

FAIPAR



A FAIPAR MŰSZAKI FOLYÓIRATA * 1961. OKTÓBER * XI. ÉVFOLYAM **10.** SZÁM

F A I P A R

A Falpari Tudományos Egyesület mint
a MTE SZ tagegyesületének lapja

Főszerkesztő:

R O K A P Á L

Szerkesztő:

J Á S Z A I K Á R O L Y

Felelős kiadó:

S O L T S Á N D O R

Szerkesztő bizottság:

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

Előfizetési ára egy évre 48,— Ft

Egy szám ára: 4,— Ft

Megjelenik havonta

Szerkesztőség címe:

V., Szabadság tér 17. Tel.: 113-250, 113-888

T A R T A L O M

<i>Barlai Ervin—Lázár László—Varga Károly—Bobok László</i> : Komplex faanyagkihasználás vizsgálata a faiparban	289
<i>Lugosi Armand</i> : Fűrész-szalagok feszültségi viszonyai és lengései	293
<i>Bobok László—Erdélyi György</i> : Rönkszállító lánc-transzportörök alkalmazásának lehetőségei a hazai fűrészüzemekben	307
<i>Rieperger László</i> : Zártciklusú termelés a bútorigarban	316

С О Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Эрвин Барлаи—Ласло Лазар—Карой Варга—Ласло Бобок</i> : Исследование комплексного использования лесоматериалов в лесной промышленности	289
<i>Арманд Лугоши</i> : Условия напряжений и качания пильных лентов	293
<i>Ласло Бобок—Дьердь Эрдельи</i> : Возможности применения цепных транспортеров бревен в отечественных лесопильных заводах ...	307
<i>Ласло Риепергер</i> : Циклический процесс производства в мебельной промышленности	316

I N H A L T

<i>Ervin Barlai—László Lázár—Károly Varga—László Bobok</i> : Prüfung der komplexen Holzstoffausnutzung in der Holzindustrie	289
<i>Armand Lugosi</i> : Spannungsverhältnisse und Schwingungen bei Sägebändern	293
<i>László Bobok—György Erdélyi</i> : Die mögliche Anwendung von stammliefernden Kettentransporteuren in den ungarischen Sägewerken ..	307
<i>László Rieperger</i> : Produktion mit geschlossenem Zyklus in der Möbelindustrie	316

Komplex faanyagkihasználás vizsgálata a faiparban*

BARLAI ERVIN, LÁZÁR LÁSZLÓ,
VARGA KÁROLY, BOBOK LÁSZLÓ

I. Fogalom meghatározás

Szocialista államunkban a termelőeszközök társadalmi tulajdonbavétele szinte magától értetődően eredményezi a nyersanyagokkal való takarékos gazdálkodást. Ez a törekvés különösképpen indokolt a fafelhasználás területén, miután mint ismeretes Magyarországon faanyagokban mindössze kb. 50%-ban önellátó.

A társadalmi termelés megvalósulása lehetővé teszi a komplex nyersanyagfelhasználást. A perspektivikus terveinkben magunk elé tűzött feladatok pedig a komplex faanyagkihasználás kérdésének megoldását szükségszerűen előírják számunkra.

Mielőtt a komplex faanyagkihasználásnak, mint szervezési, termelési és műszaki feladatnak megoldása programszerűen lehetséges lenne, felmerül a fogalomhoz fűződő alapvető kérdések tisztázásának a szükségessége. A komplex faanyagkihasználás mutatószámának a meghatározása ugyanis sok tekintetben függ a fennálló körülményektől. Alapvetően ez a mutató azt tartalmazza, hogy a rendelkezésre álló összes kitermelt faanyag (ipari; tűzifa stb.) milyen mértékben kerül további ipari feldolgozásra, illetve hogyan viszonylik a végtermékek fajlagos mennyiségéhez. A mutatónak ilyen értelmezése egyszerűnek látszik, a valóságban azonban ilyen egyszerű módszerrel a mutató mégsem számítható. Magyarországon ugyanis a rendelkezésre álló faanyagoknak csak egy része származik a belföldi termelésből, a másik részét részben fűrészrönkök, részben félkész, illetve kész termékek (pl. fűrészáru, talpfa stb.) alakjában importáljuk. A késztermékekben úgy a belföldi, mint a külföldi származású fa keverten jelentkeznek. A belföldi termelésű faanyagok feldolgozásakor keletkezett hulladékokat a feldolgozott rönkanyagra lehet vonatkoztatni, ugyanez nem lehetséges, ha a kész-

termék pl. import fűrészáruból készül. Utóbbi esetben ugyanis a rönknek feldolgozása kapcsán keletkező hulladék az exportáló országot terheli és annak komplex faanyagkihasználási mutatója elemi részét kell képezze.

A másik körülmény, mely a komplex, faanyagkihasználás mutatójának meghatározását megnehezíti a hulladékok lépcsőzetes képződése. Figyelembe kell venni, hogy már az erdei kitermelés is hulladékképződéssel jár, továbbá hulladékok képződnek az elsődleges fafeldolgozó iparban (fűrész és lemezipar). Tekintélyes mennyiségű hulladék képződik az elsődleges termékek végtermékké való feldolgozásakor is (pl. bútórész és épületasztalosiparban). A hulladékok lépcsőnkénti képződésére az jellemző, hogy a feldolgozásra kerülő alapanyag az erdei kitermeléstől számítva a végtermékig állandóan csökken. További megfontolást igényel, hogy a hulladék feldolgozásával kapcsolatban milyen követelményeket lehet támasztani a gazdaságosság, az adott fafaj technológiai feldolgozása lehetőségeinek határain belül. Vannak ugyanis olyan hulladékok, melyek begyűjtése minden további feldolgozást eleve gazdaságtalanná tesz, vagy amelyeknek másirányú felhasználása indokolt. Ilyenek pl. az erdei hulladékok egy része, melyeknek biológiai rendeltetése, az erdei talaj humuszképzése szempontjából feltétlenül szükséges és ezért további feldolgozásra nem vehető figyelembe. S végül nem hagyható figyelmen kívül a szóban levő mutató meghatározásakor, hogy a jelenleg ismert kihozatali értékek átlagos statisztikai számításokon alapulnak, s így ezek műszakilag mélyebb elemző munkát igényelnek. A faanyagok jelenlegi feldolgozási technológiáját alapulvéve — az egyes megmunkálási műveletek alkalmával — a keletkezett hulladék mennyisége meghaladja a műszakilag számított értéket, ami a távlati számításokat bizonyos mértékben eltorzítja.

* A FATE munkabizottság anyagából.

Jelen tanulmánynak az a célja, hogy fenti szempontok figyelembevételével meghatározza milyen reális komplex faanyagkihasználási mutatóval jellemezhető a mai helyzet, továbbá, hogy a perspektivikus terveinkben előirányzott műszaki fejlesztéssel a jelenlegi komplex faanyagkihasználási mutató milyen mértékben javítható.

II. A komplex faanyagkihasználási mutató komponensei

A mutató kidolgozásánál használt jelzések:

- K_I = Komplex faanyagkihasználás mutatója az erdőgazdaságban.
 K_{II} = Komplex faanyagkihasználás mutatója az elsődleges feldolgozóiparban.
 K_{III} = Komplex faanyagkihasználás mutatója a továbbfeldolgozóiparban.
 F = Belföldi termelésű összes nettó fatömeg.
 R = Belföldi termelésű összes nettó iparifa.
 r = Importált rönkfa (elsődleges feldolgozás céljára).
 h_1 = Összes hulladék az erdőgazdasági ipari termékek feldolgozásánál.
 h_2 = Összes hulladék az elsődleges ipari termékek feldolgozásánál.
 h_3 = Összes hulladék a továbbfeldolgozó iparban (belföldi termelésű faanyagokra vonatkoztatva).

A hazai viszonyokat tekintetbevéve a legcélszerűbb az alábbi módszer alkalmazása:

1. Erdei kitermelés

Az erdei kitermelésnél az erdőgazdaság kétféle fatömegbecslési számmal dolgozik, éspedig bruttó és nettó fatömeeggel. A bruttó fatömeg az összes kitermelt fát magában foglalja, ezzel szemben a nettó fatömeg csak a kitermelt fának ipari vagy tüzelésre ténylegesen felhasználható részét kéreg nélkül.

A kettő közötti különbséget elsősorban a gallyfa (külföldön 7 cm alatti, belföldön 3 cm alatti ágrészek), a kéreg és a kitermelési apadék okozzák.

Tekintettel arra, hogy a bruttó és nettó fatömeg közötti különbséget, mely átlag 10–14% az erdőgazdaság túlnyomó részben, és Magyarországon indokoltan, talaj-javítási célokra használja, a komplex faanyag-kihasználási mutató számítás alapjául a nettó fatömeget célszerű felhasználni.

A nettó fatömeg az erdőgazdaság kitermelésében két fő csoportra oszlik, éspedig: az iparilag hasznosítható fatömegekre és a csak tüzelésre alkalmas fatömegekre. A nettó fatömegnek ez a megoszlása a fakitermelésnél mutatkozó komplex mutató képzését már lehetővé teszi az alábbi képlet szerint:

$$K_I = \frac{(R - h_1)}{F} \cdot 100$$

Ebben a képletben ipari fának számít a fűrészrönk, bányafa, pillérfa, papírfa, kivágás, mezőgazdasági és sarangolt szerfa, valamint a vezetékoszlop, pilótafa, kerítésfa stb.

2. Az elsődleges feldolgozóipari (fűrész és lemezipari stb.) felhasználás

A második lépcsőben a hulladék az elsődleges feldolgozóiparban képződik. Az elsődleges feldolgozó iparban el kellett határozni, hogy a fűrészpornak briketté való feldolgozását hogyan kell értelmezni a mutatóban. A mutató rendeltetéséből következik, hogy a rendelkezésre álló faanyagok ipari hasznosításának fokát kell mutassa. A brikett általában tüzelési célra szolgál. Miután azonban a brikett is ipari termelés eredménye és a hulladékok (fűrészpor) hasznosításának egyik gazdaságos módja, indokolt a brikettált anyagnak a mutatóba való beszámítása. Ezek szerint tehát a brikettálásra felhasznált hulladékot az összefüggés számlálójában (a hulladék mennyiségében) nem kell figyelembe venni.

Az elsődleges feldolgozó iparba gravitál az erdőgazdaságokban kitermelt ipari fából, a fűrész és lemezipari rönk. Ez az összes ipari fának mintegy 42%-a. Az elsődleges feldolgozó iparban képződő hulladék úgy mennyiségileg, mint a képződés helye szerint jól számbavehető, mert az elsődleges feldolgozóipar fajlagos faanyagkihasználása pontosan meghatározható. Ugyancsak meghatározható a hulladék összetétele és ezen belül a fűrészpor is, mely strukturálisan a továbbfeldolgozás lehetőségeit is figyelembevéve eltérő a többi darabos hulladéktól. Ily módon az elsődleges feldolgozóiparban képződő végtermékek arányba állíthatók nemcsak az ott feldolgozott rönkmennyiséggel, hanem az erdőgazdaságban kitermelt nettó fatömeggel is, és a komplex faanyagkihasználási mutató az erdőgazdaság termelésére vonatkoztatva meghatározható. A számítás eredménye az erdőgazdasági mutatót az alapiparban képződő hulladékok miatt némileg csökkenti.

A bevezető részben már utalás történt arra, hogy a számítás egyöntetűsége céljából legegyszerűbb a komplex faanyag kihasználási mutatót a belföldi kitermelési fatömegekre vonatkoztatni. Azonban a másodlagos feldolgozóipar komplex mutatójában az importált rönkanyagot is célszerű figyelembe venni, mert a rönkanyag feldolgozásánál képződő hulladékok legnagyobb része Magyarországon tovább is hasznosítható.

A számításnak ebben a lépcsőjében az importált rönkök mennyiségét tehát hozzá kell adni a feldolgozandó nettó fatömeghez is. A képlet ezek szerint a következőképpen alakul:

$$K_{II} = \frac{R + r - (h_1 + h_2)}{F + r} \cdot 100$$

3. Továbbfeldolgozóipar

Az alapiparban termelt gyártmányok legnagyobb része a továbbfeldolgozóiparban (bútor, épületasztalosipar, hordógyártás, padlóburkolás stb.) kerül felhasználásra. Az említett felhasználásoknál is képződik a faanyagok további mechanikai kialakítása kapcsán hulladék, melynek mennyisége a készterméktől függően ismét meghatározható. Ismeretes, hogy pl. a bútorigarban a fűrész-

Az elsődleges feldolgozóiparban keletkező hulladék összetétele

1. táblázat

M e g n e v e z é s	1958. évi rönkfelh. kihoz.		Késztermék	Hulladék anyag, m ³		Összesen
	m ²	%		db-os	fűrészpor	
Fűrészipar						
fenyő	112 000	65,0	71 000	25 300	15 700	41 000
lombos	314 000	66,0	206 000	68 450	37 500	105 950
tanácsai fűrészek (lombos)	60 000	62,0	37 200	19 700	—	22 850
	484 000		314 200	113 450	56 300	169 800
Lemezipar						
lombos	69 500		34 510	33 290	1 700	34 990
ládaipar	1 700	68,0	1 150	340	205	540
fűrész és lemezipar összesen	557 200		349 860	147 080	58 200	205 280
Papír ipar						
fenyő	100 000	85,0	—	15 000	—	15 000
nyár	18 000		—	—	—	—
Gyufaipar						
nyár	12 300	45,0	5 550	6,750	—	6 750
Elsődleges feldolg. ipar összesen	685 500					227 030

* Bányadeszka termeléshez szükséges 59 200 m³ nincs figyelembe véve.

áru továbbfeldolgozásakor átlagban 55—60%, az épületasztalosiparban 25—30% hulladék keletkezik.

E hulladékokat is figyelembevéve a komplex faanyag kihasználás mutatója a harmadik lépcsőben a következőképpen alakul:

$$K_{III} = \frac{R + r - (h_1 + h_2 + h_3)}{F + r} \cdot 100$$

Ez a számítási módszer alkalmas arra, hogy segítségével a faanyagkihasználás alakulását az elkövetkező 10—20 év alatt pontosan regisztrálni lehessen.

2. táblázat

A másodlagos feldolgozóiparban keletkező hulladék összetétele

Felhasználó iparág megnevezése	Felhaszn. fűrészáru m ²	Kihozatal %	Hulladék anyag m ³		
			fűrészpor 35 %	darabos 65 %	össz.
1. Bánya- és Energiaipar					
Fenyő	13,200	—	—	—	—
Lombos	70	—	—	—	—
2. Kohó- és Gépipar					
Fenyő	49,000	60,0	—	—	19,600
Lombos	16,500	45,0	—	—	9,080
3. Kip. Min.					
Fenyő	29,000	50,0	—	—	14,500
Lombos	31,000	45,0	—	—	17,000
4. OKISZ					
Fenyő	35,000	50,0	—	—	17,500
Lombos	20,000	45,0	—	—	11,000
5. Építéstügyi M.					
Fenyő	108,000	90,0	—	—	10 800
Lombos	5 300	—	—	—	—
6. Vasúti közl.					
Fenyő	26 000	60,0	—	—	10 400
Lombos	4 500	—	—	—	—
7. Földművelés					
Fenyő	19 000	70,0	—	—	5 700
Lombos	1 400	—	—	—	—
8. Ládaipar					
Fenyő	91 000	90,0	—	—	9 100
Lombos	2 300	—	—	—	—
9. Egyéb iparágak					
Lombos	51 930	45,0	—	—	38 561
Fenyő	219 800	60,0	—	—	87 920
Össz. fenyő	570 000		87,900	163,261	251 161
Lombos	132 500		—	—	—

III. A komplex faanyagkihasználási mutató kiszámításához szükséges tényezők meghatározására az alábbi példát ismertetjük

1. Belföldi termelésű összes nettó fatömeg (F)
A hazai erdőgazdaság 1958. évben az alábbi nettó fatömeget termelte ki:

$$F = 3\,025\,668 \text{ m}^3$$

2. Belföldi termelésű összes nettó iparifa (R)
A hazai erdőgazdaság 1958. évi nettó termeléséből az ipari fa:

$$R = 1\,192\,085 \text{ m}^3$$

3. 1958. évben importált rönkmennyiség (r)
A fűrész és lemezipar részére 1958-ban az alábbi rönkmennyiséget importáltak:

$$r = 85\,000 \text{ m}^3$$

4. A számbavehető hulladék az erdőgazdaságban közvetlenül felhasznált iparifa után

A hazai erdőgazdaság 1958-ban a 239 970 m³ faanyag mennyiséget dolgozott fel. Ez esetben a keletkezett hulladék mennyisége (h_1) 60% kihozattal alapulva 95 000 m³, amelyből kb. 35% fűrészpor és 65% darabos és egyéb faragási hulladék.

A fentiek alapján

$$h_1 = 95\,000 \text{ m}^3$$

5. Az elsődleges feldolgozó iparban képződő hulladék mennyisége

Az elsődleges feldolgozóiparban keletkező hulladék mennyiségére az 1. táblázat ad tájékoztatást. A feldolgozott rönkmennyiség az importált rönkanyagot is tartalmazza. A táblázat adatai alapján

$$h_2 = 227\,035 \text{ m}^3$$

mennyiséggel, amely mennyiség a keletkezett fűrészport is magában foglalja.

6. A másodlagos feldolgozóiparban képződő hulladék mennyisége

A belföldi termelésből eredő (beleértve az importált rönkanyagot is) elsődleges ipari termékek (fűrészáru, lemez bútortlap) továbbfeldolgozásánál keletkező hulladékot a 2. táblázat tartalmazza.

A 2. táblázat szerint

$$h_3 = 251\,161\text{ m}^3$$

A 2. táblázatban kimutatott mennyiség a fűrészport is tartalmazza.

A számbavett mennyiségből a Kohó-és Gépipar területén 34 helyen keletkezik 68% és 55 helyen 32,0%, a könnyűipar területén 22 helyen 83%, míg 20 helyen 17%, a kisipari szövetkezetek területén 14 helyen 40% és 104 helyen 60%.

Ha az összes felhasználóknál keletkezett hulladékmennyiséget figyelembe vesszük, akkor kb. 100 000 m³-es mennyiséget begyűjteni egyáltalán nem lehetséges, miután az 1000—1500 feldolgozó helyen keletkezik.

A komplex faanyagkihasználási mutatót befolyásoló tényezők értékének kiszámítása után lehetségessé válik a mutató meghatározása az alábbiak szerint:

$$K_I = \frac{R - h_1}{F} \cdot 100$$

$$K_{II} = \frac{(R + r) - (h_1 + h_2)}{F + r} \cdot 100$$

$$K_{III} = \frac{(R + r) - (h_1 + h_2 + h_3)}{F + r} \cdot 100 = \%$$

ahol $R = 1\,192\,085$

$F = 3\,025\,668$

$r = 85\,000$

$h_1 = 95\,000$

$h_2 = 227\,035$

$h_3 = 251\,161$

Az értékek behelyettesítése után

$$K_I = \frac{1\,192\,085 - 95\,000}{3\,025\,668} \cdot 100 = 36,4\%$$

$$K_{II} = \frac{(1\,192\,085 + 85\,000) - (95\,000 + 227\,035)}{3\,025\,668 + 85\,000} \cdot 100 = 30,7\%$$

$$K_{III} = \frac{(1\,192\,085 + 85\,000) - (95\,000 + 227\,035 + 251\,161)}{3\,025\,668 + 85\,000} \cdot 100 = 22,6\%$$

V. A komplex mutató értékelése

Világviszonylatban a komplex faanyagkihasználás mutatója igen ingadozó. Az európai országokban (ha az erdőipar által feldolgozott faanyagok hulladékát figyelmen kívül hagyjuk, 1958. adatokat alapulvéve) a 3. táblázatban adjuk meg.

Átlagban az európai országok adatait alapulvéve a K_I mutató fejlődésében az alábbi tapasztalható:

1946-ban	51,5%
1950-ben	58,5%
1955-ben	65,4%
1958-ban	65,3%

A fenti számokból látható, és különösen a közölt táblázat adataiból, hogy az egyes országokban a fafaj összetétele az iparifa hányadot jelen-

3. táblázat

A használatban levő erdők fontosabb jellemzői

	Erdősültség	Fafajösszetétel		% iparifa (Összes kitermelés %-ban)	% rönk
		fenyő %	lombos %		
Albánia	41,2	21,2	78,8		
Ausztria	37,8	84,0	16,0	71,4	52,5
Belgium	19,9	37,0	63,0	82,8	47,6
Bulgária	33,4	15,0	85,0	67,2	45,5
Csehszl.	32,1	65,0	35,0	84,0	53,1
Dánia	19,3	61,0	39,0	71,5	48,8
Anglia	6,5	48,0	52,0	87,5	37,3
Finnország	70,9	78,0	22,0	83,6	—
Franciaország	20,3	30,0	70,0	51,5	37,7
Görögország	12,2	41,0	59,0	6,8	5,0
Hollandia	7,6	69,0	31,0	85,3	18,7
Irország	1,8	71,0	29,0	48,7	48,7
Jugoszlávia	36,8	19,9	80,1	43,0	19,8
Lengyelország	24,1	87,6	12,4	91,9	60,6
Luxemburg	31,4	19,8	80,2	67,4*	39,6
Magyarország	13,8	7,1	92,9	50,2	20,0
NDK	25,6	80,0	20,0	89,1	51,3
NSZK	28,1	64,7	35,3	84,1	47,6
Norvégia	24,3	85,0	15,0	94,7	38,5
Olaszország	19,2	19,0	81,0	23,3*	11,2
Portugália	28,1	46,7	53,3	39,9	31,0
Románia	26,6	25,3	74,7	61,2	34,6
Spanyolország	25,2	37,0	63,0	37,0	15,3
Svájc	23,6	80,0	20,0	58,8	39,1
Svédország	56,5	93,0	7,0	86,7	39,6

*1958-ban közölt adatok alapján számolva.

tősen befolyásolja. A lombos fafajból álló erdőállomány kihozatala lényegesen alacsonyabb, mint a fenyőállomány esetében. Ez okozza részben, hogy a hazai mutatók értéke alacsony. Az erdőállomány fafaj összetételén belül a lombos állomány összetétele is alapvető a mutató értéke szempontjából. Ezt bizonyítja Olaszország, Jugoszlávia és Luxemburg mutatója, ahol a fenyő és lombos állomány részaránya kb. azonos összetételű, de a kihozatali számok jelentősen különböznek.

Az iparifa mennyiségében (%-os) a számításnál az össztermelésből az 5 cm-en alúli vastagságú faanyagmennyiség hiányzik. Külföldi országoknál ez a választék az összes termelt faanyagmennyiségben nem szerepel.

A K_I értéke a fenti módszerrel számítva hazánkban 1938 előtt 21,3% értékkel volt maximális értékű, míg 1939 és 1943 között 34,0%-ra emelkedett. 1946-ban 17,0% volt az iparifa hányad, amely érték 1958-ra 35,4%-ra emelkedett. A felsorolt szám adatok azt mutatják, hogy a műszaki intézkedések azonos erdőállomány mellett is lehetővé teszik az iparifa hányad arányának emelését.

Az elmúlt években elért iparifa hányad értékei felvetik a kérdést, melyik az a reális szám, amely a K_I mutató esetében elérhető. Ennek a számításához a hazai fafaj összetétel 1958-as adatait alapulvéve azt kapjuk, hogy az összes erdőterület fenyőállománya 7,4%, tölgy állomány 27,4%, bükk állomány 8,8%, cserállomány 18,3%, akác 15,8%, egyéb kemény lombos 15,2% és egyéb lágylombos 7,1%. Ha ezen százalékos arányokat figyelembevéve alapul vesszük, hogy fenyőállománynál az ipari fa hányad kb. 80%, tölgy állománynál kb. 60%, bükk állománynál kb. 50%, cser állománynál kb. 30%, akác állománynál kb. 65%, egyéb kemény lombos állománynál 40% és egyéb lágy állományú 60%, súlyozott matematikai átlagként:

K_I értékre 53,2%-ot kapunk.

Összefoglalás és javaslatok

A Munkabizottság megállapítja, hogy a komplex faanyag kihasználás mutatóját, illetve annak meghatározását az egyes országokban más és más módszerekkel végzik. A mi szempontunkból az a fontos, hogy az eljövendő 15—20 év alatt a számítás módszere egységes legyen és ezzel a komplex faanyagkihasználási mutató fejlődésünk egyik jelentős mutatójaként legyen felhasználható.

A komplex faanyag kihasználási mutató alakulására igen nagy befolyással van az ország erdőállományának minősége és fafajösszetétele, mert a mutató javítása a leghatásosabban azáltal érhető el, ha a kitermelt nettó fatömegben sikerül az ipari fa hányadát lényegesen emelni. Ez részben az erdők minőségétől és fafaj összetételétől, részben az erdőkitermelés színvonalától függ. Ezért rendkívül fontos az erdőkitermelés színvonalának minél nagyobb mértékben történő emelése.

A másik befolyásoló tényező az ipari felkészültség hulladékanyagok feldolgozását illetően. E tekintetben a bizottság véleménye az, hogy távlati tervünk nem tartalmazza a teljes lehetőségét a rendelkezésre álló hulladékok feldolgozásá-

nak. Iparfejlesztésünkben tehát erre határozottabb irányt kell venni, beleértve a kémiai feldolgozás esetleges lehetőségeit is. A komplex faanyagkihasználási mutató (K_{III}) lényegében befolyásolja az import fűrészáru mennyiségét is, melyet azonban e tanulmányban figyelmen kívül hagytunk. A tanulmány kizárólag belföldi kitermelésű faanyagokra és import rönkből belföldön termelt szelvényárakra vonatkozik, mert feltételeztük, hogy fejlődésünk kapcsán az import fűrészáru mennyisége perspektivikusan nagymértékben csökkenthető lesz.

A tanulmány összefoglalásaképpen az alábbiak állapíthatók meg:

1. A Munkabizottság meghatározta a komplex faanyagkihasználás mutatójának folyamatát és kidolgozta a mutató meghatározásának pontos módszerét.

2. Ez a módszer alkalmas arra, hogy a jövőben ezirányú fejlődésünk méréséül szolgáljon.

3. A mutató kiszámításához szükséges adatgyűjtés stb., mint szervezési kérdés módszere, népgazdasági szinten még külön részleteiben kidolgozandó.

Fűrész-szalagok feszültségi viszonyai és lengései

LUGOSI ARMAND

(Faipari Kutató Intézet)

A fűrész-szalaggal működő faipari szerszám-
gépek — és ezen belül főleg a rönkhasító- és hasító-
szalagfűrészgépek [18] — kapacitási lehetőségeinek
maximális kihasználása nagymértékben függ a
fűrész-szalag feszültségi viszonyaitól. A lap feszült-
ségi viszonyai viszont függenek a lap gyártása
közben ébredő és a lapban maradó feszültségektől,
a kezelés módjától, az élzés pontosságától, a lapra
ható külső erőviszonyoktól stb.

A fűrész-szalagban ébredő feszültségek viz-
sgálatát több lépcsőben kell elvégeznünk és az
egyes vizsgálatok során kapott vagy számított
feszültségeket kritikai vizsgálat alá kell vennünk
és Maxwell szupperpozíció elvének messzemenő
alkalmazásával azokat esetenként előírt elv sze-
rint összegeznünk kell.

Annak ellenére, hogy a lapban ébredő feszült-
ségek meghatározása igen nagyfontosságú feladat,
a műszaki szakirodalom kellő érdeklődést nem
tanúsított e kérdéssel szemben. E téren alapvető
kutatásnak kell minősítenünk Hikoichi Sugihara
japán tudós által 1952-ben a Japán Erdészeti
Társaság Nyugati Szekciójának Közgyűlésén ismer-
tetett értekezését, valamint Giovanni Lombardi
által 1960-ban közzétett és a szalagfűrészgépek
építésénél újdonságszámba menő „szimmetria elv”
alkalmazását indokoló és alátámasztó cikkét.
A többi, e tárggyal szórványosan foglalkozó cikkek
és tanulmányok főleg egyes gépgyárak gyártmá-
nyainak reklám-célját szolgálták, így azokkal e
tanulmányom keretében nem is foglalkozom már
azért sem, mert e tanulmányok főleg H. Sugihara

alapkutatásának végeredményeit alkalmazták
konkrét számpéldákra.

Jelen tanulmányomban elfogadom H. Sugi-
hara kutatásainak eredményeit, de igyekezni
fogok azokat továbbfejleszteni. Szükségesnek tar-
tom a fűrész-szalagokkal való beható foglalkozást,
mert meggyőződésem szerint főleg a fűrésziparban
szükségserűen nagyobb teret kellene biztosítani
a rönkhasító szalagfűrészgépeknek, a keretfűrészek
terhére.

E tanulmányom során a témát három élesen
elkülöníthető fejezetre osztom. Vizsgálni kívánom
ugyanis a fűrész-szalagban ébredő feszültségeket
és azok hatását a fűrészlap

- nyugalmi, de megfeszített,
- üresjárat alatti és
- fűrészelés alatti

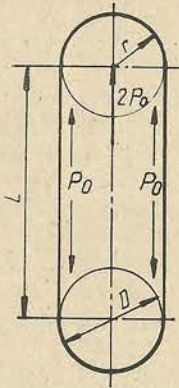
helyzetében.

I.

I. A fűrészlap megfeszített, de nyugalmi helyzetben

A viszonyokat az 1. ábra mutatja.

A fűrész-szalag mindegyik ágában egy P_0
nagyságú húzóerő ébred. Ez az erő úgy keletkezik,
hogy a felső, állítható szalagvezetőtárcsát felfelé
egy $2P_0$ nagyságú erővel, az ún. feszítőerővel
terheljük. A felső tárcsa tengelyét régebben súly-
vagy rugóterheléssel terheltek meg, az utóbbi
időben gyártott gépeken a feszítőerőt olajhidraulikus
berendezés biztosítja, amint arra egyik előző

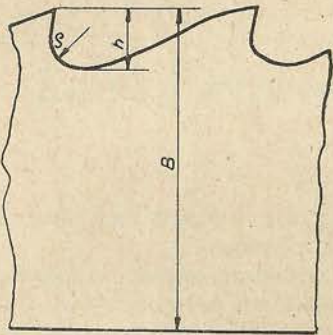


1. ábra

cikkemben már rámutattam [18]. Ugyanekkor a fűrész-szalag ráhajlik a vezetőtárcsákra. Ismeretes a szilárdságtan elemeiből, hogy ilyen esetekben hajlítófeszültségek is ébrednek az anyagban. A foggyengítés feszültséggyűjtőhelyként viselkedik. Vizsgálat tárgyává kívánom tenni továbbá a forrasztás helyét is, szilárdságtani szempontból. Vegyük sorra ezeket a kérdéseket.

1. Feszítőerő okozta húzófeszültség

A fűrész-szalag egy részletét a 2. ábra mutatja.



2. ábra

Az ábra jelölései: B = a lap teljes szélessége mm-ben, h = fogmagasság mm-ben, $b = B - h$ mm. ρ = fogtó legömbölyítési sugara, s = a lap vastagsága mm-ben

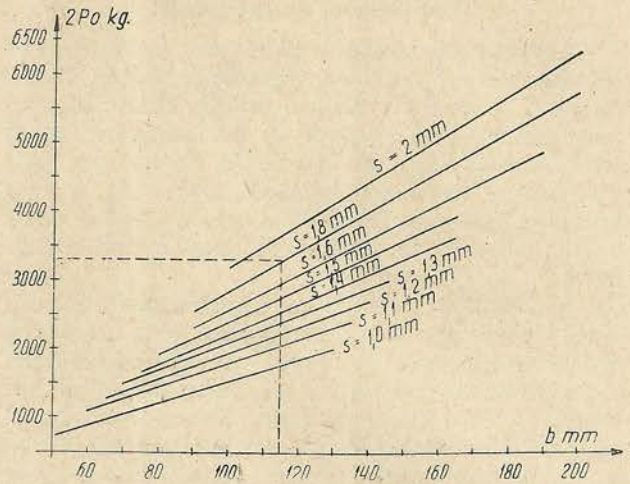
A szilárdságtan tanítása szerint a lapban a P_0 erő okozta húzófeszültség nagysága:

$$\sigma_I = \frac{P_0}{F} = \frac{P_0}{b \cdot s} \text{ kg/mm}^2 \quad (1)$$

Az előfeszítésből származó σ_I húzófeszültség szükséges értékében a kutatók nagyrészenek véleménye megegyezik. F. Kollmann, H. Sugihara és többen 8 kg/mm^2 feszültség értéket tartják optimálisnak, Voigt viszont 7 kg/mm^2 értéket, Tanaka Shigeyoshi viszont $7-10 \text{ kg/mm}^2$ értéket ír elő optimális értéként. Nyugodt lelkiismerettel elfogadhatjuk a

$$\sigma_I = 8 \text{ kg/mm}^2$$

értéket alkalmazandó optimális értéként. Ezt a húzófeszültséget a gép üzemeltetése során állandó értéken kell tartani, egyébként a lap könnyen lengésbe jön, amint erre később rámutatok. A σ_I feszültség előre beállított értékét a legkorszerűbb gépeken olajhidraulikus berendezés tartja állandó szinten [18]. Egyébként az alábbi 3. ábrával kívánok az üzemek segítségére lenni az optimális feszítőerő meghatározásában.



3. ábra

Az ábra szerinti görbesereg a fogazásnélkül mért b lapszélesség és s lapvastagság függvényében megadja a felsőtárcsa $2P_0$ értékű szükséges feszítőerőjét. A gépen természetesen a diagramból vett $2P_0$ értékű erő nagyságát növelni kell a felső tárcsa és szerelvényeinek együttes súlyával. Ezt a súlyt gépenként tényleges mérlegelés útján kell megállapítani a legközelebbi TMK javítás alkalmával.

2. Hajlító feszültségek

A fűrészlapot, amely eredetileg egyenes volt, a gépre való felszereléskor az 1. ábrán látható $r = D/2$ sugarú tárcsára (a szalagvezető tárcsára) kell ráhajlítani, és így a lap anyaga alakváltozást szenved. Közismert, hogy az alakváltozást nyomaték idézi itt elő. A hajlítónyomaték nagysága a mi esetünkben M értékű, és nagyságát az alábbi összefüggésből számíthatjuk:

$$M = \frac{I \cdot E}{r'} \quad (2)$$

Mivel a maximális húzófeszültség a tárcsára hajlított szalag külső szálaiban ébred, nem volna helyes a tárcsa sugarával tovább számolni, hanem helyette az

$$r' = \frac{D}{2} + s$$

értékkel kell számolnunk.

A mi esetünkben $b \gg s$, és így a lapban ébredő hajlítónyomaték nagyságának értéke a levezetések mellőzésével:

$$\sigma_{II} = \frac{E}{1 - \frac{1}{m^2}} \cdot \frac{s}{D + s} \quad (3)$$

ahol E = az acél anyagának rugalmassági modulusza, melynek értéke $(20 \sim 22) \cdot 10^3 \text{ Kg/mm}^2$

$\frac{1}{m}$ = a Poisson-tényező reciprok értéke, melynek nagysága acélangyagokra $0,28-0,30$ értékű.

A szokásos szilárdságtani esetekben közismerten

$$\sigma_{II} = E \cdot \frac{s}{D} \text{ kg/mm}^2$$

azonban H. Neubert [9] mutatott rá arra, hogyha $b \gg s$, akkor a fenti képletben E -vel nem számolhatunk, csak az

$$\frac{E}{1 - \frac{1}{m^2}} \approx 1,1 \cdot E \quad (3')$$

értékkel, tehát a szokásos E értékeket kb. 10%-al kell növelnünk.

Ugyanakkor nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy s és D között összefüggés áll fenn. F. Fenzl [1] ugyanis a fűrészlap optimális vastagságára az alábbi összefüggést írja elő:

$$s = \frac{D}{10^3} - 0,1 \text{ mm} \quad (4)$$

Tehát egy 1200 mm tárcsaátmérőjű ronkhasítószalagfűrészgépen alkalmazandó lap vastagsága: 1,1 mm.

A (4) képletből:

$$D = 1000 \cdot s + 100$$

Behelyettesítve az (5) egyenlet értékét a (5) képletbe, a hajlításból eredő feszültség:

$$\sigma_{II} = \frac{E}{1 - \frac{1}{m^2}} \cdot \frac{S}{1001 \cdot s + 100} \text{ kg/mm}^2$$

ha azonban figyelembe vesszük a (3') egyenletet is, akkor

$$\sigma_{II} = 1,1 \cdot E \cdot \frac{s}{1001 \cdot s + 100} \text{ kg/mm}^2 \quad (6)$$

Ezt az összefüggést természetesen csakis akkor használhatjuk, ha a lapvastagság és a tárcsaátmérő aránya megfelel a (4) összefüggésnek.

Ha $E = 22 \cdot 10^3 \text{ kg/mm}^2$ értékkel számolunk, úgy a szabványosított lapvastagságok mellett a fűrészlapban ébredő hajlítófeszültségek nagyságát [a (4) összefüggés betartása esetén] az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Lap szokásos vastagsága	$1,1 \cdot E$	$\frac{s}{1001s + 100}$	σ_{II}
mm	kg/mm ²		kg/mm ²
1,0	$24,2 \cdot 10^3$	$908 \cdot 10^{-6}$	21,97
1,1	$24,2 \cdot 10^3$	$916 \cdot 10^{-6}$	22,16
1,2	$24,2 \cdot 10^3$	$921 \cdot 10^{-6}$	22,29
1,25	$24,2 \cdot 10^3$	$925 \cdot 10^{-6}$	22,39
1,3	$24,2 \cdot 10^3$	$928 \cdot 10^{-6}$	22,46
1,4	$24,2 \cdot 10^3$	$932 \cdot 10^{-6}$	22,55
1,6	$24,2 \cdot 10^3$	$940 \cdot 10^{-6}$	22,67
1,8	$24,2 \cdot 10^3$	$946 \cdot 10^{-6}$	22,89
2,0	$24,2 \cdot 10^3$	$951 \cdot 10^{-6}$	23,01
2,5	$24,2 \cdot 10^3$	$960 \cdot 10^{-6}$	23,23

Maxwell szuperpozíció-elve szerint tehát a lapban ébredő összefeszültség nagysága:

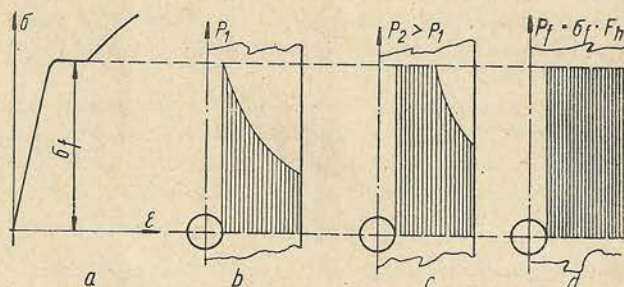
$$\sigma_{\Sigma} = \sigma_I + \sigma_{II} \text{ kg/mm}^2 \quad (7)$$

Ha figyelembe vesszük, hogy

$$\begin{aligned} \sigma_I &= 8 \text{ kg/mm}^2 \\ \sigma_{II} &= 22-23 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

akkor meggyőződhetünk, hogy a lapban ébredő feszültségek tetemes nagyságúak és értékük:

$$\sigma_{\Sigma} = 3000-3100 \text{ kg/cm}^2$$



4. ábra

Az iparban elterjedt az a nézet, hogy az előírtnál vastagabb fűrész-szalagok alkalmazása előnyösebb, mert „biztosabb” a vágás, tovább tart a lap, sit. Vizsgáljuk meg ezt a kérdést is. Vegyük alapul pl. az iparág, a fűrészipar több üzemében felszerelt Canali gyártmányú HBS. G-1100 típusú hasítószalagfűrészgépét. Ennél a gépnél $D = 1100 \text{ mm}$ és a (4) összefüggésben F. Fenzl által ajánlott lapvastagság 1,0 mm. Emellett a normál lapvastagság mellett $\sigma_{\Sigma} = 2897 \text{ kg/cm}^2$ feszültség ébred. Ha ezen a gépen az előírástól eltérően pl. 1,2 mm vastagságú fűrész-szalagot alkalmazunk, a (3) összefüggés alapján $\sigma_{\Sigma} = 3438 \text{ kg/cm}^2$ összefeszültség ébred. A 0,2 mm-re vastagabb lap alkalmazása tehát 541 kg/cm^2 többlet feszültséget eredményez.

3. Foggyengítés hatása

Ismert az acélananyagok húzódiagramja, melyet vázlatosan mutatok be a részletek mellőzésével. Közismert a húzódiagram arányosan emelkedő első szakasza (Hooke-törvény), majd az egyszerűségi okokból vízszintesként ábrázolt és σ_f -el jelölt folyási határ. Muttonyánszky Ádám [2] módszerét követve rajzoltam meg a 4. ábrán b, c és d részletét, mely külön-külön egy-egy gyengített keresztmetszetet mutat különböző terhelések mellett. Az ábra b részlete mutatja a furattal gyengített lapban a feszültség eloszlását olyan P_1 erő esetén, amelynek hatására a gyengítést közvetlenül határoló anyagszámban éppen σ_f feszültség ébred. Természetesen a húzott tartó teherbírásának határát még nem érték el, mert a keresztmetszet egyéb számai tovább terhelhetők. Ha a c ábrarészlet szerint $P_2 > P_1$ erővel terheljük a rudat, akkor a keresztmetszet nagyobb részében elérjük a σ_f folyási határt. Ennél a P_2 erőnél a keresztmetszet a feszültség hatására tovább nyúlik és ez teszi lehetővé a húzóerő további növelését, mindaddig, míg elérjük a

$$P_f = \sigma_f \cdot F_h$$

értéket, amely mellett a rúd teljes keresztmetszetében folyást tapasztalhatunk. Ez a folyás azonban a rúdnak egészen kis szakaszára, a gyengített szakaszra terjed ki, mert a rúd ép keresztmetszeteiben a feszültség mindenütt:

$$\sigma = \frac{P_f}{F} < \frac{P_f}{F_h} = \sigma_f \quad (8)$$

ahol F_h a gyengített keresztmetszet felülete mm^2 -ben, tehát a többi keresztmetszetben nem áll

elő folyás. Ennek megfelelően „az egész rúd megnyúlása a P_f terhelés mellett még jelentéktelen marad” [2].

A rúd terhelését tovább növelve, a feszültségeloszlás már nem változik és az a tartó minden keresztmetszetében egyenletes marad. Közvetlenül belátható, hogy végülis a rudat egy

$$P_{sz} = \sigma_{sz} \cdot F_h \tag{9}$$

nagyságú erő szakítja el (σ_{sz} = az anyag szakítószilárdsága). Már itt kell megjegyeznem, hogy F. Fenzl szerint [1] a faipari szerszámokhoz felhasznált anyagok szilárdsági értékei magasak, és értékeiket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

Szerszám megnevezése	Keménység HRc	Szakító szilárdság σ_{sz}
Keretfűrészlapok	49 ± 3	160—185
Kőrfűrészlapok	46 ± 4	145—175
Szalagfűrészlapok	42 ± 3	130—155

Egy tetszőleges P terheléssel bíró tartó szakadással szembeni biztonsága :

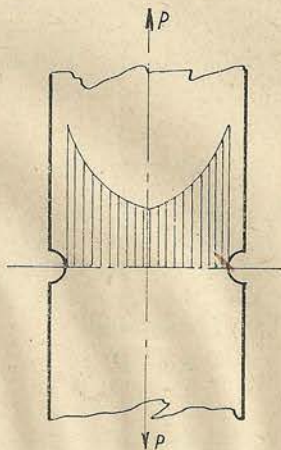
$$K = \frac{P_{sz}}{P} = \frac{\sigma_{sz} \cdot F_h}{\sigma \cdot F_h} = \frac{\sigma_{sz}}{\sigma} \tag{10}$$

és ez ugyanakkora [2] mintha a feszültség nem a 4/b ábrarészlet szerint, hanem egyenletesen oszlanék meg a leggyengébb keresztmetszetben. A feszültségcsúcs eltűnik, a feszültségek kiegyenlítődnének és ez indokolja *statikus terhelésnél* az általánosan követett eljárást, mely szerint a

$$\sigma = \frac{P}{F_h}$$

feszültség alacsonyabb kell, hogy legyen, mint a terhelt anyag σ_{meg} feszültsége.

Ez volt a helyzet akkor, ha a tartó közepét gyengítettük. Ugyancsak Muttnyánszky [2] mutatott rá, hogy a tartó szélének gyengítése azonos eredményt szolgáltat (lásd 5. ábrát) és az előbbi következtetések erre az esetre is érvényesek. Semmi okunk sincs feltételezni, hogy egy egyoldalt gyengített tartóban a feszültségek eloszlása az eddigiektől eltérő lenne és így végeredményben eljutottunk a fűrész-szalag esetére. Statikus ter-



5. ábra

helés esetén (és a gép álló helyzetében ilyen terhelés ébred) a [7] egyenletben meghatározott σ_v értéknél korrekciós tényező alkalmazása nem szükséges.

Itt van egyik lényeges eltérés H. Sugihara kutatásainak eredménye és az én felfogásom között. H. Sugihara ugyanis a korrekciós tényezőket már a lap megfeszített, de álló helyzetében, tehát statikus terhelés esetében is alkalmazza, holott arra — véleményem szerint — semmi szükség sincs.

4. A forrasztási hely vizsgálata

A forrasztási hely vizsgálatával behatóbban Sh. Tanaka foglalkozott és kutatásai során arra az eredményre jutott, hogy a forrasztás helyén és annak közvetlen közelében a fűrészlap anyagának szilárdsági értéke mintegy 60%-a a lap többi része szilárdsági értékének.

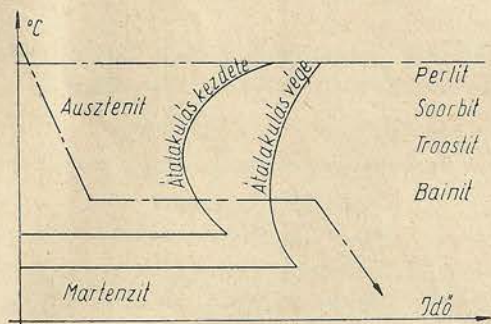
A forrasztási hely elhelyezése tetszőleges helyen a lap mentén nem okoz semmiféle gondot mindaddig, míg a lap terhelése statikus, azaz a gép nyugalmi állapotban van. Üzemközben azonban, amikor a lap terhelése dinamikus jellegű és amikor érvényesül a fogtövek feszültséggyűjtőhely jellege, nem lehet mindegy a forrasztási hely megválasztása. Ha a forrasztási hely a fogtő legömbölyítésben végződik, hol a feszültséggyűjtőhely hatására amúgy is mintegy 40%-kal magasabb értékű feszültségek ébrednek, mint a lap többi szakaszaiban, akkor üzemközben a dinamikus igénybevételek hatására a lap szükség-szerűen elszakad a forrasztási hely mentén. Ezért célszerű úgy megválasztani a forrasztási helyet, hogy a hátlapra merőleges forrasztási vonal foghátán végződjék és középvonala a fogcsúcsok távolságának felezőjébe essék. A fűrész-szalag forrasztási helyének átlapolási hossza függ a lap vastagságától. Szabályként elfogadhatjuk azt a Klémens B. [3] által megfogalmazott utasítást, hogy az átlapolás hossza 10—13 mm kell, hogy legyen. A lap vastagságától függő átlapolási hosszra vonatkozóan azonban az alábbi képlet alkalmazását javaslom :

$$Q = 12 \cdot s \text{ mm}$$

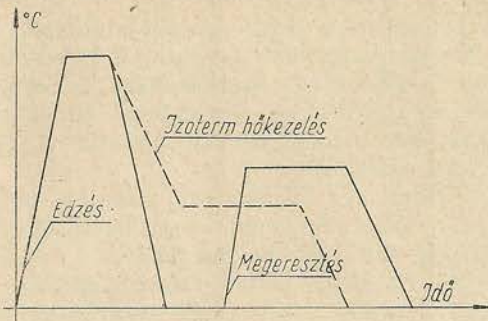
ahol Q = az átlapolás hossza.

Egy jól elhelyezett forrasztási helyet mutat a 6. ábra.

A forrasztási hely körül az anyag kilágyul. A lap többi részének keménységével egyenlő ke-



6. ábra



7. ábra

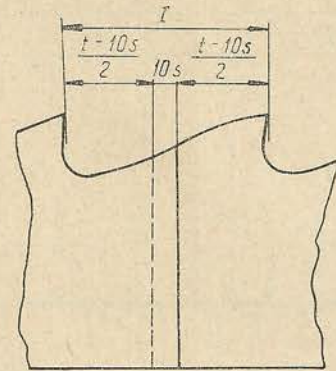
ménységi érték visszaállítására több mód van. Ezek közül a legkevésbé alkalmas a Klémens B. [3] által javasolt megoldás, mely szerint „a forrasztópofák eltávolítása után a forrasztás helyét híg olajjal át kell kenni”. Valamivel jobb az ugyancsak Klémens B. [3] által ajánlott módszer, mely szerint amikor „a forrasztott rész a cseresznyepiros szint eléri, a forrasztópofákat el kell távolítani és a forrasztás helyét edzőolajjal le kell önteni”.

A korszerű, nagyüzemi szerszámkarbantartó műhelyekben egyik megoldás alkalmazását sem tartom megfelelőnek, a sok bizonytalansági tényező miatt. Ezen a téren sokkal inkább megfelel az E. Wüster [4] és P. Tudoran és A. Radu [5] által ajánlott módszer, mely az izoterm hőkezelési eljárásról alapszik.

Ennek az eljárásnak a lényege az, hogy a forrasztott lapot elektromos edzőkemencében hőkezelik. A szokásos, nem izoterm hőkezelést mutatja a 7. ábra telt vonallal kihúzott része, mely jól szemlélteti az edzést, és az utána következő megeresztés szakaszos jellegét. Metallurgiai szempontból az izoterm hőkezelés célja a szokásossal szemben egy, a megeresztési troostit-szerkezetű anyagnál szívósabb anyagszerkezet beállítása. Az alkalmazandó hőfokokra és időtartamokra vonatkozóan egységes előírások nem adhatók, mert azok szerszámanyagfajtánként változók. Ha ismerjük azonban a fűrészlap anyagának összetételét, annak alapján meghatározuk a szerkezetdiagramot és akkor az izoterm hőkezelés menetét a 8. ábra mutatja.

Az eljárás lényege az, hogy a megeresztés állandó hőmérsékletét (a vízszintes ág) a bainit-szerkezet megjelenési hőfoka környezetében kell megállapítani és felvenni. Az állandó hőmérsékleten való tartást mindaddig kell folytatni, amíg az izoterm hőkezelés vízszintes megeresztési diagram-ága túljutott az átalakítás végét jelző görbén. Attól kezdve az anyagot lassan (levegőn) le kell hűteni. A különböző összetételű anyagokra vonatkozó görbéket V. D. Szadovszkij [6] műve tartalmazza.

A hőkezelés után F. Fenzl szerint a lap keménysége $HRC = 39 \pm 3$ értékhatárok közé kell, hogy essen, de úgy, hogy ugyanazon lapon belül a keménység-ingadozás a ± 1 HRC értéket nem haladhatja meg. A legújabb román kutatások [5] viszont fényt derítettek a nagyobb keménységű anyagok használatára. Ezeknek a kutatásoknak a végkonklúziójaként kimondták, hogy :



8. ábra

a) az izoterm hőkezelés megeresztési szakaszának optimális hőmérsékleti zónája $300-350\text{ }^{\circ}\text{C}$,
b) az izoterm hőkezelés eredményeképpen a szalagdeformációk kisebbek, az utóhengerlés ideje lecsökkenthető,

c) terpesztett fűrészek esetén célszerűbb a HRc 45, duzzasztott lapok esetén a HRc 40-42 keménység betartása, mivel duzzasztás alatt a lap fogainak keménysége megnő, mint arra [19] cikkemben már rámutattam,

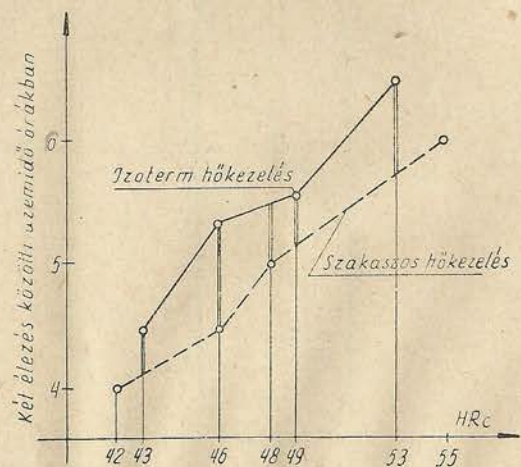
d) a magasabb keménység növeli a lap üzemidejét, de csökkenti szívósságát,

e) azonos keménységi értékek betartása mellett az izoterm hőkezelés alá vont szerszámok két élezés közötti üzemidőtartama magasabb. Ennek a mértékét a 9. ábra mutatja.

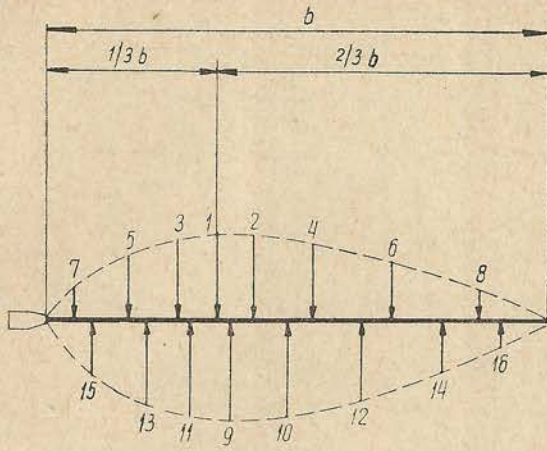
Az ábra adata terpesztett körfűrészlapokra vonatkozik, de nyilvánvaló, hogy ehhez közelálló eredményeket kapnánk fűrészszalagok esetére. A 9. ábrában megjelöltem a két élezés közötti üzemórák számának növekményét az izoterm hőkezelés hatására.

5. A lap belső feszültségeinek beállítása

A szalagfűrészlapok munka közben megnyúlnak, mégpedig egyenlőtlen mértékben és bekövetkezhetnek olyan nagyfokú deformációk, amelyek a lappal végzett fűrészelési munkát lehetetlenné teszik. A deformációk csökkentése és a fűrészlap tárcsákon való előírt domború állásának biztosítására a fűrészlapban hengerlőgépekkel belső



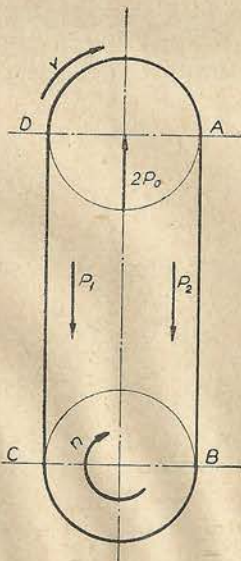
9. ábra



10. ábra

feszültségeket idézünk elő, azaz a lap középső szakaszát keresztirányban megnyújtjuk. A hengerlés nélkül felhelyezett fűrész-szalag munkaközben hajlamos a belengésre, ezáltal romlik a fűrészelési teljesítmény, nem beszélve a lapban a lengések által keletkező káros feszültségekről. A hengerléssel beállított belső feszültségek mértékére a domború lap ívmagassága a jellemző. Ezt a mértéket a gyárak által fűrészlap-méretenként összeállított táblázat és ún. lapfeszültségmérővel mérjük. A lapfeszültség mértéke (tehát a domborúság ívmagassága) függ elhanyagolható mértékben a fűrészrendő fajtától, valamint függ nagymértékben a gép szalagvezetőtárcsa profiljától. Ha a vezetőtárcsa felülete ívelt (domború), fokozott belső feszültségszintet kell a lapban beállítani, ha a tárcsa vezetőfelülete egyenes (hengeres), úgy a lap domborúságának ívmagassága kisebb is lehet. A korszerűbb gépek vezetőtárcsái közül az alsó, merevcsapágyazású tárcsa vezetőfelülete egyenes, míg a felső, állítható tárcsáé ívelt. Ilyen esetekben természetesen az ívelt tárcsafelületnek megfelelő nagyobb domborúság adandó a lapnak.

A nem egyenesvonalú hátlapú lapok kiegyengetésének módszerével Klémens Béla [3] foglal-



11. ábra

kozott behatóbban. Jelen tanulmányomban csak a már kiegyengetett hátvonalú lapok belső feszültségeinek beállításával foglalkozom. A hengerlőgépeken az egymásután elvégzendő 16 hengerlés sorrendjét és a hengernyomások relatív nagyságát a 10. ábra szemlélteti.

Az ábrát H. Wacker [7] munkája alapján állítottam össze. A hengerléssel beállított belső feszültségek oly csekély mértékűek a lapban a külső erők hatására ébredő feszültségekhez mérten, hogy azokat a további számítások során nyugodt lelkiismerettel figyelmen kívül hagyhatjuk. A belső feszültségek beállítása egyébként közismerten csökkenti a lap deformációhajlamát a III. fejezetben tárgyalandó termikus feszültségek hatására.

II. A fűrészlap üresjáratban

A fűrész-szalagban ébredő feszültségek üresjárat alatti vizsgálatok az alábbi kérdésekkel kell behatóbban foglalkoznunk:

1. a szalagvezetőtárcsa és a lap közötti súrlódás kérdése,
2. a centrifugális erő hatása,
3. feszültséggyűjtőhelyek hatása,
4. az ismételt igénybevételek hatása és a lap kifáradása,
5. a fűrészlap lengései és a rezonancia-feltételek.

A lapban ébredő feszültségek megállapítása a fenti kérdések behatóbb tárgyalása nélkül nem lehetséges.

1. A szalagvezetőtárcsa és a lap közötti súrlódás kérdése

A gép üzemeltetésekor (üresjáratban, vagy fűrészeléskor) a szalag két ágában nem ébred azonos nagyságú feszültség. A húzott ágban egy P_2 nagyságú, a másik ágban pedig egy P_1 nagyságú erő ébred. Nyilvánvaló, hogy a két erő különbsége egyenlő kell, hogy legyen, vagy kisebb kell, hogy legyen a tárcsán ébredő P_s súrlódó erőnél.

$$P_s = P_2 - P_1 \text{ kg} \quad (11)$$

A viszonyokat a 11. ábra mutatja.

Az egész erőrendszer azonban statikailag egyensúlyban van, így:

$$2 \cdot P_0 = P_2 + P_1 \quad (12)$$

Ismert egyébként a szilárdságtanból az Eytelwein-féle összefüggés, mely szerint:

$$\frac{P_2}{P_1} \leq e^{\mu \cdot \alpha} \quad (13)$$

ahol e = a természetes logaritmus alapja,

μ = a csúszósúrlódás koefficiense,

α = a tárcsát körülvevő szalag tárcsával érintkező ívrészenek központi szöge, mely szalagfűrészgépeknél $= 180^\circ = \pi$.

A csúszósúrlódási koefficiensre Campbell [8] kutatásainak eredményeit felhasználhatjuk:

ha a súrlódó felületek fémtiszták és szárazak:

$$\mu = 0,78,$$

ha a súrlódó felületek oxidréteggel vannak bevonva : $\mu = 0,27$,
 ha a súrlódó felületek szulfitréteggel vannak bevonva : $\mu = 0,39$.

Nem tartom F. Kollmann és H. Sugihara által használt $\mu = 0,27$ koeficiens értékét megfelelőnek, mert ők feltételezik, hogy mind a fűrész-szalagvezető tárcsa felülete, mind maga a fűrész-szalag felülete oxidréteggel van bevonva, holott véleményem szerint az oxidréteg jelenlétét csakis a vezetőtárcsán tételezhetjük fel, a fűrész-szalagon nem. A fűrész-szalag felületei üzemből fém-tiszták és szárazak, hiszen azok állandóan súrlódnak vagy a fűrészelési réshez (rossz esetben) vagy a fűrészporhoz, de ahhoz minden esetben. Véleményem szerint a $\mu = 0,27$ koeficiens alkalmazása nem tükrözi a valóságos helyzetet. Becslésem szerint a $\mu = 0,35$ koeficiens alkalmazása közelebb állna a valóságos viszonyokhoz. Szükséges volna természetesen a koeficiens pontos értékeinek kísérleti úton történő megállapítása.

Elfogadva a $\mu = 0,35$ tényezőt az $\alpha = \pi$ körülfogás esetén a (13) egyenlet numerikus eredménye a fenti konstansok behelyettesítésével :

$$\frac{P_2}{P_1} \leq 2,99 \quad (14)$$

Ellentétben a H. Sugihara és F. Kollmann által használt 2,34 értékkel.

A (12) és (14) egyenleteket feszültség-egyenletekké átalakítva :

$$\left. \begin{aligned} \sigma_2 &\cong \sigma_1 \cdot 2,99 \\ 2 \cdot \sigma_1 &= \sigma_2 + \sigma_1 = 16 \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

A fenti második egyenletbe behelyettesíttem a $\sigma_1 = 8 \text{ kg/mm}^2$ értéket.

2. A centrifugális erő hatása

Ha a fűrészgépet megindítjuk, akkor a szalagban a tárcsán való áthaladásakor centrifugális erő is ébred, melynek nagysága az ismert összefüggés alapján :

$$P_c = \frac{\gamma}{10^3 \cdot g} \cdot v^2 \cdot b \cdot s \text{ kg} \quad (16)$$

ahol γ = a fűrészlap anyagának fajsúlya : $7,83 \text{ kg/dm}^3$,
 g = a nehézségi gyorsulás = $9,81 \text{ m/mp}^2$,
 v = a fűrész-szalag sebessége = $D \cdot \pi \cdot n / 60 \text{ m/mp}$.

A centrifugális erőből származó feszültség nagysága :

$$\sigma_c = \frac{P_c}{b \cdot s} = \frac{\gamma \cdot v^2}{10^3 \cdot g} \text{ kg/mm}^2 \quad (17)$$

Ha a fűrész-szalag viszonyait egybevetjük a sízhajtással, úgy a (12) és a (13) egyenletekből :

$$\frac{P_2 - \frac{\gamma \cdot v^2}{10^3 \cdot g}}{P_1 - \frac{\gamma \cdot v^2}{10^3 \cdot g}} \leq e^{\mu \alpha}$$

$$P_2 + P_1 = 2 \left(P_0 + \frac{\gamma \cdot v^2}{10^3 \cdot g} \right)$$

vagy feszültségekben kifejezve :

$$\left. \begin{aligned} \frac{\sigma_2 - \sigma_c}{\sigma_1 - \sigma_c} &= e^{\mu \cdot \alpha} \\ \sigma_2 + \sigma_1 &= 2(\sigma_1 + \sigma_c) \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

A B-től C-ig, valamint a D-től A-ig terjedő félkörön (tárcsapaláston) a lapban még a σ_{II} hajlítófeszültség is ébred, melynek nagyságát a (3) egyenlet, illetve előírászerűen alkalmazott lapok esetében a (6) képlet adja.

Ugyanakkor az A és B pontokban húzófeszültség is ébred, és mivel az itt ébredő húzófeszültség nagysága σ_2 , szükségszerű, hogy

$$\left. \begin{aligned} \sigma_2 &> \sigma_1 \\ \sigma_2 &> \sigma_I \end{aligned} \right\}$$

A további számításokból σ_I és σ_1 értékét kihagyhatjuk, mivel a σ_2 húzófeszültség a mértékadó feszültség. Ennek megfelelően, figyelembevéve Maxwell szuperpozíció-elvét :

$$\sigma_{max} = \sigma_{II} + \sigma_2 \quad (19)$$

A (19) összefüggés adná a maximális feszültség értékeit, ha a szalag egyenletes keresztmetszetű volna, és nem volna gyengítve a fogazással, melynek hatását a következő fejezetben tárgyalom.

3. A foggyengítés hatása

Az I/3 fejezetben vizsgáltam a foggyengítés hatását statikus terhelés mellett. Az ottani következtetések természetesen nem alkalmazhatók dinamikus terhelésekre, márpedig a fűrész-szalag még üresjáratban is dinamikusan van terhelve a lap lengései, a forrasztási hely hatása és az ismételt igénybevételek folytán. A foggyengítés hatását H. Neuber [9] vizsgálta és a kapott összefüggéseket korrekciós tényezőkben foglalta össze. Ezek a korrekciós tényezők :

a) A húzófeszültség korrekciós tényezője :

$$a_2 = 1 + 2 \sqrt{\frac{h}{\rho}} \quad (20)$$

b) A hajlító feszültség korrekciós tényezője :

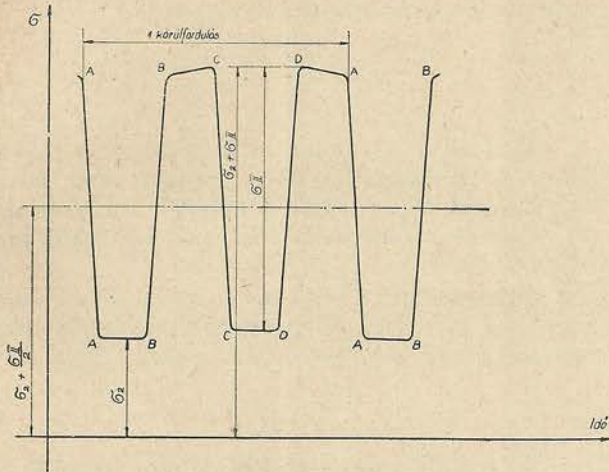
$$a_{II} = 1 + 2 \sqrt{\frac{h}{\rho}} \cdot \frac{1 + \frac{1}{m}}{3 + \frac{1}{m}} \quad (21)$$

A fenti képletekben :

h = a fogmagasság mm-ben,

ρ = a fogüreg legömbölyítési sugara mm-ben.

A fenti korrekciós tényezők a normál (DIN-szabványokban) előírt legömbölyítési sugarakra érvényesek. Az összefüggésekből látható, hogy a h/ρ arány befolyásolja a korrekciós tényezők nagyságát. Minél kisebb a ρ legömbölyítési sugár, annál nagyobbak a korrekciós tényezők értékei, és annál nagyobbak a fogtőben ébredő feszültségek. Normális körülmények között a legömbölyítési sugár minimális értéke hasítószalagfűrészlapoknál 4 mm kell, hogy legyen. Helytelen élezés esetén azonban a fogtőben ennél kisebb ρ értékek is tapasztal-



12. ábra

hatók, ennek megfelelően ezeken a helyeken a feszültségek oly nagy értékekre nőhetnek, hogy elérve az anyag folyáshatárát elsősorban marandó alakváltozásokat idéznek elő a fogtő környezetében, melyek később a lap szakadását idézik elő.

4. Az ébredő maximális feszültség nagysága

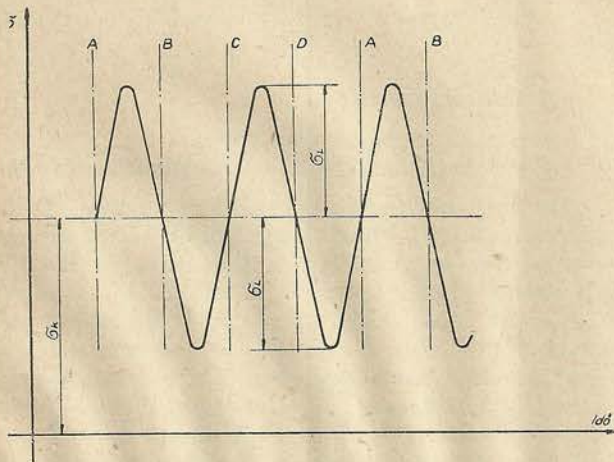
Az eddig elmondottak alapján a fűrész-szalagokban a fogtővek környékén ébred a legnagyobb feszültség, melynek értéke a (19), (20) és a (21) egyenletek egybevetése alapján:

$$\sigma_{max} = 1,26 \cdot \sigma_{II} + 1,65 \cdot \sigma_2 \quad (22)$$

A számítások elvégzésénél σ_2 értékét a (15), σ_{II} értékét pedig a (3) egyenletből kell számítani.

5. Az ismételt igénybevételek hatása

A fűrész-szalag a gép üzemeltetésekor minden egyes teljes körülfordulásakor a vezetőtárcsákra való fel- és lefutás következtében kétszer szenved ismételt igénybevételt. Ezek az igénybevételek a gép üzemeltetése során periodikusan megismétlődnek, tehát az eddig ismertetett igénybevételeken kívül a lap anyaga ismétlődő igénybevételeknek is ki van téve. A 11. ábra jelöléseit használva



13. ábra

beláthatjuk, hogy ha $P_2 > P_1$, akkor az A ponttól minimális távolságban „lefelé” a lapban a σ_2 feszültség ébred, a B pont közelében erre a feszültségre a σ_{II} hajlítófeszültség szuperponálódik, a C pont után a lapban a σ_1 feszültség ébred, majd a D pontban ehhez a feszültséghez a σ_{II} feszültség adódik hozzá. Ha az idő függvényében a lap egy tetszőleges keresztmetszetében vizsgáljuk a feszültségek változását, megkapjuk a 12. ábrát.

Az ábrába rajzolt feszültségek a lap külső szálaiban ébrednek. Mivel az A, B, C és D pontokban bekövetkező feszültségváltozások igen rövid idő alatt mennek végbe, ezért a 12. ábra görbéit szabályos szinusz-vonallal helyettesíthetjük és megkapjuk a 13. ábra görbéjét.

Az ismétlődő felső feszültség nagysága (feszültség csúcs):

$$\sigma_{if} = \sigma_K + \sigma_L \quad (23)$$

Az ismétlődő alsó feszültség nagysága:

$$\sigma_{ia} = \sigma_K - \sigma_L \quad (24)$$

A közepes feszültség nagysága:

$$\sigma_K = \frac{\sigma_{if} + \sigma_{ia}}{2} \quad (25)$$

A feszültség-amplitudó:

$$\lambda_\sigma = 2 \cdot \sigma_L \quad (26)$$

Ismert a rugalmasságtanból, hogy az ismétlődő felső feszültségnek (σ_{if} -nek) van egy olyan σ_K határértéke, amely mellett az anyag végtelen számú igénybevételt kibír kifáradás nélkül. Ezt a σ_K feszültség értéket nevezzük kifáradási határnak és értékét a Wöhler-görbe adja (14. ábra).

Ha az anyagot a

$$\sigma_{if} > \sigma_K$$

ismétlődő feszültséggel terheljük, úgy az az n -edik számú terhelésméltódnél eltörik.

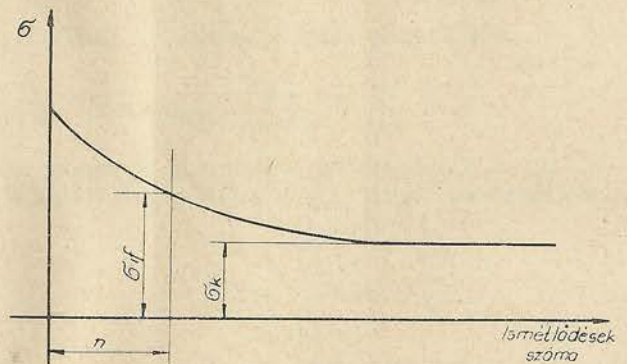
A fenti megfontolások alapján szerkesztették meg a Smith-féle diagramokat, melyekből egyet tájékoztató jelleggel a 15. ábrán mutatok be.

A $\sigma_K = 0$ és a $\sigma_{ia} = 0$ értékekhez tartozik a meghatározott nagyságú:

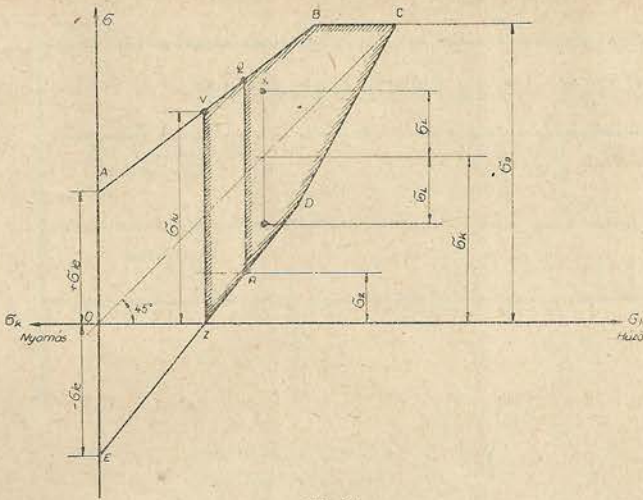
σ_{ie} lengő szilárdság,

σ_{iu} lüktető szilárdság.

A Smith-diagram ABCDE területe a biztonsági terület, mely azt jelenti, hogy amennyiben a 45° -os hajlású eredményvonalon fekvő σ_K



14. ábra



15. ábra

értékű közép feszültséghez képest az X és Y pontokkal és hozzájuk tartozó feszültségamplitúdókkal jellemzett ismétlődő igénybevételnek tesszük ki az anyagot, akkor az végtelen sok ismétlődő igénybevétel hatására sem szakad el. A Smith-diagramot anyagfajtánként állapítják meg, tehát adott összetételű anyag esetén a Smith-féle diagram az ismétlődő igénybevételre történő méretezés alapjául szolgálhat.

Fűrész-szalagok esetében bennünket csak a Smith-diagram VBCDZ területénél kisebb terület érdekelhet, mert csak ebben az esetben állhat elő a 13. ábrán látható ismétlődő igénybevételi eset.

A $\sigma_K < \overline{OZ}$ esetben az ismétlődő σ_{ia} alsó feszültségnek lehetnek negatív értékei is, ami azt jelenti, hogy a fűrész-szalagban nyomó feszültségek ébrednek. Ez az eset nem fordul elő a gyakorlatban. További elhatárolását a Smith-diagramnak fűrész-szalagok esetében megkapjuk, ha az ismétlődő feszültség lehetséges alsó határát (fűrész-szalagok esetén a σ_c feszültség) berajzoljuk a 15. ábrába. Ekkor megkapjuk a Q és az R pontokat, valamint a QBCDR területet. Ez a terület jelenti a biztonsági területet fűrész-szalagok esetében.

Vizsgáljuk meg, hogy fűrész-szalagok esetében a σ_{ij} értéke beleesik-e a Smith-féle diagram fűrész-szalagokra elhatárolt biztonsági területébe, vagy sem, mert ettől függ a lap anyagának kifáradása. Ismeretes, hogy ötvözött acélananyagok esetében a kifáradási határfeszültség nagysága mintegy 40%-a a szakító szilárdságnak, tehát:

$$\sigma_K \approx 0,4 \cdot \sigma_{szak}. \quad (27)$$

Ezt az értéket egyébként ellenőrizték tényleges mérésekkel is [11]. A fűrész-szalagok anyagának szakítószilárdsági értékei, figyelembe véve F. Fenzl [1] adatait az osztrák Wüster et Co. cég fűrészreire, melyek

0,3—0,5% Cr
max. 2,0% Ni

ötvöztést tartalmaznak:

$$\sigma_{szak} = 130 \sim 155 \text{ kg/mm}^2$$

ami azt jelenti, hogy a kifáradási határfeszültség nagysága:

$$\sigma_K = 0,4 \cdot \sigma_{szak} = 52 \sim 62 \text{ kg/mm}^2$$

értékhatárok közé esik. Más szóval, ha a (22) képlet szerinti σ'_{max} nem éri el a $\sigma_K = \text{kb. } 52 \text{ kg/mm}^2$ értéket, úgy az igénybevételek ismétlődése alkalmával a lap nem szakad el, még végtelen sokszámú ismétlődés esetén sem. Ha azonban a feszültségek ezt a mintegy 52 kg/mm^2 értéket meghaladják, úgy meghatározott n -számú ismételt igénybevétel hatására várható a lap-szakadás. Látható többek között G. Pahlitzsch és K. Dziobek [12] által kidolgozott számszerű példából, hogy a σ'_{max} túllépheti, sőt általában túl is lépi ezt a határt, tehát a gyakorlati esetek többségében:

$$\sigma'_{max} > \sigma_K$$

és így az ismételt igénybevételek hatását nem hanyagolhatjuk el, mert a lap meghatározott üzemidő elteltével elszakad.

Közismert, hogy az ötvözött acélananyagok esetében $(8 \sim 9) \cdot 10^6$ számú ismétlődő igénybevétel szám az, amely mellett az acélananyagok kifáradnak és törnek, ha a σ'_{max} nem túlságosan sokkal nagyobb, mint σ_K . A fűrész-szalagok esetében ez a helyzet áll fenn.

E fentiek szerint, ha pl. a már említett Canali HBS-G—1100 tip. rönkhasítószalagfűrészgépet vizsgáljuk, látjuk, hogy

$$n = 580/\text{perc} \text{ (a vezetőtárcsa fordulatszáma),}$$

$$L = 6680 \text{ mm (a fűrész-szalag hossza).}$$

Ez azt jelenti, hogy amíg a vezetőtárcsa kerülete 6680 mm utat tesz meg, a lap kétszer szenved ismételt igénybevételt. A szalagvezető tárcsa kerülete 3454 mm, tehát minden $6680/3454 = 1,93$ tárcsafordulatnál a lap anyaga kétszeres igénybevételre szenved. Ezek szerint a percenkénti igénybevételek száma:

$$n' = \frac{580}{1,93} \cdot 2 = 601$$

ami üzemóránként 36 060 igénybevételnek felel meg. Ha mármost vizsgáljuk azt az üzemórákban kifejezett időtartamot, amelynek elteltével a lap elszennved a kb. $9 \cdot 10^6$ számú igénybevételt, és amelynek elteltével a lap anyaga kifárad és minden elővigyázati rendszabály ellenére bekövetkezhet a laptörés, akkor a fentiek alapján:

$$\ddot{U} = \frac{9 \cdot 10^6}{36 \ 060} = 250 \text{ üzemóra}$$

A lap anyaga a fenti példa szerint még üresjáratban is 250 üzemóra alatt fárad ki.

Itt nem kívánok kitérni a lapszakadás balcsesi és géprongalódási kihatásaira, azok közismertek. A lapszakadás csökkenti a gép termelési kapacitását, hiszen a két élezés közötti termelő üzemórák számát csökkenti.

Az eddig elmondottak alapján célszerű fűrészszalagonként nyilvántartást vezetni a lapok üzemóráiról és a nyilvántartási lapon célszerű feltüntetni az üzemórákban kifejezett élettartamot, mely az alábbi összefüggésből számítható a fenti példa nyomán, igen egyszerűen:

$$\ddot{U} = 23,9 \frac{L}{D \cdot n} \text{ üzemóra} \quad (28)$$

3. táblázat

Fűrészlap :		Fűrészlapszám :		FŰRÉSZLAP NYILVÁNTARTÓLAP				
Fűrészlap gyártója :		Fűrészlap vastagsága		Fűrészlap szélessége		Alkalmas :	Fogazás vázlatai :	Duzzasztás v. terpesztés mértéke :
Dátum		Ü z e m i d ő			M e g j e g y z é s			Élettartam üzemóra
		kezdet	végzés	tartam				

ahol L = a fűrész-szalag hossza mm-ben,

D = a gép tárcsaátmérője m-ben,

n = tárcsa fordulatszám/perc-ben.

A javasolt nyilvántartólapot a 3. táblázat tartalmazza.

Természetes, hogy a nyilvántartólapot a műhely vezeti. Minden egyes fűrész-lapot számozni kell a lap-összecserélés elkerülésére. A táblázat „Megjegyzés” rovatába be lehet jegyezni akár a fűrészelési adatokat, akár a lapkarbantartás adatait.

4. A lap lengései

Az üresjáratban levő fűrész-szalag ugyanúgy lengésbe jön, mint üzemkőzben a hajtósíj. Fűrészelés alatt a lengések csökkennek ugyan, de nem szűnnek meg. A fűrész-szalag lengési modelljeként nyugodtan választhatjuk a síjhajtást, és az ott levezetett összefüggéseket lehet alkalmazni a fűrész-szalagok lengésére, természetesen megfelelő határolások után. Yamashito Yoshinori [13] számította a síjhajtás lengéseit és a kapott eredmények :

$$\tau = \frac{2 \cdot C \cdot l}{N \cdot (C^2 - v^2)} \text{ mp} \quad (29)$$

ahol τ = lengés frekvenciája,

l = fűrész-szalag szabad lengési hossza,

$$C = \sqrt{\frac{g \cdot \sigma_2}{\gamma}}$$

g = nehézségi gyorsulás értéke,

σ_2 = szalagban ébredő húzófeszültség,

N = pozitív egész-szám,

v = fűrész-szalag haladási sebessége.

Tegyük vizsgálat tárgyává pl. a Gebr. Wehrhahn-gyár HB-1000 tip. vízszintes szerkezetű rönkhasítószalagfűrészgépét, melynél :

$$\sigma_2 = 15,4 \text{ kg/mm}^2 \text{ [12]},$$

$$D = 1200 \text{ mm},$$

$$v = 33 \text{ m/mp},$$

$$l = 2366 \text{ (fűrészlapvezetők nélkül!)}$$

A fenti adatok behelyettesítésével :

$$C = 138,9 \text{ m/mp},$$

$$\tau = 0,00359 \cdot \frac{1}{N} \text{ mp}$$

Esetleges rezonancia természetesen akkor állhat fenn, ha egy külső, lengést gerjesztő erő hatási periódusa ($N = 1, 2, 3 \dots$ esetben) :

$$N = 1 \quad \tau = 0,00359 \text{ mp}$$

$$N = 2 \quad \tau = 0,01795 \text{ mp}$$

$$N = 3 \quad \tau = 0,01196 \text{ mp}$$

A legegyszerűbben beálló rezonancia a fűrészlap forrasztási helye által gerjesztett lengés következtében állhat be. Ez akkor áll be, ha a fűrész-szalag önlengésszáma és a forrasztási hely által gerjesztett lengés a rezonancia-sávba kerül. Ha a fűrész-szalagon egyetlen forrasztási helyet veszünk figyelembe (és a gyakorlatban ez a helyzet), akkor a gerjesztőhatás frekvenciája :

$$\tau_l = \frac{1}{n \cdot v} \cdot (2 \cdot l + D \cdot \pi) \text{ mp} \quad (30)$$

ahol n = pozitív egész-szám,

v = a tárcsa kerületi sebessége m/mp-ben.

Rezonancia jelenség akkor léphet fel, ha a (29) és a (30) egyenletekből :

$$\tau = \tau_l \quad (31)$$

Ez az egyenlőség akkor állhat fenn, ha :

$$\left. \begin{aligned} \frac{n}{N} &= A \\ \frac{v}{C} &= \lambda \\ \frac{\pi \cdot D}{2 \cdot l} &= \nu \end{aligned} \right\} \quad (32)$$

A (31) egyenletbe behelyettesítve a (29) és a (30) egyenleteket, megkapjuk a rezonanciafeltétel másodfokú egyismeretlenes egyenletét a (32) összefüggések figyelembevételével :

$$(1 + \nu) \cdot \lambda^2 + A \cdot \lambda - (1 + \nu) = 0 \quad (33)$$

A (33) egyenlet megoldása :

$$\lambda = \frac{-A \pm \sqrt{A^2 + 4(1 + \nu)}}{2 \cdot (1 + \nu)} \quad (34)$$

A mi esetünkben

$$\nu = \frac{\pi \cdot 1,2}{2 \cdot 2,366} = 0,796$$

és így a (34) megoldás értéke :

$$\lambda = \frac{-A \pm \sqrt{A^2 + 12,94}}{3,592}$$

Vegyük sorra a lehetséges eseteket és vizsgáljuk, mikor áll be rezonancia. A megoldásokat a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

A	λ	v	Megjegyzés
—	—	m/mp	—
$\frac{1}{3}$	0,95	132	Rezonancia nem lehetséges
$\frac{1}{2}$	0,87	121	Rezonancia nem lehetséges
1	0,76	105	Rezonancia nem lehetséges
3	0,46	64	Rezonancia nem lehetséges
6	0,26	34	Rezonancia lehetséges!!!

A számított esetben tehát $A = 6$ esetben lehetséges és valószínű a rezonancia, tehát hatodfokú rezonanciajelenséggel állunk szemben.

A számpéldában közölt eset akkor áll elő, ha a fűrészvezetők el vannak távolítva, vagy pedig távol vannak elhelyezve a vezetőpofák a fűrészlaptól. A fűrész-szalag aktív, fűrészelő oldalán ez a helyzet igen ritkán áll be. A rosszul beállított fűrészvezetők lehetetlenné teszik a pontos vágást, így azokat a gépbeállító kénytelen sürgősen jól beállítani. A felfelé futó, passzív fűrész-szalagban ez a helyzet (a vezetőpofanélküliség) mindig előáll, és ezt a körülményt a fűrész üzemeltetésekor nem hagyhatjuk figyelmen kívül. A rezonancia-szakasz azt jelenti, hogy a fűrész-szalag futása közben keresztirányú lengéseket is végez, és ekkor kialakulnak az $1/A$ lapszakaszokban a lengés-tanból jólismert csomópontok, melyeknél a fűrész-szalag ismételt hajlítói igénybevételeket szenved. Ezek az ismétlődő igénybevételek kifárasztják a lap anyagát, csökkentve a $II/5$ fejezetben számított üzemeltetési élettartamot. Figyelembevétel azt, hogy ez a többlet-igénybevétel pontosan számszerűen nem mindig állapítható meg, a $II/5$ fejezetben levezetett (28) összefüggés összeállításánál ezt a jelenséget az acél ismételt igénybevételek számának mintegy 10%-os csökkentésével vettem figyelembe. A szakirodalom ugyanis $10 \cdot 10^6$ ismétlődő igénybevétel számot jelöl meg ötvözött acélok-nál, mint az igénybevételek számának határát, abban az esetben, ha σ_{max} nem sokkal magasabb értékű a 14. ábra szerinti σ_k feszültségnél. A (28) összefüggés összeállításánál a fenti okok miatt $9 \cdot 10^6$ értéket vettem figyelembe és ez az érték, valamint az abból levont következtetések (28. egyenlet) megfelelnek eddigi tapasztalataimnak.

III. Fűrész-szalag helyzete fűrészeléskor

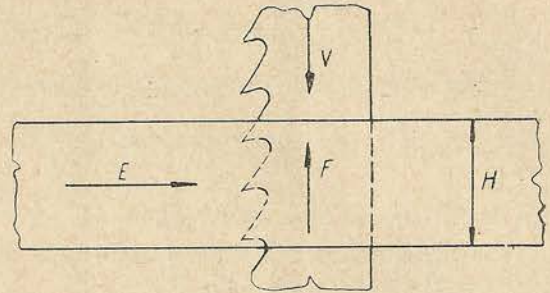
Eddigi vizsgálataim során a fűrész-szalagot álló, de megfeszített helyzetben, majd üzemküzben, de üresjáratban vizsgáltam. Kérdés, hogy e tanulmány I. és II. fejezetében levont következtetések mennyiben helytállóak abban az esetben, ha a lappal fűrészelünk is?

1. Fűrészelési ellenállás és az előtolóerő hatása

A klasszikusnak mondható fűrészgép építési mód alapján kialakított szalagfűrészgépeken a fűrészelés közben a lapra ható erőhatásokat a 16. ábra mutatja.

Az ábrában F = forgácsolási erő kg/ban,
 E = előtolási erő kg/ban.

Az E és F erők egymástól nem független mennyiségek, hiszen azonos v szalagsebesség és



16. ábra

H fűrészelési vastagság esetén, ha az E előtolási erőt növeljük (ami az előtolási sebesség növelését is jelenti egyúttal), növekszik az F erő is. Azonos viszonyok között az F és E erők nagysága és egymáshoz viszonyított aránya függ természetesen a fűrészlap forgácsoló élének állapotától is. Az ismert számítási eljárások forgácsolási koeficiensei átlagértékeket tartalmaznak és az esetek döntő többségében az előírásoknak megfelelően, jól és szakszerűen élezett lapokkal történő forgácsolási viszonyokra adnak jellemző értékeket. Számítások során ezeket az összefüggéseket és koeficienseket alkalmazom, jobbak hiányában. Már most meg kell állapítanom, hogy az F forgácsolási erő az esetek túlnyomó többségében oly csekély értékű a fűrészlapot feszítő P_0 erőhöz képest, hogy az gyakran elhanyagolható. A számításokhoz felhasználandó ismert összefüggések az Erdőmérnöki Főiskolán tartott előadásaim során [14] használt jelölések figyelembevételével:

— — — előtolás a fűrész-szalag egy fogára:

$$e_z = \frac{e \cdot t \cdot 10^3}{v} \text{ mm} \quad (35)$$

ahol e = faanyag előtolási sebessége m/p-ben,
 t = fűrész-szalag fogosztása mm-ben,
 v = szalagsebesség m/mp-ben.

— — — a fűrészelési rés szélessége (b'):

$$\left. \begin{array}{l} \text{duzzasztottfogú lapok esetén} \\ b' = (1,4 \sim 1,5) \cdot s \text{ mm} \\ \text{terpesztettfogú lapok esetén} \\ b' = 1,5 \sim (1,8) \cdot s \text{ mm} \end{array} \right\} \quad (36)$$

ahol s = fűrész-szalag vastagsága mm-ben.

— — — a szalagfűrészgép üresjáratú teljesítményszükséglete:

a) ha a tárcsatengelyek gördülőcsapágyazottak:

$$N_u = \frac{0,013 \cdot P_0 \cdot D \cdot n}{73 \cdot 10^5} + 0,37 \text{ kW} \quad (37)$$

b) ha a tárcsák tengelyei siklócsapágyazottak

$$N_u = \frac{0,033 \cdot P_0 \cdot D \cdot n}{73 \cdot 10^5} + 0,37 \text{ kW} \quad (37)$$

a fűrészelési teljesítményszükséglet:

$$N_f = \frac{F \cdot v}{102} \text{ kW} \quad (38)$$

ahol F = fűrészelési erő, melynek nagysága F . Kollmann [15] szerint:

a) terpesztett fogú fűrészlappal történő vágás esetén:

$$F = \frac{\psi \cdot H}{t} \left[(1 + 0,55 \cdot \sin \delta - \cos \delta) e_z \cdot \frac{b'}{2} \sigma_{dH} + \left(\frac{3}{2} l_z \cdot \tau_{S\#} + s \cdot \tau_{S1} \right) \sqrt{e_z} \right] \quad (39)$$

b) duzzasztott fogú fűrészlappal történő vágás esetén :

$$F = \frac{\psi \cdot H}{t} \left[(1 + 0,55 \cdot \sin \delta - \cos \delta) e_z \cdot b' \cdot \sigma_{dH} + (2 \cdot e_z \cdot \tau_{S\#} + b' \cdot \tau_{S1}) \sqrt{e_z} \right] \quad (40)$$

A fenti (39) és (40) képletekben :

- H = fűrészelési vastagság mm-ben,
 t = fogosztás mm-ben,
 δ = a szerszám vágásszöge ($\alpha + \beta$),
 e_z = fogankénti előtolás a (35) képletből,
 b' = fűrészelési rés szélessége mm-ben (36) összefüggésből,
 σ_{dH} = a fűrészelt faanyag nyomószilárdsága kg/mm²-ben,
 $\tau_{S\#}$ = a rostokkal párhuzamos irányú nyírószilárdság kg/mm²,
 τ_{S1} = a rostokra merőleges irányú nyírószilárdság kg/mm²,
 ψ = nedvességtartalomtól függő koefficiens, melynek értékét az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat

Fa nedvességtartalma, %	ψ
>100	0,48—0,60
45—100	0,60—0,75
20—45	0,72—0,95
10—20	0,85—1,05
<10	0,95—1,15

6. táblázat

F a f a j	Nyomószilárdság σ_{dH}	Nyírószilárdság	
		Rostokkal párhuzamosan τ_{sH}	Rostokra merőlegesen τ_{sL}
Lucfenyő	0,58	0,97	2,60
Erdeifenyő	0,77	1,00	2,10
Vörösfenyő	0,81	0,60	2,54
Jegenyfenyő	0,37	0,51	2,73
Bükk	0,90	0,80	3,40
Tölgy	1,05	1,14	3,20
Kőris	1,25	1,23	3,45
Hickory	1,50	1,24	3,46

A 6. táblázat tartalmazza F. Kollmann szerint a szilárdsági értékeket.

A (39) és a (40) képletek által adódó F forgácsolási erő nagyságrendje a Magyarországon hasítószalagfűrészgépeken fűrészelésre kerülő fafajok és körülmények között általában

$$25 < F < 60 \text{ kg} \quad (41)$$

tartományba esik. A rönkhasítószalagfűrészgépeken végzett kutatások eredményei [12] is igazolták ezt, amint az a 7. táblázatból is látszik.

7. táblázat

F a f a j	Szalagsebesség v	Előtolási sebesség e	1 fogra eső előtolás e_z	Fűrészelési vastagság H	Vágási erő F
—	m/mp	m/p	mm	mm	kg
Lucfenyő	19,5	14,0	0,42	170	56
Lucfenyő	25,5	18,5	0,42	170	40
Lucfenyő	34,0	12,5	0,24	260	47

Ami az E előtolási erőt illeti, konkrét számítási módszer a sok befolyásoló és bizonytalansági tényező miatt nem állítható fel egyértelműen. B. Thunell [16] vizsgálatai azt mutatták, hogy a forgácsolási erő mintegy 1,7-szerese az előtolási erőnek, tehát

$$F \approx 1,7 \cdot E$$

illetve :

$$E \approx \frac{F}{1,7} \text{ kg} \quad (42)$$

ami azt jelenti, hogy a (41) összefüggésnek a (42)-be való behelyettesítésével az E előtolási erő valószínű tartománya :

$$15 < E < 35 \text{ kg} \quad (43)$$

$e = 15$ m/p előtolási sebességet feltételezve a (43) összefüggés szerint számítható előtolási teljesítményszükséglet nagysága :

$$2,2 < N_e < 5,1 \text{ kW} \quad (44)$$

tartományba esik és magasabb értékeket szolgáltat, mint F. Kollmann [15] által rönkhasítószalagfűrészgépekre közölt

$$1,1 < N_e < 3,7 \text{ kW}$$

előtolási teljesítményszükséglet, tehát a (43) előtolási erőszükséglettel nyugodtan számolhatunk.

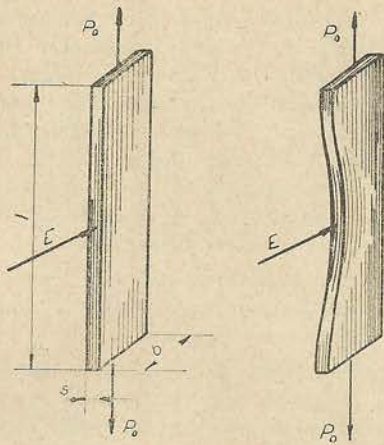
Ami az F forgácsolási erőnek a fűrészlap feszültségeire gyakorolt hatását illeti, beláthatjuk, hogy vékony és aránylag keskeny lapok esetében a maximálisan ébredő $F = 60$ kg erő csak 1 kg/mm² alatti többletfeszültséget idéz elő, és ez a pár tized kg/mm² feszültségtöbblet az egyéb bizonytalansági tényezők okozta túlméretezés miatt nyugodt lelkiismerettel elhanyagolható.

Vizsgáljuk most meg az E előtolóerő hatását a fűrész-szalag stabilitására.

2. A fűrészlap kihajlása és a kritikus előtolási erő nagysága

A fűrészlapot szilárdsági szempontból vékony, keskeny tartóként foghatjuk fel és mivel a lap szélessége lényegesen nagyobb, mint vastagsága, tehát $b \gg s$, a lap síkjában a lapot terhelő erőhatás következtében a lap a 17. ábra szerint hajlik ki saját síkjából, keresztirányban.

A kihajlás nagysága, valamint az az E erő, melynél a kihajlás megkezdődik, függ az l „szabad kihajlási hossz”-tól. Ebben az esetben l ugyanaz a hossz, melyről már a lap lengéseinek vizsgálatakor beszéltem. A szilárdságtanból ismert, hogy azokat a tartókat, amelyek vizsgálati módszere hasonlít a fűrész-szalagok esetére, rugalmasan befogott tartóknak nevezzük. A szalag a P_0 feszítőerővel „ki van feszítve”, ugyanakkor azonban a felső szalagvezető tárcsa rugalmasan van csapágyazva és ez a csapágyazási mód lehetővé teszi



17. ábra

a tárcsa függőleges irányú elmozdulását. Közismert, hogy ilyen esetekben, ha a kihajlító erő a tartó síkjában hat (és a fűrész-szalagok esetében az E előtolóerő ilyen), a tartó kihajlás elleni ellenállása igen csekély. Iwafuji és Oda japán kutatók dolgozták ki [17] ilyen esetekre az elméleti összefüggéseket, melyek szerint az az erő, mely éppen még nem hajlítja ki a tartót saját síkjából:

$$E_{kr} = \frac{17,8 \sqrt{I_I \cdot I_{II} \cdot E \cdot G}}{l^2} \cdot \sqrt{1 + \frac{l^2 \cdot P_0}{\pi^2 \cdot I_I \cdot E}} \quad (45)$$

Ezt az erőt nevezzük a továbbiakban kritikus előtolási erőnek. A fenti képletben:

$$I_I = \frac{b \cdot s^3}{12} \text{ mm}^4$$

$$I_{II} = \frac{b \cdot s^3}{3} \text{ mm}^4$$

G = a lap anyagának csúsztató rugalmassági tényezője = $81 \cdot 10^2 \text{ kg/mm}^2$,

E = $22 \cdot 10^3 \text{ kg/mm}^2$.

Vizsgáljuk meg az E_{kr} kritikus előtolási erő nagyságát konkrét esetben. Legyen a vizsgált fűrészgép ismét a Gebr. Wehrhahn-cég HB—1000 típ. rönkhasítószalagfűrész, melynél:

a fűrészlap keresztmetszeti felülete = 143 mm^2

a feszítőerő nagysága : $P_0 = 2000 \text{ kg}$,

a lapvezetők távolsága : $l = 1200 \text{ mm}$,

$$I_I = 17,20 \text{ mm}^4,$$

$$I_{II} = 68,80 \text{ mm}^4$$

és ezekkel az értékekkel a (45) egyenlet végeredménye:

$$E_{kr} = 60,3 \text{ kg}.$$

Az E_{kr} erőtől igen távol van a valóságban ébredő E előtolóerő.

A (45) egyenlet második tagjában a négyzetgyök alatti kifejezés:

$$\frac{l^2 \cdot P_0}{\pi^2 \cdot I_I \cdot E} \gg 1$$

mert a kifejezés értéke 10^4 nagyságrendű a szokásos és valóságos esetekben, így a négyzetgyök alatti 1-es elhanyagolható a 10^4 nagyságrendű második taghoz képest, és ha a (45) képletben a

fenti elhanyagolást figyelembe vesszük és az inercianyomatékok képleteit behelyettesítjük, megkapjuk az E_{kr} erő nagyságának alábbi kifejezését, mely megfelel H. Sugihara kutatási eredményeivel:

$$E_{kr} = 1,64 \frac{b \cdot s^2 \cdot \sqrt{G \cdot \sigma_I}}{l} \quad (46)$$

A (46) kifejezéssel számolhatjuk a kritikus előtolási erő nagyságát. A szokásos és gyakorlati esetekben

$$E_{kr} > E \quad (47)$$

és így a valóságos előtolási erők nem érik el a kritikus, kihajlító erő nagyságát.

Minden konkrét vizsgálat esetén, amikor a rönkhasító- vagy hasítószalagfűrészgépek lehetséges maximális kapacitását vizsgáljuk, célszerű elvégezni a (47) egyenlet szerinti kritikus erő kiszámítását. Ha a valóságos E előtolási erő eléri, vagy túllépi az E_{kr} kritikus előtolási erő értékét, a lap saját síkjából keresztirányban kihajlik, görbevágás keletkezik, vagy a megnövekedett feszültségek és súrlódások hatására a lap elszakad. A (47) egyenletből is látható az, amit „ézés”-ből amúgy is tudtunk, hogy az l szabad hossz csökkentése stabilabbá teszi fűrészelését. Az l hossz a fűrészlapvezetők egymástól mért távolságának csökkentésével csökkenthető. Az alsó fűrészlapvezető helye a gép asztallapjában, vagy közvetlenül alatta van meghatározott helyen, a felső vezető azonban magassági irányban állítható. A felső lapvezető beállítását úgy kell elvégezni, hogy az a H fűrészelési magasságnál ne legyen túlságosan magasabban elhelyezve, csak éppen annyira, amennyit a fűrészselendő faanyag magassága és a biztonság megkíván. A legkorszerűbb gépeken fotócellás berendezés vagy görgős tapintó szerkezet biztosítja a H és az l értékei közötti minimális különbséget. Erre rámutattam egyik előző cikkemben [18] is. Ha a vezetők távolsága kicsi, akkor az E_{kr} kritikus előtolóerő értéke oly nagy lesz (hiszen E_{kr} értéke fordítottan arányos l -el), hogy a valóságban ébredő E előtolási erők csak tört részei lesznek ennek az E_{kr} nagyságú erőnek, és a lap nem hajlik ki, illetve a gép előtolási sebességét, és ezzel kapacitását nyugodtan emelhetjük.

3. Hőokozta feszültségváltozás

A lap hőmérsékletének változása két eredménnyel jár:

a) hőmérséklet emelkedés esetén csökken a lapban levő húzófeszültség,

b) a lap keresztirányában egyenlőtlenül eloszlott hőmérséklet hatására a lap deformálódhat.

Az a) eset bennünket a normális üzemi hőmérsékletek zónájában nem érdekelhet különösebben, mert a fűrész-szalagok fűrészelés közbeni max. hőmérséklete lényegesen a kör- és keretfűrészek üzemi hőmérséklete alatt marad, és így a hőmérséklet-emelkedés következtében beálló feszültségcsökkenés is kisebb értékű, másrészt viszont a feszültségcsökkenést a felső tárcsa feszítőberendezése önműködően kiegyenlíti, tehát

normális körülmények között ebből a hőmérséklet-változásból feszültségcsökkenés a gyakorlatban csakis abban az esetben ébredhet, ha a fűrész-szalag hossza akkora, hogy megfeszített állapotában a felső tárcsát feszítő szerkezet felső holt-pontjába, vagy annak környezetébe kerül.

Jelentősebb hatású azonban a *b)* eset. Közismert az a jelenség, hogy fűrészelés közben a körfűrészlapok fogazott koszorúja magasabb hőmérsékletű, mint a lap középső részéé. Ugyancsak ismertek B. Thunell [16] által a keretfűrészlapokkal végzett vizsgálatok, melyek kimutatták, hogy fűrészelés közben a fogazatlan oldal magasabb hőmérsékletre melegszik, mint a fogazott rész. Semmi okunk sincs feltételezni, hogy a szalagfűrészlapokban a keresztmetszet-menti hőmérséklet-eloszlás nem hasonló a keretfűrészgépek pengéihez. Ebből viszont az következik, hogy a lap fogazatlan része a hőmérséklet hatására jobban megnyúlik, mint a fogazott rész és esetleg oly nagymérvű megnyúlás keletkezik a lapnak ezen az oldalán, mely a lapot „elhúzza”. Ezt végeredményben a gyakorlatban is lehet tapasztalni, mikor a fűrészelés után a lapot ellenőrizzük és tapasztaljuk, hogy a fűrész-szalag hátlapja hullámos. Ezeket a hullámokat fáradtságos kézimunkával, vagy hengerléssel lehet csak korrigálni. Ezekkel a fűrész-szalagokban ébredő „thermikus feszültségekkel” nem foglalkozott — tudomásom szerint — senki sem. Nem volna érdektelen hőmérsékletméréseket végezni üzemkészen a lap keresztmetszete menti hőmérsékleteloszlás megállapítására, hogy a szükséges intézkedéseket megtehessek, és a tudományos következtetéseket levonhassuk.

IV. Összefoglaló megállapítások

Jelen tanulmányomban igyekeztem összefoglalni az e témába vágó és ismertebb kutatási eredményeket. Ezeket az eredményeket igyekeztem részben a valóság talajára átültetni, másrészt egy részüket továbbfejleszteni a gyakorlati kívánalmaknak megfelelően. Ha ezeket az eredményeket akár egyetlen gépnél is alkalmazni fogják, úgy érzem, igyekeztem nem volt hiábavaló.

Összefoglalásként megállapíthatjuk az alábbiakat:

1. Az optimálisnak mondható feszítőerő nagysága, mellyel a fűrész-szalagot előfeszítjük oly nagy kell legyen, hogy az (1) képlet szerint 8 kg/mm^2 nagyságú húzófeszültség ébredjen a fűrész-szalagban.

2. A tárcsára való ráhajlás miatt ébredő hajlítófeszültség nagyobb mindig, mint a normális húzófeszültség. Az ébredő hajlítófeszültség nagyságát a lap vastagságával befolyásolhatjuk. Legcélszerűbb a (4) képletben meghatározott lapvastagságot betartani. A vékonyabb fűrész-szalagok alkalmazása ugyan csökkenti a fűrészelési rés szélességét, de hatványozottan csökkenti a lap kritikus előtolási erő-értékét és görbevágást eredményez, vagy lapszakadást, idő előtt.

3. Ellentétben H. Sugihara felfogásával, a foggyengítés hatását álló, de megfeszített lap esetén felesleges figyelembe venni.

4. A forrasztási hely elhelyezésére vonatkozóan célszerű a 6. ábra előírásait betartani. A forrasztási hely szilárdsági értéke mintegy 60%-a lap anyaga szakítószilárdsági értékének.

5. Célszerű a 8. ábrában vázlatosan ismertett izoterm hőkezelés végrehajtása, mert az emeli a lap éltartósságát is, és csökkenti a belső feszültségeket. Helyes a fűrész-szalagok részére előírt $42 \pm 3 \text{ HRc}$ érték betartása.

6. A lap hengerlésénél célszerű a 10. ábrában előírt hengerlési sorrend betartása a relatív erő-nagyságok figyelembevételével.

7. Ellentétben F. Kollmann és H. Sugihara felfogásával, nem tartom helyesnek a $\mu = 0,27$ súrlódási együttható alkalmazását fűrész-szalagok esetében, helyette javaslom a 0,35 együttható használatát.

8. A fogazás feszültséggyűjtőhelyként viselkedik. Az alkalmazandó együtthatókat a (20), (21) és a (22) egyenletek tartalmazzák. A többletfeszültségek függenek a fogüreg legömbölyítési sugarától. Nem szabad $r = 4 \text{ mm}$ -nél kisebb legömbölyítésű fogazást alkalmazni, és élezéskor különös gondot kell fordítani erre a méretre.

9. A II/5. fejezetben meghatároztam a Smith-görbében a fűrész-szalagok ismételt igénybevételeire vonatkozó „biztonsági területet”, majd kritikai vizsgálat után felállítottam a (28) képletet a fűrész-szalagok előrelátható kifáradásának üzemórákban mért vizsgálatához és javaslom a 3. táblázat felfektetését minden üzemben levő fűrész-szalagra.

10. A fűrész-szalag lengéseinek vizsgálatokor a (29) képlet alkalmazása az irányadó. Az l szabad lengési hossz minimálisra való csökkentése csökkenti a lengések periódusát. Esetleges rezonancia-jelenségek beállásakor ezzel az l hosszal, illetve változtatásával lehet „elhangolni” a lapot a rezonancia-tartományból.

11. A szalag-fűrészgépek teljesítményszükségletének megállapítására alkalmasak a III/1. fejezetben ismertett összefüggések, melyekből kiderül, hogy a lapban ébredő feszültségek szempontjából a gyakorlatban az F forgácsolóerő nagysága elhanyagolható.

12. Ismertettem a (45) képletben a lapot még éppen ki nem hajlító, kritikus előtolóerőnek nevezett erő nagyságát, és megállapítottam, hogy a valóságban ébredő tényleges E előtolóerők távolról sem érik el a kritikus előtolóerő nagyságát, tehát — véleményem szerint — a gépek kapacitásának fokozásánál az E_{kr} erő nagysága nem befolyásoló tényező. Célszerű azonban előtolási sebesség emelése esetén megvizsgálni minden esetben a (46) egyenlet alapján E_{kr} és E erők nagyságát és viszonyát.

13. A hőokozta feszültségváltozások közül a korszerű gépeken a feszültségcsökkenés a húzófeszültségeknél elhanyagolható, mivel ezek a gépek önműködően követik a húzófeszültség-ingadozást. Sokkal lényegesebbek a lap szélessége mentén az egyenlőtlen hőeloszlás okozta megnyúlás-különbségek, melyek vizsgálatát célszerű volna elvégezni.

IRODALOM

- [1] *F. Fenzl*: Sägenzurichtung und Werkzeugkunde (Wien, 1953).
- [2] *Muttnyánszky Ádám*: Szilárdságtan (Műegyetemi jegyzet, 1946).
- [3] *Klémens Béla*: Forgácsoló szerszámok korszerű élesítése (Könnyűipari Kiadó, 1953).
- [4] *E. Wüster*: Die Herstellung der Sägeblätter für Holz (Wien, 1952).
- [5] *F. Tudoran és A. Radu*: Cercetari privind inbunatatirea pinzelor de ferastrau pentru prelucrarea lemnului (Ind. Lemnului, 1961. 3. sz.).
- [6] *Szadovszkij V. D.*: Metallurgizdat, 1947.
- [7] *H. Wacker*: Die Behandlung breiter Bandsägeblätter (Stuttgart, 1955.).
- [8] *Campbell*: Trans. ASME (1939).
- [9] *H. Neuber*: Kerbspannungslehre (Berlin, 1937.).
- [10] *G. Dreyer*: Festigkeits- und Elastizitätslehre (Leipzig, 1960.).
- [11] VDI-Arbeitsblätter vom „Fachausschuss für Maschinenelemente“.
- [12] *K. Pahlitsch*: Untersuchungen an einer horizontalen Blockbandsäge (Holz als Roh- und Werkstoff, 1959.).
- [13] *Yamashita Yashinori*: Beruto no shindō ni tsuite (Tokio, 1940.).
- [14] *Lugosi Armand*: Faipari Géptan. (Előkészületben levő Egyetemi jegyzet.)
- [15] *F. Kollmann*: Technologie...
- [16] *B. Thunell*: Fortschritte bei der Zerspannungsforschung von Holz (Holz als Roh- und Werkstoff, 1951.).
- [17] *Iwafui és Oda*: Nippon Kikaigaku-kai Ranbun Shu (17. kötet 61. sz.).
- [18] *Lugosi Armand*: A faipari gépgyártás világszínvonalá. II. Hasítószalagfűrészgépek (Faipar, 1960. 7. sz.).
- [19] *Lugosi Armand*: A faipari gépgyártás világszínvonalá: VII. Duzzasztás és duzzasztógépek (Faipar, 1961. 6. sz.).

Rönkszállító lánctranszportőrök alkalmazásának lehetőségei a hazai fűrészüzemekben

BOBOK LÁSZLÓ és ERDÉLYI GYÖRGY
(Faipari Kutató Intézet)

A „Faipar“ 1961 júliusi számában Szabó Dénes egyetemi tanár a lánctranszportőrök méretezéséről írt cikket, melyben részletesen tárgyalja a tervezési szempontból használható méretezési eljárásokat, illetve gépészeti megoldásokat. A transzportőrökkel kapcsolatban korábban lefolytatott vizsgálatokat — melyek végeredményben a rönktéri anyagmozgatás gépesítés útján történő gazdaságosabbá tételét célozták — az Erdőmérnöki Főiskola Faipari Géptan Tanszéke és a Faipari Kutató Intézet közösen végezték, ezért a vizsgálatok eredményeit is közösen — folytatásokban — közöljük.

Közismert tény, hogy külföldön a lánctranszportőr a rönktéri gépesítés egyik legelterjedtebb eszköze. Hazai fűrészüzemeinkben eddig két — bizonyos mértékig kísérleti jellegű — transzportőr került kivitelezésre; a Hárosi Falemezműveknél és a Soproni Tanulmányi Erdőgazdaság Fűrészüzemében. A berendezésekkel szerzett tapasztalatok és a rendelkezésre álló irodalmi adatok lehetővé tették, hogy megjelöljük azokat a rönktéri feladatokat, melyek elvégzésére a lánctranszportőrök üzeinkben alkalmazhatók s egyben rögzítsük alkalmazásuk várható technológiai és gazdasági kihatásait.

Áttekintve a fűrészüzemek rönkterein végzendő munkákat, megállapíthatjuk, hogy ezek három nagy csoportba sorolhatók:

1. rönkök kirakása szállítóeszközből (vagon, uszály, vagy gépkocsi);
2. a rönkök osztályozása;
3. a rönkök behordása, osztályozott máglyaterről a fűrészcsarnokba.

A munkák jellegéből következik, hogy lánctranszportórt csak osztályozásra és behordásra lehet használni s így a továbbiakban csak ezt a két munkafolyamatot tárgyaljuk. Indo-

kolja ezt az a körülmény is, hogy a rönk-kirakás gépesítése daruk segítségével minden további nélkül megoldható, vagy legalábbis koránt sem jelent olyan nehéz feladatot az üzemek számára, mint a másik két munkafolyamat gépesítése.

Elsősorban meg kell állapítani, hogy az osztályozáson, illetve behordáson belül milyen munkaműveleteket lehet végezni lánctranszportőrökkel. Ezért meghatároztuk azokat a műveleteket, amelyeket a hazai fűrésziparban az alkalmazott gépi berendezésektől függetlenül minden esetben elvégeznek osztályozás, illetve behordás alkalmával.

A) Rönkosztályozás műveletei

- a) Rönkök mérése és jelölése.
- b) Rönkök felterhelése szállítóeszközre.
- c) Szállítás.
- d) Leterhelés szállítóeszköztől osztályozott máglyahelyekre.
- e) Máglyázás az osztályozott máglyahelyeken.

Ha az osztályozandó rönkök fafaj és méret szerint erősen keverték s így az osztályozott máglyahelyek száma nagy, a gyakorlatban az osztályozást megelőzően előosztályozást végeznek. Ebben az esetben az elvégzendő műveletek a következők:

- a) rönkök mérése és jelölése,
- b) rönkök felterhelése szállítóeszközre,
- c) szállítás,
- d) leterhelés az előosztályozó máglyahelyekre,
- e) máglyázás az előosztályozó máglyahelyeken,
- f) felterhelés az előosztályozó máglyahelyekről, szállítóeszközre,

- g) szállítás,
- h) leterhelés szállítóeszköztől osztályozott máglyahelyekre,
- i) máglyázás az osztályozott máglyahelyeken.

B) Rönkbehordás műveletei

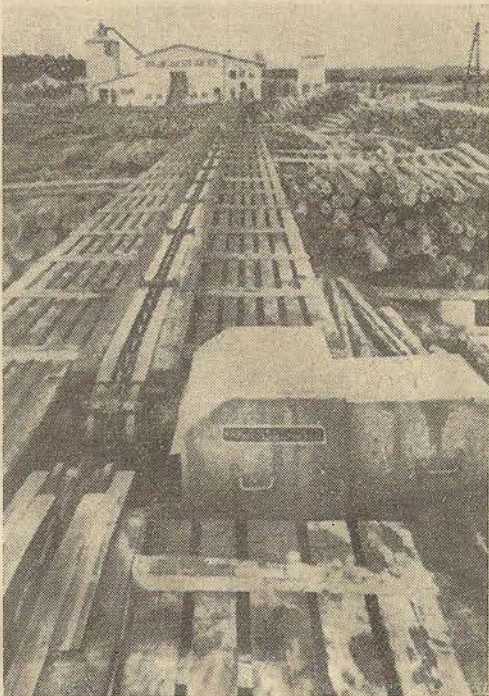
- a) felterhelés osztályozott máglyahelyekről szállítóeszközeire,
- b) szállítás,
- c) leterhelés szállítóeszköztől a keretfűrész tárolóhelyére, vagy közvetlenül a keretfűrész rönkbefogó kocsijára.

Végeredményben A), B) alatti felsorolás, illetve csoportosítás alapján megállapítható, hogy lánctranszportör használata mellett osztályozás, vagy behordás esetén a következő alpműveleteket kell elvégezni.

1. rönkök mérése és jelölése;
2. felterhelés lánctranszportörre;
3. szállítás;
4. leterhelés lánctranszportörre;
5. máglyázás.

Mielőtt a lánctranszportörök hazai alkalmazásának lehetőségeivel részletesebben foglalkoznánk, célszerűnek látjuk megvizsgálni, hogy ismereteink szerint külföldi üzemekben a fenti műveleteket milyen eszközökkel, illetve módszerekkel végzik:

ad 1. A rönkök mérése és jelölése általában még automatikus rönkosztályozó transzportör esetén is a szokásos módon manuális úton történik, a transzportör csak a művelet elvégzésének helyét befolyásolja.



1. ábra. Magasan vezetett rönkosztályozó lánctranszportör két oldalt elhelyezett járópallókkal (Holz-Zentralblatt 1960. júl. 7.)

ad 2. Felterhelés. Akár osztályozó, akár gyűjtő máglyáról van szó, a rönköket legtöbb esetben kézzel, vagy capinnal hengerítik a máglyahelyekről a transzportör vályújába. A máglyahelyek alátétfái egy szintben (vagy kissé magasabban) vannak a transzportör felső szegélygerendáival. A pályakocsis kiszolgálású máglyahelyekhez hasonlóan az alátét-fáknak célszerű lejtést adni a szállítóeszköz felé.

Amennyiben technológiai okokból magasan vezetett transzportörre kell felterhelni a rönköket, úgy ez keresztiszállító transzportörrel oldható meg.

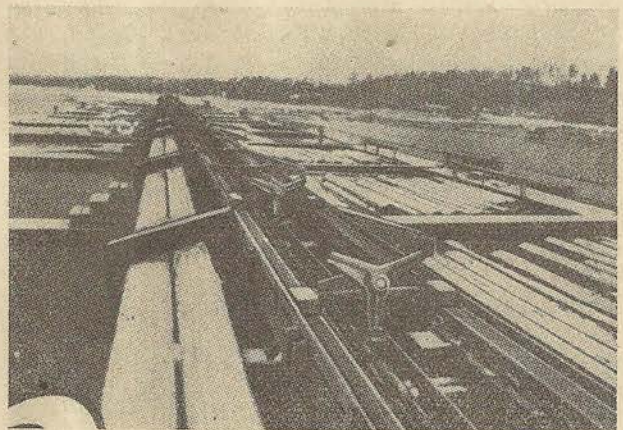
Vízben tárolt rönkök esetén a transzportört bevezetik a medencébe és a rönköket a vízből húzzák rá a szállítóeszközeire.

ad 3. Szállítás. Transzportörrel a rönkszállítás művelete teljesen gépesítve van s emberi beavatkozást nem igényel. Különleges esetekben a szállítás iránya megfordítható.

ad 4. Leterhelés. A rönkök eltávolítása a szállítópályáról kézierővel, vagy géppel történhet. Az alkalmazott eljárás mindig a megoldandó feladattól és a helyi adottságoktól függ. Kézi leterhelés esetén a transzportör két oldalára általában pallóborítást helyeznek (járópalló), a kilökest végző munkások a pallókon közlekednek s a rönköket ide hengerítik a transzportörrel.

A kézi erővel történő rönkleterhelést elsősorban rönkosztályozásnál alkalmazzák.

Osztályozó transzportöröknél használnak gépi kilökö berendezéseket is, melyek a pálya megfelelő szakaszán automatikusan leterhelik a rönköket. Egyik ilyen megoldásnál a transzportör vonóelemeit alulról kiemelkedő emelő bilenti oldalra s így a rönk legurul a szállítópályáról. A különböző hosszúságú, azonos átmérőcsoportba tartozó rönkök középpontjai egymás mellé kerülnek, mert egy fotocellás rönkhosszmérő berendezés lehetővé teszi, hogy a leterhelés mindig akkor történjék, amikor a rönk középpont eléri a vízben levő máglyahely középvonalát. A berendezést vizes tárolóhelyeken alkal-



2. ábra. Rönkosztályozó lánctranszportör automatikus rönkleterhelő szerkezettel. (Tornborg—Lundberg)

mazzák. Az osztályozás egész műveletét központi irányítóhelyről egy fő irányítja.

Más rendszerű kidobószerkezetnél háromágú billenőtagok gurítják le a rönköket a szállítópályáról; a rönkök két-két billenőtagon fekszenek fel, melyek a transzportör kívánt szakaszán elfordulnak.

Rönkbehordó transzportöröknél a leterhelés műveletét szinte kizárólag gépi úton, különböző megoldású karos rönk-kidobó szerkezetekkel végzik. A rönk-kidobó vagy közvetlenül a keretfűrész kocsjára, vagy közbelső tárolóhelyre hengeríti a rönköket. Szerkezeti megoldásukra nézve két fő típus különböztethető meg:

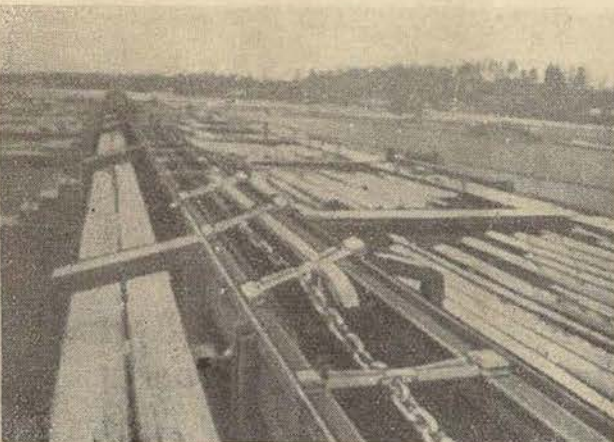
a) a kulisszás, vagy excenteres (mechanikus) működtetésű kidobók,

b) pneumatikus, vagy hidraulikus kidobók.

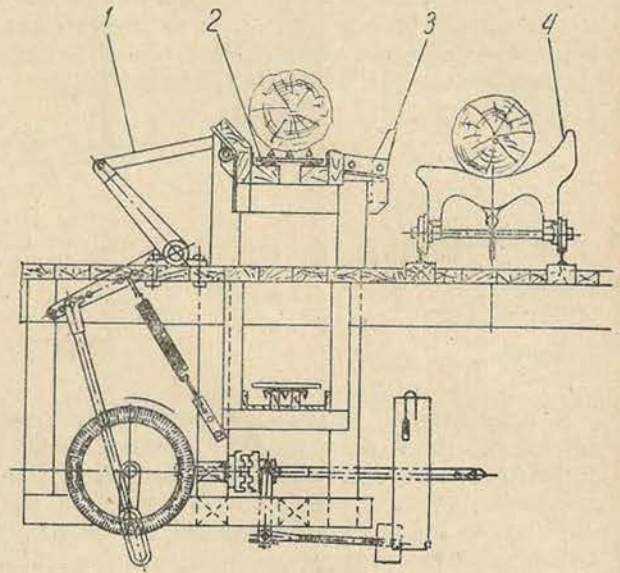
A kidobószerkezeteket a keretfűrész kiszolgálói kezelik.

ad 5. A rönkök máglyázása transzportörrel való szállítás esetén is kézzel történik. Magasan vezetett transzportör alkalmazása azonban jelentősen megkönnyíti a művelet elvégzését; a transzportörrel lekerült rönköket a 3—4 m mélyen fekvő máglyahelyekre hengerítik le. Legurítás közben a rönkök alakjuk miatt elfordulhatnak, ezért a máglyákat igazítani kell. Vízben való rönktárolás esetén a rönkök méreetszerinti kötegelése úgyszólván teljesen automatizálható, az eljárást azonban csak fenyőüzemek használják.

Irodalmi adatok felvilágosítást nyújtanak a külföldi üzemek rönktereinek beosztására vonatkozóan is. Úgy véljük azonban, hogy ezt célszerűbb lesz a későbbiekben, a hazai rönkterek tárgyalásánál vizsgálni. A legjelentősebb eltérés az, hogy a német és osztrák üzemekben a rönktér és a fűrészcsarnok között úgyszólván minden esetben megtaláljuk az ún. elosztó, vagy irányító tavat. Ez lényegesen megkönnyíti mind a rönkök osztályozását, mind behordását, mert lehetőséget ad a különböző rönkcsoportok könnyű szétválasztására.



3. ábra. Rönkosztályozó lánctranszportör billenőtagos leterhelő szerkezettel. (Tornborg—Lundberg)



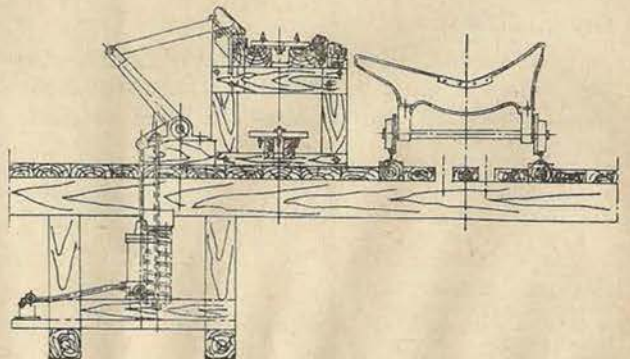
4. ábra. Mechanikus működtetésű rönk-kidobó szerkezet (Söderhamn): (1) rönk-kilövő kar, (2) vonóelem, (3) billenő áthidalás, (4) keretfűrész befogó kocsjára

A rönktéri műveletek fentiek szerinti gépesítése által külföldön az átfutási idők (munkaidő-ráfordítások) jelentős csökkenését érték el. A 30-as évekből származó adatok szerint a rönktéri átfutási idők a következők voltak:

Németország	Ausztria	
1,4	1,9	munkaóra/m ³

Legújabbban azonban ebben a két országban jelentős mértékben lecsökkentették a rönktérben a munkaerő-ráfordításokat és jelenleg mintegy 30—60 perc/rönk m³ értékkel dolgoznak. Ismereteink szerint ezt az eredményt a kézi erő kiküszöbölésével (lánctranszportörök alkalmazásával), a gravitációs erő lehetőség szerinti felhasználásával (magasan vezetett transzportörök és feltöltésen levő kirakodóhelyek segítségével) érték el.

A hazai üzemek helyzetének rögzítése érdekében vizsgálatot végeztünk több fűrészüzemben (Vinyesándor major, Soroksár, Újpesti rakpart, Felnémet, Ládi, Lenti, Háros), megállapítva a rönktéri átfutási időket. Mivel a vizsgálatokat 7 üzemben végeztük, a kapott érték-



5. ábra. Pneumatikus rönk-kidobó szerkezet (Söderhamn)

kek jó közelítéssel iparági átlagnak fogadhatók el. Az alábbi értékek részletes, műveletcsoportonkénti bontásban szemléltetik fűrészüzemünk normaidők alapján kifejezett átfutási idejét.

Művelet	Munkaidő ráfordítás perc/m ³	Munkaidő ráfordítás középértéke perc/m ³
Rönkkirakás		
szállítóeszközből	22—26	24
Rönkök mérése és jelölése	4	4
Gyűjtőmáglyázás	34—40	37
Rönkszállítás	42—82	60
Rönkbeszállítás		
a fűrészesarnokba	42—50	46
Összesen		171

A gyűjtőmáglyázással kapcsolatban megjegyezzük, hogy nem minden esetben kerül a fűrészüzemekbe beérkező teljes rönkmennyiség gyűjtőmáglyázásra, ezért, ha reális értéket akarunk kapni ezt a 37 perces adatot kb. 20 percre kell csökkenteni; elvégezve a levonást, megállapíthatjuk, hogy fűrészüzemünk jelenleg 150—160 perc/m³ munkaidő-ráfordítással dolgoznak a rönktereken. Összevetve ezt a fentebb közölt külföldi adatokkal, megállapíthatjuk, hogy ez viszonylagosan nagyon magas érték. A jelentős különbség oka elsősorban abban keresendő, hogy hazai üzemünk nagyrészt keménylombos faanyagokat dolgoznak fel, s a fafaj-összetétel, valamint a rönkök méretei is kedvezőtlenebbek. A nagymértékű munkaerő-ráfordítás szükségessé teszi, hogy részleteiben vizsgáljuk meg az átfutási idők csökkentésének lehetőségeit.

Mint az adatokból látható, az osztályozás és a beszállítás az a két művelet, amely a legnagyobb mértékben rontja az átfutási időt; a rönktéri összes átfutási időnek e két művelet normaideje mintegy 67%-át teszi ki. Ez a körülmény alátámasztja a lánctranszportörök nagy jelentőségét, mert ez a szállítóeszköz ennél a két munkánál alkalmazható s ezért a továbbiakban részletesen elemezzük az osztályozás, illetve beszállítás transzportörrel történő gépesítése által elérhető eredményeket; elsősorban a várható munkaidő-megtakarítást és a munkateljesítményt. Ha a gyűjtőmáglyázás műveletét is úgy tekintjük, hogy az egy lánctranszportörrel feltárt rönktéren kiküszöbölhető, akkor összesen a jelenlegi normaidőket véve figyelembe, a normaidők 14%-a esne ki a vizsgált munkák közül.

Osztályozás

Méréseink, illetve iparági normaidők alapján rögzítettük az osztályozás részműveleteinek időszükségleteit pályakocsis szállítási mód esetén:

Részművelet	1 főre eső időszükséglet pályakocsis szállítási mód esetében perc/m ³
Előrehajtás máglyahelyen	12,0
Felterhelés szállítóeszkőre	2,0
Szállítás 95 m-re (pályakocsinál teherjárat + üresjárat = 190 m)*	15,2
Leterhelés, előrehajtás, máglyázás	25,0
Összesen	54,2

Osztályozás közben végzik a rönkök hosszolását is és ez a művelet teszi ki az előzőekben megadott 60 perchez hiányzó 5,8 percet.

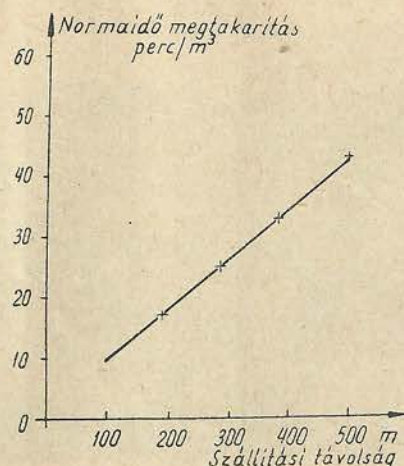
Nyilvánvaló, hogy lánctranszportör alkalmazása a fenti műveletekből a szállítás időszükségletét teljesen kiküszöböli, míg a leterhelés, máglyázás időszükségletét jelentős mértékben csökkenti. A csökkentés pontos mértékét megállapítani gyakorlati tapasztalatok hiányában nem tudjuk, de normaidő adatokra támaszkodó számítások alapján feltételezzük, hogy magasan vezetett transzportörnél a jelenleg előhajtásra és máglyázásra fordított normaidő kb. 45%-kal csökkenthető (14 percre). Magasan vezetett lánctranszportör használatára esetén ui. elmarad a rönkök felfelé történő mozgatása a máglyákban. Ez alapján az osztályozási időszükséglet transzportörrel a következők szerint alakul:

Részművelet	1 főre eső időszükséglet transzportör esetén perc/m ³
Előrehajtás máglyahelyen	12,0
Felterhelés szállítóeszkőre	2,0
Leterhelés, előrehajtás, máglyázás	14,0
Összesen	28,0

A pályakocsival szemben elérhető norma-idő-megtakarítás tehát a 190 m-es (teherjárat + üresjárat) iparági átlag szállítási távolság esetén 26,2 perc. Mivel a megtakarítás jelentős részét a szállítási időszükséglet kiesése adja, nyilvánvaló, hogy az elérhető norma-idő-megtakarítás függ a szállítási távolságtól. A különböző szállítási távolságok mellett elérhető norma-idő-megtakarításokat számítottuk, majd a számítás eredményeit grafikusán ábráztuk (l. 6. ábrát).

Mint a grafikonon látható a norma-idő-megtakarítás egyenes arányban változik (növekszik) a szállítási távolsággal. Megjegyezzük, hogy a pályakocsival való összehasonlítás érdekében a grafikonon a szállítási távolságként a teherjárat

* A korábban említett 7 üzemre vonatkozóan számítottuk a rönkforgalom alapján súlyozott átlagos szállítási távolságot.



6. ábra. Normaidő-megtakarítás osztályozó lánctranszportörrel, a pályakocsis osztályozási móddal szemben

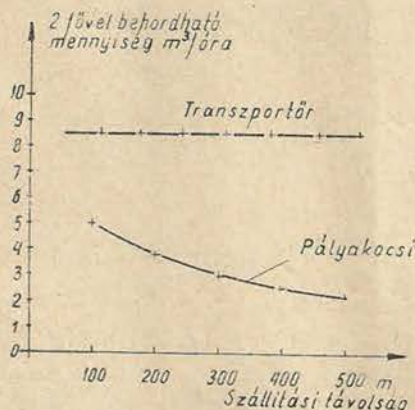
és üresjárat összegét ábrázoltuk, ami gyakorlatilag a tényleges osztályozási távolságnak a kétszerese. A grafikonból kitűnik az is, hogy a normaidő-megtakarítás 100 m szállítási távolságról (50 m-es osztályozási távolság esetén) 19 perc, vagyis az alapidő 40%-a, 500 m-es szállítási távolságról a megtakarítás 51 perc, vagyis az alapidő kerekén 65%-a. Ez arra mutat, hogy a lánctranszportör használatának gazdaságossága, amint az a későbbiekből világosan is látható lesz, a szállítási távolság növekedésével emelkedik.

Vizsgálat alá vettük a pályakocsis osztályozási módszerrel és a lánctranszportörrel elérhető munkateljesítményeket is. Osztályozásnál transzportör használata mellett négy fővel az előbb közölt normaidők alapján az elérhető teljesítmény 8,57 m³/óra. Mivel transzportörrel az osztályozáshoz minimum négy fő szükséges (az eddigi üzemi tapasztalatok szerint a keménylombos rönkök nagy súlya és alaki tulajdonságai miatt a felterheléshez és a leterheléshez két-két fő szükséges, csak vékony, 25 cm Ø alatti rönkök terhelhetők le, vagy fel egy fővel) a számításoknál a pályakocsik teljesítményét is 4 fővel vettük figyelembe. A pályakocsik teljesítményének meghatározásánál a kocsik sebességét irodalmi adatok és hazai mérések alapján 40—50 m/perccel vettük fel, a fáradási tényező és a forgalmi nehézségek miatt azonban ez az érték a gyakorlatban a teher és üresjáratra vonatkozóan átlagosan 25 m/perccel vehető számításba.

Üzemi méréseink szerint a hazai faiparban használatos rönkszállító pályakocsikra mintegy 1 m³ anyag terhelhető fel, illetve ennyit terhelnek fel, szemben az irodalomban és a tervezéseknél általában használt 1,5 m³-es terheléssel. A számítások reálisabb tétele érdekében ezért az 1 m³-es értéket vettük figyelembe.

A két szállítóeszközzel elérhető teljesítményeket a szállítási távolságok (teherjárat + üresjárat) függvényében a 7. ábrán mutatjuk be.

A grafikonból kitűnik, hogy két fő felterhelő, ill. két fő leterhelő és máglyázó dolgozót feltételezve transzportörrel óránként 8,6 m³-t lehet osztályozni, a szállítási távolságtól függet-



7. ábra. Lánctranszportör és pályakocsik teljesítménye, osztályozásnál 4 fővel, különböző szállítási távolságok mellett.

lenül, mely órateljesítmény kétműszakos üzemetelést feltételezve, évenként mintegy 30—40 000 m³ rönk mozgatásának felel meg. Pályakocsival ezzel szemben 100 m-es szállítási távolságról négy fővel, tehát két pályakocsival a transzportör teljesítményének 58%-a, 500 m-ről mintegy 35 %-a érhető el. Az előbbi adat évi 20—25 000 m³-es rönkosztályozást tesz lehetővé, míg az utóbbi 250 m-re vonatkozó teljesítményadat 10—15 000 rönk m³ osztályozásának felel meg.

A transzportör teljesítményével kapcsolatban megjegyezzük azonban, hogy a 8,6 m³-es teljesítményérték egy közepes láncebességű (0,3 m/sec) transzportör gépi teljesítményének csak mintegy 13%-a, vagyis 4 fővel a transzportör teljesítőképessége csak ilyen mértékben használható ki, mert a lánctranszportör gyakorlati teljesítményét erősen befolyásolja a felterhelést megelőző művelet, az előrehajtás időszükséglete.

A transzportör teljesítményének növelése több dolgozó beállítását teszi szükségessé, azonban végeredményben a grafikonon látható viszony a pályakocsik kiszolgáló személyzetének egyidejű arányos növelése esetén a teljesítmény növekedése ellenére sem változik, a kétféle szállítóeszközzel történő osztályozás között.

Beszállítás

A beszállítás művelete jelenleg a következő részműveletekből tevődik össze:

R é s z m ű v e l e t	1 főre eső időszükséglet pályakocsin történő beszállítás esetén, perc/m ³
Előrehajtás máglyahelyen	12
Felterhelés szállítóeszközre	2
Szállítás 95 m-re (pályakocsinál teherjárat + üresjárat = 190 m)	15,2
Leterhelés kocsiról keretfűrész előtti tárolóhelyre	1,8
Összesen ...	31,0

A közölt időértékek részben méréseken, részben normaidőkön alapulnak. A nyert 31 perces beszállítási összidő azonban alacsonyabb a 46 perces iparági időértéknél. A különbség oka munkaszervezési kérdésekben keresendő; pályakocsival történő rönkbeszállítás esetén ui. a beszállítás ütemét a keretfűrész teljesítménye határozza meg, s ez nagymértékben megnehezíti a beszállítást végző dolgozók munkaidejének kihasználását.

Rönkszállító transzportör alkalmazása a beszállítás részműveletei közül a szállítás és leterhelés időszükségletét teljesen kiküszöböli. Transzportörrel ui. a leterhelés általában közvetlenül a keretfűrész kocsijára gépi úton, kidozószerkezet segítségével történik. A rönkbe-
hordás normaidő-szükséglete így az alábbiak szerint alakul.

R é s z m ű v e l e t	1 főre eső időszükséglet transzportör esetén perc/m ³
Előrehajtás máglyahelyen	12
Felterhelés szállítóeszközzel	2
Összesen	14

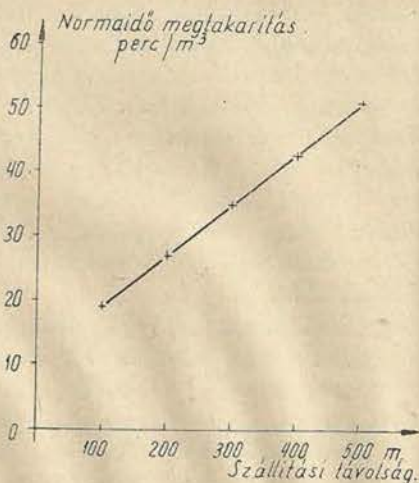
A lánctranszportör használata által elérhető megtakarítást itt is, a szállítási távolságok függvényében grafikusán ábrázoltuk.

A 8. ábra szerint a normaidő-megtakarítás beszállítás esetén is egyenes arányban változik a szállítási távolsággal; 100 m-es szállítási távolság (50 m-es behordási táv) esetén transzportörrel 42^o/_o-os, 500 m-es szállítási távolság (250 m-es behordási táv) esetén 75^o/_o-os normaidő-megtakarítás érhető el a pályakocsival történő szállítással szemben.

A kétféle szállítóeszközzel elérhető munkateljesítményeket 2—2 fővel vettük figyelembe, mivel beszállítás esetén két fő az a legkisebb munkacsoport, amire a viszonyítást el lehetett végezni. A transzportör teljesítménye beszállításnál 2 fővel ugyanakkora, mint osztályozásnál 4 fővel, vagyis 8,6 m³/óra, mivel a teljesítményt az előrehajtás és felterhelés időszükséglete szabja meg. (Az 1 főre eső időszükséglet $\frac{60 \times 2}{14} = 8,57 \text{ m}^3/\text{óra}$.)

A pályakocsik munkateljesítményét a korábban kifejtett indokok alapján az osztályozáshoz hasonlóan beszállításnál is 25 m/perccel vettük figyelembe s a kétféle szállítóeszközzel elérhető teljesítményeket a szállítási távolságok függvényében a 9. ábrán mutatjuk be.

A grafikonról leolvasható, hogy pályakocsival 100 m-es szállítási távolság esetén (50 m-es behordási távról) óránként 5 m³ rönk hordható be, ami 58^o/_o-a az ugyanerről a távolságról transzportörrel behordható mennyiségnek, azonos feltételek mellett. 500 m-es szállítási távolság esetén (250 m-es behordási távról) a pályakocsi teljesítménye 2,2 m³/óra, 26^o/_o-a a transzportör teljesítményének.



8. ábra. Normaidő-megtakarítás behordó lánctranszportör használata esetén, pályakocsival szemben, különböző távolságok mellett

Természetesen a 8,6 m³/óra teljesítményérték itt sem tükrözi a transzportörrel elérhető tényleges teljesítményt.

Az eddig bemutatott grafikonokból arra lehet következtetni, hogy a szállítási távolság növekedésével, valamint a behordandó mennyiség növekedésével a transzportör gazdaságossága egyenes arányban nő a pályakocsival végzett munkával szemben. Ez azonban a gyakorlatban nem teljesen helytálló, mivel a transzportör beruházási és üzemeltetési költségei lényegesen nagyobbak, mint a vágányhálózat és a pályakocsis szállítási mód költségei, s ezért szükséges, hogy végleges következtetések levonása előtt a két szállítási mód összehasonlításánál részletesebben foglalkozunk a transzportörnek, mint gépi berendezésnek beruházási és üzemeltetési költségeivel is.

A pályakocsik, illetve a pályakocsis szállítási mód beruházási költségeinek megállapításánál vágány fm-ként 700 Ft-os költségösszeget vettünk figyelembe. Ezt az értéket a közelmúltban végzett rekonstrukciók beruházási tapasztalatai alapján az Erdőterv határozta meg.

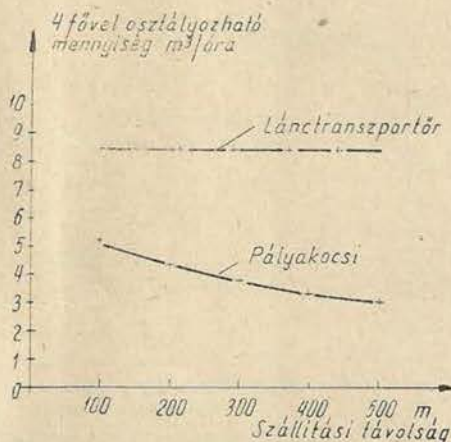
A transzportörök beruházási költségeinek meghatározására 3 forrás állt rendelkezésünkre:

a) a soproni Fűrészüzemben elkészített lánctranszportör költségadatai,

b) a Hárosi Falemezművek lánctranszportörének költségadatai.

c) a Faipari Kutató Intézet títusterv-javaslatának költségvetésében szereplő értékek, melyek figyelembe vették az eddig megvalósult két lánctranszportör adatait.

A Kutató Intézet által készített títusterv-javaslatban érvényesítve vannak a soproni és hárosi lánctranszportörök beruházási tapasztalatai is, ezért a további számításoknál a tervjavaslat előzetes költségkalkulációit fogadtuk el mérvadónak. Ez alapján megállapíthatjuk, hogy lánctranszportörök építéséhez fm-ként, mintegy 3—3500,— Ft szükséges, ha azt a jelenleg érvényben levő cikklista figyelembevételével újonnan beszerzendő anyagból kívánjuk előállítani. Ebben a költségben behordó lánctranszportör esetén szerepel a kidobószerkezet



9. ábra. Lánctranszportör és pályakocsi módszer órateljesítménye rönkbehordásnál 2 fővel

elkészítéséhez szükséges Ft-összeg is, illetve osztályozó lánctranszportör esetén a magasan vezetett transzportör létrehozásához szükséges földfeltöltés költsége is, melyeket ha elhagyunk, lényegesen alacsonyabb forint-ráfordításokat kapunk. A beruházási költségek ily módon történő csökkentése azonban csak rönkbehordásnál jöhetne szóba, de itt abból az elgondolásból indulunk ki, hogy a transzportör alkalmazása csak olyan teljesítményű keretek mellett célszerű, melyeknél a rönkkidobás mechanizálása feltétlenül szükséges, illetve gazdaságos, mivel a keretkiszolgáló dolgozók teljes munkaidejét leköti a keretfűrész kezelése.

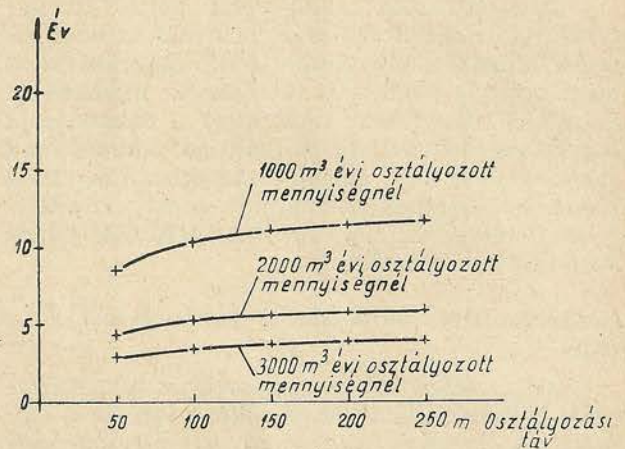
Osztályozó lánctranszportör

Magasan vezetett lánctranszportör esetén 12 m² keresztmetszetű földfeltöltéssel és m³-ként 25,— Ft-os egységárral számolva az osztályozó lánctranszportör várható beruházási költségei az alábbiak (az összehasonlíthatóság kedvéért feltüntetjük a kisvasúti sínhálózat beruházási költségeit is):

Hossz. m	Feltöltés beruh. költs. Ft	Transzportör beruh. ktsz. Ft	Transzportör össz. beruh. költs. Ft	Kisvasúti sínhálózat beruh. költs. Ft
50	15 000	182 000	197 000	35 000
100	30 000	319 000	349 000	70 000
150	45 000	445 000	490 000	105 000
200	60 000	571 000	631 000	140 000
250	75 000	698 000	773 000	175 000

A beruházási költségek alapján számítható, hogy osztályozás esetén mennyi idő alatt térül meg a munkabér megtakarítás alapján a lánctranszportör és a kisvasúti pályakocsis rendszer beruházási költségei közötti különbség. Természetesen a beruházási költségek és a rönktéri munkaidő-ráfordításban mutatkozó megtakarítások ismeretében számítható a transzportör beruházási költség megtérülési ideje is, azonban összehasonlításról lévén szó, jellemzőbbnek fogadtuk el a kétféle szállítóeszköz beruházási költségei közötti különbség megtérülési idejét. A számítást elvégeztük s a nyert értékeket a szállítási távolságok függvényében grafikusán ábrázoltuk különböző osztályozott rönkmennyiségeknél.

A számítás során nem vettük figyelembe a transzportör üzemeltetéséhez szükséges energiaköltséget, s így úgy tűnik, mintha 50 m-es távolságból történő osztályozásnál a transzportör alkalmazása, illetve a többletköltségek rövid időn belül megtérüljenek. Az irodalmi adatok szerint 15—20 000 m³ faanyag mozgatása mellett a transzportör alkalmazása már előnyös. A grafikon szerint 10 000 m³ rönkanyag évenkénti osztályozásánál a megtérülési idő nem egészen 9 év, 30 000 m³ esetén kb. 3 év. Irodalmi adataink szerint a transzportör hosszával jelentős mértékben nő a gazdaságossága — ezt a megállapítást egyébként a normaidő-megtakarítást ábrázoló grafikon is alátámasztja — ter-



10. ábra. Osztályozó lánctranszportör és pályakocsis rendszer beruházási költségkülönbségének megtérülési ideje az elméleti munkaidő-megtakarítás alapján

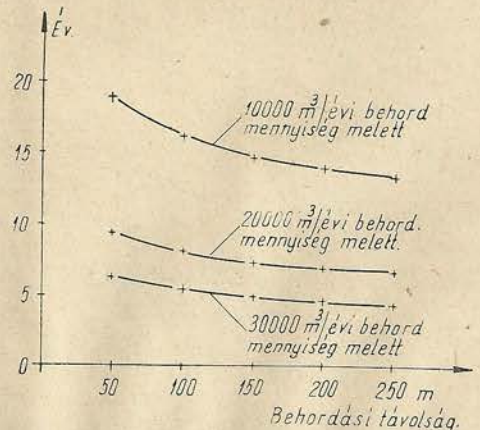
mészetesen figyelembe véve az évenként megmozgatandó anyagmennyiséget is. Tény azonban, hogy a jelenlegi anyagárak a transzportör előállítási költségeit igen megnövelik s a hosszabb szállítási távolságból eredő munkaidő-megtakarítás nem fedezi a szállítási hosszal megnövekedett szállítási költségeket.

Rönkbehordó lánctranszportör

Rönkbehordó lánctranszportör esetén hidraulikus rönkkidobó szerkezettel együtt a létesítmény beruházási költségei az alábbiak szerint alakulnak:

Hossz m	Transzportör beruházási költsége Ft	Kisvasúti sínhálózat beruházási költsége Ft
50	220 000	35 000
100	357 000	70 000
150	483 000	105 000
200	609 000	140 000
250	736 000	175 000

A kisvasúti sínhálózat és a rönkbehordó lánctranszportör közötti beruházási költségkülönbségek megtérülési idejét a behordási távolság függvényében a 11. ábra szemlélteti.



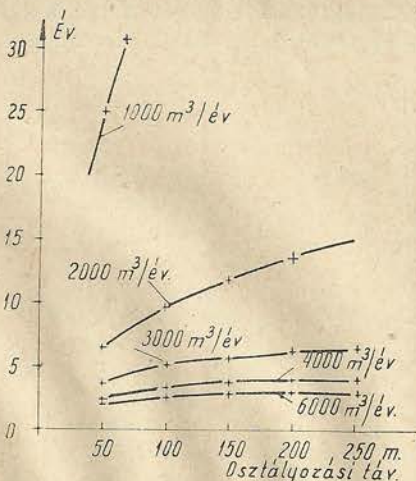
11. ábra. Behordó lánctranszportör és pályakocsis rendszer beruházási költségkülönbségének megtérülési ideje az elméleti munkaidő-megtakarítás alapján

Ellentétben az osztályozást végző transzportörrel, a behordó transzportörnél az üzemeltetési költségek figyelmen kívül hagyásával a megtérülés a szállítási távolságok növekedése arányában nő. Ennek oka, hogy a behordásnál túlsúlyban jelentkezik a szállítás műveletének kiküszöbölése által elérhető megtakarítás, mivel kiesik a máglyázás normaideje, amely az osztályozó transzportörnél a grafikon lefutását ellenkező értelművé tette.

Rönkszállító transzportörök üzemeltetési költségei

Rönkszállító lánctranszportörök alkalmazásánál jelentős költségtényezőként lép fel a berendezés energiaigénye. Nem vizsgáltuk a kétféle beszállítási mód összehasonlításánál a berendezések karbantartási költségét, mivel erre vonatkozóan elfogadható összehasonlító adat nem állt rendelkezésre.

Irodalmi adatok szerint a lánctranszportörök üzemeltetéséhez, illetve meghajtásához szükséges átlagos energiaszükséglet 250 fm transzportör-hosszig kb. 1 LE/10 fm. Az adatokat hazai bemérés alapján ellenőriztük a Soproni Tanulmányi Erdőgazdaságban létesített kísérleti lánctranszportörön, s megállapítottuk, hogy a transzportör energiaigénye keménylombos rönkökkel, maximálisan terhelve, mintegy 1,2 kw/10 fm. Mivel a gyakorlatban nem tételezhető fel, hogy a lánctranszportör állandóan teljes terheléssel jár, ezért az energiaigényt 0,8 kw/10 fm-ben vettük fel. A lánctranszportör energia-felvételét a terhelés függvényében a cikksorozat első részében bemutatott diagram szemlélteti, amelyből megállapítható, hogy az energiafelvétel csaknem egyenes arányban növekszik a terheléssel, ami természetes is, mivel a súrlódó erők egyenes arányban növekednek a súllyal. A grafikon alakulása indokolja a számításunknál alkalmazott átlagos kw/óra energiafogyasztás figyelembevételét.



12. ábra. Osztályozó lánctranszportör és pályakocsis rendszer beruházási költségkülönbségének megtérülési ideje az energiaköltségekkel helyesbített munkabérmegtakarítások alapján

A további számításoknál 1 kw/óra villamosenergia költségét 1,40 Ft-tal vettük figyelembe, ami úgy gondoljuk, jó közelítéssel megfelel az országos átlagnak.

Nyilvánvaló, hogy a lánctranszportörök energiaköltségei nagymértékben befolyásolják a transzportörök és a pályakocsis szállítási rendszer beruházási költségkülönbségének megtérülési idejét is, ezért különböző évenkénti szállítandó mennyiségek mellett számítottuk az egy rönk m³-re eső energiaköltségeket és e korrekciós tényezők figyelembevételével helyesbítettük a megtérülési diagramok értékeit, mind osztályozásnál, mind beszállításnál.

Az energiaköltségek vizsgálatánál a transzportör évi effektív munkaidejét 2240 munkórával vettük figyelembe. Ez maximális érték s a gyakorlatban helyes munkaszervezéssel (a transzportör szakaszos üzemeltetése által) csökkenthető. A 2240 órás effektív gépidőre eső energiaköltségek alapján helyesbített beruházási költségkülönbség megtérülési diagramok azonban visszatükrözik az energiaköltségek nagy hatását a transzportörök megtérülési idejére és így gazdaságosságukra is. Az energiaköltségek figyelmen kívül hagyásával készített megtérülési diagramok és a helyesbített diagramok együtt azonban mindenképpen jellemző képet adnak a transzportörök gazdaságosságáról. Az effektív gépidő csökkentése, vagy kisebb energiaköltségek esetén ui. a tényleges megtérülés a kétféle módszerrel készített diagram közé esik.

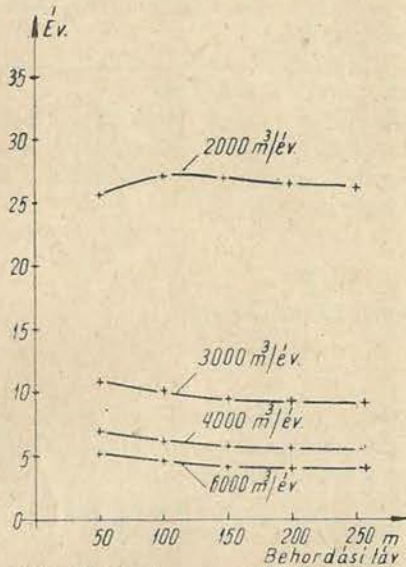
Osztályozó lánctranszportör

Az energiaköltség nélkül számított megtérülésekkel ellentétben világosan látható, hogy pl. 50 m-es osztályozási távolság mellett 10 000 m³ osztályozandó rönkmennyiség esetén a beruházási költségkülönbség megtérülése mintegy 25 év. Reálisabb értékeket csakis 10 000 m³-nél nagyobb mennyiségek osztályozásánál kapunk, és amint az a 12. ábrából is látható, 20 000 m³-től felfelé a beruházási költségkülönbség megtérülése 7–2 év között változik. A jelenlegi anyag- és bérhányadok mellett véleményünk szerint kb. ezt a határértéket lehet megállapítani a pályakocsis és transzportörös módszerrel történő osztályozás között s kimondhatjuk, hogy mindaddig, míg az energiaköltségben, anyagköltségben, vagy bérköltségben változások nem következnek be, 20 000 m³ évi teljesítmény alatt rönkszállításra lánctranszportört csak igen hosszú költség-megtérülési idő mellett lehet alkalmazni.

Rönkbehordó lánctranszportör

Az osztályozó transzportörhöz hasonlóan megszerkesztettük a rönkbehordó lánctranszportörök beruházási költségkülönbség megtérülési diagramját az energiaköltségek figyelembevételével.

A 13. diagramról világosan leolvasható, hogy behordás esetén 10 000 m³ évi teljesíté-



13. ábra. Behordó lánctranszportör és pályakocsis rendszer beruházási költségkülönbségének megtérülési ideje az energiaköltségekkel helyesbített munkabér-megtakarítások alapján

ménynél megtérülés egyáltalán nem tapasztalható, mivel a korábban közölt elérhető munkabér-megtakarítást túlhaladja az üzemeltetéshez szükséges energiaköltség.

Rönkbehordó lánctranszportör alkalmazása még 20 000 m³ évi beszállítandó rönkmennyiség mellett is csak kb. 25 év után téríti meg a beruházási költségkülönbségeket. Ennek oka az, hogy míg az osztályozó transzportörnél a költségeket jelentősen csökkentette a máglyázás költségeinek csökkenése, a behordásnál a költségtényezőket úgyszólván csak a szállítási időmegtakarítás befolyásolja. (Az egyéb költségtényezőkhöz viszonyítva a megtakarított leterhelési idő költségei alacsonyak.)

Természetesen a fenti számítások nem valamely adott üzem egyedi körülményeire vonatkoznak, csupán általánosságban nyújtanak tájékoztatást s adott esetben (meghatározott üzemre vonatkozóan) az összes körülmények — évente szállítandó famennyiség, energiaköltségek, effektív munkaidő, munkabérek és helyi átfutási idők stb. — pontos figyelembevételével kell megismételni a számítási eljárást. Összehasonlító vizsgálatainknál szélsőséges (a legrosszabb) esetből indultunk ki, mivel 1 fm transzportör beruházási költségeit hasonlítottuk össze 1 fm vágány költségeivel s a gyakorlatban ezzel szemben az üzemi adottságok határozzák meg, hogy egy adott hosszúságú transzportörrel mekkora vágányszakasz helyettesíthető.

Összefoglalás, következtetések

1. A rönktéri munkák közül az összmunkák munkaidejének 67%-át kitevő osztályozásnál és behordásnál használható lánctranszportör.

2. Fűrészüzemeinkben a jelenlegi átlagos rönktéri átfutási idő 150—160 perc/m³. Ezzel

szemben pl. Ausztriában 30—60 perc/m³, s bár a feldolgozás körülményei nem hasonlíthatók teljesen össze, az eltérés igen jelentős. Lánctranszportör segítségével az osztályozás és rönkbehordás munkaidő-szükséglete csökkenthető. Ha a munkaintenzitást figyelmen kívül hagyjuk, az elmaradó, ill. csökkenthető műveleti idők következtében az iparban alkalmazott átlagos munkaidő és átlagos szállítási távolságok figyelembevételével, rönk m³-ként a következő munkaidő-megtakarítások érhetők el.

a) Rönkosztályozásnál	26,2 perc/m ³
b) Rönkbehordásnál	17,0 perc/m ³
azaz összesen:	43,2 perc/m ³

mely időérték a teljes rönktéri átfutási időnek 28%-a.

3. Az elérhető munkaidő-megtakarítás mind osztályozásnál, mind behordásnál egyenes arányban nő a szállítási távolságok növekedésével.

4. Az eddigi üzemeltetési tapasztalatok alapján megállapítható, hogy osztályozásra magasan vezetett — földfeltöltésen levő — transzportörök, míg rönkbehordásra lehetőleg hidraulikus működtetésű gépi rönk-kilövő szerkezettel ellátott transzportörök javasolhatók.

A várható beruházási költségek viszonylag magasak, s az állandó költségtényezők miatt (meghajtómű, feszítőszerkezet stb.) az 1 fm-re eső költségek is függenek a transzportör hosszától. (150 fm-es transzportörhossz esetén a beruházási költség kb. 3200 Ft/fm).

5. A lefolytatott kutatások szerint a transzportörök alkalmazásának gazdaságosságát elsősorban a következő tényezők befolyásolják.

a) A szállítási távolság, melynek növekedése emeli a pályakocsis rendszerrel szemben elérhető munkaidő-megtakarítást.

b) Az azonos időegység alatt (pl. évente) szállítandó famennyiség növekedésével a munkaidő-megtakarítás és így a transzportörök gazdaságossága jelentősen nő.

c) A lánctranszportörök magas beruházási költségei rontják alkalmazásuk gazdaságosságát.

d) Az elektromos energia költségek szintén igen kedvezőtlenül befolyásolják a transzportörök gazdaságosságát.

e) Természetesen a munkabérek is hatást gyakorolnak a transzportörök alkalmazásának gazdaságosságára; magasabb munkabérek mellett az elérhető átlagos munkaidő-megtakarítás Ft-ban kifejezve magasabb lesz.

6. A gazdaságosságot befolyásoló tényezők hatását vizsgálva megállapítható, hogy osztályozásnál már 20 000 m³/év teljesítménynél gazdaságosnak mondható a transzportör alkalmazása.

Behordásnál a beruházási költségkülönbségek megtérülési ideje csak jóval 20 000 m³/évi rönkmennyiség felett mondható kielégítőnek.

Végeredményben a lefolytatott vizsgálatok és számítások igazolták, hogy a rönkterek gépesítésének egyik igen hatékony eszköze a lánctranszportör. A transzportörök gazdaságosságának, illetve alkalmazhatóságának mérlegelésé-

nél adott esetben nem szabad szem előtt tévesztetni a következőket:

a) segítségükkel nehéz fizikai munka gépesíthető, ill. könnyíthető meg.

b) Népgazdaságunk fejlődése feltétlenül biztosítja, hogy az anyag-energia- és munkabér-költségek viszonya állandóan kedvező irányban módosuljon.

Zártciklusú termelés a bútoriparban

RIEPPERGER LÁSZLÓ

A bútoriparban az elmúlt két év alatt végrehajtott technikai és technológiai fejlesztéssel párhuzamosan üzeink igen komoly lépést tettek üzemszervezés vonalán, amely — mint a kétműszakos termelés bevezetése — főleg arra irányult, hogy a termelés növelésére az adott területen belül lehetőség nyíljon.

A kétműszakos termelés megszervezése érdekében igen komoly ellenállást kellett a fizikai dolgozók, de sok esetben a műszaki vezetők körében is legyőzni, mivel a bútoriparban hagyományosan egyműszakos termelés folyt. Ebből következett, hogy egy haladottabb termelési formának bevezetésével párhuzamosan nem volt lehetőség a gyártásszervezés precízebb megoldásának kivitelezésére és így a termelés volumenének lényeges emelkedése mellett (a termelés növekedésének indexe 1960-ban 1958-hoz viszonyítva iparági szinten 161,2⁰/₀) üzemszervezésünkben komolyabb fejlődés nem történt.

A ragasztás és felületkezelés technológiájának korszerűsítése, s az egyes területekre beállított új félautomata gépek üzemeltetése, a két műszakos termelés kiszélesítése mellett változatlan maradt az átfutási idők üzemszemenkénti különbsége, az üzemek technológia széttagoltsága, az alkatrészgyártás szervezési formája és az erősen ingadozó gyártási ütem.

Az átszervezés folytán megnövekedett termeléssel közelarányosan nőtt az improduktív dolgozók létszáma, amely ma üzeinknél 35—40⁰/₀-át teszi ki a fizikai dolgozók létszámának. Ez a tény arra mutat, hogy az alkatrészgyártásunk változatlanul szakaszos, az alkatrészek megmunkálásuk során, műveletenként ismételt — sok esetben rövidebb, hosszabb időre a termelésből kikapcsolva — minden művelet után külön mozgatásra kerülnek. Általános kép, hogy pl. egy „T” éllel körülrárt ajtónál furnérozásig 6 műveletet 6 műveleti helyen 15—16-szor kell kézbe venni és hatszor odább szállítani, amely mozgatás kétszer annyi időt vesz igénybe, mint maga az anyagot formáló munka.

Az alkatrészgyártásnak változatlan szervezés melletti továbbvitele azt eredményezi, hogy a félkész készletünk emelkedése — a ragasztás és a felületkezelés átfutási idejének lerövidítése ellenére — tovább szűkíti az amúgy sem bőnek mondható technológiai területeket.

Az újonnan beállított gépek termelékenysége, termékátbocsátó képessége nem érvényesülhet megfelelő mértékben a jelenlegi üzemszervezés mellett, mivel a hagyományos gépekkel szemben átállításuk más műveletre sok esetben több időt igényel.

Összefoglalva tehát: a termelés felfutásával párhuzamosan üzemszervezésünk az előbb említett okok miatt nem tartott lépést. Az ezzel kapcsolatos hiányosságokat a következőkben foglalhatjuk össze:

1. Egy-egy üzemszében a termékek átfutási ideje nem egyező.

2. Az alkatrészek megmunkálása nem folyamatos. A műveleteket — a kényszerpihentéseket nem számítva — nem közvetlen egymás után, hanem tárolások közbeiktatásával végezzük el.

3. A műveleti helyek termelése csak globálisan egyező.

4. A dolgozók napi ütemezés mellett 10—15 féle műveletet kénytelenek elvégezni, amely akadályozza a begyakorlottság növekedését és főleg a kisebb képességű, esetleg betanított munkások foglalkoztatását.

5. A gépek, de különösen az új nagyteljesítményű gépek jobb kihasználását ez az állapot nehezíti.

6. Igen sok az anyagmozgatás, amely aránytalanul magas improduktív létszámot igényel.

7. A program, anyagfelhasználás és bérfelhasználás ellenőrzése a megnövekedett termelés mellett igen nehézkes és az összefolyó szériák miatt bizonytalan.

A felsorolt hiányosságok azt mutatják, hogy termelésünk továbbfejlesztése és főleg a termelékenység fokozására vonatkozó célkitűzések elérése ma már nem szorítkozhat a szűkebb értelemben vett műszaki intézkedések végrehajtására, hanem a jelen esetben az üzemszervezés lemaradásának behozása után is párhuzamosan fokozott jelentőséget kell tulajdonítanunk az alkalmazott technológiai és üzemszervezés között. A gyártástervezésben olyan formát kell alkalmaznunk, amely az említett hibákat kizárja és lényegében alapot teremt a későbbi folyamatos, szalagszerű, vagy bizonyos területeken automatikus termelés megvalósításához.

Az új szervezési rendszernek a következő feltételeknek kell megfelelni.

1. Egyenletes ütemű termelést, amely a dolgozó létszám hullámzásától függetlenül is biztosítja a program betartását.

2. Az üzemszerek kapacitáskihasználását egy szinten tartsa.

3. Az optimális gyakoriság kialakulását biztosítsa, hogy az átállásokkal járó veszteségek csökkenjenek.

4. Könnyen áttekinthető ellenőrzésre adjon módot úgy, hogy a program ellenőrzése a bérfelhasználással párhuzamosan megoldható legyen.

5. Biztosítsa az anyagfelhasználás és alkatrészfelhasználás ellenőrzését és elszámoltatását.

6. Alapot képezzen a folyamatos gyártás megszervezéséhez.

A vázlatosan felsorolt feltételeknek megfelelő formát profilonként, üzemenként kell részleteiben kidolgozni, nagy általánosságban azonban úgy a felsorolt feltételeknek, mint a jelenlegi technikai színvonalnak legjobban megfelel az iparág főmérnökének Bódogh István által kidolgozott és a Szegedi Bútorgyárban 1959-ben bevezetett és azóta eredményesen alkalmazott *zártciklusú termelés*.

A zártciklusú termelés lényege abban van, hogy a termelést úgy szervezzük, hogy az üzemszerekhez, azonos átfutási idő (ciklusidő) alatt — a meghatározott alkatrészek előírt készletfokán — a ciklusidő lejártával egyszerre kerüljenek a következő üzemszerekbe, vagyis a termelés zárt egységekben, mint önálló üzemekben folyik.

Zártciklusú termelés szervezése

A zártciklusú termelésre való átállásnál az előfeltételek biztosítása érdekében a szervezőmunkát a következő területeken kell elvégezni:

1. Ciklusidő meghatározása:

a) művelettervek műhelyekre való lebontása és a technológia felülvizsgálata,

b) az egyes műhelyek átfutási idejének meghatározása,

c) széria darabszám (ciklusdarabszám) meghatározása.

2. Munkagépek, műveleti helyek műveletterv alapján való átcsoportosítása.

3. Az egyes ciklushelyek munkaerőszükségletének (dolgozó létszámának) meghatározása.

a) tartalékműhely megszervezése,

b) tartalékműhely tervének megállapítása.

4. ellenőrzés megszervezése.

a) program teljesítésének ellenőrzése,

b) anyagfelhasználás, keretutalványok elszámoltatása,

c) bérfelhasználás folyamatos ellenőrzése.

A feladatok sokrétűségéből kitűnik, hogy az átszervezés munkája megköveteli, hogy az a vállalat műszaki-gazdasági vezetésének egészét összefogja és szükséges, hogy ebben a munkában a

munkaügyi, műszaki és adminisztratív dolgozók résztvegyenek, különösen a bevezetés első időszakában, mivel a ciklusos termelés bevezetésével az anyag és a bérutalványok érvényessége a ciklusprogramhoz igazodik és érvényességük csak annak határidejére korlátozódnak.

Ciklusidő meghatározása

A munkát a technológia felülvizsgálatával kezdjük, amelynek lényege, hogy alkatrészekre elkészítjük a műveletterveket. A technológia korrekciójának a szervezés első fázisában meg kell történni, törekedve arra, hogy a beállított műveletek egymásutánját ne akadályozza kényszerpihentetés és ha ez elkerülhetetlen, akkor az a ciklushatáron belül jelentkezzen.

Az alkatrész művelettervek alapján meghatározzuk az egyes alkatrészeknél az átfutási időket, lebontva az egyes technológiai fázisokra. A technológiai területek vázlatos meghatározása után alkatrészenként kijelöljük a ciklushatárokat.

A ciklushatárok kijelölésénél törekedni kell arra, hogy az egyes alkatrészek a lehető legnagyobb készletfokon kerüljenek tovább, vagy ott tervezzük az egyes alkatrész ciklushatárt, ahol az enyvezés vagy egyéb okok miatt kényszerpihentetni kell. A pihentetési időt az átadó ciklus átfutási idejében kell beállítani. A ciklushatárok kialakítása után felülvizsgáljuk a ciklusokra febonított átfutási idők azonosságát. Ha az alkatrészek átfutási ideje eltérést mutat, akkor technológia változtatással, vagy műveleteknek más ciklusba való áthelyezésével, tehát a ciklushatárok megváltoztatásával az átfutási részidőket egy nevezőre hozzuk.

Az egy nevezőre hozott átfutási idők határozzák meg a ciklusidőt, míg a ciklushatárok száma a ciklusok számát. A ciklusidők, a ciklusok számával kapott szorzata adja a termék átfutási idejét.

A Szegedi Bútorgyárban, a Duna Bútorgyárban a ciklusidő egy naptári hétben, vagyis hat munkanapban van megszabva, míg a ciklusbeosztások száma 6, illetve 7.

A Duna Bútorgyárban a kombinált szekrény ciklusos termelésre történő átállításakor a ciklushatárok a következő technológiai csoportokra lettek felbontva:

1. ciklus: Szabás, durva gépi megmunkálás, méretgyalulás, rációk összecsapolása.

2. ciklus: „T” éllecek megmunkálása, furnérozás előtti keményfák felenyvezése, rációk összeenyvezése, hengercsiszolás (előkészítő munkák)

3. ciklus: Furnérozás, lemezek rációra enyvezése.

4. ciklus: Pontos gépi megmunkálás, furnérozás utáni keményfák, vastagítások fel-, illetve lábázatok összeenyvezése.

5. ciklus: Pucolás, pácolás, fiók összeenyvezése.

6. ciklus: Fényezés.

7. ciklus: Szerelés, kikészítés, átadás.

Amennyiben — mint az említett bútorgyáraknál — heti ciklusidőre állunk át, úgy igen vigyázni kell a csonka hetekre, ahol változatlan termelés mellett esetleg gépi kapacitásunk szűknek bizonyul, ha létszámmal bírnánk is a rövidített héten a ciklus betartását. Ha ez áll fenn, akkor a csonka hétre csak az arányosan csökkentett mennyiséget szabad beállítani, amely azonban nem zárja ki azt, hogy az adott héten egy üzemszám kivételével ne kelljen létszámmal pótolni a hiányzó munkanapot, mivel egy ciklust kivéve arra a hétre is teljes ciklus mennyiség elvégzése a program.

Természetes, hogy az egyheti ciklusidő nem törvényszerűen alkalmazható mindenhol, mert ha a termelésünk technológiai okokból, vagy a termelés nagyságrendje miatt az önálló egységek részletesebb tagolását teszi szükségessé, akkor a ciklusaink számát növelhetjük a ciklusidő szűkítése mellett és így az átfutási idő változatlan marad, ha azonban a ciklusok számának növekedésével a ciklusidő nem csökken, akkor az átfutási időnk növekedni fog.

A kétműszakos üzemekben a ciklusos termelésnél a két műszakot egy ciklusnak vehetjük, de ajánlatos az ellenőrzés megkönnyítése érdekében, ha egyenlő terhelés alapján az azonos termékhez tartozó alkatrészeket szétválasztjuk és külön művelettervet és programot adunk ki, tehát a két műszakot önálló elszámolási egységként kezeljük.

A ciklusban futtatott darabszám, szériaszám meghatározása, függvénye a ciklusidőnek, a termék természetes nagyságának, komplikáltságának, kulcsgépeink kapacitásának, vagyis az optimális sorozat nagyságot kell a ciklusos termeléssel összhangba hozni, mivel ez a téma egy külön tanulmány keretét kimeríti, jelen cikkben ezzel nem foglalkozunk.

Munkagépek, műveleti helyek, műveletterv szerinti átcsoportosítása

A ciklusos termelésnél tekintettel arra, hogy a ciklusidő alatt egy szériához tartozó alkatrészeknek a megmunkálása folyik, jó munkabeosztás esetén kialakítható az alkatrészek elkészítésének (minden ciklusban más) sorrendisége, amely azt eredményezi, hogy egy alkatrészt munkabavétel után nem kell félretenni, hanem a rajta elvégzendő műveleteket a műveletterv alapján folyamatosan munkába vesszük és csak a ciklusban meghatározott utolsó művelet elkészülte után tároljuk az átadási területen. Ebből az következik, hogy a gépek és műveleti helyek között nem kell és nem is szabad akkora térközöket hagyni, mint ezideig volt, hanem igyekezni kell oly elrendezésre, melynél a két egymásután következő gép, illetve műveleti hely közötti anyagmozgatás szükségtelemmé válik, vagyis csak akkora területet kell kihagyni, hogy a lerakott alkatrész ne akadályozza a következő munkahely termelését. Igen lényeges tehát a

ciklusos termelés átállása előtt, hogy a gépparkunkat ennek megfelelően ciklusonként, alkatrészmélységig kidolgozott művelettervek alapján átrendezzük. Ha ugyanis az átállítás előtt azt nem hajtjuk végre, akkor az anyagmozgatási munkaerőigény igen komoly mértékben megnövekszik és semlegesítettük a szervezés azon mozgató erejét, amely fejlődési irányban a folyamatos, esetleg a szalagszerű termelés felé kényszeríti az üzemszám vezetőit. Természetesen a gépek műveletterv szerinti sorbaállítását nem lehet megoldani az összes alkatrészekre, így tehát arra kell törekednünk, hogy a nagyságrendben a legnagyobb terhelést jelentő alkatrészek megmunkálása történjen folyamatosan, míg az esetenként vagy csak egyes alkatrészeknél szükséges gépeket a folyamaton kívül állítsuk fel.

Az egyes ciklusok munkaerőszükségletének megállapítása

A zártciklusú termelés alapfeltétele, a ciklushatárok szigorú betartása, amelynél minden körülmények között el kell érni, hogy az alkatrészek az előírt készülségi fokon határidőre elkészüljenek. A határidő szigorú betartása vonatkozik oly értelemben is, hogy az alkatrészek elkészítésével az egyes ciklusok előbb sem végezhetnek.

A merevnek tűnő program betartása szükségesszerű, mivel ha lemarad valamely ciklus, úgy a következőnél munkahiány jelentkezik a lemaradás időtartamára, ha pedig előbb végez, akkor nála fog munkaerő felesleg mutatkozni.

Az egyenletes ütem, a határidők pontos betartása, elengedhetetlenül megköveteli a művelettervek alapján a létszám szükséglet precíz meghatározását és a szükséges létszám állandó biztosítását. Az üzemszámok létszámterveinél nemcsak az állományi létszámot kell megadni, hanem — és ez az amit állandóan figyelemmel kell kísérni — a *dolgozó létszámot* is. A dolgozó létszám az, amelynek biztosítása előfeltétele a ciklushatáridők betartásának és ami a napi létszámjelentéseken keresztül folyamatosan ellenőrizendő.

A dolgozó létszámot naponként biztosítani a munkahelyek számára csak akkor tudjuk — a dolgozólétszám állandó hullámozása mellett — ha szervezünk egy olyan üzemszámot, amely a ciklusos termeléstől függetlenül szükség szerint le is tud adni embert és a ciklusban átmenetileg feleslegessé válókat foglalkoztatni tudja.

Lényegében tehát egy tartalék üzemszámot kell szervezni, ahol az összes fizikai dolgozók létszámának 5—10%-át foglalkoztatni tudjuk. A tartaléküzem tervét — tekintve, hogy létszáma csak hosszabb idő átlagában biztosított — nem lehet szűk határok közé kötni, hanem annak teljesítési kötelezettségét feléves időhatárok között kell megszabni. Ebben az üzemszámokban kell azokat a dolgozókat összpontosítani, akik képesek bármely műveletet a gyakorlott munkás színvonalán elvégezni.

automatikusan megmutatja a programtól való eltérést egész műveletmélységig.

Az ellenőrző lap pontos vezetése a következőkre mutat rá:

a) Szériánként csak a szükséges műveletek költségeit terhelhetik.

A többletműveleteket és sejtire fordított béreket külön utalványozni kell.

b) Kimutatja az időközben elavult, s már nem alkalmazott műveleteket.

c) Programellenőrzést megkönnyíti azzal, hogy már a bérelszámoláskor az eltérés jelentkezik, tehát műveletmélységig hét közben is könnyen ellenőrizhető a széria állása.

d) Rámutat a normák között mutatkozó aránytalanságokra, s mivel egy lapon szerepelnek, egy üzembrész normái könnyen áttekinthetőek.

e) A technológia változásoktól nem maradhat el a művelet módosítása, mivel jelentkezik egy nem szereplő művelet, vagy egy művelet terheletlen marad.

f) Képet ad a művezetők szervezési munkájáról, mert rossz szervezés esetén az „E” rovat-

ban az engedélyezett gyakorisági szám, több részegységből adódik ki.

g) Igen komoly segítséget ad a művezetőknek a munkairányításhoz, mert az ellenőrző lap vezetése és figyelemmel kísérése pontosan megmutatja, hogy melyik a soronkövetkező elvégzendő művelet. Külön segítséget jelent a két műszakban dolgozó üzemeknél, mert a váltóművezető ezen lapból látja, hol kell folytatni a munkát.

h) A ciklusos termelés bevezetésével az anyagkeretutalványoknak is program szerinti érvényességi időt adunk. Az anyagkeret elszámolása érdekében az érvényességi időn túlmenően oly szigorítást alkalmazunk, hogy amíg az előző keretutalvány elszámolása nem történt meg, új utalvány nem adható ki. Ez a rendszer tisztázza az anyagfelhasználásnál ezideig mutatkozó anomáliákat és reális képet ad az anyagfelhasználásról.

Összefoglalva, a ciklusos termelés alkalmazásával elérhető és előbbieken vázolt előnyeiben túlmenően a legnagyobb eredménye abban mutatkozik, hogy a termelés magasabb szervezési színvonalra emelkedve olyan alapot teremt, amely a továbbfejlesztés lehetőségét biztosítja.

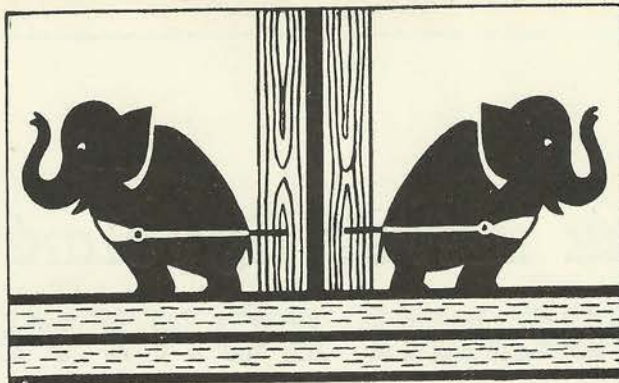
F A I P A R

Főszerkesztő: Róka Pál. Szerkesztő: Jászai Károly

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy-Zsiliszky út 22. Telefon: 113—450

Felelős kiadó: Solt Sándor

**Megjelent 2460 példányban. — Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál Budapest, V., József nádor tér 1. (Telefon: 180-850) és bármely postahivatalnál. Előfizetési díj: 1/4 évre 12,— Ft, 1/2 évre 24,— Ft
Egyes szám ára: 4,— Ft. Csekkszámlaszám: egyéni 61.252, közületi 61.066, vagy átutalás a MNB 8. sz. folyószámlájára**



Amocol erősen rögzít



Amocol enyvfólia egyenletes anyagfelhasználást biztosít és a fólia egyenletes vastagsága révén a falemez tartósságát fokozza.

Kérjen részletes prospektust!

VEB Elektrochemisches Werk Ammendorf

Halle (Saale) S II Schachstrasse 11
Deutsche Demokratische Republik
Német Demokratikus Köztársaság

Az ERDÉRT Vállalat a fenyőfűrészáruból történő fix-méretű alkatrész-szabást fokozni kívánja. Újabb rendeléseket adott mértékig felvesz. A méretszabott alkatrészek beszerzésének előnye

folyamatos anyagellátás, légszáraz áru, önköltségcsökkentés, rakterület csökkentése stb.



Felvilágosításokat ad: ERDÉRT Vállalat Termelési és Technológiai csoportja

Budapest, V., Kossuth Lajos tér 11, félemelet 72/b

Telefon: 113-000 v. 122-750/1759 mellékállomás

Felhívjuk szíves figyelmét a MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ kiadványaira!

Szőke Balázs—Burda Ferenc: Faipari szárítók kezelése	fűzve 12,— Ft
Obadovics J. Gyula: Matematika 3. kiadás	kötve 57,— Ft
Pál Imre: Térláttatós ábrázoló mértan	kötve 39,— Ft
Nyarády—Szilágyi—Vásárhelyi: A világ műszaki múzeumai	fűzve 18,50 Ft kötve 28,50 Ft
Niklas Arthur: Faköböző 4. kiadás	fűzve 20,— Ft
Cziráki—dr. Filló—Lázár: Fa és fahelyettesítő anyagok	fűzve 25,50 Ft
ÉTÉGI—ÉAKKI: Építés helyi anyaggal	fűzve 17,50 Ft
Tóbiás László—Tóbiás Loránd: Ácsszerkezetek	fűzve 32,50 Ft
Sikota Győző: Hollóházi kerámia	fűzve 20,— Ft
Preisich—Reischl—Vadász: Városi családi ház	kötve 41,— Ft
Demény György: Villámszorzó	fűzve 30,— Ft
Beckenbach: Modern matematika mérnököknek	kötve 87,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

SZAKBOLT:

KÖNNYŰIPARI KÖNYVESBOLT,

Budapest, VII., Baross tér 22.