (1. ábra).

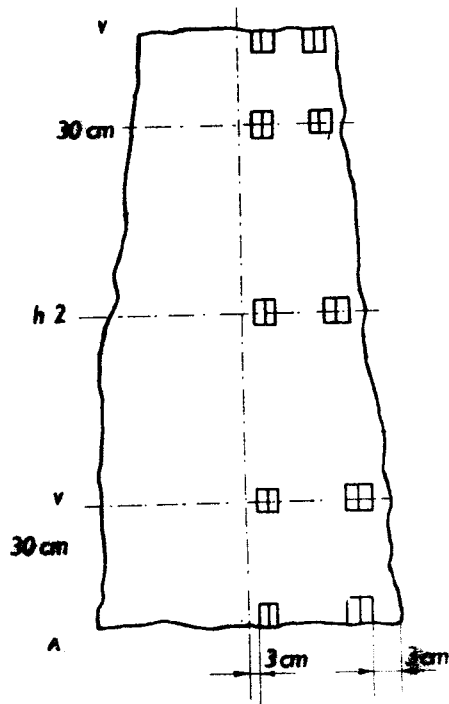
Az így kapott próbateste-
ket hosszirányban kétfelé vág-
va azonnal a fűrészelés után
megmértük és azután súlyállan-
dóságig kiszáritva ismét meg-
mértük. A nedvességtartalma-
kat az

$$n = 100 \frac{Q_n - Q_{SZ}}{Q_{SZ}}$$

képlettel határoztuk meg.
Ugyanarról a helyről kivágott
próbatetek nedvességtartalmát
máglyatípusonként számtani át-
lagszámítással kiértékeljük,
majd a műveletet folytatva
megállapítottuk a máglyatípus-
ban tárolt rönkanyagának a mé-
rés idején fennálló nedvesség-
tartalmát.

A fülledés behatolási
mélységének és terjedési se-
bességeinek megállapítása a

nedvességtartalommal egyidejűleg, és ugyanazokon a középső pal-
lókön történt, melyekből a próbadarabokat vágtuk ki. A fülledt
felületeket kék krétával pontosan körülhatároltuk, majd a palló
hossztengelyétől jobbra és balra a fülledt felületek elhatároló
vonalainak a bütüktől való távolságát 2-2 cm-enként mérővessző-
vel megmértük. Mivel a fülledés a pallók mindkét bütüjétől be-
felé terjedően jelentkezett, a méréseket a pallók mindkét bütü-
jére vetítve végeztük, mindaddig, amíg a fülledés el nem érte a
palló középvonalát, és nem egyesült a másik oldalról terjedő
fülledéssel. Ekkor a mérés már nem volt folytatható (2.ábra). A
mérések eredményeiből pallónként és máglyatípusonként matema-
ikai átlagot képeztünk és az így kapott értékekből megrajzoltuk
a fülledés havi grafikonját. Behatolási mélységként a csucserté-
ket fogadtuk el. A terjedési sebességet pedig úgy határoztuk
meg, hogy két mérés behatolási mélységének (b) különbségét el-

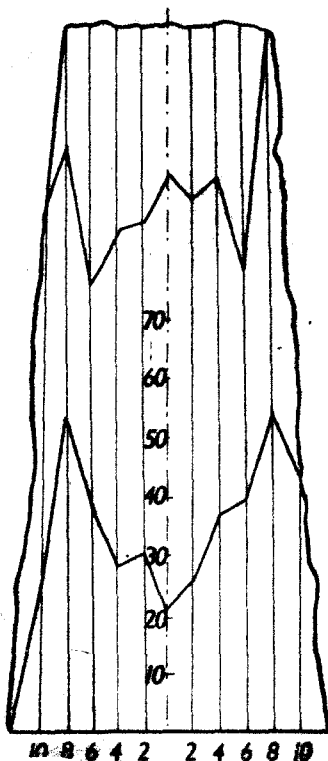


1.ábra

osztottuk a két mérés között eltelt napok számával (t)

$$s = \frac{b_2 - b_1}{t} .$$

Ezzel a módszerrel pontosan kimutatható volt, hogy a tárolás különféle módszerei hogyan befolyásolják a behatolás mélységét és a terjedés sebességét.



2.ábra

A vizsgálatok helye, időpontja és száma

A vizsgálatokat a felállított maglyatipushoz képest három üzemben végeztük.

A felfürészelt rönkök száma 209 db. A nedvességtartalom megállapítására felhasznált próbatestek száma 2108 db.

A behatolási mélység mérések száma 1249.

A nedvességtartalom vizsgálatok eredményei:

A nedvességvizsgálatok tárolási módszerenként átlagértékben az 1. táblázatban közölt havi eredményeket adták.

Amíg az egyes kísérleti helyeken végzett mérések a szórások miatt még rendellenességeket mutattak, addig az országos átlagrafikonban ezek a rendellenességek a nagy számok törvényénél fogva kiegyenlítődtek (lásd az 5. ábrát).

Rönkök nedvességtartalmának változását a tárolás módszere szerinti átlagértékekben a 2. táblázat mutatja.

A nedvességtartalom vizsgálatok alapján tett megállapítások:

A tárolás módszerével a száradás menetét lényegesen befolyásolni lehet.

1. táblázat

Tárolási módszer	Hónap	Medvessegtartalom %								
		B ü t ü			K ö z é p			Á t l a g		
		Geszt	Szi- jács	Átl.	Geszt	Szi- jács	Átl.	Geszt	Szi- jács	Átl.
Bitum.módsz. Szár.az tömör Szár.az laza	ápr.	54,1	58,1	56,1	65,6	66,5	66,0	59,9	62,3	61,1
	"	47,4	48,2	47,8	57,0	76,0	66,8	52,2	62,1	57,3
	"	44,2	49,2	46,7	52,0	80,5	66,3	48,1	64,9	56,5
Bitum.módsz. Szár.az tömör Szár.az laza	máj.	54,2	58,6	56,4	54,2	71,5	62,9	54,2	65,1	59,7
	"	46,8	49,8	48,3	53,1	76,7	64,9	49,6	65,3	56,6
	"	47,4	51,8	49,6	58,6	61,4	60,0	53,0	56,6	54,8
Vizben tár. Bitum.módsz. Szár.az tömör Szár.az laza	jun.	72,3	70,7	71,5	69,9	89,9	79,9	71,7	80,3	75,7
	"	46,5	47,9	47,3	53,3	68,7	60,6	49,9	58,4	54,2
	"	36,1	34,9	35,5	54,0	68,6	61,3	45,1	51,8	48,5
Bitum.módsz. Szár.az tömör Szár.az laza	jul.	37,7	31,1	34,4	47,3	49,9	48,6	42,5	40,5	41,5
	"	30,4	25,4	27,9	52,4	46,5	49,5	41,4	35,9	38,7
	"	24,9	21,4	23,2	42,8	43,8	43,3	53,9	32,6	33,3
Bitum.módsz. Szár.az tömör Szár.az laza	aug.	34,0	32,2	33,1	44,7	44,9	44,8	39,4	38,8	39,1
	"	20,8	16,4	18,6	49,3	42,8	46,1	35,1	29,6	32,3
	"	15,3	13,2	14,2	44,1	39,9	42,0	29,7	26,6	28,2
Vizben tárolt Vakín féle m. Bitum.módsz. Permetezett Szár.az tömör Szár.az laza	szept.	77,6	78,4	78,0	80,0	86,4	83,2	78,8	82,4	80,6
	"	68,9	71,4	70,2	62,8	78,2	70,5	65,8	74,8	70,3
	"	48,2	36,0	42,1	52,3	45,1	48,7	50,3	40,6	45,4
	"	37,6	42,8	40,2	51,0	50,0	50,5	44,3	46,4	45,4
	"	24,4	21,4	22,8	53,4	47,7	50,5	38,2	34,6	36,4
	"	25,4	22,4	23,9	49,8	37,0	43,4	37,6	29,8	33,7
Bitum.módsz. Permetezett Szár.az tömör Szár.az laza	okt.	44,3	33,9	39,6	59,9	46,0	53,0	52,2	40,0	46,1
	"	41,5	39,7	40,6	53,4	92,3	72,9	47,5	66,0	56,8
	"	32,4	30,3	31,4	48,9	46,1	47,5	40,7	38,2	39,4
Vizben tárolt Bitum.módsz. Permetezett Szár.az tömör Szár.az laza	nov.	30,1	29,8	29,9	54,6	40,2	47,4	42,3	34,9	38,6
	"	63,8	58,9	61,4	55,9	73,1	64,5	59,9	66,0	62,9
	"	44,5	39,3	41,9	60,6	49,1	54,9	57,6	44,2	50,9
	"	40,1	40,4	40,3	42,9	43,9	43,4	41,4	42,2	41,8
	"	40,4	36,0	38,2	52,9	40,6	46,8	46,7	38,3	42,5
"	35,4	29,1	32,2	56,3	36,6	46,5	45,9	32,9	39,4	

2. táblázat

A tárolás mód- szere	Átlagos nedvességtartalmak %-ban							
	A mérések hónapjai							
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Vizbeni tárolás			75,7			80,6		62,9
Vakin-féle mód- szer						70,3		
Bitum módszer	61,1	59,7	54,1	41,5	39,1	45,4	46,1	50,9
Permetezett						45,4	56,8	41,8
Száraz tömör	57,3	56,6	48,5	38,7	32,3	36,4	36,1	42,5
Száraz laza	56,5	54,8	44,3	33,3	28,2	33,7	38,6	39,4

Vizben tároláskor, amikor a tárolás öt hónapon keresztül tartott, a fa nedvességtartalma gesztesedett részekben néhány %-kal az élőfa nedvességtartalma fölé emelkedik (81 %-78 %). A gesztesedett részek nedvességtartalma az élőfa gesztjének nedvességtartalmával megegyezik (75 %).

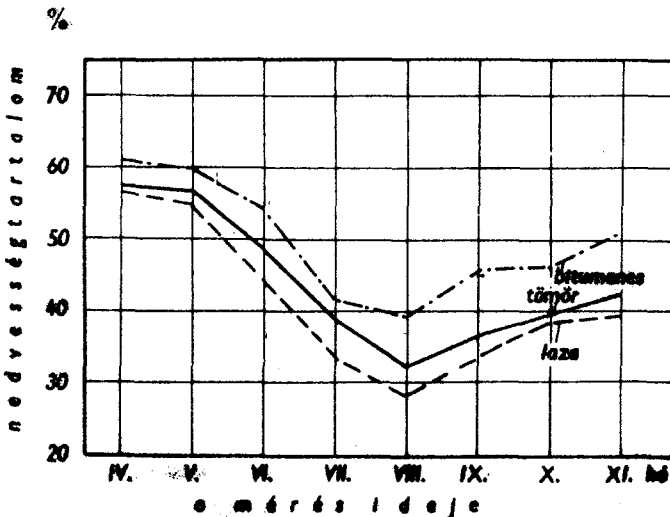
A Vakin-féle tárolási módszerre az jellemző, hogy a rönk a nedves környezet hatására egész tömegében megközelítően megegyező higroszkópos egyensúlyi állapotra áll be, amely egészen közel esik az élőnedves fa nedvességtartalmához. A rönkök nedvességtartalma öt tavaszi és nyári hónapon át történő máglyázás után a középben 70,5 %, a bütükön 70,2 % volt, az átlagos 75 %-os élőfa nedvességgel szemben. A száradás tehát rendkívül lassu. Magyarországon ezt a módszert mégis csak elővigyázatosan lehet alkalmazni. A fűrészpor ugyanis a mi klimatikus viszonyaink között könnyen fertőződik. A máglya megbontásakor a fűrészporban lehet találni a különféle farontó bogarak álcáit és a farontó gombák mycéliumait is. Ezért a máglya megbontásakor a fűrészport mielőbb el kell égetni, hogy a fertőzés ne terjedhessen.

A permetezés a rönkök száradását nem szünteti meg, csak lassítja. Szeptemberben, amikor a rönkök nedvességtartalma a száraz tömör eljárás használatakor átlagban 36,4 % volt, a permetezett rönkök bütújében 40,2 %, középben 50,5 %, átlagosan 45,4 % nedvességtartalmat állapítottunk meg. Ebből az következik, hogy permetezéssel a rönkök nedvességtartalmát a kritikus középpérték, 40 % felett lehet tartani és a rönköket legfeljebb

a vizigényes gombák támadhatják, tehát a fülledés nem lehet erőteljes.

Bütük betapasztásával a száradás ütemét kb. 2-3 hónappal lehet elodázní. Csak augusztusban süllyedt a rönkök nedvességtartalma a kritikus középérték, 40 % alá, amikor is a bütükön 33,1 %, a középén 44,8 %, átlagban 39,1 % nedvességtartalmat állapítottunk meg. Ha az időjárás elemei nem kedveztek volna annyira a száradásnak, és ha nagyobb méretű kísérleti máglyákat létesíthettünk volna, akkor a rönkök nedvességtartalma valószínűleg 40 % fölött maradt volna.

Száraz, tömör máglya esetében a száradás menetét a tárolás módszere legkevésbé befolyásolja. A higroszkópikus állapot túlnyomórésztben a klimatikus tényezők függvénye. A rönkök nedvességtartalma augusztusban 32,3 %-ig csökkent (bütükben 18,6 %, középén 46,1 %). A cél az volt, hogy ezzel a száraz módszerrel mielőbb elérjük a kritikus alsó határt, a 17 %-ot, melynél a fülledés megszűnik. A vizsgálatok azt igazolták, hogy rönkök esetében természetes szárítás útján ezt az állapotot egy éven belül elérni nem lehet, aminek következtében ennek a módszernek a fülledés leküzdésében alig van számottevő hatása.



3. ábra

Ugyanez vonatkozik a száraz laza máglyára, melyben a rönkök augusztusra 20,2 % átlagnedvességet (bütükben 14,2 %, közepén 42 %) értek el (3.ábra).

Időjárásелеmek.

A rönkök nedvességtartalmának alakulására, a tárolás módszerén kívül, döntő befolyásuk van a klimatikus tényezőknak. Ezért feljegyeztük az időjárásелеmeket a vizsgálat helyein és időszakában a Meteorológiai Intézet adatai alapján. Ezek részletes közlését, mivel a Meteorológiai Intézet kiadványaiban megtalálhatók, mellőzzük.

Behatolási mélységmérések eredményei

A behatolási mélység mért értékei a csucsertéket alapul véve átlagértékben a következőképpen alakultak.

3.táblázat

A tárolás mód- szere	A behatolás mélysége cm-ben						
	A mérések hónapjai						
	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Bitumenes		8	23	46	100	165	184
Száraz laza	1	12	60	120	162	167	184
Száraz tömör	2	22	72	150	184	184	184

A vizsgálatok három vonatkozásban vezettek konkrét eredményhez. Ezek a behatolás mélységének számszerű megállapítása, a gesztessedett részek ellenállása a fülledéssel szemben és az összehasonlított máglyázási módszerek hatályosságának, a késleltetési időnek a megállapítása.

A behatolás mélységével kapcsolatban megállapítható, hogy a tárolás módszerével a nedvességtartalom alakulásától függően a behatolás mélysége jól befolyásolható.

A vízben tárolt és a Vakín-féle eljárás szerint máglyázott rönkök egyáltalában nem fülledtek.

A permetezett rönkök fülledése igen mérsékelt volt. Méréseink szerint szeptemberben a legnagyobb behatolási mélység 80 cm, amikor pl. a száraz tömör máglyákban tárolt rönkök fülledése 184 cm-t ért el.

A bitumenes módszer jól ellenállott a fülledésnek mindaddig, amíg a rönkök kérge ép maradt. A behatolás mélysége nincs arányban a nedvességkülönbséggel, amit ez a máglyázási módszer más módszerekkel szemben felmutat. Pl. augusztus hónapban:

4. táblázat

Máglyázás módszere	Nedvességtartalom		Behatolás mélysége	
		Különbség %		Különbség %
Száraz tömör	32,3	17,4	168 cm	72,6
Bitumenes	39,1		46 cm	

Megállapítható, hogy a behatolási mélység kedvező alakulásában a nedvességkülönbségen kívül más tényező is közrejátszott. Ilyen tényezőnek tekinthetjük a levegő kicserélődésének gátoltságát a sejtüregekben, amely a bitumenes kenés következtében a gombák fejlődését hártáltatta.

A száraz tömör és laza máglyák közötti különbség behatolási mélység tekintetében nem számottevő. Megállapíthatjuk, hogy a rönksorok lazításával sem sikerült a száradást lényegesen siettetni és a behatolási mélységet csökkenteni, mert a két máglyatípus között hatályosság szempontjából maximálisan 23 nap különbség volt.

A gesztesedett részek ellenállására az alábbi számok vetnek fényt.

A behatolás mélysége augusztusban a rönk gesztjében és szilajcsában (lásd 5. táblázatot).

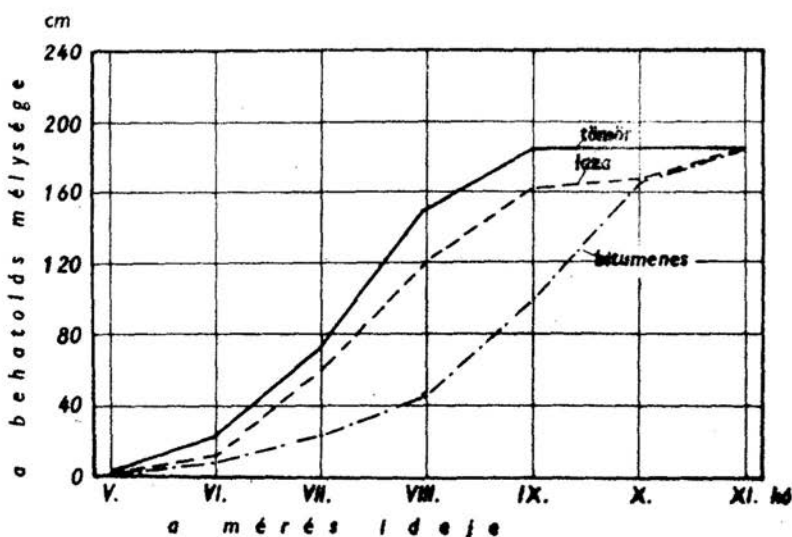
5. táblázat

Máglyatípus	Behatolás mélysége			
	Szijács	Geszt	Különbség	
			cm	%
Száraz laza	69	43	26	60,5
Száraz tömör	147	81	66	81,5
Bitumenes	39	19	20	105,2

A gesztesedett részek ellenállásának oka az, hogy a gesztben lerakódott inkrusztáló anyagok, így elsősorban a xylán, védelmet nyújtanak az elgesztesedett szövetek számára. Elősegítik a fa védekezését a gesztesedett részek tracheáiba betüremlett nagyszámu thyllisek is, melyek ideig-óráig hátráltatják a gombafonalak terjedését.

Augusztus után ez a különbség fokozatosan megszűnik, és mint a grafikon mutatja, végül a rönk egész tömege átfülled.

A gesztesedett rész ellenállása miatt alakul ki a fülledésnek a grafikonon látható jellegzetes M alakú rajzolata, amely a rönk sugármetszetén a hossz tengelytől jobbra-balra a rönk átmé-



4. ábra

rőjétől, illetve a gesztisedés mértékétől függően 10-20 cm-es övezetben két csucsertéket mutat.

Az összehasonlító vizsgálat alá vont máglyatípusok hatályosságára a behatolási mélységet ábrázoló grafikon ad választ (4.ábra).

A gyakorlat számára a fülledés az idő függvényében jelentkezik. Ha a fülledés folyamatát sikerül lelassítani, az ipar időt nyer a rönkanyag feldolgozására, mielőtt az befülled. A tömör száraz máglyát alapul véve, a grafikonból az alábbi összefüggéseket olvashatjuk ki (6. táblázat).

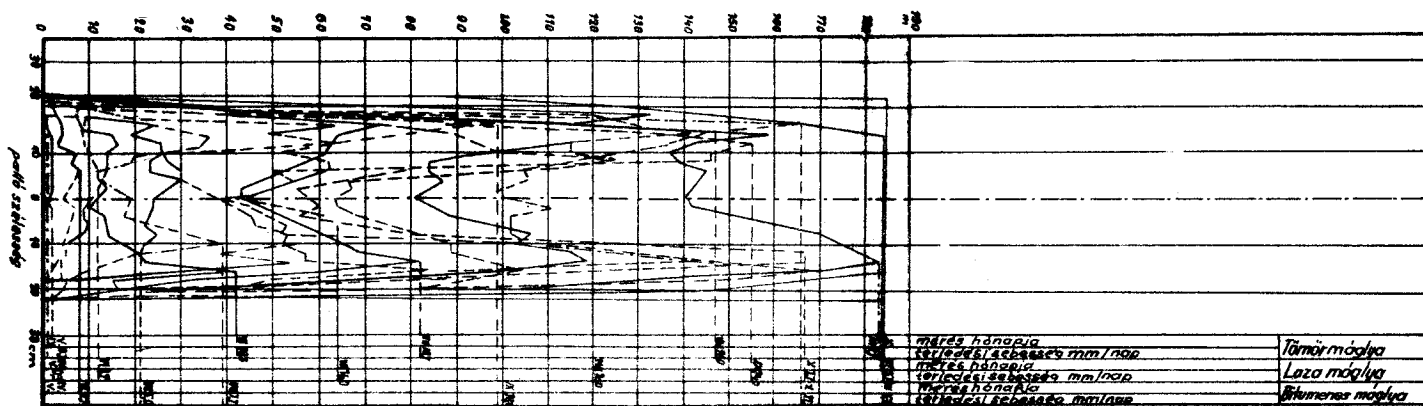
6. táblázat

A fülledés foka azonos volt			Késleltetési idő	
Tömör	Laza	Bitum. m-ben	Tömör és laza m. között	Tömör és bitum. m. között
az alábbi időpontokban				
VI.15.	VI.22.	VII.15.	7 nap	30 nap
VII.15.	VII.22.	VIII.29.	7 nap	45 nap
VIII.15.	IX.13.	IX.13.	23 nap	59 nap

A késleltetési idő a grafikonból tehát bármelyik időpontra vonatkoztatva megállapítható, az egyes máglyatípusok behatolási mélységének megfelelő görbék vízszintes távolságából. Gyakorlati szempontból a késleltetési idő a legjelentősebb és lényegében véve a máglyázás céljának tekinthető. A bitumenes máglya külön figyelmet érdemel, mert aránylag egyszerű eszközzel jelentős késleltetési időt lehet vele elérni (5.ábra).

A terjedési sebesség

A már közölt módszer szerint a 7. táblázatban feltüntetett terjedési sebességeket állapítottuk meg.



5. ábra,

7. táblázat

A fülledés terjedési sebessége

A tárolás mód- szere	Napi terjedési sebesség mm						
	A mérések hónapjai						
	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Bitumenes		2,7	5,0	7,7	18,0	21,7	6,3
Száraz laza	0,3	3,7	16,0	20,0	14,0	1,7	5,7
Száraz tömör	0,7	10,3	18,7	26,0	7,7	-	-

Ezekből a számokból megállapítható, hogy Magyarországon a fülledés sebessége rendkívül nagy, megközelítően két és félszer akkora (max. érték 26 mm naponta), mint amekkoráról az irodalom megemlékezik (10-12 mm naponta. Kollmann: Technologie des Holzes. 1936. 309. oldal. 245.grafikon.) A fülledés leküzdését tehát faiparunk egyik döntő kérdésének kell tekinteni, mert Magyarország klímája a fülledésre különösen kedvező.

A terjedési sebesség a rönkök nedvességtartalma és a hőmérséklet közötti összefüggésekről az alábbi táblázat nyújt képet (8. táblázat).

8. táblázat

Az összehasonlított tényezők	Száraz tömör máglya	Száraz laza máglya	Bütükenőccsel kezelt rönkök
A mérés időszaka	VII.-VIII.hó	VII.-VIII.hó	IX.-X.hó
Terjedési sebesség	26 mm	20 mm	21,7 mm
Nedvességtartalom	38,7-32,3	33,3-28,2	45,4-46,1
Hőmérséklet	24,2-24,0	24,2-24,0	15,7-11,8

A fülledés tehát 32-36 % nedvességtartalom között volt a legerőteljesebb. Ez megfelel a kritikus középértéknek, tehát fedi az elméleti megállapításokat. De összhangban van azzal a megállapítással is, mely szerint a begyűjtött termőtestek között nagy számmal fordult elő a *Stereum purpureum*, majd a *Schizophyllum commune*. Előbbi vizigényes gombafaj, mely 45-50 % nedvesség-

tartalom esetén terjed a legjobban. Ez a gombafaj nagy szerepet játszott a fülledés kezdetén mindaddig, amíg a rönkök nedvességtartalma magas volt. A rönkök száradása folyamán azután helyét mindinkább a *Schizophyllum commune* vette át, amely kifejezetten szárazságtűrő gombafaj.

A hőmérséklet hatását illetően a tudományos megállapítások szerint a fülledést okozó gombafajok általában a 22-26 °C közötti hőmérsékletet kedvelik. Vizsgálataink azonban azt bizonyítják, hogy a fülledés folyamata más hőmérséklet mellett is erőteljes lehet. A bitumenes máglya pl. 12-16 °C hőmérsékleten mutatta a legnagyobb terjedési sebességet.

Erre lehet következtetni abból is, hogy a fülledés már 15,8 °C átlaghőmérsékletnél megkezdődött, amikor a rönkök nedvességtartalma 54-56 % volt.

Megállapítható tehát, hogy a fülledés folyamata a két szélső nedvességhatárérték között a kritikus középérték (32-46 %) tájékán a legerőteljesebb és a hőmérsékletingadozásokra 12-24 °C között nem érzékeny.

II. A FÜLLEDT FA TECHNOLÓGIAI ÉS FIZIKAI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA

Ezen a téren a gyakorlat követelményeit szem előtt tartva összehasonlító vizsgálatokat végeztünk a fülledt és az egészséges bükkfa között, mégpedig nyomó- és ütőhajlító-szilárdságokra, továbbá térfogatsulyra.

Nyomószilárdságra azért, mert a nyomószilárdság határozza meg legjobban az anyag lágyulásának mértékét, miután a nyomóigénybevétel leginkább mentes a mellékigénybevételektől. A vizsgálatok 8,2 % nyomószilárdság csökkenést mutattak.

Ütőhajlító-szilárdságra pedig azért, mert ennek a szilárdságnak a visszaesése a legnagyobb és a fülledt fa gyakorlati felhasználhatóságát ez korlátozza a legjobban. Az ütőhajlító-szilárdság a vizsgált fülledt anyagban 67,8 %-kal csökkent.

Térfogatsulyra, mert a térfogatsúly csökkenéséből következtetni lehet a korrózió mértékére. A térfogatsúly megállapított csökkenése 11,7 % volt.

A vizsgálatok nehézsége abban van, hogy a fülledés időben és térben heterogén folyamat, aminek következtében a fülledt fa anyagában egymás mellett fülledt, kevésbé fülledt, sőt ép szöveti részek találhatók és a technológiai tulajdonságok ennek megfelelően változnak. A vizsgálatok ezért nagy szórásokat mutatnak. A vizsgálatokat "márványos" fülledékes anyagon végeztük, mert viszonylagosan ez határolható leginkább el a különböző stádiumban levő fülledt fák között. A vizsgálatokat az erre vonatkozó szabványelírások szerint végeztük (9. táblázat).

9. táblázat

	Nyomó- szilárdság kg/cm ²	Ütőhajlítómunka mkg/cm ²	Térfogatsúly g/cm ²
Egészséges bükkananyag	505-439-313	1,460-0,905-0,615	0,882-0,745-0,674
Márványosan fülledt bükkananyag	470-394-305	0,571-0,291-0,170	0,697-0,658-0,598
Értékcsökke- nés %-os mértéke	8,2	67,8	11,7

ÖSSZEFOGLALÁS

A faipar egyik súlyponti kérdése a fülledékeny rönkök megóvása. Ha a faipar fülledt rönkökből termel, termelékenysége az alacsony kihozatal következtében lényegesen visszaesik. A fülledékeny fafajok között első helyen a bükk áll, mert fülledése már május elején elszíneződést okoz, és mert belföldi termelésünk tekintélyes részét, mintegy 9 %-át teszi ki. Ezért szükségessé vált ennek a kérdésnek hazai viszonylatban való kimunkálása. A vizsgálatokat bükk rönkökkel végeztük. A kutatómunka két részre oszlott: a fülledés és a fülledt fa vizsgálatára.

A fülledés vizsgálatakor abból a feltevésből indultunk ki, hogy a rönkök megóvása gyakorlatilag a tárolás különféle módszereivel történik. Ennek a tudományos alapja pedig az, hogy a tá-

rolás különféle módszerei különféleképpen befolyásolják a rönkök száradásának sebességét, vagyis a rönkök mindenkori nedvességtartalmát. A nedvességtartalom biológiai hatást gyakorol a kórokozó gombák tevékenységére. Ha a sejtüregek nedvességgel telítettek, akkor a gombák nem juthatnak oxigénhez, terjedésük tehát biológiailag gátolt. Ez az állapot mindaddig fennáll, amíg a sejtüregekből legalább 15 % nedvesség el nem távozik és helyébe oxigén nem áramlik. De biológiai gátlás áll fenn akkor is, ha a fa nedvességtartalma 17 % alá száll, mert ilyenkor a kórokozó gombák már nem képesek a fa anyagát feloldani és saját szöveteik gyarapítására felhasználni. A két szélső kritikus határérték között a számtani közép tájékán a legerőteljesebb a fülledés, mert ekkor a kórokozók száma a legnagyobb.

Az irodalom 36 fülledést okozó gombafajról tesz említést. Ezek meghatározása külön mykológiai kutatást tenne szükségessé. Ezért meg kellett elégednünk az előforduló termőtestek begyűjtésével. Legnagyobb számban *Stereum purpureum*, másodsorban *Schizophyllum commune* termőtesteket találtunk. Az előző gombafaj nedvességigényessége 45-50 %, az utóbbi szárazságtűrő. Vizsgálataink 32-46 % nedvességtartalom tájékán mutatták a legnagyobb terjedési sebességet. Ezenkívül előfordultak még *Hypoxyylon coccineum* és *Polystictus versicolor* termőtestek is.

A kutatást a tárolás különféle módszerének a rönkök nedvességtartalmára gyakorolt hatása vizsgálatával kezdtük. Erre a célra azokat a tárolási módszereket és máglyatípusokat választottuk ki, amelyek hazai termelési és klimatikus viszonyainknak, valamint üzemeink műszaki lehetőségeinek legjobban megfelelnek. Ezek a tárolási módszerek: a nedves tárolás módszerei közül a vízbentárolás, a Vakín-féle módszer (tárolás nedves fűrészporbán), a permetezés és a bútük betapasztása pórúszáró kenőccsel, a száraz tárolás módszerei közül a tömör és a laza máglya.

A rönkökből kivágott 2108 próbadarab nedvességtartalmának kiértékelése útján megállapítottuk a vizsgált tárolási módszerek befolyását a rönkanyag száradására. Ezek a vizsgálatok azsal az eredménnyel jártak, hogy a nedves tárolási módszerek, tehát a vízben tárolás, a Vakín-féle máglya, a permetezés és a bútük betapasztása segítségével ugyszólván minden esetben lehetséges a tárolás ideje alatt a nedvességtartalmakat a kritikus közéérték (40 %) felett tartani. A száraz tárolás módszereivel viszont nem

sikerült az alsó nedvességhatárt, a 17 %-ot elérni. Ezután került sor a fülledés mérőszámainak a megállapítására. Ezek közé tartozik a behatolás mélysége, a terjedés sebessége és a késleltetési idő.

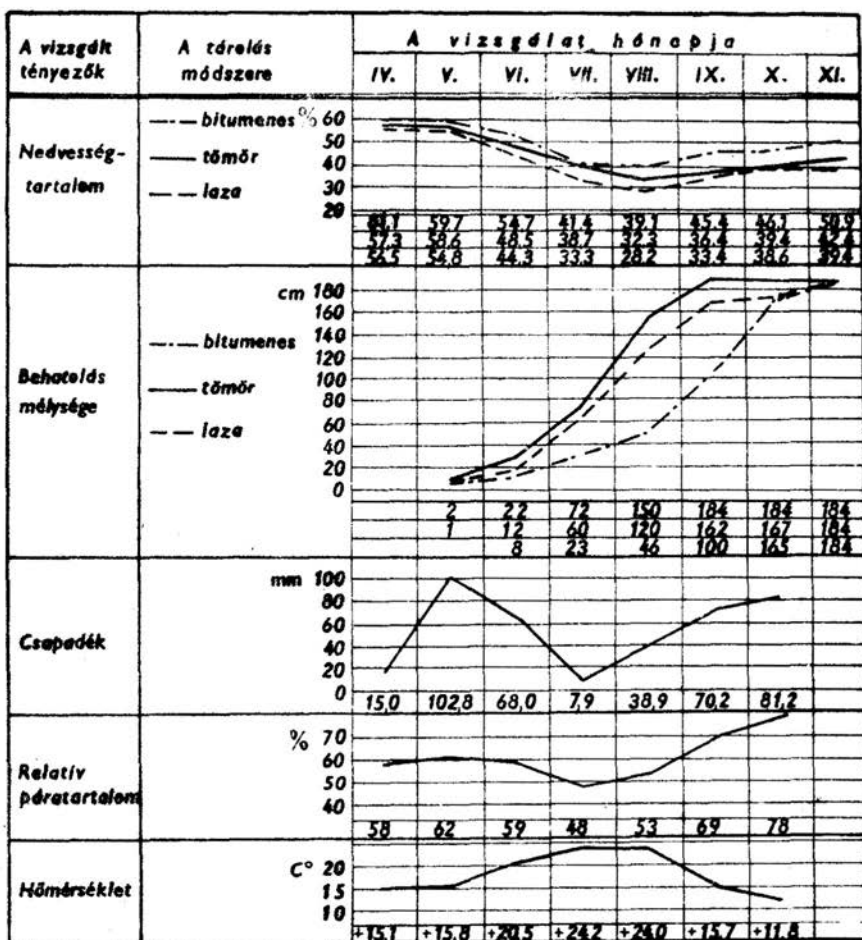
A behatolás mélységét a rönkök középső részéből radiálisan kivágott pallókon havonként és máglyatípusonként mértük. Így megállapítottuk a mérések időszakában a fülledés rajzolatát és mérőszámként a behatolás legnagyobb mélységét fogadtuk el. Ezek a vizsgálatok meghatározták a különféle tárolási módszerek és máglyatípusok befolyását a behatolás mélységére. A vízben tárolás és Vakín-féle eljárás alkalmazásakor fülledés nem volt észlelhető, a permetezett és bütükenőccsel kezelt rönkökben mérsékelt fülledést állapítottunk meg. A száraz módszerekkel tárolt rönkök augusztusban már teljesen átfülledtek, a száraz tömör és laza máglyákban tárolt rönkök között kevés különbség mutatkozott. A mérések eredményeit grafikonokkal ábráztuk, melyek a behatolást az összehasonlított máglyákban hónapról hónapra szemléltetően tüntetik fel.

A vizsgálatok kifejezésre juttatták a gesztesedett farészek ellenállását, amely a fülledés M alakú rajzolatában mutatkozott meg. Helyes tehát az a tudományos felfogás, hogy a fa gesztesedett részei a védőszövet szerepét játsszák.

Ha a különböző időszakokban mm-ben mért behatolások különbségét elosztjuk a mérések között eltelt napok számával, akkor az eredmény a fülledés napi terjedési sebességét adja mm-ekben.

Ezek a számítások ahhoz az eredményhez vezettek, hogy a mi klimatikus viszonyaink között a terjedés sebessége két és fél-szer akkora - 26 mm naponta -, mint amekkoráról a külföldi irodalom megemlékezik (10-12 mm naponta).

Az üzemek szempontjából legnagyobb jelentősége az egyes tárolási módszerek útján elért késleltetési időnek van. A késleltetési idő módot nyújt nagyobb rönkmennyiségeknek a fülledést megelőző feldolgozására. A késleltetési időt legcélszerűbben grafikonokkal lehet kifejezni, ha az ordinátára a fülledés behatolási mélységét, az abszcisszára pedig a mérés időpontjait hordjuk fel. A máglyatípusonként felhordott grafikonok közti vízszintes távolság adja a késleltetési időt. Ebből a szempontból a bütükenőccsel kezelt rönkök eredményei igen jók, mert ez az aránylag egyszerű módszer, a száraz tömör máglyában tárolt



6.ábra

A hatótényezők összefoglaló grafikus táblázata

rönkökhöz viszonyítva, augusztusban 59 nap késleltetési időhöz vezetett, ami üzemi szempontból jelentős eredmény.

Valamennyi hatótényezőt összevetve megállapítható, hogy a tárolás különféle módszerei, azonos klimatikus tényezők között, a rönkök mindenkorai nedvességtartalmát lényegesen befolyásolják. A nedvességtartalom pedig jelentős kihatással van a fülledés menetére, így a behatolásra és a terjedés sebességére. Az össze-

függés természetesen csak a nedvességtartalmak szélső határértékein kívül törvényszerű, míg azokon belül más tényezőktől is függ. A bütikenőccsel kezelt rönkök fülledése pl. sokkal lassabban haladt előre, mint ahogyan arra a nedvességtartalmakból következtetni lehet. A levegő kicserélődésének gátoltsága fékezte a fülledésfolyamat kifejlődését. Ami pedig a klimatikus tényezőket illeti, ezek elsősorban a rönkök száradásának menetére gyakorolnak befolyást és ezen keresztül a kórokozó gombák életképességére. Az időjárásелеmek közül tehát leginkább a csapadéknak és a hőmérsékletnek van szerepe. Vizsgálataink kapcsán azt tapasztaltuk, hogy a fülledés 54-56 % nedvességtartalommal kezdődött, amikor az átlaghőmérséklet $15,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt, a havi csapadékmennyiség pedig $102,8\text{ mm}$. Maximumát pedig 32-46 % körüli nedvességtartalomkor és $12-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli hőmérsékleten érte el.

A védekezés lehetőségeit valamennyi hatótényező összefüggésében vizsgáltuk és mivel biológiai folyamatról van szó, és a védekezés a biológiai feltételek megvonásán alapszik, merőben biológiai jellegű.

Összefoglalásképpen a legfontosabb hatótényezők egymással való összefüggéseit a 6. ábrán látható grafikonos táblázatba foglaltuk. Ebben a táblázatban függőleges irányban bármely időpontra meghatározhatók a rönkök nedvességtartamának, a behatolás mélységének, a csapadéknak, relatív páratartalomnak és hőmérsékletnek az összefüggő értékei.

Fizikai és technológiai vonatkozásban a térfogatsúly $11,7\%$ -os, a nyomószilárdság $8,2\%$ -os és az ütőhajlító-szilárdság $67,8\%$ -os csökkenését mutattuk ki. A vizsgálatok eredményei megegyeznek a Szovjetunióban folytatott hasonló vizsgálatok eredményeivel.

FELHASZNÁLT IRODALOM

A Szovjet Erdő- és Faipari Min. rönkmegóvásra vonatkozó utasításai.

A.V. Szmirnov: Furnir és enyvezettlemezek gyártása.

L.M. Perelugin: Fahibák hatása a faanyag műszaki tulajdonságaira.

Faipari Kutató Intézet 1951. évi rönkvédelmi kísérletek tanulságai.

Dr. Tuzson János: A bükkfa korhadása és konzerválása.

Lámfalussy Sándor: Egyetemi előadásainak jegyzetei a fülledésről és a rönkvédelemről.

Meteorológiai Intézet közleményei.

Román Fakitermelő és Feldolgozó Kutató Intézet: Adalékok bükkfarönköknek nyári időszakban zöld állapotban való tartósításához.

Román Faipari Kutató Intézet: Előírások a nyers bükkrönkök nyári időben való tárolási módzataira.

Kollmann dr.: Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe.

Mahlke - Troschel - Liese: Holzkonzervierung.

T a r t a l o m

1. Barlai Ervin: Kutatások a keretfűrészeken elérhető
fűrészáru-kihozatal fokozásával kapcsolatban
lombos fűrészáru termelés esetén 3
2. Barlai Ervin - Gippert László: A keretfűrészeken
elérhető fűrészáru-kihozatal fokozásával kap-
csolatos elméleti kutatások üzemi ellenőrző
vizsgálata 63
3. Bobok László: Borosdonga-termelés optimális terme-
lési feltételeinek kidolgozása 91
4. Lázár László: Forgácslapok megmunkálhatósága 141
5. Lázár László - Gulyás Kiss Ernő: Forgácslap prések
és a forgácslapok vastagsági méretszórásának
vizsgálata 195
6. Bálint Gyula: Csergömbfát és fűrészárut károsító
rovarfajok meghatározására végzett kutatások..... 247
7. Barlai Ervin: Rönkvédelem 255

С о д е р ж а н и е

	стр.
1. <u>Эрвин Барлаи</u> : Испытания в связи с повышением лесопильной продукции на рамной пиле при распилке лиственной древесины	3
2. <u>Эрвин Барлаи - Ласло Гипперт</u> : Производственный контроль теоретических испытаний повышения продукции рамных пил	63
3. <u>Ласло Вобок</u> : Разработка оптимальных условий производства клеток для винных бочек	91
4. <u>Ласло Лазар</u> : Обрабатываемость стружковых плит . . .	141
5. <u>Ласло Лазар - Эрне Гуляш Кишш</u> : Прессы для производства стружковых плит и изучение рассеивания толщин и стружковых плит	195
6. <u>Дюла Валинт</u> : Испытания проведенные в области определения видов насекомых повреждающих дубовые кряжи и лесопильный материал	247
7. <u>Эрвин Барлаи</u> : Защита кряжей	255

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

1. Erwin Barlai: Forschungen über die Steigerung der mit Gattersägen erzielbaren Schnittholzausbeute in der Laubschnittholzproduktion 3
2. Erwin Barlai - László Gippert: Betriebsmässige Überprüfung der theoretischen Forschungsergebnisse über die Steigerung der mit Gattersägen erzielbaren Schnittholzausbeute 63
3. László Bobok: Entwicklung optimaler Produktionsbedingungen für die Weinfassdaubenproduktion.... 91
4. László Lázár: Die Bearbeitungseignung der Spanplatten 141
5. László Lázár - Ernő Gulyás Kiss: Untersuchungen über Spanplattenpressen und die Stärkemass-Streuung von Spanplatten 195
6. Gyula Bálint: Forschungen zur Bestimmung der schädlichen Insektenarten bei Zerreichern Rundholz und Schnittware 247
7. Erwin Barlai: Blockschutz..... 255

C o n t e n t s

1. <u>Ervin Barlai</u> : Researches on possibilities to intensify sawnwood yield in the case of sawn hardwood production with framed-saws	3
2. <u>Ervin Barlai - László Gippert</u> : Plant control examination of theoretical findings concerning improvement of sawnwood yield when using framed saws	63
3. <u>László Bobok</u> : Development of most effective working conditions for the production of wine barrel staves	91
4. <u>László Lázár</u> : Workability of chipboards	141
5. <u>László Lázár - Ernő Gulyás Kiss</u> : Testing of chipboard-presses and of gauge-variance in the thickness of chipboards	195
6. <u>Gyula Bálint</u> : Researchwork for determining the insect species damaging sawnwood and logs of Turkey oak	247
7. <u>Ervin Barlai</u> : Protection of logs	255